Meteorologische Beobachtungen aus dem Rheingebiete von Chur bis zum Bodensee.

I. Tal-Formen.

Von den flachen Ufern des in 400 m Meereshöhe gelegenen Bodensees, zwischen der Rheinmündung und dem Pfänder, schaut man in das breite, nur unmerklich ansteigende Rheintal hinein nach Süden bis an das mächtige Massiv des Dreischwesternberges. Nur vereinzelt erheben sich aus der Talebene der Kummerberg bei Koblach und südlicher der Schellenberg bei Tosters. Vom Bodensee bis zum Kummerberg hat das Rheintal eine Länge von etwa 18 km und eine durchschnittliche Breite von 7 km. Südlich von dieser Einengung, oberhalb der Einmündung des Frutzbaches, beginnt der vordere Walgau, eine halbkreisförmige Ebene, umrahmt durch die in weitem Bogen vom Flusse zurücktretenden Westhänge der Hohen Kugel und des hohen Freschen. Der Radius, von der Illmündung bis an die rebenbepflanzten Höhen bei Röthis, mag 6 km betragen. Die Ebene des vorderen Walgaus ist ausgezeichnet durch reichen Wechsel landschaftlicher Reize; am Westufer des Rheines ragen die steilen Felsen und hohen Kämme des Furggler-First und Gatteri-First hoch empor, im Osten entzücken anmutige Mittelgebirge und im Süden schließt der Ardetzenberg, Schellenberg und als Hintergrund der imposante Dreischwesternberg das herrliche Bild würdig ab.

Südlich vom Schellenberg verliert das Tal rasch an Breite, indem der grüne Bergzug zwischen Samina und Rhein stets enger an letzteren heranrückt; bei Trübach verengt der Felsbuckel des Schollberges und das steile Ellhorn das Tal bis auf 1 km Breite. Gerade in dieser Enge macht der Rhein vorübergehend eine, bei Hochwasser für Trübach und Triesen verderbenbringende, fast rechtwinklige Biegung. Weiter nach

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Süden folgt die Ebene von Sargans; der Blick reicht schon bis Chur hinauf.

Das untere Rheintal, soweit die Vorarlberger und Liechtensteiner Alpen es begleiten, ist wirklich anmutig und der Alluvialboden, ein Streifen Torffelder [1]) abgerechnet, gestattet lohnenden Anbau. [2])

Als Seitentäler kommen durch meteorologische Beobachtungen in Betracht das Illtal, die Täler der Bregenzer und Dornbirner Ache und das Prätigau. Das Illtal, bei Feldkirch so geschlossen, daß Wasser, Bahn und Straße hart nebeneinander kaum Platz finden, erweitert sich hinter der Klamm nach Frastanz auf etwa 4 km Breite. Auf den Schuttkegeln am Ausgange des Samina- und Gampertontales liegen die stattlichen Orte Frastanz und Nenzing, durch die gut geführte Luftdrainage und das Wasser bevorzugt. Nach Osten öffnet sich das Walsertal, dessen nördlicher Bergrücken auf grünen Terrassen, unter Obstbäumen fast verborgen, mehrere Dörfer trägt. Die Vorberge des Hohen Frassen und der jenseitige Tschalengaberg engen aufwärts das Tal auf etwa 300 m ein; aus dieser Enge gelangt man in den Bludenzer Talkessel. Derselbe vereinigt das ernste Klostertal mit dem freundlicheren Illtale; 1 km östlich von Bludenz, an der felsigen «Stebösi» ist der Abschluß des Walgaues und das Tor zu dem schönen Montafon. [3])

Zur Ill ziehen eine Reihe fast paralleler Quertäler mit eigenartiger und sehr ähnlicher Bildung; die unterste Talstufe ist schluchtartig und hat ein bedeutendes Gefälle, die längere und weniger geneigte Mittelstufe ist oft muldenförmig, das steile Hintergehänge wird von kurzen Hochtälern durchquert. Zwei dieser Täler sind bewohnt, das Brandner- und Gargellental; alle werden im Sommer durch zahlreiche Viehherden belebt; im letzten Winkel des Gampertontales, dem «Nenzinger Himmel», zählt man dann an 1000 Stück Vieh. Klimatisch interessant durch seinen milden Winter und den sonnigen Himmel ist das Gargellental [4]) mit dem anmutig auf grünen Terrassen gelegenen Dörflein Gargellen, den Felsnadeln des Schmalzberges und dem blauschimmernden Gletschereis der Madritschspitze.

---

[1]) Das von Vaduz (Liechtenstein) bis an den Bodensee, mit einer Unterbrechung am Schellenberge, den Rhein begleitende Gründlandmeer (Moorflora, neben reicher Vegetation auf den Kalkrückständen der Wasserrinnen) ist 1—5 m mächtig; der Torfstich im Vorarlbergschen soll jährlich 60 000 K eintragen.

[2]) Vorarlberg hat 230 000 ha oder 88% produktiven Boden; davon sind 35% Alpenwiesen, 26% Waldland, 18% Wiesen und Streuwiesen, 6% Hutweiden, 3% Ackerland, 0·4% Gärten, 0·1% Weinland. C. Werkowitsch, Das Land Vorarlberg, Innsbruck 1887.

[3]) A. Waltenberger, Die Rhätikonkette, Lechtaler und Vorarlberger Alpen. Erg.-Heft der Peterm. Mitteilungen, Gotha 1875.

[4]) Otto Pfister, Montafon S. 159; Meteorl. Z. 1899, S. 355.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Taleinschnitt der Bregenzer Ache und ihre Sekundärtäler — die Regenkammer des Vorlandes — sind markiert durch eine kesselartige Oberstufe, eine bald enge, bald weite Mittelstufe und schluchtartige Endrinne. Einförmig ist das Laternsertal mit dem einsamen Hinterbad; die bei Dornbirn ausmündende Talrinne wird durchrauscht von der Vereinigung der tobelartigen Unteren- und Oberen Ache. Das Prätigau — ohne eigentliche Talsohle — mit der Wasserführung der Landquart, welche durch das Felsentor bei Chur in das Rheintal eintritt, ist anmutig und beidseitig, vorzüglich aber auf der sonnigen rechten Seite, mit Dörfern und Alphütten besetzt.

II. Klimatafeln.

Klima von Feldkirch.

Der Temperaturgang schließt sich im Wesentlichen dem der Nachbarorte von ungefähr gleicher Seehöhe an. Die Jahres- und Monatmittel von Bregenz, Altstätten, Feldkirch und Bludenz zeigen keine größeren Differenzen als ±0·6° C. Nur die Temperaturen der Wintermonate sind um fast 1° C tiefer in Feldkirch als in den genannten Stationen. Die absoluten Extreme waren —22·4° am 18. Januar 1891 und 34·9° am 11. Juli 1870. Der erste Frosttag ist am 25. Oktober und der letzte am 11. April durchschnittlich; man zählt 87 Frosttage und 40 Eistage im Mittel; das Jahr 1889 hatte das Maximum von 115 Frosttagen und 74 Eistagen, 1866 das Minimum von 41 Frosttagen, 1863 das Minimum von 10 Eistagen; der erste und letzte Eistag ist am 1. Dezember und 6. März. Der kälteste Monat war der Dezember 1879 mit —10·4°, der wärmste Juli 1869 mit 21·1°. Sommertage, an denen die Temperatur 25° übersteigt, hat das Jahr 23, den ersten am 22. Juni, den letzten am 7. September, im Mittel.[1])

Es traten Temperaturveränderungen ein im Mittel von einem Tage zum andern: von 0—2° an 223.8 Tagen, von 2—4° an 102·5 Tagen; von 4—6° an 27.8, von 6—8° an 1·0, von 10—12° an 1·1, von 12—14° an 0·04 Tagen.[2])

---

[1]) Jos. Kiechl, Klimatische Elemente von Feldkirch. Jahresb. d. k. k. Real- und Obergymn. in Feldkirch 1897, enthält eine sehr sorgfältige Berechnung und übersichtliche Zusammenstellung der Feldkircher Beobachtungen.

[2]) J. J. Staffler, Tirol und Vorarlberg, I., S. 79: «Ein fruchtbarer Boden, vom Klima, dem mildesten im Kreise begünstigt, schöne Ebenen, wechselnd mit sachten Hügelreihen und ihren herrlichen Obst- und Rebenpflanzungen, mit gras- und waldreichen Halb- und Hochgebirgen . . . . . sind hervorragende Eigenheiten, welche den Bezirk von Feldkirch vor den übrigen auszeichnen». Seibert, Kleine Landeskunde von Vorarlberg, I., S. 23: «Dieser Bezirk hat in der Ebene des Rhein und der Ill einen recht fruchtbaren Boden und, wie wir schon wissen (S. 14), das mildeste Klima des ganzen Landes».

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die relative und absolute Feuchtigkeit waren im 21jährigen Mittel 80% und 7·0 mm; auf den Winter kommen 89% und 3·6 mm, auf das Frühjahr 73% und 6·1 mm, auf den Sommer 75% und 11 mm, auf das Spätjahr 84% und 7·3 mm; Dezember und Januar hatten 90% relative Feuchtigkeit. (21jähr. Beob. Reihe.)

Die größte Jahresmenge des Niederschlages im 21jährigen Mittel weist 1896 auf mit 1375 mm, die kleinste fiel 1887 mit 797 mm, im Februar 1890 nur 2 mm, im April 1893 nur 4 mm; die größte Monatssumme hatte der August 1890 nämlich 409 mm, die größte Tagessumme (24 Stunden) der 24. August 1890 mit 105 mm. Auf die Jahreszeiten verteilen sich die Niederschläge wie folgt:

Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst	
155	13·4%	234	20·5%	478	41·9%	276	24·2%

Das Minimum der monatlichen Niederschläge traf 2mal auf den Dezember, 4mal in den Januar, 3mal in den Februar, je 1mal in den März, April und Mai; das Maximum fiel 1mal in den Mai, 5mal in den Juni, 4mal in den Juli und 1mal in den September; der regenreichste Monat ist Juli, der regenärmste der Januar.

Der erste Schneefall ist im Mittel am 5. November, der letzte am 19. April; das Jahr 1881 hatte nur 15 Schneetage, das Jahr 1827 das Maximum von 57 Schneetagen, das Mittel ist 31·2 Tage mit Schneefall, von diesen treffen 17·5 auf die Wintermonate, 9·5 auf das Frühjahr und 4·2 auf den Herbst. (43 j. M.)

Tage mit Nebel hat das Jahr 25·2, der Winter 15·0, der Herbst 8·4, das Frühjahr 1·4, der Sommer 0·4; die Zahl der Tage mit Nebel für alle 3 Beobachtungstermine war 9·7 im Jahre, wovon 7 auf den Winter und 2·7 auf den Herbst kommen. Der Dezember 1879 hatte das Monatmaximum von 18 Nebeltagen; der Winter 1879/80 das Wintermaximum von 43 und das Jahr 1879 das Jahresmaximum von 62 Nebeltagen; der Januar 1882 hatte an allen drei Terminen 16 ganz nebelige Tage, der Winter 1881/82 deren 22 und das Jahr 1882 deren 27. Feldkirch hat jährlich 16·34 Gewitter, 12·34 im Sommer, 2·84 im Frühjahre, 1·79 im Spätjahre und 0·6 im Winter; 0·83 Hageltage kommen auf das Jahr, davon 0·46 auf den Sommer, 0·19 auf das Frühjahr und 0·18 auf das Spätjahr.

„Feldkirch, durch die Natur zur Festung gemacht, ist ein hübsches Städtchen . . . Im Laufe der Geschichte ist dieser „Schlüssel von Tirol“ vielfach umkämpft worden, und seine Lage als Grenzstadt und am Zugang zu einer wichtigen Alpenbahn sichert ihm dauernde Bedeutung“.

Max Haushofer, Tirol und Vorarlberg 1903, Seite 121.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Feldkirch.

($\varphi = 47^0\ 14'$, $\lambda = 9^0\ 36'$ E. v. G., $H = 450$ m.)

	Temperatur						Diuturne[2]) Veränderlichkeit 12 Jahre	Luftdruck auf 1850 bis 1880 red.	Feuchtigkeit[3]) 21 Jahre	
	Mittel von 43 J.	1851 bis 1880 red.[1])	1851 bis 1900 red.[2])	Mittlere Max.	Extreme Min.	43 J. Differ.			relat.	absol.
Dez.	—1·5	—1·9	—1·6	8·4	—10·9	19·3	2·2	723·55	3·8	90
Januar	—2·5	—2·0	—2·1	7·9	—12·9	20·8	2·4	23·94	3·2	90
Febr.	0·3	—0·2	0·1	10·2	—10·3	20·5	1·8	23·21	3·8	87
März	3·9	3·3	4·0	15·5	—5·8	21·3	2·0	20·94	4·6	77
April	8.8	8·6	8·7	20·8	—0·2	21·0	1·9	20·98	5·9	72
Mai	13·2	12·4	12·4	25·0	4·5	20·5	2·1	21·70	7·8	71
Juni	16·5	15·9	15·9	27·4	9·2	18·2	1·9	23·36	10·2	74
Juli	18·1	17·6	17·7	29·0	10·3	18·7	1·8	23·80	11·6	75
August	17·4	17·1	17·7	27·6	10·4	17·2	1·6	23·65	11·4	77
Sept.	13·9	14·2	14·1	24·3	5·7	18·6	1·5	24·29	9·7	81
Okt.	8·4	9·1	8·7	19·4	0·0	19·4	1·9	22·98	6·9	84
Nov.	2·6	2·3	3·1	13·8	—5·0	18·8	1·8	22·69	5·2	86
Jahr	8·2	8·0	8·2	30·1	—14·5	44·6	1·9	22·89	7·0	80

	Niederschlag 19 J. Menge	Niederschlag 43 J. Tage	Bewölkung 43 Jahre	Tage Gewitter	Tage Schnee
Dez.	61	10·6	6·8	0·0	5·8
Januar	38	9·0	6·2	0·0	6·3
Febr.	54	8·7	6·0	0·0	5·4
März	64	12·8	5·9	0·1	6·5
April	84	13·1	5·9	0·7	2·6
Mai	86	15·0	5·9	2·0	0·3
Juni	142	16·7	6·0	4·0	—
Juli	169	17·0	5·2	4·6	—
August	167	16·3	5·4	3·8	—
Sept.	125	11·4	5·0	1·0	—
Okt.	95	12·1	5·8	0·2	1·0
Nov.	56	9·9	6·6	0·0	3·2
Jahr	1141	152·6	5·9	16·4	31·2

Windhäufigkeit[3])

	NE	SE	SW	Kalmen	Stärke 6—10 43 J.	Föhn	Föhn Stärke 6—10 43 J.
Winter	29	30	11	30	3·2	6·8	2·7
Frühjahr	42	22	10	26	4·9	7·7	3·1
Sommer	38	24	8	29	2·8	1·5	0·9
Spätjahr	34	28	10	27	3·0	5·0	2·4

Eigentliche Föhngebiete haben 30—45 Föhntage im Jahre; Feldkirch hat eine geringere Anzahl von Föhntagen und auch eine andere Verteilung derselben als Bludenz und Altstätten.

	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst	Jahr
Schweiz (7 Jahre, Wettstein)	9·1	17·3	4·9	9·6	40·9
Bludenz (10 Jahre, Hann)	10·6	8·2	3·1	10·0	31·9
Feldkirch (20 Jahre, Kiechl)	6·8	7·7	7·5	5·0	21
Innsbruck (25 Jahre, Pernter)	9·5	17·0	5·0	11·1	42·6

[1]) Hann, die Temperaturen der österreichischen Alpenländer. Wien 1880. [2]) Trabert, Isothermen von Österreich. Wien 1901. [3]) Kiechl, Progr. d. Feldk. Gymn. 1897.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Klima von Bregenz.

($\varphi = 47^0\ 30'$, $\lambda = 9^0\ 45'$, $H = 411{\cdot}65$ m [Adria]).

Die in den Tabellen vermerkten Werte verdankt man den sorgfältigen Beobachtungen des leider schon verstorbenen Freiherrn Karl von Seyffertitz; die Mittelwerte der Elemente wurden zumeist von Hann berechnet und in größeren Abhandlungen oder in der meteorologischen Zeitschrift veröffentlicht. (Met. Z. 1889. S. 359.)

Ältere Beobachtungen von 1847 bis 1867, einigermaßen ungenau durch den Wechsel der Beobachtungsstellen — erst Mehrerau, dann die obere Stadt, ferner eine enge, sonnige Straße — und den Mangel an nötiger Beschirmung der Thermometer scheinen nach Seyffertiz doch noch eine Gutwetterperiode zu markieren.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
1847—1867	—1·5	—1·7	1·4	4·9	9·3	13 0	16·1	17·8	18·1	14·8	10·3	3·6	8·6
1874—1886	0·1	—1·0	0·9	3·6	8·6	11 9	16·1	18·0	17·3	13·4	8·6	3·7	8·4

Vergleicht man diese Temperaturen mit denen von Bludenz, so erkennt man, abgesehen vom Spätjahr, den gleichen Gang.

Periode 1847 bis 1867	Winter	Frühjahr	Sommer	Spätjahr	Jahr
in Bregenz	—0·6	9·1	17·3	9·6	8·8
in Bludenz	—0·7	8·8	16·8	9·1	8·6

Jahr	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878
Niederschlag	1289	1353	1179	1565	1410	1297	1504	1678	1872	1802
Niederschlagtage	135	174	137	142	151	152	177	175	223	210
Gewittertage	18	19	20	?	25	25	20	18	31	22
Sturmtage (6 bis 10)	—	—	—	—	—	13	5	18	7	5
Schneetage	—	—	—	—	—	51	33	32	34	55
Hageltage	—	—	—	—	—	1	1	7	8	4

Jahr	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
Niederschlag	1521	1516	1426	1588	1549	1354	1468	1517	1247	1888
Niederschlagtage	198	201	188	192	199	172	172	188	165	187
Gewittertage	27	27	35	21	18	15	15	20	18	22
Sturmtage (6 bis 10)	12	3	10	3	7	4	4	1	—	—
Heitere Tage	—	103	101	102	102	86	115	109	—	—
Trübe Tage	—	97	99	106	100	105	95	99	—	—
Wolkenlose Tage	—	21	29	22	17	48	39	27	—	—
Nebeltage	—	—	36	32	43	41	32	48	—	—
Schneetage	57	18	34	32	41	37	36	51	—	—
Hageltage	6	3	6	7	3	2	1	—	—	—

In der 13jährigen Periode (1874—1886) hat man 51·5 % oder 188 Tage mit Niederschlag, von 1869—88 47·7 % oder 174 Regentage, von 1881—1886 38·7 Nebeltage. Die 10jährigen ersten Pentaden des Mai zeigen deutlich die für Bregenz und das Bodenseebecken bestehende Reifgefahr (Eisheilige).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Januar ist regenarm, Juni hat das Maximum, die Jahresmenge des Niederschlages übertrifft die des «gefürchteten» Salzburg und wetteifert mit Isny.[1])

Bregenz.

	Luftdruck				Temperatur					
	1850—1880[2])	mittlere Extreme 1874—1888[5])		im Meeresniveau[2])	Wahre Mittel 1851 bis 1880[3])	Wahre Mittel 1851 bis 1900[4])	Tägl. Ampl. 10 J.	mittlere Extreme 15 J.[5])		Interd. Veränd. 1871 bis 1880[6])
Dez.	726·98	737·3	708·5	765·3	—0·8	—0·5	4·7	10·0	—10·4	2·05
Jan.	27·25	38·9	13·2	65·8	—0·9	—1·3	5·4	8·6	—11·4	2·25
Febr.	26·38	37·1	13·5	64·7	0·2	0·2	6·6	10·8	— 9·9	1·90
März	24·23	36·4	11·0	61·8	3·2	3·6	7·9	15·8	— 6·8	2·16
April	24·02	32·3	12·1	61·2	8·3	8·3	8·9	19·8	— 0·4	1·84
Mai	24·81	33·9	15·6	61·0	12·1	12·2	10·3	23·8	3·7	1·84
Juni	26·60	32·7	17·5	62·6	15·7	15·9	9·5	27·0	8·5	1·92
Juli	27·08	33·3	19·5	62·8	17·5	17·6	9·6	28·2	11·0	1·90
Aug.	26·77	31·9	19·0	62·6	17·0	16·9	8·9	26·6	10·0	1·43
Sept.	27·60	33·9	17·1	63·8	14·2	13·6	7·9	23·9	5·0	1·48
Okt.	26·25	35·9	12·0	63·2	9·2	8·7	6·4	18·6	— 0·8	1·63
Nov.	25·36	35·9	12·7	63·2	2·9	3·6	5·3	13·6	— 4·5	1·66
Jahr	726·12	741·7	705·0	63·1	8·2	8·2	7·6	29·6	—13·7	1·84

	Temperatur									Lustrenmittel[4])				
	Interdiurne Veränderlichkeit von 1871—1880[6]) Tage mit Änderungen von					Positiv		Negativ						
	0—1·9°	2—3·9°	4—5·9°	6—7·9°	8-9·9°	4—7·9°	>8°	4—7·9°	>8°	1876 bis 1880	1881 bis 1885	1886 bis 1890	1891 bis 1895	1896 bis 1900
Dez.	17·2	9·8	2·7	1·0	0·1	2·1	0·3	1·6	0·0	—0·2	0·6	—1·5	—0·2	0·5
Jan.	17·5	8·3	3·5	1·1	0·6	2·1	0·4	2·5	0·2	—1·7	—1·2	—2·0	—3·9	0·4
Febr.	17·2	7·6	2·7	0·6	0·1	1·7	0·1	1·6	0·0	1·3	2·0	—1·8	—1·4	1·7
März	17·3	9·4	2·9	1·0	0·4	1·9	0·2	2·0	0·2	3·9	4·1	2·0	3·5	4·5
April	19·9	6·2	2·9	0·8	0·2	1·8	0·1	1·9	0·1	8·2	8·2	8·0	8·9	7·8
Mai	20·1	7·6	2·6	0·6	0·1	0·9	0·0	2·3	0·1	10·8	12·2	13·3	12·8	11·6
Juni	17·8	8·4	3·2	0·6	—	1·6	0·0	2·2	0·0	16·1	15·3	16·1	16·1	16·4
Juli	18·9	9·0	2·3	0·6	—	1·0	0·0	2·0	0·1	17·1	17·9	17·2	17·7	18·0
Aug.	23·2	6·4	1·0	0·7	0·1	0·4	0·0	0·9	0·1	17·4	16·5	16·5	16·9	17·1
Sept.	22·5	5·7	1·5	0·3	—	0·9	0·0	0.9	0·0	13·1	12·9	13·3	13·8	13·9
Okt.	21·4	7·4	1·7	0·3	0·4	0·5	0·1	1·3	0·3	8·6	7·9	7·1	9·4	8·9
Nov.	20·8	6·7	2·0	0·1	0·1	1·3	0·1	1·1	0·0	3·3	4·2	3·9	4·7	4·2
Jahr	233·8	92·5	29·0	7·5	2·1	16·2	1·3	20·3	1·1	8·2	8·4	7·7	8·2	8·8

[1]) Werkowitsch a. a. O.

[2]) Hann, Die Verteilung des Luftdruckes in Mittel- und Südeuropa. Wien 1887. P. G. Abh. B. 2.

[3]) Hann, Die Temperaturverhältnisse der österr. Alpenländer. Sitz. Ber. d. Wiener Ak. Bd. 92 Abt. 2; auch Met. Z. 1892.

[4]) Trabert, Isothermen Österreichs. Wien 1901. [5]) M. Z. 1889, S. 359.

[6]) Hann, Die Veränderlichkeiten der Temperatur in Österreich, Denksch. d. Wiener Ak. Bd. 58 naturw. Abt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Niederschlag			Tage mit						Relative Feuchtigkeit		
	Bewölkung 20 Jahre	Monatsmittel 20 Jahre	Max. pro Tag	Regen 1869 bis 1889	Schnee 1869 bis 1889	Nebel 1869 bis 1889	Gewitter 1869 bis 1889	Hagel 1869 bis 1889	Dampfdruck	7 h	2 h	9 h
Dez.	7·8	95	24·7	15·4	9·1	7·1	0·1	0·0	4·2	91	85	90
Jan.	7·3	65	22·9	10·6	6·6	7·9	0·0	0·1	3·8	93	87	91
Febr.	6·7	72	24·2	10·8	5·7	4·8	0·1	0·1	4·2	90	80	90
März	6·3	96	25·8	14·6	7·2	2·7	0·3	0·3	4·8	88	72	84
April	6·1	106	27·8	14·8	1·9	0·8	1·1	0·3	6·0	84	60	77
Mai	5·7	143	33·6	16·2	1·0	0·8	2·6	0·7	7·6	81	59	79
Juni	5·8	199	43·8	17·6	—	0·8	4·6	0·5	10·1	81	61	80
Juli	5·4	192	51·6	17·0	—	0·2	6·0	0·4	11·5	82	63	82
August	5·4	174	47·7	15·3	—	0·9	4·2	0·3	11·4	87	65	84
Sept.	5·5	149	37·7	13·9	0·1	3·4	1·9	0·4	9·8	92	71	89
Okt.	6·8	117	31·3	14·4	1·4	4·8	0·3	0·4	6·9	89	75	89
Nov.	7·6	94	25·6	13·5	4·9	4·5	0·2	0·1	4·6	88	80	87
Jahr	6·4	1501	73·3	174·1	37·9	38·7	21·4	3·6	7·1	87	71	85

Häufigkeit der Winde aus 3 täglichen Beobachtungen

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Dez.	3·7	4·0	2·2	4·9	15·4	9·3	4·1	4·5	44·8
Jan.	6·6	3·7	2·3	4·5	12·3	5·7	2·8	4·7	50·0
Febr.	4·3	1·9	1·9	5·5	11·0	7·4	4·3	5·6	42·7
März	6·1	4·5	4·4	5·6	9·2	7·2	5·5	10·3	40·3
April	8·6	5·6	4·8	5·1	9·0	4·9	3·0	7·9	41·0
Mai	10·3	4·4	7·3	3·6	7·0	4·5	3·8	9·9	42·2
Juni	10·7	4·2	4·0	5·3	8·4	5·7	4·7	8·2	38·8
Juli	6·3	3·4	3·6	6·1	9·5	6·0	5·3	10·5	42·2
August	6·8	2·4	2·8	5·3	10·3	5·8	3·9	10·6	45·0
Sept.	5·7	2·0	2·4	3·6	9·4	3·7	4·9	9·2	49·0
Okt.	6·0	3·0	3·8	5·5	10·4	5·1	4·5	7·2	47·3
Nov.	4·8	3·1	3·7	6·5	11·6	9·3	4·8	5·5	40·6
Jahr	79·9	42·2	42·2	61·5	123·5	74·6	51·6	94·1	523·9

Extreme: Luftdruck (1874—1888) 748·1 im Januar 1882 und 699·9 im Oktober 1875, absolute Schwankung 48·2 mm.

