Die Bestimmung

wahrer Tagesmittel der Temperatur

unter besonderer Berücksichtigung

langjähriger Beobachtungen von München

(mit 3 Tafeln)

von

Fritz Erk

mit einleitenden Bemerkungen

von

Wilhelm von Bezold.

Den ersten Anstoss zu der nachstehenden Untersuchung gab eine schon vor geraumer Zeit gemachte briefliche Aeusserung meines hochverehrten Freundes Herrn Hann, dass es ihm scheine, als sei die in dem neuen Netze meteorologischer Stationen in Bayern eingeführte Art, die Temperaturmittel zu bilden, nicht ganz glücklich gewählt, obwohl er sie seinerzeit selbst auf dem Wiener Meteorologen-Congresse empfohlen habe.

An den der meteorologischen Centralstation München unterstellten Stationen II. Ordnung wird nämlich um 8^h a, 2^h p und 8^h p beobachtet, und aus den um diese Stunden gemachten Ablesungen unter Zuhülfenahme der durch ein Minimumthermometer angegebenen Minimaltemperatur m das Tagesmittel W gebildet und zwar nach der Formel

$$W = \frac{8^a + 2^p + 8^p + m}{4},$$

wobei unter 8^a u. s. w. die um die angegebene Zeit gemachten Ablesungen verstanden sind.

Zu der Wahl dieser Beobachtungszeiten und der dadurch bedingten Methode der Mittelbildung habe ich mich bei Organisation des Netzes nur schwer entschlossen. Ich wollte vielmehr ursprünglich nach dem Vorgange von Oesterreich, Württemberg und Baden die schon von der Academia Palatina benutzten Termine 7^h a, 2^h p und 9^h p als Beobachtungsstunden festsetzen und für Bildung der Tagesmittel die auch in den genannten Nachbarstaaten benutzte Formel

$$W = \frac{7^a + 2^p + 2 \times 9^p}{4}$$

zur Anwendung vorschreiben.

Zwingende Rücksichtnahme auf die Wünsche und die Lebensgewohnheiten der Beobachter, sowie vor Allem die engen Beziehungen zwischen der Centralstation und der deutschen Seewarte bewogen aber schliesslich dennoch zur Annahme der obengenannten, an den Stationen der Seewarte eingeführten Stundencombination und dementsprechend auch zu der gleichen Art der Mittelbildung.

Das von Herrn Hann ausgesprochene Bedenken war jedoch, gerade da es von dieser Seite herkam, so gewichtiger Natur, dass es geboten schien, die Berechtigung oder Nichtberechtigung desselben mit allen nur zugänglichen Mitteln zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung zu machen. Da es mir selbst durchaus unmöglich war, diese Arbeit auszuführen, so veranlasste ich den Assistenten der Centralstation Herrn Erk dazu, den Gegenstand in Angriff zu nehmen. Dies konnte in umso eingehenderer Weise geschehen, als man an der Centralstation ohnehin seit beinahe zwei Jahren mit der einheitlichen Verarbeitung der Münchner Beobachtungen, soweit solche zugänglich sind, beschäftigt ist und man deshalb nicht nur auf die in den Annalen der Sternwarte (Supplementband III und VI) bereits enthaltenen Zusammenstellungen und Angaben über die Reduction auf wahre Mittel beschränkt war. Die in den genannten Bänden mitgetheilten Stundenmittel, die übrigens auch nicht ganz fehlerfrei sind, beziehen sich nämlich nur auf den Zeitraum von 1848—1866, während Herr Erk für seine Untersuchungen den Zeitraum von 1848—1880 zu Grunde legen konnte. Ueberdies hätten die a. a. O. enthaltenen Zahlen überhaupt nur den Werth von Combinationen mit festen Terminen zu untersuchen gestattet, während gerade die in erster Linie in Frage kommende Combination, bei welcher die Minimaltemperatur benutzt wird, eben die Kenntniss des mittleren Minimums erforderte. Es mussten deshalb die Minima für jeden Tag theils aus den gedruckten, theils aus den ungedruckten Tabellen ausgezogen werden und ebenso alle Maxima, da auch die Mittelbildung aus Maximum und Minimum, wie sie neben der oben erwähnten, nur an den Stationen II. Ordnung gebräuchlichen, an sämmtlichen bayerischen Stationen benutzt wird, der Untersuchung unterworfen werden sollte.

Nachdem nun die Beschaffung eines so gewaltigen Materiales doch einmal nothwendig wurde, schien es angezeigt, sich nicht auf die Beantwortung der ursprünglich gestellten, eng begrenzten Frage zu beschränken, sondern überhaupt alle irgendwie gebräuchlichen oder vorgeschlagenen Combinationen von Terminsbeobachtungen an sich oder in Verbindung mit den Extremtemperaturen in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Dass hiedurch, abgesehen von dem zunächst ins Auge gefassten Zwecke, auch wichtige Hülfsmittel zur Controlle der bayerischen Stationen gewonnen wurden, ist selbstverständlich.

Zugleich entschloss sich der Verfasser, nicht bei den Münchner Beobachtungen stehen zu bleiben, sondern die Frage von allgemeineren Gesichtspunkten zu behandeln, und deshalb auch andere Stationen, von denen 24 stündige Beobachtungen vorliegen, in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Dies konnte um so leichter geschehen, als in dieser Hinsicht in dem klassischen Werke des Herrn Wild (Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches) umfassende Vorarbeiten vorhanden waren, die zu einer Ergänzung nach verschiedenen Richtungen hin einluden.

Ueberhaupt dienten die in diesem Werke ausgesprochenen Grundsätze vielfach als Richtschnur für die Behandlung der ganzen Frage. Insbesondere wurde von den dort so sehr empfohlenen graphischen Methoden zur Controlle der Rechnungen der ausgedehnteste Gebrauch gemacht. Ich möchte deshalb auch in den graphischen Beilagen, bei welchen man sich freilich auf Wiedergabe der wichtigsten Diagramme beschränken musste, einen besonders werthvollen Theil der Abhandlung erblicken.

W. v. Bezold.

Die Bestimmung wahrer Tagesmittel der Temperatur

unter besonderer Berücksichtigung

langjähriger Beobachtungen von München

von

Fritz Erk.

Die vorliegende Arbeit verdankt, wie schon in den einleitenden Bemerkungen des Herrn von Bezold eingehender dargelegt ist, ihre Entstehung der Frage, ob die an den bayerischen Stationen nach Vorgang der Seewarte eingeführte Formel für die Bildung der Temperaturmittel die letzteren thatsächlich mit hinreichender Genauigkeit gebe.

Da die langjährigen Beobachtungen von München an der Centralstation während der letzten Jahre ohnehin einer eingehenden Verarbeitung unterworfen wurden, so unternahm ich es, diese gerade nach der angedeuteten Richtung hin zu vertiefen und dann unter Heranziehung von andern Stationen herrührenden Materials die für die meteorologische Praxis so wichtige Frage: „Mit welcher Annäherung kann man auf wahre, d. h. 24stündige Temperaturtagesmittel die Angaben zurückführen, die man durch Beobachtung der Extreme oder durch directe Ablesung zu einzelnen Terminen oder durch Combinationen solcher Beobachtungen erhält?“ allgemeiner zu behandeln.

Es zeigte sich nämlich schon im Beginne der Arbeit bald, dass die älteren Annahmen über die Werthigkeit verschiedener Combinationen nicht vollauf richtig waren, ja dass manche Combinationen, die man bei Beobachtungen in Süddeutschland für sehr anwendbar hielt, durchaus nicht so günstige Resultate liefern.

Diess gab die Veranlassung, nach möglichst genauer Bestimmung der für München erforderlichen Reductionsgrössen auch noch die Angaben zusammenzustellen, die für auswärtige Stationen berechnet sind, und an der Hand einer hiedurch gegebenen Uebersicht allgemein die Frage nach der Werthigkeit der einzelnen Combinationen zu besprechen.

Die Vorzüglichkeit des Münchner Beobachtungsmaterials gab auch noch Gelegenheit, die mittleren und wahrscheinlichen Fehler der Monats- und Jahresmittel zu bestimmen und dadurch die Sicherheit anzugeben, welche unsere Beobachtungsreihe besitzt.

Der unmittelbare Zusammenhang, den die Frage nach den Reductionsgrössen der Stundenmittel mit der theoretischen Untersuchung des täglichen Gangs der Temperatur hat, liess es zugleich wünschenswerth erscheinen, in Kürze die theoretischen Versuche aufzuführen, die man bisher zur Lösung dieser Frage angestellt hat.

Die nachfolgende Arbeit wird sich daher in 4 Abschnitte gliedern:

Im ersten Theile sollen die bisherigen Versuche zur Darstellung des Gangs der Temperatur angeführt werden; hieran anschliessend bringt das zweite Kapitel die Art der Verarbeitung der Münchner Reihe, sowie die hieraus sich ergebenden Resultate und bespricht den Gang der Temperatur in München. Im dritten Abschnitte sollen diese Angaben an der Hand von graphischen Darstellungen, die für München und einige auswärtige Stationen angelegt wurden, besprochen werden. Den Schluss wird eine Kritik der Combinationen und die dadurch bedingten Folgerungen bilden.

I.

Das wahre Tagesmittel der Temperatur wäre streng genommen die Höhe des Rechtecks, das den gleichen Inhalt besitzt mit der von der Curve des täglichen Temperaturverlaufs den Anfangs- und Endordinaten und dem dazwischen liegenden Stücke der Abscissenaxe eingeschlossenen Fläche, wobei die Flächenstücke, welche auf der positiven oder negativen Seite der als Abscissenachse dienenden Nulllinie liegen, mit ihrem Vorzeichen einzuführen sind.

Besässen wir eine Function der Zeit, $f(z)$, die in jedem Punkte die analytische Darstellung dieses Verlaufs wäre, so würde sich damit das wahre Tagesmittel ergeben als

$$\frac{\int_0^z f(z)\, dz}{Z} = W_m$$

wobei unter Z die Zeit von Mitternacht bis Mitternacht verstanden ist.

Gelänge es, die Function $f(z)$ in allgemein gültiger Weise darzustellen, so wären alle auf den Temperaturverlauf bezüglichen Fragen auf eine blose mathematische Discussion dieser Formel zurückgeführt und hätte man für die praktische Anwendung nur nöthig, die in ihr vorkommenden Constanten für den in Betracht gezogenen Ort, beziehungsweise für das betreffende Gebiet zu ermitteln. Zugleich würde die Formel selbst als Wegweiser dafür dienen, wie diese Bestimmung in kürzester und sicherster Weise vorzunehmen sei.

Es ist begreiflich, dass dieser Gedanke verschiedene Forscher veranlasst hat, in analytischer Form das Gesetz der Temperaturperiode aufzustellen.

Lambert[1]) dürfte wohl der erste gewesen sein, der eine mit den Hülfsmitteln der Mathematik durchgeführte und wenn auch nicht vollkommen richtige, so doch vielfach angenäherte Darstellung des täglichen und jährlichen Gangs der Erwärmung durch die Sonne gab.

Zunächst stellte er[2]) das Gesetz auf, dass die Menge der Wärme, welche die Erde während irgend eines Theils des Jahres erhält, dem Winkel proportional ist, welchen ihr Radiusvektor während dieser Zeit beschreibt.

Indem er ferner die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen in jedem Augenblick proportional dem Sinus der Sonnenhöhe als des Einfallswinkels setzte, erhielt er unter Benützung der astronomischen Coordinaten zunächst einen Ausdruck, der gestattete, für jeden beliebigen Tag und jede beliebige Polhöhe die Summe der an jedem Tag durch Strahlung zugeführten Wärme zu berechnen und daraus auch einen Schluss auf die

1) Lambert, Pyrometrie. Berlin 1779. S. 305 ff.
2) Lambert, ibid. S. 310. cfr. Wolf, Handbuch der Mathematik 1872. Theil II. S. 182.

jährlich zugeführte Sonnenwärme zu ziehen. Allein das hiedurch erzielte Resultat konnte den jährlichen Gang der Temperatur nicht erklären, weil hier der Einfluss der Reflexion und Absorption sowie durch Wärmebindung entstehenden Modificationen vollständig ausser Acht gelassen waren. Wohl aber berücksichtigt er schon jene Aenderungen, die einerseits durch Verhinderung der vollen Insolation, anderseits durch Ausstrahlung, sowie durch Eindringen in das Erdinnere an der Formel eintreten müssen. Er nahm hiebei eine Proportionalität an zwischen dem Gewinn an Wärme, welchen die Erde theoretisch von der Sonne empfangen sollte, und dem, welchen sie unter dem Einfluss der atmosphärischen Hindernisse wirklich empfängt, sowie auch zwischen dem Verlust an Wärme — durch Ausstrahlung oder Eindringen in das Erdinnere — und dem momentan vorhandenen Vorrath an Wärme.

Unter dieser Voraussetzung erhielt Lambert die Formel[1])

$$\begin{aligned} v = A + B \sin x + b \cos x & + \\ + C \sin 2x + c \cos 2x & + \\ + \ldots\ldots & \end{aligned}$$

der er auch noch durch einfache Umwandlung die Form giebt:

$$v = A + B \sin (x + \delta) + \gamma \sin (2x + \varepsilon) + \ldots.$$

Hier bedeutet unter Beibehaltung der von Lambert gewählten Bezeichnungen v die Temperatur, welche zur Zeit x stattfindet, wenn die Dauer des ganzen Jahres $= 2\pi$ gesetzt ist. $A, B, b \ldots.$ sind von den physikalischen Verhältnissen der einzelnen Orte abhängige empirische Constante.

Für Lambert war bei Aufstellung dieser Formel der Gedanke leitend, dass sie der mathematische Ausdruck des Gesetzes sei, nach welchem die Erwärmung durch die Sonne vor sich geht.

Wir werden sehen, warum und in wieferne die moderne Theorie diese Formel aufgegeben hat.

Ausser Lambert versuchten auch andere Physiker einen solchen mathematischen Ausdruck aufzustellen. So Euler,[2]) welcher durch den Umstand, dass der Sinus der Sonnenhöhe in der Nacht negativ wird, auf die Vermuthung kam, dass dieser Sinus das Maass der nächtlichen Ab-

1) Lambert ibid. S. 345.

2) Comment. Acad. Petrop. Tom. XI. 1739. cfr. Lambert S. 343.

kühlung sein dürfte. Diese wurde aber bald verworfen, weil ihr zur Folge das Minimum auf Mitternacht fallen müsste.

Mit mehr Glück, jedoch eigentlich nur in der Absicht, eine angenäherte Darstellung zu geben, ging T. Mayer,[1]) der Verbesserer der Mondtafeln, vor. Er glaubte die mittlere Jahrestemperatur für jede Polhöhe p in R^0 annäherungsweise durch die Formel

$$12 + 12 \cos 2p \qquad \text{I}$$

ausdrücken zu können.

Man sieht, Mayer hat darauf Rücksicht genommen, dass die mittlere Temperatur unter dem Aequator ein Maximum, unter dem Pole ein Minimum sein müsse, welcher Bedingung seine Formel genügt. Allerdings würde diess der viel allgemeinere Ausdruck

$$a + b \cos 2p + c \cos 4p + \ldots.$$

auch thun.

Die jährliche Veränderung berechnet er nach der Formel

$$a \sin x \qquad \text{II}$$

wobei er die Bogengrade x von dem Tage an rechnet, der 3 Monate auf den Tag der grössten Kälte folgt. Die Dauer eines ganzen Jahres ist hiebei wieder wie bei Euler $= 2\pi$ gesetzt.

Während die Formel I ziemlich angenäherte Werthe giebt, soweit sich diess bei ihrer Kürze überhaupt erwarten lässt, zeigt sich der Ausdruck II auf den ersten Blick als zu unrichtig; unter dem Aequator müsste eher von $\sin 2x$ die Rede sein als von $\sin x$, da ja dort 2 Winter eintreten. Doch hat Mayer diese Fehler selbst erkannt und stellte seine Angaben eigentlich nur als eine Anleitung hin, wie Beobachtungen mit einer, wenn auch noch unvollständigen, so doch nicht ganz fehlschlagenden Theorie zu verbinden seien, um beide nach und nach gegenseitig zu verbessern. Im Uebrigen beschränkte er sich auf diese Darstellung der Jahresmittel und zog den täglichen Verlauf nicht weiter in den Kreis seiner Betrachtung.

