

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Klima von Innsbruck

Ekhart, Erwin

Innsbruck, 1934

Niederschlag

ergeben, wogegen Wien im Mittel der gleichen Zeit 30 bzw. 17 Nebeltage hatte¹⁾.

Die jahreszeitliche Verteilung der Nebelhäufigkeit wird durch die obigen Mängel kaum wesentlich berührt, wenigstens nicht soweit es sich nur um qualitative Betrachtungen handelt. Wie überall im Binnenland ist auch in Innsbruck der Winter die nebelreichste, der Sommer die nebelärmste Zeit. Drückt man die auf die einzelnen Jahreszeiten entfallenden Beträge der Nebelhäufigkeit in Prozenten der Jahressumme aus, wodurch man zugleich die Schätzungsfehler halbwegs eliminiert, so gelangt man zu folgender Nebelverteilung: Wi 50, Fr 4, So 4, He 42%. Während in Wien über 20 Nebeltage pro Monat (in der kalten Jahreszeit) keine Seltenheit sind, wurden in Innsbruck höchstens deren 15 gezählt und das ist, wie gesagt, übertrieben (Max. 1930—33: Innsbruck 7, Wien 14 pro Monat).

Niederschlag.

Übersicht. Die Vorschrift für die Aufstellung von Ombrometern lautet dahin, daß „alle in der Nähe befindlichen Gegenstände mindestens ebensoweit vom Regenmesser entfernt sein müssen, als sie selbst hoch sind; insbesondere ist eine Aufstellung in größerer Höhe über dem natürlichen Boden zu vermeiden“²⁾. Dieser Forderung genügt der Innsbrucker Regenmesser in seiner anlässlich der Übersiedlung im Jahre 1906 erfolgten Neuaufstellung nicht. Früher (1891—1905) auf freier Wiese im alten botanischen Garten aufgestellt, mußte das Ombrometer im neuen Observatoriumsgebäude auf dem Dache montiert werden; Freiland von genügend großem Ausmaß ist in der unmittelbaren Nähe des Instituts nicht vorhanden. Deshalb muß die Dachaufstellung immer noch als die beste unter den möglichen Lösungen bezeichnet werden. Das Ombrometer und der Ombrograph, die beide ohne Windschutz sind, stehen nun auf dem nur wenig abgeschrägten Dache des Instituts auf einer auf den First aufgesetzten ebenen Plattform 20.6 m über dem natürlichen Boden (Seehöhe rund 600 m). Die Niederschlagsmessung erfolgt einmal täglich u. zw. um 7^h MOZ.

Auch beim Niederschlag wurde versucht, in gleicher Weise wie bei der Temperatur (s. S. 255) den Anschluß der neuen Reihe (1906—30) an die alte (1891—1905) durch Reduktion mittels benachbarter Stationen (Zams, Rotholz) herzustellen, wofür wiederum die gleichen Vergleichsdezennien vor und nach dem Stationswechsel wie bei der Temperatur verwendet werden konnten. Die Reduktionsgrößen (Δ), die an die alte

¹⁾ Beobachtungen an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Hohe Warte. 1930—33.

²⁾ Anleitungen . . . , l. c. S. 5 (von mir gesperrt).

Reihe anzubringen sind, um sie auf die neue zu reduzieren, sind für die einzelnen Monate und das Jahr nachstehend mitgeteilt:

ausgeglichen nach $\frac{2026}{4}$

J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Jahr	
Δ :	-21	-3	$+1$	-2	-6	$+4$	-11	-24	-9	-12	-16	-10	-109 mm
	-14	-7	-1	-2	-3	-2	-11	-17	-14	-12	-14	-14	

Mit verändertem Vorzeichen gelten diese Werte umgekehrt zur Reduktion der neuen auf die alte Reihe. Beide Methoden wurden durchgeführt, die Resultate sind in Tab. 20, Kol. b und c mitgeteilt. Die Unterschiede sind nicht unbeträchtlich und gehen wohl zur Hauptsache auf Rechnung der ungünstigen Neuaufstellung.

Daß die auf Dächern aufgestellten Regenmesser meist geringere Niederschlagsmengen liefern als die zu ebener Erde, ist eine seit langem bekannte, früher allerdings irrtümlich als reell angeschene Erscheinung. In Wirklichkeit ist, wie Javons¹⁾ vor mehr als 70 Jahren nachgewiesen hat, die starke Zunahme des Windes gerade in den untersten Schichten über dem Boden, sowie die Ablenkung der Luftströmung nach oben über Hindernissen die Ursache für die scheinbare Abnahme des Niederschlags in einiger Höhe über dem Boden.

Es scheint aber nach den Innsbrucker Aufzeichnungen auch eine säkulare Änderung des Niederschlags vorhanden gewesen und vielleicht noch im Gange zu sein, wie nachstehende Lustrenjahresmittel bezeugen:

1906/10	1911/15	1916/20	1921/25	1926/30	1931/33 ²⁾
821	914	873	852	848	814 mm

Die Jahresniederschlagsmenge hat also auch innerhalb der 1906 beginnenden einheitlichen Beobachtungsperiode seit dem Lustrum 1911/15 stetig abgenommen u. zw. von 1911/15 bis 1931/33 um genau 100 mm, d. i. um 11%; am stärksten fällt diese Abnahme bei den Winterniederschlägen auf, die im Mittel der letzten drei Jahre (1931—33) gar nur mehr die Hälfte vom Mittel 1911/15 betragen (93 gegen 190 mm früher)! Nach unserer Feststellung von einer säkularen Änderung des Sonnenscheins kann uns dieses Resultat nicht überraschen; denn Zunahme des Sonnenscheins ist ja gleichbedeutend mit Bewölkungsabnahme, die ihrerseits wieder zunehmende Niederschlagsarmut bedingt. Wir fassen unsere Ergebnisse also folgendermaßen zusammen:

In Innsbruck wurde in den letzten 25 Jahren eine bemerkenswerte säkulare Änderung von Sonnenschein und Niederschlag gefunden derart, daß die Jahre im allgemeinen, die Winter aber ganz besonders sonnenscheinreicher und zugleich trockener geworden sind. Es liegt die Annahme nahe, daß es sich hierbei um den Ausdruck einer **Klimaschwankung** im Sinne einer abnehmenden Zirkulation handelt³⁾. Eine Bestä-

¹⁾ Zitiert nach Hann, Meteorologie 4. Aufl., S. 333.

²⁾ Vgl. Fußnote S. 281.

³⁾ S. z. B. A. Wagner, Untersuchung der Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Geogr. Annaler 1929, S. 33.

tigung hierfür könnte freilich erst eine umfassendere Untersuchung bringen, die sich auf ein regional größeres Gebiet (Mitteleuropa oder ganz Europa) stützt.

Zur richtigen Einschätzung des relativen Niederschlagsreichtums eines Ortes ist es notwendig, seine Stellung innerhalb eines größeren Gebietes zu kennen. Denn gerade der Niederschlag ist eines der am meisten von Ort zu Ort veränderlichen Elemente. In weit stärkerem Maße als für die Ebene gilt dies für das Gebirge. Wir wollen uns die diesbezügliche Rangordnung Innsbrucks im Vergleich zur näheren und weiteren Umgebung ansehen und dazu die Daten einiger Regenstationen herausgreifen, die in der schönen Niederschlags-Monographie der Alpen von K. Knoch und E. Reichel¹⁾ enthalten sind u. zw. sämtlich reduziert auf eine einheitliche Normalperiode (1876—1910). Besonders interessiert uns dabei die jährliche Regenverteilung im Inntale, über die die folgenden Zeilen Auskunft geben:

Ort (Seehöhe, m)	mm	Ort (Seehöhe, m)	mm
Martinsbruck (1036)	645	Schwaz (535)	1020
Ried (869)	587	Rotholz (539)	1063
Landeck (813)	702	Kirchbichl (490)	1104
Zams (775)	767	Niederaudorf (485)	1332
Völs (585)	860	Rosenheim (446)	1065
Innsbruck (578)	908	München (529)	940