Temperatur (1869—1889) 33·5° im Juli 1870 und —17·8° im Januar 1880, absolute Schwankung von 15 Jahren 51·3° C.

Regen 118 mm am 1. Juli 1885; Jahres-Maximum 1888, -Minimum 1871; also Anfang und Ende der Periode.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Klima von Bludenz.

Herr Baron Otto von Sternbach hatte auf seinem Schlosse Gayenhofen bei Bludenz eine Beobachtungsstation eingerichtet; das von 1856 bis 1876 mit großer Sorgfalt und persönlichem Interesse geführte «meteorologische Beobachtungsjournal» benutzte Hann zu einem Aufsatze «Über den Föhn in Bludenz».[1]) Durch Verlegung des Bataillonskommando von Bludenz nach Bregenz fand die wertvolle Beobachtungsreihe von Bludenz ein vorläufiges Ende. Bis zum Jahre 1853 machte Herr k. k. Forstmeister Neeb die Beobachtungen — wie mir Herr Baron von Sternbach brieflich aus Arco mitteilte — im Niveau der Stadt Bludenz, etwa in 562 m Meereshöhe; die Instrumente seien «im Schlosse in den ersten Jahren ebenerdig und dann im zweiten Stock untergebracht worden; im Jahre 1868 bestimmte der Vermessungsingenieur der Eisenbahn Bludenz-Bregenz die Seehöhe der Position der Instrumente auf 590 m». Diese Angaben sind einigermaßen notwendig, weil wir in den größeren Abhandlungen über Temperaturen: Hann, Die Temperatur-Verhältnisse der österr. Alpenländer. Sitzungsber. d. Wiener Akt. Bd. 92 Abt. 2 und Trabert, Isothermen von Österreich, Wien 1901, für Bludenz stets zwei Temperaturreihen nebeneinander aufgeführt finden, welche ganz charakteristische Unterschiede aufweisen. Bludenz liegt in einem ganz abgeschlossenen Talkessel und die von den Höhen niederziehende Luft schafft im Winter auf sonst unbedeutende Höhendifferenzen ganz unerwartete Unterschiede der Temperatur. In der Klimatafel sind beide Reihen vermerkt und kenntlich durch die vorgenannten Seehöhen von 562 und 590 m. Der Herr Baron hat, nachdem eine Zeit lang die Bahnverwaltung die Lücke ausfüllte, von 1887 bis 1897 — wie ich den Jahrbüchern entnehme — die Beobachtungen weitergeführt. Zur Klimatafel sind außer den genannten Abhandlungen die von Hann berechnete Zusammenstellung in der «Meteorol. Zeitschrift», Jahrgang 1882, benützt worden; eine eingehende Besprechung der Hann'schen Arbeit «Über den Föhn in Bludenz» bringt die Met. Z., Seite 461, einen kleinen Auszug «Das Land Vorarlberg» von Werkowitsch, Seite 23.

Föhn. Die genauen Beobachtungen von Bludenz dienten auch zur festeren Begründung und selbst zu wesentlichen Modifikationen der von Hann vertretenen, jetzt allgemein giltigen Auffassung des Föhns. Energischer als sonst wohl an irgend einer Stelle der Erdoberfläche erscheint in Bludenz, von SE aus dem Montavon herabkommend, der Föhn, nachdem seine Vorboten, Unruhe der Tiere, Abspannung und Erschlaffung des mensch-

[1]) Sitz.-Berichte d. Wiener Ak. Bd. 55. 2 Abt. S. 416.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lichen Organismus unter Schweißneigung bei geringer Bewegung, ihn angekündigt. Die markanten Eigenschaften dieses Fallwindes sind eine relativ hohe Wärme und geringe relative Feuchtigkeit; ihm folgen im Sommer ziemlich regelmäßig Regen zur Auffrischung der ausgetrockneten Fluren, im Frühjahre bei längerer Andauer der Erscheinung eine rasche Schneeschmelze im Hochgebirge und damit hohe Wasserstände für die Täler. Die auf dem Schlosse Gayenhofen gemachten Beobachtungen ergaben in 10 Jahren für alle Feuchtigkeitsminima unter 35 Prozent folgende Zahlen für Temperatur und Windverteilung:

	Zahl der Fälle in 10 Jahren			mittlere relative Feuchtigkeit			mittlere Temperatur			Häufigkeit der Winde SO.			N. NO. O. S. SW. W. NW.		
	6 h	2 h	10 h	6 h	2 h	10 h	6 h	2 h	10 h	6 h	2 h	10 h	6 h	2 h	10 h
Winter	20	53	24	25	26	26	11·2	12·1	10·3	18	36	19	2	17	5
Frühj.	14	132	20	29	27	26	11·1	19·1	15·0	14	47	18	—	85	2
Sommer	3	41	3	30	32	34	23·2	27·9	25·3	3	5	3	—	36	—
Spätj.	24	48	22	29	27	28	15·8	18·6	16·0	23	38	20	1	10	2
Jahr	61	274	69	28	28	28	15·3	19·4	16·7	58	126	244	3	148	9
								Summe		428			160		

Alle Winde zwischen E und S, die in Bludenz über den Hochgebirgszug — im SE schließt die mächtige, vergletscherte Silvrettagruppe mit einer Kammhöhe von etwa 2900 m und Paßhöhen nicht unter 2500 m, nach S und SW die nur wenig niedrigere Rhätikonkette das obere Illtal — aus mindestens 2000 m Höhe herabkommen, sind warme Winde (mittlere Temperaturabweichung 8·2°) und trockene Winde (mittlere Abweichung — 31%). Die Bewölkung steht über dem Mittel (+ 0·9), der Luftdruck befindet sich unter dem Mittel (— 3·4 mm). Herr Baron von Sternbach bezeichnet jeden stürmischen SE als Föhn, Herr Dr. J. Daimer, ein vorzüglicher Alpenkenner in Bludenz, schrieb Herrn Hofrat Hann: «Der Föhn ist hier höchst interessant. Er kommt aus Montafon, das ist aus SE und bringt dem Gefühle nach sehr trockene Luft, welcher, soweit meine Erfahrungen reichen, alsbald feuchte Luft und Niederschläge folgen. Der Wolkenzug ist dabei SW. Im Montafon, und zwar im Gargellentale, findet sich ein von SE her einmündendes Seitental, das den Namen Val calda (Vergalda) führt, offenbar vom Föhn».

«Hauptort des Illtales ist Bludenz, schön gelegen . . . Durch das benachbarte Brandnertal führt ein Steig in die Wildnisse des Rhätikongebirges empor, das, aus Kalk und Schiefern aufgebaut, kühne und eigenartige Berggestalten aufweist, deren stolzeste, die Scesaplana, ihr 2969 m hohes Felsenhaupt aus einem Gletscher erhebt und hinunterschaut auf den romantischen Spiegel des Lünersees». M. Haushofer a. a. O. S. 123.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bludenz.

($\varphi = 47^0\ 10'$, $\lambda = 9^0\ 49'$, $H = 590$ m).

	Temperatur 1856—1873[1]) 6 h	2 h	10 h	Mittel	mittl. Extrem.		1851—1880 red.[2]) 592 m Schloss	560 m Stadt	1851—1900 red.[3]) Schloss	Stadt	Feuchtigkeit 1856—1873[1]) Mittel absol.	6 h	2 h	10 h	mittl. Prozente	Min.
Dez.	—2·9	0·6	—1·9	—1·4	—11·8	11·7	—1·2	—2·7	—1·2	—1·7	3·4	82	72	80	30	
Jan.	—4·2	1·0	—3·2	—2·1	—13·5	11·5	—1·2	—2·7	—1·4	—2·2	2·9	80	66	79	26	
Febr.	—1·6	5·2	0·0	1·2	—10·5	14·1	0·7	—0·9	0·6	—0·1	3·6	77	56	75	22	
März	1·2	8·3	2·7	4·1	—6·5	17·1	3·8	2·4	4·0	3·4	4·1	78	55	76	18	
April	5·2	14·0	7·3	8·8	—1·8	22·9	8·7	7·7	8·5	7·8	5·4	77	51	73	19	
Mai	9·1	18·5	11·4	13·0	3·1	26·4	12·4	11·3	12·4	11·4	7·4	79	53	74	25	
Juni	11·8	20·4	13·6	15·3	5·9	28·7	15·7	14·7	15·5	14·8	9·0	82	55	78	31	
Juli	13·9	22·6	15·8	17·4	8·2	29·8	17·3	16·4	17·3	16·5	10·6	83	58	80	36	
Aug.	12·9	21·0	14·5	16·1	7·1	29·7	16·9	16·0	16·7	16·0	10·2	85	61	83	37	
Sept.	10·8	19·9	13·0	14·2	4·4	27·8	14·0	13·3	13·8	12·9	8·8	82	57	79	28	
Okt.	5·9	12·8	7·6	8·8	—0·9	22·4	9·3	8·3	9·0	8·2	6·3	84	65	82	30	
Nov.	2·0	5·7	2·1	3·3	—7·0	17·5	2·8	1·5	3·1	2·8	4·3	81	67	79	25	
Jahr	5·3	12·5	6·9	8·2	—16·5	31·3	8·3	7·1	8·2	7·5	6·3	81	60	78	12	

	Bewölkung 6 h	2 h	10 h 1856—1873[1])	Regen Menge	Tage 1856—1873[1])	Red. Reihe. Reg. Meng 1856-1873[4]) 1881-1884	Gewitter	Föhn 1856—1873[1])	Schnee	Häufigkeit der Winde[1]) 1856—1873 N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Dez.	6·0	6·3	5·7	67	11·4	71	0·0	3·6	6·3	20	14	10	23	10	4	6	13
Jan.	5·9	6·0	5·4	51	10·5	55	0·0	4·4	8·1	17	16	15	23	7	2	6	9
Febr.	6·4	5·9	5·1	44	9·2	40	0·0	3·6	5·2	15	14	10	17	9	5	10	13
März	7·0	7·0	6·5	87	15·8	81	0·0	2·6	7·1	15	9	7	20	6	3	7	21
April	6·8	7·2	6·4	117	14·5	97	0·6	3·3	4·3	17	14	9	17	10	4	7	17
Mai	6·0	6·6	5·8	103	6·1	102	1·5	2·6	0·3	16	15	15	11	5	3	9	20
Juni	6·0	6·6	6·3	126	16·2	146	2·3	2·3	0·1	15	15	11	13	6	4	9	22
Juli	5·5	5·9	5·6	165	16·2	149	4·2	0·6	0·0	12	18	13	12	8	3	7	21
Aug.	6·1	6·3	5·9	164	16·3	151	2·7	1·3	0·0	14	17	8	15	5	4	8	23
Sept.	4·5	4·9	4·3	98	11·1	119	0·9	1·2	0·0	9	17	12	22	5	3	8	21
Okt.	6·0	6·2	5·7	109	13·6	103	0·4	3.5	2·1	12	17	7	18	6	5	8	21
Nov.	7·2	6·9	6·9	72	10·9	67	0·1	2·9	5·1	21	10	11	19	11	4	9	13
Jahr	6·1	6·3	5·8	1203	161·8	1191	12·7	31·9	38·6	183	176	128	210	88	44	94	214

Herbst und Winter haben die meisten Föhntage 10·0 und 10·6, im Jahresmittel hat Bludenz 31·9 Tage Föhn. Die Erhöhung der Temperatur ist daher beträglich: 11·6° mittlere Temperatur im Meeresniveau, 1·9° Winter- und 12·2° Herbsttemperatur; für die Maiskultur und den Wein ist der Föhneinfluß sehr wohltätig; Temperaturextreme —20·6 im Dezember 1871 und 33·3° im August 1868.

---

[1]) Met. Z. 1882 S. 480. Aus den überaus sorgfältig geführten meteorologischen Aufzeichnungen des Herrn Baron Otto von Sternbach zusammengestellt von J. Hann.

[2]) Hann, Temp. V. d. österr. Alp. [3]) Trabert, Isothermen von Österreich.

[4]) Met. Z. 1885 S. 144.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Klima von Gargellen.

($\varphi = 46^0\ 58'$, $\lambda = 27^0\ 35'$ E. G., 1440 m Seehöhe.)

	Temperatur							Relative Feuchtgk.				Bewölkung		
	10jähr. Mittel	7a	2p	9p	Mittel Max.	Mittel Min.	Red. Reihe 1851—1900 Trabert	Dampfdruck	7a	2p	9p	Mitt.	7 a	2 p	9 p
Dez.	—2·4	—4·0	—0·7	—3·7	7·2	—15·9	—2·4	2·8	78	70	78	3·6	4·3	3·7	3·6
Jan.	—4·7	—5·7	—1·7	—5·3	5·5	—18·7	—3·3	2·6	81	73	80	3·7	3·6	3·8	3·5
Febr.	—3·4	—5.3	—0·4	—4·5	6·7	—15·8	—2·8	2·8	82	74	82	4·7	4·6	4·5	5·0
März	—1·3	—3·3	2·3	—2·4	9·5	—15·2	—0·9	3.1	79	68	78	4·6	4·6	4·5	4·9
April	3·4	1·0	7·0	1·5	12·2	—10·6	3·2	4·6	80	72	86	6·1	6·0	6·0	6·4
Mai	7·1	6·0	12·0	6·5	19·5	— 1·6	7·1	5·7	76	58	78	5·4	5·1	5·1	6·0
Juni	9·5	9·1	14·3	9·3	23·4	2·9	10·4	7·2	79	62	82	5·9	5·6	5·9	6·2
Juli	11·8	10·0	15·2	10·0	24·1	2·8	12·5	8·0	82	67	87	5·8	5·6	5·4	6·2
Aug.	11·4	10·1	15·7	10·7	25·3	1·4	12·1	7·6	77	62	79	4·9	4·7	4·8	5·2
Sept.	9·0	7·4	12·5	8·2	20·5	— 0·4	9·8	6·4	78	64	78	5·1	4·9	4·9	5·5
Okt.	4·7	3·5	8·2	4·1	16·8	— 6·2	5·6	4·6	73	61	73	4·8	4·8	4·6	5·0
Nov.	1·5	0·0	4·1	0·6	11·7	— 9·9	1·3	3·6	74	63	73	4·2	4·2	4·2	4·3
Jahr	3·9	2·4	7·4	2·9	26·2	—20·8	4·4	4·9	78	66	79	4·9	4·8	4·8	5·1

	Regen			Tage mit				Wind-Häufigkeit								
	Menge	Max.	Niederschlag	Schnee	Gewitter	Nebel	Sturm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalm.
Dez.	71	22	8·3	8·1	0·0	0·8	0·5	2	1	0	0	50	19	8	5	7
Jan.	67	16	8·6	8·4	0·0	0·9	0·6	4	1	0	2	34	29	5	9	6
Febr.	112	28	10·6	10·0	0·0	0·9	0·6	7	3	1	2	33	19	7	8	4
März	79	22	9·6	9·3	0·0	0·7	0·7	11	3	2	3	39	16	10	6	4
April	75	25	13·5	12·0	0·0	0·9	0·5	0	0	0	0	21	9	3	11	0
Mai	90	18	14·9	2·6	0·3	1·9	0·6	18	4	1	6	40	15	3	4	2
Juni	185	33	17·6	0·6	2·4	0·9	0·4	25	8	0	4	25	14	5	8	3
Juli	227	40	20·3	0·7	3·7	1·0	0·4	24	10	1	4	22	12	4	12	5
Aug.	197	34	17·0	1·0	3·6	1·0	0·4	21	9	1	5	24	12	3	14	5
Sept.	156	40	14·4	3·1	0·6	3·0	0·4	14	6	1	3	27	13	6	16	6
Okt.	109	24	12·9	5·6	0·1	2·9	0·6	13	4	0	3	31	20	2	13	6
Nov.	75	24	10·0	8·0	0·0	1·4	0·9	5	2	0	0	36	21	7	11	7
Jahr	1443	53	157·7	69·4	10·7	16·3	6·6	144	51	7	32	382	199	63	117	55

Zehnjährige korrespondierende Temperatur.

Mittel (7, 2, 9, 9) : 4, reduziert durch Differenzen gegen Gaschurn.

1885—1894	Höhe	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai
Bregenz	412	—1·1	—3·0	—0·5	2·9	8·5	12·8
Gaschurn	950	—4·7	—6·1	—3·6	—0·5	5·0	9·3
Gargellen	1440	—2·4	—4·7	—3·4	—1·3	3·4	7·1

1885—1894	Höhe	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Bregenz	412	16·2	17·5	16·7	13·3	8·1	4·1	8·0
Gaschurn	950	12·0	13·6	12·8	10·3	5·5	0·8	4·5
Gargellen	1440	9·5	11·8	11·4	9·0	4·7	1·5	4·0

Beobachtet von P. Beda Weber von 1888—1894, berichtet hat J. Hann in der Meteorl. Zeitsch. 1889 S. 355 und 1896 S. 75; der Winter im Hochtale von Gargellen ist relativ milde und sehr heiter. Der Dezember ist

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2·3°, der Januar 1·4° wärmer als in Gaschurn. Der kalte Januar 1891 hatte in Gargellen —23·8°, in Gaschurn (950 m) unten —29·5°. Absolutes Maximum aus 7 Jahren 27·4° im August 1892 und Juli 1894, größte Regenmenge 73 mm im September 1892; der Sommer hat noch 2 Schneetage, kein Monat ist ganz schneefrei; der Luftdruck ist leider nicht beobachtet, auch nicht die Schneehöhe.

„Den Föhn, der in Bludenz so intensiv auftritt, wie in keinem andern Orte der Ostalpen, verspürt auch Gargellen, aber die Trockenheit ist hier noch nicht so groß. Der Föhn kommt in Bludenz von SE, in Gargellen von S, in Gaschurn von E, er folgt überall der Richtung des Tales, von dessen Hintergrund er herabweht. Ich habe die heftigsten Föhnwinde des Jahres 1888 zu Bludenz und Gargellen vergleichend zusammengestellt. Die Temperatur ist bei starkem Föhn, wenn er an beiden Orten gleichzeitig auftritt, in Gargellen durchschnittlich um 7 bis 8 Grad niedriger als in Bludenz, und die relative Feuchtigkeit, die in Bludenz auf 20 % bis 15 % sinkt, beträgt in Gargellen dann noch immer 40 % bis 60 %.

Gargellen hat aber oft warme Südwinde mit Föhncharakter, wenn Bludenz keinen Föhn hat; überhaupt ist ersterer Ort den warmen Südwinden sehr ausgesetzt und verdankt denselben seinen ralativ so milden Winter.“[1])

Klima von Altstätten.

($\varphi = 47^0\ 23'$, $\lambda = 9^0\ 33'$, $H = 470$ m, g = 0·08, h = 1·5.)

	Luftdruck[2]) 1864 bis 1903	Temperatur[2]) 1864 bis 1900	Interdiurne[3]) Veränderlichkeit 1876 bis 1880	Niederschlag[2]) 1864 bis 1900	Bewölkung 1895 bis 1901 7 h	1 h	9 h	Mittel	1895 bis 1901 Relative Feuchtigkeit 7 h	1 h	9 h	Mittel
Dez.	721·2	—0·9	2·09	78	8·0	7·3	6·5	7·3	87	79	87	85
Jan.	21·8	—1·7	2·25	57	7·9	7·6	6·5	7·2	90	79	87	85
Febr.	21·2	0·8	1·92	65	7·3	6·4	5·7	6·7	88	69	84	80
März	18·3	4·0	2·24	78	7·5	7·0	5·7	6·7	81	63	75	73
April	18·2	9·0	2·03	101	7·0	6·9	6·0	6·6	84	56	69	70
Mai	19·5	12·9	2·09	118	6·2	6·6	5·7	6·2	84	54	73	70
Juni	21·0	16·3	2·12	164	5·8	5·2	5·5	5·8	83	54	72	70
Juli	21·5	18·2	2·00	168	4·9	5·6	5·6	5·4	83	56	74	71
Aug.	21·5	17·3	1·49	159	5·1	5·4	4·8	5·3	86	58	76	73
Sept.	22·0	14·5	1·55	124	7·0	6·4	5·5	6·3	89	63	80	77
Okt.	20·1	8·9	1·71	108	7·8	7·2	6·8	7·3	87	68	84	80
Nov.	20·5	3·8	1·77	79	8·0	7·3	6·5	7·3	91	76	87	85
Jahr	720·5	8·6	1·94	1292	6·9	6·6	5·9	6·5	86	64	79	76

Häufigkeit der Temperaturänderungen.

	$\geqq +4^0$	$\geqq -4$	$\geqq +8$	$\geqq -8$	(Hann, Veränd. der Temp. in Öst. S. 133.)
Altstätten	19·6	22·2	4·2	2·4	(1871 bis 1880)
Bregenz	17·5	21·4	2·4	1·1	
(Ver. Diff.: Altstätten–Bregenz	·04	·00	·02	·08	·19 ·25 ·20 ·10 ·06 ·06 ·08 ·11.)

[1]) Hann, Met. Z. 1889 S. 356. Mitteil. d. D. u. österr. Alpenvereins Nr. 10. 1889.
[2]) Nach briefl. Mitt. d. Hrn. Dir. Dr. Rob. Billwiller. [3]) Hann, Veränd. d. Temp. in Öst.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Tage 1895 bis 1901								Wind-Häufigkeit 1895 bis 1901								
	Regen Schnee	≥ 1·0	Schnee	Hagel	Gewitter	Nebel	heiter	trübe	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Dez.	4	10	6	—	—	7	3	16	1	4	3	0	1	4	3	0	79
Jan.	15	11	7	—	—	8	3	17	1	1	2	1	2	3	4	0	79
Febr.	12	9	7	—	—	4	5	13	0	2	2	0	0	3	2	0	71
März	16	13	7	—	—	1	4	14	1	4	6	0	2	5	7	0	66
April	16	14	3	—	1	2	3	13	1	3	7	1	1	3	7	0	62
Mai	17	15	1	1	2	2	5	12	6	9	9	0	1	2	7	0	60
Juni	16	14	—	1	4	0	6	10	3	7	12	1	1	1	6	1	58
Juli	16	14	—	—	4	0	6	9	4	8	9	0	1	1	6	0	63
Aug.	16	14	—	—	4	1	9	9	4	6	9	0	0	1	6	1	65
Sept.	14	12	—	—	1	3	8	10	2	4	9	0	0	2	4	0	64
Okt.	12	9	1	—	—	5	4	12	2	3	5	1	2	2	4	1	72
Nov.	9	7	2	—	—	7	3	16	1	3	1	0	1	1	3	0	79
Jahr	163	138	34	2	16	40	59	151	26	54	74	3	13	28	59	4	818

Häufigkeit der Temperaturänderungen.

(Hann, Veränderl. d. Temp. in Österr. S. 170).

	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
0—2°	16·2	18·0	19·1	17·8	18·4	17·8	15·0	16·2	21·8	21·6	21·8	18·0	221·7
2—4°	10·4	7·6	6·0	9·0	8·4	8·8	11·2	11·0	7·4	6·8	5·8	9·4	101·8
4—6°	2·8	3·4	2·0	3·2	1·8	3·4	3·0	2·8	1·6	1·0	2·2	1·4	28·6
6—8°	1·4	0·8	0·8	0·8	1·0	1·0	0·4	0·8	0·2	0·4	0·8	0·6	9·0
8—10°	0·2	0·8	0·4	0·2	0·4	—	0·4	0·2	—	0·2	0·0	0·0	3·4
10—12°	—	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	0·2	0·2	0.8
												(13·6)	

Schwarzenberg.

($\varphi = 47^0\ 25'$, $\lambda = 9^0\ 51'$ E. v. G., $H = 700$ m).

	Temperatur									Häufigkeit der Niederschläge		
		1851 bis 1900[1])	Veränderlichkeit	Häufigkeit von Temp.-Änderungen > 2	> 4	> 6	> 8	Normal-Niederschlag Menge	%	mm	Schnee Tage	Regen Tage
Dez.	—1·3	— 2·5	2·08	13	3	2	1	145	6·6	1— 9·9	25	54
Jan.	—1·3	—3·2	1·52	10	2	0	0	103	4·7	10—19·9	13	23
Febr.	—0·6	—1·5	1·75	11	2	1	0	144	6·5	mehr als 20	8	28
März	1·6	1·8	1·96	12	4	2	1	164	7·5	zusammen	46	105
April	4·9	6·4	2·08	15	5	0	0	152	7·4			
Mai	10·0	10·3	2·06	11	6	2	0	229	10·4			
Juni	14·8	14·0	2·19	15	4	2	1	277	12·6			
Juli	16·4	15·9	1·79	13	1	0	0	286	13·0			
Aug.	16·1	15·6	1·79	12	2	1	1	219	10·0			
Sept.	13·0	12·3	1·69	11	3	0	0	222	10·0			
Okt.	7·6	7·1	1·88	10	3	2	0	155	7·0			
Nov.	2·5	1·8	1·64	9	2	0	1	103	4·7			
Jahr	7·0	6·5	1·88	142	37	12	5	2199	—			

[1]) Trabert, Isoth. v. Österr.; sonst 1897—1901.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Meersburg.

($\varphi = 47^0\ 42'$, $\lambda = 9^0\ 16'$, $H = 435$ m).

