

DAS
LUFTDRUCK-MAXIMUM VOM NOVEMBER 1889 IN MITTEL-EUROPA,

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER DIE BAROMETER-MAXIMA IM ALLGEMEINEN.

VON

J. HANN.

W. M. K. AKAD.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. APRIL 1890.

Das Barometer-Maximum, das sich vom 12. bis zum 24. November vorigen Jahres mit einer namentlich für den Vorwinter seltenen Beständigkeit und Intensität über Mittel-Europa behauptete, schien mir einer eingehenden Untersuchung werth zu sein. Die meteorologischen Erscheinungen, welche das Auftreten der Barometer-Maxima an der Erdoberfläche selbst begleiten, sind allerdings sehr einfacher Natur und bereits zur Genüge dargestellt worden. Dadurch aber, dass das in Rede stehende Barometer-Maximum mit seinem Centrum gerade über jenen Theil Mittel-Europas sich lagerte, wo wir gegenwärtig eine grössere Anzahl von Gipfel- und Bergstationen bis zu einer Höhe von 3100 *m* hinauf besitzen, bot sich eine ausserordentlich günstige Gelegenheit, auch die meteorologischen Zustände in grösseren Höhen der Atmosphäre im Schosse eines Barometer-Maximums eingehender zu studiren und zu versuchen, die herrschenden Ansichten über die Vorgänge bei der atmosphärischen Circulation zu prüfen, sie zu stützen und zu klären.

Das grosse dauernde Barometer-Maximum des November 1889 wurde eingeleitet am 6. November durch das Auftreten einer Area hohen Luftdruckes über dem atlantischen Ocean an den Küsten von Frankreich und des südlichen England. Vom 7. bis zum 10. November hielt sich der Kern dieses Maximums über dem atlantischen Ocean, und schob einen Keil hohen Luftdruckes, dessen Basis ganz Frankreich bedeckte, nach Mitteleuropa hinein. Am Morgen des 11. November liegt das Centrum hohen Druckes über der Nordsee, am 12. November aber hat sich dieses Centrum nach Mittel-Europa selbst verlagert. Ganz Europa ist in das Gebiet hohen Luftdruckes aufgenommen. Mit einer merkwürdigen Beständigkeit verharrt nun das Centrum hohen Barometerstandes über Mitteleuropa bis zum Morgen des 25. November, also während vollen 13 Tagen. Der niedrige Druck hielt sich immer im äussersten Norden (Nordwesten, Norden und Nordosten) von Europa, es lässt sich aber auch dort während der ganzen Zeit bis über den 60. Breitengrad hinauf kein Sturmcentrum erblicken. Erst am Morgen des 25. November treten individualisirte Barometer-Minima in der Nordsee und an der Westküste Norwegens auf und leiten auch über Mittel-Europa einen Wettersturz ein. Heftige Winde

und Schneefälle treten an die Stelle der trockenen windstillen Witterung, die im Gebiete des Barometer-Maximums früher geherrscht hatte.

Um die meteorologischen Verhältnisse während dieses Barometer-Maximums zu einer klaren übersichtlichen Darstellung zu bringen, habe ich für die 10 Tage vom 14. bis 23. November inclusive mit Hilfe der täglichen telegraphischen Witterungsberichte Mittelwerthe der wichtigsten meteorologischen Elemente gebildet, welche demnach den durchschnittlichen Zustand der Witterung um 7 bis 8^h Morgens für diesen Zeitraum repräsentiren. Bei der seltenen Beständigkeit der Lage des Barometer-Maximums geben diese Mittelwerthe in der That ein ganz zutreffendes Bild der vom 14. bis zum 23. November 1889 herrschenden Witterung.

Auf Grund der Mittelwerthe des Luftdruckes, der Temperatur, der Bewölkung und der Windrichtung und Stärke um 7 bis 8^h Morgens vom 14. bis 23. November 1889 sind die beiden Witterungskarten gezeichnet worden, die dieser Abhandlung beigegeben sind.

Die Karte der Luftdruckvertheilung zeigt, dass damals ganz Mittel-Europa in das Gebiet des hohen Barometerstandes aufgenommen war; das Centrum des Barometer-Maximums aber, 780 *mm* im Meeresniveau, lag über den Ostalpen und über Bayern. Die überall schwachen Winde zeigen deutlich genug das langsame, allseitige Abströmen der Luft an der Erdoberfläche aus dem Centrum des Barometer-Maximums. Die an einigen Orten hervortretenden Unregelmässigkeiten der Windrichtung erklären sich ungezwungen aus localen Einflüssen, die bei im Allgemeinen schwach bewegter Luft am leichtesten zur Geltung kommen. Der Himmel ist (Morgens) über den Niederungen zumeist bedeckt, es herrschen vielfach Nebel, nur im Süden der Alpen ist der Himmel heiter. Niederschläge fehlen.

Die Karte der Temperaturvertheilung zeigt, dass das Gebiet des Barometer-Maximums auch zusammenfällt mit dem Gebiete der niedrigsten Temperatur an der Erdoberfläche. Für eine präcise Darstellung der Wärmevertheilung reichen die telegraphischen Berichte nicht aus, und die Karte zeigt daher nur ein beiläufiges Bild derselben. Da die Temperaturen aus Gründen, die sich aus dem Folgenden leicht ergeben, keine Reduction auf dasselbe Niveau erfahren haben, so kommen die orographischen Einflüsse auf die Temperaturvertheilung auch zur Geltung; denselben ist das zweite Centrum grösster Kälte über der Balkan-Halbinsel zuzuschreiben. Die Gebirgstäler sind während eines winterlichen Barometer-Maximums bekanntlich sehr kalt. Es zeigt sich aber im Allgemeinen deutlich genug, dass die Area eines Barometer-Maximums im Winterhalbjahr auch der Sitz einer Temperaturdepression ist. Turin und Florenz z. B. haben nur 1° Mittelwärme, wie Zürich, Prag, Wien, Szegedin, während Kiew und Petersburg 2° haben; Rom hat 3° wie Berlin, während Warschau, schon im Gebiete niedrigeren Luftdruckes, 4° Mitteltemperatur hatte. Der Verlauf der Isothermen über Mittel-Europa correspondirt fast vollständig mit dem Verlauf der Isobaren.

Die bisherigen Ergebnisse bieten nichts Neues, es sind die bekannten typischen meteorologischen Erscheinungen an der Erdoberfläche im Gebiete eines Barometer-Maximums.

Die atmosphärischen Verhältnisse in grösseren Höhen über der Erdoberfläche kann man aus folgender Tabelle entnehmen, welche für 12 über das Alpengebiet und Südfrankreich vertheilte Bergstationen die Mittelwerthe des Luftdruckes, der Temperatur, der Windrichtung und Stärke, sowie der Bewölkung gleichfalls für 7—8^h Morgens während der 10 Tage vom 14. bis 23. November enthält. Die letzten beiden Columnen rechts enthalten die auf das gleiche Niveau von 2500 *m* reducirten Barometerstände und Temperaturen. Zum erstenmale erscheinen in dieser Tabelle die Luftdruck- und Wärmeverhältnisse grosser Höhen im Gebiete eines Barometer-Maximums in vergleichbarer Darstellung.

Bei schwachen Winden oder gänzlicher Windstille und heiterem Himmel (je höher der Ort, desto heiterer war der Himmel) herrschte in den höheren Luftschichten eine abnorm hohe Temperatur. Die Erscheinung der sogenannten „Temperaturumkehrung“, d. h. einer Wärmezunahme mit der Höhe kam über ganz Mittel-Europa mehr oder weniger zur Beobachtung. Wir werden diese Thatsache später noch genauer untersuchen. Hier mag nur bemerkt werden, dass es im Niveau von 2500 *m* (auf den Berggipfeln) noch immer etwas wärmer war als an der Erdoberfläche, mehr als 2000 *m* tiefer. Als mittlere Temperatur im Centrum des Barometer-Maximums kann an der Erdoberfläche (in circa 400 *m*) —2° Cels., in 2500 *m* ungefähr —1° Cels. angenommen werden,

der Säntis hatte aber sogar $+0^{\circ}5$ in dieser Höhe. In einer Seehöhe von 1400 bis 1800 *m* aber herrschten Temperaturen von 2 bis 4° Cels., und zwar schon um 7^h Morgens, d. i. vor Sonnenaufgang!

Die wichtigste Frage aber, welche unsere kleine Tabelle zu beantworten gestatten soll, ist jene nach der Luftdruckvertheilung im Niveau von 2500 *m*. Bestand auch in dieser Höhe ein Barometer-Maximum über

Witterung vom 14. bis 23. November 1889, 7^h Morgens, an einigen Bergstationen in Frankreich und Mittel-Europa.

O r t	Breite nördlich	Länge östlich	Höhe Meter ¹	B e o b a c h t e t			Reduc. auf 2500 <i>m</i>		
				Luft- druck	Tempe- ratur	Wind	Besöl- kung	Luft- druck	Tempe- ratur
Pic du Midi	42° 57'	0° 8'	2859	546.2	-1.5	So	0.0	571.3	0.3
Puy de Dôme	45 47	2 57	1467	648.5	4.9	S3	0.3	570.8	-0.2
S. Bernhard	45 52	7 11	2476	574.8	-1.5	NE	0.0	573.0	-1.5
S. Gotthard	46 33	8 34	2100	602.3	-1.8	W	0.0	572.6	-3.8
Schneeberg (Tirol)	46 54	11 12	2366	582.0	-0.5	E1	0.0	572.3	-1.2
Säntis	47 15	9 20	2500	572.7	0.5	W	1.1	572.7	0.5
Wendelstein	47 42	12 1	1727	629.6	3.3	SSW	0.0	572.1	-0.5
Schalberg	47 40	13 26	1776	626.1	1.1	W1	2.9	571.9	-2.4
Sonnblick	47 3	12 57	3105	530.5	-4.9	NEE1	0.2	572.0	-1.3
Obir	46 30	14 27	2044	605.6	1.4	N2	0.1	572.2	-0.9
Schneeberg (Niederösterreich)	47 45	15 50	1462	649.8	2.2	WSW	0.2	570.7	-3.0
Schneekoppe	50 44	15 44	1610	637.3	0.0	WNW2	3.0	569.8	-4.4

den centralen und östlichen Alpen? Die Windverhältnisse und die Witterung der hohen Bergstationen sprechen allerdings schon an sich dafür. Die auf das gleiche Niveau von 2500 *m* reducirten Barometerstände bestätigen auch vollkommen diese Annahme. Die Stationen von mehr als 2000 *m* Seehöhe geben für das centrale Alpengebiet einen mittleren Barometerstand von 572.6 *m*; im Westen war der Luftdruck nach den Beobachtungen auf dem Puy de Dôme² und Pic du Midi niedriger, ebenso im Norden (Schneekoppe) und im Osten (Schneeberg Niederösterreich). Leider fehlen auf der Südseite der Alpen Barometerbeobachtungen in grösserer Seehöhe. Die Stationen Monte Cimone und Etna sind leider noch nicht in Thätigkeit, wie mir Herr Director Tacchini auf meine deshalb nach Rom gerichtete Bitte gefälligst mittheilte. Es ist sehr zu bedauern, dass diese Stationen noch immer fehlen, man wäre sonst im Stande die Luftdruckvertheilung über Mittel-Europa im Niveau von 2500 *m* in ihren allgemeinen Zügen hinlänglich genau beurtheilen zu können.

Berechnet man aus den Luftdruck- und Temperaturmitteln (Morgenbeobachtungen vom 14. bis 23. November) von Lesina und Neapel den mittleren Luftdruck in 2500 *m* Seehöhe (unter der wahrscheinlichsten Annahme einer Temperatur-Abnahme von $\frac{1}{2}^{\circ}$ Cels. pro 100 *m*), so erhält man 569.5 *m*, die südlicheren und westlicheren Stationen Malta und Algier geben auf gleiche Weise 572.4 *m* im Niveau von 2500 *m*. Es sprechen demnach auch diese Ergebnisse dafür, dass im Niveau von 2500 *m* gleichfalls ein Centrum höchsten Barometerstandes über den Alpen lag.

Diese Constatirung des Barometer-Maximums im Niveau der Alpengipfel ist sehr wichtig für die Schlüsse welche wir später aus dem Auftreten relativ hoher Wärme in diesem Niveau ziehen werden.

Das grosse Barometer-Maximum vom November 1889 war ferner in der Beziehung sehr bemerkenswerth, dass es zu einer Zeit auftrat, wo die Erdoberfläche, selbst in den Alpenthälern, noch ganz schneefrei war.

¹ Die Seehöhe vom Schneeberg (Tirol), Sonnblick, Schneeberg (Niederösterreich), Obir und Schneekoppe sind aus den Jahres-Mitteln des Luftdruckes mit möglichster Genauigkeit im Anschlusse an sicher bestimmte Höhen hier neu berechnet worden. Der Einfluss der nicht bekannten oder vielleicht etwas fehlerhaft angenommenen Barometercorrectionen ist dadurch eliminirt worden.

² Puy de Dôme wohl zu niedrig; eine Controle der dem Bulletin international entnommenen Stände war nicht möglich, vielleicht wäre eine Correction anzubringen?

Die Temperatur an der Erdoberfläche sank erst unter dem Einflusse des Barometer-Maximums unter die normale hinab, es konnte also nicht der Wärmezustand an dem Orte des Barometer-Maximums sein, welcher eine Prädisposition für dasselbe lieferte, wie man dies bei den Barometer-Maximis des Winters zuweilen mit mehr oder weniger Grund annimmt. Vor dem Eintritt des Barometer-Maximums herrschte eine Temperatur, welche die normale erheblich überschritt, erst am 11. und 12. als das Centrum hohen Luftdruckes sich über Mittel-Enropa verlagerte, sank dieselbe unter den Mittelwerth hinab.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit an den hochgelegenen Stationen. Man findet die Resultate derselben im Mittel der fünf Tage. (19. bis 23. November), an welchen der Barometerstand am höchsten war, in der nachfolgenden Tabelle für einige ausgewählte Stationen verschiedener Seehöhe zugleich mit Angabe der anderen meteorologischen Elemente für die einzelnen Beobachtungstermine zusammengestellt.

Mittelwerthe für 5 Tage vom 19. bis 23. November 1889.

