

# Das Klima der Zugspitze

---

Von der K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der

Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

**Anton Huber**

Kustos der K. B. Meteorologischen Zentralstation München

---

Referent: Professor Dr. Robert **Emden**

Korreferent: Professor Geheimer Hofrat Dr. Siegmund **Günther**

---

Tag der Annahme der Dissertation: 24. Juli 1913.

---

München 1914

E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei A.G.

939 53

X  
1245

4443650

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305864



x  
1245



# Das Klima der Zugspitze

---

Von der K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der

Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

**Anton Huber**

Kustos der K. B. Meteorologischen Zentralstation München

---

Referent: Professor Dr. Robert **Emden**

---

Korreferent: Professor Geheimer Hofrat Dr. Sigmund **Günther**

---

Tag der Annahme der Dissertatation: 24. Juli 1913.



---

*G 39.82*

München 1914

E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei A.G.

# Das Klima der Zugspitze



III 33477



Akc. Nr. 3120/50

## Einleitung.

# Die meteorologische Hochstation auf der Zugspitze.

### Allgemeines über Bergobservatorien.

Die Erforschung der Vorgänge in den höheren Schichten der Atmosphäre ist für die Meteorologie eine Lebensbedingung.

Die notwendigen Beobachtungen können auf zweierlei Wegen erhalten werden: Durch Verwendung des Ballons, durch Drachen usw., oder durch Errichtung von hochgelegenen Stationen, vorzugsweise auf Berggipfeln.

Bei den grossen Erfolgen, die besonders in den letzten zehn Jahren die wissenschaftliche Luftschiffahrt aufzuweisen hat, drängt sich unwillkürlich die Frage nach der Entbehrlichkeit der Bergobservatorien auf. Beide Methoden der Erforschung der höheren Luftschichten haben ihre Vorzüge und ihre Fehler. Die Luftschiffahrt und die Bergstationen wollen sich nicht den Rang ablaufen, sondern sich gegenseitig ergänzen. Wenn auch die mit dem Registrierballon erreichbaren Höhen ganz kolossale sind, so werden wir — auch bei der reichsten Entfaltung der wissenschaftlichen Aeronautik — von ihr doch nur Stichproben aus den höheren Schichten erhalten. Im Gegensatz hierzu liegt die Notwendigkeit der Bergobservatorien vor allem in der beständigen Beobachtung der meteorologischen Elemente. Die — überdies unberechtigte — Geringschätzung, deren sich die Bergobservatorien verschiedentlich erfreuen, weil es auch ihnen nicht gelang, eine neue Ära in den Wetterprognosen herbeizuführen, kann man — wie auch wohl Hann\*) meint — bei den wichtigen Ergebnissen, die sie lieferten, ruhig mit in den Kauf nehmen.

Wenn auch schon in früheren Zeiten eine geringe Anzahl von Bergobservatorien bestand, so kann man doch von einem System erst seit den Jahren reden, wo die Internationalen Meteorologen-Kongresse die allgemeine Aufmerksamkeit auf diese Frage lenkten. Den Vorstand des österreichischen Beobachtungsnetzes Julius von Hann hatte der Internationale Meteorologen-Kongress zu Wien 1873 beauftragt, für die nächste Konferenz in Rom 1879 einen Bericht über die Beobachtungen auf Hochstationen und Ballonfahrten auszuarbeiten und Vorschläge zu machen. Hann's warmem Appell war es zu verdanken, dass man überall bemüht war, Gipfel- oder wenigstens hochgelegene Stationen zu errichten.

### Die Bergobservatorien der verschiedenen Staaten.

Wir wollen uns hier mit einer möglichst kurzen Aufzählung der wichtigsten Gipfelstationen begnügen.

An erster Stelle ist Österreich zu nennen, das durch seine Hochstationen auf dem Obir (2140 m) und vor allem auf dem Sonnblick (3106 m) ganz besonders wichtige Beiträge zur wissenschaftlichen Meteorologie geliefert hat, dank der intensiven Bearbeitung des Beobachtungsmateriales, vorzüglich durch Hann. Erwähnenswert sind ferner noch die Stationen auf dem Schafberg (1776 m) und der Schmittenhöhe (1968 m). Wichtige Resultate liefert auch das einzige Balkanobservatorium, die in Bosnien gelegene Bjelašnica (2067 m).

Nun kurz zu unserem engeren Gebiete. Bayern besitzt schon seit dem Jahre 1781, seit der Tätigkeit der Societas Meteorologica Palatina, eine Höhenstation auf dem Hohenpeissenberg (994,1 m). Die Station auf dem Wendelstein (1724 m) und Hirschberg (1512 m) lieferten früher manch wertvolles Resultat; erstere musste im laufenden Jahre wieder aufgehoben werden. Im Jahre 1900 trat Bayern besonders hervor durch die Errichtung einer meteorologischen Hochstation auf der Zugspitze (2962,2 m). Von den Bergstationen in den deutschen Mittelgebirgen ist vor allem zu nennen der Brocken (1148 m), die Schneekoppe (1603 m) und der Gebweiler Belchen (1394 m).

\*) Hann, „Die gegenwärtigen Ziele der meteorologischen Forschung“ (Internationale Direktoren-Konferenz Innsbruck) XV. Jahresbericht des Sonnblick-Vereins 1906, pag. 4.

Die Schweiz besitzt eine wichtige Hochstation auf dem Säntis (2500 m). Weiter führen wir noch an den Pilatus (2070 m), Rigi (1790 m), Gäbris (1250 m) und Chaumont (1128 m).

Frankreich besitzt Observatorien von gutem Rufe auf dem Pic du Midi (2859 m), das schon eine lange Geschichte hinter sich hat, auf dem Puy de Dôme (1465 m) und dem Mont Mounier (2740 m). Von kleineren Stationen abgesehen, erwähnen wir noch den Mont Ventoux (1900 m) und den Mont Aigoual (1567 m). Das (1892 erbaute) Observatorium Janssen auf dem Gipfel des Montblanc (4810 m) musste der Schneeverhältnisse halber abgebrochen werden, während das tiefergelegene Observatorium Vallot (4358 m) wenigstens im Sommer seinen Zweck noch erfüllt.

Italien, das bereits in dem Observatorium auf dem Aetna (2942 m), auf dem Monte Cimone (2165 m) und auf dem Vesuv (1300 m?) meteorologische Stationen errichtet hatte, ist in den letzten Jahren durch das — allerdings nur im Sommer bezogene — Osservatorio „Regina Margherita“ auf dem Monte Rosa (4560 m) besonders hervorgetreten.

Mit Bedauern ist zu konstatieren, dass in England das Observatorium auf dem Ben Nevis (1343 m) nach zwanzigjähriger erfolgreicher Tätigkeit geschlossen wurde.

Das Observatorium in Tiflis hat wenigstens für die Sommermonate die Errichtung einer Station auf dem Ararat (5172 m) geplant.

Indien, das bereits aus den Fünfziger und Sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts meteorologische Beobachtungen auf dem Augustia Peak (1890 m) aufzuweisen hat, ist vertreten durch die Stationen auf dem Dobadetta Peak (2633 m) und besonders durch das astrophysikalische Observatorium auf dem Kodaikanal (2343 m).

Auch das Manila Weather Bureau hat auf dem Mount Mirador (1512 m) eine Station errichtet.

Japan besitzt auf dem Issai-Kyozon (1956 m) eine Hochstation (?) und tritt neuerdings besonders durch die Station auf dem isolierten Gipfel des Tsukubasan (876 m) hervor.

Auf den zu Afrika zu rechnenden kanarischen Inseln entstand im Jahre 1909 auf deutsche Initiative ein (provisorisches) Observatorium auf dem Pic von Teneriffa in 2400 m Höhe. Ausserdem plant die spanische Regierung dort ein ständiges Observatorium.

Nordamerika besass in dem (leider aufgelassenen) Observatorium auf dem Pikes Peak (4308 m) eine sehr wichtige Hochstation. Weiter sind zu nennen die Stationen auf dem Mount Whitney (4420 m), dem Mount Rose (3291 m) und dem Mount Washington (1915 m). Man darf Nordamerika nicht verlassen, ohne eines um die wissenschaftliche Luftschiffahrt und die Bergobservatorien hochverdienten Mannes zu gedenken: Abbot Lawrence Rotch. Wenn auch sein Observatorium in den Blue Hills (195 m) bei Boston sich nur mit einer sehr bescheidenen Seehöhe repräsentiert, so verdankt ihm doch die meteorologische Forschung hochwichtige Resultate. Mit welcher Gründlichkeit Rotch zu Werke ging, beweist allein schon der Umstand, dass er sämtliche Bergobservatorien besuchte und studierte!).

Südamerika hat in der Nähe der peruanischen Stadt Arequipa meteorologische Hochstationen auf dem Mont Cachani (5075 m) und auf dem Misti (5852 m). Letztere ist die höchste Station der Erde. Diese mit Registrierapparaten ausgerüsteten Stationen werden öfteren Revisionen unterstellt.

Auch Australien besitzt ein Bergobservatorium auf dem Mount Kosziusko (2234 m).

Nach dieser allgemeinen Betrachtung, wollen wir uns speziell mit der Hochstation auf der Zugspitze beschäftigen.

### Zur Geschichte der meteorologischen Hochstation Zugspitze.

Der Deutsche und Oesterreichische Alpenverein, der der meteorologischen Forschung schon wiederholt tatkräftige Beihilfe leistete, hat zunächst die Anregung zur Errichtung einer Hochstation auf dem Gipfel der Zugspitze, der höchsten Erhebung des bayerischen Alpenanteils, gegeben.

Im Jahre 1897 wurde das Unterkunftshaus der Sektion München des D. u. Oe. A.V. auf der Zugspitze eröffnet. Herr Kommerzienrat Wenz, der Erbauer des Münchener Hauses, hatte in vorsorgender Weise schon früher Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. W. v. Bezold-Berlin, den Organisator und ersten Direktor des meteorologischen Dienstes in Bayern, um ein Gutachten über die ev. Errichtung einer Hochstation auf der Zugspitze ersucht. Ein zweites Gutachten hatte sich der Zentralausschuss des D. u. Oe. A.V. von Herrn Hofrat Professor Dr. J. v. Hann-Wien erbeten. In beiden, bereitwilligst erteilten Antworten wurde auf die ausserordentlich günstige Lage der Zugspitze hingewiesen; Hann nannte die Errichtung eines Observatoriums geradezu eine patriotische Tat. Leider gestattet der Raum die wörtliche Wiedergabe dieser beiden Gutachten nicht<sup>2)</sup>.

Auf der XXIX. (XXV.) Generalversammlung<sup>3)</sup> des Alpenvereins zu Nürnberg am 13. August 1898 erstattete der 1. Präsident Herr Ministerialrat v. Burkhard einen eingehenden Bericht über die Verhandlungen zur Errichtung der Hochstation. Bereits im Frühjahr 1898 interessierte sich der Finanzausschuss der Kammer der Abgeordneten für das Projekt; auch hatte sich der Alpenverein des Wohlwollens der K. Staatsregierung versichert. Auf Grund der Gutachten Bezolds und Hanns stellte der Zentralausschuss des Alpenvereins an das K. Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten die Bitte, die Errichtung der Hochstation in geneigte Erwägung zu ziehen. In der Plenar-

<sup>1)</sup> Rotch, „The mountain meteorological stations of Europe“. American meteorological Journal Vol. II. pg. 445, 500, 538.

<sup>2)</sup> Veröffentlicht in dem Aufsatz von F. Erk „Ein meteorologisches Observatorium auf der Zugspitze“ in den „Mitteilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins“ 1898 pag. 121, 133.

<sup>3)</sup> Protokoll hierüber in den „Mitteilungen“ 1898 pag. 220—227.



sitzung der Kammer der Abgeordneten<sup>1)</sup> vom 20. April 1898 wurde die Sache von verschiedenen Abgeordneten sympathisch besprochen. Seine Exzellenz der Herr Staatsminister v. Landmann sprach wiederholt seine Geneigtheit und die Hoffnung auf einen erfreulichen Abschluss der Verhandlungen aus. Einen erschwerenden Faktor jedoch führte der Direktor der meteorologischen Zentralstation Dr. F. Erk ein, indem er für das Zugspitzobservatorium einen wissenschaftlichen Beobachter als unbedingt notwendig erklärte.<sup>2)</sup> Die im Landtage geäußerten Bedenken, dass sich schwerlich wissenschaftlich gebildete junge Männer finden würden, konnten erfreulicher Weise von der Zentralstation zerstreut werden. Denn: „In dem Lande der wissenschaftlichen Begeisterung, in dem Lande eines Humboldt, Schaubach, Schlagintweit, in einem Vereine, in dem Barth und Hofmann Vorkämpfer waren, in dem Lande mit einer studentischen Jugend, um die uns die Welt beneidet, war man sicher, nicht bloß einen, sondern mehrere junge wissenschaftliche Kräfte zu finden, die sich unter allerdings nicht geringen Entbehrungen, jedoch freiwillig und freudig in den Dienst der Wissenschaft stellen.“<sup>3)</sup>

Der Kostenvoranschlag für das Zugspitzobservatorium betrug 20,000 Mk., obwohl man sich auf das Allernotwendigste beschränkte und die Schwierigkeiten des Baues, den Materialtransport andererseits berücksichtigen musste. Die Kosten der Bauleitung sind jedoch nicht eingerechnet, da auch hierfür auf die uneigennützigte Beihilfe des Herrn Kommerzienrates Wenz gerechnet werden konnte.

Das Ergebnis der weiteren Verhandlungen ist in der Entschliessung des K. Staatsministeriums des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten vom 29. Juli 1898 ad Nr. 13281 zusammengefasst.<sup>4)</sup> Nach eingeholter Allerhöchster Ermächtigung wurde dem Zentralausschuss des D. u. Oe. A.V. die Zusicherung erteilt, dass in den Budgetentwurf für die XXV. Finanzperiode ein Zuschuss von 12,000 Mk. als Maximalbeitrag zum Bau des Observatoriums auf der Zugspitze, ferner eine Summe von 6000 Mk. für die erste Einrichtung und ein weiterer Betrag von 6000 Mk. für den jährlichen Betrieb eingestellt wurde.<sup>5)</sup>

Dem Alpenverein verblieb zur Bestreitung eine Summe von 8000 Mk., wozu die Generalversammlung des Alpenvereins zu Nürnberg ihre Zustimmung erklärte.

Bereits am 29. Juli 1900 konnte die meteorologische Hochstation auf der Zugspitze eröffnet werden.

Von den Gästen, die der feierlichen Eröffnung beiwohnten, seien hervorgehoben: Als Vertreter des K. Staatsministeriums des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten Herr Ministerialrat v. Bumm, die beiden Präsidenten des Zentralausschusses des D. u. Oe. A.V. Herr Ministerialrat W. v. Burkhard und Herr Professor Dr. L. Oberhammer. Vom Ausschuss der Alpenvereinssektion München der 1. Vorstand Herr Professor Dr. Rothpletz und der 1. Schriftführer Herr Schöpping, der Erbauer des meteorologischen Turmes Herr Kommerzienrat Wenz, weiter der Direktor der K. B. meteorologischen Zentralstation Dr. F. Erk und der Assistent Joseph Enzensperger, der mit dem Eröffnungstage seinen Dienst als wissenschaftlicher Beobachter antrat. Herr Ministerialrat v. Burkhard hielt die Eröffnungsrede. Er hob die Bemühungen der Abgeordneten Dr. Orterer, Dr. Daller, Huber, Dr. Schädler, Wagner, Dr. Günther und Dr. Casselmann um die Finanzierung des Unternehmens hervor und gedachte der unermüdlichen Tätigkeit des Herrn Kommerzienrats Wenz, des Herrn Sailer-Garmisch, der den Transport der Materialien besorgte, dann des Herrn Oberingenieurs Bredauer. Schliesslich bat Ministerialrat v. Burkhard den Vertreter der K. Staatsregierung, das Observatorium zu übernehmen.

Herr Ministerialrat von Bumm erwiderte:

„Ich folge Ihrem Ersuchen, die kostbare Gabe in die Hand der Staatsregierung zu übernehmen. Ich freue mich, Zeuge dieses erhebenden Aktes zu sein, der sich vor unseren Augen auf dem höchsten Gipfel Deutschlands und Bayerns vollzieht. Zunächst möchte ich Ihnen eine allerhöchste Entschliessung bekanntgeben: Se. Königl. Hoheit der Prinzregent haben allergnädigst geruht: 1. Zu genehmigen, dass in Angliederung an die Königl. Meteorologische Zentralstation in München ein Observatorium auf der Zugspitze mit der Bezeichnung „Meteorologische Hochstation“ errichtet werde. 2. Bei diesem Anlasse dem derzeitigen 1. Präsidenten des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins K. Ministerialrat und Kronanwalt W. Burkhard, die Ludwigsmedaille für Kunst und Wissenschaft und dem Kommerzienrate A. Wenz den Verdienstorden vom heil. Michael 4. Klasse zu verleihen. Die erste Auszeichnung bedeutet auch eine Ehrung des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins. Die zweite Auszeichnung gilt dem Erbauer des Zugspitzturmes, dem Manne, der seine Kraft und seine reiche Erfahrung in den Dienst des Unternehmens gestellt hat, der auf dem schönsten, grossartigsten Fleck deutscher Erde diesen Bau hervorgezaubert hat. Ich habe noch einen weiteren Auftrag zu erfüllen: Der Herr Staatsminister hat mich beauftragt, Ihnen seine Grüsse und Glückwünsche zu übermitteln. Es ist mir eine sehr angenehme Pflicht, diesen Auftrag zu erfüllen. Ich habe im Namen der Staatsregierung auch allen Anderen zu danken, die das Werk gefördert haben. Ich danke den Kammern des Landtages, der Presse und nicht zuletzt auch Herrn Dr. Erk, der hauptsächlich dazu beigetragen hat, aus dem Observatorium das zu machen, was es ist. Die Besichtigung des Observatoriums hat heute vormittags stattgefunden und hat ergeben, dass alles zur Zufriedenheit ausgefallen ist. Alle Voraussetzungen sind erfüllt, dass das Haus in die Hand des Staates übergehen kann.“

<sup>1)</sup> Protokoll der K. d. Abg., Stenographischer Bericht 1898, Bd. XII pag. 49.

<sup>2)</sup> Auf Anfrage des C.A. hielt Hann die Aufstellung eines wissenschaftlichen Beobachters als höchstes Ziel, doch fürs erste nicht für absolut geboten.

<sup>3)</sup> So schreibt Burkhard in „Das Observatorium auf der Zugspitze“, Zeitschrift des D. u. Oe. A.V. 1900, pag. 1—7.

<sup>4)</sup> cf. auch „Mitteilungen“ 1898 pag. 224.

<sup>5)</sup> Die jährlichen Betriebskosten stellen sich jetzt auf rund 8000 M.

Die Verwaltung der Hochstation wurde dann vom Ministerialkommissär dem Direktor der meteorologischen Zentralstation übertragen, der im Namen des Instituts und der meteorologischen Wissenschaft dankte und einige herzliche Worte an den Beobachter Enzensperger richtete.<sup>1)</sup>

## Beschreibung des Observatoriums.

W. v. Burkhard hat bereits früher eine Beschreibung der Einrichtung des Zugspitzobservatoriums an anderer Stelle<sup>2)</sup> gegeben. Der Zweck vorliegender Arbeit erfordert auch hierauf näher einzugehen, wobei natürlich eine Anlehnung an oben zitierten Aufsatz nicht zu vermeiden war.

Bereits bei der Erbauung des „Münchenerhauses“ wurde zwischen diesem und dem Westgipfel der Zugspitze der Bauplatz für den meteorologischen Turm durch Absprengung gewonnen und vom Grundeigentümer, dem bayerischen Staat, vertragsmässig in widerruflicher Weise überlassen.<sup>3)</sup>

Wie bereits erwähnt ist das Observatorium ein Turmbau. (Tafel I [Titelbild] u. II.)

Das Erdgeschoss des meteorologischen Turmes ist aus Mauerwerk von 1 m Stärke aufgeführt, seine lichte Höhe beträgt 3 m bei einer Bodenfläche von 16 qm. Es liegt zum Teil direkt am Fels und stösst auch an den gemauerten Giebel des Münchenerhauses an. Der Hauptgrund für die Aufführung des Sockels in Mauerwerk ist der Umstand, dass er als Beschwerung der Turmverankerung dienen soll. Bei den Erfahrungen, die man an ähnlich gebauten alpinen Schutzhütten machte, eignen sich derartige Räume nicht zum Wohnen. Das Erdgeschoss hat daher lediglich den Zweck als Vorratskammer für Holz, Briketts usw. zu dienen und einen direkten Eingang vom Freien in den Raum des 1. Stockwerkes zu vermeiden.

Auf diesem massiven Steinsockel aufgebaut erheben sich die beiden oberen Stockwerke des Turmes, die als Wohn- und Arbeitsräume dienen. Jeder dieser Räume hat bei einer Bodenfläche von 16 qm eine Höhe von 2.20 m.

Dieser Oberbau ist in Holzkonstruktion ausgeführt, da nur zwischen abgedichteten Holzwänden auf einen trockenen und leicht zu heizenden Raum zu rechnen ist. Das Hauptaugenmerk wurde auf die Abdichtung der Wände gerichtet und zwar wurde nach dem Prinzip der Abdichtung mittelst stagnierender Luft verfahren. Die 20 cm breiten Lufträume zwischen den Holzwänden sind in der Mitte durch eingenaagelte Pappendeckel in zwei getrennte Lufträume von 10 cm Breite geteilt. Die äussere Abdichtung ist gebildet durch eine gefalzte Bretterschalung und einen Teerpappenüberzug, auf dem dann die äussere Verkleidung aus verzinktem Eisenrippenblech angebracht ist. Auf der Nordseite des Turmes erstreckt sich diese Blechbekleidung auch noch über das Mauerwerk des Sockels bis zum Boden. Die innere Abdichtung ist hergestellt mittelst einer gefalzten Verschalung, einer Teerpappenlage, einer Schicht in Gips verlegter 4 cm starker Korksteine, einer Lage Packpapier und hierauf ruht eine Verkleidung von Steigfilz wie er von Papierfabriken abgelegt wird. Aus verschiedenen Gründen wurde jedoch nach einigen Jahren über den Filz noch eine helle Holzvertäfelung angebracht. Der Fussboden hat statt des Fehlbodens eine Lage Korksteine und ist von oben und unten mit gefalzten Brettern beschlagen, worauf dann Papierfilz und darüber Linoleum befestigt ist. Die Plattform des Turmes ist ausser mit den verschiedenen Brettern und Teerpappenlagen noch mit Rippenblech überdeckt. Die vier Fensteröffnungen der beiden Zimmer haben Doppelfenster und können noch mit Läden geschlossen werden. Die Beheizung erfolgt durch einen im 1. Stock (Wohnraum) aufgestellten gemauerten Kachelsesselofen, mit dem man viel bessere Erfahrungen machte als mit dem früher benützten Dauerbrandofen. Das Abzugsrohr durchdringt den 2. Stock und hält auch diesen mässig temperiert. Unmittelbar hinter dem Ofen ist am Rauchrohr ein stark verzinkter Eisenkasten von 80 l Inhalt angeschraubt, damit die Wärme des Rohres und des Ofens den eingeworfenen Schnee schmilzt und das Wasser vorwärmt. Unten am Kasten befindet sich ein Ablasshahn.

Die beigegebenen Pläne von Wenz geben uns Aufschlüsse über die Raumverteilung und beantworten noch mehrere technische Fragen.

Das Treppenhaus führt durch alle Räume des Turmes, ist aber in jedem derselben abgeschlossen. Eine Falltüre führt auf die Plattform des Turmes. Wie erwähnt, eignet sich das Erdgeschoss nur zur Aufbewahrung des Brennmaterials. Der 1. Stock ist der Wohn- und Arbeitsraum des Beobachters. Die Disposition der Möbel ersieht man am besten aus beigegebenem Plane. Der Raum im 2. Stock dient als Instrumenten- und Proviandraum. Vor dem Nordfenster ist der Skreen befestigt. Auch die Empfangs- und Sendeapparate der drahtlosen Station fanden im 2. Stock ihre Aufstellung. (Tafel III)

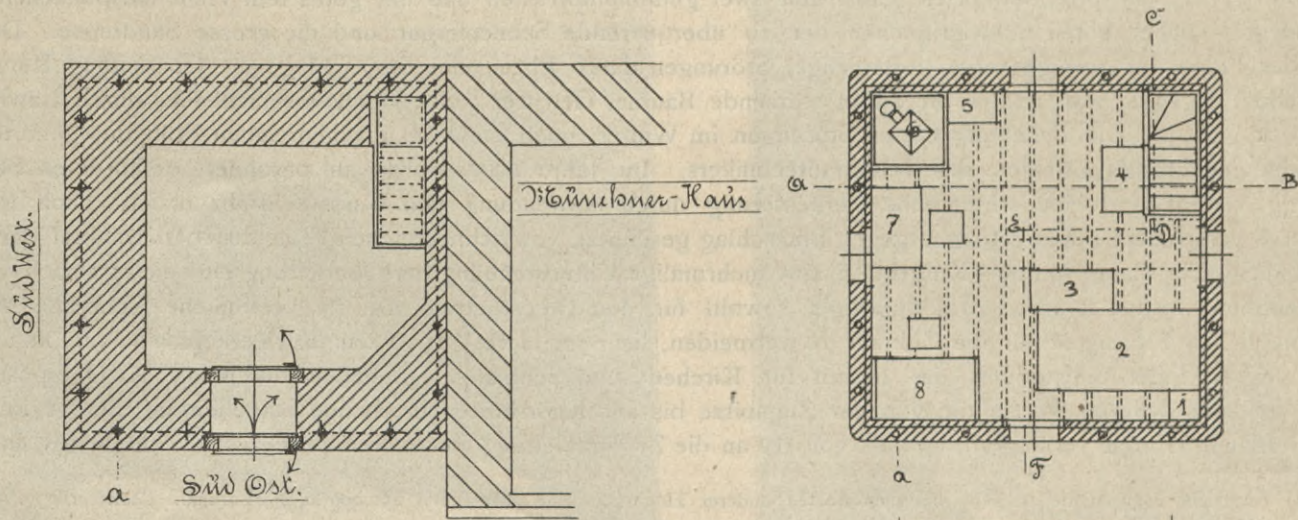
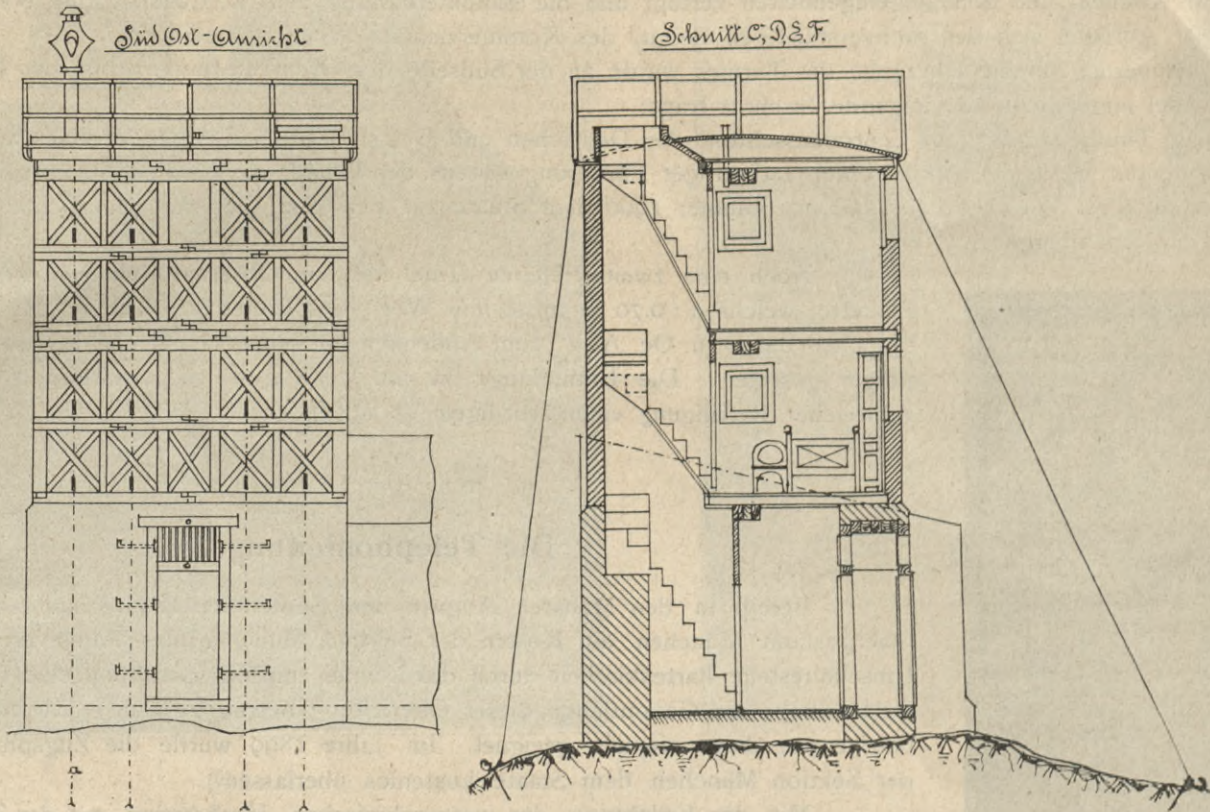
Bei der Berechnung der Konstruktion wurde die auf dem Sonnblick gemessene grösste Orkangeschwindigkeit von 60 m/sec., also ein Druck von 500 kg/m<sup>2</sup> zu grunde gelegt. Zur grösstmöglichen Sicherheit sind 16 Anker von 6—7 qcm Querschnitt angebracht. Sie sind 1½ m in den Fels eingelassen, sind mit dem Steinsockel des Parterre mit Eisenquerstäben verbunden und gehen durch die Holzkonstruktion bis zur Plattform. Ausserdem sind noch vier starke Stahlseile über den Turm gelegt und ebenfalls im Fels verankert.

<sup>1)</sup> Eine ausführlichere Schilderung der Eröffnung des Observatoriums siehe in den „Mitteilungen“ 1900 pag. 165—166.

<sup>2)</sup> Zeitschrift des D. u. Oe. A.-V. 1900 pag. 1—7.

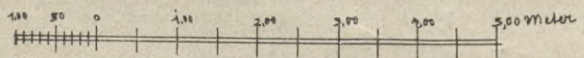
<sup>3)</sup> „Der in der Zeitschrift 1900 pag. 2 enthaltene Satz betr. den Bauplatz ist insofern falsch als die Sektion München nichts erworben hat. Die Sektion München hat nur die Erlaubnis bekommen auf dem ärarischen Grunde auf der Zugspitze ein Haus zu erbauen, und zwar ist dies immer widerruflich.“ (Auf Anfrage Mitteilung von Herrn A. Wenz.)

Pläne für den Meteorologischen Turm von Adolph Wenz.



Maßstab = 1:50

a Anker.



Erdgeschoss.

Möbel-Verzeichnis

| No Gegenstand | No Gegenstand   |
|---------------|-----------------|
| 1. Nachttisch | 5. Küchenschbr. |
| 2. Bett       | 6. Ofen         |
| 3. Lehnstuhl  | 7. Tisch        |
| 4. Kasten     | 8. Schreibtisch |

Disposition der Möbel im I. Stock.

Die Kosten<sup>1)</sup> des Baues, der mit Rücksicht auf die Lage ganz einfach und ohne jeden äusseren Schmuck gehalten wurde, belaufen sich auf rund 20,000 Mk. Ungefähr je ein Drittel entfällt auf den Ankauf des Materiales, den Transport (26 Pf. pro kg) und die Arbeit. Von den Baukosten übernahm der Staat 12,000 Mk., den Rest der Alpenverein. Dieser niedrige Kostenpreis<sup>2)</sup> konnte nur durch die mit Rücksicht auf das gemeinnützige Unternehmen an den Tag gelegte Opferwilligkeit der beteiligten Firmen erzielt werden.

Es wurde die Aufnahme des meteorologischen Turmes in den Landbauunterhaltungsetat des K. Staatsministeriums des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten verfügt und die Bauunterhaltung dem K. Landbauamte Weilheim übertragen, mit der Auflage, sich des sachverständigen Beirats des Kommerzienrats Wenz zu bedienen.

Zur Erinnerung an die Übergabe des Turmes wurde an der Südseite des Observatoriums neben der Eingangstüre eine eiserne Tafel angebracht, die folgende Inschrift trägt:

„Dieser Thurm wurde vom Centralausschusse des Deutschen und Oesterreichischen Alpen-Vereines auf Anregung seines 1. Präsidenten W. Burkhard, unter tatkräftiger Förderung seitens der königl. bayerischen Staatsregierung durch den Kommerzienrat A. Wenz erbaut und im Sommer 1900 dem Staate zur Benützung für das neuerrichtete meteorologische Observatorium übergeben.“



Noch eine zweite eiserne Tafel ist am Observatorium angebracht. Diese Plakette, welche 1 : 0.70 m misst, ein Werk des Professors Waderé, hat die Sektion München des D. u. Oe. A.-V. zum Andenken an den ersten Beobachter Joseph Enzensperger gestiftet. Die Enthüllung, die am 7. August 1904 stattfand, nahm unter zahlreicher Beteiligung einen würdigen Verlauf<sup>3)</sup>.

### Die Telephonleitung.

Bereits in den Monaten August und September 1896 erbaute das damalige Oberpostamt München auf Kosten der Sektion München des Alpenvereines von der Umschaltestelle Partenkirchen durch das Raintal zum Zugspitzgipfel eine telephonische Verbindung; die Gesamtlänge dieser Oberleitung betrug 21 km.<sup>4)</sup> Zu einem Winterbetrieb war diese niemals geeignet. Im Jahre 1899 wurde die Zugspitzleitung von der Sektion München dem Staate kostenlos überlassen<sup>5)</sup>.

Mit der Errichtung der meteorologischen Hochstation auf der Zugspitze im Jahre 1900 ergab sich die Notwendigkeit, die Telephonleitung auch im Winter brauchbar zu erhalten. Man verdoppelte daher die Leitung von Partenkirchen bis zur Knorrhütte und benützte 3 mm starken Bimetalldraht. Von der Knorrhütte bis zur Zugspitze wurde auf eine Länge von 3.7 km ein profilibewehrtes Kabel mit zwei gummiumpressten und mit geteertem Hanf umspinnenen Kupferleitern gelegt. Hierbei boten Schwierigkeiten der zu überquerende Schneeferner und die grosse Sandreisse. Das Kabel erlitt in der Folge nur wenige (aber kostspielige) Störungen durch Blitz- oder Steinschlag; die Oberleitung Knorrhütte—Partenkirchen dagegen war relativ oft durch stürzende Bäume, Gewitter- oder Hochwasserschäden, durch Lawinen oder Schneedruck gestört. Die Behebung dieser Störungen im Winter, noch mehr im lawinenreichen Frühjahr, gehörten sicher zu den unangenehmsten Zweigen des Telephontechnikers. Im Jahre 1907 wurde an besonders gefährdeten Stellen die Oberleitung verlegt und eine wesentliche Verbesserung durch Anwendung von Gusstahldraht erzielt; auch wurde das Kabel durch verschiedene Ausrüstungen gegen Blitzschlag geschützt. Im schneereichen Frühjahr 1910 trat auf der lawinengefährdeten Strecke Blaue-Gumpe—Knorrhütte eine mehrmalige Unterbrechung der Oberleitung ein, die erst nach 6 Wochen wieder behoben werden konnte. Um derartige, sowohl für den Dienstbetrieb als die persönliche Sicherheit des Beobachters misslichen Störungen für die Zukunft zu vermeiden, liess im Herbst 1910 das K. Verkehrsministerium unter Mitwirkung des K. Staatsministeriums des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten durch die K. Oberpostdirektion München in dankenswerter Weise die von der Zugspitze bis zur Knorrhütte bestehende Kabelleitung um 5.2 km bis zur Vorderen Blauen Gumpe verlängern, so dass von da an die Zugspitzleitung im oberen Teile aus 8,9 km Kabel, im unteren

<sup>1)</sup> Vergleiche dagegen die teilweise enormen Kosten anderer Hochstationen (Ben Nevis 250,000 M.!) Burkhard „Zeitschrift“ 1900 pag. 3.

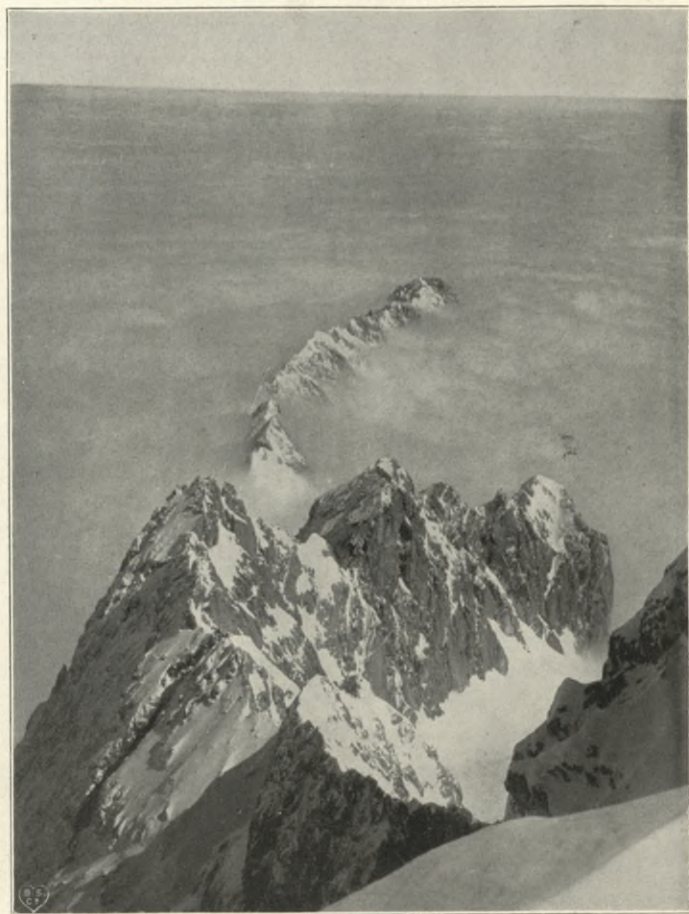
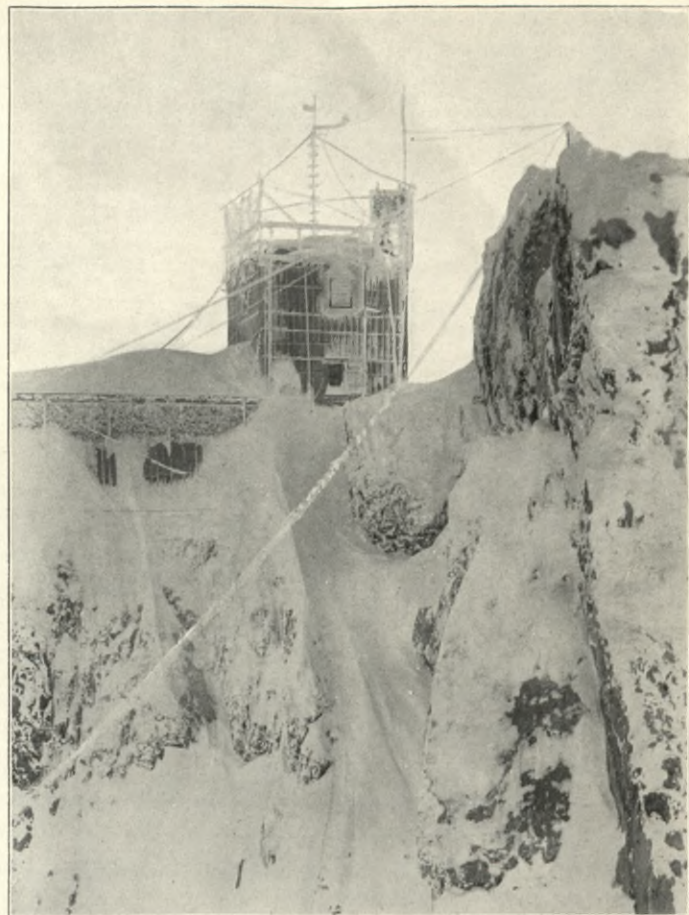
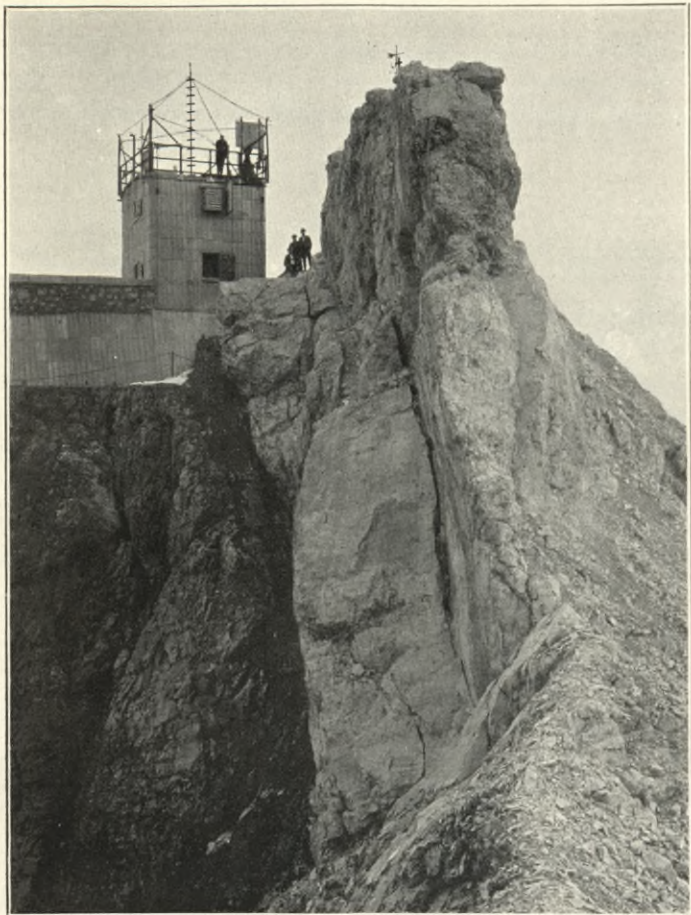
<sup>2)</sup> Detaillierte Abrechnung:

|  |              |
|--|--------------|
| 1. Holzkonstruktion . . . . .                        | 2,320 00 M.  |
| 2. Aufstellung, Mauerwerk, Transportkosten . . . . . | 11,683.77 „  |
| 3. Sonstige Arbeitslöhne . . . . .                   | 432.84 „     |
| 4. Baumaterialien . . . . .                          | 3,395.12 „   |
| 5. Allgemeine Auslagen des Bauleiters . . . . .      | 897.19 „     |
| 6. Unkosten des C. A. . . . .                        | 387.05 „     |
| 7. Reserve für Nachforderungen . . . . .             | 348.69 „     |
|  | <hr/>        |
|  | 19,464.66 M. |
| Einrichtung . . . . .                                | 985.05 „     |
|  | <hr/>        |
|  | 20,449.71 M. |

<sup>3)</sup> Näheres „Mitteilungen“ 1904 pag. 198.

<sup>4)</sup> Näheres: „Geschichte der Alpenvereinssektion München“, 1900, pg. 186.

<sup>5)</sup> Die Mitteilung der betr. Daten über technische Ausrüstung usw. verdanke ich dem Entgegenkommen der K. Oberpostdirektion München.





aus 11,6 km Luftleitung besteht. Für diese neue Kabelanlage gelangte ein Papierkabel (System Krarup) mit 4 Doppeladern, einfachem Bleimantel und teilweise Flachdraht-, teilweise Profildraht- mit Juteumspinnung zur Verwendung<sup>1)</sup>. Seit dieser Zeit ist auf der Zugspitzleitung — von Störungen kleinerer Art, wie sie auch bei Flachlandleitungen vorkommen, abgesehen — ein ununterbrochener Betrieb erzielt worden. Die meteorologische Hochstation Zugspitze ist als Teilnehmer an das Ortstelephonnetz Garmisch-Partenkirchen gegen die entsprechende Pauschgebühr angeschlossen.

### Drahtlose Telegraphie.

Bereits vor der Genehmigung der Kabelverlängerung im Jahre 1910 hat das K. Staatsministerium zur Errichtung einer Station für drahtlose Telegraphie auf der Zugspitze die Erlaubnis erteilt und Mittel bereitgestellt<sup>2)</sup>.

Im gleichen Jahre war man jedoch wegen der vorgerückten Jahreszeit über die Vorarbeiten noch nicht hinausgekommen. Zunächst wurde das ganze Motoraggregat, das wie die Apparate von der Deutschen Telefunken-Gesellschaft in Berlin bezogen wurde, in der K. Hauptwerkstätte Neuaubing durchgeprüft. In dankenswerter Weise wurden dort die betreffenden Beobachter jeweils in der Bedienung des Motors unterwiesen, während Herrn Dr. Dieckmann-Gräfelfing, dessen Hilfe der Zentralstation von Anfang an zu Gebote stand, die Unterweisung in der Bedienung der elektrischen Apparate zu danken ist. Im Jahre 1911 erbaute das K. Landbauamt Weilheim isoliert vom meteorologischen Turm — ein kleines Häuschen zur Aufnahme des Benzinmotors und Wechselstromgenerators. Die grössten Schwierigkeiten bereitete die Antennen-Frage. Raufrost und Winddruck sprachen gegen die Aufstellung einer Schirmantenne oder anderer weit verspannter Antennen. Es wurden daher zunächst 60 m lange lose Drähte nach N ins bayerische Schneekar hinabgelassen. Die mangelhafte Isolierung einerseits und das von vornherein zu schwach berechnete Sendeaggregat andererseits erlaubten nur eine Reichweite bis zum Eibsee, wo eine temporäre Station errichtet war. Herr Dr. Dieckmann erzielte jedoch mit dieser Antenne (und dem Blitzkabel als Gegengewicht) sehr gute Hörempfänge aus Norddeich. Im Jahre 1912 wurden weitere Verbesserungen vorgenommen. Als Antenne dient jetzt ein über das bayerische Schneekar vom äusseren Nord zum Ostgrat hinübergelegtes isoliertes Stahlseil (mit Kupferseil umwickelt) von 10 mm Stärke und 120 m Länge. Senkrecht dazu verlaufen vom inneren Nordgrat zum Observatorium drei 40 m lange Stahlseile (4 mm stark und mit Kupferseil umwickelt). Ein dicker Kupferdraht führt dann die Energie dem Empfänger zu. Als Gegengewicht dient der Turm und das ins Höllental führende, 5 $\frac{1}{2}$  km lange Blitzkabel. Die Sendeanlage, die von der Telefunken-Gesellschaft nicht wesentlich verbessert wurde, verfügt leider über zu wenig Energie. Wenn man deshalb auch vorerst auf Abgabe drahtloser Telegramme verzichten muss, so wurden doch durch den Empfang sehr schöne Resultate erzielt, worüber von anderer Seite berichtet wird. Die Antenne hat — allerdings unter beständiger Kontrolle und Reparatur vonseiten des Beobachters — den Winter 1912/13 gut überstanden. (Tafel II, III und IV.)

### Das Blitzkabel.

Wie die Telephonanlage, so wurde auch das Blitzkabel bereits beim Bau des „Münchener Hauses“ gelegt<sup>3)</sup>.

Nach Einholung verschiedener Gutachten wurde schliesslich bestimmt, das Blitzkabel von der Zugspitze bis ins fliessende Wasser ins Höllental hinabzuführen. Die Gesamtlänge des 20 mm starken Kabels beträgt 5 $\frac{1}{2}$  km. Um Störungen tunlichst zu vermeiden, wurde das Blitzkabel mit Umgehung des Höllentalferners über die Riffelköpfe gelegt und an allen Stellen entsprechend gesichert.

Über den Blitzschutz von hochgelegenen Häusern ist schon viel debattiert worden. Bis jetzt sind auf der Zugspitze keine bedenklichen Einwirkungen von Blitzschlägen wahrgenommen worden. Wenn auch die Sommergewitter sehr häufig und stark sind, so darf man, da der Blitzableiter am nassen Fels verankert ist, auch bei einer Unterbrechung doch auf gute Erdung rechnen. Grosse Bedenken hatte man früher bei den Wintergewittern wegen der guten Isolierung durch den trockenen Pulverschnee. Ich für meinen Teil halte die über den Turm gelegten Drahtseile, die tief im Fels verankert sind, als genügende Erdung. Wie früher erwähnt, ist der Turm aussen mit Rippenblech bekleidet; zur Förderung der elektrischen Ausstrahlung ist er noch mit Stacheldraht umwunden. Über der Plattform ist noch für die Windfahne und das Anemometer ein 5 m hohes Eisengestänge aufgeführt. Erwähnt sei nur die Tatsache, dass es unmöglich ist, bei Elmsfeuer auf der Plattform selbst die Strahlenbündel zu erzielen, erst ausserhalb des Bereiches des Gestänges zeigt sich die Erscheinung. Der meteorologische Turm ist dank seiner Umkleidung ein Faradayscher Käfig — im Innern (ev. sogar auf der Plattform) wird man nach Erdung der Telephonleitung vor Blitzgefahr sicher sein.

Ich kann es eigentlich nicht verhehlen, dass man viel zu sehr durch grosse Gewitterfurcht voreingenommen ist. Man tut jedoch schliesslich lieber des Guten zuviel.

<sup>1)</sup> Die Firma Felten u. Guillaume-Mühlheim a. Rh. lieferte der K. Oberpostdirektion München Kabel und Gussstahldraht mit sehr namhaftem Preisnachlass.

<sup>2)</sup> Vergleiche „Meteorologisches Jahrbuch für Bayern“ 1910—1912, pag. XI, XII.

<sup>3)</sup> „Geschichte der Alpenvereinssektion München“ 1900, pag. 316.

## Die Beobachter.

Der verstorbene Direktor der meteorologischen Zentralstation Dr. F. Erk war es, der mit grosser Entschiedenheit für einen wissenschaftlich gebildeten Beobachter eintrat.

Die Herren, die den Posten auf der Zugspitze anstreben, sind Freiwillige. In der Regel sind es Assistenten der Zentralstation, die die beiden Lehramtsexamina für Mathematik und Physik abgelegt haben. Andere Herren, die sich bewerben, werden ein Jahr vorher in den Dienst eingeweiht.

Der Beobachter bleibt allein, nur in Gesellschaft seines Hundes ein Jahr ohne Unterbrechung auf der Zugspitze und übernimmt sein Amt in der Regel am 1. September. Wenn auch vieles für die Ablösung nach einem Jahr spricht, so muss man doch zugeben, dass bei der Vielseitigkeit des Dienstes eigentlich ein Jahr sich gerade zum Einarbeiten in die schwierigen Verhältnisse eignet.

Der Funktionsbezug des wissenschaftlichen Beobachters betrug früher 1620 M. Mit Inkrafttreten des neuen bayerischen Gehaltsregulativs am 1. Januar 1909 wurde der jährliche Funktionsbezug auf 3000 M. erhöht.

Die Lieferung des gesamten Proviantes, des Getränkes, der Beheizung, tlw. der Ausrüstung sowie die Bestreitung des Transportes geht auf Kosten der Hochstation. Während der Zeit der Bewirtschaftung des Münchener Hauses bezieht der Beobachter das Essen von dort.

Als 1. Beobachter fungierte vom 19. Juli 1900 bis 31. Juli 1901 Joseph Enzensperger. Er hat es als Erster unternommen allein auf der Zugspitze ein Jahr im Dienste der Wissenschaft zu verbringen. Ein tragisches Geschick wollte es, dass er von den Kerguelen, auf denen er als Mitglied der Deutschen Südpolarexpedition unter E. v. Drygalskis Leitung weilte, nicht mehr in die Heimat zurückkehren sollte. — Nach kurzer Aushilfe durch Dr. J. Reger übernahm vom 1. September 1901 bis 16. September 1902 Dr. Albert Pepler den Dienst. Dann folgten Max Kleiber (17. September 1902 bis 31. August 1903), Ludwig Gsell (1. September 1903 bis 31. August 1904), Dr. Joseph Reger (1. September 1904 bis 16. September 1905), Dr. Joseph Jaufmann (17. September 1905 bis 31. August 1906), Ludwig Gsell (1. September 1906 bis 31. August 1907), Martin Sperer (1. September 1907 bis 30. November 1907), Ludwig Gsell (30. November 1907 bis 19. August 1908), Dr. Anton Huber (20. August 1908 bis 31. August 1909), Otto Friedrich (1. September 1909 bis 31. August 1910), Dr. Albert Bauer (1. September 1910 bis 31. August 1911), Joseph Höllerer (1. September 1911 bis 31. August 1912), Karl Bux (1. September 1912 bis 31. August 1913), und Dr. Peregrin Zistler (ab 1. September 1913).

Mit der Dissertation<sup>1)</sup> „Untersuchungen über den radioaktiven Zustand der Atmosphäre nach Beobachtungen an der Hochstation Zugspitze“ promovierte Joseph Jaufmann.

Der Verfasser promovierte mit der Dissertation „Das Klima der Zugspitze,“ worüber im Nachstehenden des Näheren eingegangen werden soll.

