

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Klima von Innsbruck

Ekhart, Erwin

Innsbruck, 1934

Luftdruck

7. 1 Thermograph, großes Modell, Syst. Richard, Nr. 16.159, von J. Fabri-Wien, 7-tägig; seit 1908.
8. 1 Thermograph, mittl. Modell, Syst. Richard, Nr. 33.677, von J. Fabri-Wien, 7-tägig; seit 1913.
- 9.—10. 2 Hygrographen, Syst. Richard, Nr. 37.244 und 37.058, von J. Fabri-Wien, 7-tägig.

Sämtliche Apparate 1.—10. (außer 5.) mit Blechbeschirmung (österr. Modell).

Im Beobachterzimmer (Parterre):

11. 1 Hg-Barometer, Fortin Nr. 259; 1906—08.
12. 1 Hg-Barometer, Fortin Nr. 360; 1909—23.
13. 1 Hg-Barometer, Fueß Nr. 2727, mit reduzierter Skala; seit 1924.
14. 1 Barograph, großes Modell, Syst. Richard, Nr. 14.367, von J. Fabri-Wien, 2-tägig.

II. Gruppe (Dach):

15. 1 Ombrometer, Auffangfläche = $1/20$ m², 0.8 m über der Plattform = 20.6 m über dem Erdboden.
16. 1 Ombrograph, Syst. Hellmann-Fueß, Nr. 257, von Fueß-Berlin, 1-tägig.
17. 1 Anemograph, Kew-Modell von Schäffler mit mechanischer Registrierung für Windstärke und -richtung.
18. 1 Sonnenscheinautograph, Syst. Campbell-Stokes.

Die Termine der täglichen Beobachtungen waren in der Periode 1906—30 gleicherweise wie während der Jahre 1891—1905 die allgemein üblichen, nämlich 7, 14, 21^h MOZ, d. i. 14^{min} nach MEZ.

Unter den meteorologischen Jahreszeiten sind folgende verstanden: Frühling (Fr) = März—Mai, Sommer (So) = Juni—August, Herbst (He) = September—November, Winter (Wi) = Dezember—Februar.

Luftdruck.

Drei Gründe entschieden für die Behandlung dieses an sich klimatisch unwichtigen Elementes:

1. Eine auf sorgfältigen Beobachtungen beruhende und kritisch geprüfte Luftdruckreihe ist immer von Wert, sei es auch nur für Vergleichszwecke.

2. Bei der Würdigung der lokal-klimatischen Eigentümlichkeiten einer alpinen Talstation darf der Vollständigkeit halber der Luftdruck nicht fehlen.

3. Innsbruck dient als Basisstation für meteorologische Höhenstationen in der Umgebung¹⁾, deren höchste, das Hafelekar (2261 m) gleichfalls mit Luftdruckapparaten ausgerüstet ist. Für spezielle Untersuchungszwecke (Berechnung der Mitteltemperatur der Luftsäule u. dgl.) ist es aber notwendig, den Luftdruck oben und unten genau zu kennen.

Eine Interpretation der Luftdruckverhältnisse erscheint nur soweit zweckmäßig, als es sich um Besonderheiten handelt, die durch die spezifische Orographie Innsbrucks bedingt sind. Im übrigen genügt die Wiedergabe der Zahlenwerte.

Die Luftdruckbestimmungen in Innsbruck erfolgten seit der Neu-aufstellung der Station (1906) mittels eines Fortin-Barometers; seit 1924 steht ein Fueß'sches Stationsbarometer mit reduzierter Skala in Verwendung. Bis zum Jahre 1925 erfolgten alljährlich Anschlußmessungen an ein Normalbarometer der Meteorologischen Zentralanstalt in Wien, die nachstehende Apparatekorrekturen (B_c in 0.01 mm) ergaben:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900							-68	-63	-58	-57
1910	-56	-55	-54	-55	-56	-57	-58	-59	-59	-60
1920	-60	-61	-61	-62	-10	-10		+40	+30	

Der letzte Vergleichswert (-0.10 mm) kann unbedenklich auch für die folgenden Jahre als gültig angenommen werden, wofür die Güte des benützten Stationsbarometers Gewähr leistet. Im Mittel der Jahre 1906—30 beträgt somit der Apparatefehler $B_c = -0.45$ mm. Diese Korrektionsgröße, sowie die durch die Verschiedenheit der Schwerebeschleunigung nach geogr. Breite und Höhe bedingte Schwerekorrektur $G_c = +0.06$ mm sind an sämtlichen Werten in allen (auch den Extensio-) Tabellen bereits angebracht.