Bessel[2]) machte zuerst darauf aufmerksam, dass die periodischen Erscheinungen in der Natur, welche von einer veränderlichen Grösse ab-

1) Mayer, Op. ined. Bd. I. cfr. Lambert S. 343.

2) Bessel, Ueber die Bestimmung des Gesetzes einer periodischen Erscheinung. Schuhmacher's Astronomische Nachrichten 1828. Band VI. Nr. 136.

hängen, sofern sie sonst stetig sind, immer durch einen verhältnissmässig einfachen mathematischen Ausdruck sich darstellen lassen.

Ist nämlich k der Umfang der Periode, x die abhängige, y die unabhängige Variable, so wird die periodische Veränderung sich immer darstellen lassen in der Form

$$y = u + u_1 \sin\left(U_1 + \frac{x}{k}\, 2\pi\right) + u_2 \sin\left(U_2 + \frac{x}{k}\, 4\pi\right) + \ldots\ldots,$$

in welcher $u, u_1, u_2, \ldots U_1, U_2 \ldots\ldots$ Constante sind.

Kann man daher die Grössen $u, \ldots U_1 \ldots$ aus einer Reihe von Beobachtungen bestimmen, so erhält man dadurch den mathematischen Ausdruck der Ercheinung.

Bessel zeigte nun, wie die Berechnung, der in der allgemeinen Form noch unbestimmten Constanten $u, \ldots U_1 \ldots$ sehr einfach und elegant wird, wenn die empirisch gefundenen Werthe von y, auf welche man die Entwicklung anwenden will, zu Werthen von x gehören, welche in arithmetischer Progression fortgehen und die ganze Periode ausfüllen.

Da Bessel selbst erkennt, dass diese Reihenentwicklung meistens nur dann Interesse haben wird, wenn sie schnell convergirt, so theilt er auch noch einen Ausdruck für die Fehlerquadrate mit. Ferner giebt er noch an, (was wohl für die spätere Verwendung dieser Formel der Schwerpunkt gewesen sein dürfte), wie man zu verfahren hat, wenn von den y, die zu den in arithmetischer Progression fortschreitenden x gehören, einzelne fehlen und nun mittelst der Formel interpolirt werden sollen.

Schliesslich führt er die Anwendung dieser Methode durch zur Bestimmung des Ausdrucks für Pentadenmittel der Temperatur zu Königsberg nach einer 24jährigen Reihe (1799—1822).

Man sieht, Bessel's Ausdruck für jede beliebige periodische Erscheinung hat beinahe dieselbe Gestalt wie die zweite Formel Lambert's. Der Gedanke Bessel's ist jedoch ein viel allgemeinerer; zugleich besitzt der Ausdruck besondern Werth wegen seiner Verwendbarkeit als Interpolationsformel, von welcher ihr Autor selbst schon Gebrauch machte. Wenn aber Bessel in seiner Formel ferner noch die Frage nach dem Gesetz der Veränderung beantwortet sieht, so ist das ein Problem, das wenigstens in der Anwendung auf den Gang der Temperatur durch diese Formel noch nicht gelöst wird.

Lamont's Versuch, den täglichen und jährlichen Gang der Temperatur allgemein durch einen mathematischen Ausdruck darzustellen, ging ebenfalls von der Differentialgleichung der Wärmezufuhr und des Wärmeverlusts aus und ergab eine Integralgleichung, in welcher der Stundenwinkel mt und als Constante die Breite φ und die Declination δ der Sonne auftreten. Dieser Integralgleichung giebt Lamont[1]) durch Auflösung der Exponentialgrössen in Reihen und Vernachlässigung der höheren Glieder eine möglichst einfache Form und erhält für die Lufttemperatur schliesslich die Gleichung

$$v = l + pt + q \cos (mt + \varepsilon) \qquad \text{I}$$

wo t die Zeit vom wahren Mittag an gerechnet ist, mt der Stundenwinkel, die übrigen Grössen rechnerische Constante sind. Für die Temperatur der Erdoberfläche aber erhält er die Gleichung:

$$v = l' + p't + q' (\cos mt + \varepsilon') \qquad \text{II}$$

Die Gleichung I stellt den Gang der Temperatur vor, so lange die Sonne über dem Horizont sich befindet. Ist die Sonne untergegangen, so tritt ein neues Verhältniss ein, die Temperatur sinkt. Lamont sieht davon ab, die weitere Untersuchung für dieses Zeitintervall durchzuführen, indem er annimmt, dass das Gesetz des Sinkens der Temperatur durch eine einfache Exponentialfunction der Zeit ausgedrückt werde. Ja, er geht sogar noch weiter[2]) und behauptet mit Ausnahme der ersten Stunden nach Sonnenuntergang sei die Substitution des gleichförmigen Sinkens zulässig.

Zunächst untersucht nun Lamont an der Hand der Münchner Beobachtungen 1833—37 die tägliche Amplitude und stellt bei dieser Gelegenheit den Satz auf:[3])

$$\frac{\text{Tägliche Amplitude}}{\text{Tageslänge}} = C.$$

Um schliesslich den jährlichen Gang der Temperatur darzustellen, stützt er sich auf folgende Hypothesen:[4])

---

1) Lamont, Darstellung der Temperaturverhältnisse an der Oberfläche der Erde. Abhandl. d. bayer. Akad. d. Wissensch. Band III. S. 1.

2) Ibid. S. 12.

3) Ibid. S. 15.

4) Ibid. S. 30.

1. „Das Verhältniss der an der Erdoberfläche erregten Wärme zu dem Theil, der in die Erde eindringt, ist constant; oder von der erregten Wärme wird ein bestimmter aliquoter Theil in die Erde aufgenommen;

2. von der in der Erde enthaltenen Wärme dringt unausgesetzt ein Strom durch die Oberfläche heraus, der in einem constanten Verhältniss zu der inneren Wärme steht; oder von der in der Erde befindlichen Wärme geht ein bestimmter aliquoter Theil in die Luft über."

Unter dieser Voraussetzung gelangt er schliesslich zu einer sehr complicirten Gleichung.

Ein Vergleich der theoretischen Werthe mit den Beobachtungsresultaten zwingt Lamont aber schliesslich selbst zur Anerkennung, dass unsere Kenntnisse noch nicht ausreichen zur Aufstellung einer hinreichend sicheren Theorie. Er sagt hierüber [1]): „Es wäre unnütz, so lange wir keine nähere Kenntniss des Verhältnisses, nach welchem die Sonnenwärme in den Boden dringt und denselben wieder verlässt, besitzen, Folgerungen auf die theoretisch gefundene Gleichung zu bauen. Die Gleichung selbst aber ist merkwürdig, weil sie den jährlichen Verlauf der Wärme und die Abhängigkeit derselben von der geographischen Breite im Allgemeinen richtig bezeichnet, also auch den Voraussetzungen, aus welchen sie gefunden wurde, zur Stütze dient."

Die Darstellung des Temperaturgangs durch Reihen nach Sinus und Cosinus der Zeit, deren Coëfficienten aus der Beobachtung abgeleitet werden, bezeichnet Lamont ganz richtig als blosses Interpolationsverfahren und bemerkt schliesslich darüber: „Solche Reihen sind bedeutungslos, wenn es sich darum handelt, den Zusammenhang der Erscheinungen mit ihren Ursachen zu entwickeln."

In neuerer Zeit hat A. Weilenmann[1]) in einer sehr interessanten Abhandlung den vorliegenden Stoff behandelt. Auch er theilt zunächst seine Aufgabe in zwei Theile: Bestimmung des Temperaturgangs bei Nacht und bei Tag. Für die erste Forderung stützt er sich wie Lambert und Lamont auf den Satz, dass die Abkühlung der Luft während der Nacht durch eine Exponentialfunction dargestellt werden kann. Hievon

1) Lamont, ibid. S. 47.

1) A. Weilenmann, Ueber den täglichen Gang der Temperatur in Bern. Schweizerische meteorologische Beobachtungen 1872. S. XXV.

ausgehend, sucht er in einer sehr sorgfältigen Untersuchung die Constanten der Gleichung zu bestimmen. Bezeichnet u die als constant angenommene Temperatur der Luftschichte, nach welcher die Wärmestrahlung der unteren stattfindet, C eine Constante, z die Zeit von Mitternacht ab, h das Emissionsvermögen des Erdbodens gegen die Luft und wird $b = e - 0{,}382\ h$ gesetzt, so ist

$$t = u + C \cdot b^z.$$

Weilenmann sucht noch nachzuweisen, dass h für alle Zeiten und Orte constant sei und folgert daraus, dass zur Bestimmung von C und u nur mehr eine Beobachtung nach und eine Beobachtung vor Sonnenuntergang nothwendig sei.

Zunächst zeigt er dann noch die Richtigkeit des Lamont'schen Satzes über die Beständigkeit des Quotienten $\frac{\text{Tagesamplitude}}{\text{Tageslänge}}$, den Lamont $= 0{,}51^0$ C. angegeben. Weilenmann führt die Berechnung dieses Quotienten für verschiedene Bewölkungsgrade durch und findet, dass der Lamont'sche Satz unter Berücksichtigung der Bewölkung richtig ist und also ausgesprochen werden kann:

„Der Quotient der Amplitude (α) durch die Tageslänge (τ) für gleiche Bewölkungszustände oder vielleicht richtiger Witterungszustände ist nahezu constant.

Nach den Berner Beobachtungen sind, wenn die Tageslängen

im	Winter	9,18	Stunden
„	Frühling	13,51	„
„	Sommer	15,24	„
„	Herbst	10,93	„

die Werthe von $\frac{\alpha}{\tau}$ bei der Bewölkung β

$\beta =$	0,0				0,5				1,0			
	W.	F.	S.	H.	W.	F.	S.	H.	W.	F.	S.	H.
α	9,20	13,25	13,25	11,35	6,20	9,77	10,00	8,00	2,87	3,74	4,06	3,18
$\frac{\alpha}{\tau}$	1,00	0,98	0,87	1,04	0,68	0,72	0,66	0,73	0,31	0,28	0,27	0,29
Mittel:	0,97				0,70				0,29			

wobei die Ueberschriften W. F. S. H. sich eben auf die vier Jahreszeiten beziehen.

Bezüglich der Tagestemperatur führt Weilenmann die Lamont'sche Gleichung I für v an. Statt dieser Gleichung, die, wie Lamont schon bemerkte, allerdings dem Gang der Temperatur am Tage genügt, aber mit der Nachtgleichung nicht in Verbindung gebracht werden kann, stellt er eine andere auf, die den Uebergang von der Tag- zur Nachtgleichung unmittelbar gestattet. Diese ist

$$t = u + (c_1 + c_2 z + c_3 b_1^{Z+z}) b^Z + p^\varepsilon (\eta_1 + nF)$$

wo u wieder die constante Temperatur einer höheren Luftschichte, Z die Zeit des Sonnenuntergangs, F noch eine Function von z, die ein für allemal berechnet und also als constant betrachtet werden kann, p^ε die Absorptionsconstante der Luft, die übrigen Grössen rechnerische Constante sind.

Für Sonnenuntergang verschwindet p^ε und kommt $c_3 b_1^{Z+z}$ nicht weiter in Betracht. Wird dann im Gliede $c_2 z$ die Zeit nur bis Sonnenuntergang gezählt und $c_1 + c_2 Z = Cb^{-12}$, d. h. gleich dem früheren Nachtwerthe gesetzt, so geht die Taggleichung unmittelbar in die Nachtgleichung über.

Schon früher hat Kämtz[1]) aus dem Maximum M und dem Minimum m das wahre Tagesmittel der Temperatur T nach der Formel $T = m + k\,(M - m)$ zu berechnen versucht. Bringt man diese Gleichung in Verbindung mit $T = \frac{1}{2}(M + m) \pm c$, wo c die am rohen Mittel der Extreme zur Reduction auf wahre Mittel anzubringende Correction ist, so ergiebt sich der Zusammenhang:

$$k = \frac{1}{2} \pm \frac{c}{M - m}.$$

Der Kämtz'sche Factor k berücksichtigt also nicht blos die rohe Correction c, sondern auch noch die Amplitude und scheint somit allerdings eine gewisse Berechtigung zu haben. Allein die Ableitung der Werthe zwingt schon, diese Anerkennung wieder zu versagen. Die Werthe, die Kämtz in seinem Lehrbuch I, S. 97 giebt, sind nach Extremen bestimmt, die aus dem periodischen, täglichen Gang der Temperatur in

1) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie. Band I. S. 96.

Padua und Leith entnommen waren; die später in seinen Vorlesungen über Meteorologie (1840) Seite 29 gegebenen Werthe sollen thermometrographischen Angaben (d. h. wohl den Angaben von Maximum- und Minimumthermometer) von Basel, Brüssel, Paris u. s. w. entnommen sein. Da aber von Basel und Paris überhaupt keine stündlichen Beobachtungen und von Brüssel vor 1840 noch keine solchen zur Bestimmung des wahren Mittels vorlagen, fehlt der nöthige Massstab, um ihren Werth zu beurtheilen. Ragona[1]) hat aus 4jährigen Beobachtungen in Modena für thermographisch gewonnene Extreme den Coëfficienten k berechnet und bekam wieder ganz abweichende Werthe. Kämtz hatte, wie auch später noch vielfach angenommen wurde, wohl vorausgesetzt, dass dieser Factor für alle Orte derselbe sei. Hann[2]) hat aber beispielsweise gezeigt, dass für Wien der Kämtz'sche Factor nicht anwendbar sei, und noch weniger der von Ragona. Dementsprechend dürfte wohl die Benutzung der einfachen Correction zur Ermittlung der Temperatur aus den Extremen vorzuziehen sein.

In einer vor einigen Jahren erschienenen Arbeit von Hellmann[3]) ist der Versuch, auf rein theoretischem Wege den Gang der Temperatur zu ermitteln, eigentlich schon aufgegeben und dient die Bessel'sche Formel, zu der Hellmann wieder zurückkehrt, mehr als Interpolationsformel denn als strenges Naturgesetz.

Hellmann bedient sich dieser Formel in der Gestalt, wie sie Lambert ursprünglich aufstellte, indem er in der Bessel'schen Formel

$$t + u_1 + u_1 \sin(U_1 + z) + u_2 \sin(U_2 + 2z) + \ldots$$

die Sinus der Summen auflöst und so wieder die Formel erhält

$$t = p + p_1 \cos z + q_1 \sin z + p_2 \cos 2z + q_2 \sin 2z + p_3 \cos 3z + q_3 \sin 3z,$$

eine Operation, die, wie wir früher gesehen haben, Lambert schon in der umgekehrten Reihenfolge vorgenommen.

1) Ragona, über die Benützung der Maximum- und Minimum-Thermometer. Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. III. S. 321. (1868.)

2) Zeitschrift der östereichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. IX. p. 125.

3) Hellmann, Ueber die täglichen Veränderungen der Temperatur in Norddeutschland. Berlin 1875.

Bezüglich der Bemerkungen, die Hellmann gegen Weilenmann's Arbeit macht, lassen sich aber wohl einige Einwände erheben. Letzterer stellte nämlich, wie oben gesagt, den Gang der Temperatur in der Nacht durch die Gleichung dar:

$$t = u + C b^z.$$

Hellmann führt dagegen an: „Wenn nun auch, wie eben schon Lambert bemerkte, die Abkühlung der Luft in der Nacht höchst wahrscheinlich in einer logarithmischen Linie vor sich geht, so ist die einfache Gleichung derselben doch nicht genügend, den Temperaturgang während der Nacht (gerechnet von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang) darzustellen."

Der einfache Erkältungsprocess wird allerdings durch zu viele andere Factoren modificirt. Auch der Einwand ist sicher richtig, dass die Wärmestrahlung der Sonne auch noch nach Sonnenuntergang fortdauert und schon vor Sonnenaufgang beginnt. (Wärmedämmerung.) Schon Lamont betonte, dass der Uebergang von der Tag- zur Nachtgleichung nicht sprungweise eintritt, und erklärte, dass etwa erst eine Stunde nach Sonnenuntergang das gleichmässige Sinken beginne.[1])

Wenn Hellmann jedoch der Ansicht ist, dass jene Gleichung schon von vornherein den Stempel der Unrichtigkeit an sich trage, weil ihr zufolge die niedrigste Temperatur für $z = +\infty$ eintreten müsste, so übersieht er dabei offenbar, dass diese Gleichung nur für die Zeit von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang gilt, wie vorher a. a. O. schon bemerkt wurde.

