

Vorausberechnung des Rückganges der Ostalpengletscher

Veranschaulicht am Hintereisferner (Öztaler Alpen)

Von

O. Förtsch und H. Vidal, München

Mit 2 Figuren und 2 Bildern (Tafel XVIII)

Eine zahlenmäßige Erfassung des heute herrschenden Rückganges der Alpengletscher kann dadurch erfolgen, daß man den Rückzug des Zungenendes beobachtet und von bestimmten Fixpunkten aus einmißt. Solche Beobachtungen werden seit Jahrzehnten von den verschiedenen Gletscherkommissionen durchgeführt und stellen ein wertvolles Material zur Erforschung des Gletscherrückganges dar. Allerdings geben lineare und flächenmäßige Rückzugswerte kein einwandfreies Bild vom Werden und Vergehen eines Gletschers. Wesentlich besser und ins einzelne gehend wird der Gletscherrückgang durch die von R. Finsterwalder (1953) benutzte Methode der Ablationsmessung erfaßt. Sie ist nach den Ausführungen von Finsterwalder von allen in Betracht kommenden Verfahren, soweit nicht seismische Untersuchungen eine genauere Volumenberechnung möglich machen, die geeignetste. Seit 1894 ist eine größere Anzahl von Gletschern der Ostalpen mehrmals photogrammetrisch vermessen worden. Aus diesen Aufnahmen kann die mittlere jährliche Ablation für jeden untersuchten Gletscher und für verschiedene Höhenlagen bestimmt werden. Zu diesem Zwecke hat Finsterwalder die Gletscher in Höhenzonen unterteilt, die von einer vollen Hundertmeter-Höhenlinie zur nächsten reichen. Für acht Ostalpengletscher, für die im Zeitraum zwischen 1920 und 1950 zwei photogrammetrische Vermessungen vorliegen, hat er den Ablationsbetrag innerhalb jeder Höhenzone berechnet und aus den Werten dann das Mittel gebildet. Bei der Mittelbildung wurde für die einzelnen Zonen deren Fläche als Gewicht berücksichtigt. Die von Finsterwalder ermittelten Zahlenwerte sind in der zweiten Zeile der Tabelle 1 wiedergegeben.

Bei der beschriebenen Mittelbildung werden die großen Gletscher gegenüber den kleineren bevorzugt. Da aber jeder Gletscher auf Grund seiner geographischen Lage (Ortslage, Höhenlage, Neigung, Exposition) ein Individuum für sich mit seiner besonderen Eigenart ist, wurde von den Verfassern versuchsweise eine Mittelung auf der Grundlage der Gleichberechtigung für jeden Gletscher durchgeführt. Dabei wurden auch die Werte mitverwandt, die aus Vermessungen vor dem Jahre

1920 ermittelt worden sind. Es wurden also alle Zahlen der Tabellen 3 und 8 aus der Arbeit von Finsterwalder mit gleichem Gewicht belegt. Diese Mittelwerte sind in der dritten Zeile der Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1

Höhenzone	2050	2150	2250	2350	2450	2550	2650	2750
	Mittlere jährliche Ablation $-dH/da$ (m/Jahr)							
nach Finsterwalder	3,80	2,12	1,68	1,41	1,47	1,25	0,94	0,66
nach Verfasser	3,80	2,13	2,01	1,80	1,40	1,27	0,91	0,67

Höhenzone	2850	2950	3050	3150	3250	3350	3450
	Mittlere jährliche Ablation $-dH/da$ (m/Jahr)						
nach Finsterwalder	0,41	0,37	0,32	0,16	0,14	0,10	0,08
nach Verfasser	0,46	0,43	0,26	0,18	0,13	0,05	0,00

In Tabelle 1 wurde für die Höhenzone jeweils die mittlere Höhe angegeben (also z. B. für den Bereich zwischen 2400 bis 2500 m die Zahl 2450).

In den beiden unteren Zahlenreihen der Tabelle 1 treten größere Differenzen nur in den niedrig und hoch gelegenen Zonen auf, was wohl auf die zu geringen Beobachtungsmöglichkeiten in diesen Bereichen zurückzuführen ist. Es ist belanglos, welche der beiden Reihen man den weiteren Betrachtungen zugrunde legt. Aus der guten Übereinstimmung kann man wohl folgern, daß die großen Gletscher etwa den gleichen Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind wie die kleinen.