## Die Illustrationen.

Die Ausstattung vorliegender Arbeit mit Bildern war nur möglich geworden durch das weitestgehende Entgegenkommen von zahlreichen Interessenten.

In erster Linie bin ich zu Dank verpflichtet den früheren Beobachtern auf der Zugspitze Herrn Dr. Albert Bauer, prakt. Arzt in Nesselwang und Herrn Karl Bux, Assistent an d. M. C. St. sowie Herrn Hofphotographen Max Beckert-Partenkirchen für die photographischen Aufnahmen, die sie mir in selbstloser Weise zur Verfügung gestellt haben.

Die Beigabe der Bilder erforderte aber auch die Inanspruchnahme privater Hilfe: Herr Robert Leicht jr. Vaihingen a. F. spendete 350 M., Herr Albert Printz-Karlsruhe 130 M., Herr Dr. Albert Voltz-München 100 M., Herr Kommerzienrat Adolph Wenz-Grosshesselohe 20 M.

Ferner fanden wir grosses Entgegenkommen bei der Graphischen Kunstanstalt Brend' amour, Simhart & Co., bei E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei A.G., sowie der Graphischen Kunstanstalt Meisenbach, Riffarth & Co. in München.

Allen Gönnern sei auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank zum Ausdruck gebracht.

## Erklärung.

Tafel I. Titelbild; nach einer Originalzeichnung von Kunstmaler Ernst Platz-München. Blick auf die Zugspitze vom Grat zum Ostgipfel: Meteorologische Hochstation und Münchener Haus.

Tafel II. Die oberen zwei Aufnahmen zeigen das Observatorium von N gesehen, im Sommer und im Winter; auf letzterem Bilde ist die Antennenanlage deutlich zu sehen. NB! Die Plattform des Turmes überragt den Gipfel noch um 1 m! — Blick auf den 2000 m tiefer gelegenen Eibsee und die Ammergauer Gruppe im Winter. Höllentalferner, Riffelwandspitzen und Waxensteinkamm; über dem Loisachtal und Voralpen Nebelmeer in ca 2200 m Höhe. (M. Beckert, K. Bux bezw. A. Bauer.)

Tafel III. Interieuraufnahme vom 2. und 1. Stock. Oben die Station für drahtlose Telegraphie, unten die Schreibtischecke des Wohnraumes. (K. Bux.)

<sup>1)</sup> Meteorologisches Jahrbuch für Bayern 1907.



Tafel IV. Zugspitzgipfel vom N-Grat aus gesehen. Blick von E auf den N-Grat. Wichtig die Antennenanlage. — Von den unteren zwei Aufnahmen zeigt die eine die Aussicht über den unteren Teil des Plattachs ins Inntal, im Hintergrund die Hohen Tauern, Zillertaler und Stubai. (Markante Spitzen: Olperer und Habicht.) Die andere Aufnahme gibt den Blick ins Talbecken von Lermoos mit den Algäuer Bergen im Hintergrund (Hochvogel, Säntis!) (K. Bux bezw. A. Bauer.)

Tafel V. Die Zugspitze vom Plattachferner aus. Blick vom Observatorium auf Zugspitz-Ostgipfel (links Höllental) und Schneefernerkopf. (A. Bauer.)

Tafel VI. Nebelmeer über dem Raintal in ca. 2100 m. Im Hintergrund Karwendel und Tauern. — Nebelmeer über Gais- und Inntal in ca. 2100 m. Im Hintergrund Zillertaler-, Stubai- und Oetztalerguppe. Westlicher Anschluss des vorhergehenden Bildes auf den nächsten zwei Aufnahmen. Obere Grenze des Nebelmeeres in ca. 2600—2700 m. (A. Bauer.)

Tafel VII. Am oberen Teil des Zugspitzgrates „Beim doppelten Drahtseil“. Am aperaturen Fels rechts ist das Telephonkabel sichtbar. — Das Robinsonsche Schalenkreuzanemometer mit Glatteis (oben) und Rauhrostansatz (unten) (A. Bauer bezw. K. Bux.)

Tafel VIII. Das Observatorium im Rauhrost. (Eine Aufnahme vom Dache des Münchener Hauses, die andere vom Westgipfel.) Die anderen zwei Aufnahmen sind Details: Die Ecke des mit Rauhrost überzogenen Turmgestänges bei der Falltüre und der (gegen Sturm durch einen Blechschirm geschützte) Kamin. (A. Bauer.)

## Das Klima der Zugspitze.

Die Hochstation Zugspitze hat schon vielfach in wichtigen Fragen der Physik der Atmosphäre Aufschluss zu geben vermocht; das Vorhandensein einer 10-jährigen Beobachtungsreihe veranlasste die Meteorologische Zentralstation, eine Bearbeitung in Angriff zu nehmen, die mir übertragen wurde. Fast gleichzeitig machte auch Herr Geheimrat Professor Dr. Günther auf die Notwendigkeit der Bearbeitung des Beobachtungsmateriales der Zugspitze aufmerksam.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Emden für das grosse Interesse, das er vorliegender Arbeit entgegenbrachte und für sein lebenswürdiges Entgegenkommen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

### Die Lage der Hochstation, ihre Ausrüstung und die Aufstellung.

Die Lage der meteorologischen Hochstation auf der Zugspitze,  $H = 2962.2$  m,  $\varphi = 47^{\circ} 25'$ ,  $\lambda = 10^{\circ} 59' = 43^{\text{m}} 56^{\text{s}}$ , ist eine reine Gipfellage. Gegen Süden fällt die Zugspitze, die höchste Erhebung eines langen Gratrückens, in einer zutage tretenden Schichtfläche ca. 500 m steil gegen das „Platt“ mit dem Plattachferner ab. Gegen Norden bietet sich unvermittelt der grossartige Blick in die schauerliche Tiefe des bayerischen Schneekars. 2000 m tiefer liegt der Eibsee. Gegen Westen fällt die Zugspitze in gewaltigen Steilwänden gegen das österreichische Schneekar ab. Es ist dies der markante Absturz, der für die Gebirgsaussicht von der schwäbisch-bayerischen Hochebene typisch ist. Vom Culminationspunkt zweigt ein kurzer Grat zum wenig niedrigeren Ostgipfel der Zugspitze. Die hier abbrechenden Steilwände umschliessen den im obersten Boden des Höllentals eingebetteten Höllentalferner.

Das Observatorium, ein 9 m hoher Turmbau mit quadratischer Basis (16 qm), steht, angebaut an das „Münchener Haus“ der Sektion München des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, in nächster Nähe des Zugspitzwestgipfels 2963.3 m, einer unbedeutenden Graterhebung. Die Plattform des Turmes überragt den Gipfel noch um 1 m. Auf der Nordseite des Turmes befindet sich im 2. Stocke zur Aufnahme der Apparate ein eiserner Fensterschrein,  $3\frac{1}{2}$  m über der Mündung einer ins bayerische Schneekar abfallenden Steilrinne. Ein starker Bretterschirm schützt den Schrein gegen etwaige Bestrahlung im Sommer von Westen her. In Verwendung stehen neben der gewöhnlichen Ausrüstung ein grosser und zwei kleine Barographen sowie je zwei Thermo- und Hygrographen, System Richard, letztere seit einigen Jahren mit 24 Stunden-Uhren versehen; ferner stehen 2 Assmannsche Aspirationspsychrometer zur Verfügung. Auf der Plattform des Turmes ist der Sonnenscheinautograph (Campbell-Stokes) montiert, auf der Südseite ist auch der Regenschirm 1 m über dem Boden des Turmdaches aufgestellt. Der höchste Punkt des über der Plattform errichteten Eisengestänges trägt die Windfahne. Das kleine Robinsonsche Schalenkreuzanemometer, verbunden mit einem Richardschen Comptographen, ist etwa  $1\frac{1}{2}$  m über der Plattform an deren Ostseite montiert; in letzteren Jahren erfolgte eine Verlegung zur Windfahne. Eine kritische Beleuchtung störender Einflüsse, wie sie sich besonders bei Messung der Windstärke und der Niederschlagsmenge geltend macht, wird an geeigneter Stelle gegeben werden.

Als Vergleichsstationen für die Zugspitze diene das am Fusse derselben gelegene Partenkirchen 716,8 m. Wir sahen uns jedoch bald veranlasst, statt dieser durch eine eigenartige Talkessellage beeinflussten Station den freigelegenen Hohenpeissenberg 994,1 m zu wählen. Von den Hochstationen dienten zum Vergleich in hervorragender Weise im Westen der Säntis 2500,1 m und im Osten der Sonnblick 3106,5 m.

Soweit es am Platze war, sind von der Zugspitze die klimatologisch wichtigen Daten vollständig mitgeteilt, von den anderen Hochstationen und den Basisstationen im allgemeinen nur die entsprechenden Mittelwerte. Vorzugsweise wurde grosses Gewicht darauf gelegt nur homogene und synchrone Reihen (1901—1910) zu verwerten. Aus diesem Grunde wurde auch auf die Verwertung der Beobachtungen vom Jahre 1900 verzichtet, da bekanntlich laut internationaler Vereinbarung ab 1. Januar 1901 die Beobachtungstermine auf die Stunden 7 a, 2 p, und 9 p festgelegt wurden.

Im nachstehenden wollen wir nun auf die Besprechung der klimatischen Verhältnisse der Zugspitze eingehen.

## Der Luftdruck.

Für das Klima eines Ortes ist der Luftdruck in der Regel von ziemlich untergeordneter Bedeutung, so dass sich an ihn speziell nur wenige Erörterungen knüpfen lassen.

Die in nachfolgender Tabelle mitgeteilten zehnjährigen Mittel sind durchweg auf 0° und Normalschwere reduziert.

Luftdruckmittel 1901/1910.

|       | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze     | Säntis        | Sonnblick     |
|-------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Jan.  | <b>702.83</b> | 678.22           | 527.85        | 560.81        | 517.49        |
| Febr. | 678.72        | 674.47           | <b>523.89</b> | <b>556.89</b> | <b>513.71</b> |
| März  | 697.85        | <b>673.91</b>    | 524.73        | 557.38        | 514.74        |
| April | <b>696.79</b> | 674.14           | 526.45        | 558.78        | 516.45        |
| Mai   | 699.66        | 676.42           | 530.59        | 562.40        | 520.79        |
| Juni  | 700.46        | 677.44           | 532.94        | 564.65        | 523.10        |
| Juli  | 701.55        | 678.45           | 534.76        | 566.44        | 525.00        |
| Aug.  | 702.09        | <b>679.02</b>    | <b>535.29</b> | <b>566.84</b> | <b>525.55</b> |
| Sept. | 702.18        | 678.92           | 533.89        | 565.59        | 524.13        |
| Okt.  | 700.54        | 676.97           | 530.93        | 562.78        | 421.33        |
| Nov.  | 699.54        | 675.54           | 527.11        | 559.57        | 517.20        |
| Dez.  | 698.48        | 674.28           | 525.20        | 557.89        | 515.40        |
| Jahr  | 700.10        | 676.53           | 529.49        | 562.78        | 519.57        |

Im jährlichen Verlauf des Luftdruckes fällt auf der Zugspitze das Maximum auf den August, das Minimum auf den Februar. Die durch thermische Einflüsse bedingte Hebung und Senkung der Niveaulächen ist unverkennbar.

Übereinstimmend mit der Zugspitze verzeichnen auch die Hochstationen auf dem Säntis und auf dem Sonnblick die Luftdruckextreme ebenfalls im August und im Februar. Der Hohenpeissenberg, der die vorliegende Ebene um etwa 400 m überragt, verzeichnet das Maximum ebenfalls im August, das Minimum jedoch im März. Der Hohenpeissenberg zeigt also teilweise die Eigenschaften einer Gipfelstation. Eine gänzlich abweichende Stellung nimmt bei diesem Vergleiche die Basisstation Partenkirchen ein: Das Minimum des Luftdruckes fällt auf den April, das Maximum auf den Monat mit der tiefsten Temperatur, den Januar.

Die Jahresschwankung auf der Zugspitze beträgt 11.4 mm und übertrifft somit die des Hohenpeissenberg<sup>1)</sup> mit 5.1 mm und die von Partenkirchen mit 6.0 mm etwa um das Doppelte. Säntis und Sonnblick, welche die Extreme in denselben Monaten aufweisen wie die Zugspitze, haben eine Jahresschwankung von 10.0 mm bzw. 11.8 mm.

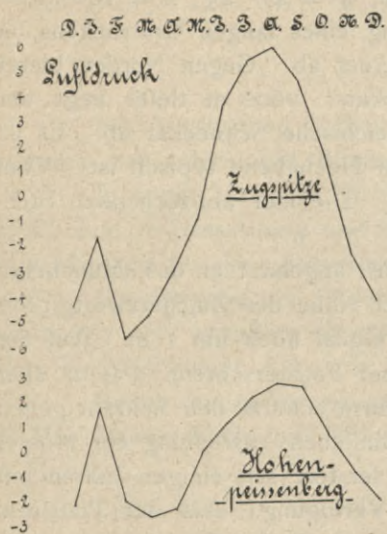
Ganz evident ist hier die Zunahme der Jahresschwankung mit der Seehöhe zum Ausdrucke gebracht. Aus der Luftdruckschwankung auf dem Hohenpeissenberg und der Zugspitze berechnet sich eine Zunahme der Jahresschwankung von 0,35 mm pro hundert Meter Anstieg, so dass also:

$$\Delta A = 1.03 + 0.35 H.$$

Innerhalb des Zeitraumes 1901/1910 wurden folgende absolut höchsten und tiefsten Barometerstände beobachtet:

|                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| Partenkirchen    | Max. 718.2 mm am 28. Januar 1905   |
|                  | Min. 674.5 mm am 30. November 1903 |
| Hohenpeissenberg | Max. 693.2 mm am 28. Januar 1905   |
|                  | Min. 649.8 mm am 30. November 1903 |
| Zugspitze        | Max. 544.3 mm am 24. November 1906 |
|                  | Min. 505.0 mm am 30. November 1903 |

<sup>1)</sup> Die Jahresschwankung ist bei Hohenpeissenberg und Partenkirchen natürlich nicht gleich der Differenz August—Februar. Letztere beträgt 4.6 bzw. 3.4 mm.



|           |   |
|-----------|---|
| Säntis    | Max. 576.2 mm am 23., 24. November 1906 |
|           | Min. 537.5 mm am 30. November 1903      |
| Sonnblick | Max. 534.7 mm am 3. Juli 1905           |
|           | Min. 496.2 mm am 30. November 1903.     |

Die absolute Barometerschwankung beträgt somit für

|                  |         |
|------------------|---------|
| Partenkirchen    | 43.7 mm |
| Hohenpeissenberg | 43.4 mm |
| Säntis           | 38.7 mm |
| Zugspitze        | 39.3 mm |
| Sonnblick        | 38.5 mm |

Mit grosser Gleichmässigkeit wurde der absolut tiefste Luftdruck im November 1903 beobachtet; das höchste Maximum ist nicht so einheitlich aufgetreten, wobei wohl in erster Linie Temperatureinflüsse sich geltend gemacht haben dürften.

Der Jahresverlauf des Luftdruckes weist ein sekundäres Maximum im Januar auf.

Das Hauptmaximum der Hochstationen im August beruht auf einer Ausdehnung der unterhalb lagernden Luftschichten nach oben. Für die Talstationen ist mit der Hebung der Niveauflächen ein Fallen des Luftdruckes verbunden, da die Luftmassen in höheren Niveaus abfliessen. In Partenkirchen übertrifft das Maximum im Januar das (auf den September verschobene) sommerliche Maximum um ca. 0.6 mm. Dieses Maximum im Januar zeigt durchweg — trotz der grossen Temperaturgegensätze zwischen Berg und Tal im Winter — so gleichmässiges Auftreten an allen Stationen dass es unbedingt auf eine dynamische Ursache zurückzuführen ist.

Der Luftdruckverlauf im Jahre ist also eine Doppelwelle. Für die Talstation Partenkirchen ist der eine Wellenberg sehr breit. Der Luftdruck bleibt vom Juni bis zum Oktober über dem Mittel. Der zweite Wellenberg im Januar ist etwa gerade so hoch, die Erhebung über das Mittel erstreckt sich jedoch hier nur auf ein Monat. Gut ausgeprägt erscheint auch das Wellental im Winter und Frühjahr, von Februar bis April wird das Jahresmittel nicht erreicht.

Im allgemeinen zeigt der Verlauf des Luftdruckes auf den Hochstationen dasselbe Bild. Wesentlich anders ist die Abweichung vom Mittel beim Hauptmaximum im August und beim Minimum im Februar. Das sekundäre Maximum im Januar bleibt um ansehnliche Beträge hinter dem Augustmaximum zurück. Es zeigt sich auf den Hochstationen eine Vereinfachung des Luftdruckganges, eine Annäherung an eine einfache Welle. Klengel<sup>1)</sup> meint, dass in noch grösseren Höhen die sekundäre Anschwellung im Winter gänzlich verschwände, vielleicht auch schon in der Höhe des Pic du Midi bei einer längeren Beobachtungsreihe. Die Wirkung der Zeitdauer mache sich deutlich an zwei Sonnblickkurven bemerkbar. Bei Zugrundelegung eines 30jährigen (allerdings) reduzierten Mittels zeige sich eine einfache Welle.“

Die oben mitgeteilten zehnjährigen Mittel zeigen auch bei den Hochstationen das Januarmaximum noch scharf ausgeprägt.

Der Luftdruck an den drei Hochstationen Säntis, Zugspitze und Sonnblick verläuft im allgemeinen parallel. Die grösste Luftdruckdifferenz zwischen Säntis und Zugspitze hat der kälteste Monat, der Februar, mit 33.0 mm, die geringste liegt im August mit 31.6 mm. Der unter ganz anderen klimatischen Verhältnissen stehende Sonnblick hat die extremsten Differenzen gegen die Zugspitze im Januar mit 10.4 mm und im Oktober mit 9.6 mm; ein sekundäres Minimum ist jedoch auch hier im August erkennbar.

Es erübrigt nun noch, wenigstens in Kürze, die absolute und mittlere Veränderlichkeit, sowie die „Fehler“ der Luftdruckmittel der Zugspitze der Reihe 1901/1910 zu besprechen. Hierbei ist dem Worte „Fehler“ die weitestgehende Bedeutung zuzulegen, da es sich um Grössen handelt, „welchen reale Vorgänge in der Natur entsprechen“<sup>2)</sup>. Die absolute Veränderlichkeit der Luftdruckmittel der Zugspitze im Dezennium 1901/1910 ist für die einzelnen Monate folgende:

| Jan. | Febr.       | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug.       | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | (Jahr) |
|------|-------------|------|-------|-----|------|------|------------|-------|------|------|------|--------|
| 4.8  | <b>12.8</b> | 9.8  | 7.1   | 6.6 | 3.7  | 5.2  | <b>2.9</b> | 3.6   | 9.1  | 8.6  | 10.2 | (1.6)  |

Die Monate Februar und August, also die Monate mit dem tiefsten und höchsten Temperaturmittel, weisen die grösste und die kleinste absolute Veränderlichkeit der Luftdruckwerte auf. In denselben Monaten liegen auch die Extreme der mittleren Veränderlichkeit und daher auch die des mittleren wahrscheinlichen Fehlers, wie nachfolgende Tabelle zeigt:

| Jan. | Febr.       | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | (Jahr) |
|------|-------------|------|-------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|--------|
| 1.1  | <b>2.7</b>  | 2.2  | 2.3   | 1.6  | 1.1  | 1.3  | <b>0.7</b>  | 1.0   | 1.8  | 2.3  | 2.4  | (0.5)  |
| 0.30 | <b>0.74</b> | 0.60 | 0.63  | 0.44 | 0.30 | 0.36 | <b>0.19</b> | 0.27  | 0.49 | 0.63 | 0.66 | (0.14) |

Der Besprechung des täglichen Ganges der einzelnen meteorologischen Elemente ist ein eigener, späterer Abschnitt vorbehalten. Im Anschluss an die Besprechung der allgemeinen Luftdruckverhältnisse sei nur noch auf die barometrische Höhenmessung der Zugspitze weiter eingegangen.

<sup>1)</sup> Klengel „Das Klima des Pic du Midi“ in „Ausland“ 66. Jahrgang 1893 pag. 440.

<sup>2)</sup> Vergl. Meyer „Anleitung zur Bearbeitung usw.“ pag. 33 und 34.

## Die barometrische Messung der Zugspitzhöhe.

Wie wir dem Schriftenverkehr zwischen der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien und der K. B. Meteorologischen Zentralstation entnehmen, wurden bereits in früheren Jahren Bedenken über das Barometer bezw. die Seehöhe der Zugspitze laut.

So schreibt auch J. von Hann in der „Meteorologischen Zeitschrift“<sup>1)</sup>, wo der erste vollständige Jahrgang der meteorologischen Beobachtungen auf der Zugspitze kurz besprochen und mit den Sonnblickbeobachtungen verglichen wurde, folgendes:

„Die korrespondierenden Barometerstände und Temperaturen ergeben einen Höhenunterschied von 162 m, was auf beträchtliche Korrekturen der Barometer schliessen lassen würde (3106 m bis 2964 m gibt nur 142 m), denn im Jahresmittel ist sicherlich in rund 3000 m keine entsprechende Isobarendifferenz vorhanden gewesen.“

Wir werden speziell auf diesen letzteren Punkt des weiteren noch mehr zurückkommen.

Um die eventuelle Instrumentenkorrektur des Zugspitzbarometers festzustellen, besuchte Herr Direktor Dr. Schmauss die Zugspitze und konstatierte auf Grund zahlreicher Beobachtungen am Hypsothermometer, dass das Zugspitzbarometer bis auf 0.1 mm genau mit dem Siedethermometer übereinstimmte.

So erschien eine genaue barometrische Berechnung der Seehöhe der Zugspitze als wünschenswert.

Auf trigonometrischem Wege ergibt sich der Landesaufnahme<sup>2)</sup> zufolge die Seehöhe über N. N. des Signalsockels auf dem Zugspitzwestgipfel zu 2963,3 m. Die Höhendifferenz des Signalsockels und des unteren Barometerniveaus beträgt — 1.5 m, so dass sich auf trigonometrischem Wege für das Barometer der Zugspitze 2961.8 m über N. N. ergibt.

Zur Berechnung der Meereshöhe der Zugspitze gebrauchten wir die ausführliche barometrische Höhenformel mit genauer Berücksichtigung der Schwereänderung und des Einflusses der absoluten Feuchtigkeit.

Die Seehöhen der bayerischen Basisstationen wurden von den betreffenden Stellen neu eingemessen. Die Seehöhen der Österreichischen und Schweizer Stationen sind den betreffenden Jahrbüchern entnommen oder uns in dankenswerter Weise von den Zentralanstalten mitgeteilt worden.

Die benutzten Barometerstände wurden durchweg mit der Schwerekorrektur versehen; die genaue Berechnung derselben erfolgte auf Grund der Korrektur auf die Breite  $\varphi = 45^\circ$

$$C_1 = 0.00259 \cos 2\varphi \cdot b$$

und der stets negativen Korrektur auf das Meeresniveau

$$C_2 = 0.000000196 \cdot b \cdot h$$

so dass sich als  $C_g$  ergab für Innsbruck + 0.06 mm, Partenkirchen + 0.06 mm, Mittenwald + 0.03 mm, Hohenpeissenberg + 0.04 mm, Säntis — 0.16 mm, Zugspitze — 0.19 mm, Sonnblick — 0.21 mm.

Wie durchwegs, sind auch hier die Mittel der Jahre 1901/1910 für alle Stationen zu Grunde gelegt. Die hier notwendigen Daten für Temperatur und Dampfdruck sind einem späteren Abschnitt vorliegender Arbeit entnommen.

Die Ausgangswerte für die barometrische Höhenmessung sind folgende:

|                            | b      | t      | e   | h      |
|----------------------------|--------|--------|-----|--------|
| Innsbruck . . . . .        | 711.20 | 8.14   | 6.5 | 580.7  |
| Partenkirchen . . . . .    | 700.10 | 6.57   | 6.7 | 716.8  |
| Mittenwald . . . . .       | 683.58 | 5.03   | 6.0 | 911.8  |
| Hohenpeissenberg . . . . . | 676.53 | 5.88   | 5.7 | 994.1  |
| Säntis . . . . .           | 561.67 | — 2.69 | 3.2 | 2500.1 |
| Zugspitze . . . . .        | 529.49 | — 5.26 | 2.9 | ?      |
| Sonnblick . . . . .        | 519.57 | — 6.80 | 2.5 | 3106.5 |

Das Ideal einer barometrischen Höhenbestimmung ist natürlich die Messung bei möglichst geringen Horizontalentfernungen. Oben angeführte Stationen liegen meist in nicht zu grosser Entfernung von der Zugspitze. Der Säntis dagegen ist 125 km, der Sonnblick 135 km entfernt.

Die Sonnblickwerte liefern ein relativ gutes Resultat, dagegen ergibt die Zugrundelegung der Säntisdaten eine auffällige Nichtübereinstimmung. Der Temperaturgradient Säntis-Zugspitze beträgt normal 0.58<sup>0</sup>; selbst eine mit 1<sup>0</sup> Fehler behaftete Mitteltemperatur würde die Höhendifferenz dieser beiden Gipfelstationen nur um 1.7 m ändern.

Bei Benutzung der Beobachtungsergebnisse vom Säntis (und Sonnblick) ist daher noch Rücksicht zu nehmen auf die „Isobarenkorrektur“, d. h. man hat auf die mittleren Luftdruckunterschiede im gleichen Niveau zu achten.

Da es sich um Hochstationen handelte, schien uns die Verwendung der Isobarenkarten in Hann „Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa“ Wien 1887 nicht statthaft zu sein. Zur ersten Orientierung benützten wir vorerst die in den täglichen Wetterberichten der k. k. Zentralanstalt publizierten, auf 2500 m Seehöhe reduzierten Barometerablesungen (7a) der Hochstationen. Es zeigte sich im allgemeinen ein Druckgefälle von W nach E. In einzelnen Fällen (z. B. bei Westkeil) war die Schweizer Station von hohem Druck sehr begünstigt.

Für das Jahr 1908, das wir speziell nach diesem Gesichtspunkte hin näher untersuchten, berechneten wir für 7<sup>h</sup>a im Niveau 2500 m folgende (relativen) Luftdruckwerte

|            | Säntis | Zugspitze | Sonnblick |
|------------|--------|-----------|-----------|
| Differenz: | 562.69 | 562.24    | 561.17    |
|            | 0.45   |           | 1.07.     |

<sup>1)</sup> 19. Jahrgang 1902, pag. 120

<sup>2)</sup> Die diesbezügliche Angabe verdanken wir Herrn Topographen Lutz vom topographischen Bureau des Generalstabes.

Soviel diene zur allgemeinen Orientierung. Vom Sonnblick wollen wir vorerst noch absehen. Gegen die Zugspitze ist also der Barometerstand vom Säntis (1908, 7<sup>1</sup>a im Niveau 2500 m) um ca. 0.4 mm zu hoch. Diese vorhandenen Druckunterschiede finden, wie wir sehen werden, durch einen von W nach E sich erstreckenden Keil hohen Druckes ihre Erklärung.

Zur weiteren Bestätigung dieser Tatsache bietet sich uns ein Hilfsmittel in den Windverhältnissen der Zugspitze. In einem späteren Abschnitte untersuchten wir auf Grund der 3 Terminsbeobachtungen die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen unter Berücksichtigung der zugehörigen Stärke; zugrunde gelegt waren die Jahre 1901—1910; den abgeleiteten Resultaten kommt also doch eine entsprechende Genauigkeit zu. Auf Grund der Häufigkeitszahlen und der Stärke der einzelnen Windrichtungen liess sich als resultierende Windrichtung für die Zugspitze ableiten: W 31° N 2.0 m/sec.

Es ist nun die weitere Frage: Welchem Luftdruckgradienten Säntis—Zugspitze entspricht eine Luftbewegung von 2.0 m/sec?

Entspricht h der gehobenen Luftmasse, so ist die Gradientkraft

$$1.) G = g \cdot \frac{dh}{dx};$$

zwischen dem Druck p, der Dichte  $\rho$  und der Höhe h einer Luftsäule besteht bekanntlich die Beziehung

$$2.) dp = -\rho dh$$

aus der Gleichung

$$p \cdot v = RT$$

folgt

$$\rho = \frac{p}{RT}$$

so dass also Gleichung 2.) wird

$$2'.) dp = -\frac{p}{RT} \cdot dh$$

hieraus

$$dh = -RT \cdot \frac{dp}{p}$$

dh ist die Höhe der Luftsäule, die dem Überdruck dp entspricht.

Substituiert man dh in die Gleichung 1., so wird die Gradientkraft

$$1'.) G = -g \cdot \frac{RT}{p} \cdot \frac{dp}{dx}$$

Ist nun v die Windgeschwindigkeit, w die Winkelgeschwindigkeit der Erde und  $\alpha$  der Ablenkungswinkel, so ist:

$$3.) G \cdot \sin \alpha = 2 \cdot w \cdot v \cdot \sin \varphi + \frac{v^2}{r}$$

Hierbei ist  $\varphi$  die geographische Breite und r der Krümmungsradius der Bahnkurve. In unserem vorliegenden Falle, der Bewegung im Niveau 2500 m, setzen wir  $\alpha = 90^\circ$ ; für die geradlinige Bewegung wird dann  $r = \infty$ .

Dann ist

$$G = 2 \cdot w \cdot v \cdot \sin \varphi$$

somit nach 1'.)

$$-g \cdot \frac{RT}{p} \cdot \frac{dp}{dx} = 2 \cdot w \cdot v \cdot \sin \varphi.$$

Unter „Gradient“ versteht man bekanntlich die Druckdifferenz längs der Einheitsstrecke 111 km. Aus obiger Gleichung folgt nun:

$$dp = -2 \cdot w \cdot v \cdot \sin \varphi \cdot \frac{p}{g} \cdot \frac{1}{RT} dx.$$

Hierbei haben die Konstanten die folgenden Werte:

$$2w = 0.000146^1) \quad v = 2.0 \text{ m/sec.}$$

$$dx = 111000 \text{ m} \quad R = 29.3$$

$$\varphi \text{ (rund) } 47^{1/2} \text{ }^\circ;$$

ferner ist:

$$p = 529 \text{ mm, } T = 268 \text{ }^\circ.$$

Es wird dann:

$$dp = 2 \cdot 0.000146 \cdot \frac{111000}{9.81} \cdot \frac{0.526}{29.3 \cdot 268}$$

also

$$dp = -0.163 \text{ mm.}$$

Reduziert man diese Zahl auf das Niveau 2500 m und berücksichtigt die Entfernungen Säntis—Zugspitze = 125 km und Zugspitze—Sonnblick = 155 km, so erhält man im Niveau 2500 m folgende Luftdruckabnahme vom

$$\begin{array}{ll} \text{Säntis—Zugspitze} & 0.20 \text{ mm,} \\ \text{Zugspitze—Sonnblick} & 0.23 \text{ mm.} \end{array}$$

<sup>1)</sup> Aus Hann, Lehrbuch der Meteorologie, II. Aufl., pag. 561.

Beim Sonnblick dürfte ev. auch seine relativ niedrige Temperatur (der Sonnblick ist um  $0.8^{\circ}$  zu kalt) von Einfluss auf den geringen Luftdruck sein. Weiter wollen wir jedoch hier nicht darauf eingehen; es war uns vor allem darum zu tun, auf Grund der Windverhältnisse uns ein annäherndes Bild von der Grössenordnung des Luftdruck-Gradienten Säntis—Zugspitze zu verschaffen.

Um nun für die Höhenmessung von den Hochstationen brauchbare Werte zu erhalten, reduzieren wir die Zugspitzwerte auf 2500 m und vergleichen mit dem Luftdruck vom Säntis. Man erhält dann

als berechneten Wert: 561.32 mm  
als beobachteten Wert: 561.67 mm  
also  $\Delta b = 0.35$  mm.

Führen wir die entsprechende Rechnung für die Zugspitze und Sonnblick durch, so erhalten wir im Niveau 3106.5 mm

als berechneten Wert: 519.83 mm  
als beobachteten Wert: 519.57 mm  
und daher  $\Delta b = 0.26$  mm.

Diese eben abgeleiteten Werte für die Druckunterschiede stimmen sowohl dem Sinne als auch der Grössenordnung nach mit den vorher aus den Windwegen berechneten Resultaten gut überein.

Setzt man die mit dieser „Isobarenkorrektion“ versehenen Luftdruckmittel nun in die barometrische Höhenformel ein, so liefern auch Säntis und Zugspitze keine auffälligen Resultate mehr.

Das Resultat der einzelnen Höhenmessungen war folgendes:

| Basis            | Seehöhe  | Höhendifferenz | Seehöhe der Zugspitze |
|------------------|----------|----------------|-----------------------|
| Innsbruck        | 580.7 m  | + 2379.5 m     | = 2960.2 m            |
| Partenkirchen    | 716.8 m  | + 2247.7 m     | = 2964.5 m            |
| Mittenwald       | 911.8 m  | + 2049.6 m     | = 2961.4 m            |
| Hohenpeissenberg | 994.1 m  | + 1969.2 m     | = 2963.3 m            |
| Säntis           | 2500.1 m | + 461.5 m      | = 2961.6 m            |
| Sonnblick        | 3106.5 m | — 144.5 m      | = 2962.0 m            |

Aus diesen sechs Werten berechnet sich das Mittel für die Seehöhe der Zugspitze zu 2962.17 m. Als Seehöhe des Zugspitzbarometers ergibt sich also **2962.2 m**.

Es erübrigt sich nun noch, auf die Fehler<sup>1)</sup> der barometrischen Höhenmessung einzugehen.

Bezeichnet man mit S die Summe der Fehlerquadrate von n einzelnen Bestimmungen, so ist der mittlere Fehler der einzelnen Messung

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}}$$

und der mittlere Fehler des Mittelwertes

$$E = \pm \sqrt{\frac{S}{n(n-1)}} = \frac{\epsilon}{\sqrt{n}}$$

In unserem speziellen Falle der Berechnung der Zugspitzhöhe beträgt der mittlere Fehler der einzelnen Messung  $\epsilon = \pm 1.5$  m, der mittlere Fehler des Mittelwertes  $E = \pm 0.6$  m. Daher beträgt der wahrscheinliche Fehler

beim einzelnen Werte:  $\pm 1.0$  m  
beim Mittelwerte:  $\pm 0.4$  m

Der trigonometrisch bestimmte Wert für die Seehöhe des Zugspitzbarometers 2961.8 m erreicht die barometrisch berechnete Höhe 2962.2 m bis auf 0.4 m, ein Resultat, das als zufriedenstellend anzusehen ist, zumal wenn man überlegt, welch grossen Einfluss die Temperatur auf die barometrische Höhenberechnung ausübt.

Differenziert man die Höhenformel

$$h = A (\log b_0 - \log b_1) (1 + \alpha \vartheta)$$

nach  $\vartheta$  (wobei  $\vartheta = \frac{t_0 + t_1}{2}$  ist), so ist

$$dh = A (\log b_0 - \log b_1) \alpha d \vartheta.$$

Durch Elimination von  $(\log b_0 - \log b_1)$  und Umformung erhält man

$$dh = \frac{d \vartheta}{273 + \vartheta'} \cdot h,$$

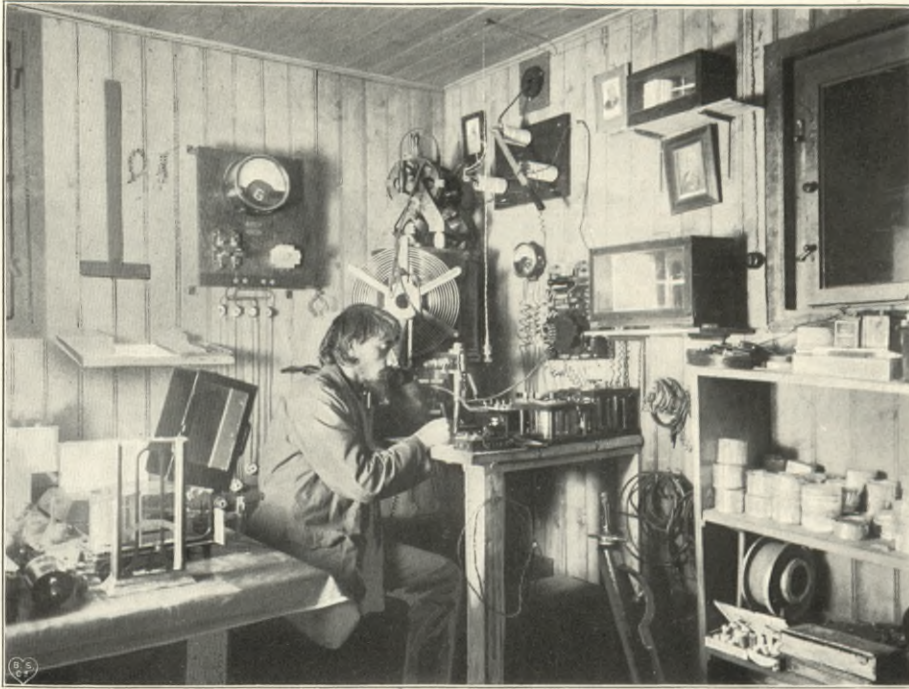
wobei  $\vartheta'$  die ursprünglich benützte Mitteltemperatur darstellt<sup>2)</sup>.

Für 1<sup>o</sup> Fehler in der Annahme der Mitteltemperatur ergeben sich bei den Resultaten folgende Differenzen:

| Basisstation     | Höhendifferenz | Einfluss von 1 <sup>o</sup> Fehler |
|------------------|----------------|------------------------------------|
| Innsbruck        | 2379.5 m       | 8.7 m                              |
| Partenkirchen    | 2247.7 m       | 8.2 m                              |
| Mittenwald       | 2049.6 m       | 7.5 m                              |
| Hohenpeissenberg | 1969.2 m       | 7.2 m                              |
| Säntis           | 461.5 m        | 1.7 m                              |
| Sonnblick        | 144.5 m        | 0.6 m                              |

<sup>1)</sup> Vergl. Kohlrausch, Lehrbuch der prakt. Physik, pag. 2.

<sup>2)</sup> Vergl. auch Hann, Lehrbuch der Meteorologie II, pag. 611.







Je grösser die Höhendifferenz  $h$  ist, desto grösser auch der Einfluss der Temperatur. Besonders an den in tiefen Tälern liegenden Stationen ist die Temperatur überdies lokalen Modifikationen unterworfen. Wir verweisen vor allem auf den Nachweis Pernters<sup>1)</sup>, dass die Mitteltemperatur Innsbrucks im Jahresdurchschnitt durch den Föhn um  $0.6^{\circ}$  zu hoch ausfällt, andererseits auf das für stagnierende kalte Luftmassen günstige Talbecken von Partenkirchen. In dem von S nach N verlaufenden Isartale bei Mittenwald<sup>2)</sup> macht sich oft ganz lokal die saugende Wirkung des Föhns geltend.

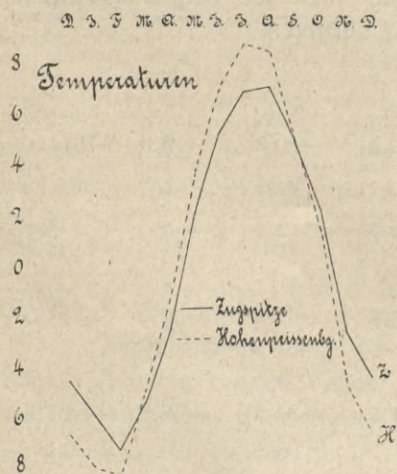
## Die Temperatur.

Viel grösseres Interesse als der Luftdruck beansprucht die Temperatur. Hier bietet sich für vergleichende Betrachtungen ein weit ausgedehntes Gebiet. Abgesehen von der Diskussion der Mittelwerte, die ja nur im allgemeinen klimatische Verhältnisse darstellen, sei nur hingewiesen auf die für das Klima typische Häufigkeit bestimmter Temperaturen und auf die Temperaturveränderungen von Tag zu Tag. Eine Vergleichung mit den Basisstationen sowohl, als auch mit anderen Hochstationen und der freien Atmosphäre bietet interessante Gesichtspunkte.

### Die Temperaturmittel.

In nachstehender Tabelle seien zunächst die Temperaturmittel der Reihe 1901/1910 der Zugspitze, dann von Partenkirchen und Hohenpeissenberg sowie vom Säntis und Sonnblick mitgeteilt:

|                | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze   | Säntis      | Sonnblick   |
|----------------|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar . . .   | — 2.98        | — 2.10           | — 11.22     | — 8.66      | — 13.34     |
| Februar . . .  | — 2.30        | — 2.46           | — 12.57     | — 10.44     | — 14.59     |
| März . . .     | 2.13          | 1.03             | — 10.61     | — 8.36      | — 12.55     |
| April . . .    | 6.25          | 4.60             | — 7.70      | — 4.96      | — 9.03      |
| Mai . . .      | 10.87         | 9.46             | — 3.18      | — 0.74      | — 4.34      |
| Juni . . .     | 13.96         | 12.91            | 0.06        | 2.91        | — 0.90      |
| Juli . . .     | <b>15.47</b>  | <b>14.72</b>     | 1.61        | 4.66        | 0.78        |
| August . . .   | 15.14         | 14.36            | <b>1.77</b> | <b>4.76</b> | <b>0.97</b> |
| September . .  | 11.86         | 10.78            | — 0.38      | 2.30        | — 2.58      |
| Oktober . . .  | 8.05          | 7.19             | — 3.19      | — 0.68      | — 4.70      |
| November . . . | 1.77          | 1.23             | — 7.94      | — 5.48      | — 9.61      |
| Dezember . . . | — 1.57        | — 0.82           | — 9.78      | — 7.54      | — 11.71     |
| Jahr . . .     | 6.57          | 5.88             | — 5.26      | — 2.69      | — 6.80      |



Der jährliche Gang der Temperatur auf der Zugspitze zeigt den von den Hochstationen her gewohnten Gang. Um Wiederholungen zu vermeiden, wurde die Temperaturverteilung in den einzelnen Jahreszeiten später bei der „Abnahme der Temperatur mit der Höhe“ einer vergleichenden Besprechung unterzogen.

In obiger Tabelle repräsentiert sich Partenkirchen als typische Talstation. Januar und Dezember sind im Monatsmittel noch kälter als auf dem höheren, jedoch frei gelegenen Hohenpeissenberg. In Partenkirchen fallen die Extreme auf den Januar und Juli, auf dem Hohenpeissenberg liegt das Maximum ebenfalls im Juli, während das Minimum auf den Februar verschoben ist.

Die drei Hochstationen haben im zehnjährigen Mittel übereinstimmend die Extremwerte im Februar und im August. Zwischen Zugspitze und Sonnblick zeigen sich aber Unterschiede von prinzipieller Natur, die in der kontinentaleren Lage des Tauerngipfels begründet sind.

Nachstehende Tabelle gibt uns Aufschluss über die Ab- und Zunahme der Temperaturmittel von einem Monat zum anderen und dient so als Illustration der vorhergehenden Mittelwerte.

### Änderung des Temperaturmittels

|                  | vom Dez.<br>zum Jan. | Jan.<br>Febr. | Febr.<br>März | März<br>April | April<br>Mai | Mai<br>Juni | Juni<br>Juli | Juli<br>Aug.  | Aug.<br>Sept. | Sept.<br>Okt. | Okt.<br>Nov.  | Nov.<br>Dez. |
|------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Partenkirchen    | — 1.41               | + 0.68        | + 4.43        | + 4.12        | + 4.62       | + 3.09      | + 1.51       | — 0.33        | — 3.28        | — 3.81        | — <b>6.28</b> | — 3.34       |
| Hohenpeissenberg | — 1.28               | — <b>0.36</b> | + 3.49        | + 3.57        | + 4.86       | + 3.45      | + 1.81       | — <b>0.36</b> | — 3.58        | — 3.59        | — <b>5.96</b> | — 2.05       |
| Zugspitze        | — 1.44               | — 1.35        | + 1.96        | + 2.91        | + 4.52       | + 3.24      | + 1.55       | + <b>0.16</b> | — 2.15        | — 2.81        | — <b>4.75</b> | — 1.84       |
| Säntis           | — 1.12               | — 1.78        | + 2.08        | + 3.40        | + 4.22       | + 3.65      | + 1.75       | + <b>0.10</b> | — 2.46        | — 2.98        | — <b>4.80</b> | — 2.06       |
| Sonnblick        | — 1.63               | — 1.25        | + 2.04        | + 3.52        | + 4.69       | + 3.44      | + 1.68       | + <b>0.19</b> | — 3.55        | — 2.12        | — <b>4.91</b> | — 2.10       |

<sup>1)</sup> Pernter, „Über die Häufigkeit, die Dauer und die meteorologischen Eigenschaften des Föhns in Innsbruck“. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. CIV 1895, pag. 450.

<sup>2)</sup> Mittenwald ist eine exzessive Föhnstation; dies zeigt sich besonders deutlich, wenn man die Häufigkeit südlicher Winde in Mittenwald mit der vom Hohenpeissenberg vergleicht. Im März beträgt die Häufigkeit südlicher Winde auf der Zugspitze 34.0%, in Mittenwald 38.1%, auf dem Hohenpeissenberg dagegen nur 16.8%. Auf dem Hohenpeissenberg dürfte der Föhn oft nicht durchdringen. Weiteres bei der Besprechung der Windverhältnisse.

Die grösste Wärmesteigerung findet statt vom April zum Mai, und zwar sind die Zahlenwerte an allen 5 Stationen quantitativ wenig verschieden. Die stärkste Abkühlung tritt ein vom Oktober zum November, und zwar macht sich dieselbe vornehmlich an den Basisorten Partenkirchen und Hohenpeissenberg bemerkbar. Die Abkühlung beim Übergange vom Oktober zum November ist von den drei Hochstationen am intensivsten auf dem Sonnblick; auf Säntis und Zugspitze ist dieselbe trotz der grossen Höhendifferenz nahezu gleichgross. Der Sonnblick hat sowohl eine grössere maximale Erwärmung als auch Abkühlung wie die Zugspitze. Am wenigsten verändern sich die Monatsmittel vom Juli zum August; an den Basisstationen tritt die kleinste Abkühlung, an den Gipfelstationen die geringste Erwärmung ein. Eine ebenso kleine Temperaturänderung tritt auf dem Hohenpeissenberg vom Januar zum Februar ein.

Im Anschluss hieran empfiehlt es sich, wenigstens in Kürze, auf die absolute Veränderlichkeit und die Fehler der Temperaturmittel der Zugspitze einzugehen.

Die absolute Veränderlichkeit der Temperaturmittel der Zugspitze auf Grund der Beobachtungen des Zeitraumes 1901/1910 ist für die einzelnen Monate folgende:

| Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug.       | Sept. | Okt.       | Nov. | Dez. | (Jahr) |
|------|-------|------|-------|-----|------|------|------------|-------|------------|------|------|--------|
| 5.0  | 7.2   | 4.2  | 6.6   | 7.4 | 3.3  | 4.6  | <b>2.0</b> | 3.7   | <b>8.6</b> | 5.4  | 7.1  | (1.7)  |

Wenn wir uns kurz an den Gang der absoluten Veränderlichkeit des Luftdruckes (pag. 13) erinnern, so finden wir bei diesem Element, das doch auf einem Berggipfel mit mehr als 2000 m relativer Höhe sehr stark von der Temperatur der unterhalb lagernden Luftschicht beeinflusst wird, die Extreme im Februar und im August. Die absolute Veränderlichkeit der Temperatur dagegen ist sehr unregelmässig. Das Minimum fällt auf den August, das Maximum jedoch auf den Oktober. Relativ hohe Werte haben der Dezember und der Februar; auch der Mai zeichnet sich durch eine grosse absolute Temperaturveränderlichkeit aus.

Anders dagegen verhält sich die mittlere Veränderlichkeit und daher auch der mittlere wahrscheinliche Fehler:

| Jan. | Febr.       | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | (Jahr) |
|------|-------------|------|-------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|--------|
| 1.4  | <b>1.9</b>  | 1.1  | 1.7   | 1.3  | 0.9  | 1.2  | <b>0.6</b>  | 1.3   | 1.6  | 1.6  | 1.3  | (0.4)  |
| 0.38 | <b>0.52</b> | 0.30 | 0.47  | 0.36 | 0.25 | 0.33 | <b>0.16</b> | 0.36  | 0.44 | 0.44 | 0.36 | (0.13) |

Die Extremwerte werden hier in Übereinstimmung mit dem Luftdruck in den Monaten Februar und August aufgezeichnet.

### Reduktion auf langjährige Reihen.

Die Normaltemperatur der Zugspitze haben wir durch Bildung der Differenzen gegen die Stationen Partenkirchen und Hohenpeissenberg<sup>1)</sup> sowie Sonnblick<sup>2)</sup> abzuleiten versucht. Von einer Benützung der Säntiswerte wurde mit Rücksicht auf die Verlegung der Station<sup>3)</sup> abgesehen. Wir teilen hier die einzelnen Werte auch der Vergleichsstationen mit, da auch die Temperaturdifferenzen in den einzelnen Monaten einiges Interesse haben dürften.

#### Hohenpeissenberg—Zugspitze 1901/1910.

| Jan.  | Febr.  | März   | April  | Mai    | Juni   | Juli          | Aug.   | Sept.  | Okt.   | Nov.  | Dez.         | Jahr   |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------|
| — 9.1 | — 10.1 | — 11.6 | — 12.3 | — 12.6 | — 12.9 | — <b>13.1</b> | — 12.6 | — 11.2 | — 10.4 | — 9.2 | — <b>9.0</b> | — 11.1 |

#### Hohenpeissenberg normal 1881/1910

|              |       |     |     |     |      |             |      |      |     |     |       |     |
|--------------|-------|-----|-----|-----|------|-------------|------|------|-----|-----|-------|-----|
| — <b>2.2</b> | — 1.4 | 1.2 | 5.1 | 9.5 | 13.2 | <b>14.8</b> | 14.5 | 11.2 | 6.7 | 2.1 | — 0.9 | 6.1 |
|--------------|-------|-----|-----|-----|------|-------------|------|------|-----|-----|-------|-----|

#### Zugspitze normal 1881/1910 red.

|        |               |        |       |       |     |     |            |     |       |       |       |       |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-----|-----|------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| — 11.3 | — <b>11.5</b> | — 10.4 | — 7.2 | — 3.1 | 0.3 | 1.7 | <b>1.9</b> | 0.0 | — 3.7 | — 7.1 | — 9.9 | — 5.0 |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-----|-----|------------|-----|-------|-------|-------|-------|

#### Partenkirchen—Zugspitze 1901/1910

|              |        |        |        |               |        |        |        |        |        |       |              |        |
|--------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------|
| — <b>8.2</b> | — 10.3 | — 12.7 | — 14.0 | — <b>14.1</b> | — 13.9 | — 13.8 | — 13.4 | — 12.2 | — 11.2 | — 9.7 | — <b>8.2</b> | — 11.8 |
|--------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------|

#### Partenkirchen normal 1881/1910

|              |       |     |     |      |      |             |      |      |     |     |       |     |
|--------------|-------|-----|-----|------|------|-------------|------|------|-----|-----|-------|-----|
| — <b>3.3</b> | — 1.5 | 2.1 | 6.5 | 10.8 | 14.1 | <b>15.5</b> | 15.2 | 12.2 | 7.5 | 2.5 | — 1.9 | 6.6 |
|--------------|-------|-----|-----|------|------|-------------|------|------|-----|-----|-------|-----|

#### Zugspitze normal 1881/1910 red.

|        |               |        |       |       |     |     |            |     |       |       |        |       |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-----|-----|------------|-----|-------|-------|--------|-------|
| — 11.5 | — <b>11.8</b> | — 10.6 | — 7.5 | — 3.3 | 0.2 | 1.7 | <b>1.8</b> | 0.0 | — 3.7 | — 7.2 | — 10.1 | — 5.2 |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-----|-----|------------|-----|-------|-------|--------|-------|

#### Zugspitze—Sonnblick 1901/1910

|     |     |     |     |     |     |            |            |            |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | <b>0.8</b> | <b>0.8</b> | <b>2.2</b> | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 1.5 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|

#### Sonnblick normal 1887/1911

|        |               |        |       |       |       |            |            |       |       |       |        |       |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| — 13.3 | — <b>14.0</b> | — 12.3 | — 9.0 | — 4.4 | — 1.1 | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | — 1.3 | — 4.9 | — 8.5 | — 11.8 | — 6.6 |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|

#### Zugspitze normal 1887/1911 red.

|        |               |        |       |       |       |            |            |     |       |       |       |       |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-------|------------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| — 11.2 | — <b>12.0</b> | — 10.4 | — 7.7 | — 3.2 | — 0.1 | <b>1.7</b> | <b>1.7</b> | 0.9 | — 3.4 | — 6.8 | — 9.9 | — 5.1 |
|--------|---------------|--------|-------|-------|-------|------------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|

<sup>1)</sup> Die Mittel sind der „Klimatologie von Süddeutschland II. Teil, Temperaturmittel bezogen auf die Periode 1881—1910“ von E. Alt entnommen.

