

## Zur Frage der letzten Gletscherschwankungen in den östlichen Hohen Tauern.

(Mit 3 Abb. auf Tafel 3.)

Von Sieghard M o r a w e t z.

Wenig befriedigend ist der Zusammenhang zwischen dem Klimaverhalten und den Gletscherschwankungen in den Alpen. Berücksichtigt man nicht nur die Vorstöße und Rückgänge an sich, sondern auch ihre Ausmaße, so wird die Übereinstimmung noch geringer. Auf diese Schwierigkeiten wiesen schon viele Bearbeiter hin und die verschiedensten Klimatelemente wurden zu einem Erklärungsversuch herangezogen.

So machte J. M a u r e r<sup>1</sup> darauf aufmerksam, daß am Rhonegletscher die Brückner'sche Klimaperiode nicht eingehalten wurde. Der feuchte und kühle Zeitabschnitt von 1878—1891 ging an diesem Gletscher ebenso wie die trockenen und warmen Jahre 1891—1909 ohne entsprechende Reaktion vorüber. Maurer meint darum, Änderungen des Niederschlags und der Lufttemperatur seien für den Gletscherhaushalt von mäßiger Bedeutung, während dagegen die direkte Sonnenstrahlung eine wichtigere Rolle spielt. Aber nicht immer muß ein wärmeres Jahr fünf eine größere Zahl Sonnenstunden aufweisen.

Ähnlich verhält es sich mit der 16jährigen, von A. W a g n e r<sup>2</sup> entdeckten Schwankung der Jahrestemperaturen. Diese Schwankungen nehmen in Europa seit dem Ende des 18. Jahrhunderts ziemlich gleichmäßig ab. Eine Niederschlagssteigerung geht damit Hand in Hand. Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre wurde intensiver. Ein Ozeanischerwerden des Klimas war die Folge. Seeklima muß aber als ein Gunstfaktor für die Gletscherentwicklung gewertet werden und sollte sich im Sinne einer Vorstoßperiode auswirken. Eine solche großen Stils blieb aber seit dem Hochstand der Fünfzigerjahre aus.

<sup>1</sup> Maurer, J., Die jüngste große Rückzugsphase der Schweizer Gletscher im Lichte der Klimaschwankung, *Pet. Mittl.* 1914, S. 10—12.

<sup>2</sup> Wagner, A., Eine bemerkenswerte 16jährige Klimaschwankung. *Sitzber. d. Ak. d. Wiss. Wien.* Bd. 133 math. naturwiss. Kl. 1929.

Die Abnahme der Jahresschwankung der Temperatur in den letzten Dezenen in Europa. *Met. Zeitschr.* 1928, S. 361—367.

R. Billwiler<sup>3</sup> macht für den kleinen Vorstoß der Schweizer Gletscher um 1919 an erster Stelle die Winterniederschläge verantwortlich. H. Friedel<sup>4</sup> glaubt in einem inversen Gang der Niederschläge zwischen Berghöhen und Tälern (Niederschlagabnahme in der Höhe, Zunahme in den Tälern) die Ursache für den gegenwärtigen Gletscherrückgang gefunden zu haben.

Bei manchen dieser Erklärungsversuche wurde, wie man sah, überhaupt nur mit einem Klimatelement gearbeitet. Aber selbst da müssen immer wieder Mittelwerte Verwendung finden. Nun ist es unmöglich, einzelne besondere Wettergeschehen, die aber für die Gletscherernährung oder Ablation sehr wichtig sein können, damit zu erfassen, z. B. das Auftreten von Regengüssen bis in große Höhe oder sehr hohe Temperaturen in der Umgebung tiefliegender Gletscherzungen bei Föhnfällen. Die von Ekhart<sup>5</sup>, Hader<sup>6</sup> und Tollner<sup>7</sup> untersuchten Gletscherwinde, die die Zungen fast dauernd in einen kalten Luftmantel einhüllen, schaffen Gunstbedingungen, für die Zahlenmaterial noch ganz fehlt. Andere Wünsche gingen dahin, das Jahr nicht in Kalendermonate, für die eben die Mittel vorliegen, zu gliedern, sondern in Gunst- und Ungunstperioden zu zerlegen und diese zu verwenden oder bei Berücksichtigung mehrerer Klimafaktoren zu einer Wertung der verschiedenen Faktoren zu kommen.

Je mehr Klimatelemente man zur Erklärung der Gletscherschwankungen heranzieht, desto zahlreichere Teilursachen lassen sich dann wohl aufzeigen. Oft aber wirken die Faktoren genau einander entgegen, und da ihre Wertung heute nicht möglich ist, verwirrt die Vielzahl der Einflüsse mehr, als sie sichere Erkenntnisse fördert. Einzelne Wetterlagen, wie Föhnfälle, Gewitter, Regengüsse usw., müssen darum unberücksichtigt bleiben. Nur Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein jene Elemente, die doch als die Wesentlichsten angesehen werden müssen, sollen hier Beachtung finden. Führt man eine jahreszeitliche Gliederung, und sei es auch bloß eine Zweiteilung in eine Winter- und Sommerperiode, durch, so lassen sich mit den

<sup>3</sup> Billwiler, R., Temperatur und Niederschlag im schweizerischen Alpengebiete während des letzten Gletschervorstoßes. Ann. d. Schweiz. Met. Zentralanstalt 1930.

<sup>4</sup> Friedel, H., Bausteine zu einer Theorie der rezenten Gletscherschwankungen. Met. Zeitschr. 1936, S. 375—383.

<sup>5</sup> Ekhart, E., Über einige Gletscherwindmessungen in den Ötztaler Alpen. Zeitschr. f. Gletscherk. Bd. XXII, S. 217—222.

<sup>6</sup> Hader, F., Die Winde der Gletscherregion und ihre geogr. Bedeutung. Mitteil. geogr. Ges. Wien 1937, S.

<sup>7</sup> Tollner, H., Gletscherwinde auf der Pasterze. Jahresbericht d. Sonnblickvereines 1935.

einzelnen Elementen eine größere Anzahl von Kombinationen durchzuführen. Es fragt sich: Welche Klimaelement-Kombinationen stimmen am besten mit unseren Gletscherschwankungen überein.