„Ein klimatisches Element, welches örtlich einen nicht unbedeutenden Einfluß erlangen kann, sowohl auf die Vegetation, das Reifen der Früchte etc., als auch auf den günstigen Einfluß, welchen der Aufenthalt im Freien für schwache und kränkliche Personen gewährt (Davos), besteht in der bloßen Wärmereflexion oder der Wärmestrahlung terrestrischer Gegenstände".[1]) Für die Traubenreife zeigt solchen Einfluß der Genfer See und die Rheingegend, ebenso der Wärmereflex am Bodensee bei Meersburg[2]); für den Zürichsee hat man 34·0° der reflektierten Strahlung und 31·5° der direkten Strahlung gleichzeitig beobachtet.

Die Daten sind dem Deutschen Meteorologischen Jahrbuch (Großherzogtum Baden) entnommen und beziehen sich auf die Periode 1896—1900.

	Temperatur 7 h	2 h	9 h	Mittel	mittl. Max.	mittl. Min.	mittl. Schw.	Luftdruck in mm	Feuchtigk. absol.	rel.	Bewölk.	Niederschl. Menge	Tage über 1 mm
Dez.	—0·3	1·7	0·4	0·6	2·6	—1·6	4·2	725·1	4·4	89	8·2	**34**	8·4
Jan.	—0·4	1·6	0·3	0·5	2·4	—1·6	4·0	25 5	4 3	89	8·5	50	8·6
Febr.	0·4	3·9	1·8	2·0	4·8	—1·0	5·8	24·3	4 5	84	7·1	48	9·0
März	2·4	7·0	4·4	4·6	8·1	1·0	7·1	21·0	5 0	77	6 6	45	10·6
April	5·7	10·3	7·6	7·8	11·6	3·9	7·7	22·4	6·1	77	7·0	90	13·4
Mai	9·7	14·7	11·1	11·7	16 0	7·3	8·7	22·1	7·7	75	6·6	86	12·8
Juni	14·7	19·9	16·1	16·7	21·5	11·9	9·6	23·8	10·6	74	5·4	76	12·0
Juli	16·3	21·5	17·5	18·2	22 8	13·6	9 2	25·1	11·6	74	5·6	81	11·2
Aug.	15·4	20·3	17·0	17·4	22·0	13·1	8·9	24·8	11·3	75	5·2	**114**	11·0
Sept.	12·6	17·2	13·9	14·4	18·3	10·8	7·5	25·0	10·6	81	5·9	85	11·8
Okt.	7·7	11·4	8·7	9·1	12·4	6·2	6·1	24·5	7·5	85	6·8	55	8·6
Nov.	3·2	5·7	4·0	4·2	6·5	2·1	4·4	25 1	5·5	87	7·7	37	5·8
Jahr	7·3	11·3	8·6	8·9	12·4	5·5	6·9	24·1	7·4	81	6·7	801	123·2

Extreme:

Luftdruck: 743·0 am 30. Januar 1896; 698·0 am 6. Dezember 1896;
Lufttemperatur: 31·0° am 27. Juli 1900; —13·6° am 2. Februar 1896; größte tägliche Schwankung 15·8° am 26. Februar 1900;
Niederschlag: 51·4 mm am 19. August 1897; am gleichen Tage in Mainau 74·9 mm.

Fünftägige Temperaturmittel:

	1	2	3	4	5	6	Pent.		1	2	3	4	5	6	Pent.
Jan.	1·5	0·1	—0·6	1·5	0·8	—0·3		Mai	10·1	10·2	10·5	12·4	12·8	13·4	
Febr.	0·4	1·0	3·0	2·6	1·7	3·1		Juni	16·5	17 5	16·8	15·7	16·6	16·6	
März	1·5	3·6	5·2	6·2	5 6	5·4		Juli	17·3	16·1	18 4	**19·7**	19·5	19·0	
April	4·5	6·8	7·3	7·7	9·1	11·4		Aug.	17·6	**18·5**	16·3	**18·7**	17·5	16·8	

[1]) Hann, Klimatologie 1883 S. 30.
[2]) Bodenseeschriften 1893.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	1	2	3	4	5	6	7	Pentade
Sept.	16·2	16·0	15·2	14·7	13·6	13·1	13·3	
Okt.	11·4	9·5	8·6	8 0	6·9	7·6		
Nov.	6·3	5·7	4·8	3·8	2·2	1·3		
Dez.	2·6	0·8	0·5	—0·5	—1·0	1·1		

Schnee (1888--1897).

Schneetage (≧ 0·1 mm Schnee).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Meersburg	7·2	6·6	5·8	2·4	0·2		schneefrei			0·9	2·1	4·6	29·8
Mainau	6·4	5·8	5·0	1·8	0·1		»			0·7	1·4	3·9	25·1

Schmelzwasser - (Schnee) Mengen.

Meersburg	13·2	9·0	4·5	0·3	—	—	—	—	—	—	4·0	3·0	3·9	37·9
Mainau	13·4	9·0	7·6	3·2	—	—	—	—	—	—	1·7	3·9	5·5	44·3

	Letzter Schnee	Erster Schnee
Meersburg	15. April	14. November
Mainau	5. April	6. November

Davos-Platz.

($\varphi = 46^0\ 48'$, $\lambda = 9^0\ 49'$, H = 1557 m).

„W. Steffen, der sehr verdiente Beobachter zu Davos-Platz, hat der relativen Feuchtigkeit allen Wert als klimatisches Element abgesprochen", weil die Luft in den Lungen und an der Haut auf die Eigenwärme des Körpers erwärmt wird.[1]) Ursache zu dieser Anschauung waren die klimatischen Verhältnisse von Davos, die bei tiefer Wintertemperatur trotz beträchtlicher relativer Feuchtigkeit wie ein trockenes Klima einwirken. Hann macht auf den niedrigen Luftdruck von 634·1 mm aufmerksam bei 78 % Feuchtigkeit; Wien hat bei 745 mm Luftdruck 82 % Feuchtigkeit.

	Luft-[2]) druck 1896—1900	Temperatur[3]) 1884—1888 7 h	1 h	9 h	Mittel	mittl. Min.	Monat[3]) Max.	Mittel[4]) 1851—1880	Relative Feuchtigkeit[3]) 7 h	1 h	9 h	Mittel	mittl. Min.
Dez.	632·5	—7·6	—2·2	—7·0	—5·5	—19·8	5·3	—6·1	84	72	83	80	45
Jan.	32·5	—9·5	—2·5	—8·2	—7·4	—21 5	5·2	—7·0	87	73	87	82	44
Febr.	31·8	—7·1	1·3	—5·6	—4·2	—17·3	7·2	—5·2	87	66	87	80	37
März	29·7	—5·5	2·6	—4·1	—2·8	—16·7	9·3	—2·8	87	65	86	79	34
April	32·4	0·8	6·9	0·7	2·0	— 7·5	13·7	2·6	81	60	85	75	33
Mai	33·4	5·9	11·4	4·5	6·6	— 2·5	20·4	6·8	75	53	82	70	27
Juni	36·2	9·1	14·4	7·9	9·8	1·3	22·1	10·9	79	57	85	74	32
Juli	37·3	11·4	17·3	10·3	12·4	3·8	25·3	12·7	80	55	88	74	29
Aug.	37·1	9·9	16·5	9·7	11·5	3·6	23·5	11·9	86	59	89	78	32
Sept.	36·9	6·2	13·7	6·8	8·4	— 0·4	21·5	8·5	90	60	89	80	30
Okt.	34·8	0·7	8·3	1·7	3·0	— 8·0	16·7	4·2	88	62	88	79	29
Nov.	34·9	—4·4	2·3	—3·4	—2·2	—14·2	10·4	—1·9	90	70	88	83	38
Jahr	34·1	0·8	7·5	1·1	2·6	—	—	2·9	85	63	86	78	—

[1]) Hann, Klimatologie. 1883. S. 36. [2]) Annalen der Schw. M. Zentr.-Anst. Zürich 1896—1901, [3]) Met. Zschf. 1892. S. 400. [4]) Hann, Temperaturverhältnisse der österr. Alpenländer; red, aus 9½jähr. Beob.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Niederschlagmenge[1])	Tage: Regen	Schnee	Hagel	Gew.	Nebel	Heit.	Trüb	Bewölkung 7 h	1 h	9 h	Mittel	Windhäufigkeit N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Dez.	73	12	11	0	0	2	8	9	5·3	5·3	4·6	5·1	1	9	4	1	1	4	1	0	72
Jan.	46	9	8	0	0	1	12	7	4·2	4·3	3·3	3·9	2	10	3	1	1	4	1	0	71
Febr.	44	8	8	0	0	1	9	7	4·8	4·6	4·2	4·5	2	11	5	2	1	4	1	1	58
März	55	10	10	0	0	1	9	8	5·0	5·3	4·3	4·9	1	15	9	2	1	5	1	3	56
April	64	12	9	0	0	1	5	10	5·2	6·2	5·6	5·7	1	14	11	2	1	7	0	1	53
Mai	59	13	5	0	1	1	8	7	4·7	5·5	5·0	5·1	2	19	9	2	0	7	2	0	52
Juni	108	15	3	1	2	1	5	9	5·1	6·0	5·5	5·5	3	16	11	1	1	7	1	1	49
Juli	125	15	1	1	4	1	7	7	4·6	5·5	5·0	5·0	2	18	10	2	1	6	1	0	53
Aug.	120	14	0	1	3	1	8	7	4·6	5·4	4·9	5·0	2	18	10	1	1	5	1	1	53
Sept.	96	11	2	0	1	3	9	7	4·6	5·1	4·8	4·8	2	17	6	1	0	6	1	1	56
Okt.	72	11	6	0	0	3	9	8	5·2	5·3	4·9	5·1	1	11	5	0	1	6	1	0	67
Nov.	71	10	9	0	0	1	10	8	5·2	5·0	4·4	4·9	1	9	8	1	0	5	1	0	70
Jahr	933	140	72	3	11	17	99	94	4·9	5·3	4·7	5·0	21	167	86	17	9	66	12	8	710

Davos hat 54% des möglichen Sonnenscheins; ein Maximum im Februar und August; ein Minimum im Januar und Mai; im Winter weniger als im Sommer. (Henry Dufour auf der Naturf.-Vers. in Lugano. Naturw. Rdsch. 1904. S. 144.)

Chur
($\varphi = 46^0\,51'$, $\lambda = 9^0\,31'$, $H = 610$ m.)

Tschagguns-Schruns
($\varphi = 47^0\,5'$, $\lambda = 9^0\,54'$, $H = 640$ m.)

Gaschurn
($\varphi = 46^0\,59'$, $\lambda = 10^0\,21'$, $H = 964$ m.)

	Luftdruck	Temperatur 1854—1900 red.[2])	Feuchtigkeit rel.	absol.	mittl. Min.	Niederschlag Menge[3])	Tage 12 J.	Temperatur 1851 bis 1900 Tschagguns	Gaschurn	Niederschlag Schruns Menge	Gaschurn (4 J.) Menge	Tage	Schnee
Dez.	710·8	—0·8	81	3·8	43	49	9·0	—2·7	—4·3	65	68	11·2	8·4
Jan.	10·2	—1·5	81	3·8	39	45	8·0	—3·3	—4·6	58	50	7·9	5·6
Febr.	10·8	0·8	72	4·0	33	46	8·0	—1·0	—3·0	71	55	8·7	5·9
März	6·1	3·8	67	4·4	28	51	11·5	3·6	—0·1	84	62	12·2	9·9
April	8·8	8·6	61	5·6	25	58	11·0	8·3	4·7	82	62	12·1	4·9
Mai	8·8	12·6	60	7·5	26	66	12·5	11·6	8·7	88	85	13·1	3·2
Juni	10·3	15·8	65	9·0	33	81	12·0	14·6	11·6	140	136	16·7	—
Juli	11·2	17·6	65	10·6	31	110	13·5	16·8	13·7	178	149	18·7	—
Aug.	11·2	16·8	70	10·3	39	114	10·5	15·9	13·0	150	140	17·1	0·2
Sept.	11·6	14·1	70	9·1	49	82	9·5	12·5	10·7	126	116	13·2	0·9
Okt.	10·1	8·7	73	6·7	30	79	9·5	7·6	6·1	66	82	11·3	5·4
Nov.	9·4	3·5	77	4·8	41	55	9·5	1·8	0·6	42	63	9·3	9·9
Jahr	709·9	8·3	70	6·7	35	836	12·5	7·1	4·8	1150	1068	151·5	54·3

[1]) Met. Zschf. 1892. S. 400. [2]) Nach Billwiller. [3]) 1864—1878 + 1888—1900.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Chur (610 m) ist recht warm (8·3° Jahrestemperatur); die Luft ist nfolge des Föhns und der geringen Verdunstung des trockenen Bodens wasserarm. Man zählt im Jahr nur 4 Tage mit Nebel, 33 Schneetage und 38 Tage mit Reif. Von den 11 ganz ungefährlichen Gewittern des Jahres fallen 8 in die Periode Mai bis September. Die Bewölkung ist 4·8 im Winter, 5·3 Frühjahr, 4·9 Sommer und 5·0 Herbst. Chur hat hochalpines Klima, heitere Winter und trübe Frühjahre; wer von der Nord- oder Ostgrenze Chur zufährt, ist erstaunt, bei Ragatz aus dem Nebel herauszukommen und bis in die hintersten Berge alles durch heiteren Sonnenschein belebt zu sehen. (Met. Z. 1875).

Gaschurn liegt in einer Talsohle, welche eine Ansammlung der kalten Luftmassen und eine abnorme lokale Erkaltung begünstigt; die Wintertemperatur ist —4°. Nur zwei Monate sind ganz schneefrei; die Zahl der Niederschlagtage ist hoch. Die Bewölkung ist 4·0 im Winter, 5·0 Frühjahr, 5·5 Sommer, 4·8 Spätherbst. (M. Z. 1889).

III. Luftdruckverteilung.

„Der Luftdruck und die Spannkraft der Luft sind dasselbe und im Ruhezustande sind dieselben in der Atmosphäre auch gleich der Pressung durch die darüber lagernden Luftschichten, d. i. gleich dem Gewichte derselben. Wird die Luft an einer Stelle sehr rasch erwärmt, so nimmt ihre Spannkraft zu, und dieselbe kann eine Weile größer sein, als der äußere Druck (entsprechend dem darüber lagernden Luftgewichte), bis das Luftvolumen durch Ausdehnung sich wieder demselben angepaßt hat. Umgekehrt könnte rasche, lokale Kondensation des Wasserdampfes den Luftdruck lokal erniedrigen durch den Wegfall der Expansivkraft des Dampfes, der vorher zur Spannkraft der Luft einen Teil beigetragen hat. Bei der raschen Ausgleichung der Druckunterschiede auf nicht zu große Entfernungen hin können derartige lokale Steigerungen oder Verminderungen der Expansivkraft der Luft nur rasch vorübergehende und geringe Druckänderungen bewirken“ [1]).

Die Wärme und der Niederschlag, reguliert durch die Luftströmungen, gestalten das Klima; die Luftdruckverteilung und die Hemmung der bewegten Luft durch Längs- oder Randgebirge ohne Transversaltäler erklären auch die Winterkälte in den Ostalpen[1]) und die abnorme Kälte Ostsibiriens (Woeikof). Zur Erklärung des gesamten Witterungsverhältnisses in den Ostalpen hat Hann in seiner großen Abhandlung, die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa, Wien 1889, das

[1]) Hann, Metereol. S. 162.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

entscheidende Material beigebracht. Da das Wetter durch die Luftdruckverteilung zunächst bedingt wird, enthält dieses Werk eine Darstellung des Normalwetters, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, für alle Monate des Jahres und zeigt, daß für den Winter hoher Luftdruck und damit Kälte in den Tiefen und Wärme in den Höhen, für den Sommer Westwinde mit Regen und Gewitter der sozusagen normale Zustand sind."[1])

Für das untere Rheintal bestehen mehrere Stationen mit Luftdruckbeobachtungen: Bregenz, Altstätten, Feldkirch, Marschlins u. s. f. Es war mir viel daran gelegen, mit Hülfe der Vergleichstationen Bregenz und Altstätten auch die Feldkircher Beobachtungen für das Rheintal auszunutzen. Die im Programme S. 27 von Kiechl mitgeteilten Jahres- und Monatmittel für 1817—24, 1859—72, 1878—82, 1885—96 geben erst ein vorläufiges Bild der jährlichen Luftdruckverteilung. Zu einer genauern Berechnung können nur die Jahre 1885—96 dienen, da erst in dieser Periode an einem mehr verläßlichen Fortin-Barometer beobachtet wurde. Wegen der großen Nähe der Vergleichstation benutzte ich aus dieser Periode nur eine geringe Anzahl von Jahren, die mir sicherer schienen, die Jahre 1892—96. Bis zum Jahre 1900 hatte das Barometer der Vergleichstation Bregenz eine durch das Präzisionsnivellement genau bekannte Seehöhe, 411·65 m. Die Differenzen des Luftdruckes gegen München, welche Hann bildete, zeigten eine kleine Änderung um 1882.

	1876	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Bregenz—München	10·40	10·61	10·65	10·74	10·67	10·54	10·73	10·87	10·82	10.83
Ischl—München	5·39	5·38	5·30	5·33	5·35	5·46	5·40	5·44	5·31	5·27

München hat sich nicht geändert; die zweite Zeile zeigt es. Die Differenz Bregenz—München ist im Mittel für 1875-81 nur 10·58, für 1883—1885 aber 10·84. Benützt man den letztern Wert und beachtet die bei der Absendung festgestellte Korrektur von 0.3 und die 1883 in loco gefundene von —0·21, so erhält man die wahre Differenz 10·33 für 1875—1881.[2]) Durch die Güte des Direktors der Zentralanstalt in Zürich, Herrn Dr. R. Billwiller stand mir die ganze Liste der Luftdruckbeobachtungen von Altstätten (1864—1903) zur Verfügung und bot mir Gelegenheit, da ich von Feldkirch erst 1892—96 verwenden konnte, für diese Periode auch die Differenzen Bregenz—Altstätten zu bilden.

---

[1]) Ed. Richter, Die wissenschaftliche Erforschung der Ostalpen. Z. d. D. u. österr. Alpenvereins 1894 S. 36; siehe auch Hann, Die Temperaturverhältnisse der österr. Alpenländer S. 89; Woeikof, Die Klimate der Erde II. S. 344.

[2]) Hann, Verteilung des Luftdruckes von Mittel- und Südeuropa S. 121. Penck geogr. Abh. Bd. II. Heft 2. S. 121.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Jahr	1890	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Bregenz—Altstätten	5·71	5·75	5·59	5·75	5·93	5·81	5·87	5·81	5·85	5·71

Jetzt konnten auch die Monatdifferenzen Bregenz—Feldkirch aufgestellt werden, mit Einschluß der Instrumental- und Schwerekorrektion.

Red. Periode 1851—1880.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Bregenz 1851—1880	727·25	26·38	24·23	24·12	24·81	26·60	27·08	26·77	27·60	26·25	25·36	26·98	26·12
Differenzen	3.31	3·17	3·29	3·14	3·11	3·24	3·28	3·12	3·31	3·27	3·27	3·43	3·23
Feldkirch 1851—1880	723·94	23·21	20·94	20·98	21·70	23·36	23·80	23·65	24·29	22·98	22·09	23·55	22.87

Die folgende Tabelle enthält für einige der genannten Arbeit Hanns entnommene Stationen, welche dem Parallel des Illtales und dem Meridian des Rheintales angehören, unter Einschaltung der Feldkircher Reihe, den beobachteten und korrigierten wahren Luftdruck für die Periode 1851—1880.

	Parallel des Illtales.				Meridian des Rheintales.				
Ort	Basel	Zürich	Feldkirch	Innsbruck	Stuttgart	Ulm	Bregenz	Feldkirch	Marschlins
n. B.	47° 33′	47° 23′	47° 14′	47° 16′	48° 46′	48° 27′	47° 30′	47° 14′	46° 58′
E. L.	7° 35′	8° 33′	9° 36′	11° 24′	9° 10′	9° 59′	9° 45′	9° 36′	9° 23′
Seeh.	277·5	468·4	(449·2)[1]	(594·5)[1]	254·2	47·8	411·7	(449·2)[1]	542·5
Schw. Korr.	0·14	0·10	0·07	0·05	0·22	0·16	0·10	0·07	0·06
Dez.	738·92	721·70	723·55	710·87	740·30	720·50	726·98	723·55	715·10
Jan.	39·17	22·14	23·94	11·19	40·88	21·00	27·25	23·94	15·56
Febr.	38·60	21·44	23·21	10·26	40·00	20·22	26·38	23·21	14·83
März	36·22	19·16	20·94	08·02	37·78	18·12	24·23	20·94	12·56
April	36·35	19·54	20·98	08·38	38·10	18·56	24·12	20·98	12·96
Mai	36·52	19·96	21·70	08·84	38·40	19·04	24·81	21·70	13·38
Juni	38·12	21·77	23·36	10·69	39·88	20·81	26·60	23·36	15·23
Juli	38·47	22·28	23·80	11·16	40·04	21·16	27·08	23·80	15·81
Aug.	38·28	22·10	23·65	11·07	39·90	20·97	26·77	23·65	15·68
Sept.	38·92	22·56	24·29	11·88	40·83	21·72	27·60	24·29	16·17
Okt.	37·62	21·13	22·98	10·55	39·60	20·30	26·25	22·98	14·69
Nov.	37·14	20·17	22·09	09·62	38·78	19·21	25·36	22·09	13·66
Jahr	37·86	21·16	22.87	10·21	39·52	20·14	26·12	22·87	14·64

Die nächste Aufgabe für Feldkirch ist die Luftdruckreduktion auf das Meeresniveau, da nur in dem gleichen Niveau ein Vergleich mit anderen Stationen möglich ist und die Isobaren der täglichen Wetterkarten auf das Meeresniveau sich beziehen. Hat man die wahre Seehöhe, so ist diese Reduktion schnell ausgeführt. Sonst bleibt nur der umgekehrte Weg, zunächst durch Interpolation den ungefähren Luftdruck im Meeresniveau festzustellen, dann hieraus eine ideale Seehöhe zu ermitteln und endlich

[1]) Die eingeklammerten Seehöhen sind nur berechnet (ideal) und noch nicht durch korrespondierende Beobachtungen oder Präzisionsnivellement verifiziert. Die Schwerekorrekturen (alle positiv) sind schon eingeschlossen in den Werten der Tabelle; das für Feldkirch durch Reduktion gewonnene Jahresmittel dürfte auf 0·1 mm genau sein.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

unter Benützung des jährlichen Temperaturganges für dieselbe Periode (1851—1880), den soeben in der Tabelle verzeichneten Jahresverlauf des Luftdruckes auf das Meeresniveau zu reduzieren. Bei der großen Nähe der Vergleichstationen liefert diese Interpolation ein genaues Jahresmittel. Das Stationspaar Bregenz-Marschlins liefert $\frac{1}{2}$ (63·1 + 62·9) = 63·0, das Paar Zürich-Innsbruck $\frac{1}{2}$ (63·0 + 63·0) = 63·0; der Schnittpunkt beider Linien, Feldkirch, hat also im Meeresniveau 763·0 mm Luftdruck im Jahresmittel; bis auf 0·1 mm ist dieses Resultat sicher, da die sehr kleinen Intervalle der benutzten Stationspaare keine größere Variation des Druckes zulassen. Mit diesem Resultate kann die Seehöhe festgestellt werden; ist die Seehöhe auf 1 m sichergestellt, so ist es der Luftdruck auf 0·1 mm.[1])

Die Reduktionsformel.

$$h = 18401 \log \left(\frac{B}{b}\right) (1 + \alpha t) \left(1 + 0{\cdot}378 \frac{e}{b}\right) (1 + 0{\cdot}0026 \cos 2\varphi)\left(1 + \frac{2h}{r}\right)$$

enthält in den beiden letzten Faktoren die eventuelle Schwere-Korrektion des Luftgewichtes nach Breite und Seehöhe; die Schwere-Korrektion an der Höhe der Quecksilbersäule (Bregenz 0·11, Feldkirch 0·07) ist schon ausgeführt. Hann hat die Korrektion für die Temperatur $(1 + \alpha t)$ mit der des Wasserdampfgehaltes der Luft $\left(1 + 0{\cdot}378 \frac{e}{b}\right)$, wie Laplace es einführte, zu einem Koeffizienten vereinigt.

$$h = 18429 \log \frac{B}{b} (1 + 0{\cdot}004\, t) \text{ Schwere-Korrektion}$$

$$\log B = \log b + \frac{h}{18429 (1 + 0{\cdot}004\, t) \text{ Schwere-Korrektion.}}$$

Die Gauss'schen Tafeln (Jelinek's Anleitung zu meteorol. Beob. Wien 1884. S. 137) enthalten das Argument $A = \log 18382 (1 + 0{\cdot}002 (t + t'))$, das bei der Konstanten 18429 um 0·00112 zu erhöhen ist. Das Jahresmittel ist 8·2° und $t' = 8{\cdot}2 + 4{\cdot}5 \cdot 0{\cdot}5 = 10{\cdot}45^0$, $(t + t') : 2 = 9{\cdot}3^0$; man hat ferner $\log \frac{763{\cdot}0}{722{\cdot}8} = 0{\cdot}0235$, $\log 0{\cdot}0235 = 0{\cdot}37107 - 2$; das Argument A, nach der Tabelle, um den genannten Betrag erhöht, ist 4.28136. Es ist also:

$$h = \text{num. log } 2{\cdot}65243 = 449{\cdot}2 \text{ m.}$$

Diese errechnete Seehöhe (auf etwa 2 m genau, da B und b auf 0.1 mm genau bestimmt sind) ist um 8·8 m geringer als die in den Jahrbüchern der Zentralanstalt angegebene Höhe von 458 m.

