

Akkumulation, Ablation und Gletscherbewegung und die sich
daraus ergebende Haushaltsberechnung am Hintereisferner
in den Jahren 1952 - 53 , 1953 - 54.

(77 Seiten, 56 Tabellen, 34 Karten, 110 Diagramme und
14 Lichtbilder)

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde

an der Philosophischen Fakultät

der Leopold - Franzens - Universität

zu Innsbruck

eingereicht von

Otto Schimpp

Juni 1957

E I N L E I T U N G :

Eine der auffallendsten Erscheinungen in unseren Hochgebirgen ist der, sogar für den Laien deutlich erkennbare Gletscherrückgang. Der seit hundert Jahren andauernde, nur 1890 und 1920 durch kleine Vorstöße unterbrochene Rückzug der Gletscher hat die Frage nach der Art und der Ursache dieses Verhaltens aufgeworfen.

Das Wachsen und Zurückgehen eines Gletschers ist von seinem Ernährungszustand abhängig. Das heißt, Änderungen der Menge der jährlichen Akkumulation und Ablation, im Durchschnitt einiger Jahre, verursachen die Änderungen im Gesamtbild des Gletschers. Nach unserer heutigen Kenntnis bestimmen vier Faktoren die Größe des Auftrags und der Abschmelzung: der Niederschlag und seine jahreszeitliche Verteilung, die Temperatur und die Strahlung. Nehmen wir an, der nun hundertjährige Gletscherrückgang würde nur durch eine Temperaturveränderung verursacht, so würde 1°C Temperaturanstieg und die sich daraus ergebende Hebung der Firnlinie um 200 m genügen, um diese Änderung zu bewirken. Da man nur von wenigen Orten seit hundert Jahren genügend genaue meteorologische Daten besitzt und man für einen solchen Zweck das fünfzigjährige Mittel der Temperatur verwendet, so wäre diese Änderung im Temperaturmittel überhaupt nicht feststellbar. Der Auftrag und der Abtrag am Gletscher ist aber von allen vier Faktoren gleichzeitig beeinflusst. Es sind also noch weit geringere Unterschiede,

die zu messen und zu untersuchen wären. Erschwerend tritt noch hinzu, daß diese großräumigen Änderungen durch die lokalen Gegebenheiten an verschiedenen Gletschern auch verschieden wirksam sind.

Die aus dem Gesagten hervorgehende Tatsache, daß der Gletscher weit empfindlicher auf klimatische Einflüsse anspricht als das Mittel unserer meteorologischen Beobachtungen, hat den Gletscher als Klimaanzeiger noch mehr zum Zielpunkt verschiedener Untersuchungen gemacht. Ein weiterer Grund für die Aufmerksamkeit, die die Wissenschaft dem Gletscher entgegenbringt, ist seine Bedeutung als Wasserspeicher sowohl im Wasserkreislauf der ganzen Erde wie regional für die Wasserwirtschaft.

Seit vielen Jahren wird, besonders in den Alpen, aber auch in der übrigen Welt, gletscherkundliches Material gesammelt, das in seiner Gesamtheit einmal eine genaue Klärung der Gletscherschwankungen und ihrer Ursachen ermöglichen soll. Besonders ausgedehnte Untersuchungen liegen aus den Westalpen vom Rhonegletscher vor. In den Ostalpen werden vor allem der Hintereisferner und die Pasterze schon durch eine lange Folge von Jahren untersucht.

Der beste Weg, um auch in einer kurzen Zeitspanne das Verhalten des Gletschers zu erkennen, ist die Bestimmung seines Haushaltes. Besonders H.W:son Ahlmann hat verschiedentlich angeregt und verlangt, Gletscheruntersuchungen mit dem Zweck einer Haushaltsbestimmung durchzuführen. Er selbst hat bei seinen Arbeiten am " 14.Juli Gletscher " in

Spitzbergen und am Vatnajökull in Island in den dreißiger Jahren (lit. 1-5) immer eine Haushaltsuntersuchung durchgeführt. Er bestimmt dabei die Menge des Akkumulationsüberschusses und die Ablation innerhalb eines Jahres. Da jedoch die Gletscher in ihrer heutigen und auch damaligen Größe nicht ihrem Ernährungszustand entsprechen und die großen Eismassen der Zunge, die einem früheren Gletscherhochstand zugehören, das Zehrgebiet vergrößern, wird diese Art der Haushaltsbestimmung auch dann noch ein Defizit zeigen, wenn sich im Firngebiet bereits eine Zunahme abzeichnet. Dies berücksichtigt jedoch die Methode, die R. Finsterwalder angibt (lit. 25) . Zur Bestimmung der Akkumulation wird hier auch der Eisdurchfluß durch ein Profil in der Nähe der Firnlinie berechnet. Das Verhältnis des Auftrags im Firngebiet zur Durchflußmenge gibt den absoluten Zustand des Gletscherhaushaltes im betreffenden Jahr.

Die vorliegende Arbeit ist unter Beobachtung neuer Gesichtspunkte durchgeführt worden. Die Messungen wurden über den ganzen Gletscher bis in das oberste Firngebiet durchgeführt und durch zwei volle Jahre, auch während des Winters, in Abständen von 1 - 2 Monaten wiederholt. Bei den Geschwindigkeitsmessungen wurde die vertikale Bewegungskomponente besonders berücksichtigt. Es sind bereits früher und auch an anderen Gletschern ähnliche Untersuchungen vorgenommen worden, jedoch nie in diesem Umfang. Aus der Bestimmung der jahreszeitlichen Bewegungsschwankungen ergaben sich neue und interessante Gesichtspunkte. Einige versuchs-

weise durchgeführte Messreihen untersuchten die tageszeitliche Geschwindigkeitsänderung und die Fließgeschwindigkeit des Eises in der Tiefe.

Vor allem bei der Bestimmung des Gletscherhaushaltes konnte durch die Anwendung einer neuen Methode, die die vertikale Komponente der Gletscherbewegung mit zur Grundlage der Haushaltsberechnung macht, gute Werte erzielt werden. Diese Methode geht von folgender Überlegung aus: Bei einem stationären Gletscher muß, damit die Oberfläche erhalten bleibt, sich Auftrag und Abtrag und die vertikale Bewegung ergänzen. Im Firngebiet muß also das durch die vertikale Bewegungskomponente bedingte Einsinken dem Betrag der jährlichen Akkumulation entsprechen, um die Oberfläche in gleicher Höhe, das heißt stationär, zu erhalten. Dem entsprechend muß die Bewegung an der Zunge den Betrag der Ablation ersetzen, also relativ zur Oberfläche aufsteigen.

Diese Methode setzt allerdings eine Reihe von genauen Messungen der beiden Komponenten der Fließgeschwindigkeit und des Auftrags und Abtrags voraus. Sie bringt aber die tatsächlichen Gegebenheiten der Gletscherernährung in verlässlichen Zahlen, unabhängig von den heute fast überall zu großen Ausmaßen der Gletscherzungen, die die Folge eines früheren Hochstandes sind.

Daß die Berücksichtigung dieser Umstände berechtigt ist, beweist am anschaulichsten eine Beobachtung im Sommer

1956. Nach den Erfahrungen in außeralpinen Gebieten und in den Westalpen, wo einige Gletscher vorzustößen begannen, erwartete man auch in den Ostalpen einen Gletschervorstoß, umso mehr als seit 1953-54 jedes Jahr ansehnliche Firnrücklagen geblieben sind. Trotz Aufhöhungen im Firngebiet, zeigten jedoch alle beobachteten Gletscher in den Tiroler Alpen einen fast unverändert starken Rückgang. Nur zwei Gletscher machen eine Ausnahme. Das Waxeggkees im Zillertal und der Kesselwandferner im Ötztal hatten infolge besonderer Geländebeziehungen ihre lange Zunge verloren und einen schätzungsweise stationären Stand erreicht. Die Beobachtungen des Verfassers im August und September 1956 zeigen, daß sich der Firnzuwachs an diesen beiden Gletschern auch an der Zunge deutlich bemerkbar macht. Zu einer Jahreszeit, wo bei einem stationären Gletscher die Abschmelzung an der Zunge größer als der Eisnachschub sein muß, schob sich an diesen beiden Gletschern die Zunge vor und brach über kleine Felswände ab. Beide Gletscher stoßen vor.

ARBEITSGEBIET UND ORGANISATION
DER MESSUNGEN.

Auf einen Rat von Prof. Finsterwalder wurde der Hintereisferner zum Arbeitsgebiet gewählt. Drei Umstände machen ihn für gletscherkundliche Arbeiten besonders geeignet.

Von keinem anderen Ostalpengletscher besitzen wir so reichhaltiges Material wie vom Hintereisferner. Die nun 64-jährige, von A. Blümcke und H. Hess begonnene und von H. Schatz und Prof. Vietoris fortgeführte Messreihe bildet eine ideale Arbeitsgrundlage. Ein zweiter Grund für die Eignung des Hintereisfernens ist seine Gestalt. Durch seine gleichmäßige Anlage kann er geradezu als Modell eines Gletschers gelten. Seine dynamischen Verhältnisse sind einfach. Eine weitere Erleichterung der Arbeit sind die geringen bergsteigerischen Anforderungen, die die Begehung dieses Gletschers stellt. Der Weg zum Hochjochhospiz erwies sich jedoch in den Wintermonaten als sehr gefährlich. Ein zweiter Nachteil war der Zeitverlust durch die täglichen weiten Anmärsche auf dem 11 km langen Hintereisferner.

Das Arbeitsgebiet ist durch die vielen Veröffentlichungen und die Karten allgemein bekannt geworden. Es bedarf daher keiner näheren Beschreibung.

Im zweiten Arbeitsjahr, als die Untersuchung in einer Arbeitsgemeinschaft weitergeführt wurde, erhielt sie

eine großzügige finanzielle Unterstützung durch die bayrischen Innkraftwerke, den D.A.V., Prof.R.Finsterwalder und Dr.O. Förtsch. Der Treuhandverwalter der Deutschen Alpenvereinshütten, Hofrat M. Busch gewährte in beiden Jahren für den Aufenthalt am Hochjochospiz großzügige Vergünstigungen. Diesen allen möchte ich meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Ein für jede Arbeitsperiode schwieriges Problem war die Suche nach einem geeigneten Begleiter. Revierinspektor F. Kleissl (Postenkommandant von Sölden) und allen Kollegen und Freunden, die sich dazu zur Verfügung gestellt haben, danke ich für ihre Hilfe und Kameradschaft.

Durch Vermittlung von Prof.R. Finsterwalder konnten die Messungen mit einem Wild T 2 , Eigentum des D.A.V., durchgeführt werden. Auch für die photogrammetrische Aufnahme stellte Prof.R. Finsterwalder sowohl Geräte, als auch seine Assistenten zur Verfügung.

An Arbeitsmaterial waren Pegelstangen notwendig, die gleichzeitig auch als Messmarken für Fließgeschwindigkeitsmessungen dienten. Dazu wurden 1 m lange, 3 cm dicke, vierkantige Holzstäbe verwendet ($\frac{1}{2}$ m rot, $\frac{1}{2}$ m weiß gestrichen), die an den Enden angebohrt waren und mit einem 8 mm-Eisenstift zusammengesteckt wurden. Um ein Spalten der Stangen zu vermeiden, wurden beide Enden mit Draht abgebunden. Diese Pegel haben sich leider nicht voll bewährt, denn durch den starken Winddruck wurden gelegentlich die Verbindungsstifte verbogen. Außerdem waren sie etwas zu dünn. Sie konnten, da Entfernun-

gen bis zu 900 m notwendig waren, im Gegenlicht sogar mit dem Theodolit nur mit Anstrengung gesehen werden.

Das Aufstellen der Stangen im Herbst 1952 und das Nachbohren im folgenden Sommer war sehr schwierig. Es war nur der Meißelbohrer des geographischen Institutes zur Verfügung, der nur mit fließendem Wasser arbeitet und sehr langsam in das Eis eindringt. Erst ein Bohrer der dem der Geophysiker der Universität München nachgebaut war, erzielte eine befriedigende Leistung. Der Bohrer besteht aus einem einfachen Rohr, in das zwei Zähne geschnitten wurden. Für eine Bohrung von 1.50 m Tiefe benötigt man damit 10 - 15 Minuten.

Es wurden 54 Pegel aufgestellt, das sind 360 Teilstücke mit einem Gesamtgewicht von 180 kg. Im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Hintereisferner wurden im Herbst 1953 weitere 300 Stangen auf den Gletscher transportiert und an 40 Punkten aufgestellt. Sie dienten nur als Schnee- und Abschmelzpegel und wurden nicht in diese Arbeit einbezogen.

Die Einmessung der Stangen erfolgte von 7 Fixpunkten aus (A,B,C,E,F,G,H - D war geplant, aber als nicht notwendig aufgelassen). Außer Punkt E wurden alle Standpunkte auf sonnseitigen, windbestrichenen, freien Rücken angelegt, damit auch im Hochwinter die Punkte annähernd schneefrei und auffindbar sind. Als Nachteil dieser Aufstellung erwies sich das blendende Gegenlicht beim Arbeiten am Theodolit. Durch das schlechte Wetter im Herbst 1952 konnten die ersten Messungen erst Ende Jänner 1953 durchgeführt werden.

DIE GESCHICHTE DER GLETSCHER -
FORSCHUNG AM HINTEREISFERNER .

Der Name des Hintereisfeners ist bereits mit den Anfängen der intensiven glaziologischen Forschung in den Ostalpen verbunden. Schon vor mehr als hundert Jahren haben die Brüder Schlagintweit an der Zunge gemessen. Im Jahre 1893 begann die Messreihe von A. Blümcke und H.Hess, die bis zum heutigen Tage so gut wie lückenlos fortgeführt wurde und dadurch besonders wertvoll ist. Der Hintereisferner hat sich als fruchtbares Arbeitsgebiet für Glaziologen erwiesen.

Bei ihren Untersuchungen im Ötztal führten die Brüder Schlagintweit im September 1847 Messungen der Fließgeschwindigkeit an der Zunge des Hintereisfeners durch (lit.61) . Die erste Messung 2219 m oberhalb des Gletscherendes an der Einmündung des Kesselwandfeners ergab eine Geschwindigkeit von 12.1 cm pro Tag. In der Nähe der Rofenhütte, 638 m vom Gletscherende, wurde eine Tagesgeschwindigkeit von 7.5 cm bestimmt. Aus diesen Messungen ergibt sich leider keine Vergleichsmöglichkeit, weil sie in einem Gebiet durchgeführt wurden, das heute eisfrei ist.

A.Blümcke und H.Hess begannen im Juli und August 1893 mit ihren Hintereisferner- Studien, die für die gesamte Gletscherkunde von grundlegender Bedeutung wurden. Im ersten Sommer wurde ein trigonometrisches Netz eingemessen und unter der Kesselwandmündung die erste Steinlinie

angelegt. Das Ergebnis der Arbeit des folgenden Jahres war vor allem eine Karte des Hintereisferners 1:10000. Sie wurde mit Hilfe von Tachymetrie und Messtischphotogrammetrie aufgenommen und ist mit eine der ersten genauen und umfassenden Gletscherkarten. Die Karte ist wertvollstes glaziologisches Urkundenmaterial, sie wurde im wissenschaftlichen Ergänzungsheft 2 der Zeitschrift des D.u.Ö.A.V. 1899 veröffentlicht (lit. 13) . In diesem Jahr wurden auch eine Reihe von Steinlinien ausgelegt und Firnsignale aufgestellt. Wohl die größte Pioniertat dieser Untersuchungen sind die im selben Jahr begonnenen Tiefbohrungen. Mit verhältnismäßig primitiven Mitteln wurden bis zum Jahre 1910 eine große Zahl von Bohrungen bis zur Maximaltiefe von 223 m durchgeführt. Viele mussten infolge Durchreißen von Spalten oder Abfließen des Spülwassers vor Erreichen des Untergrundes abgebrochen werden. Jedoch gelang es an 12 Stellen den ganzen Eiskörper zu durchbohren und damit erstmals die Möglichkeit schaffen, in den theoretischen Formeln der Gletscherdynamik eine Unbekannte durch einen gemessenen Wert zu ersetzen(lit. 37) .

In den Jahren von 1900 bis 1904 haben S. Finsterwalder und A. Blümcke am Hintereisferner eine Messreihe durchgeführt, die eine genaue Bestimmung der Fließgeschwindigkeit zum Ziele hatte (lit. 9) . An 18 Pegeln, die gleichzeitig Ablationsmessungen dienten, wurde die Bewegung sowohl in ihrem horizontalen, als auch vertikalen Anteil gemessen. Mitte Juli und Mitte September jeden

Jahres wurde die Lage der Pegel durch rückwärtsschnitte bestimmt. Das ermöglichte die Geschwindigkeit der zwei Sommermonate mit der Jahresgeschwindigkeit zu vergleichen. Auch diese Arbeit ist für die Erforschung der Gletscherdynamik von grundlegender Bedeutung. Es war die erste Untersuchung dieser Art, die in solchem Umfang mit dieser Genauigkeit durchgeführt wurde, und es war die erste Arbeit, die die vertikale Komponente der Bewegung bestimmte und ihre Bedeutung für die Gletschermechanik berücksichtigte.

Trotz des Todes von A. Blümcke im Jahre 1914 liefen die Untersuchungen am Hintereisferner weiter. Die Fortführung ist besonders verdienstvoll, da die ganze Arbeit von H. Hess allein geleistet werden musste. In den Jahren 1917, 1918 und 1919 entstanden Schichtlinienpläne der Zunge. Mit der großen Karte von 1920 und früheren Aufnahmen erfassen sie eindeutig die Veränderungen, die die Zunge im Verlaufe des kleinen Gletschervorstoßes von 1920 erfahren hat.

Eine der ersten stereophotogrammetrischen Kartenaufnahmen überhaupt war die des Hintereisfernens vom Jahre 1920. H. Hess hat auch hier mit Hilfe seines Sohnes G. Hess eine Arbeit geleistet, die volle Bewunderung verdient. Von 3 Standlinien aus wurde das gesamte Gebiet des Hintereisfernens mit 6 Plattenpaaren aufgenommen, nur für das Zungenende war eine tachymetrische Ergänzung notwendig. Auch diese Karte ist ein wertvolles Dokument, weil sie den Hochstand von 1920 darstellt (lit. 37) .

Außer diesen besonderen Arbeiten wurden jedes Jahr die Steinlinien nachgemessen, mehrere Quer- und Längsprofile mit Tachymeterzügen bestimmt und die Firnsignale eingemessen. Mit Ausnahme des Jahres 1923 hat H. Hess Jahr für Jahr bis 1931 alle diese Arbeiten durchgeführt.

Da die Durchbohrung des Gletschers an mehreren Stellen eine hervorragende Kontrollmöglichkeit ergab, wurden von H. Mothes in den Jahren 1926 und 1928 an der Zunge seismische Messungen vorgenommen, die zur Entwicklung dieser Messmethode weitgehend beigetragen haben.

Vom Jahre 1932 an übernahmen Prof. Schatz und Prof. Vietoris die Nachmessungen und führten sie bis zur Gegenwart ohne Unterbrechung weiter. Zusätzlich zum laufenden Arbeitsprogramm wurde fast jährlich die Zunge photogrammetrisch aufgenommen. Die Aufstellung von mehreren Totalisatoren in der nächsten Umgebung des Hintereisfeners im Jahre 1934 ist als besonders verdienstvoll anzusprechen, da die Frage nach der Menge, der Verteilung und der Beschaffenheit des Niederschlages im Hochgebirge auch heute noch weitgehend einer Klärung bedarf. Die Fortführung der Untersuchungen über die Kriegs- und ersten Nachkriegsjahre war besonders schwierig, da wegen des Kriegsdienstes von Prof. Schatz die Messungen von Prof. Vietoris allein vorgenommen werden mussten.

Im Rückblick auf diese Messreihe kann die geleistete Arbeit kaum genügend bewundert werden. Sogar heute, mit weit entwickelteren Hilfsmitteln, würde es den äußersten

Einsatz erfordern, dieses gewaltige Forschungsprogramm durchzuführen. Das Besondere dieser Untersuchungen liegt aber darin, daß, obwohl der Beginn der Arbeiten mit den Anfängen einer intensiven glaziologischen Forschung zusammenfällt, das Programm auf jene Fragen abgestimmt wurde, die heute noch im Brennpunkt des glaziologischen Interesses stehen.

Auch für biologische Untersuchungen war der Hintereisferner mit seinem Vorfeld ein dankbares Arbeitsgebiet. Im Jahre 1937 hat H. Friedel hier ausgedehnte pflanzenkundliche Untersuchungen ausgeführt (lit. 28). Das Kleintierleben hier und auch in anderen Gletschervorfeldern wurde von H. Janetscheck 1936 - 1940 erforscht(lit.44) .

Außer den laufenden Nachmessungen wurden in den letzten Jahren am Hintereisferner eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die hoffen lassen, daß auch in Zukunft der Hintereisferner das Arbeitsgebiet für verschiedene Forschungen ist. Nachdem 1952 - 1953 R. Rudolph und der Verfasser unabhängig voneinander hier ihre Doktorarbeit begonnen hatten war es naheliegend, die Arbeiten zu koordinieren und verschiedene Wissenschaftler einzuladen, im Rahmen dieser Arbeitsgemeinschaft am Hintereisferner ihre Studien zu betreiben. Dadurch kam für den Sommer 1954 ein reichhaltiges Arbeitsprogramm zustande. H. Hoinkes, N. Untersteiner und W. Ambach unternahmen Messungen der Strahlung und des Wärmeumsatzes. Weiters führte Frau Dr. Dirmhirn im unteren Zungenbereich Albedomessungen durch. O. Förtsch vom Institut

für angewandte Geophysik der Universität München und H. Vidal von der bayrischen Landesanstalt für Moorwirtschaft und Landkultur bestimmten für den ganzen Zungenbereich und einen Teil des Firngebietes mit Hilfe seismischer Messungen die Eisdicke (lit.27) .