Aus dem Sonnblickgebiet liegen für rund 50 Jahre genaue meteorologische Aufzeichnungen und Gletschervermessungen vor<sup>8</sup>. Das Goldbergkees, der größte Gletscher der Gruppe (Größe 1934: 2.02 km<sup>2</sup>), weist seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts, also seit dem letzten großen Hochstand, folgenden Gang auf: 1855—1880 150—200 m, 1880—1890 150 m, 1892—1896 80 m Rückgang; 1898 bis 1900 Stillstand; 1900—1905 Rückgang, 1905—1917 langsamerer Rückgang, 1917 sehr mäßiger Vorstoß, 1917—1927 Stillstand bis langsamer Rückgang, 1928 stärkerer Rückgang, 1927—1934 46 m Rückgang. Sein Verhalten kann im Vergleich zu anderen Ostalpen-Gletschern als typisch für die Zeit von 1850 bis heute gelten.

Die meteorologischen Aufzeichnungen erfuhren folgende Verwertung: Für den Sonnblick wurden seit Beginn der Beobachtungen Jahrestemperatur, Sommertemperatur, Jahresniederschlag, Sommer-niederschlag und die Sonnenscheindauer für das Jahr und die Sommermonate in Kurven übereinander gezeichnet und zwar einmal von Jahr zu Jahr und dann für Jahrfünfte. Sommermonate sind hier Juni, Juli, August und September, der September deshalb, weil er auf den Bergen noch wärmer ist als der Juni und die Schneegrenze in diesem Monat am höchsten ansteigt.

Um an Stelle der 2 oder gar 4 Kurven (Jahresniederschlag, Sommerniederschlag, Jahres- und Sommertemperatur) nur eine zu erhalten, deren Berge Gunst- und deren Täler Ungunstzeiten für die Gletscherentwicklung darstellen, wurde der Versuch gemacht, mit dem Quotienten aus Niederschlag : Temperatur zu arbeiten. Sinkt der Niederschlag und steigt die Temperatur, so wird der Quotient kleiner (Ungunstzeiten), wächst dagegen der Niederschlag und sinkt die Temperatur, wird er größer (Gunstzeiten). Man kann nun die Rechnung mit dem Jahresniederschlag und der Jahrestemperatur und dem Sommerniederschlag und der Sommertemperatur ausführen. Ein Vergleich der beiden Rechnungen ergibt für den Sonnblick nur mäßige Unterschiede.

---

<sup>8</sup> Penck, A., Gletscherstudien im Sonnblickgebiet, Zeitschr. d. D.Ö.A.V. 1897, S. 52—71. Kinzl, H., Die Gletscher der Sonnblickgruppe in den Jahren 1896—1928. XXXII. Jahresber. d. Sonnblick-Vereines 1928, S. 12—18. Hacker, W., Vorläufiger Bericht über die Gletscher- und Seeuntersuchungen in der Goldberggruppe im Sommer 1930. XXXIX. Jahresber. d. Sonnblick-Vereines 1930, S. 25—27. Heißel, W. u. Hanke, H., Gletschermessungen in der Sonnblickgruppe im Sommer 1932. Zeitschr. f. Gletscherk. Bd. 21, 1933, S. 179—180.

Ferner ist aus den Jahrfünften von 5 Stationen (Salzburg, Bad Gastein, Sonnblick, Klagenfurt, Obir), die teils Berg- teils Talstationen sind, und über verschiedene Lagen und Wetterbeeinflussungen verfügen, je eine Kurve für die Jahrestemperatur, die Sommertemperatur, Jahresniederschläge und Sommerniederschläge entworfen worden. Eine Art alpines Idealklima, das weder den Gipfeln, noch den Tälern allein entspricht, sollte damit zur Darstellung kommen. Weil diese Kurven ihrem Gang nach nur wenig von der Sonnblickkurve abweichen, unterblieb hier ihre Zeichnung. Für Wien fanden noch die 100jährigen Beobachtungen der alten Universitätssternwarte Berücksichtigung. Hier wurde die Frage gestellt, wie weit eine höhere oder niedrigere Amplitude mit dem Gletschergang übereinstimmt. Die Wiener Reihe umfaßt ja die 2 großen Vorstöße des 19. Jahrhunderts.

Die größten Schwierigkeiten bereitet der Vergleich der verrechneten Quotient-Kurven. Der Kurvengang ist wohl ähnlich, nur die Höhen und Tiefen der Kurvenberge und -täler sind nicht absolut vergleichbar. Mit Hilfe der Korrelationsrechnung wäre eine vollständige Vergleichbarkeit zu erreichen. Sie unterblieb wegen der Unzulänglichkeit der Sonnblick-Niederschlagsmessungen, die für diese Verrechnungen die wichtigste Ausgangsreihe darstellen müssen.

Auf dem Sonnblickgipfel nahmen die Niederschläge nach den Stationsaufzeichnungen von Jahrzehnt zu Jahrzehnt ab (1788 mm, 1684 mm, 1594 mm, 1392 mm, 39jähriges Mittel 1613 mm). In den Talstationen (Bad Gastein) herrschte aber nicht dieser Gang (1099 mm, 1161 mm, 1244 mm, 1156 mm). Als man ab 1927 in 3080 m Höhe, etwas unter dem Gipfel, dann am Brett (2860), auf dem Fleißkees in 2810 und 2560 m, bei der Rojacher Hütte (2570 m) und an der Maschine (2120 m) Messungen durchführte, kam der zu niedrige Gipfelwert deutlich zum Vorschein (Tabelle)<sup>9</sup>.

#### Jahressumme des Niederschlags in Millimeter:

Jahr	Nördl. v. Hauptkamm		Sonnblick		Südl. v. Hauptkamm			
	2120 m Maschine	2570 m Rojacherhütte	3080 m	3106 m	2860 m Brett	2810 m Mittl. Bruch des kleinen Fleißkees	2560 m Unterer Bruch	—
1927	—	1953	—	1339	1836	—	—	—
1928	2144	2345	—	1557	2132	—	—	—
1929	1380	1523	—	1123	1520	1523	1192	—
1930	1688	1815	2373	1203	1800	1900	1590	—
1931	2274	2235	2368	1581	2021	2080	1819	—
1932	1530	1649	2026	1183	1664	1431	1363	—

<sup>9</sup> Steinhauser, Ferd., Neue Ergebnisse von Niederschlagsbeobachtung in den Hohen Tauern. Met. Zeitschr. 1934, S. 34.

Reduziert man die Angaben des Niederschlagssammlers auf die Beobachtungsreihe des Regenmessers auf dem Sonnblickgipfel, so bekommt man für diesen 2570—2700 mm Niederschlag. Einer solchen Reduktion haften aber zu viele Unsicherheiten an, um sie als Grundlage für einen Vergleich zu verwenden.

