

WEITERE UNTERSUCHUNGEN
 ÜBER DIE
TÄGLICHE OSCILLATION DES BAROMETERS

VON

J. HANN,
 W. M. K. AKAD.

(Mit 1 Textfigur.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 5. MAI 1892.

Die nachfolgenden Untersuchungen, welche eine Fortsetzung meiner Abhandlung unter dem gleichen Titel im 55. Bande der Denkschriften der kaiserl. Akademie (vorgelegt in der Sitzung am 10. Jänner 1889) bilden, verdanken einem zufälligen Umstande ihre Entstehung. Die zeitweilige Übernahme eines Universitätsamtes und die damit verbundene Zersplitterung meiner ohnehin schon sehr in Anspruch genommenen Zeit veranlasste mich nach einem Arbeitsthema zu suchen, welches auch die Zeitreste zu benützen gestatten würde. Eine solche Arbeit fand ich in der Fortführung der Berechnung der harmonischen Constituenten der täglichen Oscillation des Barometers. Seit dem Absehlusse meiner Arbeit im Herbste des Jahres 1888 waren einige Publicationen erschienen, die mir an sich den Wunsch nahe legten, sie zu einer Ergänzung derselben zu verwerthen. Buehan's grosse Sammlung von Tabellen über den täglichen Gang des Barometers in den Challenger Reports (Physics and Chemistry, Vol. II) enthielt einige Stationen, die mich zu einer Berechnung aufforderten, noch mehr aber die erst kürzlich veröffentlichten stündlichen Luftdruckmittel von San José de Costarica, von Manilla und Tananariva. Von Tokio lag nun eine 5jährige Reihe stündlicher Barometermittel vor, während ich in meiner ersten Arbeit nur 3stündliche Mittel zur Berechnung verwenden konnte. Von Cordoba in Argentinien finden sich in den letzten beiden Bänden (VII u. VIII) der Anales de la Oficina Meteorológica Argentina stündliche Luftdruckwerthe, die aus den Aufzeichnungen eines Sprung'sehen Barographen abgeleitet sind und deshalb vermuthen liessen, dass sie von jenen eigenthümlichen Unregelmässigkeiten frei sein dürften, welche in den von mir und auch von Herrn Angot berechneten älteren stündlichen Luftdruckmitteln von Cordoba so auffallend hervortraten. Mit der Fortsetzung der Berechnung der Constanten der harmonischen Reihen wuchs auch das Interesse noch mehr Materiale herbeizuziehen. Vor Allem suchte ich eine Station in Westindien zu gewinnen. Bei den 2stündlichen Luftdruckmitteln zu Habanah fehlen leider die Nachtbeobachtungen, und die Berechnung derselben nach einer geeignet erscheinenden Interpolation der letzteren ergab etwas abweichende Resultate von den anderen Stationen in ähnlicher Breite; namentlich eine auffallend kleine Amplitude der doppelten täglichen Oscillation. Habanah war aber die einzige tropische Station in der westlichen Hemisphäre überhaupt, wenn man von Mexiko absieht, das wegen seiner grossen Seehöhe in anderer Hinsicht zur Vergleichung mit den tropischen Stationen der östlichen Hemisphäre sich weniger eignet. Ich theilte

diesen Umstand Herrn Prof. Scherer in Port au Prince auf Haiti mit, der bekanntlich mit grossem Eifer daselbst eine vollständige meteorologische Station errichtet hat. Zu meiner Freude sagte mir Herr Prof. Scherer sogleich zu, stündliche Beobachtungen und Registrirungen des Luftdruckes vornehmen zu wollen, und setzte dieselben in der That sogleich ins Werk, so dass mit Schluss des Jahres 1891 schon volle $1\frac{1}{2}$ Jahre stündlicher Aufzeichnungen des Barometerstandes vorlagen, von denen ich das Jahr Juli 1890 bis Juni 1891 berechnet habe. Wenn ich Herrn Prof. Scherer an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche für die ausserordentliche Zuvorkommenheit, mit welcher er meinem im wissenschaftlichen Interesse ausgesprochenen Wunsche entgegengekommen ist, so bin ich versichert, dass ich mich dabei mit allen meinen Fachcollegen in voller Übereinstimmung befinde. Auch Herrn Director Pittier in San José de Costarica schulde ich Dank dafür, dass er mir die Resultate der Barometerregistrirungen des Jahres 1890 vor deren Veröffentlichung hat zukommen lassen. Da bei deren Eintreffen jene des ersten Jahrganges (1889) schon berechnet waren, so habe ich den zweiten Jahrgang separat berechnet, was auch gewisse Vortheile bietet.

Neben diesen neuen tropischen Stationen habe ich diesmal auch Veranlassung gefunden die stündlichen Luftdruckmittel der Gebirgsstationen zu berechnen, die ich in meiner ersten Abhandlung aus guten Gründen bei Seite gelassen habe. Die Untersuchung über die Ursachen der Modificationen des täglichen Ganges des Luftdruckes an den Gipfelstationen, welche bisher nicht eingehender studirt worden sind, bildet sogar den Haupttheil meiner Arbeit, obgleich sie im Anfange gar nicht beabsichtigt war. Nur dieser Theil meiner Abhandlung hat zu neuen Resultaten geführt, während der andere Theil bloss als eine Ergänzung meiner ersten Abhandlung bezeichnet werden kann.

Ich bin auf die Umstände, welchen die vorliegende Abhandlung ihre Entstehung verdankt, etwas näher eingegangen, damit nicht abermals ein Referent über dieselbe sie in ganz anderer Richtung sucht, wie dies bei meiner ersten Abhandlung der Fall gewesen ist, in Bezug auf welche ein englischer Fachcolleague die Bemerkung gemacht hat: ¹ »It almost seems, as if every meteorologist who reached the front rank felt it obligatory upon him to write a memoir upon the daily range of the barometer.« Und doch hatte ich in der Einleitung zu meiner Abhandlung ganz bestimmt den Gedankengang angegeben, der mir zu der Berechnung der Constanten der doppelten täglichen Oscillation des Barometers für möglichst viele Orte, namentlich in tropischen und mittleren Breiten der Erde die Veranlassung gegeben hat. Es handelte sich um die Beantwortung der Frage, ob die jährliche Periode der Intensität der Wärmestrahlung der Sonne, welche eine Folge der Ellipticität der Erdbahn ist, sich in einer analogen Periode der Grösse der Amplitude der doppelten täglichen Barometeroscillation zu erkennen gebe, eine Fragestellung, die, so viel ich weiss, damals neu war. Das Ergebniss entsprach im Allgemeinen meiner Ansicht, dass, wenn die doppelte tägliche Oscillation des Barometers eine Wellenbewegung der Atmosphäre ist, die durch die Absorption der Sonnenstrahlung in der ganzen Masse derselben angeregt wird, wohl erwartet werden darf, dass die Amplitude dieser Oscillation zur Zeit der Sonnennähe (im Winter der nördlichen Hemisphäre) auf der ganzen Erdoberfläche grösser ist als zur Zeit der Sonnenferne.

Ein eigenthümlicher Zufall hat es gewollt, dass Herr A. Angot fast gleichzeitig mit mir sich ebenfalls die Berechnung der täglichen Oscillation des Barometers zur Aufgabe gemacht hatte. Seine ausserordentlich umfassende, gründliche und zugleich elegante Abhandlung: *Étude sur la marche diurne du baromètre*; *Annales du Bureau Central météor. de France, Mémoires de 1887*, die einige Zeit nach der meinen veröffentlicht worden ist, enthält viele Stationen, die bei mir fehlen, namentlich sind die französischen Stationen hervorzuheben, deren Beobachtungsergebnisse mir nicht zugänglich waren. Herr Angot ist bei seiner Arbeit von anderen Gesichtspunkten ausgegangen als ich, so dass unsere Arbeiten sich eher ergänzen als dem Inhalt nach decken.

¹ Symons' Monthly Meteorological Magazine. Vol. 24, 1889, S. 57.

I. Abschnitt.

Die tägliche Oscillation des Barometers auf Berggipfeln und in Gebirgsthälern.

In meiner ersten Abhandlung habe ich die stündlichen Luftdruckbeobachtungen auf Bergen nur in soweit berücksichtigt, als sie mir dazu dienen konnten, nachzuweisen, dass die doppelte tägliche Oscillation des Barometers mit der Höhe sich nur in der Weise ändert, dass die Amplituden im directen Verhältniss zum abnehmenden Luftdruck kleiner werden, die Phasenziten aber im Wesentlichen dieselben bleiben.

Herr Angot hat diesen Satz als a priori richtig angenommen und verwendet, was man nur dann thun kann, wenn man von einer bestimmten Vorstellung über die Ursache der täglichen Barometerschwankung ausgeht, eine Vorstellung, welche aber doch erst als richtig nachzuweisen ist. Zu einem Nachweis der oben angeführten regelmässigen Änderung der doppelten täglichen Oscillation des Barometers mit der Höhe eignen sich aber nur die Stationen in niedrigeren Breiten, wo diese Oscillation noch so gross ist, dass derselben gegenüber die localen Einflüsse und Störungen mehr zurücktreten, worunter namentlich jene Modificationen der normalen täglichen Barometerschwankung zu verstehen sind, welche eine Folge der täglichen Volumänderungen der unterhalb liegenden Luftschichten sind, wie sie durch die tägliche Wärmeschwankung verursacht werden. Diese Modificationen gewinnen in höheren Breiten, über 40° hinaus, mehr und mehr die Oberhand, und verdecken und trüben das Gesetz der Änderung der normalen doppelten täglichen Barometeroscillation mit der Höhe.

Da es mir in meiner ersten Abhandlung nicht darum zu thun war, auch die eben bezeichneten Modificationen einer speciellen Untersuchung zu unterziehen, weil dieselben den Zielpunkten meiner Arbeit ferne lagen, so liess ich die Gebirgsstationen der mittleren und höheren Breiten ganz bei Seite; während mir einige tropische und subtropische Gebirgsstationen nur dazu dienten, zu zeigen, dass sich die doppelte tägliche Luftdruckschwankung in der That wie eine Wellenbewegung der ganzen Atmosphäre verhalte.

Herr Angot dagegen hat in seine Abhandlung auch alle Bergstationen aufgenommen, von denen er sich mehrjährige stündliche Luftdruckmittel verschaffen konnte. Es sind dies: Puy-de-Dôme, Grosser St. Bernhard, Obir und Säntis. Auf eine speciellere Untersuchung über die Ursachen der abweichenden Form der täglichen Luftdruckwellen auf diesen Bergstationen ist er aber nicht eingetreten. Es wird nur (S. 305) bemerkt, dass die fast völlige Umkehrung der Phasenziten der einfachen täglichen Barometerschwankung auf Berggipfeln eine leicht ersichtliche Consequenz der Ausdehnung und Zusammenziehung der Luftschichten unter dem Einflusse der täglichen Wärmeschwankung sei. Die eigenthümliche Modification der Phasenziten der doppelten täglichen Barometerschwankung auf Berggipfeln in etwas höheren Breiten wird gar nicht erwähnt.

Eine kleine Arbeit, die ich kürzlich über die stündlichen meteorologischen Beobachtungen auf dem Gipfel des Fuji in Japan veröffentlicht habe,¹ war es namentlich, die mir Anlass gegeben hat, die dort angeregten Fragen weiter zu verfolgen und den täglichen Gang des Barometers auf Berggipfeln nun auch einmal einer speciellen Untersuchung zu unterziehen. Dazu eignen sich gerade die Stationen in mittleren und höheren Breiten am besten, in welchen die oben erwähnten Modificationen des normalen täglichen Barometerganges der Niederungen deutlich und charakteristisch zur Geltung kommen, was bei den tropischen Stationen in jenen Höhen, bis zu welchen dieselben hinaufreichen (kaum bis zu 3000 *m*), noch nicht der Fall ist.

Die Stationen, die ich zu diesem Zwecke einer Berechnung unterzogen habe, sind folgende:

Blue Hill Observatory. 5 Jahre, 1886—1890. *Annals of the Astron. Observatory of Harvard College*, Vol. XXX, Part. II. L. Rotch, *Observ. made at the Blue Hill Obs. in the year 1890.* (Cambridge 1891.) Enthält

¹ Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Cl. Bd. C, Abth. II, Dec.-Heft, 1891.

auch die 5jährigen Mittel 1886—1890. Von der Basisstation Boston liegt blos ein Jahr (1890) vor, das ich durch Differenzen auf die 5jährige Periode von Blue Hill reducirt habe. Stündlich.

Eiffelthurm, Paris. Der ausserordentlichen Gefälligkeit der Herren Mascart und Angot verdanke ich die Mittheilung der noch nicht veröffentlichten correspondirenden Beobachtungsergebnisse des Jahres 1890 auf dem Eiffelthurm, im Bureau Central Météor. und zu Parc Saint-Maur für Luftdruck und Temperatur. Ich fühle mich verpflichtet, dafür meinen ganz verbindlichsten Dank hier zum Ausdrucke zu bringen. Stündlich.

Ben Nevis, 4 Jahre 1884—1887 incl. The Meteorology of Ben Nevis. By Alex. Buchan. Transactions R. S. of Edinburgh, Vol. XXXIV. Stündlich.

Puy-de-Dôme. Angot im »Marche diurne etc.« 10 Jahre 1878—1887; 3 Jahre 6mal täglich, 7 Jahre 8mal täglich, die anderen Stunden interpolirt.

Ganz dasselbe gilt von der Basisstation Clermont Ferrand.

Wendelstein, 1886—1890, 5 Jahre, zweistündlich. Nach den Jahrbüchern der k. bairischen meteorologischen Centralstation. Die Beobachtungen des noch nicht veröffentlichten letzten Jahres 1890 verdanke ich einer gütigen Mittheilung des Herrn Dr. Fr. Erek. Das gleiche gilt von den Basisstationen Bairisch-Zell und München. Im Jahre 1890 ist an Stelle der Station Bairisch-Zell die etwas niedriger gelegene und schon mehr im Flachlande liegende Station Feld getreten.

Schafberggipfel, 2—4 Jahre, stündlich. Nach den Registrirungen eines Hottinger'schen Barographen in Verbindung mit directen Ablesungen an einem Quecksilberbarometer.

Obir, nach Angot, 8 Jahre, 1880—1887, stündlich. Basisstation Klagenfurt desgleichen und meine erste Abhandlung.

St. Bernhard, nach Angot, 37 Jahre, 1851—1887, 9mal täglich, 2stündlich von 6^h am. an bis 10^h pm. Die Nachtstunden interpolirt nach Obir und Säntis.

Säntis, 3 Jahre, 1887—1889, stündlich. Correspondirend mit den folgenden Luftdruckmitteln für Sonnblick und Kolm Saigurn.

Genf und Bern, nach Angot. Genf wie St. Bernhard 2stündlich von 6^h am. bis 10^h pm. Nachtstunden von Angot nach Bern und München interpolirt (1836—1875); Bern stündlich (1875—1887).

Sonnblick, 3 Jahre, 1887—1889, stündlich; desgleichen Kolm Saigurn. Registrirungen eines Barographen von Redier und von Richard. Zell a. S. Barograph Richard; nicht ganz correspondirend. Salzburg, siehe später.

Ich habe aus mchrfachen Gründen für alle dicse Stationen nur Mittel für je 4 Monate berechnet, und zwar für die Periode des tiefsten Sonnenstandes November—Februar incl. (kurz als Winter bezeichnet), für die Periode des höchsten Sonnenstandes Mai—August incl. (kurz als Sommer bezeichnet) und für die Äquinoctial-Monate März, April und September, October. Diese Eintheilung des Jahres ist allerdings zunächst der jährlichen Periode der doppelten täglichen Oscillation angepasst, entspricht aber auch ganz gut der einfachen täglichen Oscillation. Für mehrere der genannten Stationen wäre die Beobachtungsperiode zu kurz gewesen, um verlässliche Monatmittel zu erhalten, anderseits genügten mir die bezeichneten Perioden von je 4 Monaten für den vorliegenden Zweck vollkommen. Die Monatmittel unserer Hochstationen, speciell Sonnblick, Kolm-Saigurn, Schafberg, sowie auch der Basisstation Zell a. S. wird Herr Dr. Trabert in einer besonderen eingehenden Bearbeitung der Luftdruckbeobachtungen auf dem Sonnblickgipfel einer Berechnung unterziehen. Er wird dann auch in der Lage sein, von demselben volle 5jährige Mittel (1887—91) dabei in Rechnung zu stellen.

Die Tabellen mit den stündlichen Werthen des Luftdruckes für die oben näher bezeichneten 4 monatlichen Perioden habe ich am Schlusse dieses Abschnittes zusammengestellt. Neben den vorhin angeführten Gipfel- und Basisstationen findet man dort auch den stündlichen Gang des Luftdruckes zu Bozen, welcher als classisches Beispiel der ausserordentlich grossen einmaligen täglichen Luftdruckschwankung in unseren südlichen Alpenthalern dienen soll.

Die Eigenthümlichkeiten des täglichen Ganges des Luftdruckes an den Gehäng- und Gipfelstationen.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich es versucht, ein übersichtliches Bild der Modificationen zu geben, denen der tägliche Gang des Luftdruckes mit zunehmender Seehöhe unterliegt, falls die Station an einem Gehänge oder auf einem Berggipfel liegt. Die Basisstationen sind beigelegt, damit man die Unterschiede der täglichen Barometeroscillation in den Thälern und auf Bergen mit einem Blick zu erfassen im Stande sei. Zu dieser Darstellung wurde die Sommerperiode Mai—August gewählt, weil sie diejenige ist, in welcher diese Modificationen am stärksten hervortreten.

Die erste Gruppe besteht aus acht Stationen, die einander so nahe oder doch zum mindesten unter so ähnlicher Breite liegen, dass der Einfluss der Seehöhe und der Lage rein hervortritt. Es ist wohl das erste mal, dass an so zahlreichen, in so verschiedenen Seehöhen liegenden und bis über 3000 Meter hinauf reichenden Stationen, die demselben Gebirge angehören, die Änderungen der täglichen Oscillation des Barometers mit zunehmender Seehöhe vor Augen haben geführt werden können. Dazu kommt, dass der tägliche Gang des Barometers aus mehrjährigen Beobachtungen abgeleitet ist, von denen jene von Kolm-Saigurn, Säntis, Sonnblick genau correspondirend sind, von jenen zu Zell a. S. gilt dasselbe nahezu.

Die zwei letzten Gruppen, gleichfalls auf correspondirenden Beobachtungen beruhend, zeigen den Einfluss geringerer Höhenunterschiede in sehr charakteristischer Weise. Die Beobachtungen auf dem Eiffelthurm kommen solchen in einem fixen Luftballon sehr nahe und sind deshalb von besonders hohem Interesse, wie aus dem Folgenden sich noch specieller ergeben wird.

Übersicht des täglichen Ganges des Luftdruckes im Mittel der vier Monate Mai—August.

	Salz- burg	Zell a. See	Bad Fusch *	Kolm- Saigurn	Schaf- berg	Obir	Säntis	Sonn- blick	Paris Bureau Centr.	Eiffel- thurm	Clermont Ferrand	Puy-de- Dôme
Seehöhe	440	770	1180	1600	1780	2040	2500	3100	33	313	390	1470
1 ^h am.	·29	·45	·39	·03	·03	·07	—·03	·00	·25	·16	·22	—·10
2	·18	·41	·30	—·13	—·13	—·09	—·18	—·15	·15	·03	·10	—·26
3	·10	·37	·14	—·25	—·28	—·25	—·30	—·32	·05	—·10	·02	—·39
4	·09 *	·36 *	·07	—·32 *	—·35 *	—·36	—·41	—·45	·01 *	—·18 *	·00 *	—·49 *
5	·14	·42	·04	—·30	—·33	—·38 *	—·44 *	—·50 *	·08	—·15	·05	—·48
6	·27	·49	·02 *	—·24	—·29	—·33	—·39	—·45	·17	—·05	·15	—·38
7	·36	·54 *	·03	—·15	—·13	—·23	—·30	—·37	·27	·07	·24	—·23
8	·40 *	·54	·09	—·05	—·03	—·11	—·20	—·27	·31 *	·17	·29 *	—·07
9	·34	·40	·14 *	·01	·06	·02	—·11	—·17	·29	·23	·28	·06
10	·29	·26	·13	·07	·14	·13	·00	—·04	·23	·23 *	·22	·18
11	·17	—·01	·02	·07 *	·19 *	·22	·11	·08	·11	·17	·11	·24
Mittag	—·04	—·28	—·09	·03	·17	·24 *	·15	·16	—·03	·07	—·04	·28 *
1 ^h pm.	—·22	—·55	—·25	—·04	·13	·21	·17 *	·19	—·23	—·07	—·20	·26
2	—·40	—·72	—·39	—·07	·07	·13	·15	·21	—·36	—·18	—·35	·21
3	—·54	—·86	—·49	—·09	·03	·06	·14	·22 *	—·46	—·25	—·47	·14
4	—·65	—·92 *	—·51 *	—·11 *	—·04	—·02	·11	·19	—·55	—·31	—·55	·08
5	—·72 *	—·91	—·50	—·09	—·09 *	—·08	·07 *	·14	—·59 *	—·39 *	—·57 *	·04
6	—·63	—·76	—·45	—·05	—·08	—·12 *	·08	·12 *	—·50	—·34	—·48	·02 *
7	—·43	—·52	—·25	·06	—·02	—·09	·13	·14	—·33	—·18	—·27	·05
8	—·15	—·20	—·04	·23	·08	·04	·21	·19	—·07	—·01	—·02	·15
9	·15	·14	·27	·37	·21	·21	·30	·30	·28	·20	·22	·24
10	·26	·35	·38	·41 *	·24 *	·28 *	·30 *	·33 *	·30	·31	·37	·24 *
11	·37	·47	·41	·36	·24	·27	·25	·29	·34 *	·34 *	·38 *	·17
Mittern.	·37 *	·51 *	·46 *	·27	·17	·20	·16	·18	·34 *	·30	·33	·05

* Bloss 51 Tage. Juli, August 1877.

Wenn man den Gang des Barometers in den verschiedenen Seehöhen in der ersten Gruppe von acht Stationen näher betrachtet, so zeigt derselbe folgende besonders bemerkenswerthe Erscheinungen:

Die echten Thalstationen (die absolute Seehöhe ist dabei ziemlich nebensächlich) haben das Morgenmaximum schon zwischen 7^h und 8^h Morgens, also sehr früh, ein sehr tiefes Nachmittagsminimum zwischen 4^h und 5^h (Phasenzeit also ziemlich normal), das Abendmaximum erst um Mitternacht, so dass die beiden Maxima nur durch circa 7 Nachtstunden, dagegen durch 17 Tagesstunden von einander getrennt sind. Das Morgenminimum tritt zur normalen Zeit ein, ist aber sehr schwach ausgeprägt, in Zell a. S. nur noch angedeutet (in Klagenfurt, Bozen fehlt es ganz im Sommer).

Die Höhenstationen haben das Morgenminimum bis zu 3100 *m* hinauf ziemlich zur gleichen und zwar zur normalen Zeit. Dasselbe vertieft sich aber immer mehr, je höher die Station liegt, in recht deutlicher und charakteristischer Weise:

Morgenminimum 4^h—5^h am.

	Zell a. S.	(B. Fusch)	Kolm S.	Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
Seehöhe, Meter	770	1180	1600	1780	2040	2500	3100
Abweichung vom Tagesmittel	·36	(·02)	—·32	—·35	—·38	—·44	—·50

Während die Eintrittszeit des Morgenminimum fast constant bleibt, zeigt das Morgenmaximum des Luftdruckes eine ganz auffallende Verspätung, je höher der Berggipfel ist:

Morgenmaximum.

	Zell a. S.	B. Fusch	Kolm S.	Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
Eintrittszeit	7 ^h am.	9 ^h am.	10 ^{1/2} h am.	11 ^h am.	Mttg.	1 ^h pm.	3 ^h pm.
Abweichung	·54	·14	·07	·19	·24	·17	·22

Das erste tägliche Maximum verspätet sich auf dem Sonnblickgipfel um 8 Stunden gegen jenes an der Thalstation Zell a. S. und fällt auf eine Zeit, die schon dem normalen Nachmittagsminimum sehr nahe liegt. Der Betrag dieses Maximums zeigt keine gesetzmässige Änderung, selbst wenn man bloß die Gipfelstationen in Vergleich zieht.

Abendminimum.

	Zell a. S.	B. Fusch	Kolm S.	Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
Eintrittszeit	4 ^h	4 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	5 ^h	6 ^h
Abweichung	—·92	—·51	—·11	—·09	—·12	·07	·12

Das Abendminimum verspätet sich nur um 2 Stunden, selbst auf dem Sonnblick, gegen jenes der Thalstationen. Während aber in Zell a. S. das Barometer um 0·92 *mm* unter dem Tagesmittel steht, bleibt es auf dem Sonnblick noch 0·12 *mm* über dem Tagesmittel. Bad Fusch zeigt noch den vollen Charakter einer Thalstation, Kolm-Saigurn ist vielmehr als Station an einem Bergabhang, denn als Thalstation zu betrachten.

Abendmaximum.

	Zell a. S.	B. Fusch	Kolm S.	Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
Eintrittszeit	Mtn.	Mtn.	10 ^h				
Abweichung	·51	·46	·41	·24	·28	·30	·33

Auf allen Bergstationen tritt das Abendmaximum zur normalen Zeit um 10^h Abends ein, verspätet sich dagegen in den Thalstationen bis gegen Mitternacht. Der Betrag dieses Maximums kommt an den Thalstationen jenem des Morgenmaximums sehr nahe, auf den Gipfelstationen ist das Abendmaximum viel grösser als das erste Maximum. Auf Bergstationen wächst dasselbe auch etwas mit zunehmender Höhe, worauf besonders Dr. Pernter aufmerksam gemacht hat. Es stimmt in dieser Beziehung mit dem Morgenminimum überein, das auch mit der Höhe zunimmt, und zwar noch ausgesprochener. Der Unterschied zwischen Abendmaximum und Morgenminimum, den beiden ausgeprägtesten Phasen der täglichen Barometeroscillation auf Berggipfeln, nimmt daher mit zunehmender Seehöhe in erheblichem Maasse zu, wie folgende Zahlenreihe zeigt:

Nächtliche Amplitude.

Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
1780	2040	2500	3100 m
0·59	0·66	0·74	0·83 mm

Schon auf dem Säntis, noch mehr aber auf dem Sonnblickgipfel nähert sich die Form der täglichen Barometercurve jener der täglichen Wärmewelle, indem die grösste negative Ordinate derselben mit dem Minimum der täglichen Lufttemperatur zusammenfällt, während die grösste positive Ordinate allerdings auf eine zu späte Abendstunde fällt, wogegen aber das secundäre Maximum mit dem Maximum der Temperatur in der That zusammentrifft. Der Einfluss der täglichen Temperaturänderungen der Luftschichten unterhalb der Station, welcher eine entsprechende verticale Verschiebung der Flächen gleichen Druckes bedingt, wird natürlich immer grösser, je höher die Station liegt. Es wäre demnach zu erwarten, dass auf dem Montblancgipfel z. B. die tägliche Barometercurve schon recht nahe der täglichen Wärmecurve entsprechen würde, allerdings mit einem sehr verspäteten Nachmittagsmaximum.

Im Vorstehenden habe ich zunächst eine blosser Beschreibung des Barometerganges auf Berggipfeln gegeben, welche im Wesentlichen gerade nichts Neues enthält, ausser der hier möglich gewordenen Demonstration der stufenweisen Steigerung des Temperatureinflusses auf denselben mit der zunehmenden Höhe des Berggipfels.

Um zu einem Verständniss der hier nachgewiesenen Modificationen der täglichen Barometeroscillation zu gelangen, wird es aber nothwendig, dieselbe in ihre einfachen harmonischen Constituenten zu zerlegen. Nur auf diesem Wege gelangt man zu einer Einsicht, auf welche Weise durch die Interferenz der normalen täglichen Oscillation des Barometers mit jenen Oscillationen, die in der freien Luftsäule durch die tägliche Wärmewelle erzeugt werden, jenes complicirte Phänomen zu Stande kommt, das wir soeben beschrieben haben.

Die folgende Tabelle enthält die Constanten der einfachen harmonischen Oscillationen, in welche der tägliche Barometergang auf den Bergen und in den Thälern aufgelöst werden kann. Ich beschränke mich dabei auf die zwei ersten Glieder, deren Periode der ganze und der halbe Tag ist, da das dritte Glied so klein ist, dass man fürs erste wenigstens von demselben absehen darf.¹ Man kann diese harmonischen Reihen in zwei Formen schreiben:

$$A . . . p_1 \cos x + q_1 \sin x + p_2 \cos 2x + q_2 \sin 2x$$

$$B . . . a_1 \sin(A_1 + x) + a_2 \sin(A_2 + 2x).$$

Die erste Form eignet sich besser für die Addition oder Subtraction der aus verschiedenen Quellen stammenden Oscillationen gleicher Periode, zu welcher die folgenden Untersuchungen Veranlassung geben werden; die zweite Form dagegen ist bequemer zur Discussion der Resultate, da die numerischen Coefficienten a_1 und a_2 die Amplituden der Oscillationen sind, die Winkelconstanten A_1 und A_2 aber die Phasenzeiten darstellen. n ist ein aliquoter Theil der ganzen Kreisperipherie, im vorliegenden Falle $360^\circ : 24$, d. i. 15° . Im ersten Gliede entspricht demnach dem Stundenintervall ein Winkel von 15° , im zweiten von 30° . Die Zeitvariable x ist hier stets von Mitternacht an gezählt, so dass für Mitternacht $x=0$ wird.

¹ Z. B. hat man für den Sonnblick (Mai—August) folgende Gleichung des täglichen Ganges:

$$.318 \sin(181^\circ 7 + nx) + .179 \sin(110^\circ 3 + 2nx) + 0.041 \sin(135^\circ 1 + 3nx).$$

Täglicher Gang des Luftdruckes im Jahresmittel.

O r t	N. Br.	Länge	Höhe		Luft- druck- mittel	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
			absol.	relat.									
A. An Gipfelstationen.													
Blue Hill	42° 13'	71° 7' W	193.5	130	744.4	.004	.262	.068	-.367	0° 53'	169° 30'	.262	.373
Eiffelthurm	48 48	2 20 E	312.9	280	734.1	-.007	-.012	.166	-.215	210 16	142 20	.014	.272
Ben Nevis	56 49	5 7 W	1343.0	1340	642.6	-.019	-.231	.129	-.068	184 43	117 54	.232	.146
Puy-de-Dôme	45 46	2 58 E	1467.0	1080	637.9	-.039	-.165	.149	-.150	193 48	135 11	.169	.211
Wendelstein	47 42	12 1 E	1727.2	1200	618.0	.022	-.076	.120	-.124	164 7	137 0	.079	.173
Schafberg	47 46	13 26 E	1776.1	1300	614.3	.005	-.108	.151	-.139	177 21	132 0	.108	.205
Obir	46 30	14 29 E	2044.0	1600	594.6	-.003	-.109	.189	-.121	181 22	122 38	.109	.224
St. Bernhard	45 22	7 11 E	2475.6	1900	564.0	.087	-.140	.123	-.116	148 9	133 19	.165	.169
Säntis	47 15	9 20 E	2470.0	2000	564.0	.011	-.190	.122	-.114	176 41	133 4	.190	.167
Sonnblick	47 3	12 57 E	3105.0	2600	519.9	.021	-.223	.175	-.065	174 36	110 24	.224	.187
B. An den Basisstationen.													
Boston	42° 21'	71° 4' W	38	—	759.1	.046	.283	.017	-.370	9° 14'	177° 23'	.287	.370
Paris	48 48	2 20 E	33	—	759.4	.046	.146	.146	-.254	17 30	150 7	.153	.293
Clermont F.	45 47	3 5 E	388	—	728.0	.161	.180	.140	-.253	41 49	151 2	.241	.289
Bayr.-Zell	47 41	12 1 E	802	—	692.3	.154	.097	.102	-.196	57 48	152 35	.182	.221
Salzburg	47 48	13 3 E	440	—	724.2	.116	.233	.139	-.230	26 33	148 51	.260	.269
Klagenfurt	46 37	14 18 E	454	—	722.3	.232	.539	.104	-.243	23 17	156 50	.587	.258
Genf	46 12	6 9 E	405	—	726.8	.072	.287	.131	-.285	14 5	155 19	.296	.314
Bern	46 57	7 26 E	573	—	712.3	.150	.170	.125	-.191	41 25	146 48	.227	.228
Zell a. S.	47 20	12 46 E	766	—	695.4	.243	.401	.152	-.274	31 13	150 59	.469	.313
Kolm-Saigurn	47 4	12 59 E	1600	1100	626.0	.070	-.141	.127	-.191	153 36	146 23	.157	.229

Täglicher Gang des Luftdruckes nach Jahreszeiten.

	A_1	A_2	a_1	a_2	A_1	A_2	a_1	a_2	A_1	A_2	a_1	a_2
I. Gipfelstationen.												
	Blue Hill				Eiffelthurm				Ben Nevis			
Winter	358° 57'	177° 6'	.220	.396	185° 47'	151° 37'	.218	.236	159° 24'	123° 50'	.164	.144
Frühling und Herbst	7 52	167 25	.300	.390	321 20	139 38	.119	.315	193 5	119 10	.255	.165
Sommer	354 28	162 57	.269	.340	36 47	137 25	.129	.267	191 2	109 52	.297	.132
	Puy-de-Dôme				Wendelstein				Schafberg			
Winter	165° 33'	144° 28'	.100	.198	108° 20'	146° 8'	.049	.150	122° 0'	142° 21'	.057	.177
Frühling und Herbst	174 2	134 5	.173	.220	169 29	133 12	.119	.185	180 20	130 27	.175	.230
Sommer	151 20	128 10	.256	.220	187 47	130 49	.076	.187	195 3	127 6	.123	.214
	Obir				Säntis				Sonnblick			
Winter	141° 57'	133° 19'	.051	.194	165° 12'	143° 34'	.087	.157	164° 25'	116° 29'	.113	.192
Frühling und Herbst	181 38	121 37	.151	.238	173 50	134 4	.223	.173	170 9	104 26	.246	.191
Sommer	194 20	115 13	.141	.246	183 4	122 21	.266	.178	181 41	110 15	.318	.179
II. Thalstationen.												
	Clermont Ferrand				Klagenfurt				Bozen			
Winter	61° 25'	152° 22'	.165	.265	31° 12'	150° 33'	.385	.255	17° 48'	157° 6'	.546	.378
Frühling und Herbst	43 11	153 50	.244	.315	22 30	138 18	.587	.278	17 28	152 57	.984	.528
Sommer	33 44	147 9	.304	.285	21 11	137 36	.767	.288	18 39	154 8	1.389	.444
	Bayrisch-Zell				Zell a. S.				Kolm-Saigurn			
Winter	65° 23'	164° 12'	.128	.200	35° 55'	152° 20'	.206	.346	162° 40'	150° 55'	.164	.224
Frühling und Herbst	66 40	150 24	.170	.254	28 58	146 25	.514	.307	148 39	144 33	.150	.234
Sommer	44 38	145 45	.250	.214	31 32	154 19	.686	.288	148 29	143 41	.161	.230

Phasenzeiten und Amplituden der einmaligen täglichen Oscillation auf Berggipfeln.

Betrachten wir zunächst die Unterschiede der einmaligen täglichen Oscillation des Barometers auf den Berggipfeln gegenüber jenen in den Thälern.

Die Grösse der Winkelkonstanten A_1 oder der Phasenzeit bleibt in sehr bemerkenswerther Weise auf allen Berggipfeln der gleichen Gegend constant, wengleich die Höhe der Gipfel beträchtliche Unterschiede zeigt, wie folgende Zahlenreihe darthut.

	Wendelstein	Schafberg	Obir	Säntis	Sonnblick
Höhe absol.	1730	1780	2040	2470	3100
» relat.	1200	1300	1600	2000	2600 circa
$A_1 =$	$164^\circ 1$	$177^\circ 4$	$181^\circ 4$	$176^\circ 7$	$174^\circ 6$

Der Mittelwerth von A_1 ist rund 175° . Die grosse Abweichung, welche der St. Bernhard zeigt ($148^\circ 1$), ist vielleicht durch die fehlenden Nachtbeobachtungen zu erklären, auf keinen Fall ist derselben ein Gewicht beizulegen. Wir können also sagen, dass in den Alpen auf Gipfeln zwischen $1700\ m$ und $3100\ m$ Seehöhe das Minimum der einmaligen täglichen Luftdruckschwankung nahe um 6^h Morgens eintritt (genauer $5^h 40^m$ am.), das Maximum um 6^h Abends. Die einmalige tägliche Luftdruckschwankung auf den Berggipfeln hat demnach fast genau die entgegengesetzten Phasenzeiten von jener in der Niederung. In tieferen Lagen und in niedrigeren Breiten ist der Winkel A_1 etwas grösser, Eiffelthurm 210° , Puy-de-Dôme 194° . Der Natur der Sache nach muss die Phasenzeit A_1 auf Berggipfeln grossen örtlichen Unterschieden unterliegen, da sie von einem ganzen Complex von Erscheinungen zugleich abhängt. (Auf dem Dodabetta in Süd-Indien z. B. in $2630\ m$ Seehöhe ist $A_1 = 276 \cdot 6$.)