Ort	Höhe	Luftdruck 7 ^h a	Temperatur				Mittel	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchteit			Wind		Bewölkung Mittel
			7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel			7 ^h	2 ^h	9 ^h	Richtung	Stärke	
Pic du Midi	2859	546.7	-1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	S	0.6	0.0
Puy de Dôme	1467	649.2	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	S	3.6	0.6
Clermont	388	—	-3.8	—	—	—	—	—	—	—	—	SW	0.0	6.0
St. Bernhard	2470	575.9	-0.6	4.2	0.3	1.3	—	—	—	—	—	NE	1.0	0.0
Martigny	500	734.2	-4.6	7.5	-2.3	1.2	—	—	—	—	—	—	0.0	0.0
Genf	408	741.6	0.2	2.2	0.4	0.9	4.4	90	83	92	E-S	1.0	10.0	
Chaumont	1130	677.5	4.5	13.3	9.3	9.0	3.2	48	31	35	W	0.0	0.0	
Gäbris	1253	669.1	7.5	9.7	7.7	8.2	—	sehr trocken	—	—	N-E	0.0	0.0	
Rigikuhm	1790	625.0	4.4	6.9	4.9	5.4	3.0	49	40	43	Var.	1.1	0.5	
Säntis	2500	573.8	2.3	3.5	3.8	2.5	1.9	39	34	29	„	1.6	0.3	
Glarus	470	735.7	-4.7	-0.1	3.2	-2.3	4.0	97	89	98	W	0.0	5.3	
Chur	610	722.8	-1.5	2.8	0.3	0.3	—	—	—	—	SE-SW	0.1	0.0	
Gargellen	1440	—	2.8	10.0	3.7	5.5	2.7	47	32	44	S	1.0	0.0	
Gaschurn	950	—	-3.1	6.8	-0.5	0.5	—	—	—	—	N	0.3	0.0	
Wendelstein	1727	630.8	5.0	7.2	5.9	6.0	1.2	15	21	15	Var.	1.5	0.3	
Peissenberg	994	689.2	4.2	5.3	4.7	4.5	2.7	43	49	44	Var.	2.5	1.2	
München	529	730.5	-3.0	-0.3	-2.1	-1.6	3.9	97	92	100	NE	2.4	8.0	
Schneeberg (Tirol)	2366	582.7	1.8	3.8	-0.5	1.5	3.4	81	61	63	ENE	1.0	0.0	
Brixen	584	725.5	-2.9	6.9	-1.3	0.9	—	—	—	—	N	0.0	0.1	
Ischl	467	736.1	-4.1	2.3	-2.3	-1.4	3.8	98	81	94	NE u. E	1.2	3.4	
Schafberg	1770	627.1	2.7	7.5	3.9	4.7	—	—	—	—	Var.	1.8	0.8	
Schmittenhöhe	1940	—	1.2	5.0	1.4	2.5	—	—	—	—	—	—	0.0	
Sonnblick	3105	532.0	-1.8	-1.8	-2.3	-2.0	1.7	38	46	44	NE	2.5	0.0	
Lienz	680	718.3	-4.9	1.5	-3.2	-2.2	3.6	96	84	95	Var.	1.0	3.8	
Klagenfurt	448	730.0	-2.0	-0.5	-1.3	-1.3	3.7	89	86	86	„	1.0	10.0	
Obir	2044	666.0	2.3	7.1	2.8	4.1	3.9	85	35	82	NW	1.7	0.0	
Wien	202	760.5	0.6	2.5	0.7	1.3	4.2	86	78	87	Var.	1.0	7.3	
Schneeberg	1462	650.6	3.3	9.8 ¹	3.2	5.4	3.0	48	39	59	„	1.0	0.0	
Raxalpe	1820	—	-0.8	2.0	0.1	0.4 ²	—	—	—	—	—	—	—	1.1
Schneekoppe	1010	638.4	0.9	2.6	1.6	1.7	3.6	73	70	73	Var.	3.2	2.0	
Eichberg	349	740.3	-0.5	3.8	0.0	1.1	—	—	—	—	—	—	—	4.7

Die Mittheilung der zur Zeit der Abfassung dieser Abhandlung noch nicht publicirten Beobachtungen verdanke ich gefälligen brieflichen Mittheilungen; jene für einige Stationen der Schweiz Herrn Director Billwiler in Zürich, jene vom Wendelstein Herrn Director Lang in München, und jene von der Schneekoppe und Eichberg Herrn Director von Bezold in Berlin.

Die Lufttrockenheit auf den Bergstationen im Centrum des Barometer-Maximums war eine ganz ausserordentliche; sie hielt während der ganzen Dauer desselben an, vom 12. bis zum Einbruch der stürmischen

¹ Etwas von Wärmestrahlung beeinflusst.

² Etwas unsicher.

Westwinde nach dem 25. November (mit wenigen zeitweiligen Unterbrechungen); die Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit vom 19. bis 23. sind z. B.:

Chaumont (1130 *m*) 38%, Rigikulm (1790 *m*) 44%, Säntis (2500 *m*) 34%, — Peissenberg (994 *m*) 45%, Wendelstein (1730 *m*) 17%, — Gargellen (1440 *m*) 41%, Schneeberg bei Wien (1460 *m*) 49%, Sonnblick (3100 *m*) 43%.

In den Niederungen war gleichzeitig bei tieferen Temperaturen die Luft fast gesättigt mit Wasserdampf. Die Angaben der Luftfeuchtigkeit sind aus Psychrometer-Beobachtungen mit Rücksicht auf die Seehöhe der Stationen berechnet; nur jene auf dem Wendelstein sind den Ablesungen an einem controlirten Haarhygrometer entnommen. Diese letzteren Instrumente gaben z. B. auf dem Sonnblick und an der Station Gäbris eine noch viel grössere Trockenheit an als das Psychrometer, indem sie zeitweilig selbst auf 0 zurückgingen. Dabei stimmten sie vorher und nachher bei Sättigung der Luft wieder vollkommen mit dem Psychrometer. Dies zeigt zum mindesten, dass die Ablesungen der Psychrometer während der grossen Trockenheit eher noch eine zu grosse Feuchtigkeit gaben, was ja bei der herrschenden Luftruhe und der niedrigen Temperatur des feuchten Thermometers gar nicht unwahrscheinlich ist.

Die Luft war auf den Höhen nicht bloss Mittags, sondern auch Morgens und Abends, vor und nach Sonnenuntergang, gleichmässig trocken. Wie die am Schlusse folgenden täglichen Beobachtungen einiger Hochstationen zeigen, war mit der Abnahme der relativen Feuchtigkeit vielfach auch eine Abnahme des Dampfdruckes selbst verbunden, die warme Luft war sowohl absolut als relativ trocken.

Wir treffen also in den höheren Schichten während des Barometer-Maximums bei vorherrschender Windstille eine sehr warme und sehr trockene Luft an. Es ist geradezu eine Föhnluft. Diese warme trockene Luft kommt nicht von Süden, wie sowohl die Luftdruckvertheilung indirect, als die auf einigen Hochpunkten (z. B. Sonnblick, Schneeberg in Tirol, Obir) vorwiegenden nördlichen Winde direct bezeugen.

Die Terminbeobachtungen der Temperatur zeigen, dass die Wärmezunahme mit der Höhe hauptsächlich Morgens und Abends auftrat (also auch während der Nacht), um Mittag aber, wegen der starken Erwärmung der Thäler, dort wo die Nebel fehlten, vielfach wieder der normalen Wärmeabnahme mit der Höhe Platz machte. Die Stationen in einer Mittellage aber, welche die wärmsten waren, ergeben auch um die Nachmittagsstunden eine Wärmezunahme mit der Höhe z. B.:

O r t e	Höhen- differenz Meter	Temperaturdifferenz			O r t e	Höhen- differenz Meter	Temperaturdifferenz		
		7 ^h	2 ^h	9 ^h			7 ^h	2 ^h	9 ^h
Schneeberg-Brixen . . .	1800	4°1	3°1	0°8	Gargellen-Garschurn . . .	500	5°9	4°0	4°2
Säntis-Chur	1900	3°8	0°7	2°1	Chaumont-Nenenburg . . .	640	5°2	11°9	9°3
St. Bernhard-Martigny . . .	1980	4°1	—3°2	2°6	Gäbris-Chur	640	9°0	6°9	7°8
Sonnblick-Rauris	2100	3°3	—5°6	0°0	Wendelstein-München . . .	1200	8°0	7°5	8°0
Sonnblick-Lienz	2400	3°1	—3°3	0°9	Schafberg-Ischl	1300	6°8	5°2	6°2
Mittel	2050	3°7	—2°9	1°3	Mittel	860	7°0	7°1	7°1

Nimmt man die Mittel (7^h, 2^h, 9^h, 9^h), so beträgt die Wärmezunahme mit der Höhe für ein Intervall von 2050 *m* noch immer 0°8 im Tagesmittel; für das Höhenintervall von 680 *m* aber sogar 7°1, überall von den Thälern aus genommen. Stets ist die „Temperatur-Umkehrung“ Mittags schwächer als Morgens und Abends.

Die nachmittägige Erwärmung der Thäler ist dort, wo um diese Zeit wenigstens die Nebel fehlten, eine sehr starke, in Folge der Trockenheit und Klarheit der höheren Luftschichten; die tägliche Wärmeschwankung war deshalb in den Thälern sehr gross, auf den Höhen aber sehr gering, ein schlagender Beweis dafür, dass die Wärme der höheren Luftschichten (auf den Bergen) kein Effect der Insolation war. Folgende Beispiele dafür mögen hier stehen:

Tägliche Wärmeschwankung (d. h. Temperaturdifferenz zwischen 1^h oder 2^h pm. und 7^h Morgens).

Martigny	12°1	St. Bernhard	4°8		
Glarus	4·6	Gäbris	2·2	Rigikulm	2°5
Brixen	9·8	Schneeberg	2·6	Säntis	1°2
Ischl	6·4	Schafberg	4·8	Schmittenhöhe	3·8
Rauris	8·9	Lienz	6·4	Sonnblick	0·0

Um ein vollständiges Bild der meteorologischen Zustände während des Höhepunktes des Barometer-Maximums, d. i. vom 19. bis 23. November zu bekommen, wollen wir auch noch die Abweichungen von den Mittelwerthen betrachten. Für letztere sind jene der Periode 1851/80 genommen worden.

Luftdruckabweichungen (mm).

Thalstationen: Genf +15·6, Glarus +15·7, München +15·4, Brixen +15·2, Lienz +16·7, Ischl +15·3, Klagenfurt +17·9, Wien +16·3 mm.

Hohe Stationen: St. Bernhard +14·5, Säntis +13·1, Wendelstein +15·2, Schneeberg (Tirol) +13·5, Sonnblick +14·7, Schafberg +15·2, Obir +14·1, Schneeberg +14·7.

Die Luftdruckabweichungen waren sehr gross und sehr gleichmässig vertheilt, sie waren auf den Höhen relativ ebenso gross wie in den Niederungen. Dividirt man die Luftdruckabweichungen durch die entsprechenden Barometerstände, so sind die Quotienten sogar für die Mehrzahl der Bergstationen noch grösser als für die darunter liegenden Thalstationen. So sind z. B. die Quotienten $\Delta B:B$ für: Lienz 0·023, Sonnblick 0·028, Ischl 0·021, Schafberg 0·024, München 0·021, Wendelstein 0·024, Säntis 0·023, Genf 0·021, St. Bernhard 0·025.

Ist die Drucksteigerung die Folge eines Luftzuffusses in der Höhe (oberhalb der höchsten Station) und bleibt die Temperatur constant, so werden diese Quotienten für oben und unten gleich; erfolgt aber eine Temperaturzunahme in der Mittelschicht (wie dies hier der Fall war), dann müssen die Quotienten für die hohen Stationen etwas grösser sein, wie wir es auch thatsächlich beobachten. Ob auch eine dynamische Drucksteigerung in den höheren Schichten eingetroffen sei in Folge des Herabsinkens der Luft, bleibt unentschieden, ich glaube aber nicht, dass selbe merklich sein könnte.

Die ältere Ansicht, welche die Barometer-Maxima an der Erdoberfläche, weil sie im Winter fast immer mit einer Temperaturdepression verbunden sind, durch die Zunahme des specifischen Gewichtes der Luft in Folge der letzteren erklären wollte, ist natürlich schon dadurch ganz hinfällig geworden, dass wir nun wissen, dass diese Temperaturdepression nur auf die untersten Schichten beschränkt ist, die höheren dagegen abnorm warm sind. Wäre aber diese Ansicht richtig, dann müssten die oben angeführten Quotienten für die tieferen Stationen grösser sein, als für die höheren, was aber nicht der Fall ist.

Temperaturabweichungen.

Thalstationen: Genf $-3^{\circ}5$, Glarus $-5^{\circ}0$, Chur $-3^{\circ}2$, München $-3^{\circ}0$, Brixen $-1^{\circ}8$, Lienz $-3^{\circ}3$, Klagenfurt $-2^{\circ}5$, Ischl $-3^{\circ}5$, Wien $-2^{\circ}2$, Mittel $-3^{\circ}1$.

Hohe Stationen: St. Bernhard $+6^{\circ}9$, Chaumont $+7^{\circ}7$, Gäbris $+8^{\circ}0$, Rigikulm $+8^{\circ}1$, Säntis $+8^{\circ}3$, Wendelstein $+8^{\circ}1$, Schneeberg (Tirol) $+7^{\circ}0$, Schafberg $+6^{\circ}8$, Schmittenhöhe $+5^{\circ}9$, Sonnblick $+8^{\circ}1$, Obir $+7^{\circ}2$, Schneeberg (bei Wien) $+5^{\circ}1$. Neun Stationen über 1700 m Seehöhe geben also im Mittel $+7^{\circ}4$.

Die positiven Temperaturabweichungen der höheren Luftschichten sind sehr gross, sehr gleichmässig und von der Höhe fast unabhängig. Die Unterschiede scheinen viel mehr durch die örtlichen Verhältnisse als durch die Höhe bedingt zu sein. Die höchsten Stationen Säntis und Sonnblick haben fast dieselbe hohe Temperatur-Anomalie von $+8^{\circ}2$ wie Gäbris und Rigikulm. Dass Stationen, die mehr Thallage haben, wie St. Bernhard, Bergbau Schneeberg in Tirol, kleinere Abweichungen zeigen müssen, ist selbstverständlich. Nach Osten

hin aber nehmen die positiven Abweichungen der Bergstationen in der That ab, wie auch nach Westen (Schneeberg bei Wien $+5^{\circ}1$, Puy de Dôme $+6^{\circ}3$).

Während die thermische Anomalie an der Erdoberfläche circa -3° war, betrug sie auf den Höhen $+8^{\circ}$, somit bestand ein Unterschied der Anomalie von 11° . Das Gebiet der positiven Anomalie hatte eine weitaus grössere verticale Mächtigkeit, als das der negativen Anomalie, das wohl durchschnittlich nicht viel über 300 bis 500 *m* Tiefe hatte. Die mittlere Temperatur der ganzen Luftmasse im centralen Gebiete des Barometer-Maximums dürfte deshalb bis zu 3100 *m* Seehöhe hinauf sicherlich um circa 6 Cels. über das Mittel erwärmt gewesen sein. Wenn man bedenkt, dass noch auf dem Somblick in 3100 *m* Seehöhe die Luft um 8 Grade zu warm war, so kommt man zu dem Schlusse, dass bis zur sehr grossen Höhe hinauf¹ die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums eine ungewöhnliche Wärme hat, und dass es also rein dynamische Verhältnisse sein müssen, auf welche der hohe Luftdruck zurückzuführen ist. Das von der Temperatur bedingte spezifische Gewicht der Luftmasse in einem Barometer-Maximum würde, wenn es allein massgebend wäre, einen niedrigen Barometerstand hervorrufen müssen.

Die Grenze zwischen der warmen oberen Luftschichte und der kalten unteren, welche letztere relativ sehr feucht war, scheint eine ziemlich scharfe gewesen zu sein. Sie wurde meist durch die obere Grenze der Nebelbildung direct sichtbar gemacht.

Die Station Heiden am Bodensee in 800 *m* Seehöhe lag gerade an der oberen Grenze des Nebelmeeres; als dasselbe sich am 22. N. Mittags senkte, wurde es zugleich warm (Temperatur [7^h, 1^h] vom 19. bis 21. -1° , am 23. aber 5° bei hellem Wetter. Wind stetig schwacher N.) Der Beobachter auf dem Säntis notirt gleichmässig vom 15. bis 23. „tiefes Nebelmeer“, am 18. gibt er dessen obere Grenze zu 950 *m*, am 19. zu 1100 *m* Seehöhe an. Der Beobachter auf dem Somblick notirt am 21. Bodennebel in SW bis 800 *m*, in SE bis 1200 *m* den ganzen Tag über. Der Säntis wie der Somblick hatten vom 19. bis 23. jeden Tag 9 bis 9½ Stunden Sonnenschein, d. i. das mögliche Maximum; Davos, 1560 *m*, hatte 6 Stunden (wohl auch als Maximum mit Rücksicht auf den beschränkten Horizont), Zürich hatte gar keinen Sonnenschein, Bern im Gauzen kaum 4 Stunden.

Die für ein Barometer-Maximum so charakteristische Nebelbildung in der Tiefe entsteht wohl dadurch, dass die durch Wärmestrahlung vom Erdboden aus erkalteten unteren Luftschichten ihren früheren höheren Wasserdampfgehalt zum Theil condensiren müssen. Die Luft der unteren Schichten stagnirt ja grösstentheils, sie wird nicht erneuert, der Boden gibt auch noch immer Wasserdampf ab, und so ist die Übersättigung und Condensation bei der nächtlichen Abkühlung ganz natürlich. Die obere warme Luftschichte schwimmt auf dieser kalten Unterschichte, ohne in dieselbe einzudringen. Treten dann örtliche Druckverschiedenheiten und dadurch locale Luftströmungen auf, so können die auffallendsten Temperaturschwankungen sich zeigen.²

¹ Nimmt man beispielsweise an, dass die Luft auf dem Somblickgipfel ihre positive Anomalie von 8° durch directes Herabsinken aus einem höheren Niveau erlangt hat, so erhält man etwa 1600 *m* als relative Höhe, aus der die Luft stammte, so dass die positive Anomalie mindestens bis gegen 5000 *m* hinaufgereicht haben müsste. Da aber die Temperaturzunahme mit der Höhe viel langsamer war als bei Föhn, so muss diese Höhe noch grösser angenommen werden.