Man wird überhaupt der Niederschlagskurve des Sonnblickgipfels bei der Auswertung keine zu hohe Bedeutung zuerkennen dürfen.

Auf keinen Fall ist es erlaubt, die Maximalzone des Niederschlags in einer Höhe von 1600—2500 m, wie H a n n, D e u t s c h<sup>10</sup> und P a s c h i n g e r<sup>11</sup> es ganz allgemein annahmen, zu suchen, sondern die Ansicht M a c h a t s c h e k s<sup>12</sup>, der schon 1899 die Vermutung aussprach, daß der Niederschlag im Sonnblickgebiet vom Tal bis zum Gipfel ansteigt, hat sich als richtig erwiesen. Aus den Messungen auf der Adlersruhe (3460 m 1932 2560 mm) geht sogar eine Zunahme bis über Sonnblickhöhe hervor.

Die Beachtung der Jahrestemperatur allein muß nicht befriedigen, da eine tiefe Jahrestemperatur auf einem Herabgehen der Wintertemperatur beruhen kann. In den Gletschergebieten spielt jedoch eine etwas höhere oder tiefere Wintertemperatur für das Fallen des Niederschlages in fester Form oder für die winterliche Abschmelzung kaum eine Rolle. Dann wieder vermag ein kalter Winter durch einen warmen Sommer im Jahresmittel ausgeglichen werden. Die wenig behinderte Sonnenstrahlung eines solchen Sommers leistet Beträchtliches an Abschmelzung. Aus den Firnmessungen in der Silvretta, im Claridengebiet und im Berner Oberland weiß man, daß ein schöner Sommer mehr Firn aufzehrt, als in mehreren niederschlagsreichen Wintern dazukommt. Die Sommertemperatur ist für unsere Zwecke wichtiger. Ähnlich verhält es sich mit dem Sommerniederschlag. Fällt viel Niederschlag im Sommer, bleiben die Firnfelder lange neuschneebedeckt. Ein großer Teil des Niederschlags kommt dann auch im Sommer in fester Form herab.

Auf dem Sonnblick beträgt der Anteil des festen Niederschlags nach Machatschek 94%. S t e i n h a u s e r<sup>13</sup> fand bei einer neuen Durchrechnung für Regen 3.3 %, für Regen und Regen + Schnee +

<sup>10</sup> Deutsch, P., Die Niederschlagsverhältnisse im Mur-, Drauz und Savegebiet. Jahresber. aus Österr. 6. Bd. 1907, S. 16—65.

<sup>11</sup> Paschinger, V., Die Eiszeit ein meteorologischer Zyklus. Zeitschr. f. Gletscherkunde, 13. Bd., 1924, S. 29.

<sup>12</sup> Machatschek, Fr., Zur Klimatologie der Gletscherregion der Sonnblickgruppe. 8. Jahresber. d. Sonnblickvereines 1899.

<sup>13</sup> Steinhauser, Ferd., Über den Schneeanteil am Gesamtniederschlag im Hochgebirge der Ostalpen. Gerlands Beitr. z. Geophysik Bd. 46, 1936, S. 405—412.

Hagel lassen sich aus seinen Werten 5—6.7% errechnen. Der Anteil am festen Niederschlag ist demnach eher größer als kleiner geworden. Niederschlagsreiche Sommer sind eben meist kühle Sommer. Für die Alpen und weite Teile Mitteleuropas gilt im großen und ganzen die Regel: Auf warme niederschlagsreiche Winter folgen oft kühle und feuchte Sommer. Solche Jahre haben eine niedrige Amplitude, während Jahre mit kalten Wintern und heißen Sommern, die beide meist trocken bleiben, eine große aufzeigen.

Bei alleiniger Verwendung der Amplitudenkurve zur Erklärung der Gletscherschwankungen findet der Niederschlag keine direkte Berücksichtigung. Ohne Niederschlag lassen sich noch folgende Kombinationen aufstellen, die in unserem Fall zu brauchbaren Ergebnissen führen: Sommertemperatur  $\times$  Anzahl der Monate über 0°, Sommersonnenschein  $\times$  Anzahl der Monate über 0° und Sommertemperatur  $\times$  Sommersonnenschein.

Ein Vergleich der Sonnblickkurven ergibt: Besondere Gunstjahre für die Gletscherentwicklung, was Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer anbetrifft, und zwar sowohl für die Sommer- und Jahreswerte, waren 1896, 1909/10, 1916, 1931 und 1936; besondere Ungunstjahre 1911, 1917, 1921, 1929 und 1932. Von mehrjährigen Zeitspannen, die eine wichtigere Rolle als Einzeljahre spielen, hatten wenig Sommersonnenschein die Jahre 1909—10, 1912—13, 1924—27; wenig Jahressonnenschein 1895—97, 1900—1905, 1909—10. Viel Sommersonnenschein 1914—15, 1928—30, 1932—35. Zu dieser Häufung in den letzten 2 Jahrzehnten kommen noch eine Anzahl Einzeljahre mit viel bis sehr viel Sonnenschein (1917, 1919, 1921, 1923). Viel Jahressonnenschein kennzeichnet die Abschnitte 1892—94, 1913 bis 1914, 1927—35. Die Häufung ab 1927 fällt auf. Schalteten sich in den 90iger Jahren und bis 1914 zwischen sonnenreichere Jahre immer wieder ärmere ein, folgen jetzt sonnenreiche fast ohne Unterbrechung aufeinander.

Durch niedere Sommertemperaturen zeichnen sich die Jahre 1887—91, 1896, 1908—10, 1912—16 und 1922—26 aus. Hohe Temperaturen herrschten 1904—1907, 1911, 1917, 1927—30, 1932 und 1934—36; wieder eine starke Häufung ab 1927. Der Sommerniederschlag war hoch in den Jahren 1906, 1912—16, 1918, 1924—28, 1933—34 u. 1936; niedrig 1907—09, 1911, 1917, 1919, 1921—23 u. 1933.

Nochmals ist eine größere Anzahl ungünstiger Jahre ab 1917 Tatsache. Hohe Jahresniederschläge fielen in den Abschnitten 1895—96, 1902—07, 1910, 1912, 1914, 1916, 1918, 1926 und 1933—35; niedere in den Jahren 1908, 1911, 1917, 1920—24, 1929—30 und 1932. Die Ungunstjahre überwiegen ab 1917 ebenfalls.