Eine Probe mit der kürzern Formel $h = 16008 \frac{B-b}{B+b} (1 + 0{\cdot}004\, t)$ gibt, von dem vorläufigen Werte 449·2 m ausgehend, mit dem Jahresmittel 8·2° und b = 722·8 mm, angenähert B = 722·8 + 40·2 = 763.0; 16008 : (763 + 723) = 10·77 m Höhe auf 1 mm Druckänderung bei der Temperatur 0°. Für t = (8·2 + 10·4) : 2 = 9·3° kommen noch 9·3.0·4 = 3·7% hinzu, was 11·17 m gibt. Man hat mithin Δ = 449·2 : 11·17 = 40·1 mm = B—b; B = 722·8 + 40·1 = 762·9.

[1]) Bei bekannter, durch Präzisionsnivellement ermittelten Seehöhe hat man durch die Sicherheit von 0·1 m eine Genauigkeit von 0·01 mm für den Luftdruck erreicht; diese Werte werden aber nach der Reduktion auf Zehntelmillimeter gekürzt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die jährliche Periode des Luftdruckes im Meeresniveau bestimmt, mit Benützung der Sinusreihe Seite 31 und $\Delta = 762{\cdot}9 - 722{\cdot}87 = 40{\cdot}00$, das folgende Schema.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
t (450 m)	—2·7	—0·3	3·9	8·8	13·2	16·5	18·1	17·4	13·9	8·4	2·6	—1·5	8·2
Zun. b. 100 m	0·4	0·45	0·5	0.55	0·6	0·6	0·6	0·55	0·5	0·45	0·4	0·4	0·5
t i. M. Niv.	—0·7	1·7	6·1	11·3	15·9	19·2	20·8	19·9	16·1	10·7	4·4	0·3	10·4
t i. Mittel	—1·6	0·7	5·0	10·0	14·6	17.8	19·5	18·6	15·0	9·5	3·5	—0·6	9·3
d t gegen Jahresmittel	—10·9	—7·5	—4·3	0·7	5·3	8·4	10·2	9·3	5·7	0·2	—5·8	—9·9	0·0
$d\Delta$	1·81	1.35	0·62	—0·11	—0·86	—1·29	—1·65	—1·54	—0·84	—0·03	0·96	1·63	0·0
Δ	40.00	40·00	40·00	40 00	40·00	40·00	40·00	40·00	40·00	40·00	40·00	40·00	40·00
Korr. Δ	41·81	41·35	40·62	39·89	39·14	38·71	38·35	38·46	39·16	39·97	40·96	41·65	40·00
b	723·94	23·21	20·94	20·98	21·70	23·36	23·80	23·65	24·29	22·98	22·09	23·55	722·89
B	765·75	64·56	61·56	60·87	60·84	62·07	62·15	62·31	63·45	62·95	63·05	65·20	62·89
Abgerundet zu	765·8	64·6	61·6	60·9	60·8	62·1	62·2	62·3	63·4	63·0	63·1	65·2	62·9

Für die Jahresperiode in Meereshöhe gewinnt man das $d\Delta$ aus der Formel $B - b = \Delta = h \frac{B+b}{C\,T}$, $d\,\Delta = -h \frac{B+b}{C\,T^2} dt = -\frac{\Delta}{T} dt$; für das Niveau 500 m benutzt man $d\Delta = -h \frac{B+b}{C\,T^2} dt = 0{\cdot}0003\,419\,h\,dt$ ($C = 64{\cdot}03$ für $T = 260$) oder eine Tabelle.

Luftdruck reduziert auf Meeresniveau.

	Parallelkreis des Illtales					Meridian des unteren Rheintales				
Ort	Basel	Zürich	Feldkirch	Innsbruck	Salzburg	Stuttgart	Ulm	Bregenz	Feldkirch	Marschlins
Seeh.	277·5	468·4	(449·2)	(594)	436·1	254·2	478	411·65	(449·2)	542·5
Jahre	30	19	5	16½	5	12	10	12	5	20
Dez.	764·9	765·2	765·2	766·1	765·5	764·1	764 9	765 3	765·2	765·2
Jan.	**65·2**	**65·7**	**65·8**	**66·6**	**66·1**	**64·8**	**65·8**	**65·8**	**65·8**	**65·8**
Febr.	64·4	64·5	64·6	65·0	65·0	63·7	64·5	64·7	64·6	64·6
März	61·6	61 6	61·6	61·6	62·0	61·1	61 6	61 8	61·6	61·5
April	61·3	61·2	60·9	60·8	61·4	61·0	61·2	61·2	60·9	60·9
Mai	61·1	60·9	60·8	60·4	61·1	60·9	60·8	61·0	60·8	60·7
Juni	62·5	62·3	62·1	61·8	62·4	62·1	62·2	62·6	62·1	62·1
Juli	62·6	62·5	62·2	61·9	62·6	62·1	62·3	62 8	62·2	62·4
Aug.	62·5	62·6	62·3	62 0	62·6	62·1	62·3	62·6	62·3	62·4
Sept.	**63·5**	**63·5**	**63·5**	**63·5**	**64·0**	**63·4**	**63·7**	**63·8**	**63·5**	**63·4**
Okt.	62·6	63·0	63·0	63·1	63·2	62·5	63·0	63·2	63·0	62·7
Nov.	62·7	62·8	63·1	63·6	63·3	62·2	62·9	63·2	63·1	62·9
Jahr	62·9	63·0	62·9	63·0	63·2	62·5	62·9	63·1	62·9	62·9

Für den jährlichen Gang des Barometers im Meeresniveau ändert sich nichts durch eine eventuelle kleine Korrektur der idealen Seehöhe. Das

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nivellement der Eisenbahn oder die Landesvermessungen können diese gewünschte Korrektur nicht bringen. Interessant ist die Mitteilung Hanns über das Pflaster am Riesentor des S. Stephan in Wien. Das neuere Präzisionsnivellement konstatierte 5 m Höhendifferenz für diese Grundlage so vieler Landesvermessungen. Für Bukarest ermittelte Hann aus Orsova-Braila = 762·44 und Hermannstadt-Konstantinopel = 762·38 einen Luftdruck im Meeresniveau von 762·4 mm. Das forderte für 724·22 wirklichen Barometerstand eine Seehöhe von 91·5 m gegen 112 m der ‚Annalen'. Nachträglich korrespondierende Ablesungen ergaben 93·3 m. Pölt (Temperatur und Luftdruck von Bozen) berichtet Differenzen in der Höhenangabe für Bozen, die unglaublich scheinen.

„Gegenüber den exakten Beobachtungen von Bregenz und Bludenz — schreibt Kiechl S. 26 des Programms — sind alle hiesigen Barometerstände, trotz der Verschiedenheit der Beobachter und Instrumente, konsequent zu hoch. Eine bestimmte Erklärung dieser Tatsache ist dem Verfasser derzeit unbekannt." Die Bregenzer Beobachtungen enthalten gewiß Perioden, die recht homogen sind, wie die Differenzen nach München und Altstätten darlegen; für Feldkirch fand ich eine Ausgleichung der Differenzen notwendig, auch nach der Einschränkung auf die kleinere Periode 1892—1896. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Barometer-Ablesungen auch ohne Standänderung und bei demselben Beobachter plötzliche und sprungweise Änderungen zeigen, die nur im Instrumente selbst gelegen sind; es müssen die Barometerkorrekturen immer wieder durch Differenzen nach andern Stationen auf ihre Beständigkeit geprüft werden. Sollten die gebrauchten Korrekturen des Feldkircher Instrumentes sich auf diese Weise oder bei den Visitationen als unrichtig erweisen, so ändert sich natürlich die errechnete Seehöhe; beträchtlich kann aber diese Änderung wohl nicht ausfallen. In den letzten Jahren habe ich an einem Normalbarometer von Fueß in unserem physikalischen Kabinette zum öftern die veröffentlichten Angaben verglichen und ziemlich übereinstimmend gefunden.

Ulm-Zürich haben nach der Tabelle eine Höhendifferenz von 9·6 m und eine Druckdifferenz von 1·02 mm; Zürich-Feldkirch hat für 19·2 m 1·72 mm Druckdifferenz. Die Jahrestemperaturen 9·8, 8·5, 8·2 ergeben für Zürich-Feldkirch eine um 0·8° kältere Luftsäule gegen Ulm-Zürich.

Die jährliche Periode hat das Hauptmaximum im Januar, ein sekundäres Maximum im September, das Minimum trifft in den Mai. Im Winter zieht eine Zone hohen Luftdruckes quer durch Mitteleuropa nach Spanien: Siebenbürgen 766·5, Ostalpen über 766·5, Spanien 766·0; dachförmig fällt der Luftdruck ab nach dem atlantischen Minimum in NW und zu den Depressionen über der Adria und dem Golf von Lyon. Das bedeutet,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nach den bisherigen Erfahrungen, größere Kälte für die Talbecken und größere Wärme für die Höhen. Für den Sommertypus dagegen treffen wir Minima in Spanien und in den Ostalpen; der nach Osten abfallende Druck bedeutet den freien Zutritt der Seewinde und Vorherrschen des ozeanischen Einflusses, Sommerregen und unbeständiges Wetter. Das Spätjahr bringt kontinentalen Einfluß, beständiges und schönes Wetter, zumal im Oktober; ein Übergang vom Winter- zum Sommertypus und ein Gegensatz zum Spätjahr ist das Frühjahr. So ergibt sich in der Tat eine Art Normalwetter, was der Prognose als erste Grundlage dienen kann[1]); die als Folge englokaler Verhältnisse beobachteten Wetterperioden, das Material der synoptischen Karten und die Ablesungen an den Instrumenten gestatten dann ein abschließendes Urteil. Die folgende kleine Tabelle erläutert das Vorstehende, die steilen Gradienten des Winters, deren Abflachung im Frühjahr, u. s. f.

		Abweichungen			
	Mittlerer Luftdruck	Winter	Frühjahr	Sommer	Spätjahr
Nordatlantischer Ozean	755·6	—4·5	+2·7	+2·3	—0·4
Nördliche Alpen. Vorland	763·0	+2·2	—1·7	—0·7	+0·2
Adria	761·3	+1·3	—1·2	—0·6	+0·4

Von Bedeutung, auch für dieses kleinere Gebiet, ist das Mittel der monatlichen Abweichungen. Hann fand diesen Wert charakteristisch für die jährliche Luftdruckverteilung der einzelnen Ländergebiete. In der Walachei hat diese Grösse den Wert 2·01, in SE Europa 1·70, SW Europa 0·99, Mittel-Rhein 0·89, Norddeutschland 0·63, Belgien und Holland 0·47. Es verflacht sich also die Jahreskurve von SE nach NW in bedeutendem Maße[2]). Das veranlaßte mich, auf zwei kleine Strecken in dieser Richtung einige Stationen auszuwählen und jene mittlere Monatsabweichung zu berechnen. Es fand sich

	monatl. Abw. d. L.-Drucks		Monatl. Abw.
Salzburg	1·23	Feldkirch	1·26
München	1·15	Zürich	1·20
Stuttgart	1·00	Basel	1·14

Beide Linien haben ungefähr die erwähnte Richtung und zeigen, die nördlichere Linie stärker, eine bedeutende Abnahme der monatlichen Abweichungen; die Jahreskurven lassen, auch in kleinem Maßstabe, die genannte Verflachung in der Zeichnung (im Anhang) noch erkennen.

Die Reduktion auf ein Niveau von 500 m ist für das hier behandelte Gebiet von besonderem Nutzen. Läßt sich aus den täglichen Wetter-

[1]) Hann, Die Luftdruckvert. etc. S. 28, Temperaturverh. d. österr. Alpenl. S. 89; Peterm. Geogr. Mitt. 1888. Lit. Ber. 176 von Supan.

[2]) Hann, Die Luftdruckvert. etc. S. 54.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

karten und der eigenen Beobachtung, unter Zugrundelegung der Jahreskurve im Meeresniveau, schon manches besser beurteilen, so ist es doch wahr, daß die auf diese Weise abgelesenen oder interpolierten Luftdrucke im Meeresniveau mit den zugehörigen Gradienten rein ideell sind. Hann nennt die letztern geradezu „fiktive" Gradienten, die zu einer ganz falschen Vorstellung führen können in Bezug auf die lokalen Luftströmungen, was deren Richtung und insbesondere deren Intensität betrifft. So ist für Brest-Bregenz beim fiktiven Gradienten $(B-B') = 774{\cdot}2 - 767{\cdot}6 = 6{\cdot}4$ mm und den Temperaturen 9^0 und $-2{\cdot}4^0$ der effektive Gradient in der Seehöhe 410 m von Bregenz nur 4·9 mm. Wenn in München bei $t = 25^0$, $b = 717{\cdot}0$, T an der französischen Küste 12^0 und gar kein effektiver Gradient vorhanden ist, gibt die Reduktion $B = 761{\cdot}6$, $B' = 764{\cdot}2$ $B-B' = -2{\cdot}6$ mm als fiktive Gradienten gegen München.[1]) Auf das falsche partielle Minimum fußend wird die Wetterprognose ganz falsch.

Es ist also schon aus diesem Grunde die Kenntnis der jährlichen und monatlichen Luftdruckmittel im Niveau von 500 m von besonderem Interesse. Bei der Reduktion von Feldkirch aus 449 auf 500 m ist die kürzere Babinetsche Formel vollständig ausreichend: $h = 16008 \frac{B-b}{B+b} (1 + 0{\cdot}004\, t)$. Für $t = 0$ erhält man die Höhendifferenz h in m für eine Druckdifferenz $B - b = 1$ mm als $16008 : (B + b)$; für t^0 ist der für 0^0 gefundene Wert um 0·4 Prozent für jeden Grad zu erhöhen. Da $b = 722{\cdot}87$ (in 449·2 m Höhe) und B etwa $722{\cdot}8 - \frac{51}{11} = 718{\cdot}3$ ist in 500 m Höhe, hat man die Höhenstufe $16008 : 1441 = 11{\cdot}1$ m. Dieser Wert ist für $t = \frac{1}{2}(8{\cdot}2 + 8{\cdot}0) = 8{\cdot}1^0$ um $0{\cdot}04.8{\cdot}1$ zu erhöhen, was 11·45 m gibt; $51{\cdot}00 : 11{\cdot}46 = 4{\cdot}44$ mm Druckdifferenz. Es ist also der mittlere Barometerstand in 500 m bei $8{\cdot}0^0$ Jahrestemperatur $722{\cdot}88 - 4{\cdot}45 = 718{\cdot}4$ mm. Die jährliche Periode liefert dann folgendes Schema.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
t(500)	−2·7	0·1	3·7	8·6	13·0	16·3	17·9	17·2	13·7	8·2	2·4	−1·7
dt	−10·7	−7·9	−4·3	0·6	5·0	8·3	9·9	9·2	5·7	0·2	−5·6	−9·7
dΔ	0·18	0·14	0·07	−0·00	−0·08	−0·14	−0·17	−0·14	−0·10	−0·01	0·10	0·17
Δ	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44	4·44
b	723·94	23·21	20·94	20·98	21·70	23·36	23·80	23·65	24·29	22·98	22·09	23·55
B	719·32	18·63	16·45	16·54	17·34	19·06	19·53	19·35	19·95	18·55	17·55	18·94
Abgerundet	719·3	18·6	16·4	16·4	17·3	19·1	19·5	19·3	19·9	18·5	17·5	18·9

Auch diese Monatmittel, auf Zehntelmillimeter abgerundet, sind in der Tabelle eingereiht worden und erleichtern ein Zurückgreifen aus der synoptischen Karte auf das reelle Niveau von 500 m und eine angenäherte Ermittelung der wirklichen Gradienten für dieses kleine Gebiet, auch ohne Rechnung.

[1]) Met. Z. 1879 S. 85.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Luftdruckmittel im Niveau von 500 m.

	Illtallinie					Rheintallinie			
	Basel	Zürich	Feldkirch	Innsbruck	Salzburg	Ulm	Bregenz	Feldkirch	Marschlins
Seeh.	277·5	468·4	(449·2)	(594)	436·1	478·0	411·7	(449·2)	542·5
Dez.	718·6	718·9	718·9	719·5	719·0	718·5	719·0	718·9	718·9
Jan.	**19·0**	**19·3**	**19·3**	**19·8**	**19·4**	**19 0**	**19·3**	**19·3**	**19·4**
Febr.	18·4	18·6	18·6	18·8	18·6	18·3	18·5	18·6	18·6
März	16·2	16·4	16·4	16·4	16·4	16·2	16·3	16·4	16·3
April	16·8	16·8	16·5	16·4	16·8	16·7	16·5	16·5	16·6
Mai	17·3	17·3	17·3	16·9	17·2	17·2	17·1	17·3	17·0
Juni	19·1	19·1	19·1	18·6	19·0	19·0	19·1	19·1	18·8
Juli	19·6	19·6	19·5	19·0	19·5	19·3	19·6	19·5	19·4
Aug.	19·4	19·4	19·3	18·9	19·4	19·1	19·2	19·3	19·2
Sept.	**19·7**	**19·9**	**19·9**	**19·8**	**20·1**	**19·9**	**19·9**	**19·9**	**19·8**
Okt.	18·1	18·4	18·5	18·7	18·7	18·4	18·6	18·5	18·4
Nov.	17·1	17·4	17·5	18·0	17·6	17·3	17·6	17·5	17·4
Jahr	18·3	18·4	18·4	18·4	18·45	18·2	18·4	18·4	18·3

IV. Lufttemperatur.

„In der Meteorologie versteht man unter Temperatur eines Ortes nur das Maß der Luftwärme, wie es erhalten wird durch zweckmäßige über die Zeit verteilte Beobachtungen an einem frei in der Luft aufgestellten, aber gegen die direkte Wärmestrahlung der Sonne sowie gegen die Strahlung erwärmter Gegenstände geschützten Thermometer".[1]) Dieses Maß der Luftwärme wird durch geeignete Terminablesungen ziemlich genau gewonnen; das Mittel t $(7^h + 2^h + 9^h + 9^h) : 4$ liefert Werte, die nur im Sommer um 0·1 bis 0·2° vom wahren (24stündigen) Mittelwerte sich entfernen; auch die, in Feldkirch zeitweise verwandte, Kombination $(7 + 1 + 9 + 9) : 4$ hat sehr gute Resultate.

Feldkirch, an der Ausmündung des Illtales gelegen, ist neben Bregenz, Altstätten und Bludenz für eine klimatische Beurteilung des Rhein- und Illtales eine wichtige Station. Beobachtet wurde hier schon 1817—1824 durch den Präfekten des k. k. Gymnasiums Konrad Merkle; von 1857—1872 hat der emer. Gymnasialdirektor Joseph Stocker beobachtet. Die Periode von 1876—1896 hat mehrere Beobachter: K. k. Bezirkssekretär Michael Loacker bis 1878, Johann Horák, Beamter der k. k. priv. Vorarlberger Bahn, bis 1882. Von 1882 haben die k. k. Professoren des Gymnasiums die Beobachtungen übernommen; Dr. Eugling, Brunner, Kiechl bis 1888, Dr. Eugling und Kiechl bis 1890, von da an bis jetzt Professor Kiechl allein.

[1]) Hann, Klimatologie S. 7.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Feldkirch, Periode 1851—1880 (Monatmittel der Temperatur):

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
[1])	—1·9	—2·0	—0·2	3·3	8·6	12·4	15·9	17·6	17·1	14·2	9·1	2·3	8·0
[2])	—1·9	—2·3	—0·6	2·9	8·3	12·3	16·1	17·7	17·2	13·7	8·8	2·1	7·9
Diff.	0·0	—0·3	—0·4	—0·4	—0·3	—0·1	+0·2	+0·1	+0·1	—0·5	—0·3	—0·2	—0·1

Diese Reihen[3]), von denen die erste nach Altstätten, die zweite nach München-Bogenhausen reduziert ist, zeigen, Februar und September ausgenommen, eine gute Übereinstimmung. Über die Genauigkeit der Reduktionen klimatischer Elemente hat Hann allgemein und klar sein Urteil ausgesprochen, da von anderer Seite geschrieben worden, die konstante Proportion der Niederschläge benachbarter Orte sei ein von Hann aufgestelltes Gesetz. „Am genauesten gilt der Satz von der genäherten Konstanz der Differenzen aus der gleichen Periode abgeleiteter Mittelwerte bekanntlich für den Luftdruck, wofür die Gründe auch naheliegend sind, noch recht genau für die Jahresmittel der Temperatur, weniger, aber noch weitaus genügend vorteilhaft für die Praxis, für die Monatmittel der Temperatur; am wenigsten für die Niederschläge.“ Zum Vergleiche sind die Reduktionen unerläßlich, sobald die Beobachtungsreihen einer oder mehrerer der zu vergleichenden Stationen zu kurz sind; sie sind auch genügend genau, wenn nur die Anzahl der Beobachtungsjahre der Entfernung und Lage der Vergleichstation entspricht.[4])

Zu einem genauen Temperaturgang kann man durch direkte Beobachtung nicht gelangen, wofern nicht eine lange Reihe die Abweichungen ausschaltet; bei 20jähriger Beobachtung ist der Fehler der mittlern Monattemperatur noch 0·4 bis 0·6° im Winter und 0·2 bis 0·3° im Sommer; für eine 10jährige Beobachtung ist der Fehler etwa 4 mal so groß. An dieser Abweichung der Temperaturmittel nehmen die Differenzen der gleichzeitigen (korrespondierenden) Beobachtungen mehrerer Orte nur in sehr geschwächtem Maße teil. „Vergleicht man die Beobachtungen zweier nicht zu weit entfernten Orte, so ist der Unterschied (oder das Verhältnis) durch physikalische Gesetze genau bestimmt, also eine meteorologische Konstante im strengen Sinne des Wortes und die zufälligen Abweichungen sind so beschaffen, daß sie ebenso leicht und ebenso häufig auf die

---

[1]) Sitzungsberichte d. k. k. Akademie der Wissenschaften 1885, Abt. II.

[2]) Kiechl, Die klimatischen Elemente von Feldkirch, 1897.

[3]) Das so leichte und den jährlichen Temperaturgang in markanter Darstellung vor Augen führende Verfahren, die Monatmittel als Ordinaten an eine Abscissenaxe der Zeit anzutragen und die 12 Fixpunkte durch einen stetigen Kurvenzug zu verbinden, erfordert mehr Raum, als hier verfügbar ist; ein Ersatz dieser Graphik wären Tabellen, welche die Monatmittel ersetzen durch deren Abweichung vom Jahresmittel; das Jahresmittel wird Abscissenaxe.

[4]) Meteorologische Zeitschrift 1898 S. 124.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

positive als auf die negative Seite fallen. Dieser Weg, die „Methode der korrespondierenden Beobachtungen", ist der geeignetste, um die Meteorologie als mathematische Disziplin auszubilden". Hann fand als wahrscheinlichen Fehler eines 10jährigen Dezembermittels von Krems ± 0·61°, während jener der Differenz nur ± 0·06, also zehnmal kleiner war.

Für Feldkirch findet man eine andere Temperaturreihe, welche zu einer Bodenseestudie diente, mit einer auffallend niedrigen Januartemperatur. Die Reihe entstammt der unmittelbaren Beobachtung und zeigt, wie ungenau die Resultate zu kurzer Beobachtungsreihen sein können.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
[1])	—0·2	—4·1	—0·3	3·9	8·7	12·9	16·4	18·6	17·2	13·7	7·8	4·1	8·2
[2])	—1·9	—2·0	—0·2	3·3	8·6	12·4	15·9	17·6	17·1	14·2	9·1	2·3	8·0

Feldkirch ist kalt im Winter; aber —4·1° (—4·4° in 450 m) kann doch nicht das Januarmittel sein. Ist es ein Druckfehler oder Rechenfehler? doch der warme November und kalte Oktober deuten schon die Kürze der Beobachtungen an.

Das Programm von 1897 enthält die beobachtete Januartemperatur der von Walter benutzten Periode; zwei fehlende Werte, für 1883 und 1884, sind dazu erst 1897 von Kiechl nach Bregenz interpoliert.

Jahr	1879	1880	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Januarmittel	0·6	—7·4	—3·7	—2·6	(0·0)	(0·6)	—5·7	—2·1	—6·8	—3·6	—3·7	—0·4	—7·3

Mit Weglassung von 1883 und 84 erhält man —35·6 : 8 = —4·4°; Walter nahm also 0.3° Korrektur für die 50 m Höhendifferenz; die Rechnung war richtig. Nehmen wir die ungewöhnlich warmen Januarmonate 1883 und 1884 nach den interpolierten Werten in das 10jährige Mittel auf, so erhalten wir —36·2 : 10 = —3·6; dieses niedrige Januarmittel entspricht wirklich der Periode 1880—89 und wiederholt sich in der längeren Periode 1876—1896. Die sehr verdienstliche Arbeit Walters wird natürlich in ihren Resultaten von dieser kleinen Abweichung in keiner Weise beeinträchtigt; die höhere Temperatur der Uferstationen und die Abnahme der Jahrestemperaturen mit der Entfernung vom Bodensee ist festgestellt. Im Vergleiche wurde für alle Stationen dieselbe Periode verwendet und die Föhnstationen Altstätten und Feldkirch wurden ausgeschaltet, um sicher den Betrag der durch das Bodennseewasser bewirkten Wärmeregulierung zu ermitteln; die einzelnen Monat- und Jahresmittel werden von langjährigen Mitteln sich mehr oder minder entfernen, die Konstanz der Differenzen jedoch sicherte die Vergleichsresultate.

---

[1]) Fr. Walter, Eine Studie über Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Bodenseebecken. Inaug. Diss. Freiburg 1892; Reihe auf 400 m (Bodenseehöhe) reduziert.

[2]) Hann a. a. O.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Um das reiche, aber durch den Wechsel der Beobachter und noch mehr der Aufstellungsorte — anfänglich im 2. Stocke des alten Gymnasiums, von 1865 in der Marktgasse Haus 99, von 1875 an in Heiligkreuz und Levis, seit 1885 im Stadtteile Widnau — so unhomogene Beobachtungsmaterial, dennoch möglichst auszunützen, versuchte ich eine 43jährige Reihe zu konstruieren; für diese sind auch 2 Glieder der Sinusreihe berechnet.

Feldkirch (beobachtete Temperaturen).