Innerhalb dieses Intervalls liegt aber die Zeitabscisse $z = +\infty$ nicht und fällt dieser Einwand also von selbst fort.

Wenn man nun diese Versuche einer Theorie überblickt, so muss man zugeben, dass sie durch die Anregung, die sie geboten und durch die Erkenntniss, die sie uns über das gaben, was unserm Wissen noch fehlt, viel genützt haben, dass sie aber trotz alledem noch nicht zu einem praktisch verwerthbaren Ergebnisse geführt haben.

Wild[2]) bemerkt hierüber: „Wie kann man in der That hoffen, eine so verwickelte Erscheinung, wie den täglichen Gang der Temperatur, wo

1) Abhandlungen der bayer. Akad. d. Wissensch. Bd. III. S. 19.

1) Wild, Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches. Band. I. S. 4.

neben den verhältnissmässig einfachen Gesetzen der Aus- und Einstrahlung, Leitung und Absorption der Wärme noch eine Reihe secundärer und schwer in Rechnung zu ziehender Factoren, wie Bewölkung, Wind, Feuchtigkeitsgehalt der Luft etc. eine gewichtige Rolle spielen, mit Erfolg analytisch zu behandeln zu einer Zeit, wo dem Physiker schon die Anwendung jener Gesetze in den einfachsten Fällen die grössten Schwierigkeiten bereitet. Ehe wir z. B. wissen, was wir uns unter der in diesen Gesetzen figurirenden Umgebungstemperatur vorzustellen haben, ehe die darin auftretenden Constanten ihrer Bedeutung und Grösse nach besser definirt sind, ehe die Abhängigkeit der Diathermansie-Coëfficienten nicht blos von ihrer Dichtigkeit, sondern auch sonst noch von ihrer Höhe über dem Boden bekannt sein wird u. dgl. mehr, werden eben jene analytischen Ausdrücke, abgesehen von ihrer Complicirtheit, so viel Hypothesen, so viel willkürliche Constante ohne bestimmte physikalische Bedeutung in sich schliessen, dass sie im Wesentlichen zu blossen Interpolationsformeln herabsinken, bei welchen eine physikalische Bedeutung der einzelnen Glieder unmöglich geworden ist.“

Den Resultaten Lambert's und Bessel's können wir nun zwar diese eben erwähnte Deutung als blosse Interpolationsformel geben, aber auch in dieser Beschränkung hat die Lambert-Bessel'sche Formel nicht den Werth, den man ihr früher zugeschrieben hat. Wild hat ihr Ungenügen in sehr sorgfältiger Weise nachgewiesen. Er geht dabei etwa von folgenden Ueberlegungen aus.

Fassen wir die Lambert-Bessel'sche Formel nicht mehr als den analytischen Ausdruck des Naturgesetzes auf, sondern als einen rein mathematischen Apparat, so gibt sie allerdings das Mittel, eine Anzahl gegebener Punkte, wie beispielsweise die Temperaturen einzelner Stunden durch eine stetige Curve zu verbinden. Durchaus falsch aber ist es, wenn man durch eine gewisse Zahl von Gliedern das Gesetz der täglichen Temperaturveränderung darstellen will. Man hat, auf diese Vorstellung gestützt, versucht, Maximum und Minimum, ganze Reihen von Stundenwerthen, z. B. alle Nachtstunden zu berechnen und wurde dadurch zu Resultaten geführt, die eben die Unmöglichkeit dieser Theorie ergeben mussten, z. B. secundäre Maxima in den ersten Vormittagsstunden, Minima, die nahe auf Mitternacht fallen, u. s. w.

Stellt man an die Lambert-Bessel'sche Formel als Interpolationsformel die weitergehende Anforderung, uns das Mittel zur Ausgleichung von Fehlern und Störungen zu geben, so mus man beachten, dass eine Interpolationsformel bei grossen Störungen dies nicht leisten kann. Wenn daher die Beobachtungen sich auf eine zu kurze Zeit erstrecken, so werden die durch Rechnung abgeleiteten Resultate eine ganz falsche Darstellung der wirklichen Verhältnisse bieten.

Aber selbst wenn längere Reihen vorliegen, macht sich noch die Schwierigkeit geltend, die in der zu complicirten Form des täglichen Temperaturgangs beruht. Selbstverständlich wird sie als ausgezeichnete Interpolationsformel bei einer hinlänglichen Anzahl von Gliedern sich dem Temperaturgange anschliessen, durchaus ungenügend aber ist es, sich etwa auf drei Zeitglieder zu beschränken, beziehungsweise nur bis zum dreifachen Stundenwinkel der Sonne zu gehen. Wild weist für Katharinenburg und Tifflis nach, dass man bis zum Gliede mit dem zwölffachen Stundenwinkel gehen muss, um einen genügenden Anschluss an die Beobachtung und insbesondere die richtige zeitliche Lage der tiefsten Stundenmittel nach der Formel zu erhalten. Wild gibt ferner noch an, dass, wenn man nur drei Zeitglieder berechnet, die Curve des täglichen Gangs nach der Formel sowohl um das höchste, als insbesondere um das tiefste Stundenmittel herum gegenüber der Wirklichkeit viel zu sehr abgerundet erscheint, dass diese berechneten periodischen Minima gegen die durch Beobachtung erhaltenen tiefsten Mittel oft um volle Stunden rückwärts verschoben sind, und dass auch die periodischen Maxima ähnliche Verschiebungen erleiden.

Man sieht also, dass die Benützung der Bessel'schen Formel die Erkenntniss des täglichen Gangs der Temperatur ebenso wenig wie die andern theoretischen Versuche gefördert hat.

Anderseits ist aber für sehr viele Fragen die Kenntniss des Temperaturgangs und damit der wahren Mitteltemperatur so wichtig, dass wir uns auf irgend welchem Wege wenigstens annähernd den Werth dieser Mittel verschaffen müssen. Man definirt in der Klimatologie das aus 24stündigen, an jedem Tag angestellten Beobachtungen erhaltene Mittel der einzelnen Elemente als wahres Mittel. Allein die Anstellung und Verarbeitung stündlicher Beobachtung bietet, selbst wenn Registririnstrumente benützt werden können, solche Schwierigkeiten, dass sie nur an wenigen Stationen I. Ordnung möglich ist. Und doch ist es nothwendig, an verschiedenen Orten diese Beobachtungen durchzuführen. Denn diese 24stündigen Aufzeichnungen gestatten, Vergleichungen zwischen den so erhaltenen Resultaten anzustellen und den Werthen, wie sie Ablesungen zu einzelnen Stunden und deren Combinationen allenfalls unter Berücksichtigung der Extreme zunächst für den Beobachtungsort ergeben. Man kann damit angeben, um wieviel das Resultat einer Beobachtungsreihe, wie sie eine bestimmte Tagesstunde oder besser die Combination mehrerer liefert, über oder unter dem 24stündigen, also wahren Mittel liegt, und man wird diese Reduction auf wahre Tagesmittel auf einen mehr oder minder ausgedehnten geographischen Bezirk rings um solche Station I. Ordnung hin anwenden dürfen. Existirt nun eine hinreichende Anzahl solcher, klimatologische Fixpunkte bildender Stationen mit Registrirbeobachtungen, so wird dieses sehr weitmaschige Netz als Grundlage für ein dichtes Netz von Stationen II. und III. Ordnung mit Terminsbeobachtungen verwendet werden können, für welche sämmtliche dann auf wahre Mittel reducirt werden kann. Die für diesen Fall bestimmt zu stellende Frage lautet dann: „Welcher Beobachtungstermin, oder welche Combination von solchen kommt für den geographischen Bezirk einer Station I. Ordnung in seinen Resultaten dem wahren Mittel am nächsten und welche Reductionsgrössen sind zu gebrauchen, um bei Benutzung dieser oder anderer Combinationen, deren Anwendung aus besonderen Gründen wünschenswerth sein kann, die wahren Tagesmittel zu erhalten?

Ich habe versucht, diese Frage zunächst für München zu lösen und dann die Untersuchung zu verallgemeinern.

II.

Um der Beantwortung der eben formulirten Frage näher zu rücken, waren zuerst die zwei folgenden rechnerischen Aufgaben zu erledigen:

1. Bestimmung der Reduction der Stundenmittel in den einzelnen Monaten und im Jahresmittel.
2. Ermittlung der aperiodischen Tagesschwankung und Reduction von $\frac{1}{2}(M + m)$ auf 24 stündige Mittel.

Das für Ermittlung der Frage 1 verwendete Material findet sich in den in der Anmerkung[1]) genannten Bänden der „Annalen der Münchner Sternwarte“.

Vom Jahre 1867 beginnend, musste ich die Reductionen der Stundenmittel selbst rechnerisch bestimmen. Bei der hiebei nöthigen gleichzeitigen Benützung der Monatsmittel, die aus den 24 stündigen Beobachtungen sich ergaben und die an den Köpfen der monatlichen Publicationen der Stern-

---

1)

Für die Jahre 1848—56	. . . .	Supplementband III
„ „ „ 1857—66	. . . .	„ VI
und diese beiden Reihen zusammengezogen in	. . . . .	„ VI
Für 1867—68	Monatliche Stundenmittel	Band XVIII
„ 1869	Monatliche Mittel der Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstunden	Manuscript
„ 1870—71	„ „ „ Nachtstunden	Band XXI
	„ „ „ Tagstunden	„ XIX
„ 1872—73	„ „ „ Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstunden	„ XX
„ 1874—75	„ „ „ Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstunden	„ XXI
„ 1876—80	„ „ „ Nachtstunden	Manuscript
	„ „ „ Tagstunden in besonderen Publicationen unter dem Titel: „Meteorologische und magnetische Beobachtungen der k. Sternwarte bei München“.	

Das bei 1869 und 1876—80 erwähnte Manuscript war vom stellvertretenden Custos der k. Sternwarte, Herrn Feldkirchner, der meteorologischen Centralstation bei Verarbeitung der Münchner Reihe zur Verfügung gestellt worden.

Die ersten beiden Reihen waren bereits a. a. O. berechnet; Rechen- und Druckfehler, die sich hier nachweisen liessen, wurden entsprechend verbessert. Diese Correcturen finden sich, wie auch später noch auftretende, in dem 4. Heft der „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern 1882“.

warte angegeben sind, musste aber sehr grosse Vorsicht angewendet werden, indem viele dieser Werthe, obwohl als „Monatsmittel“ bezeichnet, nur aus den zwölf Tagstunden gerechnet sind, und sich überhaupt viele Rechen- und Druckfehler in den Annalen vorfanden.

Die Reductionen der Reihen 1848—66 und 1867—80, sowie der vereinigten 1848—80 wurden graphisch geprüft, für welche Controlle der Massstab so angenommen worden ist, dass für die Ordinaten 1^0 C. = 5 cm. für die Abscissen 1 Stunde = 2 cm war. Hiebei durch Unregelmässigkeiten im Verlauf der Curve angedeuteten Fehlern wurde nöthigenfalls bis zu den Originaltabellen nachgeforscht und dieselben berichtigt.

Das Material zur Beantwortung der zweiten Frage ist von verschiedenem Werthe, indem vom Jahre 1848—69 nur stündliche (Punkt-) Registrirung vorhanden ist, während vom Jahre 1870 an ausserdem noch Thermographen zur Verwendung kamen. Durch die erstere können natürlich wirkliche Extreme nur bedingungsweise gewonnen werden und wird im Allgemeinen die durch Punktregistrirung gewonnene Amplitude zu klein ausfallen, selbst dann, wenn man die Extreme für jeden einzelnen Tag der ganzen Reihe aus den Originaltabellen der Registrirung heraussucht. Dies ist gelegentlich der allgemeinen, demnächst durch die meteorologische Centralstation zu veröffentlichenden Verarbeitung geschehen und liegt dies Material auch meiner Arbeit zu Grunde. Die Originalaufzeichnungen finden sich in den unten angegebenen Bänden der Annalen der Sternwarte:[1])

Selbstverständlich sind die in den Originaltabellen durchweg nach R.^{0} angegebenen Temperaturen bei dieser Verarbeitung sämmtliche in C.^{0} übertragen worden.

---

1)

Für 1848—54	Band	VIII	Registrirbeobachtungen
„ 1855—59	„	XII	
„ 1860—66	„	XV	
„ 1867—68	„	XVIII	
„ 1869 Tagstunden	„	XIX	
„ 1869 Nachtstunden	„	XXI	
„ 1870—71	„	XIX	Beobachtung mit Thermographen.
„ 1872—73	„	XX	
„ 1874—75	„	XXI	
„ 1876—80 in den meteorologischen und magnetischen Beobachtungen der k. Sternwarte bei München			

Diese beiden Reihen 1848—69 und 1870—80 wurden dann vereinigt und hieraus die Reductionen von Maximum und Minimum auf wahre Mittel bestimmt.

Vermittelst der Reductionen der Einzelstunden und der Extreme wurden dann die Reductionen der Combinationen berechnet.

Die Bestimmung der Reduction der Extreme lässt sich, wie schon aus der oben gemachten Andeutung hervorgeht, in einer Hinsicht angreifen. Die Extreme der Reihe 1848—69 sind nicht genau die wahren Extreme, allein da sie nicht aus dem periodischen Gang der Temperatur abgeleitet, sondern für jeden Tag einzeln bestimmt sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass diese Extreme den wahren nahe kommen. Noch grösser aber dürfte die Annäherung sein für die aus diesen Extremen abgeleiteten Mitteltemperaturen. Denn man wird doch annehmen dürfen, dass im Mittel für eine so lange Reihe das Maximum ebensoviel über der wärmsten Stunde als das Minimum unter der kühlsten Stunde für jeden einzelnen Tag genommen liege.

Die Abweichung dieser mittleren Extreme vom wahren Mittel wurde in derselben Weise gewonnen, wie jene der Stundenmittel; daher auch die Reduction der ersteren auf wahre Mittel in gleicher Weise wie dort beschrieben anzuwenden ist. Ganz andere Resultate würde man erhalten, wenn man die Reduction der nach dem periodischen Gang extremsten Stunden der einzelnen Monate einführen wollte, was aus folgender kleinen Tabelle ersichtlich wird.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Reduction des Mittels d. extremsten Stunden	−0,58	−0,62	−0,51	−0,16	−0,02	0,06	−0,02	−0,18	−0,46	−0,70	−0,61	−0,58	−0,36
Reduction des Mittels der wahren Extreme	−0,06	−0,13	−0,23	−0,06	0,04	0,10	0,08	−0,06	−0,19	−0,28	−0,06	−0,06	−0,08

Während sich also die Reductionen der mittleren aperiodischen Extreme fürs Jahr fast ausgleichen, ist das nicht der Fall, wenn man das gleiche für periodische Mittel, d. h. für die extremsten Stundenmittel durchführt. Diese Reductionen fallen durchweg negativ aus, mit Ausnahme der Monate Juni und Juli, wo sie wenig über die Mittellinie aufsteigen.

Wild[1]) und Hann[2]) haben hierüber auch Vergleiche angestellt, die im gleichen Sinne sprechen.

Man sieht also, dass es durchaus nicht zulässig ist, an Stelle der wahren Extreme, die aus dem periodischen täglichen Gang abgeleiteten zu setzen, wenn man für das Mittel der ersteren die Reduction auf wahre Tagesmittel finden will.

Anderseits zeigt aber dieses gleiche Verhalten, das München mit den übrigen Orten aufweist, dass die oben gegen die Extrembildung aus Punktregistrirung angeführten Bedenken nicht beträchtlich ins Gewicht fallen.

Der Besprechung der Reductionen mögen zunächst jene Tabellen vorausgehen, welche die Basis der gegenwärtigen Untersuchung bilden. Es sind dies die Monats- und Jahresmittel der Temperatur nach 24stündigen Beobachtungen, die nach der früher erwähnten Methode gewonnenen mittleren Maxima und Minima, und die durch $\frac{1}{2}$ $(M+m)$ erhaltenen Monats- und Jahresmittel der Temperatur.

Tabelle 1.