Unter der Annahme, daß die derzeitigen klimatischen Verhältnisse auch noch für längere Zeiten, für Jahrhunderte, bestehen bleiben, charakterisieren die Ablationswerte ($-dH/da$) den Ablauf des weiteren Gletscherrückzuges in allgemeinen Zügen. Diese Darstellungsart ist aber nicht sehr anschaulich. Um eine bessere Anschaulichkeit zu erzielen und um den Rückzug eines Gletschers praktisch vorausberechnen zu können, muß die Differentialgleichung $-dH/da = f(H)$, wobei $f(H)$ durch die Werte der Tabelle 1 gegeben ist, integriert werden. Dies kann einmal auf graphischem Wege geschehen. Auf Abb. 1 sind oben die Werte der zweiten Zeile der Tabelle 1 in Abhängigkeit von der topographischen Höhe aufgetragen. Im unteren Teil der Abbildung ist das Ergebnis der Integration obiger Differentialgleichung dargestellt. Die ausgezogene Kurve wurde auf graphischem Wege gewonnen.

Die Integration läßt sich auch auf rechnerischem Wege durchführen, der zur Kontrolle ebenfalls beschritten worden ist. Dazu wurden die Meßwerte durch eine Potenzreihe vierten Grades angenähert (Fig. 1 oben). Die Differenzen zwischen der Reihe und den Meßwerten sind kleiner als 0,1 m, wenn man von dem stark herausfallenden Wert für 3450 m absieht. Um große Zahlen zu vermeiden, wurde als unabhängige

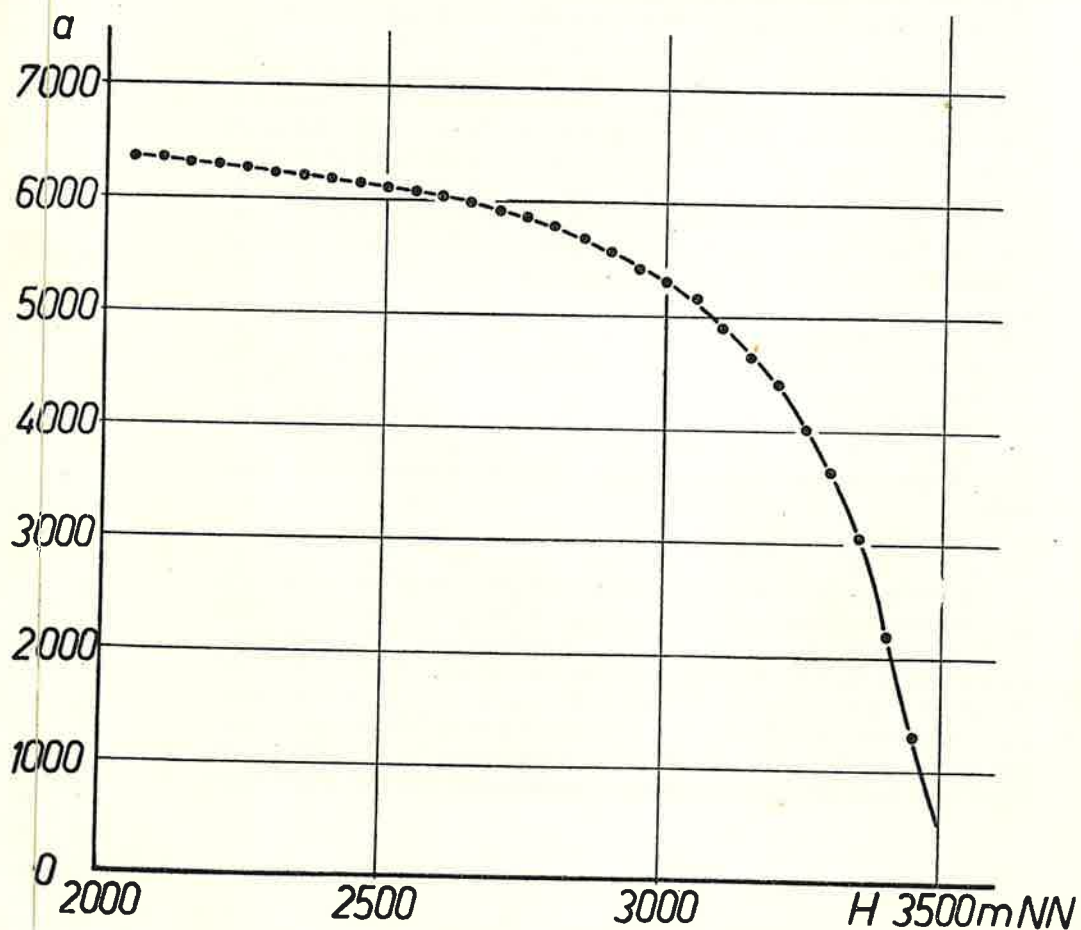
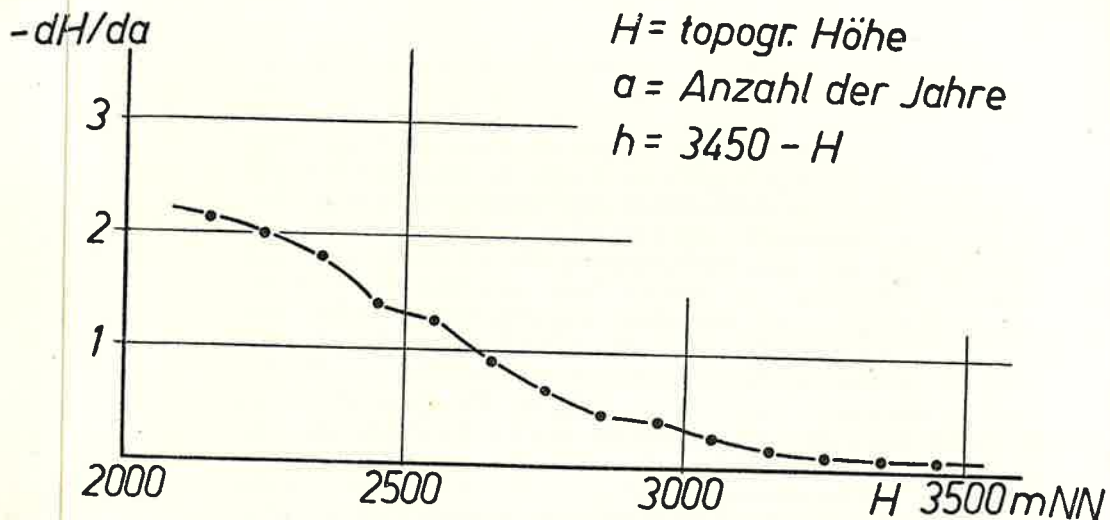
Veränderliche nicht H , sondern $h = 3450 - H$ gewählt, wie das auch Finsterwalder getan hat. Mit der Darstellung der gemessenen Werte durch eine Potenzreihe läßt sich die obige Differentialgleichung integrieren. Eine eingehende Beschreibung des Verfahrens würde hier zu weit führen. Setzt man in das Ergebnis der Integration für h bzw. H bestimmte Werte ein, so bekommt man eine entsprechende Anzahl Jahre heraus. Diese sind in Fig. 1 unten als Punkte in Abhängigkeit von H eingezeichnet. Man sieht, daß beide Integrationsmethoden zum gleichen Ergebnis führen, was beweist, daß kein Fehler gemacht worden ist.