² Ein sehr bemerkenswerthes Beispiel dafür theilt Dr. K. S. in Klein's Wochenschrift (Nr. 4, 1890) mit, nach den Beobachtungen von Colonel Ward in Partenkirchen am 18. December, einem Tage mit allgemein windstillen Wetter und stark ausgeprägter Temperaturumkehrung. Das Thermometer zeigte in München Morgens -9° . Die Beobachtungen in Partenkirchen ergaben

	8 ^h a.	Mittag	2 ^h	5 ^h	8 ^h	11 ^h	12 ^h Ab.
Temperatur	$-0^{\circ}8$	$+1^{\circ}6$	$-3^{\circ}0$	$-10^{\circ}0$	$-8^{\circ}2$	$+1^{\circ}0$	$-10^{\circ}6$ Grade Cels.
Relative Feuchtigkeit	79	48	02	58	89	40	78 Proc.

Partenkirchen war wohl an diesem Tage noch zumeist mit den kälteren tieferen Luftmassen bedeckt. Zeitweilig fanden dieselben vielleicht einen Abfluss durch das Loisachthal (in Folge kleinerer, eintretender Druckänderungen draussen), und es kam Partenkirchen dann in das Bereich der oberen wärmeren und trockenen Luftschichten.

Ich habe nun alle wichtigeren meteorologischen Verhältnisse während des Barometer-Maximums im November 1889 beschrieben und discutirt, und es mag mir gestattet sein, einige der wichtigsten Folgerungen, die ich daraus ziehen zu müssen glaube, hier kurz auszusprechen.

1. Das Barometer-Maximum vom November 1889 erstreckte sich bis zu sehr grossen Höhen der Atmosphäre. Die Luftdruckbeobachtungen zeigen, dass dasselbe jedenfalls in mehr als 3 Kilometer Höhe noch ebenso intensiv auftrat, als an der Erdoberfläche. In einer Seehöhe von 2500 *m* stimmte das Centrum des Luftdruck-Maximums seiner Lage nach noch mit dem an der Erdoberfläche überein. Auch die Temperaturverhältnisse lassen darauf schliessen, dass das Barometer-Maximum (d. h. die herabsinkende Luftbewegung) weit über 3 Kilometer hinauf reichte, vielleicht bis zur doppelten Höhe und mehr.

2. Der Luftkörper des Barometer-Maximums hatte eine sehr hohe Temperatur, noch in 3 Kilometer Seehöhe war die relative Erwärmung ebenso gross wie in circa 1000 *m*; die Temperaturdepression war auf die untersten der Erdoberfläche nächsten Luftschichten von einigen hundert Metern Mächtigkeit beschränkt. Die Kälte, die wir im Winterhalbjahr während eines Barometer-Maximums an der Erdoberfläche beobachten, ist nur eine untergeordnete secundäre Erscheinung (sie schlägt ja auch im Sommerhalbjahr ins Gegentheil um), die auf der localen Wärmeausstrahlung beruht und mit dem Barometer-Maximum als solchen (d. b. mit dem dynamischen Vorgang) nichts zu thun hat. Dabei ist allerdings anzunehmen, dass die als secundäre Erscheinung auftretende Temperatur-Depression an der Erdoberfläche den einmal eingeleiteten Zustand der verticalen Luftcirculation in seiner Stabilität unterstützt und fördert, indem sie die Abfuhr der Luftmassen an der Erdoberfläche wesentlich unterstützt. Im Sommerhalbjahr dagegen, wo die secundäre Erscheinung gesteigerte Insolation ist (statt Wärmeausstrahlung), wirkt dieselbe der Erhaltungstendenz der Luftbewegung entgegen.

In dem einen Falle befördern die durch ein Barometer-Maximum gesetzten Ausstrahlungs- und Insolationsverhältnisse dessen Fortdauer, in dem andern Falle sind sie derselben ungünstig. Die Barometer-Maxima haben deshalb schon aus diesem Grunde im Allgemeinen im Sommerhalbjahr kürzere Dauer und geringere Intensität. Die Ursache erster Ordnung ist aber in den viel stärkeren oberen Druckgradienten zwischen den niedrigen und höheren Breiten während des Winters zu suchen, welche den oberen Zufluss der Luft aus wärmeren Breiten mächtiger und lebhafter macht.

3. Die grosse Lufttrockenheit, welche in grosseren Höhen der Atmosphäre während des Barometer-Maximums vom November 1889 herrschte, und welche diesmal durch Psychrometerbeobachtungen noch in 3100 *m* Seehöhe direct nachgewiesen werden konnte, liefert zusammen mit der hohen Luftwärme einen zwingenden Beweis dafür, dass die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums diese Eigenschaften (hohe Wärme und grosse Trockenheit), gerade so wie es beim Föhn der Fall ist, einer herabsteigenden Bewegung verdankt. Für die jetzt herrschende Ansicht, dass die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums herabsinkt, haben wir allerdings auch noch andere directe und indirecte Belege. Die hier angeführten Beobachtungen scheinen mir nichtsdestoweniger einer besonderen Hervorhebung werth, denn sie liefern wohl den directesten Nachweis für die Richtigkeit derselben.

Vielleicht noch auffälliger sind folgende in den „Schweiz. Meteorol. Beobachtungen“ (Jahrg. 1870, S. 104) von Herrn Wanner mitgetheilten Beobachtungen. Es lag damals auch ein Barometer-Maximum über der Schweiz:

Trogen 890 *m*, December 1869. Beobachter Wanner.

	5. Dec.			6. Dec.									
	8 ^h a.	11 ^h	Mittag	0. Dec.	7 ^h	Mittag	1 ^h	2 ^h p.	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h
Temp.	-1.0	-2.0	5.5	bleibt	7.8	10.2	10.0	-4.6	4.3	4.1	-4.8	8.8	-4.2
Feucht.	100	96	52	warm)	40	30	30	100	85	41	100	29	90
	7. Dec.		8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mittag	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h
Temp.	3.1	1.8	-7.0	-2.3	3.3	4.0	3.3	0.7	-1.1	-0.6	-1.1	-4.4	-0.7
Feucht.	53	64	100	100	49	23	70	82	94	100	100	90	100

Die Grenzlinie der warmen Luft oben und der kalten Nebelluft unten wogte am 5., 6., 7. wiederholt auf und nieder.

Es mögen nun noch einige speciellere Beobachtungen und Wahrnehmungen über die Witterungsverhältnisse während des November-Barometer-Maximums hier folgen, die ich zurückgesetzt habe, um die Übersichtlichkeit der allgemeinen Darstellung nicht zu sehr zu beeinträchtigen. Der eifrige Beobachter der k. k. meteorologischen Centralanstalt, Herr Oberst Baron O. v. Sternbach, schreibt mir am 24. November 1889 aus Bludenz:

„Der merkwürdig hohe Luftdruck, der seit 12 Tagen über dem mittleren Europa liegt, kam auch bei uns zur vollen Geltung. Die Tage waren mit wenigen Ausnahmen ganz rein. Die Kälte in der Niederung nahm rasch zu und erreichte eine für diesen Monat bedeutende Grösse, während die Säntisstation selbst Morgens und Abends Wärmegrade anwies. Die Bewohner unserer Hoehthäler arbeiteten während aller dieser Tage in Hemdärmeln im Freien, so im Bregenzerwald und im Walsertale und auf allen Heimwesen des Mittelgebirges. Heute trat der Föhn auch in der Niederung ein, namentlich in Montafon, während er in Bludenz weniger fühlbar war.“

Am 26. trat dann völliger Witterungsumschlag mit Regen ein.

Herr Director Robert Billwiler in Zürich, dem ich so viele Beobachtungsdaten aus der Schweiz verdanke, hat mir auf meine Bitte auch einige allgemeine Mittheilungen über die Witterung in der Schweiz zukommen lassen. Ich entlehne denselben das Folgende:

„Das Barometer-Maximum, das vom 12. bis 23. November vorigen Jahres über Central-Europa lag, ist in mehr als einer Beziehung bemerkenswerth. Ein so frühzeitiges und zugleich so lange andauerndes Auftreten einer Anticyclone in Mittel-Europa werden nur wenige Winter aufzuweisen haben. Besonders ist hierbei zu beachten, dass beim Eintritt des Maximums keine Schneedecke und somit auch keine Ursache zu einem starken Temperaturfall in den Niederungen vorhanden war. In der That war der Temperaturrückgang der Thalstationen in der Schweiz auch nur ganz unbedeutend. In Zürich fällt das Tagesmittel vom 14. bis zum 22. November um $4^{\circ}4$, in Basel gleichfalls um $4^{\circ}4$, in Altstätten (Reinthal) $5^{\circ}5$, in Altdorf $4^{\circ}6$, Genf (14. bis 23.) um $6^{\circ}7$; bei dieser Anticyclone wirkte demnach die Erkaltung der unteren Luftschichten nur in geringem Maasse auf die Verstärkung des herabsinkenden Luftstromes, und konnte nur wenig zur Erhaltung des vorhandenen atmosphärischen Zustandes beitragen. Die Bedingung für den letzteren muss also vielmehr in einer anhaltenden Luftzufuhr aus den oberen Regionen der niedrigen Breiten gesucht werden.“

Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse der Nebelbildung am Nordfuss der Alpen.

„Diese begann in den Niederungen gleich nach Eintritt des barometrischen Maximums am 14. und zu meist schon morgens, stellenweise wie in Altstätten am Abend dieses Tages. Der Nebel wurde im Laufe der Periode immer dichter und mit dem 21., sobald die Temperatur unter Null gefallen war, trat auch der sogenannte Duft- oder Rauhreif auf, der bis zum 24. an Intensität fortwährend zunahm. Die ganze Hochebene zwischen Alpen und Jura bis zu einer durchschnittlichen Höhe von 800 bis 1000 *m* bildete ein Nebelmeer, die darüber liegende Luft war von wunderbarer Klarheit, wie ich am Nachmittag des 14. November auf dem Chaumont selbst beobachten konnte, wo ich den prächtigen Anblick der aus dem Nebelmeer tauchenden Alpenkette vom Montblanc bis zu den Höhen der Ostschweiz hatte. Dabei ist aber nun der Umstand besonders bemerkenswerth, dass in den Thälern des Nordhanges der Alpen die Nebelbildung erst beträchtlich weiter unten begann als auf dem Plateau. Engelberg in der Höhe von über 1000 *m* war selbstverständlich nebefrei, Gurtellen im Reussthal bei 142 *m*, Lienthal bei 650 *m* und selbst Chur bei 600 *m* Meereshöhe blieben vollkommen nebefrei, während St. Gallen 680 *m*, Haidenhans 700 *m* auf dem Seerücken im Norden des Kanton Thurgau fortwährend im Nebel waren. Heiden in 800 *m*, oberhalb des Bodensee's, lag zeitweise im Nebel, zeitweise über demselben. Das Niveau des Nebelmeeres unterlag täglichen Schwankungen. Die Nebelfreiheit der Alpenthäler ist offenbar auf eine Föhnwirkung zurückzuführen. Der absteigende Luftstrom über dem Alpenkamm muss aus naheliegenden Gründen in Folge Verengung seiner Bahn in den Alpenthälern mit vermehrter, wenn auch absolut genommen, immerhin noch unerheblicher Intensität und Geschwindigkeit auftreten, so dass der so erwärmte und trockene Luftstrom die Nebelbildung erst weiter unten im Thal, in der Höhe von circa 500 *m* zu Stande kommen lässt. In der That weisen auch die Windbeobachtungen jener Thal-

stationen auf ganz leichte vom obern Thalende herkommende Winde.¹ Auf dieselbe Weise erklärt es sich, dass die Stationen jenseits des Jura, z. B. Basel und Rheinfelden, meist nebelfrei waren. Nur wo die Luft zur Ruhe kommt, wobei fortschreitende Erhaltung eintritt, sind die Bedingungen zur Nebelbildung in einer Weise vorhanden, welche ein permanentes Nebelmeer, wie es die Niederungen zwischen Alpen und Jura im November ausfüllte, ermöglichen. Am Südhange der Alpen ist es die an sich höhere Temperatur und dann ebenfalls die Föhnwirkung, welche die Nebelbildung hinderten. Die Südschweiz, inclusive des Wallis, von welchem dasselbe gilt, erfreute sich deshalb während der ganzen Periode des Novembermaximums eines fast vollkommen heiteren Himmels. Eine Episode in der für die Niederungen so trüben, melancholischen, für die Höhen aber so angenehmen Nebelperiode verdient eine besondere Erwähnung, nämlich eine Hebung und Ausbreitung der Nebelschichte. Es war am 18. November, als in Folge der Verschiebung des Kerns des barometrischen Maximums vom südöstlichen Frankreich gegen Nordwestdeutschland der Wind auf dem Säntis nach E drehte, wo er mit einer mittleren Intensität von ea. 6 m per Secunde wehte, da gerieth auch das Nebelmeer in Bewegung. Chaumont mit 1128 m tauchte ganz in den Nebel, Gäbris mit 1253 m meldet an diesem Tage herumziehende Nebel und war zeitweise in denselben gehüllt, während Rigi-Kulm 1790 m und Säntis, sowie die oben erwähnten Stationen der Alpenthäler Chur, Gurtellen, Linthal, ebenso Meiringen nebelfrei blieben. Dagegen hatten die Stationen jenseits des Rheins, Basel und Rheinfelden in Folge des vom Jura her in der Höhe ostwärts ziehenden Nebels bedeckten Himmel. Die durch die Luftdruckänderungen über Central-Europa bedingten Winde vermochten den oberen Theil der Nebelschichte in Bewegung zu setzen und so einen ostwärts ziehenden Nebelstrom zu bilden, wie er namentlich auf dem Gäbris und Chaumont beobachtet wurde, wo sich derselbe auch durch einen stark ausgeprägten, vorübergehenden Temperaturwechsel geltend machte.“

Der Temperaturgang am 17. und 18. November, auf den Herr Billwiller hier anspielt, ist von besonderem Interesse, weil er zeigt, dass, sobald Druckdifferenzen auftreten, welche die Luft in horizontale Bewegung versetzen und die herabsinkende Bewegung stören, die Temperatur auf den Bergen sogleich sinkt, während sie in der Niederung steigt.

Tagesmittel der Temperatur.

	<u>16.</u>	<u>17.</u>	<u>18.</u>	<u>19.</u>		<u>16.</u>	<u>17.</u>	<u>18.</u>	<u>19.</u>		<u>16.</u>	<u>17.</u>	<u>18.</u>	<u>19.</u>
München	—0·7	4·9	1·6	0·4	Ischl	0·0	3·2	3·7	0·3	Wien	1·1	0·2	4·2	2·4
Wendelstein	1·8	—1·1	1·9	5·5	Schafberg	0·1	—1·6	0·9	4·6	Schneeberg	5·0	0·1	—1·0	0·7

In Wien herrschte am 16. Windstille, am 17. wehte lebhafter Westwind (Nachmittag und Abend Regen), am 16. und 17. Westwinde, vor- und nachher Ost und Nordost. In den später folgenden Tabellen der täglichen Beobachtungen einiger Hochstationen sieht man den Wärmertiefgang in der Höhe sehr deutlich, namentlich bei Chaumont und Gäbris.