Das Bild, das wir daraus gewinnen, ist typisch für die Niederschlagsverteilung in den inneren Alpentälern überhaupt, die die oben genannten Verfasser folgendermaßen kennzeichnen (l. c. S. 20): „Der normale Zusammenhang zwischen Höhenlage und Niederschlagsmenge ist im Talboden durchaus nicht vorhanden. Je weiter man in den Talböden nach dem Alpeninnern vordringt, umso mehr nehmen die Jahresmengen ab. Am Talaustritt findet sich meistens eine regenreiche Zone, die sogenannte Regenschwelle.“ Weiter in das Voralpenland hinaus nimmt die Regenmenge wieder ab, wie in der obigen Zusammenstellung die Orte Rosenheim und München beweisen, die dem Einflußbereich der Stauwirkung der regenbringenden nördlichen Winde schon weiter entrückt sind. Was im besonderen Innsbruck an Niederschlag bekommt, verdankt es entweder den über die Senken der nördlichen Kalkalpen (Fernpaß, Seefelder Sattel) ins Inntal hereinkommenden W- oder NW-Winden oder aber Windströmungen, die den Weg durch die Kufsteiner Klause inntalaufwärts nehmen und dabei ihre Feuchtigkeit als Niederschlag abgeben, dadurch immer trockener werdend, je weiter sie taleinwärts

¹⁾ Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Preuß. Meteor. Inst., Abh. Bd. IX., Nr. 6. Berlin 1930.

vordringen. Im obersten Inntal (Ried) finden wir daher¹⁾ eine der regenärmsten Zonen der Alpen überhaupt (< 600 mm pro Jahr). Innerhalb des heutigen Österreichs gibt es jedenfalls außer den Voralpen nicht viele

Tab. 20. Niederschlagsverhältnisse

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mittlere Monatsmenge mm	59	35	42	64	74	103	118	116	74	58	58	61	861
a	49	40	50	65	78	107	122	116	81	58	48	56	870
b	70	43	49	67	84	103	133	140	90	70	64	66	979
c	70	93	102	97	93	104	92	83	90	83	75	97	89
b in Prozenten von c	127	102	97	129	172	155	191	191	145	165	151	167	1164
Absol. Extrema mm	10	7	9	36	20	21	27	56	25	8	7	4	692
(1906-30)	2.15	2.92	2.31	2.02	2.32	1.50	1.62	1.65	1.96	2.85	2.60	2.74	1.35
Max./Mittel (e : a)	0.204	0.200	0.214	0.562	0.270	0.204	0.229	0.483	0.338	0.138	0.017	0.066	0.804
Min./Mittel (f : a)	34.8	18.2	22.6	19.2	22.9	24.7	33.0	32.1	25.9	26.3	29.8	31.2	99.8
Veränderlichkeit, mm (1906-30)	59	52	54	30	31	24	28	28	35	45	51	51	11.6
i in Prozenten von a	1.58	1.43	1.61	2.17	2.52	3.57	3.94	3.74	2.70	1.87	1.60	1.81	2.38
Menge, mm pro Tag (1906-30)	12.2	10.1	13.2	16.2	15.5	17.6	18.0	16.0	14.2	12.1	11.6	13.1	169.7
Niederschlagstage \geq 0.1 mm	19	18	21	23	26	24	24	22	22	22	20	21	199
(1906-30)	4	5	7	11	10	10	10	11	7	2	3	2	142
Niederschl.-Tage \geq 1.0 mm	8.2	6.2	7.8	10.6	11.1	13.0	13.8	12.8	10.1	8.4	8.1	9.2	119.4
Tage mit Schnee (Mitt. 1906-30) ³⁾	9.7	7.8	7.6	4.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	46.3
Tage mit Hagel	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
Tage mit Schneedecke (Mitt. 1906-30) ³⁾	21.7	17.0	4.8	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.4	16.5	66.8
a in $\frac{0}{100}$ der Jahresmenge	68	40	49	74	86	120	137	135	86	67	67	71	1000
Gleichmäßig ⁴⁾	77	85	82	85	82	85	82	85	82	85	82	85	1000
Relat. Exzess, $\frac{0}{100}$ (s-t)	-17	-37	-36	-8	1	38	52	50	4	-18	-15	-14	-
Pluviom. Quotient (s : t)	0.80	0.52	0.58	0.90	1.01	1.46	1.61	1.59	1.05	0.79	0.82	0.84	1.00
Niederschl.-Dichte (a : l)	4.8	3.2	4.0	4.8	5.9	6.6	7.2	7.2	5.2	4.8	5.0	4.7	5.1
Ndschl.-Wahrsch. d. Monats, % ⁵⁾	39	36	43	54	50	59	58	52	46	39	39	42	46

¹⁾ Auf die neue Reihe (1906-30) reduziert.

²⁾ Auf die alte Reihe (1891-1905) reduziert.

³⁾ Vgl. auch Tab. 26 und 29 (Mitt. 1906/07-1930/31).

⁴⁾ Bruchteil (in Tausendteilen) der gesamten Jahresmenge des Niederschlags, der den einzelnen Monaten im Verhältnis zu ihrer Länge zukäme, wenn gleichförmige Niederschlagsverteilung über das ganze Jahr angenommen wird.

⁵⁾ Niederschlagswahrscheinlichkeit = Mittlere Zahl der Niederschlagstage eines Monats dividiert durch die Gesamtzahl der Monatstage, in Prozenten (100.1 : Monatstage), 1906-30.

¹⁾ Außerdem kommt hier noch dazu, daß die Regenschattenwirkung durch eine Reihe kullissenartig hintereinander gelagerter Bergketten wesentlich verstärkt wird.

Gegenden, die wesentlich trockener sind als das Inntal bei Innsbruck. Wohl aber eine Reihe von Orten, die eine ganz erheblich größere Niederschlagsmenge aufweisen; ich erinnere nur an das in dieser Hinsicht berüchtigte Salzkammergut (Ischl 1692 mm, d. i. mehr als doppelt soviel wie Innsbruck); auch das Drautal, sonst orographisch und klimatisch dem Inntale sehr ähnlich, kann sich zufolge der größeren Nähe des Meeres (Adria) mit der Niederschlagsarmut der Nordtiroler Täler nicht messen (Villach 1234, Lienz 1002 mm).

Die Jahresmenge des Niederschlags in Innsbruck betrug im Mittel des 25jährigen Zeitraums 1906—30 nur 861 mm (Tab. 20, Reihe a). Den weitaus überwiegenden Anteil daran hat der Sommer (39%), während im Winter nur etwa halb soviel Niederschlag fällt (18%). Frühjahr und Herbst partizipieren ungefähr zu gleichen Teilen (21 bzw. 22%).

Der jährliche Gang des Niederschlags von Innsbruck gehört somit dem „Sommerregentyp“ der nördlichen Kalkalpenzone an, der ausgezeichnet ist durch ein kräftiges Sommermaximum und ein Winterminimum. Ersteres fällt in Innsbruck in 36% der Fälle auf den Juli, in 24% auf den Aug. Das Hauptminimum des Niederschlags wurde während der 25 Jahre 1906—30 ausnahmslos in einem der Monate des Winterhalbjahrs (Okt.—März) registriert (siebenmal im März, fünfmal im Febr., viermal im Jan. und je dreimal in den anderen drei Monaten). Sekundäre Extreme kommen im Okt.—Nov. (Min.) und im Dez.—Jan. (Max.) vor.

Die höchsten und niedrigsten Monats- und Jahreswerte des Niederschlags sind in den Reihen e und f der Übersichtstabelle aufgenommen; aus den beiden nächsten Reihen (g und h) ist ihr Verhältnis zum entsprechenden Mittel zu entnehmen. Wir wollen hier noch die jahreszeitlichen Extreme — in () sind sie in Prozenten des 25jährigen Mittels ausgedrückt —, sowie die mittlere Veränderlichkeit der Jahreszeitenmittel anfügen:

	Wi.	Fr.	So.	He.
Abs. Max.	277 (179)	305 (169)	455 (135)	302 (160)
Jahr	1918	1912	1910	1916
Abs. Min.	62 (40)	79 (44)	216 (64)	90 (48)
Jahr:	1917	1918	1911	1908
Mittl. prozent. Veränderl.	32	16	15	26

Es zeigt sich, daß sowohl in den extremen, wie auch in den mittleren Schwankungen des Niederschlags der Winter die veränderlichste, der Sommer aber die ausgeglichene Jahreszeit ist.