	Dez.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Per. 1817—24 (korrigiert)	—0·3	—1·4	1·3	4.9	9·7	14.5	17·2	18·4	18·3	15·1	8·8	4·4	9·3
Per. 1859—72	—1·7	—2·8	0·1	3·2	8·7	13·8	16·2	18·3	17·0	13·4	8·1	2·7	8·1
„ 1876—96	—1·4	—3·2	—0·4	3·7	8·4	12·4	16·0	17·6	17·4	13·7	8·3	3·4	7·9
43jähr. Mittel	—1·3	—2·7	0·1	3·8	8·8	13·2	16·5	18·0	17·4	13·9	8·3	2·7	8·2

Jährlicher Gang der Lufttemperatur von Feldkirch im 43jähr. Mittel

$$t = 8{\cdot}2 + 10{\cdot}25 \sin (271^0\ 7' + x) + 0{\cdot}72 \sin (326^0\ 28' + 2\,x)$$ [1])

Berechnet man nach dieser Formel die Monatmittel, so ergeben sich folgende Differenzen gegen die Beobachtung.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Berechnet	—2·5	—0·3	3·9	8·8	13·2	16·5	18·1	17·4	13·9	8·4	2·6	—1·5
Beobacht.	—2·7	0·1	3·8	8·8	13·2	16·5	18·0	17·4	13·9	8·3	2·7	—1·3
Differenz	—0·2	+0·4	—0·1	0·0	0·0	0·0	—0·1	0·0	0·0	—0·1	—0·1	0·2

Die Extreme und Media können aus der sich recht genau an die Beobachtung anschließenden Formel leicht ermittelt werden.

Feldkirch und Bregenz. Für den Vergleich bietet Trabert (Isothermen von Österreich) aus den letzten 5 Lustren die notwendigen Daten:

Bregenz (7, 2, 9, 9).

	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
1876—1880	—0·2	—1·7	3·7	3·9	8·2	10·8	16·1	17·1	17·4	13·1	8·6	8·3	8·2
1881—1885	0·6	—1·2	2·0	4·1	8·2	12·2	15·1	17·9	16·5	12·9	7·9	4·2	8·4
1886—1890	—1·5	—2·0	—1·8	2·0	8·0	13·3	16·1	17·2	16·5	13·3	7·1	3·9	7·7
1891—1895	—0·2	—3·9	—1·4	3·5	8·9	12·8	16·1	17·7	16·9	13·8	9·4	4·7	8·2
1896—1900	0·5	0·4	1·7	4·5	7·8	11·6	16·4	18·0	17·1	13·9	8·9	4·2	8·8
1851—1900	—0·5	—1·3	0·2	3·6	8·3	12·2	15·9	17·6	16·9	13·6	8·7	3·6	8·2

Feldkirch (7, 1, 9, 9).

	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
1876—1880	—1·3	—2·6	0·8	4·1	8·4	10·9	16·4	17·0	17·8	13·5	8·7	3·1	8·1
1881—1885	—0·6	—2·2	1·9	4·4	8·3	12·4	15·3	18·1	17·0	13·2	7·7	3·5	8·3
1886—1890	—2·6	—3·2	—2·4	2·1	8·0	13·6	16·1	17·5	17·1	13·5	7·0	3·2	7·5
1891—1895	—1·5	—4·9	—1·5	3·7	9·4	12·7	16·1	17·7	17·8	14·5	9·3	3·9	8·1
1896—1900	—0·7	—0·7	1·4	4·5	7·9	11·5	16·4	17·7	17·7	14·2	8·8	3·7	8·5
1851—1900	—1·6	—2·1	0·1	4·0	8·7	12·4	15·9	17·7	17·7	14·1	8·7	3·1	8·2

[1]) Die Zeit rechnet von Mitte Januar, für den 16. Januar gilt das Januarmittel und $x = 0$; soll der 1. Januar als Ausgang dienen, so muß die erste Winkelkomponente um $15^0\ 17'$, die zweite um $30^0\ 34'$ erniedrigt werden; Hann, Meteorl. S. 732.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Differenzen: Bregenz—Feldkirch.

	Dez.	Jan.	März	April	Aug.	Sept.	Jahr
1876—1880	1·1	0·9	—0·2	—0·2	—0·4	—0·4	0·2
1881—1885	1·0	1·0	—0·3	—0·1	—0·5	—0·3	0·1
1886—1890	1·1	1·2	—0·1	0·0	—0·6	—0·2	0·2
1891—1895	1·3	1·0	—0·2	—0·5	—0·9	—0·7	0·1
1896—1900	1·2	1·1	0·0	—0·2	—0·6	—0·3	0·3
1851—1900 (red.)	1·1	0·8	—0·4	—0·4	—0·8	—0·5	0·0

Differenz der Bodenseestationen—Landstationen 8 Jahre,[1])
(mit Ausschluß von Feldkirch und Altstätten.)

Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept	Okt.	Nov.	Jahr
0·8	0·6	0·5	0·5	0·3	0·4	0·3	0·8	0·8	0·7	0·9	0·7	0·6

Feldkirch ist also im Winter kälter als die Entfernung vom Bodensee bedingt und zwar um $(1{\cdot}1 + 0{\cdot}8 - 0{\cdot}8 - 0{\cdot}6) : 2 = 0{\cdot}3^0$; viel mehr jedoch fällt auf, daß der August und September, statt 0·8 und $0{\cdot}7^0$ zurückzustehen gegen die Uferstation, in Feldkirch um 0·8 und $0{\cdot}5^0$ wärmer ist als in Bregenz.[2]) Der Rückstand vom Winter wird im Frühjahre, noch mehr aber im August und September, so kompensiert, daß im 50jährigen Mittel die Jahrestemperaturen vollständig gleich sind.[3])

Anfänglich dachte ich an eine fehlerhafte Aufstellung des Feldkircher Thermometers, zumal die 5 Lustren, 1881—85 ausgenommen, ein auffallend hohes Augustmittel aufweisen; aber ein Vergleich mit andern ähnlich gelegenen Stationen belehrte mich, daß hier kein eng lokaler Einfluß stattgefunden. Es ist eine lokale Beeinflussung im weitern Sinne, die auch das Thermometer angeben soll, welche hier im Rheintale und auch anderswo an eng eingeschlossenen Orten zur Erscheinung kommt. Der ebene Talboden wird durch die intensive Strahlung im Juli stark erhitzt und die steil aufragenden Felswände des Rheintales mehren die Wärme noch durch Reflexion. Diese allgemeine und bekannte Erscheinung bringt die allseitig geschlossene Lage Feldkirchs in verstärktem Maße zum Ausdruck. Die schon bedeutende Juliwärme wird wie in einem Reservoir aufbewahrt und durch neue direkte und reflektierte Strahlung so gesteigert, daß die mittlere Temperatur des Monates August die Julitemperatur erreicht oder sogar übertrifft; es ist das wohl etwas anderes, als das zweite Temperaturmaximum, welches an einigen Augusttagen allgemein auftritt. Zur Beurteilung dieser Erscheinung habe ich die

[1]) Fr. Walter a. a. O. S. 14 u. 22 (Meersburg, Friedrichshafen, Bregenz, Kreuzlingen, Rorschach) — (Diessenhofen, Frauenfeld, Schaffhausen, Winterthur).

[2]) Rorschach—Feldkirch gibt —0·4 im August und 0·1 im September.

[3]) Diese Kompensation der Frühjahrsperiode dürfen wir vielleicht dem in dieser Jahreszeit häufigeren Föhn, die größere Sommerwärme aber der geschlossenen Lage und dem Reflex an Bergwänden zumessen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Juli—August Differenzen in eine Tabelle zusammengestellt und man kann es kaum verkennen, daß die mehr eingeschlossene Lage bei dieser Differenz mitwirkt.

Differenz: Julitemperatur — Augusttemperatur (50jähr. Mittel.)

Feldkirch	0·0°	Stuben	0·4°	Wald	0·6°	Langen	0·7°
Thüringen	0·2	Gargellen	0·4	Bizau	0·6	Tschagguns	0·9
Schwarzenberg	0·3	Klösterle	0·5	Bludenz (Schloß)	0·6	Dornbirn	1.0
		Bludenz (Stadt)	0·5	Gaschurn	0·7		

Säntis—Illtal—Klostertal—Arlberg.

	φ	λ	Höhe m	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Säntis[1])	47° 15′	9° 21′	2487	—8·6	—9·0	—8·6	—7·3	—3·2	0·3	3·4	5·4	5·3	3·2	—0·7	—6·3	—2·2
Wildhaus[2])	47 12	9 20	1100	—1·6	—2·0	—0·7	0·9	5·4	9·1	12·5	14·6	13·8	11·1	6·3	1·4	5·9
Feldkirch[3])	47 14	9 36	458	—1·6	—2·1	0·1	4·0	8·7	12·4	15·9	17·7	17·7	14·1	8·7	3·1	8·2
Bludenz[3])	47 9	9 49	580	—1·2	—1·4	0·6	4·0	8·5	12·4	15·5	17·3	16·7	13·8	9·0	3·1	8·2
Wald[3])	47 8	10 00	992	—2·5	—2·7	—1·3	1·4	5·7	9·5	12·7	14·6	14·0	11·5	7·0	1·8	6·0
Klösterle[3])	47 8	10 2	1062	—2·9	—3·9	—2·8	—0·1	4·4	8·7	12·1	14·3	13·8	11·2	6·5	0·7	5·2
Langen[3])	47 8	10 6	1220	—2·9	—3·2	—2·1	—0·7	3·5	7·3	11·2	13·1	12·4	10·2	5·4	1·0	4·6
Stuben[3])	47 9	10 10	1405	—3·3	—3·9	—3·1	—1·2	2·7	6·8	10·4	12·7	12·3	9·9	5·5	0·0	4·1
St. Christoph[3])	47 8	10 13	1790	—7·9	—8·6	—7·3	—4·5	0·1	4·2	7·7	10·0	9·4	6·6	1·9	—4·7	0·6
St. Anton[3])	47 8	10 15	1280	—4·5	—5·0	—3·2	—0·5	4·0	8·1	11·8	13·8	13·1	10·4	5·4	—0·1	4·4

Bodensee—Arlberg.

Bregenz[3])	47 30	9 45	410	—0·5	—1·3	0·2	3·6	8·3	12·2	15·9	17·6	16·9	13·6	8·7	3·6	8·2
Altstätten[2])	47 23	9 33	459	—0·9	—1·7	0·8	4·0	9·0	12·9	16·3	18·2	17·3	14·4	8·9	3·8	8·6
Dornbirn[3])	47 25	9 45	430	—1·5	—1·9	—0·2	3·7	8·7	12·8	16·9	18·4	17·4	14·2	8·7	2·9	8·3
Sargans[2])	47 2	9 27	520	—0·5	—1·2	1·3	4·4	9·1	12·9	16·0	17·7	16·9	14·5	9·2	4·2	8·7
Marschlins[2])	46 57	9 35	545	—0·9	—1·8	0·6	3·7	8·6	12·2	15·4	17·1	16·2	13·6	8·4	3·7	8·1
Chur[2])	46 51	9 31	590	—0·8	—1·5	0·8	3·8	8·6	12·6	15·8	17·6	16·8	14·1	8·7	3·5	8·3

Bodensee.

Bregenz[3])	47 30	9 45	410	—0·5	—1·3	0·2	3·6	8·3	12·2	15·9	17·6	16·9	13·6	8·7	3·6	8·2
Rorschach[2])	47 29	9 30	455	—0·1	—1·0	1·0	3·8	8·6	12·6	16·3	18·1	17·3	14·8	8·7	4·0	8·6
Meersburg[5])	47 42	9 16	439	0·5	—1·2	0·5	3·7	8·3	12·3	16·2	17·8	17·2	14·1	8·9	3·6	8·5
Friedrichsh.[3])	47 39	9 29	408	—0·4	—2·0	0·4	3·7	8·6	12·7	16·2	18·1	17·6	14·2	9·2	3·4	8·6
Lindau[1])	47 33	9 41	400	—0·4	—1·2	0·4	3·9	8·7	12·7	16·7	18·7	18·2	14·7	9·4	4·2	8·8

Bregenzer Wald.

Egg[4])	47 26	9 46	630	—2·6	—3·6	—1·4	1·8	7·5	9·8	14·2	15·7	15·6	12·5	7·5	2·2	6·5
Schwarzenb.[3])	47 25	9 51	700	—2·5	—3·2	—1·5	1·8	6·4	10·3	14·0	15·9	15·6	12·3	7·1	1·8	6·5
Bizau[3])	47 22	9 55	700	—2·9	—3·3	—1·4	1·9	6·3	10·3	14·0	16·0	15·4	12·3	7·1	1·6	6·5
Schröcken[4])	47 15	10 05	1260	—2·4	—3·7	—2·9	—0·2	4·7	6·6	10·3	12.2	12·7	9·9	5·8	7·5	4·5

Montafon.

Schruns[4])	47 5	9 54	640	—1·9	—2·3	1·3	3·1	9·1	11·6	14·6	15·8	15·8	12·6	7·9	2·5	7·5
Tschagguns[3])	47 5	9 54	640	—2.7	—3.3	—1·0	3·6	8·3	11·6	14·6	16·5	15·9	12·5	7·6	—1·8	7·1
Gaschurn[3])	46 59	10 21	964	—4·3	—4·6	—3·0	—0·1	4·7	8·7	11·6	13·7	13·0	10·7	6·1	0·6	4·8
Gargellen[3])	46 58	27 35	1440	—2.4	—3.3	—2·8	—0·9	3·2	7·1	10·4	12·5	12·1	9·8	5·6	1·3	4·4

Die Temperaturen auf dem Parallelkreis des Illtales und dem Meridian des Rheintales sind entnommen den „Isothermen von Österreich"; für die schweizerischen Stationen verdanke ich der gütigen brieflichen Mitteilung des Herrn Direktors der Zentralanstalt in Zürich, Dr. Robert Billwiller, die angeführten Werte; zu besonderem Danke verpflichten mich noch die angeführten langjährigen Reihen der Beobachtungen des Luft-

[1]) Periode 1851—1880, [2]) Periode 1864—1900, [3]) Periode 1851—1900, [4]) Periode 1897—1901, reduziert auf 1851—1900. [5]) Periode 1896—1900.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

druckes, der Temperatur und der Niederschläge von Altstätten, welche eine etwa gewünschte Reduktion auf die gleiche Periode mit den österreichischen Stationen erleichtern.

Die Tabelle gestattet, von Feldkirch ausgehend, nach den vier Himmelsrichtungen den Verlauf der jährlichen Temperaturkurve zu beurteilen. Wenn Hann als allgemeines Mittel der Temperaturzunahme für 100 m in den Ostalpen ansetzt: 0·61° im Mai und 0·45° im Dezember, so erzielt die Tabelle für Bludenz—St. Christoph 0·66 im Mai und 0·55 im Dezember, für Altstätten-Wildhaus 0·60 im Mai und 0·13 im Dezember. Von Feldkirch nach Bludenz tritt auch die Anomalie der Wärmezunahme mit der Höhe für den Winter auf; Feldkirch hat die Wintertemperatur —1·2, Bludenz —0·7; ebenso ist es im Klostertale, Klösterle —3·2, Langen —2·7. Im Westen hat Wildhaus in 1100 m Seehöhe dieselbe Wintertemperatur —1·2, wie Feldkirch; Trogen in 876 m Höhe hat —0·9°. Woher hat denn Feldkirch eine Wintertemperatur, die einer Erhebung um 600 m am Alpsteine entspricht?

«Es entwickeln sich im Winter während des heiteren, windstillen Wetters, welches die Barometermaximen begleitet, über der ganzen Oberfläche des Alpenlandes Systeme langsam abfließender kalter Luftströmungen. Die Richtung und Stärke derselben folgt den Unebenheiten des Bodens und gleich Wasserläufen haben sie das Bestreben, sich in den Schluchten und Tälern zu vereinigen und gegen die Haupttäler zu konvergieren, in welchen sie dann wie Flüsse in ihren Betten sich weiter abwärts bewegen. Da die derart von allen Abhängen abfließende Luft durch andere ersetzt werden muß, so erhalten die Berggipfel und Abhänge dafür Luft aus größeren Höhen, welche an sich wärmer ist, als die am Boden erkaltete Luft und sich zudem beim Herabsinken erwärmt. Denn es ist ein allgemein giltiges Gesetz, daß Luft, die von einem niedrigeren zu einem höheren Luftdruck ohne äußere Abkühlung herabsinkt, sich erwärmt (wie dies künstlich im pneumatischen Feuerzeug in auffallender Weise geschieht). So kommt es, daß zuweilen längere Zeit auf Berghöhen mitten im Winter eine auffallende Wärme herrscht, während die Täler starken Frost haben. Gleichzeitig damit bedeckt meistens eine mehrere hundert Meter dicke Nebelschichte Täler wie Niederungen, ein Effekt der starken Erkaltung der untersten Luftschichten, dagegen ist die Luft auf den Abhängen und Berggipfeln sehr trocken... Die Jahreszeit, welche zur Entwicklung dieser Erscheinung die günstigste ist, ist die der längsten Nächte, also vornehmlich November, Dezember und die erste Hälfte des Januar. Da gleichzeitig die Sommerwärme abnimmt, wird das Klima gemäßigter mit der zunehmenden Höhe.» [1]) Das Letztere zeigt die folgende Tabelle; auch im Rheintale, wenn man Dornbirn (Jan. —1·9) und Sargans (Jan. —1·2) vergleicht, erkennt man ähnliche Verhältnisse.

		Januar	Juli	Differenz
Feldkirch	457 m	—2·1	17·7	19·8
Bludenz	578 m	—1·4	17·3	18·7
Wald	992 m	—2·7	14·6	17·3
Klösterle	1062 m	—3·9	14·3	18·2

Mit der geschilderten Wärmezunahme mit der Höhe an Anhängen und Kuppen hängt es zusammen, daß in den Alpen so viele Gehöfte und Dörfer nicht auf dem in

[1]) Hann, Klimat. I 256; Interess. Beob. von R. v. Kerner in der Met. Z. 1876.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vielen Beziehungen viel bequemern ebenem Terrain der Talsohlen, sondern auf den Gehängen, oft ziemlich weit von den zugehörigen Wiesen und Feldern der ebenen Talsohle, erbaut sind. «Wer jemals im Spätherbste in einer jener windstillen und heitern Perioden bei solchen an steilem Bergabhange ragenden Gehöften geweilt hat und zu einer Zeit, wenn unten im Tale der gefrorene Boden schon von Reif und das entblätterte Zweigwerk der Bäume von Duftansatz starrt und alle Vegetationstätigkeit längst erloschen ist, dort oben die sommerlichen milden Lüfte geatmet, die grünen Grasplätze noch mit herbstlichen Blüten geschmückt und die Schafe noch im Freien weiden gesehen hat, der wird es begreiflich finden, daß die ersten Erbauer in jenen Höhen ansiedelten, die sich durch ihre günstigen Temperaturverhältnisse im Spätherbste und Winter erfahrungsmäßig auszeichnen» (Kerner).

So sehen wir auch im Spätherbste und selbst im Frühwinter gar oft Beamte und Lehrer an einem freien Nachmittage, wenn Feldkirch und das ganze Tal mit kaltem Nebel hoch zugedeckt ist, zum Alpenstock greifen und die sonnigen Berghalden aufsuchen. Die Wärme, der heitere Sonnenschein, die leichtere und trockene Luft und das Leben, welches die Natur in den Höhen noch in Bewegung zeigt, zieht sie, wie jene ersten Siedler, mächtig bergauf zu den nächsten Matten und Felsgesimsen. Wer diese Unterschiede einmal erfahren und, aus dem naßkalten Nebelmeer aufgetaucht, in der wohltuenden warmen Bergluft leicht aufatmend das nasse Gewoge unter sich gesehen, scheut künftig nicht die Mühe des Steigens. Er begreift auch, was gesagt wird in den „Siedlungsarten in den Hochalpen“: „Die Ansiedlungen in den Alpen meiden die Talböden und kalten Seeufer, suchen dagegen Schuttkegel (Frastanz, Nenzing) und Terrassen (Gurtisdorf, Planken, Fraxern, Viktorsberg), offenbar um die Winter- und Nachtkälte der Talböden, deren Nebel und Feuchtigkeit zu vermeiden.“[1]) Wie förderlich dieser gute Abfluß der kalten Luft ist, wissen die Obstzüchter; diese Luftdrainage läßt auf Viktorsberg, Thüringen etc. die Obstbäume noch gut fortkommen.

Die kalte Luft des Illtales rieselt durch die obere Klamm nach Feldkirch hinein; die Stella matutina erfährt das an erster Stelle und hat deßhalb die neue Illbrücke gedeckt gebaut; der Blasenberg und Ardetzenberg verhindert den Abfluß der zugeströmten Kälte und so finden wir in der Tabelle Feldkirch mit der Januartemperatur — 2·1, Dezember — 1·6, weit kälter als andere Talstationen gleicher Höhe (Bludenz, Altstätten); Dornbirn ist fast gleich winterkalt wie Feldkirch.

Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe im Gebirge ist für die Klimatologie von grundlegender Bedeutung; für die österreichischen Alpenländer hat Hann, nicht wie Hirsch[2]) für die Schweiz und Wild[3]) für Rußland durch Division der synchronen Temperaturen der einzelnen Stationspaare durch ihre Höhendifferenz, sondern durch Gruppierung und

[1]) Forschungen zur deutschen Volkskunde B. II H. 6. Stuttgart.
[2]) Die Temperaturabnahme mit der Höhe in der Schweiz. Schw. M. Beob. Bd. VI.
[3]) Die Temperaturverh. des russ. Reiches. Rep. f. Met. Supplb. I. Petersburg 1881.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vereinfachende Voraussetzung („dass die Wärmeänderung mit der Höhe in allen Niveaus die gleiche ist; es ist dies aber die einzig praktisch verwertbare Annahme, die zugleich hinlänglich mit der Beobachtung übereinstimmt") den Proportionalitätsfaktor ermittelt. Für das Rheintal kamen 19 Stationen in 6 Höhenstufen in Betracht:

1. Feldkirch, Altstätten, Dornbirn; 2. Marschlins, Ragatz, Sargans, Bludenz, Tschagguns; 3. Elm, Trogen, Klösterle, Wildhaus; 4. Langen, Klosters, Gäbris; 5. Davos, Stuben; 6. Rigi, St. Christoph, Säntis.

Aus den Beobachtungen wurden 19 Gleichungen von der Form $t_h = a + b_h$ sowohl für die Jahrestemperatur als die Monatmittel gebildet und nach der Methode der kleinsten Quadrate die Größen a und b bestimmt.

Gruppe Unteres Rheintal.[1])

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Größe a	0·95	0·86	2·93	6·46	11·93	15·63	19·41	21·09	20·47	17·26	11·90	5·18	11·17
„ b	0·379	0·394	0·467	0·570	0·623	0·622	0·638	0·620	0·601	0·561	0·501	0·463	0·537

Unteres Rheintal (19 Stationen, davon 8 im Ill- und Klostertale).

Höhe	450 m	570 m	1000 m	1230 m	1480 m	1790 m	2470 m
Breite	47·3°	47·0	47·2	47·2	47·0	47·1	47·2
Länge	9·70	9·5	9·5	9·8	10·0	9·3	9·3

Rechnung—Beobachtung.

Winter	0·7	0·0	—0·5	—0·9	0·1	0·4	0·1
Frühjahr	0·3	—0·4	0·1	—0·2	—0·1	0·5	—0·2
Sommer	0·3	0·2	0·0	—0·3	—0·7	0·2	0·1
Herbst	0·4	0·0	0·0	—0·4	—0·5	0·4	0·1

Also gleich die erste Stufe von 450 m, der Feldkirch, Altstätten, Dornbirn angehören, zeigt eine um 0·7° unternormale Wintertemperatur; die mittlern Höhen sind zu warm in Winter.

Um ein Beispiel zu haben, berechnet man das Januarmittel von Feldkirch nach der ersten Tabelle zu $0·86 - 0·394 \cdot 4·6 = -0·97°$; die zweite Tabelle zeigt, daß hier diese Höhenstufe die Rechnung um 0·7° zu hoch, das normale Januarmittel also $-0·97 - 0·7 = -1·67°$ ist. Daher ist die wirkliche Januartemperatur von —2·1° um 0·43° unternormal, in Bezug auf das Januarmittel gleichhoher, normalkalter Talstationen.

Andere Ausnahmen, gegen die normale Berechnung, zeigt das Prätigau, dessen oberste Stufe ein warmes Talbecken (Davos-Platz) ist, gegen das Klostertal, das mit dem Paß St. Christoph am Arlberg abschließt; im Klostertale ist die Abnahme nur im Juni annormal, nämlich viel kleiner (0·56 statt 0·64) als im Gebiete des unteren Rheintales überhaupt. Die abnorme Winterkälte dagegen des Davoser Beckens, da Marschlins und

[1]) Hann, Die Temperaturverhältnisse der österr. Alpenländer. S. 71. Sitz. Ber. B. 92. Abt. II; die Größen a, das sind die Temperaturen im Meeresniveau, sind nur Rechnungsgrößen und Ausgangspunkte zur Ableitung der Temperaturen in den tatsächlichen Niveaus.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sargans milde Winter haben, bringt das höchst Seltsame einer raschen Abnahme des Dezembermittels mit der Höhe. Hann hat für die beiden Täler diese Resultate durch folgende Gleichungen dargestellt:

	Klostertal (Bludenz—Tschagguns, Klösterle—Langen, Stuben, St. Christoph.)	Prätigau. (Marschlins—Ragatz, Klosters, Davos.)
im Dez.	0·51—0·368 h	2·5 — 0·524 h
im Juni	18·26—0·564 h	18·42—0·490 h
im Jahr	10·06—0·521 h	11·52—0·547 h

Ein anderes Mittel zum Temperaturvergleiche ist die Sinusreihe. Zu einigen aus den von Hann für die Periode 1850—1880 gebildeten Reihen habe ich für die gleiche Periode auch die folgende Sinusreihe von Feldkirch berechnet und angefügt.

$$t = 8{\cdot}0 + 10{\cdot}08 \sin (269^0\ 5' + x) + \sin 0{\cdot}85 \sin (328^0\ 10' + 2x).$$

Eine Gruppierung nach der ersten Winkelkonstanten scheidet vorab die Gipfelstationen von den anderen; einige wenige Stationen mögen hier folgen:

	A_1	A_2	a_1	a_2
Bozen	271°26′	330°43′	11·26	1·04
Innsbruck	269 41	319 8	10·89	1·15
Feldkirch	269 5	328 10	10·08	0·85
Altstätten	278 40	336 28	9·97	0·90
Säntis	261 28	180 28	7·65	0·58

Der Unterschied der ersten Winkelkonstanten von 270° zeigt ungefähr den Eintritt der Extreme vor und nach dem 15. Januar und 15. Juni, der numerische Koeffizient die Jahresschwankung; eine genaue Berechnung, auch des zweiten (event. dritten) Gliedes bestimmt den Eintritt der Extreme und Media, die Schnelligkeit der Wärmezunahme und Abnahme etc.