Was läßt sich nun aus dieser Darstellung ablesen? Aus ihr kann man unmittelbar entnehmen, um wieviele Meter eine Gletscheroberfläche in einer bestimmten Anzahl von Jahren abgeschmolzen ist und welchen Verlauf sie dann hat. An einem Beispiel soll der Vorgang näher erläutert werden. Wir betrachten die Stelle eines Gletschers, die heute 3080 m hoch liegt und fragen, wieviel Meter tiefer die Gletscheroberfläche in 1000 Jahren liegen würde. Wir gehen auf Fig. 1 unten auf der Abszisse vom Wert 3080 m senkrecht hoch, bis wir die Kurve treffen. Der dazugehörige Wert auf der Ordinate ist 5000 Jahre. Nun gehen wir von diesem Punkt der Kurve um einen Betrag von 1000 Jahren weiter nach oben und dann auf der Horizontalen durch den Wert 6000 nach links, bis wir wieder auf die Kurve treffen. Dem Schnittpunkt kommt die Höhe 2650 m zu. In 1000 Jahren liegt also die Gletscheroberfläche nur mehr 2650 m über NN. An der betrachteten Stelle schmilzt der Gletscher in 1000 Jahren also um 430 m ab. Auf ähnliche Weise kann man auch bestimmen, wieviele Jahre vergehen müssen, bis eine bestimmte Stelle eines Gletschers um einen gegebenen Betrag abschmilzt. Für die Praxis ist der Maßstab der Fig. 1 nicht geeignet. Die Ablesungen sind zu ungenau. Die Maßstäbe auf den Achsen müssen um ein Vielfaches gedehnt werden. Für die im folgenden beschriebenen Untersuchungen ist dies auch geschehen.