Kehren wir zu unseren Alpenstationen zurück.

Im Mittel von sechs Basisstationen ist der Winkel A_1 in den Thälern circa 37° , in der einmaligen Welle tritt demnach das Maximum in den Thälern durchschnittlich um $3\frac{1}{2}^h$ Morgens, das Minimum um $3\frac{1}{2}^h$ Nachmittags ein, nahezu zu den entgegengesetzten Epochen wie auf den Berggipfeln. Auf den offenen Ozeanen der niedrigen Breiten liegt der Winkel A_1 sehr nahe bei 0° , wie ich in einer früheren Abhandlung gezeigt habe. Es scheint demnach, dass die normale einmalige tägliche Luftdruckwelle die Epoche ihrer Fluth um 6^h Morgens hat. Dieser gegenüber ist die Umkehrung auf den Berggipfeln eine vollkommene.

Die jährliche Periode der Winkelconstanten A_1 auf Berggipfeln besteht darin, dass die Grösse derselben vom Winter zum Sommer wächst.

Die Mittelwerthe aus den schon oben benützten fünf Stationen sind:

	Winter	Frühling und Herbst	Sommer
A_1	140°	175°	188°

Im Winter verspätet sich der Eintritt der Fluth um circa 2 Stunden gegen das Jahresmittel, im Sommer tritt dieselbe nicht ganz um eine Stunde früher ein. Es ist offenbar ein Einfluss der Tageslänge, der uns hier entgegentritt.

Der Mittelwerth für den Winter ist unsicher, da die einzelnen Werthe von A_1 innerhalb weiter Grenzen variiren. Dagegen stimmen die einzelnen Stationen in den anderen Jahreszeiten in Betreff der Phasenzeiten der einmaligen täglichen Luftdruckschwankung sehr gut überein.

Die Änderung dieser Phasenzeit vom Wintermittel zum Sommermittel zeigt eine sehr bemerkenswerthe Abnahme mit der Höhe. Der Winkel A_1 nimmt zu vom Winter zum Sommer an den beiden Stationen Wendelstein, Schafberg ($1750\ m$) um 76° (Epoche der Fluth 5 Stunden früher), auf dem Obir ($2040\ m$) um 52° ($3\frac{1}{2}$ Stunden), auf dem Säntis ($2500\ m$) und Sonnblick ($3100\ m$) übereinstimmend nur mehr um $17\frac{1}{2}^\circ$ (etwas mehr als 1 Stunde). An den ersteren Stationen ist die Amplitude der einmaligen täglichen Luftdruckschwankung im Winter sehr klein, nur $0\cdot 05\ mm$ circa, an den beiden letzteren Stationen ist sie doppelt so gross, $0\cdot 1\ mm$. Die ersteren Stationen gehören ihrer Höhenlage nach in jene Kategorie von Gipfelstationen, wo die Amplitude der allgemeinen einmaligen täglichen Luftdruckschwankung, wie wir sie an der Erdoberfläche, am reinsten vielleicht über den grossen Ozeanen, beobachten, mit der Amplitude der in der Höhe durch die tägliche Wärmewelle verursachten Druckschwankung nahezu gleiche Grösse erreicht. Da nun die Phasenzeiten dieser beiden Luftdruckwellen nahezu die entgegengesetzten sind, so schwächen sie sich gegenseitig, oder heben sich sogar nahezu ganz auf.¹

¹ Man vergleiche meine Abhandlung: Einige Resultate stündlicher meteorologischer Beobachtungen auf dem Gipfel des Fuji. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. C, Dec. 1891, S. 1255.

In grösseren Höhen gewinnt dann jene Druckschwankung, welche durch die tägliche Wärmewelle erzeugt wird, mehr und mehr die Oberhand und damit wird auch die Amplitude der complexen einmaligen täglichen Barometeroscillation wieder grösser.

Wendelstein und Schafberg (1750) haben im Winter nur eine Amplitude von 0.053 *mm*, Säntis (2500) von 0.087 und Sonnblick von 0.113. Die Jahresmittel sind: 0.09 Wendelstein, Schafberg, 0.18 St. Bernhard, Säntis und 0.22 Sonnblick.

Im Sommer ist die Amplitude a_1 : Schafberg, Wendelstein 0.10, Obir 0.14, Säntis 0.27, Sonnblick 0.32, also mit der Höhe regelmässig zunehmend, wie zu erwarten war.

Hier tritt die Aufgabe an uns heran, eine schärfere Analyse der eben beschriebenen Erscheinung zu geben, und nachzuweisen, ob in der That die beiden oben supponirten Druckschwankungen die beobachtete einmalige tägliche Barometerschwankung auf Berggipfeln in ihrer Gesammtheit so weit darzustellen im Stande sind, dass wir nach keinen weiteren Ursachen für dieselbe zu forschen mehr nöthig haben.

Es ist aber praktischer, diese Untersuchung vorläufig bei Seite zu lassen und früher noch die Eigenthümlichkeiten der zweimaligen täglichen Barometeroscillation auf Berggipfeln aufzusuchen und festzustellen.

Phasenzeiten und Amplituden der zweimaligen täglichen Barometeroscillation auf Berggipfeln.

Die Phasenzeiten der doppelten täglichen Luftdruckschwankung auf Berggipfeln bieten eine Eigenthümlichkeit dar, welche bisher so gut wie gar nicht beachtet und noch weniger näher untersucht worden ist. Dieselbe besteht darin, dass mit zunehmender Höhe der Berggipfel die Winkelconstante A_2 kleiner wird, d. h. dass die Phasenzeiten der zweimaligen täglichen Druckschwankung mit zunehmender Höhe in der Atmosphäre sich verspäten.

Schon in meiner ersten grösseren Abhandlung über die tägliche Oscillation des Barometers (Denkschriften der Wiener Akad. Bd. LV, S. 69 u. s. w.) habe ich einige Beispiele dafür aus tropischen und subtropischen Breiten gegeben, ohne die Sache näher zu untersuchen. Ich führe dieselbe hier an:

Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation, A_2 .

	Winter	Frühling und Herbst	Sommer	Jahr
Madras	154°9	162°1	164°0	160°6
Dodabetta	142°7	154°1	159°3	152°6
Differenz	12°2	8°0	4°7	8°0

Die Unterschiede sind trotz der grossen Höhe des Dodabetta-Gipfels (2630 *m*) klein; selbst im Winter, d. h. der trockenen heiteren Jahreszeit, ist die Verspätung in Zeit bloss 24 Minuten, im Mittel wenig über eine Viertelstunde.

Es ist aber auch die Amplitude dieser Oscillation in diesen niedrigen Breiten so gross, dass die Störungen der Phasenzeiten derselben selbst in 2600 *m* noch gering sind, sie beträgt nämlich im Jahresmittel zu Madras 1.08 *mm* und auf dem Dodabetta-Gipfel noch 0.75 *mm*.

Mit zunehmender Breite und abnehmender Amplitude wird der Einfluss der Höhe auf die Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation grösser. Ich führe hier folgende von mir berechnete Werthe (S. 71 der citirten Abhandlung) an:

	A_2	a_2		A_2	a_2
In 40°3 Breite Coïmbra (140 <i>m</i>)	149°5	·436		116°7	·272
			Serra da Estrella (1850 <i>m</i>)		

Hier ist die Verspätung schon etwas mehr als eine Stunde. Dieses Resultat ist aber nicht sehr verlässlich, indem bloss 14tägige Registrirungen (August 1881) benützt werden konnten.

Die correspondirenden Luftdruckbeobachtungen auf dem Mt. Michel (August 1873) und auf dem Mt. Washington (Mai, Juni 1873) und an deren Basis (in Nordamerika in etwas höheren Breiten) geben ähnliche Resultate:

Der tägliche Gang des Barometers.

	Mt. Michel			Mt. Washington		
	Luftdruck	A_2	a_2	Luftdruck	A_2	a_2
Unten	695 mm	169·3	·424	690 mm	167·2	·275
Oben	603	144·4	·404	604	129·9	·208

Hier beträgt der Unterchied der Phasenzeiten im Mittel etwa eine Stunde für einen Höhenunterchied von etwa 1200 m.

Im Allgemeinen bemerkt man auch, dass mit dieser stärkeren Verschiebung der Phasenzeiten der Oseillation eine unregelmässige (zu rasche) Abnahme der Amplitude derselben parallel geht.

Die in der vorliegenden Abhandlung berechneten Stationen gestatten die eben betrachtete Erseheinung nun etwas genauer zu untersuchen. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass alle hier berechneten Stationen zwischen 46° und 48° Breite liegen, nur Blue Hill liegt unter 42°, aber die Temperatur daselbst entspricht etwa einer Breite von 48° in Europa.

Im Jahresmittel sind die Unterschiede der Constanten A_2 die folgenden, wobei wir voraussetzen, dass ein Grad dieser Winkelestanten 2 Minuten Zeitunterchied entspricht, und zwar hier im Sinne einer Verspätung des Eintrittes der Phasenzeiten an der höheren Station.

Blue Hill—Boston 7°9	Wendelstein—Bayr. Zell . . 15°6	St. Bernhard—Genf 22°0
Eiffelhurm—Paris 7·8	Schafberg—Salzburg 16·9	Säntis—Bern u. München ¹ 15·2
Puy-de-Dôme—Clermont . . 15·8	Obir—Klagenfurt 34·2	Sonnblick—Zell a. S. 39·6

Diese Differenzen zeigen keine regelmässige Zunahme mit der Höhe. Bei Obir ist die Constante A_2 ganz auffallend zu klein, wohl um 10°, Klagenfurt dagegen hat umgekehrt einen etwas zu grossen Werth von A_2 . Der Unterchied der Phasenzeiten beträgt bei den meisten dieser Gipfelstationen circa 1 Stunde (Verspätung), bei Sonnblick und Obir sogar mehr als 2 Stunden.

Die Grösse der Constanten A_2 zeigt auch an sich keine bestimmte Abhängigkeit weder von der absoluten, noch von der relativen Höhe.

In der folgenden Zusammenstellung der Werthe von A_2 ordne ich dieselben nach der Grösse der bei- läufigen relativen Höhe der Gipfelstationen:

Puy-de-Dôme (1080) 135°2, Wendelstein (1200) 137°0, Schafberg (1300) 132°0, St. Bernhard (1900) 133°3, Säntis (2000) 133°1. Das Mittel für relative Höhen von 1000—2000 m (absolut 1470—2500 m) ist 134°.

Obir und Sonnblick maehen eine Ausnahme mit 122°6 (1600 m) und 110°4 (2600 m).

Die Phasenzeiten der doppelten täglichen Oseillation auf den Berggipfeln fallen bei einem Werth der Constanten A_2 von 134° auf 4½^h und 10½^h, auf dem Sonnblick aber erst auf 5^h20^m und 11^h20^m. In den Thälern treten sie (Mittel von $A_2 = 152°$) sehr nahe um 4^h und 10^h ein.

Man muss wohl auch mit dem Umstande reehnen, dass auf den höchsten Gipfelstationen der Uhr- gang vielleicht nicht so genau controlirt worden ist, wie nöthig wäre. Obir und Sonnblick sind aber in telephoniseher Verbindung mit den Basisstationen, so dass eine Regulirung der Uhren unsehwer zu errei- chen war.

Dass die oben aufgezeigte Verspätung des Eintrittes der Phasenzeiten der doppelten täglichen Baro- meteroseillation wahrseheinlich eine Folge des Wärmeganges in den unterhalb gelegenen Luftseichten ist, darauf seheint der jährliche Gang der Grösse der Constanten A_2 hinzudeuten.

Im Winter ist der Werth der Winkelestanten wenig verschieden von dem Jahresmittel, das ich für die Erdoberfläche in der geographisehen Breite der nachstehend angeführten Gipfelstationen seinerzeit gefunden habe,² d. i. 148°. Es geben nämlich: Puy-de-Dôme (144°5), Wendelstein (146°1), Schafberg (142°4), Obir (133°3) und Säntis (143°6) ein Mittel von 142°. Der Sonnblick maecht eine grosse Ausnahme mit 116°5.

¹ Als Basisstation für Säntis das Mittel von Bern und München genommen, für Sonnblick das Mittel aus Salzburg und Zell a. S.

² Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers, S. [88] oder 40.

Es ist aber im Winter auch an der Erdoberfläche die Constante A_2 grösser als im Jahresmittel, für die Breite unserer Stationen beträgt dann ihr Werth 154° , die Differenz ist demnach 12° oder 24 Minuten Zeitunterschied.

Im Sommer ist das Mittel für dieselben fünf Gipfelstationen $124^\circ 7'$, für die Erdoberfläche in dieser Breite $141^\circ 6'$, der Unterschied ist also dann etwas grösser, nämlich 17° oder 34 Minuten in den Phasenzeiten. Diese letzteren verspäten sich demnach im Sommer etwa um die Hälfte mehr als im Winter gegenüber den Phasenzeiten an der Erdoberfläche.

Im Mittel aller in unserer Tabelle vertretenen Gipfelstationen von Puy-de-Dôme bis Sonnblick beträgt die Winkelconstante A_2 130° rund, das Mittel für die bezüglichen Basisstationen ist 152° , die durchschnittliche Verspätung der Phasenzeiten gegenüber den letzteren beträgt demnach 22° oder 44 Minuten.

Grösse der Amplitude a_2 . Die Zahlenwerthe dieser Amplitude in unseren Tabellen lassen keine regelmässige Abnahme derselben mit der zunehmenden Höhe erkennen. Puy-de-Dôme (1470) hat $0^\circ 21'$, Wendelstein, Schafberg (1750) haben $0^\circ 19'$, St. Bernhard, Säntis (2500) $0^\circ 17'$, Sonnblick (3100) aber wieder $0^\circ 19'$. Die Ursache kann in verschiedenen Umständen liegen. Für's erste sind auch diese Amplituden, wie sich gleich zeigen wird, beeinflusst von dem täglichen Wärmegang der Luftschichten unterhalb der Berggipfel, dann kommt auch, bei der geringeren Grösse dieser Amplituden, die Art der Registrirung, sowie die Art der Reduction der Barographencurven schon sehr in Betracht. Die Grösse der Amplituden ist in Folge dieser letztgenannten Einflüsse nicht bis zu dem Grade vergleichbar, welcher nöthig wäre, um die Hundertel der Millimeter noch sicher zu stellen, innerhalb welcher sich die Abnahme der Grösse der Amplituden mit der Höhe hier bewegt.

Bei unseren Hoch- und Gipfelstationen stimmt die Amplitude der doppelten täglichen Oscillation recht gut mit dem Satze, nach welchem sie im Verhältniss des Luftdruckes mit der Höhe abnehmen soll, wie folgende Rechnungsergebnisse zeigen. Reducirt man die Amplituden a_2 durch Multiplication mit dem Factor $760:b$ auf das Meeresniveau, so erhält man:

Salzburg $0\cdot 282$, Kolm Saigurn $0\cdot 278$, Sonnblick $0\cdot 274$, Schafberg $0\cdot 271$, BadFusch $0\cdot 302$,¹ Obir $0\cdot 286$.

Dagegen erscheinen die Amplituden von Wendelstein, St. Bernhard, Säntis und Puy-de-Dôme in dieser Hinsicht zu klein, denn die Reduction auf das Meeresniveau (d. i. auf den normalen Druck von 760 mm) gibt blos:

Wendelstein $0\cdot 213$, St. Bernhard $0\cdot 228$, Säntis $0\cdot 225$, Puy-de-Dôme $0\cdot 252$.

Die normalen Werthe der Amplitude a_2 im Meeresniveau² sind etwa für 45° Breite $0\cdot 36$; für 46° $0\cdot 34$; für 47° $0\cdot 32$ und für 48° $0\cdot 30$.

Unsere Stationen geben im Mittel für 47° nach Obigem $0\cdot 28$, bleiben also noch etwas zurück gegen den aus allen Beobachtungen für diese Breite berechneten Werth, mehr noch die drei bairischen und schweizerischen Stationen mit $0\cdot 22$, Puy-de-Dôme noch viel mehr mit $0\cdot 25$ gegen $0\cdot 35$ normal.

Analyse der „thermischen“ Luftdruckschwankung auf Berggipfeln.

Nachdem ich im Vorhergehenden eine detaillirtere Beschreibung der Eigenthümlichkeiten der täglichen Barometerschwankung auf den Berggipfeln zu liefern bemüht war, kann ich nun zu dem Versuch einer vollständigen Erklärung dieser Eigenthümlichkeiten übergehen.

Von besonderer Wichtigkeit ist dabei der Nachweis für die Ursache der Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation auf den Berggipfeln.

Diese Verspätung könnte ja leicht als eine Stütze jener Theorie in Anspruch genommen werden welche als eine der Ursachen der täglichen Barometerschwankung an der Erdoberfläche eine Art Mano-

¹ Blos aus 51 Tagen abgeleitet. A_1 $51^\circ 8'$, A_2 $130^\circ 6'$, $a_1 = 0\cdot 339$, $a_2 = 0\cdot 252$. Juli—August 1887 stündlich.

² Vergl. Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers, S. [77] oder S. 29.

meterwirkung der höheren Luftschichten ansicht, wie dies Espy, Kreil und Blanford gethan haben. Wenn man der Ansicht ist, dass die unteren Luftschichten zur Zeit der raschesten Wärmezunahme am Morgen in ihrer Expansion durch die höheren kälteren Schichten gehemmt werden, und dass dadurch das Vormittagsmaximum des Barometerstandes hervorgerufen wird, so könnte man wohl auch annehmen, dass sich diese Wirkung erst allmählig und natürlich in abgeschwächter Masse, auf die höheren Schichten überträgt. Es würde dann die Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation auf den Berggipfeln mit dieser Theorie im Einklange zu stehen scheinen.

Wenn es uns aber im Nachfolgenden gelingen sollte, auch diese Verspätung der Phasenzeiten der doppelten Oscillation als die Wirkung jener Druckschwankung zu erklären, welche durch die tägliche Erwärmung der unteren Luftschichten auf Berggipfeln nothwendig erzeugt werden muss, so hat diese Theorie abermals einen ihrer Stützpunkte verloren, ja eine Widerlegung mehr gefunden. Den Einfluss der täglichen Erwärmung der unteren Luftschichten auf die einmalige tägliche Barometerschwankung auf Berggipfeln hat man wohl nie verkannt, wengleich eine analytische Darstellung desselben, wie sie im Nachfolgenden gegeben wird, bisher auch nicht versucht worden ist. Ganz neu aber ist der hier überhaupt zum erstenmale geführte Nachweis, dass dieser Einfluss sich auch auf die doppelte tägliche Oscillation erstreckt, und sich ebenso vollständig analytisch ausdrücken lässt.

Um einen kurzen Ausdruck zu haben für jene an sich klare Form der Druckschwankungen auf Berggipfeln, welche durch die tägliche Erwärmung und Abkühlung der unterhalb befindlichen Luftschichten hervorgebracht werden, will ich dieselbe einfach »thermische« Druckschwankungen nennen. Es ist zwar mit grösster Wahrscheinlichkeit auch die normale tägliche Barometerschwankung an der Erdoberfläche im letzten Grunde nur eine thermische Druckschwankung. Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung ist aber in diesem Falle ein so complicirter, dass nicht nur bisher keine analytische Darstellung desselben gegeben werden konnte, sondern vielmehr überhaupt selbst die Art dieses Zusammenhanges noch fast ganz im Dunkeln zu liegen scheint.

Darum mag es gestattet sein, von »thermischen« Druckschwankungen im obigen Sinne zu sprechen so weit nur höhere Schichten der Atmosphäre in Betracht kommen.

Es unterliegt nicht der geringsten Schwierigkeit, die »thermischen« Luftdruckoscillationen auf einem Berggipfel als Function der Temperaturvariation der Luftschichten unterhalb desselben darzustellen. Diese Temperaturvariation lässt sich immer mit hinlänglicher Genauigkeit schon durch zwei harmonische Oscillationen darstellen in der Form :

$$p_1 \cos x + q_1 \sin x + p_2 \cos 2x + q_2 \sin 2x.$$

Die numerischen Coëfficienten p_1 , q_1 und p_2 , q_2 sind Temperaturamplituden. Diese Temperaturoscillationen bewirken auf dem Berggipfel Luftdruckoscillationen von denselben Phasenzeiten, die Amplituden derselben sind aber natürlich andere. Wir erhalten diese Amplituden, indem wir die obigen Coëfficienten multipliciren mit dem Quotienten

$$\frac{db}{dt} = \frac{bh}{RT^2} = c,$$

da ja der Druck unten hier als constant angenommen werden darf. b ist der Barometerstand auf dem Berggipfel, h die Mächtigkeit (Dicke) jener Luftschichten unterhalb desselben, deren Ausdehnung und Contraction in Betracht kommt, R und T sind aus der Wärmelchre bekannte Grössen. Die Luftdruckoscillationen, welche durch die obigen Temperaturoscillationen auf dem Berggipfel hervorgerufen werden, finden daher ihren genügenden Ausdruck durch die folgende harmonische Reihe :

$$cp_1 \cos x + cq_1 \sin x + cp_2 \cos 2x + cq_2 \sin 2x.$$

Wie man sieht, handelt es sich nur darum, den täglichen Gang der Temperatur in den Luftschichten unterhalb des Berggipfels zu kennen, dann hat die Berechnung der dadurch auf demselben hervorgerufenen Luftdruckschwankungen keinerlei Schwierigkeit mehr.

Leider darf man nicht hoffen, aus dem täglichen Gange der Temperatur auf dem Berggipfel und an dessen Fusse auch den Gang der wahren mittleren Temperatur in der verticalen Luftsäulen dazwischen richtig ableiten zu können. Es ist nicht nöthig, hier näher darauf einzugehen, weshalb man annehmen muss, dass die Mittelwerthe aus den oben und unten beobachteten stündlichen Temperaturwerthen sich mehr oder minder erheblich von den mittleren Temperaturen der ganzen Luftmasse, welche die Druckvariationen auf dem Berggipfel bewirkt, entfernen können. Es wäre deshalb sehr misslich, solche Temperaturmittel, deren Fehlergrenze wir nicht beurtheilen können, in die obige Rechnung einzuführen. Eine andere, allerdings etwas weniger einflussreiche Fehlerquelle ergibt sich aus dem Umstande, dass es bei Berggipfeln kaum möglich ist, einen genähert richtigen Werth von h , d. i. der Mächtigkeit der unterhalb liegenden Luftmassen, die den Barometerstand oben beeinflussen, in Rechnung stellen zu können. Nur bei isolirten Berggipfeln, namentlich wenn sie sich ziemlich unmittelbar aus dem Meere erheben (wie z. B. der Pic von Teneriffa, der Ätna, Fusijama u. s. w.) ist der Werth von h unzweideutig gegeben, anderenfalls ist die Abschätzung desselben schwer, da ja die Gebirgserhebungen allmählig in die Niederungen abdachen und man nicht bestimmt sagen kann, wo man den Fuss derselben ansetzen soll.

Das sind wohl auch die Gründe gewesen, weshalb man bisher darauf verzichtet hat, die »thermischen« Luftdruckoscillationen auf den Berggipfeln zu berechnen und dieselben mit den beobachteten Oscillationen zu vergleichen. Dass ich hier diesen Versuch unternehmen kann, das verdanke ich nur den jüngsten stündlichen Beobachtungsserien auf dem Eiffelthurm zu Paris. Die Meteorologie ist dem Bureau Central Météorologique de France zu grösstem Danke verpflichtet, dass es die unvergleichliche Gelegenheit sogleich ergriffen und allseitig ausgenützt hat, diese in ihrer Art einzige meteorologische Station erster Ordnung zu errichten. Bei derselben ist die ideale Bedingung nahezu erreicht, dass die obere Station gleichsam frei in der Luft schwebt und doch dabei fix ist, und dass die untere Station als nahezu in derselben Verticalen liegend angenommen werden kann.

Es ist noch gar nicht abzusehen, zu wie vielen interessanten theoretischen Untersuchungen die meteorologische Station auf dem Eiffelthurm Gelegenheit bieten wird, wenn einmal die Resultate mehrerer Jahrgänge der stündlichen Beobachtungen an derselben publicirt vorliegen werden.

Vorläufig ist erst der Beginn derselben, Juli—December 1889, veröffentlicht in einer Abhandlung von Herrn A. Angot unter dem Titel: *Observ. météor. faites au bureau Central Météor. et à la tour Eiffel pendant l'année 1889* (Annales du Bureau Central. Année 1889. I. Mémoires de 1889). Ich verdanke aber ausserdem einen Correcturabzug des completeen Jahrganges 1890 (Luftdruck und Temperatur enthaltend) der Güte der Herren Director E. Mascart und A. Angot, an welche ich mich dieserhalb bittlich gewendet hatte, und spreche denselben hier für die äusserst gefällige rasche Erfüllung meines Wunsches meinen herzlichsten Dank aus.

Die nachstehende Tabelle enthält die Mittelwerthe des Jahres 1890 nach viermonatlichen Jahresabschnitten in analoger Weise, wie sie für die Gipfelstationen Verwendung gefunden haben. Die mittlere Lufttemperatur wurde abgeleitet aus den correspondirenden stündlichen Temperaturen auf dem Eiffelthurm und im Parc Saint-Maur. Ich habe es vermieden, die »Stadttemperaturen« am Bureau Central dazu zu verwenden und statt deren die Beobachtungen im Parc Saint-Maur benutzt, welche den wahren Temperaturen an der Erdoberfläche viel näher kommen als jene. Die Seehöhe der Station Parc Saint-Maur ist 50 *m*, also etwas grösser als die des Bureau Central, was aber hier belanglos ist.

Das Barometer am Bureau Central (Tonnelot Nr. 373, const. Correction +0.28 *mm*) befand sich in einer Seehöhe von 33.4 *m*, jenes am Eiffelthurm (Tonnelot 392, Corr. +0.29 und nach dessen Beschädigung Tonnelot 411, Corr. +0.22) befand sich 279.4 *m* über dem Erdboden und 312.9 *m* über dem Meere. Im Jahre 1891 wurden statt der früher verwendeten registrirenden Aneroide von Richard frères, zwei registrirende Quecksilberbarometer von derselben Firma verwendet. Die Zeichnung gibt 2 *mm* für eine Druckänderung von 1 *mm*. Die Correction dieser Instrumente bleibt, wenn sie sorgfältig behandelt werden, während einer ganzen Woche constant bis auf +0.1 *mm* circa.

Der tägliche Gang des Barometers.

Stunde	Paris (Bureau Centr. Mét.) 33·4 m Seehöhe				Eiffelthurm 312·9 m absolut, 279·4 relativ				Mittlere Lufttemperatur Eiffelthurm-Paris			
	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr
Mittern.	·08	·14	·34	·187	·06	·12	·30	·160	1°6	8°0	12°7	7°43
1 ^h am.	—·05	·11	·25	·103	—·08	·03	·16	·037	1·4	7·6	12·3	7·10
2 ^h	—·13	·03	·15	·017	—·17	—·07	·03	—·070	1·4	7·3	12·0	6·90
3 ^h	—·25	—·06	·05	—·087	—·27	—·18	—·10	—·183	1·2	7·0	11·6	6·60
4 ^h	—·38	—·08	·01	—·150	—·38	—·25	—·18	—·303	1·1	6·8	11·4	6·43
5 ^h	—·37	—·07	·08	—·120	—·42	—·27	—·15	—·280	1·0	6·6	11·5	6·37
6 ^h	—·33	·08	·17	—·027	—·42	—·16	—·05	—·210	1·0	6·5	12·1	6·53
7 ^h	—·22	·27	·27	·107	—·32	·02	·07	—·077	0·9	7·0	13·0	6·97
8 ^h	·01	·41	·31	·243	—·14	·20	·17	·077	1·1	7·9	14·0	7·67
9 ^h	·20	·52	·29	·337	·09	·39	·23	·237	1·5	9·1	15·0	8·53
10 ^h	·39	·52	·23	·380	·27	·46	·23	·320	2·2	10·2	15·9	9·43
11 ^h	·38	·40	·11	·297	·34	·43	·17	·313	2·8	11·0	16·8	10·20
Mittag	·12	·18	—	·090	·18	·30	·07	·183	3·3	11·7	17·5	10·53
1 ^h pm.	—·11	—·06	—·23	—·133	—·01	·05	—·07	—·010	3·6	12·3	17·9	11·27
2 ^h	—·28	—·29	—·36	—·310	—·14	—·11	—·18	—·143	3·9	12·6	18·3	11·60
3 ^h	—·24	—·46	—·46	—·387	—·12	—·30	—·25	—·223	3·8	12·5	18·2	11·50
4 ^h	—·14	—·58	—·55	—·423	—·04	—·36	—·31	—·237	3·4	12·2	18·0	11·20
5 ^h	—·01	—·55	—·59	—·383	·08	—·35	—·39	—·220	3·3	11·6	17·6	10·83
6 ^h	·14	—·43	—·50	—·263	·19	—·27	—·34	—·107	3·1	10·8	16·8	10·23
7 ^h	·20	—·25	—·33	—·127	·28	—·12	—·18	—·007	2·4	10·0	15·8	9·40
8 ^h	·27	—·10	—·07	·033	·31	·01	—·01	·103	2·2	9·5	14·9	8·87
9 ^h	·30	·05	·28	·210	·31	·11	·20	·207	1·9	9·1	14·2	8·40
10 ^h	·27	·11	·30	·227	·27	·15	·31	·243	1·8	8·7	13·7	8·07
11 ^h	·19	·13	·34	·220	·15	·14	·34	·210	1·6	8·3	13·1	7·67
Mittel	·211	·245	·262	·203	·210	·202	·187	·173	2·15	9·36	14·74	8·75

Bei den Beobachtungen auf dem Eiffelthurm fallen die früher erwähnten Schwierigkeiten einer Berechnung von »thermischen« Luftdruckschwankungen in der Höhe ganz oder doch grösstentheils weg, die Grösse h ist unzweideutig gegeben ($h = 279·4 m$) und auch die mittlere Lufttemperatur lässt sich ziemlich zutreffend berechnen.

Die folgende kleine Tabelle enthält die Constanten für die ersten Glieder der harmonischen Reihen, durch welche die beobachteten Luftdruckoscillationen auf dem Eiffelthurm und zu Paris (Bureau Central météor.) dargestellt werden.

Tägliche Oscillation des Barometers.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Paris.								
Sommer 1889 ¹ . . .	+·005	+·226	+·178	—·232	1°3	142°5	·226	·292
1890								
Winter	—·004	—·128	+·111	—·263	181·9	157·1	·128	·285
Frühling u. Herbst . . .	—·023	+·287	+·171	—·272	355·4	147·9	·288	·321
Sommer	+·168	+·280	+·154	—·228	31·0	146·0	·327	·275
Jahr	+·046	+·146	+·146	—·254	17·5	150·1	·153	·293
Eiffelthurm.								
Sommer 1889 ¹ . . .	+·008	+·051	+·143	—·239	8°9	149°1	·052	·279
1890								
Winter	—·022	—·217	+·116	—·206	185·8	151·6	·218	·236
Frühling u. Herbst . . .	—·074	+·093	+·204	—·240	321·3	139·6	·119	·315
Sommer	+·077	+·103	+·181	—·197	36·8	137·4	·129	·267
Jahr	—·007	—·012	+·166	—·215	210·3	142·3	·014	·272

Man bemerkt, wie schon in der Höhe von circa 280 m die Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation bedeutend verringert erscheint. Nur im Winter (1890), wo auch unten eigenthümlicher Weise die

¹ Juli, August, September.

Phasenzeit nahe gleich der des täglichen Ganges der Lufttemperatur war, also mit jener der »thermischen« Druckschwankungen in der Höhe übereinstimmte, war die Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation des Barometers auf dem Eiffelthurm grösser als in Paris. Die beiden Druckwellen, die allgemeine und die »thermische« in der Höhe, verstärkten sich, statt sich zu schwächen, wie das sonst der Fall ist.

Bei den Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation des Barometers auf dem Eiffelthurm bemerken wir die bekannte Verspätung des Eintrittes derselben in der Höhe.

A_2	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr
Paris	157°1	147°9	146°0	150°1
Eiffelthurm . .	151°6	139°6	137°4	142°3
Differenz . . .	5°5	8°3	8°6	7°8

Die Verspätung der Phasenzeiten auf dem Eiffelthurm beträgt im Winter 11 Minuten, im Sommer 17 Minuten ¹. Die Amplituden sind oben etwas kleiner als unten. Das Verhältniss der Barometerstände ist $734 : 759 = 0.967$; das Verhältniss der Amplituden ist aber $0.272 : 0.293 = 0.928$.

Die folgende kleine Tabelle enthält die Constanten der harmonischen Reihe, durch welche der tägliche Gang der Lufttemperatur dargestellt wird.

Täglicher Gang der Lufttemperatur zwischen Eiffelthurm und Paris.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Winter	-0°82	-1°00	+0°26	+0°37	219°4	35°1	1°29	0°44
Frühling u. Herbst . .	-1°91	-2°03	+0°59	+0°38	223°3	57°2	2°79	0°70
Sommer	-2°50	-2°21	+0°34	+0°15	228°5	66°2	3°34	0°37
Jahr	-1°74	-1°75	+0°40	+0°30	224°8	53°1	2°47	0°50

Die Winkelconstante A_1 bleibt das ganze Jahr hindurch im dritten Quadranten, die Winkelconstante A_2 dagegen ebenso consequent im ersten Quadranten. Wir werden sehen, dass dies für den Gang der Lufttemperatur überhaupt gilt. Die Phasenzeiten der durch diesen täglichen Gang der Lufttemperatur in den höheren Schichten erzeugten Druckschwankungen werden die gleichen sein, wie die des Ganges der Lufttemperatur. Die Amplituden dieser Druckschwankungen werden aus jenen der Temperaturvariation durch Multiplication mit dem Factor $bh : R.T^2$ erhalten, wie wir oben gesehen haben. Dieser Factor muss daher zunächst für den vorliegenden Fall berechnet werden.

Die Grösse b ist für die obigen 3 Jahreszeiten nahezu die gleiche, nämlich: 734·5, 734·4 und 733·5, für das Jahr 734°1; die Grösse h ist $= 279·4 m$.

T ist die absolute Temperatur, für ganz trockene Luft wäre also $T_0 = 273^\circ$ zu setzen. Um aber dem Wasserdampfgehalt der Luft einigermaßen Rechnung zu tragen, erhöhen wir den Ausdehnungscoefficienten der Luft 0·00367 in bekannter Weise. Ich setze aber hier und im Folgenden nur $\alpha = 0·0038$, den niedrigsten Werth, der noch mit den Beobachtungen in Übereinstimmung zu bringen ist. Dies geschieht deshalb, weil alle unsere Beobachtungen der Lufttemperatur, wegen der nicht völlig zu beseitigenden Strahlungseinflüsse, die Tendenz haben, die Amplitude der täglichen Variation grösser erscheinen zu lassen, als sie in der freien Luftsäule wirklich ist. Eine stärkere Vergrösserung des Ausdehnungscoefficienten der Luft würde dieser Fehlerquelle einen noch grösseren Einfluss gestatten.

Mit obigem Werth von α wird $T_0 = 263^\circ$, und R , d. i. $p_0 v_0 : T_0$ wird gleich 30·37. In der Anmerkung will ich auch die Logarithmen dieser im Nachfolgenden häufig verwendeten Grössen anführen ². Mit diesen Werthen erhält man folgende Factoren, welche dazu dienen, die Amplituden der Variation der Lufttemperatur in Amplituden der dadurch hervorgerufenen Luftdruckschwankungen auf dem Eiffelthurm zu verwandeln:

¹ Die Monate Juli—September 1889 verhalten sich in dieser Beziehung ganz abnorm, indem oben die Phasenzeiten scheinbar früher eintreten. Es dürfte dies auf einer Fehlerquelle oder einer Störung beruhen.

² $\log \alpha = 7.57978$, $\log T_0 = 2.42022$, $\log R = 1.48240$.

Der tägliche Gang des Barometers.

	Winter	Äquinoctien	Sommer	Jahr
$bh : RT^2 =$	0·096	0·091	0·087	0·091

Die tägliche Variation der Lufttemperatur zwischen dem Eiffelthurm und Paris erzeugt daher auf ersteren Luftdruckvariationen, deren analytischer Ausdruck durch die folgenden Constanten einer harmonischen Reihe gegeben ist:

Tägliche »thermische« Luftdruckoscillationen (mm) auf dem Eiffelthurm.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Winter	-·079	-·096	+·025	+·035	219·4	35°1	·124	·042
Frühling u. Herbst	-·173	-·184	+·054	+·034	223·3	57·2	·253	·064
Sommer	-·218	-·193	+·030	+·013	228·5	66·2	·291	·032
Jahr	-·158	-·159	+·036	+·027	224·8	53·1	·225	·046

Wie man sieht, ist die einmalige tägliche Luftdruckoscillation, welche die tägliche Variation der Lufttemperatur auf dem Eiffelthurm erzeugt, ganz beträchtlich, namentlich im Sommer; aber auch die doppelte tägliche Oscillation ist nicht zu vernachlässigen, wie namentlich aus dem Folgenden sich ergeben wird.

