

DIE LÄNGENMESSUNGEN AN DEN GLETSCHERN DER ÖSTERREICHISCHEN OSTALPEN 1890—1969

Von G. PATZELT, Innsbruck

Mit 1 Abbildung

ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag des Österreichischen Alpenvereines werden in den Ostalpen seit dem Jahre 1890 die Längenänderungen an zahlreichen Gletscherzungen gemessen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Meßergebnisse gesammelt und für jedes Jahr von der Gesamtzahl der gemessenen Gletscher der Prozentsatz für vorstoßende, zurückweichende und stationäre Gletscher berechnet. Zwei Vorstoßphasen zeichnen sich deutlich ab. Zwischen 1890 und 1900 sind bis zu 47%, zwischen 1909 und 1928 bis zu 75% vorstoßende Gletscher gemessen worden. Die Jahre von 1928 bis 1964 sind durch stark überwiegenden Gletscherrückgang gekennzeichnet. Der Vergleich mit den Meßergebnissen von den Gletschern der Schweizer Westalpen zeigt gute Übereinstimmung. Das Verhalten der Gletscher entspricht dem Ablauf sommerlicher Witterungsverhältnisse im Beobachtungszeitraum.

SUMMARY: MEASUREMENTS OF LENGTHS OF GLACIERS IN THE EASTERN ALPS OF AUSTRIA
1890—1969

Since 1890 the variations of the fronts of numerous glaciers in the Eastern Alps have been measured for the Österreichischer Alpenverein. The present paper presents the results of these measurements and the percentage of advancing, retreating, and stationary glaciers as calculated for each year from the total number of glaciers measured. The measurements reveal two distinct periods of advance, i. e. one period from 1890 to 1900 with up to 47% of glaciers advancing, and one period from 1909 to 1928 with up to 75% of glaciers advancing. The period from 1928 to 1964 is marked by a strong retreat of glaciers. A comparison with the results of measurements of glaciers in the Western Alps of Switzerland shows good agreement. The behaviour of glaciers corresponds well to the climatic conditions prevailing during the summer months of the 80 years observed.

EINLEITUNG

Um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts sind die Alpengletscher durchwegs stark angewachsen und haben dabei vielfach ähnliche Ausmaße erreicht, wie in den stärksten Vorstoßperioden der letzten 9000 Jahre (Bortenschlager, Patzelt 1969). Der bald danach einsetzende Gletscherrückgang erregte allgemeine Aufmerksamkeit und führte zur Organisation systematischer Gletscherbeobachtungen. Sie begann in der Schweiz im Jahre 1874 mit der großangelegten Vermessung des Rhône-gletschers, und den ab 1880 von A. Forel jährlich wiederholten Beobachtungen an den Gletscherenden im Wallis (Kasser 1968). In den Ostalpen hat sich seit 1879 Eduard Richter um den Aufbau eines regelmäßigen Gletschermessdienstes bemüht und dafür den Deutschen- und Österreichischen Alpenverein gewonnen, der damals Hauptträger der wissenschaftlichen Forschung im Hochgebirge war (Richter 1894). Vereinzelt wurden schon in diesen Jahren Meßmarken angelegt, so etwa an der Pasterze 1879 durch F. Seeland (1880) und an den Gletschern im Zemmgrund 1881 von C. Diener (1885). Zunächst jedoch lag das Hauptaugenmerk auf der exakten kartographischen Erfassung eines Gletscherstandes in Form großmaßstäbiger Karten. E. Richter hat im Jahre 1880 erstmals die Zungenenden von Obersulzbachkees und Karlingerkees vermessen (Richter 1883). Es folgten dann die hervorragenden Gletscheraufnahmen vom Gliederferner (1885), Suldenferner (1886), Gepatschferner (1886/87), Vernagtferner (1888), Hochjochferner (1890) und Hintereisferner (1893/94), die mit den Namen S. Finsterwalder, A. Blümcke und H. Heß verbunden sind

(Richter 1894). Die Aufnahmen der Gletscherzungen wurden nach einigen Jahren wiederholt und gaben damit die genauen Grundlagen zur Berechnung von Flächen- und Volumsveränderungen.