Pflanzenphänologie und Wärmebilanz des Bodensees. Das Gedeihen der Pflanze ist ganz wesentlich bedingt durch die Andauer von Temperaturen oberhalb gewisser Schwellenwerte; im eigentlichen Weinlande von Niederösterreich[1]) verbleibt die Temperatur wenigstens 14 Tage über 20°, in Südtirol länger als 3 Monate. Walter verglich, nach fünfjährigen Mitteln der Angaben der K. Württembergischen Meteorologischen Berichte, das durch den See (Strahlung) im Frühjahr und Sommer wärmere Friedrichshafen mit dem fast gleich hoch und geschützt gelegenen Ravensburg in Bezug auf Beginn und Anzeichen des Erwachens und Einschlafens der Natur im Früh- und Spätjahre. In diesen Erscheinungen (früheres Blühen der Veilchen, Schwärmen der Bienen etc.) erkennt man den

[1]) Trabert, Isoth. v. Österr. Tafel der Juliisothermen. Die Isotherme von 21° ist rot, die von 20½° rot punktiert, die von 20 u. 19 schon blau ausgezogen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

günstigen Einfluß des Bodensees.[1]) Die Uferstation Friedrichshafen ist durch Temperatursteigerung und Pflanzenentwicklung Ravensburg im Frühjahr um mehrere Tage voraus, im Spätjahre dagegen bleibt sie in der Abnahme der Temperatur und in den herbstlichen Erscheinungen der Pflanzenwelt zurück gegen Ravensburg; der Sommer in Friedrichshafen ist somit wärmer und länger. Solche und andere Erscheinungen, wie der größere Zuckergehalt der Seeweine (bei Meersburg), werden durch einen Einblick in die Wärmeabgabe des Bodenseewassers leichter erklärlich.[2])

Bodensee.[3])

Tiefe	0	5	10	15	20	25	30 m	
Juli und Aug.	18°	16·4°	14·7°	14·0°	8·6°	6·2°	5·2°	mittl. Temperatur
Oktober	13·8	11·8	11·6	9·5	8·5	7·0	6·1	„
Jan. und Febr.	3·6	3·5	3·5	3·6	3·6	3·6	3·6	„

1 m² liefert, zunächst bis Oktober, aus der Schicht bis zu 15 m Tiefe $[(18 + 16{\cdot}4 + 14{\cdot}7 + 14{\cdot}0) - (13{\cdot}8 + 11{\cdot}8 + 11{\cdot}6 + 9{\cdot}5)]\ \frac{3{\cdot}5{\cdot}1000}{4} = 61\,500$ Kalorien; dann von Oktober bis Februar $[(46{\cdot}7 - 14{\cdot}2) : 4].\ 15\,000 = 121\,500$, endlich den Beitrag aus der Schicht von 15 bis 30 m mit $(11{\cdot}4 + 5 + 2{\cdot}6 + 1{\cdot}6)\ \frac{15\,000}{4} = 77\,250$; in allem 260 250 Kalorien. Bedenkt man die hohe spezifische Wärme des Wassers (3 bis 20mal so hoch als die der Metalle und 3000mal so groß als die der Luft) so wird man, auch ohne die Kenntnis des Wärmeverbrauchs für Verdunstung und andere Vorgänge, die von Walter ermittelten Temperaturerhöhungen begreiflich finden; im Jahresmittel ist die Erhöhung der Uferluft-Temperatur durch das Seewasser 0·4°, im Januar 0·8, im August und September 0·65. Der Herbst ist am Seeufer um 0·5° wärmer als im Hinterlande; im März und April nimmt der See Wärme auf. Der Genfer See wirkt noch stärker auf die Luft am Ufer.[4])

Für Bregenz und Feldkirch habe ich die Sinusreihe der Lufttemperatur berechnet für die Periode 1851—1900, was folgende Zusammenstellung mit dem Genfer See ermöglicht.

---

[1]) Fr. Walter a. a. O. S. 31.

[2]) Forel, Handbuch der Seenkunde 1901. S. 131. „Aus passend über das Jahr verteilten Serien von thermometrischen Lotungen — sagt Forel — lassen sich Anhaltspunkte des thermischen Einflusses auf seine Umgebung machen. Durch Interpolation bestimmt man die Temperatur des Wassers von 10 zu 10 m Tiefe . . . Da eine vertikale Wassersäule von 1 cm² Querschnitt und 10 m Höhe 1 Liter Wasser enthält, so stellt die Summe jener Temperaturzahlen die Anzahl von Kalorien dar, die eine Säule des Seewassers von 1 cm² Querschnitt über eine Anfangstemperatur von 0° aufgespeichert enthält. Die Differenz zwischen den aus zwei zeitlich aufeinander folgenden Lotungen sich ergebenden Wärmesummen gibt in Kalorien den Wärmegewinn oder Wärmeverlust an, den die Wassermasse durch 1 cm² ihrer Oberfläche erfahren hat".

[3]) Bodenseeforschungen Lindau 1893; für den Genfersee, Forel Le Léman 1895.

[4]) Walter a. a. O. S. 30. Hann, Meteorol. S. 87, Klimat. I. S. 131.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Atlantischer Ozean	(35°—40° n. B.)	17·55 + 3·46 sin (233·2 + x) + 0·53 sin (27·0 + 2 x)
Genfer See	(46·5° n. B.)	11·98 + 7·66 sin (249·4 + x) + 0·99 sin (75·4 + 2 x)
Lufttemperatur		9·57 + 9·23 sin (267·6 + x) + 0·65 sin (0·9 + 2 x)
Bodensee	(47·5° n. B.)	10·07 + 8·13 sin (249·7 + x) + 1·21 sin (83·2 + 2 x)
Lufttemp. Bregenz	(1851—1900)	8·2 + 9·50 sin (267·2 + x) + 0·48 sin(335·5 + 2 x)
Lufttemp. Feldkirch	(1851—1900)	8·2 + 9·80 sin (269·4 + x) + 0·98 sin(333·9 + 2 x)
Insolation	(40° n. B.)	8·11 sin (296·5 + x) + 0·32 sin(312·5 + 2 x)

Pelagische Temperatur.[1])

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Genfer See	7·0	6·0	5·2	5·8	8·2	12·5	17·4	20·0	**20·1**	17·5	14·0	10·0	12·0
Bodensee	5·0	3·7	3·0	3·6	5·3	11·2	16·0	18·3	**19·1**	15·7	11·7	8·2	10·1

Fluß-Temperatur.[2]) Periode 1896—1900.

Rhein bei Höchst	4·5	4·4	4·5	5·8	7·8	9·3	11·4	13·1	**13·9**	12·0	9·4	6·8	8·6
Ill bei Nüziders	2·8	2·7	3·1	3·9	5·2	6·3	7·7	9·2	**9·5**	8·7	7·0	4·8	5·9

Zieht man allein das erste Glied in Betracht, so ist die Verspätung der Extreme gegen die Insolation 296 — 249 = 47 Tage für das oberflächliche Wasser beider Seen; für die Uferluft 29 Tage; für die Luft des Hinterlandes 27 Tage: die oberflächliche Wasserschicht hat einen ganz andern Temperaturgang als die angrenzende Luft. Der Genfer See hat 2·5° mehr im Jahresmittel als die Ufer, der Bodensee nur 1·9; die Differenzen für See und Ufer sind am Genfer See im Januar 5°, April —1°, Juli —0·8, Oktober 3·6; für den Bodensee im Januar 4·9, April 0, Juli —0·4, Oktober 5·1.

Die folgende Tabelle der pflanzenphänologischen Beobachtungen ist für den Parallel des Illtales und Meridian des Rheintales aus „Dr. A. Hoffmann, Resultate der wichtigsten pflanzenphänologischen Beobachtungen in Europa, Gießen 1885“ zusammengestellt. Die kleineren Ziffern bedeuten die Anzahl der Beobachtungsjahre und ermöglichen ein Urteil über die Sicherheit der angegebenen Zeiten. Das gewonnene Mittel gilt als sicher für die erste Blüte von Prunus avium bei 9jähriger Beobachtung, bei Pirus malus nach 12 Jahren; für das wahre Mittel einer Phase (Ap. R. n. G.) sind wenigstens 5 Jahre Beobachtung notwendig. „Die Vergleichung mit den Aprilblüten von Gießen (Aprilblüten-Reduktion) als Repräsentanten des Frühlings hat den Zweck, einstweilen eine vorläufige Verwendung der gewonnenen Daten für vergleichende Klimatologie zu machen. Es handelt sich um folgende erste Blüten: Betula alba, Prun. av., Prun. ceras., Prun. Pad., Prun. spin., Pir. co., Pir. Mal., Rib. aur. und Rib. rubr.“ Die Ausdehnung der Tabelle und die beigefügten geographischen Koordinaten erleichtern weitere Vergleiche.

[1]) Hann, Meteorl. S. 89; Forel-Zeppelin, Temperaturverhältnisse des Bodensees S. 8.
[2]) Jahrb. d. k. k. Hyd. Bureaus, 1900.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

I. Rheintallinie (9—10° E. L.).

	Ulm	Ravensburg	Friedrichshafen	Bregenz	Altstätten	Feldkirch	Chur	Klosters	Riva
N. B.	48° 23′	47° 47′	47° 38′	47° 30′	47° 23′	47° 14′	46° 51′	46° 52′	45° 53′
E. L.	10° —	9° 35′	9° 30′	9° 45′	9° 33′	9° 36′	9° 31′	9° 52′	10° 50′
Seeh.	478	444	410	403	459	460	590	1207	89
Aesc. b.				8 V_9		13 V_2	25 IV_3		16 IV_7
„ BO.		30 IV_3	17 IV_{10}				15 V_2		
Pr. av.	25 IV_{11}	8 V_4	23 IV_{23}	13 IV_7	13 IV_{11}	15 IV_2	10 IV_1	12 V_2	30 III_6
Pr. Pad.				16 V_3		6 V_2			20 IV_8
Pr. spin.	2 V_3	9 V_4	23 IV_9	13 IV_8	17 IV_{12}	14 IV_2			22 III_{10}
Pir. co.	1 V_{12}	19 IV_4	1 V_{18}	18 IV_3	18 IV_{10}	9 V_2	27 IV_1		5 IV_8
Pir. Mal.	6 V_{10}	19 V_4	6 V_{15}	28 IV_6	27 IV_{10}	3 V_2			11 IV_9
Rib. r. b.				24 IV_4		15 IV_2			5 IV_9
Rib. r. f.				12 VI_1	8 VI_2	13 VI_2			7 VI_9
Samb. b.	31 V_6	22 VI_4	11 VI_6	31 V_3		2 VI_2			8 V_9
Samb. f.						25 VIII_2			30 VII_9
Ap. R. n. G.	—9	—13	+6	+2	+3	+1	+2	—31	+15

II. Illtallinie (47—48° Br.).

	Basel	Schaffhausen	St. Gallen	Zürich	Feldkirch	Bludenz	Innsbruck	Salzburg	Wien
N. B.	47° 33′	47° 40′	47° 26′	47° 22′	47° 14′	47° 09′	47° 16′	47° 48′	48° 15′
E. L.	7° 35′	7° 40′	8° 24′	8° 33′	9° 36′	9° 49′	11° 24′	13° 03′	16° 21′
Seeh.	278	397	660	470	460	580	600	430	190
Aesc. b.				3 V_2	13 V_2	8 V_{10}	1 V_{14}	3 V_{19}	30 IV_{23}
„ BO.	9 IV_2	24 IV_3		18 IV_8			7 IV_4	13 IV_9	10 IV_7
Pr. av.	12 IV_{21}	10 IV_3	11 IV_5	21 IV_{43}	15 IV_2	3 IV_2	19 IV_{12}	18 IV_{19}	17 IV_{31}
Pr. Pad.					6 V_2	26 IV_2	28 IV_{13}	24 IV_{19}	22 IV_{24}
Pr. spin.		12 IV_1	13 IV_4		14 IV_2	13 IV_{13}	18 IV_9	24 IV_8	20 IV_{22}
Pir. co.		25 IV_3	9 IV_5	26 IV_{26}	9 V_2	15 IV_{13}	20 IV_{14}	22 IV_{17}	21 IV_{22}
Pir. Mal.	21 IV_{11}	30 V_3		5 V_{27}	3 V_2	25 IV_{12}	25 IV_{12}	1 V_{20}	2 V_{13}
Rib. r. b.			17 IV_3		15 IV_2	16 IV_{13}	27 IV_9	18 IV_{13}	18 IV_{12}
Rib. r. f.					13 VI_2	30 VI_4	27 VI_4	19 VI_8	6 VI_6
Samb. b.				2 VI_2	2 VI_2	20 V_{11}	23 V_{12}	30 V_{32}	21 V_{19}
Samb. f.					25 VIII_2	10 IX_9	23 VIII_2	13 VIII_{23}	2 VIII_{10}
Ap. R. n. G.	+6½	0	+6	—4	+1	+2	—1	—1	0

Aesc. BO.: Aesculus hyppocastanum, weißblüh. Roßkastanie, erste Blattoberfl. sichtb., 10 IV.
Aesc. b.: „ „ „ „ erste Blüte offen, 7 V.
Pr. av.: Prunus avium, Süßkirsche . . . . . „ „ „ 18 IV.
Pr. Pad.: „ Padus, Trauben oder Ahlkirsche . „ „ „ 23 IV.
Pr. spin.: „ spinosa, Schlehe . . . . . „ „ „ 19 IV.
Pir. co.: Pirus communis, Birnbaum . . . . . „ „ „ 23 IV.
Pir. Mal.: „ Malus, Apfelbaum . . . . . „ „ „ 28 IV.
Rib. r. b.: Ribes rubrum, gem. Johannisbeere . . . „ „ „ 13 IV.
Rib. r. f.: „ „ „ „ erste Frucht reif (definitiv gefärbt), 20 VI.
Samb. b.: Sambucus nigra offic. Hollunder, Flieder, erste Blüte offen, 28 V.
Samb. f.: „ „ „ „ „ erste Frucht reif, (tiefschwarz und erweichend) 11 VIII.

Ap. R. n. G.: Reduktion auf die Aprilblüten von Gießen in Tagen; nach Norden verspäten diese Frühlingsblüten, nach Osten in der Breite (50°) von Gießen verspäten sich Frühlingsblüten und Belaubung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

„Die Phänologie hat, wie jeder Zweig der Naturwissenschaft, ihr Hauptinteresse in sich selbst; dann aber kommen ihre Resultate der Klimatologie zu Gute, in zweiter Linie der Biologie der Pflanzen. Die Folge von Mißgriffen in der sachkundigen Auswahl der Spezies unter Hunderten und die Bestimmung der wirklich geeigneten Phasen ist, wie die betreffende Literatur zeigt, eine unendliche Vergeudung von Arbeit gewesen, eine Ueberfülle von abgedruckten Ziffern ohne Wert . . . . Es handelt sich im Wesentlichen um die Einführung eines neuen Instrumentes in die Klimatologie, nämlich der Pflanze; in ihren Phasen spricht sich der Gesamteffekt der biologisch verwertbaren Wärmezufuhr aus; die Pflanze ist sozusagen ein lebendiges Registrierthermometer".[1])

In der Meteorologischen Zeitschrift (1900 S. 378—381) spricht Ihne „über die Abhängigkeit des Frühlingseintrittes von der geographischen Breite in Deutschland". Der Eintritt des Frühlings verzögert sich in Deutschland um 4·2 Tage für jeden höhern Breitegrad. Es ist die Sonne, welche den botanischen Frühlingsanfang für jeden Ort festsetzt; ihr Fortschreiten, dem nördlichen Himmelspole zu, erweckt nach und nach in nördlicheren Gegenden die Pflanzenwelt zu neuem Leben.[2]) Nun braucht die Sonne vom 21. Dezember bis 21. Juni 182 Tage, um dem Nordpole 2.23·5 = 47° näher zu kommen. Das macht 3·9 Tage für einen Grad.

Darum spricht der von Ihne aus zahlreichen phänologischen Beobachtungen gezogene Zahlenwert 4·2 Tage mehr an, als die 3 Tage bei Fritsch und 2·7 bei Wimmenauer.

Nehmen wir im Rheintale die Entfernung Chur-Bregenz, das ist 0·65 Grad, welche von der Sonne in 2·6 Tagen durchmessen werden, und vergleichen damit den Temperaturfortschritt etwa vom 15. März an. Die Differenz der Märzmittel der beiden Stationen, 3·8—3·6 = 0·2 wird ausgeglichen in Bregenz in 0·2 : [(8·3—3·6) : 30] = 1·3 Tagen. Das wären an dieser Stelle 2 Tage Frühlingsverspätung auf 1 Grad. Die pflanzenphänologische Beobachtung für die erste Blüte von Prunus avium ergeben: Chur 10. April, Bregenz 13. April.

Die gewiß problematische Interpolation gewinnt durch die Kolonne der Aprilreduktionen doch einige Berechtigung: Friedrichshafen hat früheren Frühlingseintritt als die etwas südlichere Lage gegen Ulm und Ravensburg fordert; Bregenz ist der Föhnstation Feldkirch um einen Tag voraus und hat mit dem föhnreichen Bludenz und Altstätten gleichzeitig Frühlingsanfang.

---

[1]) Hoffmann a. a. O. Einleitung.

[2]) Referat in d. Met. Z. 1902. S. 237.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

V. Niederschlag und Wasserführung.

Die Uebergänge des Nebels und der Wolken zum Regen können in ihren Einzelheiten leicht beobachtet werden. „Wir treffen Nebel, welche nicht nässen, in denen die Wasserteilchen wahrscheinlich ganz besonders klein sind; dann beobachten wir nässende Nebel, ferner das sogenannte «Nebelreisen» (il bruine), wenn die aus dem Nebel fallenden feinen Wassertröpfchen sichtbar werden und die abgesetzte Wassermenge merklich wird; wir können auch zuweilen innerhalb des Nebels (der Wolke) wirkliche, wenngleich feine Regentropfen fallen sehen. Endlich geschieht es, daß aus dem über uns befindlichen Nebel oder der Wolke Wassertropfen mehr oder minder dicht herabfallen, das ist der gewöhnliche Regen. Auf Bergen kann man zuweilen die letzten drei Stadien zugleich beobachten: oben Nebelreisen, etwas tiefer unterhalb, aber noch inmitten des Nebels, feinen Regen, tiefer unten, unterhalb der Wolkenschicht, kräftigen Regen bis zum großtropfigen Platzregen am Fuße des Berges. Die Vergrößerung der Regentropfen gegen die Erdoberfläche hin kommt hier direkt zur Beobachtung".[1]) Man beobachtet auch leichten Regen ohne vorhergegangene Wolkenbildung [in Montpellier zwei bis dreimal jährlich (serein)] und auch die plötzliche Umwandlung des Luftraumes bis zur Erde hin in Schneegestöber; letzteres im Vorfrühjahr bei böigem Wetter mit wechselndem Sonnenschein, wenn stärkerer NW einsetzt.

Die Entstehung und Herkunft des Regens ist weniger erklärt. Sind es elektrische Spannungen, welche die Auslösung schwerer, dunkler Wolkenmassen hinhalten, bedarf es zur Einleitung der Kondensation einer einseitigen Abkühlung der Wolke durch Strahlung (Reynolds), wie kommt der Wasserdampf auch bei Abwesenheit von Staubpartikelchen zur Kondensation (Wilson, Paulsen), welchen Anteil an der Regenbildung hat die Reibung der Luftschichten an den Küsten (Woeikof) und die Verlangsamung der Luftströmung durch Querschnitterweiterung (Köppen)? Diese und viele andere Fragen harren noch der allseitig befriedigenden Lösung. Wie viel der fallende Regentropfen sich durch die Kondensation an seiner kälteren Oberfläche vergrößern kann, läßt sich berechnen unter Anrechnung der durch die Kondensation frei werdenden Wärme; auch bestimmen, wann der fallende Tropfen, bevor er zur Erde gelangt, wieder zur Verdunstung kommt (Regenstreifen, welche die Erde nicht erreichen). Die Größe der Regentropfen ist durch Wiesners Versuche recht genau festgestellt; das Gewicht von 0·2 gr ist ein Maximum, größere Tropfen zerreißen schon bei 22 cm Fallhöhe zu solchen von etwa 3·6 mm Halbmesser.[2]) Der Regen wäscht die Luft aus und enthält daher oftmals mannigfaltige Beimengungen; ständige Beimengungen des Regenwassers sind Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure.

Die Bestimmung der Regenmengen durch zweckmäßig verteilte und richtig aufgestellte Regenmesser lassen eine genaue Bestimmung der Nieder-

[1]) Hann, Meteorol. S. 297.

[2]) Hann, Meteorol. S. 301; Met. Z. 1884; Sitz.-Ber. d. W. Ak. Bd. 34, E. Rohrer über Regentropfen und Schneeflocken.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schlagmenge der einzelnen Orte und eine angenäherte[1]) Berechnung der Regenmengen eines Fluß- oder Stromgebietes zu. Größere Schwierigkeiten bietet die Bestimmung der Abflußmengen und damit der Differenz dieser beiden Größen (der sogenannten Perdita der italienischen Hydrotechniker).[2]) Es läßt sich dann weiter diese Differenz wohl nicht, wie es schon geschehen, als Verdunstungsmenge ansetzen. Zunächst bieten ja die Verdunstungsmessungen gar keine Kontrolle für diese Differenz, da durch diese Beobachtungen nur die Evaporationskraft eines Klimas ungefähr eruiert wird; die wirkliche Verdunstung wird wesentlich abhängig von mehreren anderen Faktoren, dem Wasservorrate, den Retentionsvermögen der einzelnen Unterlagen u. s. f. Wie viel Wasser als Grundwasserstrom unterseeisch dem Meere zugeführt wird, die Menge des zur Hydratisierung der Gesteine verbrauchten Wassers[3]), das chemisch gebundene in anorganischen oder organischen Stoffen dauernd festgehaltene Wasser, das alles entzieht sich der Rechnung. Brückner glaubt, daß zwei Drittel des fallenden Regens kontinentalen Ursprunges sei; indirekt ist allerdings der Ozean auch für diese Dampfmassen Urquell; er liefert eine gewisse Wassermenge, die sich über dem Lande mehrfach umsetzt, dort rascher, hier langsamer, und so im Regenfall mehrfach in Erscheinung tritt. Ein Wasserteilchen, das durch die Atmosphäre vom Ozean zum Lande kam, fällt hier durchschnittlich dreimal als Niederschlag nieder, ehe es wieder in den Schoß des Ozeans zurückkehrt.[4]) Hann urteilt,

[1]) Bei Strichregen trifft die Annahme der gleichmäßigen Verteilung des Regens nicht zu. Man sehe z. B. das Jahrbuch 1900 des k. k. Hydrogr. Bureaus. Der Januar bringt für Bregenz, Bildstein, Dornbirn und Götzis (alle Orte unterhalb der Koblacher Enge) 227, 221, 213, 206 mm Regen, dagegen für die Stationen des vordern Walgaus Feldkirch, Meiningen nur 114, 122 mm. Bis wohin soll man das Mittel der ersten Zahlen anwenden, an welcher Stelle beginnen die nicht halb so großen Werte der anderen Stationen? Das Rheintal hatte vom Bodensee bis Koblach (Mittel aus 10 Stationen beider Ufer) im Januar 1900 210 mm Niederschlag, der vordere Walgau (Mittel aus 3 Stationen) nur 122 mm; selbst die Jahressummen für 1900 sind dort übernormal, hier unternormal; Mäder und Götzis (nur 2 km) haben am 10. Januar 4·5 und 74·5, am 22. Januar 27·1 und 27·3 mm Niederschlag.

[2]) E. Brückner, Über die Herkunft des Regens. VII. intern. Geogr. Kongr. Berlin 1899. Geogr. Jahrb. 1900. S. 90. Met. Z. 1887 S. 63.

[3]) Soyka (Die Schwankungen des Grundwassers. P. G. Abh. 1888) kommt, nach Delesse, unter Einrechnung des Druckes, bei Annahme einer 18·5 km dicken Erdrinde von 2·5 spez. Gew. mit 5% Imbibitionswasser auf $\frac{4}{3}\pi(6370^3-6351{\cdot}5^3)\,2{\cdot}5.0{\cdot}05 = 1279.10^6\,km^3$, während Krümmel das gesamte Wasser der Erdoberfläche auf $1284.10^6\,km^3$ angibt. — Stehen diese ungeheuren Massen ober- und unterirdischen Wassers merklich nur durch die relativ kleinen Beträge von dem durch Wolkenbildung und Wasserhäufung zirkulierenden Wassers in Kommunikation, sind die unterseeischen Quellen wirklich unbedeutend, darf man ein Einsickern des Grundwassers (P. Schreiber) gegen das unbekannte Erdinnere mit Sicherheit abweisen?