Durch die Superposition dieser »thermischen« Druckoscillation auf die allgemeine tägliche Barometeroscillation entsteht nun die modificierte tägliche Luftdruckschwankung in der Höhe. Wie man aus den Vorzeichen von p_1 und q_1 ersieht, wird das erste Glied der allgemeinen täglichen Oscillation auf den Höhen zum Theil aufgehoben, da bei dieser letzteren die Vorzeichen der Coëfficienten p_1 und q_1 die entgegengesetzten sind; bei dem zweiten Gliede aber addiren sich die p_2 und subtrahiren sich die q_2 . Dadurch wird die Winkelconstante A_2 auf den Höhen kleiner als unten, und erklärt sich die Verspätung der Phasenzeiten in der Höhe. Dass dies allgemein geschieht, und nicht bloß im vorliegenden Falle, wird später noch gezeigt werden.

Es ist aber erst noch nachzuweisen, ob die eben berechnete thermische Druckschwankung in der Höhe auch zureicht, die Modificationen der allgemeinen täglichen Barometeroscillation zur Gänze zu erklären, oder ob noch ein erheblicher Rest erübrigt, zu dessen Erklärung noch nach einer weiteren Ursache gesucht werden müsste.

Um diesen Nachweis zu liefern, wollen wir mit Hilfe der oben berechneten Werthe von p_1, q_1 und p_2, q_2 die beobachtete tägliche Luftdruckschwankung auf dem Eiffelthurm auf die Erdoberfläche reduciren, indem wir erstere von letzterer subtrahiren. Der Rest sollte dann mit der zu Paris wirklich beobachteten täglichen Luftdruckoscillation übereinstimmen, wenigstens bis auf ganz unwesentliche Unterschiede.

Ich will die Rechnung für das Jahr hier ganz anführen, dagegen für die 3 Jahreszeiten nur die Resultate.

Reduction der täglichen Barometersehwankung auf den Eiffelthurm, auf die Erdoberfläche, d. i. auf ein um 279·4 mm tieferes Niveau.

	p_1	q_1	p_2	q_2
A. Thermische Druckschwankung berechnet	-0·158	-0·159	+0·036	+0·027
B. Auf dem Eiffelthurm beobachtete Oscillation	-0·007	-0·012	+0·166	-0·215
B. Reducirt auf die Erdoberfläche, d. i. B-A	+0·151	+0·147	+0·130	-0·242

Diese numerischen Coëfficienten sind noch mit $B:b$, d. h. mit dem Factor $759:734 = 1·034$ zu multipliciren, um sie mit den an der Erdoberfläche beobachteten vergleichen zu können. Führt man dies noch aus, so erhält man:

Tägliche Barometeroscillation zu Paris (1890).

Beobachtet (Bureau Central)	$0·153 \sin(17°5 + nx) + 0·293 \sin(150°1 + 2nx)$
Berechnet (Eiffelthurm reducirt)	$0·218 \sin(45°8 + nx) + 0·284 \sin(151°7 + 2nx)$
Eiffelthurm beobachtet	$0·014 \sin(210°3 + nx) + 0·272 \sin(142°3 + 2nx)$

Man sieht, dass die an die täglichen Luftdruckoscillationen auf dem Eiffelthurm wegen der »thermischen« Drucksehwankung daselbst angebrachten Correctionen völlig genügen, um die Druckschwankung an der Erdoberfläche zu erhalten. Die reducirten Werthe sind nur, wenn man so sagen darf, etwas übercompensirt, was darin liegen dürfte, dass die angenommene mittlere Lufttemperatur eine etwas grössere (extremere) tägliche Variation hat, als sie der wahren Lufttemperatur zukommen mag. Ich glaube daher behaupten zu können, dass kein Rest übrig bleibt, der erst noch einer Erklärung bedürfte.

Besonderen Nachdruck möchte ich darauf legen, dass die »thermische« Drucksehwankung in der Höhe die Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation daselbst vollkommen erklärt. Die Winkelconstante $142^{\circ}3$ geht durch die Reduction über in $151^{\circ}7$ und beobachtet ist $150^{\circ}1$. Das ist alles, was man verlangen kann, denn der Unterschied entspricht nur mehr 3 Minuten (im Sinne einer Verfrühung der Phasenzeiten, also übercompensirt), während die beobachtete Verspätung auf dem Eiffelthurm circa 16 Minuten beträgt.

Es mögen nun die Resultate für die 3 Jahreszeiten folgen.

Barometeroscillation auf dem Eiffelthurm, reducirt auf Paris.

	A_1			A_2			a_1			a_2		
	beob.	red.	Paris	beob.	red.	Paris	beob.	red.	Paris	beob.	red.	Paris
Winter	185°8	155°0	181°9	151°6	159°4	157°1	·218	·137	·128	·236	·267	·285
Frühling u. Herbst	321·3	19·7	355·4	139·6	151·3	147·8	·119	·303	·288	·315	·322	·321
Sommer	36·8	44·9	31·0	137·4	144·3	146·0	·129	·432	·327	·267	·268	·275

Die Correctionen liegen überall in der Richtung, in welcher sie auch liegen müssen, wenn unsere Voraussetzungen richtig sind, nur tritt hier die oben erwähnte Überecompensation noch viel stärker hervor als in dem Jahresmittel, namentlich im ersten Gliede. Das bedeutet aber nichts anderes, als dass wir den Temperatureinfluss zu gross angenommen haben, oder mit anderen Worten, dass die in die Rechnung eingeführten Variationen der Lufttemperatur zu extrem sind. Dass aber die tägliche Variation der wahren Lufttemperatur in der That kleiner sein dürfte, als jene, welche wir aus den Beobachtungen abgeleitet haben, daran ist kaum zu zweifeln. Wir können somit behaupten, dass, wenn wir im Stande wären, die Variation der wahren Lufttemperatur in die obige Rechnung einzuführen, die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung auch eine vollkommene sein würde.

Von besonderem Interesse ist der schon erwähnte Umstand, dass die »thermischen« Luftdrucksehwankungen in der Höhe die Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation vollkommen erklärten, wie folgende Zusammenstellung bewcisen dürfte.

Differenz der Winkelconstanten A_2 zu Paris (Bureau Central) und auf dem Eiffelthurm (279·5 m Höhe).

	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer
Vor der Reduction	-5°5 = 11 m	-8°2 = 16 m	-8°6 = 17 m
Nach » »	+2°3 = 4	+3°5 = 7	-1°7 = 3

Im Winter und für die Zeit der Äquinoclien ist der Winkel A_2 übercompensirt, im Sommer stimmt die Reduction fast vollkommen.

Nachdem durch das Vorhergehende die Ansicht, dass die »thermische« Druckvariation in der Höhe die Modificationen der täglichen Barometeroscillation daselbst vollständig zu erklären im Stande ist, theoretisch vollkommen begründet erscheint, können wir, ohne besorgen zu müssen, einen circulus vitiosus zu machen, nun auch versuchen, die wahren Lufttemperaturen aus den correspondirenden Barometerständen zu Paris und auf dem Eiffelthurm zu berechnen, und dieselben dann an Stelle der beobachteten weiter zu verwenden.

Zu diesem Zwecke wurden zuerst die Stundenmittel des Luftdruckes für die 4 Sommermonate Mai—August nach den Beobachtungen am Bureau Central und auf dem Eiffelthrm gebildet. Aus diesen correspondirenden Barometerständen, und aus dem genau bekannten Höhenintervall (279·5 *m*) wurden dann die wahren Lufttemperaturen für die einzelnen Tagesstunden berechnet.

Für den vorliegenden Zweck handelt es sich nicht so sehr um die Kenntniss der absoluten Werthe dieser Temperaturen, als um den täglichen Gang derselben, d. i. um die Amplituden und Phasenzeiten der einmaligen und der doppelten täglichen Oscillation. Wenn einmal die stündlichen Mittel des Dampfdruckes für beide Stationen veröffentlicht sein werden, dann wird man auch die absoluten Werthe der Lufttemperaturen genauer berechnen können.

Ich rechne nach der Formel:

$$T = \frac{h}{\text{Const.} \log(B:b)}, \quad T \text{ die absolute Temperatur,}$$

setze $\alpha = 0\cdot00385$ (mit Bruhns), somit $T_0 = 259\cdot7$, dann wird $\log C = 1\cdot85096$.

Als Mittel der wahren Lufttemperatur für die 4 Monate Mai — August findet man dann $14\cdot0$, die Beobachtungen geben $14\cdot7$, also $0\cdot7$ mehr.

Die derart berechneten stündlichen Lufttemperaturen findet man in der folgenden kleinen Tabelle. Zum Vergleich sind die beobachteten Lufttemperaturen im Mittel von Parc S. Maur und Eiffelthurm beigegeben.

Vergleich der beobachteten und der berechneten Lufttemperatur (Mai—August).

Mttm.	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mittel	
Beobachtet . .	12·7	12·3	12·0	11·6	11·4*	11·5	12·1	13·0	14·0	15·0	15·9	16·8	—
Berechnet . .	13·6	13·0	12·7	12·5	11·9	11·4*	11·7	11·9	12·5	13·2	14·0	14·7	—
Mttg.	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mittel	
Beobachtet . .	17·5	17·9	18·3*	18·2	18·0	17·6	16·8	15·8	14·9	14·2	13·7	13·1	14·7
Berechnet . .	15·1	15·7	15·9	16·3	16·5*	15·9	15·7	15·1	14·6	14·4	14·2	13·8	14·0

Der tägliche Gang der berechneten Temperatur wird dargestellt durch die Gleichung A); die Gleichung B) stellt denselben Gang nach den Ablesungen zu Parc S. Maur und auf dem Eiffelthurm dar.

$$A) \quad 2\cdot12 \sin(205\cdot2 + nx) + 0\cdot44 \sin(56\cdot7 + 2nx)$$

$$B) \quad 3\cdot34 \sin(228\cdot5 + nx) + 0\cdot37 \sin(66\cdot2 + 2nx)$$

Die aus den Luftdruckbeobachtungen berechneten Temperaturen A) zeigen eine kleinere tägliche Amplitude und eine merkliche Verspätung der Phasenzeiten (um circa $1\frac{1}{2}$ Stunde) gegen die direct beobachteten Thermometerstände, welche den täglichen Gang B) geben. Es stimmt dies ja mit anderen Erfahrungen, und wir dürfen jedenfalls annehmen, dass der tägliche Gang A) dem Gange der Temperatur in der freien Luftsäule zwischen Paris und der Spitze des Eiffelthurmes näher kommt, als der beobachtete Gang B). Wir können daher die Gleichung A) unbekümmert um ihre Herkunft zur Berechnung der täglichen Druckschwankungen auf dem Eiffelthurm benutzen und erhalten dann:

	p_1	q_1	p_2	q_2
Temperaturwellen (wahre Temp.)	-0·901	-1·917	+0·370	+0·243 Cels.
Reducirt auf Luftdruckwellen	-0·079	-0·168	+0·033	+0·021 <i>mm</i>
Beobachtete Luftdruckwellen, Eiffelthurm . . .	+0·077	+0·103	+0·181	-0·197 >
Differenz der beiden letzten Columnen	+0·156	+0·272	+0·149	-0·218 >

Die letzte Reihe von Werthen entspricht den von dem Einflusse der Temperaturänderungen der unterhalb liegenden Luftschichten befreiten täglichen Gang des Luftdruckes auf dem Eiffelthurm. Um den täglichen Gang in Paris zu erhalten und den Vergleich mit dem beobachteten Gang am Bureau Central vornehmen zu können, müssen die Amplituden noch mit dem

Factor 759:734 = 1.034 multiplicirt werden. Dann erhält man folgenden Vergleich zwischen Beobachtung und Rechnung.

Täglicher Gang des Barometers (Mai—August).

Eiffelthurm, beobachtet	$0.129 \sin(36^{\circ}8+nx) + 0.267 \sin(137^{\circ}4+2nx)$
Eiffelthurm, reducirt auf Paris	$0.324 \sin(29^{\circ}8+nx) + 0.273 \sin(145^{\circ}6+2nx)$
Beobachtet am Bureau Central	$0.327 \sin(30^{\circ}9+nx) + 0.275 \sin(145^{\circ}9+2nx)$

Der tägliche Temperaturgang erklärt also vollständig alle Modificationen, welche der Barometergang in einer gewissen Höhe oberhalb der Erdoberfläche darbietet gegenüber dem täglichen Gange an letzterer selbst. Es ist namentlich hervorzuheben, dass die Verspätung des Eintrittes der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation einfach eine Wirkung der Ausdehnung der unteren Luftschichten durch die Wärme ist, und keineswegs als Beweis einer Trägheit derselben, oder einer verspäteten Wirkung der Expansion der unteren Schichten auf die oberen gedeutet werden darf. Die »Manometerwirkung« der höheren Luftschichten im Sinne der Theorie von Espy und Kreil findet daher in den Beobachtungen keine Stütze.

Der tägliche Gang der Lufttemperatur und die allgemeine Theorie der täglichen Barometerschwankung auf Berggipfeln.

Zum vollständigen Nachweise des oben erwähnten Satzes, dass die Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation des Barometers auf Berggipfeln eine Consequenz der täglichen Variation der Temperatur der Luft unterhalb derselben ist, wird es nöthig zu zeigen, dass der tägliche Temperaturgang überall jenen Character zeigt, den wir vorhin in einem speciellen Falle (Luftschichte Paris-Eiffelthurm) kennen gelernt haben. Es kommt dabei namentlich darauf an, ob in der That die Winkelconstante A_2 für den täglichen Wärmegang stets im ersten Quadranten liegt (Zeit von Mitternacht an gezählt), weil nur dann die diesem Wärmegang entsprechende Luftdruckschwankung in der Höhe derart ist, dass sie die Verspätung der Phasenzeiten daselbst zu erklären geeignet erscheint.

Ich stelle darum im Nachfolgenden die Constanten der harmonischen Reihen, durch welche der tägliche Wärmegang dargestellt werden kann, für einige Orte zusammen. Ich bin dabei nicht weiter gegangen, als mir gerade unbedingt nöthig schien, um die Übereinstimmung im Character der doppelten täglichen Oscillation zu zeigen. Ich habe fast nur Orte genommen, deren Temperaturgang ich im Folgenden auch noch anderweitig benützen will.

Täglicher Gang der Lufttemperatur.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
	Celsius-Grade				Winkel		Celsius-Grade	
Blue Hill (Sommer) ¹	-3°29	-1°94	+0°69	+0°28	239°4	68°0	3°82	0°74
Boston (Sommer)	-2°21	-1°96	+0°37	-0°02	228°4	93°5	2°96	0°37
Greenwich (Sommer)	-3°12	-2°00	+0°35	+0°16	237°3	65°3	3°70	0°38
Eiffelthurm ² (1889)	-2°22	-2°24	+0°40	+0°21	224°8	62°3	3°16	0°45
Säntis (Sommer)	-1°24	-0°84	+0°21	+0°19	235°9	47°3	1°49	0°29
Sonnblick—Kolm, Winter	-0°71	-0°42	+0°37	+0°17	239°4	66°6	0°82	0°40
» Sommer	-1°74	-0°84	+0°29	-0°02	244°2	93°9	1°93	0°29
» Jahr	-1°30	-0°63	+0°37	+0°09	244°1	76°0	1°44	0°38
Sonnblick (Juli, August) ³	-0°70	-0°72	+0°03	+0°09	224°3	18°4	1°01	0°10
Kolm-Saigurn (Juli, August)	-2°75	-0°95	+0°34	-0°07	250°9	102°0	2°91	0°35

Man sieht also, dass für die tägliche Wärmecurve die Constanten p_1 und q_1 stets negativ bleiben, die Constanten p_2 und q_2 dagegen positiv sind. Die wenigen Ausnahmen, wo q_2 negativ ist, kommen nicht in

¹ Mai—August incl. Jahr 1890. Unter Sommer hier überall die vier Monate Mai—August verstanden.

² Juli—September 1889, im Vorhergehenden nicht benützt und deshalb hiehergestellt.

³ Vier Jahre (1887—90), correspondirend auf dem Sonnblick und zu Kolm-Saigurn.

Betrachtet, da dann dieser Coëfficient so klein ist, dass er gegen p_2 in der Reehnung keinen Einfluss hat, der Winkel A_2 also den ersten Quadranten kaum übersehretet.

Der Einfluss der täglichen Wärmesehwankung und der durch dieselbe verursachten Drucksehwankungen in der Höhe auf die allgemeine tägliche Barometersehwankung daselbst kann daher in der allgemeinsten Form in folgender Weise zum Ausdrucke gebracht werden.

Vorzeichen von ($x=0$ für Mitternaecht):

	p_1	q_1	p_2	q_2
Wärmesehwankung und die dadurch verursachten Drucksehwankungen in der Höhe	—	—	+	+
Barometeroscillation an der Erdoberfläche	+	+	+	—
Resultat der Interferenz beider	Abnahme Abnahme Zunahme Abnahme			

Die einmalige tägliche Luftdrucksehwankung wird mit zunehmender Höhe mehr und mehr abgeschwächt; in grossen Höhen wird die vorhin kurz als thermische Oseillation bezeichnete Drucksehwankung immer mehr die Oberhand gewinnen. Der numerisehe Werth der Coëfficienten p_1 und q_1 der thermisehen Drucksehwankung wächst mit der Höhe in dem Maasse, als der Quotient $bh:RT^2$ zunimmt. Die Grösse h nimmt ja raseher zu als b abnimmt, zugleich nimmt auch T^2 etwas ab. Anderseits wirkt dieser Zunahme der Umstand entgegen, dass die tägliche Variation der Lufttemperatur abnimmt, je grössere Höhen der Atmosphäre in Betracht kommen.

Die Coëfficienten p_1 und q_1 der allgemeinen Barometeroscillation nehmen mit der Höhe ab im Verhältnis des abnehmenden Luftdruckes, was dem Übergewicht der »thermischen« Drucksehwankung in der Höhe ebenfalls zu Gute kommt.

Die doppelte tägliche Luftdruckoscillation wird viel weniger beeinflusst durch die thermisehen Drucksehwankungen gleicher Periode als die einmalige, denn die »thermischen« Coëfficienten p_2 und q_2 sind viel kleiner als die entsprechenden p_1 und q_1 , etwa im Verhältniss von 1:5 oder selbst von 1:10.

Wie man sieht wird p_2 in der Höhe vergrössert, q_2 aber verkleinert. Das hat einerseits den Effect, dass die Winkeleonstante A_2 mit der Höhe abnimmt, d. h. die Phasenzeiten sich verspäten, anderseits wird dadurch bewirkt, dass der numerisehe Werth der Amplitude a_2 mit der Höhe sich fast nur in dem Maasse ändert, als es der abnehmende Luftdruck mit sich bringt.

So erklärt sich also ganz allgemein die Verspätung der Phasenzeiten der doppelten täglichen Barometeroscillation mit der Höhe auf Berggipfeln bei fast ungeänderter Amplitude derselben, abgesehen von deren gesetzmässiger Abnahme mit dem abnehmenden Druck.

In den Tropen, wo die Coëfficienten p_2 und q_2 sehr gross sind, während der Einfluss der täglichen Temperatursehwankung auf dieselben im Allgemeinen kleiner ist, als in den mittleren und höheren Breiten, bleibt die Phasenzeit wie die Amplitude a_2 auch noch in grossen Höhen fast normal.

Auf Hoehebeneben und in Hoehthälern zeigt sich bekanntlich die einfache wie die doppelte tägliche Oseillation des Barometers von der Seehöhe so gut wie unabhängig. Nur die Amplitude der letzteren erseheint vermindert, wie es der niedrigere Luftdruck mit sich bringt. Den Unterschied, der sich daselbst in dieser Hinsicht gegenüber den Stationen auf Berggipfeln und Bergabhängen geltend macht, zeigen z. B. recht deutlich die folgenden zwei Stationen:

		A_1	A_2	a_1	a_2
Simla (Gebirgskamm)	31° 1' N 2280 m	280·0	138·5	·250	·537
Leh (Hochthal)	34° 2' 3510	1·0	154·3	·868	·493

Die Winkeleonstanten A_1 und A_2 sind im Hoehthale von Leh ganz normal, die Amplitude a_1 ist sehr gross, wie dies in Thalbecken meist der Fall ist, unabhängig von der Höhe; a_2 ist ganz normal mit Rücksicht auf die Seehöhe. In Simla dagegen hat A_1 den Character der Gipfelstationen, die Phasenzeit A_2 zeigt die namhafte Verspätung von 38 Minuten (19°), die Amplitude a_2 dagegen ist normal.

Die Ursache dieses Unterschiedes, weleher bisher nicht klar formulirt worden ist, liegt einfach darin, dass bei Stationen in Hoehthälern und auf ausgedehnteren Plateaus jene Luftschichte unterhalb derselben fehlt, durch deren tägliche Temperaturvariationen die Drucksehwankungen und damit die Modificationen

der täglichen Barometeroscillation, wie wir sie an den Gipfelstationen beobachten, erzeugt werden. Die Bedingungen dazu sind eben an den Thal- und Plateaustationen gar nicht vorhanden.

Bei allen Stationen aber, unterhalb welcher in geringer Entfernung mehr oder weniger mächtige Luftschichten liegen, muss man darauf gefasst sein, dass die tägliche Barometeroscillation nicht normal vor sich geht. Bei Untersuchungen über die Gesetze der normalen täglichen Barometerschwankung muss man diese Modificationen localer Natur zu eliminiren suchen.

Weitere Untersuchungen über die Reduction der täglichen Barometeroscillation auf die Erdoberfläche und über die wahre tägliche Variation der Lufttemperatur.

Vor einiger Zeit hat Herr Buchan auf einen bemerkenswerthen Unterschied in dem täglichen Gange des Barometers zu Kew und Greenwich aufmerksam gemacht,¹ bemerkenswerth deshalb, weil diese beiden Orte bloß 7 engl. Meilen (wenig über 11 km) von einander entfernt sind, und ihr Höhenunterschied gleichfalls sehr geringfügig ist.

Mr. Francis C. Bayard hat für die gleichen 5 Jahre 1876/80 die tägliche Oscillation des Barometers für neun Observatorien in England berechnet, darunter befinden sich auch Kew und Greenwich. Seine Tabellen geben die Abweichungen der Stundenmittel vom Tagesmittel auf 4 Decimalen (Zehntausendtel des engl. Zolles). Die Tagescurven des Luftdruckes der beiden Stationen sind daher bis zu einem grossen Grad der Genauigkeit vergleichbar.

Herr Buchan bildete die Differenzen dieser Abweichungen für jeden einzelnen Monat und für das Jahr. Dieselben stellen die Unterschiede des täglichen Ganges des Luftdruckes zu Kew und Greenwich dar, und man erkennt sogleich in denselben eine recht schön ausgeprägte tägliche Periode, die Monat für Monat ziemlich dieselbe ist, namentlich aber im Sommerhalbjahr sehr prägnant hervortritt. Der Gang dieser Differenzen zeigt eine einfache Periode mit einem Maximum am frühen Morgen und einem Minimum in den Nachmittagsstunden. Es ist also eine umgekehrte Temperaturcurve. Das niedriger im Thale der Themse liegende Kew hat einen höheren Druck bei Nacht, einen niedrigeren bei Tag, als das auf einer Anhöhe gelegene Greenwich. Herr Buchan betont mit Recht, wie sich in diesem Beispiele zeigt, dass selbst scheinbar ganz geringfügige Unterschiede in der Lage zweier benachbarter Stationen sich in einer Modification ihrer täglichen Barometeroscillation deutlich zu erkennen geben.

Ich entlehne der Tabelle des Herrn Buchan hier die oben erwähnten Unterschiede in den Monaten Mai, Juni, Juli, in ein Mittel zusammengefasst, sowie jene für das ganze Jahr. Die ersteren habe ich auch durch eine harmonische Reihe dargestellt, die letzteren bloß nach dem bekannten Schema $\frac{1}{4}(a+2b+c)$ einer leichten Ausgleichung unterzogen.

Unterschiede im täglichen Gange des Barometers. Kew—Greenwich.

Stunde	In Tausendtheilen des Millimeters.											
	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
	Jahresmittel											
Vormittag	20	23	23	20	18	20	18	15	5	-5	-7	-13
Nachmittag	-28	-46	-51	-48	-43	-30	-8	13	25	28	23	20
	Mittel: Mai, Juni, Juli											
Vormittag	43	53	53	48	56	68*	56	41	10	-36	-43	-51
Nachmittag	-43	-99	-66*	-89	-63	-58	-35	18	20	38	38	41
	Dasselbe berechnet											
Vormittag	49	52	55	57	58*	55	47	33	14	-9	-33	-56
Nachmittag	-74	-84	-86*	-78	-64	-44	-22	-1	16	30	39	45

Die Unterschiede im täglichen Gange während der drei Monate Mai—Juli werden durch folgende Gleichung dargestellt. Ich nehme absichtlich hier die Differenzen mit entgegengesetzten Zeichen, also

¹ On a difference between the diurnal barometric curves at Greenwich and Kew. Proc. of the R. Soc. of Edinburgh. Session 1890/91, Vol. XVIII, p. 59—61.

Greenwich—Kew (den täglichen Gang der höher gelegenen Station, weniger jenen der tiefer gelegenen). Die Zeit ist von Mitternacht an gerechnet.

$$\text{Greenwich—Kew} = 0.071 \sin(225^\circ 7' + 15^\circ x) + 0.016 \sin(20^\circ 1' + 30^\circ x).$$

Man wird nach dem Vorausgehenden sogleich bemerken, dass dies die Curve des täglichen Wärmeganges ist.¹ Indem wir also von dem täglichen Gang des Barometers an einer auf einer Anhöhe gelegenen Station (Greenwich) den Gang des Barometers an der Erdoberfläche (Kew) abgezogen haben, haben wir eine Curve erhalten, welche dem täglichen Gange der Temperatur in der zwischenliegenden Luftschichte entspricht.

Es bedarf aber doch erst noch eines besonderen Nachweises, bis zu welchem Grade die »thermische« Druckschwankung zu Greenwich die oben aufgezeigten Unterschiede erklärt, wengleich der Charakter dieser letzteren keinen Zweifel darüber aufkommen lässt, dass sie im Wesentlichen durch die »thermische« Druckschwankung ihre Erklärung findet. Der Höhenunterschied zwischen Kew und Greenwich beträgt nur 38 m und man hätte wohl kaum erwartet, dass eine Luftschichte von einer so geringen Mächtigkeit schon einen merklichen Einfluss auf den täglichen Barometergang haben könne. Dies verleiht aber gerade einer näheren darauf bezüglichen Untersuchung ein besonderes Interesse.

Die folgende kleine Tabelle enthält den täglichen Gang des Luftdruckes zu Greenwich und Kew im Mittel der vier Monate Mai—August und im Jahresmittel.² Ich habe zugleich aus den Publicationen des Observatoriums zu Greenwich die entsprechenden Registrirungen der Lufttemperatur ausgezogen und will annehmen, dass die tägliche Variation derselben für die ganze Luftschichte zwischen Kew und Greenwich Geltung habe.

Die Lage und die geographischen Coordinaten der beiden Stationen sind im Folgenden gegeben:

Greenwich . . .	51° 29' N.Br.	0° 0' W.L	156 feet = 48.5 m
Kew	51 28	0 19	34 » = 10.4

Die Sternwarte Greenwich liegt auf einer Erhebung, die so steil vom Flusse ansteigt, dass die Strasse im Zickzack hinaufführt, das Land dahinter ist eben und in gleicher Höhe auf die Erstreckung einiger (engl.) Meilen.

Kew liegt in einem feuchten Wiesengrund, der häufig vom Flusse überschwemmt wird. Die Umgebung ist allseitig flach, Richmond Hill, beiläufig so hoch als die Anhöhe von Greenwich, erhebt sich erst eine (engl.) Meile südlich von Kew. Auch das Themsc-Thal in Front von Greenwich ist, wie die Umgebung von Kew, auf Meilen hin flach.³

	Täglicher Gang des Luftdruckes				Tägl. Gang d. Temperatur zu Greenwich		Täglicher Gang des Luftdruckes				Tägl. Gang d. Temperatur zu Greenwich		
	Mai—August		Jahr		Mai—August	Jahr	Mai—August		Jahr		Mai—August	Jahr	
	Kew	Greenwich	Kew	Greenwich			Kew	Greenwich	Kew	Greenwich			
1 ^h am,	.142	.108	.077	.062	-2.7	-1.7	1 ^h pm.	-.091	-.049	-.080	-.067	3.3	2.4
2	.025	-.026	-.002	-.027	-2.9	-1.9	2	-.213	-.123	-.240	-.177	3.7	2.8
3	-.066	-.120	-.108	-.128	-3.2	-2.0	3	-.305	-.242	-.309	-.263	3.9	2.9
4	-.104	-.158	-.174	-.194	-3.3	-2.2	4	-.404	-.316	-.339	-.289	3.8	2.7
5	-.048	-.103	-.169	-.182	-3.5	-2.3	5	-.429	-.362	-.304	-.255	3.4	2.3
6	.066	-.004	-.078	-.106	-3.3	-2.2	6	-.368	-.308	-.187	-.156	2.8	1.7
7	.157	.106	.029	.016	-2.7	-2.0	7	-.218	-.186	-.047	-.037	1.9	1.6
8	.224	.182	.158	.138	-1.6	-1.5	8	.015	.002	.105	.085	0.8	0.3
9	.203	.194	.216	.214	-0.2	-0.7	9	.213	.199	.204	.181	-0.4	-0.4
10	.163	.192	.252	.262	0.8	0.2	10	.312	.278	.245	.214	-1.3	-0.9
11	.124	.164	.232	.235	1.8	1.1	11	.317	.281	.240	.219	-1.8	-1.2
Mittag	.013	.057	.080	.095	2.7	1.9	Mittern.	.264	.230	.184	.161	-2.3	-1.5
							Mittel	.187	.166	.169	.157	2.42	1.68

¹ Es ist $p_1 = -0.0505$; $q_1 = -0.0493$; $p_2 = +0.0006$; $q_2 = +0.0015$, d. i. der Charakter des täglichen Temperaturganges.

² Nach Quarterly Weather Report of the Meteor. Office for 1880. London 1891, Appendix III.

³ Nach gütiger brieflicher Mittheilung vom Herrn R. H. Seott.

Die Constanten des täglichen Ganges des Barometers zu Greenwich und Kew und jene der Temperatur zu Greenwich im Mittel vom Mai—August.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
	Luftdruck.							
Kew	+0·102	+0·152	+0·146	-0·201	33°9	144°1	·183	·248
Greenwich	+0·056	+0·102	+0·151	-0·187	28·6	141·1	·117	·241
	Temperatur.							
Greenwich	-3°12	-2°00	+0°35	+0°16	237·3	65·3	3°70	0°38

Es ist interessant, zu sehen, dass die geringe Anhöhe, auf welcher Greenwich liegt — 38 *m* über Kew — schon genügt, um die bekannten Modificationen des täglichen Barometerganges auf Bergen zur Erscheinung zu bringen, erheblich verringerte Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation, Vergrößerung der Constanten p_2 und Verminderung von q_2 , so dass auch die Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation die entsprechende Verspätung zeigen, allerdings nur um 6 Minuten. Die Amplitude a_2 ist nur wenig vermindert.

Wir wollen nun versuchen zu berechnen, inwieweit die tägliche Variation der Temperatur einer Luftschichte von 38 *m* Dicke genügt, um diese Modificationen zu erklären.

Zu diesem Zwecke multipliciren wir die Coëfficienten der täglichen Temperaturschwankung zu Greenwich mit dem Factor $(38·1 \times 755·9) : R·278^2 = 0·01225$, um die dadurch hervorgerufenen Druckschwankungen zu erhalten und subtrahiren diese letzteren von dem täglichen Gange des Barometers zu Greenwich.

Greenwich	p_1	q_1	p_2	q_2
A. Tägliche Barometeroscillation	+0·0559	+0·1024	+0·1511	-0·1875
B. Thermische Oscillation	-0·0382	-0·0245	+0·0043	+0·0020
A - B. Reducirte Barometeroscillation . .	+0·0941	+0·1269	+0·1468	-0·1895

Daraus erhält man mit Berücksichtigung des Luftdruckunterschiedes folgenden Vergleich zwischen der reducirten täglichen Luftdruckoscillation zu Greenwich und der zu Kew beobachteten.

$$\begin{aligned} \text{Greenwich, reduc.} & \dots 0·159 \sin(36°6+nx) + 0·241 \sin(142°2+2nx) \\ \text{Kew, beobachtet} & \dots 0·183 \sin(33·6+nx) + 0·248 \sin(144·1+2nx) \end{aligned}$$

Der reducirte Gang von Greenwich kommt jenem zu Kew schon viel näher, hat aber namentlich bei der einmaligen täglichen Oscillation immer noch eine kleinere Amplitude. Möglicher Weise liegt die Ursache hievon in dem Unterschiede der verwendeten registrirenden Barographen. Greenwich hat einen »Siphon-Barographen«, Kew und die anderen sieben Observatorien des Meteor. Office haben Barographen, die unter dem Namen »Kew pattern« bekannt sind. Wo es sich um Unterschiede der Amplitude von ein paar Hundertel-Millimeter handelt, genügt eine nur etwas geringere Empfindlichkeit oder grössere Trägheit des registrirenden Barometers, um dieselben zu erklären.

Jener Theil des täglichen Barometerganges zu Greenwich, der von der Temperaturvariation der unterhalb des Observatoriums liegenden Luftschichte von 38 *m* Mächtigkeit herrührt, dürfte mit einiger Annäherung an die Wahrheit gegeben sein durch die Gleichung:

$$\text{Thermische Druckschwankung zu Greenwich} = 0·045 \sin(237°3+nx) + 0·005 \sin(65°3+nx).$$

Diese Gleichung gilt für das Mittel Mai—August.

Ob der Unterschied zwischen der reducirten und der zu Kew beobachteten Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation durch die später zur Erörterung kommende Modification derselben in Thälern erklärt werden kann, möchte ich bezweifeln, da Kew keine eigentliche Thallage hat mit umschliessenden Höhenzügen.

Blue Hill und Boston. Es mag mir noch gestattet sein, den Versuch zu machen, die tägliche Barometeroscillation auf dem Blue Hill auf das Niveau von Boston zu reducirn, nachdem von

Der tägliche Gang des Barometers.

beiden Stationen die correspondirenden Luftdruck- und Temperaturregistrierungen eines Jahres (1890) vorliegen.

	Blue Hill, Lustrum 1886/90								Blue Hill 1890		Boston 1890	
	Luftdruck Abweichungen vom Mittel				Temperatur Grade Celsius				Luftdruck		Luftdruck	
	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Sommer	Jahr	Sommer	Jahr
1 ^h am.	-.09	.08	-.05	-.02	-2.4	5.3	14.3	5.8	.05	.05	.03	.05
2	-.05	-.06	-.15	-.09	-2.6	5.1	14.1	5.6	-.10	-.03	-.08	.00
3	-.12	-.17	-.20	-.16	-2.7	4.9	13.9	5.4	-.13	-.08	-.03	-.03
4	-.17	-.14	-.15	-.15	-2.9	4.7	13.8	5.3	-.08	-.08	.05	-.03
5	-.12	.02	.06	-.01	-3.1	4.6	13.7	5.2	.13	.05	.28	.13
6	.03	.21	.23	.16	-3.2	4.6	14.1	5.3	.28	.18	.43	.28
7	.29	.41	.41	.37	-3.1	5.0	15.1	5.9	.41	.38	.53	.46
8	.49	.51	.46	.49	-2.9	5.9	16.3	6.8	.46	.46	.53	.53
9	.70	.58	.47	.58	-2.2	7.1	17.6	7.9	.43	.53	.46	.53
10	.70	.51	.46	.56	-1.3	8.1	18.6	9.0	.41	.51	.36	.46
11	.41	.31	.33	.35	-0.5	8.9	19.5	9.8	.25	.33	.15	.20
Mittag	-.07	.06	.13	.04	0.2	9.5	20.1	10.6	.08	.00	-.03	-.10
1 ^h pm.	-.42	-.25	-.10	-.26	0.6	9.9	20.6	10.9	-.15	-.31	-.20	-.41
2	-.63	-.50	-.30	-.48	0.9	10.1	20.8	11.1	-.33	-.51	-.43	-.61
3	-.57	-.64	-.45	-.55	0.9	11.4	20.7	10.9	-.56	-.61	-.61	-.66
4	-.45	-.66	-.54	-.55	0.5	9.6	20.3	10.4	-.58	-.59	-.68	-.63
5	-.30	-.53	-.54	-.46	-0.2	8.9	19.6	9.6	-.58	-.46	-.63	-.48
6	-.12	-.34	-.40	-.29	-0.7	8.0	18.5	8.7	-.46	-.31	-.53	-.30
7	.03	-.14	-.25	-.12	-1.1	7.2	17.3	7.9	-.28	-.13	-.30	-.15
8	.07	.08	.00	.05	-1.4	6.7	16.3	7.3	.00	.08	-.05	.05
9	.13	.15	.18	.15	-1.7	6.3	15.8	6.9	.20	.18	.15	.18
10	.13	.21	.21	.18	-1.9	6.1	15.4	6.7	.23	.20	.18	.18
11	.11	.19	.18	.16	-2.1	5.8	15.0	6.3	.20	.20	.23	.20
Mittern.	.02	.15	.08	.08	-2.2	5.6	14.7	6.1	.18	.10	.18	.13
Mittel	.256	.287	.265	.263	-1.5	7.1	16.9	7.7	.273	.265	.297	.282

Blue Hill Observatory liegt unter 42° 13' n.Br., 71° 7' w.L. in 193.5 m Seehöhe. Die kürzeste Distanz vom Meere ist 7 engl. Meilen (11 km), die mittlere Höhe des umgebenden Landes ist circa 65 m.