Der entgegengesetzte Wärmegang in der Höhe und Tiefe war namentlich auch charakteristisch für das Ende der Periode hohen Luftdruckes. Während in der Niederung die in Folge der Barometer-Minima im Nordwesten eintretenden heftigeren SW-Winde die Temperatur steigen machen, endet damit die Wärmeperiode in der Höhe und es tritt bei denselben SW- und S-Winden Kälte ein. Daraus sieht man doch ganz deutlich, dass diese Wärmeperiode nicht durch die südlichen Winde hervorgebracht wurde, welche an den westlichen Hochstationen der Alpen zuweilen, freilich schwach, herrschten, und dass dieselben nur locale Winde waren, durch Druckdifferenzen innerhalb des Barometer-Maximums selbst hervorgerufen. Sobald ein allgemeiner Gradient vorhanden ist, der stärkere Südwinde aus grösserer Entfernung hervorrufft, wird es auf den Höhen kalt, in den Niederungen warm. Die grösste Wärme auf den Höhen bringt im Winterhalbjahr stets

¹ So besonders auch in Gargellen im Montafon. Siehe die Beobachtungen im Anhange. Zu Davos in ziemlich gleicher Seehöhe 1560 m, wo der obere warme Wind fehlte, war die Morgentemperatur viel tiefer. Die Temperatur um 7^h Morgens war zu Gargellen +2·8, zu Davos —2·8, dagegen um 1^h an letzterem Orte 9·4, zu Gargellen um 2^h 10·0, also mit Rücksicht auf die Seehöhe und spätere Stunde übereinstimmend. Davos hatte gleichfalls ganz heitere Witterung.

ein Barometer-Maximum, d. i. das Herabsinken der Luft, die föhnartige Erwärmung derselben. Auf dem Puy de Dôme herrscht am 25. Morgens SW₉, die Temperatur sinkt gegen den Vortag um 3°1, am 26. noch weiter um 3°7, zu Clermont steigt bei SSE am 25. die Temperatur um 12°1 und sinkt wieder etwas am 26. bei Windstillë. Während auf dem Pic du Midi die Temperatur während des Barometer-Maximums sich über Null erhoben hatte, sinkt sie am 25. bei West auf —6° und später bis —19°. Auf dem St. Gotthard war die Temperatur bei schwachem Nord +1° bis —1° (20. bis 23.) und sinkt am 25. auf —7° bei Südwind.

Von Interesse sind ferner noch die Witterungsnotizen des Beobachters Peter Lechner auf dem Sonnblickgipfel während des Barometer-Maximums, die ich hier im Auszuge anführe.

Sonnblick, November 1889.

12. November. Ganzen Tag über keine Wolke am Himmel sichtbar. Bodennebel auf der Nordseite bis 2000 m, auf der Südseite bis 2300 m bis Mittag. Dann Nebel am Horizont. Abends ringsum alles klar.
13. Ganzen Tag keine Wolke am Himmel sichtbar. Im Mollthal unten sehr dunstig bis 4^h Nachmittags, der Dunst reicht bis zur Höhe des Iselsberges.
14. Ganzen Tag über völlig heiter.
15. Heiter bis 4^h Abends, dann in Nordwest Cirrusschicht sichtbar bis 6^h. Abends 9^h Höhenrauch.
16. Früh bis 5^h Abends ringsum Cirrusschicht. Dann wieder alles klar. Abends Höhenrauch.
17. Früh in N und NE Nebel am Horizont. Schichtwolken in der Höhe ziehen nach SW. Abend 6^h wieder alles rein, 9^h Höhenrauch.
18. Ganzen Tag über einige Cirrusschichten in N und NE. Abends wieder alles klar.
19. und 20. Von 4^h bis 6^h Nachmittags etwas Cirrostratus in SE und SW, sonst alles klar.
21. Ganzen Tag über alles klar, Bodennebel in SW bis 800 m, in SE bis 1200 m den ganzen Tag bis Abends.
22. Morgens Cirrostratus in S bis 11^h Vormittags. In den südlichen Thälern alles dunstig, sonst ringsum klar.
23. Ganzen Tag über heiter, nur im Süden hier und da etwas Cirrostratus sichtbar.
24. Im Süden Nebelstreifen, die anwachsen, so dass Nachmittags dort alles voll Nebel, 1/2 7^h Abends wieder klar.
25. Bewölkt sich im Süden, SW, W und N mit Schichtwolken.
26. Früh Schichtwolken im S, Bodennebel bis 2500 m, dann 1/2 8^h Sonnblick in Wolken, ganzen Tag schwacher Schneefall.

Die Sonnenschein-Registrierungen auf dem Sonnblick ergaben folgendes Resultat.

Vor dem Barometer-Maximum am 9., 10. und 11. fast gar kein Sonnenschein, im Ganzen 6 Stunden in 3 Tagen. Am 12. zugleich mit der Verlagerung des Centrums des Barometer-Maximums über Mittel-Europa beginnt der ungefrübte Sonnenschein und dauert bis zum 25. inclusive, wo schon die Barometer-Minima im NW auftreten. Der 26. ist sonnenlos.

Dauer des Sonnenscheins vom 12. bis 25. inclusive. d. h. während 14 Tagen.

Tageszeit	7—8 ^h	8—9 ^h	9—10 ^h	10—11 ^h	11 ^h —Mittag	Mittag—1 ^h	1—2 ^h	2—3 ^h	3—4 ^h	4—5 ^h
Stunden	9·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	13·7	8·4

Es herrschte also in der That während der ganzen Dauer des Barometer-Maximums ununterbrochener Sonnenschein. Die Klarheit und Trockenheit der Luft in der Höhe während eines Barometer-Maximums kommt in diesen Anzeichnungen zum vollen Ausdruck.

Einige andere Barometer-Maxima.

Es möge hier in Kürze auf einige andere Barometer-Maxima hingewiesen werden, welche zeigen, dass hohe Wärme und Lufttrockenheit in sehr grossen Seehöhen die ständigen Begleiter der Barometer-Maxima sind. Da die in den Jahrbüchern der k. k. Cent.-Anst. für Met. abgedruckten täglichen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel ohnehin jedermann zugänglich sind, so beschränke ich mich nur auf die Anführung einiger neuester Vorkommnisse im Winter 1889/90. Wer das gedruckte Beobachtungsjournal der Station Sonnblick durchgeht, findet in jedem Winterhalbjahr mehrfache Beispiele dafür, wie mit jedem Barometer-Maximum in 3100 m die Temperatur steigt und die Luftfeuchtigkeit sinkt. Die höchsten Temperaturen auf dem Sonnblickgipfel treten stets bei einem Barometer-Maximum ein. Er sieht aber auch (vide Salzburg, Bregenz), dass die Barometer-Maxima auf dem Sonnblick nicht etwa zum Theil ein Effect der Temperaturänderung sind,

sondern mit den Barometer-Maximis im Meeresniveau zusammenfallen, so dass also die hohe Temperatur oben wirklich vom Barometer-Maximum gebracht wird (nicht etwa umgekehrt).

Zunächst erlaube ich mir aus den von Dollfuss-Ausset publicirten Beobachtungen auf dem Theodul-Pass im Jahre 1865/66 einen interessanten Fall eines Barometer-Maximums hier auszugswise anzuführen. Die Temperatur steigt in 3330 *m* und 2480 *m* mit dem Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit sinkt. Der Wind ist NE am Theodul-Pass und St. Bernhard, am ersteren Orte sogar lebhaft, die Temperatur sinkt oben mit Eintritt des SW-Windes, unten steigt sie. Am 23. December hatte der Theodul-Pass in 3300 *m* die gleiche mittlere Temperatur wie Genf, das über 2900 *m* tiefer liegt, er war am 22. und 23. um $1\frac{1}{2}^{\circ}$ wärmer als Martigny, das über 2800 *m* tiefer liegt. Dabei ist zu beachten, dass die Passlage der Station die Temperatur wahrscheinlich noch erniedrigt hat, die freie Atmosphäre war sicherlich noch wärmer.

Datum	December 1865											
	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Theodul-Pass 3330 <i>m</i> .												
Barometer 500 +	8·6	9·9	12·6	13·5	14·4	14·8	14·9	14·3	12·6	10·6	7·7	4·6
Temperatur-Mittel	-10·0	-9·7	-8·1	-3·9	-2·7	-6·1	-5·0	-7·5	-8·3	-8·7	-10·2	-11·4
„ 7 ^h am	-10·8	-11·2	-10·6	-5·8	-4·0	-4·0	-4·0	-9·2	-9·0	-9·6	-10·0	-13·2
„ Maximum	-8·0	-8·2	-5·8	-2·2	-1·0	-2·6	-3·0	-5·4	-6·2	-7·4	-9·0	-10·0
Dampfdruck <i>mm</i>	1·3	1·1	1·0	2·0	1·4	1·2	1·3	1·2	1·3	1·3	1·3	1·5
Relative Feuchtigkeit	61	52	41	59	38	43	63	46	55	54	63	81
Bewölkung	0	0	0	0·7	0	0	0	0	0	1·7	0	10
Windrichtung	S	E	E	E	NE	E	NE	Calme	Calme	SW	SW	SW
Stärke	0·2	1·1	1·4	1·3	1·1	1·2	2·1	0·2	0·3	0·8	1·6	1·9
St. Bernhard 2476 <i>m</i> .												
Temperatur-Mittel	-5·7	-5·3	-2·9	0	1·5	0·0	-0·8	-3·8	-4·5	-5·9	-6·5	-9·1
Maximum	-3·0	-3·2	-1·8	0·2	4·0	1·9	0·4	-1·1	-2·0	-3·0	-4·2	-7·5
Windrichtung	Var.	NE ₁	NE ₁	Var.	Calme	NE ₁	NE ₁	NE ₁	NE ₁	SW ₁	SW ₁	SW ₂
Martigny 498 <i>m</i>												
Temperatur-Mittel	-5·9	-6·0	-6·6	-5·7	-4·1	-5·9	-6·3	-6·9	-6·5	-6·3	-4·4	3·2
Genf 408 <i>m</i>												
Barometer 700 +	33·4	36·3	37·9	30·5	37·5	38·5	39·3	38·6	38·1	36·2	31·4	26·6
Temperatur Mittel	-2·2	-2·4	-1·0	-2·2	-2·6	-2·2	-2·1	-3·6	-4·6	-4·7	-3·9	0·4
Feuchtigkeit Proc.	89	93	88	94	97	98	98	99	100	100	100	96

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zu den Sonnblickbeobachtungen zurück.

In dem Winter 1889/90 traten noch mehrfach Barometer-Maxima über den Ostalpen auf, welche von entgegengesetzten Witterungserscheinungen auf den Berggipfeln und in der Niederung begleitet waren, gerade so wie das Barometer-Maximum des November, welches sich wesentlich nur durch seine lange Dauer auszeichnete. Wir wollen nur bei zweien derselben kurz verweilen.

Das eine ist das Barometer-Maximum vom 17. und 18. December 1889, dessen Centrum ziemlich genau auf die Ostalpen fällt und sich durch beträchtliche Intensität (780 *mm* am Meeres-Niveau) auszeichnet.

Die Temperaturen in den Thälern und in der Niederung waren um 7^h Morgens:

Am 27. Bregenz $-9^{\circ}6$, Salzburg $-6^{\circ}5$, Ischl $-4^{\circ}4$, Graz $-8^{\circ}0$, Klagenfurt $-6^{\circ}0$, München $-4^{\circ}2$, Zürich $-4^{\circ}5$, Genf $-5^{\circ}0$, Mittel -6° .

Am 28. Bregenz $-8^{\circ}2$, Salzburg $-9^{\circ}6$, Ischl $-11^{\circ}6$, Graz $-7^{\circ}8$, Klagenfurt $-11^{\circ}7$, München $-9^{\circ}0$, Zürich $-7^{\circ}0$, Genf $-4^{\circ}0$, Mittel -8° .

Die Winde waren schwach, die Richtungen sehr verschieden, es herrschte vielfach Nebel.

Die Tagesmittel der meteorologischen Elemente auf dem Sonnblick waren folgende (die relative Feuchtigkeit ist hier dem Haarhygrometer von Koppe entnommen, weil das Psychrometer versagte. Die Trockenheit erscheint deshalb vielleicht etwas zu gross, obgleich das Hygrometer vorher und nachher wieder auf 100% zurückging):

Sonnblick 3100 m.

	December 1889				
	16.	17.	18.	19.	20.
Luftdruck 500 t	21·7	26·9	28·5	26·3	21·9
Temperatur	-13·5	- 8·0	- 4·9	- 5·3	- 6·0
Relative Feuchtigkeit	52	21	55	54	52
Bewölkung	0·7	1 0	1·7	1·7	2·7
Wind	NE ₁₋₄	ENE _{2 3}	ENE ₁₋₃	SW ₁₋₄	SW ₄₋₅

Die Temperatur steigt und fällt genau mit dem Barometer (am 21. $B = 517·7$, $t = -9·1$), der Wind ist ENE. Auch auf dem Säntis herrschte ENE_{2 4} am 17., am 18. Morgens noch ENE₂ dann Stille; die Temperatur auf dem Säntis war am 17. $-5^{\circ}0$ (Mittel 7^h, 1^h), am 18. $+0^{\circ}5$ (detto), der Himmel hell, unten Nebelmeer bis circa 800 m. Bern hatte -6° und $-7^{\circ}5$, Zürich $-3^{\circ}5$ und $-5^{\circ}5$, Glarus $-8^{\circ}5$ und $-9^{\circ}0$ (Mittel 7^h, 1^h nach den schweizerischen Wetterbulletins).

Der ENE-Wind auf dem Sonnblick und auf dem Säntis schliesst auch hier jede directe Herkunft der Wärme von Süden aus.

Es hat beinahe den Ansehn, als ob der Sonnblickgipfel zuweilen schon in die Region der oberen Luftströmung hineinragen würde, welche die von einem Barometer-Minimum abliessende Luft ist. Jedenfalls kann man aus den täglichen Wetterkarten mit Bestimmtheit entnehmen, dass fast in allen Fällen stärkerer Gradienten und entschiedener Winde in der Niederung, die Windrichtung auf dem Sonnblickgipfel sehr stark, zuweilen bis zu und über 90° von der unteren Windrichtung nach rechts abweicht, also z. B. bei vorherrschenden W- unten, oben NW- bis N- herrscht; bei N-Winden unten, oben NE; bei E-Winden unten, SE bis S oben. Dies tritt aber nur dann deutlich hervor, wenn, wie bemerkt, stärkere Gradienten ziemlich übereinstimmende Windrichtungen in den Niederungen über Mittel-Europa hervorrufen. Es steht diese Wahrnehmung auch in vollkommener Übereinstimmung mit den namentlich von Clement Ley und von Abercromby aus dem Wolkenzug abgeleiteten Schlüssen über die gesetzmässige Abweichung der oberen Windrichtung von der unteren.

Als sehr bemerkenswerth will ich noch das Barometer-Maximum vom 27., 28. und 29. März 1890 kurz erwähnen, welches am 28. mit seinem Kerne über den Ostalpen sich lagerte. Besonders beachtenswerth ist die Witterung auf dem Sonnblickgipfel während dieses Maximums deshalb, weil im Frühjahr die sonst auf den Berggipfeln ein Barometer-Maximum begleitenden Erscheinungen schon sehr selten zu Tage treten, wegen der starken Erwärmung der Niederung zu dieser Jahreszeit und die durch dieselbe bedingte sehr rasche Wärmeabnahme mit der Höhe, welche die aufsteigende Luftbewegung schon zu sehr begünstigt. Das Gefälle der oberen Luftschichten hat zuweilen im März eine starke Tendenz nach Süden und ruft deshalb weit von Norden kommende Winde hervor, welche häufig die grösste Kälte des Jahres bringen, wie es in der That sowohl im März 1889 wie im März 1890 der Fall war, wo die Temperatur an mehreren Tagen unter -30° sank, und die absoluten Minima des Winters eintraten. März und November, welche in der Niederung in ihren Temperaturmitteln so nahe übereinstimmen, stellen auf den Hochgipfeln grosse Gegensätze dar. Im November tritt die Wärmezunahme mit der Höhe häufig auf, im März dagegen höchst selten. Darum verdient das Barometer-Maximum Ende März 1890 besondere Beachtung.