[4]) E. Brückner. G. Z. S. 96.; Supan die Vert. d. Niederschläge. P. M. Erg. Heft 124.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gestützt auf die Daten der Regenmengen in Westsibirien, „wenn man zwei Drittel der Niederschlagsmengen der Wasserdampfzufuhr zuschreibt, so scheint uns dies eher eine niedrige Schätzung“[1]); Günther erhofft mehr Licht für diesen Komplex von Fragen durch tiefere Einsicht in den Prozeß des Fließens.[2])

Für das hier in Betracht kommende Gebiet sind keine Beobachtungen, so viel ich erfahren konnte, gemacht über Verdunstungen und erst wenige Messungen der Abflußmengen.[3]) Die in den Jahrbüchern des k. k. hydrographischen Bureaus und durch die ‚Graphischen Darstellungen der schweizerischen hydrometrischen Beobachtungen‘, sowie in den Meteorologischen Jahrbüchern veröffentlichten Beobachtungen habe ich kurz zusammengestellt; eine Reduktion auf dieselbe Periode glaubte ich bei der beträchtlichen Variation der jährlichen und monatlichen Regenmengen nicht vornehmen zu dürfen.

Wasserführungen.

Jahr	1897	1898	1899	1900	1901	1897—1901	
I. Ill, Einzugsareal 1288·8 km².							
	2·177	2·169	2·039	1·947	2·095	2·091	km³ (jährl.)
	1690	1683	1582	1511	1626	1618	mm mittl. Niederschlag.
II. Rhein, von den Quellen bis zum Bodensee. Einzugsareal 6350·8 km².							
	8·709	**9·867**	7·954	8·450	9·637	8·923	km³ (jährl.)
	1372	**1554**	1252	1331	1517	1405	mm mittl. Niederschlag.
III. Sonstige österr. Zuflüsse des Bodensees (inkl. Laiblach).							
	2 744	2·259	2·666	2·384	2·301	2·531	km³ (jährl.)
	1958	1806	1883	1683	1624	1791	mm mittl. Niederschlag.

Der Rhein zeigt einen größeren Wechsel des Niederschlages wie die Ill; das Jahr 1899 hat im gesamten Rheingebiet nur 1252 mm, das ist 300 mm weniger Niederschlag als 1898 und 1901, das Illgebiet hat gleichzeitig nur 100 mm Niederschlagsdifferenzen. In der letzten Tabelle (III) kommt das Regengebiet des Bregenzerwaldes in Betracht — die Regenkammer des Vorlandes — mit Niederschlagsmengen von durchschnittlich 1800 mm; einzelne Orte wie Ebnit, Schwarzenberg, Bizau kommen in manchen Jahren auf 2400 mm und mehr Niederschlag.

---

[1]) Hann. Meteorol. S. 356.

[2]) Günther, Geophysik II. 823; es wird aufmerksam gemacht auf „Boussinesq, Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes a grand section.“ 1897.

[3]) Drei vollständige Konsumtionsmessungen bei Lustenau (am 14. IV. 1893, 2. V. 1893, 13. VII. 1896 durch die k. k. Rheinbauleitung in Bregenz) mit dem hydrometr. Flügel ergaben als sekundliche Abflußmenge des Rhein: $Q = (-98{\cdot}704 + 207{\cdot}184\ h - 0{\cdot}004\ h^2)\ m^3$ bei Pegelständen von $h < 4{\cdot}2$ m.

Jahr 1885:	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Abflußhöhe mm	45	41	59	92	158	196	177	142	88	84	69	62	1215
Niederschlag mm	47	189	114	100	198	245	142	141	34	145	180	40	1554
Abflußfaktor	2·65	0·22	0·52	0·92	0·80	0·81	1·25	1·00	2·59	0·58	0·38	1·26	0·78

Januar und September, übernormal warm, führten die untere Schneeschmelze und den Firn; August, der wärmste Monat, Gletscherwasser; der Februar speicherte viel Niederschlag auf.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Niederschlagmenge in mm.

1. Bodenseestationen.

	Höhe m	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Bregenz[1])	412	95	65	72	96	106	143	199	192	174	149	117	94	1501
Rorschach[2])	455	65	47	52	62	91	104	144	154	139	131	100	59	1148
Arbon[3])	409	59	52	47	63	104	84	110	84	118	92	70	42	926
Romanshorn[3])	400	57	50	46	63	101	84	125	79	125	91	70	44	935
Altnau[2])	458	56	54	47	62	104	79	111	81	110	82	66	47	899
Kreuzlingen[2])	425	64	51	52	69	81	100	126	119	123	98	94	69	1046
Mainau[4])	415	29	38	38	48	69	80	90	90	109	87	73	40	790
Meersburg[4])	435	29	36	34	45	75	83	97	100	117	94	75	40	825
Friedrichsha-	408	81	34	54	74	82	109	164	143	149	152	115	67	1223
Lindau[6]) [fen[5])	400	70	53	61	69	93	108	158	169	149	141	87	65	1223

2. Schweizerische Rheintalstationen. 37jähr. P. 1864—1900.[7])

	Seehöhe m	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Chur	610	49	45	46	51	58	66	81	110	114	82	79	55	836
Marschlins	545	80	52	58	80	71	75	101	119	119	94	96	88	1043
Sargans	507	76	57	68	79	89	111	143	177	161	130	117	72	1280
Sevelen	455	62	35	44	50	75	92	142	173	159	139	98	51	1119
Wildhaus	1100	90	70	102	97	100	127	200	209	193	156	114	67	1525
Hag	441	73	55	64	63	89	105	146	188	186	133	89	58	1249
Altstätten	470	78	57	65	78	101	118	163	165	154	124	108	79	1292
S. Margarethen	406	76	57	64	68	93	120	169	161	149	130	97	63	1247
Heiden	797	84	60	72	89	121	137	178	190	176	173	129	71	1480

3. Österreichische Rheintalstationen. Normalmittel.[8])

	Seehöhe	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Feldkirch	459	61	44	60	65	84	96	138	166	158	123	88	54	1137
Ebnit	1015	112	113	124	156	180	221	304	313	247	248	161	94	2273
Schwarzenbg.	700	145	103	144	164	152	229	277	286	219	222	155	103	2199
Dornbirn	428	88	65	62	117	110	117	166	172	181	114	123	94	1409
Bregenz	412	95	65	72	96	106	143	199	192	174	149	117	94	1501

4. Österreichische Rheintalstationen. Periode 1897—1901.[9])

	Seehöhe	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Feldkirch	459	63	55	85	79	116	126	125	150	151	128	62	41	1195
Meiningen	427	58	66	86	66	116	118	115	155	159	141	68	37	1185
Götzis	426	67	81	95	75	110	137	134	159	153	149	69	48	1277
Dornbirn	428	71	87	114	91	151	158	177	170	180	187	97	60	1543
Bildstein	654	68	91	122	95	153	161	198	186	185	204	96	56	1613
Bregenz	412	81	100	132	101	137	135	174	153	160	172	96	56	1497

5. Quotienten der Niederschläge.[10])

	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Bildstein : Bregenz	0·94	0·89	0·92	0·98	1·12	1·16	1·17	1·18	1·17	1·13	1·04	0·96	1·08
Dornbirn : „	0·90	0·92	0·70	0·94	1·07	1·12	1·08	1·09	1·11	1·08	1·04	1·00	1·03
Götzis : „	0·83	0·79	0·75	0·75	0·83	0·90	0·90	0·94	0·90	0·84	0·79	0·81	0·85
Meiningen : „	0·68	0·67	0·65	0·70	0·81	0·81	0·80	0·92	0·94	0·84	0·73	0·68	0·79
Feldkirch : „	0·68	0·68	0·68	0·77	0·86	0·86	0·84	0·90	0·90	0·77	0·70	0·72	0·80

Für Bludenz, Klösterle, Langen, Stuben, St. Christoph . . . mit den jährlichen Niederschlagmengen 1191, 1513, 1833, 1849, 1894 . . . hat Hann (M. Z. 1885 S. 142) die jährlichen Perioden in Prozentzahlen nach Bludenz ausgedrückt.

---

[1]) Nach Hann, 1851—1880. [2]) Nach Billwiller, auf 1864—1900 red. [3]) 1895—1901, Annalen d. Schw. M. Z. A. [4]) 15jähr. Mittel 1888—1897+1896—1901, Hydrog. d. Großh. Baden u. ‚Ergebnisse d. M. B.‘ 1900. [5]) F. Walter a. a. O. S. 49. Periode 1881—1889.

[6]) 28jähr. P. 1879—1903; gütige briefl. Mitteilung des Herrn Dr. Erk, Direktor d. k. b. M. Zentralanstalt in München.

[7]) Herr Dr. Robert Billwiller, Direktor der Zentralanstalt in Zürich, hat auf Anfrage vorstehende Monat- und Jahresmittel in großer Güte mir brieflich mitgeteilt.

[8]) Nach den Jahrbüchern 1897—1900 des k. k. Hydrogr. Bureaus; Jahrb. 1901 bringt für Bregenz etwas abgeänderte Normalmittel.

[9]) Nach den Jahrb. d. k. k. H. B. berechnet.

[10]) Die Quotienten der Nachbarmonate sind mit halbem Gew. zur Ausgl. einberechn.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese Tabellen bedürfen keiner Erläuterung; unter den Bodenseestationen charakterisiert Bregenz den kondensierenden Einfluß des Pfänders auf feuchte Westwinde; unter den Schweizer Rheintalstationen haben die höhern Orte Wildhaus und Heiden entsprechend reichern Niederschlag, Chur fällt auf mit dem sehr niedrigen Jahresmittel von 90 cm. Nimmt man die „Carte pluviometrique de la Suisse, 1864—1900" zur Hand, so findet man ein Oval mit weniger als 90 cm jährlichem Regen, eine Wirkung des Regenschutzes des westlichen Gebirges und der Durchbrechung des östlichen Zuges durch die Plessur. Die gleiche Erscheinung wiederholt sich in abgeschwächtem Maße bei Marschlins an der Mündung der Landquart und bei Feldkirch an der Illmündung. Das westliche Gebirge hat die Regenwinde jenseits schon entwässert und der übrige Wasserdampfanteil kommt an den östlichen Durchbrechungen, da die Luft fast ohne Erhebung ungehindert in die Seitentäler eindringen kann, zu keiner beträchtlichen Kondensation. Die österreichische Isohyetenkarte[1]) von 1898 zeigt ein Oval mit Niederschlag unter 120 cm wohl ausgebildet; es umfaßt das ebene Liechtenstein ziemlich ganz und den vorderen Walgau. Die Isohyeten ziehen überhaupt, Höhenlinien fast gleich, den Wasserführungen parallel an den beidseitigen Gebirgszügen entlang, um bei den Einmündungen der Zuflüsse in die Quertäler einzubiegen.

Die beiden Kurven (Tafel im Anh.) auf den quer zum Rheinlauf geführten Linien: Ebnat-Säntis-Salez-Rhein-Feldkirch-Hochgerach-Blons-Schröcken und weiter unten Teufen-Schwäbrig-Altstätten-Rhein-Mäder-Hohenems-Ebnit-Schwarzenberg-Bizau stellen das rasche Ansteigen der Regenmenge an der Westseite der beidseitigen Gebirgszüge und den Abfall auf der Ostseite recht gut dar.

Die Häufigkeit der Niederschläge in der Periode 1897—1901.

Anzahl der Tage mit Niederschläge.

	Unter 1 mm		Von 1—9·9		Von 10—19·9		Über 20 mm		Summe	
	Sch.	Reg	S.	R.	S.	R.	S.	R.	Sch.	Reg.
Chur (3)	**2**	**27**	18	74	6	15	1	7	22	95
Sargans	5	26	18	86	6	20	1	13	25	119
Sevelen (2)	12	25	21	75	2	15	1	14	24	104
Hag (1)	7	17	46	64	11	11	3	10	60	85
Feldkirch	4	17	21	71	4	21	1	13	26	105
Meiningen	7	16	9	71	2	23	2	14	13	108
Mäder (3)	5	25	17	74	3	21	2	14	22	109
Götzis	5	15	23	81	3	24	1	12	17	117
Hohenems	3	13	19	82	4	27	1	15	24	124
Altstätten(3)	9	37	24	76	4	23	1	12	30	111
S. Margare-	7	14	19	67	2	16	—	12	21	95
Ebnit[then(1)	2	4	32	50	14	22	**12**	**28**	58	100
Dornbirn	1	3	22	71	4	23	1	20	27	114
Bildstein	4	14	20	69	5	23	3	21	28	113
Bregenz (4)	8	32	20	75	6	25	3	16	28	116

Die eingeklammerten Zahlen deuten auf eine geringere Anzahl von Beobachtungsjahren innerhalb der Periode 1897—1901; die Niederschläge unter 1 mm sind nicht eingerechnet weder in der Menge noch in die Häufigkeit. Ebnit hat die höchste Anzahl (158) mit Niederschlag über 1 mm, darunter 12 Schnee- und 28 Regentage mit mehr als 20 mm Niederschlagsmenge; Hohenems, so nahe an die Felsen gerückt, hat 24 Schnee- und 124 Regentage.

---

[1]) Jahrbuch d. k. k. Hydrogr. Bureaus; die Normalisohyeten des Rheingebietes werden in Kürze erwartet, weshalb ich hier von einer weiteren Zusammenstellung Abstand nehme.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Hänge der Nordalpen zwingen den feuchten W und NW zum Aufsteigen, Abkühlen und Abgeben des Feuchtigkeitgehaltes; die Häufigkeit dieser Windrichtung bedingt eine erstaunliche Häufigkeit und Ergiebigkeit der Niederschläge. Die westlichsten Teile in den nördlichen Alpen entnehmen bei dieser Entwässerung den größeren Anteil[1]); den ersten Anprall erfährt der Säntis und rheinabwärts der Bregenzerwald. Diese nordsüdlich streichenden Höhenzüge werden hierdurch zu wirksamen Wetterscheiden; je mehr man sich von der Luvseite ihnen nähert, desto größer ist die Regenmenge (Taf. i. Anh.). Das gilt auch noch im Gebirgssysteme selbst, wie Hann mehrfach für den Arlberg nachgewiesen hat.[2]) Auf der Leeseite nimmt auch hier der Niederschlag schnell ab; St. Christoph (1790 m) hat 1894 mm, St. Anton (1280 m) und nur 4 km entfernt hat 1188, Landeck (800 m) und 27 km entfernt nur 608 mm. Die Orte, welche im Regenschatten liegen, zeigen hierbei auch eine große Veränderlichkeit der jährlichen und monatlichen Niederschlagmenge,[3]) wie es die folgende Tabelle für Altstätten bestätigt.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
1866—1870	116	64	54	102	112	73	120	122	180	109	130	92	1274
1871—1875	53	49	39	67	134	171	180	157	165	99	115	120	1349
1876—1880	84	65	97	114	115	112	206	209	141	121	106	81	1451
1881—1885	96	30	47	48	69	124	147	152	128	159	111	72	1183
1886—1890	55	44	56	70	96	92	184	160	220	130	122	71	1300
1891—1895	107	62	59	60	61	120	178	208	125	138	106	64	1287
1896—1900	61	78	101	99	134	136	131	147	138	140	72	46	1278

Der Wasserdampf kann unmittelbar in den festen Zustand überführt, sublimiert werden. Bei großer Kälte läßt sich dieses erste Stadium des Sublimationsprozesses beobachten, wenn im Sonnenschein das Glitzern und Flimmern des Eisstaubes sichtbar wird. Bei Temperaturen, die wenig vom Gefrierpunkte abweichen, hat die Luft einen größeren Feuchtigkeitsgehalt; die Eiskrystalle werden größer und verflechten sich in leichter Art zu Schneeflocken. Die Bildung und Formation der schönen Schneekrystalle hat Hellmann[4]) im genauen Anschluß an die Beobachtung eingehend beschrieben und hierdurch gezeigt, daß früher den Zeichnungen, einer gewünschten Symmetrie wegen, mehrfach Einzelheiten eingefügt wurden.

Woeikof hat in 36 Thesen den „Einfluß einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter" (Penck. G. Abh. III.) und E. Brückner den „Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen" (Z. d. D. u. Österr. Alpenvereins 1893) behandelt. Die folgende Tabelle zeigt die Höhe und Andauer der Schneedecken für einige Tal- und Höhenstationen im Rheingebiete.

---

[1]) Umlauft, Österr. Ung. Monarchie. Wien 1897, S. 545; Supan, Österr. Ung. Wien 1889. S. 59.

[2]) Zuletzt M. Z. 1885. S. 142; siehe auch Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig 1884 S. 142.

[3]) Kremser, Über die Veränderlichkeit der Niederschläge. D. Met. Z. 1884.

[4]) Schneekrystalle. Beobacht. und Studien v. Dr. G. Hellmann, mit 8 Tafeln in Heliogravüre u. Lichtdruck nach den mikrophotogr. Aufnahmen von Dr. R. Neuhaus. Berlin 1893; Met. Z. 1894.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schnee.

		Erster Schnee	Schneedecken höher als 2 cm, Dauer über 2 Tage	Maximum cm	Maximum Tag	Letzter Schnee
Langen 1217 m	1897—1898	19 VIII	26 XI—26 IV	228	14 II	3 VI
	1898—1899	11 X	13—16 X, 27 XI—7 V	132	4 II	5 V
	1899—1900	12 XI	5 XII—3 V	168	9 IV	25 V
	1900—1901	14 X	26 XI—22 IV	135	6 III	19 VI
Schruns 654 m	1897—1898	19 IX	10 XI—10 XII, 3 II—31 III	100	19 II	12 V
	1898—1899	11 X	30 XI—10 XII, 16 XII—12 II	40	5 I	9 IV
	1899—1900	2 XII	8—30 XII, 5 I—16 II	33	13 I	26 IV
	1900—1901	10 XI	27 I—27 III	40	18 II	—
Sibratsgfäll 900 m	1897—1898	19 IX	25—30 XI, 5—15 XII, 3 II—20 III, 27 III—4 IV, 8—9 IV	140	15-16 II	—
	1898—1899	11 X	1—10 XII, 16—17 XII, 20 XII—11 II, 27—29 III, 10—13 IV	50	4—5 I	6 V
	1899—1900	2 XII	15—26 XII, 6 I—14 IV	65	13 I	26 IV
	1900—1901	15 X	11—14 XI, 8—14 XII, 2—7 I, 12 I—18 III, 22 III—1 IV, 17—19 IV	66	18 II	9 V
Ebnit 1075 m	1897—1898	28 VII	30 XI—16 I, 3 II—18 IV	145	19 II	13 V
	1898—1899	12 X	13—14 X, 27 XI—16 II, 5—9 III, 20—28 III, 9—12 IV	84	26 I	5 IV
	1899—1900	2 XII	7 XII—15 IV	95	12 I	25 IV
	1900—1901	14 X	11—13 XI, 7—14 XII, 29 XII—3 IV, 14—20 IV	74	19 II	18 IV
Bregenz 412 m	1897—1898	19 VIII	5 II—12 III	46	10 II	5 IV
	1898—1899	29 XI	30 XI—6 XII, 21 XII—1 I, 25 I—8 II	37	26 I	9 IV
	1899—1900	20 XI	15—27 XII, 10—17 I, 29 I—7 II, 2—8 III	41	12 I	—
	1900—1901	11 XI	30 I—4 III	41	19 II	18 IV
Götzis 426 m	1897—1898	24 XI	4 II—12 III	55	10 II	5 IV
	1898—1899	29 XI	30 XI—2 XII, 21 XII—1 I, 25 I—7 II	14	1 II	10 IV
	1899—1900	2 XII	15—29 XII, 10—17 I, 29 I—2 II, 2—8 III	35	12 I	26 IV
	1900—1901	11 XI	8—28 II	28	19 II	18 IV
Feldkirch 455 m	1897—1898	7 X	4 II—16 III	65	10 II	12 V
	1898—1899	29 XI	30 XI—9 XII, 21 XII—16 I, 25 I—8 II	24	1 II	8 IV
	1899—1900	2 XII	8—31 XII, 10—22 I, 29 I—5 II, 2—10 III	25	12 I	26 IV
	1900—1901	10 XI	30 I—2 III	27	19 II	18 IV
Nüziders 550 m	1897—1898	20 IX	27—28 XI, 3 II—21 III	84	10 II	—
	1898—1899	29 XI	30 XI—13 XII, 21 XII—3 I, 25 I—8 II	24	1 II	—
	1899—1900	2 XII	8—29 XII, 6 XII—22 I, 29 I—3 II, 3—10 III	32	12 I	—
	1900—1901	10 XI	11—13 XI, 30 I—8 III	27	20 II	—

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VI. Bewölkung und Sonnenschein.

Bewölkung. «Eine Wolke ist nichts Fertiges, sie ist kein Produkt, sondern ein Prozeß, sie besteht nur, indem sie entsteht und vergeht. Niemand wird die weiße Schaumstelle, in einem hellen Gebirgsbache von der Höhe gesehen, für etwas Festes auf dem Boden Liegendes halten. Und ist die Wolke, die den Gipfel des Berges umhüllt, etwas anderes? Der Stein ist der Berg, der Bach die Luft, der Schaum die Wolke». [1]) Gleichwohl ist dieses flüchtige Gebilde ein wichtiges meteorologisches Element, allein schon in seiner Einwirkung auf Insolation und Ausstrahlung[2]). Die Wolke, vom Nebel nicht wesentlich unterschieden, besteht aus Wassertröpfchen von 0·02 mm Durchmesser oder aus feinsten Eiskrystallen. Um diese kleinen Tröpfchen zu tragen, die Wolke schwebend zu erhalten, genügt ein Luftstrom von 1 cm Geschwindigkeit; [3]) das Schweben ist zudem in Wirklichkeit ein verlangsamtes Fallen; bei dauernder oder beschleunigter Kondensation gewinnt der Wassertropfen so an Größe, daß der Auftrieb und Widerstand der aufsteigenden Luft nicht mehr hinreicht denselben schwebend zu erhalten oder beträchtlich im Falle aufzuhalten: es regnet.

Über Bewölkung sind mehrere Abhandlungen, von Wild (1871) für Rußland, von Hellmann (1877) für die iberische Halbinsel, von Renou (1881) für Europa mit Jahresisonephen, von L. Meyer (1882) für Württemberg, von Elfert (1885, 1890 Pet. M. S. 137) für Mitteleuropa und die Karpathen, von Köppen (1887) für den östlichen Teil des nordatlantischen Ozeans u. s. w., verfaßt worden.

Nach Elfert nimmt das Jahresmittel der Bewölkung von der Nordsee aus nach S, SE, S hin allmählich ab (30—40%); Gebirgsketten, in der Streichung den feuchten SW, W und NW Winden ausgesetzt, haben eine

[1]) Dove, Über das Gewitter. Pgg. Ann. B. 13 S. 420. Hann, Met. S. 621.

[2]) Die dichte Wolkenbank hemmt den Fortgang von Luft und Wärme in jeder Richtung. Der heitere Tag empfängt mehr Luft und Wärme durch Insolation und die wolkenlose Nacht strahlt die Bodenwärme reichlicher aus. Die Wärmeschwankung des ganzen Tages wird daher groß bei heiterem Himmel. Menschen und Tiere finden selbst Schutz gegen den Wechsel der Extreme; die Pflanze jedoch, die hierdurch gefährdet ist, zumal im Frühjahre bei ihrem Wiederaufleben, bedarf eines künstlichen Schutzes. Auf der Luvseite der Äcker zündet man gegen Abend Schmokfeuer an aus rauchreichen Stoffen, um durch eine künstliche Wolkendecke die Kulturpflanze gegen den Nachtfrost zuzudecken.

[3]) Nach den von Newton vorgeschlagenen und 1710 und 1719 in der S. Paulskirche zu London ausgeführten Fallversuchen hat man für Wassertropfen und Hagelkörner eine empirische Formel gewonnen: $v = 13{\cdot}44 \sqrt{d : s}$, $v = 12{\cdot}46 \sqrt{d : s}$. Das gibt in der Erdnähe (Luftdichte $s = 1$) für Tropfen von 2 mm $v = 6{\cdot}0$, bei $d = 5$ (Platzregen) $v = 9{\cdot}5$ cm; ein Hagelkorn von 1 cm Durchmesser wird durch eine aufsteigende Luftbewegung von 12·5 m Geschwindigkeit schwebend erhalten, in 3000 m Höhe, wo der Luftdruck etwa 520 mm beträgt, sind hierzu schon $12{\cdot}46 \sqrt{1 : \frac{520}{760}} = 15{\cdot}1$ m erforderlich. Hann, Met. S. 262.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

höhere Bewölkung als die Umgegend; ebenso eingeschlossene Gebiete. In Süddeutschland wird ein Gebiet mit weniger als 60% Bewölkung im Jahresmittel angetroffen, in der ebenen Schweiz zwischen Aare und Rhein anfangend und nach NE sich erstreckend. Jenseits des Rheines entsendet es einen Ausläufer nach E bis Schloß Zeil und nach W bis Villingen. «Das Gebiet mit einer mittleren Bewölkung von 55–60% erstreckt sich in ununterbrochenem Zuge von den Westalpen an den Nordketten der Zentralalpen entlang und teilt sich dann in einen nach NE und einen nach SE gehenden Zweig.[1])

Die Bewölkungskarte zeigt eine Insel mit höherer Bewölkung als 60% über der Ill bei Bludenz und 65% bei Bregenz; die durchschnittliche Bewölkung des Rheintales (18jähriges Mittel) ist etwa 61%.