Die Station Boston liegt unter 42° 21' n.Br., 71° 4' w.L. in 38.1 m Seehöhe, 10 1/2 engl. Meilen (17 km) nördlich vom Blue Hill.

Ich wähle wieder die Mittel der Monate Mai—August beider Stationen zur Berechnung.

Die folgenden Gleichungen stellen den täglichen Gang des Barometers und der Temperatur zu Blue Hill und zu Boston dar.

Täglicher Gang des Luftdruckes.

$$\text{Blue Hill} \dots 0.307 \sin(72.3 + nx) + 0.330 \sin(162.5 + 2nx)$$

$$\text{Boston} \dots 0.401 \sin(11.3 + nx) + 0.312 \sin(170.3 + 2nx)$$

Täglicher Gang der Temperatur.

$$\text{Blue Hill} \dots 3.82 \sin(239.4 + nx) + 0.74 \sin(68.0 + 2nx)$$

$$\text{Boston} \dots 2.96 \sin(228.4 + nx) + 0.37 \sin(93.5 + 2nx)$$

Boston verhält sich etwas abnorm gegenüber Blue Hill. Die Amplitude der doppelten täglichen Oscillation ist kleiner als an der höhern Station und selbst die tägliche Temperaturschwankung zu Boston ist wesentlich kleiner als jene auf dem dominirenden Gipfel des Blue Hill. Es mag wohl dem Einflusse der Land- und Seewinde ein Theil dieser Abnormalität zugeschrieben werden dürfen.

Die nach dem früheren Schema ausgeführte Reduction ergibt folgendes Resultat:

Tägliche Luftdruckoscillation.

$$\text{Blue Hill, reducirt} \dots 0.438 \sin(22.2 + nx) + 0.341 \sin(168.6 + 2nx)$$

Die Amplituden sind übercompensirt, desgleichen die Constante A₁. Die reducirte Constante A₂ stimmt bis auf den geringen Unterschied von 1.7 = 3.4 Minuten mit der zu Boston beobachteten überein. Vor der Reduction war der Unterschied 7.8 = 15.6 Minuten.

Ein genaues Resultat war hier nicht zu erwarten, da der Temperaturgang wie der Barometergang zu Boston etwas abnorm sind gegenüber Blue Hill.

Versuch einer Ableitung des täglichen Ganges der wahren Lufttemperatur aus dem täglichen Gange des Barometers auf Berggipfeln.

Wenn man den Versuch macht, die täglichen »thermischen« Druckschwankungen auf dem Sonnblickgipfel aus dem daselbst und zu Kolm-Saigurn an dessen Fusse registrirten täglichen Gange der Temperatur zu berechnen, so gelangt man zu Resultaten, welche weit über den beobachteten Einfluss hinausgehen. Ja schon die einfache, unabweisbare Consequenz, dass einer Temperaturänderung von 1° in der Luftschichte zwischen dem Alpenvorlande und der Höhe des Sonnblickgipfels, welche etwa $2600m$ Mächtigkeit hat, eine Druckänderung von $0.674mm$ (im Jahresmittel) entsprechen muss, lässt die einmalige tägliche Barometersehwankung auf dem Sonnblickgipfel als zu klein erscheinen, wenn die tägliche Variation der Lufttemperatur wirklich so gross ist, wie sie nach den directen Ablesungen oben und unten zu sein scheint.

Im Mittel für Juli und August ist die tägliche Temperaturschwankung auf dem Sonnblickgipfel $2^\circ 1$, zu Kolm-Saigurn aber $5^\circ 8$. Die beobachtete tägliche Wärmeschwankung in der $1500m$ hohen Luftsäule Sonnblick-Kolm-Saigurn ist $3^\circ 9$. Nimmt man, was offenbar eine viel zu geringe Schätzung wäre,¹ an, dass die ganze Luftsäule von $2600m$ auch nur eine tägliche Temperaturvariation von 4° hat, so gäbe dies doch in der Sonnblickhöhe eine tägliche thermische Druckschwankung von $4 \times 0.61 = 2.4mm$ Amplitude.² Eine nur angenähert so grosse, einmalige, tägliche Barometeroscillation ist aber in den Luftdruckregistrirungen auf dem Sonnblickgipfel nicht zu bemerken.

Es lohnt sich diese grosse thermische Druckschwankung auf dem Sonnblickgipfel, welche eine unabweisbare physikalische Consequenz der täglichen Wärmeänderungen zu sein scheinen, wenn die Amplitude der letzteren auch nur beiläufig so gross wäre, wie sie die Beobachtungen ergeben, etwas näher zu betrachten und mit der beobachteten Druckschwankung zu vergleichen.

Wir wählen zur Berechnung das Mittel aus den vier Monaten Mai-August, in welchen der thermische Einfluss am grössten ist, und nehmen an, dass der tägliche Gang der Lufttemperatur in der ganzen mächtigen Luftschichte vom Sonnblickgipfel bis zu seiner Basis repräsentirt werde durch das Mittel aus den zu Kolm-Saigurn und auf dem Sonnblickgipfel stündlich registrirten Temperaturen. In Wirklichkeit müsste wohl der tägliche Gang der Lufttemperatur noch extremer sein, weil wir die tieferen, wärmeren Luftschichten von Kolm-Saigurn bis zur Basis des Gebirges, also von $1600m$ bis hinab zu 500 oder doch mindestens zu $800m$ dabei gar nicht mehr berücksichtigen. Unsere Annahme entspricht demnach nur einer untersten Grenze, d. i. einer Unterschätzung des Einflusses des täglichen Wärmeganges.

Eine weitere Unsicherheit in Betreff der in die Rechnung einzuführenden Grössen besteht in der Bestimmung der Mächtigkeit der Luftschichte, deren Temperaturänderungen die Luftdruckschwankung auf dem Sonnblickgipfel beeinflusst. Für das nördliche Alpenvorland kann mindestens eine mittlere Höhe von $500m$ angenommen werden, das gäbe für h einen Werth von $2600m$. Sieht man aber nur die mittlere Höhe der umliegenden Thalsohlen als hierbei massgebend an, so kann man selbe etwa zu $800m$ ansetzen, und dann wird $h = 2300m$. Wir wollen mit diesem letzteren Werthe rechnen, um den Einfluss der Temperatur ja nicht zu überschätzen.

Der Factor zur Verwandlung der täglichen Temperaturamplituden in Luftdruckamplituden wird dann:

$$b = 523.7 \quad t = -0.7 \quad \text{also} \quad T = 262.3 \quad h = 2300$$

$$\log(bh : RT^2) = 9.76081 \quad \text{somit Factor} \quad c = 0.5765.$$

Hieraus ergibt sich:

¹ Kolm-Saigurn liegt ja schon $1600m$ hoch.

² Der Factor ist im Sommer kleiner, bloss 0.607 statt 0.674 im Jahresmittel.

Der tägliche Gang des Barometers.

	p_1	q_1	p_2	q_2
Tägliche Temperaturschwankung . .	-1°74	-0·84	+0·29	-0·02
» Luftdruckschwankung . .	-1·002	-0·484	+0·167	-0·012

Zu dieser »thermischen« Druckschwankung muss noch die allgemeine Barometeroscillation addirt werden, um die zur Beobachtung gelangende Barometeroscillation auf dem Sonnblickgipfel zu erhalten. Legen wir der Reehnung die Barometeroscillation zu Salzburg zu Grunde und reduciren sie zu diesem Zwecke durch Multipliation mit $524 : 724 = 0·724$ auf die Höhe des Sonnblickgipfels, so haben wir:

	p_1	q_1	p_2	q_2
Barometeroscillation zu Salzburg	+0·168	+0·381	+0·176	-0·233
A. Reducirt auf Sonnblick	+0·121	+0·276	+0·127	-0·169
B. Thermische Druckschwankung daselbst	-1·002	-0·484	+0·167	-0·012
Sonnblickgipfel:				
Theoretische Oscillation	-0·881	-0·208	+0·294	-0·181
Beobachtete »	-0·009	-0·318	+0·168	-0·062

Die berechnete Oscillation ist also viel zu gross oder der Temperatureinfluss erscheint weit überschätzt, wenn wir von dem beobachteten Wärmegang zu Kolm-Saigurn und Sonnblick ausgehen. Dies ist selbst dann noch der Fall, wenn wir, gestützt auf Überlegungen, die später folgen werden, annehmen wollen, dass nur die Hälfte der thermischen Druckschwankung auf dem Sonnblickgipfel zur Wirkung kommen mag.

Es schien mir nicht ohne Interesse, die Aufgabe umzukehren und den täglichen Gang der wahren Lufttemperatur aus der täglichen Oscillation des Barometers auf dem Sonnblickgipfel zu berechnen.

Zu diesem Behufe habe ich noch separat den täglichen Gang des Barometers auf dem Sonnblickgipfel für die beiden wärmsten Monate, Juli und August, berechnet, wo die »thermische« Druckschwankung als im Maximum wirksam angenommen werden darf. Die Mittel sind hier aus vier Jahren (1887/90) oder aus acht Monaten gebildet.

Ich stelle den beobachteten Gang des Barometers hieher, der sich indess viel weniger von dem viermonatlichen Mittel Mai-August (aus drei Jahren) unterscheidet, als ich gedaecht habe.

Täglicher Gang des Barometers auf dem Sonnblickgipfel im Mittel des Juli und August.

Stunde	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
Vormittag	00	-·14	-·30	-·43	-·48	-·43	-·35	-·26	-·16	-·02	·09	·17
Nachmittag	·18	·20	·20	·16	·12	·09	·12	·18	·29	·33	·29	·14

Als Basisstation habe ich München und Salzburg genommen und dabei ersterer Station, als frei auf einer weiten Hochebene gelegen das doppelte Gewicht gegeben.

Constanten der täglichen Barometeroscillation.

	p_1	q_1	p_2	q_2
München-Salzburg, reducirt auf Sonnblick . .	+0·049	+0·187	+0·122	-0·147
Sonnblick, beobachtet	-0·012	-0·297	+0·167	-0·065
Thermische Druckschwankung Sonnblick . . .	-0·061	-0·484	+0·045	+0·082

Um aus dieser thermischen Oscillation die ihr zu Grunde liegende Temperaturvariation zu berechnen, müssen wir die Coefficienten mit dem Factor $bh : RT^2$ multipliciren. Es ist hier (Mittel für Juli und August) $b = 525$, $t = 8·9$, $T = 272$, h nehme ich wie vorhin zu $2300m$. Dies gibt für den obigen Factor den Werth $0·5375$ und man erhält:

Berechneter täglicher Wärmegang in der Luftschichte von $2300m$ Mächtigkeit.

$$0·091 \sin(187°2 + nx) + 0·017 \sin(28°8 + 2nx)$$

Die tägliche Amplitude der Temperaturschwankung wäre demnach nur $1^{\circ}8$, das Minimum würde etwa auf $5\frac{1}{2}$ Morgens fallen, das Maximum auf $5\frac{1}{2}$ Abends, soweit nur das erste Glied berücksichtigt wird.

Diese Rechnung gibt allerdings nur eine untere Grenze für die wahre Temperaturamplitude, da auf Berggipfeln innerhalb eines ausgedehnten Gebirges der wirkliche Einfluss der thermischen Druckänderungen stets kleiner sein muss als der theoretische (für die freie Atmosphäre geltende). Im äussersten ungünstigsten Falle kann man denselben etwa nur halb so gross annehmen als in der freien Atmosphäre. Die obere Grenze für die eben berechnete Wärmeschwankung wäre demnach etwa $3^{\circ}6$, was immer noch beträchtlich hinter den Beobachtungen zurückbleibt. Auf dem Sonnblickgipfel selbst in $3100m$ ist die beobachtete Temperaturschwankung im Juli und August immer noch $2^{\circ}1$.

Stündliche Barometerbeobachtungen auf isolirten Kegelbergen (wie der Ätna z. B.) und an deren Fuss dürften zur weiteren Klärung der Frage über den Gang der wahren Lufttemperatur verlässliche Auskunft geben. Ich habe hier nur zeigen wollen, wie man aus den Barometeroscillationen auf Berggipfeln auch auf den Gang der wahren Lufttemperatur schliessen kann, was vielleicht Anderen Anregung zu weiteren Untersuchungen in dieser Richtung geben mag.

Die Dauer der täglichen Wärmeperiode ist kurz und es scheint mir deshalb, dass es nicht ungereimt ist, aus den Ergebnissen der vorausgehenden Rechnungen in Übereinstimmung mit einigen anderen Erfahrungen zu schliessen, dass der Einfluss derselben in viel geringere Höhen der freien Atmosphäre hinaufreicht, als man gewöhnlich annimmt, und desgleichen auch mit viel kleineren Amplituden, als die Beobachtungen glauben lassen. Auch die Verspätung des Eintrittes des Temperaturmaximums bis gegen den Abend hin wird nicht unwahrscheinlich, wenn die Erwärmung bis zu Höhen von $3000m$ und darüber hauptsächlich durch Convectionsströmungen vermittelt wird. Diese letzteren können nur einen langsamen Wärmeaustausch zwischen unten und oben bewirken, da für die aufsteigenden warmen Luftfäden nebenan kühlere herabsinken müssen und derart die Wärme nur langsam in die höheren Schichten vordringt, weshalb dort das Temperaturmaximum erst viel später eintreten kann als unten.

Ein allgemeiner aufsteigender Luftstrom, wie man ihn früher gerne angenommen hat, ist ja ein physikalisches Urding in der freien Atmosphäre.

Nur längs der Bergabhänge gibt es etwas wie einen allgemeinen aufsteigenden Luftstrom, und deshalb könnte möglicherweise auf Berggipfeln das Temperaturmaximum früher eintreten als in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe. Die thermischen Druckschwankungen auf Berggipfeln hängen aber von dem Temperaturgange in der freien Atmosphäre ab und gestatten einen Schluss auf den Wärmegang in dieser letzteren. Hierin könnte vielleicht der Widerspruch zwischen dem Ergebniss der directen Beobachtungen auf den Berggipfeln und jenem der Rechnung aus den Druckschwankungen eine Erklärung finden.

Es ist in Beziehung auf die obigen Erörterungen lehrreich, dass sich der jährliche Gang des Luftdruckes aus den Temperaturbeobachtungen unten und oben mit sehr grosser Annäherung an die Beobachtungen berechnen lässt. Die jährliche Periode der Temperaturvariation ist sehr lang gegenüber der täglichen, und die von der Erdoberfläche kommende Wärmeströmung hat genügend Zeit, sich bis zu den höchsten uns erreichbaren Luftschichten fortzupflanzen. Wir haben hier gewissermassen in allen Phasen der jährlichen Temperaturoscillation angenähert einen thermischen Gleichgewichtszustand in verticaler Richtung vor uns, während derselbe in der so kurzen täglichen Periode bei mindestens halb so grosser Amplitude der Oscillation nicht genügend Zeit hat, sich zu etabliren. Die an heiteren sonnigen Tagen von unten kommende Wärmeströmung dringt nur nach und nach in die höheren Schichten der freien Atmosphäre vor, weil die stets wieder bald eintretende nächtliche Abkühlung der Erdoberfläche Unterbrechungen in den Convectionsströmungen bewirkt. Die täglichen Temperaturamplituden erleiden daher eine sehr starke Dämpfung bei ihrem Vordringen in die höheren Schichten der freien Atmosphäre.

Um an einem bestimmten Falle zu zeigen, dass die Temperaturbeobachtungen an der oberen und unteren Grenzfläche selbst einer sehr mächtigen Luftschichte die jährliche Temperaturvariation in derselben mit recht grosser Annäherung an die wahren Verhältnisse zu berechnen gestattet, will ich im

Nachfolgenden den jährlichen Gang des Luftdruckes auf dem Ben Nevis in Schottland berechnen aus den Monatmitteln der oben und an dessen Fuss beobachteten Temperaturen.

Die Beobachtungen auf dem Ben Nevis sind unstreitig von hohem Werth für mancherlei Untersuchungen auf dem Gebiete der theoretischen Meteorologie. Der Ben Nevis erhebt sich unmittelbar vom Meeresniveau zu einer Höhe von 1343 *m*, so dass er z. B. einem Berggipfel von 1800 *m* (Rigi, Schafberg) am Nordrande unserer Alpen an relativer Höhe gleichsteht, auf die es ja bei manchen meteorologischen Erscheinungen hauptsächlich ankommt. Die Basisstation Fort William hat eine sehr günstige Lage in geringer Höhe (12 *m*) über dem Meere auf einem Abhange und gestattet eine möglichst richtige Bestimmung der wahren Lufttemperatur. Wenn von dieser Station auch einmal stündliche Werthe der meteorologischen Elemente vorliegen werden, die jetzt noch fehlen, so wird sie mit der Station auf dem Ben Nevis selbst, die 1331 *m* höher liegt, bei nur vier englischen Meilen Horizontalabstand, ein ausserordentlich werthvolles Beobachtungsmateriale für Untersuchungen mannigfacher Art liefern können.

Die folgende kleine Tabelle enthält die correspondirenden Luftdruckmittel und mittleren Temperaturen der Luft zwischen den beiden Stationen.¹

Jährlicher Gang des Barometers und der mittleren Lufttemperatur zwischen Ben Nevis und Ft. William. (December 1883 bis December 1887 incl.)

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Luftdruck.													
Ben Nevis . . .	637.7	40.5	42.4	42.1	43.0	48.1	45.9	45.9	43.6	42.7	41.2	39.5	42.72
Ft. William . . .	754.4	57.7	59.9	58.7	58.7	62.8	59.8	59.8	58.0	58.6	57.3	56.2	58.49
Lufttemperatur.													
Oben und unten	-0.5	-0.4	-0.2	1.9	4.2	8.2	9.4	9.1	6.9	3.5	1.5	-0.6	3.6

Die folgenden Rechnungen basiren auf den Originalzahlen (engl. Zolle und Fah. Grade), daher man möglicher Weise beim Nachrechnen auf Grund vorstehender Zahlen vielleicht auf kleine Abweichungen kommen könnte.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Jährlicher Gang des Luftdruckes (<i>mm</i>).								
Ft. William . . .	-2.055	+0.859	-0.285	+0.029	292.7	275.8	2.227	.286
Ben Nevis . . .	-3.659	+0.277	+0.112	+0.091	274.3	50.9	3.669	.144
Jährlicher Gang der Lufttemperatur (Cels.).								
Mittel beider . .	-5.12	-0.98	+0.91	+0.31	259.2	71.4	5.211	0.956

Der jährliche Gang des Luftdruckes auf dem Ben Nevis entsteht durch die Superposition einer Variation thermischen Ursprungs auf die allgemeine jährliche Druckänderung, wie sie aus den Beobachtungen zu Fort William sich ergibt. Wenn wir von der beobachteten jährlichen Variation des Luftdruckes auf dem Ben Nevis die allgemeine jährliche Druckänderung abziehen, so stellt demnach der Rest jene jährliche Variation vor, welche ihre Ursache hat in der jährlichen Temperaturänderung der ganzen Luftschichte zwischen Fort William und dem Observatorium auf dem Ben Nevis.

Wir können aber einerseits diese »thermische« jährliche Druckschwankung auch direct aus dem Gange der Lufttemperatur berechnen und dann zusehen, ob das auf diesen beiden ganz verschiedenen Wegen gefundene Resultat die genügende Übereinstimmung zeigt. Im Nachfolgenden findet man diese Rechnung durchgeführt.

Der allgemeine jährliche Gang des Luftdruckes auf dem Ben Nevis wird aus dem beobachteten jährlichen Gange zu Fort William erhalten, indem man die harmonischen Constituenten desselben mit dem Factor $b : B$, d. i. in unserem Falle mit $642.6 : 758.5 = 0.847$ multiplicirt. Derart erhalten wir:

¹ Nach dem kürzlich publicirten Werke: Alex. Buchan, The Meteorology of Ben Nevis. Transactions of the Royal Soc. Edinburgh. Vol. XXXIV, p. XXI u. XXIV; in metrisches Maass übertragen.

	p_1	q_1	p_2	q_2
A. Fort William	-2.055	+0.859	-0.285	+0.029
B. Reducirt auf Ben Nevis	-1.741	+0.727	-0.241	+0.025
C. Ben Nevis	-3.659	+0.277	+0.112	+0.091
Thermische Druckschwankung, d. i. C-B	-1.918	-0.450	+0.353	+0.066

Die letzte Columnne enthält die Constanten der bloß von der jährlichen Temperaturschwankung der zwischen dem Meeresniveau und dem Gipfel des Ben Nevis liegenden Luftschichte abhängigen jährlichen Barometerschwankung. In anderer Form ist demnach die Gleichung derselben folgende.

Jährliche thermische Druckschwankung auf dem Ben Nevis

$$1.970 \sin(256.8 + nx) + 0.359 \sin(79.4 + 2nx).$$

Diese thermische Druckschwankung können wir aber auch direct erhalten, indem wir die numerischen Coëfficienten der Gleichung des jährlichen Temperaturganges in der Luftschichte zwischen Ben Nevis und Fort William multipliciren mit dem Factor

$$bh : RT^2 = (642.7 \times 1331) : R \cdot (266.6)^2 = 0.3963,$$

Für den jährlichen Wärmegang hatten wir die Gleichung:

$$3.60 + 5.211 \sin(259.2 + nx) + 0.956 \sin(71.4 + 2nx)$$

Dieselbe gibt als entsprechende Druckschwankung auf dem Ben Nevis:

$$2.065 \sin(259.2 + nx) + 0.379 \sin(71.4 + 2nx)$$

Beobachtet wurde

$$1.970 \sin(256.8 + nx) + 0.359 \sin(79.4 + 2nx)$$

Man sieht, die beobachtete und die aus der jährlichen Variation der Lufttemperatur berechnete Druckschwankung stimmen fast vollkommen überein. Der Unterschied der Amplituden im ersten einflussreichsten Gliede beträgt nur 5% der Grösse derselben, der Unterschied in den Phasenzeiten ist nur 2.4, d. i. nicht einmal 1% der Dauer der Periode. Man kann also den jährlichen Gang des Luftdruckes auf dem Ben Nevis mit fast absoluter Genauigkeit aus dem jährlichen Gange der Lufttemperatur berechnen, ein Beweis dafür, dass die Mittel aus den auf dem Ben Nevis und zu Fort William beobachteten Temperaturen der wahren Lufttemperatur der zwischen diesen Stationen befindlichen Luftschichte schon sehr nahe kommen.

Die geringen Unterschiede zwischen der berechneten und der beobachteten thermischen Druckschwankung auf dem Ben Nevis liegen ferner vollkommen in der Richtung, in welcher sie zu erwarten waren: eine etwas zu extreme Amplitude der jährlichen Temperaturvariation und eine geringe Verfrühung in dem Eintritte der Phasenzeiten gegenüber dem Gange der wahren Lufttemperatur.

Es schien mir von einigem Interesse, in ähnlicher Weise auch die jährlichen thermischen Druckschwankungen auf dem Sonnblickgipfel, als der höchsten Station Europas, zu berechnen und mit den beobachteten zu vergleichen. Die Rechnung kann in diesem Falle nur mit Einführung weniger sicherer Elemente geführt werden. Wie schon früher bemerkt, liegt in der Annahme der Mächtigkeit h der dabei ins Spiel kommenden Luftschichte einige Willkür, dann darf man auch nicht erwarten, die mittlere Temperatur derselben aus den vorliegenden Beobachtungen mit soleher Annäherung an die wahre Lufttemperatur zu erhalten wie in dem vorigen Falle. Mit dieser Reserve treten wir in die Rechnung ein.

Als mittlere Lufttemperatur nehme ich das Mittel aus Salzburg und Ischl (red. auf 500m) in Verbindung mit der mittleren Lufttemperatur auf dem Sonnblick. Den jährlichen Gang des Luftdruckes an der Erdoberfläche habe ich aus zwei Stationen auf der Nordseite und zwei Stationen auf der Südseite des Sonnblick in 500m Seehöhe (Salzburg, Zell a. S.; Lienz, Klagenfurt) abgeleitet;¹ als Höhe der wirksamen Luftschichte nehme ich hier 2600m an, da beim jährlichen Gange die Ausgleichung des Druckes jedenfalls auf weitere Entfernung hin erfolgt.

¹ Aus meinem Werke »Die Luftdruckverhältnisse von Mittel- und Süd-Europa« unmittelbar entnommen.

Die Elemente der Rechnung sind demnach:

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Luftdruck (30jähr. Mittel 1851—1880).													
500 m	719·9	18·6	16·2	16·3	16·7	18·3	18·7	18·7	19·6	18·6	17·8	19·3	718 2
Sonnblick	516·4	15·6	14·7	18·1	20·6	23·7	25·4	25·2	24·4	21·2	17·2	16·6	519·9
Temperatur (detto).													
Mittel	-7·5	-7·0	-4·7	-0·1	3·7	7·4	9·3	9·2	6·3	2·0	-3·8	-7·2	0·7

Gleichungen des jährlichen Ganges

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Luftdruck, 500 m	+0·14	-1·12	+1·00	+0·14	172°9	80°0	1·13	1·01 mm
» 3100 »	-5·00	-1·64	+0·77	+0·26	251·9	70·4	5·26	0·81 »
Temperaturmittel	-8°78	-0°99	+0·03	+0·53	263·6	3·2	8·84	0·53 Cels.

Jährliche thermische Druckschwankung auf dem Sonnblickgipfel.

	p_1	q_1	p_2	q_2
A. Allgem. Druckschwankung, reduc. auf Sonnblick	+0·10	-0·81	+0·72	+0·10
B. Sonnblick beobachtet	-5·00	-1·64	+0·77	+0·26
B-A. Thermische Druckschwankung daselbst	-5·10	-0·83	+0·05	+0·16

Daraus ergibt sich für die beobachtete thermische Druckschwankung auf dem Sonnblickgipfel die Gleichung

$$\text{Sonnblick, thermische Druckvariation beobachtet} . . . 5·17 \sin(260°8 + nx) + 0·17 \sin(17°8 + 2nx).$$

Die berechnete Druckvariation erhält man aus der früher angeführten Gleichung des jährlichen Ganges der Temperatur, indem man die numerischen Coëfficienten derselben mit dem Factor $bh : RT^2 = 0·638$ multiplicirt.

Dies gibt:

$$\text{Sonnblick, thermische Druckvariation berechnet} . . . 5·64 \sin(263°6 + nx) + 0·34 \sin(3°3 + 2nx).$$

Man wird zugeben müssen, dass die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung eine vollkommen befriedigende ist, wenn man die Unsicherheit mancher Elemente, die in die Rechnung eingehen mussten, berücksichtigt. Jedenfalls ersieht man, dass auch in diesem extremen Falle der jährliche Gang der Temperatur der ganzen Luftschicht zwischen dem Sonnblickgipfel und dessen Basis sich mit viel grösserer Annäherung an die Wahrheit aus den oben und unten beobachteten Temperaturen ableiten lässt, als dies bei dem täglichen Gange der Fall war. Dies nachzuweisen war auch der Zweck der vorstehenden Rechnungen.¹

Zum Schlusse dieses Abschnittes darf wohl darauf hingewiesen werden, welch grossen Vorthcil die Darstellung der periodischen meteorologischen Erscheinungen durch harmonische Functionen bietet für die Einsicht in den causalen Zusammenhang der Erscheinungen und deren Wechselbeziehungen. Man dürfte wohl schon allein aus den vorhergehenden Erörterungen entnommen haben, mit welcher Einfachheit und Eleganz die Beziehungen zwischen Druckschwankungen und Temperaturvariationen sich auf diesem Wege darstellen lassen, und in gleicher Weise würde dies auch bei anderen periodischen Naturerscheinungen nachzuweisen sein. Es beruht auf einem völligen Überschen der physikalischen Gesetze, denen auch die meteorologischen Erscheinungen unterliegen, wenn man, wie es neuerer Zeit üblich geworden ist, die Berechnung der periodischen Erscheinungen nach harmonischen Functionen als unzweckmässig, ja gefähr-

¹ Ganz analoge Resultate haben ja auch Rühlmann's Vergleichen der aus der Barometerformel sich ergebenden Höhe des St. Bernhard über Genf mit dem durch das Nivellement ermittelten Höhenunterschied zu Tage gefördert. Die barometrisch mit Hilfe der oben und unten beobachteten Temperaturen berechneten Höhenunterschiede zeigen bekanntlich einen jährlichen und einen täglichen Gang. Der letztere ist nun viel extremer als der erstere. In dem Falle St. Bernhard—Genf hat Rühlmann für die tägliche Amplitude selbst im December einen Werth von 0·7 Percent des ganzen Höhenunterschiedes gefunden, für den Juli von 1·9 Percent, wogegen die Amplitude der jährlichen Periode (Unterschied zwischen Jänner und Juli) nur 1·1 Percent beträgt.

lich hinstellt. Im Gegentheil bildet diese Berechnung eines der besten Mittel, in den causalen Zusammenhang der verschiedenen periodisch ablaufenden meteorologischen Erscheinungen und deren Correlationen einen Einblick zu gewinnen. Ein ausgezeichnet englischer Physiker, Sir William Thomson (jetzt Lord Kelvin) hat schon vor längerer Zeit einmal sein Urtheil in diesem Sinne abgegeben.

In dem Treasury Committee on Meteorology antwortete Sir Wm. Thomson auf die Frage des Vorsitzenden, wie die Aufzeichnungen der mit selbstregistrirenden Instrumenten versehenen Observatorien nach seiner Ansicht die beste Verwerthung finden könnten, Folgendes:

»The first thing that in my opinion ought to be done toward making the observations useful for scientific purposes is to perform that kind of more perfect averaging which is afforded by the harmonic analysis. There is a certain amount of averaging done, but the more perfect averaging of the harmonic analysis would give the level of the variation of the phenomenon whatever it may be, for example, the height of the barometer. The method is well known, it was, I believe, first introduced into Meteorology by Bessel. It is Fourier's method for the representation of arbitrary functions by sines and co-sines of multiple arcs, which is now celebrated. To find the different harmonic elements of the variation of the height of the barometer, for instance, is, I think, the first thing that should be done in any set of good observations.«

In ähnlicher Weise spricht sich Sir William Thomson noch an mehreren Stellen aus, überall betont er vom physikalischen Standpunkte aus den grossen Nutzen der Anwendung der harmonischen Analyse. Man sollte doch wohl glauben, dass das Urtheil eines so scharfsinnigen Physikers und Naturforschers volle Beachtung verdient und dass man zum Vortheile einer wissenschaftlichen Behandlung gewisser Theile der Meteorologie die Anwendung der sogenannten »Bessel'schen Formel« in ihre vollen Rechte einsetzt.

Wenn zuweilen Missverständnisse in der Benützung derselben vorgekommen sind, so ist dies doch gewiss kein Grund, eine so fruchtbare Methode deshalb ganz zu verwerfen, denn es gibt ja überhaupt keine Methode, die nicht auch falsch angewendet werden könnte. Der Vortheil der Anwendung der harmonischen Functionen auf die periodischen Erscheinungen liegt ja durchaus nicht zumeist in der numerischen Auswerthung der Formeln, wobei die gerügten Missverständnisse zuweilen vorgekommen sind.

Bemerkungen über den täglichen Gang des Barometers in den Gebirgsthälern.

Schon in meiner ersten Abhandlung über die tägliche Oseillation des Barometers habe ich gezeigt, dass der tägliche Gang des Luftdruckes in den Gebirgsthälern in allen Höhen den normalen Charakter hat bis auf eine meist stark vergrösserte Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation. (S. 63] oder 15 der eitirten Abhandlung.) Die in der vorliegenden Arbeit neu hinzugekommenen Thalstationen stimmen mit diesem Satze vollkommen überein; nur möchte ich jetzt auch eine geringe Vergrösserung der Amplitude der doppelten täglichen Oscillation stärker betonen als damals. Die auffallend grossen Amplituden a_2 zu Zell a. S., Bozen und Irkutsk geben mir dazu eine Veranlassung.

Für die abnorme Amplitude der einmaligen täglichen Oseillation finden sich in den von mir berechneten Thalstationen folgende sehr bemerkenswerthe Beispiele.

Amplitude a_1 der einmaligen täglichen Luftdruckschwankung. Mittel Mai—August.

Ort	Zell a. S.	Klagenfurt	Bozen	Irkutsk
Breite . . .	47°20'	46°37'	46°130'	52°16'
Höhe . . .	766	454	392	468
$a_1 =$. . .	·686	·767	1·398	·690

Dies sind auffallende Beispiele der abnormen einmaligen täglichen Barometerschwankung in den Gebirgsthälern. Selbst noch unter 52° (in Irkutsk) erreicht dieselbe im Mai eine Amplitude von 0·874 mm.

¹ Report of the Treasury Committee appointed to inquire into the conditions and mode of administration of the annual grant in aid of meteorological observations. London 1877.

Ich gestehe, dass ich selbst an der riesigen Tagesschwankung des Barometers zu Bozen cinigermassen zweifelte und mir die Möglichkeit vorhielt, dass die Art der Registrirung und die Reductionsmethode vielleicht eine unnatürliche Vergrösserung derselben bewirkt haben könnte.

Wenn man aber die directen Ablesungen am Quecksilberbarometer in Vergleich zieht, so dürfte dieser Zweifel wohl schwinden.

Ablesungen am Quecksilberbarometer. (Mittel Mai—August.)

Jahr	1886	1887	1888	1890
7 ^h pm.	736·26	36·98	36·50	35·44
2 ^h am.	734·26	34·60	34·12	32·83
Differenz	2·00	2·38	2·38	2·61

Im Mittel der vier Jahrgänge ist der Unterschied zwischen der 2^h und 7^h Ablesung 2·34 *mm*, die Registrirung gibt nur wenig mehr, nämlich 2·47 *mm*; lässt man aber das etwas abweichende Jahr 1886 weg, so gibt auch die Ablesung eine Differenz von 2·45 *mm*. Da nun das Barometer überall in unseren Thälern im Sommerhalbjahr von 2^h an noch stark fällt bis gegen 5^h, selbst in Salzburg z. B. noch um 0·32 *mm*, so wird die zu Bozen registrirte Schwankung von 3 *mm* zwischen 7^h am. (Max.) und 5^h pm. (Min.) bestätigt, denn auch die directen Ablesungen lassen auf mindestens 2·8 *mm* Unterschied schliessen.

Schon Kreil ist auf die grossen Unterschiede in den Barometermitteln für 7^h am. und 2^h pm. in unseren südlichen Alpenthälern aufmerksam geworden und hat einige Nachweise dafür gegeben.

Ich will als Beispiel Meran anführen, wo die directen Ablesungen am Quecksilberbarometer folgende Differenzen zwischen 2^h und 7^h geben (Mai-Aug.).

1871: 1·78 *mm*, 1872: 1·64 *mm*, 1874: 1·90 *mm*, 1875: 1·59 *mm*.

Selbst das hochgelegene Lienz, 680 *m*, hat noch einen Unterschied von 1·54 *mm* zwischen 7^h am. und 1^h pm. nach den Ablesungen in den Jahren 1887 und 1888 (Mai-Aug.).

Für Zell a. S. geben die directen Ablesungen einen Unterschied von 1·20 *mm* zwischen 7^h und 2^h, die Registrirung gibt 1·26. Die Mittel der drei Beobachtungstermine sind (Mai-Aug.) 7^h 726·69, 2^h 725·49 und 9^h 726·58. Die einmalige tägliche Barometerschwankung in den Alpenthälern, namentlich auf der Südseite der Alpen, hat demnach Amplituden aufzuweisen, welche wahrhaft tropisch genannt werden müssen. Registrirungen im Canton Tessin und in den italienischen Alpenthälern wären höchst erwünscht, um jeden Zweifel an der Realität der riesigen Tagesschwankung des Barometers in Bozen zu beheben. Die Lage von Bozen ist allerdings fast einzig in ihrer Art geeignet, die grössten Tagesamplituden hervorzubringen.

Das Vormittagsmaximum tritt in den Alpenthälern im Sommer schon sehr früh ein, um 7^h, längstens 8^h, und ist weitaus das Hauptmaximum des Tages; dann fällt das Barometer rasch und erreicht um 5^h Nachmittags seinen tiefsten Stand.