Bei dem großen Aufwand an Zeit und Geld, den diese Arbeiten erforderten, blieb damit die Zahl der beobachteten Gletscher gering. Sollte das Verhalten vieler Gletscher kontrolliert werden, mußte man sich auf die einfache Art der Bandmessung beschränken. Gemessen wird dabei von einem markierten Fixpunkt im Gletschervorfeld in festgelegter Richtung die Entfernung zum Eisrand. Es können auf diese Weise mit einfachen Mitteln, ohne daß eine besondere Ausbildung für den Beobachter erforderlich ist, alljährlich eine größere Zahl von Informationen über das Verhalten vieler Gletscherzungen gewonnen werden. Man war sich jedoch schon von allem Anfang darüber im Klaren, daß eine Messung dieser Art über den Ernährungszustand oder eine Massenänderung des ganzen Gletschers nur sehr wenig aussagt.

In den Jahren um 1890 war der rasche Gletscherschwund der vorangegangenen Jahre zum Stillstand gekommen, mehrfach waren auch schon vorstoßende Zungen beobachtet worden. Man hielt es für möglich, daß die Gletscher ihre kleinste Ausdehnung erreicht hätten und einem neuerlichen Hochstand wie um 1850 zustrebten. Um das allgemeine Gletscherverhalten besser verfolgen zu können, erließ im Juni 1891 „der wissenschaftliche Beirath des Central-Ausschußes“ des Deutschen- und Österreichischen Alpenvereins einen Aufruf an seine Sektionen und Mitglieder, an der regelmäßigen Beobachtung der Ostalpengletscher mitzuarbeiten (Finsterwalder 1891). Seither liegen für jedes Jahr Meßberichte in zwar stark schwankender, jedoch größerer Zahl vor. Die Meßergebnisse aus der Zeit von 1911 bis 1941 sind erstmals von R. v. Klebelsberg (1943) vergleichend für Ost- und Westalpen untersucht worden. P. Kasser (1968) hat eine neue umfassende Darstellung von den in der Schweiz ab 1892 gemessenen Gletschern gegeben. In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse der Längenmessungen von den Gletschern der österreichischen Ostalpen für die nunmehr 80 Jahre umfassende Beobachtungsreihe neu gesammelt und statistisch bearbeitet.

DAS BEOBACHTUNGSMATERIAL

Die Beobachtungsergebnisse sind für die ersten Jahre in dem Gletschermarkenverzeichnis von M. Fritsch (1898) veröffentlicht. Ab 1895 wurde von den Markenmessungen unregelmäßig in den Mitteilungen und in der Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, teilweise auch in Sektionsnachrichten oder Festschriften berichtet. Für die Jahre seit 1906/07 wurden die Meßergebnisse aus der Zeitschrift für Gletscherkunde entnommen. Ab 1963 standen die Originalberichte zur Verfügung.

In der Regel ließ sich die Tendenz des Gletscherverhaltens für jeden beobachteten Gletscher eindeutig feststellen, obwohl die Meterangaben von Vorstoß- oder Rückzugsbeträgen des Zungenendes oft fehlerhaft, manchmal auch irreführend waren. Von Messungen mehrerer Marken an einem Gletscher wurden Mittel gebildet und Längenänderungen in den Grenzen von ± 1 Meter als stationäres Verhalten gezählt. Ebenso wurde ein Gletscher als stationär betrachtet, wenn das Zungenende im Sommer nicht ausgeapert ist und eine Messung aus diesem Grunde nicht möglich war; es sei denn, im Bericht sind Vorstoßanzeichen, wie aufgewölbter Schnee oder zusammengeschobene Moräne, ausdrücklich erwähnt worden. Mitverwendet wurden