33jährige Monats- und Jahresmittel bezüglich der Periode 1848—80.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni[3])	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Wahre, d. h. 24stünd. Temperaturmittel	−2,77	−0,86	1,98	7,42	11,56	15,51	17,05	16,37	12,77	7,84	1,41	−2,23	7,17
Mittleres Maximum	0,51	2,95	6,56	12,74	16,98	21,02	22,68	21,94	18,26	12,51	4,61	0,76	—
Mittleres Minimum	−5,96	−4,40	−2,14	2,22	6,06	9,81	11,25	10,92	7,67	3,72	−1,52	−5,10	—
Temperaturtagesmittel gewonnen aus $\frac{1}{2}$ $(M+m)$	−2,72	−0,73	2,21	7,48	11,52	15,41	16,97	16,43	12,96	8,12	1,55	−2,17	7,25

1) Wild, Temperaturverhältnisse des russischen Reichs. S. 145.

2) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. VI. S. 280.

3) Sämmtliche Mittel dieser Colonne sind 32jährig, weil der Juni 1865 für die Extreme fehlte und zur Vergleichbarkeit auch beim wahren Mittel weggelassen wurde. Das 33jährige wahre Mittel ist 15,47.

Die folgende Tabelle (2) hingegen bringt die Reductionen der Einzelstunden selbst für jedes Monat und für das Jahr. Sie bezieht sich, wie die vorhergehende, auf die Periode 1848—80.

Die betreffenden Reductionen sind hiebei wieder so gebildet, dass sie mit ihrem Zeichen zur Temperaturangabe der Einzelstunde gefügt diese auf wahre Mittel zurückführen.

In der Tafel I wurden diese Werthe graphisch dargestellt und zwar so, dass von der als Abscissenachse dienenden Linie des wahren Mittels aus die positiven Reductionen nach abwärts, die negativen nach aufwärts eingetragen wurden. Während also die Abscissen die Stunden von Mitternacht bis Mitternacht geben, zeigen die Ordinaten stets an, um wie viel unter oder über dem wahren Mittel die Temperatur der einzelnen Stunde liegt. Diese Darstellung gibt aber natürlich zugleich ein Bild des täglichen Gangs der Temperatur. Ich habe die Curven, die ich zur graphischen Controlle benutzt habe (siehe S. 195), auch noch verwendet, um mir daraus die Daten für die Tabelle 3 zu entnehmen, welche die Wendepunkte der Temperaturcurven und die Schnittpunkte mit der Mittellinie bringt. Dazu habe ich noch die Zeiten des mittleren monatlichen Sonnen-Auf- und -Untergangs aus den Annalen der Sternwarte Supplementband III Seite VIII beigezogen.

Ueberblickt man Tabelle 2 und Tafel I, so ersieht man wie im Laufe des Jahres die Eintrittszeit der Extreme variirt und in welcher Art dadurch die Lage der vormittäglichen und nachmittäglichen Tagesmittel, d. h. der Schnittpunkte der Tagescurve mit der Mittellinie verändert wird.

Die Eintrittszeit des tiefsten Stundenmittels wechselt nämlich zwischen 4^{30} a im Juli und 6^{54} a im Januar. Vergleicht man aber diese Zeitpunkte mit denen des mittleren Sonnenaufgangs der verschiedenen Monate, so fallen die beiden Termine in den meisten Monaten ziemlich nahe zusammen. Die grössten Differenzen zwischen der Zeit des Sonnenaufgangs und dem Eintritt des Temperaturminimums zeigen einerseits der Juni, wo das Minimum $0^h\ 30^m$ nach, anderseits der December, wo es $1^h\ 33^m$ vor Sonnenaufgang stattfindet, so dass die Wärmedämmerung im Winter viel entschiedener sich geltend macht als im Sommer, wo ihr Einfluss durch andere Umstände, wahrscheinlich vor Allem durch Verdunstung mehr oder weniger aufgehoben, ja sogar während einiger Zeit übercompensirt wird.

Tabelle 2.

München. Reductionen der Stundenmittel auf wahre

	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	*m*
Januar	0,98	1,06	1,21	1,29	1,35	1,44	**1,46**	1,39	0,66	–0,39	–1,28	–2,09
Februar	1,44	1,64	1,74	1,81	1,94	**2,06**	**2,06**	1,56	0,48	–0,80	–1,97	–2,64
März	2,03	2,25	2,47	2,64	2,83	**2,93**	2,61	1,50	–0,06	–1,35	–2,37	–3,19
April	2,93	3,28	3,60	3,90	**4,12**	3,65	2,48	0,66	–0,84	–2,12	–3,05	–3,80
Mai	3,48	3,89	4,25	**4,48**	4,26	2,97	1,37	–0,21	–1,43	–2,49	–3,36	–3,81
Juni	3,65	4,06	4,44	**4,66**	4,06	2,53	0,90	–0,50	–1,72	–2,71	–3,44	–3,90
Juli	3,68	4,02	4,40	**4,73**	4,39	2,85	1,14	–0,43	–1,74	–2,71	–3,41	–3,94
August	3,16	3,52	3,88	4,20	**4,36**	3,49	2,01	0,14	–1,32	–2,43	–3,30	–3,94
September	2,76	3,05	3,39	3,64	**3,91**	3,83	2,66	0,79	–0,91	–2,27	–3,33	–4,07
October	1,84	2,06	2,24	2,40	2,56	**2,67**	2,41	1,25	–0,20	–1,60	–2,65	–3,39
November	0,96	1,07	1,19	1,28	1,34	**1,41**	1,39	0,94	0,13	–0,92	–1,74	–2,36
December	0,77	0,87	0,95	1,04	1,09	**1,12**	1,07	1,00	0,41	–0,51	–1,36	–2,04
Jahr	2,30	2,56	2,80	3,00	**3,01**	2,57	1,79	0,68	–0,55	–1,69	–2,61	–3,27

Tabelle 2.

Monate	Aufgang der Sonne	Untergang der Sonne	Eintritts- tiefsten Stunden-mittels	vormittäg. Tagesmittels	höchsten Stunden-mittels
Januar	7 h 46 m	4 h 34 m	**6 h 54 m** a	**9 h 38 m** a	**1 h 27 m** p
Februar	7 14	5 19	6 48	9 22	1 34
März	6 17	6 04	6 34	8 57	1 59
April	5 12	6 49	5 30	8 27	2 19
Mai	4 23	7 30	4 36	7 52	2 32
Juni	4 03	7 58	4 33	**7 37**	2 36
Jnli	4 19	7 52	**4 30**	7 43	**2 45**
August	4 56	7 13	5 03	8 06	2 25
September	5 38	6 11	5 40	8 28	2 20
October	6 22	5 09	5 51	8 51	1 55
November	7 12	4 21	6 06	9 07	1 33
December	7 45	4 07	6 12	9 27	1 30

Tagesmittel. Beobachtungsreihe 1848 — 80.

1p	2p	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	10p	11p	*mn*	
-2,59	**-2,62**	-2,26	-1,52	-0,75	-0,36	-0,04	0,20	0,38	0,53	0,71	0,84	Januar
-3,12	**-3,31**	-3,11	-2,54	-1,60	-0,76	-0,26	0,14	0,47	0,71	0,95	1,18	Februar
-3,71	**-3,94**	-3,85	-3,47	-2,62	-1,39	-0,45	0,11	0,61	1,04	1,40	1,69	März
-4,23	**-4,45**	-4,44	-4,18	-3,50	-2,34	-0,85	0,10	0,81	1,38	1,93	2,40	April
-4,26	**-4,53**	**-4,53**	-4,22	-3,57	-2,61	-1,24	0,12	1,05	1,76	2,37	2,88	Mai
-4,31	**-4,54**	-4,49	-4,19	-3,55	-2,63	-1,45	0,00	1,24	1,95	2,60	3,10	Juni
-4,34	-4,58	**-4,68**	-4,37	-3,82	-2,93	-1,57	0,08	1,10	1,91	2,56	3,13	Juli
-4,49	**-4,72**	-4,66	-4,36	-3,70	-2,53	-1,06	0,21	1,06	1,72	2,30	2,78	August
-4,59	**-4,83**	-4,77	-4,36	-3,42	-1,87	-0,57	0,24	0,93	1,52	2,06	2,48	September
-3,90	**-4,08**	-3,88	-3,19	-1,94	-0,91	-0,15	0,43	0,89	1,26	1,58	1,70	October
-2,63	-2,57	-2,22	-1,46	-0,76	-0,34	-0,01	0,27	0,47	0,67	0,80	0,95	November
-2,29	-2,22	-1,80	-1,05	-0,54	-0,30	-0,02	0,16	0,32	0,47	0,58	0,70	December
-3,70	**-3,87**	-3,72	-3,24	-2,48	-1,58	-0,64	0.17	0,78	1,24	1,65	2,00	Jahr

zeit des	Zeitdifferenz zwischen dem				
nachmitt. Tagesmittels	höchsten und tiefsten Stundenmittel	höchsten Stundenmittel und vormittäg. Tagesmittel	höchsten Stundenmittel und nachmittäg. Tagesmittel	tiefsten Stundenmittel und Sonnenaufgang	Monate
7 h 09 m p	**6 h 33 m**	**3 h 49 m**	5 h 42 m	-0 h 52 m	Januar
7 39	6 46	4 12	**6 05**	-0 36	Februar
7 48	7 25	5 02	5 49	0 17	März
7 54	8 49	5 52	5 35	0 18	April
7 55	9 56	6 40	5 23	0 13	Mai
8 00	10 03	6 59	5 24	**0 30**	Juni
7 57	**10 15**	**7 02**	**5 12**	0 11	Juli
7 50	9 22	6 19	5 25	0 07	August
7 42	8 40	5 52	5 22	0 02	September
7 18	8 14	5 04	5 23	-0 31	October
7 02	7 27	4 26	5 29	-1 06	November
7 06	7 18	4 03	5 36	**-1 33**	December

Tabelle 4. **Abweichung der einzelnen Monats- und**

Jahrgang	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1848	— **5,79**	2,17	1,80	1,88	0,28	1,03
1849	1,77	2,42	— 0,89	— 1,50	0,78	1,20
1850	— 3,52	3,82	— 2,02	— 0,08	— 0,88	0,24
1851	2,40	— 1,15	— 0,13	1,07	— 3,03	— 0,35
1852	2,57	1,31	— 2,76	— **3,09**	0,59	0,02
1853	2,67	— 2,19	— **4,06**	— 2,66	— 0,69	— 0,33
1854	— 0,83	— 2,40	— 0,79	— 0,43	1,14	— 1,22
1855	— 3,36	— 1,89	0,44	— 1,61	— 0,97	— 0,48
1856	1,09	2,21	— 1,34	1,46	— 0,69	0,76
1857	— 0,71	— 2,63	— 0,70	— 1,23	0,22	— 0,78
1858	— 3,47	— 5,20	— 1,38	0,07	— 1,89	2,32
1859	— 0,33	0,16	3,25	0,13	0,20	— 0,03
1860	2,59	— 3,51	— 1,59	— 1,42	0,88	— 0,22
1861	— 4,24	2,11	1,50	— 1,94	— 0,92	0,57
1862	0,26	— 0,28	**3,90**	2,21	1,89	— 0,93
1863	3,20	0,53	0,89	0,33	1,23	— 0,72
1864	— 5,13	— 1,92	1,46	— 2,92	— 1,05	— 0,88
1865	1,72	— 3,37	— 3,65	2,51	3,69	— 1,30
1866	**4,05**	3,51	0,72	1,54	— 1,75	1,20
1867	1,29	4,17	0,61	0,84	1,03	— 0,26
1868	0,01	3,11	0,52	0,17	**5,43**	1,73
1869	— 0,86	**5,84**	— 2,12	**2,50**	3,06	— 2,27
1870	— 0,24	— **5,33**	— 1,69	— 0,47	2,82	0,59
1871	— 3,77	0,56	1,69	0,11	— 1,98	— **2,89**
1872	— 0,07	— 1,01	2,70	1,52	0,93	— 0,55
1873	3,37	— 0,79	3,27	— 0,74	— 2,03	0,07
1874	1,87	— 1,18	0,26	1,84	— 2,88	0,36
1875	3,16	— 5,20	— 2,56	— 0,14	2,32	1,54
1876	— 1,79	1,09	1,92	0,96	— **3,12**	0,51
1877	4,33	3,36	— 0,70	— 1,22	— 1,87	**2,45**
1878	— 0,11	0,86	— 0,30	0,32	1,14	— 0,38
1879	0,92	1,74	— 0,25	— 0,93	— 2,61	0,21
1880	— 3,15	— 0,76	1,96	1,04	— 1,27	— 1,30

Jahresmittel vom langjährigen Mittel.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
0,09	0,32	— 0,81	0,46	0,28	1,18	0,24
— 0,63	— **1,81**	— 0,73	0,24	— 1,78	— 1,50	— 0,21
— 1,16	— 0,25	— 2,40	— 2,49	2,94	1,78	— 0,34
— 1,79	1,02	— **2,73**	0,91	— 3,16	— 0,52	— 0,79
0,65	— 0,23	— 0,52	— 1,14	**5,53**	4,35	0,60
0,48	0,18	— 0,51	— 0,10	— 0,08	— 4,26	— 0,96
— 0,17	— 1,25	— 1,19	0,36	— 1,51	3,10	— 0,44
— 0,61	0,51	— 0,69	**2,51**	— 0,71	— 3,26	— 0,85
— 1,79	1,34	— 1,42	0,08	— 2,65	0,14	— 0,07
1,24	0,57	0,71	2,09	0,03	0,69	— 0,04
— 1,47	— 1,62	1,60	0,42	— 4,35	1,94	— 1,09
2,99	**1,93**	— 0,35	0,95	— 0,49	— 1,95	0,54
— **3,07**	— 1,25	— 0,64	— 1,22	— 2,19	0,69	— 0,91
— 0,63	1,13	— 0,07	0,30	1,71	— 0,66	— 0,10
0,19	— 1,25	0,47	1,61	1,04	1,48	0,88
— 1,18	1,63	— 0,69	0,89	1,88	2,86	0,90
— 1,32	— 2,24	— 0,60	— 2,11	— 0,52	— 3,66	— **1,74**
1,63	— 0,58	1,06	0,54	2,33	— 0,89	0,30
— 0,76	— 1,43	1,85	— 1,88	1,69	3,13	0,99
— 0,87	1,36	1,33	— 1,00	— 1,10	— 1,36	0,50
0,70	1,50	**2,71**	1,31	— 1,89	5,62	**1,74**
2,07	— 0,87	1,86	— 2,04	1,80	— 0,25	0,79
2,45	— 1,25	— 1,43	0,08	0,40	— 3,85	— 0,66
0,66	0,39	1,76	— **2,75**	— 2,11	— 6,67	— 1,25
0,78	— 0,81	1,49	1,65	3,09	3,18	1,08
2,24	1,64	— 0,46	1,75	1,14	0,38	0,82
3,05	— 1,13	1,90	0,58	— **2,76**	— 0,62	0,11
— 0,79	1,82	— 0,14	— 2,21	0,52	— 1,87	— 0,30
0,88	1,32	— 0,08	2,04	— 1,11	3,91	0,54
— 0,51	1,37	— 2,62	— 1,90	2,92	1,52	0,59
— 1,31	— 0,02	0,42	1,12	— 0,62	— 1,85	— 0,06
— 2,60	1,09	0,58	— 1,44	— 2,51	— **8,56**	— 1,20
0.49	1,24	0,37	0,26	2,40	**5,78**	0,38

Das periodische Maximum tritt in der Zeit zwischen 2^{45} p (Juli) und 1^{27} p (Januar) ein. Die zwischen den Epochen liegende Zeit, vom Minimum zum Maximum gerechnet, variirt demnach von 6^{h} 33^{m} (Januar) bis 10^{h} 15^{m} (Juli).

Es kommt also der über der Mittellinie liegende Theil der Tagescurve, obwohl er das ganze Jahr hindurch nur den kleineren Zeitraum umfasst, durch seine steilere Erhebung gegenüber dem unter dem Tagesmittel gelegenen Flächenstücke zur Geltung. Diese Erscheinung in der Tagescurve hat auch ihr Analogon im jährlichen Verlauf der Temperatur, wo auch der grössere Theil des Jahrs den winterlichen Charakter trägt und nur die Intensität des verhältnissmässig kurzen Sommers den Ausgleich bietet. Diese in unserm Klima liegende Eigenthümlichkeit spricht sich bekanntlich auch hervorragend in den Monats- und Jahresisothermen aus.