Zu Bozen beträgt das Morgenmaximum +1·27, das Nachmittagsmaximum —1·77, zu Zell a. S. respective +0·54 und —0·92, für einen so hoch gelegenen sommerkühlen Ort immerhin noch eine erstaunliche Schwankung. Das Abendmaximum ist nur schwach ausgeprägt, das Morgenminimum desgleichen; an den extremsten Thalstationen (Bozen, Klagenfurt) steigt in den Sommermonaten das Barometer in einem Zuge von 5^h pm. bis zum andern Morgen um 7^h und der nächtliche Gang ist völlig unterdrückt.

Die Erklärung des abnorm tiefen Standes des Barometers in den Thälern während der wärmsten Tagesstunden habe ich schon in meiner Abhandlung »Zur Meteorologie der Alpengipfel« gegeben.¹ Von der über den Thälern lagernden Luft fliesst ein mehr oder minder beträchtlicher Theil zur wärmsten Tageszeit seitlich gegen die Bergabhänge hin ab und das Barometer sinkt dementsprechend in den Thal-
sohlen.

¹ Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Oct. 1878, Bd. LXXVIII, S. 30 u. s. w. des Separatabdruckes. Denkschriften der mathem.-naturw. Cl. LIX. Bd.

etwas zu hoch angesetzt, aber selbst wie wir dt bloß gleich $2^{\circ}5$ setzen, gewiss zu gering für einen heiteren ruhigen Sommertag, so erhalten wir immer noch eine Vergrößerung des Nachmittagsminimums um 0.6 mm , also mit Rücksicht auf die allgemeine tägliche Barometerschwankung leicht eine Abweichung von mehr als 1 mm vom Tagesmittel.

In kesselförmig gestalteten Bergthälern, wo die Luft von der Mitte radial nach allen Richtungen gegen die Bergwände hin abfließt (Zell a. S., Bozen etc.), wird die Druckabnahme in dem mittleren Thalbecken noch grösser sein als im vorher angenommenen Falle. Freilich haben wir im Obigen die Thalsole nur als eine Linie oder als einen Punkt angenommen, mit der Grösse des Flächeninhaltes derselben nimmt die durch das Abfließen der Luft bewirkte Druckverminderung am Nachmittage ab. Die vorhin berechnete Grösse derselben stellt also einen Grenzfall vor, und zwar eine obere Grenze.

Hat der Punkt a am Fusse des Gebirges zu seiner Rechten ein ausgedehntes Flachland, so ist natürlich die nachmittägige Druckabnahme viel kleiner, weil ein fortwährendes Zuströmen von Luft in der Höhe stattfindet, welches verhindert, dass das Niveau der durch die Wärme gehobenen Druckfläche cc auf das tiefere Niveau $b'd'$ herabsinkt. Dann ist aber auch die Drucksteigerung db auf dem Berggipfel d grösser und ist gegeben durch $sahdt > db > \frac{1}{2} sahdt$, wo s das spezifische Gewicht der Luft in dieser Höhe bezeichnet.

Auf einem isolirten Berggipfel, der frei über eine weite Niederung oder über die Meeresfläche aufragt, erreicht db dagegen den vollen Grenzwert $sahdt$, mit dem wir früher gerechnet haben.

In der Nacht kehrt sich der Vorgang um; die tagüber gegen die Berge hin abgeflossenen Luftmassen sinken wieder in das Thal zurück; die durch Strahlung an den Bergwänden erkaltete Luft fließt in die Thalsole und Thalbecken ab, stagnirt dort mehr oder weniger, indem sie dabei noch weiter durch Strahlung abkühlt. Derart wird der Luftdruck bei Nacht in den Thälern erhöht und in besonderen Fällen sogar das normale nächtliche Barometerminimum ganz unterdrückt. Da aber das nächtliche Maximum der einmaligen täglichen Barometerschwankung mit dem nächtlichen Minimum der doppelten täglichen Oscillation zeitlich zusammenfällt, so bleibt es an Grösse weit zurück hinter dem Nachmittagsminimum, das nahezu gleichzeitig mit dem Minimum der doppelten täglichen Oscillation eintritt. Die Interferenz des verstärkten Wellenberges (Epoche der Fluth etwa 5^h oder 6^h) der einmaligen täglichen Oscillation mit dem ersten Wellenberg der doppelten täglichen Oscillation (Epoche $9-10^h$) bewirkt einen früheren Eintritt des Vormittagsmaximums ($7-8^h$) der täglichen Barometeroscillation und eine Verstärkung desselben.

Eigenthümlichkeiten der täglichen Barometeroscillation an den Berghängen. Wenn gleich, wie wir vorhin bemerkt haben, in dem mittleren Theile des Gehänges das Nachmittagsminimum mehr oder weniger ungeändert bleibt, indem dort weder ein Abfließen, noch eine Anhäufung von Luft am Nachmittage eintritt, so erleidet doch selbst an solchen intermediären oder neutralen Punkten die tägliche Barometeroscillation Modificationen in Bezug auf die Phasenzeiten namentlich der einmaligen täglichen Druckschwankung.

Leider besitzen wir keine Registrirungen des Luftdruckes von einer echten Gehängestation. Die einzige Station Kolm-Saigurn hat wenigstens theilweise den Charakter einer Station an einem Bergabhänge, worauf ich schon früher hingewiesen habe. Da sie aber doch in einem Thale liegt, so darf man nicht erwarten, dass die eigenthümlichen Modificationen, welche der tägliche Barometergang an Berghängen aufweisen muss, daselbst ganz klar in Erscheinung treten werden.

Die Tabelle S. 5 [301] zeigt aber doch deutlich den von den anderen Thalstationen in auffallender Weise abweichenden täglichen Gang des Barometers zu Kolm-Saigurn. Auffallend ist vor Allem die ausserordentliche Abschwächung des Vormittagsmaximums bei verspätetem Eintritt desselben. Das Abendmaximum ist dagegen bedeutend verstärkt. Das verstärkte Morgenminimum und abgeschwächte Nachmittagsminimum des Luftdruckes hat Kolm-Saigurn mit den Gipfelstationen gemein.

Bildet man die Differenzen der Abweichungen des Luftdruckes vom Tagesmittel zu den einzelnen Stunden an den beiden ziemlich gleich hoch gelegenen Stationen Kolm-Saigurn und Schafberg, so erhält

man folgende charakteristische Zahlenreihe. Ich gebe die Differenzen grösserer Übersichtlichkeit wegen nur für jede zweite Stunde.

Unterschied im täglichen Gange des Barometers. Kolm-Saigurn—Schafberg. (Mai—August.)

Zeit	2 ^h	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h	Mttg.	2 ^h	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h	Mttg.
Differenz . .	·01	·03	·02	—·02	—·08	—·14	—·14	—·07	·04	·13	·15	·07

Von 7^h Früh bis 4^h Nachmittag ist der Luftdruck an der Gipfelstation (dem Schafberg) relativ höher, von 6^h Abends bis 6^h Morgens dagegen niedriger. In dieser Differenz steckt wegen des allerdings geringen Höhenunterschiedes auch noch eine kleine daher rührende Welle, aber im Ganzen prägt sich in derselben doch der Unterschied im Barometergange zwischen einem Gehänge und einer Gipfelstation aus. Der grösste negative Unterschied fällt auf 1^h mit -0.15 mm (ausgeglichen), der grösste positive Unterschied auf 9^h Abends mit $+0.16 \text{ mm}$.

Während an den Gipfelstationen die Winkelconstante A_1 bei 180° liegt, an den Thalstationen dagegen bei 37° , das Maximum der einmaligen täglichen Oscillation an den Gipfelstationen also um 6^h Abends eintritt, an den Thalstationen hingegen um $3\frac{1}{2}$ Morgens, tritt es zu Kolm-Saigurn, wo A_1 den Werth 148.5 hat, um 8^h Abends auf. Die Epoche der Fluth hat demnach eine intermediäre Lage, wie dies bei einer Gehängestation zu erwarten ist. Specieller zeigt sich dies in folgender Zahlenreihe:

	Sonnblick	Kolm-Saigurn	Zell a. S.
Eintritt des Maximums . . .	6 ^h pm.	8 ^h pm.	4 ^h am.
» » Minimums . . .	6 ^h am.	8 ^h am.	4 ^h pm.

Aus dem Zeitpunkte des Eintrittes des Minimums zu Kolm-Saigurn erklärt sich sogleich die ausserordentliche Abschwächung des Vormittagsmaximums an dieser Station. Das Minimum der einmaligen täglichen Barometeroscillation fällt sehr nahe zusammen mit dem Vormittagsmaximum der doppelten täglichen Barometeroscillation, weshalb letzteres sehr stark abgeschwächt wird und das entsprechende Maximum der Interferenzwelle sich verspätet (auf 11^h am.).

Beim Abendmaximum verhält es sich gerade umgekehrt. Die Maxima der einmaligen und der doppelten täglichen Schwankung treffen um diese Zeit fast zusammen und verstärken sich.

Man kann versuchen, die reine thermische Druckschwankung für Kolm-Saigurn zu berechnen, indem man von der einmaligen täglichen Oscillation, wie sie beobachtet wird, die allgemeine einmalige tägliche Barometerschwankung abzicht, nachdem man selbe vorher auf den Luftdruck zu Kolm-Saigurn reducirt hat. Nimmt man als allgemeine tägliche Barometereschwankung in der Gegend von Kolm-Saigurn die zu Salzburg beobachtete an, so stellt sich die Rechnung und das Resultat folgendermassen:

Einmalige tägliche Luftdruckschwankung.

	P_1	q_1
A. Salzburg, beobachtet	+0.168	+0.325
B. Reducirt auf die Höhe von Kolm-Saigurn	+0.145	+0.281
C. Kolm-Saigurn, beobachtet	+0.084	-0.137
Differenz C—B, d. i. thermische Druckschwankung zu Kolm-Saigurn . .	-0.061	-0.418

Die Gleichung der thermischen Druckschwankung in Kolm-Saigurn ist daher

$$0.422 \sin(188.3 + nx)$$

Die durch die Hebung und Senkung der Flächen gleichen Druckes in Folge der täglichen Periode der Lufttemperatur hervorgebrachte Barometerschwankung zu Kolm-Saigurn hätte hiernach eine Amplitude von 0.42 mm und die Epochen des Maximums und Minimums wären circa $5\frac{1}{2}$ pm. und $5\frac{1}{2}$ am. Das Resultat ist nicht unwahrscheinlich, doch möchte ich wegen der Unsicherheit darüber, was man als Elemente der allgemeinen täglichen Druckschwankung an der Erdoberfläche hier in die Rechnung einführen soll, dem Resultate kein Gewicht beilegen. Doch ist die Übereinstimmung mit dem auf S. 27 [323] erhaltenen Resultat immerhin bemerkenswerth.

Die Tag- und Nachtwinde der Gebirgsthäler in ihrer Beziehung zu der täglichen Barometerschwankung daselbst.

Neuere Publicationen über diesen Gegenstand geben mir Veranlassung, auf denselben hier nochmals zurückzukommen, um meine in der früher citirten Abhandlung »Zur Meteorologie der Algengipfel« enthaltenen Darlegungen noch etwas zu vertiefen und zu specialisiren.

Wenn die Ausdehnung und Zusammenziehung der atmosphärischen Schichten unter dem Einflusse der täglichen Wärmeänderungen in einem Thale vor sich gehen würden, das wir uns von senkrechten und sehr hohen Bergwänden eingeschlossen denken, so würde der Barometerstand in einem derartigen Thale von diesen rhythmischen Volumänderungen der Luft ganz unbeeinflusst bleiben. Die Abnahme des Luftgewichtes als Folge der Hebung des Schwerpunktes der Luftmasse bei deren nachmittägiger Ausdehnung, wodurch die Schwerkraft dann in etwas vermindertem Masse auf dieselbe einwirken wird, ist so gering, dass der Barometerstand nur in ganz unmerklicher Weise davon beeinflusst werden könnte, worauf schon Saigey aufmerksam gemacht hat.¹

Dasselbe würde nahezu auch dann noch der Fall sein, wenn wir uns die Thalsohlen eben und sehr breit, die Berge dagegen ausserordentlich steil und von sehr geringer horizontaler Mächtigkeit denken, so dass die Luft bei ihrer Ausdehnung nach oben einen nur unmerklich vergrösserten Raum vorfindet. In diesem, allerdings in der Natur kaum vorkommenden Falle würden keine Gebirgswinde entstehen und der tägliche Gang des Barometers durch die Anwesenheit der Berge kaum geändert werden.

Es ist also die mehr oder minder grosse Neigung der Thalwände, welche in der von mir früher schon erörterten Weise zu der Entstehung der periodischen Gebirgswinde und der Modification der täglichen Barometerschwankung Veranlassung gibt. Die in solchen Thälern in Folge der täglichen Erwärmung sich ausdehnende Luft findet einen nach oben sich erweiternden Raum und strömt daher seitlich ab, wodurch die auf die Thalsohle drückende Luftmasse vermindert, das nachmittägige Barometerminimum entsprechend verstärkt wird.

Ein präciserer Ausdruck für diesen Vorgang ist mit Folgendem gegeben: Unter den obigen Verhältnissen bleiben die Flächen gleichen Druckes bei der Ausdehnung der Luftschichten durch die Wärme nicht mehr horizontal wie im gleichen Falle über der Ebene, sondern sie erhalten eine Neigung gegen die Bergabhänge hin. Das Gleichgewicht wird dadurch gestört und die Luft fliesst längs dieser geneigten Druckflächen gegen die Gebirgswände hin ab. Die Grösse des auf diese Weise entstehenden »Gradienten« in den oberen Schichten hängt von der Grösse der Temperaturzunahme und von dem Grade der Neigung der Bergabhänge ab. Bezeichnen wir den Neigungswinkel des Gebirges mit δ , so ist leicht einzusehen, dass der verticale Abstand eines Punktes in einer der Flächen gleichen Druckes von dem Bergabhänge durch $h - x \tan \delta$ gegeben ist, wenn h der verticale Abstand dieser Fläche von der Thalsohle ist, und x die directe

¹ *Petite Physique du Globe*. Paris 1842, p. 179. »Wenn die Luft sich um 10° an der Oberfläche der Erde erwärmt und proportional in allen Schichten der Atmosphäre, so nimmt das Gewicht der Atmosphäre um etwa 4–5 Hundertel des Millimeters ab.«

Bezeichnet man mit p_0 den Bodendruck der Atmosphäre auf die Flächeneinheit, mit M die entsprechende Masse derselben, mit g_0 die Intensität der Schwere an der Erdoberfläche, mit h die Höhe der homogenen Atmosphäre bei 0° (also 7991 m), mit r den Erdhalbmesser, so kann man nach einer hezüglichen Rechnung von Dr. Margules angenähert setzen:

$$p_0 = Mg_0 \left(1 - \frac{2h}{r}\right); \text{ bei constanter Schwere wäre } p_0 = Mg_0.$$

Nehmen wir an, die Temperatur der ganzen Atmosphäre würde um 5° zunehmen, so ist für h in obige Gleichung zu setzen: $h(278:273)$, d. i. 8138. Nennen wir den nun geänderten Druck p'_0 , so ist

$$p_0 = Mg_0 \times 0.997492 \quad p'_0 = Mg_0 \times 0.997445.$$

Der Druck hat abgenommen, und zwar, wie man sich leicht überzeugt, um 0.00005 p_0 , d. i. somit um 0.04 mm.

Also selbst eine Temperatursteigerung in der ganzen Atmosphäre um 5° würde nur eine Druckabnahme von 4 Hundertel-Millimeter bewirken. Da aber die tägliche Variation der Temperatur der ganzen Atmosphäre gewiss nicht diesen Betrag erreicht, so wird die aus dieser Ursache stammende nachmittägige Druckabnahme noch viel kleiner sein.

Entfernung der Projection unseres Punktes von dem Fusse des Gebirges bedeutet. Ändert sich die Temperatur der Luftschichten unterhalb dieser Druckfläche um dt , so wird die Fläche gleichen Druckes über der Thalsole um den Betrag $\alpha h dt$ gehoben, über den Bergabhängen aber nur um $\alpha (h - x \tan \delta) dt$, also immer weniger, je näher der Punkt dem Kamm des Gebirges kommt. Ist h kleiner als die relative Kammhöhe des Gebirges, so würde die Fläche gleichen Druckes den Körper des Gebirges in einer Linie schneiden. Längs derselben wird dann $x \tan \delta = h$ und es findet daselbst gar keine Hebung der Druckfläche mehr statt. Diese Folge von Punkten stellt gleichsam die Achse dar, um welche die Fläche gleichen Druckes sich auf und ab bewegt. Ist h grösser als die Kammhöhe des Gebirges, dann geht jenseits derselben die Neigung der Flächen gleichen Druckes in die entgegengesetzte über. Die Gradienten sind beiderseits gegen die Kammlinie hin geneigt. Für dieselbe Temperaturänderung wächst der obere Gradient oder die Neigung der Flächen gleichen Druckes mit der Steilheit der Gehänge, oder mit der Abnahme der Entfernung des Gebirgskammes von dem Fusse desselben (bei gleicher Höhe des Gebirges).

Bei sehr steil geneigten Berghängen wird die Ausgleichung der durch die tägliche Erwärmung auf diesem Wege in der Höhe im gleichen Niveau entstehenden Druckdifferenzen rascher erfolgen und die dadurch hervorgerufenen Luftströmungen haben eine geringe Erstreckung. In sehr langsam ansteigendem Terrain wird die Ausgleichung längere Zeit bedürfen; sie wird bei der Kürze der täglichen Periode überhaupt sich nie ganz vollziehen können, wo die Gebirge an die Niederung grenzen, das Zuströmen der Luft demnach bis zu einer so zu sagen unendlich grossen Entfernung hinausreicht, während der Gradient dabei fortwährend kleiner und die Luftbewegung immer langsamer wird.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, wie gross diese oberen gegen das Gebirge hin gerichteten Gradienten im Maximum werden können, oder richtiger gesagt, einen wie grossen entgegengesetzt gerichteten allgemeinen Gradienten sie zu unterdrücken im Stande wären, dazu können folgende beiläufige Rechnungen dienen. Wir wollen zunächst den Gradienten aufsuchen, der den Thalwind im Klosterthal in Vorarlberg erzeugt und die Luft des Rheinthales gegen den Arlberg hin strömen macht.

Die Passhöhe des Arlberg liegt etwa $1300 m$ über dem Rheinthale. Wenn wir einen Sommertag annehmen, so erhalten wir für den Druckunterschied im Niveau von 1790 absolut und 1300 relativ zwischen dem Rheinthal und dem Arlberg den Werth

$$db = \frac{bh}{RT^2} dt = \frac{610 \times 1300}{30 \cdot 37 \times (280)^2} dt = 0 \cdot 333 dt.$$

Für jeden Grad Temperaturabweichung von dem Mittel entsteht eine Druckdifferenz von $\frac{1}{3} mm$. Wenn man die Beobachtungen an heiteren Sommertagen zu S. Christof und Altstätten im Rheinthale der Schätzung zu Grunde legt, so kann man für die wärmste Tageszeit dt etwa $= 5^\circ$ setzen, dann erhält man $1 \cdot 7 mm$ Druckdifferenz.

Die horizontale Entfernung der Arlberghöhe vom Rheinthal beträgt circa $52 km$; der maximale Gradient, der durch die Hebung der Flächen gleichen Druckes an heiteren Sommertagen erzeugt werden könnte, darf daher veranschlagt werden auf $1 \cdot 7 \times \frac{111 \cdot 3}{52} = 3 \cdot 6 mm$. Das ist ein erstaunlicher grosser Gradient, der, wenn er zu Stande kommen würde, einen (kurzen) heftigen Sturm erzeugen müsste.

Man braucht aber durchaus nicht Hoehgebirgsverhältnisse der Reehnung zu Grunde zu legen, um so erhebliche Gradienten aus dieser Veranlassung zu erhalten.

Nehmen wir den Wienerwald bei Wien; die Kammhöhe wollen wir zu $450 m$ nehmen, die Niederung am Fusse des Gebirges zu $150 m$, die relative Erhebung desselben also zu $300 m$. Dann erhalten wir für die sommerliche Jahreszeit:

$$db = \frac{720 \times 300}{30 \cdot 4 \times (280)^2} = 0 \cdot 092 dt.$$

Die horizontale Entfernung des Gebirgusses vom Kamm ist kaum $6 km$. Um den Gradienten zu erhalten, müssen wir die Druckdifferenz deshalb mit $111 \cdot 3 : 6 = 18 \cdot 6$ multiplizieren. Dies gibt nach obigem einen

Gradienten von 1.7 mm für jeden Grad Temperaturabweichung der Luftschichten über der Niederung vom Tagesmittel. Natürlich kommen diese grossen Gradienten in Wirklichkeit nicht zur Entwicklung, weil ja die Luft fortwährend abfließt, sobald sich auf diese Weise auch nur eine geringe Druckdifferenz eingestellt hat. Aber das eine kann man aus diesen Rechnungsergebnissen mit Sicherheit entnehmen, dass die Ursache, welche die Bergwinde erzeugt, obgleich allerdings nur auf kurze Strecken hin wirksam, kräftig genug ist, um auch erhebliche, entgegengesetzt gerichtete allgemeine Gradienten zu überwinden. Daraus erklärt sich die Regelmässigkeit, mit welcher die Bergwinde eintreten. Nur grosse, allgemeine Störungen sind im Stande, sie zu unterdrücken.

Die durch die ungleiche Hebung der Flächen gleichen Druckes in Gebirgstälern entstehenden Druckdifferenzen werden keineswegs schon durch »die geringfügigste horizontale Bewegung« sich ausgleichen. So lange die Störung wirkt, das heisst so lange die Flächen gleichen Druckes über der Niederung durch die steigende Tageswärme gehoben werden, so lange hält das allmälige Abströmen der Luft gegen die Bergwände hin an, wengleich der jeweilige, stets von neuem entstehende Gradient nur ein sehr geringfügiger ist.

Die Erwärmung der Bergabhänge, welche Herr Sprung in seinem ausgezeichneten Lehrbuche der Meteorologie (S. 344) als die hauptsächlichste Ursache der Bergwinde hinstellen möchte, spielt nach meiner Ansicht doch nur eine Nebenrolle, wengleich sie die Entwicklung und die Steigerung der Intensität der Bergwinde gewiss wesentlich fördert. Schon die Allgemeinheit des Auftretens derselben selbst an beschatteten, feuchten und kühlen Bergseiten spricht für eine allgemeinere, ausserhalb liegende Ursache. Das Hinstreichen der Tagwinde längs der Täler und Bergabhänge lässt sich nicht erklären durch die Erwärmung der Gebirgsoberfläche. Der merkwürdige Thalwind des Oberengadin, den Herr Billwiler näher beschrieben hat,¹ ist ein zwingender Beweis für die Richtigkeit meiner Ansicht, dass es die ungleiche Hebung der Flächen gleichen Druckes durch die Wärme ist, welche bei der Entstehung der Thalwinde die Hauptrolle spielt. Der Thalwind des oberen Engadin zeigt die merkwürdige Anomalie, dass er tagsüber das Innthal abwärts geht. Und gerade diese Anomalie ist es, welche, wie Herr Billwiler gezeigt hat, nur durch unsere Ansicht erklärt werden kann und sich nach derselben als nothwendige Consequenz der topographischen Verhältnisse herausstellt.

Auch die tägliche Barometerchwankung in den Thälern ist unvereinbar mit der gegentheiligen Ansicht, dass es die höhere Wärme der Bergseiten gegenüber jener der Luft in gleicher Höhe über den Thälern ist, welche in erster Linie die Bergwinde erzeugt. Wäre dies der Fall, dann würde die wärmere Luft über dem Gebirge in der Höhe über der kühleren Luft der Täler sich ausbreiten und dort den Druck vermehren. Das nachmittägige Barometerminimum in den Thälern würde abgeschwächt, statt verstärkt werden. Die Luft über dem Thale müsste bei der täglichen Periode eine ganz ähnliche Rolle spielen wie jene über der See. Über der See finden wir in der That das Nachmittagsminimum abgeschwächt, eben so müsste es auch in den Thälern und an den Stationen der Ebene in der Nähe eines Gebirges sein. Wir sehen ja in der That überall, wo die Luft in der Höhe kühler ist; als in der Umgebung, das Barometer steigen. Es ist die ungleiche Hebung der Flächen gleichen Druckes bei der Annäherung an das Gebirge in Folge der täglichen Wärmeschwankung, welche für die tägliche Periode des Barometers in den Thälern und zugleich für die Hauptursachen der Thalwinde in der einfachsten Weise einen vollkommen befriedigenden Aufschluss gibt.

Die Erwärmung der Bergoberfläche unterstützt allerdings die auf diese Weise eingeleitete Bewegung wesentlich. Andernfalls würde schon durch die starke Reibung die Luftbewegung in der Nähe der Erdoberfläche wenig fühlbar werden können, da ja die ihr zu Grunde liegenden Gradienten nur localer Natur und geringfügig sind.

¹ Zeitschrift für Meteorologie 1880, Bd. XV, S. 297.

Täglicher Gang des Luftdruckes.

Zeit	Zell a. See 47°20' N 12°46' E b = 690 mm h = 766 m			Kolm-Saigurn 47° 4' N 12°59' E b = 620 mm h = 1600 m			Scharbergspfel 47°46' N 13°26' E b = 614 mm h = 1770 m			Sonnblickspfel 47° 3' N 12°57' E b = 520 mm h = 3100 m		
	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer
1 ^h am.	.16	.41	.45	.02	.10	.03	.06	.07	.03	.07	.14	.00
2	.09	.37	.41	.06	.05	.13	.03	.10	.13	.03	.02	.15
3	.01	.28	.37	.28	.20	.25	.04	.27	.28	.08	.19	.32
4	.08	.22	.36	.31	.30	.32	.12	.36	.35	.20	.31	.45
5	.12	.20	.42	.36	.33	.30	.21	.40	.33	.28	.40	.50
6	.11	.23	.49	.33	.29	.24	.20	.37	.29	.34	.43	.45
7	.00	.23	.54	.23	.22	.15	.14	.25	.13	.28	.38	.37
8	.21	.40	.54	.05	.07	.05	.03	.12	.03	.18	.30	.27
9	.38	.41	.40	.10	.05	.01	.07	.00	.00	.03	.16	.17
10	.47	.36	.26	.23	.14	.07	.18	.14	.14	.14	.01	.04
11	.35	.17	.01	.19	.12	.07	.20	.22	.17	.23	.11	.08
Mittag	.10	.06	.28	.06	.08	.03	.09	.20	.17	.19	.17	.16
1 ^h pm.	.27	.37	.55	.10	.03	.04	.05	.12	.13	.07	.11	.22
2	.50	.58	.72	.19	.11	.07	.16	.03	.13	.13	.13	.19
3	.63	.77	.86	.16	.17	.09	.23	.05	.10	.08	.09	.19
4	.55	.84	.92	.10	.19	.11	.19	.07	.04	.07	.06	.22
5	.42	.78	.91	.00	.13	.09	.12	.07	.03	.08	.03	.14
6	.21	.62	.76	.12	.00	.05	.00	.01	.08	.02	.04	.12
7	.03	.34	.52	.19	.14	.06	.07	.12	.12	.02	.11	.14
8	.12	.08	.20	.25	.29	.23	.12	.24	.08	.12	.09	.19
9	.21	.14	.14	.29	.34	.37	.15	.29	.21	.19	.27	.30
10	.27	.26	.35	.28	.33	.41	.18	.25	.24	.23	.30	.33
Mittlern.	.29	.33	.47	.24	.27	.36	.15	.21	.24	.23	.27	.29
Mittel	.26	.37	.51	.15	.19	.27	.11	.15	.17	.15	.19	.18
Mittel	.243	.368	.477	.175	.172	.158	.121	.171	.147	.139	.185	.227

Zeit	Ben Nevis 56°49' N 5° 7' W b = 642 mm h = 1343 m			Puy-de-Dôme 45°46' N 2°58' E b = 638 mm h = 1407 m			Obir 46°30' N 14°29' E b = 595 mm h = 2044 m			Säntzspfel 47°15' N 9°20' E b = 504 mm h = 2470 m		
	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer
1 ^h am.	.09	.01	.02	.06	.01	.10	.07	.06	.07	.03	.00	.03
2	.00	.14	.18	.03	.11	.26	.01	.07	.09	.01	.09	.18
3	.08	.29	.32	.16	.24	.39	.05	.21	.25	.10	.23	.30
4	.21	.38	.39	.26	.36	.49	.15	.33	.36	.19	.34	.41
5	.48	.48	.41	.31	.40	.48	.23	.38	.38	.25	.39	.44
6	.32	.42	.41	.29	.38	.38	.24	.37	.33	.26	.38	.39
7	.30	.30	.30	.20	.27	.23	.20	.29	.23	.20	.28	.30
8	.16	.17	.19	.05	.10	.07	.06	.13	.11	.06	.18	.20
9	.06	.04	.11	.10	.06	.06	.09	.02	.02	.08	.04	.11
10	.05	.06	.03	.25	.20	.18	.22	.16	.13	.21	.06	.00
11	.12	.14	.05	.25	.24	.24	.27	.23	.22	.21	.11	.11
Mittag	.08	.18	.14	.10	.18	.28	.16	.22	.24	.08	.10	.15
1 ^h pm.	.00	.19	.20	.09	.07	.26	.01	.14	.21	.09	.06	.17
2	.04	.19	.28	.17	.00	.21	.16	.05	.13	.14	.03	.15
3	.05	.14	.24	.15	.04	.14	.21	.03	.06	.12	.02	.14
4	.02	.09	.22	.09	.02	.08	.17	.07	.02	.08	.01	.11
5	.00	.05	.13	.02	.02	.04	.11	.09	.08	.03	.02	.07
6	.06	.09	.13	.04	.05	.02	.04	.05	.12	.05	.09	.08
7	.12	.17	.14	.11	.13	.05	.04	.03	.09	.12	.20	.13
8	.20	.22	.19	.16	.21	.15	.12	.16	.04	.14	.27	.13
9	.22	.22	.24	.20	.26	.24	.18	.27	.21	.16	.29	.30
10	.21	.19	.22	.21	.25	.24	.18	.27	.28	.16	.28	.30
11	.20	.12	.16	.19	.20	.17	.17	.25	.27	.13	.21	.25
Mittlern.	.12	.07	.06	.14	.11	.05	.14	.18	.20	.08	.13	.16
Mittel	.126	.180	.200	.151	.164	.200	.136	.168	.174	.124	.160	.195

Zeit	Salzburg				Clermont Ferrand				Bozen			
	47°48'N b = 724 mm		13° 3'E h = 440 m		45°47'N b = 728 mm		3° 5'E h = 390 m		46°30'N b = 736 mm		11°21'E h = 292 m	
	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr	Winter	Frühling u. Herbst	Sommer	Jahr
1 ^h am.	·08	·19	·29	·25	·20	·22	·22	·22	·28	·54	·73	·52
2	·03	·11	·18	·19	·12	·11	·10	·11	·29	·54	·76	·53
3	—·01	·03	·10	·11	·01	—·01	·02	·01	·28	·47	·78	·51
4	—·09	·01	·09	·04	—·10	—·09	·00	—·06	·21	·44	·87	·51
5	—·13	·00	·14	·00	—·16	—·09	·05	—·07	·20	·50	1·02	·58
6	—·14	·07	·27	·00	—·15	·01	·15	·00	·22	·60	1·19	·67
7	—·03	·19	·36	·07	—·05	·13	·24	·11	·34	·84	1·27	·82
8	·13	·30	·40	·17	·10	·25	·29	·21	·58	·99	1·23	·93
9	·25	·35	·34	·28	·24	·32	·28	·28	·68	·97	·99	·88
10	·31	·34	·29	·31	·34	·30	·22	·28	·64	·76	·65	·69
11	·30	·23	·17	·31	·25	·17	·11	·18	·41	·42	·19	·34
Mittag	·04	·04	—·04	·23	—·02	—·03	—·04	—·03	·00	—·03	—·27	—·10
1 ^h pm.	—·21	—·19	—·22	·01	—·31	—·26	—·20	—·26	—·46	—·60	—·81	—·62
2	—·34	—·38	—·40	—·21	—·47	—·45	—·35	—·42	—·77	—·1·00	—·1·22	—·1·00
3	—·40	—·52	—·54	—·37	—·45	—·54	—·47	—·49	—·92	—·1·37	—·1·53	—·1·28
4	—·30	—·58	—·65	—·49	—·37	—·55	—·55	—·49	—·91	—·1·50	—·1·75	—·1·38
5	—·21	—·52	—·72	—·51	—·24	—·46	—·57	—·43	—·79	—·1·44	—·1·77	—·1·33
6	—·06	—·37	—·63	—·48	—·10	—·28	—·48	—·29	—·54	—·1·18	—·1·62	—·1·11
7	·01	—·18	—·43	—·36	·02	—·08	—·27	—·11	—·30	—·74	—·1·26	—·77
8	·10	·02	—·15	—·20	·13	·12	—·02	·08	—·13	—·29	—·68	—·37
9	·17	·17	·15	—·01	·21	·25	·22	·23	·03	·02	—·10	—·01
10	·18	·22	·26	·16	·20	·32	·37	·32	·16	·25	·24	·22
11	·16	·25	·37	·22	·28	·34	·38	·33	·23	·39	·47	·36
Mittern.	·15	·22	·37	·26	·26	·31	·33	·30	·28	·50	·65	·47
Mittel	·160	·228	·315	·219	·202	·237	·248	2·21	·402	·682	·919	·667

II. Abschnitt.

Einige Nachträge zu meinen „Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers“.

Wie ich in der Einleitung bemerkt habe, waren ursprünglich diese Nachträge der alleinige Zweck der vorliegenden Abhandlung. Es war mir dabei darum zu thun, aus den tropischen und subtropischen Gebieten, namentlich der südlichen Hemisphäre einige neue Beobachtungsergebnisse zu berechnen, welche die in meiner ersten Abhandlung enthaltenen Nachweise über die bemerkenswerthe jährliche Periode der Amplitude der doppelten täglichen Oscillation des Barometers zu ergänzen geeignet sein könnten. Einige Stationen in Österreich sind zur Completirung der bezüglich früheren Zusammenstellungen mit aufgenommen worden, da man wohl eine Vollständigkeit der österreichischen Stationen in dieser Abhandlung voraussetzen dürfte.

Die hier berechneten Ergebnisse stündlicher Beobachtungen oder Registrirungen des Luftdruckes beruhen zumeist nur auf einjährigen Aufzeichnungen. Herr Angot hat sich auf die Berechnung mindestens fünfjähriger stündlicher Luftdruckmittel beschränkt und nur ausnahmsweise zwei bis dreijährige mit aufgenommen. Ich bin der Ansicht, dass man allerdings mehrjährigen Beobachtungsergebnissen den Vorzug geben muss, dass man aber von Stationen, welche durch ihre Lage wesentliche Lücken in Bezug auf eine einigermaassen gleichmässige Vertheilung der Stationen über die Erdoberfläche auszufüllen geeignet sind, auch die Benützung einjähriger Luftdruckmittel durchaus nicht verschmähen darf. Selbstverständlich wird man bei Verwendung derartiger Rechnungsergebnisse zur Ableitung allgemeinerer Schlüsse die grössere Unsicherheit derselben im Auge behalten müssen.

Ich habe übrigens nur von rein tropischen Stationen die stündlichen Aufzeichnungen eines einzelnen Jahrganges zu weiteren Schlüssen benützt. In den Gegenden zwischen den Wendekreisen und namentlich in der Nähe des Äquators erfolgt die doppelte tägliche Oscillation des Barometers mit einer solchen Regelmässigkeit, dass es gestattet ist, selbst schon aus viel kürzeren Beobachtungsperioden auf die wesent-

lichsten Charakterzüge derselben Schlüsse zu ziehen. Anders verhält es sich natürlich in Bezug auf die einmalige tägliche Oscillation des Luftdruckes, die mit den andern meteorologischen Elementen erhebliche Schwankungen nach Jahreszeiten und Jahrgängen mitmacht, daher nur aus längeren Beobachtungsreihen mit einiger Sicherheit abzuleiten ist. Herr Symons überträgt den veränderlichen Charakter der einmaligen täglichen Barometerschwankung auch auf die doppelte tägliche Oscillation des Barometers, wenn er in Bezug auf meine Benützung ganz kurzer Beobachtungsreihen in meiner ersten Abhandlung die Bemerkung macht,¹ »this to us seems hazardous« etc. Wer sich aber specieller mit Untersuchungen über die doppelte tägliche Oscillation des Barometers beschäftigt hat, theilt diese Besorgnisse nicht und wird deshalb nicht zögern, dort, wo längere Beobachtungsreihen fehlen, auch die Berechnung der kurzen Reihen zu versuchen, um zu einer besseren Orientirung über die Vertheilung der Grösse der Amplituden und der Eintrittszeiten der Maxima und Minima der doppelten täglichen Oscillation auf der Erdoberfläche zu gelangen. Denn diese doppelte tägliche Oscillation hat einen von den übrigen meteorologischen Erscheinungen sehr abweichenden Charakter in Hinsicht ihrer grossen Unabhängigkeit von mehr zufälligen zeitlichen und örtlichen Einflüssen. Davon werden auch einige der nachfolgenden Ergebnisse noch Zeugnis ablegen.