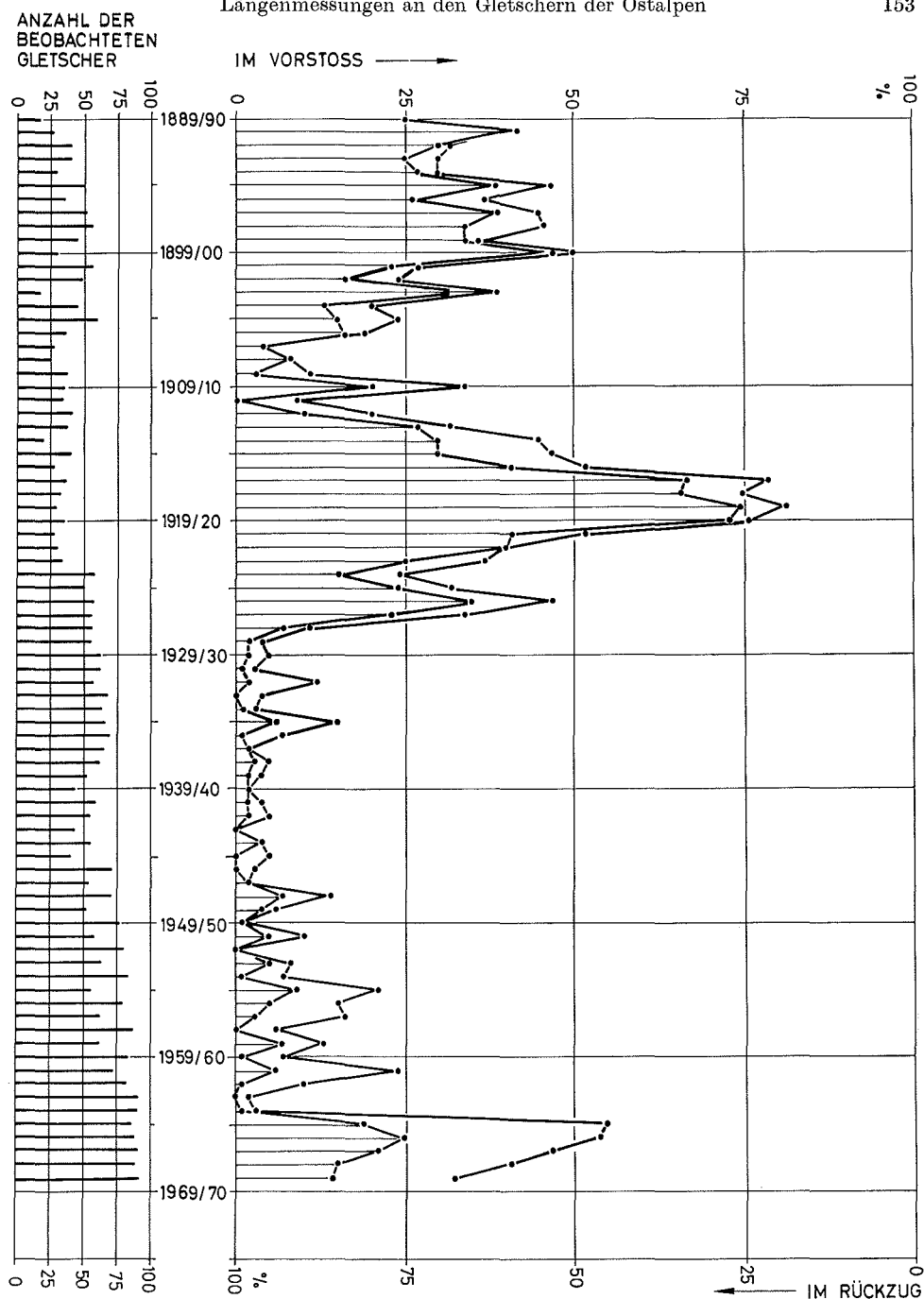


Abb. 1: Die Schwankungen der Gletscherenden in den österreichischen Ostalpen von 1890 bis 1969.
 Von der Summe der beobachteten Gletscher sind auf der Ordinate die Prozentsätze für Vorstoß (von unten nach oben), für Rückzug (von oben nach unten) und für stationäres Verhalten aufgetragen.