Die längste Gunstperiode für eine Firnfeldanfüllung, was Sommerniederschläge und Sommertemperaturen anbelangt, sind die Jahre 1912—16. Auch die Sonnenscheinverhältnisse waren in dieser Zeit nicht gerade ungünstig für unsere Zwecke. In den vorangehenden Jahren walteten 1909—10 die günstigen Vorzeichen vor. Diesen Jahren gingen noch eine Anzahl neutraler (1900—1909) voran. Ein bescheidener Vorstoß konnte sich da vorbereiten und wurde durch die Jahre 1912—16 dann ausgelöst. In den Gunstjahren 1895—96 und in den folgenden neutralen Jahren hat das Aufhören des Gletscherrückganges (1898—1900) klimatologische Anhaltspunkte. Parallel mit den höheren Zungengeschwindigkeiten und einer damit verbundenen Überbeanspruchung des Firnfeldes um 1917 und dem jetzt wieder erneut einsetzenden Gletscherrückgang, stellen sich weitere Ungunstjahre (1920—21) ein. Von 1924—26 scheint sich das Blatt noch einmal zugunsten der Gletscher zu wenden, aber ab 1927 häufen sich lange Sonnenscheindauer, hohe Sommertemperatur, verbunden mit nur mehr mäßigen Sommerniederschlägen. Ungunstjahre reihen sich an Ungunstjahre. Eine Unterbrechung findet bei der Mehrzahl der wichtigen Klimafaktoren nicht mehr statt. Der Rückgang muß nochmals energischer einsetzen.

Ein ähnliches Bild der Übereinstimmung mit dem Gletscherverhalten zeigen die Produkte aus Anzahl der Monate über  $0^{\circ} \times$  Sommersonnenschein, Sommertemperatur  $\times$  Anzahl der Monate über  $0^{\circ}$  und Sommertemperatur  $\times$  Sonnenschein.

Tabelle:

Sonnblick 3106

Zeit	1	2	3
	Anzahl der Monate über $0^{\circ}$ $\times$ Sonnensch. d. Sommers.	Sommertemp. $\times$ Monate über $0^{\circ}$	Sommertemp. $\times$ Sommersonnenschein
1887—1890	636	66	—
1891—1895	729	121	591
1896—1900	422	78	500
1901—1905	660	112	587
1906—1910	441	75	500
1911—1915	400	62	537
1916—1920	486	78	593
1921—1925	—	—	—
1926—1930	978	157	700
1931—1935	893	147	646

Die Zahlen sind Rechnungseinheiten.

Die Jahrfünfte 1896—1900 und 1906—1910 und 1911—1915 weisen überall die niedrigsten, die Jahre 1901—1905 und 1926—1935 die höchsten Werte auf. Wie weit der Unterschied zwischen den niedrig-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, download unter www.biologiezentrum.at

sten und höchsten Tabellenwerten, der in Spalte 1 zwischen dem Tiefstand und Hochstand nicht ganz 150%, in Spalte 2 auch um 150%, in Spalte 3 dagegen nur 40% beträgt, auch mit der quantitativen Erfassung der Gunst und Ungunst für die Gletscherentwicklung in den einzelnen Jahren übereinstimmt, läßt sich heute noch nicht recht sagen. Denkbar wäre es wohl, daß in Gunstzeiten im Firnfeld ein 2–3facher Zuwachs, bzw. an der Zunge eine 2–3fach geringere Abschmelzung erfolgt. Vor allem dann, wenn es sich doch nur um Zeitabschnitte von wenigen Jahren handelt. Für irgendwie längere Perioden wird man dagegen mit einem Zuwachs bzw. Ausfall von wenigen 10% zu rechnen haben. Firnzuwachsmessungen an verschiedenen Profilen, wie gleichzeitige Ablationsmessungen an der Zunge vermögen darüber im Laufe der Jahre genaueren Aufschluß zu geben. Je früher man die Möglichkeit hat, extreme Jahre zu überprüfen, desto kürzer kann die Anzahl der Beobachtungsjahre sein.

Ein einfacheres Bild ergibt die Temperatur- und Niederschlagskurve der Jahrfünfte. Da lassen sich die Gunstverhältnisse, die zum Vorstoß von 1917 führten, aus den tiefen Jahres- und Sommertemperaturen von 1906–15, der Steigerung der Sommerniederschläge 1911–15 und dem niedrigen Sonnenschein 1911–15 ganz gut ablesen. Die verrechnete Kurve macht den stärkeren Rückgang 1901–05 begreiflich und trotz der abnehmenden Niederschläge zeigt das Jahrfünft 1911–15 einen kleinen Berg, der der Vorbereitung diente. Der weitere Rückgang nach 1920 fällt mit dem Kurvental zusammen. Durch Zerlegung der letzten Jahrzehnte in Gunst- und Ungunstperioden trifft man ebenfalls eine gewisse Übereinstimmung zwischen dem Gletschergang und dem Temperaturverlauf.

R. Billwiller<sup>14</sup>, der für den seit 1912 beginnenden Vorstoß der Schweizer Gletscher nach Gründen suchte, stellte fest, daß in der Periode 1909–20 die Sommertemperatur am Säntis um 0.6° tiefer war als in der Zeitspanne von 1888–1908. Auf den Monat Juni der Periode 1909–20 entfällt eine Temperaturerniedrigung von 0.5°, auf den Juli von 0.9°, auf den August von 0.5° und auf den September von 0.6°. Dazu kommt noch, daß auch die Niederschlagsmengen am Säntis in der 2. Periode um rund 30% größer waren. In der ersten Periode fielen im Jahresdurchschnitt 244 cm, in der 2. dagegen 315 cm. In den Talstationen ließ sich aber keine Zunahme der Niederschläge nachweisen.

Die ganz gleichen Perioden von 1888–1908 und 1909–1920 hatten in Salzburg, Zell am See, Bad Gastein, auf der Schmittenhöhe,

<sup>14</sup> Billwiller, R., Die meteorologischen Ursachen des Gletschervorstoßes in den Schweizer Alpen. Zeitschr. f. Gletscherkunde, 12. Bd., S. 73.