Es sei noch besonders betont, daß in den Überlegungen dieses Abschnittes keinerlei Voraussetzungen und Annahmen stecken. Sie basieren nur auf dem Beobachtungsmaterial von Finsterwalder. Die Vorausberechnungen für die Zukunft gelten jedoch nur so lange, solange das Klima der letzten 60 Jahre ohne wesentliche Änderungen weiterbesteht. Unter dieser Voraussetzung wurden auch die folgenden Betrachtungen ange stellt.

Der Gletscherrückgang des Hintereisferners

Die Verfasser haben im Jahre 1954 auf dem Hintereisferner seismische Eisdickenmessungen vorgenommen und auf Grund deren Ergebnisse Einblick in die Volumenverhältnisse der Gletscherzunge und die Morphologie des Gletscherbettes erhalten (Förtsch, O. und Vidal, H. 1956, Förtsch-Vidal, diese Z., S. 145f.). Als praktisches Resultat konnte ein Modell des Hintereisales und des darin liegenden Hintereisgletschers angefertigt werden. Es erschien nun besonders reizvoll, mittels des vorstehend beschriebenen Verfahrens den Rückzug und das allmähliche



Beschriftung nebeneinander

Abschmelzen dieses glaziologisch, photogrammetrisch und seismisch gut untersuchten Gletschers vorauszuberechnen. Dies wurde von den Verfassern auch durchgeführt und zwar haben sie sich darauf beschränkt, die Größenverhältnisse des Hintereisferners in 100, 200 und 300 Jahren zu veranschaulichen.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst die Sackung der Gletscheroberfläche für diese Zeiträume bestimmt (Abb. 2 unten). Unter der Annahme, daß die Isohypsen der heutigen Gletscheroberfläche auch später noch ungefähr ähnlich verlaufen, wurde je ein Höhenschichtlinienplan des Hintereistales und des Hintereisferners für die Jahre 2054 und 2154 konstruiert. Im Jahre 2254 dürfte die Gletscherzunge sich dorthin zurückgezogen haben, wo heute die 3000 m Höhenschichtlinie auf der Gletscheroberfläche liegt. Von einer Wiedergabe dieser Höhenschichtlinienpläne muß aus Platzmangel hier Abstand genommen werden. Das Wesentliche läßt sich auch aus Fig. 2 oben ersehen, wo die Zungenareale des Hintereisferners für die Jahre 1894, 1954, 2054, 2154 und 2254 ineinander gezeichnet sind.

Es mag vielleicht manchen überraschen, daß sich der Hintereisferner trotz des heutigen Rückzuges seiner Zunge noch so lange hält. Die immer wieder zu lesenden Behauptungen, daß in etwa hundert Jahren unsere Alpen eisfrei wären — den heutigen Gletscherrückgang vorausgesetzt — sind damit ad absurdum geführt. Man muß sich darüber klar sein, daß die Ablation mit zunehmender Höhenlage geringer wird, was sich auch auf den Rückzug des Zungenendes verzögernd auswirkt.

In den letzten 60 Jahren hat sich die Zunge des Hintereisferners um rund 1600 m zurückgezogen, was einem jährlichen Betrag von 27 m entspricht. Man muß dabei allerdings in Betracht ziehen, daß sich zwischenzeitlich der Hintereisferner vom Kesselwandferner getrennt hat und daß dadurch die Ablationsverhältnisse am Zungenende wahrscheinlich doch etwas gestört worden sind. Man kann nämlich auch von der heutigen Gletscheroberfläche rückwärts die „theoretische“ Oberfläche für 1894

Fig. 1 oben: Darstellung der mittleren jährlichen Ablation der Ostalpenglischer ($-dH/da$) in Abhängigkeit von der topographischen Höhe (H). ● = Mittelwerte aus Beobachtungen an 17 Ostalpenglischen (s. Finsterwalder 1953). Die Werte lassen sich genügend genau durch die Potenzreihe

$$-dH/da = -0,18 + 1,27 h - 0,376 h^2 + 0,0689 h^3 - 0,00289 h^4$$

annähern.

Fig. 1 unten: Nomogramm zur Bestimmung des Höhenverlustes einer Gletscheroberfläche in einem vorgegebenen Zeitraum. Ausgezogene Linie: ermittelt durch graphische Integration. Punkte: berechnet durch Integration der Potenzreihe.