Niederschlagshäufigkeit. Der Urlauber und Tourist, den es weniger interessiert, wieviel es in einem Monat regnet, will wissen, in welchem Monat normalerweise die größte Aussicht für „gutes“ Wetter

besteht, d. h., in welchem Monat er mit der geringsten Zahl von Niederschlagstagen zu rechnen hat. Darüber findet er näheres in den Reihen 1—o unserer Übersichtstabelle, sowie in der letzten Zeile (x), die direkt die „Niederschlagswahrscheinlichkeit“ angibt. Am größten ist begreiflicherweise die Zahl der Niederschlagstage (und die Niederschlagswahrscheinlichkeit) in der sommerlichen Hochsaison (Juni—Aug.) mit der größten Gewitterhäufigkeit. Im Juli z. B. gibt es durchschnittlich 18 Tage, an denen es regnet. Die geringste Niederschlagswahrscheinlichkeit kommt dem in den Alpen bekannt schönen Febr. zu (36%). Wenn man sich nach der Tab. XX ausrechnet, wie oft in den einzelnen Monaten Abweichungen von dieser Regel in dem oder jenem Sinne vorkommen, so kommt man darauf, daß die Winter und Frühjahre mit übernormaler Zahl von Niederschlagstagen häufiger sind als jene mit weniger solchen. Das Gegenteil ist im Sommer der Fall. Woraus sich der Schluß ergibt, daß die Überschreitungen der mittleren Zahl von Regentagen im Sommer größer sind als die Unterschreitungen; oder vulgär ausgedrückt: Ist einmal ein Sommer verregnet, so ist er es gründlich. Umgekehrt verhält es sich im Winter und Frühjahr, während der Herbst hier wieder einmal seinem Rufe, die gemäßigte unter den vier Jahreszeiten zu sein, alle Ehre macht.

In 68% der Fälle (1906—33) hielt der Sommer seine Stellung als Jahreszeit mit den meisten Regentagen inne, noch nie hat sie ihm der Winter abgetrotzt. Der blieb dafür 14mal in 28 Jahren Sieger im Wettkampf um das Minimum der Niederschlagstage; zehnmal konnte ihm diesen Rang der Herbst, dreimal der Frühling und nur ein einziges Mal der Sommer streitig machen. Am öftesten in der ganzen Beobachtungsperiode regnete es im Sommer 1910, wo etwa zwei Niederschlagstage mit einem niederschlagsfreien abwechselten. Die geringste Zahl von Niederschlagstagen wurde in der kalten Jahreszeit, im Winter 1917/18 erreicht, wo unter je neun Tagen nur zwei mit Niederschlag vorkamen.

Die ungleiche Länge der einzelnen Monate, die namentlich den 28-tägigen Febr. zu kurz kommen läßt, kann man auf verschiedene Weise berücksichtigen. Z. B. dadurch, daß man die mittleren Monatsmengen des Niederschlags in Mengen pro Tag umrechnet, wie dies in Reihe k geschehen ist. Wesentlich neue Erkenntnisse lassen sich aber daraus nicht gewinnen.

Einen viel besseren Einblick in die relative Aufteilung des Niederschlags im jährlichen Verlauf gewährt der von A. Angot eingeführte relative Exzeß¹⁾, der in Reihe u für Innsbruck berechnet worden ist. In der wärmeren Jahreszeit ergibt sich ein Regenüberschuß gegenüber

¹⁾ S. Hann, Meteorologie 4. Aufl., S. 357.

einer ideal gleichförmigen Regenverteilung übers Jahr u. zw. im Mittel der Monate Mai—Sept. von $29^0/_{00}$, im Mittel der Monate Juni—Aug. von $47^0/_{00}$ (vgl. Reihe t); dagegen beobachten wir vom Okt. bis April relativ zu geringe Niederschlagssummen (Febr. 37, März $36^0/_{00}$ Defizit). Dasselbe Bild ergibt sich aus Betrachtung des sog. pluviometrischen Quotienten (Reihe v), wobei zum besseren Verständnis bemerkt sei, daß ein pluv. Quot. > 1 relativen Regenüberschuß, ein solcher > 1 ein relatives Defizit bedeutet.

Kennt man einmal die mittleren Niederschlagsmengen pro Monat und die mittlere Häufigkeitsverteilung übers Jahr, so ist es naheliegend, die pro Niederschlagstag entfallende Niederschlagsmenge, die sog. Niederschlagsdichte oder -intensität daraus zu ermitteln (Reihe w). Der Sommer weist mit 6.5 mm pro Regentag die $1\frac{1}{2}$ fache Niederschlagsdichte als der Winter (4.3) auf. Die Gegensätze zwischen den beiden extremen Jahreszeiten sind hier also gemäßiger als bei den Niederschlagsmengen und der Niederschlagshäufigkeit. Am wenigsten ergiebig sind die Frühlingniederschläge, auf einen Regentag kommt da im Mittel nur eine Menge von 4.0 mm (im Herbst 5.0 mm).

Es mag noch interessieren, welche Wahrscheinlichkeit einem Wechsel bzw. einer Gleichsinnigkeit der Niederschlagsanomalien aufeinanderfolgender Jahreszeiten zukommt. Ohne die Ergebnisse einer diesbezüglichen Untersuchung der Innsbrucker Verhältnisse im einzelnen aufzuführen, sei nur kurz das Wichtigste davon herausgegriffen: Bei allen Jahreszeitenfolgen ergab sich (im 40jährigen Mittel 1891—1930) eine von 50% (Zufall) nicht wesentlich abweichende Wahrscheinlichkeit. Nur in der Aufeinanderfolge von Frühling/Sommer ist eine deutlichere Tendenz zu einem Wechsel des Vorzeichens der Abweichungen zu finden: auf ein zu nasses oder zu trockenes Frühjahr folgt in 60% der Fälle ein zu trockener bzw. zu nasser Sommer. Viel stärkere Beziehungen bestehen in den jahreszeitlichen Folgen der Anomalien der Niederschlagshäufigkeit. Z. B. ist die Wahrscheinlichkeit (25jähr. Mittel), daß einem Winter mit zuviel oder zu wenig Niederschlagstagen ein ebensolches Frühjahr folgt, gleich 75%! Jene, daß der nach einem solchen Winter folgende Sommer gleichfalls zu viel bzw. zu wenig Regentage hat, noch 63%.

Auch in Innsbruck sind zu trockene sich folgende Monate häufiger als zu nasse Monatsfolgen (64 gegen 52), so wie dies G. Hellmann allgemein für viele europäische Orte und Gebiete gefunden hat¹⁾. Das Verhältnis der Häufigkeit zu trockene: zu nasse Monatsfolgen wächst dabei mit der Länge der Folgen. Mehr als sechs aufeinander-

¹⁾ Untersuchungen über die Schwankungen der Niederschläge. Kgl. Preuß. Meteor. Inst., Abh. Bd. III. Berlin 1909.

folgende Monate mit übernormalem Niederschlag wurden in den 40 Jahren 1891—1930 noch nicht gezählt, wohl aber fünfmal sechsmonatige Folgen mit zu wenig Niederschlag; höchstfalls kamen neun zu trockene Monate unmittelbar hintereinander vor.

Tab. 21. Niederschlagsbereitschaft¹⁾ (in Prozenten) (Mittel 1892—1930)

Pentade	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1.—5.	46	53	48	51	56	54	59	58	54	44	32	43
6.—10.	43	38	52	56	54	55	61	53	48	47	38	42
11.—15.	43	43	40	51	54	65	58	61	55	33	43	37
16.—20.	37	39	42	55	58	57	58	49	39	36	39	35
21.—25.	32	32	41	52	49	64	53	45	42	37	38	37
26.-Ende	37	47	47	52	55	51	61	43	36	36	32	49

A. Schmauß hat einmal den Begriff „Niederschlagsbereitschaft“ geprägt und meint damit die mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Niederschlag — gleichgültig welcher Menge — an einem bestimmten Tage. Da es das breite Publikum sicherlich interessieren dürfte, die Niederschlagsneigung zu den verschiedenen Zeiten des Jahres zu erfahren, und weil hier eine charakteristische Probe für das quantenmäßige Geschehen gegeben werden kann, das so wie in der Physik auch in der Meteorologie vielfach festzustellen ist²⁾, so habe ich auch für Innsbruck eine Darstellung der Niederschlagswahrscheinlichkeit an den einzelnen Kalendertagen vorgenommen; Tab. 21 enthält das Resultat nach Pentaden der einzelnen Monate zusammengefaßt (Mittel 1892—1930); Fig. 6 gibt die bildliche Darstellung dazu, wobei hier die Werte für die einzelnen Tage eingetragen worden sind³⁾. Das sägezahnartige Aussehen der Kurve zeigt schon an, daß nicht an jedem Tag des Jahres gleiche Neigung zu Niederschlag besteht; Perioden mit erhöhter Niederschlagsbereitschaft wechseln mit solchen geringer Niederschlagswahrscheinlichkeit; gleichwohl zieht sich auch durch den recht zackigen Kurvenverlauf wie ein roter Faden jener verhältnismäßig einfache jährliche Gang, der uns von den Monatsmitteln her bekannt ist. Besonders große Amplituden weisen die Schwankungen in der Winterhälfte auf (20% und darüber); so hat es beispielsweise am 24. Jan. in den betrachteten 38 Jahren nur in neun Jahren geregnet oder geschneit (Wahrscheinlichkeit: 24%), knapp zwei Wochen später erhöht sich dagegen die Niederschlagswahrscheinlichkeit auf das 2½fache (3. Febr. 62%).