Die in Tab. 1 enthaltenen Monats- und Jahresmittel des Luftdrucks sind wahre (24-stünd.) Mittelwerte. Da mit Abschluß der 25jährigen Periode 1906—30 auch die regelmäßigen stündlichen Auswertungen der Luftdruckregistrierungen eingestellt wurden, künftig also nur mehr die Terminmittel dieses Elementes verarbeitet werden, so interessiert es, die Unterschiede dieser gegen die 24stündigen Mittel zu kennen:-

Wahres Luftdruckmittel — Terminmittel:

J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Jahr
0.10	.09	.09	.00	-.01	.02	.01	.05	.08	.11	.10	.12	.05

Mit Ausnahme vom April und Mai sind mithin die aus den drei täglichen Terminablesungen abgeleiteten gegenüber den 24-stündigen Mittel zu niedrig (im Jahr um 0.05 mm Hg).

¹⁾ Hungerburg (867 m), Seegrube (1905 m), Hafelekar (2261 m) am Südhange der Nordkette; Igls (900 m) und Patscherkofel (1980 m) am Nordhange des gleichnamigen Berges.

Da in vielen Ländern der Luftdruck nicht mehr in der Längeneinheit (mm Hg) gemessen bzw. angegeben wird, sondern in der — physikalisch richtigeren — Druckeinheit des Millibars (mb)¹⁾, so wurden vergleichshalber auch für Innsbruck wenigstens die Monats- und Jahresmittel in mb umgerechnet (Kol. b).

Tab. 1. Luftdruckverhältnisse von Innsbruck

nach den 25-jähr. Beobachtungen 1906—30.

Schöpfstraße 41, 47° 15.7' n. Br., 11° 23.8' E v. Gr., 581.57 m.

B_c = -0.45 mm, G_c = +0.06 mm (beide angebracht).

	24-stünd. Monats- und Jahresmittel				Schwankung	Mittlere Abweichung	Wahrsch. Fehler d. 25jähr. Mittels	Mittl. Monats- u. Jahres-extreme		Mittlere Schwankung	Absolute Extreme				
	Mittel 1906-30		Höchstes u. tiefstes Mittel als Abweichung					Max. 700 mm + ...	Min. 600 mm + ...		Max. 700 mm + ...	Jahr	Min. 600 mm + ...	Jahr	
	mm Hg	mb	mm												
	700 + ...	900 + ...	a	b				c	d		e	f	g	h	i
Jan.	12.97	50.39	8.14	-9.78	15.92	2.98	0.51	24.9	96.9	28.0	29.3	1925	86.9	1910	
Febr.	11.60	48.56	6.39	-5.49	11.88	2.91	0.50	23.5	96.6	26.9	29.8	1920	83.5	1912	
März	09.65	45.96	6.67	-6.49	13.16	2.54	0.43	21.8	95.5	26.3	26.7	1913	82.3	1917	
April	08.52	44.46	6.03	-4.34	10.37	1.82	0.31	19.1	96.8	22.3	26.0	1924	90.0	1930	
Mai	10.74	47.42	3.99	-3.46	7.45	1.35	0.23	19.0	101.4	17.6	25.9	1922	94.7	1926	
Juni	11.68	48.67	2.73	-1.77	4.50	0.89	0.15	18.9	103.2	15.7	22.9	1919	97.7	1910	
Juli	12.10	49.23	3.47	-2.57	6.04	0.90	0.15	18.3	103.5	14.8	22.8	1920	96.5	1930	
Aug.	12.58	49.87	1.93	-2.20	4.13	0.91	0.16	19.1	104.9	14.2	21.2	1918	100.6	1921	
Sept.	13.19	50.68	2.12	-3.14	5.26	1.41	0.24	20.2	103.0	17.2	24.5	1929	97.0	1927	
Okt.	12.09	49.22	4.46	-2.74	7.20	1.40	0.24	21.3	99.8	21.5	26.2	1919	93.7	1926	
Nov.	11.23	48.07	3.81	-5.23	9.04	2.23	0.38	22.6	95.1	27.5	29.0	1906	83.2	1916	
Dez.	11.06	47.84	5.14	-5.93	11.07	1.92	0.33	23.1	96.0	27.1	27.8	1925	89.2	1906	
Jahr	11.45	48.36	1.48	-1.59	3.07	0.75	0.13	27.1	89.9	37.2	29.8	1920	82.3	1917	

Der jährliche Gang des Luftdruckes fällt nach Hann²⁾ auch an benachbarten Stationen je nach der Seehöhe verschieden aus; bei Vergleichen ist daher auf die Reduktion auf gleiches Niveau sowie auf Verwendung desselben Beobachtungszeitraumes Bedacht zu nehmen.