Herr Symons ist auch der Ansicht, dass Registrirungen von Hottinger'schen und Richard'schen Barographen zur Ableitung genauerer Resultate unbrauchbar seien. Das ist gewiss nicht der Fall, wenn die Reductionen der Aufzeichnungen derselben im Anschluss an oftmalige Ablesungen an einem Quecksilberbarometer erfolgen.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich eine Übersicht der hier neu berechneten Stationen und der Mittelwerthe der Constanten der harmonischen Function, durch welche die tägliche Oscillation des Barometers dargestellt werden kann.

Die harmonischen Constituenten der täglichen Oscillation des Barometers.

Ort	Breite	Länge	Höhe	Periode	Termine	A ₁	A ₂	A ₃	a ₁	a ₂	a ₃	Autor
Kamerun	4° 3' N	9° 42' E	12	1 J.	24	2° 17'	157° 57'	313° 9'	·652	·889	·022	Trabert
Ndorama	4 37 N	27 27 E	730	14 T.	st. 6 _a -10 _p	339 0	152 0	—	·890	·900	—	A. Schmidt
Pacific	4 1/2	—	—	47 T.	12	359 45	160 30	—	·298	·890	—	Hann
Atlantie	5	—	—	40 T.	12	335 59	146 28	—	·184	·745	—	»
Finschhafen	6 34 S	147 50 E	5	1 J.	24	32 51	165 52	65 30	·396	·890	·013	Trabert
Bismarckburg	8 12 N	0 34 E	710	31 T.	24	26 51	160 20	—	·552	·840	—	»
Trevandrum	8 31 N	77 0 E	40	?	24?	12 4	154 34	—	·362	1·010	—	Hann
Loanda	8 49 S	13 7 E	59	31 T.	24	8 21	154 10	—	·853	·836	—	»
San José	9 56 N	84 8 W	1135	2 J.	24	36 51	157 23	16 34	·373	·804	·059	»
S.-Afrika, Inneres ...	11 30 S	27 44 E	1160	96 T.	24	4 20	155 7	—	·848	·915	—	»
Port Darwin	12 28 S	130 51 E	21	2 J.	8	2 24	164 54	—	·768	·926	—	»
Aden	12 46 N	45 53 E	61	T. T.	24	56 42	167 55	—	·583	1·041	—	»
Manilla	14 35 N	120 58 E	14	1 J.	24	20 34	158 41	19 30	·518	·888	·051	»
Massaua	15 37 N	39 27 E	—	90 T.	12	11 32	160 38	—	·521	·758	—	»
Zambesi, Delta	18 24 S	35 30 E	6	20 T.	12	315 56	162 15	—	·442	·867	—	»
Port au Prince	18 34 N	72 21 W	36	1 J.	24	24 0	162 49	55 34	·509	·877	·047	»
Tananariva	18 55 S	47 35 E	1400	2 J.	24	34 24	162 55	20 34	·361	·719	·040	»
Samanabai	19 13 N	69 37 W	15	2 J.	st. 6 _a -10 _p	8 4	159 43	—	·385	·683	—	»
Río de Janeiro	22 57 S	43 7 W	—	3 J.	24	28 2	157 28	28 46	·402	·827	·058	»
Cordoba	31 25 S	64 12 W	437	3 J.	24	19 4	149 38	44 4	·747	·708	·013	»
Tokio	35 41 N	139 45 E	21	5 J.	24	20 43	167 45	8 0	·451	·543	·009	»
Sydney	35 51 S	151 11 E	47	5 J.	24?	24 56	166 46	64 46	·409	·645	·039	»
Südl. Pacific	36 S	—	—	40 T.	12	251 2	151 40	—	·103	·321	—	»
Bahia blanca	38 43 S	62 18 W	20	56 T	8	348 34	164 30	—	·767	·457	—	»
Triest	45 39 N	13 46	26	8 J.	24	54 29	134 46	339 54	·112	·287	·031	Mazelle
Bozen	46 30 N	11 20	392	4 J.	24	18 6	154 28	352 6	·973	·450	·036	Hann
Salzburg	47 48 N	13 3	430	6 J.	24	26 33	148 51	352 18	·260	·269	·025	»
Eger	50 5 N	12 22	463	6 J.	24	30 51	147 55	20 14	·192	·270	·012	v. Steinhäussen
Krakau	50 4 N	19 57	220	30 J.	24	18 48	140 20	340 45	·147	·160	·022	Buszczyński
Irkutsk	52 16 N	104 16 E	468	4 J.	24	4 47	163 54	7 22	·401	·296	·042	Hann
Auckland Ins.	50 32 S	166 15 E	4	105 T	8	58 39	152 31	—	·102	·195	—	»
Punta Arenas	53 10 S	70 54 W	10	70 T	8	101 32	176 18	—	·214	·166	—	»

¹ Referat über meine Abhandlung im Monthly Meteorological Magazine, 1889 (24. Bd.), p. 57.

Der tägliche Gang des Barometers.

	Kamerun 4° 3' n. Br. 9° 42' E. 12 m 1 Jahr, stündlich				Finschhafen 6° 34' s. Br. 147° 50' E. 5 m 1 Jahr, stündlich				San José de Costarica 9° 56' n. Br. 84° 8' W. 1135 m 1 Jahr (1889), stündlich				
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	a ₂ red.
Jänner	4° 37'	162° 25'	·637	·877	21° 24'	165° 23'	·512	·925	22° 48'	160° 13'	·606	·833	·949
Februar	3 50	154 10	·594	·919	33 51	174 19	·511	1° 035	23 0	153 10	·576	·846	·964
März	3 35	152 45	·675	·978	37 3	174 5	·454	·941	35 49	154 45	·589	·902	1° 030
April	2 42	150 38	·789	·985	39 17	163 4	·368	·894	58 14	157 34	·380	·886	1° 010
Mai	358 36	150 52	·685	·886	34 12	167 41	·244	·863	62 7	158 14	·428	·796	·907
Juni	355 32	156 23	·566	·779	49 29	173 42	·306	·764	54 38	155 31	·266	·738	·841
Juli	346 21	153 40	·541	·794	43 23	171 5	·324	·771	62 45	151 46	·243	·691	·787
August	345 2	144 19	·585	·830	45 39	163 27	·407	·800	59 55	152 0	·247	·701	·800
September	351 20	164 23	·512	·952	22 17	151 2	·542	·933	45 29	162 20	·339	·748	·852
October	7 26	164 47	·820	·980	33 42	164 9	·430	·992	34 37	166 56	·408	·853	·972
November	20 35	170 18	·756	·939	27 39	160 47	·387	·928	25 15	163 54	·490	·894	1° 020
December	11 43	169 52	·758	·897	23 35	166 46	·372	·927	18 23	164 38	·371	·841	·958
Jahr	2 17	157 57	·652	·889	32 51	165 52	·396	·890	38 26	158 36	·396	·808	·923

	San José 9° 56' n. Br. 84° 8' W. 1135 m 1 Jahr (1890), stündlich					Port Darwin 12° 28' s. Br. 130° 51' E. 21 m 3 Jahre (1883, 1888, 1889), 3stündlich				Manilla 14° 36' N. 120° 58' E. 1 Jahr (1890), stündlich			
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	a ₂ red.	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂
Jänner	21° 51'	155° 3'	·392	·870	·994	354° 0'	167° 57'	·534	·852	11° 25'	160° 59'	·495	·955
Februar	23 14	152 0	·500	·856	·978	13 50	161 19	·531	·912	8 32	154 19	·670	·952
März	24 40	155 49	·400	·842	·962	6 4	161 16	·720	·925	10 40	155 38	·795	1° 016
April	45 12	153 49	·419	·811	·924	15 10	166 27	·689	·941	14 34	154 21	·780	·984
Mai	50 54	156 19	·358	·789	·902	3 25	170 40	·638	·970	23 13	159 47	·512	·930
Juni	54 48	154 18	·200	·657	·750	7 52	166 34	·817	·875	29 40	154 2	·570	·735
Juli	55 41	147 29	·206	·634	·725	4 57	161 1	·971	·913	30 45	154 18	·417	·747
August	47 48	151 54	·318	·737	·842	3 24	158 3	·985	·904	32 3	153 20	·524	·796
September	28 44	156 1	·318	·802	·916	359 0	161 34	·948	1° 044	32 0	158 34	·336	·830
October	34 47	164 3	·391	·826	·943	2 23	167 31	·973	·975	35 49	164 49	·390	·870
November	36 47	162 7	·406	·879	1° 005	3 11	169 0	·870	·932	24 41	167 15	·354	·901
December	23 23	161 11	·322	·915	1° 045	356 50	166 31	·598	·893	14 6	166 0	·460	·967
Jahr	35 14	156 10	·350	·799	·913	2 24	164 54	·768	·926	20 34	158 41	·518	·888

	Port au Prince 18° 34' n. Br. 72° 21' W. 36 m 1 Jahr (1890/91), stündlich				Samanabay (S. Domingo) 19° 13' n. Br. 69° 37' W. 15 m 2 J. (1886 u. 1887); 2stündl. 6 ^h a.—10 ^h p.				Tananariva 18° 55' s. Br. 47° 35' E. 1400 m 1 Jahr (1890), stündlich				
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	a ₂ red.
Jänner	15° 22'	164° 5'	·483	·988	352° 4'	159° 18'	·319	·767	27° 36'	159° 23'	·617	·716	·836
Februar	17 0	160 46	·715	1° 032	9 16	163 25	·490	·746	46 36	162 25	·202	·767	·897
März	3 19	159 53	·570	·977	3 12	164 26	·448	·849	37 50	153 28	·522	·761	·890
April	19 3	157 55	·656	·926	7 7	152 49	·525	·705	37 24	160 40	·342	·743	·868
Mai	37 29	157 42	·389	·812	8 11	150 2	·295	·627	25 21	176 48	·231	·664	·776
Juni	46 51	160 46	·371	·756	3 25	154 9	·268	·569	40 31	164 30	·289	·573	·669
Juli	32 40	167 32	·497	·718	20 57	153 26	·324	·553	38 35	165 45	·234	·606	·708
August	35 12	155 58	·515	·767	30 4	157 48	·321	·504	47 58	164 36	·342	·670	·783
September	30 21	165 52	·467	·872	12 9	163 48	·442	·688	40 45	154 21	·303	·755	·883
October	24 49	167 57	·617	·887	18 54	164 21	·432	·697	38 48	168 31	·404	·789	·922
November	23 53	169 18	·487	·927	358 22	166 4	·458	·760	23 20	166 19	·419	·862	1° 008
December	17 9	165 1	·422	·913	354 45	161 28	·360	·717	25 25	160 16	·399	·755	·882
Jahr	24 0	162 49	·509	·877	8 4	159 43	·385	·683	34 24	162 55	·361	·719	·840

	Rio de Janeiro				Cordoba				Tokio			
	22° 57' s. Br. 43° 7' W. 3 Jahre (1886—1889), stündlich				31° 25' s. Br. 64° 12' W. 437 m 3 Jahre				35° 41' n. Br. 139° 45' E. 21 m 5 Jahre (1886—1890), stündlich			
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂
Jänner	20° 34'	158° 10'	·423	·817	2° 40'	138° 34'	1° 054	·601	32° 31'	177° 16'	·511	·648
Februar	30 6	151 21	·443	·886	4 32	132 52	·910	·626	24 35	169 11	·569	·637
März	35 30	152 53	·409	·833	16 57	139 11	·816	·641	21 15	164 55	·504	·644
April	26 14	158 42	·540	·848	34 16	151 22	·524	·622	12 14	159 12	·574	·566
Mai	30 19	158 40	·390	·825	22 21	151 47	·542	·618	15 5	155 51	·550	·500
Juni	23 19	161 37	·253	·720	53 6	156 32	·376	·738	4 31	154 28	·400	·437
Juli	5 28	149 0	·482	·807	33 4	154 35	·509	·732	22 31	154 0	·348	·424
August	10 27	154 5	·480	·819	30 56	153 2	·716	·818	21 15	161 4	·400	·463
September . . .	36 13	159 51	·389	·923	29 31	153 41	·765	·918	18 9	169 17	·300	·483
October	27 32	164 14	·454	·876	23 57	157 9	·953	·836	35 13	175 19	·415	·561
November . . .	32 41	166 9	·470	·823	2 25	154 32	·995	·725	21 3	180 51	·446	·606
December . . .	29 41	160 21	·503	·764	3 54	143 20	·928	·693	20 18	178 56	·445	·631
Jahr	28 2	157 28	·402	·827	19 4	149 38	·747	·708	20 43	167 45	·451	·543

	Sydney				Triest				Salzburg			
	35° 51' n. Br. 151° 11' E. 47 m 5 Jahre (welehe?), stündlich (?)				45° 39' n. Br. 13° 46' E. 26 m 8 Jahre, stündlich				47° 48' n. Br. 13° 3' E. 430 m 6 Jahre (1846—1851), stündlich			
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂
Jänner	354° 7'	161° 16'	·331	·609	65° 50'	140° 40'	·195	·284	59° 52'	151° 29'	·107	·237
Februar	2 48	155 54	·208	·618	41 19	137 20	·159	·274	34 49	146 15	·102	·275
März	3 31	161 27	·273	·643	71 0	134 40	·158	·321	22 37	147 8	·195	·310
April	7 52	166 32	·267	·635	63 18	132 23	·143	·334	17 59	149 30	·321	·312
Mai	43 37	175 19	·349	·591	308 8	132 11	·020	·294	20 46	147 30	·429	·294
Juni	29 36	172 45	·351	·597	18 29	127 57	·078	·296	24 33	141 22	·409	·274
Juli	27 39	164 53	·430	·636	22 29	127 11	·168	·253	27 10	136 20	·432	·273
August	31 17	167 19	·595	·710	51 22	121 25	·087	·268	25 45	138 46	·345	·279
September . . .	29 43	166 46	·561	·744	23 28	136 11	·093	·306	20 29	148 32	·257	·277
October	23 45	168 29	·634	·708	81 40	141 47	·095	·287	17 21	159 48	·194	·266
November . . .	40 39	173 52	·488	·646	85 29	144 11	·148	·287	25 42	165 44	·148	·243
December . . .	28 33	166 37	·556	·627	62 25	140 49	·133	·269	47 3	161 34	·119	·224
Jahr	24 56	166 46	·409	·645	54 29	134 46	·112	·287	26 33	148 51	·260	·269

	Eger				Krakau				Irkutsk			
	50° 5' n. Br. 12° 22' E. 463 m 6 Jahre (1883—1888), stündlich				50° 4' n. Br. 19° 57' E. 220 m 30 Jahre (1858—1888), stündlich				52° 16' n. Br. 104° 16' E. 468 m 4 Jahre (1887—1890), stündlich			
	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂
Jänner	38° 3'	165° 8'	·072	·167	44° 57'	139° 2'	·123	·122	347° 49'	179° 57'	·142	·262
Februar	117° 6'	161° 3'	·008	·302	51 0	134 47	·136	·147	338 50	159 33	·200	·315
März	353° 1'	152° 4'	·165	·274	40 41	132 53	·144	·188	3 19	163 50	·311	·366
April	9° 4'	151° 4'	·300	·271	43 44	142 47	·197	·189	355 0	164 39	·551	·347
Mai	6° 2'	154° 9'	·312	·316	352 13	143 34	·196	·172	10 13	154 2	·874	·342
Juni	5° 4'	145° 2'	·358	·266	359 29	136 34	·255	·155	4 41	160 3	·761	·264
Juli	6° 6'	148° 0'	·350	·276	0 55	139 9	·240	·142	4 30	157 1	·613	·307
August	2° 2'	148° 1'	·328	·292	4 10	140 48	·190	·157	12 48	159 28	·514	·302
September . . .	4° 5'	149° 1'	·356	·283	357 16	137 24	·207	·179	3 33	157 23	·420	·304
October	48° 5'	160° 9'	·070	·347	37 26	144 24	·105	·192	10 9	169 14	·250	·332
November . . .	330° 6'	164° 7'	·122	·214	37 9	144 2	·092	·138	78 16	173 42	·187	·255
December . . .	130° 4'	168° 1'	·108	·252	102 2	145 0	·135	·154	313 16	177 23	·048	·241
Jahr	34° 6'	155° 4'	·192	·270	18 48	140 20	·147	·160	4 47	163 54	·401	·296

Nachweise.

Kamerun. »Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten,« Bd. III, S. 89 u. s. w. Die dort fehlenden Monate October und November verdanke ich Herrn Dr. A. v. Danckelman, der mir die Registrirungen während dieser Monate gütigst zur Verfügung stellte, so dass ich den Jahrgang completiren konnte.

Ndoruma. Östliches Inneres von Afrika. Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXV (1890), S. 105.

Äquatorialer Pacific und Atlantic. Von mir berechnet nach den Challenger Reports, Physics and Chemistry, Vol. II, Appendices, p. 7—9. Die für den Pacific berechneten Mittel verdienen jedenfalls den Vorzug.

Finschhafen. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten, Bd. III, S. 89 u. s. w.

Bismarckburg. Ebendort.

Trevandrum. Challenger Report, wie oben, p. 16, ohne nähere Angaben. Zeit zweifelhaft. Siehe S. 50 [346].

Loanda und Inneres S.-Afrika. Siehe Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXIV (1889), S. 437.

San José. Pitier: Anales del Instituto Fisico-Geografico, II. Jahrg. 1889, III. Jahrg. 1890, letzterer in Correcturabzug brieflich mitgetheilt.

Port Darwin. Todd: Meteor. Observations Adelaide Observatory 1883, dann 1888 und 1889. Die zwischenliegenden Jahrgänge sind nicht erschienen. Acht Beobachtungen täglich in dreistündigen Intervallen. Die anderen Stationen von Süd-Australien, von denen gleichfalls 8 äquidistante tägliche Barometerablesungen vorliegen, lassen sich nicht verwenden, da die Ergebnisse der Luftdruckbeobachtungen durch die Reduction auf das Meeresniveau total unbrauchbar gemacht worden sind.

Aden. Challenger Reports, Physics and Chemistry, II, App., p. 16. »Terms Days«, wie viele, nicht angegeben, daher kein Urtheil über die Verlässlichkeit der Mittel gestattet. Dazu die Bemerkung: »The Time is 11 minutes earlier than hour specified.« Zweifelhaft, ob die Bemerkung richtig. Siehe S. 50 [346].

Manilla. Mit Jänner 1890 werden die stündlichen Werthe der meteorologischen Elemente monatlich veröffentlicht (Observatorio Meteorologico de Manila. Observaciones verificadas el mes —. Manila 1890), während früher nur graphische Darstellungen des täglichen Ganges publicirt worden sind, die sich nicht verwerthen lassen.

Massaua. Siehe Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXIV (1889), S. 478. Drei Wintermonate, 2stündig.

Zambesi. Delta. Kirk: Met. Tables illustrating the Climate of East Tropical Africa. Proc. British Met. Soc. June 1864, p. 229. Beobachtungen auf einer Insel, 20 Fuss über dem Meerespiegel, im Juli 1858 an einem Quecksilberbarometer von 2 zu 2 Stunden. Die Nachtbeobachtungen sind aber viel seltener gemacht als die Beobachtungen bei Tag.

Port au Prince. Herr Prof. Scherer hat auf einen Hinweis von mir, dass wir bisher keine vollständigen Daten über den täglichen Gang des Luftdruckes auf den Antillen besitzen (bei den dankenswerthen mehrjährigen zweistündlichen Aufzeichnungen zu Habanah fehlen die Nachtbeobachtungen) mit grösstem Eifer sich der Aufgabe unterzogen, den täglichen Gang des Luftdruckes zu Port au Prince festzustellen. Die stündlichen Beobachtungen begannen mit 6. Juli 1890. Neben den Aufzeichnungen eines Barographen von Richard wurden von 4^h am. bis 10^h pm. directe Ablesungen an einem Barometer Fortin gemacht. Eine oder zwei Beobachtungen während der Nacht dienten ausserdem zur schärferen Reduction der vom Barographen gezeichneten Curven. Vom 7. Juli 1891 an wurden die directen Nachtbesungen aufgegeben und der nächtliche Gang allein mittelst Barographen bestimmt. Ich habe vorläufig nur die 12 Monate Juli 1890 bis Juni 1891 berechnet und sage auch an dieser Stelle Herrn Prof. Scherer meinen wärmsten Dank für seine Bereitwilligkeit, eine empfindliche Lücke in unseren Kenntnissen über den täglichen Gang des Luftdruckes auszufüllen.

Tananariva. Observ. Météor. faites à Tananarive par R. P. E. Colin, Vol. II (1890). Enthält die stündlichen Werthe des Luftdruckes für dieses Jahr, und zudem den täglichen Gang im Jahresmittel für 1889. Zahlreiche Druck- und Rechenfehler in den Stundenmitteln konnten verbessert werden, da die Beobachtungen in extenso gedruckt vorliegen.

Samanabai. Das Meteorological Council in London hat in dankenswerther Weise die meteorologischen Beobachtungen des Dr. W. Reid in Sanchez (Samanabai) St. Domingo in extenso veröffentlicht (Meteor. Observ. made at Sanchez [Samanabai] St. Domingo 1886—1888 by the late W. Reid M. D. London 1890). In den Jahren 1886 und 1887 sind die Beobachtungen zweistündig ange stellt, von 6^h am. bis 10^h pm. Ich habe die Mittelwerthe aus diesen zwei Jahren genommen und die fehlenden Nachtstunden nach dem täglichen Gange des Barometers zu Port au Prince, auf derselben Insel, nach Thunlichkeit interpolirt. Auffallend sind die viel kleineren Amplituden des täglichen Ganges des Luftdruckes in der Samanabai, und zwar bei der einfachen wie bei der doppelten täglichen Oscillation. Man könnte vermuthen, dass das Barometer (Fortin, von Negretti und Zambra) etwas träge war. Die normale Amplitude der doppelten täglichen Barometerschwankung unter 19° Breite ist 0.82 mm, Port au Prince (18½° N.) hat in der That 0.89 mm, Samanabai, aber nur 0.68 mm.

Rio de Janeiro. 3jährige stündliche Aufzeichnungen eines Theorell'schen Meteorographen, 1886 (Juli—December), 1887, 1888 und 1889 (Jänner—Juni). Dieselben sind publicirt von der Generaldirection der Telegraphen unter dem Titel: Boletins Mensaes do 1º Observ. Met. da Repartição dos Telegraphos do Brasil na Ilha do Governador. Auf meine nach Rio de Janeiro gerichtete Bitte um die Ergebnisse der Registrirungen der folgenden Jahre habe ich auch die Stundenmittel pro 1889 erhalten. Dieselben zeigen aber vielfach so beträchtliche Störungen des täglichen Barometerganges, dass ich nur die Monate Jänner—Juni benützt habe, um drei volle Jahre zu erhalten. Auch bei diesen mussten mehrfach durch Conjecturen die auffallendsten Unwahrscheinlichkeiten des Ganges

eliminiert werden. Vermuthlich sind Lücken in den Registrirungen die Ursache dieser fehlerhaften Mittel. Im Jahre 1890 sind die Registrirungen so unvollständig, dass die Publication der Ergebnisse unterbleiben wird.

Cordoba. Seit 1886 functionirt an dem meteorologischen Central-Observatorium zu Cordoba ein Barograph von Sprung, während früher ein registrirendes Aneroidbarometer in Verwendung war. Band VII und VIII der *Anales de la Oficina Meteorologica Argentina* enthalten die Stundenmittel des Luftdruckes der Jahre 1886, 1887 und 1888. Diese neueren 3jährigen Beobachtungen geben ganz andere Resultate für den täglichen Gang, als die früher in Band V der *Anales* publicirten 5jährigen (1878/82) Mittel, die ich in meiner vorigen Abhandlung berechnet habe, in gleicher Weise auch Herr Angot. Meine damals (S. 11 [59], Nr. 93) ausgesprochenen Zweifel an der Richtigkeit dieser 5jährigen Mittel haben sich, wie man aus dem Texte ersieht, vollkommen bestätigt. Worin der Fehler dieser älteren Reihe steckt, habe ich nicht ermitteln können.

Tokio. Annual Meteorological Report for the year — of the Meteor. Central Observatory Tokio, Japan. Part II. Diese Publication enthält in den Jahrgängen 1886 bis 1890 die stündlichen Luftdruckmittel, während früher nur 3stündige Mittel veröffentlicht worden sind. Die fünf Jahrgänge (1886/90) habe ich nur berechnet zur Ergänzung meiner früheren Resultate, die hlos auf acht äquidistante Beobachtungen gegründet waren.

Sydney. Nach Buchan in den Challenger Reports, Physics and Chemistry, Part II, Appendices, p. 34. Leider fehlen alle Angaben darüber, wie diese Mittel erhalten worden sind, es heisst nur »five years«. Hoffentlich sind es wirklich stündliche Mittel ohne Interpolation. Da die Summen der positiven und negativen Abweichungen (Buchan gibt in diesen Tabellen nur Abweichungen der Stundenmittel von den Monatmitteln, was ja sehr zweckmässig ist) nicht gleich sind, sondern in einigen Monaten sehr verschieden sind (so ist z. B. für April die Summe der positiven Abweichungen 147, die der negativen 258 [Tausendtel-Zolle], im November ist $\Sigma + = 170$, $\Sigma - = 293$ fast doppelt so gross), so habe ich angenommen, dass die benützten Monatmittel nicht genau waren, und habe den Überschuss der positiven oder der negativen Abweichungen gleichmässig über die 24 Stunden vertheilt.

Südlicher Pacific. 40 Frühlingstage nach den von Herrn Buchan für 5—6tägige Perioden mitgetheilten Mitteln von mir berechnet. Route durch den südlichen Pacific von 35° s. Br. bis 38° s. Br., $135-80^{\circ}$ w. L. vom 12. October bis 18. November 1875.

Bahia Blanca, Auckland-Inseln und Punta Arenas. Nach den Beobachtungen der Deutschen Venus-Expeditionen 1874 und 1882. 3stündliche Beobachtungen während 2 bis 3 Sommermonaten der südlichen Hemisphäre. Man vergleiche: Meteor. Zeitschrift, Bd. XXVI, 1891, S. 421 (und 352).

Triest. Ed. Mazelle: Über den Luftdruck zu Triest. Jahrbücher des astronomisch-meteorologischen Observatoriums der k. k. Handels- und Nautischen Akademie, Bd. III. Triest 1889. Stündliche Registrirungen von 8 Jahren (1868/70 und 1883/87), von Herrn Mazelle berechnet.

Bozen. Nach 4jährigen Registrirungen 1886/89 eines Barographen Richard. Details und die Berechnung der Monatmittel wird eine Abhandlung des Herrn F. Maly bringen.

Salzburg. Ich bin erst wieder durch die oft citirte grosse Arbeit des Herrn Buchan auf diese älteren Registrirungen eines Barographen von Kreil aufmerksam geworden, deren Resultate von Fritsch zusammengestellt im ersten Bande der Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie (Alte Reihe 1848 und 1849) auf S. 186 und 187 sich veröffentlicht finden. Es sind 6jährige stündliche Mittel aus den Jahren 1846/51 in Pariser Linien, ohne Correctionen für den unperiodischen Gang, der in den Wintermonaten noch sehr störend auftritt, und in meinen (auf Millimeter reducirten) Mitteln nach Thunlichkeit eliminiert worden ist. Ich habe ausserdem die Coefficienten der Sinus- und Cosinusreihen (p_1, q_1 und p_2, q_2) durch Formeln für den jährlichen Gang ausgedrückt. Diese Formeln sind:

$$\begin{aligned} p_1 &= 0.112 + 0.056 \sin(292^{\circ} 4' + x) + 0.036 \sin(130^{\circ} 40' + 2x) \\ q_1 &= 0.232 + 0.175 \sin(289^{\circ} 51' + x) + 0.035 \sin(201^{\circ} 57' + 2x) \\ p_2 &= 0.139 + 0.051 \sin(312^{\circ} 33' + x) + 0.030 \sin(23^{\circ} 48' + 2x) \\ q_2 &= 0.231 + 0.011 \sin(27^{\circ} 15' + x) + 0.029 \sin(277^{\circ} 0' + 2x) \end{aligned}$$

Nach diesen Formeln wurden für die 12 Monate die Werthe von p_1, q_1 und p_2, q_2 berechnet und aus diesen dann die Winkelconstanten A_1, A_2 und die Coefficienten a_1, a_2 abgeleitet.

Eger. Herr Prof. Dr. Ottomar v. Steinhäussen in Eger hat die Registrirungen eines Barographen von Hottinger während des 6jährigen Zeitraumes Jänner 1883 bis December 1888 reducirt und auf Grund der 6jährigen Mittel die Coefficienten von Sinusreihen bis zum dritten Gliede mit grösster Genauigkeit abgeleitet. Die Zeit ist, wie mir nachträglich mitgetheilt wird, um eine Viertelstunde zurück ($23^h 45^m$ statt 24^h u. s. w.). Hiernach wurden die Werthe von A_1 und A_2 corrigirt. Ich verdanke die Ergebnisse dieser sorgfältigen Berechnung schriftlichen Mittheilungen des Autors.

Krakau. Der Vergleichung mit den Resultaten der vorigen Station wegen, die fast genau unter derselben Breite liegt, hier aufgenommen, obgleich diese Daten schon an leicht zugänglicher Stelle veröffentlicht worden sind. Man sehe: Dr. B. Buszezynski, Die Luftdruckverhältnisse von Krakau nach den stündlichen Barographen-Aufzeichnungen, 1858/88. Meteor. Zeitschrift, Bd. XXVI, 1891, S. 129 u. s. w.

Irkutsk. Seit dem Jahre 1887 werden in den Annalen des kais. russischen Centralobservatoriums zu St. Petersburg, herausgegeben von H. Wild, die stündlichen Monatsmittel des Luftdruckes von Irkutsk veröffentlicht, und es liegt auch schon der Jahrgang 1890 vor, so dass die Berechnung der Constanten auf 4jährige Mittel gegründet werden konnte.

Weitere Beiträge zur jährlichen Periode der Amplituden und Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation des Barometers.

Die Berechnung der neueren Beobachtungen an den angeführten Stationen wurde hauptsächlich zu dem Zwecke unternommen, um weitere Beiträge zur Feststellung jener jährlichen Perioden der doppelten täglichen Oscillation des Barometers zu liefern, welche von mir in meiner ersten Abhandlung und desgleichen auch von Herrn Angot in dessen früher citirten Arbeit nachgewiesen worden sind. Die neueren Beobachtungsergebnisse gestatten nun, die Übereinstimmung der jährlichen Periode der Amplitude a_2 in beiden Hemisphären specieller nachzuweisen. Ich will im Nachfolgenden aber nur das hier gebotene neue Materiale zu einigen provisorischen Zusammenstellungen verwenden, ohne den Gegenstand von Neuem einer gründlicheren Bearbeitung zu unterziehen auf Grund der gesammten, jetzt berechnet vorliegenden Beobachtungen. Ich wollte Beiträge liefern, aber keine zusammenfassende neue Bearbeitung. Die Förderung einer solchen Arbeit ist der Zweck meiner neuen Berechnungen.

Jährliche Periode der Amplitude der doppelten täglichen Oscillation.

In der folgenden Tabelle habe ich die Werthe der Amplitude a_2 in den einzelnen Monaten in der Art zusammengestellt, dass immer je zwei (oder auch mehr) Stationen in nahe gleicher Breite, die eine auf der südlichen, die andere auf der nördlichen Halbkugel aufeinander folgen und dann zur Ableitung von Mittelwerthen sich verwendet finden. Diese Zusammenstellung soll speciell nachweisen, dass die jährliche Periode der Amplitude a_2 in beiden Hemisphären dieselbe ist. Die Jahreszeiten und namentlich die Regenzeiten sind in jeder der beiden unmittelbar comparirenden Stationen meist die gerade entgegengesetzten und die Übereinstimmung des Ganges der beiden Zahlenreihen zeigt deshalb auf das augenscheinlichste den von dem Witterungsgange unabhängigen Charakter der jährlichen Periode der Amplitude a_2 .

In den höheren Breiten ist allerdings die einmalige jährliche Periode der Amplitude a_2 von den beiden extremen Jahreszeiten (Winter und Sommer) einigermaassen abhängig, aber der Hauptcharakter, namentlich die Übereinstimmung in der doppelten Periode, bleibt dabei erhalten. Tokio einerseits, Cordoba und Sydney andererseits lassen den Einfluss der entgegengesetzten Jahreszeiten auf beiden Hemisphären hervortreten; der aus den Beobachtungen dieser drei Stationen abgeleitete Mittelwerth hat deshalb weniger Bedeutung als die vorhergehenden Gruppenmittel.

Jährliche Periode der Amplitude der doppelten täglichen Oscillation des Barometers.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Kamerun 4°0 N	·877*	·919	·978	·985	·886	·779*	·794	·830	·952	·980	·939	·897	·889
Finschhafen 6·6 S	·925*	1·035	·941	·894	·863	·764*	·771	·800	·933	·992	·928	·927	·890
Mittel 5·3	·901*	·977	·960	·940	·875	·772*	·782	·815	·942	·986	·933	·912	·890
San José 9·9 N	·971*	·971	·996	·967	·905	·796	·756*	·821	·884	·958	1·013	1·001	·918
Port Darwin 12·5 S	·852*	·912	·925	·941	·970	·875*	·913	·904	1·044	·975	·932	·893	·926
Mittel 11·2	·911*	·941	·961	·954	·937	·836	·835*	·862	·964	·967	·972	·947	·922
Manilla 14·6 N	·955	·952	1·016	·984	·930	·735	·747	·796	·830	·870	·901	·967	·888
Tananariva 18·9 S	·836	·897	·890	·868	·776	·669	·708	·783	·883	·922	1·008	·882	·840
Mittel 16·7	·895*	·924	·953	·926	·853	·702*	·728	·790	·857	·896	·954	·924	·864
P.au Prince u. Samanabai 18·9 N	·986*	·993	1·032	·915	·807	·742	·713*	·745	·877	·890	·950	·915	·880
Rio de Janeiro 22·9 S	·817	·886	·833	·848	·825	·720*	·807	·819	·923	·876	·823	·764*	·827
Mittel 20·9	·901	·940	·933	·882	·816	·731*	·760	·782	·900	·883	·886	·840*	·855
Tokio 35·7 N	·648	·637	·644	·566	·500	·437	·424	·463	·483	·561	·606	·631	·543
Cordoba 31·4 S	·601	·626	·641	·622	·618	·738	·732	·818	·918	·836	·725	·693	·708
Sydney 35·8 S	·609	·618	·643	·635	·591	·597	·636	·710	·744	·708	·646	·627	·645
Mittel 34·3	·619*	·627	·643	·608	·570	·591*	·597	·664	·715	·702	·659	·650	·637

Die Übereinstimmung des aus je zwei Stationspaaren abgeleiteten jährlichen Ganges in jeder der fünf Gruppen, die aus Stationen innerhalb der Wendekreise gebildet sind, ist eine fast vollständige, so dass schon die hier vertretenen neuen Stationen, wie man sieht, allein genügen würden, um diesen jährlichen Gang festzustellen. Eine schärfere Darstellung findet derselbe in der folgenden Tabelle.

Jährlicher Gang der Amplitude der doppelten täglichen Oscillation des Barometers.

Breite	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_0	a_1	a_2
A. 5°3	+·0698	-·0116	-·0600	+·0292	99°26'	295°57'	·8996	·0708	·0667
B. 11°2	+·0428	-·0103	-·0498	+·0052	103 32	275 58	·9240	·0440	·0501
C. 16°7	+·0956	-·0081	-·0563	+·0131	94 51	283 6	·8668	·0959	·0578
D. 20°9	+·0706	-·0014	-·0380	+·0407	90 56	316 58	·8545	·0706	·0557
E. 34°3	+·0083	-·0469	-·0203	+·0258	169 58	321 48	·6371	·0476	·0328
Tropen-Mittel (A-D)	+·0697	-·0078	-·0510	+·0220	96 25	293 23	·8862	·0701	·0604

Die Übereinstimmung in den harmonischen Constituenten des jährlichen Ganges ist bei den Gruppen der tropischen Stationen so gross, dass sie zur Ableitung eines Mittelwerthes geradezu herausfordert. Dieser mittlere jährliche Gang der rein tropischen Stationen ist:

$$0\cdot070 \sin(96^\circ 4 + nx) + 0\cdot060 \sin(293^\circ 4 + 2nx).$$

In meiner früheren Abhandlung habe ich aus 29 Stationen zwischen 40° N. und 40° S. folgenden Gang abgeleitet:

$$0\cdot043 \sin(95^\circ 0 + nx) + 0\cdot047 \sin(297^\circ 8 + 2nx).$$

Die Phasenzeiten sind vollkommen übereinstimmend, die Amplituden sind in der zweiten Formel, bei deren Ableitung ja auch aussertropische Stationen in Mehrzahl zur Verwendung kamen, erheblich kleiner. Die erste Formel gibt folgenden jährlichen Gang der Amplitude a_2 für die Gegenden innerhalb der Wendekreise:

Jährliche Periode der Amplitude a_2 in den Tropen.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Abweichung vom Mittel	·014	·049	·077	·048	-·035	-·113	-·125	-·063	·020	·063	·049	·016
Werthe von a_2	·900*	·936	·963	·934	·852	·773	·761*	·823	·907	·949	·935	·902*

Wie schon oben bemerkt, wollen die Ergebnisse dieser Rechnungen durchaus nicht als endgiltige angesehen werden, sondern sollen nur eine neue von den früheren Resultaten unabhängige Controle dieser letzteren sein.

Zur Tabelle (S.47[343]) möchte ich noch bemerken, dass die unter Port au Prince und Samanabai stehenden Mittelwerthe von a_2 in der Weise erhalten worden sind, dass die Amplituden der letzteren Station im Verhältniss des Jahresmittels von Port au Prince zu dem der Samanabai vergrössert worden sind. Der jährliche Gang ist an beiden Stationen fast genau derselbe, so dass dieser Vorgang gerechtfertigt erscheinen wird. In der folgenden Tabelle stelle ich auch die Werthe der Winkelconstante A_2 übersichtlich zusammen. Aus den ersten neun Columnen, welche sich nur auf tropische Stationen beziehen, habe ich Mittelwerthe abgeleitet, welche den durchschnittlichen jährlichen Gang der Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation an den Stationen zwischen den Wendekreisen darstellen. Die Werthe von A_2 beziehen sich durchgängig auf mittlere Zeit.

Die an manchen Stellen in den Zahlenreihen der vorstehenden Tabelle hervortretenden sichtlichen Unregelmässigkeiten sind theils der Kürze der bezüglichen Beobachtungsperiode zuzuschreiben, theils wohl auch den Ungenauigkeiten in den Zeitangaben. Wenn man berücksichtigt, dass bei der Winkelconstanten A_2 eine Abweichung der angenommenen Zeit um 6—10 Minuten von der richtigen mittleren Zeit eine Änderung dieser Grösse von 3—5° bewirkt, so wird man wohl nicht mit Unrecht voraussetzen, dass solche Fehler gelegentlich vorkommen können. Zuweilen mag die Zeit auch nicht die genaue Ortszeit sein, sondern irgend eine conventionelle Zeit. In jüngster Zeit ist durch die Annahme von Pauschal-

zeiten (bzw. Zonenzeit) für ganze Länder eine Quelle von sehr störenden Missverständnissen entstanden, die immer grössere Confusion anzurichten droht. Im vorliegenden Falle zum Beispiel bin ich fast nur durch Zufall, d. i. durch eine Notiz an einer Stelle, wo man sie durchaus nicht suchen würde, daraufgekommen, dass die am Observatorium zu Tokio angegebene Zeit nicht Ortszeit ist, sondern die Zeit des 135sten Meridians östlich von Greenwich. Der Zeitunterschied beträgt 19 Minuten, was bei der Winkelconstanten A_2 eine Änderung um fast 10° bewirkt. Wahrscheinlich sind darnach auch die in meiner ersten Abhandlung für Tokio mitgetheilten Phasenzeiten entsprechend zu verkleinern, es fehlt mir aber an Anhaltspunkten darüber zu entscheiden, von welchem Jahre an die Localzeit verlassen worden ist. Dieser Fall wird künftig noch häufig eintreten und für die Wissenschaft schädlich wirken.

Jährliche Periode der Constanten A_2 .

Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation, mittl. Zeit (von Mittern. gezählt).

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Kamerun (1)	162.4	154.2	152.8	150.6	150.9	156.4	153.7	144.3	164.4	164.8	170.3	169.9	157.9
Finschhafen (1)	165.4	174.3	174.1	163.1	167.7	173.7	171.1	163.5	151.0	164.1	160.8	166.8	165.9
San José (2)	157.6	152.6	155.3	155.7	157.3	154.9	149.6	152.0	159.1	165.5	163.0	162.9	157.4
Port Darwin (3)	167.9	161.3	161.3	166.4	170.7	166.6	161.0	158.0	161.6	167.5	169.0	166.5	164.9
Manilla (1)	161.0	154.3	155.6	154.4	159.8	154.0	154.3	153.3	158.6	164.8	167.3	166.0	158.7
Port au Prince (1)	164.1	160.8	159.9	157.9	157.7	160.8	167.5	156.0	165.9	167.9	169.3	165.0	162.8
Samanabay (2)	159.3	163.4	164.4	152.8	150.0	154.1	153.4	157.8	163.8	164.4	166.1	161.5	159.7
Tananariva (1)	159.4	162.4	153.5	160.7	176.8	164.5	165.8	164.6	154.4	168.5	166.3	160.3	162.9
Rio de Janeiro (3)	158.2	151.4	152.9	158.7	158.7	101.6	149.0	154.1	159.9	164.2	166.2	160.4	157.5
Tropen Mittel	161.7	159.4	158.9	157.8	161.1	160.7	158.4	155.9	159.9	165.7	166.5	164.4	160.9
Tokio (5)	177.3	169.2	164.9	159.2	155.8	154.5	154.0	161.1	169.3	175.3	180.8	178.9	167.8
Sydney (5)	161.3	155.9	161.5	166.5	175.3	172.8	164.9	167.3	166.8	168.5	173.9	166.6	166.8
Cordoba (3)	138.6	132.9	139.2	151.4	151.8	156.5	154.6	153.0	153.7	157.1	154.5	143.3	149.6
Triest (8)	140.7	137.3	134.7	132.4	132.2	128.0	127.2	121.4	136.2	141.8	144.2	140.8	134.8
Salzburg (6)	151.5	146.3	147.1	149.5	147.5	141.4	136.3	138.8	148.5	159.8	165.7	161.7	148.9
Eger (6)	158.3	153.8	144.9	143.9	147.4	137.7	140.5	140.6	141.6	153.4	157.2	160.6	147.9
Krakau (30)	139.0	134.8	132.9	142.8	143.6	136.6	139.1	140.8	137.4	144.4	144.0	145.0	140.3
Irkutsk (4)	179.9	159.6	163.8	164.6	154.0	160.0	157.0	159.5	157.4	169.2	173.7	177.4	163.9

Anhang 1. Das dritte nächtliche Barometermaximum. In dem täglichen Gange des Barometers an den Stationen Tokio, Eger, Irkutsk, welcher in den nachfolgenden Tabellen nach den Beobachtungen mitgetheilt wird, bemerkt man in den Wintermonaten recht deutlich das bekannte dritte nächtliche Maximum. Namentlich in Tokio tritt dasselbe im Jänner ganz regelmässig auf, wie folgende Mittelwerthe für die Nachtstunden zeigen:

Tokio.		1 ^h am.	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	
Jänner	1886	750 mm +	9.07	9.08	8.93	8.80*	8.83
»	1887	760 +	2.49	2.57	2.45	2.40*	2.44
»	1888	750 +	9.65	9.79	9.73	9.68*	9.73
»	1889	760 +	1.67	1.72	1.63	1.42*	1.43
»	1890	760 +	1.33	1.34	1.22	1.12*	1.25

Es steigt also Jahr für Jahr der Luftdruck von 1^h am. bis 2^h am. und sinkt dann wieder regelmässig bis zum normalen Minimum um 4^h am. In den andern Monaten, einige Decembermonate ausgenommen, bemerkt man nichts dergleichen, daher die Annahme irgend einer äusseren Störung des Registrirapparates oder ein Einfluss der Reduction der Registrirungen wohl ausgeschlossen werden muss. Im December ist das dritte Maximum um 2^h am. in den Mittelwerthen nur angedeutet, da es nur in folgenden Jahren sich bemerkbar macht.

Tokio.		1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	
December	1886	750 mm +	9.15	9.26	9.22*	9.27	9.43
»	1888	760 +	0.98	1.02	0.88	0.82*	0.99
»	1889	760 +	2.05	2.08	2.09	2.05*	2.27

Im Februar tritt in keinem der fünf Jahre ein drittes nächtliches Maximum auf.

Zu Eger bemerkt man das dritte nächtliche Maximum deutlich in den Monaten November, December, Jänner und März, wie folgende Abweichungen der Stundenmittel von den Tagesmitteln zeigen (Hundertel des Millimeter).

Eger.	Mittn.	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h
November . .	- 4	- 3	- 4	-11	-14*	-11
December . .	24	-12	-10	-12	-22	-23*
Jänner	- 4	14	12	3	- 6	-11
Februar . . .	25	-13	-15	-24	-28*	-22
März	3	15	3	- 9	-15*	-13
Mittel	·09	-·05	-·03	-·11	-·17*	-·16

Hier finden wir demnach das dritte nächtliche Maximum selbst noch im Mittel von fünf Monaten angedeutet, es fällt auf 2^h am. Nachdem das Barometer von Mitternacht bis 1^h um 0·14mm gefallen ist, steigt es wieder um 0·02mm bis 2^h, um dann wieder um 0·08mm bis 3^h am. zu fallen.

Zu Irkutsk ist das dritte nächtliche Maximum recht gut ausgeprägt in den Monaten December und Jänner. Im December findet man es in jedem der vier Jahre 1887/90, dreimal fällt es auf die Stunde 3^h, einmal auf 2^h am. Im Jänner tritt es noch deutlicher in jedem Jahre hervor und ich will deshalb die Stundenmittel des Barometers für diesen Monat hier speciell anführen:

Irkutsk.		1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h
Jänner 1887	720 mm +	7·68	7·70	7·73	7·66	7·61
» 1888	720	8·96	8·99	9·03	8·98	8·93*
» 1889	730	2·21	2·29	2·32	2·22	2·15*
» 1890	720	6·73	6·84	6·86	6·83*	6·84

Hier steigt das Barometer von 1^h bis 3^h fast um ein Zehntel Millimeter, um dann erst zum normalen nächtlichen Minimum zu sinken. Der nächtliche Gang des Barometers im December und Jänner ist folgender:

Nächtlicher Gang des Barometers zu Irkutsk.

	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mittern..	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h
December . .	·11	·12	·14	·08	·04	-·03	-·13	-·11	-·06	-·19	-·20*
Jänner . . .	·05	·09	·08	·04	-·01	-·10	-·10	-·05	-·01	-·08	-·12*

Auf 3^h Morgens fällt ganz entschieden ein secundäres Barometermaximum.

Anhang 2. Ergänzung zu den Tabellen auf S. 43 [339], 44 [340], welche dort schon aus typographischen Rücksichten nicht gut Platz finden konnte.

Für Aden habe ich nicht bloß das Jahresmittel des täglichen Barometerganges berechnet, sondern auch die Mittel von je vier Monaten. Die Ergebnisse folgen nachstehend.

Aden.	A ₁	A ₂	a ₁	a ₂
November—Februar	30°31'	173°59'	·350	1·042
März, April, September, October	355 33	163 47	·637	1·047
Mai—August	344 11	165 55	·840	1·010

Bei Buchan: Atmospheric Circulation: Appendices S. 16 steht unter dem Text eine Note, »the Time is 11 m. earlier than the hour specified, and April is interpolated. Da aber diese Note sich zugleich auf Aden und auf Trevandrum beziehen soll, so muss sie für eine Station unrichtig sein; ich vermuthe, dass sie sich nicht auf Aden bezieht und habe deshalb die Winkelconstanten ungcändert gelassen. Würde eine Quellenangabe vorhanden sein, so könnte man den Druckfehler verbessern; da dieselbe fehlt, so lässt sich die Unsicherheit nicht beheben. Auch auf Trevandrum dürfte die Note kaum passen, vielleicht ist Aden 11 Minuten später?

Der tägliche Gang des Barometers nach den einzelnen Jahrgängen wurde für folgende Stationen berechnet.

Tananariva.

	p_1	q_1	p_2	q_2	p_3	q_3	A_1	A_2	A_3	a_1	a_2	a_3
1889 . . .	+·279	+·299	+·217	-·713	-·018	+·028	43° 1'	163° 4'	327° 16'	·409	·745	033
1890 . . .	+·204	+·298	+·211	-·687	+·014	+·037	34 24	162 55	20 43	·361	·719	040
Mittel . . .	+·241	+·298	+·214	-·700	-·002	+·033	38 58	163 0	359 39	·383	·732	033

Für Port Darwin geben die einzelnen Jahrgänge folgende Resultate:

Port Darwin.

	A_1	A_2	a_1	a_2		A_1	A_2	a_1	a_2		A_1	A_2	a_1	a_2
1883	11°6	166°0	·783	·838	1888	5·0	166·0	·928	·995	1889	352·6	162·5	·610	·953

Aus früher schon angedeuteten Gründen habe ich mich namentlich der Übereinstimmung des täglichen Barometerganges in den einzelnen Jahrgängen für Cordoba überzeugen wollen, da die früher für diese Station publicirten Daten höchst unwahrscheinliche und unerklärliche Abweichungen zeigten.

Cordoba, Argentina.

Jahr	A_1	A_2	A_3	a_1	a_2	a_3
Mittel 1878/82	12°7	130·1	—	1·004	0·431	—
1886	21·9	145·4	313·0	0·835	0·661	·021
1887	17·9	149·3	30·3	0·774	0·747	·014
1888	11·8	151·9	61·5	0·618	0·733	·019
Mittel	17·2	148·8	—	0·742	0·714	·018
Aus dem mittleren Gange	19·1	149·6	44·1	0·747	0·708	·013

In der älteren Reihe waren zwei Werthe ganz abnorm, der kleine Werth von A_2 (namentlich in den Sommermonaten, Jänner 105·9!), der sich nirgends in diesen Breiten wiederfindet, und desgleichen auch von a_2 (0·43 statt 0·63 wie normal in dieser Breite).

Die Resultate der neueren Registrirungen stimmen hingegen sehr gut mit den in dieser Breite zu erwartenden Grössen, namentlich die beiden letzten Jahrgänge, die bestimmt aus den Aufzeichnungen eines Sprung'schen Barographen gewonnen worden sind. Ob dies letztere auch schon für das Jahr 1886 zur Gänze gesagt werden kann, dessen bin ich unsicher; es sieht so aus, als wenn dieses Jahr noch etwas an dem Gange der Jahre 1878/82 participiren würde. (Winkel A_2 kleiner, desgleichen die Amplitude a_2 ; dagegen a_1 grösser wie in der neueren Beobachtungsperiode.)

Hoffentlich erhalten wir in nächster Zeit von Cordoba mehrjährige Stundenmittel des Barometerstandes bloß aus den Aufzeichnungen des Sprung'schen Barographen abgeleitet.

Die Winkelconstante A_2 ist auch in der neueren Beobachtungsperiode in den Sommermonaten zu Cordoba auffallend klein, eine Retardirung der Phasenzeit ähnlich wie auf Anhöhen. Wahrscheinlich liegt dies doch in der beträchtlichen Seehöhe von Cordoba, wengleich die Umgebung flach ist und sich nur langsam nach Ost hin abdacht.

Barometergang auf den tropischen Oceanen unter circa 5° Breite. Gibt man den früher angeführten Resultaten der zweistündlichen Beobachtungen an Bord des Challenger auf dem Atlantischen Ocean wegen grösserer Landnähe und anderer Umstände nur halbes Gewicht, so erhält man für den täglichen Gang des Barometers auf dem offenen Ocean unter circa 5° Breite nach den zweistündlichen Beobachtungen an Bord des Challenger folgende Werthe:

	A_1	A_2	a_1	a_2
Offener Ocean, 5° Breite	351°3	155°5	0·248	0·826
Pacific allein (47 Tage)	359·8	160·5	0·298	0·890
» (Novara) (30 Tage)	12·3	158·9	0·264	1·042
» (Eugenie) (60 Tage)	358·2	151·5	0·508	0·906

Es ist gegenwärtig einige Aussicht vorhanden, dass wir von einer niedrigen Koralleninsel des stillen Oceans (Jaluit) Registrirungen eines Richard'schen Barographen erhalten, deren Ergebnisse von grösstem Interesse sein werden, namentlich in Bezug auf die Entscheidung der Frage über das Verhältniss der Grösse der normalen Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation des Barometers zu jener der doppelten täglichen Oscillation.

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Kamerun.													
$\varphi = 4^{\circ} 3' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 9^{\circ} 42' \text{ E. L.} \quad 12 \text{ m.} \quad 1 \text{ Jahr.}$													
1 ^h am.	.03	.10	.13	.15	.11	-.01	-.13	.04	-.23	.08	.10	.06	.036
2	-.14	-.20	-.15	-.12	-.15	-.22	-.37	-.25	-.45	-.14	-.05	-.13	-.198
3	-.25	-.34	-.31	-.23	-.30	-.32	-.39	-.33	-.49	-.17	-.12	-.22	-.289
4	-.18	-.31	-.33	-.15	-.27	-.30	-.36	-.31	-.38	-.07	.00	-.10	-.230
5	-.02	-.15	-.14	-.03	-.06	-.06	-.15	-.21	-.24	.06	.13	.17	-.058
6	.27	.13	.15	.20	.24	.21	.12	.01	.16	.37	.46	.42	.228
7	.70	.57	.69	.68	.66	.67	.60	.41	.71	.93	.92	.97	.709
8	1.16	1.03	1.08	1.18	1.08	.98	1.01	.92	1.09	1.32	1.24	1.41	1.125
9	1.24	1.19	1.33	1.44	1.25	1.12	1.21	1.19	1.35	1.49	1.23	1.37	1.284
10	1.11	1.19	1.30	1.40	1.21	1.07	1.17	1.27	1.27	1.32	1.01	1.04	1.197
11	.73	.94	.89	1.03	.93	.76	.88	1.06	.95	.81	.46	.57	.834
Mittag	.23	.39	.48	.45	.46	.40	.46	.71	.37	.23	-.06	.01	.344
1 ^h pm.	-.47	-.30	-.25	-.28	-.13	-.16	-.08	.03	-.44	-.56	-.77	-.66	-.339
2	-.94	-.82	-.92	-.95	-.72	-.67	-.59	-.46	-.92	-.14	-.34	-.20	-.889
3	-1.32	-1.32	-1.37	-1.42	-1.27	-1.08	-.98	-1.02	-1.22	-1.61	-1.62	-1.48	-1.309
4	-1.40	-1.49	-1.61	-1.70	-1.51	-1.26	-1.12	-1.25	-1.34	-1.71	-1.62	-1.50	-1.459
5	-1.24	-1.32	-1.52	-1.61	-1.48	-1.23	-1.07	-1.23	-1.13	-1.54	-1.38	-1.37	-1.343
6	-.88	-.97	-1.11	-1.20	-1.11	-.89	-.89	-1.00	-.75	-1.10	-.87	-.93	-.975
7	-.39	-.48	-.54	-.72	-.57	-.45	-.56	-.66	-.24	-.50	-.11	-.39	-.467
8	.13	.03	-.05	-.26	-.20	-.05	-.13	-.29	.21	.07	.34	.22	.002
9	.42	.46	.43	.35	.29	.33	.24	.13	.52	.42	.64	.47	.392
10	.48	.65	.70	.67	.57	.48	.48	.46	.64	.61	.62	.56	.577
11	.41	.62	.70	.72	.57	.44	.48	.51	.48	.58	.55	.50	.547
Mittern.	.36	.42	.43	.52	.40	.25	.29	.34	.20	.35	.30	.31	.348
Mittel	.604	.642	.692	.727	.647	.559	.573	.587	.657	.716	.604	.669	.632
Finschhafen													
$\varphi = 6^{\circ} 34' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 147^{\circ} 50' \text{ E. L.} \quad 5 \text{ m.} \quad 1 \text{ Jahr.}$													
1 ^h am.	.04	-.11	-.08	.02	-.09	-.01	-.01	.19	.26	.13	.13	-.02	.038
2	-.38	-.35	-.35	-.35	-.44	-.33	-.22	-.13	-.06	-.28	-.29	-.38	-.297
3	-.54	-.48	-.51	-.53	-.60	-.52	-.39	-.31	-.35	-.82	-.54	-.55	-.512
4	-.47	-.33	-.39	-.53	-.58	-.47	-.35	-.36	-.43	-.46	-.55	-.55	-.456
5	-.16	-.05	-.15	-.35	-.35	-.22	-.22	-.25	-.29	-.24	-.32	-.25	-.238
6	.26	.29	.18	.02	.04	.14	.11	.00	-.07	.11	.09	.18	.109
7	.67	.76	.78	.33	.33	.38	.39	.38	.36	.61	.54	.66	.516
8	.91	1.08	.87	.65	.74	.67	.70	.60	.73	.91	.85	.88	.799
9	.97	1.11	.95	.91	.88	.70	.76	.78	1.01	1.15	1.01	.96	.933
10	.86	.85	.87	.90	.88	.60	.69	.69	1.04	.95	.92	.91	.847
11	.58	.47	.40	.50	.54	.27	.34	.37	.73	.60	.63	.56	.499
Mittag	.19	-.14	-.15	-.02	.03	-.16	-.08	.00	.23	.06	.13	.10	.016
1 ^h pm.	-.45	-.87	-.82	-.49	-.46	-.62	-.60	-.57	-.35	-.62	-.44	-.44	-.561
2	-1.03	-1.25	-1.17	-.98	-.90	-.93	-1.02	-1.01	-.91	-1.06	-.96	-.97	-1.016
3	-1.42	-1.58	-1.38	-1.25	-1.09	-1.06	-1.15	-1.13	-1.29	-1.37	-1.30	-1.32	-1.278
4	-1.50	-1.45	-1.29	-1.25	-1.05	-.98	-1.02	-1.07	-1.37	-1.39	-1.36	-1.32	-1.254
5	-1.16	-1.11	-.92	-.88	-.79	-.38	-.73	-.93	-1.25	-1.12	-1.01	-1.01	-.941
6	-.57	-.41	-.43	-.51	-.35	-.25	-.34	-.50	-.90	-.67	-.64	-.49	-.505
7	-.05	.06	.11	.07	.09	.16	.09	.02	-.42	-.09	-.08	.01	-.003
8	.41	.50	.55	.49	.59	.57	.51	.45	.09	.41	.29	.34	.433
9	.76	.87	.89	.82	.77	.80	.72	.73	.59	.81	.64	.71	.759
10	.86	.99	.95	.95	.80	.76	.75	.83	.87	.98	.81	.82	.864
11	.77	.77	.77	.88	.67	.54	.63	.75	.97	.87	.84	.72	.765
Mittern.	.50	.35	.41	.59	.39	.35	.37	.47	.77	.49	.58	.37	.470
Mittel	.646	.676	.640	.595	.560	.495	.508	.522	.639	.675	.623	.605	.588

Der tägliche Gang des Barometers.

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
San José de Costa Rica 1889.													
$\varphi = 9^{\circ}56' N. Br. \quad \lambda = 84^{\circ} 8' W. L. \quad H = 1135 m.$													
1 ^h am.	.28	.41	.37	.27	.38	.20	.19	.24	.25	.14	.18	.07	.248
2	-.15	.04	.06	-.13	-.01	-.22	-.12	-.11	-.12	-.20	-.16	-.19	.109
3	-.22	-.20	-.18	-.46	-.33	-.43	-.29	-.38	-.38	-.43	-.37	-.50	.348
4	-.19	-.28	-.28	-.60	-.46	-.47	-.53	-.46	-.46	-.43	-.43	-.50	.428
5	.05	-.17	-.23	-.48	-.41	-.35	-.43	-.40	-.31	-.21	-.20	-.24	.282
6	.25	.09	.02	-.18	-.14	-.12	-.20	-.23	-.08	.12	.15	.03	.024
7	.49	.40	.39	.29	.25	.14	.08	.05	.33	.47	.54	.49	.327
8	.92	.78	.73	.60	.47	.40	.33	.35	.61	.72	.88	.85	.636
9	1.07	1.04	.97	.79	.62	.61	.51	.51	.77	.96	1.09	1.03	.831
10	.94	1.01	.89	.69	.56	.63	.58	.64	.68	.90	.96	1.00	.790
11	.60	.70	.57	.48	.36	.53	.46	.45	.44	.55	.65	.59	.532
Mittag	.09	.13	.06	.00	-.03	.13	.14	.15	-.03	-.06	-.02	.07	.052
1 ^h pm.	-.53	-.44	-.49	-.56	-.53	-.34	-.26	-.23	-.58	-.66	-.63	-.50	.479
2	-1.15	-1.02	-1.22	-1.00	-1.00	-.72	-.60	-.61	-.90	-1.07	-1.07	-.92	.940
3	-1.44	-1.38	-1.49	-1.15	-1.22	-.97	-.87	-.99	-1.08	-1.28	-1.35	-1.18	1.200
4	-1.34	-1.40	-1.42	-1.15	-1.20	-1.02	-.99	-1.01	-1.04	-1.20	-1.35	-1.16	1.190
5	-1.13	-1.25	-1.25	-.93	-.91	-.78	-.69	-.74	-.73	-.90	-1.05	-.91	.939
6	-.79	-.85	-.86	-.42	-.37	-.40	-.36	-.35	-.40	-.42	-.67	-.48	.533
7	-.29	-.26	-.16	.02	.20	.09	.00	.08	.01	.06	-.09	-.04	.032
8	.10	.12	.28	.41	.48	.38	.37	.35	.34	.38	.30	.23	.312
9	.47	.40	.57	.75	.73	.62	.65	.61	.64	.68	.62	.59	.611
10	.71	.66	.90	1.07	.88	.81	.79	.74	.77	.76	.77	.72	.798
11	.76	.74	.95	1.07	.90	.79	.78	.78	.70	.73	.71	.59	.791
Mittern.	.60	.73	.77	.73	.77	.62	.58	.55	.48	.45	.44	.31	.577
Mittel	.607	.600	.630	.595	.550	.490	.450	.459	.505	.574	.612	.550	.542

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
San José de Costa Rica 1890.													
$\varphi = 9^{\circ}56' N. Br. \quad \lambda = 84^{\circ} 8' W. L. \quad H = 1135 m.$													
1 ^h am.	.19	.40	.23	.37	.33	.15	.29	.29	.21	.21	.21	.19	.256
2	-.15	-.06	-.10	-.07	-.05	-.15	-.03	.00	-.14	-.15	-.14	-.18	.102
3	-.42	-.30	-.36	-.32	-.35	-.42	-.35	-.29	-.44	-.39	-.45	-.54	.386
4	-.50	-.39	-.43	-.45	-.50	-.51	-.49	-.45	-.52	-.49	-.55	-.67	.496
5	-.32	-.23	-.22	-.33	-.41	-.39	-.45	-.39	-.38	-.31	-.29	-.44	.347
6	-.07	.04	.09	-.08	-.13	-.17	-.24	-.19	-.08	.07	.06	-.13	.069
7	.36	.37	.43	.28	.21	.12	.11	.16	.26	.43	.41	.37	.293
8	.71	.71	.75	.59	.53	.39	.26	.45	.65	.73	.72	.85	.612
9	1.01	1.01	.98	.75	.77	.58	.50	.64	.85	.97	.98	1.05	.841
10	.98	1.02	.88	.69	.71	.59	.57	.67	.85	.92	.91	1.02	.818
11	.69	.68	.61	.46	.46	.34	.47	.48	.68	.37	.55	.74	.544
Mittag	.19	.18	.12	.06	.04	.12	.17	.14	.15	.05	-.01	.18	.115
1 ^h pm.	-.38	-.41	-.39	-.43	-.48	-.21	-.24	-.33	-.38	-.61	-.61	-.53	.417
2	-.82	-.88	-.84	-.90	-.91	-.52	-.48	-.67	-.82	-1.01	-1.03	-1.00	.823
3	-1.16	-1.28	-1.22	-1.15	-1.12	-.79	-.75	-1.06	-1.12	-1.24	-1.24	-1.25	1.115
4	-1.28	-1.34	-1.34	-1.23	-1.13	-.93	-.85	-1.12	-1.11	-1.10	-1.21	-1.18	1.152
5	-1.10	-1.14	-1.08	-1.01	-.80	-.74	-.70	-.91	-.87	-.87	-.94	-.85	.918
6	-.66	-.79	-.71	-.56	-.44	-.33	-.41	-.44	-.50	-.48	-.53	-.51	.530
7	-.17	-.31	-.25	-.08	-.04	.07	-.06	-.01	-.09	-.01	-.02	-.01	.082
8	.22	.12	.17	.26	.35	.34	.29	.30	.25	.37	.36	.36	.283
9	.59	.48	.54	.59	.69	.55	.50	.60	.54	.59	.66	.64	.581
10	.74	.73	.82	.87	.84	.67	.67	.79	.70	.75	.87	.76	.768
11	.74	.79	.76	.97	.82	.71	.71	.75	.69	.74	.83	.66	.764
Mittern.	.54	.64	.58	.70	.64	.48	.49	.56	.55	.49	.57	.38	.552
Mittel	.583	.596	.579	.547	.531	.428	.416	.487	.535	.556	.590	.604	.536

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Manilla.													
$\varphi = 14^{\circ}35' \text{N. Br.} \quad \lambda = 120^{\circ}58' \text{E. L.} \quad H = 14 \text{ m.} \quad 1 \text{ Jahr (1890).}$													
1 ^h am.	.17	.31	.31	.35	.16	.27	.19	.30	.15	.14	.09	.20	.219
2	— .20	.01	.00	.05	— .19	.03	— .13	— .04	— .20	— .22	— .36	— .50	— .147
3	— .48	— .28	— .24	— .16	— .41	— .20	— .30	— .21	— .42	— .44	— .31	— .48	— .329
4	— .49	— .38	— .35	— .22	— .40	— .16	— .33	— .24	— .50	— .55	— .65	— .45	— .395
5	— .29	— .18	— .11	— .03	— .17	— .03	— .20	— .13	— .32	— .37	— .45	— .27	— .214
6	.08	.20	.36	.24	.19	.25	.10	.06	.02	.12	.07	.10	.144
7	.53	.64	.85	.73	.54	.53	.42	.37	.24	.43	.54	.61	.534
8	1.03	1.01	1.19	1.10	.87	.69	.59	.70	.74	.83	.89	1.07	.891
9	1.32	1.33	1.43	1.33	1.01	.75	.68	.82	.88	.95	1.19	1.24	1.076
10	1.17	1.31	1.32	1.18	.96	.64	.73	.75	.86	.87	.99	1.11	.989
11	.76	.94	.91	.87	.67	.44	.49	.54	.61	.50	.54	.75	.667
Mittag	.24	.36	.32	.31	.24	.09	.13	.14	.14	.04	.00	.22	.178
1 ^h pm.	— .38	— .41	— .53	— .46	— .41	— .42	— .34	— .47	— .47	— .59	— .59	— .59	— .473
2	— 1.17	— 1.08	— 1.19	— 1.17	— 1.09	— .84	— .72	— .95	— .87	— 1.11	— 1.04	— 1.15	— 1.033
3	— 1.45	— 1.53	— 1.63	— 1.65	— 1.44	— 1.21	— 1.03	— 1.24	— 1.15	— 1.27	— 1.24	— 1.42	— 1.357
4	— 1.36	— 1.57	— 1.73	— 1.77	— 1.49	— 1.39	— 1.20	— 1.32	— 1.07	— 1.13	— 1.13	— 1.32	— 1.375
5	— 1.04	— 1.32	— 1.50	— 1.56	— 1.17	— 1.16	— 1.05	— 1.19	— .87	— .81	— .85	— 1.00	— 1.128
6	— .67	— .92	— 1.10	— 1.05	— .67	— .76	— .69	— .76	— .53	— .49	— .44	— .58	— .723
7	— .20	— .49	— .58	— .53	— .22	— .37	— .26	— .30	— .13	— .09	.02	— .12	— .274
8	.21	.01	.10	.05	.24	.07	.14	.14	.27	.37	.43	.35	.170
9	.51	.39	.41	.45	.63	.44	.57	.58	.67	.71	.67	.60	.551
10	.65	.58	.66	.73	.86	.77	.85	.83	.85	.81	.71	.70	.748
11	.63	.61	.78	.83	.82	.88	.82	.89	.78	.75	.64	.62	.752
Mittern.	.48	.55	.64	.55	.52	.66	.55	.62	.48	.57	.41	.43	.537
Mittel	.646	.685	.760	.724	.640	.544	.521	.566	.551	.590	.594	.662	.621

Port au Prince. $\varphi = 18^{\circ}34' \text{N. Br.} \quad \lambda = 72^{\circ}21' \text{W. L.} \quad H = 36 \text{ m.} \quad 1 \text{ Jahr 1890/91.}$

1 ^h am.	.11	.31	.04	.27	.19	.17	.11	.31	.10	.20	.11	.16	.173
2	— .19	— .02	— .35	— .08	— .20	— .16	— .16	— .02	— .21	— .10	— .21	— .19	— .158
3	— .41	— .31	— .53	— .34	— .42	— .32	— .30	— .28	— .47	— .29	— .44	— .45	— .373
4	— .46	— .36	— .50	— .31	— .45	— .40	— .26	— .30	— .34	— .26	— .41	— .49	— .379
5	— .37	— .18	— .25	— .08	— .25	— .24	.01	— .13	— .10	— .01	— .19	— .33	— .178
6	— .02	.34	.28	.32	.09	.12	.33	.14	.15	.33	.20	— .02	.188
7	.48	.73	.74	.72	.44	.44	.70	.53	.56	.71	.61	.38	.586
8	1.07	1.12	1.14	1.05	.64	.59	.78	.67	.84	1.05	.96	1.03	.911
9	1.39	1.39	1.33	1.16	.71	.60	.75	.78	.92	1.15	1.23	1.28	1.057
10	1.34	1.32	1.22	.98	.66	.53	.58	.66	.90	.97	1.08	1.10	.953
11	.79	.81	.88	.63	.48	.34	.28	.34	.52	.52	.56	.73	.572
Mittag	.10	.14	.25	.17	.08	.03	— .11	— .02	— .01	— .06	.03	.07	.055
1 ^h pm.	— .81	— .71	— .44	— .54	— .35	— .41	— .62	— .50	— .62	— .83	— .85	— .84	— .628
2	— 1.24	— 1.38	— .98	— 1.05	— .81	— .85	— .92	— .84	— 1.07	— 1.22	— 1.19	— 1.13	— 1.057
3	— 1.37	— 1.65	— 1.30	— 1.38	— 1.10	— 1.15	— 1.09	— 1.10	— 1.34	— 1.43	— 1.42	— 1.22	— 1.297
4	— 1.04	— 1.62	— 1.33	— 1.54	— 1.20	— 1.12	— 1.16	— 1.27	— 1.27	— 1.38	— 1.26	— 1.15	— 1.296
5	— 1.02	— 1.32	— 1.24	— 1.34	— 1.03	— .90	— .90	— 1.11	— 1.00	— 1.09	— .90	— .89	— 1.062
6	— .65	— .92	— .89	— .97	— .69	— .51	— .65	— .79	— .55	— .70	— .56	— .55	— .703
7	— .23	— .46	— .50	— .53	— .20	— .16	— .22	— .42	— .17	— .27	— .13	— .16	— .288
8	.31	.15	.06	.11	.39	.47	.25	.26	.34	.27	.45	.34	.282
9	.61	.55	.53	.60	.75	.68	.55	.61	.76	.67	.62	.56	.623
10	.77	.78	.74	.83	.90	.95	.81	.92	.83	.73	.74	.67	.805
11	.66	.75	.66	.82	.82	.85	.75	.82	.75	.87	.67	.56	.731
Mittern.	.34	.53	.47	.58	.54	.53	.49	.62	.46	.50	.38	.39	.480
Mittel	.666	.744	.694	.683	.558	.522	.532	.560	.595	.642	.633	.616	.618

Der tägliche Gang des Barometers.