<sup>2)</sup> Aus: 21. Jahresbericht des Sonnblickvereins 1912, pag. 9.

<sup>3)</sup> Vergl. Maurer, Billwiller jr. und Hess „Das Klima der Schweiz“ 1909, I. Band, pag. 192.

Die aus der Reduktion nach Partenkirchen und Hohenpeissenberg resultierenden Werte für die Zugspitze zeigen voneinander nur ganz geringe Unterschiede. Als Mittel aus diesen zwei reduzierten Reihen ergibt sich:

| Zugspitze normal 1881–1910 red. |               |        |       |       |      |      |            |       |       |       |        |       |
|---------------------------------|---------------|--------|-------|-------|------|------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Jan.                            | Febr.         | März   | April | Mai   | Juni | Juli | Aug.       | Sept. | Okt.  | Nov.  | Dez.   | Jahr  |
| — 11.4                          | — <b>11.7</b> | — 10.5 | — 7.4 | — 3.2 | 0.3  | 1.7  | <b>1.9</b> | 0.0   | — 3.7 | — 7.1 | — 10.0 | — 5.1 |

Das Normalmittel zeigt gegen das zehnjährige Mittel 1901/1910 nur wenig Änderung. Das Septembertmittel ist um etwa 0.4<sup>0</sup> wärmer geworden; auch die extrem tiefe Temperatur des Februar hat sich um 0.9<sup>0</sup> gemildert und kommt daher der des Januar sehr nahe.

### Die mittleren Extreme und die mittlere Temperatur-Schwankung.

Von grosser Bedeutung für die Charakteristik des Klimas eines Ortes sind die Extremtemperaturen und die Schwankung, denen die Temperatur unterworfen ist. Wir wollen uns zuerst mit den mittleren Extremen beschäftigen. Die Differenz beider bezeichnet man als mittlere oder aperiodische Schwankung im Gegensatz zur periodischen Schwankung, die als die Differenz zwischen höchstem und tiefstem Wert des täglichen Ganges eines Elementes definiert ist. Da wir an dieser Stelle einen Vergleich der aperiodischen mit der periodischen Schwankung für wesentlich erachten, so sind die entsprechenden Daten dem entsprechenden Abschnitte vorweggenommen.

Bei Auswahl der Vergleichsstationen konnten wir uns auf Partenkirchen und Hohenpeissenberg beschränken.

| Partenkirchen    |              |       |       |       |             |      |             |             |       |      |       |            |      |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|-------------|------|-------------|-------------|-------|------|-------|------------|------|
|                  | Jan.         | Febr. | März  | April | Mai         | Juni | Juli        | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov.  | Dez.       | Jahr |
| Mittl. Max.      | <b>1.9</b>   | 3.4   | 8.3   | 12.6  | 17.3        | 19.9 | <b>21.4</b> | 21.1        | 17.4  | 13.8 | 6.7   | 2.7        | 12.2 |
| Mittl. Min.      | — <b>7.3</b> | — 6.5 | — 2.7 | 1.0   | 4.9         | 8.5  | 9.9         | <b>10.0</b> | 7.4   | 3.9  | — 1.9 | — 5.1      | 1.9  |
| aperiod. Schwkg. | 9.2          | 9.9   | 11.0  | 11.6  | <b>12.5</b> | 11.3 | 11.5        | 11.1        | 10.0  | 9.9  | 8.6   | <b>7.8</b> | 10.4 |

| Hohenpeissenberg              |            |              |       |       |      |      |             |      |       |      |            |            |      |
|-------------------------------|------------|--------------|-------|-------|------|------|-------------|------|-------|------|------------|------------|------|
|                               | Jan.       | Febr.        | März  | April | Mai  | Juni | Juli        | Aug. | Sept. | Okt. | Nov.       | Dez.       | Jahr |
| Mittl. Max.                   | 0.7        | <b>0.5</b>   | 4.5   | 8.8   | 13.9 | 17.5 | <b>19.4</b> | 18.9 | 14.3  | 10.4 | 4.1        | 2.0        | 9.6  |
| Mittl. Min.                   | — 6.0      | — <b>6.1</b> | — 3.0 | 0.2   | 4.7  | 8.3  | <b>10.0</b> | 9.8  | 7.2   | 3.7  | — 2.0      | — 4.2      | 1.9  |
| aperiod. Schwkg.              | 6.7        | 6.6          | 7.5   | 8.6   | 9.2  | 9.2  | <b>9.4</b>  | 9.1  | 7.2   | 6.7  | <b>6.1</b> | 6.2        | 7.7  |
| period. Schwkg. <sup>1)</sup> | <b>1.7</b> | 2.7          | 3.3   | 4.1   | 4.9  | 4.7  | <b>5.2</b>  | 4.7  | 3.8   | 2.9  | <b>1.7</b> | <b>1.7</b> | 3.4  |

| Zugspitze        |        |               |        |        |       |            |       |              |       |            |            |            |       |
|------------------|--------|---------------|--------|--------|-------|------------|-------|--------------|-------|------------|------------|------------|-------|
|                  | Jan.   | Febr.         | März   | April  | Mai   | Juni       | Juli  | Aug.         | Sept. | Okt.       | Nov.       | Dez.       | Jahr  |
| Mittl. Max.      | — 8.4  | — <b>9.7</b>  | — 7.7  | — 4.9  | — 0.4 | 3.0        | 4.4   | <b>4.8</b>   | 2.4   | 0.9        | — 5.5      | — 7.2      | — 2.5 |
| Mittl. Min.      | — 14.0 | — <b>15.2</b> | — 13.3 | — 10.2 | — 5.7 | — 2.5      | — 0.9 | — <b>0.8</b> | — 2.6 | — 5.3      | — 10.3     | — 12.3     | — 7.8 |
| aperiod. Schwkg. | 5.6    | 5.5           | 5.6    | 5.3    | 5.3   | 5.5        | 5.3   | 5.6          | 5.0   | <b>6.2</b> | <b>4.9</b> | 5.1        | 5.2   |
| period. Schwkg.  | 1.1    | 1.6           | 2.0    | 2.7    | 2.8   | <b>3.1</b> | 2.7   | 2.6          | 2.2   | 1.9        | 1.2        | <b>0.9</b> | 2.0   |

Im jährlichen Gang der mittleren Extreme zeigt sich natürlich im allgemeinen das vom Temperaturmittel her gewohnte Bild, in einigen Fällen ist eine Verschiebung der Extremwerte zu konstatieren. Auffällig erscheint ferner noch der Umstand, dass die mittleren Minima in den Wintermonaten in Partenkirchen selbst im zehnjährigen Mittel tiefer liegen, als auf dem Hohenpeissenberg. Das Maximum der mittleren Schwankung fällt an den drei Stationen auf verschiedene Monate. Partenkirchen — am meisten vom Boden beeinflusst — verzeichnet es im Mai, dem Monat grösster Wärmezunahme, der Hohenpeissenberg im Juli, also dem Monat mit höchster Temperatur, die Zugspitze hat die grösste aperiodische Temperaturschwankung im Oktober. Der Herbst bringt eben der Hochstation noch vielfach relativ warme Tage, andererseits verursacht ein Wettersturz im Oktober in kurzer Zeit winterliche Temperaturen. Im Gesamtmittel zeigt sich deutlich die Gesetzmässigkeit der Abnahme der Schwankung mit der Höhe: Sie beträgt auf der Zugspitze nur die Hälfte von der in Partenkirchen. Die Minima der Schwankung fallen auf den November bezw. Dezember.

Zum Vergleiche sind beim Hohenpeissenberg und der Zugspitze auch die täglichen Amplituden (periodische Schwankung) beigelegt. Der Unterschied der beiden Schwankungen im jährlichen Gang fällt sofort auf<sup>2)</sup>. Auf der Zugspitze erreicht die aperiodische Schwankung den grössten Wert im Oktober, den kleinsten im November, während die tägliche Amplitude ihre Extreme im Juni und im Dezember, also zur Zeit des höchsten und tiefsten Sonnenstandes, hat. Am deutlichsten tritt dieser Unterschied hervor, wenn man das Halbjahr Oktober—März dem Halbjahr April—September gegenüberstellt<sup>2)</sup>:

<sup>1)</sup> Berechnet auf Grund der Jahre 1911/12, seit 1911 registriert Hohenpeissenberg auch Temperatur.

<sup>2)</sup> Vergleiche in dieser Hinsicht auch Trabert „Der tägliche Gang der Temperatur und des Sonnenscheins auf dem Sonnblickgipfel“ pag. 21.

Hohenpeissenberg

|                   | Oktober—März | April—September |
|-------------------|--------------|-----------------|
| Mittl. Schwankung | 6.65         | 8.78            |
| Tägliche Amplit.  | 2.32         | 4.56            |

Zugspitze

|                   | Oktober—März | April—September |
|-------------------|--------------|-----------------|
| Mittl. Schwankung | 5.48         | 5.33            |
| Tägl. Amplit.     | 1.45         | 2.68            |

Die tägliche Amplitude ist abhängig vom Sonnenstande und von der hierdurch bedingten Veränderung der Wärmezufuhr: Sie ist im Sommerhalbjahr etwa das Doppelte von der im Winterhalbjahr. Auf die aperiodische Schwankung ist von grossem Einfluss einerseits der tägliche Gang der Temperatur, andererseits auch die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur, auf die wir später noch näher eingehen werden.

In obiger Tabelle zeigt sich noch ein erwähnenswerter Unterschied zwischen Hohenpeissenberg und Zugspitze, auf den wir noch hinweisen möchten. Im Winterhalbjahr ist die mittlere Schwankung auf dem Hohenpeissenberg kleiner als im Sommerhalbjahr, auf der Zugspitze dagegen ist sie in der Sommerhälfte kleiner.

Es mag überhaupt von Interesse sein die mittleren Extreme und die Schwankung nach Jahreszeiten miteinander zu vergleichen:

|                          | Partenkirchen    |          |        |        |        |
|--------------------------|------------------|----------|--------|--------|--------|
|                          | Winter           | Frühjahr | Sommer | Herbst | Jahr   |
| Mittl. Max. . . . .      | 2.66             | 12.73    | 20.80  | 12.61  | 12.20  |
| Mittl. Min. . . . .      | — 6.29           | 1.03     | 9.50   | 3.12   | 1.85   |
| aperiod. Schwankung . .  | 8.94             | 11.70    | 11.30  | 9.49   | 9.35   |
|                          | Hohenpeissenberg |          |        |        |        |
| Mittl. Max. . . . .      | 1.06             | 9.04     | 18.58  | 9.62   | 9.57   |
| Mittl. Min. . . . .      | — 5.44           | 0.62     | 9.33   | 2.94   | 1.87   |
| aperiod. Schwankung . .  | 6.51             | 8.42     | 9.24   | 6.67   | 7.70   |
| periodische Schwankung . | 2.02             | 4.12     | 4.87   | 2.77   | 3.44   |
|                          | Zugspitze        |          |        |        |        |
| Mittl. Max. . . . .      | — 8.44           | — 4.34   | 4.07   | — 0.72 | — 2.52 |
| Mittl. Min. . . . .      | — 13.82          | — 9.73   | — 1.38 | — 6.08 | — 7.75 |
| aperiod. Schwankung . .  | 5.38             | 5.39     | 5.41   | 5.35   | 5.23   |
| periodische Schwankung . | 1.20             | 2.50     | 2.80   | 1.76   | 1.96   |

In Partenkirchen und auf dem Hohenpeissenberg zeigt die Schwankung, wie die mittleren Extreme, einen deutlich ausgeprägten jahreszeitlichen Gang. Auf der Zugspitze ist die mittlere Schwankung in den einzelnen Jahreszeiten nur wenig Änderungen unterworfen. Es vereinfacht sich eben der Temperaturverlauf auf der Zugspitze. Die periodische Temperaturschwankung zeigt einen deutlich ausgesprochenen Gang; die Amplituden sind auf der Zugspitze, der grösseren Seehöhe entsprechend kleiner als auf dem Hohenpeissenberg. Auf eine Tatsache, die bereits früher erwähnt wurde, sei auch hier nochmals hingewiesen. Temperaturumkehr macht sich so stark geltend, dass selbst im zehnjährigen Mittel das mittlere Minimum im Winter auf dem Hohenpeissenberg um fast 1° höher ist als in Partenkirchen.

Die absoluten Temperaturextreme.

Zur deutlichen Hervorhebung des Höhenklimas, mag sich eine zusammenfassende Vergleichung der höchsten und tiefsten Temperaturen im Dezennium 1901/1910 verlohnen:

Absolute Maxima:

|          | Partenkirchen |                    | Hohenpeissenberg |                     | Zugspitze   |              |
|----------|---------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------|--------------|
| 1901     | 30.5          | 1. VI.             | 26.1             | 1. VI.              | 11.4        | 9. VIII.     |
| 1902     | 30.2          | 19. VIII.          | 27.0             | 15. VII.            | 13.0        | 4. IX.       |
| 1903     | 30.4          | 23. VIII.          | 25.5             | 3. VII.             | 14.2        | 1. IX.       |
| 1904     | 29.4          | 17. V.             | 27.5             | 17. VI.             | 14.6        | 31. V.       |
| 1905     | <b>34.0</b>   | 1. VII.            | <b>30.4</b>      | 4. VII.             | <b>17.4</b> | 2. VII.      |
| 1906     | 31.4          | 3. VIII.           | 28.7             | 27. VI.<br>1. VIII. | 11.8        | 3. VIII.     |
| 1907     | 29.7          | 6. VIII.           | 27.1             | 5. VIII.            | 13.0        | 6. VIII.     |
| 1908     | 30.1          | 12. VII.           | 29.1             | 9. VI.              | 10.9        | 28. VII.     |
| 1909     | 27.2          | 22. VI.<br>10. IX. | 26.4             | 23. VII.            | 10.6        | 8. VIII.     |
| 1910     | 29.3          | 22. VIII.          | 28.3             | 21. VIII.           | 10.8        | 22. VIII.    |
| Absolut: | 34.0          | 1. VII. 1905       | 30.4             | 4. VII. 1905        | 17.4        | 2. VII. 1905 |

**Absolute Minima:**

|          | Partenkirchen        | Hohenpeissenberg     | Zugspitze           |
|----------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1901     | — 24.0 15. II.       | — 20.4 6. I.         | — 29.4 16. II.      |
| 1902     | — 16.0 8.—10. XII.   | — 16.0 6. XII.       | — 23.8 27. I.       |
| 1903     | — 21.0 18. I.        | — 17.6 15. I.        | — 23.1 19. IV.      |
| 1904     | — 17.0 4. I.         | — 14.0 1. III.       | — 25.0 31. XII.     |
| 1905     | — 26.7 2. I.         | — 23.0 3. I.         | — <b>34.6</b> 2. I. |
| 1906     | — 21.5 25. I.        | — 19.2 25. I.        | — 26.4 30. XII.     |
| 1907     | — <b>27.0</b> 23. I. | — <b>26.3</b> 23. I. | — 26.1 2. II.       |
| 1908     | — 21.0 3. I.         | — 19.0 3. I.         | — 24.0 3. II.       |
| 1909     | — 20.0 25. II.       | — 17.4 24. II.       | — 27.8 24. II.      |
| 1910     | — 14.8 11. II.       | — 11.7 2. II.        | — 26.3 24. I.       |
| Absolut: | — 27.0 23. I. 1907   | — 26.3 23. I. 1907   | — 34.6 2. I. 1905   |

Es ist eine charakteristische Eigenschaft des Hochgebirgsklimas, dass es sich infolge der exponierten Lage der Berggipfel nicht durch besonders grosse Winterkälte, sondern hauptsächlich durch relativ niedrige Sommertemperaturen auszeichnet. Wie wir der vorstehenden Tabelle entnehmen, liegen die Jahresmaxima der Zugspitze meistens bei 11<sup>o</sup>. In dem anormal heissen Sommer 1905 erreichte die Zugspitze die hohe Temperatur von 17.4<sup>o</sup>. Die höchsten Temperaturen sind in ihrer Eintrittszeit grossen Schwankungen unterworfen: einigemal trat das Maximum erst im Herbst, einmal auch bereits im Mai auf.

Bei den Minimaltemperaturen ist der tiefste Wert meist im Februar zu erwarten. Was wir bereits im vorigen Absatz erwähnten, zeigt sich hier nochmals in aller Deutlichkeit: Die Jahresminima vom Hohenpeissenberg sind durchweg höher als die von Partenkirchen. Die Eintrittsbedingungen für tiefe Temperaturen an Talstationen sind andere wie an den Bergstationen. An ersteren tritt dieselbe im Barometermaximum durch intensive Ausstrahlung ein, während die Berge ihre tiefen Temperaturen bei stürmischem Wetter erreichen. Umsomehr fällt es daher auf, dass die Zugspitze vereinzelt nicht so tiefe Jahresextreme erreicht wie Partenkirchen. Als tiefste Temperatur beobachtete die Zugspitze bis jetzt — 34.6<sup>o</sup>.

Die Talstationen stehen eben unter dem starken Einfluss des erwärmten oder abgekühlten Bodens, während auf einem freien Gipfel dieser verschärfende Einfluss sich nicht geltend machen kann.

**Die absolute Temperaturschwankung.**

Die an unseren drei Vergleichsstationen von 1901—1910 beobachteten Extreme waren also folgende:

**Maxima:**

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| Partenkirchen:    | 34.0 <sup>o</sup> am 1. Juli 1905 |
| Hohenpeissenberg: | 30.4 <sup>o</sup> am 4. Juli 1905 |
| Zugspitze:        | 17.4 <sup>o</sup> am 2. Juli 1905 |

**Minima:**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Partenkirchen <sup>1)</sup> :    | — 27.0 <sup>o</sup> am 23. Januar 1907 |
| Hohenpeissenberg <sup>2)</sup> : | — 26.3 <sup>o</sup> am 23. Januar 1907 |
| Zugspitze:                       | — 34.6 <sup>o</sup> am 2. Januar 1905  |

Somit ergibt sich als

**Absolute Schwankung:**

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Partenkirchen:    | 61.0 <sup>o</sup> |
| Hohenpeissenberg: | 56.7 <sup>o</sup> |
| Zugspitze:        | 52.0 <sup>o</sup> |

Die Extremwerte selbst weisen eine grosse Veränderlichkeit auf, wie ein Vergleich der höchsten und tiefsten Extreme ergibt:

|                   | grösstes Max. | kleinstes Max. | Δ   | Tiefstes Min. | Höchstes Min. | Δ    |
|-------------------|---------------|----------------|-----|---------------|---------------|------|
| Partenkirchen:    | 34.0          | 27.2           | 6.8 | — 27.0        | — 14.8        | 12.2 |
| Hohenpeissenberg: | 30.4          | 25.5           | 4.9 | — 26.3        | — 11.7        | 14.6 |
| Zugspitze:        | 17.4          | 10.6           | 6.8 | — 34.6        | — 23.1        | 11.5 |

Der Spielraum, innerhalb dessen sich die Jahresmaxima bewegen, ist ziemlich gering, während die Minima in den extremsten Fällen bedeutend weiter auseinanderliegen können. Der abnorm hohe Wert 17.4 als Maximum der Zugspitze wirkt etwas störend, sonst würde man wohl allgemein behaupten können, dass auch die Veränderungen der Extreme — ähnlich wie die Schwankung — mit der Seehöhe geringer werden.

<sup>1)</sup> Das Minimum des Jahres 1905 (2. Januar) betrug — 26.7<sup>o</sup>. Das extrem warme Jahr 1905 erreicht somit eine absolute Schwankung von 60.7<sup>o</sup>.

<sup>2)</sup> Im extremen Jahr 1905 betrug das Minimum — 23.0<sup>o</sup>.

## Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe.

Es erübrigt noch auf Grund der Temperaturmittel die Abnahme der Temperatur mit der Höhe einer eingehenderen Betrachtung zu unterziehen. Vor allem betrachteten wir den Gradienten Partenkirchen—Zugspitze und Hohenpeissenberg—Zugspitze, wobei es sich als nützlich erwies, die Mittel um 7 a, 2 p und 9 p gesondert zu untersuchen. Auch Vergleiche der Gradienten Säntis—Zugspitze und Zugspitze—Sonnblick liefern interessante Daten.

### Temperaturgradient Partenkirchen—Zugspitze:

|           | 7 a         | 2 p         | 9 p         | Mittel      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar    | <b>0.30</b> | 0.49        | <b>0.34</b> | <b>0.37</b> |
| Februar   | 0.40        | 0.61        | 0.43        | 0.46        |
| März      | 0.48        | <b>0.77</b> | 0.44        | 0.57        |
| April     | <b>0.56</b> | <b>0.77</b> | 0.58        | 0.62        |
| Mai       | <b>0.56</b> | <b>0.77</b> | 0.58        | <b>0.63</b> |
| Juni      | <b>0.56</b> | 0.73        | <b>0.59</b> | 0.62        |
| Juli      | 0.55        | 0.75        | <b>0.59</b> | 0.62        |
| August    | 0.52        | 0.74        | 0.56        | 0.60        |
| September | 0.47        | 0.68        | 0.52        | 0.54        |
| Oktober   | 0.42        | 0.65        | 0.42        | 0.50        |
| November  | 0.37        | 0.56        | 0.40        | 0.43        |
| Dezember  | 0.33        | <b>0.43</b> | <b>0.34</b> | <b>0.37</b> |
| Winter    | <b>0.34</b> | <b>0.51</b> | <b>0.37</b> | <b>0.40</b> |
| Frühjahr  | 0.53        | <b>0.77</b> | 0.53        | 0.60        |
| Sommer    | <b>0.54</b> | 0.74        | <b>0.58</b> | <b>0.61</b> |
| Herbst    | 0.42        | 0.63        | 0.45        | 0.49        |
| Jahr      | 0.46        | 0.67        | 0.49        | 0.52        |

### Temperaturgradient Hohenpeissenberg—Zugspitze:

|           | 7 a         | 2 p         | 9 p         | Mittel      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar    | <b>0.46</b> | 0.48        | 0.48        | 0.47        |
| Februar   | 0.51        | 0.55        | 0.50        | 0.52        |
| März      | 0.57        | 0.69        | 0.59        | 0.60        |
| April     | 0.60        | 0.69        | 0.61        | 0.63        |
| Mai       | 0.62        | 0.71        | 0.62        | 0.64        |
| Juni      | 0.64        | 0.70        | 0.63        | 0.65        |
| Juli      | <b>0.65</b> | <b>0.73</b> | <b>0.65</b> | <b>0.67</b> |
| August    | 0.61        | 0.70        | 0.63        | 0.64        |
| September | 0.54        | 0.62        | 0.56        | 0.57        |
| Oktober   | 0.52        | 0.57        | 0.48        | 0.53        |
| November  | <b>0.46</b> | 0.48        | 0.47        | 0.47        |
| Dezember  | 0.47        | <b>0.42</b> | <b>0.46</b> | <b>0.46</b> |
| Winter    | <b>0.47</b> | <b>0.48</b> | <b>0.48</b> | <b>0.48</b> |
| Frühjahr  | 0.59        | 0.70        | 0.60        | 0.62        |
| Sommer    | <b>0.63</b> | <b>0.71</b> | <b>0.63</b> | <b>0.65</b> |
| Herbst    | 0.50        | 0.55        | 0.50        | 0.52        |
| Jahr      | 0.55        | 0.61        | 0.46        | 0.57        |

Die Abnahme der Temperatur pro 100 m Erhebung beim Anstieg Partenkirchen—Zugspitze und Hohenpeissenberg—Zugspitze wird stark modifiziert<sup>1)</sup> durch die Tallage Partenkirchens einerseits und die freiere Gipfellage des Hohenpeissenbergs andererseits.

Im ersten Falle nimmt die Temperatur nach oben am langsamsten ab im Dezember und Januar. Leider macht sich hier der Mangel einer Zwischenstation zur staffelweisen Berechnung des Gradienten geltend; denn im Winter findet beim vertikalen Aufstieg vom Tale zuerst bekanntlich eine nicht unbedeutende Temperaturzunahme und dann erst die Abnahme statt. In den Monaten, wo in den Tälern strengste Winterkälte herrscht, erfreuen sich die Hochstationen der Temperaturumkehr. Im langjährigen Monatsmittel treten natürlich diese Fälle nicht mehr hervor. Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe ist am grössten im Mai. Während im Tale die Temperaturen rasch ansteigen und sich auch der Boden stark erwärmt hat die Zugspitze noch tiefen Winter: Das Maimittel der Zugspitztemperatur ist etwas niedriger als das Januarmittel von Partenkirchen. Auf der Zugspitze wird eben ein grosser Teil der Wärme zur Schneeschmelze

<sup>1)</sup> Vergl. „Der heisse Sommer 1911 usw.“ pag. 3 u. 4.

verbraucht. Aus diesem Grunde zeigt sich eben vom April bis Juli wenig Veränderung der vertikalen Temperaturabnahme. Der grosse Temperaturgradient findet seine Erklärung in dem relativ kalten Sommer in Zugspitzhöhe und der durch übermässige Erhitzung des Partenkirchener Talbeckens noch verschärften Gegensätze.

Die Wirkung der Einstrahlung ist auch sehr deutlich in der Veränderung des Gradienten mit der Tageszeit bemerkbar. Um 7 a und 9 p ist die Temperaturabnahme pro Hundertmeter nahezu gleich (0.46 bzw. 0.49), um 2 p ist sie jedoch ca 0.20<sup>0</sup> grösser : 0.67. Im Mittel findet die rascheste Abnahme im Frühjahr und Sommer in den Nachmittagsstunden statt.

Die Beziehung des Hohenpeissenberg<sup>1)</sup> als Basis gibt einfachere Verhältnisse.

Das Maximum im jährlichen Verlauf fällt auf den Sommer, speziell auf den Juli. Dies zeigt sich eindeutig an den Mittelwerten der drei Terminsbeobachtungen. Strahlungskälte und damit verbundene Inversion bedingen die langsame Temperaturänderung mit der Höhe im Winter, besonders im Dezember. Wie bei Partenkirchen, so kommt auch beim Hohenpeissenberg als Ausgangspunkt die relativ langsame Temperaturabnahme in den Herbstmonaten auch im Mittel noch zahlenmässig zum Ausdruck.

Im allgemeinen haben diese Daten mehr meteorologisches als klimatologisches Interesse.

Trotzdem sei es aber noch gestattet auf den Gradienten Säntis—Zugspitze kurz einzugehen, obwohl die grosse Horizontalentfernung der beiden Berggipfel störend sein könnte. Die Gradienten im Winter, Frühjahr und Herbst zeigen nur geringe Verschiedenheit: 0.50—0.53—0.54. Im Sommer wird der relativ hohe Wert von 0.62<sup>0</sup> erreicht. Im allgemeinen hat der 2500 m hohe Säntis im jährlichen Verlauf ähnliche Verhältnisse der Schneebedeckung wie die Zugspitze. Dagegen ist im Sommer der Einfluss der bedeutenderen Seehöhe der Zugspitze deutlich erkennbar.

In der freien Atmosphäre nimmt in der Schichte 1000—3000 m die Temperatur<sup>2)</sup> am langsamsten ab im Winter, am raschesten jedoch im Frühjahr.

Nachstehend fassen wir noch die wichtigsten Werte zusammen und fügen noch einige denselben zugrunde gelegten Jahreszeitenmittel bei.

Temperaturmittel:

|                  | Winter | Frühjahr | Sommer | Herbst |
|------------------|--------|----------|--------|--------|
| Partenkirchen    | — 2.3  | 6.4      | 14.9   | 7.2    |
| Hohenpeissenberg | — 1.8  | 5.0      | 14.0   | 6.4    |
| Säntis           | — 8.9  | — 4.7    | 4.1    | — 1.3  |
| Zugspitze        | — 11.2 | — 7.2    | 1.1    | — 3.8  |
| Sonnblick        | — 13.2 | — 8.6    | 0.3    | — 5.6  |

Temperaturgradient:

|                                | Winter      | Frühjahr    | Sommer      | Herbst |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Hohenpeissenberg—Zugspitze     | <b>0.48</b> | 0.62        | <b>0.65</b> | 0.52   |
| Freie Atmosphäre 1000 m—3000 m | <b>0.40</b> | <b>0.62</b> | 0.57        | 0.49   |
| Säntis—Zugspitze               | <b>0.50</b> | 0.53        | 0.62        | 0.54   |

Jahresmittel der Gradienten:

|                            |      |                                |      |
|----------------------------|------|--------------------------------|------|
| Partenkirchen—Zugspitze    | 0.52 | Säntis—Zugspitze               | 0.54 |
| Hohenpeissenberg—Zugspitze | 0.57 | Freie Atmosphäre 1000 m—3000 m | 0.53 |

Die Ableitung eines Temperaturgradienten Zugspitze—Sonnblick ist wegen der klimatisch anderen Lage des Sonnblicks nicht gut möglich. Wir wollen jedoch unter Zugrundelegung des Gradienten Hohenpeissenberg—Zugspitze berechnen, welche Temperatur der 3106 m hohe Sonnblick haben müsste, wenn er in der Nähe der Zugspitze stünde.

Temperatur des Sonnblick:

|           | Berechnet | Beobachtet | Δ             | Δ                    |
|-----------|-----------|------------|---------------|----------------------|
| Januar    | — 11.80   | — 13.34    | — <b>1.54</b> |                      |
| Februar   | — 13.30   | — 14.59    | — 1.29        | Winter — <b>1.37</b> |
| März      | — 11.45   | — 12.55    | — 1.10        |                      |
| April     | — 8.59    | — 9.03     | — 0.44        |                      |
| Mai       | — 4.09    | — 4.34     | — 0.25        | Frühjahr — 0.60      |
| Juni      | — 0.87    | — 0.90     | — <b>0.03</b> |                      |
| Juli      | 0.67      | 0.78       | 0.11          |                      |
| August    | 0.86      | 0.97       | 0.11          | Sommer <b>0.06</b>   |
| September | — 1.18    | — 2.58     | — 1.40        |                      |
| Oktober   | — 3.94    | — 4.70     | — 0.76        |                      |
| November  | — 8.60    | — 9.61     | — 1.01        | Herbst — 1.06        |
| Dezember  | — 10.43   | — 11.71    | — 1.28        |                      |
| Jahr      | — 6.04    | — 6.80     | — 0.76        |                      |

<sup>1)</sup> Schmauss hat in den „Münchener Registrierballonfahrten 1907“ pag. 50 auf Grund der Mittel Sept. 1901 bis Aug. 1906 den Gradienten Hohenpeissenberg—Zugspitze berechnet. Die dort konstatierte Verschiebung des Minimums der 2 p Ablesung auf der Zugspitze auf den Januar ist im Mittel 1901/10 nicht mehr vorhanden.

<sup>2)</sup> Aus Schmauss „Die Münchener Registrierballonfahrten im Jahre 1911“ pag. 41.

Der in der Zentralkette gelegene Sonnblick hat wesentlich andere Temperaturverhältnisse als die am Nordrande der nördlichen Kalkalpen gelegene Zugspitze. Trotz der grösseren Seehöhe, die eine Milderung der Temperaturoegensätze bedingen würde, macht sich die kontinentalere Lage des Sonnblicks durch eine Verschärfung der Gegensätze geltend. Am grössten ist die Differenz zwischen berechnetem und beobachtetem Temperaturmittel im Monat Januar (Sonnblick ist um 1,5° zu kalt), am geringsten ist sie im Juni. Nur Juli und August sind tatsächlich wärmer als der durch Rechnung gewonnene Wert. Im allgemeinen sind auf dem Sonnblick Winter, Frühjahr und Herbst zu kalt, der Sommer um einen geringen Betrag zu warm. Im Jahresmittel ergibt sich für den Sonnblick eine um 0,8° zu tiefe Mitteltemperatur.

### Die Seehöhe der Nullgradisotherme.

Ein anschauliches Bild vom Jahresverlauf der Temperatur in der Vertikalen erhält man, wenn man mit Hilfe des Temperaturgradienten Hohenpeissenberg—Zugspitze die Seehöhe der Nullgradisotherme berechnet.

|           | Seehöhe der Nullisotherme | Änderung der Seehöhe von Monat zu Monat |
|-----------|---------------------------|---|
| Januar    | ( 550 m)                  | (— 30 m)                                |
| Februar   | ( <b>520</b> m)           | + 650 m                                 |
| März      | 1170 m                    | + 550 m                                 |
| April     | 1720 m                    | + <b>750</b> m                          |
| Mai       | 2470 m                    | + 510 m                                 |
| Juni      | 2980 m                    | + 210 m                                 |
| Juli      | 3190 m                    | + 50 m                                  |
| August    | <b>3240</b> m             | — 350 m                                 |
| September | 2890 m                    | — 540 m                                 |
| Oktober   | 2350 m                    | — <b>1090</b> m                         |
| November  | 1260 m                    | (— 440 m)                               |
| Dezember  | ( 820 m)                  |   |
| Jahr      | 2030 m                    |   |

Hier zeigt sich ganz sinnfällig der jährliche Temperaturgang!

Der Natur der Sache nach kommt diesen Zahlen nur relative Bedeutung zu. Im Winter liegt die Nullisotherme unter der Höhe des Hohenpeissenberg; die in Klammern beigesetzten Zahlenwerte sind daher nicht diskutabel.

Der intensiven Temperatursteigerung im Frühjahr entsprechend, nimmt die Seehöhe der Nullinie vom April zum Mai um 750 m zu. Vom Oktober zum November tritt eine rapide Senkung um ca. 1100 m ein.

Im Jahresdurchschnitt ergibt sich für die Nullgradisotherme eine Seehöhe von 2030 m.

### Die barometrische Mitteltemperatur.

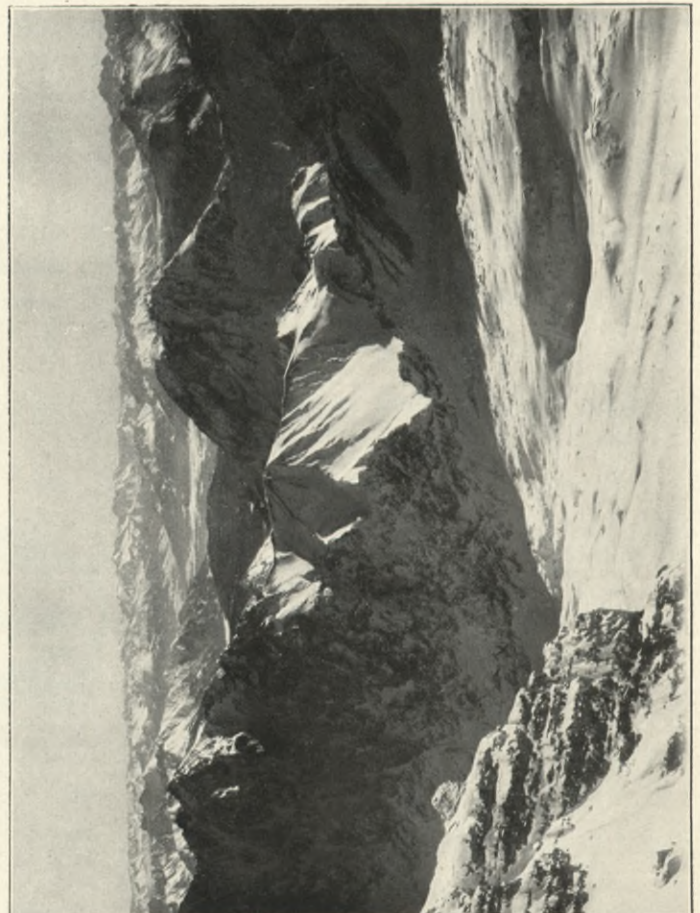
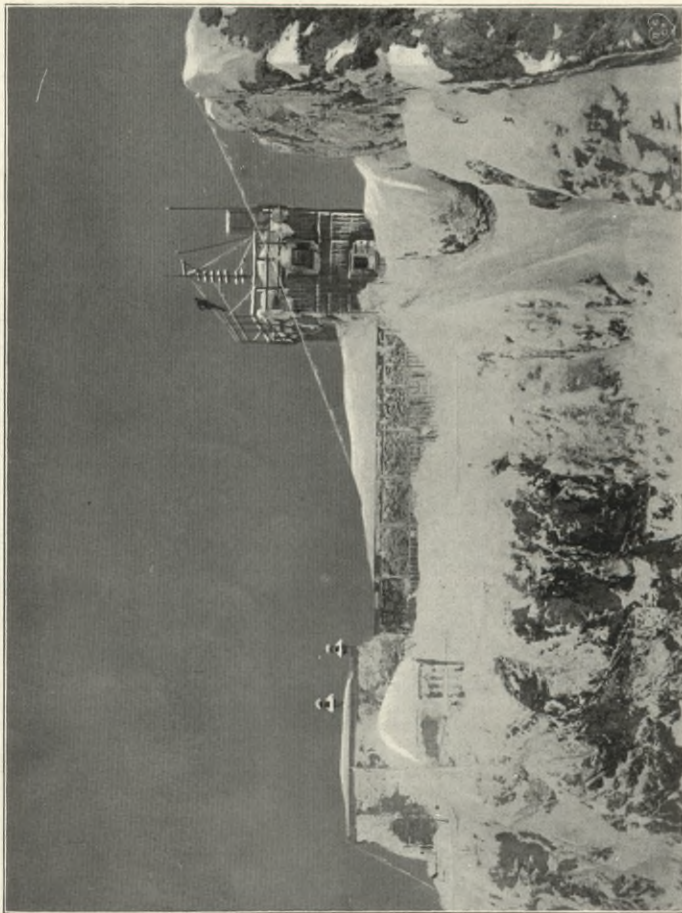
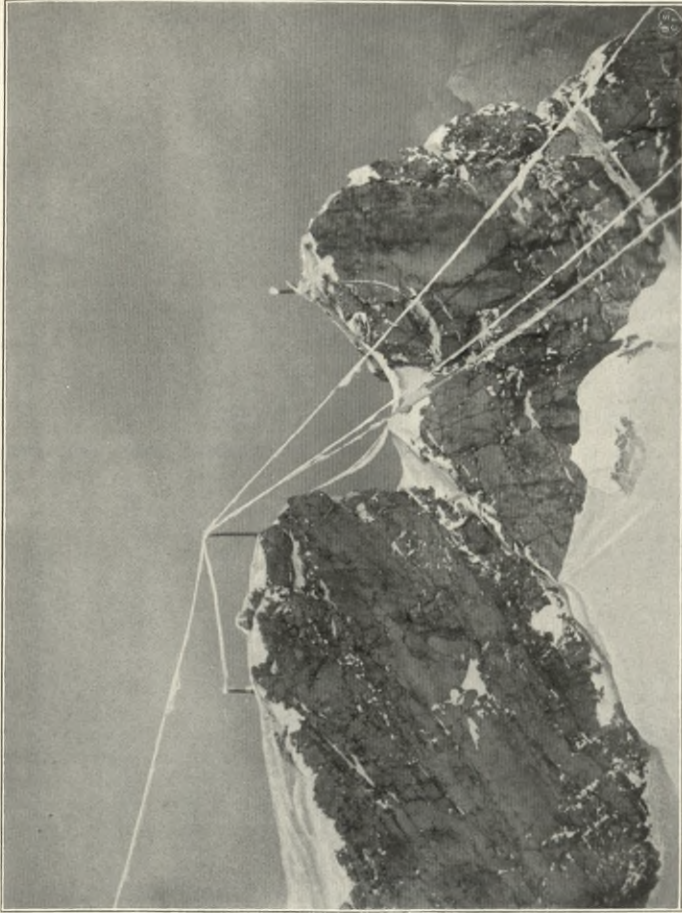
Wir haben eben gesehen, wie gross der Einfluss des erwärmten oder abgekühlten Bodens auf die Temperaturverhältnisse ist. Wir wollen auf diesen Punkt noch etwas näher eingehen.

Die Höhendifferenz zweier Orte ist eine Funktion der Barometerstände und der Mitteltemperatur der Luftsäule. Umgekehrt lässt sich bei gegebenem  $\Delta h$  und bekannten Barometerständen aus der barometrischen Höhenformel die Mitteltemperatur  $\Theta$  bestimmen. Vergleicht man nun  $\Theta$  mit der aus den Thermometerablesungen der beiden Stationen gebildeten Mitteltemperatur  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ , so zeigen sich prinzipielle Unterschiede. Nach diesen Gesichtspunkten haben wir nun

die Mitteltemperaturen  $\Theta$  und  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  für die Luftsäule Hohenpeissenberg—Zugspitze berechnet:

|           | $\Theta$      | $\frac{t_1 + t_2}{2}$ | $\Delta$      |
|-----------|---------------|-----------------------|---------------|
| Januar    | — 5.12        | — 6.66                | — 1.54        |
| Februar   | — <b>8.47</b> | — <b>7.52</b>         | + 0.95        |
| März      | — 6.17        | — 4.79                | + <b>1.38</b> |
| April     | — 2.21        | — 1.55                | + 0.67        |
| Mai       | 4.58          | 3.14                  | — 1.44        |
| Juni      | 6.95          | 6.49                  | — 0.46        |
| Juli      | 8.14          | <b>8.17</b>           | + 0.03        |
| August    | <b>9.34</b>   | 8.07                  | — 1.27        |
| September | 6.52          | 5.20                  | — 1.32        |
| Oktober   | 5.67          | 2.00                  | — <b>3.67</b> |
| November  | — 1.10        | — 3.36                | — 2.26        |
| Dezember  | — 5.17        | — 5.30                | — 0.13        |
| Jahr      | 0.96          | 0.31                  | — 0.65        |







Die mittlere Temperatur  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  ist sehr stark beeinflusst von der Art der Aufstellung und der Unterlage (ev. Schneebedeckung) an beiden Stationen. Im Jahresdurchschnitt ist  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  um etwa  $0.7^0$  kälter als  $\Theta$ . Ziehen wir den jährlichen Gang der Differenzen in Betracht, so ergibt sich zugunsten der mittleren Temperatur für die Monate Februar-April inkl. ein Überschuss von  $1^0$ . Dies sind aber gerade die Monate in denen auf der Zugspitze sehr tiefe Temperaturen und daher relativ geringer Luftdruck herrschen, während auf dem Hohenpeissenberg die Frühjahrstemperaturen sich ziemlich stark bemerkbar machen. Im Juli ist der Unterschied der beiden Mitteltemperaturen nahezu Null; im Oktober weichen sie am meisten voneinander ab, und zwar beträgt der Überschuss von  $\Theta$  nahezu  $4^0$ . In den Herbstmonaten dürfte die oft ungehinderte starke nächtliche Ausstrahlung die Ursache der starken Temperaturerniedrigung sein.

Aus diesen (relativen) Betrachtungen ergibt sich, dass an acht Monaten des Jahres  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  kleiner ist als  $\Theta$ . Der Grund hierfür liegt offenbar in der Tatsache, dass die Berge im Mittel meist kälter sind als die freie Atmosphäre in gleicher Seehöhe, eine Frage, auf die wir im Nachstehenden bald näher eingehen werden.

Vorher wollen wir jedoch noch kurz für die einzelnen Terminals werte die Differenzen: Temperaturmittel  $\bar{t}$  — barometrische Mitteltemperatur bilden:

|     | Jan. | Febr. | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 7 a | -2.8 | 0.0   | +0.7 | +0.3  | -1.5 | -0.5 | -0.3 | -1.7 | -1.8  | -4.3 | -2.7 | -1.1 | -1.2 |
| 2 p | 0.0  | +3.7  | +4.0 | +4.0  | +1.5 | +2.3 | +2.5 | +1.6 | +1.6  | -0.9 | 0.0  | +1.7 | +1.9 |
| 9 p | -2.5 | +0.7  | +0.1 | +0.6  | -1.9 | -0.9 | -0.7 | -1.9 | -1.4  | -3.6 | -2.7 | -1.1 | -1.1 |

7 a und 9 p, also die von der Einstrahlung am wenigsten oder gar nicht beeinflussten Tagesstunden, verhalten sich nahezu gleich: Das Temperaturmittel ist um  $1^0$  zu niedrig. Dagegen ist um 2 p die Mitteltemperatur um rund  $2^0$  höher als die barometrisch berechnete Temperatur der Luftsäule. Der Einfluss der Einstrahlung ist unverkennbar.

Im allgemeinen zeigt sich auch hier im einzelnen, dass die Monate Februar, März und April im Temperaturmittel die wärmsten sind, dass dagegen im Oktober (auch um 2 p), das Temperaturmittel weit unter der barometrischen Mitteltemperatur bleibt.

### Die Berge und die freie Atmosphäre.

Wie wir im vorigen Abschnitt bereits erwähnten, erhält man interessante Gesichtspunkte, wenn man die Temperaturverhältnisse der Berge mit denen der freien Atmosphäre in gleicher Seehöhe vergleicht.

In nachstehender Tabelle sind die Temperaturen von Hohenpeissenberg, Säntis, Zugspitze und Sonnblick denen in 1000 m, 2500 m bzw. 3000 m Höhe der freien Atmosphäre gegenübergestellt.

Säntis und noch mehr der Sonnblick sind der grossen horizontalen Entfernung wegen mit einem Fehler behaftet; immerhin lassen sich wichtige Resultate ableiten.

Die Mitteltemperaturen für die verschiedenen Seehöhen der freien Atmosphäre sind den „Münchener Registrierballonfahrten im Jahre 1911“ von Schmauss, pag. 41 entnommen; sie beziehen sich etwa auf  $8^h$  a.

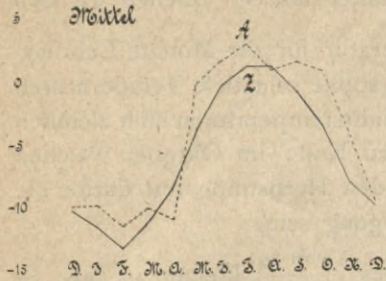
Für die Bergstationen wurden als Vergleichswerte die Temperaturmittel von  $7^h$  a, als der den Ballonfahrten nächsten Terminalsablesung, genommen.

#### Die Temperaturverhältnisse auf den Bergen (7 a) und in der freien Atmosphäre über München (etwa 8 a):

|           | Hohen-<br>peissenberg | Atmosph.<br>1000 m | $\Delta$ | Säntis | Atmosph.<br>2500 m <sup>1)</sup> | $\Delta$ | Zugspitze | Atmosph.<br>3000 m | $\Delta$ | Sonnblick | $\Delta$ |
|-----------|-----------------------|--------------------|----------|--------|----------------------------------|----------|-----------|--------------------|----------|-----------|----------|
| Januar    | -2.7                  | -3.4               | +0.7     | -9.0   | -7.7                             | -1.3     | -11.6     | -9.9               | -1.7     | -13.7     | -3.8     |
| Februar   | -3.4                  | -5.6               | +2.2     | -10.9  | -9.8                             | -1.1     | -13.4     | -11.5              | -1.9     | -15.2     | -3.7     |
| März      | -0.2                  | 1.3                | -1.5     | -8.8   | -7.2                             | -1.6     | -11.4     | -10.2              | -1.2     | -13.3     | +3.1     |
| April     | 3.1                   | 2.4                | +0.7     | -5.4   | -7.6                             | +2.2     | -8.7      | -11.1              | +2.4     | -10.0     | +1.1     |
| Mai       | 8.1                   | 11.2               | -3.1     | -1.2   | 2.4                              | -3.6     | -4.0      | -0.5               | -3.5     | -5.2      | -4.7     |
| Juni      | 11.9                  | 12.9               | -1.0     | 2.5    | 4.8                              | -2.3     | -0.6      | 1.3                | -1.9     | -1.6      | -2.9     |
| Juli      | 13.6                  | 13.9               | -0.3     | 4.1    | 5.7                              | -1.6     | 0.9       | 2.6                | -1.7     | 0.0       | -2.6     |
| August    | 13.0                  | 12.1               | +0.9     | 4.1    | 3.4                              | +0.7     | 0.9       | 0.6                | +0.3     | 0.2       | -0.4     |
| September | 9.5                   | 12.0               | -2.5     | 1.8    | 4.2                              | -2.4     | -1.1      | 1.2                | -2.3     | -2.3      | -3.5     |
| Oktober   | 6.2                   | 10.2               | -4.0     | -1.2   | 3.7                              | -4.9     | -3.9      | 1.4                | -5.3     | -5.3      | -6.7     |
| November  | 0.6                   | 5.0                | -4.4     | -5.8   | -1.3                             | -4.5     | -8.4      | -4.4               | -4.0     | -9.9      | -5.5     |
| Dezember  | -1.3                  | 1.1                | -2.4     | -7.8   | -7.0                             | -0.8     | -10.3     | -10.0              | -0.3     | -12.0     | -2.0     |
| Jahr      | 4.9                   | 7.0                | -2.1     | -3.1   | -0.7                             | -2.4     | -6.0      | -3.6               | -2.4     | -7.4      | -3.8     |

<sup>1)</sup> Interpoliert aus den Werten von 2000 m und 3000 m.

Temperatur auf der Zugspitze  
und in der freien Atmosphäre



Im allgemeinen finden wir auch hier die Tatsache bestätigt, dass im Mittel die Berge kälter sind als die freie Atmosphäre.

Der Hohenpeissenberg ist in den Wintermonaten Januar und Februar wärmer als die freie Atmosphäre über München in 1000 m absoluter Höhe. Man dürfte nicht fehlgehen, den Grund hiefür in der winterlichen Temperaturumkehr im Gebirge zu suchen, in deren Maximalgebiet der Hohenpeissenberg liegt. Säntis und Zugspitze befinden sich bereits über der Inversionsschicht: Säntis ist um  $1.3^{\circ}$ , die Zugspitze um  $1.7^{\circ}$  zu kalt. Im März ist die Differenz durchweg negativ und nahezu von der gleichen Grösse. Der April, neben dem Oktober der interessanteste Monat im Temperaturgang, ist auf den Bergen viel wärmer als in der freien Atmosphäre: Der Hohenpeissenberg ist um  $0.7^{\circ}$ , der Säntis um  $2.2^{\circ}$  und die Zugspitze um  $2.4^{\circ}$  wärmer. Für den Hohenpeissenberg eine Erklärung zu finden, hält nicht schwer: Der Schnee ist meist schon geschmolzen und im Frühjahr wird auch die Erwärmung vom Boden her schon sehr kräftig. Im April ist für den Säntis und die Zugspitze das Maximum des Überschusses über die Temperatur der freien Atmosphäre zu verzeichnen: Er beträgt an den beiden Hochstationen mehr als  $2^{\circ}$ . Interessant ist ein Vergleich mit den höheren Schichten der Atmosphäre. Wie die isoplethäre Darstellung<sup>1)</sup> zeigt, tritt in der Stratosphäre das Frühjahrsminimum im April ein, im März ist ganz deutlich eine Senkung der Isothermen zu konstatieren. Offenbar ist die freie Atmosphäre im April noch relativ kalt, während die Berge, wenn auch nicht viel, sich als gehobene Ländermassen erwärmen können. In den Monaten Mai, Juni und Juli sind die Berge durchweg zu kalt; der Mai ist auf den Bergen besonders kalt. In diesen Monaten tritt aber durchweg die stärkste Temperatursteigerung ein. Es liessen sich hiefür mehrere Punkte anführen, warum die Berge kälter sind: Die Schneebedeckung der Berge, die Isothermien der freien Atmosphäre, der an den Bergen öfter ausgelöste Vorgang der Konvektion usw. Es dürfte sich jedoch empfehlen, Einzeluntersuchungen nicht vorzugreifen.

Der August als der Monat mit höchstem Temperaturmittel ist auf den Bergen wärmer als in der freien Atmosphäre: Gehobene Ländermassen erwärmen sich sehr stark. Deutlich tritt auch die Abnahme des Überschusses mit wachsender Seehöhe hervor; der Sonnblick sogar ist um einen geringen Betrag zu kalt. Mit Ausnahme des Sonnblick ist der September an allen drei Vergleichsstationen gleichmässig zu kalt.

Im Oktober, November und Dezember sind die Berge gegen die freie Atmosphäre viel zu kalt; die Abweichungen im Oktober liegen zwischen  $4^{\circ}$  und  $7^{\circ}$ . Der „schöne Herbst“ scheint sich also hier nicht zu äussern: Gerade in dem Wärmeüberschuss der freien Atmosphäre liegt ein typisches Moment des Herbstwetters: Es finden sich vielfach Inversionen oder mindestens Isothermien vor, die die relativ hohe Temperatur der Atmosphäre erklären, während auf den Bergen die starke nächtliche Ausstrahlung das Temperaturmittel erniedrigt, andererseits durch den starken vertikalen Luftaustausch die Ausbildung von Isothermien verhindert wird. Auch hier sei wiederum auf die oben zitierte isoplethäre Darstellung von Schmauss hingewiesen, wo sich bis zur Stratosphäre hinauf eine kräftige Hebung der Isothermen zeigt.