Sonnblick 3100 *m.*

März 1889	Luftdruck- mittel	Tempe- raturmittel	Dampf- druck	Relat. Feuchtigkeit		Bewöl- kung	Windrichtung und Stärke	Temperaturdifferenz Sonnblick—Rauris		
				Psycho- meter	Haarhy- grometer			7 ^h	2 ^h	9 ^h
26.	519·3	-7°9	2·5	100	100	10·0	NNW ₂₋₃	-12°1	-15°7	-13°2
27.	26·0	-5·3	1·8	50	47	2·0	N ₅	-8·2	-19·1	-8·8
28.	28·0	-1·0	2·7	67	52	3·7	NNW ₃	-3·9	-17·2	-9·4
29.	20·5	-1·5	2·7	65	54	1·0	W ₂	-3·7	-22·2	-9·8
30.	23·5	-1·7	3·1	78	70	1·0	SSW ₁	-5·2	-20·9	-10·1
31.	20·3	-4·6	3·0	93	92	7·7	Var. Schnee	-9·0	-17·5	-13·2

Die Temperatur steigt wie immer mit dem Luftdruck, und sinkt mit demselben. Der Wind war während des Maximums des Luftdruckes und der Temperatur NWestlich, in Rauris wehte lebhafter N und NE. Die Intensität der Erwärmung der unteren Luftschichten ersieht man aus dem hohen Betrage der Temperaturdifferenzen: Sonnblick—Rauris um 2^h Nachmittag. Am 29. entspricht der beobachtete Wärmeunterschied einer Temperatur-Abnahme mit der Höhe von 1° pro 100 *m.* Die wirkliche Temperatur-Differenz war wohl nicht so gross. In den Morgenstunden ist der Temperaturunterschied gering, und es ist recht wohl möglich, dass es in den ersten Morgenstunden sogar zu einer sogenannten „Temperaturumkehrung“ gekommen ist.¹ Auf dem Sonnblick selbst war die tägliche Temperaturschwankung sehr gering, wie folgende Daten zeigen, welche die Temperatur um 7^h, 2^h und 9^h angeben: 28. -2°8, -1°0, -2°0. 29. -1°8, -1°2, -1°6. 30. -2°2, -1°0, -2°8. Hier war also die Wirkung der Isolation auf die Luftwärme sehr gering.

Das Temperatur-Minimum des März (und des Winters 1889/90) trat mit dem Minimum des Luftdruckes ein. Folgende waren die Tagesmittel des Barometerstandes und der Temperatur, sowie die absoluten Minima: 1. März 505·4 *mm*, -29°3, Min. -34°6; 2. März 503·2 *mm*, -30°1, Min. -33°0; 3. März 509·0 *mm*, -25°4, Min. -33°0; 4. März 512·9 *mm*, -21°0, Min. -26°0. Das dann folgende erste Barometer-Maximum des Monats am 12. März 527·0 *mm* war wieder von einem Temperatur-Maximum begleitet, Tagesmittel -6°0. Und so zeigt es sich stets, dass das Barometer und Thermometer genau den entgegengesetzten Gang haben.

Der Föhnsturm vom 9. und 10. October in den Ostalpen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Witterungsverhältnisse auf dem Sonnblick zur Zeit der Herrschaft eines kräftigen, von weit her kommenden Südstromes. Ein solcher herrschte am 9. und 10. October 1889, zu welcher Zeit die Ostalpen sich gerade in der Mitte zwischen einem Barometer-Maximum im Osten und einem Barometer-Minimum im Nordwesten befanden.

Am 9. October lag ein tiefes Barometer-Minimum (730 *mm*) über Nord-England und hoher Druck (765 *mm*) über dem schwarzen Meere. Dieser Luftdruckvertheilung entsprechend, herrschten Süd- und SW-Winde über Mittel-Europa, im Süden der Alpen fielen grosse Regenmengen, auf der Nordseite derselben herrschte trockenes warmes Föhnwetter. Am 10. war die Situation ähnlich, nur dass das Minimum im NW sich verflacht hatte, während das Maximum nun den ganzen Osten von Europa einnimmt. An diesem Tage gab es, trotz des im Allgemeinen abgeschwächten Gradienten, heftige Föhnstürme auf der Nordseite der Ostalpen, bei denen wir nun etwas verweilen wollen.

Die Ursache dieses Föhnsturmes war höchst wahrscheinlieb eine Theildepression, die längs des Nordrandes der Alpen am 10. October 1889 vorüberzog, und welche auch unsere Wetterkarte von diesem Tage durch eine starke Einbuchtung der Isobare von 750 *mm* bei Bregenz andeutet. Herr Dr. Erk in München meint wohl mit vollem Rechte, dass die Föhnstürme auf der Nordseite der Alpen stets im Gefolge solcher kleiner Theildepressionen auftreten.

¹ In Neukirchen, circa 100 *m* tiefer gelegen als Rauris, war die Temperatur 7^h Morgens am 27. und 28. 0°4 und 0°2 C.

Auf der Südseite der Alpen fielen an diesem Tage grosse Regennengen, z. B. zu Raibl 113 mm bei Süd Sturm (S₈ den ganzen Tag, am 11. bei S₅₋₇ fielen sogar 173 mm und am 12. noch 110 mm bei Süd Sturm und Gewitter); zu Greifenburg (im Drauthal) 48 mm, zu Oberdrauburg 75 mm (an den nächsten zwei Tagen noch 113 mm). In Kärnten gibt es grosse Überschwemmungen. Die Witterung auf der Südseite der Alpen bezeichnen überdies folgende Beobachtungen:

Lienz am 10. Temperatur 12°6, Feuchtigkeit 86 Proc., Bewölkung 9·0, Regen 30 mm.
 Brixen „ 10. „ 12·2, „ 94 „ „ 9·7, 20
 Gossensass „ 10. „ 9·3, „ 85 „ „ 10·0, „ u. Gewitt. 19 mm.

Windstille und schwache Winde.

Bergban Schneeberg in Tirol (2366 mm) Temperatur 1°8, Feuchtigkeit 100%, heftiger Weststurm, 93 mm. Niederschlag in Form von Schnee.

Anders war das Wetter auf der Nordseite der Alpen.

Witterung am 9. und 10. October 1889.

	Temperatur			Rel. Feuchtigkeit			Wind und Witterung
	7 ^h	2 ^h	9 ^h	7 ^h	2 ^h	9 ^h	
Innsbruck 600 m.							
9. October	9·4	17·6	16·4	82	49	49	SE ₃₋₅ halb heiter
10. „	18·0	18·0	9·4	42	53	89	Windstille und SE ₁ , trüb
Ischl 467 m.							
9. „	10·0	17·4	16·4	82	51	51	S ₁ bis E ₆ halb heiter
10. „	13·7	23·8	13·0	66	31	75	SE ₂ —SE ₅ halb heiter, etwas Regen
Zell am See 750 m.							
9. „	6·0	16·2	13·2	91	60	57	Windstille, SW ₂ halb heiter
10. „	11·1	21·0	11·0	64	28	75	Nachmittags SW ₅ , sonst schwacher NE, trüb
Neukirchen (Ober-Pinzgau) 840 m.							
9. „	4·9	18·0	13·0	96	39	97	Nachmittags SW ₆ , trüb
10. „	14·5	20·7	11·0	38	31	86	SW ₅₋₇ , trüb, Abends Regen
Rauris 940 m.							
9. „	12·0	18·2	11·8	57	53	67	SE ₂ bis SE ₅ trüb
10. „	15·7	20·8	10·0	42	33	50	SE ₅ bis E ₇ , trüb, Regen (Abends?)
Sonnblick 3100 m.							
9. „	-2·0	-2·4	-2·0	94	94	94	SW und SE-Sturm, Schneesturm
10. „	-2·6	-2·0	-2·2	95	95	94	SW ₈ bis WNW ₇ Schneesturm

Kolm Saigurn hatte am 10. eine mittlere Temperatur von 10°0 bei Süd Sturm und ganz bedecktem Himmel, Abends Regen.

Der eifrige Beobachter zu Neukirchen im oberen Pinzgau, Herr Unterwurzaacher macht folgende Witterungsnotizen:

Am 9. October früh Windrauschen auf den Bergen, um 1^h Nachmittag beginnt der Wind auch im Thale. In der Nacht bis Morgen des 10. sehr starker Wind mit zwei Wolkenschichten, die höhere zieht langsam, die niedrigere stürmisch von SW. 10^{1/2}^h Vormittag stärkster Wind, der viele Bäume umwirft und Dächer abhebt. Um 11^h Vormittags trockenes Thermometer 22°2, feuchtes 12°0, relative Feuchtigkeit 22%, Dampfdruck 4·4 mm. — Am 11. Windrauschen auf den Höhen, am 12. Regen, in 6 Stunden 33 m. Überschwemmung der Salzach und der Gebirgsbäche.

Durch diese Beobachtungen zu Neukirchen, welche Station ich erst im Herbste 1889 mit einem Psychrometer versehen habe, wird nun gezeigt, dass es auch im oberen Pinzgau einen wahren Föhn gibt, der dort als

SW-Wind auftritt (Thalrichtung W nach E). Es scheint, dass im Dorfe Krimml der Föhn vielleicht noch intensiver auftritt. Krimml hat auch öfter im Winter schon die warme Luft der Anticyclonen, während tiefer unten im Hauptthale, auch in Neukirchen, die durch Strahlung stark erkaltete Luft sich lagert.

Die Temperaturabweichungen während des Föhn vom 10. October waren folgende:

Lienz 680 *m* (Südseite) +4°5, Sonnblick 3100 *m* +1°3, Nordseite: Kolm Saigurn 1620 *m* +6°9, Rauris 950 *m* +9°9, Ischl 467 *m* +8°5.

Brixen 580 *m* (Südseite) +1°8, Schneeberg 2366 *m* +0°9, Innsbruck (Nordseite) 600 *m* +7°9.

Der kräftige Südwind brachte, wie zu erwarten, überall eine Erwärmung, am geringsten war dieselbe in grossen Höhen, am grössten auf der Nordseite der Alpen.

Die Wärmeabnahme mit der Höhe war auf der Südseite des Sonnblick (Lienz 12°6, Sonnblick —2°3, Höhenintervall 24·2 Hectometer) 0°61 pro 100 *m*, auf der Nordseite zwischen Sonnblick und Kolm Saigurn 0·83, zwischen Sonnblick und Rauris sogar 0°92 pro 100 *m*.

Man sieht, dass selbst der sehr kräftige und andauernde warme Südstrom, der am 10. (und überhaupt in dieser Periode) herrschte, die Temperatur auf dem Sonnblick und auch am Schneeberg in Tirol in Höhen von 2400 bis 3100 *m* bei weitem nicht so hoch steigerte, wie dies die herabsinkende Luft im Centrum der Anticyclone später im November leistete. Die Temperatur in der Anticyclone vom 19.—23. November war trotz der vorgerückten Jahreszeit in diesen Höhen auch absolut noch wärmer, als die der Föhnperiode um den 10. October herum.

Das Barometer-Minimum am 1. October 1889.

Am 1. October 1889 trat zufällig der ziemlich seltene Fall ein, dass über Mittel-Europa und speciell über den Ostalpen ein barometrisches Minimum sich lagerte. Es ist nun von hohem Interesse, die Wärmeverhältnisse in diesem barometrischen Minimum näher zu betrachten und sie mit jenen in dem später folgenden grossen barometrischen Maximum vom November 1889 zu vergleichen, die wir vorhin ausführlich beschrieben haben.

Am 30. September zeigt die Wetterkarte zwei Barometer-Minima, das eine im westlichen Mittelmeerbecken südlich von Genua, das andere über Dänemark und der deutschen Nordseeküste. Zwischen beiden liegt über der Alpenkette ein Rücken höheren Druckes, der von dem Maximum im Golf von Biscaya ausgehend zungenförmig bis gegen Wien hin verläuft. Auf dem Sonnblick herrschten an diesem Tage Morgens SSE-Winde, Mittags stürmischer West, Abends mässiger Süd. Die mittlere Temperatur war —6°6 bei Nebel, Abends Schnee. Auf dem Schafberggipfel herrschten schwache Westwinde, dabei Nebel, Abends Schneefall.

Am 1. October Morgens liegt ein ausgedehntes Barometer-Minimum über Mittel-Europa. Die Isobare 755 *mm* umfasst auch noch das westliche Mittelmeer und den grösseren nördlichen Theil der Adria. Den niedrigsten Druck hatten: Wien 751·8, Budapest 752·3, Prag 752·5, Ischl 752·9, Bozen 751·8, Riva 752·5. Man kann also sagen, dass die Ostalpen in die mittlere Region dieses Minimums aufgenommen waren. Auch die Windrichtungen sprechen dafür, da sie südlich von den Alpen südlich, südwestlich und südöstlich, nördlich davon in Frankreich und Deutschland nördlich und nordöstlich, im Osten östlich waren. Die Winde waren schwach, ganz Mittel Europa hatte trübes regnerisches Wetter. Also die typische Witterung für ein Barometer-Minimum. Auch auf den Berggipfeln der Ostalpen herrschten schwache, variable Winde. Auf dem Sonnblick (3100 *m*) S₃ bis WS₂, auf dem Schafberggipfel W₁, auf dem Schneeberg (Tirol, 2366 *m*) W₁ und variable, schwache Winde, auf dem Säntis (2500 *m*) NE₀, Gotthard (2100 *m*) N₁ und NW₀. Auf dem Obir dagegen wehte lebhafter Ostwind (Stärke 5—7). Dies alles zeigt, dass in der That das Minimum über den Ostalpen lag, und auch, wie ja zu erwarten war, die Druckvertheilung in 2500 bis 3100 *m* Seehöhe mit jener an der Erdoberfläche wohl nahezu übereinstimmte.

Die Berggipfel waren in Wolken gehüllt, es fiel Schnee; in den Thälern, auf der Nordseite wie auf der Südseite, fällt Regen.

Am 2. October hat der Luftdruck zugenommen, das Minimum hat sich in zwei gespalten, das eine liegt südlich von den Alpen über der Adria und über Ungarn, das andere über Dänemark. Auf dem Sonnblickgipfel herrscht lebhafter NE und NNE bei tieferer Temperatur. Der Schneefall auf den höheren Bergen dauert an. Die Umkehrung der allgemeinen Luftströmung zeigt sich recht gut in der Änderung der Temperatur auf beiden Seiten des Sonnblick. Die Temperaturabweichungen vom dreissigjährigen Mittel waren am 1. und 2. October auf der Südseite zu Lienz $-6^{\circ}0$ und $-3^{\circ}6$, auf der Nordseite zu Rauris $-3^{\circ}6$ und $-6^{\circ}0$ überall bei Regen und schwachen Winden. Die Wärmeabnahme gegen den Sonnblickgipfel betrug am 1. October auf der Südseite $0^{\circ}47$ pro 100 *m*, auf der Nordseite $0^{\circ}56$, am 2. October umgekehrt auf der Südseite $0^{\circ}70$, auf der Nordseite $0^{\circ}60$ pro 100 *m*. Die Temperaturänderung mit der Höhe zwischen Brixen und Schneeberg (Tirol) war am 1. October $0^{\circ}58$, am 2. October $0^{\circ}63$ pro 100 *m*.

Das Barometer-Minimum am 1. October Morgens war nicht sehr tief, aber doch ganz beträchtlich. Die Abweichung des Luftdruckes vom dreissigjährigen Mittel war zu Ischl -10.6 auf dem Schafberg -10.7 , auf dem Sonnblickgipfel -10.7 , zu Lienz -8.6 *mm*. Die Luftdruckabweichung war also auf den Berggipfeln relativ grösser als in den Thälern, denn es ist z. B. der Quotient $\frac{\Delta B}{\Delta H}$ für den Sonnblick 0.020 , für Ischl *blos* 0.015 . Es sagt dies zunächst nichts anderes aus, als dass die Temperatur der Luftsäule zwischen Ischl und Sonnblick unter dem Mittel war, was durch die Temperaturbeobachtungen auch vollauf bestätigt wird.

Wir wenden uns nun der näheren Untersuchung der verticalen Temperaturvertheilung während des Barometer-Minimums vom 1. October zu. Die Temperaturen für den 2. October sind des Vergleiches wegen beigegeben, wir benützen sie aber nicht weiter. Während des 1. October selbst blieb die Temperatur sehr gleichmässig (z. B. Schafberg $-0^{\circ}3$, $-0^{\circ}4$, $-0^{\circ}5$, Sonnblick $-6^{\circ}0$, $-5^{\circ}0$, $-7^{\circ}4$, etc.), so dass man unbedingt die Tagesmittel in Rechnung stellen kann.

Temperatur-Mittel und deren Abweichungen vom Normale.