¹⁾ Niederschlagsbereitschaft=Wahrscheinlichkeit, daß in der betr. Zeit Niederschlag (ohne Rücksicht auf dessen Menge) fällt.

²⁾ Vgl. z. B. A. Schmauß, Das quantenmäßige Geschehen in der Meteorologie. Meteor. Zeitschrift, 1920, S. 202.

³⁾ Ausgeglichen nach der Formel: $(n_2 + n_1 + n + n_1 + n_2) : 5$.

Trotz dieser zahllosen Unregelmäßigkeiten des Kurvenverlaufs sind gewisse Rhythmen unverkennbar¹⁾. Namentlich im Winter heben sich infolge größerer Amplituden gewisse Perioden deutlich heraus; im Sommer sind sie von kleinen Zacken überlagert, die einen mehr zufälligen Charakter haben und zweifellos mit örtlich oft recht begrenzten Gewittern zusammenhängen. Im übrigen sind diese Periodizitäten sicherlich Anzeichen von Witterungszyklen, die durch Superposition von Wellen verschiedener Länge zustande kommen. Derartige Wellen hat auch in der Tat gerade im Niederschlagsverlauf A. Defant in einer größeren Untersuchung²⁾ nachweisen können; er fand als vorherrschende Wellenlängen für unsere Hemisphäre durchschnittlich $5\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{2}$, 13 und 24–25 Tage, Werte, die sich vermutlich auch bei einer genaueren Analyse der Innsbrucker Niederschlagskurve ergeben würden. Ein weiteres Eingehen auf diese Erscheinungen ginge aber über den Rahmen dieser Arbeit hinaus.

Hier sei nur noch auf die in der ersten Juni-Hälfte beginnende maximale Niederschlagstätigkeit hingewiesen, die auch durch ein Maximum der Gewitterhäufigkeit gekennzeichnet ist; außerdem ereignen sich in dieser Zeit, wie wir früher gesehen haben, die bekannten Kälterückfälle, die den Sommermonsun-Einbruch begleiten. G. Rödiger fand dafür in Europa die Zeit vom 5.—15. Juni³⁾. Die Zeit geringerer Niederschlagsbereitschaft in der zweiten Sept.-Hälfte könnte vielleicht als Anzeichen des „Altweibersommers“ gedeutet werden, der nach demselben Autor (l. c. S. 176) die Wintermonsunzeit (vorherrschende Luftströmung vom Land zum Meer) einleitet.

Der tägliche Gang des Regenfalls ist bisher noch von recht wenigen Orten der Erde bekannt, von alpinen Stationen meines Wissens überhaupt noch nicht. Das liegt daran, daß noch nicht genügend lange Reihen publiziert vorliegen. Andererseits bedarf aber gerade die Berechnung des täglichen Ganges des Niederschlags ziemlich langer Beobachtungsreihen, um einigermaßen richtige Darstellungen zu erhalten⁴⁾.

Auch für Innsbruck liegen nur für relativ kurze Zeit Stundenbewertungen des Niederschlags vor und die nur für die fünf Sommermonate Mai—Sept.⁵⁾ Da einige Jahrgänge wegen lückenhafter Aus-

¹⁾ Vgl. A. Schmauß, Niederschlagsrhythmen. Beitr. Phys. fr. Atm. XV (Hergesell-Festband), 1929, S. 118.

²⁾ Die Veränderungen in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre in den gemäßigten Breiten der Erde. Sitz-Ber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 21, 1912, S. 379.

³⁾ Der europäische Monsun. Veröff. Geophys. Inst. Univ. Leipzig, 2. Serie, Bd. IV, H. 3, Leipzig 1929.

⁴⁾ Näheres hierüber s. Hann, Meteorologie 4. Aufl., S. 348 ff.

⁵⁾ Ein registrierender Schneemesser für die Winterniederschläge existiert am hiesigen Observatorium nicht.

Tab. 22. Mittlerer täglicher Gang der Regenmenge und Regenwahrscheinlichkeit¹⁾

	Regenmenge (in ‰ der Tagesmenge)						Regenwahrscheinlichkeit (in %)						Dichte, Sommer ²⁾
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Sommer ²⁾	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Sommer ²⁾	
0-1h	39	46	44	45	46	45	15	18	18	14	14	17	0.94
1-2	41	38	34	53	46	41	14	17	15	15	16	16	0.93
2-3	45	37	38	41	47	39	15	16	14	15	16	15	0.90
3-4	52	35	39	61	53	44	16	14	16	16	15	15	1.00
4-5	52	38	38	54	50	42	15	15	15	15	16	15	0.98
5-6	57	36	39	37	53	38	14	15	14	13	16	14	0.93
6-7	46	29	38	40	48	36	13	15	13	12	15	13	0.95
7-8	39	25	32	30	41	29	13	12	13	10	12	12	0.89
8-9	36	23	35	39	41	33	11	12	14	11	14	12	0.91
9-10	35	22	29	37	42	29	10	12	14	11	13	12	0.85
10-11	23	18	26	31	39	25	10	10	12	10	10	11	0.82
11-12	25	22	22	24	34	23	10	10	11	8	9	10	0.80
12-13	25	23	27	27	24	25	9	10	11	9	8	10	0.91
13-14	26	31	30	26	28	29	9	10	10	8	9	9	1.07
14-15	27	33	30	25	34	29	10	12	13	10	10	12	0.89
15-16	29	52	38	38	27	42	10	13	14	10	9	12	1.18
16-17	32	64	57	37	34	53	11	15	14	10	10	13	1.38
17-18	49	50	53	38	33	47	12	14	15	12	11	14	1.18
18-19	52	57	54	46	46	53	14	16	18	14	14	16	1.15
19-20	51	76	70	58	51	68	16	16	20	13	14	16	1.41
20-21	55	61	76	63	69	69	17	18	21	17	17	19	1.25
21-22	58	59	56	51	44	56	18	19	20	17	16	19	1.01
22-23	55	73	50	57	38	59	17	19	19	17	17	18	1.12
23-24h	51	52	45	42	32	46	17	21	18	15	17	18	0.90
Σ ³⁾	2.23	3.31	4.05	3.13	2.62	3.46	98.0	104.1	112.0	93.1	95.1	103.1	<

wertungen — verursacht durch Apparate-Störungen — nicht verwendet werden konnten, manche aber aus äußeren Gründen noch nicht reduziert vorliegen, so blieben für die Ableitung der täglichen Gänge des Niederschlags nur die in der Fußnote zu Tab. 22 vermerkten Jahrgänge (16—18) übrig. Die Unausgeglichenheit, die den aus so kurzen Beobachtungsreihen gebildeten Tagesgängen des Regenfalls noch anhaften dürfte, läßt es angezeigt erscheinen, den Einzelheiten des Tagesverlaufes keine zu große Bedeutung beizumessen, weshalb ich mich auch bei der Besprechung nur auf das Wesentliche beschränke. Nachstehend bringe ich einen Vergleich der Innsbrucker Sommermittel (Juni—Aug.), auf zwei-stündige Intervalle zusammengezogen und in Tausendteilen der Tagesmenge ausgedrückt, mit jenen anderer Stationen:

¹⁾ Die zur Mittelbildung verwendeten Jahrgänge waren für die einzelnen Monate die folgenden:

- Mai: 1906—09, 1911—17, 1922—24, 1930—31, 1933 = 17 Jahre
- Juni: 1908—16, 1922—23, 1925—26, 1930—33 = 17 „
- Juli: 1906, 1908—16, 1922—24, 1926, 1930—33 = 18 „
- Aug.: 1907—08, 1910—16, 1922—26, 1930—33 = 18 „
- Sept.: 1906, 1908, 1910—16, 1922—25, 1930—31, 1933 = 16 „

²⁾ Sommer = Mittel der Monate Juni—Aug.

³⁾ Für Rubrik „Regenmenge“: Mittl. Tagessummen.

„ „ „Regenwahrscheinlichkeit“: Mittl. Zahl der Regenstunden pro Monat.

Blattst. = 06-73, durchschnittl. etwa 58 Jahre

	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12
Innsbruck	86	83	80	65	62	48
Wien ¹⁾	66	63	61	62	57	53
4 Stationen ²⁾ . .	63	67	78	68	59	68
	12—14	14—16	16—18	18—20	20—22	22—24
Innsbruck	55	72	100	121	123	105
Wien ¹⁾	86	122	137	125	87	81
4 Stationen ²⁾ . .	98	117	109	105	93	75

Hier ergibt sich eine recht bemerkenswerte Feststellung: Während die den „kontinentalen Typus“ repräsentierenden vier europäischen Stationen, die untereinander recht gut übereinstimmen, eine doppelte Schwankung des täglichen Regenfalls zeigen (Hauptmaximum in den ersten Nachmittagsstunden, Hauptminimum am frühen Morgen), ist in Innsbruck im Sommer nur ein einfacher Tagesgang vorhanden. Weiters fällt schon bei Wien auf, daß sich die Hauptextreme gegenüber der freien Ebene verspäten (Max. 17—18, Min. 6—7^h). In noch stärkerem Grade ist dies aber in Innsbruck der Fall; hier fällt das Minimum im Mittel der Sommermonate auf die Stunde zwischen 11 und 12 Uhr, das Maximum aber erst auf die späten Abendstunden (20—21^h). Das bedeutet gegenüber der Ebene eine Verspätung um etwa drei bzw. sechs Stunden! Diese auffallende Verschiebung der Extreme des täglichen Niederschlags steht offenbar im Zusammenhang mit dem relativ späten Eintritt des Maximums der täglichen Gewitterfrequenz in Innsbruck, worauf wir noch zurückkommen werden (s. S. 308). Die tieferen Gründe hiefür sind noch nicht näher erforscht und es ist auch hier nicht der Raum darauf weiter einzugehen.

In den Übergangsmonaten treten auch in Innsbruck sekundäre Extreme recht deutlich hervor. Im Mai wird das zweite Maximum sogar von derselben Größenordnung wie das Hauptmaximum (57 bzw. 58%), ebenso im Aug. (61 bzw. 63%). Die Amplitude der täglichen Regenperiode ist im Juni—Juli am stärksten (58%); in den übrigen betrachteten Monaten ist sie wesentlich gedämpfter (Mai: 35%).

Nicht jede Tagesstunde erscheint gleich prädestiniert für Niederschlag. Die „kritischen“ Stunden werden am besten ersichtlich, wenn man die Regenwahrscheinlichkeit für jede Stunde des Tages berechnet (Zahl der Niederschlagsstunden: Zahl der Gesamtstunden des betrachteten Intervalls), was in der rechten Hälfte der Tab. 22 geschehen ist.

¹⁾ Aus: M. Kofler, Einteilung der Niederschläge auf Grund ihrer Tagesperiode, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, 142. Bd., 1933.

²⁾ Vier europäische Flachlandstationen: Berlin, Hohenheim, Königsberg und Pawlowsk (nach Hann, Meteor. 4. Aufl., S. 350).

Es besteht eine Parallelität zwischen dem täglichen Gang der Regenmenge und jenem der Regenhäufigkeit, was zunächst nur bedeutet, daß die größten (kleinsten) Regenmengen des Tages im Mittel durch größere (geringere) Niederschlagstätigkeit verursacht sind. Wir wissen aber damit noch nicht, zu welcher Tageszeit die ergiebigsten Niederschläge fallen. Darüber belehrt die letzte Kolonne der Tab. 22, in der die Regendichte, d. i. die pro Regenstunde anfallende Regenmenge, steht. Und da ergibt sich nun, daß in den Stunden mit größter Niederschlagsbereitschaft (Abend) die ergiebigsten Niederschläge zu verzeichnen sind; umgekehrtes gilt für die Stunden geringster Niederschlagshäufigkeit. Die besonders große Niederschlagswahrscheinlichkeit in der ersten Nachthälfte hängt gleichfalls mit dem in den Abend- und ersten Nachtstunden regeren Gewittertätigkeit zusammen.

Häufigkeitsverteilung. Für praktische Fragen gleichermaßen wie für theoretische Zwecke ist es nützlich die Verteilung des Niederschlags nach Stufenwerten der Menge zu wissen. Tab. 23 gibt eine Zusammenstellung der mittleren Anzahl von Niederschlagstagen nach bestimmten Schwellenwerten. Das Wesentliche einer solchen Verteilungs-

Tab. 23. **Mittlere Häufigkeitsverteilung der Tagesniederschläge**
(Mittel 1906—30). Anzahl der Tage mit 24-stünd. Niederschlagsmengen von bestimmter Größe

mm	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
≥ 0.0 ¹⁾	13.2	11.3	14.1	17.3	16.8	18.2	18.6	16.8	14.7	13.2	12.3	14.2	180.7
≥ 0.1	12.2	10.2	12.9	16.2	15.2	17.5	18.2	15.9	14.1	12.7	11.3	13.1	169.5
> 0.5	9.7	7.4	9.3	12.6	12.5	14.4	15.7	13.7	11.6	10.2	9.1	10.4	136.6
> 1.0	8.1	6.2	7.7	10.5	10.5	12.8	13.9	12.3	10.0	8.4	7.7	9.0	117.4
> 2.0	6.7	4.4	5.3	7.8	8.0	11.0	11.3	10.3	7.9	6.2	6.4	7.0	92.6
> 3.0	5.5	3.3	4.0	5.8	6.5	9.2	9.7	8.8	6.4	5.0	5.0	5.8	75.3
> 4.0	4.4	2.6	3.2	4.8	5.3	8.1	8.5	7.5	5.6	4.3	4.2	4.7	63.4
> 5.0	3.3	1.9	2.4	4.0	4.6	6.6	7.0	6.8	4.5	3.7	3.5	3.5	52.2
> 10.0	1.4	0.7	1.1	1.6	2.1	3.5	3.6	3.8	2.4	1.5	1.7	1.6	25.3
> 15.0	0.7	0.3	0.5	0.6	0.9	1.7	2.0	2.8	1.3	1.0	0.8	0.7	13.7
> 20.0	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.3	1.5	0.7	0.6	0.4	0.2	7.6
> 25.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.9	0.8	0.4	0.3	0.3	0.1	4.4
> 30.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	2.5
> 40.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8

tafel liegt darin, daß sie die Häufigkeit der namentlich für die Bodenvirtschaft verschiedenwertigen Niederschläge (unbedeutende, nutzbringende und schädliche) kennen lehrt. Sowohl im Jahresdurchschnitt, wie auch in den einzelnen Monaten bleibt die Ergiebigkeit der meisten Niederschlagstage (69%) unter der mittleren Intensität, die wir in Tab. 20,

¹⁾ Mindestens Spur.

Reihe w berechnet haben. Die absolut trockenen Tage (ohne jeden Niederschlag), die trockenen Tage [mit unmeßbarem Niederschlag (0.0 mm)], jene mit normalem (0.1—5.0 mm), mit starkem (5.1—10.0 mm) und mit sehr starkem Niederschlag (> 10.0 mm) verteilen sich auf die einzelnen Jahreszeiten wie folgt:

Auf je 1000 Tage entfallen:	Wi	Fr	So	He	Jahr
absolut trockene Tage	569	477	418	558	504
trockene Tage	36	42	22	23	31
Tage m. normalem Niederschlag	298	362	339	290	322
Tage m. starkem Niederschlag	56	67	103	67	74
Tage m. sehr starkem Niederschlag	41	52	118	62	69

Mit Ausnahme vom Sommer sind zu allen Jahreszeiten die trockenen Tage in der Überzahl (im Winter $\frac{3}{5}$ aller Tage). Starke bis sehr starke Niederschläge (> 5 mm) sind im Sommer mehr als doppelt so häufig als im Winter, wo nur ein Viertel aller Niederschlagstage sich in diese Stärkeklasse gruppiert. Rund 40% aller Sommerregentage haben eine Ergiebigkeit von mindestens 5 mm, eine Folge der häufigen Gewitter- und Gußregen. Etwa die Hälfte der Niederschlagstage eines Jahres ergibt eine Tagesmenge unter 2.5 mm, die andere Hälfte liefert mehr.

Maximale Tagesmengen. Die größten innerhalb 24 Stunden gefallenen Niederschläge eines Monats, die für den Wasserbau einige Bedeutung haben, sind in der Tab. XX (Anhang) in extenso mitgeteilt. Der letzten Zeile entnimmt man auch die mittleren Maxima der Tagesmengen pro Monat. Im Durchschnitt aller Monate sind die Monatsmaxima von 11—20 mm am häufigsten; mehr als ein Drittel aller monatlichen Höchstwerte der Jahre 1906—30 lagen in dieser Gruppe. Der Winter mit überwiegend geringen Tageshöhen des Niederschlags weist zumeist Monatsmaxima unter 20 mm auf (in 80% der Fälle). Nur ausnahmsweise werden Mengen über 50 mm pro Tag registriert und noch nie hat sich der Fall des 6. Jan. 1916 auch nur annähernd wiederholt, der 88.5 mm Niederschlag (hauptsächlich in flüssiger Form) brachte. Die zweitgrößte Menge wurde am 8. Mai 1912 mit 65.6 mm erreicht. Im Sommer, wo im Durchschnitt die Höchstwerte am größten sind, wurden in 70% der Fälle Niederschlagsmaxima über 20 mm beobachtet; 56.4 mm war der absolut höchste Wert dieser Jahreszeit (7. Juli 1914). Der Kuriosität halber und als Zeichen dafür, welche Trockenheit oft die Winter in den Alpen haben, sei vermerkt, daß im Nov. 1920 die größte Tagesmenge nur 0.6 mm betrug.

Niederschlags- und Trockenperioden. Einen besonders für den Landwirt erwünschten Nachweis bildet die Häufigkeit ununterbrochener Folgen von trockenen Tagen (wozu auch die Tage mit unmeßbarem Nieder-

Tab. 24. Niederschlagsperioden¹⁾ (1898—1932)
 Wahrscheinlichkeit (in Prozenten), daß ein Niederschlag mehr als
 1, 2, 3, . . . n Tage dauert

n Tage	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1	59	58	66	66	63	71	70	64	70	59	65	59	64
2	33	31	35	41	40	45	47	39	44	34	35	38	39
3	21	11	18	28	25	28	31	24	26	18	21	21	23
4	11	7	9	14	18	19	18	15	17	12	14	11	14
5	7	3	6	9	10	14	13	8	9	7	9	8	9
6	5	—	5	6	5	7	9	4	6	6	4	4	5
7	4	—	3	4	2	5	5	3	4	4	3	3	3
8	3	—	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2
9	3	—	—	2	1	—	2	1	1	2	2	1	1
10	2	—	—	1	1	—	1	—	—	—	1	—	—
11	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—
12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
13	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Max.	14	8	16	13	20	9	11	9	14	10	13	10	20

schlag, 0.0 mm, gezählt werden) und jene von aufeinanderfolgenden Tagen mit Niederschlag von mindestens 0.1 mm Wasserhöhe. Eine derartige Zusammenstellung für Innsbruck enthalten die Tabellen 24 und 25. Sie beantworten die Frage: Mit welcher Wahrscheinlichkeit folgt einem Niederschlags- bzw. trockenen Tage noch ein zweiter, dritter usw.?

Sehr charakteristisch gestaltet sich insbesondere der jährliche Gang der Häufigkeit und der Längen beiderlei Perioden, wofür die folgende Zusammenstellung nach Jahreszeiten eine gute Übersicht gewährt (N. = Niederschlagsperioden, T. = Trockenperioden):

Häufigkeit von N. und T. bestimmter Länge:

		Wi	Fr	So	He	Jahr	
Mindestens	2 Tage	N.	8.4	10.7	12.3	9.1	40.5
		T.	9.4	10.1	10.2	9.4	39.1
	3 Tage	N.	4.9	6.4	7.9	5.4	24.5
		T.	7.1	6.7	5.5	6.7	26.0
	5 Tage	N.	1.4	2.3	3.1	2.1	8.8
		T.	4.3	3.1	1.6	4.0	13.0
	10 Tage	N.	0.1	0.2	0.1	0.3	0.7
		T.	1.2	0.4	0.2	1.0	2.7

Dauer der N. und T. (Tage):

		Wi	Fr	So	He	Jahr
Mittel	N.	2.3	2.7	2.8	2.6	2.6
	T.	4.0	2.9	2.3	3.8	3.2
Max.	N.	14	20	11	14	20
	T.	38	17	15	27	38

¹⁾ Niederschlagsperiode = ununterbrochene Folge von Niederschlagstagen (≥ 0.1 mm).

Tab. 25. **Trockenperioden**¹⁾ (1898—1932)

Wahrscheinlichkeit (in Prozenten), daß eine Trockenheit mehr als
1, 2, 3, ... n Tage dauert

n Tage	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1	65	67	69	61	58	51	59	59	66	67	68	65	62
2	51	49	48	36	41	26	30	35	45	47	51	50	41
3	43	36	37	23	28	14	15	18	33	38	40	39	29
4	33	26	28	13	17	6	9	11	23	29	34	31	20
5	24	20	20	8	12	4	5	7	18	24	25	24	14
6	17	15	18	6	7	1	3	5	15	17	20	20	10
7	14	12	14	3	3	—	3	4	11	11	17	14	7
8	12	9	11	2	2	—	2	3	6	9	15	12	5
9	10	7	7	1	1	—	2	2	5	5	12	9	3
10	10	6	5	—	1	—	1	1	3	4	11	7	2
11	8	5	4	—	1	—	—	1	2	3	9	6	1
12	6	4	3	—	1	—	—	1	2	2	8	5	—
13	6	4	2	—	—	—	—	—	2	1	8	4	—
14	4	4	1	—	—	—	—	—	1	1	7	4	—
15	4	4	1	—	—	—	—	—	—	1	7	3	—
16	3	3	1	—	—	—	—	—	—	1	5	2	—
17	3	2	—	—	—	—	—	—	—	1	4	2	—
18	3	1	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	—
19	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—
20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
21	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
22	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
23	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
24	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
25	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
26	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Max.	30	20	17	10	16	9	11	15	19	22	27	38	38

Das wesentliche Ergebnis läßt sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: Niederschlagsperioden sind im Innsbrucker Klima im Jahresmittel insgesamt kürzer, aber etwas häufiger als Trockenperioden. Das Verhältnis kehrt sich bei größeren Periodenlängen um, sodaß bereits Niederschlagsperioden von mindestens drei Tagen seltener sind als trockene. Herbst und namentlich Winter sind die Jahreszeiten vorwiegender Trockenfolgen, wobei auch deren Längen in der Regel erheblich größer sind als in den übrigen Jahreszeiten. Im Sommer ist es umgekehrt, da sind die Regenperioden häufiger und dauern länger als die trockenen. Die längste Trockenzeit war im Winter 1903/04, wo es vom 7. Dez. bis einschließlich 13. Jan. (38 Tage) keinen meßbaren Niederschlag gab (nur zweimal Spur Schnee). Dagegen hat es vom 1.—20. Mai 1902 (20 Tage) Tag für Tag und bis auf dreimal immer über 1 mm geregnet (dreimal auch mit Schnee untermischt).

¹⁾ Trockenperiode = ununterbrochene Folge von niederschlagsfreien Tagen (ohne meßbaren Niederschlag).

Winterliche Niederschlagsverhältnisse. Diese dürfen angesichts der hervorragenden Bedeutung Innsbrucks als Zentrum des alpinen, insbesondere Tiroler Wintersportverkehrs spezielles Interesse beanspruchen. Zunächst sei in Tab. 26 eine Übersicht über die jährlich zu erwartenden Schneemengen, getrennt nach Niederschlägen in fester und flüssiger Form (* und ●*) und reinen Schneefällen (*), gegeben.

Tab. 26. **Schneeverhältnisse** (1906/07—1930/31).

	Schnee, auch mit Regen gemischt						Schnee allein					
	Schneemenge, mm Wasser			Schneetage			Schneemenge, mm Wasser			Schneetage		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Sept.	0.9	22.2	—	0.0	1	0	—	—	—	—	—	—
Okt.	10.5	69.5	—	1.0	5	0	2.6	36.4	—	0.3	4	0
Nov.	33.3	87.7	—	5.6	13	0	12.9	47.8	—	3.6	11	0
Dez.	44.3	161.2	1.6	9.4	19	1	25.6	137.2	—	6.8	16	0
Jan.	45.3	125.2	2.7	9.5	17	1	24.9	72.0	—	7.8	15	0
Febr.	28.3	102.3	2.9	7.9	15	1	16.2	52.5	—	6.1	14	0
März	28.0	82.9	0.1	7.1	13	1	10.0	35.8	—	4.0	9	0
April	23.3	105.8	—	4.2	14	0	6.1	45.6	—	2.0	8	0
Mai	7.2	47.1	—	0.5	3	0	0.2	5.1	—	0.1	1	0
IX—V	221.1	356.1	103.8	45.2	62	25	98.6	174.3	24.0	30.7	45	12
Zeitliche Grenzen	erster Tag:			letzter Tag:			erster Tag:			letzter Tag:		
	28. X.	19. IX.	2. XII.	24. IV.	23. V.	20. III.	14. XI.	11. X.	15. XII.	9. IV.	2. V.	13. III.

Etwa einem Viertel des gesamten Jahresniederschlags ist Schnee in mehr oder minder großen Mengen beigemischt (Wien: $\frac{1}{5}$). Der pro Winter ausschließlich als Schnee herabkommende Niederschlag hat insgesamt eine Wasserhöhe von rund 10 cm. Das ergäbe, wenn nichts durch Abschmelzen, Verdunsten usw. verloren ginge, eine mittlere Neuschneehöhe von ungefähr 1 m. Der schneereichste Winter war gleich der erste unserer neuen Beobachtungsreihe (1906/07); er brachte — in äquivalente Wasserhöhe umgerechnet — 174.3 mm reinen Schnee. Ihm stand der denkwürdige Winter vor 10 Jahren (1923/24) mit 130 mm reinem Schnee nicht viel nach; damals schneite es mit einigen Unterbrechungen vom 19. Dez. bis 4. Jan. Minimal waren die Schneemengen, die uns der auf den strengen Winter 1928/29 folgende bescherte: 24.0 mm reiner Schnee, 103.8 mm Schnee und Schnee-Regen. Über 100 mm Schnee gab es in den 28 Wintern seit 1906 zehnmal, unter 50 mm nur zweimal. Jeder Wintermonat war schon einmal ohne reinen Schnee geblieben, ganz ohne Schnee noch keiner.

Durchschnittlich werden 45 Tage mit Schnee gezählt, davon 31 mit reinem Schnee. Die Grenzwerte waren 62 bzw. 45 Tage (* und ●*) und 25 bzw. 12 Tage (* allein). Die mittleren und extremen Datums-grenzen für den ersten und letzten Schneefall finden sich in den untersten

Reihen der Tab. 26. Daraus ergibt sich, daß im Mittel die „Schneezeit“, d. i. die Zeit vom ersten bis zum letzten Schneefall, 147.6 Tage dauert, maximal währte sie 193 Tage (1920/21), minimal 107 Tage (in den beiden letzten Wintern 1932/33 und 1933/34). Rechnet man auch noch die Tage mit gemischtem Niederschlag (●*) dazu, so erhöht sich die Schneezeit im Mittel auf 175.7 Tage (19% mehr), in den Extremfällen auf 217 (1916/17) bzw. 128 Tage (1929/30). Auffällig ist, daß seit dem Lustrum 1916/17—1920/21, in dem im Mittel die längste Schneezeit herrschte (175.2 Tage), die Zeit vom ersten bis zum letzten Schneefall immer kürzer geworden ist; im Mittel der drei letzten Winter (1931/32 bis 1933/34) betrug sie nur mehr 112.0 Tage, d. i. um 36% weniger als zur Höchstzeit (im genannten Lustrum).

Prüft man, wie oft der erste und letzte Schneefall gegenüber dem Mittel zu früh oder zu spät erfolgt, so zeigt sich im großen und ganzen gleiche Häufigkeit beider Abweichungssinne. Interessant ist aber die Beziehung zwischen relativ zu frühem oder zu spätem Winterbeginn und -ende¹⁾. Hier läßt sich für Innsbruck folgende Regel aufstellen: Setzt der Winter früher (später) ein als normalerweise, so hört er auch (in 64% der Fälle) früher (später) auf als gewöhnlich. Weiters ergibt die Statistik für Innsbruck noch folgendes: Winter, in denen es später als normalerweise zu schneien begonnen hat, waren in 77% der Fälle (1906/07—1933/34) schneearm. Andererseits werden übernormale Schneemengen mit Vorliebe (in 60%) bei frühem Winterbeginn erreicht.

In der Meteorologie ist man übereingekommen, als „Schneetage“ alle Niederschlagstage zu zählen, an denen die gefallene Schnee- oder Schnee-Regenmenge geschmolzen mindestens 0.1 mm beträgt. Solche Tage gibt es in Innsbruck im Durchschnitt 45.2, davon 30.8, d. i. rund zwei Drittel, an denen der Niederschlag nur in fester Form fällt (Tab. 28;

Tab. 27. **Wahrscheinlichkeit, daß ein Niederschlagstag ein Schneetag ist**
(in Prozenten) (Mittel 1906/07—1930/31)

	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Winter ²⁾
a ³⁾	3	31	52	64	60	30	12	1	30
b ⁴⁾	8	48	72	78	78	54	26	3	43
q (a:b) ⁵⁾ . . .	0.3	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.2	0.7

- 1) Winterbeginn bzw. -ende: Tag des ersten bzw. letzten Schneefalls.
- 2) Okt.—Mai.
- 3) Wahrscheinlichkeit für Tage mit reinem *.
- 4) Wahrscheinlichkeit für Tage mit * überhaupt (* oder ●).
- 5) Anteil der Tage mit reinem * (a) an den Tagen mit * überhaupt (b).

vgl. auch Tab. 20, Reihe p). Außer im Sommer hat es schon in allen Monaten einmal geschneit¹⁾. Doch erreicht die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Niederschlagstag Schneetag ist, nur in der Zeit vom Nov. bis März mindestens 30%. Im eigentlichen Winter (Dez. bis Febr.) kann man 3:1 wetten, daß, wenn einmal Niederschlag eintritt, Schnee wenigstens beigemischt ist; in 59% kommt es zu reinem Schneefall. Im Okt. schneit es durchschnittlich alle Jahre einmal, im Mai bleiben unter zehn Jahren vier ohne Schneetag.

Tab. 28. **Mittlere Häufigkeitsverteilung** (Mittel 1906/07—1930/31)
a) der reinen Schneemengen, b) der Schnee- und Schnee-Regenmengen
(Mittlere Anzahl der Tage pro Winter mit Niederschlag in fester Form)

mm	≥0.1	>0.5	>1.0	>2.0	>3.0	>4.0	>5.0	>10.0	>15.0	>20.0	>30.0	>40.0	Max.	Tag
a) *	30.8	21.8	18.1	13.3	10.4	8.0	6.0	2.3	0.8	0.4	0.1	0.0	40.2	9. I. 1917
b) *u.	45.2	35.2	30.7	24.4	19.7	16.2	13.0	6.3	3.2	2.0	0.8	0.3	88.5	6. I. 1916
*●														

Schneedeckenverhältnisse²⁾. Die Innsbrucker Aufzeichnungen hierüber scheinen mir erst etwa vom Winter 1910/11 an für eine klimatologische Verarbeitung verläßlich genug. Auf Grund der seitherigen Beobachtungen (bis inkl. den letzten Winter 1933/34) sind folgende Angaben gewonnen bzw. berechnet worden, die direkt in Tab. 29 eingesehen werden können:

Tab. 29. **Schneedeckenverhältnisse** (1910/11—1933/34)

	Mittel	Max. (Winter)	Min. (Winter)
☒ Andauer ³⁾	66.9	110 (1923/24)	13 (1920/21)
☒ Zeit ⁴⁾	122.6	175 (1930/31)	71 (1913/14)
q ⁵⁾	0.53	1.00 (1926/27)	0.14 (1920/21)
Erster Tag m. ☒	18. XI.	4. X. (1923/24)	15. I. (1920/21)
Letzter Tag m. ☒	19. III.	16. I. (1917/18)	1. V. (1924/25)
☒ Perioden ⁶⁾	5.0	9 (1915/16 u. 1931/32)	1 (1926/27)
Länge ders. (Tage)	12.8	108 (1923/24)	1 (öfters)

¹⁾ Ende des vergangenen Jahrhunderts hat sich sogar zweimal die Seltenheit ereignet, daß es im Hochsommer geschneit hat (Juli 1890 und Aug. 1896).

²⁾ Man vergleiche hierzu die sehr aufschlußreiche Arbeit von V. Conrad und M. Winkler: Beitrag zur Kenntnis der Schneedeckenverhältnisse in den österreichischen Alpen. Gerl. Beitr. Geoph. Bd. 34 (Köppen-Bd. III), 1931, S. 473.

³⁾ Andauer = Zahl der Tage mit einer geschlossenen Schneedecke.

⁴⁾ Schneedeckenzeit = Zahl der Tage vom Beginn der ersten bis zum Ende der letzten Schneedecke.

⁵⁾ q = Quotient Andauer: Schneedeckenzeit.

⁶⁾ Schneedeckenperiode = Ununterbrochene Folge von Tagen mit einer geschlossenen Schneedecke (vgl. a. Tab. 31).

1. Andauer der Schneedecke, d. i. die Zahl der Tage, an denen in der unmittelbaren Umgebung der Station eine geschlossene Schneedecke beobachtet wurde (ohne Rücksicht auf deren Mächtigkeit). Diese Zahl (Z) steht nach Conrad-Winkler im Mittel in einer bestimmten Beziehung zur Seehöhe h ($Z = 23 + 0.1 h$); mit Zunahme der Höhe um 100 m wächst die Zahl der Tage mit Schneedecke in den österreichischen Alpen um zehn Tage. Für Innsbruck ergäbe sich daraus eine „normale“ Andauer von 81.2 Tagen gegenüber 66.9 tatsächlich beobachteten („Anomalie“ = -14.3 Tage), wofür nach den genannten Verfassern die relative Niederschlagsarmut des Inntales verantwortlich ist; daneben spielt aber auch sicher die große Föhnhäufigkeit in Innsbruck eine bedeutende Rolle; plötzlich einsetzender Föhn vernichtet oft in kürzester Zeit die schönste Schneedecke¹). Hier mag noch auf eine Besonderheit der Lage Innsbrucks hingewiesen werden: Die verschiedenen Expositionsverhältnisse von Nord- und Südhängen zu beiden Seiten des Inntales bedingen eine für den Landwirt ebenso wichtige wie für den Naturfreund reizvolle Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse. Während im Spätwinter oder Vorfrühling die Südhänge der Nordkette oft bis weit hinauf schon ausgeapert sind, bietet sich im Süden der Stadt noch häufig genug Gelegenheit, den Wintersport bis ins Tal herab zu betreiben. Phänologisch ergibt sich aus diesen merkwürdigen Sonderverhältnissen die Tatsache, daß die Kulturen auf dem südlichen Mittelgebirge oft ein bis mehrere Wochen gegen jene auf den sonnigen Hängen der Nordseite zurück sind.

2. Als weiteres Charakteristikum für die Innsbrucker Schneedeckenverhältnisse wurde die Schneedeckenzeit ermittelt, worunter — analog zur „Schneezeit“ (s. S. 303) — die Zahl der Tage vom Beginn der ersten bis zum Ende der letzten Schneedecke verstanden wird.

3. Der Quotient (q) Andauer: Schneedeckenzeit ist charakteristisch für die relative „Haltbarkeit“ der Schneedecke: $q = 1$ bedeutet dauernde Schneelage vom ersten bis zum letzten Tag mit Schneedecke (z. B. Winter 1926/27); je kleiner q ist, desto häufiger kommt es im allgemeinen zu Aperperioden. In Innsbruck ist im Durchschnitt nur etwa während der Hälfte der Schneedeckenzeit tatsächlich auch Schneelage ($q = 0.53$; nach seiner Höhenlage käme Innsbruck als „normal“ ein $q = 0.72$ zu²).

4. Zeitliche Grenzen der Schneedecke: Erster und letzter Tag mit einer Schneedecke im Mittel und in Extremfällen.

¹) Meist ist jedoch die durch Föhn hervorgerufene Ausaperungszone um Innsbruck ziemlich begrenzt: Sie reicht für gewöhnlich von den südlichen Mittelgebirgsrändern des Wipptales ins Inntal herab einerseits bis ungefähr in die Gegend von Hall (10 km östl. v. Innsbruck), andererseits oft nicht über den das Tal wenige km westlich der Stadt querenden Innfluß hinaus.

²) Conrad-Winkler, l. c. S. 479 (Fig. 1).

5. Schneedeckenperioden. Das sind ununterbrochene Folgen von Tagen mit Schneedecke. Ihre mittlere und extreme Zahl pro Winter, sowie deren Länge finden sich in den beiden letzten Horizontalreihen der Tab. 29.

Die Wintersportkreise wird es interessieren, daß im Hochwinter (zweite Hälfte Jan.) mit mehr als 75% Wahrscheinlichkeit mit einer Schneelage zu rechnen ist (vgl. Tab. 30). Das Kurvendiagramm der

Tab. 30. **Wahrscheinlichkeit einer Schneelage, % (Mittel 1910/11—1933/34)**

Pentade	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai
1.—5.	1.7	5.8	33.4	50.0	70.0	16.7	4.2	1.7
6.—10	0.0	4.2	47.5	60.0	64.1	22.5	2.5	0.0
11.—15.	0.8	13.3	63.4	72.5	66.8	17.5	0.0	0.0
16.—20.	1.7	20.0	64.1	76.6	60.0	5.0	5.0	0.0
21.—25.	0.8	25.8	56.6	76.6	40.0	3.3	0.8	0.0
26.—Ende	5.6	39.2	57.6	77.1	29.5	2.8	1.7	0.0

Fig. 4 zeigt in recht instruktiver Weise die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Tage mit Schneedecke nach den Verhältnissen, die im Mittel der 24 Winter 1910/11—1933/34 geherrscht haben. Die vier winterlichen „Phasen“: Vorwinter, erster Hauptwinter, Hochwinter und Nachwinter, die wir bereits bei den in der gleichen Fig. enthaltenen Frost- und Eiskurven kennen gelernt haben, treten hier mit aller wünschenswerten Deutlichkeit hervor.

Schließlich sind noch die Schneedeckenperioden der 24 Winter der Beobachtungsreihe in Tab. 31 nach ihrer Länge (in fünf Tage-Intervallen) ausgezählt. Perioden von 1—5 Tagen überwiegen bei weitem

Tab. 31. **Schneedeckenperioden¹⁾** in den 24 Wintern 1910/11—1933/34 (geordnet nach ihrer Länge)

Perioden- Länge, Tage	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	>100
Anzahl der Perioden	69	17	12	6	3	6	2	0	1	1	1	2

(58% aller Perioden). Die längste ununterbrochen anhaltende Schneelage hatte der schneereiche Winter 1923/24 mit 108 Tagen; der „sibirische“ Winter 1928/29 kam ihm mit einer Periode von 102 Tagen am nächsten.

Gewitter.

Als Gewittertag gilt jeder, an dem an der Station Donner gehört wurde; „Wetterleuchten“, d. s. Blitzerscheinungen oder deren Widerschein ohne wahrnehmbaren Donner, bleiben hier unberücksichtigt.

¹⁾ Schneedeckenperiode = Ununterbrochene Folge von Tagen mit einer geschlossenen Schneedecke.