Von Interesse dürfte auch eine Zusammenfassung der Temperaturverhältnisse nach Jahreszeiten sein, wobei natürlich Einzelheiten verloren gehen.

|                  | Winter | Frühjahr | Sommer | Herbst | Jahr  |
|------------------|--------|----------|--------|--------|-------|
| Hohenpeissenberg | — 2.5  | 3.7      | 12.8   | 5.4    | 4.9   |
| 1000 m           | — 2.6  | 5.0      | 13.0   | 9.1    | 7.0   |
| /                | + 0.1  | — 1.3    | — 0.2  | — 3.7  | — 2.1 |
| Säntis           | — 9.2  | — 5.1    | 3.6    | — 1.7  | — 3.1 |
| 2500 m           | — 8.2  | — 4.1    | 4.6    | 2.2    | — 0.7 |
| /                | — 1.0  | — 1.0    | + 1.0  | — 3.9  | — 2.4 |
| Zugspitze        | — 11.8 | — 8.0    | 0.4    | — 4.5  | — 6.0 |
| 3000 m           | — 10.5 | — 7.3    | 1.5    | — 0.6  | — 3.6 |
| /                | — 1.3  | — 0.7    | — 1.1  | — 3.9  | — 2.4 |
| Sonnblick        | — 13.6 | — 9.5    | — 0.5  | — 5.8  | — 7.4 |
| 3000 m           | — 10.5 | — 7.3    | 1.5    | — 0.6  | — 3.6 |
| /                | — 3.1  | — 2.2    | — 2.0  | — 5.2  | — 3.8 |

Temperaturdifferenz Herbst-Frühling

| Gesamtmittel:     |     |
|-------------------|-----|
| Partenkirchen:    | 0.8 |
| Hohenpeissenberg: | 1.4 |
| Säntis:           | 3.4 |
| Zugspitze:        | 3.4 |
| Sonnblick:        | 3.0 |

<sup>1)</sup> Schmauss, „Münchener Registrierballonfahrten im Jahre 1910“, pag. 36.

|                   | 7a: | A     |
|-------------------|-----|-------|
| Hohenpeissenberg: | 1.7 | — 2.4 |
| 1000 m:           | 4.1 |       |
| Säntis:           | 3.4 | — 2.9 |
| 2500 m:           | 6.3 |       |
| Zugspitze:        | 3.5 | — 3.2 |
| 3000 m:           | 6.7 |       |
| Sonnblick:        | 3.7 | — 3.0 |

Um Wiederholungen zu vermeiden, sei von einer Diskussion obiger Daten abgesehen. Wir wollen lediglich auf den Temperaturunterschied zwischen Herbst und Frühjahr kurz eingehen.

Das Temperaturmittel des Herbstes liegt durchweg höher als das des Frühjahrs; besonders macht sich dies an den Hochstationen bemerkbar; Zugspitze und Säntis haben eine Differenz von etwa  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  aufzuweisen. Einerseits macht sich hier die im Frühjahr konstatierte Temperaturenniedrigung infolge der Schneeschmelze, andererseits die durch stabile Wetterlagen bedingte hohe Herbsttemperatur geltend. In der freien Atmosphäre tritt der Unterschied im (allerdings kurzen) Mittel noch stärker hervor. Der Temperaturüberschuss Herbst-Frühling ist auf den Bergen um  $2^{\circ}$ — $3^{\circ}$  kleiner als in der freien Atmosphäre.

Diese Tatsache gibt uns Anlass die Temperaturschwankungen in der freien Atmosphäre mit denen auf den Bergen näher zu vergleichen; wir wollen uns jedoch auf die Besprechung der Jahresamplitude beschränken.

### Die Jahresamplitude auf Bergen und in der freien Atmosphäre.

Unter Jahresamplitude verstehen wir die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Temperaturmonatsmittel. Um einen Vergleich mit der Atmosphäre <sup>1)</sup> zu ermöglichen, sind auch hier den Bergstationen die Temperaturmittel von 7a, als der den Ballonaufstiegen nächstgelegenen Beobachtungszeit zugrunde gelegt.

#### Jahresschwankung der Temperatur.

| Hochstationen 7a: |      | Freie Atmosphäre: |      |
|-------------------|------|-------------------|------|
| Hohenpeissenberg: | 17.0 | 1000 m:           | 19.5 |
| Säntis:           | 15.0 | 2500 m:           | 15.4 |
| Zugspitze:        | 14.3 | Zugspitzhöhe:     | 14.2 |
| Sonnblick:        | 15.4 | Sonnblickhöhe:    | 14.1 |

Von der Station Hohenpeissenberg in rund 1000 m Seehöhe abgesehen, stimmen die Jahresschwankungen auf den Bergen und in der freien Atmosphäre gut überein; Säntis zeigt eine Übereinstimmung bis auf  $0,4^{\circ}$ ; ein für die noch kurze Reihe der Registrierballonfahrten sehr günstiges Resultat ist die Übereinstimmung mit den Zugspitzebeobachtungen. Vermöge ihrer günstigen Lage am Nordrande der Alpen partizipiert die Zugspitze an den Schwingungen der freien Atmosphäre.

Berechnet man die Abnahme der Jahresschwankung pro 100 m Erhebung so ergibt sich:

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| aus Hohenpeissenberg—Zugspitze: | $0,14^{\circ}$ |
| für die freie Atmosphäre:       | $0,27^{\circ}$ |

Die Amplitude des jährlichen Temperaturganges nimmt also in der freien Atmosphäre doppelt so rasch ab als auf den Bergen.

Berechnet man nun unter der Voraussetzung  $A \approx -0,14$  h für den Sonnblick die Jahresschwankung so erhält man  $14,2^{\circ}$ , während der beobachtete Wert  $15,4^{\circ}$  beträgt. Die tatsächliche Jahresschwankung des Sonnblickgipfels ist also um  $1,2^{\circ}$  zu gross, was offenbar in der klimatisch anders gearteten Lage des Sonnblicks liegen muss. Wie wir pag. 57 sahen, ist die Augusttemperatur des Sonnblick nur um  $0,1^{\circ}$  zu hoch. Die Vergrößerung der Jahresschwankung ist also zum grössten Teil auf Rechnung der grossen Februarkälte zu setzen.

Hier äussert sich deutlich der Einfluss der Lage des Sonnblicks. Das Tauerngebiet, in erster Linie die Täler, sind bekannt durch ihre strenge Winterkälte. Die kontinentale Lage, bzw. die zentrale Lage in einem Gebirgsstocke, vergrössert eben die Temperaturoegensätze. Der Sonnblick ist vom nördlichen und südlichen Rande der Alpen je ca 180 km entfernt, während nördlich von Zugspitze oder Säntis bereits in ca 30 km sich die Ebene ausdehnt. Die Zugspitze liegt überdies 155 km, der Säntis 280 km westnordwestlich bzw. westlich vom Sonnblick. Bei diesen Entfernungen machen sich also auch in 2500—3000 m Seehöhe die klimatischen Verhältnisse eines verschärften oder gemilderten Landklimas noch deutlich bemerkbar<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Entnommen den „Münchener Registrierballonfahrten im Jahre 1911“, pag. 41.

<sup>2)</sup> Nach Trabert „Der tägliche Gang der Temperatur und des Sonnenscheins auf dem Sonnblickgipfel“ beträgt die Jahresschwankung sogar  $16,4^{\circ}$ .

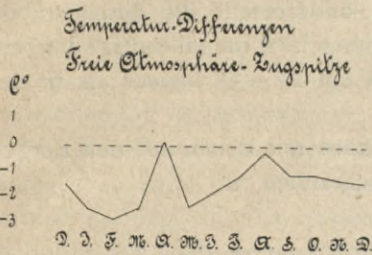
Die auf Grund der Münchener Registrierballonfahrten abgeleiteten Temperaturmittel für verschiedene Seehöhen sind wenigstens für die geringeren Höhen ganz zuverlässig, um wenigstens qualitative Schlüsse daraus zu ziehen.

Immerhin dürfte es aber zur Ergänzung noch empfehlenswert sein, auf Einzelwerte zurückzugehen. Wir haben nun die in der freien Atmosphäre über München in 3000 m Seehöhe gemessenen Temperaturen<sup>1)</sup> mit den gleichzeitig (8<sup>h</sup>a) auf der Zugspitze notierten verglichen. Wir fanden nun, dass in 80,80/0 Fällen die Zugspitze kälter war als die freie Atmosphäre, in 19,20/0 dagegen wärmer. Besonders häufig ist die Zugspitze im April, sowie im September und Oktober wärmer als die freie Atmosphäre. Die mittleren Differenzen der Temperaturen Atmosphäre minus Zugspitze haben folgende Werte:

|       |       |       |            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jan.  | Febr. | März  | April      | Mai   | Juni  | Juli  | Aug.  | Sept. | Okt.  | Nov.  | Dez.  | Jahr  |
| — 2,5 | — 2,9 | — 2,5 | <b>0,2</b> | — 2,4 | — 1,8 | — 1,2 | — 0,2 | — 1,1 | — 1,1 | — 1,3 | — 1,4 | — 1,4 |

Die Zugspitze ist — mit Ausnahme des April — durchweg kälter als die Atmosphäre in gleicher Höhe über München, im Jahresmittel um — 1,4<sup>0</sup>.

Ganz auffällig ist der grosse Temperaturüberschuss im April. H. von Ficker<sup>2)</sup> hat eine Erklärung für den Wärmeüberschuss der Berge über die freie Atmosphäre bei Föhn gegeben; es liegt nahe für die relativ hohe Apriltemperatur der Zugspitze neben der Föhnwirkung noch die starke Erwärmung durch Einstrahlung im Frühjahr geltend zu machen. Im März und Mai dagegen ist die Zugspitze um nahezu 2,5<sup>0</sup> kälter als die Atmosphäre. Im August ist der Berg im Temperaturmittel nur wenig unter dem der freien Atmosphäre. Sehr gross dagegen ist die Abweichung im kältesten Monat des Berggipfels, im Februar: nahezu 3<sup>0</sup>. Die Monate September bis Dezember sind um etwas mehr als 1<sup>0</sup> zu kalt, die Veränderung von einem Monat zum anderen ist aber sehr gering.



Für die einzelnen Jahreszeiten ergeben sich folgende Temperaturdifferenzen zwischen freier Atmosphäre und Zugspitze:

|        |          |        |        |       |
|--------|----------|--------|--------|-------|
| Winter | Frühjahr | Sommer | Herbst | Jahr  |
| — 2,3  | — 1,6    | — 1,1  | — 1,2  | — 1,4 |

Was den monatlichen und jahreszeitlichen Verlauf der Temperaturunterschiede betrifft, so finden wir bei der Zugspitze im allgemeinen ähnliche Verhältnisse, wie Hildebrandt<sup>3)</sup> für den Brocken fand. Auf dem Brocken macht sich der starke Temperaturanstieg im Mai ganz intensiv bemerkbar, dasselbe gilt für die Sommermonate, wo sich die geringsten Differenzen ergeben. Wie oben bereits hervorgehoben wurde, tritt auf der Zugspitze der April besonders hervor, während sich der Mai wieder durch relativ grosse Kälte auszeichnet. Es ist sicher anzunehmen, dass bei Zugrundelegung einer grösseren Beobachtungsreihe auch für die Zugspitze für alle Monate sich eine negative Temperaturabweichung ergeben wird.

Über den Tagesverlauf des Temperaturunterschiedes zwischen freier Atmosphäre und Zugspitze lässt sich wegen der geringen Anzahl der Ballonaufstiege zu anderen als den Morgenstunden nur wenig sagen. Die zur Verfügung stehenden 5 Ballonfahrten aus dem Jahre 1912 lassen zum Teil einen Wärmeüberschuss<sup>4)</sup> des Berges um 2<sup>h</sup>p erkennen, es zeigen sich jedoch auch Abweichungen im anderen Sinne. Im Sommer sind untermittags ohne Zweifel die Berge wärmer als die freie Atmosphäre<sup>5)</sup>. Finsterwalder und Sohnecke haben wichtige Resultate über die Temperaturunterschiede zwischen Berg und Atmosphäre im bayrischen Alpengebiet abgeleitet, auf die wir hier wenigstens in Kürze hinweisen wollen. Unter anderem finden wir hier bereits die Tatsache angeführt, dass im Winter die freie Atmosphäre höhere Temperaturen aufweist als die Gebirgsstationen. Auf die dort weiter abgeleiteten Resultate über den täglichen Gang des Temperaturunterschiedes usw. können wir wegen der geringen Anzahl der uns aus den späteren Tagesstunden zur Verfügung stehenden Aufstiege nicht weiter eingehen.

Es dürfte wohl überdies den Rahmen vorliegender Arbeit überschreiten, wollten wir auf die Besprechung der Temperaturunterschiede zwischen Bergen und der freien Atmosphäre bei verschiedenen Wetterlagen und Windrichtungen einlassen.

### Der Jahresverlauf der Temperatur nach Pentadenmitteln.

Die bis jetzt besprochenen Daten beruhen durchweg auf Monatsmitteln. Hiebei gehen viele interessante Momente verloren. Auf Untersuchung von Einzelfällen des näheren einzugehen, ist nicht Aufgabe der Klimatologie. Es verlohnt sich, zur Mittelbildung eine weniger ausgleichende Zusammenfassung zu wählen, als es die Monatsmittel sind, beispielsweise die Zusammenfassung nach fünftägigen Perioden.

Der Temperaturgang nach Monatsmitteln zeigt ein ziemlich regelmässiges Bild. In der Wirklichkeit besteht bei der Unbeständigkeit der Witterung in unseren Breiten der Temperaturverlauf aus einer offenbar nicht gesetzmässig bestimmten Aufeinanderfolge von Erwärmungen und Abkühlungen. Wählt man z. B. Pentadenmittel, so kommt dieser beständige Wechsel deutlich zum Ausdruck. Wir wollen uns jedoch nicht verhehlen, dass den vorliegenden zehnjährigen Pentadenmitteln kein allzu grosses Gewicht beigelegt werden darf.

<sup>1)</sup> Die entsprechenden Werte sind den „Münchener Registrierballonfahrten“ von Schmauss (1907 bis 1912 inkl.) entnommen.

<sup>2)</sup> H. von Ficker „Temperatur und Feuchtigkeit bei Föhn in der freien Atmosphäre“, Sitzungsberichte der Kais. Akademie zu Wien 1912 pag. 6.

<sup>3)</sup> A. Hildebrandt „Vergleich der Temperatur auf dem Brocken und in der gleichen Höhe der freien Atmosphäre auf Grund neuerer Ballon- und Drachenaufstiege.“ Inaug.-Diss. Rostock. Stuttgart 1911.

<sup>4)</sup> Vergl. A. Roschkott „Untersuchungen über Böenbildung im Gebirge“, Sitzungsberichte der Kais. Akademie zu Wien 1912, pag. 4.

<sup>5)</sup> „Einige Ergebnisse wissenschaftlicher Fahrten des Münchener Vereines für Luftschiffahrt“, Met. Zeit. 1894, pag. 361—376.

Nachstehend berechneten wir für die Zugspitze die Pentadenmittel aus den Beobachtungen von 1901/1910. Des schrofferen Gegensatzes halber wählten wir diesmal als Vergleichsstation nicht den Hohenpeissenberg, sondern Partenkirchen. Wir fügen auch noch für die einzelnen Pentaden die Abnahme der Temperatur mit der Höhe bei.

| Pentade | Partenkirchen | Zugspitze     | Gradient    | Pentade | Partenkirchen | Zugspitze  | Gradient    | Pentade | Partenkirchen | Zugspitze | Gradient |
|---------|---------------|---------------|-------------|---------|---------------|------------|-------------|---------|---------------|-----------|----------|
| 1.      | — 5.0         | — 7.7         | <b>0.12</b> | 26.     | 9.1           | — 5.0      | 0.63        | 50.     | 13.7          | 0.7       | 0.58     |
| 2.      | — 1.6         | — 10.0        | 0.38        | 27.     | 11.0          | — 3.0      | 0.62        | 51.     | 13.7          | 1.4       | 0.55     |
| 3.      | — 2.4         | — 11.6        | 0.41        | 28.     | 11.0          | — 3.4      | <b>0.64</b> | 52.     | 10.7          | — 2.1     | 0.57     |
| 4.      | — 2.8         | — 9.8         | 0.31        | 29.     | 11.7          | — 2.0      | 0.61        | 53.     | 10.2          | — 1.0     | 0.50     |
| 5.      | — 4.2         | — 11.4        | 0.32        | 30.     | 13.1          | — 0.7      | 0.61        | 54.     | 11.5          | — 1.0     | 0.56     |
| 6.      | — 1.8         | — 12.5        | 0.48        | 31.     | 15.0          | 1.3        | 0.61        | 55.     | 11.2          | — 0.8     | 0.53     |
| 7.      | — 3.2         | — <b>14.0</b> | 0.48        | 32.     | 12.8          | — 1.0      | 0.61        | 56.     | 10.1          | — 1.8     | 0.53     |
| 8.      | — 1.6         | — 11.2        | 0.42        | 33.     | 13.0          | — 0.7      | 0.61        | 57.     | 8.5           | — 3.4     | 0.53     |
| 9.      | — 2.8         | — 13.0        | 0.45        | 34.     | 13.6          | — 0.5      | 0.63        | 58.     | 8.8           | — 2.6     | 0.51     |
| 10.     | — 2.1         | — 13.1        | 0.49        | 35.     | 14.2          | — 0.2      | <b>0.64</b> | 59.     | 7.2           | — 3.8     | 0.49     |
| 11.     | — 1.2         | — 12.6        | 0.51        | 36.     | 15.1          | 1.4        | 0.61        | 60.     | 5.6           | — 4.8     | 0.46     |
| 12.     | 0.1           | — 11.3        | 0.51        | 37.     | 15.5          | 1.9        | 0.60        | 61.     | 6.2           | — 3.7     | 0.44     |
| 13.     | 0.4           | — 10.8        | 0.50        | 38.     | 14.6          | 0.7        | 0.62        | 62.     | 3.9           | — 4.8     | 0.39     |
| 14.     | 1.7           | — 10.6        | 0.55        | 39.     | 14.5          | 0.6        | 0.62        | 63.     | 3.2           | — 6.8     | 0.44     |
| 15.     | 1.7           | — 11.8        | 0.60        | 40.     | <b>16.4</b>   | 2.4        | 0.62        | 64.     | 2.4           | — 7.4     | 0.43     |
| 16.     | 3.6           | — 9.3         | 0.58        | 41.     | 15.4          | 1.8        | 0.60        | 65.     | 0.0           | — 9.8     | 0.43     |
| 17.     | 2.5           | — 10.5        | 0.58        | 42.     | 15.9          | 2.3        | 0.60        | 66.     | — 0.3         | — 10.8    | 0.47     |
| 18.     | 3.5           | — 10.5        | 0.62        | 43.     | 16.2          | <b>2.6</b> | 0.60        | 67.     | 0.1           | — 8.8     | 0.40     |
| 19.     | 4.7           | — 9.1         | 0.61        | 44.     | 15.8          | 2.4        | 0.60        | 68.     | — 0.3         | — 8.9     | 0.38     |
| 20.     | 4.7           | — 8.9         | 0.60        | 45.     | 15.4          | 1.8        | 0.60        | 69.     | — 0.7         | — 9.9     | 0.40     |
| 21.     | 7.5           | — 6.2         | 0.61        | 46.     | 15.2          | 1.0        | 0.63        | 70.     | — 1.3         | — 9.8     | 0.38     |
| 22.     | 6.5           | — 7.9         | <b>0.64</b> | 47.     | 14.9          | 1.6        | 0.59        | 71.     | — 1.5         | — 8.7     | 0.32     |
| 23.     | 7.2           | — 7.0         | 0.63        | 48.     | 14.4          | 1.4        | 0.58        | 72.     | — 2.4         | — 9.0     | 0.29     |
| 24.     | 6.9           | — 7.2         | 0.63        | 49.     | 13.8          | 1.0        | 0.57        | 73.     | — 3.6         | — 12.9    | 0.41     |
| 25.     | 8.0           | — 6.0         | 0.62        |         |               |            |             |         |               |           |          |

Im Tale, in Partenkirchen, ist die 1. Pentade die kälteste des Jahres, die 40. die wärmste. Auf der Zugspitze macht sich auch hier eine Verspätung der Extreme bemerkbar: die kälteste Pentade ist die 7., die wärmste die 43.

Der Temperaturanstieg im Mai (25.—31. Pentade) ist sehr regelmässig; ein Auftreten der Kälterückfälle im Mai ist weder in Partenkirchen noch auf der Zugspitze selbst in den wenig nivellierenden zehnjährigen Pentadenmitteln zu erkennen. Offenbar ist die Verteilung der Kälterückfälle über das ganze Monat ziemlich gleichmässig. Andererseits betrifft dieses Phänomen, wenigstens teilweise, nur die bodennahen Schichten, die sich durch Nachfröste noch weiter abkühlen. Die Hochstation Zugspitze wird hievon öfters nicht oder nur in geringerem Masse betroffen, obwohl sich andererseits die Wirkung der Temperaturrückfälle noch bis 10000 m nachweisen lässt. Anders dagegen steht es mit den Kälterückfällen im Juni, welche Hann<sup>1)</sup> „die ausgeprägteste und verbreitetste Störung des normalen Temperaturganges“ nennt, „die selbst im 100-jährigen Tagesmittel noch nachgewiesen werden kann“. Dieser Junikälterückfall ist auf der Zugspitze in den Pentadenmitteln (31.—37. Pentade) markant ausgeprägt. Die Temperaturerniedrigung im Mittel ist auf der Zugspitze ebenso stark wie in Partenkirchen. Die Ursache dieser Kälterückfälle im Juni ist bedingt durch typische Wetterlagen.

Die Wärmeperioden des Herbstes treten auf der Zugspitze im zehnjährigen Pentadenmittel im September ebenfalls noch deutlich hervor. Im Oktober und November sind gleichfalls noch relativ warme Perioden zu erkennen. Weiter können wir hierauf an dieser Stelle nicht mehr eingehen. Es sei nur auf die Übereinstimmung mit den Untersuchungen Maurers<sup>2)</sup> über die „Temporäre Schneegrenze und mittlere Schmelzwasserhöhen im Schweizerischen Alpengebiet nach neueren Erhebungen“ hingewiesen.

Hervorzuheben ist noch, dass bereits Anfang Juni (31. Pentade) auf der Zugspitze das Temperaturmittel über Null liegt und dass es von Ende Juni bis etwa Mitte September (36.—51. Pentade) auch über Null bleibt. Das Pentadenmittel liegt auf der Zugspitze also in 17 Fällen über Null.

In vorstehender Tabelle sind auch für die einzelnen Pentaden die Gradienten Partenkirchen—Zugspitze berechnet. Sie liefern ein anschauliches Bild von dem jährlichen Gang der Temperaturabnahme mit der Höhe. Im Gesamtmonatsmittel gehen leider immer wichtige Details verloren. Es kann nicht Aufgabe vorliegender Abhandlung sein, auf synoptische Untersuchungen, seien sie auch noch so verlockend, einzugehen. So z. B. erweckt gleich in der 1. Pentade der geringe Temperaturgradient 0.12° unser Interesse. Hier zeigt sich ganz deutlich die winterliche Temperaturumkehr; nur ein Beispiel sei hier angeführt:

Im Temperaturmittel der ersten fünf Januartage verzeichnete

|               | 1908   | 1909  |
|---------------|--------|-------|
| Partenkirchen | — 12.3 | — 9.9 |
| Zugspitze     | — 11.3 | — 8.7 |

<sup>1)</sup> Hann, Lehrbuch der Meteorologie II. Aufl., pag. 85.

<sup>2)</sup> Meteorologische Zeitschrift 1909, pag. 539.

Die Zugspitze ist selbst im Pentadenmittel um 1.0<sup>0</sup> bzw. 1.2<sup>0</sup> wärmer als Partenkirchen.

Die jährliche Veränderung der vertikalen Temperaturabnahme — kleiner Gradient im Winter, grosser im Sommer — ist sehr regelmässig, was bei der grossen Veränderlichkeit der Temperatur ziemlich auffällig ist.

### Die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur.

Vom allgemeinen klimatologischen Standpunkt aus ergeben sich interessante Gesichtspunkte bei Betrachtung der Veränderung der Temperatur von Tag zu Tag, der sog. interdiurnen Veränderlichkeit der Temperatur. Sie ist ein Mass für die grössere oder geringere Gleichförmigkeit der Temperatur und gibt uns Aufschluss über die starken Temperaturveränderungen.

#### Mittlere interdiurne Temperaturdifferenzen<sup>1)</sup>.

|           | Innsbruck   | Zugspitze   | Säntis      | Sonnblick   |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar    | <b>2.47</b> | <b>3.23</b> | 2.39        | 2.58        |
| Februar   | 2.01        | 2.87        | 2.12        | 2.37        |
| März      | <b>1.87</b> | 2.66        | 2.18        | <b>2.43</b> |
| April     | 2.01        | 2.14        | 1.90        | 2.04        |
| Mai       | 2.06        | 1.79        | <b>1.79</b> | <b>1.55</b> |
| Juni      | <b>2.20</b> | <b>1.67</b> | 2.03        | 1.59        |
| Juli      | 2.01        | 1.96        | <b>2.15</b> | <b>1.75</b> |
| August    | 1.59        | <b>2.14</b> | 1.92        | <b>1.62</b> |
| September | <b>1.40</b> | <b>1.71</b> | <b>1.87</b> | 1.64        |
| Oktober   | <b>1.67</b> | 1.87        | 2.16        | 2.16        |
| November  | 1.65        | 2.44        | 2.20        | 2.17        |
| Dezember  | 2.27        | 2.63        | <b>2.63</b> | <b>2.73</b> |
| Jahr      | 1.93        | 2.26        | 2.11        | 2.05        |

#### Absolute Monats- und Jahresextreme der interdiurnen Temperaturdifferenzen.

|           | Innsbruck:         |             | Zugspitze:  |             |
|-----------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
|           | Anderung: positive | negative    | positive    | negative    |
| Januar    | <b>14.8</b>        | 7.3         | <b>12.6</b> | <b>13.0</b> |
| Februar   | 9.6                | 8.2         | 12.5        | 11.8        |
| März      | 6.9                | 7.9         | 9.0         | 9.8         |
| April     | 6.7                | 8.1         | 10.8        | 10.0        |
| Mai       | 6.7                | <b>11.8</b> | 6.3         | <b>6.5</b>  |
| Juni      | 8.2                | 9.8         | <b>5.7</b>  | 8.5         |
| Juli      | 6.6                | 9.9         | 6.6         | 8.2         |
| August    | 5.4                | 9.1         | 6.2         | 9.7         |
| September | <b>4.9</b>         | <b>7.2</b>  | 8.3         | 9.2         |
| Oktober   | 7.6                | 9.6         | 9.1         | 10.7        |
| November  | 6.7                | 7.7         | 10.8        | 10.7        |
| Dezember  | 9.4                | 10.3        | 9.9         | 10.7        |
| Jahr      | 14.8               | 11.8        | 12.6        | 13.0        |

Zur Angabe der Genauigkeit obiger Tabellen sei noch beigefügt, dass sich die Zugspitzdaten auf den Zeitraum 1901/1910, Innsbruck ebenfalls auf 10 Jahre und Säntis und Sonnblick auf je 4 Jahre beziehen; es stehen also bedauerlicher Weise nicht die gleichen Reihen zur Verfügung.

Von allen Stationen, die wir hier miteinander vergleichen, ist die interdiurne Temperaturdifferenz am grössten auf der Zugspitze. Die extremsten Monate sind der Januar und der Juni. In denselben Monaten hat auch Innsbruck die grössten Jahreswerte. Auf der Zugspitze jedoch ist die Temperaturveränderung im Juni am geringsten, während Innsbruck ein Maximum verzeichnet. Beim Säntis und Sonnblick sind die Extreme verschoben: das Maximum fällt auf den Dezember, das Minimum auf den Mai. Im Tale (Innsbruck) tritt die kleinste mittlere Temperaturveränderung im September auf; in diesem Monat haben auch die Hochstationen, der Konstanz guten Wetters im Herbst entsprechend, ein relatives Minimum.

In der zweiten Tabelle sind die grössten interdiurnen Temperaturänderungen in Innsbruck und auf der Zugspitze verglichen. Der Maximalbetrag der Temperatursteigerung 14.8<sup>0</sup> in Innsbruck ist eine durch Föhn bedingte Erwärmung<sup>2)</sup>. Die Abkühlung sommerlicher Gewitter brachte eine Erniedrigung des Temperaturtagesmittel um 11.8<sup>0</sup> zustande. Auch bei den extremen Werten fallen die kleinsten Erwärmungen und Abkühlungen (4.9<sup>0</sup> und 7.2<sup>0</sup>) auf den September. Auf

<sup>1)</sup> Die interdiurne Veränderlichkeit der ausserbayerischen Stationen ist entnommen aus: Hann, „Die Veränderlichkeit der Temperatur in Österreich“ Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften, Band 58, Wien 1891.

<sup>2)</sup> Vergl. H. v. Ficker „Klimatographie von Tirol und Vorarlberg“. Wien 1909, pag. 19.



der Zugspitze haben wir das Maximum der Veränderlichkeit sowohl bei Erwärmung als bei Abkühlung im Januar. Die starke Temperatursteigerung von einem Tag zum anderen mit  $12.6^{\circ}$  trat auf der Zugspitze ebenfalls bei Föhn, unter stürmischen südlichen Winden ein, während die intensive Abkühlung von  $13.0^{\circ}$  ein winterlicher Schneesturm brachte. Die kleinsten exzessiven Temperaturänderungen hat die Zugspitze im Juni oder Mai.

Im allgemeinen zeigt sich also, dass sowohl die Erwärmungen als auch hauptsächlich die Abkühlungen auf der Zugspitze sehr intensiv auftreten. Wie die Mittelwerte zeigen, ist von allen Stationen die interdiurne Veränderlichkeit auf der Zugspitze am grössten. Auffällig ist die Verschiebung des Minimums. Wenn auch die Veränderlichkeit auf der Zugspitze im Herbste gering ist, so überwiegt doch der Mai und Juni, Monate, in denen besonders im Tale Gewitter starke Abkühlung auf intensive Erwärmung bringen.

Es mag der Vollständigkeit halber noch eine Tabelle, die mittleren Monatsextreme der Temperaturdifferenzen, beigegeben sein, die noch einen interessanten Vergleich gestattet:

|         | Erwärmung  |            | Abkühlung  |            |           | Erwärmung  |           | Abkühlung  |           |
|---------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|         | Innsbruck  | Zugspitze  | Innsbruck  | Zugspitze  |           | Innsbruck  | Zugspitze | Innsbruck  | Zugspitze |
| Januar  | <b>8.3</b> | <b>8.2</b> | 5.8        | <b>8.9</b> | August    | 3.7        | 4.7       | 4.8        | 6.3       |
| Februar | 5.7        | 7.4        | 5.6        | 8.7        | September | <b>3.3</b> | 5.0       | <b>4.5</b> | 5.7       |
| März    | 4.8        | 6.7        | 5.3        | 7.7        | Oktober   | 4.3        | 5.7       | 6.0        | 6.6       |
| April   | 4.7        | 6.7        | 6.1        | 6.3        | November  | 5.3        | 6.6       | 5.2        | 7.2       |
| Mai     | 4.9        | 4.8        | 6.4        | <b>4.3</b> | Dezember  | 6.8        | 7.2       | 6.3        | 7.7       |
| Juni    | 5.3        | <b>4.2</b> | 6.2        | 5.7        | Jahr      | 5.1        | 6.0       | 5.7        | 6.8       |
| Juli    | 4.4        | 4.7        | <b>6.7</b> | 6.0        |           |            |           |            |           |

Es erübrigt nun, auf das Verhältnis der Erwärmungen und der Abkühlungen noch etwas einzugehen.

Aus nachstehender Tabelle ersehen wir, wieviele Tage in den einzelnen Monaten der Zugspitze Erwärmung und wieviele Abkühlung bringen. Die Häufigkeitszahlen sind, um die einzelnen Monate miteinander vergleichen zu können, auf die „Normallänge“ des Monats reduziert.

|                   | Anzahl der Tage mit |             |                     | Anzahl der Tage mit |             |
|-------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|
|                   | Erwärmung           | Abkühlung   |                     | Erwärmung           | Abkühlung   |
| Januar . . . . .  | 14.3                | 15.7        | August . . . . .    | 15.9                | 14.1        |
| Februar . . . . . | 16.0                | 14.0        | September . . . . . | 14.8                | 15.2        |
| März . . . . .    | 14.4                | 15.6        | Oktober . . . . .   | 14.6                | 15.4        |
| April . . . . .   | 15.5                | 14.5        | November . . . . .  | 14.9                | 15.1        |
| Mai . . . . .     | <b>17.8</b>         | <b>12.2</b> | Dezember . . . . .  | <b>13.7</b>         | <b>16.3</b> |
| Juni . . . . .    | 16.0                | 14.0        | Jahr . . . . .      | 186.3               | 178.7       |
| Juli . . . . .    | 15.9                | 14.1        |                     |                     |             |

Natürlich überwiegt in den Monaten April bis August die Häufigkeit der positiven Temperaturänderungen. Auffällig ist, dass der Monat mit den tiefsten Temperaturen mehr Erwärmungen als Abkühlungen aufweist; offenbar hat dies seinen Grund darin, dass auf Bergen tiefe Temperaturen meist nicht lange vorherrschen. Der Mai hat die meisten Tage mit Erwärmung (und daher die wenigsten Fälle von Abkühlung), im Dezember ist das Verhältnis gerade umgekehrt.

Wir haben oben gesehen, dass im Januar die Zugspitze sich im extremsten Falle von einem Tag zum anderen um ca  $13^{\circ}$  erwärmen und im gleichen Monat sich in derselben Zeit wieder um  $13^{\circ}$  abkühlen kann. Sinnfälliger wird die Grösse der Temperaturänderung von  $26^{\circ}$  (absolut), wenn wir uns überlegen, dass, bei Voraussetzung eines Gradienten von  $0.58^{\circ}$ , diese Zahl auch durch einen Höhenunterschied von ca 4500 m dargestellt werden kann. Es ist nun interessant zu erfahren, mit welcher Häufigkeit derartige intensive Temperaturänderungen auftreten.

In nachstehender Tabelle erhalten wir Aufschluss über die Häufigkeit bestimmter interdiurner Temperaturveränderungen, und zwar getrennt nach Erwärmungen und Abkühlungen. Die Zahlen geben die Häufigkeit in Prozenten an und sind daher ohne weiteres miteinander vergleichbar.

#### Häufigkeit der Erwärmungen auf der Zugspitze.

| Zwischen: | 0—1.9 | 2—3.9 | 4—5.9 | 6—7.9 | 8—9.9 | 10—11.9 | 12—13.9 |      |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------|
| Januar    | 19.7  | 13.5  | 7.1   | 5.5   | 1.3   | —       | 0.3     | 47.4 |
| Februar   | 23.1  | 18.4  | 6.7   | 4.6   | 0.4   | 0.4     | 0.4     | 54.0 |
| März      | 20.3  | 17.4  | 5.8   | 3.5   | 1.3   | —       | —       | 48.3 |
| April     | 31.0  | 13.0  | 4.7   | 2.0   | 0.7   | 0.3     | —       | 51.7 |
| Mai       | 38.1  | 15.5  | 5.2   | 0.6   | —     | —       | —       | 59.4 |
| Juni      | 38.0  | 12.0  | 3.3   | —     | —     | —       | —       | 53.3 |
| Juli      | 29.7  | 19.7  | 2.6   | 0.6   | —     | —       | —       | 52.6 |
| August    | 30.6  | 17.4  | 4.2   | 0.6   | —     | —       | —       | 52.8 |
| September | 34.7  | 11.0  | 1.7   | 1.3   | 0.3   | —       | —       | 49.0 |
| Oktober   | 33.9  | 10.0  | 1.6   | 2.3   | 0.6   | —       | —       | 48.4 |
| November  | 26.0  | 14.0  | 6.7   | 2.3   | 0.3   | 0.3     | —       | 49.6 |
| Dezember  | 20.6  | 14.2  | 6.5   | 2.9   | 1.3   | —       | —       | 45.5 |
| Jahr      | 28.8  | 14.7  | 4.7   | 2.2   | 0.5   | 0.1     | 0.1     | 51.0 |

### Häufigkeit der Abkühlungen auf der Zugspitze.

| Zwischen: | 0—1.9 | 2—3.9 | 4—5.9 | 6—7.9 | 8—9.9 | 10—11.9 | 12—13.9 |      |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------|
| Januar    | 16.1  | 17.4  | 11.0  | 4.8   | 1.9   | 0.3     | 1.0     | 52.5 |
| Februar   | 18.1  | 16.6  | 5.3   | 4.3   | —     | 1.8     | —       | 46.1 |
| März      | 24.2  | 14.8  | 8.1   | 2.3   | 2.3   | —       | —       | 51.7 |
| April     | 29.7  | 11.0  | 4.7   | 2.0   | 0.7   | 0.3     | —       | 48.4 |
| Mai       | 27.1  | 8.1   | 4.2   | 1.3   | —     | —       | —       | 40.7 |
| Juni      | 30.0  | 11.7  | 3.3   | 1.0   | 0.7   | —       | —       | 46.7 |
| Juli      | 27.4  | 14.2  | 3.2   | 2.3   | 0.3   | —       | —       | 47.4 |
| August    | 22.9  | 14.8  | 7.4   | 1.6   | 0.3   | —       | —       | 47.0 |
| September | 33.3  | 12.0  | 4.7   | 0.7   | 0.3   | —       | —       | 51.0 |
| Oktober   | 32.3  | 12.3  | 4.5   | 1.6   | 0.6   | 0.3     | —       | 51.6 |
| November  | 23.7  | 14.7  | 9.0   | 1.7   | 1.0   | 0.3     | —       | 50.4 |
| Dezember  | 27.7  | 15.2  | 6.5   | 2.9   | 1.9   | 0.3     | —       | 54.5 |
| Jahr      | 26.0  | 13.7  | 6.0   | 2.2   | 0.8   | 0.3     | 0.1     | 49.0 |

Grosse Temperaturveränderungen von Tag zu Tag sind sehr selten; die grössten Häufigkeitszahlen, sowohl der Erwärmungen als der Abkühlungen, liegen zwischen 0<sup>0</sup> und 2<sup>0</sup>. Von 4<sup>0</sup> ab scheint jedoch die Häufigkeit der Abkühlungen grösser zu sein wie die der Erwärmungen. Auffällig, und für den Sommer des Höhenklimas typisch, ist das Fehlen grösserer Erwärmungen im Sommer. Während sich sonst bei dem Gang der interdiurnen Veränderlichkeit deutlich die Abhängigkeit vom Sonnenstande zeigt, ist hier im Juni keine Erwärmung über 6<sup>0</sup> zu konstatieren!

Temperaturveränderungen über 6<sup>0</sup> sind überhaupt sehr selten. Die Verteilung auf die einzelnen Monate ist folgende:

#### Erwärmungen über 6<sup>0</sup>

| Jan.       | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| <b>7.1</b> | 5.8   | 4.8  | 3.0   | 0.6 | —    | 0.6  | 0.6  | 1.6   | 2.9  | 2.9  | 4.2  | 2.8  |

#### Abkühlungen über 6<sup>0</sup>

|            |     |     |     |     |     |     |     |            |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|
| <b>8.0</b> | 6.1 | 4.6 | 3.0 | 1.3 | 1.7 | 2.6 | 1.9 | <b>1.0</b> | 2.5 | 3.0 | 5.1 | 3.4 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|

Eine weitere Diskussion obiger Daten erübrigt sich. Als typisch ist noch das Minimum grösserer Abkühlungen im Herbst zu nennen.

### Häufigkeit bestimmter Temperaturen.

Die Charakterisierung des Klimas eines Ortes auf Grund des arithmetischen Mittels ist unzureichend. Es sind noch vielfach ergänzende Angaben, wie Schwankung der Temperatur, Grösse der Maxima und Minima usw., notwendig.

Auch dann erhält man noch keine eindeutige Vorstellung von den klimatischen Verhältnissen. Geben wir beispielsweise an: Während einer langjährigen (vielleicht 50jährigen) Beobachtungsreihe war das Maximum der Temperatur 32<sup>0</sup>, das Minimum — 25<sup>0</sup>; dann ist die klimatische Bedeutung dieser Daten sehr gering; denn wir bestimmen hiedurch lediglich einzelne Wittertypen, im vorliegenden Falle sogar nur einen Fall: die Wärmewirkung des Barometermaximums im Sommer und im Winter. Der Fall des Eintretens solch extremer Temperaturen kann unter Umständen ganz vereinzelt sein.

Als durchaus angebracht erscheint es daher, neben der gewöhnlichen Methode der Mittelbildung die Häufigkeit bestimmter Temperaturen zu würdigen.

Wir haben auf Grund der Beobachtungen der Jahre 1901/1910 für die Zugspitze und ihre Basisstation auf dem Hohenpeissenberg die Häufigkeitszahlen des Temperaturtagesmittels bestimmt, und zwar nach Stufen von 5 zu 5 Grad. Für die Zugspitze berechneten wir ferner noch die prozentuale Häufigkeit der Maxima und Minima.

#### Hohenpeissenberg.

##### Häufigkeit bestimmter Tagesmittel der Temperatur.

| Zwischen: | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20  | 25  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| und:      | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25  | 30  |
| Januar    | 0.3  | 1.9  | 3.9  | 19.4 | 36.5 | 31.6 | 6.1  |      |      |     |     |
| Februar   |      | 0.4  | 5.0  | 24.1 | 43.3 | 20.9 | 5.7  | 0.7  |      |     |     |
| März      |      |      |      | 7.7  | 34.8 | 40.0 | 14.8 | 2.6  |      |     |     |
| April     |      |      |      | 0.7  | 15.0 | 38.0 | 33.7 | 11.3 | 1.3  |     |     |
| Mai       |      |      |      |      | 1.6  | 21.6 | 20.0 | 31.3 | 15.5 | 1.0 |     |
| Juni      |      |      |      |      |      | 2.3  | 23.0 | 44.3 | 26.7 | 3.7 |     |
| Juli      |      |      |      |      |      | 0.3  | 12.9 | 38.1 | 39.7 | 8.7 | 0.3 |
| August    |      |      |      |      |      | 0.3  | 12.9 | 42.3 | 38.1 | 6.5 |     |
| September |      |      |      |      |      | 0.7  | 39.3 | 40.3 | 14.3 | 2.3 |     |
| Oktober   |      |      |      | 0.6  | 6.5  | 25.2 | 37.4 | 27.4 | 2.9  |     |     |
| November  |      |      |      |      | 7.7  | 27.3 | 44.3 | 16.3 | 4.3  |     |     |
| Dezember  |      |      | 3.9  | 10.3 | 41.9 | 36.1 | 7.7  |      |      |     |     |





| Zwischen: | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20  | 25  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| und:      | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25  | 30  |
| Winter    | 0.1  | 0.8  | 4.3  | 17.9 | 40.6 | 29.5 | 6.5  | 0.2  |      |     |     |
| Frühjahr  |      |      |      | 2.8  | 17.1 | 33.2 | 25.8 | 15.1 | 5.6  | 0.3 |     |
| Sommer    |      |      |      |      |      | 1.0  | 16.3 | 41.6 | 34.8 | 6.3 | 0.1 |
| Herbst    |      |      |      | 2.8  | 11.3 | 24.4 | 31.0 | 24.0 | 5.7  | 0.8 |     |
| Jahr      | 0.1  | 0.2  | 1.0  | 5.8  | 17.1 | 22.0 | 19.9 | 20.3 | 11.6 | 1.9 | 0.0 |

**Zugspitze.**

Häufigkeit bestimmter Tagesmittel der Temperatur.

| Zwischen: | — 35 | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| und:      | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15  |
| Januar    | 0.3  | 0.3  | 4.2  | 17.1 | 31.6 | 38.7 | 7.7  |      |      |     |
| Februar   |      | 0.7  | 6.7  | 21.3 | 40.1 | 27.0 | 4.3  |      |      |     |
| März      |      |      | 1.6  | 12.3 | 38.1 | 41.0 | 7.1  |      |      |     |
| April     |      |      | 1.0  | 4.0  | 22.7 | 44.7 | 25.7 | 2.0  |      |     |
| Mai       |      |      |      | 0.7  | 14.2 | 24.2 | 39.7 | 19.7 | 1.6  |     |
| Juni      |      |      |      |      |      | 7.3  | 41.7 | 45.0 | 6.0  |     |
| Juli      |      |      |      |      |      | 3.2  | 29.0 | 50.6 | 16.5 | 0.6 |
| August    |      |      |      |      |      | 2.6  | 25.8 | 54.8 | 16.8 |     |
| September |      |      |      |      | 1.3  | 15.0 | 41.0 | 37.0 | 5.7  |     |
| Oktober   |      |      |      | 0.3  | 9.7  | 18.7 | 50.6 | 20.6 |      |     |
| November  |      |      | 0.3  | 8.7  | 20.7 | 42.7 | 25.3 | 2.3  |      |     |
| Dezember  |      |      | 1.0  | 11.9 | 28.1 | 47.4 | 11.6 |      |      |     |
| Winter    | 0.1  | 0.3  | 3.9  | 16.6 | 33.0 | 38.0 | 8.0  |      |      |     |
| Frühjahr  |      |      | 0.9  | 5.7  | 25.0 | 36.5 | 24.1 | 7.3  | 0.5  |     |
| Sommer    |      |      |      |      |      | 4.3  | 32.1 | 50.2 | 13.2 | 0.2 |
| Herbst    |      |      | 0.1  | 3.0  | 10.6 | 25.4 | 39.1 | 20.0 | 1.9  |     |
| Jahr      | 0.0  | 0.1  | 0.2  | 6.3  | 17.1 | 26.0 | 25.9 | 19.5 | 3.9  | 0.1 |

**Zugspitze.**

Häufigkeit bestimmter Temperatur-Maxima.

| Zwischen: | — 35 | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10  | 15  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| und:      | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15  | 20  |
| Januar    |      |      | 2.9  | 6.5  | 21.3 | 43.2 | 25.5 | 0.7  |      |     |     |
| Februar   |      |      | 2.5  | 12.8 | 25.9 | 37.2 | 17.7 | 7.1  |      |     |     |
| März      |      |      | 0.3  | 4.8  | 23.5 | 43.9 | 25.8 | 1.6  |      |     |     |
| April     |      |      |      | 1.0  | 9.7  | 35.7 | 42.0 | 11.3 | 0.3  |     |     |
| Mai       |      |      |      |      | 1.0  | 11.9 | 40.6 | 35.2 | 9.4  | 1.9 |     |
| Juni      |      |      |      |      |      | 1.7  | 1.9  | 47.0 | 31.0 | 1.3 |     |
| Juli      |      |      |      |      |      | 0.3  | 13.9 | 38.7 | 39.4 | 7.1 | 0.6 |
| August    |      |      |      |      |      | 0.3  | 11.6 | 35.2 | 44.5 | 8.4 |     |
| September |      |      |      |      |      | 2.7  | 26.3 | 45.3 | 21.7 | 4.0 |     |
| Oktober   |      |      |      | 1.9  |      | 13.2 | 36.1 | 43.5 | 4.8  | 0.3 |     |
| November  |      |      | 0.3  | 4.3  | 11.0 | 31.0 | 42.0 | 11.3 |      |     |     |
| Dezember  |      |      | 0.7  | 3.2  | 16.1 | 49.0 | 29.7 | 1.3  |      |     |     |
| Winter    |      |      | 2.0  | 7.2  | 21.0 | 44.5 | 24.5 | 0.9  |      |     |     |
| Frühjahr  |      |      | 0.1  | 2.0  | 11.4 | 30.4 | 36.1 | 16.1 | 3.3  | 0.7 |     |
| Sommer    |      |      |      |      |      | 0.8  | 14.8 | 40.2 | 38.4 | 5.7 | 0.2 |
| Herbst    |      |      | 0.1  | 1.4  | 4.3  | 15.6 | 34.8 | 33.5 | 8.8  | 1.4 |     |
| Jahr      |      |      | 0.5  | 2.6  | 9.1  | 22.7 | 27.5 | 22.8 | 12.7 | 1.9 | 0.1 |

**Zugspitze.**

Häufigkeit bestimmter Temperatur-Minima.

| Zwischen: | — 35 | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| und:      | — 30 | — 25 | — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10  |
| Januar    | 0.6  | 3.2  | 9.4  | 23.9 | 39.4 | 21.9 | 1.6  |      |     |
| Februar   |      | 2.8  | 11.7 | 33.0 | 37.2 | 14.2 | 1.1  |      |     |
| März      |      |      | 6.8  | 25.2 | 45.2 | 21.6 | 1.3  |      |     |
| April     |      |      | 2.0  | 13.0 | 32.7 | 40.7 | 11.3 | 0.3  |     |
| Mai       |      |      |      | 1.9  | 14.5 | 35.2 | 41.0 | 7.4  |     |
| Juni      |      |      |      |      |      | 20.7 | 56.3 | 22.3 | 1.0 |
| Juli      |      |      |      |      |      | 14.5 | 50.6 | 32.3 | 2.6 |
| August    |      |      |      |      |      | 10.6 | 41.9 | 44.8 | 2.6 |
| September |      |      |      |      | 3.0  | 24.3 | 45.7 | 25.7 | 1.3 |
| Oktober   |      |      |      | 1.6  | 15.2 | 25.5 | 49.7 | 8.1  |     |
| November  |      | 0.3  | 3.0  | 15.3 | 32.3 | 34.0 | 14.7 | 0.3  |     |
| Dezember  |      | 1.0  | 5.2  | 25.2 | 38.7 | 28.7 | 1.3  |      |     |
| Winter    | 0.2  | 2.3  | 8.6  | 27.2 | 38.5 | 21.8 | 1.3  |      |     |
| Frühjahr  |      |      | 2.9  | 13.4 | 30.8 | 32.4 | 17.9 | 2.6  |     |
| Sommer    |      |      |      |      |      | 15.4 | 49.6 | 33.3 | 2.1 |
| Herbst    |      | 0.1  | 1.0  | 5.6  | 16.8 | 27.9 | 36.8 | 11.3 | 0.4 |
| Jahr      | 0.1  | 0.6  | 3.1  | 11.1 | 21.6 | 24.9 | 26.5 | 11.9 | 0.6 |

Das häufigste Temperaturtagesmittel auf der Zugspitze ist zwischen  $-5^{\circ}$  und  $-10^{\circ}$  gelegen, fast ebenso häufig sind Werte im Intervall zwischen  $0^{\circ}$  und  $-5^{\circ}$ . Das Jahresmittel der Temperatur  $-5.3$  fällt also sehr genau in das Gebiet der häufigsten Temperaturen. In diesem Umstand und in dem charakteristischen Verlauf der Häufigkeitskurve zeigt sich wieder ein wesentlicher Punkt für die Eigenschaften des Höhenklimas. Wenn wir zum Vergleich mit der Zugspitze ausser dem Hohenpeissenberg auch noch München heranziehen, so erkennen wir folgendes:

Die grösste Häufigkeit eines Temperaturintervalles ist für

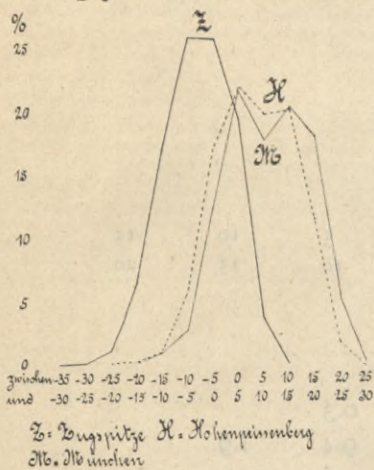
|         |                                  |                  |                                  |           |                                  |
|---------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| München | 21.7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Hohenpeissenberg | 22.0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Zugspitze | 26.0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
|---------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|

Auf der Zugspitze ist die Häufigkeit des wahrscheinlichsten Mittels um 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> grösser als in der Ebene. Der Temperaturgang auf der Zugspitze ist also wesentlich einfacher als an den Basisstationen.

Es zeigt sich noch ein anderes für die Zugspitze wesentliches Merkmal.

Wie bereits erwähnt, ist der An- und Abstieg der Häufigkeitskurve für die Zugspitze sehr steil, das Maximum ist jedoch nicht scharf eindeutig ausgeprägt, indem Temperaturen zwischen  $-10^{\circ}$  und  $-5^{\circ}$  nur um 0.1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> häufiger sind als solche zwischen  $-5^{\circ}$  und  $0^{\circ}$ . Auf dem Hohenpeissenberg ist das Maximum der Temperaturen zwischen  $0^{\circ}$  und  $5^{\circ}$  deutlich ausgebildet, jedoch tritt zwischen  $10^{\circ}$  und  $15^{\circ}$  ein zweites, wenn auch schwächeres Maximum hinzu. Für die Häufigkeit der Temperaturmittel in München C.St. ergeben sich auf Grund der Reihe 1901/1910 folgende Prozentzahlen:

Häufigkeit bestimmter Temperaturen



Temperaturmittel zwischen:

|      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| — 20 | — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20  | 25  |
| — 15 | — 10 | — 5  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25  | 30  |
| 0.1  | 1.0  | 2.8  | 12.4 | 21.7 | 17.9 | 20.5 | 18.1 | 5.3 | 0.3 |

In dieser Reihe treten beide Häufigkeitsmaxima sehr deutlich hervor. Eine noch stärkere Hervorhebung der beiden Maxima tritt in München ein, wenn man die Reihe 1891/1910 zugrunde legt.