	Kremsmünster	Salzburg	Zell am See	Rauris	Kohn Saigurn	Schafberg	Schmittenhöhe	Schneeberg (Tirol)	Sonnblick
Höhe in Meter . . .	350	440	750	950	1620	1780	1950	2370	3100
1. October 1889:									
Mittl. Temperatur . .	$8^{\circ}7$	$8^{\circ}5$	$6^{\circ}0$	$5^{\circ}5$	$1^{\circ}7$	$-0^{\circ}1$	$-0^{\circ}3$	$-2^{\circ}1$	$-6^{\circ}5$
Abweichung	-2.5	-2.8	-3.0	-3.6	-5.3	-5.6	-4.8	-4.7	-3.8
2. October 1889:									
Mittl. Temperatur . .	6.9	6.8	4.0	3.1	0.5	-2.6	-2.0	-2.3	-9.8
Abweichung	-4.3	-4.5	-4.6	-6.0	-6.5	-8.1	-6.5	-4.9	-7.1

Die negative Temperaturabweichung der Luftsäule bis zu 3100 *m* Höhe während des Barometer-Minimums vom 1. October 1889 über den Ostalpen war ziemlich beträchtlich und gleichmässig;¹ die mittlere Höhe von circa 1700 *m* hatte die grösste negative Wärmeanomalie.² Bildet man Gruppen aus den Stationen benachbarter Höhen, so erhält man als mittlere Abweichungen:

Höhe . . .	410	850	1700	2160	3100 <i>m</i>
Abweichung .	-2.7	-3.3	-5.5	-4.8	-3.8

Die mittlere Temperaturabweichung der ganzen Luftsäule ist im rohen Mittel -4.0 , mit Rücksicht auf das Gewicht (die Höhenintervalle) der einzelnen Abweichungen aber circa -4.3 .

Während wir also früher für die Wärmeanomalie der Luftsäule bis zu 3100 *m* während des Barometer-Maximums vom 19.—23. November 1889 den Werth $+6^{\circ}$ gefunden haben, stellt sich derselbe für das Barometer-Minimum vom 1. October 1889 zu circa $-4^{\circ}3$ heraus. Die Luft in dem Barometer-Minimum ist viel kälter als jene in dem Barometer-Maximum.

¹ Ferneres Beispiel: Brixen 580 *m* $-4^{\circ}4$, Schneeberg 2370 *m* $-4^{\circ}7$.

² Diese Erscheinung ist wohl nur eine zufällige und berechtigt kaum zu weiteren Schlüssen.

Diese Thatsache ist wohl von hinlänglich grosser allgemeiner Bedeutung für die Frage nach der Ursache der Luftcirculation in den Cyclonen und Anticyclonen, um noch etwas länger bei ihr zu verweilen und sie näher zu beleuchten.

Die Temperaturvertheilung in verticaler Richtung am 1. October 1889 ist durch folgende Mittelwerthe gegeben:

Höhe (Hectometer)	. 4·1	8·5	17·0	21·6	31·0
Temperaturmittel	. 8°6	6°0	0°8	—1°7	—6°5.

Die letzteren finden einen allgemeinen Ausdruck durch die Gleichung

$$t_h = 10^{\circ}74 - 0\cdot566 h \quad (h \text{ in Hektometern}),$$

daraus erhält man als mittlere Temperatur der Luftsäule von 4·1 bis 31·0 Hektometer den Werth 0°81.

Wenn wir damit die Temperatur in der Anticyclone vom November 1889 vergleichen wollen, so stossen wir auf die Schwierigkeit, dass damals die Temperaturvertheilung mit der Höhe eine sehr unregelmässige war. An der Erdoberfläche befand sich eine kalte Schichte, darüber, etwa von 800 oder 1000 *m* absoluten Höhe an, eine sehr warme, innerhalb welcher allerdings die Temperatur nach oben hin wieder abnahm. Die Temperaturvertheilung in dieser höheren Luftschichte lässt sich angenähert berechnen auf folgender Grundlage. Die Temperaturmittel sind der Tabelle auf S. 4 (404) entnommen.

Verticale Temperaturvertheilung in der Zeit vom 19.—23. November 1889:

Höhe (Hektometer)	. . 12·7	17·7	21·2	25·0	31·0
Temperatur Tagesmittel	7°6	5°4	2°7	1°9	—2°0
„ 7 ^h Morgens	5·0	4·0	1·6	0·9	—1·8.

Für die Abhängigkeit der Temperatur von der Seehöhe findet man folgende Gleichungen, in welchen *h'* gleich *h*—10 gesetzt werden mag, weil unterhalb circa 1000 *m* eine kältere Luftschichte über der Erdoberfläche lagerte, und die Gleichungen ihre Giltigkeit verlieren.

$$\begin{aligned} \text{Tagesmittel der Temperatur} & . t_h = 9^{\circ}11 - 0\cdot519 h' \\ \text{Temperatur um 7^h Morgens} & . t_h = 6\cdot32 - 0\cdot380 h'. \end{aligned}$$

h' in Hektometern, vom Niveau von 1000 *m* aus zu nehmen, unterhalb (vielleicht erst unterhalb 800 *m*) verlieren die Gleichungen ihre Giltigkeit.

Um die Temperatur im Centrum der Anticyclone ja nicht zu überschätzen, wollen wir nur die zweite Gleichung zur Rechnung verwenden. Sie gibt die Temperaturen jedenfalls etwas zu niedrig, weil die Beobachtungen an Stationen mit zu Grunde gelegt sind, welche keine Gipfelage haben (z. B. St. Bernhard, Schneeberg in Tirol u. s. w.), und die daher in Folge der nächtlichen Strahlung erheblich tiefere Temperaturen aufweisen mussten, als sie der freien Atmosphäre entsprochen hätten. Unsere Ansätze für die mittlere Lufttemperatur innerhalb der Anticyclone sind daher jedenfalls etwas zu niedrig.

Die Temperatur in dem Höhenintervall von circa 500 bis 1000 *m* ist schwer zu bestimmen. Für die unterste Luftschichte im mittleren Niveau 500 *m* geben die Beobachtungen (um 7^h Morgens) einen mittleren Werth von circa —2°7. Wir erhalten somit folgenden Vergleich der Temperaturen in einer Cyclone und einer Anticyclone von 500 bis etwa 3500 *m* Seehöhe; also von 3 *km* Mächtigkeit.

Seehöhe (Hektometer)	. . . . . 5	10	15	20	25	30	35
		Temperatur:					
Bar.-Minimum vom 1. October	. . . . . 7°9	5°1	2°3	—0°6	—3°4	—6°2	—9°1
Bar.-Maximum vom 19.—23. November	—2·7	6·3	4·4	2·5	0·6	—1·3	—3·2
Diff. Bar.-Maximum — Bar.-Minimum	—10·6	+1·2	+2·1	+3·1	+4·0	+4·9	+5·9

Der Luftpörper innerhalb der Anticyclone war demnach, von mindestens 1000 *m* Seehöhe an, auch absolut genommen, viel wärmer als jener des barometrischen Minimums vom 1. October, obgleich letzteres um mehr als 1½ Monate früher, d. h. noch in der wärmeren Jahreszeit eintrat. Ferner sind die für das Barometer-Minimum eingesetzten Temperaturen Tagesmittel, jene für das Barometer-Maximum Morgentemperaturen, welche besonders in den unteren Höhenstufen erheblich zu niedrig sind.

Wir können nun auch die mittlere Temperatur einer Luftsäule von 3 *km* Höhe in dem Barometer-Minimum und in dem Barometer-Maximum berechnen. Für das letztere erlauben wir uns dabei die Annahme, dass in dem Intervall von 500 bis 1000 *m* die Temperatur proportional der Höhe zugenommen habe, wodurch die mittlere Temperatur dieser Stufe 1°8 wird. Dann erhalten wir:

Mittlere Temperatur einer Luftsäule von 3 *km* Höhe

- A. In dem Barometer-Minimum vom 1. October . . . —0°6 C.
 B. „ „ „ Maximum „ 19.—23. November +1·6

Das Resultat der Abschätzung der Temperatur im Barometer-Maximum ist nur eine untere Grenze, die wahre mittlere Temperatur war wohl 2° oder darüber.

Wir können in dieser Beziehung noch eine Proberechnung anstellen. Da der Luftdruck während des Maximums vom 19.—23. November hinlänglich constant war, kann man versuchen, aus den Barometerständen die mittlere Lufttemperatur abzuleiten. Wir legen dieser Rechnung die folgenden Beobachtungen zu Grunde.

Ischl . . .	$h = 466·9 \text{ m}$	$B = 736·43$	$e = 3·8 \text{ mm}$
Schafberg .	1776·0	327·08	2·4
Sonnblick .	3104·0	531·77	1·7.

Man erhält daraus als mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen

Ischl — Schafberg . . .	4°4
Schafberg — Sonnblick . . .	1·45
Ischl — Sonnblick . . .	2·8.

Die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen 470 *m* und 3100 *m* war hiernach 2°8 C., was mit obiger Rechnung im Allgemeinen ganz gut übereinstimmt, wenn man berücksichtigt, dass die oben eingesetzten Morgentemperaturen eine untere Grenze für die mittlere Lufttemperatur vorstellen.

Wir können also die Thatsache constatiren, dass die mittlere Temperatur einer Luftsäule von der Erdoberfläche ans circa 3000 *m* hinauf in dem Barometer-Minimum vom 1. October 1889 jedenfalls um mehr als 2° niedriger war als jene in dem Barometer-Maximum, das 1½ Monate später während der kälteren Jahreszeit eintrat.

Dass dieses Resultat nicht bloß für das Barometer-Minimum vom 1. October 1889 giltig war, sondern eine Verallgemeinerung gestattet, natürlich nur dem Sinne der Temperaturabweichung nach, ist schon an sich wahrscheinlich, und wird vollauf bestätigt durch meine frühere Untersuchung über die Temperatur auf dem Sonnblickgipfel bei hohem und niedrigem Luftdruck (an der Erdoberfläche) überhaupt.¹ Ein Resultat derselben war: Die Cyclonen des Sommerhalbjahres bringen in einer Luftsäule von mindestens weit über 3000 *m* Höhe eine starke Abkühlung hervor; sie bedingen geradezu die stärksten Temperaturdepressionen, die im Sommer überhaupt eintreten. Die mittlere Temperatur der ganzen Luftsäule in einer Sommercyclone vom Boden bis jedenfalls über 5000 *m* ist niedriger, als die in einer Anticyclone.

¹ Über die Beziehungen zwischen Luftdruck- und Temperatur-Variationen auf Berggipfeln. Von J. Hann. Meteorol. Zeitschr. Jänner 1888.

Es ist wahrscheinlich, dass dies auch für die Wintercyclonen gilt, wenn man ihre Temperatur mit jener im Centrum einer Anticyclone vergleicht. Die Erwärmung, welche die Wintercyclonen an der Erdoberfläche bringen, und welche man für die ganze Luftsäule gültig angenommen hat, beschränkt sich zumeist auf die unteren Luftschichten; die Beobachtungen auf hohen Bergen zeigen, dass dort die grössten Erwärmungen stets mit Anticyclonen eintreten, je höher der Gebirgsgipfel ist, desto entschiedener tritt dieses Resultat hervor.

In sehr grossen Höhen, sagen wir z. B. oberhalb der Cirrusregion, mögen sich die Temperaturunterschiede zwischen Cyclonen und Anticyclonen wieder umkehren, möglicherweise auch nicht. Es lassen sich für die eine wie für die andere Annahme scheinbare Gründe vorbringen.

So viel steht aber jedenfalls fest, dass die Frage nach der Ursache der cyclonalen und anticyclonalen Bewegung der Luftmassen mit der Thatsache rechnen muss, dass bis zu Höhen von mindestens 4 bis 5 km hinauf die mittlere Temperatur des Luftkörpers im Centrum einer Anticyclone höher sein kann (vielleicht sogar immer höher ist), als jene im Centrum einer Cyclone.

Damit fallen die Ansichten, welche die Ursache dieser Bewegungen in dem Unterschiede des specifischen Gewichtes der Luftmassen in einer Cyclone gegenüber der Anticyclone gesucht haben, in dem „Antriebe“, dem die Luft in einer Cyclone unterworfen sein soll.¹

Ferrel's Ansichten über die Natur der Anticyclonen, wie sie noch in dessen neuestem Werke: *A popular treatise on the winds* (London 1889), S. 342 vertreten werden, stehen gleicherweise mit den Thatsachen in ersichtlichem Widerspruch. Eine 14 Tage hindurch über ganz Mittel-Europa stationär lagernde Anticyclone, wie im November 1889, und so manche andere, die noch länger andauerte (December 1879, Jänner, Februar 1882 u. s. w.) kann doch nicht als Satellit oder Dependenz von Cyclonen angesehen werden und den Satz stützen: „The duration of the area of high pressure depends upon that of the cyclone“ (S. 343). Es ist viel eher das Umgekehrte der Fall, die Cyclonen hängen von den Anticyclonen ab; diese letzteren beherrschen den allgemeinen Charakter der Witterung, und weisen den ersteren ihre Wege. Die Anticyclonen hängen auch nicht direct von der niedrigen Temperatur ab, wie Ferrel meint (S. 344); die Anticyclone vom November 1889 widerlegt diese Ansicht in schlagender Weise, ebenso wie den weiteren Satz: dass die Ursache der Anticyclone die durch die niedrige Temperatur gesteigerte Dichtigkeit der Luft ist. Das alles widerspricht den Beobachtungen und es ist eine Errungenschaft, die wir den Bergobservatorien verdanken, dass wir uns von diesen Vorurtheilen haben frei machen können, zu welchen die Beobachtungen an der Erdoberfläche allein verleiten mussten.

So lange man nur die Temperaturen an der Erdoberfläche selbst beobachtete, musste man in diesen Fehlschluss verfallen, welcher so natürlich und einleuchtend war. Dort, wo die kalte Luft auf der Erdoberfläche liegt, fand sich ja der hohe Luftdruck und umgekehrt; was war selbstverständlicher, als dass die Temperatur der Luftsäule als das Bedingende für die Druckverhältnisse betrachtet wurde.

Erst die Beobachtungen auf den Bergobservatorien, namentlich auf den Gipfelstationen, haben uns von diesem Vorurtheil befreit, und wir müssen nun schliessen, dass die Wärmeverhältnisse in den wandernden Cyclonen und Anticyclonen das Bedingte, nicht das Bedingende sind, dass sie Folgeerscheinungen der Bewegungsformen der Luftmassen sind, der aufsteigenden und niedersinkenden Bewegung im verticalen Kreislaufe der Atmosphäre. Es kann kaum noch einem Zweifel unterliegen, dass die Druckverhältnisse in den Barometer-Maximis und den Barometer-Minimis überhaupt in erster Linie durch diese Bewegungsformen der Luft selbst zu erklären sind. Die Kräfte, welche wir bei der Luftcirculation der höheren Breiten, namentlich im Winter, in Wirksamkeit sehen, stammen von der Wärme der Tropen, d. i. von dem Wärmenunterschiede zwischen den polaren Regionen und der Äquatorialzone. Die Cyclonen und Anticyclonen sind nur Theilercheinungen in der allgemeinen Circulation der Atmosphäre. Die durch den oberen Gradienten polwärts in

¹ Wie sehr diese Ansichten früher herrschend waren, ersieht man z. B. aus der Abhandlung eines so ausgezeichneten Meteorologen wie Mohn in der *Meteorol. Zeitschrift*, Bd. XI [1876], S. 17—21.

Bewegung gesetzten Luftmassen lösen sich in höheren Breiten zum Theil in Wirbel auf, denen von der vorherrschenden Westcomponente der ersteren ihre hauptsächlichste Fortpflanzungsrichtung angewiesen wird. Der Einfluss der Verschiedenheit der Erdoberfläche, die verschiedene Erwärmung und Erkaltung des Landes und der Oeeane, sowie die locale Zufuhr von Wasserdampf und dessen Condensation kommen dann in zweiter Linie in Betracht. Derselbe begünstigt oder stört die aufsteigenden oder absteigenden Wirbel, modificirt deren Bahnen und die Geschwindigkeit ihres Fortschreitens.