in einzelnen Fällen, besonders für die früheren Jahrzehnte, die verläßlich scheinenden Berichte von vorstoßenden Gletschern, auch wenn keine Bandmessungen vorlagen, sowie Ergebnisse aus dem Vergleich von Photographien und Karten. Zweifelhafte Angaben irgendwelcher Art wurden jedoch streng ausgeschieden, so auch Werte, wo offensichtlich mit dem Gletscher nicht mehr zusammenhängendes Toteis eingemessen worden war.

Tabelle 1: Anzahl und Prozentsatz vorstoßender, stationärer und zurückweichender Gletscher in den österreichischen Ostalpen von 1890 bis 1969.

Jahr	Anzahl der beobachteten Gletscher	Anzahl			Prozent		
		Rückzug	stationär	Vorstoß	Rückzug	stationär	Vorstoß
1890	16	12	0	4	75	0	25
1891	26	15	0	11	58	0	42
1892	39	27	1	11	69	3	28
1893	38	28	2	8	74	5	21
1894	30	21	1	8	70	3	27
1895	49	26	4	19	53	8	39
1896	35	22	4	9	63	11	26
1897	51	28	3	20	55	6	39
1898	56	30	7	19	54	12	34
1899	45	29	1	15	64	2	34
1900	30	15	1	14	50	3	47
1901	56	41	2	13	73	4	23
1902	49	37	4	8	76	8	16
1903	18	11	0	7	61	0	39
1904	45	36	3	6	80	7	13
1905	59	45	5	9	76	9	15
1906	37	30	1	6	81	3	16
1907	26	25	0	1	96	0	4
1908	25	23	0	2	92	0	8
1909	37	33	3	1	89	8	3
1910	35	23	5	7	66	14	20
1911	34	31	3	0	91	9	0
1912	41	33	4	4	80	10	10
1913	38	26	2	10	68	5	27
1914	20	11	3	6	55	15	30
1915	40	21	7	12	53	17	30
1916	27	13	3	11	48	11	41
1917	33	7	4	22	21	12	67
1918	32	8	3	21	25	9	66
1919	28	5	2	21	18	7	75
1920	33	8	1	24	24	3	73
1921	27	13	3	11	48	11	41
1922	30	18	0	12	60	0	40
1923	32	20	4	8	63	12	25
1924	55	42	5	8	76	9	15
1925	50	34	4	12	68	8	24
1926	57	30	7	20	53	12	35
1927	56	37	6	13	66	11	23
1928	56	50	2	4	89	4	7
1929	56	54	1	1	96	2	2

Das Gebiet der von Mitarbeitern des Alpenvereins kontrollierten Gletscher erstreckte sich vor 1914 auch auf die Ortler- und Adamello-Presanellagruppe, das später von italienischer Seite aus weiter betreut wurde. Die italienischen Meßergebnisse aus den Gebieten südlich des Alpenhauptkammes, die seit 1924 sehr zahlreich sind, weisen im Vergleich zu den Alpenvereinsmessungen oft beachtliche Unterschiede auf (Bolletino Comitato Glaciologico). Es konnte vorläufig nicht entschieden werden, ob dies auf systematische Meßfehler oder tatsächlich unterschiedliches Verhalten der Gletscher zurückzuführen ist. Für die vorliegende Zusammenstellung wurden daher ausschließlich die Messungen des Alpenvereins berücksichtigt. Das bedeutet,

Jahr	Anzahl der beobachteten Gletscher	Anzahl			Prozent		
		Rückzug	stationär	Vorstoß	Rückzug	stationär	Vorstoß
1930	61	58	2	1	95	3	2
1931	62	60	1	1	97	2	1
1932	58	51	6	1	88	10	2
1933	67	64	3	0	96	4	0
1934	63	61	1	1	97	2	1
1935	66	56	6	4	85	9	6
1936	69	64	4	1	93	6	1
1937	66	65	0	1	98	0	2
1938	62	59	1	2	95	2	3
1939	52	50	1	1	96	2	2
1940	43	42	0	1	98	0	2
1941	58	56	1	1	96	2	2
1942	55	52	2	1	95	3	2
1943	43	43	0	0	100	0	0
1944	55	53	0	2	96	0	4
1945	41	39	2	0	95	5	0
1946	71	69	2	0	97	3	0
1947	53	52	0	1	98	0	2
1948	71	61	5	5	86	7	7
1949	51	48	1	2	94	2	4
1950	76	75	1	0	99	1	0
1951	58	52	3	3	90	5	5
1952	80	80	0	0	100	0	0
1953	63	58	2	3	92	3	5
1954	83	77	5	1	93	6	1
1955	56	44	7	5	79	12	9
1956	79	67	8	4	85	10	5
1957	62	52	8	2	84	13	3
1958	86	81	5	0	94	6	0
1959	61	53	4	4	87	6	7
1960	83	77	5	1	93	6	1
1961	71	54	13	4	76	18	6
1962	82	74	7	1	90	9	1
1963	92	90	2	0	98	2	0
1964	90	87	2	1	97	2	1
1965	85	38	31	16	45	36	19
1966	87	40	25	22	46	29	25
1967	90	48	23	19	53	26	21
1968	88	52	23	13	59	26	15
1969	95	65	17	13	68	18	14

daß der Beobachtungsraum ab 1920 vorwiegend auf den österreichischen Alpenanteil beschränkt bleibt.

Die Zahl der beobachteten Gletscher schwankt stark. 1890, 1903 und 1914 sind die Jahre mit weniger als 25 gemessenen Zungen. Während des ersten Weltkrieges bleibt die Zahl gering, obwohl hier auch einzelne Beobachtungen aus den Kriegsgebieten mitverwendet werden konnten. Seit 1924 stehen ständig mehr als 75 Gletscherzungen unter Kontrolle. Die Zahl der jährlichen Messungen ist geringer und unterschiedlich groß, weil in einigen Gebirgsgruppen (z. B. in der Venedigergruppe und einem Teil der Stubai Alpen) die Gletscher in einem zweijährigen Turnus nachgemessen worden sind. Erst seit 1962 werden alle beobachteten Gletscher in jedem Jahr gemessen.

Für das nach diesen Gesichtspunkten zusammengestellte und kritisch untersuchte Material wurden für den Zeitraum von 1890 bis 1969 von der Jahressumme der beobachteten Gletscher die Prozentsätze für Vorstoß, Rückzug oder stationäres Verhalten berechnet (Tab. 1) und damit das Diagramm gezeichnet (Abb. 1). In diesem sind auf der Abszisse die einzelnen Jahre, auf der Ordinate die dem Jahr entsprechenden Prozentwerte aufgetragen.

An sich ist die Angabe von Verhältniszahlen bei so geringem Beobachtungsmaterial problematisch. Um deren Aussagewert zu prüfen, könnte man den Standardfehler der Prozentwerte berechnen. Dies erscheint jedoch wenig sinnvoll, da nicht festgestellt ist, daß die gemessenen Gletscher eine im statistischen Sinne zufällige Auswahl aller Ostalpengletscher darstellen. Und sicher sind auch die wenigen vermessenen Gletscher in den Jahren mit geringer Beobachtungszahl wiederum keine zufällige Auswahl von den Gletschern der Jahre mit starker Beobachtungstätigkeit.

ERGEBNISSE

Trotz aller Unsicherheiten vermag die Beobachtungsreihe einen brauchbaren Überblick über das allgemeine Verhalten der Gletscher zu geben. Sie beginnt mitten in einer Vorstoßphase, die bis zur Jahrhundertwende anhält und 1900 nahezu 50% vorstoßende Gletscher zeigt. Es folgt ein rascher Abfall mit einem Tiefstand um 1907. Der beginnende neue Vorstoß wurde durch den ungewöhnlich warmen Sommer 1911 unterbrochen, setzte sich dann aber immer stärker durch. Im Jahre 1919 ist das Maximum erreicht, wobei 75% vorstoßende Gletscher beobachtet wurden. Der rasch einsetzende Rückzug wird von 1925—27 kurz angehalten. 1926 rücken nochmals über 35% der Zungen vor.

Nur an großen Eisströmen mit langen und trägen Zungen konnte in dieser Wachstumsperiode kein Vorstoß am unmittelbaren Zungenende beobachtet werden (z. B. Pasterze [Hohe Tauern], Marzellferner, Gepatschferner [Ötztaler Alpen]). Die Zungenenden der kleinen und mittleren Gletscher sind zwischen 1890 und 1927 wohl allgemein und wiederholt vorgestoßen. Als Zeugen mehrgliedriger Vorstoßphasen sind in den Vorfeldern der Gletscher vielfach kleine Moränenwälle zu finden, die den damaligen Gletscherstand auch heute noch gut erkennen lassen. In vereinzelten Fällen, wie etwa am Untersulzbachkees (Hohe Tauern), ist das Vorrücken der Zunge von 1896 bis 1900, zwischen 1917 und 1920 und für 1926/27 beobachtet und gemessen worden; die dabei entstandenen Moränenwälle sind erhalten geblieben. Manchmal sind Endmoränen von 1890 bei dem kräftigeren Vorstoß der Jahre um 1920 noch überfahren worden (Beispiele: Frosnitzkees, Krimmlerkees [Hohe Tauern], Waxeggkees [Zillertaler Alpen]). In den höher gelegenen Zungenteilen haben einige

Gletscher einen Stand erreicht, der dem von 1850 sehr ähnlich war; von zwei Gletschern ist bekannt geworden, daß sie diesen sogar übertroffen haben. Der Sulden-gletscher (Ortler Gruppe) hat 1918/19 an mehreren Stellen die hohen Ufermoränen-wälle der Hochstände von 1819 und 1850 überflossen (Klebensberg 1920). Gleiches ist aus dem Verlauf der Moränen des Grönaufeners (Stubai Alpen) zu erkennen. Solche Beobachtungen lassen die Annahme zu, daß der Massenzuwachs in den Firnfeldern im Jahrzehnt 1910—20 für einen weiterreichenden Vorstoß der Zungen ausgereicht hätte, wenn nicht in den besonders trockenen und strahlungsreichen Sommern 1928/1929/1930 (Steinhauser 1957) die Gletscher bis an die Bergschründe ausgeapert und die Firnlagen vieler Jahre angegriffen und aufgebraucht worden wären.

Das rasche Ende der Vorstoßperiode von 1920 ist im Diagramm deutlich zu erkennen. In der Folgezeit ist die Anzahl vorstoßender Gletscher verschwindend gering, und mehrmals ist kein einziges vorrückendes Gletscherende beobachtet worden. Extrem gletscherungünstige Jahre waren zuletzt 1963 und 1964. Das Frühjahr 1965 mit sehr ergiebigen Schneefällen und der anschließende feuchtkühle Sommer brachten einen Umschwung. Erstmals seit 44 Jahren (1921) wurden weniger als 50% zurückgehende Gletscher gemessen. Eindeutig vorgestoßen sind 1965 19% und 1966 25% der Zungenenden. Der Prozentsatz würde noch höher liegen, wenn nicht die Längenmessungen wegen der hohen Altschneelagen auf den Zungen in etwa 25% der Fälle unmöglich gewesen wären. Der große Wert für stationäres Verhalten ist daraus zu verstehen. In den letzten Jahren macht sich wieder die Neigung zu zunehmenden Rückgang bemerkbar. Es wird vom Witterungsablauf der nächsten Sommer abhängen, ob sich der Massengewinn der Jahre seit 1965 an den Zungen stärker auswirken wird.

Die Längenmessungen der letzten Jahre haben vor allem diejenigen Gletscher ganz deutlich erkennen lassen, die auf gletschergünstige klimatische Bedingungen unmittelbar und ohne Verzögerung reagieren. Dazu gehören das Krimmlerkees (Hohe Tauern), das Waxeggkees (Zillertaler Alpen), der Berglasferner (Stubai Alpen) und der Rofenkar- und Kesselwandferner (Ötztaler Alpen). Diese Gletscher waren auch in den einzelnen Vorstoßphasen zwischen 1890 und 1927 die ersten, von denen rasches und starkes Anwachsen berichtet werden konnte, obwohl sie damals noch wesentlich längere Zungen hatten. Das Waxeggkees hat auf das gletschergünstige Jahr 1959/60 schon 1961 mit einem Vorstoß von 49 m (1962 + 11 m, 1963 — 3,5 m) reagiert. Bei solchen „empfindlichen“ Gletschern können somit schon mit Hilfe einfacher Bandmessungen Hinweise auf gletschergünstige Haushaltsjahre gewonnen werden. Die für das Diagramm gewählte Darstellungsart folgt bewußt der Vorlage von P. Kasser (1968). Es soll damit ein unmittelbarer Vergleich mit dem Gletscherverhalten in den Schweizer Alpen ermöglicht werden.

Die allgemeine Entwicklung ist in beiden Reihen sehr ähnlich, im einzelnen ergeben sich jedoch bemerkenswerte Unterschiede. Während in den Ostalpen die Vorstoßphase von 1890 bis zur Jahrhundertwende anhält und um 1900 einen Höhepunkt erreicht, ist sie in der Schweiz mit Beginn der Beobachtungsreihe 1892 schon im Abklingen und erreicht 1901 ein erstes Minimum. Dagegen bahnt sich der 1920er Vorstoß in der Schweiz schon um 1905 an, in den Ostalpen erst drei Jahre später. Ein erstes Maximum mit ca. 60% vorstoßender Gletscher wird in der Schweiz 1916 erreicht, ein zweites 1919. Dieser Doppelgipfel ist in den Ostalpen nur angedeutet. Das sekundäre Maximum von 1926 ist beiden Reihen gemeinsam.

In den Unterschieden kommt die schon mehrfach festgestellte Tatsache zum Ausdruck, daß in Vorstoßperioden zuerst die Westalpenglletscher zu wachsen beginnen und die Gletscher der Ostalpen verspätet nachfolgen. Dagegen scheinen die Gletscherzungen auf besonders trockene, strahlungsreiche Sommer überall gleichzeitig mit verstärktem Rückzug zu reagieren, so etwa 1911, um 1930, 1950, 1952 und 1964. Der Ansatz für Gletscherwachstum um 1955 in der Schweiz ist in den österreichischen Alpen nur schwach angedeutet. In beiden Reihen aber ist das Verhalten der Gletscher seit 1965 sehr ähnlich.

Vergleicht man den Ablauf der Gletscherschwankungen, wie er sich aus der Meßreihe ergibt, mit den Änderungen der klimatischen Verhältnisse, so zeigt sich eine erstaunlich gute Übereinstimmung; so etwa mit den Abweichungen von Sommertemperatur und Sommerniederschlag von alpinen Höhenstationen, wie sie H. Hoinkes (1967, S. 12) zusammengestellt hat. Bis in Einzelheiten gleichartig mit den Gletschervorstoßzahlen verläuft die Kurve der Häufigkeit sommerlicher Schneefalltage vom Säntis (F. Fliri 1964, S. 5). Dabei fällt es auf, daß die Maxima für vorstoßende Gletscherzungen (1900, 1919, 1926) gegenüber den maximalen Werten für gletschergünstige Sommerwitterung (1891, 1914, 1924/25) deutlich um einige Jahre verschoben sind. Die Gletscherzungen haben auf positive Haushaltsjahre um so schneller reagiert, je weniger weit sie in den vorangegangenen Jahren von einem ausgeglichenen Zustand entfernt waren. 1924/25 und 1954/55 war die Witterung der Sommermonate ähnlich gletschergünstig. Im Jahre 1926, als noch viele Gletscher ihrem Gleichgewicht nahe waren, sind 35% vorstoßende Gletscher gemessen worden, 1955 rückten nur 9% der beobachteten Zungen vor, weil die Sommer vor 1955 überaus gletscherfeindlich waren.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Längenmessungen an den Gletschern der österreichischen Alpen, trotz der Mängel des Beobachtungsmaterials, brauchbare Aussagen über das allgemeine Gletscherverhalten ermöglichen und sich der Ablauf der Gletscherschwankungen der letzten 80 Jahre gut hat erfassen lassen.

LITERATUR

- Bortenschlager, S., Patzelt, G., 1969, Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. *Eiszeitalter und Gegenwart*, Bd. 20, S. 116–122.
- Comitato Glaciologico Italiano, Bolletino. Turin, seit 1924 jährliche Gletschermessberichte.
- Diener, C. 1885, Studien an den Gletschern des Schwarzensteingrundes. *Zeitschrift d. DÖAV*, Bd. XVI, S. 66–78.
- Finsterwalder, S. *et al.*, 1891, Aufruf. *Mitteilungen d. DÖAV*, Nr. 8, S. 106/07.
- Fliri, F., 1964, Zur Witterungsklimatologie sommerlicher Schneefälle in den Alpen. *Wetter und Leben*, Jg. 16, S. 1–11.
- Fritsch, M., 1898, Verzeichnis der bis zum Sommer 1896 in den Ostalpen gesetzten Gletschermarken. *Selbstvlg. d. DÖAV*, Wien, 129 Seiten.
- Hoinkes, H., 1967, Gletscherschwankungen und Wetter in den Alpen. *Veröffentl. d. Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt*, Nr. 4, S. 9–24.
- Kasser, P., 1967, Fluctuations of Glaciers, 1959–1965. *International Association of Scientific Hydrology and UNESCO*, Louvain 1967 (Belgien).
- Kasser, P., 1968, Gletscherbeobachtungen in der Schweiz. *Schweizerische Bauzeitung*, 86. Jg., Heft 31, S. 547–550.

- Klebelberg, R. v., 1920, Beobachtungen am Suldenferner Ende Januar 1918. Ztschr. f. Glkde., Bd. 11, 1918/20, S. 145—156.
- Klebelberg, R. v., 1943, Die Alpengletscher in den letzten 30 Jahren (1911—41), Petermanns Mittlg., Bd. 89, S. 23—32.
- Richter, R., 1883, Beobachtungen an den Gletschern der Ostalpen. Ztschr. d. DÖAV, Bd. XIV, S. 38 und Bd. XIX, 1888, S. 35—41.
- Richter, E., 1894, Die wissenschaftliche Erforschung der Ostalpen seit der Gründung des Österreichischen und Deutschen Alpenvereines. Ztschr. d. DÖAV, Bd. XXV, S. 1—94 (Gletscherforschung S. 41—50).
- Seeland, F., 1880, Studien am Pasterzengletscher. Ztschr. d. DÖAV, Bd. XI, S. 206—208.
- Steinhauser, F., 1957, Die säkularen Änderungen der Sonnenscheindauer in den Ostalpen. 51.—53. Jahresbericht des Sonnblickvereines, Wien, Springer-Verlag, S. 3—27.

Manuskript eingegangen am 2. Februar 1970

Anschrift des Verfassers: Dr. Gernot Patzelt, Meteorologisches Institut d. Universität Innsbruck, Schöpfstraße 41, A-6020 Innsbruck