## Sonnblick und Klagenfurt folgende Temperaturen und Niederschläge (Tabelle):

		Temperatur der Sommermonate Juni—September		Diff.	Temperaturunterschied zwischen der Periode 1888—1908 u. der v. 1909—1920 für die Monate:			
		1888—1908	1909—1920		Juni	Juli	Aug.	Sept.
Salzburg	415 m	16.7	15.8	— 0.9	— 0.5	— 1.2	— 1.1	— 1.0
Zell am See	755 m	15.0	14.4	— 0.6	— 0.2	— 0.7	— 0.3	— 1.0
Schmittenh.	1957 m	7.7	6.8	— 0.9	— 0.3	— 0.7	— 1.6	— 0.9
Bad Gastein	1023 m	12.4	12.0	— 0.4	— 0.2	— 0.7	— 0.3	— 0.3
Sonnblick	3106 m	— 0.2	— 0.6	— 0.4	— 0.0	— 0.1	— 0.1	— 1.5
Klagenfurt	450 m	17.1	16.6	— 0.5	— 0.5	— 0.7	— 0.3	— 0.4
Mittel				— 0.6	— 0.28	— 0.7	— 0.6	— 0.85

Die Sommertemperatur der 2. Periode war hier im Mittel um  $0.6^{\circ}$  tiefer. Zum Unterschied vom Säntis setzte die Temperaturerniedrigung erst im Monat Juli kräftiger ein.

### Niederschlag in Millimeter:

	Jahr			Sommermonate Juni—Sept.		
	1888—1908	1909—1920	Diff.	1888—1908	1909—1920	Diff.
Salzburg	1364	1446	+ 82	723	756	+ 33
Zell am See	1438	1050	— 388 ?	764	528	— 236 ?
Schmittenhöhe	1884	1660	— 224 ?	678	612	— 66
Bad Gastein	1099	1250	+ 151	532	589	+ 57
Sonnblick	1738	1604	— 134	536	535	— 1
Klagenfurt	990	1076	+ 86	444	478	+ 34

Während in den Stationen Klagenfurt, Salzburg und Bad Gastein die Niederschlagsmenge etwas größer wird, nimmt sie auf dem Sonnblick ab. Wieviel von der Niederschlagsabnahme auf dem Sonnblick entfällt auf den Sommerniederschlag? Auf die 4 Sommermonate müßten bei einem Verhältnis Winterniederschlag : Sommerniederschlag von fast 1 : 1 von den 134 mm 44 mm entfallen. Dies trat aber nicht ein. In Klagenfurt und Salzburg, wo das Verhältnis der Sommer-Niederschlagsmenge zu der der 8 anderen Monate 1 : 1.2 ist, kommt von der Niederschlagssteigerung der 2. Periode ungefähr der angemessene Betrag auf die Sommermonate. Der Jahresniederschlagsausfall auf dem Sonnblick wird in der 2. Periode durch eine günstige Verteilung der Niederschläge über das Jahr wahrscheinlich weitgehend wettgemacht.

Auf dem Sonnblick geht mit der Temperaturerniedrigung der Sommermonate und der fehlenden Sommerniederschlagsabnahme eine Abnahme des Regenfalles parallel. Von den 4—6% Regenfall, die der Sonnblick aufweist, fallen 122 mm pro Jahr auf die erste Periode und nur mehr 60 mm auf die 2. Periode. Das ergibt für ein Jahr der

2. Periode eine Verminderung von rund 60 mm. Diese 60 mm müssen in der 2. Periode in Schnee fallen und der Gletscherernährung zugute kommen. Um diese Schneemenge zu schmelzen sind 438 Kalorien oder über 3 klare Augusttage notwendig. So wie der Sommerniederschlag keine Unterschiede zwischen der 1. und 2. Periode aufweist, steht es mit dem Sonnenschein. In der Zeit von 1891—1908 hatte der Sonnblick pro Jahr 1510 Sonnenstunden, 34,1% der möglichen Dauer, der Abschnitt 1909—20 1497 Stunden, 34%, der Sommer 595 und 587 Stunden, 33,8 und 33,3%. Die Tagesstunden mit intensivster Strahlung (10—16<sup>h</sup>) 293 und 281 Stunden. Hier versagt das periodenweise Herausgreifen.

Anders gestaltet sich die Sachlage, werden nicht 2 Perioden, sondern die einzelnen sonnenarmen und reichen Jahre herausgegriffen und wird nach ihrer Schmelzleistung gefragt. Zwischen dem sonnenreichsten Jahre 1932 (1838 Stunden) und dem ärmsten (1910 : 1230 Stunden) besteht ein Unterschied von 608 Stunden, für die Sommermonate beträgt er 750 : 346 Stunden (Differenz 386 Stunden). J. Maurer<sup>15</sup> hat bei einem Versuch einer Eisplattenbestrahlung in Zürich im August bei 10stündiger Bestrahlung gefunden, daß die Strahlung rund 20 mm dieser Platte abschmolz. Nach aktinometrischen Messungen beträgt für Höhen von 21—2900 m die Tagesstrahlung der Sonne in Alpenbreite auf dem cm<sup>2</sup> der horizontalen Fläche gegen Ende August 590 kal. Bei einem Absorptionskoeffizienten von 0,4 der gesamten auffallenden Sonnenenergie reicht die vorgenannte Wärmemenge hin, in dieser Hochregion an einem heißen Sommertag 30 kg Eis pro m<sup>2</sup> zu schmelzen, was ungefähr 32 mm Ablation durch die Sonnenwärme allein ausmacht. (Um Schnee von 10 mm Wasserwert zu schmelzen, sind rund 75 kal. notwendig.) In dem sonnenreichen Sommer 1917 konnte die 40fache Menge von den 32 mm abgeschmolzen werden, das ist rund 1200 mm. Bei Sonnenscheindifferenzen von 5—10% wie sie zwischen den einzelnen Sommern häufig vorkommen, hat man es mit 150—300 Stunden Unterschied zu tun, die 480—960 mm Eis abzuschmelzen vermögen. Das sind Beträge, die einer Firnspeicherung von oft mehreren Jahren entsprechen. R. Billwiller<sup>16</sup>, der über den Firnzuwachs in Schweizerischen Firngebieten berichtet, hat für das Silvrettagebiet in 2760 m in den Jahren 1915—20 trotz der schönen Sommer 1917 und 1918 eine Firn-

<sup>15</sup> Maurer J., Gletscherschwund und Sonnenstrahlung. Meteorologische Zeitschrift, 1914, S. 23.

<sup>16</sup> Billwiller, R., Der Firnzuwachs in Schweizerischen Firngebieten. Vierteljahresschrift d. Naturforsch. Gesellschaft in Zürich, 67. Bd., 1922; 72. Bd., S. 367; 73. Bd., S. 522; 74. Bd., S. 271.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at  
 anhäufung 8.4 m gefunden. Vom Herbst 1920 bis zum Herbst 1921, also über den sehr schönen Sommer 1921, wurde all dieser angesammelte Zuwachs wieder abgetragen.