Auch hierin zeigt sich eine Vereinfachung des Temperaturverlaufes auf der Hochstation Zugspitze gegenüber den Flachlandstationen; eine zehnjährige Reihe bereits liefert auf der Zugspitze also ein ziemlich gutes Bild von der Häufigkeit der Temperaturwerte.

Zur allgemeinen Charakterisierung der Temperaturverhältnisse der Zugspitze und des Hohenpeissenbergs sei obigen Tabellen noch entnommen, dass das Tagesmittel der Temperatur auf der Zugspitze in 23.4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Fälle über Null, in 76.6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> unter Null liegt; auf dem Hohenpeissenberg stehen 75.8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> positiven Mitteln 24.2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> negative gegenüber.

Aus den letzten zwei Tabellen entnehmen wir die Bestätigung der Tatsache, dass das Klima der Hochregion nicht durch abnorm tiefe Winterminima, sondern durch relativ niedrige Sommermaxima charakterisiert wird. Dies äussert sich sehr gut in den Häufigkeitszahlen der Extremtemperaturen. Minima tiefer als  $-20^{\circ}$  sind schon sehr selten, unter  $-30^{\circ}$  ganz vereinzelt; ebenso verhält es sich mit den Maximaltemperaturen über  $10^{\circ}$  und  $15^{\circ}$ . Im übrigen darf wohl der Kürze halber auf die Tabellen verwiesen werden. In denselben ist beim Temperaturmaximum und -Minimum die grösste Häufigkeitszahl ganz eindeutig festgelegt.

Wir sehen also aus obiger Zusammenstellung deutlich, dass die Mitteilung gewisser Temperaturextreme nur dann klimatologischen Wert haben kann, wenn man sie mit einem bestimmten „Gewicht,“ wie die Häufigkeit, einführt.

Es erübrigt nur noch die Angabe der Häufigkeit positiver und negativer Temperaturextreme auf der Zugspitze:

|        | über Null                        | unter Null                       |
|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| Maxima | 37.4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | 62.6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| Minima | 12.5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | 87.5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

Diese Zahlen sind, nebenbei bemerkt, natürlich identisch mit der Häufigkeit der Frost- und Wintertage.

## Die Luftfeuchtigkeit.

Bei Besprechung der Feuchtigkeitsverhältnisse der Zugspitze wollen wir des Vergleiches halber auch die entsprechenden Beobachtungen vom Hohenpeissenberg und Partenkirchen beifügen. Im Folgenden stellen wir die entsprechenden zehnjährigen Mittel der relativen Feuchtigkeit und des Dampfdruckes zusammen.

### Partenkirchen

|        | Jan.       | Febr.      | März      | April     | Mai       | Juni | Juli        | Aug.        | Sept.       | Okt.   | Nov.   | Dez.      | Jahr |
|--------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|-----------|------|
| 7a     | 88         | 89         | 85        | 85        | 84        | 90   | 90          | 92          | <b>94</b>   | 90     | 89     | 90        | 89   |
| 2p     | 72         | 66         | 58        | <b>57</b> | 58        | 63   | 64          | 63          | 68          | 66     | 72     | <b>78</b> | 66   |
| 9p     | 89         | 89         | 85        | <b>84</b> | <b>84</b> | 89   | 88          | 91          | <b>93</b>   | 90     | 90     | 90        | 89   |
| Mittel | 83         | 83         | <b>76</b> | <b>76</b> | <b>76</b> | 81   | 80          | 82          | 85          | 82     | 84     | <b>86</b> | 81   |
| 7a     | <b>3.0</b> | 3.1        | 3.8       | 5.2       | 7.1       | 9.3  | <b>10.2</b> | 10.1        | 8.4         | 6.2    | 4.2    | 3.4       | 6.2  |
| 2p     | <b>3.5</b> | <b>3.5</b> | 4.1       | 5.3       | 7.3       | 9.5  | 10.6        | <b>10.7</b> | 9.2         | 7.1    | 4.8    | 3.9       | 6.6  |
| 9p     | <b>3.3</b> | 3.4        | 4.3       | 5.6       | 7.6       | 9.9  | 10.8        | <b>11.0</b> | 9.2         | 6.9    | 4.5    | 3.6       | 6.7  |
| Mittel | <b>3.2</b> | 3.3        | 4.0       | 4.4       | 7.3       | 9.5  | 10.5        | <b>10.6</b> | 8.9         | 6.7    | 4.5    | 3.6       | 6.5  |
|        | Winter     | Frühjahr   | Sommer    | Herbst    | Jahr      |      |             | Winter      | Frühjahr    | Sommer | Herbst | Jahr      |      |
| 7a     | 89         | <b>85</b>  | 90        | <b>91</b> | 89        |      | <b>3.2</b>  | 5.3         | <b>9.8</b>  | 6.3    |        | 6.2       |      |
| 2p     | <b>72</b>  | <b>58</b>  | 63        | 69        | 66        |      | <b>3.6</b>  | 5.6         | <b>10.3</b> | 7.0    |        | 6.6       |      |
| 9p     | 89         | <b>84</b>  | 89        | <b>91</b> | 89        |      | <b>3.4</b>  | 5.8         | <b>10.5</b> | 6.9    |        | 6.7       |      |
| Mittel | <b>84</b>  | <b>76</b>  | 81        | <b>84</b> | 81        |      | <b>3.4</b>  | 5.3         | <b>10.2</b> | 6.7    |        | 6.5       |      |

### Absolute Feuchtigkeit in g/m<sup>3</sup>

|  | Jan.       | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|--|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------------|-------|------|------|------|------|
|  | <b>3.5</b> | 3.6   | 4.2  | 4.5   | 7.5 | 9.6  | 10.6 | <b>10.6</b> | 9.1   | 6.9  | 4.7  | 3.9  | 6.7  |

### Hohenpeissenberg

|        | Jan.       | Febr.      | März      | April     | Mai       | Juni | Juli       | Aug.       | Sept.      | Okt.   | Nov.      | Dez. | Jahr |
|--------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------|------------|------------|------------|--------|-----------|------|------|
| 7a     | 78         | 83         | 79        | 81        | <b>77</b> | 78   | <b>77</b>  | 79         | <b>86</b>  | 82     | 83        | 81   | 81   |
| 2p     | 75         | 76         | 68        | 65        | <b>63</b> | 66   | 65         | 65         | 75         | 76     | <b>81</b> | 79   | 71   |
| 9p     | 79         | 84         | 79        | 79        | 76        | 79   | <b>75</b>  | 77         | <b>86</b>  | 84     | 84        | 82   | 82   |
| Mittel | 77         | 81         | 75        | 75        | <b>72</b> | 74   | <b>72</b>  | 74         | 82         | 80     | <b>83</b> | 81   | 77   |
| 7a     | <b>3.0</b> | <b>3.0</b> | 3.5       | 4.6       | 6.1       | 8.0  | <b>8.8</b> | 8.6        | 7.6        | 5.8    | 3.9       | 3.4  | 5.5  |
| 2p     | <b>3.2</b> | <b>3.2</b> | 3.8       | 4.8       | 6.5       | 8.4  | <b>9.3</b> | 9.2        | 8.3        | 6.4    | 4.3       | 3.6  | 5.9  |
| 9p     | <b>3.0</b> | 3.1        | 3.8       | 4.8       | 6.4       | 8.2  | 8.9        | <b>9.0</b> | 8.0        | 6.2    | 4.2       | 3.5  | 5.8  |
| Mittel | 3.2        | <b>3.1</b> | 3.7       | 4.8       | 6.3       | 8.2  | <b>9.0</b> | <b>9.0</b> | 8.0        | 6.1    | 4.1       | 3.5  | 5.7  |
|        | Winter     | Frühjahr   | Sommer    | Herbst    | Jahr      |      |            | Winter     | Frühjahr   | Sommer | Herbst    | Jahr |      |
| 7a     | 81         | 79         | <b>78</b> | <b>83</b> | 81        |      | <b>3.1</b> | 4.7        | <b>8.5</b> | 5.8    |           | 5.5  |      |
| 2p     | <b>77</b>  | <b>65</b>  | <b>65</b> | <b>77</b> | 71        |      | <b>3.3</b> | 5.0        | <b>9.0</b> | 6.4    |           | 5.9  |      |
| 9p     | 81         | 78         | <b>77</b> | <b>84</b> | 82        |      | <b>3.2</b> | 5.0        | <b>8.7</b> | 6.1    |           | 5.8  |      |
| Mittel | 80         | 74         | <b>73</b> | <b>82</b> | 77        |      | <b>3.3</b> | 4.9        | <b>8.4</b> | 6.1    |           | 5.7  |      |

### Absolute Feuchtigkeit in g/m<sup>3</sup>

|  | Jan. | Febr.      | März | April | Mai | Juni | Juli       | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|--|------|------------|------|-------|-----|------|------------|------|-------|------|------|------|------|
|  | 3.4  | <b>3.3</b> | 3.9  | 5.0   | 6.5 | 8.3  | <b>9.1</b> | 9.0  | 8.1   | 6.3  | 4.2  | 3.7  | 6.0  |

**Zugspitze.**

|        | Jan.       | Febr.      | März | April     | Mai | Juni      | Juli       | Aug.       | Sept. | Okt.      | Nov.      | Dez. | Jahr |
|--------|------------|------------|------|-----------|-----|-----------|------------|------------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 7 a    | 78         | 83         | 83   | <b>88</b> | 86  | 87        | 86         | <b>88</b>  | 83    | <b>72</b> | 76        | 80   | 82   |
| 2 p    | 76         | 81         | 80   | 88        | 87  | 90        | <b>91</b>  | 90         | 86    | 81        | <b>74</b> | 77   | 83   |
| 9 p    | 76         | 83         | 82   | 90        | 90  | 92        | <b>93</b>  | 92         | 87    | 84        | <b>75</b> | 78   | 85   |
| Mittel | 76         | 83         | 82   | 89        | 87  | <b>90</b> | <b>90</b>  | <b>90</b>  | 85    | 82        | <b>75</b> | 79   | 84   |
| 7 a    | 1.5        | <b>1.4</b> | 1.6  | 2.2       | 3.0 | 3.8       | <b>4.3</b> | <b>4.3</b> | 3.5   | 2.8       | 1.9       | 1.7  | 2.7  |
| 2 p    | <b>1.6</b> | <b>1.6</b> | 1.8  | 2.6       | 3.5 | 4.6       | <b>5.2</b> | <b>5.2</b> | 4.2   | 3.2       | 2.0       | 1.9  | 3.1  |
| 9 p    | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | 1.7  | 2.4       | 3.3 | 4.1       | <b>4.7</b> | <b>4.7</b> | 3.9   | 3.0       | 1.9       | 1.7  | 2.9  |
| Mittel | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | 1.7  | 2.4       | 3.3 | 4.2       | <b>4.7</b> | <b>4.7</b> | 3.9   | 3.0       | 1.9       | 1.8  | 2.9  |

|        | Winter    | Frühjahr  | Sommer    | Herbst    | Jahr | Winter     | Frühjahr | Sommer     | Herbst | Jahr |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------------|----------|------------|--------|------|
| 7 a    | 80        | <b>85</b> | 84        | <b>77</b> | 82   | <b>1.5</b> | 2.3      | <b>4.1</b> | 2.7    | 2.7  |
| 2 p    | <b>78</b> | 85        | <b>90</b> | 80        | 83   | <b>1.7</b> | 2.7      | <b>5.0</b> | 3.1    | 3.1  |
| 9 p    | <b>79</b> | 88        | <b>92</b> | 82        | 85   | <b>1.6</b> | 2.4      | <b>4.5</b> | 2.9    | 2.9  |
| Mittel | <b>79</b> | <b>86</b> | <b>86</b> | 81        | 84   | <b>1.6</b> | 2.5      | <b>4.6</b> | 2.9    | 2.9  |

**Absolute Feuchtigkeit in g/m<sup>3</sup>.**

| Jan. | Febr.      | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug.       | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|------|------------|------|-------|-----|------|------|------------|-------|------|------|------|------|
| 1.7  | <b>1.7</b> | 1.9  | 2.6   | 3.5 | 4.5  | 5.0  | <b>5.0</b> | 4.1   | 3.2  | 2.1  | 1.9  | 3.1  |

Der Gang der relativen Feuchtigkeit zeigt, dass an der Talstation Partenkirchen die Mittel viel höher sind als auf dem freigelegenen Hohenpeissenberg. Auf der Zugspitze, wo oft in der für das Höhenklima typischen Weise ganz geringe Feuchtigkeitsgrade (oft < 10%) in kurzer Zeit mit völliger Sättigung wechseln, lassen sich im allgemeinen keine Beziehungen zu den Basisorten angeben. Im Mittel ist die relative Feuchtigkeit meist grösser; der Dampfdruck zeigt eine von der Temperatur und Luftdruck bestimmte Veränderung. Dementsprechend liegen die Extreme des Dampfdruckes und der absoluten Feuchtigkeit in den Monaten niedrigster und höchster Temperatur. Auf der Zugspitze fallen die Extreme der relativen Feuchtigkeit in die Monate Juli und August, wo die Konvektion am stärksten ist, das Minimum liegt im Oktober und November, auch der Januar zeichnet sich durch relative Lufttrockenheit aus. Anders liegt die Sache bei Partenkirchen und Hohenpeissenberg. Den nebeligen Trübungen des Herbstes verdankt die Niederung die grosse relative Feuchtigkeit, während gleichzeitig in der Höhe bei heiterstem Wetter abnorm niedrige Feuchtigkeitsgrade gemessen werden. Auf dem Hohenpeissenberg herrscht die geringste mittlere relative Feuchtigkeit im Mai, in Partenkirchen im April und Mai. H. v. Ficker<sup>1)</sup> weist eine Deutung dieses Minimums durch Föhn, der ja im April sehr häufig ist, zurück, da im gleichen Monat auch Südtirol das Minimum hat. Das Aprilminimum ist vielmehr durch den starken Temperaturanstieg im Frühjahr zu erklären.

Beim täglichen Gang des Dampfdruckes macht sich natürlich der Einfluss der Temperatur geltend. An den beiden Basisstationen ist in der Regel die relative Feuchtigkeit um 2 p am geringsten, auf der Zugspitze zeigt sich untertags, besonders im Sommer, eine Zunahme derselben; offenkundig im Zusammenhang mit dem Gang der Bewölkung, auf die wir im nächsten Teile zu sprechen kommen.

**Die Bewölkung.**

Die mittlere Bewölkung ist eines der wichtigsten klimatischen Elemente, insbesondere auch wegen ihres Zusammenhanges mit der Temperatur. Die tägliche und jährliche Bewölkungsziffer ist vorzugsweise durch die topographische Lage eines Ortes bestimmt.

Nachstehend sind die entsprechenden Daten für die Zugspitze und die Fussstation Partenkirchen mitgeteilt.

**Mittlere Bewölkung.**

**Partenkirchen:**

| Jan.       | Febr. | März | April | Mai | Juni       | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|------------|-------|------|-------|-----|------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| <b>4.9</b> | 6.0   | 5.8  | 6.2   | 5.9 | <b>6.3</b> | 5.7  | 5.4  | 5.8   | 5.5  | 5.9  | 5.7  | 5.8  |

**Zugspitze:**

|            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>5.3</b> | 6.4 | 6.5 | 7.4 | 7.2 | <b>7.7</b> | 7.5 | 7.1 | 6.0 | 5.6 | 5.5 | 5.9 | 6.5 |
|------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

**Partenkirchen:**

**Zugspitze:**

|        | Winter     | Frühjahr   | Sommer     | Herbst | Jahr | Winter     | Frühjahr | Sommer     | Herbst     | Jahr |
|--------|------------|------------|------------|--------|------|------------|----------|------------|------------|------|
| 7 a    | 5.8        | <b>5.9</b> | <b>5.5</b> | 5.8    | 5.8  | 6.6        | 6.7      | <b>6.8</b> | <b>5.7</b> | 6.4  |
| 2 p    | <b>5.8</b> | <b>6.4</b> | 6.2        | 5.9    | 6.1  | <b>6.2</b> | 7.8      | <b>8.2</b> | <b>6.2</b> | 7.1  |
| 9 p    | <b>5.0</b> | <b>5.6</b> | 5.5        | 5.5    | 5.4  | 5.4        | 6.7      | <b>7.0</b> | <b>5.3</b> | 6.1  |
| Mittel | <b>5.5</b> | <b>6.0</b> | 5.8        | 5.7    | 5.8  | 5.9        | 7.0      | <b>7.4</b> | <b>5.7</b> | 6.5  |

<sup>1)</sup> H. v. Ficker „Klimatographie von Tirol und Vorarlberg“ pag. 20.



Partenkirchen:

|                        | 7 a | 2 p | 9 p | Mittel |
|------------------------|-----|-----|-----|--------|
| März bis August:       | 5.7 | 6.3 | 5.6 | 5.9    |
| September bis Februar: | 5.8 | 5.8 | 5.3 | 5.6    |

Zugspitze:

|                        |     |     |     |     |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| März bis August:       | 6.7 | 8.0 | 6.9 | 7.2 |
| September bis Februar: | 6.1 | 6.2 | 5.3 | 5.8 |

Die Extreme der mittleren Bewölkung fallen auf der Talstation und auf dem Berge auf dieselben Monate. Die grösste Bewölkungsziffer hat der Juni, die kleinste der Januar. Der täglichen Wärmezufuhr entsprechend ist in den Mittagsstunden die Bewölkungsziffer grösser als früh oder abends, mit Ausnahme im November, wo die herbstlichen Nebel untertags aufgelöst werden. Die tägliche Schwankung des Bewölkungsmittels ist am kleinsten im Januar und November; auf der Zugspitze ist sie am grössten im Juni und Juli, in Partenkirchen im (Mai und) Juli. Das grosse Bewölkungsmittel in den Sommermonaten, besonders um 2 p, findet ohne weiteres seine Erklärung in der Konvektion. Die Zusammenfassung nach Jahreszeiten zeigt deutlich die Gegensätze zwischen Partenkirchen und Zugspitze.

Instruktive ergänzende Daten liefern die Häufigkeitszahlen der heiteren und trüben Tage<sup>1)</sup> und der Tage mit Nebel. Die Zahlen geben an, wieviele Tage eines Monats heiter oder trüb waren, wobei durchweg die Reduktion auf das Normalmonat vorgenommen wurde.

Anzahl der heiteren und trüben Tage:

Partenkirchen.

|        | Jan.        | Febr. | März | April | Mai | Juni        | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr  |
|--------|-------------|-------|------|-------|-----|-------------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Heiter | <b>10.2</b> | 4.5   | 6.3  | 4.0   | 3.6 | <b>3.2</b>  | 3.9  | 5.3  | 6.3   | 6.8  | 5.3  | 5.3  | 66.6  |
| Trüb   | <b>8.1</b>  | 10.3  | 10.0 | 9.8   | 8.6 | <b>10.5</b> | 7.3  | 6.9  | 9.7   | 8.6  | 9.6  | 8.9  | 110.8 |

Zugspitze.

|        |            |      |      |      |      |             |            |      |      |            |     |     |       |
|--------|------------|------|------|------|------|-------------|------------|------|------|------------|-----|-----|-------|
| Heiter | <b>7.6</b> | 4.1  | 4.0  | 2.0  | 1.9  | 1.3         | <b>0.8</b> | 2.9  | 6.7  | 5.8        | 7.3 | 5.1 | 50.7  |
| Trüb   | 10.0       | 10.8 | 12.0 | 15.1 | 14.1 | <b>16.6</b> | 14.6       | 13.3 | 12.1 | <b>8.9</b> | 9.6 | 9.8 | 150.6 |

Partenkirchen

Zugspitze

|          | Heiter      | Trüb        | Heiter      | Trüb        |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Winter   | <b>20.5</b> | 27.6        | 17.3        | <b>31.0</b> |
| Frühjahr | 14.4        | <b>29.4</b> | 8.2         | 42.5        |
| Sommer   | <b>12.9</b> | <b>25.5</b> | 5.1         | <b>46.0</b> |
| Herbst   | 18.8        | 28.3        | <b>20.1</b> | 31.1        |
| Jahr     | 66.6        | 110.8       | 50.7        | 150.6       |

Anzahl der Tage mit Nebel.

Partenkirchen.

| Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni       | Juli | Aug.       | Sept. | Okt.       | Nov. | Dez. | Jahr |
|------|-------|------|-------|-----|------------|------|------------|-------|------------|------|------|------|
| 1.1  | 3.5   | 3.4  | 0.9   | 0.8 | <b>0.2</b> | 0.3  | <b>0.2</b> | 2.4   | <b>3.9</b> | 1.9  | 3.4  | 22.5 |

Zugspitze.

|             |      |      |      |      |             |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>14.7</b> | 18.3 | 20.1 | 23.7 | 22.9 | <b>25.8</b> | 24.3 | 22.4 | 19.0 | 16.6 | 15.4 | 15.2 | 244.7 |
|-------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|

Partenkirchen

Zugspitze

|                 |      |       |
|-----------------|------|-------|
| Winter:         | 8.1  | 48.8  |
| Frühjahr:       | 5.3  | 69.0  |
| Sommer:         | 0.7  | 75.0  |
| Herbst:         | 8.4  | 51.9  |
| Winterhalbjahr: | 16.5 | 100.7 |
| Sommerhalbjahr: | 6.0  | 144.0 |
| Jahr:           | 22.5 | 244.7 |

Der Verlauf der Häufigkeit der heiteren und trüben Tage weist interessante Verschiedenheiten zwischen Partenkirchen und Zugspitze auf. Auch das Maximum liegt bei den trüben Tagen im Juni; die wenigsten heiteren Tage überhaupt hat der Sommer. Die Zugspitze hat die wenigsten trüben Tage im Oktober, die meisten heiteren im Januar; Partenkirchen zeigt die günstigsten Verhältnisse im Januar.

<sup>1)</sup> Bewölkungsmittel < 2.0 bzw. > 8.0.

Auf die Bewölkungsziffer, besonders auf der Zugspitze, hat die Nebelbildung grossen Einfluss. Auf den Einfluss der Windrichtung auf die Nebelbildung und Bewölkungsziffer werden wir später zu sprechen kommen; hier werde lediglich in Kürze die Häufigkeit diskutiert. Als störend wurde der Umstand empfunden, dass Nebeltage, die den ganzen Tag über trüb waren, in der Statistik nicht zu trennen sind von Tagen, an welchen sich der Nebel untertags wieder auflöste, Angaben, die von hoher klimatischer Bedeutung wären.

Auf der Zugspitze ist die Häufigkeit der Tage mit Nebel sehr gross: 245 pro Jahr, das ist 67 0/0; 25.8 Tage also 86 0/0 treffen auf den Juni, 14.7 Tage, somit 47 0/0 fallen auf den Januar.

Weitere spezielle Daten mögen den Tabellen entnommen werden.

## Der Sonnenschein.

Die Bewölkungsschätzungen um 7 a, 2 p und 9 p stellen nur Stichproben dar. Als Ergänzung des Bewölkungsmittel kann die Aufzeichnung des Sonnenscheins dienen. Mit Rücksicht auf die grossen instrumentellen und persönlichen Fehler, die beim Campbell-Stokesschen Apparat die Registrierung belasten, geben wir die Daten nur mit aller Zurückhaltung bekannt.

### Anzahl der Tage mit Sonnenschein:

|               | Jan. | Febr.       | März | April | Mai  | Juni | Juli        | Aug. | Sept. | Okt.        | Nov. | Dez.        | Jahr |
|---------------|------|-------------|------|-------|------|------|-------------|------|-------|-------------|------|-------------|------|
| Partenkirchen | 18.3 | 18.9        | 21.6 | 23.5  | 24.5 | 25.5 | <b>26.4</b> | 25.9 | 23.9  | 22.1        | 19.4 | <b>17.0</b> | 27.4 |
| Zugspitze     | 20.0 | <b>17.9</b> | 21.9 | 20.3  | 21.7 | 20.9 | 21.2        | 22.1 | 22.7  | <b>23.4</b> | 20.8 | 18.5        | 25.9 |

### Mittlere Anzahl der Stunden mit Sonnenschein:

|               | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|---------------|------|-------|------|-------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Partenkirchen | 77   | 88    | 126  | 130   | 151 | 144  | 166  | 176  | 147   | 123  | 83   | 57   | 1513 |
| Zugspitze     | 121  | 102   | 128  | 115   | 132 | 128  | 124  | 143  | 152   | 142  | 119  | 90   | 1534 |

### Verhältnis des wirklichen Sonnenscheins zum möglichen (0/0):

|               | Jan.        | Febr. | März | April | Mai  | Juni        | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez.        | Jahr |
|---------------|-------------|-------|------|-------|------|-------------|------|-------------|-------|------|------|-------------|------|
| Partenkirchen | 31.0        | 28.5  | 35.8 | 31.8  | 33.9 | 28.5        | 36.6 | <b>41.1</b> | 38.0  | 38.1 | 29.5 | <b>23.7</b> | 39.7 |
| Zugspitze     | <b>46.5</b> | 33.1  | 36.4 | 27.9  | 29.5 | <b>26.8</b> | 27.4 | 34.0        | 40.3  | 44.9 | 42.6 | 35.9        | 35.4 |

An der Talstation werden im Juli die meisten Tage mit Sonne verzeichnet, die wenigsten im Dezember. Auf der Hochstation Zugspitze ist der trübste Monat der Februar, der am meisten begünstigte der Oktober. Das Verhältnis des wirklichen Sonnenscheins zum möglichen gibt ebenfalls typische Unterschiede zwischen der Berg- und der Talstation. Partenkirchen hat im August 41 0/0 Sonnenschein, im Dezember nur 24 0/0. Die Zugspitze hat ihren sonnenscheinreichsten Monat im Januar mit 47 0/0, den trübsten im Juni mit 27 0/0. Wie sehr dies Verhältnis in einzelnen Monaten wechseln kann, sieht man am besten aus extremen Fällen: Der Mai 1902 hatte nur 11 0/0 Sonne, der Januar 1903 66 0/0, der Oktober 1908 sogar 75 0/0! Der Unterschied in der Sonnenscheindauer zwischen Partenkirchen und Zugspitze ist am grössten im Januar und Juli. Im Januar hat die Zugspitze 16 0/0 mehr Sonne als Partenkirchen, im Juli dagegen um 9 0/0 weniger.

Ganz evident ist also die Bevorzugung des Berggipfels zur Zeit der tiefsten Temperaturen mit dem meisten Sonnenschein, andererseits die geringere prozentuale Sonnenscheindauer zur Zeit des längsten Tages; im letzteren Falle liegt die Ursache vor allem in der starken Bewölkungszunahme untertags im Sommer.

Ganz deutlich sind auch noch folgende kurzen Tabellen, die das Sommerhalbjahr der Winterhälfte gegenüberstellen:

### Häufigkeit der Tage mit Sonnenschein:

|                     | Partenkirchen | Zugspitze |
|---------------------|---------------|-----------|
| Frühjahr und Sommer | 55.6 0/0      | 51.2 0/0  |
| Herbst und Winter   | 44.4 0/0      | 48.8 0/0  |

### Prozentuale Häufigkeit des Sonnenscheins:

|                     | Partenkirchen | Zugspitze |
|---------------------|---------------|-----------|
| Frühjahr und Sommer | 52.4 0/0      | 42.8 0/0  |
| Herbst und Winter   | 47.6 0/0      | 57.2 0/0  |

Aus obiger Gegenüberstellung ist die Bevorzugung der Hochstation im Herbst und Winter deutlich erkennbar: Die Zugspitze hat in der kälteren Jahreshälfte um 10 0/0 mehr Sonne als Partenkirchen.

## Der Niederschlag.

Eines der wichtigsten klimatischen Elemente ist der Niederschlag. Die Messung desselben auf Berggipfeln ist jedoch sehr ungenau. Die „Niederschlagssumme“ auf einem sturmumrandeten Berge ist lediglich die Bilanz zwischen gefallenem und angewehtem Niederschlag einerseits und weggewehtem andererseits. Auffälligerweise scheinen die auf der Zugspitze gewonnenen Resultate relativ gut zu sein. Die mitgeteilten zehnjährigen Mittel von Partenkirchen und Hohenpeissenberg, vorzüglich aber der Zugspitze können keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit erheben, wir wollen ihnen nur provisorische Bedeutung beilegen.

### Partenkirchen.

|           | Mittel 1901/1910 | Auf Normalmonat red. | % der Jahressumme |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| Januar    | 75.5             | 71.7                 | 5.7               |
| Februar   | <b>61.9</b>      | <b>65.6</b>          | <b>4.7</b>        |
| März      | 78.6             | 74.7                 | 5.9               |
| April     | 117.8            | 117.8                | 8.9               |
| Mai       | 119.3            | 113.4                | 9.0               |
| Juni      | 173.3            | <b>173.3</b>         | 13.1              |
| Juli      | 175.4            | 166.6                | 13.2              |
| August    | <b>179.5</b>     | 170.5                | <b>13.5</b>       |
| September | 124.9            | 124.9                | 9.4               |
| Oktober   | 75.0             | 71.3                 | 5.7               |
| November  | 69.0             | 69.0                 | 5.2               |
| Dezember  | 76.4             | 72.6                 | 5.8               |
| Winter    | <b>213.8</b>     |                      | <b>16.2</b>       |
| Frühjahr  | 315.7            |                      | 23.8              |
| Sommer    | <b>528.2</b>     |                      | <b>39.8</b>       |
| Herbst    | 268.9            |                      | 20.3              |
| Jahr      | 1326.6           |                      |                   |

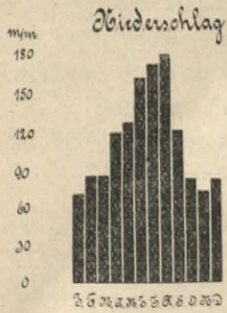
### Hohenpeissenberg.

|           | Mittel 1901/1910 | Auf Normalmonat red. | % der Jahressumme |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| Januar    | 55.3             | 52.5                 | 5.3               |
| Februar   | <b>49.9</b>      | 52.9                 | <b>5.0</b>        |
| März      | 54.0             | 51.3                 | 5.4               |
| April     | 84.2             | 84.2                 | 8.4               |
| Mai       | 91.9             | 87.3                 | 9.2               |
| Juni      | <b>141.5</b>     | <b>141.5</b>         | <b>14.1</b>       |
| Juli      | 136.5            | 129.7                | 13.6              |
| August    | 130.1            | 123.6                | 13.0              |
| September | 93.4             | 93.4                 | 9.3               |
| Oktober   | 52.3             | <b>49.7</b>          | 5.2               |
| November  | 52.3             | 52.3                 | 5.2               |
| Dezember  | 59.0             | 56.1                 | 5.9               |
| Winter    | <b>164.2</b>     |                      | <b>16.2</b>       |
| Frühjahr  | 230.1            |                      | 23.0              |
| Sommer    | <b>408.1</b>     |                      | <b>40.7</b>       |
| Herbst    | 198.0            |                      | 19.7              |
| Jahr      | 1000.4           |                      |                   |

### Zugspitze

|           | Mittel 1901/1910 | Auf Norm. red. | % der Jahressumme |
|-----------|------------------|----------------|-------------------|
| Januar    | 75.0             | <b>71.2</b>    | <b>5.2</b>        |
| Februar   | 80.7             | 85.5           | 6.2               |
| März      | 90.5             | 86.0           | 6.3               |
| April     | 120.4            | 120.4          | 8.8               |
| Mai       | 134.4            | 127.7          | 9.3               |
| Juni      | 162.7            | 162.7          | 11.9              |
| Juli      | 183.4            | 174.3          | 12.7              |
| August    | <b>192.0</b>     | <b>182.4</b>   | <b>13.3</b>       |
| September | 121.4            | 121.4          | 8.9               |
| Oktober   | 87.7             | 83.3           | 6.1               |
| November  | <b>73.0</b>      | 73.0           | 5.3               |
| Dezember  | 87.2             | 82.8           | 6.0               |
| Winter    | <b>242.8</b>     |                | <b>17.4</b>       |
| Frühjahr  | 345.3            |                | 24.4              |
| Sommer    | <b>538.1</b>     |                | <b>37.9</b>       |
| Herbst    | 282.0            |                | 20.3              |
| Jahr      | 1408.2           |                |                   |

Die Jahressumme des Niederschlages auf der Zugspitze mit 1408 mm entspricht der an anderen alpinen Hochstationen gemessenen. Bei der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge zeigt sich in markanter Weise der Temperatureinfluss auf die Feuchtigkeitsverhältnisse: Das Maximum liegt im Sommer, das Minimum im Winter; der niederschlagreichste Monat auf der Zugspitze ist der August, der ärmste der Januar (ev. noch der November). In Partenkirchen sind die Extreme (der reduzierten Summen) verschoben auf den gewitterreichen Juni und den Februar, auf dem Hohenpeissenberg auf den Juni und Oktober. Eine Diskussion weiterer Details dürfte sich erübrigen.



Die Differenz zwischen Sommer und Winter beträgt in Prozenten der Jahressumme

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| für: Partenkirchen | 24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| Hohenpeissenberg   | 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| Zugspitze          | 21 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

Die Differenz der Niederschlagssummen zwischen Zugspitze und den Basisstationen beträgt

|                            | Winter | Frühjahr | Sommer | Herbst | Jahr  |
|----------------------------|--------|----------|--------|--------|-------|
| Zugspitze—Partenkirchen    | 29.0   | 29.6     | 9.9    | 13.1   | 81.6  |
| Zugspitze—Hohenpeissenberg | 78.6   | 115.2    | 130.0  | 84.0   | 407.8 |

Auffällig ist die geringe Differenz der Niederschlagssummen zwischen Partenkirchen und Zugspitze, besonders im Sommer. Gross dagegen ist die Abweichung vom Hohenpeissenberg, der um 400 mm weniger misst, am grössten ist die Differenz auch hier im Sommer.

Nur kurz sei die vertikale Verteilung des Niederschlages im Zugspitzgebiet berührt. Im dreijährigen Mittel 1908/1910 ergibt sich folgende Verteilung:

| Station                          | Seehöhe | Jahressumme |
|----------------------------------|---------|-------------|
| 1. Partenkirchen                 | 717 m   | 1422 mm     |
| 2. Untergrainau <sup>1)</sup>    | 748 m   | 1310 mm     |
| 3. Raintaler Bauer <sup>1)</sup> | 942 m   | 1867 mm     |
| 4. Eibsee <sup>1)</sup>          | 973 m   | 1270 mm     |
| 5. Kreuzeck <sup>1)</sup>        | 1652 m  | 1531 mm     |
| 6. Zugspitze                     | 2962 m  | 1558 mm     |

Die Zugspitze liegt sicher weit über der Zone des maximalen Niederschlages, ihre Höhe dürfte vermutungsweise etwa in mehr als 1500 m liegen. Sehr störend wirkt der lokale Einfluss der Lage der Stationen: z. B. haben wir in Untergrainau und am Eibsee ganz geringe Niederschläge, die sich nur durch ihre Lage an der Leeseite der Ammergauer die Berge erklären lassen.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch noch die Frage nach den grössten Niederschlagssummen eines Jahres, welche nachstehende Tabelle enthält:

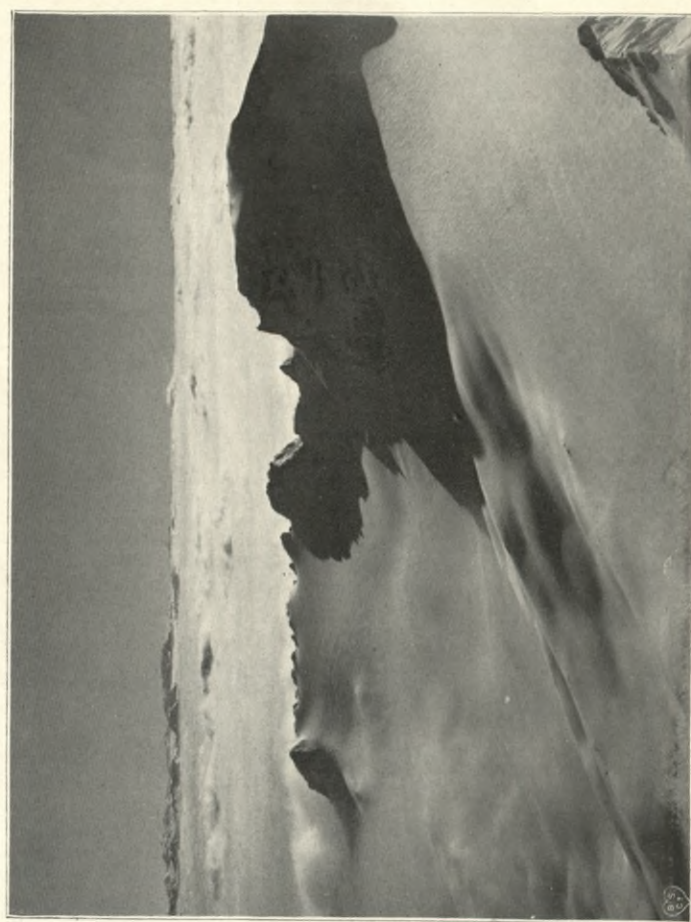
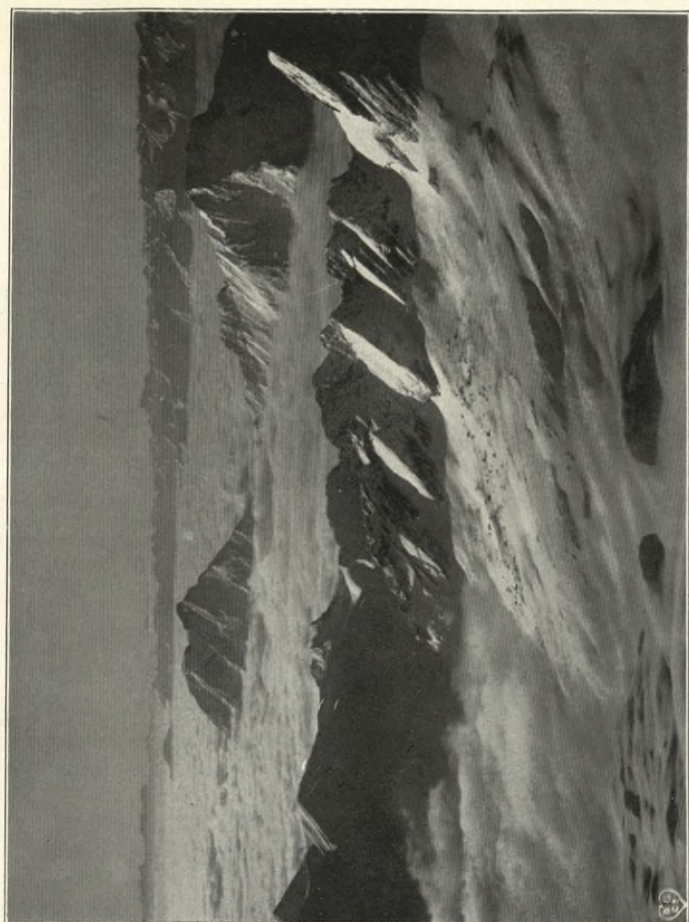
| Jahr     | Partenkirchen |               | Hohenpeissenberg |               | Zugspitze |              |
|----------|---------------|---------------|------------------|---------------|-----------|--------------|
|          | mm            | am            | mm               | am            | mm        | am           |
| 1901     | 98.0          | 3. VIII.      | 42.4             | 16. VI.       | 55.0      | 10. X.       |
| 1902     | 32.0          | 28. VII.      | 26.9             | 18. VI.       | 40.2      | 23. V.       |
| 1903     | 44.0          | 30. VII.      | 42.2             | 22. VI.       | 34.3      | 18. IV.      |
| 1904     | 56.0          | 26. VIII.     | 45.3             | 28. IX.       | 52.2      | 24. II.      |
| 1905     | 70.0          | 7. VIII.      | 47.3             | 12. VIII.     | 36.2      | 11. X.       |
| 1906     | 44.0          | 22. VI.       | 55.9             | 29. VI.       | 59.7      | 25. IV.      |
| 1907     | 49.2          | 16. VIII.     | 34.1             | 27. V.        | 38.1      | 23. VI.      |
| 1908     | 49.8          | 9. VIII.      | 50.6             | 31. VIII.     | 50.1      | 31. VIII.    |
| 1909     | 47.5          | 14. IV.       | 42.3             | 12. VII.      | 45.6      | 10. XII.     |
| 1910     | 86.0          | 14. VI.       | 94.5             | 18. VII.      | 93.4      | 14. VI.      |
| Maximum: | 98.0          | 3. VIII. 1901 | 94.5             | 18. VII. 1910 | 93.4      | 14. VI. 1910 |

Wichtig ist noch die Angabe der Tage, an welchen Niederschläge fallen. Nachstehend folgen die mittleren Zahlen der Niederschlagstage für die üblichen Schwellenwerte  $\geq 0.1$  mm und  $\geq 1.0$  mm. Von einer Reduktion auf Normalmonat wurde abgesehen, ebenso von der Berechnung der Niederschlagswahrscheinlichkeit.

**Niederschlagshäufigkeit für Niederschläge  $\geq 0.1$  mm.**

|                  | Jan. | Febr. | März | April | Mai  | Juni        | Juli        | Aug. | Sept. | Okt.        | Nov. | Dez. | Jahr  |
|------------------|------|-------|------|-------|------|-------------|-------------|------|-------|-------------|------|------|-------|
| Partenkirchen    | 13.8 | 16.0  | 16.0 | 19.6  | 20.3 | <b>21.2</b> | 20.4        | 18.4 | 16.4  | <b>12.2</b> | 12.8 | 13.2 | 200.3 |
| Hohenpeissenberg | 13.4 | 15.1  | 14.4 | 16.9  | 17.9 | <b>18.1</b> | 17.8        | 16.5 | 14.6  | <b>13.0</b> | 14.2 | 13.4 | 185.3 |
| Zugspitze        | 14.5 | 17.2  | 18.9 | 21.2  | 21.5 | 21.2        | <b>22.2</b> | 21.0 | 16.5  | <b>12.4</b> | 13.4 | 13.8 | 213.8 |

<sup>1)</sup> Den Publikationen des k. b. hydrotechnischen Bureaus entnommen.





|          | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze   |
|----------|---------------|------------------|-------------|
| Winter   | 43.0          | 41.9             | 45.5        |
| Frühjahr | 55.9          | 49.2             | 61.6        |
| Sommer   | <b>60.0</b>   | <b>52.4</b>      | <b>64.4</b> |
| Herbst   | 41.4          | 41.8             | 42.3        |
| Jahr     | 200.3         | 185.3            | 213.8       |

**Niederschlagshäufigkeit für Niederschläge  $\geq 1.0$  mm.**

|                  | Jan. | Febr. | März | April | Mai  | Juni        | Juli        | Aug. | Sept. | Okt.       | Nov. | Dez.       | Jahr  |
|------------------|------|-------|------|-------|------|-------------|-------------|------|-------|------------|------|------------|-------|
| Partenkirchen    | 10.1 | 12.0  | 11.7 | 13.7  | 15.9 | <b>17.3</b> | 16.6        | 14.6 | 13.0  | 10.0       | 10.1 | <b>9.7</b> | 154.7 |
| Hohenpeissenberg | 10.0 | 11.3  | 10.5 | 12.8  | 14.1 | <b>14.7</b> | 14.3        | 12.7 | 11.9  | <b>8.5</b> | 9.4  | 10.5       | 140.7 |
| Zugspitze        | 10.7 | 11.9  | 13.8 | 16.3  | 16.6 | 18.0        | <b>19.0</b> | 18.3 | 13.4  | <b>9.5</b> | 10.4 | 9.9        | 167.8 |

|          | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze   |
|----------|---------------|------------------|-------------|
| Winter   | <b>31.8</b>   | 31.8             | <b>32.5</b> |
| Frühjahr | 41.3          | 37.4             | 46.7        |
| Sommer   | <b>48.5</b>   | <b>41.7</b>      | <b>55.3</b> |
| Herbst   | 33.1          | <b>29.8</b>      | 33.3        |
| Jahr     | 154.7         | 140.7            | 167.8       |

Beachtenswert ist vor allem, dass von allen drei Stationen die Zugspitze die meisten Tage mit Niederschlag hat, besonders aber der Umstand, dass Partenkirchen durchweg mehr Niederschlagstage (und auch eine grössere Niederschlags-summe) hat als der Hohenpeissenberg, was offenbar durch die Lage der Station in einem Talkessel mit Erhebungen von ca 2000 m relativer Höhe im Süden desselben bedingt ist.

Der Vollständigkeit halber folgen noch die Zusammenstellungen der Tage mit Schneefall und Schneedecke, sowie der Tage mit Gewitter.

**Anzahl der Tage mit Schneefall.**

|                  | Jan. | Febr.       | März | April       | Mai  | Juni | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr  |
|------------------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|-------|
| Partenkirchen    | 8.6  | <b>10.0</b> | 8.5  | 6.2         | 1.8  | —    | —    | —           | 0.1   | 1.4  | 5.4  | 7.4  | 49.4  |
| Hohenpeissenberg | 10.4 | <b>12.5</b> | 11.0 | 8.7         | 4.4  | 0.2  | —    | —           | 0.2   | 2.4  | 7.0  | 10.2 | 66.8  |
| Zugspitze        | 15.0 | 16.3        | 18.4 | <b>20.1</b> | 19.5 | 17.0 | 11.9 | <b>11.1</b> | 12.4  | 12.2 | 13.2 | 13.9 | 181.0 |

|          | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze   |
|----------|---------------|------------------|-------------|
| Winter   | <b>26.0</b>   | <b>33.1</b>      | 45.2        |
| Frühjahr | 16.5          | 24.1             | <b>58.0</b> |
| Sommer   | —             | —                | 40.0        |
| Herbst   | 6.9           | 9.6              | <b>37.8</b> |
| Jahr     | 49.4          | 66.8             | 181.0       |

Während im Tale die meisten Tage mit Schneefall im Februar auftreten, schneit es auf der Zugspitze am meisten im April. Das Frühjahr überhaupt bringt der Höhe viele Schneetage. Die wenigsten Tage mit Schneefall auf der Zugspitze hat nicht der Sommer sondern der Herbst!

**Anzahl der Tage mit Schneedecke.**

|                  | Jan.        | Febr.       | März        | April       | Mai         | Juni | Juli | Aug.        | Sept. | Okt. | Nov. | Dez.        | Jahr  |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|-------------|-------|------|------|-------------|-------|
| Partenkirchen    | 28.3        | <b>27.4</b> | 18.7        | 5.5         | 0.7         | —    | —    | —           | —     | 0.6  | 7.3  | 23.8        | 112.3 |
| Hohenpeissenberg | 25.9        | <b>25.8</b> | 19.9        | 6.7         | 2.3         | —    | —    | —           | —     | 2.3  | 9.5  | 21.7        | 114.1 |
| Zugspitze        | <b>31.0</b> | <b>28.2</b> | <b>31.0</b> | <b>30.0</b> | <b>31.0</b> | 28.6 | 17.5 | <b>12.1</b> | 18.5  | 22.3 | 27.0 | <b>31.0</b> | 308.2 |

|          | Partenkirchen | Hohenpeissenberg | Zugspitze   |
|----------|---------------|------------------|-------------|
| Winter   | <b>79.5</b>   | <b>73.4</b>      | <b>90.2</b> |
| Frühjahr | 24.9          | 28.9             | <b>92.0</b> |
| Sommer   | —             | —                | <b>58.2</b> |
| Herbst   | 7.9           | 11.8             | 67.8        |
| Jahr     | 112.3         | 114.1            | 308.2       |

An 308 Tagen im Jahresmittel liegt auf der Zugspitze Schnee; sogar der wärmste Monat August hat im Mittel noch an 12 Tagen eine Schneedecke. Interessant ist auch ferner der Umstand, dass der freigelegene und höhere Hohenpeissenberg die nahezu gleiche Anzahl Tage mit Schneedecke hat, wie Partenkirchen.

Die Schätzung der Stärke der Schneedecke auf der Zugspitze ist ein Unding, da der Schnee beständig vom Winde transportiert wird und oftmals meterhohe Anwehungen neben apergefegten Felspartien liegen. Da beispielsweise für hydrographische Zwecke es sehr wichtig ist, die Dicke der Schneelage zu kennen, wurden in neuester Zeit auf dem Plattachferner Stangen aufgestellt, an denen von der Zugspitze aus mittels Fernrohr bei sichtigem Wetter die Ablesungen vorgenommen werden.<sup>1)</sup> Um einen ungefähren Überblick über die Schneemengen auf der Zugspitze zu geben, stellen wir aus der zehnjährigen Reihe für jeden Monat immer das kleinste und das absolut grösste Maximum der geschätzten Schneehöhe (in cm) gegenüber. Wir bitten aber, die Zahlen mit Reserve aufzunehmen.

Die maximale Schneehöhe der Zugspitze liegt

|           | im Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez.   |
|-----------|---------|-------|------|-------|-----|------|------|------|-------|------|------|--------|
| zwischen: | 90      | 110   | 170  | 165   | 155 | 40   | 5    | 10   | 10    | 5    | 5    | 65     |
| und:      | 400     | 445   | 530  | 525   | 540 | 275  | 100  | 125  | 125   | 165  | 162  | 266 cm |

Die Häufigkeit der Gewittertage ist auf der Zugspitze wenig von der in Partenkirchen verschieden. Im Mittel ist die

#### Anzahl der Tage mit Gewitter:

|               | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli        | August | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|---------------|------|-------|------|-------|-----|------|-------------|--------|-------|------|------|------|------|
| Partenkirchen | 0.3  | —     | —    | 1.5   | 4.2 | 7.5  | <b>9.6</b>  | 7.3    | 2.1   | 0.5  | 0.1  | 0.1  | 33.9 |
| Zugspitze     | 0.2  | —     | —    | 0.8   | 4.6 | 7.8  | <b>10.3</b> | 7.8    | 3.7   | 0.8  | —    | —    | 36.6 |

Das Maximum der Gewittertätigkeit fällt auf den Juli, vereinzelt treten auch Wintergewitter auf. Die auf der Zugspitze etwas grösseren Häufigkeitszahlen haben ihre Erklärung wohl in dem grösseren Gesichtskreise der Hochstation.

Ehe wir den Abschnitt über den Niederschlag beschliessen, wollen wir noch kurz auf die Häufigkeit und Dauer von Niederschlags- und Trockenperioden<sup>2)</sup> eingehen. Im allgemeinen sind solche Betrachtungen nur von Wert für die Landwirtschaft oder die Hydrographie. Es lassen sich jedoch auch für die Hochregionen Berechtigungsgründe, wie Einfluss auf die Schneelage, Gletscherbewegung usw. anführen.

#### Mittlere Dauer von Niederschlags- und Trockenperioden auf der Zugspitze.

|              | Jan. | Febr. | März | April      | Mai        | Juni | Juli | Aug.       | Sept. | Okt.       | Nov. | Dez.       |
|--------------|------|-------|------|------------|------------|------|------|------------|-------|------------|------|------------|
| Niederschlag | 3.8  | 3.4   | 4.2  | <b>5.8</b> | <b>5.8</b> | 5.2  | 5.4  | 4.1        | 4.3   | <b>2.9</b> | 3.0  | <b>2.9</b> |
| Trockenzeit  | 3.5  | 2.4   | 2.5  | <b>1.9</b> | 2.5        | 2.1  | 2.2  | <b>1.9</b> | 3.5   | <b>5.3</b> | 4.3  | 3.9        |

#### Maximale Dauer von Niederschlags- und Trockenperioden.

|              | Jan <sup>3)</sup> | Febr.    | März     | April    | Mai       | Juni | Juli | Aug. | Sept.     | Okt.      | Nov.      | Dez. |
|--------------|-------------------|----------|----------|----------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|
| Niederschlag | <b>34</b>         | 14       | 19       | 18       | <b>34</b> | 26   | 26   | 11   | 18        | 19        | <b>10</b> | 11   |
| Trockenzeit  | 15                | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>8</b>  | 9    | 9    | 9    | <b>18</b> | <b>18</b> | 17        | 14   |

Frühjahr und Sommer sind, wie auch aus diesen Tabellen folgt, die niederschlagreichsten Jahreszeiten. Der Herbst ist sowohl durch eine grosse absolute als mittlere Dauer der Trockenperioden sehr begünstigt.

## Der Wind.

Wir wollen in diesem Abschnitt vorerst auf Grund der Schätzungen die Windverhältnisse der Zugspitze untersuchen. Einen Registrierapparat zur Aufzeichnung der Windrichtung besitzt die Zugspitze nicht; die uns zu Gebote stehende Registrierung der Geschwindigkeit ist vielfach störenden Einflüssen, wie Brandung am Gipfel oder Raufrostansatz am Schalenkreuz, unterworfen; überdies erstreckt sich die Beobachtungsreihe nur auf 3 Jahre. Um dem abzuhelfen, haben wir nach der von Assmann in „Die Winde in Deutschland“ durchgeführten Methode die Winde des Zeitraumes 1901/10 sowohl nach Richtung als nach Stärke gesichtet<sup>4)</sup>. Um, wenn auch nur annähernd, einen Ueberblick über den täglichen Gang des Windes zu gewinnen, erfolgte eine gesonderte Behandlung der 7a-, 2p- und 9p-Windschätzung.