351

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Tananariva.													
$\varphi = 18^{\circ}55' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 47^{\circ}35' \text{ E. L.} \quad H = 1400 \text{ m.} \quad 1 \text{ Jahr } 1890.$													
1 ^h am.	.33	-.05	.43	.18	-.06	.26	.15	.19	.34	.13	-.07	.00	.153
2	.05	-.29	.10	-.14	-.32	-.04	-.10	-.09	-.02	-.15	-.34	-.26	.137
3	-.10	-.56	-.09	-.33	-.43	-.20	-.30	-.31	-.29	-.35	-.45	-.36	.313
4	-.18	-.51	-.21	-.38	-.43	-.32	-.39	-.35	-.41	-.31	-.38	-.39	.354
5	.05	-.46	-.11	-.38	-.25	-.31	-.34	-.31	-.37	-.11	-.19	-.11	.240
6	.45	-.03	.01	-.01	.10	-.10	-.07	-.03	-.12	.20	.22	.23	.072
7	.67	.28	.06	.36	.48	.27	.29	.23	.25	.58	.57	.55	.383
8	.80	.52	.65	.64	.75	.55	.54	.55	.55	.75	.96	.68	.663
9	.76	.68	.80	.79	.91	.70	.73	.79	.78	.81	.93	.71	.783
10	.61	.70	.77	.73	.69	.60	.69	.73	.75	.66	.82	.68	.703
11	.37	.53	.59	.46	.29	.38	.38	.39	.49	.34	.50	.46	.433
Mittag	.01	.09	.16	.01	-.21	-.08	-.07	-.09	.09	-.14	.11	.12	.001
1 ^h pm.	-.43	-.40	-.64	-.51	-.54	-.61	-.46	-.54	-.39	-.67	-.41	-.30	-.491
2	-.83	-.73	-1.14	-.84	-.80	-.78	-.76	-.87	-.83	-.95	-.91	-.66	-.843
3	-1.25	-.87	-1.23	-1.03	-.80	-.81	-.83	-1.03	-1.11	-1.26	-1.18	-1.09	-1.040
4	-1.42	-1.01	-1.25	-1.06	-.71	-.79	-.77	-.91	-1.13	-1.27	-1.33	-1.19	-1.069
5	-1.25	-.69	-1.02	-.77	-.59	-.54	-.54	-.65	-.89	-.91	-1.10	-1.09	-.836
6	-.87	-.41	-.68	-.51	-.18	-.26	-.22	-.35	-.48	-.44	-.51	-.70	-.467
7	-.21	.12	-.21	-.11	.13	.05	.08	.13	-.07	-.08	-.07	-.07	-.025
8	.18	.44	.24	.32	.37	.26	.32	.33	.25	.37	.35	.27	.309
9	.44	.70	.59	.65	.51	.41	.44	.50	.61	.73	.64	.56	.566
10	.72	.81	.69	.75	.46	.50	.51	.58	.71	.85	.82	.74	.679
11	.73	.74	.74	.62	.43	.45	.49	.55	.74	.65	.70	.76	.634
Mittern.	.50	.37	.68	.50	.24	.39	.32	.46	.60	.51	.34	.49	.451
Mittel	.550	.502	.545	.503	.445	.402	.408	.457	.511	.551	.579	.520	.485

Mexiko.¹ $\varphi = 19^{\circ}26' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 99^{\circ} 7' \text{ W. L.} \quad H = 2283 \text{ m.} \quad 2 \text{ Jahre } 1889/90.$

1 ^h am.	.26	.29	.28	.33	.33	.25	.17	.30	.19	.24	.17	.16	.248
2	.02	.13	.08	.14	.11	.05	-.02	.11	.00	.08	.00	.00	.058
3	-.14	.01	-.07	.00	.00	-.10	-.14	-.04	-.13	-.06	-.07	-.07	.068
4	-.16	-.04	-.09	-.05	-.16	-.13	-.13	-.12	-.21	-.13	-.14	-.04	.117
5	.10	.10	.01	.16	.09	.10	.12	.11	-.04	.09	.10	.15	.091
6	.36	.40	.43	.44	.36	.37	.40	.35	.24	.47	.41	.35	.382
7	.70	.72	.78	.77	.68	.66	.65	.60	.54	.81	.76	.72	.699
8	1.05	1.00	1.12	1.05	.91	.86	.83	.81	.82	1.07	1.17	1.16	.988
9	1.33	1.20	1.23	1.13	.95	.94	.91	.92	.96	1.25	1.26	1.45	1.128
10	1.20	1.14	1.07	.95	.73	.82	.82	.70	.88	1.11	1.07	1.31	.983
11	.69	.73	.68	.42	.44	.56	.57	.61	.57	.66	.56	.86	.613
Mittag	.02	.09	.08	.09	.03	.35	.20	.25	.13	.03	-.04	.15	.115
1 ^h pm.	-.47	-.56	-.54	-.52	-.43	-.32	-.22	-.30	-.43	-.63	-.78	-.59	-.483
2	-1.07	-1.10	-1.07	-1.05	-.92	-.73	-.69	-.76	-.92	-1.13	-1.20	-1.05	-.974
3	-1.32	-1.46	-1.49	-1.47	-1.32	-1.14	-1.06	-1.19	-1.27	-1.45	-1.46	-1.40	-1.336
4	-1.36	-1.54	-1.62	-1.61	-1.53	-1.37	-1.30	-1.34	-1.35	-1.57	-1.45	-1.46	-1.458
5	-1.13	-1.36	-1.46	-1.47	-1.40	-1.27	-1.22	-1.20	-1.19	-1.35	-1.19	-1.28	-1.293
6	-.87	-1.02	-1.10	-1.08	-1.06	-.99	-.90	-.92	-.67	-.99	-.87	-1.05	-.960
7	-.49	-.63	-.63	-.53	-.60	-.60	-.56	-.59	-.42	-.46	-.36	-.56	-.536
8	-.07	-.14	-.06	.01	.03	-.16	-.13	-.11	.05	.01	.16	-.13	-.045
9	.28	.35	.47	.44	.57	.28	.21	.36	.51	.37	.45	.30	.383
10	.58	.71	.66	.69	.87	.55	.52	.59	.65	.55	.58	.44	.616
11	.38	.53	.64	.70	.81	.65	.56	.60	.57	.56	.53	.39	.577
Mittern.	.28	.44	.52	.52	.59	.48	.40	.37	.40	.40	.36	.27	.419
Mittel	.597	.654	.674	.651	.622	.572	.530	.552	.547	.645	.631	.639	.607

¹ Nach dem Boletin Mensual del Observ. Met. Magn. Central de Mexico. Tomo I et II mit einigen Verbesserungen.

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Rio de Janeiro.													
$\varphi = 22^{\circ}57' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 43^{\circ} 7' \text{ W. L.} \quad H? \text{ (gering)} \quad 3 \text{ Jahre, Juli 1886—Juni 1890.}$													
1 ^h am.	.11	.26	.27	.29	.26	.10	.32	.23	.23	.19	.12	.14	.208
2	— .16	— .08	— .07	.04	— .03	— .13	.08	— .04	— .18	— .16	— .28	— .08	— .079
3	— .46	— .38	— .30	.15	— .30	— .33	— .22	— .22	— .49	— .37	— .40	— .24	— .322
4	— .40	— .49	— .45	.30	— .46	— .49	— .38	— .39	— .63	— .46	— .32	— .28	— .421
5	— .19	— .34	— .28	.27	— .40	— .48	— .33	— .34	— .44	— .25	— .12	— .06	— .292
6	.09	— .03	— .05	.06	— .12	— .18	— .05	.02	.02	.13	.23	.21	.028
7	.60	.44	.24	.51	.31	.22	.27	.34	.39	.47	.61	.52	.410
8	.73	.73	.56	.87	.70	.56	.74	.84	.79	.97	.93	.77	.766
9	.95	.87	.86	.98	1.01	.84	1.11	1.22	1.00	1.13	.86	.88	.976
10	.71	.84	.90	1.02	1.03	.92	1.17	1.11	.92	.90	.69	.70	.901
11	.55	.60	.51	.61	.59	.67	.89	.88	.56	.52	.36	.41	.596
Mittag	.05	.14	.24	.10	.03	.27	.49	.16	.07	— .13	— .14	— .07	.101
1 ^h pm.	— .26	— .34	— .44	— .59	— .54	— .43	— .22	— .41	— .57	— .62	— .49	— .39	— .442
2	— .79	— .74	— .88	— 1.05	— 1.03	— .81	— .96	— .99	— .99	— .94	— .93	— .94	— .921
3	— 1.12	— 1.16	— 1.18	— 1.39	— 1.20	— .92	— 1.31	— 1.20	— 1.27	— 1.19	— 1.19	— 1.11	— 1.187
4	— 1.22	— 1.32	— 1.23	— 1.40	— 1.14	— .99	— 1.18	— 1.12	— 1.25	— 1.25	— 1.27	— 1.26	— 1.219
5	— 1.07	— 1.18	— .98	— 1.07	— .90	— .71	— .98	— .95	— 1.00	— 1.03	— 1.05	— 1.06	— .998
6	— .74	— .83	— .67	— .69	— .51	— .39	— .72	— .73	— .54	— .66	— .62	— .76	— .655
7	— .24	— .36	— .28	— .25	— .11	— .15	— .37	— .38	— .06	— .17	— .12	— .29	— .232
8	.23	.17	.26	.27	.33	.23	— .02	.08	.35	.32	.37	.24	.236
9	.61	.69	.70	.57	.53	.44	.26	.28	.73	.76	.66	.60	.569
10	.86	.97	.87	.69	.67	.79	.46	.61	.83	.86	.87	.84	.777
11	.78	.95	.79	.65	.64	.56	.50	.57	.87	.65	.76	.77	.708
Mittern.	.51	.63	.65	.57	.55	.40	.42	.53	.66	.42	.55	.50	.533
Mittel	.560	.606	.570	.600	.558	.500	.560	.568	.618	.606	.581	.547	.566

Cordoba.													
$\varphi = 31^{\circ}25' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 64^{\circ}12' \text{ W. L.} \quad H = 437 \text{ m.} \quad 3 \text{ Jahre, 1886/88.}$													
1 ^h am.	.40	.43	.54	.43	.36	.28	.46	.61	.51	.50	.17	.29	.415
2	.31	.33	.43	.30	.24	.08	.24	.33	.28	.28	.05	.13	.250
3	.22	.22	.26	.09	.10	— .18	— .03	.02	— .06	.12	— .02	.02	.063
4	.31	.21	.12	— .03	— .04	— .30	— .20	— .13	— .21	.09	.10	.10	.002
5	.47	.27	.16	.01	— .06	— .40	— .27	— .11	— .10	.23	.40	.32	.077
6	.74	.51	.35	.14	.02	— .13	— .07	.11	.22	.57	.82	.66	.328
7	1.03	.80	.62	.36	.30	.07	.27	.47	.60	.94	1.17	.99	.635
8	1.15	.92	.80	.64	.65	.42	.63	.82	.96	1.12	1.30	1.10	.876
9	1.10	1.01	.91	.78	.84	.67	.83	1.00	1.07	1.08	1.22	1.10	.967
10	.92	.93	.79	.71	.88	.74	.91	.91	.89	.86	1.04	.94	.877
11	.66	.65	.53	.43	.59	.55	.62	.56	.55	.44	.68	.61	.573
Mittag	.32	.28	.08	— .01	.06	.02	.07	.00	.01	— .08	.26	.31	.110
1 ^h pm.	— .12	— .05	— .28	— .51	— .48	— .53	— .63	— .66	— .62	— .62	— .24	— .11	— .404
2	— .59	— .49	— .73	— .94	— .93	— .95	— 1.07	— 1.22	— 1.21	— 1.17	— .78	— .60	— .890
3	— 1.14	— 1.03	— 1.20	— 1.13	— 1.11	— 1.16	— 1.28	— 1.50	— 1.56	— 1.65	— 1.35	— 1.10	— 1.268
4	— 1.55	— 1.38	— 1.41	— 1.14	— 1.11	— 1.12	— 1.23	— 1.49	— 1.64	— 1.81	— 1.57	— 1.47	— 1.410
5	— 1.71	— 1.56	— 1.41	— 1.05	— .98	— .84	— .98	— 1.29	— 1.45	— 1.64	— 1.63	— 1.94	— 1.348
6	— 1.53	— 1.50	— 1.24	— .82	— .72	— .38	— .57	— .90	— 1.10	— 1.26	— 1.42	— 1.52	— 1.080
7	— 1.18	— 1.15	— .91	— .40	— .33	.11	— .15	— .37	— .52	— .67	— 1.02	— 1.11	— .642
8	— .70	— .61	— .37	.05	.02	.43	.21	.11	.15	.00	— .47	— .55	— .144
9	— .19	— .05	.22	.37	.27	.65	.44	.46	.65	.52	.15	.07	.297
10	.22	.32	.49	.59	.44	.73	.57	.70	.92	.73	.34	.49	.545
11	.42	.47	.56	.63	.50	.74	.61	.77	.91	.78	.48	.59	.622
Mittern.	.46	.54	.63	.55	.43	.57	.54	.72	.74	.70	.36	.47	.559
Mittel	.727	.655	.627	.505	.477	.502	.537	.636	.705	.744	.710	.679	.599

Der tägliche Gang des Barometers.

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Tokio.													
$\varphi = 35^{\circ}41' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 139^{\circ}45' \text{ E. L.} \quad H = 21 \text{ m.} \quad 5 \text{ Jahre, 1886/90.}$													
1 ^h am.	.08	.20	.19	.19	.16	-.02	.09	.04	-.02	.12	.03	.00	.088
2	.15	.13	.00	.02	.02	-.13	-.07	-.04	-.11	-.01	-.01	.02	-.003
3	.05	.01	-.17	-.04	.01	-.11	-.09	-.06	-.13	-.13	-.08	-.06	-.068
4	-.05	.02	-.11	.01	.05	.00	-.06	-.07	-.10	-.06	-.07	-.12	-.047
5	.02	.10	.09	.20	.23	.12	.11	.14	.02	.08	.09	.03	.103
6	.32	.35	.31	.47	.47	.31	.24	.33	.25	.21	.32	.34	.327
7	.49	.56	.60	.68	.61	.53	.41	.48	.42	.46	.61	.54	.532
8	.71	.85	.78	.83	.68	.66	.47	.54	.54	.71	.87	.82	.705
9	.96	.91	.91	.73	.62	.57	.44	.56	.64	.72	.90	1.06	.752
10	.85	.76	.73	.69	.55	.50	.40	.47	.55	.52	.79	.93	.645
11	.21	.38	.32	.40	.31	.33	.19	.19	.23	.12	.24	.25	.264
Mittag	-.57	-.33	-.13	-.10	-.09	.04	-.06	-.11	-.10	-.40	-.49	-.51	-.238
1 ^h pm.	-1.11	-.92	-.75	-.36	-.42	-.24	-.28	-.41	-.44	-.85	-.94	-.99	-.643
2	-1.30	-1.22	-1.09	-.87	-.70	-.48	-.52	-.71	-.71	-1.02	-1.12	-1.16	-.908
3	-1.13	-1.18	-1.11	-1.13	-.99	-.66	-.68	-.80	-.77	-.90	-1.00	-.99	-.945
4	-.91	-1.09	-1.04	-1.14	-1.03	-.78	-.75	-.75	-.70	-.81	-.81	-.81	-.885
5	-.59	-.80	-.79	-.93	-.95	-.80	-.71	-.73	-.51	-.59	-.47	-.45	-.693
6	-.14	-.31	-.40	-.65	-.71	-.60	-.52	-.55	-.32	-.15	-.12	-.15	-.385
7	.15	.00	-.07	-.28	-.33	-.28	-.21	-.19	.01	.11	.10	.08	-.076
8	.34	.20	.21	.14	-.01	-.02	.12	.22	.34	.31	.21	.25	.193
9	.42	.38	.42	.32	.36	.30	.42	.40	.41	.48	.32	.30	.378
10	.44	.42	.46	.35	.43	.37	.48	.40	.33	.42	.30	.31	.392
11	.35	.36	.41	.30	.38	.29	.38	.37	.22	.34	.21	.30	.326
Mittern.	.21	.28	.30	.27	.25	.19	.25	.24	.07	.24	.12	.10	.210
Mittel	.481	.490	.475	.462	.432	.347	.331	.367	.331	.407	.425	.440	.409

Sydney.													
$\varphi = 35^{\circ}51' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 151^{\circ}11' \text{ E. L.} \quad H = 47 \text{ m.} \quad 5 \text{ Jahre (welche?).}$													
1 ^h am.	-.11	.05	.02	.02	.17	.07	.18	.34	.32	.20	.18	.20	.137
2	-.39	-.25	-.23	-.21	-.06	-.03	-.02	.17	.01	-.06	-.05	-.05	-.098
3	-.49	-.43	-.41	-.36	-.16	-.13	-.10	-.04	-.21	-.11	-.20	-.15	-.233
4	-.41	-.46	-.41	-.36	-.24	-.18	-.15	-.11	-.24	-.06	-.20	-.05	-.239
5	-.68	-.33	-.26	-.26	-.16	-.16	-.12	-.06	-.01	.12	.00	-.03	-.113
6	.30	-.03	.05	-.01	.09	-.01	.03	.22	.29	.48	.33	.51	.188
7	.55	.33	.40	.37	.35	.43	.39	.52	.67	.73	.61	.74	.508
8	.68	.56	.68	.75	.68	.73	.72	.85	.85	.86	.74	.81	.743
9	.81	.79	.88	.88	.75	.78	.84	.95	.95	.91	.74	.71	.833
10	.66	.66	.76	.78	.57	.70	.79	.78	.70	.76	.49	.51	.680
11	.48	.43	.50	.53	.14	.32	.49	.42	.34	.40	.05	.15	.354
Mittag	.22	.20	.17	.04	-.29	-.11	-.07	-.21	-.11	-.06	-.35	-.18	-.063
1 ^h pm.	-.13	-.10	-.26	-.39	-.62	-.67	-.71	-.77	-.65	-.56	-.66	-.46	-.498
2	-.41	-.38	-.59	-.69	-.90	-.92	-1.04	-1.18	-1.00	-1.07	-.89	-.79	-.822
3	-.66	-.61	-.79	-.82	-.95	-.95	-1.04	-1.31	-1.28	-1.35	-1.06	-1.07	-.991
4	-.89	-.81	-.82	-.79	-.82	-.84	-.96	-1.26	-1.28	-1.33	-1.04	-1.17	-1.001
5	-.87	-.79	-.69	-.67	-.59	-.62	-.73	-1.00	-1.03	-1.07	-.86	-1.09	-.834
6	-.59	-.53	-.49	-.36	-.24	-.29	-.38	-.54	-.62	-.69	-.48	-.68	-.491
7	-.23	-.10	-.16	-.01	.17	.02	.07	-.11	-.11	-.23	-.02	-.25	-.092
8	.07	.23	.17	.25	.37	.27	.18	.27	.27	.17	.33	.13	.226
9	.33	.46	.43	.37	.47	.43	.33	.45	.50	.43	.59	.51	.442
10	.45	.51	.50	.45	.50	.43	.44	.50	.65	.53	.69	.64	.524
11	.43	.43	.43	.32	.42	.40	.49	.55	.60	.50	.61	.61	.483
Mittern.	.27	.28	.22	.22	.35	.22	.41	.47	.50	.43	.43	.46	.355
Mittel	.438	.400	.430	.413	.419	.405	.445	.545	.550	.546	.483	.498	.456

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Triest.													
$\varphi = 45^{\circ}39' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 13^{\circ}46' \text{ E. L.} \quad H = 26 \text{ m.} \quad 8 \text{ Jahre.}$													
1 ^{ham.}	.16	.22	.25	.24	.06	.15	.20	.22	.18	.14	.19	.14	.179
2	.12	.18	.16	.10	-.06	.02	.08	.10	.04	.05	.11	.09	.083
3	.09	.05	-.03	-.06	-.19	-.18	-.01	-.04	-.10	-.11	-.01	.05	-.044
4	-.02	-.10	-.17	-.21	-.33	-.20	-.07	-.16	-.20	-.21	-.15	-.07	-.158
5	-.14	-.15	-.25	-.27	-.29	-.21	-.08	-.24	-.23	-.23	-.24	-.19	-.210
6	-.21	-.10	-.22	-.20	-.17	-.15	-.06	-.18	-.18	-.25	-.26	-.22	-.183
7	-.14	-.06	-.13	-.06	-.04	-.03	.05	-.08	-.06	-.14	-.18	-.17	-.087
8	.05	.09	.06	.07	.10	.11	.16	.06	.19	.07	.04	.05	.088
9	.18	.24	.19	.22	.26	.25	.24	.18	.33	.22	.20	.23	.228
10	.24	.27	.21	.25	.28	.27	.25	.20	.36	.25	.28	.33	.266
11	.24	.28	.17	.20	.25	.23	.21	.16	.24	.23	.23	.28	.227
Mittag	.06	.17	.13	.08	.20	.19	.12	.15	.17	.10	.03	.04	.120
1 ^{hpm.}	-.20	-.08	-.05	-.05	.10	.07	-.01	.05	.00	-.10	-.15	-.12	-.045
2	-.44	-.34	-.26	-.20	-.03	-.14	-.20	-.12	-.21	-.29	-.40	-.42	-.254
3	-.45	-.43	-.39	-.34	-.13	-.18	-.26	-.18	-.31	-.31	-.40	-.40	-.315
4	-.42	-.46	-.46	-.40	-.21	-.28	-.34	-.26	-.34	-.35	-.36	-.34	-.352
5	-.35	-.38	-.44	-.42	-.33	-.38	-.39	-.30	-.35	-.30	-.25	-.27	-.347
6	-.20	-.24	-.28	-.36	-.27	-.35	-.38	-.33	-.31	-.13	-.10	-.16	-.259
7	-.03	-.06	-.04	-.17	-.17	-.23	-.29	-.24	-.16	.01	.08	-.03	-.111
8	.12	.07	.17	.11	.03	-.07	-.11	-.02	.06	.13	.19	.09	.064
9	.30	.21	.36	.34	.25	.20	.13	.23	.21	.27	.31	.23	.253
10	.35	.23	.35	.38	.28	.29	.23	.29	.25	.30	.32	.28	.296
11	.37	.23	.36	.38	.29	.32	.30	.30	.26	.32	.33	.30	.313
Mittern.	.35	.22	.31	.38	.21	.26	.28	.28	.23	.23	.30	.26	.276
Mittel	.218	.202	.227	.229	.189	.198	.185	.182	.207	.197	.213	.198	.198

Salzburg.													
$\varphi = 47^{\circ}48' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 13^{\circ} 3' \text{ E. L.} \quad H = 430 \text{ m.} \quad 6 \text{ Jahre, 1846/51.}$													
Mittern.	.15	.26	.18	.29	.30	.46	.46	.26	.17	.25	.05	.15	.248
1 ^{ham.}	.06	.19	.17	.24	.23	.38	.36	.18	.13	.22	.01	.07	.187
2	.04	.13	.12	.12	.15	.25	.24	.09	.06	.15	-.02	.04	.114
3	.03	-.01	-.01	.08	.09	.13	.16	.04	.03	.04	-.08	.02	.043
4	-.03	-.17	-.08	.03	.09	.13	.14	-.01	.01	.06	-.14	-.03	.000
5	-.11	-.25	-.08	.04	.16	.22	.15	.03	-.01	.05	-.16	-.09	-.004
6	-.08	-.26	.03	.15	.30	.35	.24	.18	.09	.02	-.15	-.05	.068
7	.04	-.18	.15	.28	.39	.41	.32	.31	.19	.13	-.01	.02	.171
8	.18	.01	.30	.31	.44	.45	.33	.36	.29	.30	.20	.15	.277
9	.31	.14	.40	.30	.40	.35	.28	.35	.35	.35	.28	.26	.314
10	.35	.22	.41	.27	.33	.26	.23	.33	.35	.34	.33	.34	.313
11	.34	.30	.29	.15	.19	.14	.13	.20	.22	.27	.30	.24	.231
Mittag	-.01	.15	.12	-.05	-.04	-.04	-.03	-.04	.09	.01	.04	-.03	.014
1 ^{hpm.}	-.30	-.08	-.16	-.21	-.22	-.29	-.25	-.12	-.09	-.30	-.18	-.27	-.206
2	-.39	-.27	-.36	-.41	-.40	-.47	-.39	-.33	-.27	-.47	-.33	-.39	-.373
3	-.56	-.34	-.48	-.59	-.57	-.61	-.51	-.49	-.43	-.58	-.32	-.37	-.488
4	-.29	-.39	-.56	-.64	-.68	-.73	-.59	-.61	-.50	-.61	-.26	-.28	-.512
5	-.21	-.28	-.53	-.58	-.73	-.79	-.69	-.66	-.47	-.49	-.16	-.18	-.481
6	-.08	-.16	-.38	-.46	-.63	-.69	-.64	-.57	-.38	-.27	-.01	-.10	-.356
7	.01	-.04	-.15	-.24	-.44	-.48	-.46	-.35	-.16	-.17	-.10	-.01	-.199
8	.07	.16	.01	.04	-.16	-.23	-.21	.01	.02	.03	.13	.05	-.007
9	.15	.24	.18	.23	.14	.15	.13	.20	.09	.16	.16	.14	.164
10	.17	.28	.20	.29	.30	.28	.19	.29	.13	.25	.13	.15	.222
11	.16	.26	.22	.36	.38	.35	.40	.36	.15	.26	.07	.16	.261
Mittel	.172	.195	.232	.265	.323	.360	.314	.265	.195	.241	.151	.150	.219

Der tägliche Gang des Barometers.

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Eger.													
$\varphi = 50^{\circ} 5' N. Br.$ $\lambda = 12^{\circ} 22' E. L.$ $H = 463 m.$ 6 Jahre, 1883/88.													
Mittlern.	-.04	.25	.03	.13	.28	.19	.20	.18	.10	.25	-.04	.24	.146
1 ^h am.	.14	-.13	.15	.17	.00	.13	.14	.07	.19	-.01	-.03	-.12	.059
2	.12	-.15	.03	.08	-.04	.03	.05	.00	.12	-.11	-.04	-.10	.000
3	.03	-.24	-.09	.02	-.09	-.02	-.03	-.02	.07	-.21	-.11	-.12	-.066
4	-.06	-.28	-.15	-.01	-.10	.02	.00	-.04	.02	-.25	-.14	-.22	-.098
5	-.11	-.22	-.13	.02	.05	.12	.09	.05	.00	-.22	-.11	-.23	-.057
6	-.14	-.18	-.06	.15	.22	.23	.21	.20	.14	-.19	-.08	-.20	.025
7	-.06	-.03	.11	.28	.39	.38	.39	.33	.29	.03	.04	-.14	.168
8	.08	.15	.27	.37	.45	.43	.45	.40	.41	.21	.22	-.01	.283
9	.28	.24	.37	.42	.43	.42	.42	.46	.50	.34	.36	.16	.361
10	.32	.32	.39	.38	.38	.36	.37	.42	.48	.37	.45	.28	.375
11	.27	.32	.36	.26	.28	.30	.29	.31	.34	.31	.37	.20	.303
Mittag	.04	.16	.25	.10	.11	.15	.12	.15	.16	.09	.13	.00	.120
1 ^h pm.	-.18	-.03	.02	-.05	-.05	-.04	-.09	.00	-.04	-.14	-.07	-.23	-.074
2	-.35	-.26	-.25	-.27	-.28	-.28	-.27	-.25	-.32	-.31	-.23	-.32	-.282
3	-.30	-.29	-.35	-.41	-.40	-.35	-.36	-.37	-.44	-.36	-.26	-.27	-.349
4	-.23	-.31	-.43	-.53	-.52	-.52	-.51	-.51	-.42	-.42	-.27	-.19	-.418
5	-.11	-.24	-.41	-.56	-.59	-.63	-.58	-.59	-.51	-.34	-.20	-.07	-.412
6	-.03	-.06	-.29	-.52	-.57	-.61	-.59	-.61	-.55	-.13	-.08	.04	-.336
7	.06	.07	-.10	-.36	-.44	-.49	-.49	-.47	-.35	.01	-.03	.14	-.204
8	.10	.15	.01	-.07	-.15	-.28	-.27	-.18	-.15	.12	-.02	.21	-.044
9	.12	.22	.08	.08	.09	.03	-.01	.03	-.01	.26	.04	.29	.103
10	.08	.28	.12	.15	.24	.21	.19	.19	.11	.36	.06	.34	.193
11	.05	.26	.07	.18	.31	.24	.30	.23	.11	.33	.03	.31	.203
Mittel	.137	.202	.188	.232	.269	.269	.267	.252	.249	.224	.142	.185	.195

Irkutsk.													
$\varphi = 52^{\circ} 16' N. Br.$ $\lambda = 104^{\circ} 16' E. L.$ $H = 468 m.$ 4 Jahre, 1887/90.													
1 ^h am.	-.10	-.06	-.03	-.01	.38	.18	.16	.19	.13	.02	.13	-.13	.072
2	-.05	-.07	-.01	-.01	.35	.25	.14	.17	.12	.03	.11	-.11	.077
3	-.01	-.13	-.10	.08	.38	.31	.15	.17	.09	-.09	-.02	-.06	.064
4	-.08	-.14	-.10	.14	.43	.44	.24	.19	.10	-.07	-.13	-.19	.069
5	-.12	-.12	.05	.19	.56	.58	.38	.26	.18	.01	-.13	-.20	.137
6	-.06	-.02	.18	.42	.75	.70	.55	.46	.37	.09	-.14	-.10	.267
7	.15	.17	.36	.66	.89	.79	.66	.53	.55	.26	.01	.01	.420
8	.37	.37	.51	.77	.88	.81	.71	.54	.65	.44	.20	.19	.537
9	.49	.57	.61	.74	.78	.71	.65	.54	.69	.56	.24	.40	.582
10	.47	.52	.52	.66	.57	.52	.52	.43	.60	.48	.18	.49	.497
11	.32	.43	.33	.42	.30	.34	.32	.26	.35	.29	.07	.32	.313
Mittag	.01	.20	.07	.11	-.01	.04	.07	.00	.06	.00	-.20	.01	.030
1 ^h pm.	-.28	-.07	-.19	-.19	-.37	-.27	-.22	-.24	-.23	-.29	-.39	-.28	-.252
2	-.43	-.29	-.43	-.45	-.70	-.58	-.50	-.46	-.47	-.50	-.48	-.38	-.473
3	-.39	-.42	-.55	-.68	-.102	-.80	-.72	-.86	-.68	-.55	-.45	-.29	-.618
4	-.29	-.45	-.61	-.79	-.114	-.92	-.83	-.73	-.73	-.52	-.33	-.10	-.620
5	-.19	-.42	-.59	-.77	-.120	-.98	-.88	-.72	-.72	-.43	-.17	-.04	-.593
6	-.04	-.22	-.43	-.69	-.105	-.90	-.78	-.66	-.61	-.24	.00	.04	-.465
7	.05	-.03	-.15	-.51	-.82	-.70	-.58	-.44	-.47	-.05	.19	.11	-.283
8	.09	.03	.07	-.18	-.47	-.49	-.38	-.12	-.17	.04	.25	.12	-.101
9	.08	.07	.12	-.04	-.12	-.13	.00	.07	-.03	.13	.28	.14	-.048
10	.05	.09	.17	-.02	.04	-.02	.06	.13	.08	.18	.30	.08	.094
11	-.01	.06	.20	.03	.18	.07	.17	.19	.12	.16	.23	.04	.120
Mittlern.	-.10	.00	.16	.02	.31	.12	.16	.21	.15	.10	.21	-.03	.109
Mittel	.176	.206	.272	.357	.571	.485	.410	.357	.348	.230	.202	.161	.285

Stunden	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
München.													
$\varphi = 48^{\circ} 9' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 11^{\circ} 36' \text{ E. L.} \quad H = 529 \text{ m.} \quad 5 \text{ Jahre, } 1886/90.$													
2 ^{ham.}	·09	·03	·08	·04	·04	·06	·09	·01	·07	·02	·01	·07	·051
4	—·06	—·16	—·10	—·04	—·01	—·04	·00	—·09	—·11	—·20	—·14	—·06	—·084
6	—·17	—·14	—·05	·07	·22	·11	·12	·02	—·04	—·24	—·11	—·14	—·029
8	·01	·12	·26	·31	·41	·29	·27	·22	·20	·09	·17	·04	·191
10	·33	·32	·38	·45	·43	·35	·29	·35	·39	·26	·37	·36	·357
Mittag	·04	·20	·20	·14	·13	·16	·07	·15	·14	·09	·04	·01	·114
2 ^{hpm.}	—·37	—·25	—·30	—·25	—·27	—·23	—·33	—·18	—·25	—·31	—·34	—·40	—·290
4	—·24	—·29	—·46	—·55	—·52	—·41	—·51	—·36	—·43	—·34	—·25	—·23	—·383
6	—·05	—·09	—·31	—·47	—·51	—·43	—·45	—·45	—·32	—·05	—·02	—·06	—·268
8	·12	·07	·03	·00	—·16	—·21	—·10	—·06	·05	·20	·02	·10	·005
10	·16	·12	·16	·16	·13	·16	·27	·19	·17	·31	·12	·17	·177
Mittern.	·13	·07	·11	·17	·11	·18	·31	·19	·12	·16	·12	·11	·148
Mittel	·123	·155	·203	·221	·245	·219	·234	·189	·191	·189	·139	·146	·175

Bairischzell.													
$\varphi = 47^{\circ} 41' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 12^{\circ} 1' \text{ E. L.} \quad H = 802 \text{ m.} \quad 4 \text{ Jahre, red. } 1886/90.$													
2 ^{ham.}	·12	·03	·10	·06	·12	·15	·10	·12	·12	·09	·06	·15	·102
4	—·05	—·17	—·10	—·08	·02	—·02	·01	—·06	—·06	—·19	—·17	—·02	—·074
6	—·13	—·16	—·06	·01	·18	·10	·11	·00	—·04	—·27	—·10	—·07	—·036
8	·04	·10	·14	·16	·26	·16	·16	·07	·11	·00	·15	·06	·118
10	·16	·18	·21	·23	·19	·14	·05	·08	·17	·08	·27	·26	·168
Mittag	—·10	·08	·06	—·01	—·04	—·02	—·09	—·08	—·01	—·09	—·08	—·12	—·042
2 ^{hpm.}	—·43	—·29	—·33	—·29	—·31	—·28	—·40	—·27	—·32	—·36	—·37	—·43	—·340
4	—·26	—·29	—·41	—·49	—·47	—·38	—·45	—·32	—·43	—·24	—·23	—·25	—·352
6	·03	·01	—·24	—·35	—·42	—·33	—·37	—·29	—·22	·03	·04	—·04	—·179
8	·19	·15	·13	·15	—·02	—·07	·05	·08	·19	·30	·12	·13	·117
10	·24	·23	·27	·33	·26	·29	·42	·35	·29	·42	·15	·20	·288
Mittern.	·19	·12	·21	·31	·22	·25	·43	·31	·21	·24	·17	·16	·235
Mittel	·162	·151	·188	·206	·209	·183	·220	·169	·181	·193	·159	·158	·171

Wendelstein.													
$\varphi = 47^{\circ} 42' \text{ N. Br.} \quad \lambda = 12^{\circ} 1' \text{ E. L.} \quad H = 1727 \text{ m.} \quad 5 \text{ Jahre, } 1886/90.$													
2 ^{ham.}	·05	·03	·01	—·09	—·09	—·09	—·11	—·08	—·04	—·02	·01	·03	—·033
4	—·10	—·17	—·24	—·32	—·26	—·28	—·27	—·27	—·24	—·26	—·15	—·12	—·223
6	—·20	—·20	—·26	—·30	—·45	—·23	—·20	—·21	—·23	—·34	—·19	—·17	—·223
8	—·05	—·02	—·08	—·10	·05	—·02	·01	—·04	—·02	—·07	·06	—·02	—·025
10	·13	·11	·09	·10	·14	·12	·10	·10	·18	·08	·21	·16	·127
Mittag	·06	·15	·13	·13	·15	·15	·11	·09	·14	·10	·06	·05	·110
2 ^{hpm.}	—·24	—·10	—·09	·07	·01	·06	—·02	·02	—·03	—·04	—·16	—·24	—·063
4	—·16	—·13	—·14	—·04	—·09	—·03	—·11	—·06	—·11	—·07	—·15	—·11	—·100
6	·02	·00	—·06	—·01	—·09	—·07	—·13	—·11	—·07	·07	·02	·02	—·034
8	·15	·12	·18	·21	·06	·04	·09	·13	·15	·21	·11	·16	·134
10	·21	·14	·26	·23	·17	·22	·28	·24	·19	·25	·11	·17	·206
Mittern.	·13	·08	·18	·14	·11	·12	·25	·17	·08	·09	·09	·09	·128
Mittel	·125	·104	·143	·145	·114	·119	·140	·127	·123	·133	·110	·112	·117

Port Darwin.													
$\varphi = 12^{\circ} 28' \text{ S. Br.} \quad \lambda = 130^{\circ} 51' \text{ E. L.} \quad H = 21 \text{ m.} \quad 3 \text{ Jahre.}$													
Mittern.	·15	·48	·38	·43	·19	·30	·37	·41	·33	·23	·28	·19	·312
3 ^{ham.}	—·56	—·46	—·28	—·30	—·39	—·08	—·01	·00	—·28	—·15	—·30	—·49	—·275
6	·43	·20	·33	·38	·32	·43	·50	·48	·48	·63	·68	·42	·440
9	1·19	1·19	1·42	1·37	1·56	1·52	1·64	1·65	1·80	1·73	1·55	1·28	1·492
Mittag	·25	·08	·15	—·08	—·01	·00	·14	·20	·25	·10	·95	·27	·117
3 ^{hpm.}	—1·14	—1·27	—1·42	—1·42	—1·38	—1·50	—1·64	—1·60	—1·65	—1·68	—1·50	—1·28	—1·457
6	—·74	—·81	—·99	—·91	—·77	—·94	—1·18	—1·22	—1·22	—1·14	—1·07	—·80	—·983
9	·43	·53	·38	·56	·50	·30	·17	·10	·23	·25	·30	·42	·348
Mittel	·611	·628	·669	·681	·640	·634	·706	·708	·780	·739	·716	·644	·678

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [59_1](#)

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

Artikel/Article: [Weitere Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers. \(Mit 1 Textfigur.\) 297-356](#)