Kommt nun der Sonnenstrahlung oder den hohen Sommertemperaturen das Primat bei der Abschmelzung zu? Nach den Firnbeobachtungen im Claridengebiet<sup>17</sup> zeichneten sich die Jahre 1921, 1928 und 1932 durch sehr starke Abschmelzung aus. Das sind durchwegs Jahre mit hoher Sonnenscheindauer und hoher Sommertemperatur. Jahre mit relativ viel Sonnenschein, aber niedriger Sommertemperatur weisen keine entsprechende Abschmelzung auf. Eine hohe Sommerwärme ist wahrscheinlich ausschlaggebender. So zeigt die Kurve der Wärmesummen der positiven Sommermonate für den Sonnblickgipfel die allerbeste Übereinstimmung mit dem Gletschergang, auch mit den Schweizer Firnmessungen ist sie leidlich (siehe Kurve und Tabelle).

#### Claridenfirn.

		Hydrographisches Jahr September—September.											
Zuwachs in cm,		— Ablation in cm.											
		1916	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2900 m	430	330	387	500	500		500	500	456	322	416	500	
							— 65						
		1928	29	30	31	32	33	34	35				
2900 m		150	250	400	140	270	144	270					
		— 66											
		1916	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2700 m	320	0	192	395	140		141	155	262	93	100	194	
							— 500						
		1928	29	30	31	32	33	34	35				
2700 m				80	210	0	170		65				
		— 172		— 75					— 155				

Aus den von N. Lichteneker<sup>18</sup> in den Jahren 1930—34 am Goldbergkees vorgenommenen sehr genauen Ablations- und Zuwachsmessungen läßt sich dagegen kein Zusammenstimmen mit dem Temperatur-, Niederschlags- und Sonnenscheinverhalten dieser Jahre feststellen. (Tabelle.).

#### Goldbergkees

Zeit	Abschmelzung in 2480 m	2710 m
3. September 1930 — 28. August 1931	2.0 m	} 2.24 m
28. August 1932 — 7. September 1932	1.0 m	
7. September 1932 — 31. August 1933	1.7 m	} 1.54 m
31. August 1933 — 25. August 1934	0.8 m	

<sup>17</sup> Streiff-Becker, R., Zwanzig Jahre Firnbeobachtung. Zeitschr. f. Gletscherkunde, 24. Bd., 1936, S. 31—43.

<sup>18</sup> Lichteneker N., Neuere Gletscherstudien in der Sonnblickgruppe. 44. Jahresber. d. Sonnblick-Vereines 1935.

Auf den so warmen Sommer 1932 entfällt nur der halbe Ablationsbetrag des kühleren Sommers von 1931. Der Niederschlag gibt auch keine Aufklärung über diese merkwürdige Tatsache. Vom September 1930 bis Mai 1931 fielen 1015 mm, in den Sommermonaten Juni bis September 360 mm, vom September 1931 bis Mai 1932 etwas mehr, 1170 mm, dafür vom Juni bis August nur 277 mm Niederschlag.

In der Silvretta dagegen sticht das Jahr 1932 mit einer starken Abschmelzung heraus. Firnschwund und hohe Sommerwärme gehören da zusammen.

Silvretta.

Firnstand.

Zeit	in 2760 m	3013 m
10. September 1931	+ 100 cm	?
15. September 1932	— 75 cm	— 50 cm
22. Oktober 1933	+ 13 cm	+ 35 cm
8. September 1934	— 14 cm	+ 95 cm

Allzu genaue Übereinstimmungen zwischen Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und der Firmächtigkeit darf man wohl überhaupt nicht fordern. Zu vereinzelte Messungsreihen können auch noch keinen allgemeinen Aufschluß geben.

Würde man Temperatur und Niederschlagskurven der Jahresfünfte, die eine Stellung zwischen Berg- und Talklima einnehmen und sich etwa aus den Aufzeichnungen des Sonnblicks, der Schmittenhöhe, von Zell a. See, Bad Gastein, Salzburg und Klagenfurt konstruieren lassen, verwenden, so bekäme man für die Zeitspanne 1850 bis 1930 folgendes: Ab 1856 ein Tal beim Jahres- und Sommerniederschlag und einen besonderen Hochstand der Sommer- und Jahres- Temperaturen 1856—60. Bis 1876—80 steigt der Sommer- und Jahresniederschlag an und diesem Berg entspricht ein Temperaturtal. Die Jahresniederschläge liegen 1881—90 wieder tief, 1886—90 auch die des Sommers. Diese trockene Zeit ist aber nicht heiß, sondern kühl. Die Jahrestemperatur steigt 1896—1900. Die Sommerkurve kennt hier einen breiten, wenn auch wenig hohen Berg. Während die Jahresniederschläge ab 1891, die des Sommers schon ab 1886 steigen und ihr 2. Maximum, das nur wenig unter dem von 1876—80 bleibt, erklimmen, sinken Jahres- und Sommertemperaturen, die beide 1906—10 einen sehr tiefen Stand erreichen. Die Jahrestemperatur klettert von nun an bis 1930 unaufhörlich und hält jetzt weit über den Höchstständen 1861—65 und 1896—1900. Die Sommertemperatur bleibt bis 1925 tief, um aber dann rapid zuzunehmen. Wieder passen Sommertemperaturen und Sommerniederschlag etwas besser mit dem Gletscherverhalten überein als die Jahreswerte. Der Sommerberg 1896 bis 1900 ist nur flach und stimmt so mit dem Gletscherstillstand 1898 bis

©1900 zusammengefl. Das Sommeral 1906—25 mit seiner Breite und Tiefe, die auch in den 40iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts nicht unterschritten worden ist, ließ wohl einen größeren Vorstoß vermuten. Dem sich zögernd hebenden sommerlichen Niederschlagsberg scheint es doch an Kraft gefehlt zu haben, obwohl seine schließlich erklommene Höhe nicht niedrig ist. Die Gletscher haben auf diese Täler und Berge wohl richtig reagiert, nur das Ausmaß befriedigt nicht.

Ähnliches bieten die Kurven von Wien. 1856—60 fällt wenig Jahres- und Sommerniederschlag, dabei herrscht eine sehr hohe Sommertemperatur. Ein hoher Niederschlagsberg stellt sich 1876—80 ein. Sommertemperaturen nehmen von 1856—60 bis 90, die des Jahres 1866—70 bis 90 ab. Ein Tiefstand bei mäßig hohem Niederschlag kann 1886—90 verzeichnet werden. Die Jahrestemperatur nimmt nun wieder zu, die des Sommers bleibt aber sehr niedrig (1906, —10 und —21 Minima). 1916—20 haben dabei Sommer- und Jahresniederschlag ihren Höchststand.

Die Sommertemperatur ist es, die die Intensität des Rückganges ab 1856 besonders verständlich macht. Auf die hohe Sommertemperatur geht wohl auch die Wirkungslosigkeit des nassen Jahrfünfts 1876—80 zurück. Aber dann kommt das quantitative Mißverhältnis zwischen niedrigen Sommertemperaturen, hohen Niederschlägen und dem so mäßigen Gletschervorstoß.

Die verrechnete Kurve mit dem Tal 1856—60, den kurzen steilen Bergen 1876—80 und 86—90 und dem langsam bis 1916—20 anschwellenden Berg zeigt wieder eine bessere Parallele zum Gletschergang. Auf zu plötzliche Gunstfaktoren kann der Gletscher nur in den seltensten Fällen, aber sicher nicht nach einer langen und intensiven Rückzugsperiode einspielen. Ob ein zu langsames Besserwerden der Bedingungen doch kein richtiges Besserwerden ist, kann eine Kurve nicht dartun. Bedenkt man aber, daß der Berg 1916—20 noch immer höher ist, als der der 40iger Jahre, so bleibt auch da das quantitative Mißverhältnis.

Die hundertjährigen Beobachtungen der alten Universitätssternwarte in Wien (1776—1875) verzeichnen tiefe Sommertemperaturen 1776—80, 86—95, 1811—25 und 1836—55. Sehr hohe Sommertemperaturen haben die Jahrfünfte 1781—85, 1796—1800 und 1826—30. Bei der Jahrestemperatur fehlen auffällige Täler und Berge von 1776 bis 1835. Dann kommt das Tal von 1836—40 und ein mäßiger 1851—55 wieder unterbrochener Anstieg bis 1870. Der Gang der Sommertemperatur stimmt somit gut mit dem Vorstoß um 1820 überein. In der Kurve der Jahrestemperatur heben sich diese Lustra aber in keiner

Weise als Gunstperiode ab. Die ganz außerordentlich hohe Sommertemperatur 1826—30 und der Gletscherrückgang um diese Zeit zeigen kausales Verhalten. In der Periode 1836—55 sind es wieder die Sommertemperaturen, die besser als die Jahrestemperaturen die Vorstoßzeit kennzeichnen. Von den fast gleichwertigen Vorstößen um 1820 und um 1850 weist der spätere aber um  $0.5-1^{\circ}$  tiefere Sommertemperaturen auf. Selbst die Rückzugsperiode 1856—75 hat keine höheren Sommertemperaturen als die Vorstoßjahre 1811—25. Wieder bereitet der Quantitätsvergleich große Schwierigkeiten.

Aus der Amplitudenkurve läßt sich ein starkes Absinken von 1806—25 ersehen, dann folgt ein rapider Aufstieg 1826—30, ein Abfallen 1831—35 und eine mäßige Höhenlage bis 1855. Ein wesentlicher Berg in der folgenden Schwundperiode fehlt. Die Intensität des 20iger-Vorstößes geht mit dem schnellen Absinken der Amplitude parallel. Der schnelle Anstieg entspricht dem folgenden Rückgang. In dem nicht sehr tiefen, aber breiten Kurvental liegt der 2. Vorstoß. Hier sind die Intensitätsgrade gegenüber der Sommertemperaturkurve vertauscht. Eine gewisse Übereinstimmung mit dem Gletschergang besteht.

### Zusammenfassung.

1. Wo Jahrestemperatur und Jahresniederschlag noch gar keine Übereinstimmung mit dem Gletschergang zeigen, kann eine solche vielfach bei Berücksichtigung der Sommertemperaturen und Sommerniederschläge gefunden werden.

2. Am besten stimmen die Sommertemperaturen, die Sommerniederschläge und die Wärmesummen der Sommermonate mit dem Gletschergang überein.

3. Eine einmalige oder zur kurz andauernde tiefe Temperatur und hoher Niederschlag müssen bei Betrachtung der Kurven vernachlässigt werden. Sie können noch keine Entsprechung im Gletschergang haben.

4. Dagegen wirken sich einmalige hohe Temperaturen und geringe Niederschläge im Sinne einer Rückgangsbegünstigung oft schon stark aus. Rückzugsperioden sind leichter mit Hilfe von Temperatur, Niederschlag und Sommerscheindauer zu erfassen.

5. Aus den absoluten Höhen und Tiefen der Kurven auf die Dauer und Intensität der Gletscherbewegung zu schließen, ist nicht möglich.

6. Es wurden Produkte aus folgenden Werten gebildet: Anzahl der Monate über  $0^{\circ}$   $\times$  Sommertemperatur, Anzahl der Monate über  $0^{\circ}$   $\times$  Sommersonnenschein und Sommertemperatur  $\times$  Sommerson-

Wieder ergab sich dabei eine Übereinstimmung mit dem Gletschergang, die vielleicht bei entsprechender Korrektur auch zu einer besseren quantitativen Übereinstimmung zwischen den Gletscherverhalten und den hier verwandten meteorologischen Elementen führt. Der in großer Höhe noch immer unsichere Niederschlag blieb dabei vollkommen unberücksichtigt. Hat man einmal genügend verlässliche Niederschlagsbeobachtungen, dürfte ein Quotient aus Jahresniederschlag : Sommertemperatur oder Sommersonnenschein noch bessere Werte ergeben.

7. Um den Gletschergang zu erfassen, ist hier aller Wahrscheinlichkeit nach folgende Rangordnung der Temperatur, Niederschlags- und Sonnenscheinwerte am zweckmäßigsten: 1. Sommertemperatur, 2. Sommerniederschlag (Gunstfaktor, wenn er zum größten Teil als Schnee, Ungunstfaktor, wenn er als Regen fällt), 3. Jahresniederschlag, 4. Sommersonnenschein, 5. Jahressonnenschein, 6. Jahrestemperatur.

8. Der Gletscherhalt 1898—1900 und der Vorstoß um 1917 geht auf folgende Faktoren zurück: Gunstjahre waren 1895—96, denen eine Reihe neutraler Jahre vorangingen und nachfolgten. Von 1887—1903 erreichten die Sommertemperaturen niemals besonders hohe Werte. 1909 und 1910 sind wieder Gunstjahre, ebenso 1912—16. Tiefe Sommertemperaturen und hohe Niederschläge zeichnen diese Jahre aus. Der erneute und intensivere Gletscherrückgang des letzten Jahrzehnts fällt mit hohen Sommertemperaturen und besonders hohen Sommerwärmesummen, einer starken Häufung sonnenscheinreicher Sommer und Jahre und teilweise niedrigen Sommer- und Jahresniederschlägen zusammen.

9. Ergibt sich aus den Temperatur, Niederschlags- und Sonnenscheinmittelwerten eine zu geringe Übereinstimmung mit dem Gletschergang, so bleibt noch eine Zerlegung in besondere Jahresteile, bzw. eine Verfolgung der einzelnen Wetterperioden übrig. Je nach Höhenlage, Größe, Gestalt und Steilheit der Gletscher wird in den Niederschlags- und Abschmelzperioden mehr oder weniger Areal einer intensiven Ernährung oder Abschmelzung unterzogen. Dafür lassen sich jedoch allgemeine Regeln kaum mehr aufstellen.

Jahr	Temperatur		Anzahl der Monate über 0°	Wärmesummen der positiven Sommermonate	Sonnenschein				Niederschlag	
	Jahr	Sommer			Jahr	% der mittl. Dauer	Sommer	% der mittl. Dauer	Jahr	Sommer
1887	-7.5	-0.1	2	3.2						
88	-6.8	-0.4	0	0						
89	-7.1	-0.7	3	1.4						
90	-7.0	-1.5	2	2.3						
1891	-6.7	0.0	3	1.0	1560	35	564	33	2091	942
92	-6.4	0.4	2	2.8	1687	38	660	40	1758	626
93	-6.7	-0.25	2	1.9	1665	37	591	34	1584	541
94	-6.3	-0.8	2	2.9	1716	39	553	31	1502	530
95	-6.7	0.9	3	4.5	1483	33	680	41	2253	488
1896	-6.6	-0.6	1	1.5	1236	28	364	20	2162	531
97	-6.0	0.4	2	2.7	1501	34	589	34	1628	510
98	-5.4	-0.1	1	2.1	1604	36	968	40	1729	466
99	-6.0	-0.75	2	1.3	1705	38	591	34	1618	539
1900	-5.9	0.6	2	3.3	1447	32	569	33	1543	474
1901	-7.1	0.0	2	1.3	1414	32	509	29	1570	532
02	-6.3	-0.3	2	1.7	1474	33	635	37	1654	470
03	-6.2	-0.4	1	1.8	1333	30	554	33	1749	540
04	-5.9	0.25	3	4.6	1489	33	587	34	1690	555
05	-6.7	1.2	2	4.9	1454	32	609	35	1747	444
1906	-6.4	-0.25	2	3.4	1466	33	575	33	1985	627
07	-6.7	0.1	2	1.7	1384	31	567	33	1672	458
08	-7.1	-0.6	2	0.6	1631	37	655	38	1385	399
09	-7.8	-0.9	1	0.9	1348	30	496	28	1566	508
10	-6.9	-1.2	1	0.4	1230	27	481	27	1723	559
1911	-5.9	0.6	3	4.2	1638	37	638	37	1398	396
12	-6.9	-2.1	1	0.8	1340	31	497	29	1706	602
13	-6.5	-1.9	0	0.0	1630	37	560	32	1516	562
14	-6.2	-1.1	1	1.5	1638	37	635	37	1765	625
15	-7.4	-0.8	2	1.0	1511	34	652	38	1591	643
1916	-6.2	-1.4	0	0	1396	32	526	30	1730	610
17	-6.7	1.1	3	3.2	1787	40	750	43	1401	386
18	-6.1	-0.8	1	0.3	1520	34	580	33	1679	631
19	-7.5	-0.3	2	1.9	1395	31	699	41	1588	449
20	-4.7	-0.25	1	2.0	1704	38	488	28	1046	533
1921	-5.3	0.8	3	5.3	(1874)	42	(676)	38	1114	357
22	-6.6	0.0	2	3.2	(1506)	34	(630)	37	1399	408
23	-6.3	-0.4	2	4.8	1568	35	716	41	1400	428
24	-6.1	-0.55	1	1.3	1640	37	517	29	1347	608
25	-6.5	-1.0	2	1.5	1543	35	517	29	1552	540
1926	-5.8	-0.3	3	2.1	1366	31	545	32	1633	517
27	-5.7	0.5	3	3.0	1651	37	568	33	1339	506
28	-5.8	1.3	2	7.3	1687	38	748	42	1557	561
29	-6.2	1.3	4	5.1	1783	40	729	42	1123	316
30	-5.4	0.65	3	3.6	1699	38	671	38	1203	425
1931	-6.6	-0.4	3	4.1	1668	37	552	30	1581	484
32	-5.5	1.6	3	8.4	1838	42	654	37	1183	314
33	-6.9	-0.5	2	2.7	1567	35	589	33	1719	560
34	-5.2	0.3	3	2.8	1672	37	590	33	1561	529
35	-6.6	0.9	3	3.9	1677	38	804	43	1798	304



Zeit	Temperatur		Anzahl der Monate über 0°	Wärmesummen der positiven Sommermonate	Niederschlag			Sonnenschein	
	Jahr	Sommer			Jahr	Sommer	Regen?	Jahr	Sommer
1887—1890	—7.1	—0.5	7	6.9				1492	
1891—1895	—6.6	+0.1	12	13.1	1836	626	82	1621	608
1896—1900	—6.0	—0.2	8	10.0	1736	504	122	1498	528
1901—1905	—6.4	+0.2	11	14.7	1682	503	139	1432	600
1906—1910	—7.0	—0.6	8	7.0	1666	509	127	1412	552
1911—1915	—6.5	—1.1	7	7.1	1595	548	56	1555	572
1916—1920	—6.3	—0.3	8	7.2	1483	501	65	1560	608
1921—1925	—6.2	—0.2	10	15.7	1362	487	73	1626	611
1926—1930	—5.8	+0.5	15	21.1	1377	465	61	1675	652
1931—1935	—6.4	+0.5	14	23.2	1568	438		1684	638
Mittel	—6.4	—0.2			1591	509		1547	594

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1939

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Morawetz Sieghard Otto

Artikel/Article: [Zur Frage der letzten Gletscherschwankungen in den östlichen Hohen Tauern. 130-146](#)