Ähnliche Ansichten waren es, die ich stets vertreten habe, allerdings lange Zeit ohne scheinbaren Erfolg, gegen die damals alles beherrschende Theorie des örtlichen Ursprungs der Barometer-Minima durch die Condensation des Wasserdampfes (vertreten von Mohr, Reye, Loomis, Blanford). Nun brechen sie sich mehr und mehr Bahn und werden herrschend. Am deutlichsten hat man bei Loomis gesehen, wie ihn die eigenen fortgesetzten Untersuchungen über das Verhalten der Barometer-Minima und -Maxima Schritt für Schritt genöthigt haben, die von ihm früher zäh festgehaltene sogenannte „Condensationstheorie“ aufzugeben und die Entstehung, sowie die Fortbewegung der Cyclonen mit der allgemeinen Circulation der Atmosphäre in Verbindung zu bringen.

Dass die Barometer-Maxima der höheren Breiten eine ganz analoge Entstehung haben dürften, wie die subtropischen Gürtel hohen Luftdruckes, habe ich zuerst in einem Artikel: Bemerkungen zur Lehre von den allgemeinen atmosphärischen Strömungen (Zeitschr. für Meteorologie, XIV [1879], S. 38, 39) erörtert. Früher schon hatte ich die verticale Temperaturvertheilung in den Anticyclonen untersucht. In dem Artikel: Über die Entstehung eines Kältecentrums im Winter (Zeitschr. f. Meteorol. [1875], Bd. X, S. 210) habe ich nachgewiesen, dass die damals verbreitete, von hervorragenden Meteorologen (Loomis, Bildebrandsson) propagirte Ansicht, dass die Kälte in einem Barometer-Maximum auf die Kälte der dort herabsinkenden höheren Luftschichten zurückzuführen wäre, aus theoretischen Gründen, wie nach den Beobachtungen unhaltbar sei, und habe deren Ursprung als Ausstrahlungskälte an die Erdoberfläche selbst verlegt. Aus den täglichen Wetterberichten des Chief Signal Service selbst konnte gezeigt werden, dass die Beobachtungen auf dem Mt. Washington in dieser Hinsicht zu demselben Resultat führen, wie jene in unseren Alpen (S. 203). Ein Jahr später habe ich dann an einem bestimmten Luftdruck-Maximum, jenem von 23. Jänner bis 3. Februar 1876, nachgewiesen, dass die Wärme der höheren Luftschichten, die im Winterhalbjahr zuweilen bei gleichzeitiger Frostkälte an der Erdoberfläche auftritt, eine bekannte Erscheinung, die aber bis dahin als eine sonderbare Anomalie vereinzelt dastand, causal mit der Luftcirculation in einem Barometer-Maximum zusammenhänge (Zeitschr. f. Meteorol. [1876] Bd. XI, S. 129—135); damals aber hatten wir noch nicht so viele und so hoch gelegene Gipfelstationen in den Alpen, wie jetzt, namentlich aber fehlten die Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit aus grossen Höhen, die einen so wichtigen Beweis für die Herkunft der oberen warmen Luftschichten liefern. Die vorliegende Untersuchung bringt die dort zuerst entwickelte Theorie zu einem gewissen Abschlusse.

Diese Theorie ist von mir nicht bloss deductiv abgeleitet oder als blosse Ansicht hingestellt worden. Ich habe bei mehrfachen Anlässen Schritt für Schritt deren Übereinstimmung mit den Beobachtungen in allen Details nachgewiesen, so dass ich wohl mit Recht die Priorität für dieselbe in Anspruch nehmen darf.

Anhang.

Die täglichen Beobachtungen einiger Bergstationen während des Barometer-Maximums vom November 1889.

Sonnblick 3100 m.																	
November 1889	Luftdruck ¹ 500 m +			Temperatur Cels.				Dampf- druck Mittel	Relative Feuchtigkeit			Bewölkung			Windrichtung und Stärke		
	7h	2h	9h	Max.	7h	2h	9h		7h	2h	9h	7h	2h	9h	7h	2h	9h
12.	22.6	23.3	24.5	-11.1	-14.8	-13.2	-11.6	1.4	100	100	58	0	0	0	NE ₅	ENE ₅	N ₃
13.	26.1	27.4	28.2	-6.6	-9.8	-7.2	-7.2	1.6	66	60	63	0	0	0	ENE ₃	NE ₂	NNE ₂
14.	28.6	28.8	29.5	-6.0	-7.4	-6.8	-8.0	1.9	75	79	66	0	0	0	NE ₂	SSW ₂	SSW ₂
15.	29.6	29.9	30.6	-5.8	-8.2	-6.6	-7.0	2.0	77	75	79	0	0	0	ESE ₁	S ₃	SSW ₃
16.	30.7	30.5	30.3	-5.0	-5.8	-5.2	-6.2	1.9	61	62	66	2	1	0	W ₁	W ₁	NW ₁
17.	29.2	29.6	29.5	-4.8	-7.0	-6.6	-7.0	2.0	67	64	83	1	1	0	N ₃	N ₁	N ₇
18.	29.4	29.7	30.5	-5.6	-6.8	-6.6	-7.0	2.4	87	95	75	2	1	0	E ₅	N ₅	NW ₅
19.	31.5	32.5	33.1	-2.5	-3.8	-3.0	-3.8	1.5	32	58	38	0	0	0	N ₅	E ₃	NE ₅
20.	33.2	33.2	32.4	-0.4	-1.0	-2.2	-3.8	1.1	26	25	38	0	0	0	NE ₃	NW ₃	NW ₃
21.	31.8	32.2	32.7	0.2	-3.4	-2.0	-0.2	1.6	49	49	28	0	0	0	NNW ₅	SSE ₁	E ₁
22.	32.6	32.2	32.0	0.4	-0.4	0.0	-0.2	1.8	36	43	42	1	0	0	ENE ₁	NE ₁	NE ₁
23.	30.7	29.8	29.3	0.0	-0.4	-1.6	-3.4	2.3	45	60	73	0	0	0	NE ₁	NE ₀	ESE ₁
24.	27.5	25.6	24.5	-2.4	-4.2	-2.8	-4.0	2.3	82	57	58	0	1	0	SW ₅	SW ₅	NW ₅
25.	20.3	18.7	16.5	-4.0	-6.2	-6.0	-8.4	2.3	80	88	86	1	1	2	SW ₇	SW ₇	NW ₇
26.	13.8	12.3	10.6	-0.8	-10.0	-7.4	-13.6	1.9	94	87	93	9	10*	10*	SW ₃	WSW ₁	ESE ₁
27.	7.9	6.7	6.6	-12.0	-14.2	-12.8	-13.0	1.6	100	100	100	6	2	10	W ₃	W ₅	W ₈
28.	5.6	6.4	8.2	-13.0	-19.8	-19.2	-21.4	0.6	100	100	100	10*	10*	8	NNE ₃	SSE ₃	N ³

¹ Barometer-Correction -0.19 m.

Säntis 2500 m.																	
	7h	1h	9h	Max	7h	1h	9h	Dampf.	7h	1h	9h	7h	1h	9h	7h	1h	9h
14.	70.4	70.8	71.1	-1.2	-2.0	-1.6	-2.1	1.5	38	44	34	0	0	0	NW ₂	NNE ₁	SE ₀
15.	71.2	71.6	72.3	0.2	-0.2	-0.2	0.2	1.6	41	43	22	1	2	0	SE ₀	SE ₁	WSW ₁
16.	72.6	72.9	72.8	-0.7	-1.6	-1.1	-2.0	2.3	48	57	40	4	2	0	W ₃	WSW ₂	W ₂
17.	72.1	72.2	72.2	-0.4	-3.0	-0.9	-1.4	2.0	52	52	49	1	2	0	WSW ₂	NW ₁	E ₃
18.	72.0	72.6	73.3	2.0	0.2	1.9	1.6	2.5	49	51	40	1	1	0	ENE ₂	E ₂	ENE ₂
19.	73.8	74.5	75.1	3.1	2.1	3.1	1.6	2.4	49	51	31	1	0	0	ESE ₂	SE ₃	S ₁
20.	75.4	75.5	75.1	3.5	3.4	3.5	1.9	1.3	21	18	32	1	0	0	W ₁	WSW ₁	WSW ₂
21.	73.9	73.7	74.0	4.3	2.7	4.3	4.1	1.6	37	24	17	1	0	0	E ₃	E ₂	E ₁
22.	73.8	73.8	73.2	3.6	1.0	3.6	1.4	2.4	55	40	39	0	0	0	WSW ₃	W ₁	W ₁
23.	71.9	71.4	70.5	2.7	2.2	2.2	-0.2	1.7	35	38	28	1	0	0	W ₁	WSW ₂	WSW ₃

Bergbau Schneeberg in Tirol 2366 m.																
	7h	2h	9h	Max.	7h	2h	9h	Dampf.	7h	2h	9h	Mittel	7h	2h	9h	
14.	80.0	80.3	80.4	—	-1.8	0.0	-2.6	3.1	67	95	62	0.0	E ₁	E ₁	E ₁	
15.	80.8	81.4	80.8	—	-3.2	-0.6	-2.8	3.1	85	93	51	0.0	E ₁	E ₁	E ₁	
16.	81.9	82.4	81.9	—	-3.0	-1.0	-3.0	3.1	71	84	82	0.0	E ₁	N ₁	N ₁	
17.	82.0	81.8	81.9	—	-3.0	-1.0	-2.8	3.5	82	93	97	0.0	N ₁	N ₁	N ₁	
18.	81.2	81.9	82.4	—	-1.0	1.2	-1.6	3.6	96	81	67	0.0	E ₁	E ₁	E ₁	
19.	82.7	83.9	83.2	—	1.2	2.4	0.0	3.5	82	66	64	0.0	E ₁	E ₁	E ₁	
20.	84.5	84.2	84.7	—	1.6	3.4	0.9	3.3	70	56	58	0.0	E ₁	E ₁	E ₁	
21.	82.9	83.4	83.6	—	1.2	2.0	-1.2	3.4	82	71	54	0.0	NE ₁	N ₁	N ₁	
22.	82.7	83.2	83.7	—	2.0	3.8	-1.8	3.5	77	49	88	0.0	E ₁	NE ₁	NE ₁	
23.	81.0	80.5	79.7	—	1.0	2.6	-0.4	3.4	88	63	53	0.0	E ₁	E ₁	NE ₁	
24.	78.4	75.0	75.4	—	-2.0	-2.0	-3.4	3.0	82	100	100	0.0	E ₁	NE ₁	N ₁	

Hoch-Obir 2044 m.																
November 1889	Luftdruck ¹ 600 m +			Temperatur Cels.					Dampf- druck	Relative Feuchtigkeit			Bewölkung	Windrichtung und Stärke		
	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Max.	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel	7 ^h	2 ^h	9 ^h	
14.	3.5	3.8	4.0	5.4	0.8	5.2	1.0	3.8	94	53	71	0.0	N ₁	0	N ₁	
15.	4.3	4.7	5.1	4.2	1.1	4.0	1.3	2.9	94	38	41	0.0	N ₁	0	N ₁	
16.	5.7	5.1	5.1	0.8	1.2	6.5	1.0	3.4	92	45	53	0.0	N ₁	0	W ₁	
17.	4.4	4.5	4.4	3.0	0.0	2.5	1.5	4.5	90	94	94	0.0	N ₃	0	W ₂	
18.	4.1	4.3	4.0	1.5	1.1	1.0	2.0	3.2	96	45	82	0.0	N ₃	N ₁	N ₃	
19.	5.5	6.0	6.7	5.1	0.0	5.0	2.8	3.4	60	30	93	0.0	N ₄	N ₁	W ₅	
20.	7.2	7.0	6.8	0.1	3.0	5.5	2.0	4.0	94	32	87	0.0	NW ₃	W ₂	N ₁	
21.	6.4	6.4	6.9	7.1	0.6	7.0	3.1	3.8	90	30	86	0.0	N ₄	0	0	
22.	6.2	6.2	6.5	10.1	3.2	10.1	3.0	4.6	92	41	85	0.0	W ₁	0	0	
23.	4.7	4.0	3.5	9.1	4.8	7.8	3.0	3.7	82	38	58	0.0	W ₁	W ₁	0	
24.	2.0	0.4	99.1	7.1	2.2	6.5	3.1	3.2	83	36	49	0.0	0	W ₁	SE ₄	
25.	95.3	92.4	90.8	4.0	1.0	3.5	4.0	3.5	91	51	96	0.3	E ₅	SW ₃	SW ₇	

¹ Barometer-Correction + 0.42.

Baumgartnerhaus, Schneeberg 1402 m.															
	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Max.	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Dampfdr.	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel	7 ^h	2 ^h	9 ^h
	14.	47.8	47.9	47.8	—	2.0	8.0	1.0	4.3	90	45	8	0.0	—0	—0	—0
15.	49.0	49.5	50.2	—	1.7	9.8	2.4	4.3	94	40	99	0.0	—0	—0	—0
16.	50.3	49.4	49.6	—	4.8	10.1	2.0	3.4	41	41	79	0.3	—0	—0	SW ₄
17.	49.1	48.4	48.4	—	0.6	0.8	0.2	4.5	98	99	96	6.7	SE ₃	SW ₅	SW ₇
18.	48.0	40.5	49.5	—	2.4	2.3	2.8	3.6	96	67	96	1.7	W ₄	SE ₁	—0
19.	50.2	51.0	51.3	—	3.0	10.2	6.4	2.8	44	41	34	0.3	—0	NW ₃	—0
20.	51.4	51.5	51.5	—	5.8	9.4	2.0	2.0	30	24	90	0.0	W ₂	W ₄	NE ₃
21.	51.6	51.4	50.8	—	3.8	6.6	3.2	3.5	99	56	55	0.0	—0	—0	—0
22.	50.8	50.3	49.7	—	5.8	12.6	5.6	3.0	97	36	39	0.0	—0	—0	NE ₂
23.	49.0	48.1	47.8	—	5.1	10.4	3.0	3.1	33	38	70	0.0	—0	SW ₂	—0
24.	45.9	45.0	43.2	—	1.2	13.4	5.0	2.6	57	27	33	0.0	N ₂	SW ₃	SW ₄
25.	30.3	30.0	32.7	—	2.6	8.4	2.6	3.0	60	33	52	0.0	—0	SW ₅	SW ₁

Schmittenhöhe 1940 m.								Schafberg 1770 m.							
Temperatur Cels.				Bewölkung	Luftdruck ¹ 600 mm +			Temperatur Cels.			Bewölkung				
7 ^h	2 ^h	8 ^h	Mittel	Mittel	7 ^h	2 ^h	8 ^h	7 ^h	2 ^h	8 ^h	Mittel	Mittel			
14.	— 1.0	2.0	— 2.0	0.0	23.3	23.3	24.0	0.4	8.0	1.5	1.0	0.0			
15.	0.0	2.0	0.0	0.0	24.2	23.3	23.4	2.0	6.0	0.4	1.0	0.0			
16.	0.0	1.0	— 2.0	0.0	24.2	24.2	24.6	0.4	0.8	— 1.0	1.1	0.0			
17.	— 3.0	— 3.0	— 4.0	0.7	26.1	24.5	23.9	— 2.0	— 0.8	— 2.0	7.3	0.0			
18.	— 1.0	2.0	1.0	0.7	24.1	25.4	20.0	— 2.5	4.6	0.6	4.3	0.0			
19.	0.0	6.0	2.0	0.0	20.6	27.1	27.6	1.6	8.7	3.6	1.0	0.0			
20.	0.0	6.0	2.0	0.0	27.7	27.9	27.6	3.8	7.5	2.3	1.0	0.0			
21.	0.0	4.0	1.0	0.3	20.7	20.0	25.9	1.0	8.0	5.0	0.7	0.0			
22.	4.0	5.0	2.0	0.0	20.0	25.7	25.4	3.0	7.5	5.2	1.0	0.0			
23.	2.0	4.0	0.0	0.0	24.0	23.8	22.0	3.6	6.0	3.5	0.3	0.0			
24.	1.0	3.0	1.0	0.0	21.1	19.1	17.8	2.0	7.0	3.0	0.7	0.0			
25.	— 2.0	4.0	— 1.0	0.0	13.3	10.2	9.0	2.5	7.5	— 0.5	1.3	0.0			
26.	— 5.0	— 6.0	— 7.0	10.0	8.2	6.9	5.8	— 6.0	— 5.7	— 0.5	9.7	0.0			

¹ Barometer-Correction + 0.86.

Gargellen 1440 m.										
Temperatur Cels.			Dampf- druck	Relative Feuchtigkeit			Bewölkung	Wind		
7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel	7 ^h	2 ^h	9 ^h	Mittel			
14.	— 0.6	0.6	1.2	3.4	83	39	75	0.0 S ₁		
15.	0.0	0.4	1.4	3.0	87	45	70	0.0 S ₁		
16.	1.8	6.4	0.0	3.4	59	48	78	0.0 SSW ₁		
17.	1.0	5.4	1.0	2.6	21	43	75	0.0 SSW ₁		
18.	0.4	8.8	2.4	3.3	08	41	63	0.0 S ₁		
19.	1.2	9.6	3.8	3.0	60	35	47	0.0 S ₁		
20.	3.2	10.4	4.4	2.5	42	29	40	0.0 S ₁		
21.	3.4	10.8	3.6	2.4	38	26	47	0.0 S ₁		
22.	3.0	10.0	3.8	2.8	47	34	44	0.0 S ₁		
23.	2.6	9.2	3.8	2.9	46	38	44	0.0 S ₁		
24.	3.0	9.4	1.8	2.6	36	36	50	0.0 S ₁		
25.	4.4	9.8	2.4	2.5	33	29	54	2.7 S ₃		
26.	— 2.0	0.4	— 2.8	3.7	100	73	96	8.7* NW		

St. Bernhard 2470 m.										Chaumont 1130 m.									
Novem- ber 1889	Luftdruck 500 m +			Temperatur Cels.			Bewöl- kung Mittel	Wind Mittel	Temperatur Cels.			Relative Feuchtigkeit			Bewöl- kung Mittel	Wind Mittel			
	7 ^h	1 ^h	10 ^h	7 ^h	1 ^h	10 ^h			7 ^h	1 ^h	10 ^h	7 ^h	1 ^h	10 ^h					
14.	72.3	72.4	72.9	— 3.1	1.5	— 3.0	0.0	SW ₁	1.7	10.1	3.2	95	58	79	0.0	W ₀			
15.	73.1	73.7	74.5	— 2.5	1.1	— 2.5	0.0	NE ₁	4.0	10.3	3.5	07	55	65	0.0	NW ₁			
16.	74.9	75.0	75.1	— 2.2	1.3	— 2.8	0.0	NE ₁	2.8	9.4	2.9	66	61	80	0.7	NW ₀			
17.	74.1	74.0	73.8	— 2.7	2.0	— 2.5	0.0	NE ₁	3.1	0.7	1.4	65	72	100	0.0	W ₀			
18.	73.9	74.3	75.0	— 1.0	2.0	— 1.2	0.0	SW ₁	1.1	— 0.3	— 1.5	100	100	90	10.0	E ₁			
19.	75.8	70.0	77.5	— 0.5	4.2	2.5	0.0	SW ₁	2.3	10.9	5.1	100	38	30	0.0	W ₀			
20.	77.0	77.3	77.2	— 0.2	5.0	2.0	0.0	SW ₁ NW ₁	7.1	15.5	4.6	39	28	40	0.0	W ₀			
21.	70.0	75.7	70.2	— 0.8	3.5	— 0.7	0.0	NE ₁	5.3	13.1	7.6	31	30	35	0.0	W ₀			
22.	70.0	75.7	75.3	— 1.1	4.7	— 0.8	0.0	NE ₁	0.7	14.0	6.5	39	33	31	0.0	W ₀			
23.	74.0	73.3	72.7	— 0.5	3.6	— 1.5	0.0	NE ₁	5.5	13.0	4.2	30	24	38	0.0	W ₀			

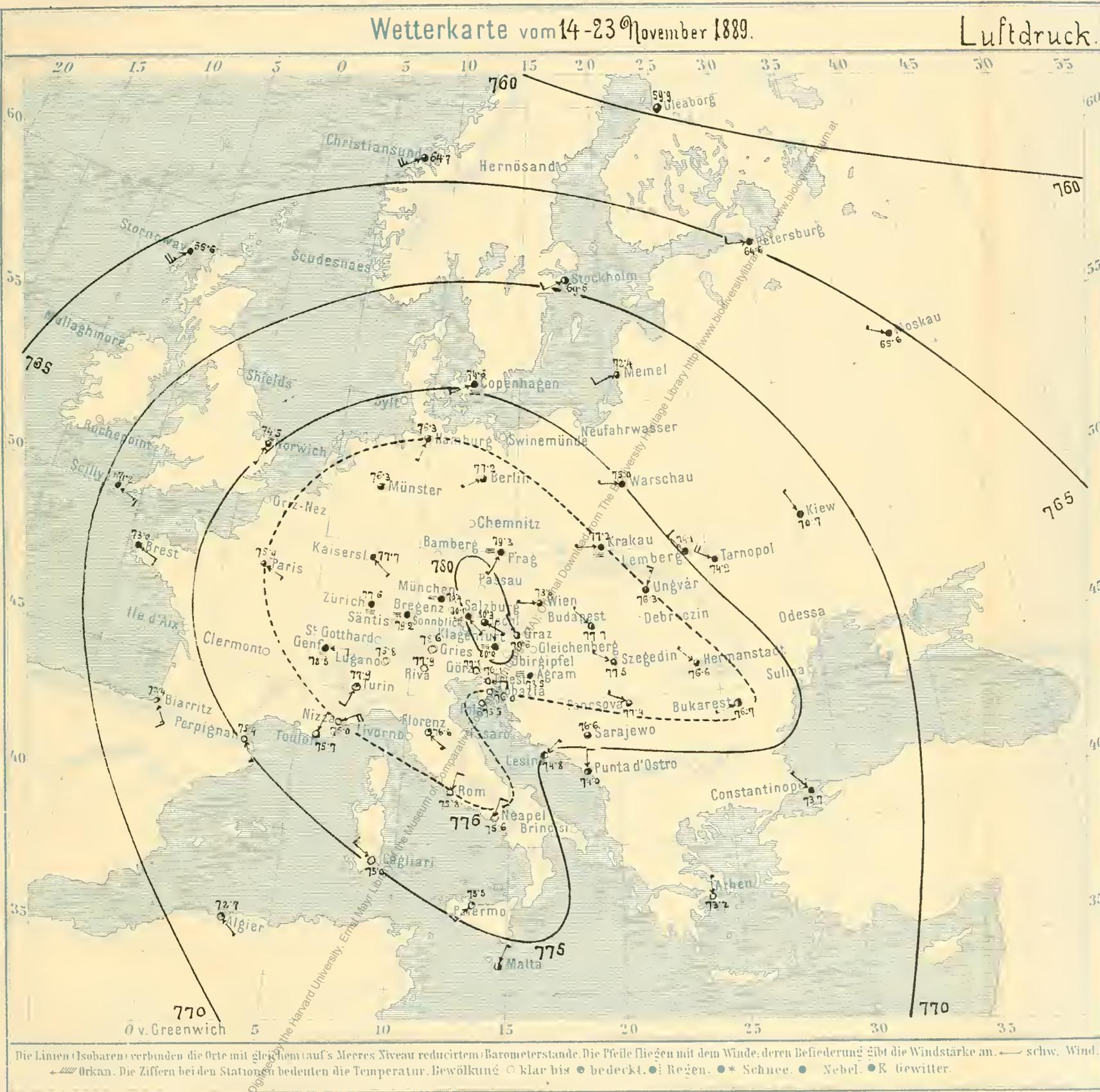
Rigikulm 1790 m.										Gäbris 1253 m.						
Temperatur Cels.			Dampf- druck Mittel	Relative Feuchtigkeit			Bewöl- kung Mittel	Windrichtung und Stärke			Temperatur Cels.			Bewöl- kung Mittel	Wind Mittel	
7 ^h	1 ^h	9 ^h		7 ^h	1 ^h	9 ^h		7 ^h	1 ^h	9 ^h	7 ^h	1 ^h	9 ^h			
14.	1.4	3.9	0.9	3.4	59	54	79	0.3	SE ₁	SE ₁	W ₁	2.8	7.2	3.4	0.0	NNW ₁
15.	0.6	3.7	2.7	3.2	64	65	50	1.0	NW ₁	SW ₁	E ₁	5.4	8.3	5.2	0.0	N ₁
16.	2.3	1.9	0.6	3.3	62	60	69	1.3	W ₁	W ₁	W ₁	5.4	5.2	2.0	2.7	N ₀
17.	0.7	2.6	0.1	3.9	80	75	92	1.3	W ₁	SW ₁	E ₁	3.4	6.6	0.4	5.3	NE ₁
18.	2.7	5.8	3.9	4.0	95	59	42	1.0	E ₁	E ₁	W ₁	0.4	3.2	2.0	4.0	NE ₀
19.	2.7	5.1	4.4	2.9	47	40	48	0.3	SW ₁	W ₁	W ₁	5.2	8.4	6.8	0.7	NW ₀
20.	5.7	7.9	5.3	3.2	42	47	44	0.3	W ₁	SW ₁	E ₁	5.2	11.9	7.4	0.0	N ₀
21.	6.7	7.4	5.3	3.1	30	47	50	0.7	E ₁	SW ₁	W ₂	7.7	8.9	8.2	0.0	E ₀ W ₁
22.	4.2	7.5	4.9	2.8	56	27	44	0.7	W ₂	SW ₁	E ₁	12.4	9.4	7.6	0.0	N ₀
23.	2.9	6.7	4.4	2.9	70	31	38	0.0	SW ₁	W ₁	W ₁	6.9	9.3	7.3	0.0	NNE ₀

Schneekoppe 1603 m.										Eichberg 350 m.						
Luftdruck Cels.			Temperatur Cels.			Dampf- druck Mittel	Relat. Feuch- tigkeit	Bewöl- kung Mittel	Windricht. u. Stärke			Temperatur Cels.			Bewöl- kung Mittel	
7 ^h	2 ^h	9 ^h	7 ^h	2 ^h	9 ^h				7 ^h	2 ^h	9 ^h	7 ^h	2 ^h	9 ^h		
14.	635.6	35.9	36.2	— 0.8	0.0	— 0.4	2.9	64	0.0	N ₁	N ₁	N ₅	0.6	5.6	— 1.0	3.7
15.	38.0	38.1	38.5	1.0	4.6	3.6	3.9	69	0.0	SW ₁	SW ₁	SW ₂	— 3.0	7.1	— 1.2	0.0
16.	37.0	36.8	36.9	1.3	2.9	3.0	3.4	93	1.7	NW ₅	NW ₃	NW ₄	— 3.0	5.5	3.4	6.7
17.	35.1	35.0	34.9	— 0.2	— 4.2	— 3.3	3.7	100	10.0	SW ₉	SW ₈	NW ₉	4.8	5.0	3.1	9.3
18.	35.0	37.8	38.7	— 5.7	— 4.7	— 5.8	3.1	100	10.0	N ₇	N ₄	N ₃	2.0	4.0	2.1	9.0
19.	38.5	39.0	38.5	1.1	2.3	1.7	3.4	95	0.0	W ₆	NW ₆	NW ₅	1.5	3.0	3.1	9.3
20.	38.3	38.5	39.5	— 4.8	— 2.0	— 2.0	3.0	100	10.0	N ₆	N ₅	N ₅	2.9	4.1	4.0	9.7
21.	40.2	40.0	40.0	— 0.2	2.4	3.2	7.1	71	0.0	S ₁	S ₂	S ₂	3.2	5.5	0.4	4.3
22.	39.1	38.2	38.1	4.7	0.0	3.8	4.2	68	0.0	S ₂	S ₂	S ₁	— 3.9	4.1	— 2.0	0.0
23.	36.0	35.0	35.5	3.9	4.0	2.0	3.0	60	0.0	SW ₂	SW ₂	N ₁	— 5.3	2.2	— 5.3	0.0

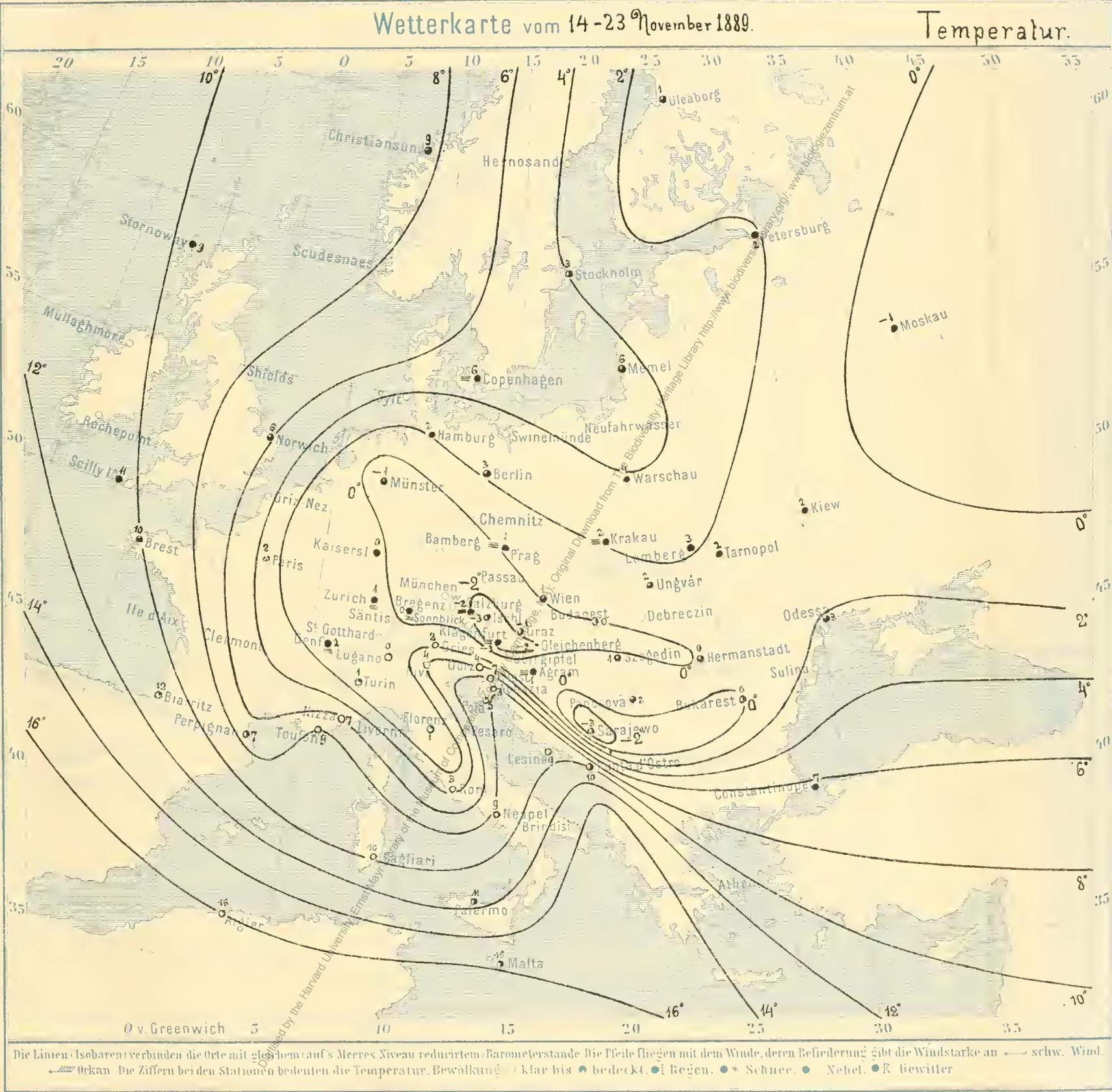
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Mass. Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/

Wetterkarte vom 14-23^{er} November 1889.

Luftdruck.



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Hann Julius von

Artikel/Article: [Das Luftdruck- Maximum vom November 1889 in Mittel- Europa, nebst Bemerkungen über die Barometer- Maxima im Allgemeinen. \(Mit 2 Tafeln.\) 401-424](#)