Indem bei der gegenseitigen Verschiebung der Extreme das Maximum in der aufsteigenden Hälfte des Jahres vom Mittag gegen die Abendstunden hin vorrückt und gleichzeitig das Minimum gegen Mitternacht sich zurückzieht, beide Bewegungen aber nicht in gleichem Masse vor sich gehen, — die entgegengesetzten Verschiebungen finden in der zweiten Hälfte des Jahres statt — wird die Lage der vormittäglichen und nachmittäglichen Tagesmittel geändert. Das vormittägliche Mittel hat aber eine viel veränderlichere Lage (7^{37} a im Juni, 9^{38} a im Januar) als das nachmittägliche, das zwischen 7^{02} p (November) und 8^{00} p (Juni) eintritt.

In Tabelle 4 sind die Abweichungen der einzelnen Monats- und Jahresmittel von den langjährigen Werthen berechnet.

Ich habe aus diesen Daten zunächst für die Monate und das Jahr die mittlere Abweichung gebildet, die im einen oder im andern Sinne vom langjährigen Mittel eintritt. Ferner bestimmte ich dann die mittlere Veränderlichkeit der Monats- und Jahresmittel. Diese Grösse wird für uns, abgesehen von dem Interesse, das sie überhaupt besitzt, noch dadurch wichtig, dass sie ein Urtheil über die Sicherheit gestattet, die wir unseren langjährigen Mitteln beilegen dürfen.

Soferne nämlich die einzelnen Monatsmittel als zufällige Abweichungen in einem oder im andern Sinne von einem bestimmten, continuirlichen Normalgang der Temperatur aufgefasst werden dürfen, und diese

Abweichungen relativ nicht sehr grosse sind, kann man nach den Principien der Methode der kleinsten Quadrate den wahrscheinlichen Fehler des Mittels einer vorliegenden Beobachtungsreihe aus den Abweichungen der einzelnen Monatsmittel vom langjährigen Mittel berechnen.

Statt hiebei nach der genauen Gauss'schen Formel für diesen wahrscheinlichen Fehler F des Mittels aus n Daten

$$F = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n\,(n-1)}}$$

die Summe der Quadrate aller Abweichungen zu bilden, genügt es für ein nicht zu kleines n nach Fechner[1]) vollkommen, sich an die ohne Rücksicht auf das Vorzeichen gebildete Summe aller Abweichungen zu halten und zu setzen

$$F = 1{,}1955 \frac{\Sigma v}{n\sqrt{2n-1}}$$

Für uns ist aber $\frac{\Sigma v}{n} = V$, der mittleren Veränderlichkeit der Monats- resp. Jahresmittel der Temperatur für n Jahre; demnach ist der wahrscheinliche Fehler

$$F = 1{,}1955 \frac{V}{\sqrt{2n-1}}$$

Dieser Fehler wird am grössten in den Monaten December, Januar, Februar, am kleinsten im Juni.

Die Sicherheit der Monatsmittel ist, wie Tabelle 5 zeigt, für München durchschnittlich im Sommer $\pm 0{,}17^0$ C., im Winter $\pm 0{,}36^0$ C.; die des Jahresmittels kann $= \pm 0{,}1^0$ C. gesetzt werden.

Da nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung der wahrscheinliche Fehler eines Mittels umgekehrt proportional ist der Quadratwurzel aus der Zahl der Beobachtungsdaten, so ist die Zahl n_1 der Beobachtungsjahre, welche nöthig wären, um den wahrscheinlichen Fehler der n Jahre auf $F_1 = \pm 0{,}1^0$ C. zu erniedrigen, $n_1 = n \cdot 100 \cdot F^2$.

1) H. Th. Fechner, Ueber die Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers eines Beobachtungsmittels durch die Summe der einfachen Abweichungen. Poggend. Annalen. Jubelbd. 1874. S. 73.

Tabelle 5.

Hülfstabelle zur Bestimmung des Werthes

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Mittlere Abweichung	± 1,13	± 1,18	± 0,81	± 0,62	± 0,84	± 0,45
Mittlere Veränderlichkeit	2,26	2,36	1,63	1,24	1,67	0,90
Grösste posit. Abweichung	4,05	5,84	3,90	2,50	5,43	2,45
Grösste negat. Abweichung	— 5,79	— 5,33	— 4,06	— 3,09	— 3,12	— 2,89
Absolute Veränderlichkeit	9,84	11,17	7,96	5,59	8,55	5,34
Wahrscheinlicher Fehler	0,34	0,35	0,24	0,18	0,25	**0,15**
Anzahl der Jahre, die erforderlich sind, um den wahrscheinl. Fehler auf ± 0,1° C. zu erniedrigen	381	404	190	107	206	74

Tabelle 6.

Reduction der Com-

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
$^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$)	— 0,10	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,27	— 0,29
$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$)	— 0,04	— 0,08	— 0,09	— 0,26	— 0,30	— 0,29
$^1/_4$ ($8^a + 8^p + M + m$)	0,37	0,36	0,29	0,16	0,00	— 0,08
$^1/_4$ ($10^a + 4^p + 10^p + m$)	0,45	0,23	0,08	0,07	0,14	0,19
$^1/_4$ ($9^a + 3^p + 9^p + m$)	0,49	0,34	0,21	0,18	0,15	0,18
$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 8^p + m$)	0,54	0,48	0,45	0,38	0,22	0,16
$^1/_3$ ($6^a + 2^p + 10^p$)	— 0,22	— 0,18	— 0,01	0,19	0,07	— 0,02
$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$)	— 0,21	— 0,18	— 0,10	— 0,20	— 0,47	— 0,56
$^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$)	— 0,25	— 0,20	— 0,17	— 0,31	— 0,61	— 0,72
$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 9^p$)	— 0,26	— 0,26	— 0,24	— 0,39	— 0,70	— 0,80
$^1/_2$ ($10^a + 10^p$)	0,07	— 0,05	— 0,15	— 0,37	— 0,37	— 0,38
$^1/_2$ ($9^a + 9^p$)	0,52	0,47	0,27	— 0,02	— 0,19	— 0,24
$^1/_2$ ($8^a + 8^p$)	0,79	0,85	0,80	0,38	0,05	— 0,25
$^1/_2$ ($M + m$)	— 0,05	— 0,13	— 0,23	— 0,06	0,04	0,10

der Münchner Beobachtungsreihe.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
±0,63	±0,56	±0,55	±0,61	±0,90	±1,26	±0,33
1,25	1,11	1,09	1,22	1,80	2,53	0,66
3,05	1,93	2,71	2,51	5,53	5,78	1,74
—3,07	—1,81	—2,73	—2,75	—2,76	—8,56	—1,74
6,12	3,70	4,44	5,26	8,29	14,34	3,48
0,19	0,16	0,16	0,18	0,27	0,38	0,10
119	84	84	107	241	477	33

binationen. München.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
—0,31	—0,15	—0,08	0,03	—0,06	—0,13	—0,13
—0,30	—0,29	—0,25	—0,08	—0,07	—0,07	—0,18
0,04	0,06	0,16	0,28	0,23	0,26	0,17
0,16	0,09	0,00	0,15	0,30	0,45	0,19
0,12	0,13	0,09	0,23	0,33	0,45	0,24
0,22	0,27	0,33	0,43	0,39	0,45	0,36
0,06	0,16	0,14	—0,05	—0,16	—0,21	—0,02
—0,51	—0,33	—0,22	—0,14	—0,17	—0,23	—0,20
—0,70	—0,41	—0,33	—0,20	—0,26	—0,30	—0,37
—0,78	—0,55	—0,41	—0,26	—0,24	—0,28	—0,43
—0,40	—0,36	—0,37	—0,17	—0,12	—0,02	—0,22
—0,32	—0,13	0,01	0,40	0,30	0,36	0,12
—0,17	0,17	0,52	0,84	0,60	0,58	0,43
0,08	—0,06	—0,19	—0,28	—0,14	—0,06	—0,08

Bestimmt man diese Zahlenwerthe für München (Tabelle 5), so sieht man, dass unsere Reihe gerade genügende Dauer besitzt, um dem Jahresmittel die Sicherheit $\pm$ 0,1° C. zu geben, die man für normale Mittel fordert. Selbst für das günstigste Monat ist aber diese Sicherheit noch lange nicht zu erreichen, da die Sommermonate im Mittel eine Beobachtungsreihe von 95, die Wintermonate von 421 Jahren erheischen.

Zu ganz ähnlichen Resultaten, wie sie hier für München gefunden wurden, kommt man aber auch, wenn man für die geringe Anzahl Stationen Europa's, von welchen ebenfalls zuverlässige Beobachtungsreihen vorliegen, die gleiche Untersuchung durchführt.

So sind nach Hann[1]) im Klima von Wien 40 Beobachtungsjahre nöthig, um die Jahrestemperatur bis auf einen wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 0,1° C. sicher zu stellen; man muss 100 Jahre beobachten, um für die Mittel der Sommermonate dasselbe zu erreichen; für die Mittel der Wintermonate würden aber 390 Beobachtungsjahre nöthig sein, um den wahrscheinlichen Fehler auf $\pm$ 0,1° C. zu erniedrigen. Die wahrscheinlichen Fehler 20jähriger Monatsmittel sind für die Wintermonate $\pm$ 0,43° C., für die Sommermonate $\pm$ 0,23° C.

Berücksichtigt man diese in Ziffern niedergelegten Bedenken, so sieht man, dass die Fortführung der stündlichen Beobachtungen durchaus nothwendig ist.

Diese Forderung ist freilich leichter gestellt als erfüllt, denn abgesehen davon, dass hiebei heutzutage auf die sorgfältigste Instrumentenaufstellung mit Recht ein ganz ausserordentliches Gewicht gelegt wird, so darf auch noch ein zweiter Punkt nicht übersehen werden, nämlich die Verarbeitung und Publication des Beobachtungsmaterials. Nur wenn bei der Verarbeitung von vornherein die grösste Aufmerksamkeit aufgeboten wird, um das Einschleichen von Rechen- und Druckfehlern möglichst zu vermeiden, und wenn die Resultate in einer möglichst übersichtlichen, handbaren Form publicirt werden, wird die Arbeit den vollen Erfolg haben, der sonst sehr bezweifelt, ja leicht ganz abgesprochen werden muss.

1) Allgemeine Erdkunde von Hann-Hochstetter-Pokorny. Thl. 1. S. 75.

III.

Nach diesen vorbereiteten Betrachtungen sollen nun die Reductionen besprochen werden, wie sie sich in München für einzelne Stunden und Stundencombinationen ergeben, und hierauf der Werth solcher Combinationen untersucht werden, wenn man nicht mehr bei einer Station stehen bleibt, sondern auch die geographische Vertheilung in Betracht zieht.

In allen Tabellen wurden die Reductionsgrössen nach dem Vorgange Dove's so gebildet, dass zuerst die Abweichungen der Stundenmittel vom langjährigen Monatsmittel gebildet und diese dann mit entgegengesetzten Vorzeichen in die Tabelle eingetragen wurden. Es sind also die angeführten Reductionsgrössen mit ihrem Vorzeichen dem zu verbessernden rohen Werthe beizufügen, um das wahre Mittel zu bekommen.

In den Diagrammen sind dann diese Werthe, wie bereits erwähnt, so eingetragen, dass positive Reductionen von der Abscissenachse, welche das wahre Mittel vorstellt, abwärts, negative aufwärts eingezeichnet wurden, so dass in jedem Punkte der Curve zu sehen ist, ob das rohe Mittel sich über oder unter dem wahren Mittel befindet.

Reductionen für München.

I. Einzelstunden.

Wäre das Monatsmittel einer beliebigen Stunde zu München auf wahre Mittel zu reduciren, so hätte man einfach die betreffenden Werthe aus der Tabelle 5 zu entnehmen, die durch die Tafel I illustrirt wird. Die Sicherheit, die diese Correction bietet, wird nicht für alle Stunden gleich sein und hängt ab von der mittleren Abweichung des Stundenmittels vom langjährigen Mittel dieser Stunde. Nach den Angaben von Wild[1]) und Hann[2]) ist die Abweichung in unserm Klima am geringsten, und damit die Sicherheit am grössten, für die Stunden 8p und 9p. Sollten also die Angaben von Einzelstunden aus einer längeren Reihe zur Be-

1) Wild. Temperaturverhältnisse des russischen Reichs.

2) Hann. Ueber den Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt). Sitzungsberichte der k. k. Akad. der Wissenschaften. Februarheft 1881. S. 214.

stimmung vom Tagesmittel benutzt werden, so wären die Stunden 8 p oder 9 p zu wählen; am ungeeignetsten wären die Mittags- oder frühen Morgenstunden, indem dort die Abweichung und folglich auch die Unsicherheit am grössten wird.

Wäre die Reduction für eine Einzelbeobachtung in einer kurzen Zeit, einer Pentade oder einem einzelnen Tag zu bestimmen, so kommt noch in Betracht, das die Reductionen der Tabelle 5 zunächst nur für die Mitte des Monats gelten und sich im Laufe des Jahres stetig ändern.

Tafel I zeigt ausser dem täglichen Gang auch noch, wie sich der jährliche Gang der Correctionen gestaltet. Verfolgt man nämlich die einzelnen Ordinaten, so sieht man, wie die Curven des täglichen Verlaufs in ihren Schnittpunkten mit den Ordinaten von einander abweichen. Das Maximum der Variation fällt auf 3 a und 4 a, ein secundäres auf 4 p und 5 p, während die Stunde 8 p das Minimum aufweist. Ueberdies sind auch die absoluten Werthe der Reduction von 8 p die kleinsten. Die nahezu gleichen Resultate gibt Hann für Wien.

Sollte man also Beobachtungen zu einer Einzelstunde in München anstellen, in der Voraussetzung, sie dann mit verhältnissmässiger Sicherheit auf wahre Mittel zurückführen zu können, sei es für die Mittel von Monaten oder kürzeren Zeitabschnitten, so wäre hiezu die Stunde 8 p zu wählen, sowohl in Rücksicht auf die Sicherheit als auch auf die jährliche Variation. Die Zeit 7^{48} p gäbe ohne Reduction das wahre Tagesmittel für das Jahr (in Wien die Zeit 8^{30} p). Die kurze Zeit der abendlichen Wärmedämmerung scheint sehr für die gute Aufstellung der Instrumente an der Sternwarte zu sprechen.

Mit Rücksicht auf die starken, aperiodischen Schwankungen wird freilich die Sicherheit des aus einer einzelnen Stunde abgeleiteten Mittelwerthes für Anwendung auf kürzere Zeitabschnitte noch sehr gering bleiben, ja vielleicht die Zulässigkeit desselben ganz fraglich werden.

II. Combinationen.

Beträchtlich sicherer werden die Resultate von Stundencombinationen. Nach Wild beträgt die mittlere Unsicherheit für die besseren 3stündigen Combinationen, abgesehen von dem meist viel grösseren constanten Fehler, der eben als Reductionsgrösse bezeichnet wird, $\pm$ 0,09° C. und steigt für die besseren 2stündigen Combinationen auf $\pm$ 0,12° C. an. Wie bei den Einzelstunden, ist auch bei den Combinationen die Unsicherheit im Sommer etwas grösser als im Winter.

Tabelle 6 gibt die Reductionsgrössen der einzelnen Combinationen in den verschiedenen Monaten und im Jahresmittel.

Um die Untersuchung der Güte der einzelnen Combinationen zu erleichtern, habe ich für die gebräuchlicheren Combinationen die Grösse der Reductionen in den einzelnen Monaten, sowie im Jahresmittel graphisch dargestellt, und zeigt somit Tafel II sofort die jährliche Variation. Die gebrochenen Linien zeigen durch ihre Abweichungen von der als Abscissenachse dienenden Geraden, um welchen Betrag die aus der betreffenden Combination erhaltenen (rohen) Mittelwerthe von dem aus stündlichen Beobachtungen abgeleiteten (wahren) Tagesmittel abweichen. Der Abstand der ausgezogenen Horizontallinie zeigt in entsprechender Weise die Abweichung der rohen Jahresmittel vom wahren. Die Monate sind durch römische Ziffern bezeichnet.

Die praktische Schwierigkeit liegt in der gewiss nicht geringen Last, die dem Beobachter durch Einhalten der Termine auferlegt wird.

Es muss daher die Combination ausser nach sachlichen Rücksichten so gewählt werden, dass sie dem Beobachter möglichst wenig lästig fällt.

Die Anforderungen, die man ausserdem an eine gute Combination stellen muss, dürften wohl folgende sein:

1. Der absolute Werth der Reduction soll ein geringer sein;
2. derselbe soll sich im Laufe des Jahres möglichst wenig ändern.
3. Annäherung der Termine an die Zeiten der Extreme und dadurch erlangte Kenntniss derselben ist wünschenswerth.
4. Die Termine sollen so liegen, dass Einhaltung derselben dem Beobachter möglichst wenig lästig fällt.

Die Annäherung an die Zeitpunkte wird freilich nur für die Zeit des Maximums erreichbar sein, da Beobachtungen bei Sonnenaufgang, wie sie 1825—37 hier gemacht wurden, wohl nur an Sternwarten[1]) überhaupt denkbar sind. Ich bin auf diese Combination $\frac{1}{3}$ (Sonnenaufgang + $2\frac{1}{2}{}^{p}$ + Sonnenuntergang) bei ihrer Nichtanwendbarkeit auf ein ganzes Netz nicht eingegangen.

Die Kenntniss der Extreme kann aber auch durch Thermographen erzielt werden und würden dadurch Combinationen möglich sein, die aus Terminen und Extremen zusammengesetzt sind.

Dass man gerade solche Combinationen bildete, dazu haben theoretische Betrachtungen geführt. Nimmt man z. B. die Termine 8 a, 2 p, 8 p, so liegt die Reduction der Stunde 8 a im Jahresmittel um 0,68 ° C. unter, in einigen Monaten jedoch über dem wahren Mittel und zwar im Mai um 0,21, im Juni um 0,50 und im Juli um 0,43 ° C. Die Temperatur um 8 p liegt allerdings immer unter dem Mittel, im Jahresdurchschnitt aber nur um 0,17 ° C., während 2 p im Mittel um 3,87 ° C. über dem wahren Mittel liegt.

Wollte man nun aus diesen drei Terminen allein das Tagesmittel bilden, so würde man dem über dem wahren Mittel liegenden Theil der Temperaturcurve ein viel grösseres Gewicht beilegen als dem unter dem Mittel gelegenen. Durch Hereinziehung des Minimums sucht man diesem Uebelstand abzuhelfen. Es zeigt sich aber, dass man hiedurch zu tiefe Mittel erhält. Freilich erreicht man noch daneben einen andern nicht zu unterschätzenden Vortheil, der in der Sicherheit liegt, welche diese vierte Ordinate für die Annäherung an den thatsächlichen Verlauf der Temperatur an Einzeltagen durch Mitberücksichtigung der aperiodischen Schwankung gibt.

Ein rechnerisches Hülfsmittel, um die tiefer gelegenen Ordinaten der Nacht in Betracht zu ziehen, ist die Belegung einzelner Termine mit grösserem Gewicht, wie dies z. B. Kämtz für die Mannheimer Stunden in der Combination $\frac{1}{4}$ ($7^{a} + 2^{p} + 2 \times 9^{p}$) vorgeschlagen hat.

---

1) In den Vereinigten Staaten waren an den Militärstationen Sonnenaufgang und -Untergang längere Zeit als Termine benützt, wurden aber wieder aufgegeben.

Köppen macht in seiner Arbeit: „Tafeln zur Bestimmung der Mitteltemperaturen" gegen diesen Combinationsmodus, besonders im Vergleiche mit der Combination $\frac{1}{3}$ $(7^a + 2^p + 10^p)$ den Einwand, dass hiedurch einem einzelnen Zeitabschnitt (Abend) ein überwiegender Einfluss zugetheilt werde. Dieser Einwand mag berechtigt sein, soferne es sich um die Mitteltemperatur irgend eines bestimmten Tages handelt, wobei aperiodische Einflüsse mit ihrem wahren Gewicht in Betracht gezogen werden sollen. Man würde jedoch fehlgreifen, wollte man deshalb die grossen Vorzüge verkennen, welche die von Kämtz vorgeschlagene Methode der Berechnung für die Bestimmung von Mittelwerthen bei längeren Perioden besitzt.

Sehen wir nun, wie weit die Combinationen für München den oben gestellten Forderungen entsprechen.

Ich habe für unseren Beobachtungsort eine grössere Zahl von Combinationen zusammengestellt als für andere Stationen, was einerseits durch das besondere Interesse veranlasst war, das die hiesige Station für das bayerische Netz hat, anderseits dadurch bedingt war, dass mir für fremde Stationen nicht von allen Terminen, besonders nicht für die Extreme, Zahlendaten zur Verfügung standen.

Im Allgemeinen sieht man, dass die jährliche Veränderlichkeit mit der Grösse des mittleren Fehlers wächst, doch nicht so, dass sich eine vollständige Proportionalität finden lässt.

Die von der Seewarte und den mit ihr in Verbindung stehenden Stationen und deshalb auch von dem neuen bayerischen Netz angenommene Combination $\frac{1}{4}$ $(8^a + 2^p + 8^p + m)$ liefert zwar im Jahresmittel zu tiefe Werthe, allein verschiedene Gründe sprechen dennoch für diese Mittelbildung. Zunächst ist ihr Verlauf ein sehr stetiger. Die grösste Annäherung an das wahre Mittel wird im Juni erreicht; die Angaben werden am unrichtigsten im Januar. Im Juni heben sich die Reductionen von 8 a und 8 p einerseits nahezu auf, anderseits fällt das periodische Maximum auf 2^{36} p, also nahe auf 2 p und wird dadurch das Minimum ausgeglichen. Im Januar hingegen ist nur die Reduction von 2 p negativ, während die von 8 a positiv ist und derjenigen des Minimums sehr nahe kommt. Da auch 8 p eine, wenn schon geringe positive Reduction besitzt, muss für diesen Monat das Mittel beträchtlich zu tief ausfallen. Neben der Stetigkeit im Uebergang von Monat zu Monat hat aber diese Combination noch den Werth, dass die Stunde 2 p eine nicht unbeträchtliche Annäherung an das periodische Maximum gestattet. Auch der Umstand fällt ins Gewicht, dass die Termine relativ bequem für den Beobachter sind.

Berücksichtigt man die zeitliche Veränderlichkeit und das Jahresmittel der Reduction gleichzeitig, so erweist sich $\frac{1}{4}$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$) als die beste Combination, nach ihr $\frac{1}{4}$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$). Beide Combinationen zeigen das Maximum der Abweichung und zwar nach positivem Sinn in den Sommermonaten, da hier die Temperaturen in den Morgenstunden nahe an, theilweise über die Mitteltemperaturen steigen und damit die hohen Mittagangaben nicht mehr durch die, wenn auch mit doppeltem Gewicht belegten Abendtemperaturen compensirt werden können. Die Combination $\frac{1}{4}$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$) zeichnet sich, besonders in den Sommermonaten, durch ihre Beständigkeit aus.

Die in Tabelle 6 angeführten Combinationen, welche Extreme und Termine enthalten, liefern Angaben, die im Jahresmittel immer zu hoch ausfallen und also negative Reductionen fordern. Unter ihnen ist die beste $\frac{1}{4}$ ($8^a + 8^p + M + m$). Sie gibt die grösste Annäherung in den Sommermonaten, indem sich hier die Reductionen von $\frac{1}{2}$ ($8^a + 8^p$) und $\frac{1}{2}$ ($M + m$) nahezu aufheben; überhaupt zeigen diese beiden Combinationen den gerade entgegengesetzten jährlichen Verlauf, wodurch natürlich eine aus ihnen zusammengesetzte Combination, die Möglichkeit grosser Annäherung bietet. Die Combinationen, die als einfaches Mittel aus drei Terminen gebildet sind, zeigen unter sich sowohl im mittleren Fehler als im jährlichen Verlauf sehr grosse Verschiedenheit. Die Combination $\frac{1}{3}$ ($6^a + 2^p + 10^p$) hat zwar eine grosse Veränderlichkeit im Laufe des Jahres; da sie jedoch sowohl über als unter dem Mittel liegt, gleichen sich diese Fehler derart aus, dass dieselbe im Jahresmittel unter allen Combinationen sich am meisten dem wahren Mittel nähert. Sehr viel geringere Resultate liefern die Combinationen $\frac{1}{3}$ ($7^a + 2^p + 10^p$), $\frac{1}{3}$ ($7^a + 1^p + 9^p$) und $\frac{1}{3}$ ($7^a + 2^p + 9^p$), deren Angaben stets zu hoch ausfallen. Dieselben steigen im Sommer bis über $\frac{1}{2}{}^0$ C., bei der letzten Combination fastauf 1^0 C. an. Die Minima der Abweichung liegen bei sämmtlichen in den Frühjahr- und Herbstmonaten.

Als beachtenswerth erscheint, dass die meisten dreistündigen Combinationen nach mittlerem Fehler wie nach jährlicher Veränderlichkeit von geringerer Qualität sind, als die beste der zweistündigen, $\frac{1}{2}(10^a + 10^p)$, ja selbst als die Bestimmung einer Einzelstunde 8 p. Zu Gunsten der dreistündigen Combinationen lässt sich daher nur noch anführen, dass sie durch die dritte Ordinate eine grössere Sicherheit bei aperiodischen Schwankungen bieten.

Die obenerwähnte Combination $\frac{1}{2}(10^a + 10^p)$ zeigt ein sehr regelmässiges Anwachsen ihrer Reduction im negativen Sinne von der Mitte des Winters, wo sie fast 0 ist, bis zum April. Von hier bis zum September behält die Reduction nahezu den Werth $-0{,}4^0$ C. bei und sinkt dann stetig wieder bis zum winterlichen Minimum.

Die Combinationen $\frac{1}{2}(9^a + 9^p)$ und $\frac{1}{2}(8^a + 8^p)$ fallen hingegen wieder viel schlechter aus, ja die letztere muss sogar als minderwerthig wie die einmalige Beobachtung um 8 p betrachtet werden. Ihre grosse Veränderlichkeit erklärt sich sofort, wenn man sich aus Tafel I überzeugt, wie wenig im Laufe des Jahres sich 8 p verändert, während das zweite Element der Combination, 8 a, im Februar um $1{,}56^0$ C. unter, im Juni um $0{,}50^0$ C. über, und im Durchschnitte um $0{,}68^0$ C. unter dem wahren Mittel liegt.

Es erübrigt nun noch die Combination $\frac{1}{2}(M + m)$ zu besprechen, deren Reduction am Schlusse der Tabelle 9 angeführt sind.

Die Methode der Mittelbildung durch $\frac{1}{2}(M + m)$ kann, woferne man nur München und vielleicht auch da nur die Aufstellung der Instrumente bei dem gegen Norden hufeisenförmig geschlossenen Hofraum der Sternwarte in Betracht zieht, als eine sehr günstige bezeichnet werden. Die aus ihr gewonnenen Mitteltemperaturen liegen im Frühjahr und Herbst zwar etwas zu hoch und fallen die Maxima der positiven Abweichung, also negativen Reduction, auf März und October; im Hochsommer dagegen fallen die Reductionen positiv aus, immer aber bleiben sie ziemlich klein. Der Abfall vom Octobermaximum wird steiler als der Anstieg. Es dürfte dies wohl denselben Grund haben, wie bei Krakau[1]), wo Karlinski in dem Einfluss der Nebeldecke die Begründung dafür

1) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XI. S. 125.

Tabelle 7.

Jährlicher Gang der Reductionen für Combinationen

Combination	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
$^1/_4\,(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$	—0,09	—0,10	—0,05	—0,09	—0,19	**—0,25**
$^1/_4\,(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$	—0,01	—0,01	—0,06	—0,13	**—0,15**	—0,12
$^1/_3\,(6^a + 2^p + 10^p)$	**—0,15**	—0,12	0,08	0,25	0,19	0,14
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 10^p)$	—0,14	—0,10	**—0,02**	—0,11	—0,26	**—0,31**
$^1/_3\,(7^a + 1^p + 9^p)$	—0,14	—0,11	**—0,07**	—0,23	—0,43	**—0,52**
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 9^p)$	—0,20	—0,22	**—0,18**	—0,32	—0,52	**—0,61**
$^1/_2\,(10^a + 10^p)$	**0,19**	0,18	0,02	—0,15	—0,16	—0,11
$^1/_2\,(9^a + 9^p)$	0,53	**0,61**	0,42	0,16	0,01	**0,00**
$^1/_2\,(8^a + 8^p)$	0,68	**0,87**	0,81	0,51	0,18	**0,04**
$^1/_2\,(M + m)$	**0,00**	—0,05	—0,19	—0,23	—0,23	—0,18

Tabelle 8.

Mittlere geographische Veränderlichkeit der

Combination	Januar	Februar	März	April	Mai
$^1/_4\,(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08
$^1/_4\,(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$	0,02	0,03	0,07	0,09	0,09
$^1/_3\,(6^a + 2^p + 10^p)$	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 10^p)$	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
$^1/_3\,(7^a + 1^p + 9^p)$	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 9^p)$	0,06	0,05	0,03	0,06	0,08
$^1/_2\,(10^a + 10^p)$	0,10	0,08	0,11	0,11	0,11
$^1/_2\,(9^a + 9^p)$	0,21	0,15	0,11	0,13	0,18
$^1/_2\,(8^a + 8^p)$	0,32	0,25	0,11	0,12	0,22
$^1/_2\,(M + m)$	0,15	0,24	0,21	0,22	0,18

1) Für die Stundencombinationen wurden verwendet: Helsingfors (12 J.), Upsala (7), Barnaul (18), Für $^1/_2\,(M + m)$: Helsingfors (11), Petersburg (6), Krakau (50), Wien (10), München (33),

berechnet aus 10 (7) Normalstationen.[1]

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,21	— 0,05	**0,05**	0,02	— 0,01	— 0,08	— 0,09
— 0,11	— 0,07	— 0,03	— 0,01	**0,01**	— 0,03	— 0,06
0,20	**0,27**	0,23	0,01	— 0,10	— 0,14	0,07
— 0,25	— 0,14	— 0,04	— 0,06	— 0,08	— 0,13	— 0,14
— 0,44	— 0,25	— 0,13	— 0,11	— 0,12	— 0,15	— 0,22
— 0,54	— 0,36	— 0,22	— **0,18**	— **0,16**	— 0,18	— 0,31
— **0,10**	— 0,08	— 0,08	0,01	0,08	0,13	— 0,01
0,03	0,18	0,34	0,43	0,43	0,42	0,30
0,09	0,44	0,77	0,84	0,67	0,57	0,54
— 0,19	— 0,25	— 0,25	— **0,32**	— 0,19	— 0,01	— 0,18

Reductionen für Stundencombinationen.

Juni	Juli	August	September	October	November	December
0,10	0,11	0,06	0,08	0,03	0,03	0,03
0,08	0,09	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02
0,08	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04
0,07	0,10	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
0,11	0,14	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
0,11	0,12	0,07	0,07	0,03	0,04	0,05
0,12	0,14	0,12	0,11	0,12	0,07	0,09
0,19	0,20	0,13	0,12	0,14	0,14	0,19
0,27	0,24	0,17	0,12	0,18	0,24	0,28
0,22	0,24	0,20	0,18	0,27	0,22	0,19

Tiflis (20), Peking ($27^2/_3$), Greenwich (20), Brüssel (34), Wien (20), München (33), Bern (9). Paris (6), Brüssel (43).

findet, dass im November die Maxima rascher als die Minima fallen. Auch in München tritt im November ein Maximum des jährlichen Verlaufs der Bewölkung ein und zwar so, dass dasselbe sich wieder besonders an den Mittagstunden geltend macht und damit die Insolation verhindert wird, also der absolute Stand der Maxima rascher sinken muss als die Temperatur im Allgemeinen abnimmt.[1])

Die folgende kleine Tabelle gibt noch die Reductionen der mittleren Maxima und Minima auf wahre Mittel und gestattet so in Verbindung mit Tabelle 2 die Bildung jeder weiteren, hier nicht mehr gegebenen Combination.

Reduction vom	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
mittleren Maximum	–3,28	–3,81	–4,58	–5,32	–5,42	–5,51	–5,63	–5,57	–5,49	–4,67	3,20	–2,99
mittleren Minimum	3,19	3,54	4,12	5,20	5,50	5,70	5,80	5,45	5,10	4,12	2,93	2,87

Combinationen für verschiedene Stationen.

Für die Terminscombinationen wurden folgende neun auswärtige Stationen zur weiteren Untersuchung beigezogen, die sich also mit Einschluss von München auf 10 Beobachtungsorte erstreckt.

	Beobachtungsreihe	Quelle
Helsingfors	12	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.
Upsala	7	" " " " " "
Barnaul	18	" " " " " "
Tifliss	20	" " " " " "
Peking	27²/₃	" " " " " "
Greenwich	20	Nach Airy, Reductions of the Greenwich Observations. London 1878.
Brüssel	34	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.
Wien	20	Hann, Ueber den Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt).
Bern	9	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.

1) Vergleiche Heft IV S. 193 des 4. Jahrgangs der „Beobachtungen der meteorologischen Stationen in Bayern“ und „Annalen der Sternwarte bei München“. Supplementband III. S. LXIX.

Für die Reduction von $\frac{1}{2}(M + m)$ konnten wegen Mangels dieses Beobachtungselementes nicht die gleichen Stationen benützt werden. Hier wurden ausser München verwendet:

	Beobachtungsreihe	Quelle
Paris	6	Referat nach Angot in Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. 17. S. 291.
Brüssel	43	Annuaire de l'Observatoire Royal de Bruxelles. XLV. année. 1878. p. 291.
Wien	10	Hann, Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. VI. S. 280.
Petersburg	6	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs. S. 145.
Helsingfors	11	„ „ „ „ „
Krakau	50	Karlinski, Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XI. S. 125.

Von diesen Stationen lagen zuverlässige Beobachtungen vor, welche gestatteten, die für die einzelnen Combinationen erhaltenen Werthe mit aus 24 stündigen Beobachtungen gewonnenen Mitteln zu vergleichen und dies war auch der Grund, warum eben diese Stationen gewählt wurden.

Um die Qualität der einzelnen Combinationen allgemein beurtheilen zu können, wurde aus den Angaben der 10 einzelnen Stationen (bei $\frac{1}{2}(M + m)$ nur 7 Stationen), der Mittelwerth der Combinationen in den einzelnen Monaten und im Jahresmittel berechnet, wobei die Mehrzahl derselben ein Zurückgreifen auf die Mittelwerthe für die Einzelstunden erforderte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung gibt Tabelle 7. Sie gestattet die Combinationen nach ihrem mittleren jährlichen Fehler zu ordnen. Um auch noch die von der örtlichen Lage abhängige Veränderlichkeit im Verhalten der einzelnen Combinationen ersehen zu können, wurde für jede Station und jeden Monat die Abweichung von dem eben bestimmten Mittel berechnet und daraus wieder das Mittel für die Combination bestimmt.

Betrachtet man unter diesen beiden Gesichtspunkten die Combinationen, so dürften sich dieselben nach ihrer Güte in die Reihenfolge bringen, in der sie in den Tabellen 10 und 11 aufgeführt sind. $\frac{1}{2}(M + m)$ ward wieder wie bei München am Schlusse beigefügt, da sich die Untersuchung dieser Combination auf eine geringere Zahl von Stationen beschränken musste und also der Vergleich nur ein beschränkter sein kann.

In Tafel II sind die Reductionsgrössen für zwei Stationen, die klimatisch möglichste Verschiedenheit bieten, dargestellt. Hiebei ward Barnaul als Vertreter der continentalen, Brüssel der maritimen Lage gewählt. Da die Angaben für $\frac{1}{2}$ $(M + m)$ bei Barnaul fehlen, musste hier Krakau eingesetzt werden, das unter den Stationen, von welchen mir langjährige Beobachtungen des Mittels der Extreme zugänglich waren, die continentalste Lage aufweist.

Die graphische Darstellung der Verhältnisse bei sämmtlichen Stationen musste bei der Publication aus Rücksicht auf den Kostenpunkt unterbleiben; weitere Bemerkungen stützen sich aber auf die einzeln für jede Station durchgeführten Zeichnungen.

Die Zahlenwerthe für die einzelnen Combinationen und Stationen finden sich in den Tabellen 9—18.

Wie sich eigentlich im Voraus erwarten lässt, werden die sämmtlichen Combinationen fester Beobachtungsstunden bessere Resultate liefern an Stationen mit maritimem Charakter und dadurch bedingten geringeren Temperaturschwankungen als an Orten mit rein continentaler Lage. Dies spricht sich schon bei den besseren Combinationen aus und kommt besonders bei den zweistündigen in hervorragender Weise zur Geltung.

Die Combination $\frac{1}{4}$ $(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$ ergibt an allen Stationen, besonders im Juni und Juli, zu hohe Temperaturen und tritt besonders bei maritimen Stationen dies Maximum sehr auffallend hervor.

Die Combination $\frac{1}{4}$ $(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$ behält im Allgemeinen ihren Charakter bei, die schon bei München erwähnte Beständigkeit während der Sommermonate findet sich bei continentaler Lage der Beobachtungsstation stets vor.

Unter den Combinationen, die das einfache arithmetische Mittel aus drei Terminen sind, liefert $\frac{1}{3}$ $(6^a + 2^p + 10^p)$ zwar allgemein im Jahresdurchschnitt sehr gute Resultate, allein sie hat auch eben so allgemein den Fehler einer beträchtlichen Veränderlichkeit im Laufe des Jahres.

Die Combinationen $\frac{1}{3}$ $(7^a + 2^p + 10^p)$ und $\frac{1}{3}$ $(7^a + 1^p + 9^p)$ liefern allgemein zu hohe Resultate. Bei beiden fällt wie bei München das Maximum der Abweichung auf die Sommermonate und steigt bei continentaler Lage des Beobachtungsortes so hoch an, dass in diesem Falle wenigstens die letztere Combinationen kaum mehr zulässig sein dürfte.

Während $\frac{1}{4}$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$) sehr gute Resultate liefert, geben die gleichen Termine ohne Belegung der Abendstunde mit doppeltem Gewichte so ungünstige und zwar zu hohe Resultate, dass $\frac{1}{3}$ ($7^a + 2^p + 9^p$) als die schlechteste der dreistündigen Combinationen erscheint.

Ihr Werth dürfte wohl noch geringer erscheinen, wenn man beachtet, dass selbst bei der ausgesprochenen continentalen Lage Barnauls die Combination $\frac{1}{2}$ ($10^a + 10^p$) noch Werthe liefert, deren Reductionen innerhalb der Grenzen $\pm$ 0,5^0 C. bleiben.

Die beiden andern zweistündigen Combinationen $\frac{1}{2}$ ($9^a + 9^p$) und $\frac{1}{2}$ ($8^a + 8^p$) fallen bedeutend schlechter aus und schwanken in ihren Reductionen zwischen + 1,0 und — 0,25 beziehungsweise + 1,3 und — 0,2^0 C., während die Combinationen $\frac{1}{3}$ ($7^a + 2^p + 10^p$) und $\frac{1}{3}$ ($7^a + 1^p + 9^p$) sich höchstens im negativen Sinn bis — 0,75^0 C. vom wahren Mittel entfernen. In den Sommermonaten geben zwar auch die beiden letzteren zweistündigen Combinationen ziemlich günstige Resultate, im Winter fallen dieselben aber viel zu tief aus. Es rührt dies von der zeitlichen Lage der vor- und nachmittägigen Mittel her, von denen das erstere z. B. in Barnaul nie vor 8a (im Jahresmittel um 9^{03}a), während das letztere meist nahe um 8p (im Mittel 8^{16}p) eintritt, so dass in den meisten Monaten die zu tiefe Morgentemperatur vorherrscht.

Die aus den Extremen gewonnenen Mitteltemperaturen fallen bei Stationen mit höherer Breite, wie z. B. Petersburg und Helsingfors zu tief aus, bei den in niedrigeren Breiten gelegenen wenigstens im Jahresmittel zu hoch. Die Breite von München scheint besonders begünstigt zu sein. Der jährliche Verlauf zeigt allgemein dieselbe Tendenz: die Curve besitzt — absolut betrachtet — ihre tiefsten Stellen ungefähr in der Mitte des Sommers und Winters, während die höchsten Punkte im Frühjahr und Herbst liegen. Beim Uebergang von maritimen zu continentalen Lagen scheinen in der gegenseitigen Lage der Wendepunkte geringe Verschiebungen einzutreten. Je nachdem nun an einem Orte die mittlere Reduction dieser Beobachtungscombination über oder unter dem wahren Mittel liegt, wird die Qualität der Combination für die einzelnen Monate vom Jahresverlaufe der Abweichungen abhängig sein. Kommen nämlich Orte in Betracht, wo das Jahresmittel der Reduction positiv ausfällt, so entfernt sich die Curve beim Anstiege vom wahren Mittel und nähert sich beim Abfall, während bei mittlerer negativer Reduction genau das Gegentheil stattfindet.

In Folge dessen ist die geographische Veränderlichkeit dieser Combination eine verhältnissmässig sehr beträchtliche.

Bevor aber nicht von mehr Stationen zuverlässige Beobachtungen der wahren Extreme und gleichzeitig 24stündige Mittel bekannt sind, und bevor nicht der hier jedenfalls sehr in Betracht kommende Einfluss der Höhenlage ersichtlich wird, ist ein allgemeineres Urtheil über diese Combination nicht möglich.

Fassen wir die bisherigen Ergebnisse, soweit sie sich auf die Beobachtungspraxis beziehen, zusammen, so können wir schliesslich folgende Resultate ziehen:

„Berücksichtigt man örtliche und zeitliche Veränderlichkeit gleich-„zeitig, so ist als die beste Combination $\frac{1}{4}(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$ zu „bezeichnen, an welche sich fast mit derselben Güte $\frac{1}{4}(8^a + 2^p$ „$+ 2 \times 10^p)$ anschliesst.

„Von den als arithmetisches Mittel aus drei Beobachtungen ge-„bildeten Combinationen sind noch $\frac{1}{3}(6^a + 2^p + 10^p)$ und allenfalls „$\frac{1}{3}(7^a + 2^p + 10^p)$ zu empfehlen, während $\frac{1}{3}(7^a + 1^p + 9^p)$

Tabelle 9. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,03	— 0,11	— 0,07	— 0,06	— 0,23	— 0,32
Upsala	— 0,07	— 0,14	— 0,04	0,02	— 0,22	— 0,46
Barnaul	— 0,18	— 0,18	— 0,16	— 0,16	— 0,30	— 0,40
Tifliss	— 0,08	0,00	— 0,02	— 0,08	— 0,16	— 0,17
Peking	— 0,07	— 0,11	— 0,10	— 0,26	— 0,28	— 0,23
Greenwich	— 0,04	0,02	0,09	0,09	0,02	— 0,03
Brüssel	— 0,05	— 0,10	— 0,01	0,00	— 0,06	— 0,17
Wien	— 0,12	— 0,12	— 0,10	— 0,21	— 0,24	— 0,16
München	— 0,10	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,27	— 0,29
Bern	— 0,13	— 0,16	— 0,02	0,15	— 0,18	— 0,28

„und $^1/_3$ ($7^a + 2^p + 9^p$) höchstens bei maritimer Lage zulässig „sind.

„Viel weniger Sicherheit bieten zweistündige Combinationen, unter „denen aber der Unterschied so gross ist, dass $^1/_2$ ($10^a + 10^p$) noch „als zulässige Combination — und besser als $^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$) — „bezeichnet werden kann, während $^1/_2$ ($9^a + 9^p$) sehr viel weniger „gut ist und $^1/_2$ ($8^a + 8^p$) sogar geringere Resultate liefert als die „Einzelablesung 8^p.

„Die Combinationen, welche aus Terminen und Extremen zusammen„gesetzt sind, speciell die von der Seewarte empfohlene Combination „$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 8^p + m$), dürften, soweit aus den Ergebnissen für „München geschlossen werden kann, auf die Stufe der besseren drei„stündigen Combinationen gestellt werden.

„Die Mittelbildung aus den Extremen allein kann für München „als günstig bezeichnet werden; ein allgemeines Urtheil lässt sich „bei dem Mangel eines ausgedehnten, sicheren Beobachtungsmaterials „noch nicht fällen.

„Bei Beschränkung auf eine Einzelstunde dürfte im Allgemeinen 8 p „vorzuschlagen sein; für München speciell liefert 7^{48} p Mittelwerthe, „welche im Jahresdurchschnitt die Reduction 0 haben."

Nach dieser Zusammenstellung der wesentlichsten Ergebnisse erübrigt nur noch, die zur näheren Begründung derselben erforderlichen Tabellen 9—18 mitzutheilen, die deshalb hier zum Schlusse folgen sollen.

$^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,28	— 0,08	0,07	0,02	0,02	— 0,02	— 0,09
— 0,36	— 0,01	0,25	— 0,02	— 0,05	— 0,09	— 0,10
— 0,30	— 0,08	0,00	0,00	— 0,04	— 0,14	— 0,16
— 0,11	— 0,05	0,00	0,10	0,01	— 0,07	— 0,05
— 0,15	0,00	0,02	0,02	0,05	0,00	— 0,09
0,00	0,09	0,22	0,10	0,00	— 0,08	0,04
— 0,07	0,02	0,05	0,00	0,01	— 0,08	— 0,04
— 0,15	— 0,07	— 0,09	— 0,06	— 0,06	— 0,10	— 0,12
— 0,31	— 0,15	— 0,08	0,03	— 0,06	— 0,13	— 0,13
— 0,32	— 0,12	0,05	0,02	— 0,03	— 0,06	— 0,11

Tabelle 10.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,02	— 0,04	— 0,09	— 0,12	— 0,17	— 0,16
Upsala	— 0,04	— 0,04	0,00	0,01	— 0,02	— 0,07
Barnaul	— 0,01	— 0,03	— 0,18	— 0,19	— 0,18	— 0,20
Tifliss	0,02	0,04	— 0,02	— 0,10	— 0,19	— 0,17
Peking	0,05	— 0,04	— 0,20	— 0,32	— 0,26	— 0,18
Greenwich	— 0,01	0,05	0,03	— 0,03	— 0,01	0,02
Brüssel	0,00	0,02	— 0,02	— 0,02	— 0,06	— 0,04
Wien	— 0,04	— 0,02	— 0,01	— 0,06	— 0,06	0,01
München	— 0,04	— 0,08	— 0,09	— 0,26	— 0,30	— 0,29
Bern	— 0,03	0,01	0,00	— 0,20	— 0,28	— 0,16

Tabelle 11.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,08	— 0,18	0,01	0,14	0,04	— 0,01
Upsala	— 0,12	— 0,20	0,01	0,30	0,20	0,13
Barnaul	— 0,26	— 0,16	0,23	0,21	0,20	0,18
Tifliss	— 0,19	— 0,04	0,11	0,26	0,21	0,20
Peking	— 0,12	— 0,02	0,16	0,32	0,20	0,10
Greenwich	— 0,15	— 0,09	0,06	0,22	0,19	0,19
Brüssel	— 0,10	— 0,07	0,05	0,21	0,23	0,17
Wien	— 0,11	— 0,09	0,07	0,27	0,29	0,25
München	— 0,22	— 0,18	— 0,01	0,19	0,07	— 0,02
Bern	— 0,17	— 0,14	0,06	0,33	0,31	— 0,24

Tabelle 12.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,08	— 0,16	— 0,06	— 0,11	— 0,29	— 0,33
Upsala	— 0,09	— 0,17	— 0,04	— 0,07	— 0,23	— 0,32
Barnaul	— 0,23	— 0,15	— 0,03	— 0,25	— 0,34	— 0,37
Tifliss	— 0,16	— 0,01	0,01	— 0,07	— 0,22	— 0,26
Peking	— 0,07	0,01	0,03	— 0,11	— 0,29	— 0,34
Greenwich	— 0,14	— 0,09	— 0,03	— 0,14	— 0,28	— 0,32
Brüssel	— 0,09	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,16	— 0,25
Wien	— 0,12	— 0,09	— 0,01	— 0,03	— 0,14	— 0,15
München	— 0,21	— 0,18	— 0,10	— 0,20	— 0,47	— 0,56
Bern	— 0,18	— 0,11	0,02	— 0,03	— 0,22	— 0,24