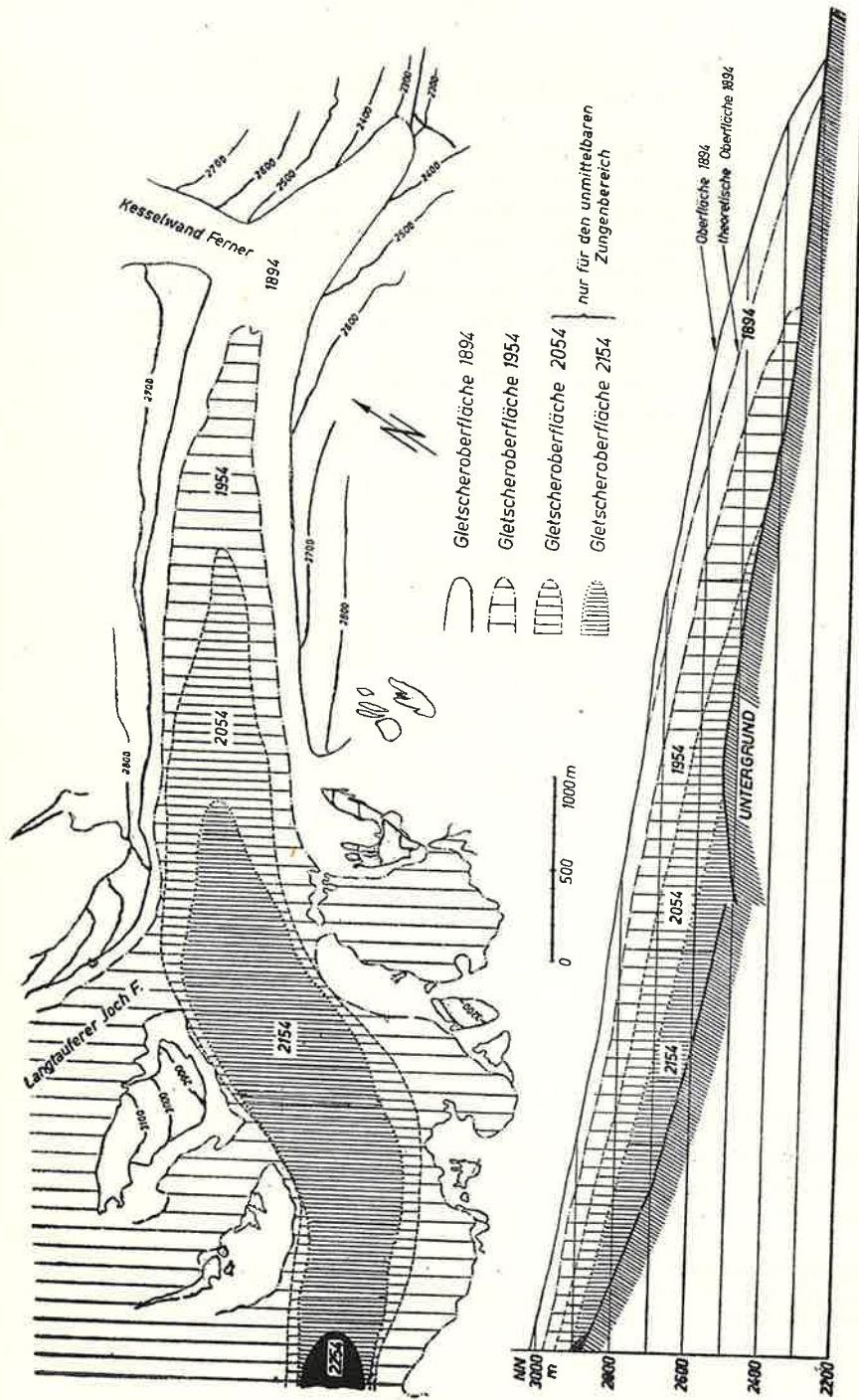


Fig. 2 oben: Darstellung der Flächen der Gletscherzunge des Hintereisferners für die Jahre 1894, 1954, 2054, 2154. Für das Jahr 2254 ist nur die Lage des Zungenendes angegeben.

Fig. 2 unten: Längsschnitt durch die Zunge des Hintereisferners. Die Höhenlage der Zungenoberfläche ist für die Jahre 1894, 1954, 2054 und 2154 mit verschiedener Strichsignatur angegeben, ebenso für das Jahr 2254 die Lage des Zungenendes

berechnen. Sie ist auf Fig. 2 unten strichpunktiert eingetragen. Man sieht, daß im oberen Zungenteil des Hintereisferners die theoretische und tatsächliche Oberfläche gut übereinstimmen, gegen das Zungenende hin wird die Diskrepanz immer größer und zwar liegt die theoretische Kurve unterhalb der wirklichen. Dies besagt, daß entweder 1894 die Zunge unnormal weit vorgerückt war, oder daß sich heute ihr Ende zu stark zurückgezogen hat. Wahrscheinlich ist beides der Fall. Eine Entscheidung kann jedoch nur unter Heranziehung anderer Meßergebnisse und weiterer glaziologischer Überlegungen gewonnen werden.