	Jahre	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Bludenz	18	60	58	58	68	68	61	63	57	61	46	60	71	61
Bregenz	8	79	72	72	66	66	63	57	54	56	56	65	76	65
Feldkirch	20	68	61	59	57	61	61	60	56	54	54	60	67	60
Altstätten	12	68	65	60	62	51	53	56	50	52	41	60	71	57
Chur	5	70	64	69	71	65	67	64	60	58	52	58	68	64
Davos	4	52	40	52	52	51	52	46	47	40	34	46	52	47
Gargellen	6	36	37	47	46	61	54	59	58	49	51	48	42	49

Bludenz hat auffallend heiteren Himmel im September; es wird aber hierin übertroffen von Altstätten, welches überdies von April an eine geringere Bewölkung zeigt; Feldkirch ist am hellsten im August und September. Der Kurort Davos ist begünstigt durch eine geringe Bewölkung und, wie später gezeigt wird, durch reichlichen Sonnenschein; Gargellen kommt Davos fast gleich im Jahresmittel und zeigt im Winter sogar einen viel freiern Himmel als Davos.[2])

Sonnenschein. Der Sonnenschein bedingt alle meteorologischen Elemente. Die Dauer und Intensität der Insolation des Sonnenstrahles wird daher an vielen Stationen unausgesetzt beobachtet. Im allgemeinen fand man eine Zunahme des möglichen jährlichen Sonnenscheines, mit der Breite und Höhe: Pavlofsk (59° 41′) hat 4490 Stunden Sonnenschein, Stuttgart (48° 47′) 4451 Stunden, Säntis (47° 15′) 4475, Pola (44° 52′) 4412 Stunden;[3]) der wirkliche Sonnenschein nimmt von Norden nach Süden rasch zu: Kap Thordsen (Spitzbergen (78° 30′) 1006, Madrid (40° 30′) 2928 Stunden, England etwa 1200 Stunden im Norden und bis 1600 im Süden, Mitteldeutschland und Frankreich von 1500—1700, Österreich bis über 1800, Südfrankreich und Italien von 2000—2500,

[1]) Paul Elfert, Die Bewölkung in Mitteleuropa. P. Mitt. 1890 S. 144.

[2]) Außergewöhnliche Bewölkungswerte haben: Helgoland 80%, Lissa (Semafor) 21, Freudenstadt (Schwarzwald) 75, S. Gertrud im Suldener Tal 33, Splügen Dorf 47, Rom 38% im Jahresmittel.

[3]) Helmut König, Die Dauer des Sonnenscheins in Europa. Nova Acta. Abhandlungen der Leopold.-Karol. Deutschen Akademie. B. 67. n. 3. Halle 1896 S. 326.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Madrid, das ebengenannte europäische Maximum, von über 2900 Stunden; das Küstengebiet hat mehr Sonnenschein als das Binnenland, die Höhen weniger aber gleichmäßiger über das Jahr verteilten Sonnenschein als die Ebene. Die von Helmut König gezeichnete Karte zeigt im Rheingebiete die Isohelie von 1750 Stunden; genauere Werte liefern die Annalen der Schweizer. Meteorologischen Zentralanstalt. Die hochgelegenen Schweizer Stationen haben mehr Sonnenschein als die mittleren Höhen; die Bergstationen haben vormittags, das Mittelland nachmittags den meisten Sonnenschein; die tägliche Periode ist in den letzten Tabellen dargestellt. [1])

Den hohen Einfluß des Sonnenscheins auf Stimmung und Gesundheit beschreibt von Bebber (Hygien. Met. 1895 S. 195): «Heitere Tage wirken auf unsere Stimmung ganz anders wie trübe; heitere sonnige Tage verleihen der Landschaft einen eigentümlichen Reiz, erwecken eine freudige Stimmung, regen zur Arbeit an und erleichtern sie, locken zum Aufenthalte und zur Bewegung in freier, frischer Luft, wodurch die Eßlust befördert wird und üben so einen Einfluß auf unser Wohlbefinden aus. Ganz anders ist die Wirkung auf unsere Stimmung, wenn mehrere Tage der Himmel mit einförmigem Grau bedeckt ist und kein Sonnenstrahl die dichte Wolkendecke durchdringt, dann werden auch wir wie die umgebende Landschaft trübe, verdrießlich, unlustig zur Arbeit. So spiegeln sich unsere Stimmungen gewissermaßen in den launenhaften Vorgängen am Wolkenhimmel unbewußt ab, nach und nach unserem Gemüte den Charakter aufdrückend, der dem ganzen Bezirke in Bezug auf das Klima vorwaltend eigentümlich ist. Ja selbst die Literatur der südlichen, sonnigen Länder erzeugt heitere, phantasiereiche Bilder, während die Sagen der nordischen Völker von Ernst und Düster umwoben sind und freudige Stimmung fast nur im Gegensatze zum Schmerze in die Erscheinung dringt. Das Sonnenlicht hat kräftige chemische Wirkungen, welche auf das Allgemeinbefinden des Menschen von Einfluß sind. Durch Versuche an Tieren ist nachgewiesen worden, daß der tierische Körper bei Licht viel größere Mengen Kohlensäure ausscheidet als im Dunkeln.»

Sonnenscheindauer.

		Säntis	Davos	Haidenhaus	Zürich
N. Breite		47° 15′	46° 48′	47° 39′	47° 23′
E. L. v. Gr.		9° 20′	9° 49′	9° 00′	8° 33′
Seehöhe		2500 m	1557 m	695 m	493 m
Im Jahre	1895	1829 Stund.	1879 Stund.	1816 Stund.	1951 Stund.
	1896	1643	1607	1305	1451
	1897	1760	1777	1342	1469
	1898	1893	1797	1488	1569
	1899	1748	1867	1641	1872
	1900	1425	1569	1357	1598
	1901	1626	1730	1409	1663
Von 1895—1901		1703	1747	1480	1653

Im Mittel haben die niedrigern Stationen 160 Stunden weniger Sonnenschein als die hohen Stationen; Davos, der sonnige Kurort, übertrifft um 45 Stunden Säntis, Haidenhaus verliert durch die Bodenseenebel (62 Tage im Jahre) gegen Zürich (38 Nebeltage) jährlich 170 Stunden Sonnenschein.

[1]) Als Grund des geringern Sonnenscheins auf Bergen in den Nachmittagsstunden der wärmern Jahreshälfte gilt die aufsteigende Luftbewegung und Wolkenbildung am Gipfel (Hann, Meteorl. S. 295.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

		Jahr	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1895—1901
Säntis	Vormittag 7—12 h	Stund.	875	745	812	902	846	677	790	807
2500 m	Nachm. 12—5 h	„	767	747	767	778	687	620	701	724
	Diff. Vorm.—Nachm.		+108	—2	+45	+124	+159	+57	+89	+83
Davos	Vormittag 7—12 h	„	918	737	846	892	888	821	838	849
1557 m	Nachm. 12—5 h	„	854	763	807	804	876	729	771	801
	Diff. Vorm.—Nachm.		+64	—26	+39	+88	+12	+92	+67	+48
Haiden-	Vormittag 7—12 h	„	737	502	519	630	650	551	537	719
haus	Nachm. 12—5 h	„	881	638	656	691	818	651	703	589
695 m	Diff. Vorm.—Nachm.		—144	—136	—137	—61	—168	—100	—166	—130
Zürich	Vormittag 7—12 h	„	682	584	567	655	764	648	653	650
439 m	Nachm. 12—5 h	„	877	676	676	776	857	726	783	767
	Diff. Vorm.—Nachm.		—195	—92	—109	—119	—93	—78	—130	—117

Die Hochstationen haben am Vormittage 65 Stunden mehr, die Mittellandstationen aber 123 Stunden weniger Sonnenschein als am Nachmittage.

Sonnenschein zu den verschiedenen Tageszeiten.

	Jahr	5—6h	6—7h	7—8h	8—9h	9—10h	10—11h	11—12h	12—1h	1—2h	2—3h	3—4h	4—5h	5—6h	6—7h
Säntis	1895	23	80	140	171	182	193	189	183	178	158	140	108	64	32
2500 m	1896	25	52	95	149	167	167	168	174	167	158	141	107	54	20
	1897	38	62	104	165	179	181	183	179	173	167	149	99	54	27
	1898	38	82	146	180	188	194	194	192	180	169	143	94	59	29
	1899	46	80	141	177	181	177	170	167	161	149	139	71	56	31
	1900	1	39	92	132	147	171	165	159	146	132	114	69	44	23
	1901	1	36	102	159	179	180	170	164	159	150	137	91	61	34
1895—1901		24	62	117	156	175	183	177	174	166	155	137	91	56	27
Davos	1895	30	88	131	150	181	216	219	218	210	198	148	80	10	—
1557 m	1896	28	63	97	122	152	182	194	199	194	179	126	64	7	—
	1897	29	73	102	130	179	217	218	213	196	193	134	72	12	—
	1898	23	73	112	141	188	224	227	213	201	186	132	72	—	—
	1899	25	68	110	139	191	220	229	226	213	205	154	78	11	—
	1900	29	74	110	135	171	199	206	191	184	172	118	65	6	—
	1901	23	76	107	135	176	213	208	203	194	185	128	69	16	—
1895—1901		27	74	110	136	177	210	214	209	199	188	134	71	9	—
Haiden-	1895	10	64	105	135	155	165	177	187	190	190	175	139	94	29
haus	1896	14	45	69	94	108	120	121	135	133	138	130	101	59	27
695 m	1897	16	50	66	90	104	128	132	131	145	148	127	105	66	36
	1898	13	52	87	115	133	144	151	150	155	1 8	130	105	71	34
	1899	9	59	91	120	134	146	160	170	181	184	157	126	76	29
	1900	4	54	80	103	109	121	137	139	139	135	124	113	74	24
	1901	5	56	81	95	107	122	132	146	151	150	137	120	81	27
1895—1901		10	54	83	107	121	135	144	151	**156**	**155**	140	116	74	29
Zürich	1895	39	78	118	154	175	183	201	201	195	188	161	132	86	43
439 m	1896	33	55	76	103	124	137	144	153	150	151	130	93	59	36
	1897	39	55	74	96	121	133	144	153	151	145	128	100	70	46
	1898	36	68	97	112	131	151	164	162	161	150	132	109	73	43
	1899	46	74	111	140	158	170	185	188	184	180	169	137	76	44
	1900	40	66	92	114	133	152	158	166	160	158	136	109	69	41
	1901	34	71	92	119	137	148	158	174	178	171	146	114	79	41
1895—1901		38	67	94	120	140	153	165	171	168	163	143	113	73	42

Davos entbehrt die Abendsonne von 6—7 Uhr ganz, von 5—6 zum größten Teil; es hat von 9—3 Uhr mehr Sonnenschein als der Säntis, das Maximum ist für beide Höhenstationen von 11—12 Uhr; Haidenhaus und Zürich haben das Maximum von 12—1 Uhr.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VII. Nebel.

Nebel.[1]) «Nebel ist verdichteter Wasserdampf, der in kleinen, staubartigen Teilchen in der Atmosphäre nahe der Erdoberfläche suspendiert ist und zwar in so großen Massen, daß er die Durchsichtigkeit der Luft wesentlich beeinträchtigt. Nach den Untersuchungen von J. Kiessling und F. Aitken sind die Nebelkörperchen, deren massenhaftes Auftreten in der Luft Nebel bildet, kleine, kompakte, zumeist[2]) ein winziges Staubkörnchen einschließende Wassertröpfchen. Sie schweben oder fallen, doch nur äußerst langsam, weil bei ihrer Kleinheit ihre Oberfläche im Vergleiche zu ihrem Gewichte sehr groß und daher auch die Luftreibung, die sich ihrem Falle widersetzt, sehr bedeutend ist.

Durch diese Definition ist der Begriff des Nebels in ebenen Gebieten vollständig bestimmt. Bei uns dagegen werden als Nebel ganz verschiedene Phänomene bezeichnet:

1. Nebel im Tiefland und in den Tälern, den wir als Talnebel bezeichnen wollen. Er hat eine obere Grenze und läßt die Höhe der Berge frei. 2. Nebel in der Höhe oder Bergnebel, der die Berge einhüllt und auf den Bergen als Nebel empfunden wird, dagegen einem unten im Tal — das in diesem Falle nebelfrei ist — stehenden Beobachter als Wolke erscheint.[3])»

Diese beiden Nebelarten unterscheiden sich nur in der Entstehung, nicht aber in der Wahrnehmung und klimatischen Einwirkung.

---

[1]) Die klimatische Bedeutung des Nebels wird immer mehr anerkannt; 1888 brachte Hugo Meyer für die Periode 1877—1885 aus dem Beobachtungsmaterial von 12 Stationen eine Darstellung der Jahresperiode in der Arbeit «Der Nebel in Deutschland, insbesondere an den deutschen Küsten» (Ann. d. Hydr.- u. marit. Met. Berlin 1888); 1893 folgte Robert H. Scott, Fifteen Years' Fogs in the British Islands 1876—1890 (Quaterly. Journ. of the Royal Meteorological Soc. London 1893): dann kam H. Brewer's Atmospheric Phenomena in the Arctic Regions in their relation to Dust. American Met. Journal v. XII. 1896. Die Nebel der Neufundlandbänke wurden denn auch von G. Schott 1897 in den Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie behandelt. Im Jahre 1899 erschien dann die Abhandlung «Die Nebelverhältnisse der Schweiz» von Dr. G. Streun, aus der wir die für das Rheintal festgestellten Perioden nachstehend entnehmen.

[2]) Wilson zeigte, daß auch staubfreie feuchte Luft zur Kondensation kommen kann (Phil. Trans. Ser. A. 139. London 1897) und Paulsen, daß Wolkenbildung auch durch Nordlicht verursacht werde (M. Z. 1895 S. 161), Köppen, daß Verlangsamung der Luftströmung mit Querschnittzunahme dynamisch (durch Hebung) zu Niederschlägen führt (Segelhandbuch f. d. Ind. Ozean und Met. Z. 1893 S. 393.) Auf Letzteres sucht Wóeikof die Regenzunahme landeinwärts von den Küsten, auch wenn Gebirge fehlen, zurückzuführen (Met. Z. 1894 S. 401).

[3]) Streun a. a. O. S. 2.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Als Nebeltag einer Station gilt jeder Tag, an dem zu irgend einer Zeit die Beobachtungsstation selbst im Nebel lag; das Zeichen ist ≡ oder ≡² bei starkem Nebel. Für den Talnebel bedingt die tägliche Temperaturperiode ein starkes Maximum am Morgen, während Mittag und Abend in den tiefen Lagen nebelarm oder nebelfrei bleiben; die größere Anzahl der Nebel an herbstlichen Nebeltagen sind daher Morgennebel; der Bergnebel verteilt sich gleichmäßiger auf alle Tagesstunden. Als Gebiet des Talnebels wird die nördliche Abdachung des Jura, das Mittelland und die tiefen Alpentäler auf beiden Seiten der Wasserscheide bezeichnet; die Höhenlage von 1000 m (Schwäbrig, Wildhaus) hat sowol Talnebel als Bergnebel. Der Bergnebel der Gipfel, welcher notiert wird, wenn Wolken die Gipfel einhüllen (Säntis), zeigt natürlich die Periode der Bewölkung; er ist häufiger am Nachmittag.

Die jährliche Periode ist durch einige Kurven (Taf. im Anh.) und folgende Tabelle für den unteren Rheinlauf dargestellt.

Nebelhäufigkeit.

Mittlere Anzahl der Tage mit Nebel im Lustrum 1891—1895.

	Altstätten[1])	Schwäbrig[1])	Säntis[1])	Wildhaus[1])	Feldkirch[2])	Sargans[1])	Ragatz[1])	Chur[1])	Reichenau[1])
Dez.	5·8	4·0	16·6	4·6	**6·0**	4·8	**5·4**	**3·4**	1 0
Jan.	4·8	3·0	16·0	4·0	5·9	3·2	4·0	2·4	0·4
Febr.	2·6	3·4	15·4	2·8	3·1	1·4	2·0	1·0	0·0
März	0·0	2·6	18·6	2 0	1·0	0·0	0·0	0·2	0·0
April	0·0	2·0	18·8	3·4	0·3	0·0	0·2	0·0	0·0
Mai	0·2	4·2	24·2	2·8	0·1	0·2	0·0	0·0	0·0
Juni	0·0	3 0	**24·2**	1·8	0·1	0·6	0·0	0·4	0·0
Juli	0·0	2·8	23·8	2·4	0·1	0·4	0·0	0·0	0·0
Aug.	0·0	1·6	20·8	1·2	0·2	0·6	0·0	0·2	0·0
Sept.	0·2	3·8	16 0	2·4	0·8	0·6	0·8	0·0	0·0
Okt.	1 6	5·2	17·8	2·8	3·1	0·6	0 2	0·4	0·0
Nov.	**7·0**	**8·6**	14·0	**6·8**	4·5	**5·4**	4·8	3·4	1·2
Jahr	22·2	44·2	226·2	37·0	25·2	17·8	17·4	11·4	2·6

Reichenau ist fast nebelfrei, die Talstationen am Rhein haben 11 bis 22 Nebeltage im Jahre (Feldkirch überholt sie mit 25 Tagen), die Stationen in der Höhenlage von etwa 1000 m schon 37 bis 42, die Gipfelstation Säntis aber 226 Nebeltage; die Talstationen sind reich an Winternebel mit einem Maximum im November oder Dezember, nebelarm ist das Frühjahr und der Sommer; bei den höher gelegenen Stationen Schwäbrig, Wildhaus und am Säntis ist keine bestimmte Periode ersichtlich.

Die Orte mit etwa 20 jährlichen Nebeltagen bilden eine Linie, die in der Höhe von etwa 500—600 m auf beiden Ufern dem Rheinlaufe

[1]) Streun, Die Nebelverhältnisse der Schweiz, Anh. 6. z. d. Ann. d. Schw. M. Z. Anstalt 1899 S. 36 fg.

[2]) Kiechl, Programm S. 19; 43jähr. Mittel der Nebelhäufigkeit.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

folgt; sie tritt in gleicher Höhenlage in das Illtal und den Taleinschnitt von Wallenstadt ein.

Die Kondensation der Wasserdünste feuchter Luft kann durch Kontakt mit kalten Flächen, durch Mischung von Luftmassen verschiedener Temperatur und dynamisch beim Aufsteigen erfolgen.[1]) Der ersten Ursache entstammen die Bodennebel, der letzten die Bergnebel (Wolken, Bergfahnen). Zur Betätigung der ersten ist ruhige Luft und dauernde Berührung derselben Luftmassen mit dem durch Ausstrahlung erkalteten Boden notwendig; dies stille Wetter wird von der Anticyklone begünstigt.[2]) So ist die Entstehung der Talnebel an anticyklonales, der Bergnebel an cyklonales Wetter gebunden, wie wir sehr regelmäßig im Rhein- und Illtale um uns und über uns beobachten können.

Mit Zugrundelegung der Relation $\Delta b = \Delta B \frac{b}{B}$ (b Barometerstand in Zürich, B auf dem Säntis) fand Streun bei Nebel in Zürich zu große positive Luftdruckabweichungen des Säntis, das ist eine zu warme Luftsäule, bei Nebel auf dem Säntis dagegen zu große negative Abweichungen, das ist eine zu kalte Lufttemperatur.

Im Winter ist bei Talnebel der Luftdruck unten und oben zu hoch, die Temperatur oben beträchtlich zu hoch, unten ein wenig zu niedrig, die Windstärke unten und oben zu klein (anticyklonales Wetter). Bei Höhennebel ist der Luftdruck zu niedrig; die Temperatur unten zu tief, weiter oben sehr tief; die Windstärke oben normal, unten beträchtlich zu groß (cyklonales Wetter). Der Sommer ist zu nebelarm, um Schlüsse ähnlicher Art in Bezug auf den Talnebel zu ziehen; für den Nebel in der Höhe trifft im wesentlichen das zu, was vom Winterhalbjahre gesagt ist. Diese Resultate entsprechen auch durchaus der Cyklonentheorie von Hann[3]) und den Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (3100 m); Nebel in der Höhe und cyklonales Wetter scheinen das ganze Jahr gleichzeitig bedingt.

„Die Gestade des Bodensees haben mittlere Jahrestemperaturen von mehr denn 8°, von fast 9°, sind also im Mittel um 1° wärmer, als die entsprechend hoch (400 m) gelegenen Teile der Donauhochebene, und in fühlbarer Weise macht sich diese höhere Temperatur in der Vegetation der Seeumgebung geltend. Der Weinstock wird hier erfolgreich noch in 450 m Höhe gebaut und als ein wahrer Obsthain liegt das Land da, während im Bereiche der Donauhochebene sich düstere Fichtenwälder, unterbrochen von Hopfengärten ausdehnen".

Was hier Kirchhoff in der Einleitung zur „Länderkunde des Erdteils Europa" S. 144 vom Bodenseeufer sagt, gilt teilweise für das untere

---

[1]) Die Entwicklung typischer Wolkenformen zufolge dieser dreifachen Verursachung ist anschaulich beschrieben durch W. von Bezold (Himmel und Erde VI.).

[2]) Streun, Nebelverhältnisse d. Schw. S. 16.

[3]) Streun, Nebelverhältnisse d. Schw. S. 23.

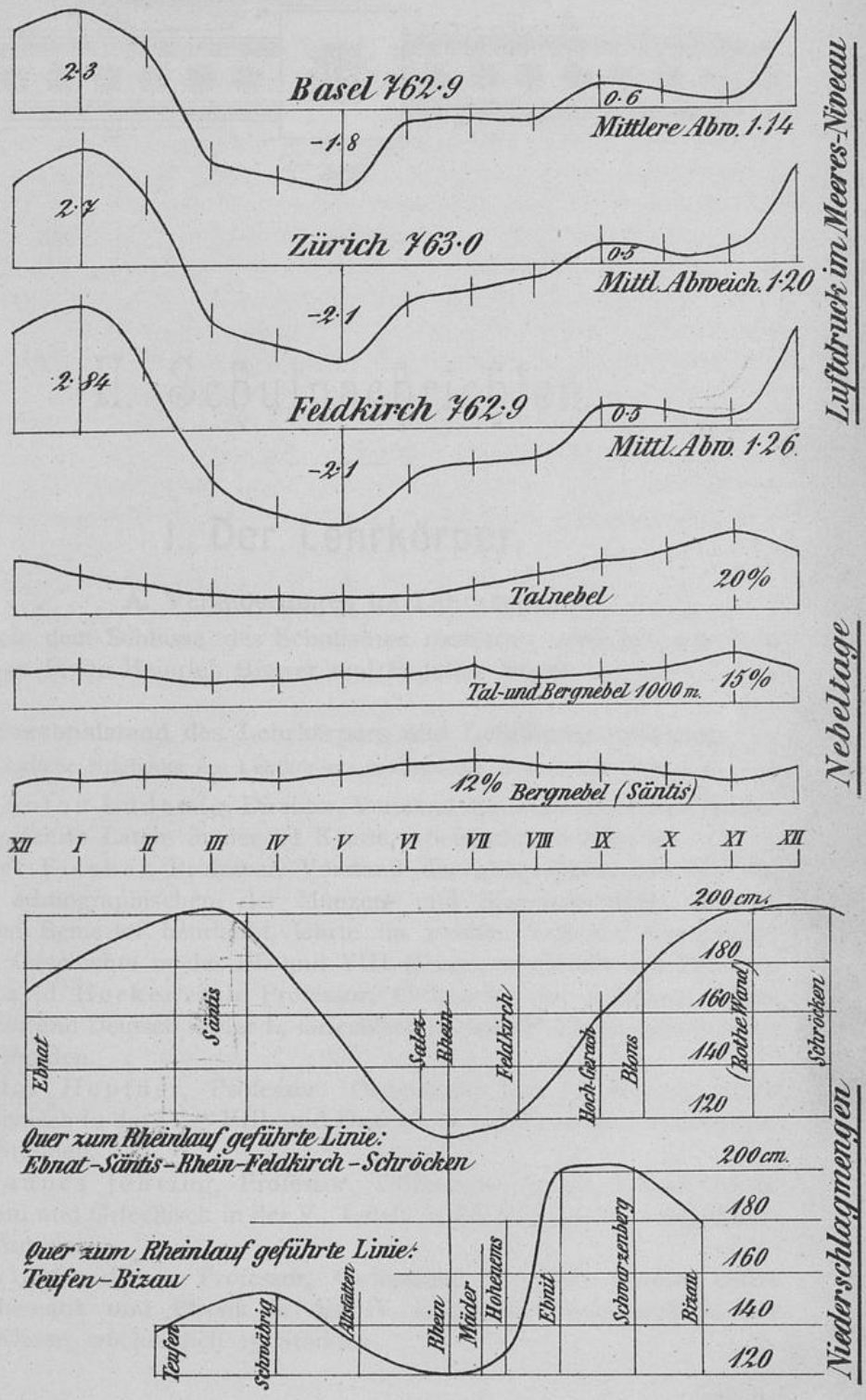
Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Rheintal bis über Chur hinauf. Die Jahrestemperatur bleibt über 8°, selbst noch für Marschlins in 545 m Höhe. Im Bregenzerwald ist die Jahrestemperatur etwa 6·5°; der reiche Niederschlag bedingt aber auch hier große Fruchtbarkeit; das in reizender Landschaft gelegene Bad Schwarzenberg ist vielbesucht, ebenso das anmutige Hittisau an der Bolgenache. Die Kulturen reichen im Vorarlbergischen bis zu 1200 m Höhe. Bartolomäberg in 1125 m Höhe trägt Weizen, Roggen, Hafer, Futterrüben, Kraut, Hanf, Kernobst und Steinobst; Mittelberg (1200 m) Kartoffeln, Hülsenfrüchte, Kürbis; Altenstadt in 650 m Wein; Rieden in 450 m Cichorie (Werkowitsch, D. Land Vorarlberg S. 26). Die Waldisohypse von 1700 m, welche am Genfer See beginnt, zieht von da ins mittlere Rheintal und Illtal; natürlich verschiebt der Untergrund, das Gestein, der Hang und die eingreifende Menschenhand die ideale klimatische Waldgrenze mehrfach; es gibt da Vorposten mancherorts und Nachzügler: bei Davos in 2000 m, Prätigau 1900 m, Churer- und Taminatal 1800 m, Toggenburg 1600 m, Säntis 1560 m (E. Imhof, Über die Waldgrenze in der Schweiz. Ber. i. d. M. Z. 1903. S. 461).

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, den Herren Direktoren der meteorologischen Zentralanstalten für die liebenswürdige Unterstützung durch Literatur und briefliche Mitteilungen verbindlichst zu danken.

Corrigenda: Seite 31, Zeile 28, 1·3 (Febr.) statt 3·7; 3·3 (Nov.) statt 8·3.
» 33, » 21, Bodensee-Rheintal statt Bodensee-Arlberg.
» 33, » 37, 1·5 (Nov. Schröcken) statt 7·5

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Druck O. Bosch, Feldkirch.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf