

eben im Bau begriffene Hotel soll schon im Jahre 1903 eröffnet werden.

Ihrem Gesamtzustand nach ist die neue Luzniger Schwefelquelle die stärkste Kärntens, ihrem Schwefelwasserstoffgehalt nach die zweitstärkste.

## Beobachtungen am Pasterzengletscher in den Jahren 1900, 1901 und 1902 nebst einem Rückblick über die Ergebnisse der 20jährigen Studien Seelands.

Von Dr. Hans Angerer.

(Fortsetzung und Schluss.)

### III. Gletscherstandsmessungen.

#### A. Seelands Marken.

Die Gletscherstandsmessungen wurden von J. Seeland an der Pasterze im Jahre 1879 in Angriff genommen. In der Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines vom Jahre 1880 (S. 205 f.) wird erzählt, daß Seeland am 29. September 1879 vier Marken, und zwar: a) an der Freiwand, b) am Pfandlbach, c) an der südlichen Möllquelle, gegenüber der Margaritze auf der Weiterseite, und d) am Elisabethfels mitten im Gletscher geschlagen hat, „um für die gerechte Zeitfrage, wie viel das Maß des jährlichen Zurückweichens des Pasterzengletschers betrage, Anhaltspunkte zu liefern“. Damals erfüllte der Gletscher noch die ganze Margaritzenmulde, die sich zwischen der „Margaritze“ und dem „Elisabethfels“ ausbreitet, und von letzterem war nur ein kleiner, steilwandiger Felskopf aus Urkalk zu sehen. Der „Grünsee“ (See am grünen [Gletscher-] Thor, Pasterzensee), ein Eisabdämmungssee am rechten Ufer (Weiterseite), dessen Name auf die sich im See spiegelnden grünen Chlorit-schieferfelsen zurückgeht, verschwand damals, weil der sich zurückziehende Gletscher das Abfließen des gestauten Wassers ermöglichte, nachdem er 40 bis 45 Jahre bestanden hatte; der Pfandlbach hatte keine eisfreie Mündung, sondern verschwand unter dem Eise, und auch die Margaritze war mit Ausnahme des südöstlichen Theiles unter dem Gletscher begraben.

Seit 1879 verfolgte Seeland den fortwährenden Rückgang der Pasterze. Im Jahre 1884 wurde der Markensfels an der südlichen Möllquelle gegenüber der Margaritze eisfrei und daher die Marke e auf die gleichfalls ausgeaperte Margaritze (NW-Seite) übertragen, bis im Jahre 1898 auch dort die Marke infolge des Gletschererschwindens unbrauchbar und als x auf einem dem Elisabethfelsen nordöstlich benachbart gelegenen Felsen fortgeführt wurde. Im Jahre 1884 wurde auch die neue Marke e „am Ostufer“ festgelegt, auf dem Felsen unter dem Glocknerhaus, welcher der Margaritze auf der Nordostseite gegenüberliegt und von dieser durch die linke Möllschlucht getrennt ist. Im Jahre 1886 verschwand auch am Elisabethfels der Gletscher vollständig, so daß der Gletscherboden freigelegt und eine weitere Messung an der Marke d unmöglich wurde. In diesem Jahre wurden am oberen (mittleren) Pasterzenkees zwei neue Marken angelegt: f unter (südöstlich) der Hofmannshütte und g unter der Franz Josephs-Höhe, so daß nun vier Marken (a, b, c, e) am unteren und zwei (f und g) am oberen Pasterzenkees zur Messung der Schwankungen vorhanden waren. Im Jahre 1898 wurde die Marke b am Pfandlbach überflüssig, weil der Gletscher so weit eingesunken war und sich zurückgezogen hatte, daß der Bach eisfrei wurde, und daher wurde die Marke b aufgelassen und als y auf einer Felsrippe zwischen der Freiwand und dem Pfandlbach neu eingerichtet. Ebenso hatte im Jahre 1898 die im Jahre 1884 von der Leiterseite der südlichen Möllquelle auf die NW-Seite der Margaritze übertragene Marke c ausgedient, weshalb dafür die neue Marke x auf dem Felsen oberhalb der eisfrei gewordenen Margaritzenmulde „nächst dem Elisabethfelsen“ angelegt wurde. Auch die Marke e am Ostrande hatte schon 1896 übertragen werden müssen; sie wurde allmählich aus einer Marke, an der das Einsinken des Gletscherendes bestimmt wurde, zu einer zur Bestimmung des Gletscherrückganges in der Längsachse dienenden umgewandelt.

Die Marken Seelands waren vorzugsweise auf das Einsinken des Gletschers berechnet und erscheinen heute wie die Sprossen einer Leiter an den steilen, unzugänglichen Felsgehängen. Jedes Jahr war eine neue Marke angebracht worden. Als aber das Gletscherende nur mehr eine geringe Mächtigkeit besaß und dann rasch abschmolz, mußten die Marken allmählich auf die Messung des Rückzuges eingerichtet werden, und so steht es heute. Zugleich gieng aber auch eine

andere Aenderung noch vor sich. Während früher jedes Jahr eine neue Marke gemacht wurde und auf diese Weise ganze Markenzüge entstanden, über deren Zusammengehörigkeit unter Umständen in späterer Zeit Zweifel entstehen können, so werden gegenwärtig alle Gletscherstände durch die Angabe der Entfernung des Eisrandes von Fixpunkten, die alljährlich gleichbleiben, bestimmt und das Schwinden durch eine Zunahme, das Wachsen durch eine Abnahme der Entfernung des Eisrandes vom Fixpunkte zum Ausdruck gebracht. Nur die Marke unter der Franz Josephs-Höhe konnte nicht in dieser Weise umgestaltet werden, weil der Gletscher dort noch immer an einer steilen Felswand einjunkt.

### B. Die heutigen Marken.

Gegenwärtig sind nicht nur die Gletschermarken durch Fixpunkte bestimmt, von denen aus alljährlich in einer bestimmten, durch rothe Pfeile und rothe Punkte gekennzeichneten Richtung zum Gletscherrande gemessen wird, sondern es ist auch die Zahl der Marken vermehrt worden. Das war nothwendig, um die Veränderungen des Zungenendes noch verfolgen zu können, weil die Zunge gegenwärtig auf dem Felsabsturz zwischen dem oberen (mittleren) und dem heute vollständig eisfreien unteren Pasterzenboden endet und darum keine so einfachen Umrisse mehr aufweist als früher. Die Messungsrichtungen sind durch Pfeile und Punkte ersichtlich gemacht, außerdem durch die magnetischen Azimute bestimmt worden, als Fixpunkte erscheinen die Mittelpunkte rother Dreiecke, die an Felsen sichtbar angebracht und mit Ziffern versehen sind. Die Buchstaben, die bisher zur Bezeichnung der Marken dienten, wurden durch römische Ziffern ersetzt, weil diese am leichtesten auf dem Stein aufzuschreiben sind. Alle Marken sind nun mit rothen römischen Ziffern bezeichnet, die weit hin zu sehen sind.

Im ganzen gibt es gegenwärtig zwölf Marken zur Beobachtung des Gletscherstandes, und zwar vier am oberen (mittleren) und acht am unteren Pasterzenkees, eigentlich am Gletscherabsturz, da ein unterer Pasterzenkees nicht mehr besteht. Im Folgenden soll die Lage der einzelnen Marken beschrieben werden:

#### a) Oberer (mittlerer) Pasterzenkees.

Marke I: Die Marke I befindet sich am linken Gletscherrande (Hofmannshüttenseite), und zwar an der Stelle des Seeland'schen

Markenzuges f auf einer Felsplatte südöstlich der Hofmannshütte. In ziemlich bedeutender Höhe über dieser Platte mit der Marke I tritt im fahlen Felsgehänge ein weithin sichtbares Band weißen Quarzes und noch etwas höher ein zweites zutage. Den Ausgangspunkt für die Messung bildet ein rothes Dreieck, das in der Höhe des rothen Striches, der den Gletscherstand von 1895 bezeichnet, angebracht ist. Ein rother Pfeil und rothe Punkte bezeichnen die Messungsrichtung. Die Marke wurde erst 1902 angelegt, konnte aber auch zur Bestimmung der Entfernung des Gletscherrandes für das Jahr 1900 verwendet werden, weil Anton Wallner in Ermanglung anderer Marken von der Höhenmarke für 1895 aus den Gletscherstand des Jahres 1900 bestimmte.

Marke II: Die Marke II wurde im Jahre 1901 neu errichtet und befindet sich gleichfalls am linken Ufer, und zwar am Fuße einer Felswand, unter welcher der von der Franz Josephs-Höhe kommende Weg über die linke Ufermoräne hinab auf den Gletscher führt. Die Marke hat als Fixpunkt ein rothes Dreieck, von dem ein rother Pfeil ausgeht, der die Messungsrichtung zum Gletscher angibt.

Marke III: Die Marke III befindet sich am linken Ufer und bezeichnet die Marke des Seeland'schen Markenzuges g an der Felswand unter der Franz Josephs-Höhe. Ein festes Markendreieck, von dem aus alljährlich der Abstand des Gletscherrandes gemessen werden könnte, läßt sich hier nicht anbringen, weil der Gletscher an dieser Stelle an der steilen Felswand einsinkt, so daß die früheren Marken unzugänglich werden. Dieses Verhältnis bestand damals, als Seeland die Messungen in Angriff nahm, für alle Marken. Gegenwärtig ist die Marke III die einzige, die keinen Fixpunkt besitzt, sondern durch rothe Striche die jeweilige Höhe des Gletscherstandes zum Ausdruck bringt. Im heurigen Jahre (1902) konnte aber der die Höhe des Eises darstellende Strich nicht gemacht werden, weil noch Lawinenschnee den Gletscherrand und den Felsen bedeckte. Der Schnee verhinderte aber auch das Abschmelzen des Gletscherrandes, weshalb bestimmt wurde, wie weit die Oberfläche des Eises hinter dem Schneewall von der Höhenmarke von 1901 abstand. Der angegebene Neigungswinkel bezieht sich daher nicht auf die Neigung des Felsens, sondern auf diese Messungsluftlinie. Der obere Rand des Schnees am Felsen lag 25 m unter der Marke vom Jahre 1901.

Marke IV: Die Marke IV — gleichfalls auf der linken Seite des Gletschers — wurde im heurigen Jahre (1902) neu errichtet und befindet sich gerade unter der Franz Josephs-Höhe, südöstlich der Marke III. Der Fixpunkt wurde am Fuße eines steilen Chloritschieferfelsbuckels an einer Stelle angebracht, wo das mit Moränenmaterial bedeckte Gehänge es ermöglicht, dass man vom Gletscherrande leicht zum Markenfixpunkt, einem rothen Dreieck, gelangen kann. Ein rother Pfeil und rothe Punkte zeigen die Richtung an, in der der Abstand der Marke vom Gletscherrande bestimmt wurde.

b) Unterer Pasterzenkees (Absturz).

Marke V: Die Marke V befindet sich an der Stelle des Seeland'schen Markenzuges a am Fuße des Freiwandfelsens, des alten „Hohen Sattels“, dessen Fortsetzung jenseits einer tiefen, heute eisbedeckten Schlucht jene Felsbarre bildet, die quer über das heute noch theilweise vom Eis erfüllte Gletscherbett hinüberzieht und die Ursache jenes 300—400 m hohen Eisabbruches bildete, der den oberen vom unteren Pasterzenkees trennte. Im Jahre 1878 ist das erste Stück dieser Felsbarre mitten im Gletscher zum Vorschein gekommen. Seeland machte dort im Jahre 1879 seine Marke d und nannte den ausapernden, steilwandigen Felsen „Elisabethfels“. Dieser bildet aber nur einen kleinen Theil des heute zum großen Theil schon eisfreien Felsabsturzes, der sich ähnlich der Margaritze als Barre über das Gletscherbett hinüberzieht. Nur das oberste Stück des Felsabfalles ist noch vergletschert und auch die beiden Schluchten, die diesen Felsriegel rechts und links begleiten und von den Gehängen abtrennen. Diese mit Eis erfüllten Schluchten setzen sich nach unten eisfrei fort, schließen zwischen sich die Margaritzenmulde und weiter thalab den Felsenriegel der Margaritze selbst ein und vereinigen sich dann am südöstlichen Ende derselben. — An der Freiwand wurde 1879 die erste Marke gemacht, und man kann der Reihe nach die rothen Striche verfolgen, welche die seit 1879 alljährlich gemessenen Gletscherstände bezeichnen. An der Stelle, welche den Stand von 1898 bezeichnet, wurde das rothe Dreieck angebracht, welches als Fixpunkt für alle weiteren Messungen an diesem Punkte zu gelten hat. Ein Pfeil und rothe Punkte geben die Messungsrichtung an.

Marke VI: Die Marke VI bezeichnet den Seeland'schen Markenzug y, der (seit 1898) als Fortsetzung des Markenzuges b am Pfandlbache erscheint. Die Marken des Zuges b befinden sich an

dem Felsabfall, der den Pfandlbach am linken Ufer begleitet, und umfassen die Zeit von 1879 bis 1898. In letzterem Jahre war der Gletscher nicht nur soweit eingesunken, sondern hatte sich auch soweit zurückgezogen, daß der Pfandlbach eisfrei wurde und sich frei in die Möllschlucht ergießen konnte. Damit hatte diese Markenreihe ausgedient, und es wurde zur Ermittlung des seitlichen Zurückweichens und Einsinkens der Zunge im Jahre 1898 etwas weiter oben an einer Felsrippe zwischen der Marke V am Freiwandfelsen und dem Pfandlbache die neue Marke mit der Bezeichnung y errichtet. Dort wurde in der Höhe des Gletscherstandes von 1900 im Jahre 1901 das rothe Dreieck als Fixpunkt angebracht und ein rother Pfeil und rothe Punkte, welche die Messungsrichtung vom Fixpunkt zum Gletscherrande ersichtlich machen.

Marke VII: Die Marke VII wurde im Jahre 1902 neu angelegt; sie befindet sich an dem äußersten Felsenvorsprung in dem Winkel zwischen Pfandlbach und Möllschlucht und hat die Aufgabe, zur Bestimmung des in der Längsachse erfolgenden Rückganges der sich in die linke Möllschlucht hineinschiebenden Gletscherzunge zu dienen. Auf dem Felsenkopf sind das rothe Dreieck und der Richtungspfeil angebracht. In der Möllschlucht unter dem Dreieck der Marke VII endete 1898 der Gletscher, nachdem die Mündung des Pfandlbaches eisfrei geworden war. Die Messungsrichtung folgt der Richtung der Möllschlucht und biegt mit dieser an einer Stelle in einer durch rothe Punkte angegebenen Weise um. Daher sind in der Tabelle zwei Entfernungen und zwei Neigungswinkel ersichtlich gemacht — vom Fixpunkt bis zur Knickung und von der Knickung zum Gletscherrande. Diese Marke VII schließt an die Seeland'sche Markenreihe e „am Ostrande“ an, die aber zur Bestimmung des Einsinkens des Zungenendes angelegt war. — Die vom Führer Wallner im Jahre 1900 ausgeführte Messung ist, wie die Nachmessung ergeben hat, entschieden unrichtig und daher in der Tabelle nicht angegeben.

Marke VIII: Die Marke VIII befindet sich gegenüber der Marke VI auf der rechten Seite der linksseitigen Zunge an einem Felsen, der ein Theil jener Barre ist, die von der Freiwand quer über das Gletscherbett zieht und der auch der Elisabethfels angehört. Im Jahre 1898 hat Seeland dort die Marke x „nächst dem Elisabethfels“ als Ersatz für die unbrauchbar gewordene Marke c „an der Margaritze“ gemacht; der Gletscher war bis auf den Boden ab-

geapert, die Marke c daher überflüssig geworden, ebenso wie auf der linken Seite der Möllschlucht die Pfandlbachmarke b. Als Fixpunkt wurde die Höhenmarke des Jahres 1899 angenommen und durch ein rothes Dreieck und durch die Ziffer VIII gekennzeichnet. Ein rother Pfeil und rothe Punkte lassen die Messungsrichtung erkennen. Die erste Höhenmarke auf diesem Felsen (vom Jahre 1898) befindet sich an einer Stelle, „wo ein schöner, halber Gletjchertopf von 3·5 m Höhe und 3·0 m Breite ausgeschauert und bloßgelegt ist“.\*)

Die Marke IX: Die Marke IX wurde im Jahre 1901 neu gesetzt und liegt gegenüber der Freiwandmarke V auf einem Felsenbuckel derselben Felsbarre des Absturzes, auf der etwas tiefer auch die Marke VIII und höher oben die Marken X, XI und XII angelegt sind. Von Marke VIII ist die Stelle der Marke IX durch kleine Felsabfälle und eine Felsstufe getrennt, deren Boden aus niedrigen Schlibfbuckeln und flachen Felsmulden besteht, die theilweise mit Wasser gefüllt sind. Auf diese Weise bildeten sich auf dieser Stufe fünf kleinere, fast kreisrunde Seen (Lachen). In der Nähe einer solchen Lache fand ich im heurigen Sommer (1902) Holzstücke verschiedener Art, die unzweifelhaft theils Theile eines Stammes, theils der Aeste verschiedener Stärke und der Wurzeln waren und dafür sprechen, daß diese heute vergletscherten Gebiete einst eisfrei und bis zu einer bedeutenden Höhe sogar mit Bäumen bewachsen waren. Und in der That zeichnen ja die Karten von Homann, Seutter (um 1710) und Lotter, die offenbar auf der Holzworm'schen Karte von 1649 beruhen, in dem Gebiete zwischen dem Möll- und (Pfandl-) Scharthenbach Bäume ein und auch einen Stollen, der dem Gold- und Silberbergbau diente. Auch Seeland fand im Jahre 1879 „in der alten südlichen Seitenmoräne in 2152 m Seehöhe“ einen Baumstrunk, von dem 1880 eine Scheibe herausgeschnitten und ins Klagenfurter Museum mitgenommen und als Zirbelkieferholz bestimmt wurde.\*\*) Konnte der Fund eines Baumstückes die Deutung zulassen, daß der Stamm vielleicht durch Menschenhände zum Zwecke des Hüttenbaues hinaufgetragen und auf irgend eine Weise in den Gletjcher gekommen sei, so ist dies bei einem Funde von Wurzeln,

\*) Seeland, Studien am Paisterzengletjcher, Mitth. d. D. u. De. A.-B. 1898, Nr. 24.

\*\*) Seeland, Studien, Zeitschr. d. D. u. De. A.-B., 1881, S. 173 f., und Oeslerreichische botanische Zeitschrift, 1881, Nr. 1.

Stammstücken und Nesten ausgegeschlossen. Man wird daher kaum fehlgehen, wenn man den Platz des Wachstums solcher Zirbelkiefern in Gebiete versetzt, die heute vergletschert sind. Ein Stück eines Baumstrunkes habe ich zu dem Gletschertopf g:tragen, in dessen Nähe die Höhenmarke der Seeland'schen Marke x aus dem Jahre 1898 angebracht ist. Oberhalb der mit Lachen bedeckten Stufe befindet sich wieder ein Felsabsturz, auf dem Felsbuckel oben die Marke IX und dahinter wieder ein kleiner flacher Felsboden mit kleinen Schlibuckeln und Mulden. Den Hintergrund dieses kleinen Felsbodens erfüllt der Gletscher, der über einen Felsabsturz herabkommt, der den Abchluss dieses Stufenbodens bildet. Von der Marke IX sind drei Messungsrichtungen (a, b, c) festgelegt. Die erste (a), die 1902 aber nicht gemessen werden konnte, steht senkrecht zum seitlichen Gletscherrande und bestimmt das seitliche Zurückweichen der schmalen Zunge, die zweite (b) zielt, der Streichungsrichtung des Stufenrandes folgend, in eine Ecke des Gletscherrandes, wo sich an die breitere Zunge das schmälere Ende anschließt, das dann — einer secundären Halbinsel vergleichbar — mit steilem Abfall in die linke Möllschlucht hinabreicht; die dritte Richtung (c) trifft wieder senkrecht den Gletscherrand, aber die Stirnseite des sich oberhalb des schmalen Zungenendes verbreiternden Theiles der Gletscherzunge und bestimmt den Rückgang auf dem flachen Boden der Felsstufe. Der Gletscher ist dort sehr mächtig und von zahlreichen sich kreuzenden Spalten durchzogen, so daß sich einzelne Trümmer ablösen und abstürzen.

Marke X: Die Marke X wurde im Jahre 1901 neu angelegt und befindet sich am rechten Gletscherrande auf einer sanft geneigten, geschliffenen Felsplatte des Absturzes schieb oberhalb der Marke IX und ist von dieser durch einen steilen Felsabsturz getrennt. Der Fuß dieses steilen Felsabsturzes und der an den Fuß anschließende kleine flache Felsboden, an dessen vorderen Rand sich die Marke IX befindet, ist auf allen neueren Bildern des Pasterzenabsturzes deutlich zu sehen und fällt durch das höhlenartige Dunkel auf, das am Eisrande im Winkel der Felsstufe herrscht.

Marke XI: Von der Marke X steigt man über flache Schlibuckel zur Marke XI empor. Auch diese Marke wurde im Jahre 1901 neu angelegt und hat ihren Fixpunkt am Fuße einer steil ansteigenden, aber nicht sehr hohen Wand, an die sich wieder eine Felsstufe anschließt, auf der sich der Gletscher fast bis zum Abfall vor-



schiebt. Die Marke XI ist die höchste jener Marken, die den Zweck haben, das zeitliche Zurückweichen der Zunge anzuzeigen. Die linke Seite des Markenfelsens schließt an den Gletscher an, der sich von dort bis zum Freiwandfelsen ausbreitet, an der rechten Seite fließt ein Bächlein herunter, das dem Nees über dem Markenfelsen entströmt. An dieser Stelle ist die Gletscherzunge am weitesten zurückgewichen, so weit, daß man sich schon fast auf der Höhe des eigentlichen Absturzes befindet. Es ist der mittlere Theil der Stirnseite der Zunge, wo sich diese theilt und in zwei Eisclappen — die Zungenenden rechts und links bildend — auflöst. Diese beiden Ausläufer erfüllen offenbar zwei Schluchten, welche die Felsbarre rechts und links begrenzen und sich nach abwärts in jenen Schluchten fortsetzen, welche die Margaritzenmulde und weiter unten den Margaritzenfelsen selbst rechts und links von den Felswänden des Gehänges abtrennen und sich am südöstlichen Ende der Margaritze zu einer Möllschlucht vereinigen. In die linksseitige, tiefere Schlucht ergießt sich ungefähr gegenüber dem NO-Ende der Fußlinie des der Margaritzenmulde zugewendeten — nordwestlichen — Abfalles des Margaritzenfelsens der Pfandsbach, der seit 1898 völlig eisfrei ist und in einem mächtigen Wasserfall tosend über den steilen Schluchtabhang in die enge, dunkle Möllschlucht hinabfällt. Von den beiden Zungen streckt sich die linksseitige weiter vor — ihre Bewegung wird durch die Marken V bis einschließlich XI verfolgt — während die rechtsseitige von geringerer Bedeutung und mit Schutt und Schlamm fast vollständig überdeckt ist. Dieser schuttbedeckte rechte Theil des Gletschers war es, der den „See am grünen Thor“, später Grünsee oder Pasterzensee genannt, abdämmte, und zwar zu einer Zeit, als die Zunge in ihrer ganzen Breite noch in einem prächtigen Eisabsturz die Felsbarre des Elisabethfelsens bedeckte und bis auf den Boden der Margaritzenmulde hinabreichte und auch diesen ganz und später theilweise erfüllte. Mit dem Gletscherrückzug ist der Grünsee, den noch Neils Großglocknerkarte von 1860 und 1864 und Wiedenmanns Karte von 1871 und die erste Ausgabe der österreichischen Specialkarte 1 : 75.000 darstellen, im Jahre 1879 abgesehen. Aber der Rückgang des Zungenendes erfolgte nicht gleichmäßig, da entsprechend der Gestaltung des Gletscherbettes der mittlere Theil, wo die oberhalb der Margaritzenmulde auftretende Felsbarre des Elisabethfelsens am höchsten ist, wegen der geringeren Mächtigkeit des Eises rascher zurück-

schmolz, während das Zungenende rechts und links, wo das Eis je eine tiefe Schlucht ausfüllte, weniger rasch zurückgieng und dadurch jene beiden Zungenlappen ausbildete, die heute den bis zu einer bedeutenden Höhe eisfreien Felsabsturz rechts und links einschließen. An der höchsten eisfreien Stelle des Felsabsturzes zwischen den beiden heutigen Eislappen der Gletscherzunge befindet sich die Marke XII.

Die Marke XII wurde im heurigen Sommer (1902) angelegt und hat die Aufgabe, den Stand und Gang der Zunge an der höchsten Stelle, wo sich die beiden Zungenenden an die eigentliche breite Zunge anschließen, festzulegen. Das rothe Dreieck und die Ziffer XII sind an einem Felsbuckel 10,5 m vor dem Eise angebracht. Die Messungsrichtung entspricht ungefähr der Längsachse des Gletschers an dieser Stelle und stimmt mit der Messungsrichtung der Marke VII vor dem Ende des linksseitigen Zungenlappens beinahe überein. Diese beiden Marken (VII und XII) dienen daher zur Bestimmung des Gletscherrückganges in der Längsachse der Zunge, während die anderen — mit Ausnahme von IXc — zur Bestimmung des seitlichen Zurückweichens des Eises angelegt wurden.

An diesen zwölf Marken wurden die Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse in folgenden Tabellen zusammengestellt sind.

### C. Messungsergebnisse.

Die ziffernmäßigen Ergebnisse der von 1879 bis 1899 alljährlich durchgeführten Messungen Seelands sind von ihm selbst zusammengestellt und mögen hier — der Vollständigkeit wegen — gleichfalls angeführt werden. Die letzte „Uebersicht“ findet sich in Nummer 24 des Jahrganges 1899 der „Mittheilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines“. In der hier wiedergegebenen Tabelle erscheinen aber nur die „Gletscherichwindmaße“, die an den einzelnen Marken gemessen wurden, nicht aber auch die in Seelands Tabelle angeführten Jahresmittel der Schwankungen. Zugleich muß darauf hingewiesen werden, daß diese Ziffern die Größen der in der Richtung des größten Gefälles wirklich gemessenen oder darauf umgerechneten schiefen Entfernungen darstellen, aus denen mit Hilfe des Neigungswinkels der schiefen Entfernungen erst die Größen der horizontalen und verticalen Entfernungen gerechnet werden müssen. Die in der Tabelle der Messungsergebnisse für 1900, 1901 und

1902 angeführten Ziffern sind gleichfalls thatsächlich gemessene schiefe Entfernungen, deren Richtungen jedoch nicht immer dem größten Gefälle des Gehänges folgen, sondern bei den einzelnen Marken — mitunter auch ohne Rücksicht auf das Gehänge — alljährlich gleich bleiben. Diese sind an den rothen Dreiecken, welche die Fixpunkte darstellen, von denen aus jedes Jahr gemessen wird, durch rothe Pfeile und weiterhin durch rothe Punkte angedeutet und auch durch die Messung des magnetischen Azimutes bestimmt. Nicht die Richtung des größten Gefälles im Gehänge des Gletscherufers ist bestimmend für die Wahl der Messungsrichtung gewesen, sondern die — womöglich — senkrechte Stellung dieser Richtung zum Verlaufe des Gletscherrandes. Die Länge und der Neigungswinkel der gemessenen schiefen Entfernungen sind in der „Uebersichtlichen Zusammenstellung“ für 1900, 1901 und 1902 enthalten, während die magnetischen Azimute der in der Natur durch Pfeile und Punkte festgelegten Messungsrichtungen erst nach einer genaueren Messung im kommenden Jahre mitgetheilt werden können. Auch ist nicht zu übersehen, daß die in den Tabellen Seelands und die in den Tabellen für 1900 bis 1902 angegebenen Werte der schiefen Entfernungen nicht gleichwertig sind, da erstere die jährlichen Schwankungen unmittelbar, letztere hingegen nur mittelbar angeben, indem sie besagen, wie weit der Gletscherrand zur Zeit der Beobachtung von dem ein für allemal festgelegten Fixpunkt entfernt gewesen ist; daher ist aus den in den Tabellen für 1900—1902 angeführten Zahlen nicht unmittelbar die Größe des Schwindens oder Wachstums des Gletschers zu entnehmen, sondern erst mittelbar durch den Vergleich der an einer und derselben Marke in verschiedenen Jahren gemessenen Entfernungen. Nicht der absolute Wert, sondern die Abnahme oder Zunahme der Größen der schiefen Entfernungen läßt daher aus den letzteren Tabellen das Schwinden oder Wachsen des Gletschers erkennen.

Nach diesen Gesichtspunkten sind die ziffernmäßigen Ergebnisse zu beurtheilen, die in den folgenden Tabellen wiedergegeben sind:

# I. Uebersicht der 20jährigen Gletschermessungen (Seelands) auf der Pasterze.

Gemessen im Jahre	M a r k e n						
	am unteren Gletscher					am oberen Gletscher	
	a	b	c	d	e	f	g
Gletscherschwindmaß in Metern							
1879—80	—8·00	—6·80	—7·40	—10·00	—	—	—
1880—81	—6·87	—4·00	—8·60	—6·00	—	—	—
1881—82	—7·45	—5·45	—7·50	—10·00	—	—	—
1882—83	+2·45	—2·80	—5·60	—2·60	—	—	—
1883—84	—0·90	—4·50	—1·00	—3·77	—	—	—
1884—85	—3·80	—6·00	—0·50 <sup>1)</sup>	—12·00	—5·70 <sup>2)</sup>	—	—
1885—86	+4·10	—6·00	—1·60	—7·00 <sup>3)</sup>	—6·70	—	—
1886—87	—5·10	—7·20	—5·00	—	—6·20	—3·80 <sup>3)</sup>	—5·30 <sup>4)</sup>
1887—88	—4·60	+0·75	—17·20	—	—6·10	—	—
1888—89	—6·20	—6·04	—4·30	—	—10·43	—	—
1889—90	—5·30	—4·30	—11·70	—	—10·00	—1·20	—5·37
1890—91	—2·00	—6·27	—8·25	—	—9·50	—4·00	—3·00
1891—92	—3·57	—5·00	—18·50	—	—7·84	—1·40	—2·90
1892—93	—2·10	—5·90	—24·40	—	—12·00	—	—2·40
1893—94	—6·75	—5·45	—20·40	—	—16·00	—	—0·00
1894—95	—1·30	—5·60	—4·70	—	—14·50	—2·10	—2·60
1895—96	—1·00	—9·00	—13·30	—	—11·30	+1·90	—1·75
1896—97	+0·98	—11·45	—22·15	—	—8·20 <sup>5)</sup>	—0·05	—0·42
1897—98	—8·20	—6·10	— <sup>6)</sup>	—	—12·00	—1·45	—3·17
1898—99	+2·90	—2·68 <sup>7)</sup>	—7·00	—	—21·00	—	—2·50
Summe	—62·71	—109·79	—189·10	—51·37	—157·47	—12·10	—29·41
Mittel	—3·17	—5·49	—9·95	—7·34	—10·49	—1·51	—2·67

1) Neue Marke auf der Margaritzen. (Sie mußte 1884 gemacht werden, weil der bisherige Markenselsen an der südlichen Mällquelle — gegenüber der Margaritze — vollständig ausaperte.)

2) Neue Marke am Stuffer (am Felsen unter dem Glocknerhaus — gegenüber der Margaritze — an der nördlichen Mällquelle).

3) Marke unter (südsüdlich) der Hofmannshütte.

4) Neue Marke unter der Franz Josephs-Höhe.

5) Zwei Messungen: neue e = 6·30 }  $\frac{16·40}{2} = 8·20$  m.  
alte e<sup>1</sup> = 10·10 }

6) Neue Marke x nächst dem Elisabethfelsen. (Sie wurde 1898 gemacht, weil infolge des Gletscherrückganges die 1884 auf die Margaritzen übertragene Marke c auch da wieder gegenstandslos geworden war.)

7) (Neue) Marke y ober dem Pfandlbache. (Die Pfandlbachmarke b wurde 1898 überflüssig, weil der Gletscher so weit zurückgegangen war, daß der Pfandl-

## II. Uebersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse der in den Jahren 1900, 1901 und 1902 durchgeführten Gletscherstandsmessungen.

### a) Am oberen (mittleren) Pasterzekees.

Marke	Festlegung des Fixpunktes	Neigungswinkel	Gemessene Entfernung des Gletscherandes vom Fixpunkte in Metern und Tag und Jahr der Messung			
			17. September 1900	13. September 1901	8. September 1902	
I (f)	1902	35°	11·2	—	15·7	
II	1901	28°	—	45·5	46·0	
III (g)	— <sup>9)</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} 1900: 45^{\circ} \\ 1901: 45^{\circ} \\ 1902: 40^{\circ} \end{array} \right.$	2·3	7·2	8·3	
IV	1902		35°	—	—	38·5

### b) Am unteren Pasterzekees (Gletscherabsturz).

Marke	Festlegung des Fixpunktes	Neigungswinkel	Gemessene Entfernung des Gletscherandes vom Fixpunkte in Metern und Tag und Jahr der Messung		
			17. September 1900	12. September 1901	9. September 1902
V (a)	1901	23°	13·8	19·0	20·5
VI (y)	"	27°	7·6 <sup>10)</sup>	11·0	12·8
VII (e)	1902 <sup>11)</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} 0^{\circ} \\ +11^{\circ} \end{array} \right.$	—	—	$\left\{ \begin{array}{l} 55·4 \\ 18·0 \end{array} \right.$
VIII (x)	1901		10°	19·0	
IX a	" <sup>12)</sup>	—	—	—	—
IX b	"	+10°	—	59·0	53·0
IX c	"	0°	—	26·0	34·8
X	"	—	—	30·0	27·5
XI	"	+10°	—	22·0	14·5
XII	1902	10°	—	—	10·5

bach bis zu seinem Absturz in die Möllschlucht eisfrei wurde. Die neue Marke y befindet sich an einer geschliffenen Felsrippe im Schuttgehänge unter der Freiwand, und zwar ungefähr in der Mitte zwischen der Pfandlbachmündung und der Marke des Jahres 1898 an der Freiwand.)

<sup>8)</sup> Diese Marke d am Elisabethfels wurde 1886 aufgelassen, weil der Gletscher im Sommer dieses Jahres bis zum Fuße des Elisabethfelsens abgeschmolzen und der ganze Felsen sammt dem Gletscherboden eisfrei geworden war.

<sup>9)</sup> Diese Marke „unter der Franz Josephs-Höhe“ besitzt keinen Fixpunkt, weil der Gletscher an einer Felswand einsinkt und diese so steil ist, daß ein Fixpunkt, von dem aus alljährlich gemessen werden könnte, unmöglich gefunden

Die Vergleichung der Zahlen, die in der „Uebersicht der 20jährigen Gletschermessungen Seelands auf der Pasterze“ von 1879 bis 1899 und in der Tabelle für die Jahre 1900, 1901 und 1902 enthalten sind, führt zu dem Ergebnis, daß die Pasterze von 1879 bis heute in fortwährendem Rückgange begriffen ist, der schon um die Mitte des 19. Jahrhunderts (1856) seinen Anfang genommen hat. Ganz vereinzelt findet man in Seelands Messungen bei einer oder der anderen Marke gelegentlich Zeichen des Vorstoßes, die sich aber als vorübergehende Verhältnisse erwiesen und alsbald wieder ausgeglichen haben. Ob sich aber das an den drei Marken IX b, X und XI im heurigen Jahre (1902) beobachtete Vorrücken gleichfalls auf örtliche Umstände wird zurückführen lassen oder das erste Zeichen eines nunmehr beginnenden Vorrückens der Pasterze bedeutet, werden die Beobachtungen in den kommenden Jahren ergeben. Aus der Verwertung der bisherigen Gletscherstandsmessungen (schiefen Entfernungen), aus denen die horizontalen und verticalen Größen der jährlichen Schwankungen zu bestimmen sind, ferners der bisherigen Geschwindigkeitsmessungen und der Beobachtungen in den nächsten Jahren wird sich vielleicht feststellen lassen, ob der seit der Mitte des 19. Jahrhunderts beobachtete Rückgang des Zungenendes einer einzigen Rückzugsperiode entspricht oder ob nicht vielleicht auch hier eine Periode des Vorstoßes eingeschoben war, deren Wirkungen aber — etwa wegen des geringeren Ausschlages der Klimaschwankung in dieser Periode und wegen der Beschaffenheit des Pasterzenbettes — in der Bewegung des Zungenendes nicht auffallend genug in Erscheinung getreten sind.

werden kann. Die in der Tabelle für diese Marke angegebenen Zahlen bedeuten also den für jedes einzelne Jahr gemessenen Rückgang, bezw. das Einsinken des Gletschers, während die Zahlen der übrigen Marken angeben, wie weit der Gletscherrand alljährlich vom Fixpunkt abstand, der Unterschied für das Jahr daher erst auszurechnen ist.

<sup>10)</sup> Diese Zahl ist die schiefe Entfernung des Gletscherrandes im Jahre 1900 von der Marke des Jahres 1899. Die Marke 1900 wurde als Fixpunkt bestimmt, und deshalb sind die folgenden Zahlen für 1901 und 1902 die Abstände des Gletscherrandes von diesem Fixpunkte.

<sup>11)</sup> Von der Marke VII am Felsen zwischen Möll und Pfandsbach wurde entlang der Möllschlucht zum Gletscher gemessen. Da die Schlucht eine Knidung macht, wurde vom Markendreieck bis zur Knidung und von dort zum Gletscher gemessen und die Neigung und Länge beider Strecken getrennt angegeben.

<sup>12)</sup> Diese Markenrichtung konnte nicht gemessen werden.