Des Vergleiches halber ist später auch der Hohenpeissenberg herangezogen worden. Der Schluss ist der Einwirkung des Windes auf die Bewölkungsziffer sowie auf Regen- und Nebelbildung gewidmet.

<sup>1)</sup> Vergl. „Beobachtungen der meteorologischen Station in Bayern im Jahre 1911“, pag. XI.

<sup>2)</sup> Unter Niederschlagsperiode oder Trockenperiode verstehen wir einfach die Aufeinanderfolge von Tagen mit oder ohne Niederschlag, ohne auf die Stärke des Niederschlags Rücksicht zu nehmen.

<sup>3)</sup> Greift eine Periode in einen anderen Monat über, so wurde die Zahl dem Monat zugeschrieben, auf den die meisten Tage fielen.

<sup>4)</sup> Eine Publikation des gesamten Arbeitsmaterials und der Einzelresultate ist hier an dieser Stelle nicht möglich. Das Material befindet sich nun im Archiv der k. b. meteorologischen Zentralstation, wo es Interessenten jederzeit zur Verfügung steht.



### Häufigkeit der Windrichtungen auf der Zugspitze

(10jährige Mittel in %)

|           | N           | NE         | E          | SE          | S           | SW          | W           | NW          | C           |
|-----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar    | 16.7        | 3.9        | 4.0        | 13.1        | <b>5.2</b>  | 7.7         | 12.5        | 32.5        | 4.4         |
| Februar   | <b>18.4</b> | 3.5        | 2.8        | 13.1        | 8.5         | 8.2         | 10.7        | 31.1        | <b>3.9</b>  |
| März      | 14.1        | 2.6        | 2.6        | 11.3        | <b>14.3</b> | 8.4         | 12.4        | 29.5        | 4.9         |
| April     | 15.6        | <b>1.8</b> | 2.5        | 12.0        | 11.7        | <b>6.8</b>  | 12.0        | 31.5        | 6.0         |
| Mai       | 12.6        | 2.7        | 3.3        | 18.6        | 11.9        | 8.0         | 9.6         | 24.6        | 8.6         |
| Juni      | 15.3        | <b>4.8</b> | 2.7        | 12.2        | 11.7        | 7.8         | 9.0         | 27.9        | 8.6         |
| Juli      | 12.0        | 1.9        | 1.3        | 7.1         | 7.8         | 8.0         | 13.3        | <b>38.6</b> | 6.7         |
| August    | <b>10.6</b> | 1.9        | <b>0.8</b> | <b>5.9</b>  | 9.4         | <b>11.6</b> | <b>16.2</b> | 36.8        | 6.8         |
| September | 16.9        | 4.5        | 2.9        | 13.6        | 12.7        | 10.0        | <b>7.2</b>  | 21.7        | <b>10.3</b> |
| Oktober   | 10.8        | 3.5        | <b>4.8</b> | <b>19.3</b> | 12.9        | 9.6         | 13.3        | <b>18.7</b> | 7.7         |
| November  | 16.5        | <b>4.8</b> | 3.4        | 10.2        | 10.5        | 11.5        | 11.7        | 25.5        | 5.9         |
| Dezember  | 14.8        | 2.9        | 2.8        | 14.0        | 12.0        | 10.2        | 12.8        | 25.4        | 5.0         |
| Jahr      | 14.8        | 3.2        | <b>2.8</b> | 12.5        | 10.7        | 9.0         | 11.8        | <b>28.6</b> | 6.6         |

Nachstehende Tabellen bilden die Grundlagen für die Besprechung des täglichen Ganges der Windrichtung:

| Winter.                        |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
|--------------------------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
|                                | N           | NE         | E          | SE          | S           | SW          | W           | NW          | C          |             |
| 7 a                            | 18.4        | 3.7        | 3.4        | 12.3        | 6.7         | 8.9         | 11.9        | 30.4        | 4.3        |             |
| 2 p                            | 13.5        | 3.5        | 3.2        | 15.0        | 9.1         | 8.4         | 12.7        | 28.7        | 5.9        |             |
| 9 p                            | 17.8        | 3.2        | 2.9        | 13.0        | 9.9         | 8.8         | 11.6        | 29.7        | 3.1        |             |
| Frühjahr.                      |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
| 7 a                            | 14.7        | 3.2        | 3.0        | 12.0        | 10.7        | 8.9         | 10.8        | 30.0        | 6.6        |             |
| 2 p                            | 12.7        | 1.9        | 2.5        | 16.4        | 13.1        | 7.9         | 12.0        | 25.7        | 7.8        |             |
| 9 p                            | 14.8        | 2.0        | 2.8        | 13.6        | 14.2        | 6.5         | 11.1        | 29.8        | 5.1        |             |
| Sommer.                        |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
| 7 a                            | 15.5        | 2.9        | 1.7        | 7.0         | 7.6         | 8.0         | 12.9        | 36.4        | 8.0        |             |
| 2 p                            | 11.4        | 2.8        | 1.6        | 12.0        | 11.8        | 11.4        | 13.8        | 26.9        | 8.3        |             |
| 9 p                            | 14.3        | 2.7        | 1.6        | 6.3         | 9.3         | 7.9         | 12.1        | 40.2        | 5.7        |             |
| Herbst.                        |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
| 7 a                            | 16.5        | 5.4        | 3.8        | 12.8        | 8.8         | 10.4        | 10.9        | 23.8        | 7.5        |             |
| 2 p                            | 11.3        | 3.2        | 3.3        | 17.7        | 15.2        | 9.9         | 11.1        | 19.1        | 9.2        |             |
| 9 p                            | 16.4        | 4.1        | 4.1        | 12.1        | 12.1        | 10.8        | 10.2        | 23.1        | 7.3        |             |
| Gesamtmittel der Jahreszeiten. |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
| Winter                         | <b>16.6</b> | 3.4        | 3.2        | 13.4        | <b>8.6</b>  | 8.7         | 12.1        | 29.6        | <b>4.4</b> |             |
| Frühjahr                       | 14.1        | <b>2.4</b> | 2.8        | 14.0        | <b>12.7</b> | <b>7.8</b>  | 11.3        | 28.5        | 6.5        |             |
| Sommer                         | <b>13.7</b> | 2.8        | <b>1.6</b> | <b>8.4</b>  | 9.6         | 9.1         | <b>12.9</b> | <b>34.5</b> | 7.3        |             |
| Herbst                         | 14.7        | <b>4.2</b> | <b>3.7</b> | <b>14.2</b> | 12.0        | <b>10.4</b> | <b>10.8</b> | <b>21.9</b> | <b>8.0</b> |             |
| Jahr.                          |             |            |            |             |             |             |             |             |            |             |
| Stärke                         | N           | NE         | E          | SE          | S           | SW          | W           | NW          | C          | Summe       |
| 0— 2 mps                       | 2.0         | 0.7        | 0.5        | 2.2         | 1.6         | 1.2         | 1.6         | 2.7         |            | 12.5        |
| über 2— 5 mps                  | 5.1         | 1.4        | 1.1        | 4.4         | 3.0         | 2.7         | 4.1         | 8.9         |            | <b>30.6</b> |
| über 5—10 mps                  | 4.6         | 0.8        | 1.2        | 3.7         | 3.1         | 2.7         | 3.3         | 9.1         |            | 28.3        |
| über 10—15 mps                 | 2.4         | 0.3        | 0.2        | 1.7         | 2.2         | 1.8         | 1.9         | 5.7         |            | 16.3        |
| über 15 mps                    | 0.8         | 0.0        | 0.1        | 0.6         | 0.7         | 0.6         | 0.7         | 2.3         |            | <b>5.7</b>  |
| Summe                          | 14.8        | 3.2        | <b>2.8</b> | 12.5        | 10.7        | 9.0         | 11.8        | <b>28.6</b> | 6.6        | 100         |

Im Jahresdurchschnitt fällt die grösste Häufigkeitszahl 28.6% auf den NW-Wind; viel geringere Häufigkeit 14.8% weist der N-Wind auf. Winde aus östlichen Richtungen sind sehr selten, relativ oft ist jedoch der SE vertreten.

Interessante Einzelheiten bieten sich bei Betrachtung der jahreszeitlichen Modifikationen; deutlich kommt hierbei die Abhängigkeit der Windrichtungen auf den Bergen von den, die typischen Wetterlagen bestimmenden, Depressionen zum Ausdruck.

Die Bestimmung des Zusammenhanges einzelner Windrichtungen mit bestimmten Wetterlagen ist Aufgabe synoptischer Untersuchungen, sodass wir uns kurz fassen wollen. NW- und N-Winde hängen enge zusammen mit der Rückseite

abziehender Depressionen<sup>1)</sup>. Der im Winter, Frühjahr und Herbst häufige SE verdankt im allgemeinen wohl einer heranziehenden Mittelmeerdepression seine Häufigkeit. Pernter<sup>2)</sup> schreibt: „Die Windrichtung auf unseren höchsten Gipfeln wird von den wandernden Zyklonen bestimmt und entspricht nach dem Buys-Ballotschen Gesetze im wesentlichen den Isobaren im Meeresniveau.“ Im Frühjahr sind die NW- und N-Winde etwas weniger häufig. Auch die an der Vorderseite der Depressionen wehenden SW- und W-Winde haben sich etwas vermindert. Auffällig ist hingegen die grosse Häufigkeitszunahme der S-Winde. Im Sommer sind wieder W- und NW-Winde sehr häufig, während die Prozentzahlen für N, E und S im Mittel abnehmen. Deutlich ist das typische Herbstwetter, das wir schon in allen Elementen auf der Zugspitze markant ausgeprägt fanden, von den vorherrschenden Windrichtungen repräsentiert: Winde aus östlichen und südlichen Richtungen wehen am häufigsten, der NW-Wind erreicht sein Jahresminimum.

Interessant ist ferner der tägliche Gang des Windes auf der Zugspitze, auf den wir jedoch nur auf Grund der drei täglichen Terminsbeobachtungen schliessen können. Die Winde aus NW, N, NE und E haben ihre grösste Häufigkeit um 7 a und ihr Minimum um 2 p. Dagegen erreichen die Winde aus SE, S, SW und W um 2 p ihre grösste Frequenz: Diese Drehung mit der Sonne ist sehr deutlich ausgeprägt. Sie ist verursacht durch die infolge der Erwärmung eingetretenen Hebung der Niveauflächen und dem Abfliessen der Luft in der Höhe.

Auf einen Zusammenhang der Windverhältnisse auf der Zugspitze mit dem Windsysteme auf der vorgelagerten Hochebene werden wir geführt durch einen Vergleich mit dem Hohenpeissenberg. Zu diesem Zwecke wollen wir jedoch nur das notwendigste Zahlenmaterial mitteilen.

### Häufigkeit der Windrichtungen auf dem Hohenpeissenberg.

(10jähriges Mittel, ‰).

|           | N          | NE          | E           | SE         | S          | SW          | W           | NW          | C          |
|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Januar    | <b>1.4</b> | 11.5        | 7.2         | 5.1        | 1.6        | 11.8        | <b>49.5</b> | 6.6         | <b>5.3</b> |
| Februar   | 2.1        | 14.7        | <b>5.8</b>  | 3.7        | 1.9        | 12.1        | 46.4        | 9.9         | 3.5        |
| März      | 3.6        | 13.8        | 9.1         | 3.4        | 2.2        | 11.2        | 42.0        | 10.1        | 4.3        |
| April     | 3.8        | 17.1        | 8.7         | 3.8        | <b>1.0</b> | 11.2        | 43.1        | 9.1         | 2.2        |
| Mai       | 3.7        | 16.2        | 13.6        | 5.4        | 2.6        | 11.4        | 35.7        | 8.5         | 2.7        |
| Juni      | 4.0        | 17.7        | <b>15.2</b> | 3.1        | 1.6        | 9.4         | 36.2        | <b>10.8</b> | <b>2.0</b> |
| Juli      | 3.5        | 11.7        | 9.8         | 3.8        | <b>1.0</b> | <b>13.0</b> | 44.5        | 9.7         | 3.0        |
| August    | <b>6.1</b> | <b>9.4</b>  | 9.6         | <b>2.7</b> | 1.5        | 11.5        | 45.8        | 10.3        | 3.0        |
| September | 2.9        | <b>21.8</b> | 14.5        | 5.0        | 1.2        | <b>8.8</b>  | <b>34.0</b> | 8.7         | 3.1        |
| Oktober   | 3.3        | 17.3        | 11.1        | <b>6.4</b> | 2.4        | 9.8         | 38.7        | 7.9         | 3.1        |
| November  | 3.0        | 15.4        | 10.7        | 4.0        | 2.1        | 13.2        | 41.8        | <b>5.9</b>  | 3.9        |
| Dezember  | 3.2        | 9.0         | 9.1         | 6.2        | <b>3.8</b> | 11.8        | 45.4        | 8.9         | 2.6        |
| Jahr      | 3.4        | 14.7        | 10.3        | 4.4        | <b>2.1</b> | 11.3        | <b>41.9</b> | 8.9         | 3.2        |

#### Winter.

|     |     |      |     |     |     |      |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 7 a | 2.2 | 10.5 | 5.5 | 6.2 | 2.1 | 12.6 | 48.0 | 9.3 | 3.4 |
| 2 p | 3.1 | 12.9 | 7.9 | 4.7 | 3.3 | 11.6 | 42.0 | 9.5 | 4.7 |
| 9 p | 1.4 | 11.8 | 8.3 | 4.2 | 1.9 | 11.4 | 51.2 | 6.6 | 3.2 |

#### Frühjahr.

|     |     |      |      |     |     |      |      |      |     |
|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|
| 7 a | 2.7 | 11.0 | 9.2  | 5.5 | 3.4 | 12.6 | 41.4 | 9.4  | 4.8 |
| 2 p | 6.6 | 20.0 | 11.6 | 2.8 | 1.1 | 10.0 | 33.6 | 12.4 | 1.8 |
| 9 p | 1.6 | 16.5 | 10.5 | 4.5 | 1.3 | 11.2 | 45.8 | 6.0  | 2.6 |

#### Sommer.

|     |     |      |      |     |     |      |      |      |     |
|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|
| 7 a | 2.2 | 5.6  | 10.8 | 4.9 | 2.1 | 15.1 | 46.0 | 8.2  | 5.2 |
| 2 p | 8.7 | 17.3 | 12.3 | 1.1 | 0.9 | 9.5  | 34.8 | 14.8 | 0.6 |
| 9 p | 2.8 | 16.0 | 11.5 | 3.6 | 1.1 | 9.3  | 45.7 | 7.8  | 2.2 |

#### Herbst.

|     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |
|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 7 a | 2.3 | 12.3 | 11.6 | 6.1 | 2.3 | 13.5 | 38.6 | 8.6 | 4.7 |
| 2 p | 5.7 | 25.6 | 11.7 | 3.0 | 1.9 | 8.3  | 32.4 | 9.0 | 2.0 |
| 9 p | 1.2 | 16.0 | 13.1 | 6.4 | 1.6 | 10.0 | 43.5 | 4.8 | 3.4 |

Auf dem Hohenpeissenberg sind die Westwinde mit 41.9 ‰ vorherrschend, auf der Zugspitze, der Drehung im Uhrzeigersinn entsprechend, NW. Auf dem Hohenpeissenberg ist auch die Häufigkeit der NE- und SW-Winde, in einzelnen Monaten auch der E-Winde, gross, während Winde aus SE und S (auch N) nur schwach vertreten sind.

<sup>1)</sup> Vergl. Bartholomew's Physikal Atlas Vol III. Plate 12.

<sup>2)</sup> „Die Windverhältnisse auf dem Sonnblick“ pag. 34.

Das entgegengesetzte Verhalten der nördlichen und südlichen Winde auf dem Hohenpeissenberg begründet eine etwas eingehendere Beschäftigung.

Auf der Zugspitze sind im Winter die N-Winde am häufigsten. Im August dagegen, wo man — allerdings im Widerspruch mit dem Umlaufen des Windes mit der Sonne — eine Vermehrung der Nordwinde durch Hebung der Niveauflächen im Alpenvorland erwarten sollte, sind sie am seltensten.

Die Häufigkeit der südlichen und südöstlichen Winde ist in der Zugspitzhöhe bedeutend grösser als auf dem Hohenpeissenberg; im allgemeinen sind bei SW-Wind die Unterschiede nicht besonders gross. Dass SE- und S-Winde oben in Zugspitzhöhe öfter auftreten als unten, hat seinen Grund darin, dass die Zugspitze schon längst auf eine ins Mittelmeer einziehende Depression reagiert oder dass oben in 3000 m Föhnströmung herrscht, die noch nicht bis zum Erdboden vorgedrungen ist<sup>1)</sup>. Schmauss<sup>2)</sup> bringt die Häufigkeit der NE- und E-Winde auf dem Hohenpeissenberg in kausalen Zusammenhang mit den Südwinden der Zugspitze: „Es wird sich sogar ein System von Saugwinden einstellen, welche zunächst als N-Winde entstehend, durch das Gelände gezwungen in nordöstliche bzw. östliche Winde übergehen.“

Einen weiteren Gesichtspunkt erhalten wir, wenn wir auf die einzelnen Monate zurückgehen und dabei vorzugsweise auf den täglichen Gang des Windes Rücksicht nehmen.

Auf der Zugspitze sind um 2 p S-Winde am häufigsten. Im Laufe des Vormittags und Mittags erwärmt sich die Ebene sehr stark, so dass sich die Luftmassen heben. Hiedurch entsteht in allen Niveaus ein Strömen der Luft gegen das Gebirge (also von N—S). Nun schiebt sich — und das halte ich für wesentlich zur Beurteilung der lokal modifizierten Verhältnisse — die ca 2000 m (absolut) hohe Gruppe der Ammergauer Berge zwischen Hohenpeissenberg und Zugspitze. So ist ein direktes Ansteigen des Landwindes am Zugspitzmassiv von der Ebene aus durch die Ammergauer Berge aufgehalten. Damit steht im Einklang die im Sommer Tag für Tag zu machende Beobachtung, dass die Ammergauer Gruppe durch starke cu-Entwicklung und Gewitterbildung bevorzugt ist. Die Zeichnung eines (nicht überhöhten) Profils Hohenpeissenberg—Ammergauer Gruppe—Zugspitze veranschaulicht die Situation.

Zur Charakterisierung des täglichen Ganges der Winddrehung geben wir im Nachfolgenden die Differenzen der Häufigkeitsprozente 2 p—7 a für Hohenpeissenberg und Zugspitze.

| Hohenpeissenberg: |      |       |      |      |      |      |       |      |      | Zugspitze: |       |      |      |      |      |      |      |       |      |
|-------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                   | N    | NE    | E    | SE   | S    | SW   | W     | NW   | C    |            | N     | NE   | E    | SE   | S    | SW   | W    | NW    | C    |
| Januar            | +0.9 | +2.6  | +2.0 | -2.3 | +1.6 | -1.6 | -4.2  | -1.6 | +2.6 | Januar     | -4.7  | -1.2 | -0.4 | +1.9 | +0.5 | +2.1 | +0.8 | +0.5  | +0.4 |
| Februar           | ±0.0 | +3.9  | +2.9 | -3.5 | +1.1 | -0.7 | -4.3  | ±0.0 | +0.7 | Februar    | -6.2  | +1.1 | -1.0 | +1.8 | +3.4 | -2.7 | +3.9 | -3.0  | +2.8 |
| März              | +3.2 | +9.6  | +1.3 | -0.7 | -2.6 | -2.6 | -6.1  | +0.6 | -2.9 | März       | -2.8  | ±0.0 | ±0.0 | +1.8 | +2.1 | -2.3 | +1.0 | -1.4  | +1.6 |
| April             | +4.0 | +7.7  | +2.7 | -2.7 | -1.3 | -1.3 | -8.3  | +2.0 | -2.6 | April      | -0.1  | -2.0 | -1.5 | +6.2 | +2.0 | -0.6 | +3.5 | -8.7  | +1.3 |
| Mai               | +4.5 | +9.7  | +3.2 | -4.8 | -2.9 | -3.8 | -9.0  | +6.5 | -3.3 | Mai        | -3.1  | -1.9 | -0.1 | +5.2 | +3.1 | +0.2 | -0.8 | -3.1  | +0.6 |
| Juni              | +6.3 | +18.0 | +0.7 | -2.0 | -2.0 | -6.7 | -14.3 | +4.0 | -3.7 | Juni       | -7.2  | +0.3 | ±0.0 | +6.0 | +3.8 | +0.8 | +3.7 | -6.1  | -1.3 |
| Juli              | +6.4 | +9.7  | +0.6 | -5.8 | -0.7 | -2.9 | -10.0 | +8.1 | -5.5 | Juli       | +11.7 | -0.4 | -0.2 | +3.6 | +4.3 | +1.8 | +1.5 | -9.8  | +0.6 |
| August            | +6.8 | +7.4  | +3.3 | -3.3 | -1.0 | -7.1 | -9.3  | +7.7 | -4.5 | August     | -3.9  | ±0.0 | -0.1 | +5.5 | +4.5 | +7.5 | -2.4 | -12.3 | +1.3 |
| September         | +3.0 | +19.7 | -1.0 | -4.6 | -1.6 | -4.3 | -11.7 | +4.0 | -3.3 | September  | -4.7  | -3.0 | -0.6 | +8.0 | +9.8 | -0.8 | -0.3 | -9.6  | +1.3 |
| Oktober           | +3.2 | +16.5 | +1.3 | -4.5 | ±0.0 | -9.0 | -4.2  | +0.4 | -3.5 | Oktober    | -3.2  | -2.9 | -2.1 | +5.8 | +7.7 | -1.3 | -0.4 | -3.1  | -3.2 |
| November          | +4.0 | +5.4  | ±0.0 | -0.3 | +0.3 | -2.3 | -2.7  | -3.0 | -1.3 | November   | -5.8  | -0.5 | +1.2 | +3.0 | +1.5 | +0.5 | +1.2 | -1.6  | +0.7 |
| Dezember          | +1.6 | +0.7  | +3.3 | +1.3 | +1.0 | -0.7 | -9.4  | +2.0 | +0.6 | Dezember   | -4.4  | -0.4 | +0.6 | +4.4 | +3.6 | -0.9 | -1.8 | -2.7  | +1.6 |

Hieraus sind die Veränderungen des Windes von 7 a bis 2 p deutlich zu ersehen. Auf der Zugspitze nehmen mit fortschreitender täglicher Erwärmung fast ausschliesslich die SE- und S-Winde zu, in den Hochsommermonaten auch noch SW und teilweise W. Auf dem Hohenpeissenberg sind diese Richtungen (SE, S, SW und W) um 2 p weniger häufig als um 7 a. Vom täglichen Wärmegang wird auf dem Hohenpeissenberg am meisten der NE-Wind beeinflusst; im Juni beträgt die Zunahme von 7 a bis 2 p 180/0, im September sogar fast 200/0.

Wir glauben nicht fehlzugehen, wenn wir in der Häufigkeit der südlichen Winde der Zugspitze und der nordöstlichen auf dem Hohenpeissenberg im allgemeinen nicht eine Saugwirkung annehmen, sondern diese Winde einfach als abhängig von der, durch den täglichen Wärmegang verursachten, Luftbewegung betrachten. Beim Hohenpeissenberg dürften die Winde auch vielfach durch lokale Verhältnisse bedingt sein: Nordöstlich vom Hohenpeissenberg liegt das Ammertal, das sich zu dem nur 20 km entfernten Ammersee erstreckt. Auch der Starnbergersee ist nur 20 km vom Hohenpeissenberg entfernt. Das Hügelterrain zwischen den beiden Seen liegt nun genau im NE vom Hohenpeissenberg, so dass es ziemlich sicher erscheint, dass hiedurch die Häufigkeit der NE-Winde bestimmt wird.

Nach dieser kleinen Abschweifung, die wir jedoch zur Deutung wichtiger Punkte unternehmen mussten, kehren wir wieder zur Zugspitze zurück und untersuchen den Einfluss der **Windrichtung** auf die **Bewölkungsziffer** sowie die **Nebel- und Niederschlagshäufigkeit**.

Ohne weiteres ist evident, dass für die Zugspitze die Winde aus nördlichen Richtungen am meisten Trübung und Niederschläge bringen. Im Jahresdurchschnitt entfallen auf die einzelnen Windrichtungen folgende Bewölkungsmittel:

|     | N   | NE  | E   | SE  | S   | SW  | W   | NW  | C   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7 a | 6.3 | 5.2 | 4.6 | 5.7 | 6.0 | 5.8 | 6.3 | 7.5 | 5.2 |
| 2 p | 7.8 | 6.3 | 5.3 | 6.3 | 6.2 | 6.3 | 7.0 | 8.4 | 6.1 |
| 9 p | 6.5 | 6.3 | 4.9 | 5.2 | 5.3 | 5.0 | 5.9 | 7.5 | 5.0 |

<sup>1)</sup> Häufigkeit südlicher Winde im März: Zugspitze 34/0, Mittenwald 38/0, Hohenpeissenberg dagegen nur 17/0.

<sup>2)</sup> „Die gleichzeitigen Windverhältnisse an den Stationen Mittenwald—Harlaching, Hohenpeissenberg und Zugspitze“ in „Meteorologische Beobachtungen in Bayern“ 1909, pag. 2.

Um nicht zu weitläufig zu werden, wollen wir für die einzelnen Monate nur das Gesamtmittel der Bewölkung, für die Jahreszeiten jedoch auch noch die 3 Terminalsittel mitteilen.

|           | N   | NE  | E   | SE  | S   | SW  | W   | NW  | C   |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Januar    | 5.7 | 3.9 | 2.4 | 3.4 | 3.9 | 4.6 | 6.2 | 6.5 | 3.7 |
| Februar   | 6.3 | 4.1 | 6.3 | 5.4 | 5.9 | 5.5 | 6.9 | 7.7 | 7.0 |
| März      | 6.8 | 6.5 | 5.1 | 5.5 | 5.6 | 5.5 | 5.9 | 8.1 | 5.5 |
| April     | 7.9 | 7.0 | 5.9 | 6.8 | 6.2 | 6.1 | 6.9 | 8.5 | 6.6 |
| Mai       | 7.3 | 7.6 | 6.3 | 7.1 | 6.1 | 6.8 | 7.2 | 8.2 | 6.8 |
| Juni      | 7.8 | 7.8 | 5.8 | 7.6 | 7.3 | 7.2 | 7.3 | 8.5 | 6.9 |
| Juli      | 7.7 | 7.9 | 6.9 | 7.8 | 6.4 | 6.3 | 6.3 | 8.2 | 6.0 |
| August    | 7.5 | 6.5 | 5.6 | 7.4 | 6.2 | 5.9 | 6.5 | 7.9 | 5.9 |
| September | 7.1 | 5.9 | 4.7 | 5.2 | 5.4 | 4.4 | 5.3 | 7.5 | 5.5 |
| Oktober   | 6.3 | 6.6 | 4.8 | 5.4 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 7.4 | 4.8 |
| November  | 5.6 | 4.0 | 3.1 | 4.9 | 5.8 | 5.6 | 6.1 | 6.7 | 3.4 |
| Dezember  | 5.4 | 4.1 | 5.3 | 4.6 | 5.4 | 6.2 | 6.6 | 7.2 | 4.9 |

Der jährliche Gang der Bewölkung ist deutlich ausgeprägt: Das Minimum liegt im Spätherbst und im Winter, das Maximum im Sommer. N- und NW-Winde haben die grössten Bewölkungsmittel im Gefolge, wenn auch hervorgehoben werden muss, dass auch oft südliche Winde stärkere Bewölkung verursachen. Die geringste Bewölkung herrscht im allgemeinen bei östlichen Winden.

In den einzelnen Jahreszeiten ergibt sich folgender Zusammenhang zwischen Windrichtung und Bewölkungsmittel:

|     |  | Winter.   |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|--|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |  | N         | NE  | E   | SE  | S   | SW  | W   | NW  | C   |
| 7 a |  | 6.1       | 3.9 | 4.4 | 5.1 | 5.9 | 5.8 | 7.1 | 7.0 | 5.3 |
| 2 p |  | 6.2       | 4.2 | 4.5 | 4.8 | 5.2 | 6.2 | 6.7 | 7.5 | 3.1 |
| 9 p |  | 5.4       | 4.0 | 4.2 | 3.5 | 4.8 | 4.5 | 5.9 | 6.8 | 3.8 |
|     |  | Frühjahr. |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7 a |  | 6.4       | 5.6 | 5.8 | 6.4 | 5.9 | 6.1 | 6.7 | 8.0 | 5.6 |
| 2 p |  | 8.7       | 8.5 | 5.9 | 7.4 | 6.5 | 6.7 | 7.0 | 8.7 | 7.2 |
| 9 p |  | 7.2       | 7.5 | 5.7 | 5.8 | 5.5 | 5.3 | 6.1 | 8.2 | 6.2 |
|     |  | Sommer.   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7 a |  | 6.5       | 7.2 | 5.2 | 7.3 | 6.3 | 5.5 | 6.0 | 7.6 | 5.2 |
| 2 p |  | 9.3       | 7.8 | 7.4 | 7.9 | 7.3 | 6.9 | 8.0 | 9.1 | 7.7 |
| 9 p |  | 7.5       | 7.7 | 5.6 | 7.4 | 6.4 | 6.5 | 6.4 | 8.0 | 5.9 |
|     |  | Herbst.   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7 a |  | 6.1       | 4.7 | 3.7 | 4.8 | 6.2 | 5.7 | 5.3 | 6.9 | 4.7 |
| 2 p |  | 7.3       | 5.8 | 4.5 | 5.6 | 5.5 | 5.3 | 6.1 | 8.0 | 5.4 |
| 9 p |  | 6.0       | 6.3 | 4.6 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 5.1 | 6.8 | 3.8 |

Wie schon erwähnt, macht sich überall der tägliche Bewölkungsgang geltend. Erwähnenswert ist noch, dass durch südliche Winde der tägliche Gang eine Unterbrechung, mindestens eine Schwächung, erleidet; so z. B. ist im Herbst und Winter von 7 a bis 2 p bei südlichen Winden (auch bei W) eine Abnahme der Bewölkungsziffer zu konstatieren.

Im wesentlichen Zusammenhang mit der Bewölkung steht die Nebelbildung. Um Wiederholungen zu vermeiden, wollen wir nach Mitteilung des Zahlenmaterials nur eine kurze Besprechung beifügen.

**Prozentuale Verteilung des Nebels auf die Windrichtungen:**

|           | N    | NE  | E   | SE   | S   | SW  | W    | NW   | C   |
|-----------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|
| Januar    | 25.1 | 2.5 | 1.3 | 1.5  | 0.4 | 1.3 | 12.9 | 52.2 | 2.7 |
| Februar   | 32.3 | 1.5 | 1.2 | 6.3  | 0.8 | 1.2 | 5.0  | 49.0 | 2.7 |
| März      | 17.4 | 3.9 | 1.9 | 5.2  | 4.4 | 1.3 | 9.9  | 53.5 | 2.6 |
| April     | 21.1 | 1.7 | 1.2 | 6.1  | 3.4 | 2.7 | 8.4  | 50.2 | 5.0 |
| Mai       | 18.9 | 3.8 | 3.8 | 15.9 | 2.0 | 4.4 | 9.7  | 41.4 | 7.4 |
| Juni      | 19.4 | 5.6 | 1.9 | 10.2 | 6.1 | 3.9 | 6.5  | 40.8 | 5.5 |
| Juli      | 18.1 | 1.8 | 1.4 | 6.5  | 2.9 | 2.9 | 11.6 | 52.1 | 2.5 |
| August    | 15.4 | 2.5 | 0.8 | 5.5  | 2.6 | 3.7 | 10.2 | 54.6 | 4.9 |
| September | 25.5 | 5.1 | 2.5 | 8.2  | 7.4 | 4.5 | 3.5  | 33.5 | 9.9 |
| Oktober   | 15.4 | 5.6 | 4.6 | 14.8 | 4.5 | 5.6 | 7.2  | 34.5 | 8.0 |
| November  | 25.7 | 3.2 | 2.6 | 4.6  | 3.4 | 3.8 | 14.1 | 40.2 | 2.4 |
| Dezember  | 21.9 | 0.9 | 0.9 | 9.2  | 0.9 | 2.3 | 10.2 | 50.1 | 3.2 |

Jahreszeitliche Verteilung:

|     | Winter.   |     |     |      |     |     |      |      |     |
|-----|-----------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|
|     | N         | NE  | E   | SE   | S   | SW  | W    | NW   | C   |
| 7 a | 27.1      | 1.4 | 1.8 | 5.5  | 0.4 | 1.1 | 9.7  | 50.0 | 3.2 |
| 2 p | 20.9      | 2.0 | 0.4 | 7.6  | —   | 2.0 | 7.3  | 53.3 | 4.4 |
| 9 p | 26.3      | 2.0 | 1.2 | 4.2  | 1.8 | 1.8 | 10.7 | 50.4 | 1.2 |
|     | Frühjahr. |     |     |      |     |     |      |      |     |
| 7 a | 16.7      | 3.2 | 1.5 | 6.4  | 2.6 | 3.5 | 9.2  | 51.2 | 5.6 |
| 2 p | 21.0      | 2.4 | 2.1 | 11.2 | 3.2 | 2.9 | 9.4  | 41.4 | 5.8 |
| 9 p | 18.5      | 3.3 | 3.1 | 8.9  | 3.6 | 2.1 | 8.5  | 48.4 | 3.6 |
|     | Sommer.   |     |     |      |     |     |      |      |     |
| 7 a | 18.6      | 3.8 | 1.4 | 7.9  | 3.0 | 2.0 | 8.7  | 50.7 | 3.9 |
| 2 p | 18.3      | 3.4 | 1.7 | 10.0 | 5.0 | 3.4 | 10.4 | 41.7 | 6.1 |
| 9 p | 16.8      | 2.7 | 1.0 | 4.9  | 3.6 | 5.1 | 9.4  | 53.5 | 3.0 |
|     | Herbst.   |     |     |      |     |     |      |      |     |
| 7 a | 23.4      | 5.5 | 2.7 | 6.2  | 2.9 | 5.3 | 7.4  | 38.8 | 7.8 |
| 2 p | 19.2      | 3.6 | 3.1 | 12.8 | 7.3 | 4.6 | 8.0  | 32.9 | 8.4 |
| 9 p | 22.1      | 5.1 | 3.7 | 8.4  | 5.4 | 4.2 | 8.4  | 37.3 | 5.3 |
|     | Jahr.     |     |     |      |     |     |      |      |     |
| 7 a | 21.0      | 3.4 | 1.8 | 6.6  | 2.3 | 2.8 | 8.8  | 48.3 | 5.0 |
| 2 p | 19.8      | 3.0 | 1.9 | 10.5 | 4.1 | 3.3 | 9.1  | 42.2 | 6.2 |
| 9 p | 20.2      | 3.3 | 2.2 | 6.6  | 3.7 | 3.5 | 9.2  | 48.1 | 3.3 |

Die prozentuale Häufigkeit des Nebels ist für

|     |        |
|-----|--------|
| 7 a | 32.3 % |
| 2 p | 32.8 % |
| 9 p | 34.8 % |

An 35.7% der drei Termine hat die Zugspitze Nebel.

Im Gegensatz zur Bewölkung tritt von 7 a bis 2 p sehr oft keine Zunahme des Nebels ein. NW-Wind bringt den meisten Nebel; bei N und NW ist um 2 p die Nebelhäufigkeit geringer als früh oder abends. Bei südlichen und östlichen Winden tritt vielfach im Laufe des Tages Zunahme des Nebels ein. Dass die Nebelhäufigkeit bei nördlichen Winden um 2 p geringer ist als bei den anderen Terminen, hat seinen Grund wohl in dem Überwiegen südlicher Winde. Ist der Einfluss des mit der Sonne umgehenden Windes erschöpft, so stellt sich bei NW wieder eine um 10% grössere Nebelhäufigkeit ein.

Bei den einzelnen Windrichtungen ist die Häufigkeit des Nebels folgende:

| N    | NE  | E          | SE  | S   | SW  | W   | NW          | C   |
|------|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|
| 20.3 | 3.2 | <b>2.0</b> | 7.9 | 3.4 | 3.2 | 9.0 | <b>46.2</b> | 4.8 |

Reduziert man obige Daten auf gleiche Windanzahl (100), so verschiebt sich die Häufigkeit etwas:

| N    | NE   | E    | SE   | S           | SW   | W    | NW          | C    |
|------|------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|
| 49.1 | 35.7 | 24.8 | 22.7 | <b>11.2</b> | 12.7 | 27.4 | <b>57.6</b> | 26.1 |

Es trifft also auf 100 NW-Winde 58 mal Nebel, auf 100 S-Winde dagegen nur 11 mal.

Bei dem 3. Punkt, den wir hier erledigen wollen: die Häufigkeit des Niederschlags bei den einzelnen Windrichtungen, zeigen sich die gleichen Verhältnisse, so dass wir rasch hinweggehen können.

Von den Niederschlägen fallen um

|     |        |
|-----|--------|
| 7 a | 31.8 % |
| 2 p | 33.4 % |
| 9 p | 34.8 % |

Zu einem der drei Termine ist also mit 21.3% Wahrscheinlichkeit Niederschlag zu erwarten.

Die prozentuale Häufigkeit nach Jahreszeiten geschieden gibt im allgemeinen nichts Neues.

Auf die einzelnen Windrichtungen entfallen folgende Häufigkeitszahlen:

| N    | NE  | E          | SE  | S   | SW  | W   | NW          | C   |
|------|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|
| 21.5 | 3.4 | <b>1.8</b> | 5.6 | 3.1 | 3.9 | 9.3 | <b>45.8</b> | 5.6 |

oder bei Reduktion auf gleiche Windanzahl (100):

| N    | NE   | E    | SE  | S          | SW  | W    | NW          | C    |
|------|------|------|-----|------------|-----|------|-------------|------|
| 30.9 | 22.7 | 13.5 | 9.6 | <b>6.2</b> | 9.2 | 16.9 | <b>34.0</b> | 18.1 |

Naturgemäss tritt auch hier der grosse Prozentsatz der Niederschläge bei NW und N, also bei den gegen das Gebirge ansteigenden Winden, deutlich hervor.

Am Schlusse der Besprechung der Windverhältnisse erübrigt noch die Angabe der Sturmhäufigkeit, auf die wir übrigens bei der Behandlung der anemometrisch gewonnenen Werte noch zurückkommen werden. Es möge hier die tabellarische Übersicht genügen, die die Häufigkeit (0/0) der Winde von Stärke 8 der Beaufort-Skala, also von ca. 15 mps an, enthält:

|           | N   | NE  | E   | SE  | S   | SW  | W   | NW  | Summe |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Januar    | 1.1 | —   | —   | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 3.8 | 7.2   |
| Februar   | 1.3 | —   | 0.3 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 2.7 | 9.6   |
| März      | 1.7 | —   | —   | 1.2 | 1.5 | 0.2 | 0.6 | 3.7 | 8.8   |
| April     | 1.3 | —   | —   | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 2.7 | 4.8   |
| Mai       | 0.7 | —   | —   | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 2.3 | 4.8   |
| Juni      | 0.4 | —   | —   | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 1.8   |
| Juli      | 0.6 | 0.3 | —   | —   | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2.0   |
| August    | 0.2 | —   | —   | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 1.6 | 3.0   |
| September | 0.1 | —   | —   | 0.3 | —   | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 1.8   |
| Oktober   | 0.4 | —   | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 5.6   |
| November  | 1.2 | —   | 0.1 | 0.9 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 2.9 | 9.2   |
| Dezember  | 0.8 | —   | 0.3 | 0.5 | 1.8 | 1.2 | 1.7 | 3.4 | 9.9   |
| Winter    | 1.0 | —   | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 3.3 | 8.9   |
| Frühjahr  | 1.2 | —   | —   | 0.6 | 0.7 | 0.2 | 0.5 | 2.9 | 6.2   |
| Sommer    | 0.4 | 0.0 | —   | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.2 | 2.3   |
| Herbst    | 0.6 | —   | 0.1 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 0.9 | 1.8 | 5.5   |
| Jahr: 7 a | 0.7 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 2.2 | 5.4   |
| 2 p       | 0.7 | —   | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 2.0 | 4.8   |
| 9 p       | 1.0 | 0.0 | 0.1 | 0.8 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 2.7 | 7.0   |
| Jahr      | 0.8 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 2.3 | 5.7   |

## Der tägliche Gang der meteorologischen Elemente.

Bei der Untersuchung des täglichen Ganges des Luftdruckes, der Temperatur und der Feuchtigkeit standen uns nur 4 Jahre, nämlich die Auswertungen der Jahre 1906—1909, bei der Anemometer-Registrierung nur 3 Jahre, 1907—1909 zur Verfügung. Zum eventuellen Vergleiche dienten uns die Luftdruckregistrierungen vom Hohenpeissenberg, ebenfalls von 1906—1909.

Die im täglichen Gange auftretenden unregelmässigen und regelmässigen (jährlichen) Änderungen der einzelnen Elemente, wodurch am Ende des Monats vom Anfang verschiedene Werte erreicht werden, verursachen um 12 p oder 1 a einen oft erheblichen Sprung im Gange der Kurve. Die Kurven wurden daher nach der von L a m o n t<sup>1)</sup> angegebenen Methode ausgeglichen.

Zur Veranschaulichung haben wir die entsprechenden Diagramme und Isoplethen beigegeben. Eine isoplethäre Darstellung der Windgeschwindigkeit bietet, wie der Versuch ergab, wegen der Kürze der Beobachtungsreihe (3 Jahre), bei diesem unruhigen Element noch keinen genügend abgerundeten Überblick.

Ehe wir auf eine Besprechung eingehen, wollen wir zuerst die Mittelwerte der Elemente und die Abweichungen vom Mittel, die den graphischen Darstellungen zugrunde liegen, der Wichtigkeit halber in extenso mitteilen.

### Mittelwerte auf Grund der 4jährigen Registrierungen.

#### Zugspitze

|                               | Jan.   | Febr.         | März   | April | Mai   | Juni  | Juli        | Aug.         | Sept.       | Okt.  | Nov.        | Dez.   | Jahr  |
|-------------------------------|--------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------------|--------------|-------------|-------|-------------|--------|-------|
| Luftdruck 500 mm +            | 28.13  | <b>22.88</b>  | 23.53  | 25.98 | 31.40 | 33.16 | 34.13       | <b>35.46</b> | 34.36       | 32.31 | 28.36       | 24.10  | 29.48 |
| Temperatur                    | -11.32 | <b>-13.86</b> | -11.91 | -8.05 | -2.08 | 0.07  | 1.03        | <b>1.87</b>  | -0.65       | -1.49 | -7.31       | -10.87 | -5.38 |
| Relative Feuchtigkeit         | 74.3   | 84.8          | 84.3   | 88.6  | 86.0  | 89.9  | <b>91.0</b> | 87.7         | 82.3        | 76.5  | <b>71.3</b> | 84.3   | 83.4  |
| Windgeschwindigkeit (3 Jahre) | 5.45   | <b>6.59</b>   | 5.21   | 4.67  | 3.78  | 3.19  | 4.20        | 3.65         | <b>2.85</b> | 3.11  | 3.84        | 4.16   | 4.23  |

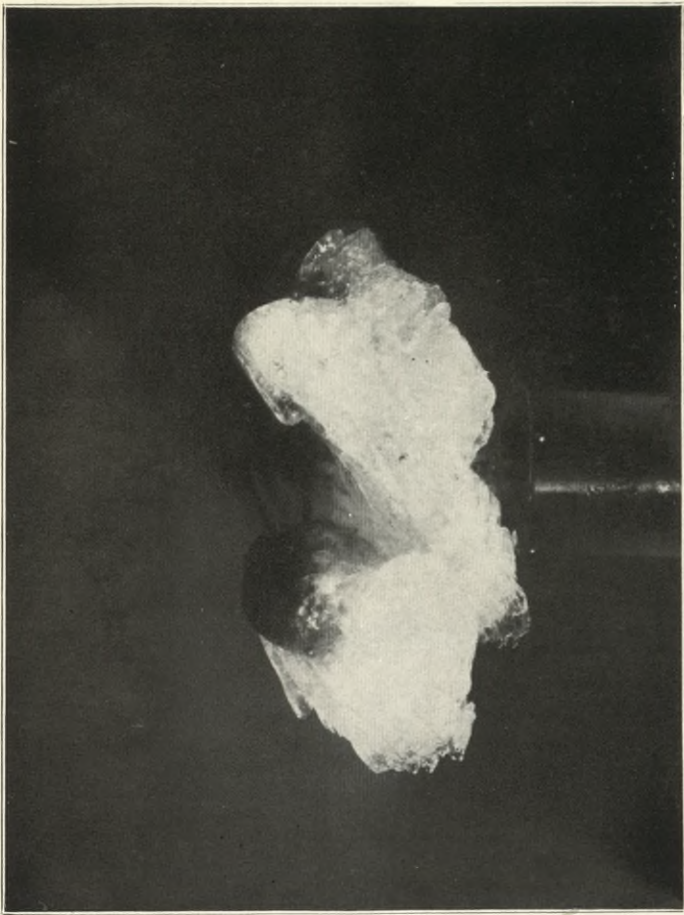
#### Hohenpeissenberg

|                    |       |       |              |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Luftdruck 600 mm + | 78.80 | 74.19 | <b>73.55</b> | 74.22 | 77.04 | 77.89 | 78.42 | 79.44 | <b>79.67</b> | 77.56 | 76.59 | 73.64 | 76.75 |
|--------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|

### Barometrische Mitteltemperatur der Luftsäule Hohenpeissenberg—Zugspitze.

|  |       |              |       |       |      |      |      |             |      |      |       |       |      |
|--|-------|--------------|-------|-------|------|------|------|-------------|------|------|-------|-------|------|
|  | -5.12 | <b>-8.47</b> | -6.17 | -2.21 | 4.58 | 6.95 | 8.14 | <b>9.34</b> | 6.52 | 5.67 | -1.10 | -5.17 | 0.96 |
|--|-------|--------------|-------|-------|------|------|------|-------------|------|------|-------|-------|------|

<sup>1)</sup> Vergl. Hann, „Lehrbuch der Meteorologie“ II. Aufl., pag. 573.