Nach den theoretischen Berechnungen wird sich die Zunge des Hintereisferners im nächsten Jahrhundert um 1200 m, also um 12 m pro Jahr, zurückziehen. Für den Zeitraum 2054 bis 2154 werden vom Gletscher weiterhin 1400 m, pro Jahr also 14 m, und schließlich von 2154 bis 2254 3000 m in der Horizontalen abschmelzen, das sind pro Jahr 30 m. Dieser große Betrag ist hauptsächlich durch den steileren Anstieg der Sohle des Hintereisales bedingt. Man ersieht daraus, daß der Rückgang einer Gletscherzunge kein eindeutiges Maß für die Größe des Abschmelzvorganges eines Gletschers darstellt, da jener auch von den Untergrundverhältnissen mitbestimmt wird.

Als weitere Kriterien für das Abschmelzen eines Gletschers werden auch sein Flächenverlust und Volumenschwund genannt und gemessen. Das Flächendefizit läßt sich leicht durch Ausplanimetrieren entsprechender Kartenunterlagen — meist photogrammetrischer Aufnahmen — für einen bestimmten Zeitraum ermitteln. Da durch die seismischen Messungen nur der Zungenbereich des Hintereisferners bis zur 3000 m Höhenschichtlinie erfaßt worden ist, wird hier, um das Beobachtungsmaterial auch vergleichen zu können, der Flächenverlust und Volumenschwund der Gletscherzunge nur bis zu dieser Höhe betrachtet. Bei der Flächen- und Volumenbestimmung wurde, soweit das möglich und nötig ist, der auf die Zunge des Kesselwandferners entfallende Anteil nicht erfaßt und mitgezählt. Die Eisoberfläche für 1854 wurde durch Umfahren der Ufermoräne aus dieser Zeit mit dem Planimeter gewonnen. In der Karte 1:10.000 vom Blümcke-Heß für das Jahr 1894 (Blümcke, A. und Heß, H. 1899) ist der Moränenstand für die Mitte des vorigen Jahrhunderts angegeben.

Die Bestimmung des Eisvolumens eines Gletschers und seine Veränderung ist in diesem Umfange wohl durch die seismischen Untersuchungen erstmals möglich geworden. Auf dieselbe Weise wie das Volumen der Zunge des Hintereisferners für das Jahr 1954 ermittelt wurde, ist dies an Hand der Höhenschichtlinienpläne auch für die Jahre 2054 und 2154 geschehen. Es brauchen nur die den Eiskörper umgrenzenden Höhenschichtlinien mit dem Planimeter umfahren und die Summe der Flächen mit der Höhenstufe multipliziert zu werden.

Für das Jahr 1894 wurde das Eisvolumen unter Heranziehung der Karte von Blümcke-Heß für den Teil der Zunge, der vom heutigen Zungenende gletscheraufwärts gelegen ist, ebenfalls aus den Höhenschichtlinien ermittelt. Für den damals gletscherabwärts noch vorhandenen Teil

wurden im Horizontalabstand von 500 m aus den Karten von Blümcke-Heß und Finsterwalder die Eisquerschnitte konstruiert und ihre planimetrierten Flächen mit der Länge des entsprechenden Gletscherabschnittes multipliziert.

Das Volumen der Zunge des Hintereisferners zur Zeit ihres Höchststandes 1854 ließ sich am einfachsten dadurch bestimmen, daß zu dem für 1894 berechneten Eisvolumen der zwischen 1854 und 1894 abgeschmolzene Betrag addiert wurde. Dieser konnte aus der Karte von Heß errechnet werden. Es wurde zu diesem Zwecke die Gletscherzunge durch die auf volle Hundertmeter lautenden Höhenschichtlinien in mehrere Areale unterteilt. Dann wurde die mittlere Fläche dieser Areale (= arithmetisches Mittel der Flächen von 1854 und 1894) mit der mittleren Ablationshöhe dieses Zeitraumes multipliziert. Die Summe ergibt das abgeschmolzene Eisvolumen. Auch hier wurde der auf den Kesselwandferner entfallende Anteil nicht in die Rechnung miteinbezogen.