In Innsbruck (Kol. a, b) fällt das Hauptminimum der 25jährigen Periode auf den September (1.74 mm über dem Jahresmittel), ein sekundäres auf den Januar (+1.52 mm). Der tiefste Luftdruck wird normalerweise im April erreicht (Abw. v. Mittel: -2.93 mm), im November—Dezember sinkt er nochmals unter das Jahresmittel (Dez.: -0.39 mm). Im großen und ganzen zeigt sich also der aus Hanns Untersuchung³⁾ für die Alpen nachgewiesene Charakter erhalten.

Über die starken Verschiedenheiten des jährlichen Ganges des Luftdruckes in den einzelnen Jahrgängen unterrichtet die im Anhang

¹⁾ 1 mb = $\frac{3}{4}$ mm Hg.

²⁾ Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa. Geogr. Abh. herausgeg. v. A. Penck. Wien 1887. S. 51.

³⁾ l. c. vgl. insbes. S. 45—47.

mitgeteilte Tab. I. Zwar bleibt im allgemeinen der oben beschriebene Jahrgang erhalten — das Maximum des Luftdrucks fällt in 82% der Fälle (1906—33) auf den Herbst oder Winter, das Minimum auf den Frühling (65%) —, doch kommen immerhin in manchen Jahren recht beachtliche Abweichungen von dieser Regel vor; so hatte z. B. das Jahr 1914 das Maximum gerade zur Zeit, wo normalerweise der Luftdruck am tiefsten ist (April), wogegen im darauffolgenden Jahre (1925) — wiederum entgegen der normalen Regel — das Minimum auf den Januar fiel.

Die Schwankung der extremen Monatsmittel um den Normalwert (vgl. Kol. c—e) zeigt eine wohl ausgesprochene jährliche Periodizität: in der wärmeren Jahreszeit sind die Abweichungen viel geringer als in der kälteren (im Jan. z. B. mehr als viermal so groß als im Aug.), was dem Fachmann auch nichts Neues ist. Dasselbe Verhalten zeigt auch die mittlere Abweichung (Kol. f).

Die Verlässlichkeit der Mittelwerte einer Beobachtungsreihe läßt sich nach dem sog. wahrscheinlichen Fehler beurteilen, eine Zahl, von der mit gleicher Wahrscheinlichkeit behauptet werden kann, daß die Abweichungen der Einzelwerte der Reihe größer oder kleiner sind als diese. Die so definierte „Sicherheit“ eines Mittelwertes wächst mit der Quadratwurzel aus der Zahl der benützten Beobachtungen (eine viermal so lange Beobachtungsreihe liefert z. B. erst die doppelte Genauigkeit). Die Luftdruckmittel der Sommermonate lassen sich, wie Kol. g lehrt, aus der vorgegebenen 25jährigen Beobachtungsreihe schon viel genauer ableiten als die der Wintermonate.

Das liegt an der größeren Veränderlichkeit des Luftdrucks im Winter gegenüber dem Sommer. Beispiele bieten Kol. h—j: die mittlere Schwankung (mittl. monatl. Max.-Min.) erreicht in den Monaten Dez.—Febr. rund den doppelten Betrag wie im Juni—Aug. (27.3 bzw. 14.9 mm).

Den absolut höchsten Stand (Kol. k—l) erreichte das Barometer im Febr. 1920 mit 729.8 mm, der absolut tiefste Luftdruck (Kol. m—n) wurde im März 1917 mit 682.3 mm registriert; die absolute Schwankung beträgt sonach 47.5 mm (= rd. 130% der mittl. Schw.).

Mehr Bedeutung als dem jährlichen Gang kommt dem täglichen Luftdruckgang zu, namentlich hinsichtlich dynamisch-meteorologischer Fragen. Dieser ist in Tab. 2 in Form von Abweichungen der 24 Stundenmittel vom Tagesmittel dargestellt; außerdem wurde er nach der harmonischen Analyse zerlegt (Tab. 3). In den mittleren Tagesschwankungen des Luftdrucks von Innsbruck drückt sich, namentlich in der wärmeren Jahreshälfte, die für Talstationen charakteristische Störung gegenüber den durch die Breitenlage gegebenen Verhältnissen aus: Starkes Überwiegen der einfachen Welle als Folge der kräftigen

Tab. 2. Mittlerer täglicher Gang des Luftdrucks, mm Hg
Abweichungen vom Tagesmittel.
(Mittel 1906—30)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1h	0.22	0.39	0.51	0.51	0.53	0.64	0.64	0.59	0.53	0.44	0.25	0.21	0.46
2	0.24	0.39	0.49	0.45	0.51	0.62	0.61	0.57	0.50	0.39	0.25	0.22	0.44
3	0.26	0.31	0.39	0.39	0.47	0.57	0.57	0.54	0.45	0.30	0.17	0.23	0.39
4	0.18	0.24	0.36	0.33	0.46	0.57	0.58	0.53	0.40	0.27	0.11	0.11	0.35
5	0.09	0.26	0.39	0.35	0.55	0.65	0.63	0.57	0.39	0.27	0.11	0.05	0.36
6	0.09	0.28	0.46	0.48	0.66	0.72	0.71	0.66	0.48	0.31	0.13	0.06	0.42
7	0.19	0.40	0.60	0.63	0.76	0.77	0.77	0.78	0.65	0.48	0.28	0.17	0.54
8	0.26	0.56	0.71	0.61	0.70	0.69	0.72	0.75	0.68	0.62	0.44	0.26	0.59
9	0.45	0.61	0.68	0.51	0.51	0.47	0.52	0.62	0.65	0.63	0.50	0.39	0.55
10	0.47	0.51	0.50	0.33	0.26	0.19	0.24	0.39	0.47	0.47	0.44	0.44	0.40
11	0.33	0.36	0.21	0.04	-0.08	-0.11	-0.07	0.08	0.10	0.20	0.24	0.28	0.14
12	-0.03	0.01	-0.14	-0.30	-0.37	-0.41	-0.40	-0.34	-0.25	-0.21	-0.18	-0.08	-0.22
13	-0.47	-0.45	-0.55	-0.49	-0.66	-0.74	-0.74	-0.68	-0.64	-0.66	-0.53	-0.45	-0.58
14	-0.78	-0.87	-0.98	-0.88	-0.97	-1.05	-1.04	-1.03	-1.00	-1.04	-0.82	-0.72	-0.93
15	-0.80	-1.02	-1.13	-1.05	-1.12	-1.16	-1.15	-1.17	-1.15	-1.11	-0.84	-0.71	-1.03
16	-0.73	-1.05	-1.20	-1.10	-1.19	-1.20	-1.20	-1.21	-1.20	-1.13	-0.75	-0.61	-1.04
17	-0.59	-0.92	-1.11	-1.03	-1.16	-1.16	-1.15	-1.18	-1.11	-0.94	-0.55	-0.44	-0.94
18	-0.36	-0.62	-0.82	-0.84	-1.00	-0.98	-1.02	-1.05	-0.90	-0.59	-0.28	-0.27	-0.72
19	-0.14	-0.31	-0.45	-0.52	-0.67	-0.68	-0.68	-0.74	-0.51	-0.26	-0.07	-0.09	-0.42
20	0.03	-0.10	-0.12	-0.09	-0.27	-0.32	-0.29	-0.27	-0.08	-0.01	0.08	0.07	-0.11
21	0.19	0.12	0.13	0.23	0.18	0.23	0.24	0.16	0.24	0.26	0.24	0.19	0.21
22	0.25	0.24	0.31	0.34	0.30	0.41	0.41	0.32	0.37	0.37	0.27	0.24	0.32
23	0.28	0.31	0.42	0.46	0.45	0.56	0.56	0.48	0.46	0.42	0.29	0.29	0.42
24	0.27	0.38	0.45	0.53	0.52	0.64	0.65	0.57	0.51	0.43	0.30	0.26	0.46
Mittel													
700 + ...	12.97	11.60	09.65	08.52	10.74	11.68	12.10	12.58	13.19	12.09	11.23	11.06	11.45

Tagesschwankungen der Temperatur in tiefeingeschnittenen Tälern. Immerhin ist auch die halbtägige Luftdruckwelle noch ganz gut angedeutet, am stärksten in den Äquinoktien (Febr.: $a_2 = 0.51$ mm, Okt.: 0.44 mm). Am deutlichsten ist die Vorherrschaft der ganz- gegenüber der halbtägigen Druckwelle bekanntlich im Frühsommer ausgeprägt (Juni: $a_1 = 3 \times a_2$), wo auch die Temperatur den stärksten Tagesschwankungen unterliegt (s. u.). Eine weitere typische Erscheinung für Talstationen ist die starke Verfrühung des Vormittagsmaximums (um rund drei Stunden vom Winter zum Sommer) und Verspätung des Hauptminimums am Nachmittag (Wi: 14—15 Uhr, So: 16 Uhr).

Das starke Sinken des Barometers vom Vormittag zum Nachmittag, das insbesondere an schönen Sommertagen sehr rein zum Ausdruck kommt und da häufig bis zu 4 mm betragen kann (sogar im Mittel erreicht dieses regelmäßige Auf und Ab im Mai—Aug. noch 2 mm), ist nach dem Gesagten also eine durchaus normale Erscheinung und darf nicht etwa als Anzeichen für Schlechtwetter gewertet werden. Die viel größere Tagesamplitude des Druckes in Tälern gegenüber frei gelegenen

Tab. 3. Harmonische Analyse des täglichen Ganges des Luftdrucks

(Mittel 1906—30)

Einheit für p_i q_i a_i : 0.001 mm

	p_1	q_1	p_2	q_2	p_3	q_3	a_1	A_1	a_2	A_2	a_3	A_3
Jan.	217	347	119	-308	-62	128	409	32.0°	330	158.9°	142	334.2°
Febr.	251	557	172	-362	-52	145	611	24.3°	401	154.5°	154	340.3°
März	338	692	163	-390	-21	53	770	26.0°	423	157.3°	57	338.4°
April	383	635	148	-341	10	-14	742	31.1°	372	156.5°	17	144.5°
Mai	430	766	112	-319	28	-98	878	29.3°	338	160.7°	102	164.1°
Juni	515	711	114	-274	39	-55	878	35.9°	297	157.4°	67	144.7°
Juli	504	807	123	-315	37	-49	951	32.0°	338	158.7°	61	143.0°
Aug.	435	820	145	-339	27	-17	928	28.0°	369	156.9°	32	122.2°
Sept.	399	701	153	-393	-7	28	807	29.7°	422	158.7°	29	346.0°
Okt.	359	565	121	-427	-22	94	635	32.4°	444	164.2°	97	346.8°
Nov.	243	345	68	-354	-15	141	422	35.2°	361	169.1°	142	353.9°
Dez.	206	282	93	-287	-33	116	349	36.2°	302	162.1°	121	344.1°
Jahr	355	607	128	-346	-8	41	703	30.3°	369	159.7°	42	349.0°

Stationen gleicher Höhe ist unmittelbar auch die Ursache für die periodischen Tageswinde im Gebirge, auf die wir bei Besprechung der allgemeinen Windverhältnisse von Innsbruck noch zurückkommen werden.

Lufttemperatur.

Als eines der bedeutendsten, für das organische wie anorganische Leben gleich wichtigen Klimaelemente verdient die Lufttemperatur ausführlicher behandelt zu werden.

Einwandfreie und kontrollierte Temperaturmessungen werden in Innsbruck seit über 40 Jahren gemacht. 1891—1905 stand die meteorologische Station (im folgenden mit IbK I bezeichnet) im botanischen Garten der alten Universität, wo die Temperaturmeßgeräte in einer Jalousiehütte untergebracht waren. Die Neuaufstellung im Jahre 1906 verlegte die Apparate in einen Hof des physikalischen Institutes (IbK II); das an der Nordwand des Hauses angebrachte Thermometer erhielt als Strahlungsschutz eine Blechbeschirmung. (Seit 24. Juni 1931 wird das Thermometer überdies noch künstlich ventiliert.)

Da die verschiedene Aufstellung des Thermometers an den beiden Stationen ungleichartige Strahlungseinflüsse bedingte, war es von vornherein nicht möglich, die alte an die neue Reihe direkt anzuschließen. Die Reduktion mußte deshalb mittels der Lamont'schen „Methode der korrespondierenden Beobachtungen“ benachbarter Stationen¹⁾ durchgeführt werden. Als geeignete Vergleichsstationen kamen Zams (Oberinntal) und Rotholz (Unterinntal) in Betracht, die zum Vergleich mit

¹⁾ Näheres hierüber siehe Hann, Meteorologie 4. Aufl. S. 113.