### Täglicher Gang des Luftdruckes auf der Zugspitze.

|                                      | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>mn</sup> | Amplitude   |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|
| <b>Abweichungen vom Mittelwerte.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |             |
| Jan.                                 | -0.03          | -0.08          | -0.09          | -0.18          | -0.27          | -0.26          | -0.22          | -0.12          | 0.07           | <b>0.27</b>     | <b>0.27</b>     | 0.12            | -0.06          | -0.12          | -0.06          | -0.03          | 0.00           | 0.04           | 0.09           | 0.11           | 0.11           | 0.10            | <b>0.12</b>     | 0.06             | 0.54        |
| Febr.                                | -0.02          | -0.06          | -0.21          | -0.32          | -0.38          | -0.41          | -0.34          | -0.23          | -0.11          | 0.06            | <b>0.16</b>     | 0.10            | -0.04          | -0.11          | -0.09          | -0.02          | 0.02           | 0.12           | 0.15           | 0.19           | <b>0.21</b>    | 0.20            | 0.18            | 0.10             | 0.62        |
| März                                 | <b>0.13</b>    | -0.02          | -0.18          | -0.33          | -0.39          | -0.40          | -0.36          | -0.28          | -0.18          | -0.03           | 0.08            | <b>0.09</b>     | 0.06           | <b>0.02</b>    | 0.03           | <b>0.02</b>    | 0.04           | 0.14           | 0.22           | 0.29           | 0.34           | <b>0.36</b>     | 0.29            | 0.24             | <b>0.76</b> |
| April                                | 0.04           | 0.11           | -0.22          | -0.36          | -0.41          | -0.38          | -0.33          | -0.31          | -0.22          | -0.05           | 0.02            | 0.07            | 0.12           | <b>0.15</b>    | <b>0.12</b>    | <b>0.12</b>    | 0.14           | 0.13           | 0.18           | 0.29           | <b>0.32</b>    | 0.29            | 0.24            | 0.18             | 0.73        |
| Mai                                  | -0.05          | -0.20          | -0.32          | -0.44          | -0.44          | -0.40          | -0.37          | -0.24          | -0.14          | -0.04           | 0.17            | 0.21            | <b>0.26</b>    | <b>0.26</b>    | 0.23           | 0.19           | 0.15           | <b>0.12</b>    | 0.13           | 0.22           | <b>0.28</b>    | <b>0.28</b>     | 0.19            | 0.10             | <b>0.72</b> |
| Juni                                 | -0.01          | -0.17          | -0.32          | -0.41          | -0.43          | -0.41          | -0.34          | -0.24          | -0.19          | -0.06           | 0.00            | 0.15            | 0.19           | 0.19           | <b>0.21</b>    | 0.17           | <b>0.12</b>    | 0.12           | 0.14           | 0.16           | <b>0.30</b>    | 0.29            | 0.24            | 0.15             | 0.73        |
| Juli                                 | 0.03           | -0.14          | -0.30          | -0.38          | -0.44          | -0.43          | -0.39          | -0.31          | -0.19          | -0.05           | 0.05            | 0.16            | 0.18           | 0.20           | <b>0.24</b>    | 0.19           | 0.16           | 0.17           | <b>0.15</b>    | 0.22           | <b>0.32</b>    | 0.31            | 0.25            | 0.18             | <b>0.76</b> |
| Aug.                                 | -0.11          | -0.16          | -0.29          | -0.42          | -0.44          | -0.43          | -0.39          | -0.29          | -0.16          | 0.00            | 0.10            | 0.14            | 0.20           | 0.21           | <b>0.22</b>    | 0.19           | 0.17           | <b>0.11</b>    | 0.12           | 0.21           | <b>0.27</b>    | 0.25            | 0.22            | 0.12             | 0.71        |
| Sept.                                | 0.03           | -0.11          | -0.24          | -0.35          | -0.40          | -0.41          | -0.34          | -0.29          | -0.11          | 0.01            | 0.10            | 0.13            | <b>0.14</b>    | <b>0.14</b>    | 0.12           | 0.11           | <b>0.09</b>    | 0.10           | 0.16           | 0.24           | <b>0.27</b>    | 0.24            | 0.20            | 0.12             | 0.68        |
| Okt.                                 | 0.04           | -0.07          | -0.22          | -0.29          | -0.33          | -0.38          | -0.29          | -0.11          | -0.04          | 0.10            | <b>0.18</b>     | 0.16            | 0.10           | 0.05           | 0.03           | <b>0.01</b>    | 0.02           | 0.10           | 0.15           | 0.18           | 0.21           | <b>0.22</b>     | 0.18            | 0.12             | 0.60        |
| Nov.                                 | -0.01          | -0.08          | -0.19          | -0.25          | -0.28          | -0.28          | -0.21          | -0.10          | 0.02           | <b>0.16</b>     | <b>0.16</b>     | 0.06            | 0.00           | -0.08          | -0.08          | -0.05          | 0.01           | 0.08           | 0.11           | 0.16           | <b>0.24</b>    | 0.21            | 0.17            | 0.08             | 0.52        |
| Dez.                                 | -0.02          | -0.04          | -0.08          | -0.18          | -0.23          | -0.21          | -0.17          | -0.07          | 0.07           | <b>0.29</b>     | 0.23            | 0.07            | -0.08          | -0.15          | -0.12          | -0.09          | -0.04          | -0.01          | 0.08           | 0.13           | <b>0.14</b>    | <b>0.14</b>     | 0.16            | 0.08             | <b>0.37</b> |
| Amplitude                            | 12.45          | 12.48          | 12.50          | 12.48          | 12.52          | 12.56          | 12.53          | 12.52          | 12.53          | 12.52           | 12.52           | 12.62           | 12.82          | <b>12.90</b>   | 12.89          | 12.79          | 12.73          | 12.57          | 12.55          | 12.60          | 12.64          | 12.63           | 12.62           | 12.60            | 12.58       |
| Jahr                                 | -0.02          | -0.10          | -0.28          | -0.32          | -0.37          | -0.36          | -0.30          | -0.21          | -0.12          | 0.07            | <b>0.13</b>     | <b>0.13</b>     | 0.09           | 0.07           | 0.07           | 0.07           | 0.08           | 0.11           | 0.15           | 0.20           | 0.23           | <b>0.24</b>     | 0.20            | 0.12             | 0.61        |

### Täglicher Gang der Temperatur auf der Zugspitze.

|                                      | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>mn</sup> | Amplitude   |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|
| <b>Abweichungen vom Mittelwerte.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |             |
| Jan.                                 | -0.28          | -0.30          | -0.26          | -0.33          | -0.33          | -0.39          | -0.34          | -0.34          | -0.14          | 0.15            | 0.39            | 0.56            | 0.68           | <b>0.70</b>    | 0.53           | 0.37           | 0.15           | -0.01          | -0.06          | -0.20          | -0.24          | -0.20           | -0.16           | -0.17            | 1.09        |
| Febr.                                | -0.28          | -0.35          | -0.43          | -0.49          | -0.65          | -0.77          | -0.79          | -0.65          | -0.39          | -0.02           | 0.42            | 0.66            | <b>0.80</b>    | 0.79           | 0.77           | 0.72           | 0.56           | 0.32           | 0.13           | 0.10           | -0.03          | -0.08           | -0.16           | -0.16            | 1.59        |
| März                                 | -0.56          | -0.56          | -0.62          | -0.71          | -0.75          | -0.81          | -0.76          | -0.47          | -0.17          | 0.24            | 0.64            | 0.88            | 1.06           | <b>1.15</b>    | 1.01           | 0.80           | 0.63           | 0.33           | 0.04           | -0.13          | -0.20          | -0.24           | -0.31           | -0.44            | 1.96        |
| April                                | -0.83          | -0.93          | -1.03          | -1.11          | -1.13          | -1.06          | -0.83          | -0.52          | -0.15          | 0.33            | 0.84            | 1.08            | 1.41           | <b>1.55</b>    | 1.48           | 1.35           | 1.08           | 0.71           | 0.17           | -0.17          | -0.40          | -0.47           | -0.62           | -0.73            | 2.68        |
| Mai                                  | -0.96          | -1.10          | -1.21          | -1.27          | -1.24          | -0.96          | -0.64          | -0.29          | 0.05           | 0.41            | 0.77            | 1.04            | 1.23           | 1.48           | <b>1.51</b>    | 1.37           | 1.18           | 0.83           | 0.36           | -0.07          | -0.37          | -0.49           | -0.70           | -0.83            | 2.78        |
| Juni                                 | -1.08          | -1.16          | -1.30          | -1.38          | -1.35          | -1.14          | -0.78          | -0.46          | 0.07           | 0.28            | 0.74            | 1.15            | 1.58           | <b>1.71</b>    | 1.63           | 1.53           | 1.31           | 0.98           | 0.56           | 0.01           | -0.41          | -0.58           | -0.82           | -0.98            | <b>3.09</b> |
| Juli                                 | -0.91          | -1.04          | -1.14          | -1.22          | -1.16          | -0.93          | -0.65          | -0.39          | -0.04          | 0.30            | 0.66            | 1.02            | 1.29           | <b>1.46</b>    | 1.41           | 1.33           | 1.15           | 0.81           | 0.48           | 0.02           | -0.35          | -0.54           | -0.72           | -0.80            | 2.68        |
| Aug.                                 | -0.87          | -0.93          | -0.94          | -1.03          | -1.10          | -1.04          | -0.87          | -0.56          | -0.20          | 0.25            | 0.68            | 0.94            | 1.15           | 1.37           | <b>1.48</b>    | 1.45           | 1.23           | 0.90           | 0.44           | -0.02          | -0.37          | -0.50           | -0.65           | -0.77            | 2.58        |
| Sept.                                | -0.67          | -0.72          | -0.78          | -0.90          | -0.92          | -0.92          | -0.74          | -0.45          | -0.13          | 0.18            | 0.59            | 0.83            | 1.01           | 1.15           | <b>1.23</b>    | <b>1.23</b>    | 0.97           | 0.58           | 0.20           | -0.07          | -0.26          | -0.36           | -0.48           | -0.58            | 2.15        |
| Okt.                                 | -0.48          | -0.58          | -0.68          | -0.71          | -0.78          | -0.82          | -0.74          | -0.49          | -0.13          | 0.29            | 0.66            | 0.84            | 0.96           | <b>1.08</b>    | <b>1.08</b>    | 1.01           | 0.67           | 0.27           | 0.03           | -0.15          | -0.26          | -0.28           | -0.32           | -0.42            | 1.90        |
| Nov.                                 | -0.14          | -0.18          | -0.23          | -0.31          | -0.37          | -0.42          | -0.49          | -0.38          | -0.07          | 0.28            | 0.44            | 0.59            | 0.63           | <b>0.67</b>    | 0.49           | 0.26           | 0.03           | -0.07          | -0.08          | -0.10          | 0.09           | -0.10           | -0.13           | -0.17            | 1.16        |
| Dez.                                 | -0.02          | -0.14          | -0.26          | -0.31          | -0.34          | -0.41          | -0.41          | -0.33          | -0.14          | 0.10            | 0.36            | 0.37            | 0.47           | <b>0.51</b>    | 0.34           | 0.21           | 0.04           | -0.01          | -0.04          | -0.06          | -0.01          | -0.04           | -0.01           | -0.03            | 0.92        |
| Amplitude                            | 15.14          | 15.15          | 15.22          | 15.19          | 15.28          | 15.46          | 15.65          | 15.82          | 15.92          | 16.00           | 15.99           | 16.01           | 16.08          | 16.31          | 16.44          | <b>16.46</b>   | 16.40          | 16.31          | 16.04          | 15.61          | 15.39          | 15.31           | 15.24           | 15.12            | 15.73       |
| Jahr                                 | -0.61          | -0.67          | -0.76          | -0.82          | -0.83          | -0.80          | -0.67          | -0.45          | -0.14          | 0.23            | 0.60            | 0.83            | 1.03           | <b>1.13</b>    | 1.12           | 0.97           | 0.75           | 0.46           | 0.18           | -0.07          | -0.26          | -0.32           | -0.43           | -0.51            | 1.96        |

### Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit auf der Zugspitze.

|                                      | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>mn</sup> | Amplitude |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------|
| <b>Abweichungen vom Mittelwerte.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |           |
| Jan.                                 | 0.0            | 0.2            | 0.2            | 0.5            | 0.2            | 0.7            | 0.6            | 0.6            | -0.1           | -0.5            | -0.2            | 0.1             | -1.0           | -0.5           | 0.1            | 0.8            | <b>1.0</b>     | 0.4            | 0.1            | -0.5           | 0.0            | 0.0             | -0.8            | -1.0             | 2.0       |
| Febr.                                | 0.9            | 1.3            | 1.9            | 1.5            | 1.7            | <b>2.7</b>     | 2.0            | 0.9            | -0.2           | -1.1            | -1.9            | -1.5            | -1.6           | -1.3           | -1.5           | -0.4           | -0.3           | -0.2           | -0.5           | -1.1           | -1.3           | -0.7            | -0.5            | 0.8              | 4.6       |
| März                                 | 1.4            | 0.9            | 0.3            | 0.7            | 0.7            | 0.8            | 0.7            | 0.3            | -0.5           | -1.0            | -2.5            | -2.5            | -2.4           | -2.1           | -0.3           | 0.8            | 1.1            | <b>1.2</b>     | 1.0            | 1.0            | 0.5            | 0.0             | 0.2             | 0.7              | 3.7       |
| April                                | 1.1            | 0.2            | -0.2           | -0.9           | -1.7           | -1.7           | -1.9           | -2.0           | -3.1           | -3.2            | -3.4            | -1.9            | -0.7           | 0.1            | 0.8            | 0.7            | 1.6            | 2.4            | <b>2.9</b>     | 2.8            | 2.5            | 2.6             | 2.0             | 1.1              | 6.3       |
| Mai                                  | 1.3            | 1.3            | 0.9            | 0.4            | -0.4           | -0.9           | -2.1           | -2.6           | -3.8           | -4.5            | -4.6            | -3.3            | -2.1           | -1.2           | -0.2           | 1.1            | 3.0            | 3.1            | <b>3.3</b>     | <b>3.3</b>     | 3.2            | 2.2             | 1.7             | 1.6              | 7.9       |
| Juni                                 | 1.1            | 0.3            | 0.2            | 0.6            | -0.2           | -1.9           | -3.0           | -4.6           | -5.1           | -4.1            | -1.4            | -0.7            | -0.8           | 0.2            | 0.8            | 1.9            | 2.2            | 2.4            | 2.5            | 2.6            | <b>2.9</b>     | 1.4             | 1.8             | 1.3              | 8.0       |
| Juli                                 | 0.4            | 0.1            | 0.0            | 0.1            | -1.3           | -2.3           | -4.1           | -4.3           | -4.0           | -3.9            | -3.0            | -1.5            | -0.1           | 1.4            | 2.2            | 3.0            | 4.1            | <b>4.2</b>     | 3.3            | 3.1            | 1.9            | 0.9             | 0.3             | -0.2             | 8.5       |
| Aug.                                 | 0.0            | -1.7           | -1.6           | -1.4           | -0.3           | -1.3           | -1.6           | -4.0           | -4.9           | -5.3            | -4.3            | -2.7            | -0.2           | 2.1            | 2.9            | 3.7            | 4.5            | <b>4.7</b>     | 4.4            | 2.9            | 2.8            | 1.2             | 0.5             | 0.1              | 10.0      |
| Sept.                                | -0.9           | 0.3            | 0.2            | 0.7            | 0.8            | 0.0            | -2.1           | -3.1           | -3.6           | -4.7            | -4.1            | -2.2            | 0.7            | 1.8            | 2.3            | 2.7            | <b>3.2</b>     | 2.8            | 2.5            | 1.4            | 1.0            | 0.6             | -0.1            | 0.0              | 7.9       |
| Okt.                                 | -1.1           | -1.0           | -1.4           | -1.6           | -1.8           | -1.8           | -1.7           | -2.5           | -3.1           | -3.2            | -3.6            | -2.9            | -1.6           | 0.5            | 1.8            | 2.6            | 2.8            | <b>4.7</b>     | 4.6            | 4.4            | 3.3            | 1.8             | 0.9             | -0.1             | 8.3       |
| Nov.                                 | 0.1            | 1.1            | 1.9            | 1.8            | 1.7            | <b>2.5</b>     | 1.6            | 1.0            | -0.7           | -0.5            | -3.4            | -2.3            | -1.5           | -1.2           | -0.4           | <b>0.7</b>     | -0.4           | -0.3           | -0.2           | -0.8           | -0.9           | -1.3            | -0.4            | 0.3              | 5.9       |
| Dez.                                 | -0.1           | 0.6            | 0.4            | 0.8            | 1.3            | 1.4            | 1.8            | <b>1.9</b>     | 1.2            | 0.9             | -2.3            | -1.7            | -1.6           | -0.7           | -0.8           | -0.7           | -0.6           | -0.2           | <b>0.0</b>     | -0.6           | -0.3           | -0.7            | -0.3            | 0.2              | 4.2       |
| Jahr                                 | 0.4            | 0.3            | 0.2            | 0.3            | 0.1            | -0.2           | -0.9           | -1.6           | -2.3           | -2.6            | -2.9            | -1.7            | -1.1           | -0.1           | 0.6            | 1.4            | 1.8            | 2.1            | 2.0            | 1.5            | 1.3            | 0.6             | 0.4             | 0.4              | 5.0       |

### Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit auf der Zugspitze.

|                                      | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>mn</sup> | Amplitude |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------|
| <b>Abweichungen vom Mittelwerte.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |           |
| Jan.                                 | -0.31          | -0.18          | -0.06          | 0.20           | 0.25           | <b>0.26</b>    | 0.20           | 0.35           | 0.19           | 0.25            | 0.03            | 0.00            | -0.14          | -0.16          | -0.25          | -0.44          | -0.24          | -0.10          | 0.07           | -0.01          | 0.05           | <b>0.07</b>     | <b>0.07</b>     | -0.18            | 0.70      |
| Febr.                                | -0.27          | -0.34          | -0.14          | -0.19          | -0.07          | -0.25          | -0.22          | 0.16           | 0.25           | 0.09            | 0.33            | 0.16            | -0.03          | -0.22          | -0.02          | -0.17          | -0.09          | <b>0.40</b>    | 0.19           | -0.10          | -0.21          | <b>0.25</b>     | <b>0.32</b>     | -0.04            | 0.70      |
| März                                 | -0.14          | -0.12          | -0.18          | 0.01           | -0.05          | -0.17          | -0.27          | -0.12          | -0.31          | -0.34           | -0.02           | -0.29           | -0.38          | -0.22          | 0.05           | 0.13           | 0.07           | 0.21           | 0.25           | 0.44           | 0.42           | <b>0.67</b>     | 0.43            | -0.11            | 1.05      |
|                                      |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |           |

### Täglicher Gang des Luftdruckes auf dem Hohenpeissenberg.

|                                      | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>mn</sup> | Amplitude   |      |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|------|
| <b>Abweichungen vom Mittelwerte.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |             |      |
| Jan.                                 | 0.07           | 0.06           | 0.00           | - 0.11         | - 0.18         | - 0.16         | - 0.10         | - 0.03         | 0.08           | 0.20            | <b>0.25</b>     | 0.09            | - 0.12         | - 0.24         | - 0.24         | - 0.19         | - 0.12         | - 0.06         | 0.02           | 0.12           | 0.13           | 0.16            | <b>0.19</b>     | 0.17             | 0.17        | 0.49 |
| Febr.                                | 0.09           | 0.04           | - 0.07         | - 0.10         | - 0.24         | - 0.23         | - 0.15         | - 0.04         | 0.03           | 0.10            | <b>0.19</b>     | 0.15            | 0.00           | - 0.13         | - 0.18         | - 0.15         | - 0.10         | - 0.03         | 0.09           | 0.13           | 0.19           | <b>0.20</b>     | <b>0.20</b>     | 1.17             | 0.44        |      |
| März                                 | 0.19           | 0.12           | - 0.07         | - 0.16         | - 0.24         | - 0.21         | - 0.12         | - 0.05         | 0.05           | 0.09            | <b>0.12</b>     | 0.07            | - 0.05         | - 0.21         | - 0.23         | - 0.25         | - 0.20         | - 0.05         | 0.09           | 0.19           | 0.28           | <b>0.27</b>     | <b>0.29</b>     | 0.25             | 0.54        |      |
| April                                | 0.18           | 0.05           | - 0.08         | - 0.20         | - 0.24         | - 0.16         | - 0.05         | 0.02           | 0.07           | <b>0.14</b>     | <b>0.14</b>     | 0.07            | - 0.03         | - 0.15         | - 0.25         | - 0.32         | - 0.28         | - 0.21         | - 0.06         | 0.13           | 0.28           | <b>0.32</b>     | 0.31            | 0.20             | <b>0.64</b> |      |
| Mai                                  | 0.12           | 0.01           | - 0.11         | - 0.18         | - 0.16         | - 0.08         | 0.02           | 0.11           | 0.18           | <b>0.19</b>     | 0.18            | 0.10            | 0.01           | - 0.11         | - 0.19         | - 0.26         | - 0.26         | - 0.24         | - 0.14         | - 0.03         | 0.13           | 0.19            | <b>0.22</b>     | <b>0.22</b>      | 0.48        |      |
| Juni                                 | 0.19           | 0.02           | - 0.12         | - 0.17         | - 0.14         | - 0.07         | 0.04           | 0.11           | <b>0.15</b>    | 0.14            | 0.13            | 0.08            | - 0.05         | - 0.17         | - 0.23         | - 0.26         | - 0.29         | - 0.23         | - 0.12         | 0.01           | 0.25           | 0.29            | <b>0.32</b>     | 0.25             | 0.61        |      |
| Juli                                 | 0.22           | 0.09           | - 0.03         | - 0.11         | - 0.15         | - 0.08         | 0.01           | 0.04           | 0.05           | <b>0.08</b>     | <b>0.08</b>     | 0.03            | - 0.04         | - 0.15         | - 0.18         | - 0.21         | - 0.23         | - 0.15         | - 0.04         | 0.20           | 0.26           | <b>0.31</b>     | 0.30            | 0.54             |             |      |
| Aug.                                 | 0.07           | - 0.03         | - 0.10         | - 0.17         | - 0.20         | - 0.09         | 0.01           | 0.08           | 0.18           | <b>0.21</b>     | 0.20            | 0.13            | 0.02           | - 0.07         | - 0.16         | - 0.22         | - 0.23         | - 0.24         | - 0.19         | - 0.04         | 0.14           | 0.19            | <b>0.22</b>     | 0.17             | 0.46        |      |
| Sept.                                | - 0.03         | - 0.17         | - 0.22         | - 0.28         | - 0.30         | - 0.23         | - 0.13         | - 0.04         | 0.08           | 0.20            | <b>0.21</b>     | 0.17            | 0.05           | - 0.05         | - 0.14         | - 0.17         | - 0.15         | - 0.11         | 0.03           | 0.12           | <b>0.29</b>    | 0.28            | 0.25            | 0.20             | 0.59        |      |
| Okt.                                 | 0.06           | - 0.08         | - 0.16         | - 0.22         | - 0.22         | - 0.19         | - 0.06         | 0.08           | 0.18           | 0.22            | <b>0.23</b>     | 0.13            | - 0.06         | - 0.17         | - 0.21         | - 0.22         | - 0.16         | - 0.02         | 0.06           | 0.11           | 0.16           | <b>0.18</b>     | 0.15            | 0.10             | 0.45        |      |
| Nov.                                 | - 0.08         | - 0.08         | - 0.12         | - 0.17         | - 0.15         | - 0.13         | 0.01           | 0.11           | 0.16           | <b>0.19</b>     | 0.18            | 0.05            | - 0.08         | - 0.19         | - 0.19         | - 0.13         | - 0.08         | 0.04           | 0.07           | 0.11           | <b>0.16</b>    | 0.13            | 0.11            | 0.06             | <b>0.38</b> |      |
| Dez.                                 | - 0.08         | - 0.07         | - 0.05         | - 0.11         | - 0.15         | - 0.11         | 0.00           | 0.07           | 0.22           | <b>0.33</b>     | 0.29            | 0.08            | - 0.11         | - 0.25         | - 0.22         | - 0.14         | 0.06           | 0.02           | 0.03           | 0.07           | <b>0.08</b>    | 0.04            | 0.03            | - 0.01           | 0.58        |      |
| Amplitude                            | 5.90           | 5.83           | 5.97           | 6.00           | 6.06           | 6.10           | 6.11           | 6.13           | 6.15           | 6.23            | 6.21            | 6.22            | 6.22           | <b>6.28</b>    | 6.21           | 6.20           | 6.17           | 6.06           | 6.06           | 6.15           | 6.13           | 6.13            | 6.08            | 6.07             | 6.12        |      |
| Jahr                                 | 0.10           | 0.00           | - 0.09         | - 0.17         | - 0.19         | - 0.14         | - 0.05         | 0.04           | 0.12           | 0.18            | <b>0.19</b>     | 0.10            | - 0.03         | - 0.16         | - 0.20         | - 0.21         | - 0.18         | - 0.12         | 0.02           | 0.08           | 0.19           | 0.21            | <b>0.22</b>     | 0.18             | 0.43        |      |

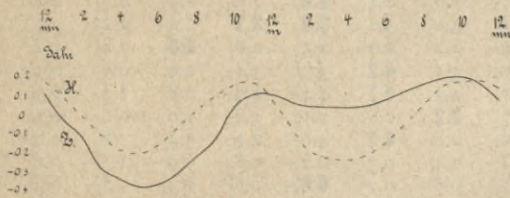
### Täglicher Gang der barometrischen Mitteltemperatur der Luftsäule Hohenpeissenberg—Zugspitze.

#### Abweichungen vom Mittelwerte.

|           |        |        |        |        |        |        |              |        |        |        |        |        |        |              |             |             |             |             |       |       |             |             |             |        |             |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| Jan.      | - 0.17 | - 0.19 | - 0.17 | - 0.19 | - 0.24 | - 0.27 | - 0.30       | - 0.19 | 0.00   | 0.22   | 0.15   | 0.10   | 0.05   | 0.12         | <b>0.25</b> | <b>0.25</b> | 0.17        | 0.20        | 0.15  | 0.03  | 0.00        | - 0.07      | - 0.07      | - 0.15 | 0.55        |
| Febr.     | - 0.09 | - 0.16 | - 0.28 | - 0.33 | - 0.38 | - 0.48 | - 0.43       | - 0.40 | - 0.26 | - 0.02 | 0.00   | - 0.09 | - 0.07 | - 0.02       | 0.10        | 0.22        | 0.22        | <b>0.29</b> | 0.15  | 0.19  | 0.10        | 0.07        | 0.05        | - 0.07 | 0.77        |
| März      | - 0.03 | - 0.22 | - 0.27 | - 0.39 | - 0.41 | - 0.46 | - 0.54       | - 0.49 | - 0.41 | - 0.20 | - 0.03 | 0.10   | 0.19   | 0.39         | <b>0.44</b> | <b>0.44</b> | <b>0.44</b> | 0.37        | 0.32  | 0.32  | 0.27        | <b>0.32</b> | 0.15        | 0.15   | 0.98        |
| April     | - 0.20 | - 0.30 | - 0.33 | - 0.40 | - 0.48 | - 0.53 | - 0.60       | - 0.65 | - 0.55 | - 0.33 | - 0.18 | 0.05   | 0.30   | 0.55         | 0.65        | <b>0.75</b> | <b>0.75</b> | 0.60        | 0.48  | 0.38  | 0.20        | 0.07        | 0.00        | - 0.10 | 1.40        |
| Mai       | - 0.31 | - 0.44 | - 0.50 | - 0.65 | - 0.68 | - 0.73 | - 0.84       | - 0.71 | - 0.60 | - 0.26 | 0.06   | 0.27   | 0.53   | 0.75         | <b>0.83</b> | <b>0.83</b> | 0.75        | 0.67        | 0.51  | 0.51  | 0.37        | 0.27        | 0.00        | - 0.18 | 1.67        |
| Juni      | - 0.35 | - 0.43 | - 0.43 | - 0.61 | - 0.72 | - 0.77 | - 0.83       | - 0.69 | - 0.64 | - 0.37 | - 0.22 | 0.19   | 0.49   | 0.70         | <b>0.86</b> | 0.81        | 0.76        | 0.76        | 0.51  | 0.33  | 0.22        | 0.11        | - 0.05      | - 0.10 | 1.69        |
| Juli      | - 0.30 | - 0.46 | - 0.59 | - 0.62 | - 0.68 | - 0.84 | - 0.84       | - 0.73 | - 0.49 | - 0.24 | - 0.03 | 0.24   | 0.22   | 0.73         | <b>0.90</b> | 0.81        | 0.79        | 0.81        | 0.62  | 0.57  | 0.41        | 0.24        | 0.03        | - 0.08 | <b>1.74</b> |
| Aug.      | - 0.39 | - 0.33 | - 0.50 | - 0.66 | - 0.63 | - 0.85 | - 0.90       | - 0.79 | - 0.66 | - 0.39 | - 0.14 | 0.08   | 0.38   | 0.57         | 0.73        | <b>0.79</b> | 0.73        | 0.65        | 0.57  | 0.52  | 0.32        | 0.21        | 0.08        | - 0.06 | 1.69        |
| Sept.     | 0.11   | 0.06   | - 0.16 | - 0.29 | - 0.37 | - 0.53 | - 0.50       | - 0.56 | - 0.37 | - 0.32 | - 0.10 | - 0.02 | 0.21   | 0.41         | 0.49        | <b>0.54</b> | 0.46        | 0.41        | 0.30  | 0.14  | 0.06        | 0.03        | 0.00        | - 0.10 | 1.10        |
| Okt.      | 0.00   | - 0.03 | - 0.24 | - 0.26 | - 0.37 | - 0.53 | - 0.53       | - 0.40 | - 0.40 | - 0.16 | 0.00   | 0.13   | 0.32   | 0.40         | <b>0.48</b> | 0.40        | 0.29        | 0.27        | 0.24  | 0.19  | 0.19        | 0.16        | 0.11        | 0.08   | 1.01        |
| Nov.      | - 0.07 | - 0.08 | - 0.20 | - 0.23 | - 0.33 | - 0.36 | - 0.46       | - 0.41 | - 0.25 | 0.00   | 0.02   | 0.02   | 0.10   | 0.12         | 0.12        | 0.10        | 0.12        | 0.07        | 0.10  | 0.12  | <b>0.23</b> | 0.20        | 0.15        | 0.02   | 0.69        |
| Dez.      | 0.08   | 0.05   | - 0.05 | - 0.17 | - 0.19 | - 0.24 | - 0.34       | - 0.27 | - 0.19 | 0.08   | 0.00   | 0.03   | 0.03   | 0.03         | 0.10        | 0.05        | 0.03        | - 0.05      | 0.13  | 0.15  | 0.17        | 0.22        | <b>0.30</b> | 0.20   | 0.64        |
| Amplitude | 17.51  | 17.64  | 17.59  | 17.48  | 17.56  | 17.44  | <b>17.34</b> | 17.42  | 17.41  | 17.44  | 17.67  | 17.98  | 18.26  | <b>18.40</b> | 18.34       | 18.38       | 18.32       | 18.17       | 18.23 | 18.14 | 18.03       | 17.95       | 17.84       | 17.82  | 17.81       |
| Jahr      | - 0.10 | - 0.23 | - 0.30 | - 0.38 | - 0.46 | - 0.51 | - 0.56       | - 0.48 | - 0.43 | - 0.12 | - 0.02 | 0.13   | 0.26   | 0.44         | 0.49        | <b>0.52</b> | 0.49        | 0.44        | 0.34  | 0.29  | 0.18        | 0.18        | 0.06        | - 0.02 | 1.08        |

Wenn sich auch beim täglichen Gang des Luftdruckes auf der Zugspitze Momente finden, die in jedem Monat wieder anzutreffen sind, so ist es doch von Interesse, die Veränderungen des Luftdruckes von Monat zu Monat kennen zu lernen; im allgemeinen ist der Gang des Luftdruckes wesentlich von der Temperatur abhängig. Naturgemäss sind dabei die Wintermonate diejenigen, die einen relativ einfachen Verlauf der Tageskurve aufzuweisen haben.

Luftdruck

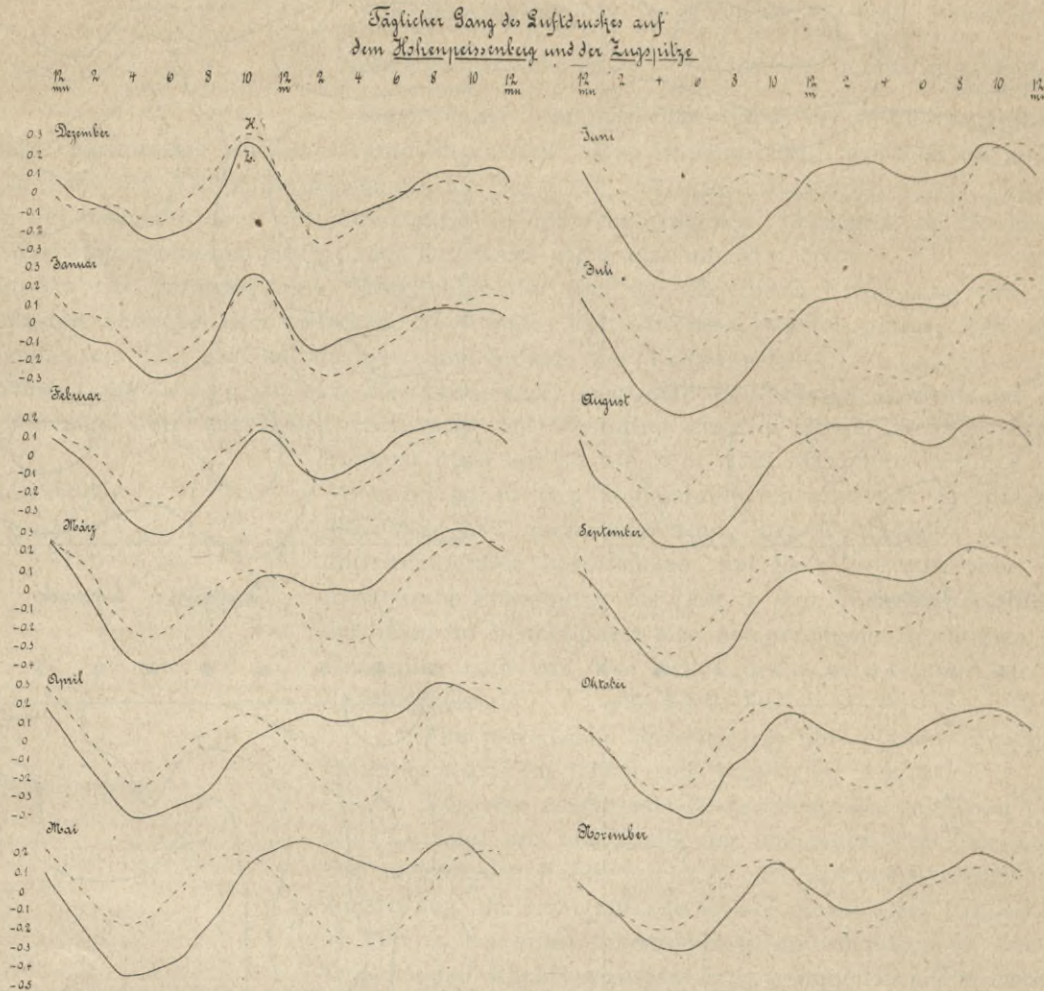


Im Dezember liegt das Hauptminimum des Luftdruckes um 5 a, das Hauptmaximum um 10 a. Bis 3 p fällt die Luftdruckkurve zum sekundären Minimum. Hernach steigt der Luftdruck kräftig an bis etwa 8 p; dann bleibt er nahezu auf der gleichen Höhe, bis um 9 p oder 10 p das relative Abendmaximum erreicht wird. Von Wichtigkeit erscheint uns der starke Anstieg zwischen 3 p und 6 p; wir werden hierauf bei der Besprechung des Luftdruckganges an trübigen Tagen noch speziell zurückkommen. Im Januar liegen die Verhältnisse noch etwas einfacher als im Dezember. Das Hauptminimum am Morgen ist tiefer als im Vormonat: Dies ist offenbar der infolge der Erkaltung der unteren Luftschichten eingetretenen Senkung der Flächen gleichen Druckes zuzuschreiben. Das 10 Uhr-Maximum hat sich nicht verändert, jedoch ist das sekundäre Nachmittagsminimum stark verflacht. Der allgemeine Verlauf der Kurve in den Abendstunden hat sich nicht geändert, nur die Abweichungen vom Mittel sind geringer. Der Februar ist der Monat der tiefsten Temperaturen in der Höhe, wir erkennen auch wesentliche Modifikationen am täglichen Luftdruckgang. Von jetzt ab zeigt das Hauptminimum in den Morgenstunden das Bestreben, sich mehr und mehr zu vertiefen. Das 10 Uhr-Maximum verschiebt sich über Mittag in die Nachmittagsstunden. Das Minimum am Nachmittag wird daher äusserst flach. Der höchste Tageswert des Luftdruckes fällt vom Februar an auf 9 p (bzw. 10 p). Im März und April ist das Abendmaximum bedeutend stärker als das vormittägige; im Mai ist dagegen das Vormittagsmaximum wohl infolge der starken Erwärmung der Bodenschichten sehr stark ausgeprägt. In den Sommermonaten ist das Maximum am Nachmittag zeitlich bis 3 p vorgerückt. Im Monat September weist die Barometerkurve den ruhigsten und gleichmässigsten Verlauf auf. Im Oktober und November herrscht das Abendmaximum noch vor, jedoch macht sich das Hervortreten des 10 Uhr-Maximums und die Vertiefung des Nachmittagsminimums bemerkbar.

Es zeigt sich also bereits an den nur vierjährigen Zugspitzwerten die für die Hochstationen typische Erscheinung: Das Minimum in den Nachmittagsstunden des Frühjahrs und Sommers verflacht sich, während das Abendmaximum sich verstärkt; im Herbst und Winter dagegen verflacht sich das Morgenminimum und wächst das Vormittagsmaximum.

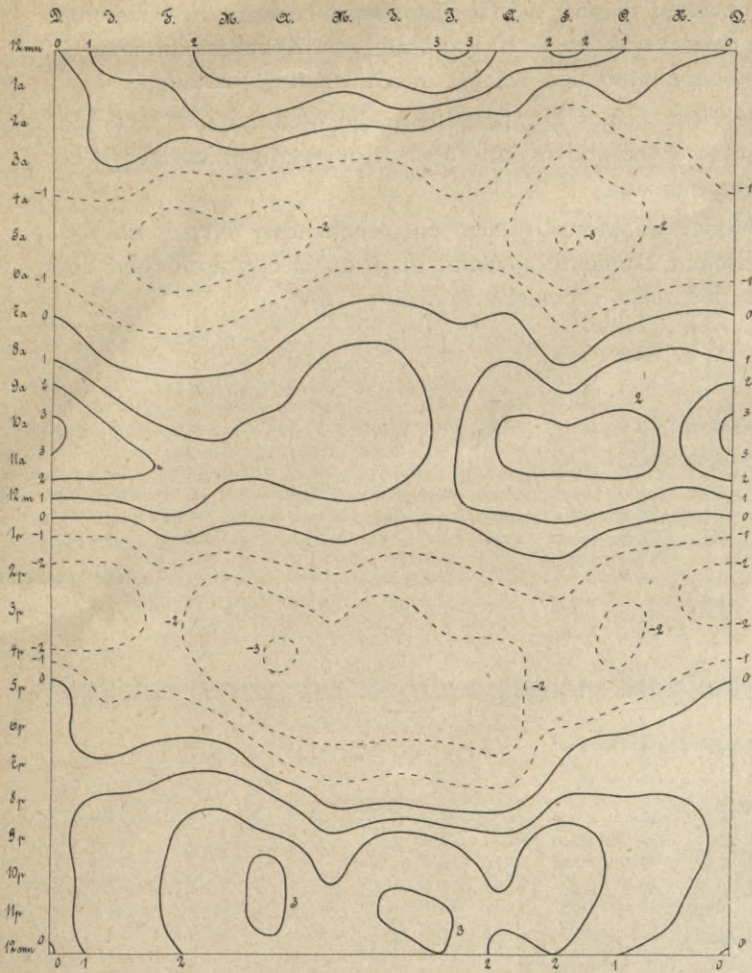
Der jährliche Gang der periodischen Schwankung hat die Form einer Doppelwelle. Die Maxima mit 0.76 mm liegen im März und Juli. (Starke Erwärmung im Frühjahr und Sommer besonders im Tale). Ein relativ niedriger Wert liegt im Mai. Die geringste Amplitude tritt im Dezember mit 0.37 mm auf.

Eine wörtliche Schilderung vermag den Übergang von Monat zu Monat in der entsprechenden Weise nicht zu geben; das beste Bild über die Veränderungen der meteorologischen Elemente gewinnt man aus den graphischen und hauptsächlich aus den isoplethären Darstellungen, auf die wir hier nochmals verweisen wollen.

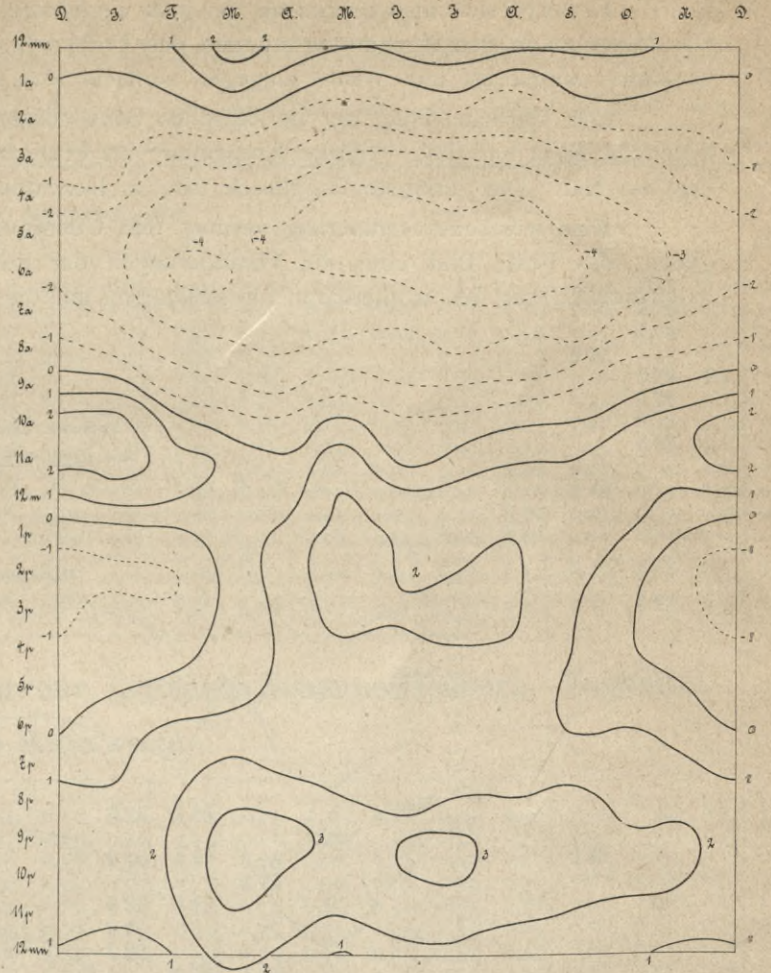


Als Vergleichsbeobachtungen seien noch kurz die Werte vom Hohenpeissenberg, die sich auf die gleiche, Reihe erstrecken, herangezogen. Im grossen und ganzen zeigt das von der Doppelschwankung bestimmte Bild wenig Veränderung. Die Eintrittszeit der Haupt- und Nebenminima ist etwa dieselbe wie auf der Zugspitze. Das Abendmaximum fällt um 1—2 Stunden später. Ein ganz wesentlicher Unterschied dagegen zeigt sich in dem Auftreten des sekundären Maximums in den Vormittagsstunden. Auf dem Hohenpeissenberg ist seine Eintrittszeit zwischen 9a und 11a. Auf der Zugspitze verschiebt sich dieses Maximum unter gleichzeitiger Verstärkung, als Folge der fortschreitenden Erwärmung im Frühjahr und Sommer, bis 3p. Daher erhält das Minimum in den Nachmittagsstunden, das auf dem Hohenpeissenberg noch zumeist den tiefsten Wert vertritt, auf der Zugspitze nur mehr sekundäre Bedeutung. Die Amplituden der Basisstation Hohenpeissenberg stehen nicht unter dem Einfluss so mächtiger unterhalb des Gipfels lagernder Luftmassen wie auf der Zugspitze. Dementsprechend sind auch die Amplituden auf dem Hohenpeissenberg bedeutend kleiner als auf der Zugspitze. Der jährliche Gang derselben ist jedoch unregelmässiger; die Extreme fallen auf den April (0.64 mm) und den November (0.38 mm).

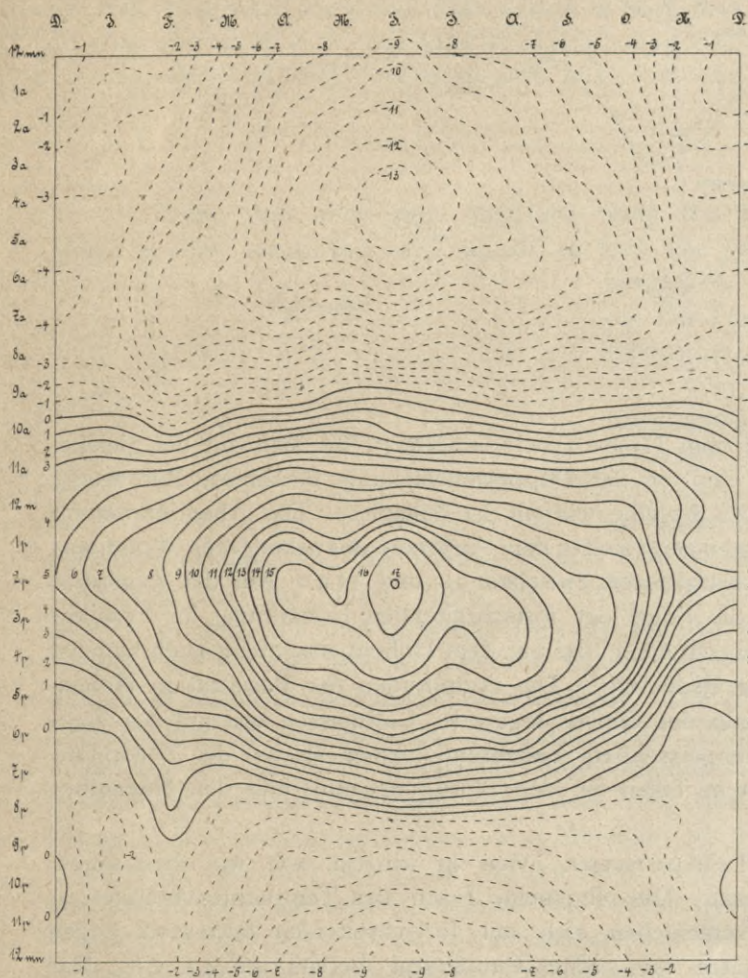
Den einfachsten und weitaus wichtigsten Gang zeigt die Temperatur. Von ihr wird ja, wie wir oben sahen, in besonderer Weise der Barometergang auf den Bergen beeinflusst. Die allgemeine Form des Temperaturverlaufes ist eine einfache Welle. Die Minima fallen spätestens um 7a und verschieben sich mit fortschreitender Jahreszeit gegen Sonnenaufgang zu. Im Mai, Juni und Juli tritt auf der Zugspitze die tiefste Temperatur bereits um 4a ein. Das Maximum der Temperatur fällt meist auf 2p, in einzelnen Monaten ist es jedoch, vielleicht infolge zeitweiliger Bestrahlung, auf 3p verschoben. Eine interessante Eigentümlichkeit ist im Temperaturgang auf der Zugspitze in den Abendstunden



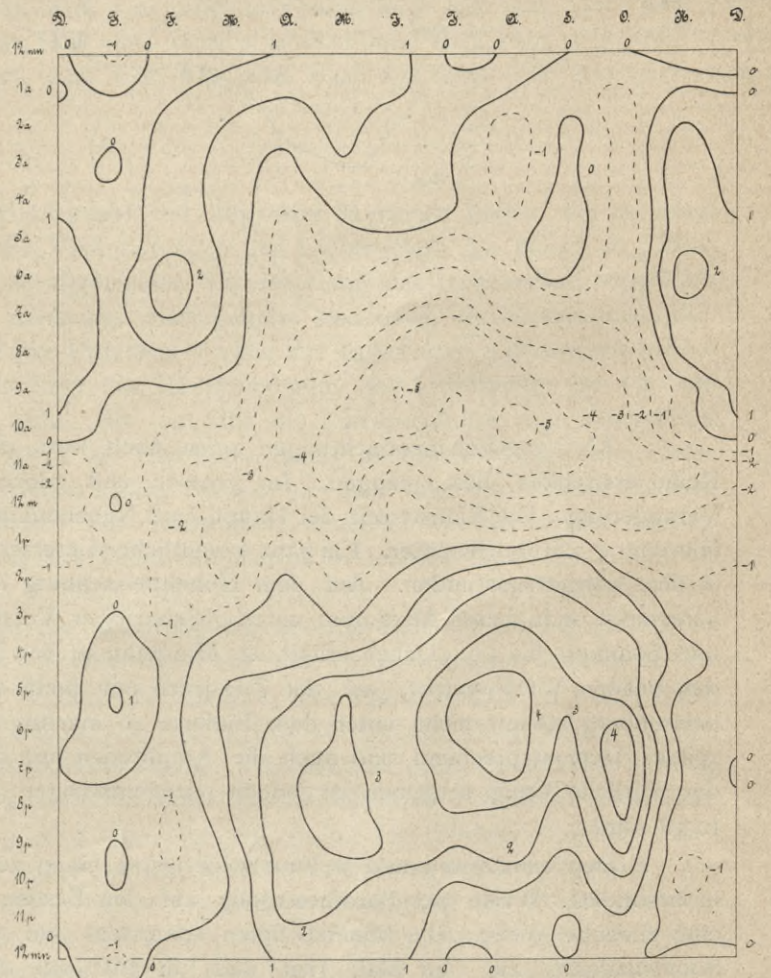
Kohnenpeissenberg: Luftdruck



Zugspitze: Luftdruck

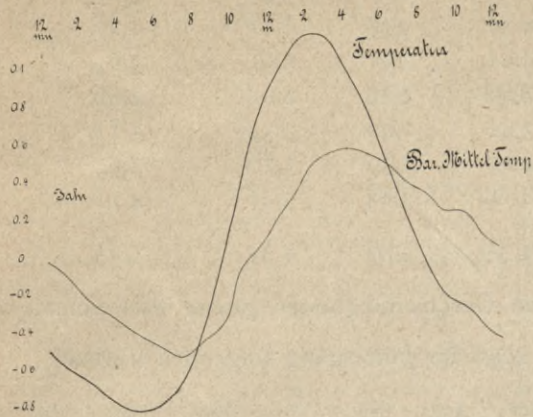


Zugspitze: Temperatur



Zugspitze: Relative Feuchtigkeit

zu bemerken, die besonders deutlich im November, Dezember und Januar hervortritt. Meist nach 9<sup>h</sup>p zeigt sich eine zwar schwach ausgeprägte, aber regelmässige Tendenz zu einem Temperaturanstieg. Absteigende Luftströmungen, eingeleitet von dem abends einsetzenden Bergwind, verursachen ein Nachsinken von Luft aus höheren Niveaus und daher dynamische Erwärmung.



Der Jahresverlauf der Amplitude des Temperaturganges ist sehr einfach und regelmässig. Der grösste Wert, 3.09<sup>0</sup> fällt auf den Juni, der niedrigste Wert 0.92<sup>0</sup> auf den Dezember. Die Extreme treten also nicht in den Monaten höchster und tiefster Temperatur sondern zur Zeit des höchsten und tiefsten Sonnenstandes auf.

Auf Grund der Barometerregistrierungen der Zugspitze und vom Hohenpeissenberg berechneten wir auch den täglichen Gang der barometrischen Mitteltemperatur; derselben ist natürlich nur relative Bedeutung beizumessen. Auf die Unterschiede im jährlichen Verlaufe zwischen der barometrischen Mitteltemperatur und  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  wurde bereits in einem früheren Abschnitt

hingewiesen. Im täglichen Gang der Mitteltemperatur ist die Lage der Extremwerte keine so regelmässige wie beim Temperaturverlauf. Das Minimum liegt zwischen 6a und 8a; das Maximum liegt bedeutend später als das Temperaturmaximum der Zugspitze, auf keinen Fall tritt es vor 3<sup>h</sup>p ein. Interessant ist auch das Verhalten der barometrischen Mitteltemperatur in den Abendstunden, besonders im November und Dezember: Im November tritt das Tagesmaximum um 9p, im Dezember sogar erst um 11p ein.

Die Amplituden der barometrischen Mitteltemperatur, bei der die durch Erwärmung des Bodens verursachten Störungen nicht auftreten, bewegen sich zwischen 0.55<sup>0</sup> und 1.74<sup>0</sup>, sind also ziemlich gering. Die tiefsten und höchsten Werte fallen auf Januar und Juli, also auf die extremen Monate der Talstationen.

Beim täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit zeigt sich deutlich der Einfluss der Temperatur und der Convektion. Das Minimum der Feuchtigkeit tritt meist am Vormittag ein, im Winter mehr in den Mittagstunden, im Sommer etwa um 8a bis 10a. Das Maximum liegt im allgemeinen zwischen 5p und 9p; in den Sommermonaten erscheint es später als in den übrigen Monaten. Die oben beim Gang der Temperatur und der barometrischen Mitteltemperatur besprochene, auf der Zugspitze sehr deutlich auftretende dynamische Erwärmung der Luft in den Abendstunden findet durch den Gang der relativen Feuchtigkeit eine entsprechende Bestätigung: Im November und Dezember tritt von 8p bzw. 9p bis 10p eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit ein.



Die periodische Schwankung der relativen Feuchtigkeit bewegt sich zwischen 2.0<sup>0</sup>/0 im Januar und 10.0<sup>0</sup>/0 im August.

Für eine eingehende Besprechung des täglichen Verlaufes der Windstärke sind die zur Verfügung stehenden drei Jahrgänge noch zu wenig. Die auftretenden Fehler wie z. B. die Brandungserscheinungen am Gipfel, die Aufstellung, die nicht auf alle Winde gleich stark reagiert, vor allem aber die im Winter bei stürmischem Wetter auftretenden, oft einen Meter und mehr erreichenden, Rauhfröstanätze oder sommerliche Glatteisbildung, wodurch das

Anemometer nachts oft ausser Betrieb gesetzt wird, sind so gross, dass wir nur mit Reserve eine Diskussion wagen. Eine gleichzeitige Anemometerregistrierung vom Hohenpeissenberg steht nicht zur Verfügung, die Aufzeichnungen beginnen dort erst später. Auf der Zugspitze liegt das Minimum der Windstärke meist zwischen 12 m und 2p; das Maximum zwischen 9p und 10p (2)<sup>1</sup> oder in einzelnen Monaten, vorzugsweise im Herbst und Winter in den Morgenstunden. Die periodische Schwankung der Windstärke ist im Januar und Februar mit 0.70mps am kleinsten, im Juli mit 1.50mps am grössten.

Es erübrigt nun noch auf einen Vergleich zwischen der anemometrisch gemessenen und der geschätzten Windstärke etwas einzugehen.

Auf Grund der sich über 10 Jahre erstreckenden Windstatistik berechneten wir aus den geschätzten Beaufortstufen nach Assmanns Beispiel die Windwege und somit die Geschwindigkeit pro Sec. Den Zahlen kommen natürlich nur relative Werte zu. Wir führten die Rechnung für 7a, 2p und 9p durch. Das Mittel aus diesen drei Stunden dürfte mit nicht zu grossem Fehler das Tagesmittel repräsentieren. Nachstehend der Vergleich zwischen Anemometer und Schätzung:

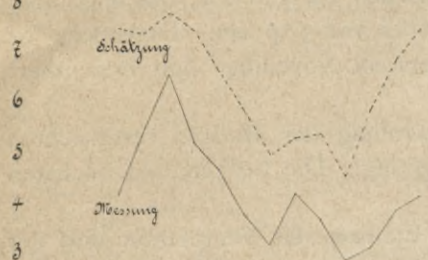
|         | Mittlere geschätzte Windgeschwindigkeit in mps |             |             |             | Mittlere gemessene Windgeschwindigkeit in mps |             |             |             |
|---------|--|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|
|         | 7a   | 2p          | 9p          | Mittel      | 7a  | 2p          | 9p          | Mittel      |
| Januar  | 7.05   | 7.28        | 7.76        | 7.36        | 5.65  | 5.29        | 5.50        | 5.45        |
| Februar | <b>7.89</b>                                    | <b>7.58</b> | 7.79        | <b>7.75</b> | <b>6.37</b>                                   | <b>6.37</b> | <b>6.38</b> | <b>6.59</b> |
| März    | 7.33   | 6.94        | <b>7.83</b> | 7.37        | 4.94  | 4.99        | 5.63        | 5.21        |
| April   | 6.34   | 6.46        | 7.03        | 6.61        | 4.40  | 4.04        | 5.00        | 4.67        |
| Mai     | 5.91   | 5.14        | 6.40        | 5.81        | 3.78  | 3.29        | 3.88        | 3.78        |

<sup>1</sup>) Wohl meist eine Folge der Reinigung des Anemometers von Rauhfrösten um 9<sup>h</sup>p!

|           | Mittlere geschätzte Windgeschwindigkeit in mps |             |             |             | Mittlere gemessene Windgeschwindigkeit in mps |             |             |             |
|-----------|--|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|
|           | 7a   | 2p          | 9p          | Mittel      | 7a  | 2p          | 9p          | Mittel      |
| Juni      | 5.24   | 4.08        | 5.49        | 4.94        | 3.49  | 2.67        | 3.45        | 3.19        |
| Juli      | 5.38   | 4.74        | 5.77        | 5.30        | 4.47  | 3.39        | 4.41        | 4.20        |
| August    | 5.77   | 4.35        | 5.99        | 5.37        | 4.01  | 2.91        | 3.91        | 3.65        |
| September | <b>4.57</b>                                    | <b>3.87</b> | <b>5.10</b> | <b>4.51</b> | <b>3.02</b>                                   | <b>2.16</b> | <b>3.03</b> | <b>2.85</b> |
| Oktober   | 5.93   | 5.41        | 6.28        | 5.87        | 3.46  | 2.46        | 3.34        | 3.11        |
| November  | 6.73   | 6.64        | 7.12        | 6.83        | 4.19  | 3.59        | 3.70        | 3.84        |
| Dezember  | 7.14   | 7.32        | 7.78        | 7.45        | 4.29  | 3.84        | 3.86        | 4.16        |
| Jahr      | 6.27   | 5.82        | 6.70        | 6.24        | 4.31  | 3.76        | 4.34        | 4.23        |

Die Übereinstimmung im Gang ist eine gute, wenn sich auch in den Geschwindigkeiten grosse Abweichungen ergeben. Der hieraus abgeleitete Korrektionsfaktor:  $\frac{\text{geschätzte}}{\text{gemessene}}$  Windstärke zeigt im Jahresgang folgenden Verlauf:

| Windgeschwindigkeit |                            | Jan. | Febr.       | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt.        | Nov. | Dez. | Jahr |
|---------------------|----------------------------|------|-------------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------------|------|------|------|
| m/sec               | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 | 1.35 | <b>1.18</b> | 1.41 | 1.42  | 1.54 | 1.54 | 1.26 | 1.47 | 1.58  | <b>1.89</b> | 1.78 | 1.79 | 1.48 |



Im Winter und Frühjahr beträgt der Korrektionsfaktor 1.44, im Sommer 1.42 und im Herbst 1.75. Die mittlere Windstärke pro Jahr beträgt nach Messung den geringen Wert 4.2 mps, während die Schätzung 6.2 ergibt. Berechnen wir mit Zugrundelegung der Häufigkeitszahlen<sup>1)</sup> der einzelnen Windrichtungen und ihrer zugehörigen Geschwindigkeit die mittlere (resultierende) Windrichtung auf der Zugspitze, so ergibt sich als solche:

$$W 31^{\circ} N \quad 2.0 \text{ mps.}$$

Eine Zahl, die wir bei der barometrischen Höhenmessung zum Nachweis des Luftdruckgradienten von W—E mitbenützten<sup>2)</sup>.