Tabelle 2

Jahr	Rückzug der Gletscherzunge		Oberfläche d. Zunge		Flächenverlust der Zunge		
	im Zeitraum (in m)	pro Jahr (in m)	Betrag (km ²)	%	im Zeitraum (km ²)	pro Jahr (km ²)	%
1854			6,7	100			
1894	700	18	5,9	88	0,8	0,020	12
1954	1600	27	3,8	57	2,1	0,035	31
2054	1200	12	2,6	39	1,2	0,012	18
2154	1400	14	1,6	24	1,0	0,010	15
2254	3000	30	0,0	0	1,6	0,016	24

Jahr	Volumen der Zunge		Volumenverlust der Zunge			Freigewordene bzw. freiwerdende Wassermenge (m ³)
	Betrag (km ³)	%	im Zeitraum (km ³)	pro Jahr (km ³)	%	
1854	0,89	100				
1894	0,78	88	0,11	0,0028	12	2,5 · 10 ⁶
1954	0,44	52	0,34	0,0057	38	5,1 · 10 ⁶
2054	0,25	27	0,19	0,0019	22	1,7 · 10 ⁶
2154	0,08	9	0,17	0,0017	19	1,5 · 10 ⁶
2254	0,00	0	0,08	0,0008	9	0,7 · 10 ⁶

In der Tabelle 2 sind alle Daten, die den Rückgang des Hintereisferners in der Vergangenheit und in der Zukunft charakterisieren, zusammengestellt. Die Jahre, auf die sich diese Angaben beziehen, wurden schon mehrfach genannt (1854, 1894, 1954, 2054, 2154 und 2254). In den beiden ersten Spalten stehen die Rückzugsbeträge der Gletscherzunge für die einzelnen Perioden und der dabei auf ein Jahr entfallende Anteil. In der zweiten Hauptspalte mit fünf Nebenspalten ist die Größe der Oberfläche der Gletscherzunge und ihr Flächenverlust innerhalb der einzelnen Perioden bzw. pro Jahr dargestellt. Die Prozentangaben beziehen sich dabei auf den größten Gletscherstand im Jahre 1854. Die folgenden Spalten veranschaulichen schließlich noch die Volumenverhältnisse bzw. den Volumenschwund im Zungenbereich und die durch das Abschmelzen freigewordenen bzw. freiwerdenden Wassermengen ohne Berücksichtigung der Verdunstung. Der Umrechnung wurde der Dichtewert für Eis, nämlich 0,9 g/cm³ zugrunde gelegt.

Die Werte der Tabelle 2 wurden aus photogrammetrischen und seismischen Messungen ermittelt. Sie sollen hier nicht weiter diskutiert werden, denn sie gewinnen sicher erst an Bedeutung, wenn sie im Zusammenhang mit glaziologischen, meteorologischen und hydrologischen Messungen gewertet werden.

Zur besseren Veranschaulichung des von uns vorausberechneten Gletscherrückganges am Hintereisferner wurden die Gletscherstände für die Jahre 1954, 2054, 2154 und 2254 im Modell dargestellt (Tafel XVIII, Bilder a, b, c und d). Auf dem Bild d (im Jahre 2254) hat der Gletscher das Hintereistal bis zur 3000 m Höhenlinie geräumt, während auf den Bildern b und c noch größere bzw. kleinere Zungenteile im Trogtal liegen. Der Volumenschwund wird durch die helle Fläche zwischen der Gletscheroberkante 1954 (Bild a) und der jeweiligen Gletscheroberfläche ersichtlich.

Zusammenfassung

Ausgehend von den von R. Finsterwalder aus einer großen Anzahl von Beobachtungen auf Ostalpenglischern ermittelten durchschnittlichen Ablationsbeträgen für verschiedene topographische Höhen wurde auf graphischem und rechnerischem Wege durch Integration aus den obigen Werten der funktionelle Zusammenhang der Höhenänderung mit der Zeit ermittelt, unter der Voraussetzung, daß die seit den letzten 60 Jahren herrschenden klimatischen Bedingungen weiterhin bestehen bleiben.

Diese Überlegungen dienen dazu, um als Beispiel für einen Ostalpenglischer den weiteren Rückzug des Hintereisferners unter Zugrundelegung der photogrammetrischen und seismischen Aufnahmen vorzuberechnen und modellmäßig darzustellen. Danach dürfte sich die Zunge dieses Gletschers in 300 Jahren bis zur Höhe seines heutigen Firnfeldes zurückgezogen haben. Einzelheiten sind aus der Tabelle 2 und den Abbildungen und der Tafel zu ersehen.