Auch für seine Untersuchungen im geophysikalischen Jahr wählte H. Hoinkes den Hintereisferner zum Arbeitsgebiet. Deshalb übernahm er bereits im Herbst 1954 einen Teil der Pegelstangen der Arbeitsgemeinschaft R. Rudolph und O. Schimpp, um bereits eine Beobachtungsreihe als Basis für seine Messungen zu haben.

Da für die nächsten Jahre verschiedene Arbeiten am Hintereisferner geplant sind, darf man erwarten, daß hier auch weiterhin ein Schwerpunkt der ostalpinen Gletscherforschung sein wird.

DER SCHICHTPLAN DES HINTEREIS-
FERNERS 1 : 10000 .

Für jede Feldarbeit ist eine genaue Karte die unerläßliche Grundlage, umsomehr in diesem Fall, wo die genaue Kenntnis der topographischen Gegebenheiten ausschlaggebend für die Deutung der auftretenden Erscheinungen sein muß. Auch zur Berechnung des Haushaltes war es notwendig, auf der Karte verschiedene Bereiche der Fläche nach genau ausmessen zu können.

Das gesamte kartographische Material verdanke ich der großzügigen Unterstützung von Prof. R. Finsterwalder, Er stellte sowohl Aufnahmegerät als auch seine Assistenten zur Verfügung, auch die Berechnung und Auswertung wurde an seinem Institut durchgeführt.

Erst durch genaue Nachmessungen im Jahre 1956 konnten kleine Unstimmigkeiten im trigonometrischen Netz beseitigt werden. Die neuerliche Berechnung und Ausgleichung durch Ing. H. Baumert (am Institut für Photogrammetrie der technischen Hochschule, München) brachte kleine Korrekturen der Koordinaten. Das Hintereisnetz ist an das Gepatschnetz angehängt, fast alle Punkte sind im Rahmen des Gletscherkurses 1953 am Gepatschhaus neu angelegt worden. Man wählte dazu das Koordinatensystem der Alpenvereinsvermessung. Es ergeben sich jedoch gegenüber diesen Koordinaten Unterschiede, die einerseits darauf zurückzuführen sind, daß das in sich stimmende Netz des Hintereis-

Weißkugel	30 007 63	184 374 28	3741.1	Kreuz
H. Hintereissp	32 896 73	187 161 65	3488.1	Sign.
M. Hintereissp	33 972 36	187 812 62		Steimm.
Muthspitze	35 301 80	188 143 20	3257.9	Stm.
M. Guslarsp.	37 498 06	188 775 83	3126.9	Stm.
"	37 487 56	188 784 88	3131.2	Sign.
Im Hint.Eis	34 302 30	183 916 25	3273.9	Sign.
Knöttlen	36 445 17	185 941 98	3007.7	Sign.
Hannes	32 649 18	185 378 21	3193.0	Stm.
Schimpp A	36 834 00	187 464 21	2456.2	Stm.
N. 2 A	37 246 10	187 801 29	2648.2	Stm.
12 A	37 454 42	188 341 39	2929.2	Stm.
12 B	37 133 07	188 450 24	2946.9	Stm.
3 A	33 790 68	187 482 84	3395.0	IH.
11 A	30 726 41	184 551 28	3372.8	IH.
13 A	34 293 34	183 907 45	3272.0	IH.
Knöttlen A	36 236 79	185 803 23	2992.9	IH.

Die photogrammetrischen Aufnahmen sollten bereits im September 1952 von Dipl. Ing. Deixler und O. Schimpp durchgeführt werden. Infolge des schlechten Wetters gelang leider nur die Aufnahme einer Zungenstandlinie, die der Standlinie 12 des folgenden Jahres entspricht, aber eine kürzere Basis hat.

Im September 1953 konnten von Peter Finsterwalder, Rüdiger Finsterwalder und O. Schimpp alle erforderlichen Aufnahmen gemacht werden. Es wurden dabei folgende Stand-

linien angelegt: Standlinie 3, mit Aufnahmerichtung zum Hinteren Eis und Teufelseggjoch, erstreckt sich zwischen dem Süd- und Westsporn der Mittleren Hintereisspitze. Standlinie 11 wurde am Weißkugeljoch unmittelbar auf dem Grat angelegt. Die Standlinie 12, die verlängerte Standlinie des Vorjahres, liegt auf einer Verebnung unter der Mittleren Guslarspitze. Sie erfasst die ganze Zunge des Hintereisferners. Mit Hilfe der Standlinie 13 im Hinteren Eis konnte das ganze Firngebiet unter der Weißkugel und Langtaufererspitze aufgenommen werden.

Im August 1954 wurde von Dipl.Ing.Meier und P.Finsterwalder in den Hängen östlich der Zunge des Kesselwandferners eine kleine Standlinie N 2 für die untere Zunge des Hintereisferners angelegt.

Die Aufnahme einer Standlinie auf dem Knöttlen, nahe dem Signal, durch O.Schimpp im November 1954 ermöglichte die Erfassung der kleinen Gletscher unter den drei Hintereisspitzen.

Im September 1956 wurden unter der Leitung von Prof. R. Finsterwalder die Standlinien N 2, 12, 13, und Knöttlen neuerlich aufgenommen. An dieser Unternehmung waren Ing. H. Baumert, F. Wimbauer und O. Schimpp beteiligt. Zur Veranschaulichung sind der Arbeit Abzüge aller Messaufnahmen beigelegt.

Die Auswertung der Aufnahmen von 1953 erfolgte im Maßstab 1: 10000 durch P. Finsterwalder. Die Aufnahmen der Zunge von 1952 und 1954 wurden von Dipl.Ing. Meier

ausgewertet. Der der Arbeit beigelegte Schichtlinienplan des Hintereisferners 1: 10000 ist das Ergebnis dieser Auswertungen. Für die Zunge wurden in verschiedener Signatur die Schichtlinien der drei Jahre 1952, 1953, 1954 eingetragen. Die Schichtlinien der oberen Zunge und des Firngebietes entsprechen dem Stand des Jahres 1953.

Die Karte von A. Blümcke und H. Hess aus dem Jahre 1894, die Karte von 1920 von H. und G. Hess, die Alpenvereinskarte von 1940 und der Schichtplan von 1953 geben uns die Möglichkeit den Gletscherrückgang zahlenmäßig genau zu erfassen. Diese Arbeit hat Prof. R. Finsterwalder im Rahmen seiner Untersuchung von Ostalpengletschern bereits durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Abhandlung " Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückganges an Ostalpengletschern " veröffentlicht (lit. 26) .

ausgewertet. Der der Arbeit beigelegte Schichtlinienplan des Hintereisferners 1: 10000 ist das Ergebnis dieser Auswertungen. Für die Zunge wurden in verschiedener Signatur die Schichtlinien der drei Jahre 1952, 1953, 1954 eingetragen. Die Schichtlinien der oberen Zunge und des Firngebietes entsprechen dem Stand des Jahres 1953.

Die Karte von A. Blümcke und H. Hess aus dem Jahre 1894, die Karte von 1920 von H. und G. Hess, die Alpenvereinskarte von 1940 und der Schichtplan von 1953 geben uns die Möglichkeit den Gletscherrückgang zahlenmäßig genau zu erfassen. Diese Arbeit hat Prof. R. Finsterwalder im Rahmen seiner Untersuchung von Ostalpengletschern bereits durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Abhandlung " Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückganges an Ostalpengletschern " veröffentlicht (lit. 26) .

DIE HORIZONTALLE KOMPONENTE DER GLETSCHERBEWEGUNG.

Als einer der bestimmenden Faktoren für die Gletschermechanik und den Ablauf des Gletscherhaushaltes und durch ihre wechselseitige Beziehung zu den Gletscherschwankungen ist die Bewegung des Eises schon seit vielen Jahren das Ziel verschiedener Forschungen.

Im Laufe dieser Untersuchungen wurden eine Reihe von Meßmethoden zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit des Gletschers entwickelt. Im Folgenden sind sie kurz in ihrer Arbeitsweise und in ihren Vor- und Nachteilen charakterisiert.

Die am häufigsten angewandte und auch einfachste Methode ist das Auslegen von Steinlinien. Man erhält auf einfache Weise eine große Zahl von Werten. Leider entsprechen diese Werte höchstens der Größenordnung nach den tatsächlichen Gegebenheiten, denn die Lage der Steine wird beim Absinken der Oberfläche durch die Ablation sicher verändert. Nehmen wir als Beispiel die Zunge des Hintereisferners. Würde man hier nahe dem Zungenende einen Stein anbringen, so würde er eine Bewegung von ca 3 m mitmachen, durch die Ablation aber 6 - 7 m absinken. Es wäre ein Zufall, wenn der auf der schrägen Oberfläche auch schräg liegende Stein sich dabei nicht nach irgendeiner Seite verlagern würde.

Die von R. Finsterwalder entwickelte und auch in großem Stil angewandte photogrammetrische Geschwindigkeits-

messung (lit.24) erlaubt eine zeitsparende Bestimmung der Bewegung über ein ganzes Querprofil. Eine Standlinie mit kleiner Basis wird senkrecht zur Fließrichtung des Gletschers aufgenommen. Sie dient zur Bestimmung der Entfernung eindeutig erkennbarer Punkte. Eine Wiederholung der Aufnahme im Standpunkt A der Basis ergibt die seitliche Verschiebung der bestimmten Punkte. Die Abmessung der Aufnahmen wird am Stereokomparator ausgeführt. Um ein Wiedererkennen der Punkte zu ermöglichen, muß also die Wiederholungsaufnahme folgen, bevor das Bild der Oberfläche durch die Ablation zu stark verändert wurde. Diese kurzfristige Arbeitsweise hat sich besonders bei Expeditionen außerordentlich bewährt. Für eine länger dauernde Untersuchung würde diese Methode aber eine laufende Beobachtung verlangen oder man müßte sich auf Stichproben beschränken. Zudem würde die Schneebedeckung ein Arbeiten mit dieser Methode verhindern.

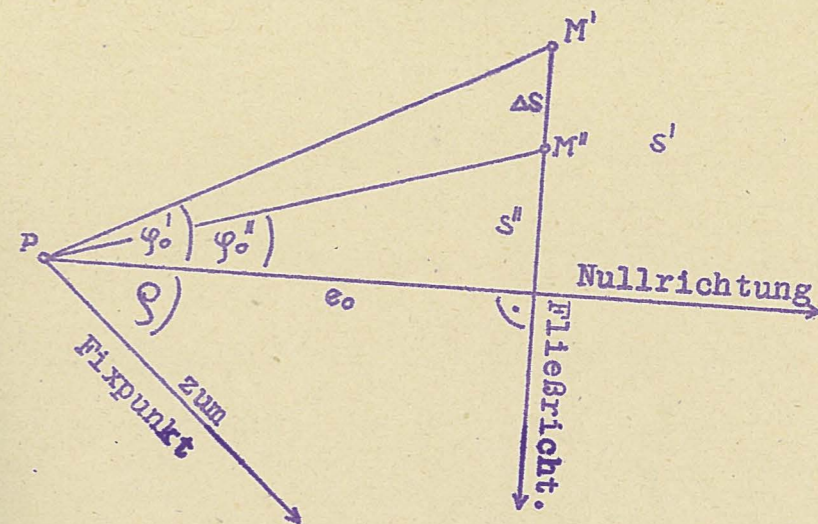
Die genaueste Arbeitsweise ist das Bestimmen von Signalen durch Rückwärts- oder Vorwärtsschnitte. Der Rückwärtsschnitt hat dabei den Vorteil, Identifizierungsfehler auszuschalten, aber den Nachteil einer unsicheren Theodolitaufstellung auf dem Eis. Beide Methoden erfordern sowohl bei der Feldarbeit wie bei der Auswertung einen ziemlich großen Arbeitsaufwand, man kann damit jedoch eindeutig die Richtung der Bewegung bestimmen.

Bei der Berechnung der Fließgeschwindigkeit aus der Winkeländerung muß die Fließrichtung bereits annähernd

bekannt sein. Diese einfache nach Art einer Standpunktszentrierung arbeitende Methode erfordert eine solche Aufstellung am Ufer, daß Meßrichtung und Fließrichtung so gut wie senkrecht zu einander stehen.

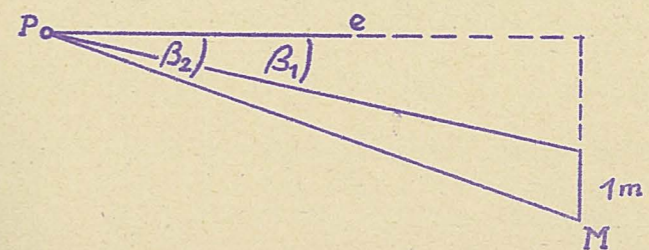
Mein Arbeitsprogramm sah eine Erfassung der Geschwindigkeit sowohl nach der horizontalen als auch vertikalen Komponente vor. Außerdem sollten die jahreszeitlichen Schwankungen der Fließgeschwindigkeit bestimmt werden. Da deshalb auch Messungen in den Wintermonaten notwendig waren, musste eine Arbeitsmethode gewählt werden, die trotz hoher Genauigkeit ein einfaches und schnelles Arbeiten ermöglichte. Die am besten geeignete Methode war daher die Messung der Winkeländerung.

Beim Aufstellen der Pegel in den einzelnen Profilen und bei der Wahl der Meßstandpunkte, ergab sich so gut wie nirgends eine ideale gegenseitige Stellung; das heißt Meßrichtung und Fließrichtung bildeten keinen rechten Winkel. Besonders durch die ungünstigen Geländeverhältnisse an der Zunge musste der Standpunkt so gewählt werden, daß Meßrichtung und Fließrichtung in einem sehr spitzen Winkel zu einander standen. Dies erforderte eine Veränderung in der Berechnungsweise, die jedoch allgemein die Genauigkeit der Methode erhöht. Sie wurde deshalb bei allen Meßpegeln angewandt.



Die Grundskizze Fig. 1 soll die Meßanordnung und Berechnung erklären. P ist der Theodolitstandpunkt am Ufer des Gletschers. Die Lage des Pegels bei der ersten Messung ist M' , die Lage bei der Wiederholungsmessung M'' . Gemessen wurden die jeweiligen Winkel zwischen einem Fixpunkt und der Marke. φ' ist der Winkel der ersten, φ'' der Winkel der wiederholten Messung. Diese Winkel wurden um den Winkel ϱ auf eine Nullrichtung reduziert, die zur Fließrichtung senkrecht steht, es ergab sich φ_0' und φ_0'' . Der Winkel ϱ wurde auf der Karte ausgemessen, nachdem in diese Karte die Fließrichtung eines Pegels und die Senkrechte dazu durch den Meßpunkt eingetragen worden ist. Es genügt dabei wenn dieser Winkel zwischen dem Fixpunkt und der Nullrichtung auf Zehntel- Grad genau gemessen wird. Multipliziert man die Entfernung e_0 (die senkrechte Entfernung zwischen Standpunkt und Bewegungslinie) mit $\text{tg } \varphi_0'$ beziehungsweise mit $\text{tg } \varphi_0''$ so erhält man s' beziehungsweise s'' . Die Differenz s' minus s'' ergibt den Weg Δs im

betreffenden Meßzeitraum.



Die Entfernung wird nach Fig. 2, einer Aufrißskizze berechnet. Die Entfernung e erhält man aus den beiden Neigungswinkeln β_1 und β_2 . Sie wurden dadurch gewonnen, daß die beiden Enden eines 1m langen, senkrecht stehenden Teilstückes des Pegels M mit dem Theodolit angezielt wurden. Die Entfernung berechnet man nach der Formel $e = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta_2 - \operatorname{tg} \beta_1}$. Um die Entfernung zwischen dem Standpunkt P und dem Schnittpunkt von Null- und Fließrichtung zu erhalten, muß e mit $\cos \varphi$ multipliziert werden, man erhält e_0 .

Die Vorzeichen des Winkels ergeben sich nicht nach der üblichen Orientierung im Uhrzeiger- oder gegen Uhrzeigersinn. Befindet sich eine Marke oberhalb des Schnittpunktes der Nullrichtung mit der Fließrichtung, bewegt sich also auf diesen zu, so haben φ und s ein negatives Vorzeichen, befindet sich der Pegel unterhalb, so ist φ und s positiv. Bei positiven Vorzeichen werden daher φ und s im Laufe der Zeit größer, bei negativen kleiner.

Das Arbeiten nach dieser Methode erwies sich sowohl im Gelände wie bei der Auswertung als einfach. Die Lage der 7 Standpunkte und 11 Profile sind aus Karte 1) ersichtlich. Die Messung erfolgte nur in einem Satz, um

möglichst zeitsparend durchgeführt zu werden. Die Verringerung der Genauigkeit musste in Kauf genommen werden. Da die Pegel auch von keinem weiteren Punkt eingemessen wurden, ergibt sich keine Kontrollmöglichkeit. Ein Meßfehler würde jedoch nur die Schwankung der Bewegung etwas verfälschen, er würde bei einer Wiederholung der Messung wieder ausgeschaltet. Stärker wirken sich jedoch Fehler aus, die durch Veränderung am Pegel entstehen. Da durch Verlust unter der Schneedecke oder ungünstigen Standort gelegentlich eine Neuanlage des Pegels notwendig war, ergaben sich trotz Messung der Korrektur mit Maßband Fehler, die eine Unterbrechung der Meßreihe notwendig machten. Eine weitere kleine Fehlerquelle ist die Unsicherheit der Aufstellung des Pegels durch Schneedruck im Winter und Ausweitung des Bohrloches im Sommer. Jedoch bleibt dieser Fehler in einer Größenordnung, die vernachlässigt werden darf.

Die Ergebnisse aus der Untersuchung der Fließgeschwindigkeit sind durchwegs befriedigend. Die verschiedenen Werte der Berechnung sind für jeden Pegel zu einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 1 - 53). Die Tagesgeschwindigkeiten sind in Diagrammen veranschaulicht (Diagramm 1 - 53). Die Unterschiede in der jahreszeitlichen Schwankung erwiesen sich als unerwartet hoch. Die regelmäßigsten Verhältnisse zeigen sich im Firngebiet, wo die Schwankung 35 Prozent des Jahresdurchschnittes nicht übersteigt. Im Mittelteil des Gletschers im Stromstrich und an den Rändern der Zunge, wo bereits Zerfallerscheinungen

auftreten, erreicht die jahreszeitliche Schwankung stellenweise 100 Prozent, ja übersteigt sie sogar.

Ohne deswegen für andere Gletscher dieselben Verhältnisse vorauszusetzen, darf man daraus verallgemeinern und folgende Regel aufstellen: Aus den Messungen eines Zeitraumes, der wesentlich kürzer ist als ein Jahr, kann man nicht die Jahresgeschwindigkeit ableiten.

Da in den oben genannten Diagrammen sowohl kleine Fehler aus Veränderungen am Pegel, als auch zeitlich und örtlich begrenzte Unregelmäßigkeiten der Bewegung enthalten sind, erschien es günstig, die Kurven der Bewegung zu vereinfachen. Durch Mittelung der Monatswerte der beiden Jahre und durch Ausgleichen der Sprünge im Gang der Bewegung, ergaben sich Diagramme eines Representationsjahres (Diagramme 54 - 106) als die günstigste Arbeitsgrundlage für Vergleiche und Berechnungen. Außerdem wurden die Jahresmittel (Karte 2) und die Monatswerte in Karten eingetragen (Karte 3 - 14) und Linien gleicher Tagesgeschwindigkeit gezeichnet. Dies veranschaulicht einerseits die Verteilung der Geschwindigkeit über den Gletscher, andererseits ihre Veränderung mit der Jahreszeit.

Der Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten in den einzelnen Profilen zeigt bereits interessante Gegebenheiten. Im Längsverlauf des Gletschers zeigt sich die höchste Geschwindigkeit nicht wie erwartet im Mittelteil des Gletschers, wo mit der Einmündung der kleinen Gletscher auch die größte Tiefe auftritt, sondern bereits ober

der Firmlinie in einer Höhe von 3000 m . In den Querprofilen kann man die Abnahme der Geschwindigkeit von der Mitte zum Rand in einer parabolischen Kurve feststellen. Nur an der linken Seite (am Hang der Langtaufererspitze) des Profiles VI ist die Geschwindigkeitsabnahme so stark, daß man beinahe von einer Enbloc-Bewegung sprechen kann. Eine weitere Erscheinung ist die kleine, doch auffallende Abnahme der Geschwindigkeit in der Mitte der Profile. Sie erklärt sich daraus, daß der Gletscher aus zwei Firnfeldern entspringt und daher aus zwei großen Teilströmen zusammengesetzt ist.

Beim Vergleich der Diagramme der jahreszeitlichen Schwankungen in der Längsachse des Gletschers zeichnen sich deutlich starke Verschiebungen ab. Der Zeitpunkt des Geschwindigkeitsmaximums verlagert sich besonders stark. Die Frage dieser zeitlichen Änderungen wird weiter unten genauer besprochen. Auch die Form und Stärke der Schwankungen ändert sich von Profil zu Profil. In den beiden oberen Firnfeld-Profilen (Profil VII und VIII) tritt im Mai eine rasche Erhöhung der Fließgeschwindigkeit auf, sie erreicht 25 % über dem Jahresdurchschnitt. Die Geschwindigkeit verringert sich langsam in den folgenden Monaten und ihr Minimum liegt 10 - 15 % unter dem Jahresmittel. Im Profil darunter auf 3000 m Höhe (Profil VI) hat sich das Maximum auf den Juni verschoben. Die Schwankung ist sehr kräftig und breit mit annähernd gleichem Anstieg und Abfall. Das Profil V (2900 m) ist durch

eine zwar scharfe, aber nur kurz dauernde Geschwindigkeits-
erhöhung gekennzeichnet. Die tiefer liegenden Profile zei-
gen wieder breitere und flachere Schwankungen. Am Zungen-
ende, wo das Maximum im September auftritt, ist auch das
Bild der Schwankung verändert. Der Geschwindigkeitsanstieg
ist langsam, der Abfall verhältnismäßig rasch.

In einem Querprofil zeigen die jahreszeitlichen
Schwankungen fast durchwegs ein ähnliches Bild. In der
Regel sind die Schwankungen in der Gletschermitte größer.
Alle Änderungen treten an den Rändern verzögert auf, bis
zu einem Monat nach Eintreten der Änderung in der Gletscher-
mitte. Es herrscht in einem Querprofil also nicht die
Parallelität, die man erwarten könnte.

Eine auffallende Unstimmigkeit gegenüber den
übrigen Punkten desselben Profiles besteht in Punkt III 1.
Es herrscht eine genaue Umkehrung des Verlaufs der Schwan-
kungen gegenüber den benachbarten Punkten. Da dieser
Punkt direkt an der Einmündung des Langtaufererjochferners
liegt, läßt sich diese Erscheinung vielleicht durch eine
Sog- beziehungsweise Stauwirkung des Hauptgletschers
erklären.

Ein klares Bild der jahreszeitlichen Verteilung
der Maxima und Minima ergab sich aus ihrer Darstellung in
Karten (Karte 15 - 26) . Die Bewegungsverhältnisse wur-
den Monat für Monat in einer Karte dargestellt. Es wurden
dabei Gebiete gleicher Bewegungsänderung zusammengefasst.
Zunehmende Geschwindigkeit wurde hellrot dargestellt, ab-

nehmende hellblau. Die rote Farbe zeigt Gebiete in denen Geschwindigkeitsmaximum herrscht, die blaue zeigt Gebiete von Minima. Wie bereits erwähnt wurde, entstehen im April und Mai in den oberen Firngebieten Zonen von Bewegungsmaxima. Diese Zone bewegt sich in Form einer Druckwelle gletscherabwärts und zwar bedeutend schneller als die tatsächliche Bewegung des Eises. Ihre Geschwindigkeit beträgt zwischen 50 und 70 m pro Tag. Durch den kürzeren Weg erreichen die Druckwellen der kleinen Seitengletscher noch im Mai den Mittelteil des Hintereisferners. Dadurch bewegen sich im Mai und Juni zwei Druckwellen gleichzeitig gletscherabwärts. Die obere Druckwelle scheint dabei ihre Kraft erschöpft zu haben, denn sie löst sich im Juli auf und bildet nur noch zwei kleine randliche Zonen. Diese Annahme würde auch die zwar noch scharfe, aber nur mehr kurze Geschwindigkeitserhöhung im Profil V erklären. Die untere Druckwelle wandert gletscherabwärts und erreicht im September das unterste Zungenende. Eine kleine Maximizezone hält sich hier auch noch bis Oktober. Im November bildet sich im Mittelteil des Gletschers, zwischen 2800 m und 2900 m ein Gebiet von Minima. Es teilt sich im Jänner. Eine Minimazone wandert ins Firngebiet, die andere zur Zunge. Im April besteht nur mehr ein Minimum um den Standpunkt H und ein Minimum am rechten Zungenende.

Die Erklärung für den Ablauf dieser Schwankungen liegt zum Teil bereits in ihrer zeitlichen und örtlichen Verteilung. Das Auftreten der größten Geschwindigkeiten

im Firngebiet fällt mit der größten Schneebedeckung im April und Mai zusammen. Es ist also anzunehmen, daß das Gewicht des Schnees auftrages diese Bewegungssteigerung hervorruft. Es überrascht jedoch, daß die im Verhältnis zur Gesamtdicke des Gletschers von ca 50 m geringe Schneedecke von ca 3 m eine Geschwindigkeitsänderung von 20 - 30 % bewirken kann. Für den Gletscherkörper, der hier noch zum Teil aus Firn besteht, darf man eine Dichte von 0.8 annehmen. Die Schneedecke hat um diese Jahreszeit höchstens eine Dichte von 0.35. Das Gewichtsverhältnis von Schneedecke und Gletscher beträgt demnach ungefähr 1:40. Es muß also eine unverhältnismäßig starke Erhöhung der Plastizität des Eises und des Druckes stattfinden. Mit der Annahme der Fortpflanzung der Geschwindigkeitserhöhung durch eine Druckwelle lassen sich die Verlagerungen der Zone der Maxima erklären, die Verdoppelung in der Mitte des Gletschers durch die Druckwelle von den kürzeren Seitengletschern.

Eine annähernd befriedigende Erklärung für die örtliche und zeitliche Verteilung der Minima ergibt sich nur, wenn man das Minimum als eine zweitrangige Folgeerscheinung betrachtet. Das Aufwärtswandern des einen Teils der Minima, genauer das der auf das Minimum folgenden Geschwindigkeitszunahme, ist die nach oben fortschreitende Ausbreitung dieses Bewegungszustandes. Das erste Auftreten von Minima im Mittelteil des Gletschers und die Wanderung eines Teiles dieser Zone gletscherabwärts

kann nur als verzögerte Folgeerscheinung auf die erst im Sommer und Herbst die Zunge hinunterwandernde Druckwelle erklärt werden.

Zur Festigung dieser verschiedenen Annahmen, auf die sich die Erklärungen stützen, wäre es notwendig zum Vergleich ähnliche Arbeiten heranzuziehen. Leider wurden bisher nirgends ähnliche Messungen mit der nötigen Unterteilung des Meßzeitraumes und gleichzeitiger Erfassung des ganzen Gletschers durchgeführt.

Einen allgemeinen Vergleich der Ergebnisse ermöglichen die Arbeiten von A. Blümcke und S. Finsterwalder 1900 - 1904 am Hintereisferner (lit. 8,9) und die Messungen von W. Pillewizer am Mittelbergferner (lit.49). Die Messungen von A. Blümcke und S. Finsterwalder am Hintereisferner wurden an 18 Meßpunkten durchgeführt. Leider sind mehr als die Hälfte der Messungen in einem Gebiet durchgeführt worden, das heute schon lange eisfrei ist. Die Bestimmung erfolgte durch Rückwärtsschnitte Mitte Juli und Mitte September jeden Jahres. Die Geschwindigkeit der zwei Sommermonate wurde der des übrigen Jahres gegenübergesetzt und als Sommer- und Wintergeschwindigkeit bezeichnet. Es ergab sich auf der unteren Zunge eine im Sommer höhere Geschwindigkeit, dieser Unterschied wurde gletscheraufwärts geringer. Im oberen Teil der Zunge war Sommer- und Wintergeschwindigkeit gleich. Im Bereich der Firnlinie überwog die Wintergeschwindigkeit. Wenn der Vergleich nicht absolut lagegemäß vorge-

nommen, sondern auf die zurückgezogene Zunge reduziert wird, ergeben sich heute die selben zeitlichen Verhältnisse wie damals. Die Geschwindigkeiten sind bedeutend geringer, die Schwankung aber viel größer geworden. Im unteren Zungenbereich fällt das Maximum der Bewegung in die beiden Sommermonate. Gletscheraufwärts, wo das Maximum bereits ein bis zwei Monate vorher eingetreten war, entspricht die Geschwindigkeit im Sommer ungefähr dem Jahresmittel.

Auch mit den Messungen von W. Pillewizer zeigt sich eine gute Übereinstimmung der jahreszeitlichen Schwankungen. Jedoch stellte auch er keine so großen Unterschiede zwischen Geschwindigkeitsmaximum und - minimum fest, wie sie sich bei der Untersuchung 1952 - 54 am Hintereisferner ergaben. Das Geschwindigkeitsmaximum fällt im Meßbereich (auf der mittleren Zunge des Mittelbergferners) in den Spätsommer. Dies entspricht auch den Verhältnissen am Hintereisferner.

Die Vergleiche zeigen, daß die am Hintereisferner gemessenen Verhältnisse nicht als einmalig betrachtet werden müssen und daher die Werte eine verallgemeinernde Verwendung finden können. Durch Einbau der Ergebnisse dieser Untersuchung in eine Theorie der Gletscherdynamik können sicherlich neue Erkenntnisse gewonnen werden. Diese Arbeit muß jedoch von einem erfahrenen Physiker vorgenommen werden.

DIE VERTIKALE KOMPONENTE DER GLETSCHERBEWEGUNG.

Die erste und meines Wissens einzige Arbeit, die im besonderen den vertikalen Anteil der Bewegung untersuchte, war die Meßreihe von A. Blümcke und S. Finsterwalder am Hintereisferner (lit. 9). Der Begriff " vertikale Komponente der Gletscherbewegung " ist deshalb noch zu wenig in den allgemeinen Gebrauch der Glaziologie eingegangen und bedarf daher vielleicht noch einiger Erläuterungen.

Das Fließen des Gletschers erfolgt nicht einfach in einer horizontalen oder in der Ebene der Gletscheroberfläche, sondern in einem bestimmten Winkel zur Oberfläche und zur Horizontalen. Jedes Jahr bringt große Beträge an Auftrag oder Abschmelzung. Trotz allgemeinem Gletscherückgang bleibt aber die Oberfläche, zumindest im Firnfeld und der oberen Zunge, annähernd erhalten. Daraus ergibt sich zwangsläufig, daß die Gletscherbewegung den größten Teil der Akkumulation und der Ablation kompensiert, das heißt im Firnfeld den Betrag des Auftrags abtransportiert und an der Zunge annähernd die Abschmelzung ergänzt. Diese beiden Fälle werden durch Fig. 3 und 4 dargestellt.

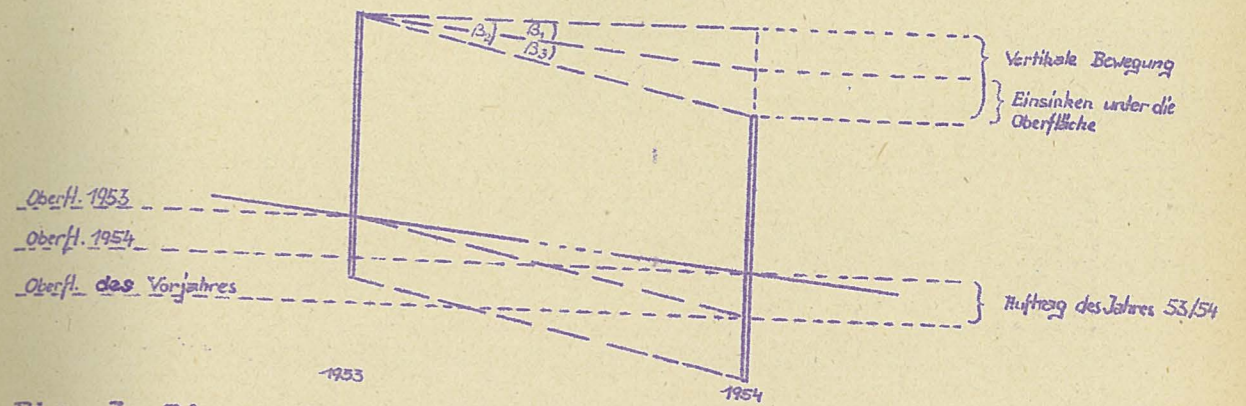


Fig. 3: Die vertikale Bewegung im Nährgebiet.

$\beta_1 =$ die Neigung der Oberfläche

$\beta_2 =$ die Neigung der Bewegung zur Horizontalen

$\beta_3 =$ die Neigung der Bewegung zur Oberfläche

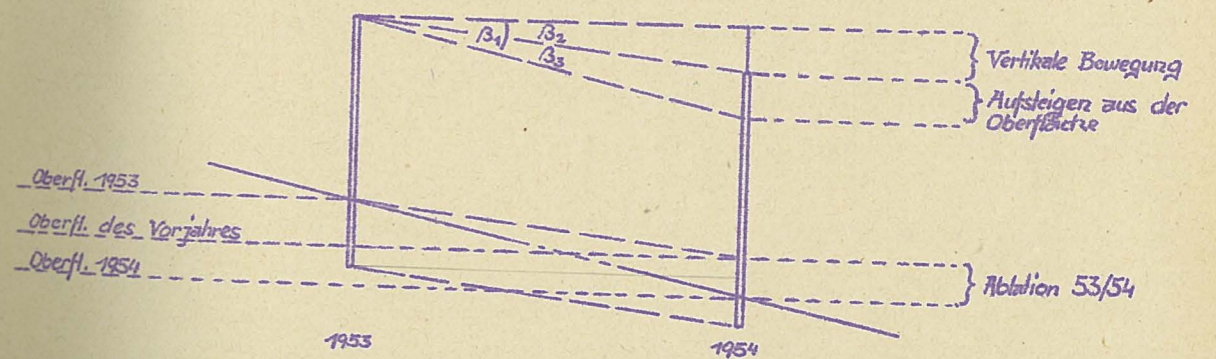


Fig. 4: Die vertikale Bewegung im Zehrgebiet

$\beta_1 =$ die Neigung der Oberfläche

$\beta_2 =$ die Neigung der Bewegung zur Horizontalen

$\beta_3 =$ die Neigung der Bewegung zur Oberfläche

Demnach muß die Bewegung im Firngebiet viel steiler erfolgen, als die Oberfläche geneigt ist. In den tieferen Lagen des Nährgebietes, mit dem Geringerwerden des jährlichen Akkumulationsüberschusses, ist auch das Einsinken unter die Oberfläche geringer. Im Bereich der Firnlinie ist die einzige Stelle, wo die Bewegung in der Ebene der Gletscheroberfläche erfolgt. Gletscherabwärts im Zehrgebiet muß mit dem Zunehmen der Ablation auch das Aufsteigen aus der Oberfläche größer werden. Trotz diesem "Aufsteigen" laufen die Bewegungslinien infolge der stark geneigten Gletscheroberfläche im allgemeinen immer noch in Bezug auf den Horizont abwärts geneigt. Wie aber bereits die Messungen von A. Blümcke und S. Finsterwalder zeigen, kann in den Randgebieten und am Ende der Zunge diese Bewegung sogar relativ zur Horizontalen aufwärts gerichtet sein.

Die Bestimmung der vertikalen Bewegung erfolgte gleichzeitig mit der Erfassung der horizontalen Geschwindigkeit. Bei jeder Einmessung der Pegelstangen wurde auch der Höhenwinkel abgelesen. Es sollten auch hier jahreszeitliche Schwankungen festgehalten werden. Leider konnte kein so brauchbares Material gewonnen werden, wie aus der Messung der Horizontalgeschwindigkeit. In den Messungen traten so große Streuungen auf, daß dieselben unmöglich eine tatsächliche Bewegung darstellen können. Meine Erklärung dafür war das Auftreten einer extrem großen Refraktion. Der wichtigste Grund zu dieser Annahme war,

daß diese Fehler besonders groß wurden, wenn der Meßstrahl bereits nahe am Standpunkt knapp über die Eisoberfläche strich. Eine Erklärung hierfür könnte sich aus den Untersuchungen von H. Hoinkes ergeben, der in der Luftschicht zwischen der Eisoberfläche und 2 - 3 m darüber eine Temperaturumkehr feststellte, die eine Differenz von mehreren Celsiusgraden betragen konnte. Eine Besprechung mit Dr. Eder, Zivilgeometer in Innsbruck, und M.F. Maier, einem Mitarbeiter der Sascatshevan - Untersuchung, ergab, daß sie unter ähnlichen Meßverhältnissen auch ähnliche Erfahrungen gemacht haben.

Eine neue, erst im März 1957 in der Zeitschrift für Vermessungswesen erschienene Arbeit von H. Lichte (lit. 46) untersucht die Refraktion auf dem grönländischen Inlandeis. Es treten bei einer Meßreihe an der Station Eismitte große Änderungen des Refraktionsfaktors k auf. k schwankt zwischen $- 1.3$ und $+ 3.0$. Bei uns wird im allgemeinen k mit $- 0.13$ angenommen. Berechnen wir die Höhenänderung, die sich aus den angegebenen Extremwerten des Refraktionsfaktors ergibt für eine Meßentfernung von 800 m (= die größte am Hintereisferner vorkommende Meßentfernung) so erhalten wir eine Differenz von 22 cm. Wie H. Lichte angibt, wird bei der Messung in Eismitte der Refraktionsfaktor dadurch verkleinert, daß sich der Meßstrahl immer in Bodennähe befindet und ähnlich einer Sinuslinie hin- und hergebrochen wird. Es besteht also die Möglichkeit, daß unter ungünstigen Verhältnissen

der Refraktionsfaktor noch größer wird und die Schwankung der Refraktion sich auch vergrößert.

Fehler aus der Refraktion hätte man mit Hilfe einer genügenden Menge meteorologischer Daten verbessern können. Diese hätte jedoch auf keinen Fall in ausreichendem Maße beschafft werden können. Aus demselben Grunde konnte auch eine Auswertung der Messungen im umgekehrten Sinne zur Bestimmung der Refraktion nicht durchgeführt werden.

Unter Verzicht auf eine Untersuchung jahreszeitlicher Schwankungen konnten dennoch die für diese Arbeit notwendigen Werte gewonnen werden. Aus ausgewählten Messungen mit möglichst großem Zeitabstand, aber möglichst geringen, in der Zwischenzeit am Meßpegel erfolgten Änderungen, ergab sich doch eine gute Arbeitsgrundlage für eine Haushaltsuntersuchung.

Die Berechnung (Tabelle 54) erfolgte also nur aus 2 Messungen für jeden Pegel. Aus der Entfernung e zum Meßpunkt und $\text{tg } \beta$, dem tg des Höhenwinkels, erhält man h , den Höhenunterschied zwischen dem Theodolit und dem Ziel. Die Entfernung wurde auf den Tabellen der Horizontalgeschwindigkeit errechnet, indem e_0 durch $\cos \varphi$, dem Seitenwinkel der betreffenden Messung, dividiert wurde. $e = \frac{e_0}{\cos \varphi}$. Die Differenz der Höhen h aus den beiden Messungen ist Δh . Zu Δh werden die Korrekturen aus der Instrumentenhöhe und aus den Veränderungen am Meßpegel addiert. Man erhält den vertikalen Weg. Aus den

Tabellen der Horizontalbewegung entnimmt man den horizontalen Weg des gleichen Meßzeitraumes. Vertikaler Weg durch horizontalen Weg gibt den Tangens des Neigungswinkels der Bewegungsrichtung. Es ist dies der Neigungswinkel der Bewegung zur Horizontalen.

Wie erwartet zeigt die Bewegung im Firngebiet eine stärkere Neigung. Gletscherabwärts verläuft die Fließrichtung immer flacher. Wie schon durch die Messungen von A. Blümcke und S. Finsterwalder, konnte auch bei dieser Untersuchung an den seitlichen Zungenrändern und am Zungenende eine aufwärts gerichtete Bewegung festgestellt werden. Im Punkt II 1 erfolgt die Bewegung am steilsten nach oben, in einem Winkel von 35° . In diesem Bereich läuft die Mittelmoräne zwischen Hintereisferner und Langtaufererjochferner seitlich aus. Das Eis wird hier sehr stark am seitlichen Hang emporgeschoben. Auch die am Zungenende aufwärts gerichtete Bewegung entsteht durch ein Aufstauen und Aufschieben auf die davor befindlichen, nur mehr langsam bewegten Eismassen. Diese Neigungen der Bewegung sind in der Karte 27 eingetragen.

Die Werte, die den tatsächlichen Einfluß der Bewegung auf den Haushalt des Gletschers kennzeichnen, sind die Neigungen der Bewegung im Bezug auf die Gletscheroberfläche. Diese Werte sind auf der Tabelle zur Berechnung des Jahreshaushaltes ersichtlich (Tabelle 56). Sie wurden in die Karte 28 eingetragen. Im Bereich des Profils V, wo auch für das zweite Untersu-

chungsjahr 1953 - 54 in die Firnlinie anzusetzen ist, verläuft die Bewegung in der Ebene der Gletscheroberfläche. Gletscheraufwärts, im Firngebiet auch nach beiden Seiten hin, nimmt die Neigung des Einsinkens zu. Gletscherabwärts wird das Heraussteigen der Bewegung immer größer, seinen höchsten Wert erreicht es am linken Gletscherrand.

Zur Bestimmung des Gletscherhaushaltes wurden für beide Beobachtungsjahre (1952 - 53 und 1953 - 54), da die Horizontalgeschwindigkeit praktisch gleich geblieben ist, auch gleiche vertikale Bewegung angenommen. Eine Berechtigung dazu ergibt sich aus der Tatsache, daß im Mittelteil des Gletschers, wo sich der Gletscherrückgang nicht so stark bemerkbar macht wie an der Zunge, die Bewegung heute in der selben Neigung erfolgt, wie bei den Messungen von A. Blümcke und S. Finsterwalder.

Durch das, in gewissem Sinne gesetzmäßige, Verhalten der Bewegungsneigung zur Gletscheroberfläche ergab sich aus den gewonnenen Werten eine neue Möglichkeit den Gletscherhaushalt mit großer Genauigkeit zu berechnen. Die Begründung und die Anwendung dieser Methode folgen im Kapitel der Haushaltsberechnung.

DER VERSUCH EINER MESSUNG DER
TÄGLICHEN SCHWANKUNGEN DER
GLETSCHERBEWEGUNG.

Schon seit langem versucht man, auch die täglichen Schwankungen der Gletscherbewegung zu messen. Fast alle diese Messungen wurden mit einer Gletscheruhr durchgeführt und blieben, bedingt durch die Meßmethode, auf das unmittelbare Zungenende beschränkt. Das Ergebnis waren einwandfreie tageszeitliche Schwankungen. Leider muß man die Möglichkeit, mit dieser Methode brauchbare Ergebnisse zu erzielen, bezweifeln. Die Übertragung der Bewegung auf die Gletscheruhr folgt mechanisch mit Hilfe eines Drahtes, der im Eis befestigt wurde. Dieser Draht wird mit einem Gewicht gespannt gehalten. Dadurch wird auf die Befestigung des Drahtes im Eis ein starker Zug ausgeübt, der auf jeden Fall eine Druckschmelze verursacht. Da diese Druckschmelze sicher von der tageszeitlichen Temperaturänderung beeinflusst wird, kann somit eine tageszeitliche Schwankung angezeigt werden, während die Bewegung sich in Wirklichkeit gar nicht verändert.

Während des Gletscherkurses im September 1953 am Gepatschhaus unternahm G. Lindig eine Messung der Gletscherbewegung in kürzesten Zeitspannen. Knapp unter dem großen Bruch des Gepatschferners und an dem dem Standpunkt gegenüberliegenden Ufer des Gletschers brachte er Marken an, die bei Nacht beleuchtet wurden. Die

stündliche Beobachtung des Winkels zwischen der festen und der bewegten Marke ergab eine gleichmäßige Kurve fast ohne Schwankungen oder Bewegungssprünge. Die Geschwindigkeit betrug 24 cm pro Tag.

Angeregt durch den schönen Erfolg dieser Untersuchung, führten R. Rudolph und der Verfasser auch am Hintereisferner eine solche Messung durch. Es wurde in zwei Messreihen, einmal über 72 Stunden und ein zweitesmal über 48 Stunden, beobachtet. Das Ergebnis war jedoch vollkommen anders als die Messreihe am Gepatschferner. Am Hintereisferner zeigte sich ein unregelmäßiger, sprunghafter Bewegungsgang, der sogar rückläufige Bewegungen aufwies.

Die Meßanordnung war dieselbe wie die von G.Lindig. Das Stativ war niedrig aufgestellt, um ein Nachgeben möglichst klein zu halten. Die Marken waren beleuchtet und in einer Flucht aufgestellt, daß das Fernrohr nur gekippt werden musste und die nötige seitliche Drehung mit dem Feintrieb erreicht werden konnte. Die Messung wurde bei Punkt C durchgeführt.

Die erste Messreihe vom 17.7. 1954, 18 Uhr bis 20.7. 1954, 18 Uhr, wurde von R. Rudolph, A.Schaper und dem Verfasser gemeinsam durchgeführt. Die Messung erfolgte mit wenigen Unterbrechungen alle zwei Stunden. Als nachteilig erwies sich der häufige Beobachterwechsel. Die persönlichen Fehler aus Einstellung und Ablesung sind verhältnismäßig groß, bleiben aber im allgemeinen für jeden Beobachter konstant.

Die zweite Messreihe wurde vom Verfasser allein durchgeführt. Sie wurde aus dem oben erwähnten Grund gleichmäßiger und genauer. Diese Messreihe erstreckte sich vom 3.8.1954, 16 Uhr bis 5.8. 1954, 16 Uhr. Es wurde, mit Ausnahme von zwei Messungen der ersten Nacht und allen Messungen der zweiten verregneten Nacht, alle zwei Stunden beobachtet. Die Ergebnisse beider Messreihen sind in den Diagrammen 107 und 108 dargestellt.

Die allgemeine Annahme eines plastischen Gletscherfließens ist in keiner Weise mit dieser unregelmäßigen Gletscherbewegung in Einklang zu bringen. Da einige weitere Messungen ähnliche Verhältnisse zeigen, ist nicht anzunehmen, daß dieses Ergebnis die Folge einer Reihe von Fehlern ist. G. Lindig hat im selben Jahr an der selben Stelle eine Messreihe mit zwei Theodoliten gleichzeitig durchgeführt. Diese und seine Messreihe am Gurglerferner 1955 bringen dieselben Resultate. Beim Gletscherkurs 1955 in Obergurgl berichtete auch A. Bauer von gleichen Ergebnissen solcher Messungen am Gorner-Gletscher und in Grönland. Besonders die Messungen aus Grönland sind durch große Turbulenz im Fließen gekennzeichnet. Die Bewegung springt auf der stark zerrissenen, schnellen Zunge des Glacier de L' Eque (Westgrönland) innerhalb weniger Tage um mehrere Meter nach verschiedenen Richtungen.

Aus den Beobachtungen am Hintereisferner und Gepatschferner kann man eine Möglichkeit für eine vorläufige Erklärung ableiten. Danach würde die Bewegung an der Ober-

fläche im wesentlichen in einzelnen Rucken erfolgen. Die aufgeladenen Bewegungsspannungen würden sich in einer ruckartigen Bewegung entladen. Am fast fünfmal so schnellen Gepatschferner würde das Aufladen und die Entspannung daher viel schneller erfolgen. Durch die größere Häufigkeit der Bewegungssprünge würden sich Unregelmäßigkeiten ausgleichen. Für diese sprunghafte Bewegung spricht eine am Hintereisferner gemachte Erfahrung. An kalten Tagen ist eine Bewegung hörbar, sie läuft mit deutlichem Knistern der Feinbänderung entlang.

Die Ergebnisse der beiden Messreihen am Hintereisferner wurden G. Lindig zur Verfügung gestellt. A. Bauer und G. Lindig wollen gemeinsam alle Messungen dieser Art veröffentlichen. Die Arbeit soll noch im Frühjahr 1957 erscheinen.

EINE MESSUNG DER BEWEGUNG AM
UNTERGRUND DES GLETSCHERS.

Für alle Fragen der Gletscherdynamik und auch zur Bestimmung der Gletschererosion wäre es eine grundlegende Notwendigkeit, annähernd die Fließgeschwindigkeit des Eises im Innern des Gletschers und an seinem Grund zu kennen. Die Unmöglichkeit, darüber ausreichende und genaue Angaben zu bekommen, erklärt die sich widersprechenden Theorien über die Bewegung des Eises in der Tiefe. Die verschiedenen Ansichten, einerseits die Annahme einer mit der Tiefe abnehmenden Fließgeschwindigkeit, andererseits einer zunehmenden Geschwindigkeit, förderten die Versuche zur Lösung dieses Problems.

Die Strömungstheorie, die S. Finsterwalder begründete und die von Lagally ausgebaut wurde, rechnet auf Grund der in anderen Medien gültigen Gesetze mit einer Abnahme der Geschwindigkeit nach der Tiefe. Die Theorie muß jedoch für die Größenordnung dieses Abnehmens und die Geschwindigkeit am Untergrund eine veränderliche Annahme setzen. Verschiedene Beobachtungen, besonders am Hintereisferner, wurden nach reiflicher Überlegung als Beweis dieser Theorie angesprochen. Am Hintereisferner hatten sich alte in den Bohrlöchern steckende Gestänge im Laufe der Zeit in die Richtung des Fließens geneigt. Obwohl man ein Vorbeifließen des Eises an den dünnen Stangen in Erwägung zog, konnte das nur eine höhere

Geschwindigkeit an der Oberfläche als in der Tiefe bedeuteten.

Die Untersuchungen von R. Streiff-Becker am Claridenfirn (lit.63) brachten entgegengesetzte Ergebnisse. Oberhalb eines Profils in dem die Oberflächengeschwindigkeit gemessen war, wurde der Jahresüberschuß der Akkumulation bestimmt. Annähernd dieselbe Menge muß im Jahr auch durch den Querschnitt im begrenzenden Profil fließen. Die Durchflußmenge ergab sich als so groß, daß bei Annahme der größten noch wahrscheinlichen Tiefe im Innern des Gletschers eine weit höhere Geschwindigkeit herrschen muß als an der Oberfläche. Trotzdem erscheint mir diese Theorie einer im Nährgebiet mit der Tiefe zunehmenden Geschwindigkeit als unwahrscheinlich. Besonders in einem breiten Firnfeld müßten die oberen Firnschichten auf den tieferen mindestens gleich schnell mitschwimmen.

In den Jahren 1948 - 50 gelangen M.F.Perutz am Jungfraufirn (lit.47) Messungen, die R. Streiff-Becker veranlassten, seine Theorie zu revidieren (lit. 64) . Werte für die Geschwindigkeit in der Tiefe wurden mit folgender Meßanordnung gewonnen: In ein Bohrloch wurde ein Rohr versenkt und die Neigung in gewissen Zeitabständen mit einem in das Rohr versenkten Klinometer gemessen. Diese Messungen ergaben eindeutig eine Abnahme der Geschwindigkeit nach der Tiefe. Die gleichen Ergebnisse lieferte eine Messung mit derselben Anordnung, die R.P. Sharp 1951 am Malaspina Gletscher (lit. 62) durchge-

führt hat.

Der Bau von Stollen durch die Eiskalotte am Jungfraujoch im Jahre 1950 ergab neue Gesichtspunkte. Während sich im Stollen im Z'Mutt-Gletscher (lit. 30) und im Mt. Collon- Gletscher (lit. 29) im temperierten Eis die üblichen an der Oberfläche größeren Geschwindigkeiten ergaben, zeigten sich dort im kalten Eis oder Firn der Eiskappe andere Verhältnisse (lit. 31) . In der Mitte der Kalotte, an der Scheide zwischen den zwei Abflußrichtungen, ergab sich in der Tiefe eine größere Geschwindigkeit. Gegen den Rand der Kappe mit zunehmender Neigung der Eisdecke ändert sich wieder die Bewegungsverteilung und die Oberflächengeschwindigkeit ist am größten. Eine besondere Erwähnung verdienen die Untersuchungen am Mt. Collon- Gletscher (oder Bas Glacier d' Arolla) . Es wurden hier unterhalb einer Gefäll'stufe und entlang dem Gletscherbach Stollen vorgetrieben und diese in jeder nur möglichen Weise für Messungen ausgenützt.

Diese Untersuchungen haben noch keine eindeutige Lösung des Problems gebracht. Umsomehr mußte es ausgenützt werden, als sich am Hintereisferner eine Möglichkeit ergab, mit einem Theodolit die Geschwindigkeit am Untergrund des Gletschers zu messen.

Etwa 1 km oberhalb des Zungenendes, unmittelbar bei Punkt B, hat ein Bach, der von der Vorderen Hintereis Spitze herunterkommt, einen Tunnel unter den Gletscher gegraben. Da dieses inverse Gletschertor sehr steil ist,

auch die Felsstufen von lockerem Geröll bedeckt sind, konnte man erst im Spätherbst 1954 nach dem Eintrocknen oder Einfrieren der Bäche in den Tunnel einsteigen. Die Marke wurde so tief als möglich, daß sie von außen gerade noch sichtbar war, angebracht. Die Berechnung ergab eine Eisdicke von 45 m und 54 m Horizontalentfernung vom Gletscherrand. Genau über der Marke am Untergrund wurde auch auf der Oberfläche ein Holzstab eingebohrt. Das Ziel im Inneren des Tunnels war eine 1 m lange Holzstange, die $\frac{1}{2}$ m über der Grundmoräne in die Seitenwand des Stollens eingebohrt war. Sie wurde im Bohrloch festgekeilt und war auch noch nach einigen Tagen unverrückbar mit dem Eis verbunden. An diesen Stab war eine kleine, mit einer Batterie gespeiste Lampe angebracht, die ein einwandfreies sicheres Ziel bot.

Da der Tunnel senkrecht zur Fließrichtung verläuft und daher auch der Meßstrahl zur Fließrichtung fast genau senkrecht steht, genügte es, die Bewegung aus der Winkeländerung zu bestimmen. In einem Zeitabstand von 74 Stunden wurden die beiden Marken an der Oberfläche und im Tunnel und 2 Fernziele in 3 Sätzen mit dem Wild T 2 eingemessen. Leider konnte infolge eines Wetterumsturzes die Messung nicht mehr wiederholt werden. Das Ergebnis war eine Oberflächengeschwindigkeit von 1.4 cm pro Tag und eine Sohlengeschwindigkeit von 1.0 cm pro Tag.

Leider lässt sich die Brauchbarkeit dieser Werte

in Bezug auf allgemeine Vergleiche anzweifeln. Die Meßstelle liegt im seitlich auskeilenden Ende des Langtaufererjochferners. Es treten in diesem Bereich starke Unregelmäßigkeiten in der Bewegung auf, und das Eis ist stark von Spalten und Scherflächen durchzogen. Auch Ing. Lindig hat in diesem Bereich eine Messung in einem inversen Gletschertor durchgeführt. Seine Messtelle lag ungefähr 80 m gletscherabwärts von der oben angegebenen. In diesem noch stärker gestörten Gletscherteil erhielt er eine am Untergrund eindeutig höhere Geschwindigkeit als an der Oberfläche.

Man muß also nach einer Meßstelle suchen, die in einem Gebiet mit homogenen Bewegungsverhältnissen liegt und erst eine Reihe von Vergleichsmessungen machen eine Untersuchung wertvoll.

Die Bedeutung der hier angegebenen Messung liegt also in erster Linie darin, als Beispiel einer Meßanordnung zu dienen, die auch an anderen Gletschern brauchbare Ergebnisse liefern kann.

FLIESSGESCHWINDIGKEIT UND EISDICKE.

Durch die seismischen Messungen von O. Förtsch und H. Vidal im Sommer 1954 (lit. 27) ist für den ganzen Gletscherbereich unter 3000 m die Eisdicke verhältnismäßig genau bestimmt worden.

Nach der Formel von Lagally ist die Fließgeschwindigkeit durch die Eisdicke, die Neigung und die Elastizität des Eises zu bestimmen. Man kann, wenn die Fließgeschwindigkeit des Eises bekannt ist, die Tiefe z nach folgender Formel berechnen: $z = 8.4 \sqrt{\frac{u_0}{\sin \alpha}}$. Die Multiplikationskonstante und der Elastizitätskoeffizient des Eises sind in der Zahl 8.4 zusammengefaßt. u_0 ist die Jahresgeschwindigkeit in Metern. $\sin \alpha$ ist die Neigung der Oberfläche.

Der Vergleich zwischen den gemessenen und den gerechneten Werten ergibt keine Übereinstimmung.

	Rechnung	Messung	Rechnung: Messung
Mitte Profil I	25.3 m	55 m	0.46
II	60.2 m	125 m	0.48
III	123.9 m	248 m	0.50
IV	131.7 m	230 m	0.57
V	159.7 m	204 m	0.78
VI	183.8 m	111 m	1.66
VII	72.7 m		
VIII	92.2 m		

Wenn wir diese Werte in ein Diagramm eintragen (Diagramm 109) und durch Planimetrieren das mittlere Verhältnis bestimmen, so zeigt sich, daß die Rechnung im Firnfeld 1.52 der gemessenen Tiefe ergibt, an der Zunge nur 0.53 und im Mittel des Gesamtbereiches 0.78. Die größte Eisdicke fällt nicht mit der größten Fließgeschwindigkeit zusammen. Die größten Geschwindigkeiten treten im Profil VI auf, die größte Tiefe aber im Bereich der Einnündung des Langtaufererjochferners, also etwa 2.5 km gletscherabwärts.

Auch dieser Umstand deutet darauf hin, daß sich der Gletscher in seinem gesamten Aufbau nicht mehr im Gleichgewicht befindet. Da die Fließgeschwindigkeit wohl sicher nicht allein durch Neigung und Eisdicke, sondern auch durch den Eisnachschub von oben bestimmt wird, darf man annehmen, daß hier die Zunge in ihrer Größe nicht mehr dem Haushaltzustand entspricht. Ein großer Teil der Zunge ist daher nur mehr ein Überrest eines früheren Hochstandes der zu langsam abschmilzt.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine Übereinstimmung von Rechnungswerten nach den Formeln von Lagally mit gemessenen Werten wohl nur an einem annähernd stationären Gletscher auftreten wird.

AKKUMULATION UND ABLATION.

Durch die Vereinigung der Arbeiten von R. Rudolph und dem Verfasser zu einer Arbeitsgemeinschaft war es notwendig, die Ausarbeitung der verschiedenen Teilgebiete entsprechend aufzuteilen. Die Bearbeitung der Akkumulation und Ablation im einzelnen und in ihrer Beziehung zu den meteorologischen Daten und den Abflusmengen des Gletscherbaches übernahm R. Rudolph.

Es war jedoch für die Haushaltsberechnung unbedingt notwendig, zumindest die Jahreswerte aus Auftrag und Abschmelzung und einige wichtige Schneedichtbestimmungen heranzuziehen.

Die Messung der Akkumulations- und Ablationswerte erfolgte an den 54 Meßpegeln, die auch zur Geschwindigkeitsmessung dienten. Die Werte der 40 Pegel, die im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft nachträglich aufgestellt wurden, sind nicht in diese Arbeiten mit einbezogen worden. Das Aufstellen und das laufende Nachbohren an der Zunge erforderte sehr viel Arbeitszeit. Die verwendeten Bohrer wurden bereits in der Einleitung beschrieben.

Auch zur Messung der Schneedichte wurden zwei verschiedene Geräte verwendet. Das zuerst verwendete bestand aus einem Zylinder von 10 cm Höhe und 250 ccm Rauminhalt zum Ausstechen des Schnees. Der Zylinder wurde samt Inhalt auf einer kleinen Briefwaage gewogen. Das Arbeiten mit diesem Gerät erforderte es allerdings, einen Schacht

in den Schnee zu graben um auch zu den tieferen Schichten zu gelangen. Für die Arbeiten im zweiten Untersuchungsjahr wurde von der TIWAG (Tiroler Wasserkraftwerke A.G.) ein Schneedichtemesser zur Verfügung gestellt. Dieser bestand aus verschraubbaren Aluminiumrohren, die in den Schnee gebohrt wurden und mit dem darin steckenden Bohrkern gewogen wurden. Bei dieser leicht zu handhabenden Methode sind allerdings Fehler unvermeidbar, da beim tiefen Einbohren in den Schnee sicherlich Quetschungen oder seitliches Ausweichen des Schnees hervorgerufen wird. Für die vorliegende Arbeit ist an zwei Zeitpunkten die Schneedichte von besonderer Bedeutung. Einmal im Mai, zur Zeit des Geschwindigkeitsmaximums im Firngebiet wo augenscheinlich das Gewicht der Schneedecke die Geschwindigkeitssteigerung hervorruft und ein zweitesmal im September und Oktober am Ende des Haushaltsjahres zur Bestimmung der Massenbilanz. Die im folgenden angegebenen Werte stellen die durchschnittliche Dichte der aus dem betreffenden Jahr stammenden Schneedecke dar.

26. IV. 1953 : VII 3 - 0.34, VIII 3 - 0.34 ; 27. IV. 1953 : VI 4 - 0.36 , III 4 - 0.38 .

3. IX. 1953 : VII 3 - 0.48 ; 30. X. 1953 : 3100 m Höhe unter Weißkugeljoch - 0.51 .

Man darf also für Mai eine durchschnittliche Schneedichte von 0.35 annehmen, für das Ende des Haushaltsjahres eine Dichte von 0.5 .

In der Tabelle 55 sind für die beiden untersuchten

Haushaltsjahre die höchste gemessene Schneelage und der Jahresendstand aus Akkumulation und Ablation angegeben. Einige Werte des Sommers 1953 in den beiden untersten Profilen I und II unterliegen einer kleinen Unsicherheit durch gelegentliches Aufschmelzen einzelner Pegel. Die Daten wurden durch Vergleich mit den Nachbarpegeln ergänzt. Im zweiten Arbeitsjahr wurden die beiden obersten Firnfeldprofile VII und VIII nicht beobachtet. Um für die Haushaltsuntersuchung Werte zu haben, wurden die Auftragsmengen aus dem darunterliegenden Profil VI extrapoliert. Da hier im Durchschnitt der Akkumulationsüberschuß um 1 m größer war, wurde auch für die beiden oberen Profile ein Meter Firnüberschuß mehr angenommen als im Vorjahr.

Der Vergleich der beiden Jahre ergibt für den Winter 1953- 54 an der Zunge eine etwas geringere Schneelage, im oberen Teil des Gletschers ist sie annähernd gleich. Beim Vergleich des Jahresendstandes ergibt sich jedoch ein bedeutend anderes Bild. Dies geht deutlich aus Diagramm 110 hervor, das die Kurven aus Ablationsmenge und Seehöhe darstellt. Vom Zungenende bis 2700 m ist die Ablation in beiden Jahren fast gleich, im zweiten Jahr nur um geringes kleiner. Erst in dem über 2700 m liegenden Bereichen macht sich der Unterschied zwischen den beiden Jahren stark bemerkbar. Die Firnlinie liegt 1954 100 - 150 m tiefer und der Firnüberschuß ist bedeutend größer als im Vorjahr. Auch in den beiden Karten 29 und 30 kommt dies deutlich zur Geltung. Sie zeigen

Linien gleichen Firmüberschusses und gleicher Ablation.

Auch wenn man durch Planimetrieren aus diesen Karten die absoluten Mengen der Akkumulation und Ablation bestimmt, zeigt sich der Unterschied zwischen den beiden Jahren, obwohl die Werte durch den schon mehrmals erwähnten Umstand der unverhältnismäßig großen Zunge verschoben sind. Man erhält, reduziert auf die Dichte von Wasser 1.0 und extrapoliert auf die gesamte Gletscherfläche für 1952 - 1953 folgende Werte : Auftrag + 1.56 Mill. m³ , Abschmelzung - 10.20 Mill. m³ , Gesamtverlust - 8.84 Mill. m³ . Für 1953 - 54 : Auftrag : + 3.53 Mill. m³ , Abschmelzung - 8.49 Mill. m³ , Gesamtverlust - 4.96 Mill. m³ .

Das zweite Jahr zeigt also trotz vollkommen verändertem Ernährungszustand noch einen großen Verlust in der Massenbilanz.

Durch eine neue Methode muß also versucht werden, diese Zahlen in ihrer wahren Bedeutung für den Gletscherhaushalt auszuwerten.

DER HAUSHALT DES HINTEREIS-
FERNERS IN DEN JAHREN 1952/1953
UND 1953/1954.

Wie schon in der Einleitung kurz gesagt wurde, bietet eine Bilanz des Gletscherhaushaltes die Möglichkeit, die Wirkung eines Jahres auf den allgemeinen Ernährungszustand des Gletschers in einer klaren Form zahlenmäßig auszudrücken. Es ist besonders H.W:son Ahlmann zu danken, daß die Bedeutung einer Haushaltsberechnung für die glaziologische Forschung erkannt wurde. Er selbst hat nicht nur in verschiedenen Vorträgen Untersuchungen dieser Art gefordert, sondern bei seinen Forschungen die Haushaltsbestimmung zum folgerichtigen Endziel der Arbeit gemacht. Seine Expeditionen zum " 14. Juli- Gletscher " in Westspitzbergen und zum Hofs-Jökull am Vatna-Jökull in Island waren darauf ausgerichtet, mit einer Reihe anderer meteorologischer und glaziologischer Daten, vor allem die Unterlagen für eine Haushaltsberechnung zu gewinnen und entsprechend auszuwerten. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden in den Geografiska Annaler veröffentlicht (lit. 1 - 5) .

H.W:son Ahlmann bestimmt möglichst genau für den ganzen Gletscher sowohl Menge wie Dichte des Jahresüberschusses an Akkumulation und die Ablation. Subtrahiert man den Rauminhalt der Ablation vom Rauminhalt der Akkumulation, beide sind auf die Dichte vom Wasser 1.0

bezogen, so ergibt sich die Jahresbilanz. Da diese Untersuchungen in die Zeit eines besonders starken Gletscherrückganges fielen, ergab die Bilanz bei beiden Gletschern ein "erschreckend" großes Defizit. Diese Methode berücksichtigt jedoch nicht, daß eine Veränderung im Ernährungszustand eines Gletschers je nach der Größe desselben erst nach einer kürzeren oder längeren Zeitspanne sich über den ganzen Gletscher bemerkbar macht. Ist zum Beispiel bei einem langen Gletscherrückgang die Zunge diesem Rückgang erst verzögert gefolgt, so ist das Ablationsgebiet zu groß und bewirkt im Vergleich zum Auftrag zu großen Massenverlust. Die auf diesem Wege gewonnenen Ergebnisse bringen also wohl die absoluten Zahlen der Volumsbilanz, können aber eingetretene Veränderungen am Gletscherhaushalt nicht in vollem Maße anzeigen. Sie charakterisieren den Zustand des Gletschers nur dann, wenn er seit einer Reihe von Jahren sich zurückzog, stationär blieb oder vorstieß.

Eine Haushaltsberechnung muß daher die verzögerte Auswirkung in den unteren Teilen des Gletschers ausschalten und die Ernährungslage des Firngebietes gesondert betrachten. Das heißt, sie muß das Verhältnis des Jahresüberschusses der Akkumulation zum jährlichen Abfluß aus dem Firngebiet untersuchen.

In der Veröffentlichung "Eishaushalt von Gletschern und Niederschläge in den Gletschergebieten" (lit. 25) erläutert R. Finsterwalder eine Methode

zur Bestimmung des Akkumulationsüberschusses, die in umgekehrter Arbeitsweise auch zur Bestimmung des Eishaushaltes dienen kann. Sie erfüllt die oben gestellten Forderungen. Sie wurde besonders auf Expeditionen, 1928 in Pamir und 1934 am Nanga Parbat durch R. Finsterwalder und 1938 durch W. Pillewizer in Spitzbergen mit Erfolg angewendet. Durch Messungen im Firngebiet bestimmt man annähernd den Akkumulationsüberschuß. Aus Geschwindigkeitsmessungen in einem Profil nahe der Firnlinie wird nach Lagally die Eisdicke und der Durchfluß errechnet. Eine leider große Unsicherheit ergibt sich aus der Ungenauigkeit der auf diese Weise berechneten Durchflußmenge. Das Verhältnis des Auftrags zur Durchflußmenge zeigt den Zustand der Ernährung an.

Auf Grund der großen Zahl verschiedener Messungen ergab sich am Hintereisferner eine vollkommen neue Möglichkeit einer Bestimmung des Gletscherhaushaltes. Diese Methode hemützt dazu die vertikale Komponente der Gletscherbewegung. Sie gründet sich auf 2 grundsätzliche Feststellungen:

Da an einem stationären Gletscher die Oberfläche von Jahr zu Jahr konstant bleibt, muß zu ihrer Erhaltung der Auftrag oder die Abschmelzung von der vertikalen Bewegung ausgeglichen werden. Im Nährgebiet muß also im

Jahr, die infolge der vertikalen Bewegung einsinkende Firnmasse dem Betrag entsprechen, den der Jahresüberschuß der Akkumulation bringt. Demgemäß ergänzt im Zehrgebiet das infolge der vertikalen Bewegung relativ zur Oberfläche aufsteigende Eis den Verlust durch die Ablation. Durch Vergleich der Beträge von Auftrag oder Abschmelzung mit den Beträgen der vertikalen Bewegung kann der Ernährungszustand für jeden einzelnen Punkt des Gletschers, von dem entsprechende Messungen vorliegen, bestimmt werden.

Der folgende Satz behält seine Gültigkeit, auch wenn Auftrag und Abschmelzung, der allgemeine Ernährungszustand des Gletschers und das Größenverhältnis von Nährgebiet und Zehrgebiet vollkommen außer Acht gelassen werden.

Wenn man die Schmelzung am Untergrund des Gletschers unberücksichtigt läßt, so muß die Volumsänderung im Nährgebiet (bezogen auf die Dichte des Wassers 1.0) durch das jährliche Einsinken gleich

groß sein, wie die Volumsänderung (Dichte 1.0) durch das Aufsteigen der Bewegungslinien im Zehrgebiet. Daher entspricht diese Menge auch dem jährlichen Durchfluß (Dichte 1.0) durch das Querprofil der Firnlinie.

Die Gewinnung der notwendigen Werte für die Haushaltsbestimmung ist aus Tabelle 56 ersichtlich. Die Endwerte der Tabelle 54 wurden extrapoliert und ergaben die vertikale Bewegung für ein Jahr. Durch Reduzieren dieses Wertes auf die geneigte Oberfläche erhalten wir die durch die vertikale Bewegung hervorgerufene Höhenänderung (Karte 31). Positives Vorzeichen bedeutet Aufsteigen der Bewegung aus der Oberfläche, negatives bedeutet Einsinken. Addiert man den Jahreswert aus Akkumulation (+) oder Ablation (-) eines Punktes zum Bewegungswert, so erhält man die Bilanz des betreffenden Punktes. Das ist die Höhenänderung der Jahresoberfläche, resultierend aus Bewegung und Auftrag oder Abschmelzung. Ist also der Bilanzwert negativ, so hat sich die Oberfläche gesenkt und der Ernährungszustand ist daher negativ. Positive Bilanz bedeutet Hebung der Oberfläche und positiven Ernährungszustand. Diese Werte sind in den Karten 32 und 33 dargestellt.

Auch hier konnten durch Planimetrieren in den Karten die verschiedenen Volumen berechnet werden. Die Werte wurden auf die Gesamtfläche des Gletschers extra-

poliert und auf die Dichte des Wassers 1.0 bezogen.

Besonders die Berechnung der Volumsänderung durch die vertikale Bewegung brachte gute Resultate. Es ergab sich ein Einsinken im Firngebiet von - 2.18 Mill. m³ Wasser, das heißt diese Menge wurde auch gletscherabwärts abtransportiert. An der Zunge stiegen durch die vertikale Bewegung Eismengen mit dem Wasserwert von + 2.11 Mill. m³ auf. Es ergibt sich die unerwartet geringe Differenz von - 0.07 Mill. m³. Diese Differenz würde, wenn die Berechnung fehlerfrei wäre, den Eisverlust durch die Druckschmelze und die Erdwärme am Untergrund darstellen. Das wäre für den Durchschnitt der Gesamtfläche des Gletschers ein Verlust von 0.75 cm Wasser. Wenn auch in letzter Zeit der Betrag der Abschmelzung am Untergrund allgemein als sehr klein angenommen wird, ist dieser errechnete Wert doch zu gering. Wenn auch die vertikale Bewegung genau gemessen wurde, ergeben sich doch eine Reihe von Fehlerquellen aus der Bestimmung der Oberflächenneigung des Gletschers mit Hilfe der Karte, durch das Einzeichnen in die Karte und durch zuwenig genaues Planimetrieren. Es lässt sich trotzdem aus dem Wert feststellen, daß trotz der enthaltenen Fehler, die oben gemachten Angaben berechtigt sind. Es ist noch besonders darauf hinzuweisen, daß die errechneten 2.18 Mill. m³ Wasser, die im Firngebiet einsinken, auch dem Durchfluß durch das Profil der Firnlinie entsprechen.

Aus den in den Karten 32 und 33 eingetragenen

örtlichen Bilanzbestimmungen, lässt sich für Nährgebiet und Zehrgebiet eine getrennte Haushaltsberechnung durchführen. Für das Haushaltsjahr 1952 - 53 ergibt sich auch für das Firngebiet ein Verlust von - 3.28 Mill. m³ Firn, das sind - 1.64 Mill. m³ Wasser. Die Zunge verlor - 8.01 Mill. m³ Eis oder 7.21 Mill. m³ Wasser. Das ist für den gesamten Gletscher ein Verlust von - 8.85 Mill. m³ Wasser, oder als Höhenänderung ausgedrückt, ein durchschnittlicher Höhenverlust von - 95 cm. Das Haushaltsjahr 1953-1954 hat jedoch im Firngebiet eine positive Bilanz mit einem Firnüberschuß von + 1.50 Mill. m³ oder + 0.75 Mill. m³ Wasser. Im Nährgebiet sind in diesem Jahr - 6.92 Mill. m³ Eis, das sind - 6.22 Mill. m³ Wasser verloren gegangen. Das ist für den ganzen Gletscher ein Verlust von - 5.47 Mill. m³ Wasser oder ein durchschnittlicher Höhenverlust von - 59 cm. Auch hier wird, wenn man die Gesamtbilanz des Gletschers betrachtet, der Wert durch die zu lange Zunge und die entsprechend erlahmende Bewegung verfälscht.

Eine ungefähre Kontrolle der errechneten Werte ergibt sich daraus, daß die Eismasse durch die Bewegung nur verlagert und nicht verändert wird. Die Gesamtsumme aus Akkumulation und Ablation soll daher mit der Summe der Bilanzberechnung übereinstimmen. Allerdings ist auch hier die unbekannte Größe der Abschmelzung am Untergrund des Gletschers enthalten. Trotzdem ergibt sich für das Jahr 1952 - 53 eine erstaunliche Übereinstimmung.

Die Summe aus Auftrag und Abschmelzung ergab - 8.84 Mill. m³, die Bilanzberechnung - 8.85 Mill. m³. Die Fehler durch die ungenaue Bestimmung der Oberflächenneigung und durch das Interpolieren beim Eintragen in die Karte, lassen für das Jahr 1953 - 54 keine so gute Übereinstimmung zu. Aus Akkumulation und Ablation ergibt sich ein Massenverlust von - 4.96 Mill. m³ und aus der Bilanzberechnung ein Verlust von 5.47 Mill. m³. Der Fehler bleibt also immer noch in einem Bereich von 10 %.

Ein vollkommen fehlerfreies Arbeiten nach dieser Methode wäre nur mit einem ganz dichten Netz von Meßpegeln und einem riesigen Arbeitsaufwand möglich. Die oben angegebenen gegenseitigen Kontrollen zeigen nur einen maximalen Fehler von 10 %. Da für eine Haushaltsberechnung auf jeden Fall verschiedene Faktoren nur äusserst schwer zu bestimmen sind, ist dieser Fehler absolut noch tragbar. Diese kontrollierten Ergebnisse beweisen die Richtigkeit der Arbeitshypothese dieser Berechnung und zeigen, daß diese Methode auch praktisch anwendbar ist. Die Arbeitsweise dieser Berechnung ermöglicht es also, die Gesamtbilanz so in einzelne Abschnitte aufzuschlüsseln, wie es bereits am Beginn dieses Kapitels gefordert wurde. Diese Methode kann für Nährgebiet und Zehrgebiet, aber bei Bedarf auch für noch kleinere Gletscherabschnitte, getrennt die Bilanz und damit den Ernährungszustand bestimmen.

In der vorliegenden Arbeit wurde mehrmals als

Grund für irgendeine Erscheinung die Überlänge der Zunge des Hintereisferners angegeben. Die oben angeführten Berechnungen geben uns auch die Möglichkeit eine Zunge zu konstruieren, die dem Ernährungszustand des Firngebietes entspricht. Man kann damit beweisen, daß ein großer Teil der Zunge der Überrest eines früheren Hochstandes ist. Dafür müssen notwendigerweise 3 Dinge bekannt sein, die Durchflußmenge durch das Profil der Firnlinie (aus der Volumsänderung durch die vertikale Bewegung = 2.18 Mill. m^3 / Jahr), der Untergrund des Gletschers (durch die seismischen Messungen von O. Förtsch und H. Vidal) und die Ablation in den verschiedenen Höhenstufen (Diagramm 110) . Es wurde auf empirischem Weg eine Zunge mit einer entsprechenden Oberfläche konstruiert daß die Ablation gleich dem Nachschub von 2.18 Mill. m^3 war. Die Firnlinie wurde bei 2950 m angenommen und die darüber liegenden Gletscherbereiche bei der Konstruktion außer Acht gelassen. Erst der vierte Konstruktionsversuch brachte das gewünschte Resultat für die Ablation. Es entstand dabei eine theoretische Zunge von nur 2100 m Länge zwischen Firnlinie und Gletscherende. Die heutige Zunge hat aber eine Länge von 5300 m . Noch deutlicher beweist ein Vergleich der Volumen der wahren und der konstruierten Zunge die Überlänge des Hintereisferners. Während die tatsächliche Zunge 460.8 Mill. m^3 Eis enthält, könnte die jetzige Ernährungslage des Gletschers, entsprechend den gegebenen Formen des Untergrundes, nur eine Zunge mit 97.0 Mill. m^3 Volumen erhalten. Die

Zunge ist also um 363 Mill. m³ Eis zu groß. Das Ende der konstruierten Zunge würde direkt unter der Einmündung des Langtauferer Jochferners liegen, derselbe hätte keine Verbindung mehr mit dem Hauptgletscher. Die konstruierte Zunge ist in der Karte 34 dargestellt.

Nach dem Beweis der Richtigkeit und der Verwendbarkeit dieser Methode soll diese zuletzt angeführte Berechnung zeigen, daß die Anwendung dieser neuen Art der Haushaltsbestimmung berechtigt und notwendig ist.

Die vorliegende, 1952 - 1953 an Hintereisferner durchgeführte Arbeit hat die Akkumulation und die Ablation und besonders die Gletscherbewegung, in horizontale und vertikale Komponente getrennt, untersucht. Das Endziel der Arbeit war es, diese Ergebnisse zusammenzufassen und daraus den Gletscherhaushalt der zwei Untersuchungsjahre zu bestimmen.

Die Untersuchung der horizontalen Gletscherbewegung brachte besonders gute Ergebnisse. In einem Gebiet knapp über der Firnlinie zeigte sich die für den flachen Hintereisferner überraschend hohe Geschwindigkeit von durchschnittlich 10 cm pro Tag, die bis zu 14 cm ansteigen konnte. Die jahreszeitliche Schwankung der Bewegung erfährt im Längsverlauf des Gletschers sehr starke Veränderungen. Die Geschwindigkeitsmaxima treten in Form von Druckwellen auf, die sich mit einer Geschwindigkeit von 50 - 70 m pro Tag gletscherabwärts bewegen. Der Schwankungsaussschlag kann mehr als $\pm 50\%$ betragen.

Eine Untersuchung der jahreszeitlichen Schwankungen der vertikalen Bewegungskomponente war wegen der unerwartet großen Fehler durch die Refraktion nicht möglich. Im gesamten ausgewertet ergab sie jedoch gute Werte für die im Nährgebiet relativ zur Oberfläche einsinkende und

im Zehrgebiet aufsteigende Tendenz der Bewegung.

Messungen der tageszeitlichen Schwankung der Gletscherbewegung und der Bewegung am Untergrund des Gletschers müssen, mangelnden Vergleichsmaterials, als Versuche und als Beispiele einer brauchbaren Messanordnung bewertet werden.

Die Bestimmung von Auftrag und Abtrag an 54 Meßpegeln, die auch zur Ermittlung der Gletscherbewegung dienten, brachte weitere für die Haushaltsberechnung notwendige Werte. Die beiden Beobachtungsjahre waren sehr verschieden. Im Sommer 1953 lag die Firnlinie durchschnittlich bei 3050 m, 1954 aber nur bei 2900 m. Der Auftrag war im Firngebiet dementsprechend um vieles größer. (1953 - 1954). Unter 2700 m war in beiden Jahren die Ablation nahezu gleich groß. Es ergab sich für beide Jahre im gesamten ein Massenverlust, er war aber 1952 -53 fast doppelt so groß wie im Jahr darauf.

Da 1953 - 54 trotz großer Firnrücklagen sich in der gesamten Massenbilanz ein Defizit ergab, das auf eine Überlänge der Zunge hinwies war es notwendig, die Haushaltsberechnung für Firngebiet und Zunge getrennt durchzuführen. Eine neue Methode dafür errechnet den Haushalt, für jeden Punkt getrennt, daraus, ob die Summe der Höhenänderung durch die vertikale Bewegung und der Akkumu-

L I T E R A T U R .

1. H.W:son Ahlmann:
Scientific results of the Swedish - Norwegian Arctic Expedition in the summer of 1931.
Abdruck aus Geografiska Annaler 1933, Stockholm 1934.
2. H. W:son Ahlmann :
Researches on snow and ice 1918 - 1940.
Geogr.Journal 107, 1946, S. 11 - 28.
3. H.W:son Ahlmann ; H.U. Sverdrup; Hilding Olsson :
Scientific results of the Norwegian -Swedish Spitzbergen - Expedition 1934.
Abdruck aus Geografiska Annaler 1935, 1936, Stockholm 1936.
4. H. W:son Ahlmann ; Sigurdur Thorarinsson :
The Vatna Jökull Glacier.
The Geographical Review, Bd 28 No 3, Juli 1938, S.412-438.
5. H. W:son Ahlmann, Sigurdur Thorarinsson :
Vatna Jökull : Scientific results of the Swedish-Islandic investigations 1936 - 1937 - 1938.
Abdruck aus Geografiska Annaler 1937 - 1940, 1943,
Stockholm 1943.
6. A. Blümcke :
Studien am Hintereisferner.
Mitteilungen des D.u.Ö.A.V., Band 23, 1897, Seite 238.
7. A. Blümcke :
Gletschermessungen im Ötztal.
Mitteilungen des D.u.Ö.V., Band 25, 1899, S. 149, 150.

8. A. Blümcke ; S. Finsterwalder :
Zeitliche Änderungen in der Geschwindigkeit der Gletscherbewegung.
Sitzungsberichte der Bayrischen Akademie der Wissenschaft, Band 25, 1905, Seite 109 - 131.
9. A. Blümcke; S. Finsterwalder :
Die Gletscherbewegung mit Berücksichtigung ihres senkrechten Anteils.
Z.f.Glkde. Band 1, 1906 - 1907, Seite 4 - 20.
10. A. Blümcke; H. Hess:
Gletschermessungen im Ötztal.
Mitt.d. D.u.Ö.A.V., Band 19, 1893, Seite 268, 269.
11. A. Blümcke; H. Hess:
Studien am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 21, 1895, Seite 91,92.
12. A.Blümcke; H.Hess:
Studien am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 22, 1896,Seite 46 - 48.
13. A. Blümcke; H. Hess :
Untersuchungen am Hintereisferner.
Wissenschaftl. Ergänzungsheft 2, Z.d.D.u.Ö.A.V., 1899,
14. A. Blümcke; H. Hess :
Beobachtungen an den Gletschern des Rofentales.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 26, 1900, Seite 39 - 41.
15. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 27, 1901, Seite 280 - 283.

16. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 28, 1902, Seite 254 - 255.
17. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 30, 1904, Seite 33.
18. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 31, 1905, Seite 45 - 47.
19. A. Blümcke; H. Hess :
Untersuchungen am Hintereisferner 1906.
Z.f.Glkde., Band 2, 1907 - 1908, Seite 66.
20. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner im Sommer 1908.
Z.f.Glkde., Band 3, 1908 - 1909, Seite 232 - 236.
21. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner 1909.
Z.f.Glkde., Band 4, 1909 - 1910, Seite 66 - 70.
22. A. Blümcke; H. Hess :
Tiefbohrungen am Hintereisferner 1910.
Z.f.Glkde., Band 5, 1910 - 1911, Seite 151, 152.
23. S. Finsterwalder :
Ein neues Ergebnis der Bohrungen am Hintereisferner.
Mitt.d.D.u.Ö.A.V., Band 32, 1906, Seite 88.
24. R. Finsterwalder :
Geschwindigkeitsmessungen an Gletschern mittels Photo-
grammetrie. Z.f.Glkde., Band 19, 1931, Seite 251-262.

25. R. Finsterwalder :
Eishaushalt von Gletschern und Niederschläge in
Gletschergebieten.
Geolog.Rundschau, Band 34, 1944, Heft 7,8, Seite 705-712.
26. R. Finsterwalder :
Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückganges
an Ostalpengletschern.
Z.f.Glkde., Band 2, 1953, Seite 189 - 239.
27. O. Förtsch; H. Vidal :
Glaziologische und glazialgeologische Ergebnisse seis-
mischer Messungen an Ötztaler Gletschern.
Z.f.Glkde., Band 3, 1956.
28. H. Friedel :
Die Pflanzenbesiedlung im Vorfeld des Hintereisferners.
Z.f.Glkde., Band 26, 1938, Seite 215 - 239.
29. R. Haefeli :
Some Observations on Glacier Flow.
Journal of Glaciology, 1951, Vol. 1, No 9, 496 - 500.
30. R. Haefeli :
Observations on the Quasi-viscous Behaviour of Ice in
a Tunnel in the Z'Mutt Glacier.
Journal of Glaciology 1952, Vol. 2, No 12, 94 - 99.
31. R. Haefeli; F. Brentani :
Observations in a cold Ice cap.
Part I., Journal of Glaciology, Vol. 3, No 18, okt. 55, 571-582.
Part II., " " " " " 2, " 19, march 56, 623-30.

32. H. Hess :
Bericht über die Arbeiten am Hintereis- und Vernagtferner
im Ötztal im Sommer 1915.
Z.f.Glkde., Band 10, 1916, 1917, Seite 117 - 119.
33. H. Hess :
Die Gletscher des Rofentales.
Z.f.Glkde., Band 10, 1916, 1917, Seite 158 - 166.
34. H. Hess :
Beobachtungen an den Gletschern im Hintergrund des
Venter Tales im Ötztal 1918 - 1919.
Z.f.Glkde., Band 11, 1918, Seite 188 - 190.
35. H. Hess :
Nachmessungen an den Gletschern des Rofentales.
Z.f.Glkde., Band 12, 1921, 1922, Seite 168, 169.
36. H. Hess :
Beobachtungen an den Gletschern des Rofentales.
Z.f.Glkde., Band 13, 1923, 1924, Seite 139.
37. H. Hess :
Der Hintereisferner 1893 - 1922.
Z.f.Glkde., Band 13, 1923, 1924, Seite 145 - 203.
38. H. Hess :
Hintereisfernernachlese.
Z.f.Glkde., Band 17, 1929, Seite 47 - 65.
39. H. Hess :
Beobachtungen am Hintereisferner 1919 - 1929.
Z.f.Glkde., Band 18, 1930, Seite 220 - 226.

40. H. Hess :
Nachmessungen am Hintereis- und Vernagtferner.
(Bericht über Gletschermessungen im Ötztal).
Z.f.Glkde., Band 19, 1931, Seite 132 - 133.
41. H. Hess :
Nachmessungen am Hintereis- und Vernagtferner.
(Bericht über Gletschermessungen im Ötztal).
Z.f.Glkde., Band 21, 1933, 1934, Seite 160 - 162.
42. H. Hess :
Die Bewegung im Innern des Gletschers.
Z.f.Glkde., Band 22, 1935, Seite 1 - 35.
43. H. Hess :
Über den Zustand des Eises im Gletscher.
Z.f.Glkde., Band 26, 1939, Seite 1 - 16.
44. H. Janetscheck :
Tierische Successionen auf hochalpinem Neuland.
Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins
Innsbruck, Band 48, 49, 1949.
Schlern-Schriften Band 67, Innsbruck 1949.
45. R.v. Klebelsberg :
Ergebnisse der Gletschermessungen des Ö.A.V. in den
Österreichischen Alpen 1951 und 1952.
Z.f.Glkde., Band 2, 1953, Seite 331 - 343.
46. H. Lichte :
Geodätische Messungen auf dem grönländischen Inlandeis.
Z.f.Vermessungswesen 82, Heft 3, März 1957, Seite 65-73.

47. M.F. Perutz :
Direct measurements of velocity distribution in a
vertical profile through a glacier.
Journal of Glaciology, Vol. 1, No 5, 1949, 249.
" " " " 1, No 7, 1950, 282 - 283.
48. W. Pillewizer :
Photogrammetrische Gletscheruntersuchungen im Sommer 1935.
Z.d. Ges.f.Erdkunde Berlin, 1938, Seite 367 - 372.
49. W. Pillewizer :
Zur Frage jahreszeitlicher Schwankungen in der Geschwin-
digkeit der Gletscherbewegung.
Z.f.Glkde., Band 1, 1950, Seite 29 - 38.
50. A. Renaud :
Observations on the Surface Movement and Ablation of
the Gorner Glacier.
Journal of Glaziology, 1952, Vol. 2, No 11, 54 - 57.
51. H. Schatz :
Nachmessungen am Hintereisferner und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 21, 1933, 1934, Seite 160 - 162.
52. H. Schatz :
Nachmessungen am Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 22, 1935, Seite 186 - 192.
53. H. Schatz :
Nachmessungen am Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 23, 1935, Seite 108 - 112.

54. H. Schatz :
Nachmessungen am Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 24, 1936, Seite 161 - 165.
55. H. Schatz :
Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 25, 1937, Seite 197 - 202.
56. H. Schatz :
Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 26., 1939, Seite 152 - 156.
57. H. Schatz :
Hintereisferner und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 27, 1941, Seite 136 - 141.
58. H. Schatz :
Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 28, 1942, Seite 84 - 87.
59. H. Schatz :
Hintereis- und Vernagtferner.
Z.f.Glkde., Band 29, 1943, Seite 118 - 120.
60. H. Schatz :
Nachmessungen im Gebiet des Hintereis- und Vernagt-
ferners in den Jahren 1939 - 1950.
Z.f.Glkde., Band 2, 1953, Seite 135 - 138.
61. H. u. A. Schlagintweit :
Untersuchungen über die physikalische Geographie
der Alpen.
Verlag Ambrosius Barth, Leipzig, 1850.

62. R.P. Sharp :

Deformation of a vertical Bore Hole in a Piedmont Glacier.

Journal of Glaciology , Vol 2, No 13, 1953, 182 - 184.

63. R. Streiff - Becker :

Zur Dynamik des Firneises.

Z.f.Glkde., Band 26, 1938, Seite 1 - 21.

64. R. Streiff - Becker :

Extrusion flow in Glaciers.

Journal of Glaciology, Vol.2, No 13, 1953, 181 - 182.

Tabelle 1 : Fließgeschwindigkeit I 1
Standpunkt P A, Fixpunkt P B, $e_0 = 180 \text{ m}$, $\varphi = -86,9^\circ$.

Datum	φ_0	S	ΔS	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	-72,4919 ⁸	-390,32m				
1.3.53.	-72,4842	-390,20	0,12		29	0,4
30.3.53.	-72,4790	-390,11	0,09		29	0,3
28.4.53.	-72,4635	-389,86	0,25		29	0,9
29.7.53.	-72,0748	-383,69	6,17	-5,40	92	0,8
6.9.53.	-72,0531	-383,34	0,35		39	0,9
13.10.53.	-73,8382	-413,08				
28.10.53.	-73,8273	-412,88	0,20		15	1,3
4.12.53.	-73,8121	-412,61	0,27		37	0,7
9.3.54.	-73,7913	-412,24	0,37		95	0,4
2.5.54.	-73,7849	-412,13	0,11		54	0,2
13.6.54.	-73,7745	-411,94	0,19		42	0,5
3.8.54.	-73,7482	-411,48	0,46		61	0,8
23.10.54.	-73,6976	-410,59	0,89		81	1,1
Mittel 13.10.53 - 23.10.54			2,49		375	0,66

Tabelle 2 : Fließgeschwindigkeit I 2
Standpunkt P A, Fixpunkt P B, $e_0 = 201 \text{ m}$, $\varphi = -93,1^\circ$.

Datum	φ_0	S	ΔS	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	-70,5043 ⁸	-402,33m				
1.3.53.	-70,4949	-402,18	0,15		29	0,5
30.3.53.	-70,4865	-402,05	0,13		29	0,4
28.4.53.	-70,4649	-401,71	0,34		29	1,2
29.7.53.	-70,1859	-397,35	4,36	-3,10	92	1,4
6.9.53.	-70,1460	-396,73	0,62		39	1,6
13.10.53.	-70,1186	-396,31	0,42		27	1,6
28.10.53.	-70,1149	-396,25	0,06		15	0,4
4.12.53.	-70,0962	-395,96	0,29		37	0,8
9.3.54.	-70,0801	-395,72	0,24		95	0,3
2.5.54.	-70,0732	-395,61	0,11		54	0,2
13.6.54.	-70,0616	-395,43	0,18		42	0,4
3.8.54.	-70,0315	-394,97	0,46		51	0,9
23.10.54.	-69,7394	-390,53	4,44	-3,15	81	1,6
Mittel 13.10.53 - 23.10.54			2,63		375	0,70

Tabelle 3 : Fließgeschwindigkeit I 3
 Standpunkt P A, Fixpunkt P B, $e_0 = 220 \text{ m}$, $\varrho = -97,9\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
31.1.53.	-68,1685	-402,70 m				
1.3.53.	-68,1603	-402,58	0,12		29	0,4
30.3.53.	-68,1481	-402,39	0,19		29	0,7
28.4.53.	-68,1180	-401,94	0,45		29	1,6
29.7.53.	-67,6400	-394,88	7,06	-6,50	92	0,6
6.9.53.	-67,7111	-395,91	-1,03	+1,40	39	0,9
13.10.53.	-67,6884	-395,59	0,32		27	1,2
28.10.53.	-67,6833	-395,51	0,08		15	0,5
4.12.53.	-67,6553	-395,10	0,41		37	1,1
9.3.54.	-67,6301	-394,73	0,37		95	0,4
2.5.54.	-67,6167	-394,53	0,20		54	0,4
13.6.54.	-67,6051	-394,37	0,16		42	0,4
3.8.54.	-67,5765	-393,95	0,42		51	0,8
23.10.54.	-67,4815	-392,57	1,38		81	1,7
Mittel 13.10.53 - 23.10.54			3,34		375	0,89

Tabelle 4 : Fließgeschwindigkeit I 4
 Standpunkt P A, Fixpunkt P B, $e_0 = 197 \text{ m}$, $\varrho = -85,8\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.12.53.	-39,6001	-141,25m				
9.3.54.	-39,5935	-141,22	0,03		95	0,03

Tabelle 5 : Fließgeschwindigkeit I 5
 Standpunkt P A, Fixpunkt P B, $e_0 = 260 \text{ m}$, $\varrho = -83,7\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.12.53.	-29,9897	-132,420m				
9.3.54.	-29,9879	-132,415	0,005		95	0,005
2.5.54.	-29,9869	-132,412	0,003		54	0,005
13.6.54.	-29,9863	-132,410	0,002		42	0,005

Tabelle 6 : Fließgeschwindigkeit II 1
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 57 \text{ m}$, $\rho = +89,1\text{‰}$.

Datum	φ_0	S	ΔS	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	+16,7269 ⁸	+15,33 ^m				
1.3.53.	+16,8715	+15,47	0,14		29	0,5
30.3.53.	+16,9340	+15,53	0,06		29	0,2
28.4.53.	+16,9994	+15,59	0,06		29	0,2
29.7.53.	+21,3497	+19,87	4,28	-4,10	92	0,2
4.9.53.	+19,1954	+17,73	-2,14	+2,25	37	0,3
13.10.53.	+19,3180	+17,85	0,12		29	0,4
28.10.53.	+19,3704	+17,90	0,05		15	0,3
4.12.53.	+19,4646	+17,99	0,09		37	0,2
9.3.54.	+19,5540	+18,08	0,09		95	0,1
12.6.54.	+19,6448	+18,17	0,09		95	0,1
3.7.54.	+19,6540	+18,18	0,01		21	0,05
3.8.54.	+19,6684	+18,19	0,01		31	0,03
9.10.54.	+19,6868	+18,21	0,02		37	0,05
23.10.54.	+19,7516	+18,27	0,06		14	0,4
Mittel 13.10.53 - 23.10.54			0,42		375	0,11

Tabelle 7 : Fließgeschwindigkeit II 2
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 156 \text{ m}$, $\rho = +87,9\text{‰}$.

Datum	φ_0	S	ΔS	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	+27,5027 ⁸	+71,93 ^m				
1.3.53.	+27,6845	+72,47	0,54		29	1,9
30.3.53.	+27,8563	+72,98	0,51		29	1,8
28.4.53.	+28,0418	+73,53	0,55		29	1,9
29.7.53.	+30,2731	+80,33	6,80	-5,20	92	1,7
4.9.53.	+15,9525	+39,93				
13.10.53.	+16,1519	+40,45	0,52		29	1,8
28.10.53.	+16,2731	+40,77	0,32		15	2,1
4.12.53.	+16,4394	+41,34	0,57		37	1,5
9.3.54.	+17,0358	+42,77	1,43		95	1,5
12.6.54.	+17,5843	+44,22	1,45		95	1,5
3.7.54.	+17,7092	+44,45	0,33		21	1,6
3.8.54.	+17,8368	+44,89	0,34		31	1,1
9.10.54.	+19,1918	+48,51	3,62	-3,00	37	1,7
23.10.54.	+19,2765	+48,73	0,22		14	1,6
Mittel 13.10.53 - 23.10.54			5,28		375	1,41

Tabelle 8 : Fließgeschwindigkeit II 3
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 247 \text{ m}$, $\varrho = +87,9\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	+24,5705 ^B	+100,36m				
1.3.53.	+24,7185	+101,03	0,67		29	2,3
30.3.53.	+24,8605	+101,68	0,65		29	2,2
28.4.53.	+25,0159	+102,38	0,70		29	2,4
29.7.53.	+26,6984	+110,12	7,74	-5,50	92	2,4
4.9.53.	+16,9824	+67,50				
13.10.53.	+17,1619	+68,25	0,75		29	2,6
29.10.53.	+17,2717	+68,70	0,35		15	2,3
4.12.53.	+17,4663	+69,52	0,82		37	2,2
9.3.54.	+17,9478	+71,54	2,02		95	2,2
12.6.54.	+18,4912	+73,83	2,29		95	2,4
3.7.54.	+18,6541	+74,52	0,69		21	3,3
3.8.54.	+18,7464	+74,91	0,39		31	1,3
9.10.54.	+19,2228	+76,94	2,03	-1,20	37	2,2
23.10.54.	+19,3032	+77,28	0,36		14	2,6
Mittel 13.10.53. - 23.10.54.			7,75		375	2,06

Tabelle 9 : Fließgeschwindigkeit II 4
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 243 \text{ m}$, $\varrho = +87,9\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	+22,2825 ^B	+88,71m				
1.3.53.	+22,3837	+89,14	0,43		29	1,5
30.3.53.	+22,4998	+89,65	0,51		29	1,8
28.4.53.	+22,6294	+90,21	0,56		29	1,9
29.7.53.	+24,0121	+96,26	6,05	-4,20	92	2,0
4.9.53.	+21,2793	+84,39				
13.10.53.	+21,4293	+85,06	0,67		29	2,3
28.10.53.	+21,5112	+85,38	0,32		15	2,1
4.12.53.	+21,6682	+86,06	0,68		37	1,8
9.3.54.	+22,0429	+87,67	1,61		95	1,7
12.6.54.	+22,4524	+89,44	1,77		95	1,9
3.7.54.	+22,6351	+90,23	0,79		21	3,8
3.8.54.	+22,7039	+90,53	0,30		31	1,0
9.10.54.	+23,4931	+93,98	3,45	-2,60	37	2,3
23.10.54.	+23,5584	+94,36	0,28		14	2,0
Mittel 13.10.53. - 23.10.54.			6,60		375	1,8

Tabelle 10 : Fließgeschwindigkeit II 5
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 312 \text{ m}$, $\varphi = +85,0^{\text{E}}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
31.1.53.	+18,2943	+92,21				
1.3.53.	+18,3734	+92,63	0,42		29	1,4
30.3.53.	+18,4710	+93,15	0,52		29	1,8
28.4.53.	+18,5778	+93,72	0,57		29	2,0
29.7.53.	+19,7696	100,13	6,41	-4,50	92	2,1
4.9.53.	+11,7287	+58,14				
13.10.53.	+11,8545	+58,78	0,64		29	2,2
29.10.53.	+11,9161	+59,08	0,30		15	2,0
4.12.53.	+12,0611	+59,83	0,75		37	2,0
9.3.54.	+12,4176	+61,64	1,81		95	1,9
12.6.54.	+12,7642	+63,41	1,77		95	1,9
3.7.54.	+12,9472	+64,34	0,93		21	4,4
3.8.54.	+13,0130	+64,68	0,34		31	1,1
9.10.54.	+13,4489	+66,91	2,23	-1,40	37	2,3
23.10.54.	+13,5088	+67,22	0,31		14	2,2
Mittel 13.10.53. - 23.10.54.			7,04		375	1,9

Tabelle 11 : Fließgeschwindigkeit II 6
Standpunkt P B, Fixpunkt P A, $e_0 = 358 \text{ m}$, $\varphi = +82,3^{\text{E}}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
13.10.53	+5,7126	+32,21				
28.10.53	+5,7731	+32,55	0,34		15	2,3
4.12.53	+5,8873	+33,20	0,65		37	1,8
9.3.54.	+6,1710	+34,81	1,61		95	1,7
12.6.54.	+6,4988	+36,67	1,86		95	2,0
3.7.54.	+6,6009	+37,29	0,62		21	2,9
3.8.54.	+6,7496	+38,10	0,81		31	2,6
9.10.54.	+7,0093	+39,58	1,48		37	4,0
23.10.54.	+7,0654	+39,90	0,32		14	2,3
Mittel 13.10.53. - 23.10.54.			7,69		375	2,05

Tabelle 12 : Fließgeschwindigkeit III 1
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. Hinteren Eis, $e_0=55m$, $\varphi = -18,28$

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
29.7.53.	+23,7050 ^B	+21,48m				
4.9.53.	+23,7425	+21,52	0,04			
31.10.53.	+25,1605	+22,94	1,42	-1,30	37	0,1
5.12.53.	+25,2406	+23,03	0,09		57	0,2
9.3.54.	+26,0577	+23,86	0,83		35	0,3
2.5.54.	+26,5233	+24,34	0,48		94	0,9
12.6.54.	+27,4632	+25,32	0,98		54	0,9
3.7.54.	+27,4994	+25,35	0,03	-0,80	41	0,4
17.9.54.	+27,7142	+25,58	0,23		21	0,1
					76	0,3
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			1,96		378	0,52

Tabelle 13 : Fließgeschwindigkeit III 2
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=175m$, $\varphi = -20,68$

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+25,1976 ^B	+73,12m				
2.3.53.	+25,6349	+74,48	1,36			
30.3.53.	+26,1167	+76,11	1,63		26	5,2
27.4.53.	+26,6292	+77,79	1,68		28	5,8
29.7.53.	+27,5371	+80,80	3,11	+2,50	28	6,0
4.9.53.	+27,8991	+82,01	1,21	+0,80	93	6,0
31.10.53.	+28,6638	+84,46	2,45		37	5,4
5.12.53.	+28,9360	+85,51	1,05		57	4,3
9.3.54.	+29,6475	+87,95	2,44		35	3,0
2.5.54.	+30,1442	+89,67	1,72		94	2,6
12.6.54.	+30,8684	+92,19	2,52		54	3,2
3.7.54.	+31,2134	+93,41	1,22		41	6,1
17.9.54.	+32,3491	+97,46	4,05		21	5,8
					76	5,3
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			15,45		378	4,09

$\varphi = -18,2^{\circ}$
 $v \text{ (cm/Tag)}$

Tabelle 14 : Fließgeschwindigkeit III 3
 Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 279\text{m}$, $\varphi = -20,6^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+26,5503 ⁸	+123,61m				
2.3.53.	+26,8716	+125,30	1,69		26	6,5
30.3.53.	+27,2168	+127,12	1,82		28	6,5
27.4.53.	+27,5869	+129,08	1,96		28	7,0
29.7.53.	+29,1889	+137,71	8,63	-2,00	93	7,1
4.9.53.	+29,6647	+140,31	2,60		37	7,0
31.10.53.	+30,1893	+143,20	2,89		57	5,1
5.12.53.	+30,3856	+144,29	1,09		35	3,1
9.3.54.	+30,9049	+147,19	2,90		94	3,1
2.5.54.	+31,3150	+149,50	2,31		54	4,3
12.6.54.	+31,8275	+152,40	2,90		41	7,1
3.7.54.	+32,0795	+153,84	1,44		21	6,9
17.9.54.	+32,9917	+159,09	5,25		76	6,9
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			18,78		378	5,0

Tabelle 15 : Fließgeschwindigkeit III 4
 Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 368\text{m}$, $\varphi = -22,2^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+25,5020 ⁸	+155,84m				
2.3.53.	+25,7567	+157,58	1,74		26	6,7
30.3.53.	+26,0097	+159,31	1,73		28	6,2
27.4.53.	+26,2887	+161,23	1,92		28	6,9
29.7.53.	+27,4103	+169,02	7,79	-1,00	93	7,3
4.9.53.	+27,7176	+171,18	2,16		37	5,8
31.10.53.	+28,6994	+173,87	2,69		57	4,7
5.12.53.	+28,2565	+174,98	1,11		35	3,2
9.3.54.	+28,6654	+177,89	2,91		94	3,1
2.5.54.	+29,0101	+180,35	2,46		54	4,6
12.6.54.	+29,3958	+183,13	2,78		41	6,8
3.7.54.	+29,5815	+184,47	1,34		21	6,4
17.9.54.	+30,3238	+189,87	5,40		76	7,1
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			18,69		378	4,94

$e_0 = 279m$, $\varphi = -20,6^{\circ}$
 $v (cm/Tag)$
 $\varphi = -18,2^{\circ}$
 $v (cm/Tag)$

Tabelle 16 : Fließgeschwindigkeit III 5
 Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 487m$, $\varphi = -26,8^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+19,8662 ⁸	+157,10m				
2.3.53.	+20,0651	+158,79	1,69		26	6,5
30.3.53.	+20,2532	+160,38	1,59		28	5,7
27.4.53.	+20,4711	+162,23	1,85		28	6,6
29.7.53.	+21,5188	+171,18	8,95	-2,50	93	6,9
4.9.53.	+21,7467	+173,15	1,97		37	5,3
31.10.53.	+22,0283	+175,58	2,43		57	4,3
5.12.53.	+22,1442	+176,58	1,00		35	2,9
9.3.54.	+22,5870	+180,42	3,84		94	4,1
2.5.54.	+22,9345	+183,45	3,03		54	6,5
12.6.54.	+23,2497	+186,21	2,76		41	6,7
3.7.54.	+25,1264	+202,86	16,65	-15,00	21	7,9
17.9.54.	+25,6398	+207,48	4,62		76	6,1
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			19,33		378	5,1

Tabelle 17 : Fließgeschwindigkeit III 6
 Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 623m$, $\varphi = -28,1^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+16,8438 ⁸	+168,79				
2.3.53.	+16,9868	+170,29	1,50		26	5,8
30.3.53.	+17,1311	+171,81	1,52		28	5,4
27.4.53.	+17,2906	+173,50	1,69		28	6,0
29.7.53.	+18,0651	+181,69	8,19	-2,00	93	6,7
4.9.53.	+18,3664	+184,89	3,20	-1,00	37	5,9
31.10.53.	+18,5630	+186,99	2,10		57	3,7
5.12.53.	+18,6448	+187,86	0,87		35	2,5
9.3.54.	+18,8648	+190,21	2,35		94	2,5
2.5.54.	+19,0191	+191,87	1,66		54	3,1
12.6.54.	+19,2294	+194,12	2,25		41	5,5
3.7.54.	+19,3636	+195,56	1,44		21	6,9
17.9.54.	+19,7994	+200,26	4,70		76	6,2
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			15,37		378	4,07

Tabelle 18 : Fließgeschwindigkeit III 7
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 803m$, $\varphi = -30,2^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+11,5897 ⁸	+147,83 ^m				
2.3.53.	+11,6606	+148,75	0,92		26	3,5
30.3.53.	+11,7180	+149,49	0,74		28	2,6
27.4.53.	+11,7848	+150,37	0,88		28	3,1
24.7.53.	+11,9572	+152,62	2,25		93	2,4
4.9.53.	+11,9991	+153,17	0,55		37	1,5
31.10.53.	+12,0388	+153,69	0,52		57	0,9
5.12.53.	+12,0473	+153,79	0,10		35	0,3
9.3.54.	+12,1176	+154,72	0,93		94	1,0
2.5.54.	+12,1740	+155,46	0,74		54	1,4
12.6.54.	+12,2006	+155,83	0,37		41	0,9
3.7.54.	+12,2139	+155,98	0,15		21	0,7
17.9.54.	+12,2599	+156,58	0,60		76	0,8
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			3,41		378	0,9

Tabelle 19 : Fließgeschwindigkeit XII 1
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 75m$, $\varphi = +3,1^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	-32,4452 ⁸	-41,92 ^m				
2.3.53.	-32,0806	-41,36	0,56		26	2,2
30.3.53.	-31,6950	-40,76	0,60		28	2,1
27.4.53.	-31,1360	-39,92	0,84		28	3,0
29.7.53.	-34,2867	-44,81	-4,89	+7,80	93	3,1
4.9.53.	-34,5661	-45,26	-0,45	+1,30	37	2,3
31.10.53.	-33,9983	-44,35	0,91		57	1,6
5.12.53.	-33,8502	-44,12	0,23		35	0,7
9.3.54.	-33,4343	-43,46	0,66		94	0,7
2.5.54.	-32,6216	-42,19	1,27		54	2,4
12.6.54.	-32,1889	-41,52	0,67		41	1,6
3.7.54.	-32,0083	-41,24	0,28		21	1,3
17.9.54.	-31,3170	-40,19	1,05		76	1,4
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			5,07		378	1,34

Tabelle 20 : Fließgeschwindigkeit XII 2
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. 1. H. Eis, $e_0=234m$, $\varphi = +28,2^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.2.53.	-34,7097 ^E	-141,93 ^m				
2.3.53.	-34,5226	-140,99	0,94		26	3,6
30.3.53.	-34,2984	-139,87	1,12		28	4,0
27.4.53.	-34,0096	-138,44	1,43		28	5,1
29.7.53.	-31,9069	-128,20	10,24	-6,00	93	4,6
4.9.53.	-29,7534	-118,09	10,11	-9,00	37	3,2
31.10.53.	-29,4933	-116,89	1,20		57	2,1
5.12.53.	-29,3712	-116,33	0,56		35	1,6
9.3.54.	-29,0443	-114,83	1,50		94	1,6
2.5.54.	-28,5564	-112,62	2,21		54	4,1
12.6.54.	-28,2255	-111,13	1,41		41	3,6
3.7.54.	-28,1667	-110,86	0,27		21	1,3
17.9.54.	-27,7963	-109,20	1,66		76	2,2
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			8,89		378	2,4

Tabelle 21 : Fließgeschwindigkeit XII 3
Standpunkt P C, Fixpunkt Sign. 1. H. Eis, $e_0=363m$, $\varphi = +18,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.2.53.	-43,6781 ^E	-297,22 ^m				
2.3.53.	-43,6293	-296,76	0,46		26	1,8
30.3.53.	-43,5687	-296,18	0,58		28	2,1
27.4.53.	-43,4836	-295,37	0,81		28	2,9
29.7.53.	-43,1378	-292,11	3,26	-0,90	93	2,5
4.9.53.	-42,9972	-290,79	1,32	-0,70	37	1,7
31.10.53.	-42,9427	-290,28	0,51		57	0,9
5.12.53.	-42,9191	-290,06	0,22		35	0,6
9.3.54.	-42,8386	-289,31	0,75		94	0,8
2.5.54.	-42,7256	-288,26	1,05		54	1,9
12.6.54.	-42,6410	-287,47	0,79		41	1,9
3.7.54.	-42,5897	-286,99	0,48		21	2,3
17.9.54.	-42,4083	-285,32	1,67		76	2,2
Mittel 4.9.53. - 17.9.54.			5,47		378	1,4

Tabelle 22 : Fließgeschwindigkeit IV 1
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 256 \text{ m}$, $\rho = +67,1^{\text{E}}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	+37,1394 ^E	+168,96m				
1.4.53.	+37,4091	+170,53	1,57		29	5,4
28.7.53.	+38,8650	+179,11	8,58	-1,00	118	6,4
31.10.53.	+21,9452	+ 91,92				
6.12.53.	+22,1868	+ 93,01	1,09		36	3,0
3.7.54.	+24,0318	+101,51	8,50		209	4,1
17.9.54.	+24,5852	+104,09	2,58		76	3,4
Mittel 31.10.53. - 17.9.54.			12,17		321	3,8

Tabelle 23 : Fließgeschwindigkeit IV 2
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 435 \text{ m}$, $\rho = +58,1^{\text{E}}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	+16,1604 ^E	+112,86m				
1.4.53.	+16,3859	+114,50	1,64		29	5,7
28.7.53.	+17,5737	+123,23	8,73	-1,10	118	6,5
31.10.53.	+18,3882	+129,26	6,03		95	6,3
6.12.53.	+18,5769	+130,66	1,40		36	3,9
3.7.54.	+20,0165	+141,46	10,80		209	5,2
17.9.54.	+20,6293	+146,11	4,65		76	6,1
Mittel 31.10.53. - 17.9.54.			16,85		321	5,25

Tabelle 24 : Fließgeschwindigkeit IV 3
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 681 \text{ m}$, $\rho = +58,1^{\text{E}}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	+7,8929 ^E	+84,87m				
1.4.53.	+8,0642	+86,73	1,86		29	6,4
28.7.53.	+8,8155	+94,90	8,17		118	6,9
31.10.53.	+6,8496	+73,56				
6.12.53.	+6,9725	+74,89	1,33		36	3,7
3.7.54.	+7,9186	+85,15	10,26		209	4,9
17.9.54.	+8,2685	+88,95	3,80		76	5,0
Mittel 31.10.53. - 17.9.54.			15,39		321	4,8

Tabelle 25 : Fließgeschwindigkeit IV 4
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 890 \text{ m}$, $\varphi = +58,1^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	+7,0237 ⁸	+98,60m				
1.4.53.	+7,0978	+99,64	1,04		29	3,6
28.7.53.	+7,8779	+110,70	11,06	-6,00	118	4,3
31.10.53.	+6,8330	+95,84				
6.12.53.	+6,8596	+96,27	1,38		36	3,8
3.7.54.	+7,0245	+98,60	2,33		209	1,1
17.9.54.	+7,1373	+100,20	1,60		76	2,1
Mittel 31.10.53. - 17.9.54.			5,31		321	1,7

Tabelle 26 : Fließgeschwindigkeit XIV 1
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 167 \text{ m}$, $\varphi = +110,7^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	+0,8928 ⁸	+2,34m				
1.4.53.	+0,9473	+2,49	0,15		29	0,5
28.7.53.	+1,9489	+5,11	2,62	-2,20	118	0,4
31.10.53.	+2,7374	+7,19	2,08	-1,60	95	0,5
6.12.53.	+2,7761	+7,29	0,10		36	0,3
3.7.54.	+3,0690	+8,06	0,77		209	0,4
17.9.54.	+3,1846	+8,36	0,30		76	0,4
Mittel 31.10.53. - 17.9.54.			1,17		321	0,36

Tabelle 27 : Fließgeschwindigkeit XIV 4
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 260 \text{ m}$, $\varphi = +110,7^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	-17,1883 ⁸	-71,96m				
1.4.53.	-17,1257	-71,68	0,28		29	1,0
28.7.53.	-18,0443	-75,73	-4,05	+5,50	118	1,2
31.10.53.	-15,8858	-66,26	9,47	-8,40	95	1,1
6.12.53.	-15,8132	-65,94	0,32		36	0,9

Tabelle 28 : Fließgeschwindigkeit XIV 3
Standpunkt P E, Fixpunkt P C, $e_0 = 348 \text{ m}$, $\varphi = +90,9^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	-48,0741 ⁸	-327,56m				
1.4.53.	-48,0336	-327,14	0,42		24	1,4
28.7.53.	-47,7443	-324,18	2,96	-1,00	118	1,7
31.10.53.	-47,5858	-322,56	1,26		95	1,7
			0,52		36	1,4

Tabelle 29 : Fließgeschwindigkeit V 1
 Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 78 \text{ m}$, $\varrho = +100,7\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.2.53.	-24,0463 ⁸	-30,95m				
2.3.53.	-23,4879	-30,16	0,79		26	3,0
1.4.53.	-22,8495	-29,26	0,90		30	3,0
26.4.53.	-22,2363	-28,41	0,85		25	3,4
27.7.53.	-19,8078	-25,08	3,33		92	3,6
30.10.53.	-39,2185	-55,22				
6.12.53.	-38,6949	-54,26	0,96		37	2,6
10.3.54.	-37,4333	-52,00	2,26		94	2,4
12.6.54.	-36,0630	-49,61	2,39		94	2,5
3.7.54.	-35,6114	-48,83	0,78		21	3,7
16.9.54.	-34,3762	-46,75	2,08		75	2,8
Mittel 30.10.53. - 16.9.54.			8,47		321	2,6

Tabelle 30 : Fließgeschwindigkeit V 2
 Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 179 \text{ m}$, $\varrho = +98,6\text{‰}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
4.2.53.	-20,8666 ⁸	-59,16m				
2.3.53.	-20,4295	-57,84	1,32		26	5,1
1.4.53.	-19,9082	-56,26	1,58		30	5,3
26.4.53.	-19,4268	-54,81	1,45		25	5,8
27.7.53.	-17,5373	-49,18	5,63		92	6,1
30.10.53.	-20,1765	-58,71	-9,53	+15,00	95	5,8
6.12.53.	-20,0827	-56,79	1,92		37	5,2
10.3.54.	-17,9327	-51,80	4,99		94	5,3
12.6.54.	-16,5062	-46,15	5,65		94	6,0
3.7.54.	-15,8815	-44,33	1,82		21	8,7
16.9.54.	-14,3160	-39,80	4,53		75	6,0
Mittel 30.10.53. - 16.9.54.			18,91		321	5,9

Tabelle 31 : Fließgeschwindigkeit V 3
Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 249 \text{ m}$, $\varphi = +96,0^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	-25,1207 ⁸	-102,44m				
2.3.53.	-24,7774	-100,89	1,55		26	6,0
1.4.53.	-24,3671	-99,04	1,85		30	6,2
26.4.53.	-23,9979	-97,39	1,65		25	6,6
27.7.53.	-22,2772	-84,78	7,61	-1,00	92	7,2
30.10.53.	-17,3278	-64,50	20,28	-14,00	95	6,6
6.12.53.	-16,9858	-67,24	2,26		37	6,1
10.3.54.	-15,4685	-61,72	5,52		94	5,9
12.6.54.	-14,0881	-55,34	6,38		94	6,8
3.7.54.	-13,5883	-53,32	2,02		21	9,6
16.9.54.	-12,3507	-48,33	4,99		75	6,7
Mittel 30.10.53. - 16.9.54.			21,17		321	6,6

Tabelle 32 : Fließgeschwindigkeit V 4
Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 331 \text{ m}$, $\varphi = +94,0^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	-26,7585 ⁸	-147,94m				
2.3.53.	-26,4764	-146,19	1,76		26	6,8
1.4.53.	-26,1269	-143,49	2,21		30	7,3
26.4.53.	-25,8199	-142,13	1,86		25	7,4
27.7.53.	-24,3426	-133,12	9,01		92	9,8
30.10.53.	-16,2404	-86,42				
6.12.53.	-15,7960	-83,86	2,56		37	6,9
10.3.54.	-14,6457	-77,52	6,34		94	6,7
12.6.54.	-13,3358	-70,37	7,15		94	7,6
3.7.54.	-12,8826	-67,61	2,46		21	11,7
16.9.54.	-11,8368	-62,26	5,65		75	7,5
Mittel 30.10.53. - 16.9.54.			23,85		321	7,4

Tabelle 33 : Fließgeschwindigkeit V 5
Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 455 \text{ m}$, $\varphi = +90,6^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	-28,5980 ⁸	-219,35m				
2.3.53.	-28,3580	-217,24	2,11		26	8,1
1.4.53.	-28,0631	-214,66	2,58		30	8,6
26.4.53.	-27,8002	-212,21	2,45		25	9,8
27.7.53.	-26,5537	-201,61	10,60		92	11,5

Tabelle 36 : Fließgeschwindigkeit X 2
Standpunkt P F, Fixpunkt P C, $e_0 = 148 \text{ m}$, $\varphi = +66,0^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
4.2.53.	+61,5566 ^B	+214,54m				
2.3.53.	+61,5690	+214,64	0,10		26	0,4
1.4.53.	+61,5808	+214,72	0,08		30	0,3
26.4.53.	+61,6029	+214,98	0,16		25	0,6
27.7.53.	+61,7006	+215,81	0,93		92	1,0
6.12.53.	+64,2902	+235,58	19,77	-18,00	132	1,3
10.3.54.	+64,4324	+236,75	1,17		94	1,3
12.6.54.	+64,5782	+237,96	1,21		94	1,3
3.7.54.	+64,3853	+236,36	-1,60	+1,80	21	1,0
16.9.54.	+64,5059	+237,36	1,00		75	1,3
Mittel 27.7.53. - 16.9.54.			5,35		416	1,3

Tabelle 37 : Fließgeschwindigkeit VI 1
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 94 \text{ m}$, $\varphi = +66,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
3.3.53.	-32,8436 ^B	-55,50m				
1.4.53.	-32,4644	-54,71	0,79		29	2,7
26.4.53.	-32,1890	-54,20	0,51		25	2,0
27.7.53.	-29,0062	-46,06	8,14	-6,00	92	2,3

Tabelle 38 : Fließgeschwindigkeit VI 2
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0 = 207 \text{ m}$, $\varphi = +66,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
3.3.53.	-28,5153 ^B	-99,46m				
1.4.53.	-27,9311	-97,13	2,33		29	8,0
26.4.53.	-27,4599	-95,27	1,86		25	7,4
27.7.53.	-34,9449	-126,60	-31,33	+41,00	92	10,5
6.12.53.	-21,7972	-73,78				
12.6.54.	-17,6956	-59,07	14,69		188	7,8
3.7.54.	-17,0842	-56,92	2,15		21	10,2
16.9.54.	-14,2670	-47,18	9,74		75	13,0
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			26,58		284	9,4

Tabelle 39 : Fließgeschwindigkeit VI 3
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=281m$, $\varphi = +66,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
3.3.53.	-34,3141 ⁸	-168,06m				
1.4.53.	-33,9287	-165,76	2,30		29	7,9
26.4.53.	-33,4455	-162,90	2,86		25	11,4
27.7.53.	-31,2157	-150,00	12,40		92	14,0
6.12.53.	-29,7355	-141,71				
12.6.54.	-26,9309	-126,51	15,20		188	8,1
3.7.54.	-26,3719	-123,55	2,96		21	14,2
16.9.54.	-24,9680	-116,23	7,32		75	9,8
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			25,48		284	9,0

Tabelle 40 : Fließgeschwindigkeit VI 4
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=346m$, $\varphi = +66,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
3.3.53.	-34,9226 ⁸	-211,45m				
1.4.53.	-34,4711	-208,09	3,36		29	11,6
26.4.53.	-34,1204	-205,51	2,58		25	10,3
27.7.53.	-32,1812	-191,50	14,01	-4,00	92	10,9
6.12.53.	-34,1602	-205,80				
12.6.54.	-31,5737	-187,21	18,60		188	9,9
3.7.54.	-31,2205	-184,73	2,48		21	11,8
16.9.54.	-30,1232	-177,14	7,59		75	10,1
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			28,67		284	10,1

Tabelle 41 : Fließgeschwindigkeit VI 5
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=453m$, $\varphi = +66,4^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v (cm/Tag)
3.3.53.	-39,0147 ⁸	-318,53m				
1.4.53.	-38,6790	-314,97	3,56		29	12,3
26.4.53.	-38,4392	-312,45	2,56		25	10,1
27.7.53.	-36,9568	-297,12	15,33	-5,00	92	11,2
6.12.53.	-36,7367	-294,89				
12.6.54.	-34,8484	-276,12	18,77		188	10,0
3.7.54.	-34,5647	-273,36	2,76		21	13,1
16.9.54.	-33,6652	-264,70	8,66		75	11,5
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			30,19		284	10,6

Tabelle 42 : Fließgeschwindigkeit VI 6
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=507m$, $\varphi =+64,4^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	-44,0726 ⁸	-420,40m				
1.4.53.	-43,8781	-417,43	2,62		29	9,0
26.4.53.	-43,6077	-414,19	3,59		25	14,3
27.7.53.	-42,8520	-404,25	9,44		92	10,8
6.12.53.	-38,5120	-350,55				
12.6.54.	-37,0181	-333,24	17,31		188	9,2
3.7.54.	-36,8240	-331,03	2,21		21	10,8
16.9.54.	-36,2243	-324,24	6,76		75	9,0
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			26,28		284	9,3

Tabelle 43 : Fließgeschwindigkeit VI 7
Standpunkt P G, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=599m$, $\varphi =+65,1^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Korr.	Δt	v(cm/Tag)
3.3.53.	-41,5783 ⁸	-458,31m				
1.4.53.	-41,4807	-456,86	1,45		29	5,0
26.4.53.	-41,3941	-455,57	1,29		25	5,2
27.7.53.	-40,9546	-441,07	6,50		92	7,1
6.12.53.	-49,0682	-581,72				
12.6.54.	-48,5417	-572,17	9,55		188	5,1
3.7.54.	-48,4684	-570,85	1,32		21	6,2
16.9.54.	-48,0814	-563,94	6,91		75	9,2
Mittel 6.12.53. - 16.9.54.			17,78		284	6,3

Tabelle 44 : Fließgeschwindigkeit VII 1
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=238m$, $\varphi =+69,4^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+15,9110 ⁸	+60,75m			
1.4.53.	+16,3946	+62,68	1,93	28	6,9
26.4.53.	+16,6651	+63,77	1,09	25	4,4
24.7.53.	+18,0004	+69,15	5,38	81	6,6
3.9.53.	+18,5320	+71,31	2,16	41	5,3

Tabelle 45 : Fließgeschwindigkeit VII 2
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=293m$, $\varrho =+69,4^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+15,7969 ^g	+74,23m			
1.4.53.	+16,1107	+75,77	1,54	28	5,5
26.4.53.	+16,4301	+77,34	1,57	25	6,3
24.7.53.	+17,5436	+82,85	5,51	81	6,8
3.9.53.	+18,0104	+85,18	2,33	41	5,7

Tabelle 46 : Fließgeschwindigkeit VII 3
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=334m$, $\varrho =+69,4^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+15,1885 ^g	+81,24m			
1.4.53.	+15,4226	+82,54	1,30	28	4,6
26.4.53.	+15,6584	+83,85	1,21	25	5,2
24.7.53.	+15,4976	+88,55	4,70	81	5,8
3.9.53.	+16,8516	+90,55	2,00	41	4,9

Tabelle 47 : Fließgeschwindigkeit VII 4
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=386m$, $\varrho =+68,0^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+11,2738 ^g	+69,08m			
1.4.53.	+11,4043	+69,90	0,32	28	2,9
26.4.53.	+11,5393	+70,74	0,84	25	3,4
24.7.53.	+12,0139	+73,72	2,98	81	3,7
3.9.53.	+12,0901	+74,97	1,25	41	3,1

Tabelle 48 : Fließgeschwindigkeit VII 5
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=444m$, $\varrho =+63,7^{\circ}$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+5,1668 ^g	+36,11m			
1.4.53.	+5,2503	+36,71	0,60	28	2,1
26.4.53.	+5,3456	+37,36	0,65	25	2,6
24.7.53.	+5,6641	+39,61	2,25	81	2,8
3.9.53.	+5,8022	+40,58	0,97	41	2,4

18.
(mag)

Tabelle 49 : Fließgeschwindigkeit VII 6
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=563m$, $\varphi = +58,3^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+1,1092 ⁸	+ 9,81m			
1.4.53.	+1,1748	+10,39	0,58	28	2,1
26.4.53.	+1,2502	+11,06	0,67	25	2,7
24.7.53.	+1,4738	+13,04	1,98	81	2,4
3.9.53.	+1,5636	+13,83	0,79	41	1,9

Tabelle 50 : Fließgeschwindigkeit VIII 1
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=194m$, $\varphi = +126,8^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+34,0431 ⁸	+114,91m			
1.4.53.	+34,1643	+115,41	0,50	28	1,8
26.4.53.	+34,2717	+115,85	0,44	25	1,8
24.7.53.	+34,8053	+118,07	2,22	81	2,7
3.9.53.	+35,0313	+119,01	0,94	41	2,3

Tabelle 51 : Fließgeschwindigkeit VIII 2
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=347m$, $\varphi = +124,8^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+34,8153 ⁸	+211,26m			
1.4.53.	+34,9183	+212,03	0,77	28	2,8
26.4.53.	+35,0225	+212,81	0,78	25	3,1
24.7.53.	+35,4049	+215,69	2,88	81	3,6
3.9.53.	+35,5638	+216,39	1,20	41	2,9

Tabelle 52 : Fließgeschwindigkeit VIII 3
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=462m$, $\varphi = +123,9^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+35,3979 ⁸	+237,10m			
1.4.53.	+35,4095	+237,22	0,12	28	0,4
26.4.53.	+35,4105	+233,24	1,02	25	4,1
24.7.53.	+35,9752	+232,94	4,70	81	5,8
3.9.53.	+36,1606	+234,73	1,74	41	4,4

Tabelle 53 : Fließgeschwindigkeit VIII 4
Standpunkt P H, Fixpunkt Sign. i. H. Eis, $e_0=608m$, $\varphi = +109,0^\circ$.

Datum	φ_0	s	Δs	Δt	v(cm/Tag)
4.3.53.	+21,5504 ⁸	+214,06m			
1.4.53.	+21,6346	+214,96	0,90	28	3,2
26.4.53.	+21,6386	+215,90	0,94	25	3,8
24.7.53.	+22,0919	+219,88	3,98	81	4,9
3.9.53.	+22,2473	+221,36	1,48	41	3,6

Tabelle 54 : Die vertikale Bewegungskomponente.

Punkt	Datum	Entfernung	β	h	Δh	
I 1	13.10.53.	450,6 m	-3,2298 ⁶	-22,88		
	23.10.54.	448,3	-3,8484	-27,13	-4,25	.....
I 2	13.10.53.	444,4	-4,3160	-30,17		
	23.10.54.	439,2	-5,1780	-35,80	-5,63	.....
I 3	13.10.53.	452,6	-4,4384	-31,61		
	23.10.54.	450,0	-5,3396	-37,70	-6,09	.....
II 1	13.10.53.	59,7	-20,0874	-19,49		
	23.10.54.	59,9	-23,1776	-22,83	-3,34	.....
II 2	13.10.53.	161,2	-11,7408	-30,07		
	23.10.54.	163,4	-13,0454	-33,96	-3,89	.....
II 3	13.10.53.	256,3	-6,2882	-25,40		
	23.10.54.	258,8	-7,0968	-28,97	-3,57	.....
II 4	13.10.53.	257,4	-4,8118	-19,49		
	23.10.54.	260,6	-5,5362	-22,72	-3,23	.....
II 5	13.10.53.	317,5	-3,5880	-17,91		
	23.10.54.	319,2	-4,1604	-20,89	-2,98	.....
II 6	13.10.53.	359,4	-2,8434	-16,06		
	23.10.54.	360,2	-3,4748	-19,68	-3,62	.....
III 1	4.9.53.	59,0	-29,6452	-29,65		
	17.9.54.	60,7	-30,2591	-31,24	-1,61	.....
III 2	4.9.53.	193,3	-11,6228	-35,69		
	17.9.54.	200,3	-11,8131	-37,60	-1,91	.....
III 3	4.9.53.	312,3	-7,4128	-36,53		
	17.9.54.	321,2	-7,6003	-38,53	-2,00	.....
III 4	4.9.53.	405,9	-6,5564	-41,97		
	17.9.54.	414,1	-6,7619	-44,15	-2,18	.....
III 5	4.9.53.	516,9	-5,6304	-45,84		
	17.9.54.	529,4	-5,8017	-48,38	-2,54	.....
III 6	4.9.53.	649,9	-4,9752	-50,89		
	17.9.54.	654,4	-5,1351	-52,90	-2,01	.....
III 7	4.9.53.	817,5	-4,2758	-54,99		
	17.9.54.	818,1	-4,3943	-56,56	-1,57	.....
IV 1	31.10.53.	272,0	-17,7568	-77,90		
	17.9.54.	276,4	-17,6955	-78,87	-0,97	.....
IV 2	31.10.53.	483,8	-10,5242	-75,71		
	17.9.54.	488,9	-10,5956	-77,09	-1,38	.....
IV 3	31.10.53.	685,0	-7,1166	-76,89		
	17.9.54.	686,8	-7,2047	-78,06	-1,17	.....
IV 4	31.10.53.	895,3	-5,8552	-82,57		
	17.9.54.	895,6	-5,9007	-83,25	-0,68	.....

Tabelle 54 Fortsetzung

Punkt	Korr. I.H.	Korr. Pegel	Weg horizont.	Weg vert.	Neigung d. Bewegung
I 1	..... -0,20	+4,48	2,49	+0,03	+0,8 ⁶
I 2	..... -0,20	+5,61	2,63	-0,22	-5,3
I 3	..... -0,20	+6,23	3,34	-0,06	-1,1
II 1	..... +0,07	+3,53	0,42	+0,26	+35,3
II 2	..... +0,07	+3,63	5,28	-0,19	-2,4
II 3	..... +0,07	+3,33	7,75	-0,17	-1,4
II 4	..... +0,07	+2,99	6,60	-0,17	-1,7
II 5	..... +0,07	+2,85	7,04	-0,06	-0,6
II 6	..... +0,07	+3,57	7,69	+0,02	+0,2
III 1	..... +0,10	+1,52	1,96	+0,01	+0,3
III 2	..... +0,10	+1,32	15,45	-0,49	-2,0
III 3	..... +0,10	+1,02	18,78	-0,88	-3,0
III 4	..... +0,10	+1,02	18,69	-0,82	-2,8
III 5	..... +0,10	+1,35	19,33	-1,09	-3,6
III 6	..... +0,10	+1,28	15,37	-0,63	-2,6
III 7	..... +0,10	+1,53	3,41	+0,06	+1,1
IV 1	..... -0,13	+0,63	12,17	-0,47	-2,5
IV 2	..... -0,13	+0,50	16,85	-1,01	-3,8
IV 3	..... -0,13	+0,50	15,39	-0,80	-2,9
IV 4	..... -0,13	+0,65	5,31	-0,16	-1,9

Tabelle 54 Fortsetzung.

Punkt	Datum	Entfernung	β	h	Δh	
V 1	30.10.53.	95,6 m	-10,9064 ^B	-16,54		
	16.9.54.	90,9	-13,0316	-18,87	-2,33	.....
V 3	30.10.53.	258,5	-2,9040	-11,80		
	16.9.54.	258,8	-3,6150	-14,43	-2,63	.....
V 4	30.10.53.	342,1	-2,5258	-13,58		
	16.9.54.	336,8	-2,9246	-15,48	-1,90	.....
V 6	30.10.53.	556,1	-1,4765	-12,90		
	16.9.54.	551,3	-1,6492	-14,28	-1,38	.....
VI 2	6.12.53.	219,8	-6,2447	-21,63		
	16.9.54.	212,3	-7,3426	-24,60	-2,97	.....
VI 3	6.12.53.	314,7	-5,8881	-29,19		
	16.9.54.	304,1	-6,6542	-31,90	-2,71	.....
VI 4	6.12.53.	402,6	-4,3669	-27,66		
	16.9.54.	388,7	-4,9600	-30,35	-2,69	.....
VI 5	6.12.53.	540,5	-2,5933	-22,03		
	16.9.54.	524,7	-3,0212	-24,92	-2,89	.....
VI 6	6.12.53.	616,4	-0,7074	-6,85		
	16.9.54.	601,8	-1,1404	-10,78	-3,93	.....
VII 1	4.3.53.	245,6	-26,0070	-106,31		
	3.9.53.	248,5	-26,7928	-111,23	-4,92	.....
VII 2	4.3.53.	302,3	-22,9066	-113,72		
	3.9.53.	305,1	-23,5083	-118,08	-4,36	.....
VII 3	4.3.53.	343,7	-20,4348	-114,28		
	3.9.53.	346,1	-20,8853	-117,80	-3,52	.....
VII 4	4.3.53.	392,1	-17,7622	-112,33		
	3.9.53.	393,1	-18,0946	-114,84	-2,51	.....
VII 5	4.3.53.	445,5	-14,5874	-103,51		
	3.9.53.	445,9	-14,8472	-105,92	-2,41	.....
VII 6	4.3.53.	563,1	-12,2694	-109,89		
	3.9.53.	563,2	-12,5296	-112,30	-2,41	.....
VIII 3	4.3.53.	543,9	-10,7094	-92,37		
	3.9.53.	548,0	-10,8273	-94,11	-1,74	.....
VIII 4	4.3.53.	644,6	-9,5150	-97,07		
	3.9.53.	647,1	-9,6494	-98,84	-1,77	.....

Tabelle 54 Fortsetzung

Punkt	Korr. I.H.	Weg horiz.	Weg vert.	Neigung d. Bewegung
V 1	..... +0,03	8,47	-2,30	-16,98
V 3	..... +0,03	21,17	-2,60	-7,8
V 4	..... +0,03	23,84	-1,87	-5,0
V 6	..... +0,03	23,75	-1,35	-3,6
VI 2	..... -0,06	26,58	-3,03	-4,2
VI 3	..... -0,06	25,48	-2,77	-3,9
VI 4	..... -0,06	28,67	-2,75	-3,7
VI 5	..... -0,06	30,19	-2,95	-4,0
VI 6	..... -0,06	26,28	-3,99	-7,0
VII 1	..... -0,07	10,56	-4,99	-28,1
VII 2	..... -0,07	10,95	-4,43	-24,5
VII 3	..... -0,07	9,31	-3,59	-23,4
VII 4	..... -0,07	5,89	-2,58	-26,3
VII 5	..... -0,07	4,47	-2,48	-32,3
VII 6	..... -0,07	4,02	-2,48	-35,2
VIII 3	..... -0,07	7,63	-1,81	-14,8
VIII 4	..... -0,07	7,30	-1,84	-15,7

Tabelle 55 : Akkumulation und Ablation.

Mit ! versehene Werte sind aus Vergleichen benachbarter Pegel ergänzt.

Punkt	1952-1953.		1953-1954.		
	Größter Auftrag	Jahres- endwert	Größter Auftrag	Jahres- endwert	
I 1	1,60	-5,79	1,39	-5,17	
	2	1,50	0,98	-5,32	
	3	1,47	-7,40	0,69	-7,23
II 1	2,00	-3,53	0,94	-3,11	
	2	1,38	1,52	-3,03	
	3	1,64	-3,74	1,01	-3,79
	4	1,32	-3,83	1,39	-3,45
	5	1,10	-3,91	0,99	-3,30
	6			0,55	-3,79
III 1			2,17	-2,10	
	2	2,02	1,96	-1,88	
	3	2,19	-1,86	1,85	-1,55
	4	2,10	-1,91	2,04	-1,78
	5	1,93	-1,97		-1,91
	6	2,15	-2,03	2,25	-1,87
	7	1,80	-2,17	2,18	-2,11
XII 1	1,86	-2,01	1,61	-2,62	
	2	2,20	1,97	-2,02	
	3	2,26	-1,96	1,84	-1,57
IV 1	2,25	-1,43	2,01	-1,07	
	2	2,38	2,09	-1,06	
	3	2,24	-1,42	2,08	-0,93
	4	2,26	-1,16	2,06	-1,07
XIV 1	2,60	-0,62		0,00 !	
	2	2,52		0,00 !	
	3	2,35		0,00 !	
V 1	2,76	-0,64	3,00	+0,13	
	2	2,88	2,85	+0,12	
	3	2,96	-0,54	2,63	+0,14
	4	2,94	-0,58	2,88	+0,16
	5	2,92	-0,60	2,92	+0,12
	6	3,07	-0,69	2,80	+0,15
X 1	2,60	-0,82	2,63	-0,59	
	2	2,71	2,56	-1,05	
	3	2,23	-1,83	2,07	-1,30

Tabelle 55 Fortsetzung.

Punkt	1952-1953.		1953-1954.	
	Größter Auftrag	Jahresendwert	Größter Auftrag	Jahresendwert
VI 1	2,21	-0,32	2,06	+1,00
2	2,47	-0,12	2,95	+1,05
3	2,56	-0,02	2,97	+1,00
4	2,83	-0,13	3,01	+0,95
5	2,81	-0,18	3,03	+0,90
6	2,96	-0,01	2,89	+0,90
7	2,80	+0,07	2,72	+1,00
VII 1	2,46	+1,25		+2,25 |
2	2,40	+0,90		+1,90 |
3	2,46	+1,10		+2,10 |
4	2,38	+0,80		+1,80 |
5	2,17	+0,80		+1,80 |
6	2,40	+1,00		+2,00 |
VIII 1	2,41	+1,40		+2,40 |
2	2,83	+1,70		+2,70 |
3	2,70	+1,35		+2,35 |
4	2,51	+1,30		+2,30 |

tion und Ablation.
 d aus Vergleichs benachbarter
 1953-1954.
 Größter Auftrag
 Jahresendwert
 1,39
 98
 -5,17
 -5,32
 -7,23
 -3,11
 -3,03
 -3,79
 -4,45

Tabelle 56 : Gletscherhaushalt 1952/53 und 1953/54.

Punkt	Bewegung horizont. pro Jahr	Bewegung vertikal pro Jahr	Neigung d. Bewegung	Neigung d. Oberfläche	Neigung d. Bewegung zur Oberfl.
I 1	2,42	+0,03	+0,8 ^g	-14,7 ^g	+15,5 ^g
2	2,56	-0,22	-5,3	-18,2	+12,9
3	3,25	-0,06	-1,1	-16,0	+14,9
II 1	0,41	+0,26	+35,3	-7,0	+42,3
2	5,14	-0,19	-2,4	-7,7	+5,3
3	7,54	-0,17	-1,4	-7,9	+6,5
4	6,42	-0,17	-1,7	-8,0	+6,3
5	6,85	-0,06	-0,6	-8,4	+7,8
6	7,48	+0,02	+0,2	-9,0	+9,2
III 1	1,89	+0,01	+0,3	-10,1	+10,4
2	14,92	-0,47	-2,0	-4,8	+2,8
3	18,13	-0,85	-3,0	-4,6	+1,6
4	18,05	-0,79	-2,8	-5,3	+2,5
5	18,67	-1,06	-3,6	-6,1	+2,5
6	14,84	-0,61	-2,6	-5,4	+2,8
7	3,29	+0,06	+1,1	-6,2	+7,3
IV 1	13,84	-0,54	-2,5	-4,1	+1,6
2	19,16	-1,15	-3,8	-5,0	+1,2
3	17,50	-0,80	-2,9	-4,0	+1,1
4	6,04	-0,18	-1,9	-4,2	+2,3
V 1	9,63	-2,62	-16,9	-17,1	+0,2
3	24,07	-2,96	-7,8	-7,8	0,0
4	27,12	-2,13	-5,0	-4,8	-0,2
6	27,01	-1,53	-3,6	-3,5	-0,1
VI 2	34,16	-3,89	-7,2	-5,7	-1,5
3	32,75	-3,56	-6,9	-5,4	-1,5
4	36,85	-3,54	-6,1	-4,9	-1,2
5	38,80	-3,79	-6,2	-5,1	-1,1
6	33,78	-5,13	-9,6	-8,3	-1,3
VII 1	22,02	-10,40	-28,1	-23,2	-4,9
2	22,84	-9,25	-24,5	-19,7	-4,8
3	19,42	-7,48	-23,4	-18,2	-5,2
4	12,28	-5,38	-26,3	-19,5	-6,8
5	9,32	-5,18	-32,3	-24,2	-8,1
6	8,38	-5,17	-35,2	-25,4	-9,8
VIII 3	15,91	-3,77	-14,8	-8,4	-6,4
4	15,23	-3,83	-15,7	-9,0	-6,7

Tabelle 56 Fortsetzung.

Punkt	Höhen- änderung d. Beweg.	-Ablation +Akkum. 1952/53.	Bilanz 1952/53.	-Ablation +Akkum. 1953/54.	Bilanz 1953/54.
I 1	+0,60	-5,79	-5,19	-5,17	-4,57
2	+0,53	-5,81	-5,28	-5,32	-4,79
3	+0,77	-7,40	-6,63	-7,23	-6,46
II 1	+0,32	-3,53	-3,21	-3,11	-2,79
2	+0,43	-3,48	-3,05	-3,03	-2,60
3	+0,77	-3,74	-2,97	-3,79	-3,02
4	+0,64	-3,83	-3,19	-3,45	-2,81
5	+0,84	-3,91	-3,07	-3,30	-2,46
6	+1,09			-3,79	-2,70
III 1	+0,31			-2,10	-1,79
2	+0,65	-2,11	-1,46	-1,88	-1,23
3	+0,45	-1,86	-1,41	-1,55	-1,10
4	+0,70	-1,91	-1,21	-1,78	-1,08
5	+0,72	-1,97	-1,25	-1,91	-1,19
6	+0,65	-2,03	-1,38	-1,87	-1,22
7	+0,38	-2,17	-1,79	-2,11	-1,73
IV 1	+0,35	-1,43	-1,08	-1,07	-0,72
2	+0,36	-1,40	-1,04	-1,06	-0,70
3	+0,30	-1,42	-1,12	-0,93	-0,63
4	+0,22	-1,16	-0,94	-1,07	-0,85
V 1	+0,03	-0,64	-0,51	+0,13	+0,16
3	0,00	-0,54	-0,54	+0,14	+0,14
4	-0,09	-0,58	-0,67	+0,16	+0,07
6	-0,04	-0,69	-0,73	+0,15	+0,11
VI 2	-0,81	-0,12	-0,53	+1,05	+0,24
3	-0,77	-0,02	-0,71	+1,00	+0,23
4	-0,69	-0,13	-0,82	+0,95	+0,26
5	-0,67	-0,18	-0,85	+0,90	+0,23
6	-0,69	-0,01	-0,70	+0,90	+0,21
VII 1	-1,70	+1,25	-0,45	+2,25	+0,55
2	-1,73	+0,90	-0,83	+1,90	+0,17
3	-1,59	+1,10	-0,49	+2,10	+0,51
4	-1,32	+0,80	-0,52	+1,80	+0,48
5	-1,19	+0,80	-0,39	+1,80	+0,61
6	-1,30	+1,00	-0,30	+2,00	+0,70
VIII 3	-1,60	+1,35	-0,25	+2,35	+0,75
4	-1,61	+1,30	-0,31	+2,30	+0,69