Bei der Windgeschwindigkeit interessiert vor allem die grösste erreichte Stärke. Uns stehen nur die Werte des Robinsonschen Schalenkreuzes, also auch wieder mittlere Werte, zur Verfügung. In den Jahren 1907/1909 wurden auf der Zugspitze folgende maximale Tagesmittel der Windgeschwindigkeit (nicht reduziert) gemessen:

| Jan. | Febr. | März                 | April | Mai    | Juni   | Juli   | Aug.   | Sept.  | Okt.   | Nov.   | Dez. | Jahr |
|------|-------|----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| 12.9 | 14.9  | 18.5                 | 14.5  | 11.8   | 6.2    | 11.5   | 10.7   | 6.8    | 6.5    | 9.4    | 13.6 | 18.5 |
|      |       | aus späteren Jahren: |       | (13.2) | (12.7) | (15.5) | (10.3) | (15.7) | (15.3) | (17.6) |      |      |

Der Maximalwert 18.5 entsprechend korrigiert ergibt als grösstes Tagesmittel der Windgeschwindigkeit 26.1 mps.

Das grösste gemessene Stundenmittel war:

| Jan. | Febr. | März                 | April | Mai    | Juni   | Juli   | Aug.   | Sept.  | Okt.   | Nov.   | Dez. | Jahr |
|------|-------|----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| 19.7 | 26.7  | 26.7                 | 18.0  | 15.9   | 11.2   | 18.4   | 14.9   | 11.9   | 11.7   | 17.3   | 18.9 | 26.7 |
|      |       | aus späteren Jahren: |       | (21.0) | (20.7) | (17.7) | (23.9) | (25.5) | (30.0) | (30.0) |      |      |

Die Werte 26.7 und 30.0 ergeben reduziert als grösste Stundenmittel der Zugspitze die (wahrscheinlicheren) Werte 31.5 mps und 53.7 mps.

Es ist beanstandet worden<sup>3)</sup>, dass man die Mittelwerte der Anemometermessungen den Schätzungen unterordnet statt umgekehrt; gleichwohl konnten wir diese prinzipiellen Fehler anders nicht umgehen.

### Die harmonische Analyse.

Im Anschluss an die Mitteilung und Besprechung des täglichen Ganges der meteorologischen Elemente wollen wir noch die harmonischen Konstituenten berechnen.

Jede periodische Erscheinung kann dargestellt werden in der Form:

$$y = a_0 + a_1 \sin(A_1 + x) + a_2 \sin(A_2 + 2x) + \dots$$

$$\text{oder } y = a_0 + p_1 \cos x + q_1 \sin x$$

$$+ p_2 \cos 2x + q_2 \sin 2x + \dots$$

wobei  $p = a \sin A$ ,  $q = a \cos A$ , also konstant sind.

Für unsere Betrachtungen genügt die Beschränkung auf zwei Glieder.

Setzt man für  $1^{\text{ha}} x = 0$  so ergeben sich folgende Entwicklungen des täglichen Ganges:

<sup>1)</sup> pag. 43.

<sup>2)</sup> pag. 15.

<sup>3)</sup> Vergl. Köppen, Met. Zeitschrift 1888, pag. 239.

**Zugspitze: Luftdruck.**

Winter.

$$y = 525.03 - 0.021 \cos x - 0.114 \sin x \\ + 0.035 \cos 2x - 0.150 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 525.03 + 0.116 \sin (190.5 + x) + 0.154 \sin (166.9 + 2x).$$

Frühjahr.

$$y = 526.97 - 0.052 \cos x - 0.270 \sin x \\ + 0.089 \cos 2x - 0.128 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 526.97 + 0.275 \sin (190.9 + x) + 0.156 \sin (145.2 + 2x).$$

Sommer.

$$y = 534.25 - 0.094 \cos x - 0.294 \sin x \\ + 0.100 \cos 2x - 0.119 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 534.25 + 0.309 \sin (197.8 + x) + 0.155 \sin (140.0 + 2x).$$

Herbst.

$$y = 531.68 - 0.050 \cos x - 0.179 \sin x \\ + 0.057 \cos 2x - 0.143 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 531.68 + 0.186 \sin (195.8 + x) + 0.154 \sin (158.3 + 2x).$$

Jahr.

$$y = 529.48 - 0.052 \cos x - 0.218 \sin x \\ + 0.073 \cos 2x - 0.133 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 529.48 + 0.224 \sin (193.5 + x) + 0.152 \sin (151.1 + 2x).$$

**Zugspitze: Temperatur<sup>1)</sup>.**

Winter.

$$y = -12.02 - 0.381 \cos x - 0.246 \sin x \\ + 0.248 \cos 2x + 0.014 \sin 2x \text{ oder} \\ y = -12.02 + 0.454 \sin (237.1 + x) + 0.249 \sin (86.7 + 2x).$$

Frühjahr.

$$y = -7.35 - 1.037 \cos x - 0.498 \sin x \\ + 0.255 \cos 2x + 0.072 \sin 2x \text{ oder} \\ y = -7.35 + 1.150 \sin (244.4 + x) + 0.265 \sin (74.3 + 2x).$$

Sommer.

$$y = 0.99 - 1.191 \cos x - 0.627 \sin x \\ + 0.182 \cos 2x + 0.130 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 0.99 + 1.345 \sin (242.3 + x) + 0.223 \sin (54.5 + 2x).$$

Herbst.

$$y = -3.15 - 0.676 \cos x - 0.334 \sin x \\ + 0.264 \cos 2x + 0.047 \sin 2x \text{ oder} \\ y = -3.15 + 0.754 \sin (243.7 + x) + 0.269 \sin (79.9 + 2x).$$

Jahr.

$$y = -5.38 - 0.827 \cos x - 0.427 \sin x \\ + 0.236 \cos 2x + 0.070 \sin 2x \text{ oder} \\ y = -5.38 + 0.931 \sin (242.7 + x) + 0.246 \sin (73.5 + 2x).$$

**Zugspitze: Relative Feuchtigkeit.**

Jahr.

$$y = 83.4 + 0.720 \cos x - 1.493 \sin x \\ - 0.462 \cos 2x + 0.913 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 83.4 + 0.984 \sin (132.9 + x) - 0.102 \sin (333.2 + 2x).$$

<sup>1)</sup> Eine Diskussion der halbtägigen Welle wurde, mit Rücksicht auf die Arbeit von J. Reger „Täglicher Temperaturgang in der freien Atmosphäre und doppelte Luftdruckschwankung“ in den „Arbeiten des K. Preussischen Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg im Jahre 1912“ gesondert in Angriff genommen.

**Zugspitze: Windgeschwindigkeit <sup>1)</sup>.**

Jahr.

$$y = 4.23 + 0.278 \cos x + 0.069 \sin x \\ - 0.136 \cos 2x - 0.052 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 4.23 + 0.287 \sin (76.0 + x) - 0.145 \sin (248.9 + 2x).$$

**Hohenpeissenberg: Luftdruck.**

Winter.

$$y = 675.54 + 0.023 \cos x - 0.012 \sin x \\ + 0.014 \cos 2x - 0.166 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 675.54 + 0.026 \sin (117.4 + x) + 0.166 \sin (175.3 + 2x).$$

Frühjahr.

$$y = 674.94 + 0.086 \cos x - 0.015 \sin x \\ + 0.062 \cos 2x - 0.218 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 674.94 + 0.089 \sin (99.7 + x) + 0.227 \sin (162.2 + 2x).$$

Sommer.

$$y = 678.58 + 0.078 \cos x + 0.033 \sin x \\ + 0.066 \cos 2x - 0.199 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 678.58 + 0.085 \sin (66.9^0 + x) + 0.210 \sin (161.5^0 + 2x).$$

Herbst.

$$y = 677.94 - 0.003 \cos x - 0.042 \sin x \\ - 0.001 \cos 2x - 0.208 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 677.94 + 0.042 \sin (183.5^0 + x) + 0.202 \sin (180.2^0 + 2x).$$

Jahr.

$$y = 676.75 + 0.047 \cos x - 0.007 \sin x \\ + 0.038 \cos 2x - 0.198 \sin 2x \text{ oder} \\ y = 676.75 + 0.048 \sin (99.0^0 + x) + 0.202 \sin (169.2^0 + 2x).$$

Eine allgemeine Diskussion obestehender Formeln dürfte wohl zu weit führen. Wir wollen uns jedoch noch etwas eingehender mit dem Luftdruckgange beschäftigen.

Die tägliche Barometerschwankung ist als Interferenzphänomen einer einfachen und einer doppelten Welle aufzufassen <sup>2)</sup>. Die „Harmonische Analyse“ d. h. die Entwicklung in trigonometrische Reihen dient uns als Hilfsmittel zur Trennung der beiden Wellen.

Wie oben ausgeführt wurde, lässt sich der Barometerstand als Funktion der Zeit angeben:

$$y = a_0 + a_1 \sin (A_1 + x) + a_2 \sin (A_2 + 2x) + \dots$$

wobei bekanntlich  $a_0$  der Mittelwert,  $a_1, a_2$  usw. die Amplituden, die  $A_1, A_2 \dots$  Konstante (Phasenzeiten) darstellen.

Die erste Welle ist im allgemeinen durch den täglichen Verlauf der Temperatur bestimmt. Ist  $a_1'$  die Amplitude des Luftdrucks an der Basisstation,  $A_1'$  die Phasenzeit, so repräsentiert die Gleichung

$$y = a_0' + a_1' \sin (A_1' + x)$$

die Luftdruckschwankung <sup>3)</sup>. Für eine Bergstation wird  $a_1'$  im Verhältnisse der Barometerstände abnehmen; es wird

$a_1 = a_1' \cdot \frac{b_1}{b_1'}$ . Zur ganztägigen Luftdruckschwankung addiert sich noch die durch die ganztägige Temperaturwelle verursachte „thermische Druckschwankung“.

Aus der Verbindung der Gleichungen

$$1. \quad dp = -\rho dh$$

$$\text{und } 2. \quad \rho = \frac{p}{RT}$$

folgt bekanntlich, wenn wir noch statt  $p$  die Barometerstände einführen:

$$e \log b = e \log B - \frac{h}{RT}$$

Die Differenziation ergibt:

$$\frac{db}{b} = \frac{dB}{B} - \frac{h}{RT^2} dt \text{ oder}$$

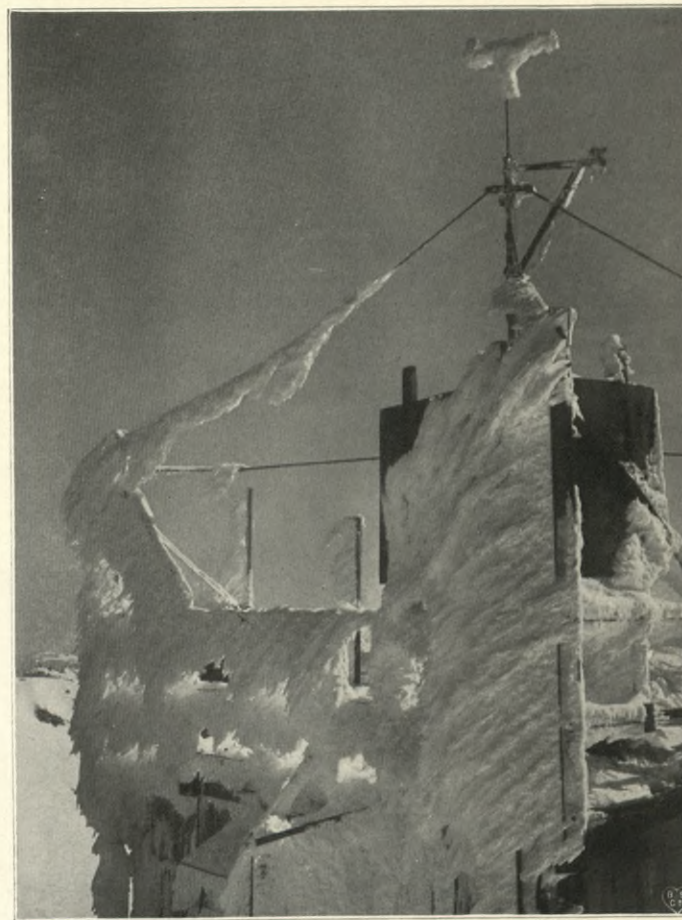
$$db = dB \left( \frac{b}{B} \right) - \frac{b \cdot h}{RT^2} dt.$$

<sup>1)</sup> Bei der relativen Feuchtigkeit und besonders bei der Windgeschwindigkeit sind die 4 bzw. 3 jährigen Reihen nicht hinreichend.

<sup>2)</sup> Vergl. Hann, „Untersuchungen über die tägliche Oszillation des Barometers“, Denkschriften der Kais. Akademie zu Wien 1889 (u. 1892).

<sup>3)</sup> Vergl. Hann, Lehrbuch der Meteorologie II. Aufl., pag. 606.







Die gantztägige Druckschwankung in der Höhe wird also:

$$y = a_1' \frac{b}{B} \sin(A_1' + x) + \frac{b \cdot h}{RT^2} \sin(B_1' + x) b_1'$$

wenn  $b_1'$  und  $B_1'$  Amplitude und Phasenzeit der gantztägigen Temperaturschwankung<sup>1)</sup> sind.

Setzt man in die Formel

$$db = \frac{b \cdot h}{RT^2} dt$$

die entsprechenden Werte<sup>2)</sup> ein, so erhält man für  $dt = 1^0$  das entsprechende  $db$  der Zugspitze. Es ergibt sich für  $1^0$  Temperaturänderung eine Luftdruckänderung von folgender Grösse:

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Winter . . . . .   | 0.520 mm |
| Frühjahr . . . . . | 0.498 mm |
| Sommer . . . . .   | 0.475 mm |
| Herbst . . . . .   | 0.491 mm |
| Jahr . . . . .     | 0.497 mm |

Bei der Zerlegung der täglichen Barometerschwankung interessiert am meisten die halbtägige Welle: Die Phasenzeit  $A_2$  und besonders die Amplitude  $a_2$ .

Der Übersichtlichkeit halber stellen wir die oben für Hohenpeissenberg und Zugspitze<sup>3)</sup> abgeleiteten Resultate nochmals zusammen:

|          | Zugspitze |                    | Hohenpeissenberg |                    |
|----------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|
|          | $a_2$     | $A_2$              | $a_2$            | $A_2$              |
| Winter   | 0.154     | 166.9 <sup>0</sup> | 0.166?           | 175.3 <sup>0</sup> |
| Frühjahr | 0.156     | 145.2 <sup>0</sup> | 0.227            | 162.2 <sup>0</sup> |
| Sommer   | 0.155     | 140.0 <sup>0</sup> | 0.210            | 161.5 <sup>0</sup> |
| Herbst   | 0.154     | 158.3 <sup>0</sup> | 0.202            | 180.2 <sup>0</sup> |
| Jahr     | 0.152     | 151.1 <sup>0</sup> | 0.202            | 169.2 <sup>0</sup> |

Die Eintrittszeit der Extreme ist auf der Zugspitze gegen den Hohenpeissenberg verspätet<sup>4)</sup>, und zwar im

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| Winter   | um 8.4 <sup>0</sup> = 33.6 min. |
| Frühjahr | „ 17.0 <sup>0</sup> = 68.0 „    |
| Sommer   | „ 21.5 <sup>0</sup> = 86.0 „    |
| Herbst   | „ 21.9 <sup>0</sup> = 87.6 „    |
| Jahr     | „ 18.1 <sup>0</sup> = 72.4 „    |

Es drängt sich nun des weiteren die Frage auf, ob die auf der Zugspitze beobachtete Amplitude  $a_2$  — bekanntlich eine universelle Grösse — den der geographischen Breite der Zugspitze ( $\varphi = 47^0 25'$ ) entsprechenden Wert erreicht.

Für die Abhängigkeit des  $a_2$  von  $\varphi$  sind verschiedentlich Formeln aufgestellt worden<sup>5)</sup>. Wie wir fanden, sind die Abweichungen im allgemeinen nur gering. Wir wählen die von Hann abgeleitete Formel

$$a_2 = 0.984 - 0.188 \sin \varphi - 0.978 \sin^2 \varphi$$

Für  $\varphi = 47^0 25'$  wird  $a_2 = 0.316$ .

— Wie Broun<sup>6)</sup> nachwies, nehmen wenigstens in der Tropenzone die Amplituden  $a_2$  im Verhältnis der Barometerstände bei Änderung der Seehöhe ab. In höheren Breiten scheint das Gesetz allerdings nicht mehr unbedingte Gültigkeit zu haben<sup>5)</sup>.

Reduzieren wir nun das oben berechnete  $a_2$  (= 0.316) auf die Zugspitzhöhe unter der Voraussetzung der Abnahme im Verhältnis  $\frac{b}{B}$ , so ergeben sich folgende Werte, die wir den „beobachteten“ gegenüberstellen:

|          | $a_2$ beob. | $a_2$ berech. $\left(\frac{b}{B}\right)$ |
|----------|-------------|--|
| Winter   | 0.154       | 0.218                                    |
| Frühjahr | 0.156       | 0.219                                    |
| Sommer   | 0.155       | 0.222                                    |
| Herbst   | 0.154       | 0.221                                    |
| Jahr     | 0.152       | 0.220                                    |

<sup>1)</sup> Die  $b_1'$  und  $B_1'$  sind infolge Fehlens einer Temperatur-Registrierung unbekannt.

<sup>2)</sup> Vergl. auch Hann, „Täglicher Gang des Barometers auf Pikes Peak (4308 m) und zu Colorado Springs“ (1856 m), Met. Zeit. XXXIV 1899, pag. 87, 91.

<sup>3)</sup> NB. Für  $1^h a$  ist  $x = 0$ .

<sup>4)</sup> Verspätung: Bayrischzell-Wendelstein 15.6<sup>0</sup>; Bern (München)-Säntis 15.2<sup>0</sup> aus Hann, „Weitere Untersuchungen über die tägliche Oszillation des Barometers“, Denkschriften der Kais. Akademie zu Wien 1892, pag. 8.

<sup>5)</sup> Vergl. Alt, „Die Doppeloszillation des Barometers, insbesondere im arktischen Gebiete“, Met. Zeit. 1909, pag. 147.

<sup>6)</sup> Comptes rendus der Pariser Akademie, tome 76, pag. 1534, I. Sem. 1873.

Wenn wir auch die 3. Dezimale ausser acht lassen, so zeigen sich doch zwischen dem tatsächlichen und dem berechneten Wert grosse Abweichungen. Hann<sup>1)</sup> bemerkt, dass die Amplitude  $a_2$  stark beeinflusst wird von dem täglichen „Wärmegang“ in den unterhalb des Gipfels gelegenen Luftschichten; auch die Auswertungsmethode hat Einfluss auf die Genauigkeit des Wertes. Des weiteren erwähnt auch Hann a. a. O., dass die Reduktion der  $a_2$  von Wendelstein, St. Bernhard, Säntis und Puy de Dôme zu kleine<sup>2)</sup> Werte ergibt.

Reduzieren wir nun den für  $\varphi = 47^\circ 25'$  berechneten Wert  $a_2 = 0.316$  auf die Höhe der Zugspitze, jedoch unter Annahme einer stärkeren Änderung mit zunehmender Höhe im Verhältnis  $\left(\frac{b}{B}\right)^2$ , so erzielen wir nachstehendes Resultat:

| Zugspitze | $a_2$ beob. | $a_2$ berech. $\left(\frac{b}{B}\right)^2$ |
|-----------|-------------|--|
| Winter    | 0.154       | 0.151                                      |
| Frühjahr  | 0.156       | 0.152                                      |
| Sommer    | 0.155       | 0.156                                      |
| Herbst    | 0.154       | 0.154                                      |
| Jahr      | 0.152       | 0.153                                      |

Die Annahme des Reduktionsfaktors  $\frac{b}{B}$  liefert für die Zugspitze zu grosse Werte, die Voraussetzung der Abnahme im Verhältnis der Quadrate der Barometerstände liefert ein der Wirklichkeit sehr nahe kommendes Resultat.

Für den Hohenpeissenberg wollen wir nun dasselbe durchführen. Die im Verhältnis  $\frac{b}{B}$  reduzierten Werte 0.281, 0.281, 0.282, 0.282 und 0.281 sind ebenfalls zu gross. Die Reduktion im Verhältnis  $b^2 B^2$  ergibt folgendes:

| Hohenpeissenberg | $a_2$ beob. | $a_2$ berech. $\left(\frac{b}{B}\right)^2$ |
|------------------|-------------|--|
| Winter           | 0.166 ?     | 0.250                                      |
| Frühjahr         | 0.227       | 0.249                                      |
| Sommer           | 0.210       | 0.252                                      |
| Herbst           | 0.202       | 0.251                                      |
| Jahr             | 0.202       | 0.251                                      |

Hier zeigt sich nun ein prinzipieller Unterschied. Während auf der Zugspitze die beobachteten Werte mit den berechneten sehr gut übereinstimmen, tritt auf dem Hohenpeissenberg eine Differenz auf. Wir haben nun auch  $a_2$  der von Hann angeführten Stationen reduziert und stellen die Resultate zusammen:

|                  | $a_2$ beob. | $a_2$ ber. $\frac{b}{B}$ | $a_2$ ber. $\left(\frac{b}{B}\right)^2$ |
|------------------|-------------|--------------------------|---|
| Hohenpeissenberg | 0.202       | 0.281                    | 0.251                                   |
| Puy de Dôme      | 0.211       | 0.265                    | 0.222                                   |
| Wendelstein      | 0.173       | 0.256                    | 0.209                                   |
| Säntis           | 0.167       | 0.235                    | 0.174                                   |
| Zugspitze        | 0.152       | 0.220                    | 0.153                                   |
| Sonnblick        | 0.187       | 0.216                    | 0.148                                   |

Im allgemeinen liefert also die Reduktion im Verhältnis  $\left(\frac{b}{B}\right)^2$  Resultate, die mit dem analysierten Werte gut übereinstimmen. Nun wollen wir versuchen, uns die auftretenden Differenzen zu erklären. Wie bereits erwähnt, hat Hann auf die Abhängigkeit des  $a_2$  auf Bergen von der Temperatur der unterhalb liegenden Luftschichten hingewiesen. Je grösser also die relative Höhe eines Berges ist, desto mehr wird also  $a_2$  beeinflusst sein; die Annahme der Änderung im Verhältnis  $\frac{b}{B}$  ist dann zu klein, ganz nahe kommen dann die Reduktionen im Verhältnis  $\left(\frac{b}{B}\right)^2$ . Ganz deutlich zeigen dies die Werte für Puy de Dôme, Säntis und Zugspitze.

Wir werden unwillkürlich an die oft auftretenden Ähnlichkeiten zwischen dem Höhenklima und dem maritimen Klima erinnert: Je freier die Exposition und je geringer die gehobene Ländermasse desto weniger schroffe Gegensätze. Was wir oben an den Bergstationen besonders an der freigelegenen Zugspitze erläutert haben, tritt auch auf Inseln ebenso auf: Der Eintritt der Extreme ist verzögert und die Amplitude  $a_2$  der halbtägigen Barometerschwankung ist kleiner als der normale, der geographischen Breite und Seehöhe entsprechende Wert.

Ehe wir jedoch den Abschnitt über den täglichen Gang der meteorologischen Elemente beschliessen, wollen wir noch auf eine spezielle Untersuchung etwas näher eingehen; nämlich auf das Verhalten der meteorologischen Elemente an heiteren und trüben Tagen.

<sup>1)</sup> Hann, Denkschriften der Kais. Ak. zu Wien 1892, pag. 12.

<sup>2)</sup> Hann reduziert dort auf das Meeresniveau; der Sinn der Abweichung ist also derselbe wie oben bei der Zugspitze.

## Der Gang der meteorologischen Elemente an heiteren und trüben Tagen.

Die Untersuchung des Verhaltens der meteorologischen Elemente an Tagen mit extremem Witterungscharakter bietet verschiedene für die Verhältnisse der Zugspitze wichtige Momente. Soweit es das vorhandene Beobachtungsmaterial erlaubte, wurden auch wiederum für den Hohenpeissenberg dieselben Untersuchungen angestellt.

Unter einem „heiteren“ Tag verstehen wir hier einen Tag mit einem Bewölkungsmittel  $< 0.5$  und ununterbrochenem Sonnenschein, also Tage, an denen die Strahlung vollständig zur Geltung kommen konnte. Bei dieser strengen Auswahl ist leider die Anzahl der Tage, die auf der Zugspitze und dem Hohenpeissenberg den Bedingungen genügen, sehr gering; andererseits mussten Störungen, wie sie beispielsweise durch herbstliche und winterliche Bodennebel verursacht werden, eliminiert werden. Analog war dann ein „trüber“ Tag bei nachfolgender Betrachtung ein solcher, an dem das Bewölkungsmittel sowohl auf dem Hohenpeissenberg als auf der Zugspitze  $= 10.0$  war und an dem keine Sonne registriert wurde. Die Anzahl der trüben Tage ist genügend gross.

Eine getrennte Betrachtung für die einzelnen Jahreszeiten schien vor allem mit Rücksicht auf die Anzahl (45) der heiteren Tage nicht am Platze zu sein. Die aus den 180 trüben Tagen abgeleiteten Werte sind hinreichend genau.

Da die einzelnen ausgewählten Tage lediglich nach dem Gesichtspunkte der Grösse der Bewölkungsziffer ausgewählt sind und sonst miteinander in keiner weiteren Beziehung stehen, so wurde auf die Mitteilung eines „Mittels“ verzichtet, sondern lediglich die Abweichungen der einzelnen Stundenwerte vom Tages„mittel“, (das hier nur eine Zahl ohne physikalische Bedeutung repräsentiert), mitgeteilt. Nur bei den Temperaturverhältnissen musste zwecks Ableitung des Gradienten auf die „Mittel“ zurückgegangen werden. Von einer „Ausgleichung“ des täglichen Ganges wurde absichtlich Abstand genommen; denn hiedurch würden im vorliegenden Falle gerade die interessantesten Erscheinungen unkenntlich gemacht werden.

Ehe wir zur Besprechung übergehen, wollen wir zunächst das Material mitteilen, das auch den graphischen Darstellungen zugrunde liegt.

### Gang der meteorologischen Elemente an heiteren und trüben Tagen.

(Abweichungen vom Mittel.)

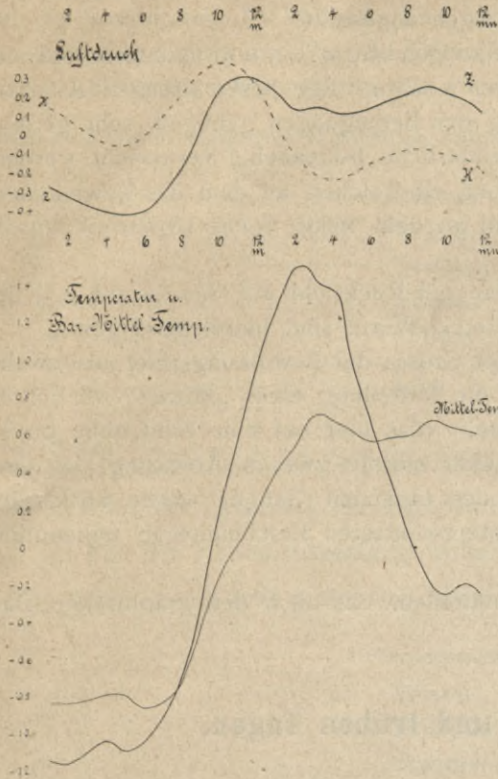
|   | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> | 10 <sup>a</sup> | 11 <sup>a</sup> | 12 <sup>m</sup> | 1 <sup>p</sup> | 2 <sup>p</sup> | 3 <sup>p</sup> | 4 <sup>p</sup> | 5 <sup>p</sup> | 6 <sup>p</sup> | 7 <sup>p</sup> | 8 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 10 <sup>p</sup> | 11 <sup>p</sup> | 12 <sup>nn</sup> |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Heitere Tage: Zugspitze</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |
| Luftdruck:  | -0.27          | -0.32          | -0.37          | -0.40          | -0.42          | -0.41          | -0.31          | -0.19          | 0.02           | 0.22            | 0.30            | 0.28            | 0.22           | 0.13           | 0.14           | 0.11           | 0.10           | 0.13           | 0.17           | 0.20           | 0.24           | 0.20            | 0.17            | 0.09             |
| Temperatur:   | -1.14          | -1.16          | -1.10          | -1.03          | -1.10          | -1.05          | -0.90          | -0.67          | -0.24          | 0.28            | 0.55            | 0.97            | 1.26           | 1.48           | 1.39           | 1.36           | 0.98           | 0.63           | 0.38           | 0.07           | -0.17          | -0.25           | -0.20           | -0.27            |
| Feuchtigkeit:   | 3.1            | 3.5            | 3.5            | 3.6            | 2.8            | 0.1            | -2.2           | -4.1           | -6.8           | -7.7            | -7.3            | -5.3            | -2.9           | -0.2           | 1.5            | 2.2            | 2.6            | 1.2            | 0.8            | 0.2            | 1.4            | 0.5             | -0.1            | -0.3             |
| Windgeschwindigkeit:  | 0.50           | 0.57           | 0.58           | 0.56           | 0.63           | 0.68           | 0.67           | 0.66           | 0.13           | -0.43           | -0.77           | -1.24           | -1.27          | -1.31          | -1.10          | -0.99          | -0.49          | -0.06          | 0.31           | 0.35           | 0.25           | 0.14            | 0.10            | 0.05             |
| <b>Trübe Tage: Zugspitze</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |
| Luftdruck:  | 0.12           | -0.02          | -0.20          | -0.37          | -0.46          | -0.49          | -0.46          | -0.38          | -0.28          | -0.14           | -0.08           | -0.11           | -0.16          | -0.17          | -0.11          | -0.04          | 0.03           | 0.12           | 0.23           | 0.35           | 0.47           | 0.51            | 0.51            | 0.47             |
| Temperatur:   | 0.21           | 0.12           | 0.00           | -0.04          | -0.06          | -0.07          | -0.02          | 0.01           | 0.16           | 0.32            | 0.48            | 0.57            | 0.60           | 0.54           | 0.39           | 0.22           | 0.04           | -0.21          | -0.35          | -0.48          | -0.56          | -0.57           | -0.72           | -0.80            |
| Windgeschwindigkeit:  | -0.66          | -0.76          | -0.72          | -0.47          | -0.40          | -0.34          | -0.27          | 0.13           | 0.18           | 0.21            | 0.34            | 0.43            | 0.24           | 0.29           | 0.57           | 0.36           | 0.38           | 0.23           | 0.10           | -0.02          | -0.03          | 0.33            | 0.10            | -0.34            |
| Luftdruck (Tägl. Gang elim.)  | 0.14           | 0.08           | 0.08           | -0.05          | -0.09          | -0.13          | -0.16          | -0.17          | -0.16          | -0.21           | -0.21           | -0.24           | -0.25          | -0.24          | -0.18          | -0.11          | -0.05          | 0.01           | 0.08           | 0.15           | 0.24           | 0.27            | 0.31            | 0.35             |
| Temperatur (Tägl. Gang elim.)   | 0.82           | 0.79           | 0.76           | 0.78           | 0.77           | 0.73           | 0.65           | 0.44           | 0.30           | 0.09            | -0.12           | -0.26           | -0.43          | -0.59          | -0.73          | -0.75          | -0.71          | -0.67          | -0.53          | -0.41          | -0.30          | -0.25           | -0.29           | -0.29            |
| <b>Luftdruck: Hohenpeissenberg</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |
| Heitere Tage:   | 0.15           | 0.09           | -0.02          | -0.05          | -0.06          | -0.01          | 0.10           | 0.20           | 0.32           | 0.37            | 0.35            | 0.26            | 0.04           | -0.12          | -0.22          | -0.25          | -0.22          | -0.16          | -0.12          | -0.09          | -0.09          | -0.12           | -0.14           | -0.22            |
| Trübe Tage:   | -0.27          | -0.37          | -0.49          | -0.63          | -0.71          | -0.69          | -0.59          | -0.51          | -0.38          | -0.23           | -0.15           | -0.17           | -0.18          | -0.18          | -0.12          | -0.02          | 0.11           | 0.32           | 0.48           | 0.70           | 0.88           | 0.98            | 1.07            | 1.08             |
| Trübe Tage (Tägl. Gang elim.)   | -0.37          | -0.37          | -0.40          | -0.40          | -0.52          | -0.55          | -0.54          | -0.55          | -0.60          | -0.41           | -0.34           | -0.27           | -0.15          | -0.02          | 0.08           | 0.19           | 0.29           | 0.44           | 0.50           | 0.62           | 0.69           | 0.77            | 0.85            | 0.90             |
| <b>Barometrische Mitteltemperatur der Luftsäule Hohenpeissenberg — Zugspitze.</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                  |
| Heitere Tage:   | -0.83          | -0.83          | -0.81          | -0.78          | -0.78          | -0.86          | -0.83          | -0.73          | -0.44          | -0.15           | -0.06           | -0.19           | 0.40           | 0.50           | 0.69           | 0.66           | 0.61           | 0.55           | 0.58           | 0.58           | 0.66           | 0.63            | 0.61            | 0.58             |
| Trübe Tage:   | 0.67           | 0.55           | 0.37           | 0.25           | 0.17           | 0.10           | -0.03          | 0.02           | 0.02           | 0.07            | 0.10            | 0.05            | -0.05          | -0.08          | -0.03          | -0.05          | -0.13          | -0.28          | -0.30          | -0.40          | -0.45          | -0.52           | -0.60           | 0.77             |
| Trübe Tage (Tägl. Gang elim.)   | 0.77           | 0.78           | 0.67           | 0.63           | 0.63           | 0.61           | 0.53           | 0.50           | 0.45           | 0.19            | 0.12            | 0.08            | -0.21          | -0.52          | -0.52          | -0.57          | -0.62          | -0.72          | -0.64          | -0.69          | -0.63          | -0.70           | -0.60           | -0.79            |

Beim Luftdruck<sup>1)</sup> interessiert uns vor allem die Frage, wie sich die tägliche Doppelschwankung verändert, wenn man nur Tage mit voller Einstrahlung oder vollständig bewölkte Tage betrachtet. Die Amplituden des Luftdruckganges an beiden Stationen sind sehr stark durch den Gang der Temperatur und der hiedurch bewirkten vertikalen Luftverlagerung beeinflusst.

<sup>1)</sup> Anm.: An stürmischen Tagen ist auf der Zugspitze der Luftdruck infolge Saugwirkung (weniger Druckwirkung) im Innern des Hauses grossen momentanen Schwankungen (oft mehr als 6 mm) unterworfen.

Es empfiehlt sich daher, die Besprechung des Temperaturganges einzuschalten.

Bei der Temperatur fällt sofort als markante Erscheinung eine Störung im täglichen Gange auf. Die heiteren Tage schliessen wärmer als sie begonnen haben; die trüben Tage schliessen kälter als der Anfang war: das Minimum ist daher bei letzteren nicht festgelegt<sup>1)</sup>. Der Temperaturverlauf in den frühesten Morgenstunden der heiteren Tage zeigt im allgemeinen schwach steigende Tendenz. Ab 5<sup>h</sup>a jedoch setzt ein gleichmässig starker Anstieg ein bis zum Maximum, das um 2 p erreicht wird. Zunächst (bis 4 p) ist der Temperaturrückgang nur schwach, aber dann erfolgt in raschem Tempo die weitere Temperaturabnahme bis 10<sup>h</sup>p. Von 10<sup>h</sup> bis 11<sup>h</sup>p erfolgt eine geringe, aber deutlich ausgeprägte Zunahme der Temperatur, die ihre Erklärung in dem Herabsinken von Luft aus grösseren Höhen, also in dynamischen Ursachen, findet. Eine Erscheinung, auf die hinzuweisen sich uns schon wiederholt Gelegenheit bot.



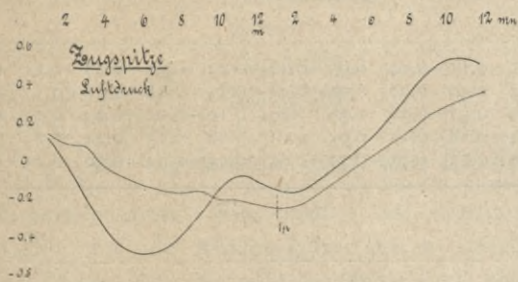
Wesentlich verschieden ist der Verlauf der Temperatur an trüben Tagen (Figur pag. 61). Das tägliche Maximum erscheint hier nur als Störung in einer Kurve mit beständig fallender Tendenz; das Morgenminimum tritt um 6<sup>h</sup>a ein und hat nur sekundäre Bedeutung. Von 6<sup>h</sup>a an steigt die Temperatur anfangs langsam, dann mässig stark und erreicht (verfrüht) das Maximum um 1<sup>h</sup>p. Hierauf erfolgt eine gleichmässige Abnahme der Temperatur bis Mitternacht, wo die tiefste Temperatur liegt. Auffälliger Weise tritt auch an trüben Tagen in den Abendstunden, gegen 10<sup>h</sup>p, eine kleine Störung ein. Es tritt zwar nicht wie bei den heiteren Tagen Erwärmung auf, sondern die Temperatur zeigt zwischen 9<sup>h</sup>p und 10<sup>h</sup>p nur eine unbedeutende Abnahme (0.01<sup>0</sup>).

Mit Hilfe der Terminalsbeobachtungen auf dem Hohenpeissenberg<sup>2)</sup> wurden auch noch für die extremen Tage die Temperaturgradienten berechnet:

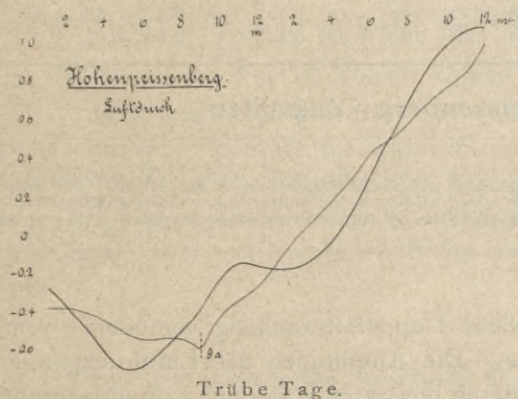
| Heitere Tage. | 7 a  | 2 p  | 9 p  | Mittel |
|---------------|------|------|------|--------|
| Heitere Tage  | 0.36 | 0.41 | 0.39 | 0.39   |
| Trübe Tage    | 0.55 | 0.58 | 0.57 | 0.57   |

Dem gleichmässigen Witterungsverlauf an extremen Tagen entspricht der schwach ausgeprägte tägliche Gang der Temperaturabnahme mit der Höhe; an trüben Tagen ist der Temperaturgradient grösser als an heiteren. Die trüben Tage bringen der Zugspitze bei Schneestürmen starken Temperatursturz, der auf dem Hohenpeissenberg sich nicht so stark geltend macht. Andererseits wieder dürften in der geringen Anzahl heiterer Tage einige typische Fälle von Temperaturumkehr enthalten sein.

Nun zurück zum Luftdruckgang! Für das Verhalten des Barometers auf der Zugspitze sind in erster Linie die Temperaturänderungen der unterhalb liegenden Luftschichten massgebend. An heiteren Tagen mit relativ kühlen Morgen-



temperaturen fällt auf der Zugspitze das 1. Luftdruckminimum (der Hauptwert) auf 5<sup>h</sup>a. Gleichzeitig notiert es auch der Hohenpeissenberg, jedoch nur als sekundäres Extrem. Um 10<sup>h</sup>a bzw. 11<sup>h</sup>a erreicht der Luftdruck auf dem Hohenpeissenberg bzw. der Zugspitze den grössten Tageswert. Nachmittags tritt dann deutlich die Hebung der Niveauflächen hervor. Während auf dem Hohenpeissenberg ein rascher Abfall zum Tagesminimum um 4<sup>h</sup>p erfolgt, fällt auf der Zugspitze der Luftdruck bedeutend schwächer bis zum Nachmittagsminimum um 5<sup>h</sup>p. Um 9<sup>h</sup>p bzw. 9<sup>h</sup>p und 10<sup>h</sup>p verzeichnen die beiden Stationen das Abendmaximum.



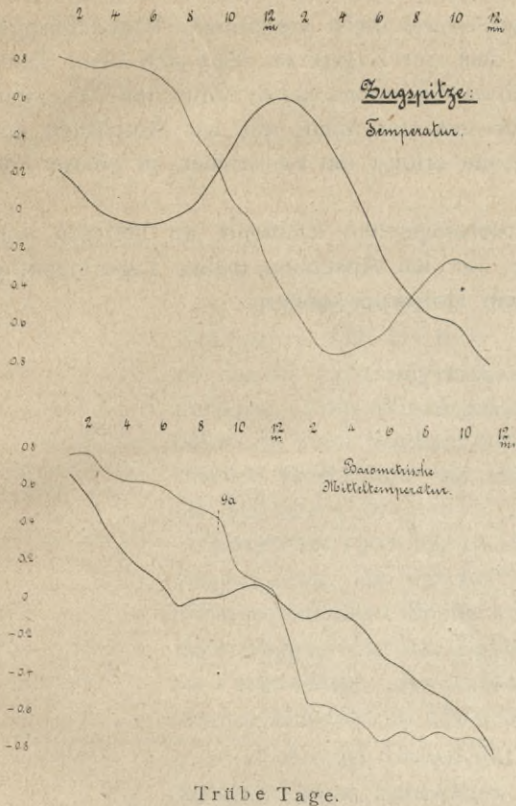
Ein ganz anderes Bild zeigt der Gang des Luftdruckes an trüben Tagen. Das Morgenminimum, hier das Hauptminimum, haben Zugspitze und Hohenpeissenberg um 6<sup>h</sup>a bzw. 5<sup>h</sup>a, also etwa zur Zeit der tiefsten Morgentemperaturen. Von da an ist der weitere tägliche Gang gestört. Um 11<sup>h</sup>a ist das, sonst sehr deutlich ausgeprägte, Maximum nur schwach angedeutet. Dann folgt um 2<sup>h</sup>p bzw. 1<sup>h</sup>p und 2<sup>h</sup>p ein nur schwach angedeutetes Minimum. Seit 1 p' nimmt auf der Zugspitze die Temperatur beständig ab. Der Luftdruck an den beiden Vergleichsstationen steigt und zwar sehr stark und erreicht in den letzten Tagesstunden das Maximum.

Eliminiert man aus dem Gange des Luftdruckes und der Temperatur an trüben Tagen den täglichen Gang dieser beiden Elemente, so resultiert eine für die trüben Tage typische Luftdruck- und Temperaturkurve<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Vergl. Trabert, „Der tägliche Gang der Temperatur und des Sonnenscheins auf dem Sonnblickgipfel“. LIX. Bd. der Denkschriften der Akad. d. W. zu Wien, pag. 42.  
<sup>2)</sup> Temperaturregistrierungen erst ab Januar 1911.  
<sup>3)</sup> In den Zeichnungen schwächer angezogen.

Diese Kurve verläuft für den Barometergang ziemlich einfach:

Auf dem Hohenpeissenberg fällt sie langsam bis 9<sup>h</sup> a. Ab 9 a steigt diese Kurve des „aperiodischen Luftdruckganges“ sehr kräftig bis zum Schluss des Tages. Auf der Zugspitze liegen die Verhältnisse ähnlich: In den Vormittagsstunden tritt ein schwaches Sinken der Kurve ein bis 1<sup>h</sup> p. Von 1<sup>h</sup> p an erfolgt dann ein kräftiger, jedoch nicht so rapider Anstieg wie auf dem Hohenpeissenberg. So findet auch der in den Kurven auftretende scheinbare Widerspruch des gleichzeitigen Steigens des Luftdruckes und Fallens der Temperatur eine sinngemässe Deutung. Der Abschluss des trüben Tages tritt ein auf der Rückseite abziehender Depressionen, also unter gleichzeitigem Luftdruckanstieg und Temperaturfall. Derselbe ist mit einem Transport kalter Luft verbunden<sup>1)</sup>. Hierzu ist Zeit erforderlich. In diesem hier behandelten mittleren Fall ist die Zeitdifferenz zwischen dem starken Barometeranstieg auf dem Hohenpeissenberg und dem auf der Zugspitze etwa vier Stunden. Das Minimum der durch Subtraktion des täglichen Ganges vom typischen Gang an trüben Tagen gewonnenen Kurve fällt jedoch im Mittel nicht mit dem Luftdruckminimum zusammen, es liegt auf der Zugspitze um drei Stunden später. Leider vermischen wir hier sehr das Fehlen von Temperaturregistrierungen vom Hohenpeissenberg. Wir berechneten daher aus den Luftdruckwerten für die Luftsäule Hohenpeissenberg—Zugspitze die barometrischen Mitteltemperaturen für den Verlauf an mittleren, heiteren und trüben Tagen. Der Gang der barometrischen Mitteltemperatur an trüben Tagen zeigt im allgemeinen fallende Tendenz, nur untertags sind kleine Maxima zu erkennen, die durch den täglichen Temperaturgang verursacht sind. Eliminiert man auch hier den normalen Tagesgang, so resultiert ebenfalls eine Kurve mit fallender Tendenz, die besonders in der Zeit von 9—10 a und 12 m—2 p stark hervortritt. Der tägliche Verlauf der barometrischen Mitteltemperatur an heiteren Tagen zerfällt in drei Teile. In den ersten Tagesstunden ist der Gang nahezu geradlinig. Das Minimum tritt ein um 6<sup>h</sup> a; dann erfolgt ein intensiver Temperaturanstieg bis 3<sup>h</sup> p, wo der Maximalwert des Tages erreicht wird. Einem schwachen Fallen der Mitteltemperatur bis 6<sup>h</sup> p folgt auf zwei Stunden ein wenig veränderter Temperaturgang. Sehr deutlich gelangt aber das sekundäre, dynamisch bedingte, Temperaturmaximum um 9<sup>h</sup> p zum Ausdruck.



Trübe Tage.

Weitere Details würden zu synoptischen Untersuchungen führen und fallen daher ausserhalb des Rahmens vorliegender Arbeit. Nur soviel sei noch bemerkt: Es ist eine eigentümliche Erscheinung, dass in dem Verlauf des Luftdruckes des typischen trüben Tages sich auch im Mittel aus 180 Tagen kein weiterer Ausgleich in den einzelnen Stundenwerten geltend macht. Es scheinen also offenbar vorzugsweise die Nachmittagsstunden für starke Barometeranstiege und Temperaturstürze, also für kräftige Rückseitenentwicklung, sehr günstige Bedingungen zu stellen.

Es erübrigt nun, noch kurz auf das Verhalten des Ganges der relativen Feuchtigkeit und der Windstärke hinzuweisen. Der Gang der Windstärke an heiteren und trüben Tagen ist sehr einfach. An heiteren Tagen ist die Windgeschwindigkeit am schwächsten um Mittag und in den ersten Nachmittagsstunden; relativ gross ist sie um 7<sup>h</sup> p und 8<sup>h</sup> p, den grössten Wert erreicht sie etwa um 6<sup>h</sup> a. Der tägliche Verlauf der relativen Feuchtigkeit an heiteren Tagen zeigt grosse Ähnlichkeit mit dem der Windstärke: Untertags (10<sup>h</sup> a) das Minimum, in den Frühstunden (ca 4<sup>h</sup> a) und nachmittags (5<sup>h</sup> p) Maxima. Die Extreme der relativen Feuchtigkeit sind gegen die der Windstärke an heiteren Tagen um etwa 3 Stunden verfrüht. An trüben Tagen ist auf der Zugspitze die relative Feuchtigkeit meist 100<sup>0/0</sup>, der stündliche Verlauf der Windstärke ist hier nicht so einfach, wohl infolge der an diesen Tagen auftretenden starken Raufrostansätze. Das Maximum tritt im Mittel in den ersten Nachmittagsstunden auf und fällt etwa mit der Zeit des stärksten Luftdruckanstieges zusammen.

## Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit, welche ein Bild der klimatischen Verhältnisse des Zugspitzgipfels zu geben versucht, ist als erstes Ergebnis die Mitteilung der auf der Beobachtungsreihe 1901—1910 beruhenden Mittelwerte der meteorologischen Elemente zu nennen.

Als Vergleichsstationen am Fusse der Zugspitze dienten Partenkirchen und vor allem der Hohenpeissenberg.

Bei Besprechung der Luftdruckverhältnisse hatten wir Veranlassung die Seehöhe des Zugspitzbarometers richtig zu stellen. Wir berechneten **2962.2** m statt wie bisher 2964 m.

Die Lufttemperatur war Gegenstand einer eingehenden Diskussion. Neben den Mittelwerten der Temperatur, den mittleren und absoluten Extremen, der Abnahme der Temperatur mit der Höhe und der interdiurnen Veränderlichkeit, bot die Häufigkeit bestimmter Temperaturstufen für die Charakteristik des Höhenklimas typische Momente.

<sup>1)</sup> Vergl. H. v. Ficker „Der Transport kalter Luftmassen über die Zentralalpen.“

Ein Vergleich der Temperaturverhältnisse der Zugspitze mit denen der freien Atmosphäre in gleicher Seehöhe über München ergab prinzipielle Verschiedenheiten. Im Mittel ist die Zugspitze um  $1,4^{\circ}$  kälter als die freie Atmosphäre.

Der Vergleich mit den Verhältnissen auf den Hochstationen Säntis und Sonnblick, zwischen denen die Zugspitze sich räumlich einschaltet, lieferte uns die, durch die Windverhältnisse bestätigte, Existenz eines im Niveau der Hochstationen vorhandenen Luftdruckgradienten in westöstlicher Richtung.

Die Temperatur des Sonnblickgipfels ist, trotz seiner grösseren Seehöhe, infolge der kontinentalen Lage in der Mitte der Alpen, viel grösseren Schwankungen unterworfen als die am Nordrande der Alpen gelegene, besser exponierte Zugspitze.

Die Besprechung der Windverhältnisse des Zugspitzgipfels gab Anlass zu einem Vergleich mit denen der vorgelagerten schwäbisch-bayerischen Hochebene. Im Anschluss hieran wurde auf die Abhängigkeit der Bewölkung und der Niederschläge vom Winde auf der Zugspitze hingewiesen.

Schliesslich wurde der tägliche Gang der meteorologischen Elemente auf Grund meist vierjähriger Beobachtungsreihen berechnet. Besonders erwähnenswert halten wir folgende Erscheinung: Auf der Zugspitze zeigt sich beim Temperaturgang im Winter in den Abendstunden deutlich das Auftreten eines sekundären Maximums aus dynamischen Ursachen.

Nach der Mitteilung der harmonischen Konstituenten beschäftigten wir uns vor allem mit der Amplitude der halbtägigen Barometerschwankung. Die Abnahme der Amplitude mit der Seehöhe erfolgt um so rascher, je grösser die relative Erhebung eines Berges ist.

Die Untersuchung der Veränderungen des täglichen Ganges der meteorologischen Elemente an heiteren und trüben Tagen liefert, besonders an letzteren, interessante Resultate. Der rapide, für den Abschluss trüber Tage typische Barometeranstieg tritt auf der Zugspitze um vier Stunden später ein als auf dem Hohenpeissenberg.





## Lebenslauf.

---

Geboren wurde ich — Anton Huber — am 29. Oktober 1884 zu München als Sohn des Kaufmanns Karl Huber. Nach vierjährigem Besuche der Volksschule trat ich im Herbst 1894 an das K. Luitpoldgymnasium in München über, das ich im Juli 1903 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Vom Wintersemester 1903/04 bis zum Sommersemester 1907 oblag ich an der Universität München dem Studium der Mathematik; im Sommersemester 1905 war ich auch an der K. Technischen Hochschule als Hospitant immatrikuliert. Im Herbst 1906 legte ich den 1. Abschnitt, im Herbst 1907 den 2. Abschnitt der Lehramtsprüfung für Mathematik und Physik ab. Vom 1. November 1907 bis 19. August 1908 war ich als Assistent an der K. b. meteorologischen Zentralstation tätig. In der Zeit vom 20. August 1908 bis 31. August 1909 war mir die Funktion des wissenschaftlichen Beobachters auf der meteorologischen Hochstation Zugspitze übertragen. Nach dem Abgang von der Zugspitze war ich bis November 1913 wieder als Assistent an der Zentralstation in Verwendung. Ab 1. Dezember 1913 wurde ich zum Kustos der K. b. meteorologischen Zentralstation München in etatsmässiger Eigenschaft ernannt.

An der Universität bezw. der Technischen Hochschule zu München besuchte ich die Vorlesungen bezw. Seminarien und Praktika der Herren Professoren:

v. Baeyer, Doehlemann, Erk †, Graetz, Grossmann, Kutta, Lindemann, Pringsheim, Röntgen, Ranke, Rehm, Sommerfeld, Voss.

---





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33477

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305864