Summary

Based on the average amounts of ablation for different topographic altitudes, as computed by R. Finsterwalder from great numbers of glacial observations in the Eastern Alps, the function of the change of altitude with time has been

computed both graphically and mathematically. These computations pre-suppose that future climatic conditions will continue to be as those of the past sixty years.

With these computations, and the results of photogrammetric and seismic data obtained from the Hintereisferner in the Ötztaler Alps it was possible to predict for the future the amount of retreat of the tongue of this glacier, and to construct a model of its shape. It was found that in 300 years the tongue of this glacier will have retreated to the altitude of its present snowfield.

Specific details may be found in table 2 and in the illustrations in the text.

Literatur

- Finsterwalder, R.: Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückganges an Ostalpengletschern. Ztschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. II, H. 2, S. 189—239, 1953.
- Förtsch, O. und Vidal, H.: Die Ergebnisse seismischer Messungen auf dem Hintereisferner in den Ötztaler Alpen 1954. Gerlands Beiträge zur Geophysik, H. 65, 1956, S. 87—118.
- Förtsch, O. und Vidal, H.: Glaziologische und glazialgeologische Ergebnisse seismischer Messungen auf Gletschern der Ötztaler Alpen 1953/54. Ztschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, III/2, S. 145—169, 1956.
- Blümcke, A. und Heß, H.: Untersuchungen am Hintereisferner. Wissensch. Ergänzungshefte zur Z. d. D. u. Ö. Alpenvereins, 1. Bd., 2. H., S. 1—87, München 1899.

Manuskript eingelangt 18. VI. 1955.

Anschrift der Verfasser:

Dr. O. Förtsch, Institut für angewandte Geophysik der Universität München, München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Dr. H. Vidal, Bayerische Landesanstalt für Moorwirtschaft und Landkultur, München 22, Leopoldstraße 5.

Der Rakhiot-Gletscher am Nanga Parbat im Jahre 1954

Von

Wolfgang Pillewizer, München

Mit 1 Kartenskizze, 2 Diagrammtafeln und 1 Bild (Tafel XIX)

Während der Nanga Parbat-Expedition des Jahres 1934 nahm Richard Finsterwalder die erste genaue Karte des Rakhiot-Gletschers, des bedeutendsten Gletschers der Nanga Parbat Nordseite auf; zugleich bestimmte er in vier Profilen die Gletscherbewegung. Am Schlusse seines Berichtes über die Gletscher des Nanga Parbat¹ machte er Angaben über die zweckmäßige Vornahme von Wiederholungsmessungen am Rakhiot-Gletscher, wodurch die Ergebnisse von 1934 über die Blockschollenbewegung dieses Gletschers und über seinen Eishaushalt geprüft, gesichert und erweitert werden sollten.

Die glaziologischen Arbeiten R. Finsterwalder's am Rakhiot-Gletscher erweckten besonderes Interesse, da aus ihnen auf eine Niederschlagshöhe von 6—8 m im Firngebiet geschlossen wurde, was andererseits auch wieder die hohe Geschwindigkeit des Gletschers (bis zu 800 m im Jahr) und seine Blockschollenbewegung erklärte.

Wegen der allgemeinen Wichtigkeit dieser Ergebnisse mußte eine Wiederholung der Rakhiot-Gletscher-Messungen von Bedeutung sein. Sie wurde deshalb in das Programm der Deutsch-Österreichischen Himalaja-Karakorum-Expedition 1954 einbezogen; der Zeitraum von 20 Jahren, der seit der ersten Aufnahme vergangen war, schien lang genug, um eine Neuaufnahme der Gletscherzunge zu rechtfertigen. Die Arbeiten von 1954 am Nanga Parbat wurden durch eine Beihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht, die auch das hierbei verwendete Instrument, eine leichte Feldphototheodolitausrüstung TAF, Format 13×18 cm zur Verfügung stellte.

Die Feldarbeiten von 1954

Nach Abschluß der Expeditionsarbeiten im Karakorumgebirge wurden die Feldaufnahmen am Nanga Parbat vom Verfasser allein zwischen dem 18. und dem 22. August 1954 durchgeführt. Mit Hilfe der Meßbilder von 1934, die R. Finsterwalder aufgenommen hatte,

¹ R. Finsterwalder, Die Gletscher des Nanga Parbat, Ztschr. f. Gletscherkunde, XXV, 1937.