$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,16	— 0,09	— 0,01	0,01	0,04	— 0,02	— 0,07
— 0,09	0,04	0,12	— 0,04	0,01	— 0,05	— 0,01
— 0,17	— 0,06	— 0,05	0,02	0,06	— 0,03	— 0,09
— 0,08	— 0,03	— 0,01	0,00	0,02	0,00	— 0,04
— 0,13	— 0,09	— 0,11	— 0,17	— 0,02	0,02	— 0,12
— 0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	— 0,05	0,01
0,04	0,03	0,01	— 0,03	0,02	— 0,05	— 0,02
0,00	0,06	— 0,01	0,02	0,00	— 0,03	— 0,01
— 0,30	— 0,29	— 0,25	— 0,08	— 0,07	— 0,07	— 0,18
— 0,23	— 0,23	0,00	0,09	0,00	— 0,01	— 0,09

$^1/_3$ ($6^a + 2^p + 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
0,04	0,16	0,16	— 0,04	— 0,04	— 0,06	0,01
0,20	0,32	0,32	— 0,07	— 0,11	— 0,10	0,07
0,21	0,36	0,31	0,03	— 0,13	— 0,19	0,08
0,27	0,33	0,24	0,08	— 0,14	— 0,23	0,11
0,14	0,25	0,26	0,15	— 0,04	— 0,14	0,11
0,21	0,26	0,17	— 0,03	— 0,11	— 0,14	0,06
0,32	0,26	0,17	— 0,02	— 0,04	— 0,11	0,09
0,33	0,33	0,22	0,00	— 0,07	— 0,11	0,11
0,06	0,16	0,14	— 0,05	— 0,16	— 0,21	— 0,02
0,23	0,25	0,34	0,01	— 0,11	— 0,12	0,10

$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,31	— 0,13	— 0,02	— 0,05	— 0,03	— 0,06	— 0,13
— 0,29	— 0,13	0,05	— 0,09	— 0,09	— 0,09	— 0,13
— 0,32	— 0,16	— 0,03	— 0,04	— 0,11	— 0,17	— 0,18
— 0,13	— 0,05	— 0,03	— 0,01	— 0,11	— 0,19	— 0,10
— 0,22	— 0,12	— 0,08	— 0,01	— 0,01	— 0,07	— 0,11
— 0,28	— 0,19	— 0,08	— 0,09	— 0,11	— 0,13	— 0,16
— 0,11	— 0,10	— 0,05	— 0,09	— 0,03	— 0,10	— 0,10
— 0,06	0,00	— 0,02	— 0,07	— 0,08	— 0,10	— 0,07
— 0,51	— 0,33	— 0,22	— 0,14	— 0,17	— 0,23	— 0,28
— 0,29	— 0,15	0,06	— 0,02	— 0,09	— 0,13	— 0,13

Tabelle 13.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,10	— 0,13	— 0,11	— 0,23	— 0,44	— 0,52
Upsala	— 0,09	— 0,15	— 0,04	— 0,18	— 0,45	— 0,67
Barnaul	— 0,26	— 0,19	— 0,16	— 0,43	— 0,56	— 0,68
Tifliss	— 0,11	— 0,01	— 0,02	— 0,19	— 0,36	— 0,44
Peking	— 0,05	— 0,02	0,01	— 0,19	— 0,37	— 0,42
Greenwich	— 0,15	— 0,12	— 0,08	— 0,25	— 0,44	— 0,52
Brüssel	— 0,12	— 0,14	— 0,07	— 0,18	— 0,31	— 0,41
Wien	— 0,12	— 0,05	— 0,03	— 0,19	— 0,34	— 0,35
München	— 0,25	— 0,20	— 0,17	— 0,31	— 0,61	— 0,74
Bern	— 0,18	— 0,09	— 0,02	— 0,13	— 0,38	— 0,44

Tabelle 14.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,09	— 0,21	— 0,17	— 0,26	— 0,47	— 0,58
Upsala	— 0,11	— 0,24	— 0,18	— 0,28	— 0,57	— 0,78
Barnaul	— 0,33	— 0,33	— 0,27	— 0,47	— 0,68	— 0,76
Tifliss	— 0,27	— 0,14	— 0,16	— 0,28	— 0,45	— 0,52
Peking	— 0,21	— 0,18	— 0,18	— 0,37	— 0,54	— 0,58
Greenwich	— 0,17	— 0,15	— 0,14	— 0,29	— 0,48	— 0,55
Brüssel	— 0,13	— 0,19	— 0,15	— 0,27	— 0,39	— 0,53
Wien	— 0,19	— 0,19	— 0,18	— 0,33	— 0,46	— 0,43
München	— 0,26	— 0,26	— 0,24	— 0,39	— 0,70	— 0,80
Bern	— 0,26	— 0,26	— 0,12	— 0,25	— 0,44	— 0,53

Tabelle 15.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,12	0,22	— 0,07	— 0,21	— 0,21	— 0,18
Upsala	0,14	0,23	0,20	— 0,02	— 0,12	— 0,04
Barnaul	0,46	0,18	— 0,26	— 0,32	— 0,28	— 0,30
Tifliss	0,33	0,24	0,18	— 0,05	— 0,14	— 0,12
Peking	0,14	0,09	0,01	— 0,18	— 0,04	0,02
Greenwich	0,06	0,14	0,00	— 0,11	— 0,10	— 0,05
Brüssel	0,08	0,11	0,02	— 0,08	— 0,06	0,02
Wien	0,17	0,20	0,19	0,05	0,01	0,11
München	0,07	— 0,05	— 0,15	— 0,37	— 0,37	— 0,38
Bern	0,29	0,42	0,06	— 0,26	— 0,34	— 0,16

$^1/_3\ (7^a + 1^p + 9^p)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,52	— 0,27	— 0,11	— 0,08	— 0,07	— 0,08	— 0,22
— 0,64	— 0,31	— 0,02	— 0,12	— 0,13	— 0,11	— 0,24
— 0,59	— 0,38	— 0,20	— 0,13	— 0,18	— 0,24	— 0,33
— 0,23	— 0,17	— 0,10	— 0,02	— 0,09	— 0,15	— 0,16
— 0,28	— 0,13	— 0,11	— 0,05	— 0,03	— 0,05	— 0,14
— 0,44	— 0,30	— 0,17	— 0,17	— 0,18	— 0,15	— 0,25
— 0,30	— 0,20	— 0,14	— 0,14	— 0,11	— 0,13	— 0,19
— 0,29	— 0,15	— 0,12	— 0,09	— 0,08	— 0,10	— 0,16
— 0,70	— 0,41	— 0,33	— 0,20	— 0,26	— 0,30	— 0,37
— 0,45	— 0,21	— 0,01	— 0,05	— 0,11	— 0,15	— 0,18

$^1/_3\ (7^a + 2^p + 9^p)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,55	— 0,29	— 0,12	— 0,09	— 0,05	— 0,06	— 0,25
— 0,70	— 0,39	— 0,09	— 0,16	— 0,13	— 0,11	— 0,31
— 0,67	— 0,45	— 0,29	— 0,21	— 0,19	— 0,24	— 0,41
— 0,40	— 0,32	— 0,26	— 0,18	— 0,24	— 0,27	— 0,29
— 0,40	— 0,26	— 0,24	— 0,19	— 0,14	— 0,18	— 0,29
— 0,50	— 0,36	— 0,19	— 0,17	— 0,16	— 0,17	— 0,28
— 0,41	— 0,30	— 0,21	— 0,17	— 0,09	— 0,14	— 0,25
— 0,38	— 0,29	— 0,27	— 0,24	— 0,15	— 0,16	— 0,27
— 0,78	— 0,55	— 0,41	— 0,26	— 0,24	— 0,28	— 0,43
— 0,59	— 0,34	— 0,15	— 0,15	— 0,16	— 0,18	— 0,29

$^1/_2\ (10^a + 10^p)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,20	— 0,21	— 0,10	0,00	0,06	0,06	— 0,06
— 0,16	0,00	0,02	— 0,03	0,12	0,12	0,04
— 0,24	— 0,22	— 0,14	0,10	0,16	0,25	— 0,05
0,08	0,09	0,09	0,15	0,25	0,27	0,11
— 0,03	— 0,10	— 0,16	— 0,12	— 0,02	0,06	— 0,03
— 0,02	0,09	— 0,17	— 0,08	0,08	0,08	— 0,01
0,04	0,02	— 0,04	— 0,12	0,04	0,06	0,01
0,11	0,18	0,14	0,23	0,10	0,17	0,14
— 0,40	— 0,36	— 0,37	— 0,17	— 0,12	— 0,02	— 0,22
— 0,20	— 0,12	— 0,06	0,17	0,12	0,27	— 0,02

Tabelle 16.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,28	0,58	0,32	— 0,03	— 0,20	— 0,21
Upsala	0,23	0,49	0,59	0,24	— 0,14	— 0,25
Barnaul	0,92	0,91	0,28	0,02	— 0,15	— 0,20
Tifliss	0,77	0,68	0,64	0,35	0,23	0,21
Peking	0,80	0,68	0,52	0,30	0,31	0,34
Greenwich	0,43	0,53	0,37	0,19	0,08	0,08
Brüssel	0,30	0,34	0,35	0,26	0,16	0,10
Wien	0,35	0,49	0,49	0,25	0,16	0,22
München	0,52	0,47	0,27	— 0,02	— 0,19	— 0,24
Bern	0,66	0,92	0,40	0,04	— 0,14	— 0,09

Tabelle 17.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,27	0,72	0,70	0,23	— 0,16	— 0,24
Upsala	0,22	0,58	0,90	0,45	— 0,18	— 0,46
Barnaul	1,00	1,28	0,91	0,39	— 0,02	— 0,21
Tifliss	1,12	1,04	0,98	0,72	0,53	0,51
Peking	1,32	1,31	0,96	0,78	0,56	0,56
Greenwich	0,51	0,73	0,73	0,53	0,26	0,17
Brüssel	0,44	0,48	0,64	0,55	0,34	0,09
Wien	0,40	0,64	0,72	0,56	0,31	0,23
München	0,79	0,85	0,80	0,38	0,05	— 0,25
Bern	0,76	1,12	0,72	0,48	0,08	0,01

Tabelle 18.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,18	0,36	0,16	0,01	— 0,09	— 0,04
Petersburg	0,19	0,27	0,18	0,08	— 0,15	0,15
Krakau	0,16	0,05	— 0,16	— 0,22	— 0,23	— 0,37
Wien	— 0,10	— 0,26	— 0,50	— 0,19	— 0,11	— 0,26
München	— 0,05	— 0,13	— 0,23	— 0,06	0,04	0,10
Paris	— 0,20	— 0,30	— 0,40	— 0,60	— 0,70	— 0,40
Brüssel	— 0,20	— 0,35	— 0,35	— 0,65	— 0,40	— 0,45

$^1/_2$ $(9^a + 9^p)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,20	— 0,08	0,14	0,20	0,19	0,13	0,09
— 0,20	0,15	0,43	0,29	0,30	0,20	0,19
— 0,06	0,13	0,40	0,58	0,60	0,54	0,33
0,43	0,44	0,53	0,67	0,77	0,75	0,54
0,26	0,26	0,30	0,42	0,52	0,74	0,45
0,14	0,21	0,34	0,34	0,43	0,32	0,28
0,11	0,30	0,35	0,26	0,29	0,26	0,26
0,22	0,31	0,48	0,64	0,38	0,32	0,36
— 0,32	— 0,13	0,01	0,40	0,30	0,36	0,12
— 0,06	0,16	0,44	0,53	0,55	0,57	0,33

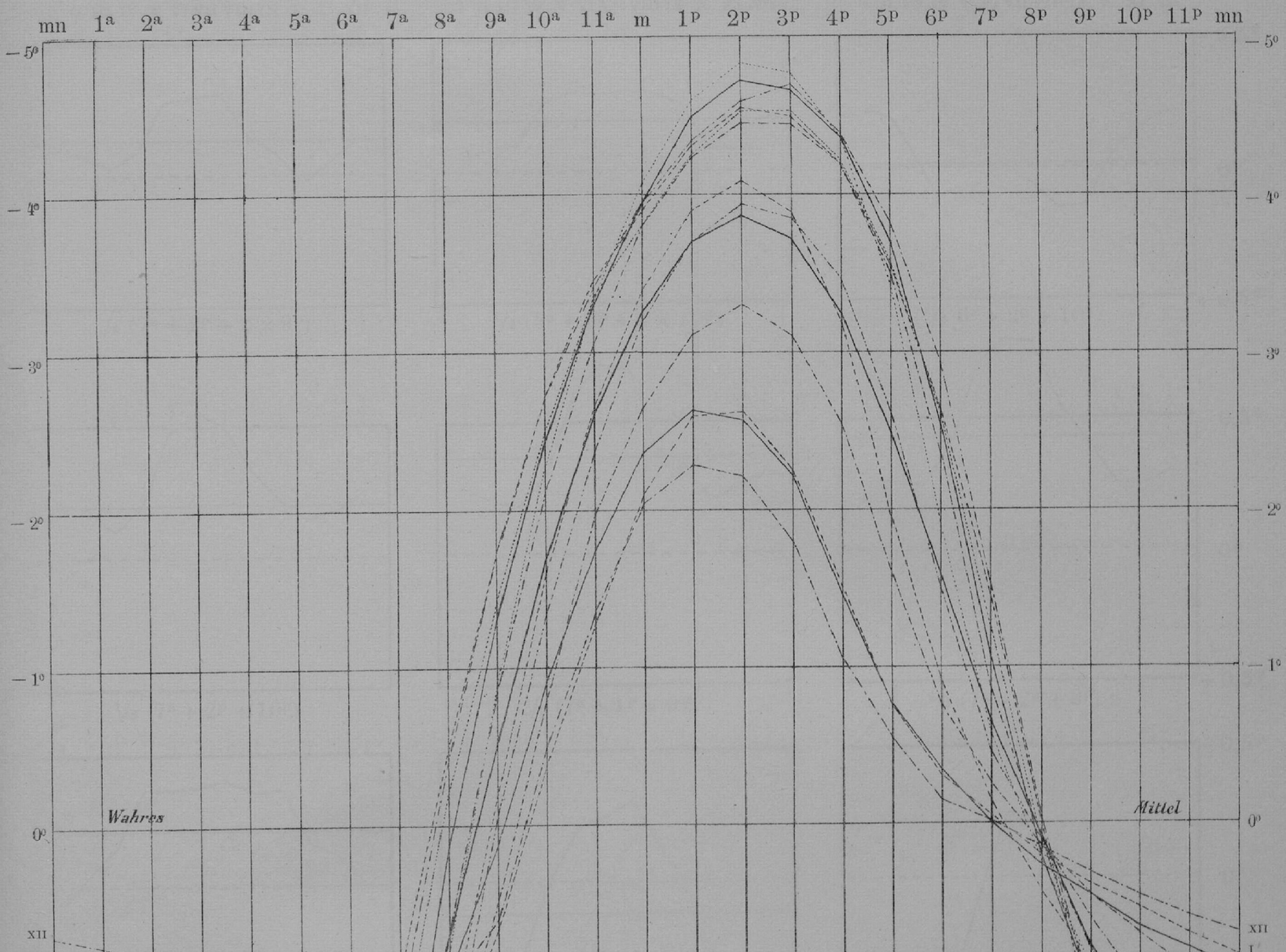
$^1/_2$ $(8^a + 8^p)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,24	0,14	0,44	0,40	0,24	0,12	0,22
— 0,32	0,22	0,84	0,61	0,40	0,22	0,29
— 0,02	0,50	0,90	0,98	0,84	0,62	0,60
0,68	0,83	0,97	1,13	1,20	1,06	0,90
0,41	0,63	0,78	1,13	1,09	1,34	0,91
0,24	0,48	0,83	0,78	0,63	0,39	0,52
0,10	0,53	0,72	0,68	0,48	0,38	0,46
0,21	0,52	0,78	0,92	0,49	0,36	0,51
— 0,17	0,17	0,52	0,84	0,60	0,58	0,43
0,04	0,38	0,89	0,90	0,74	0,60	0,56

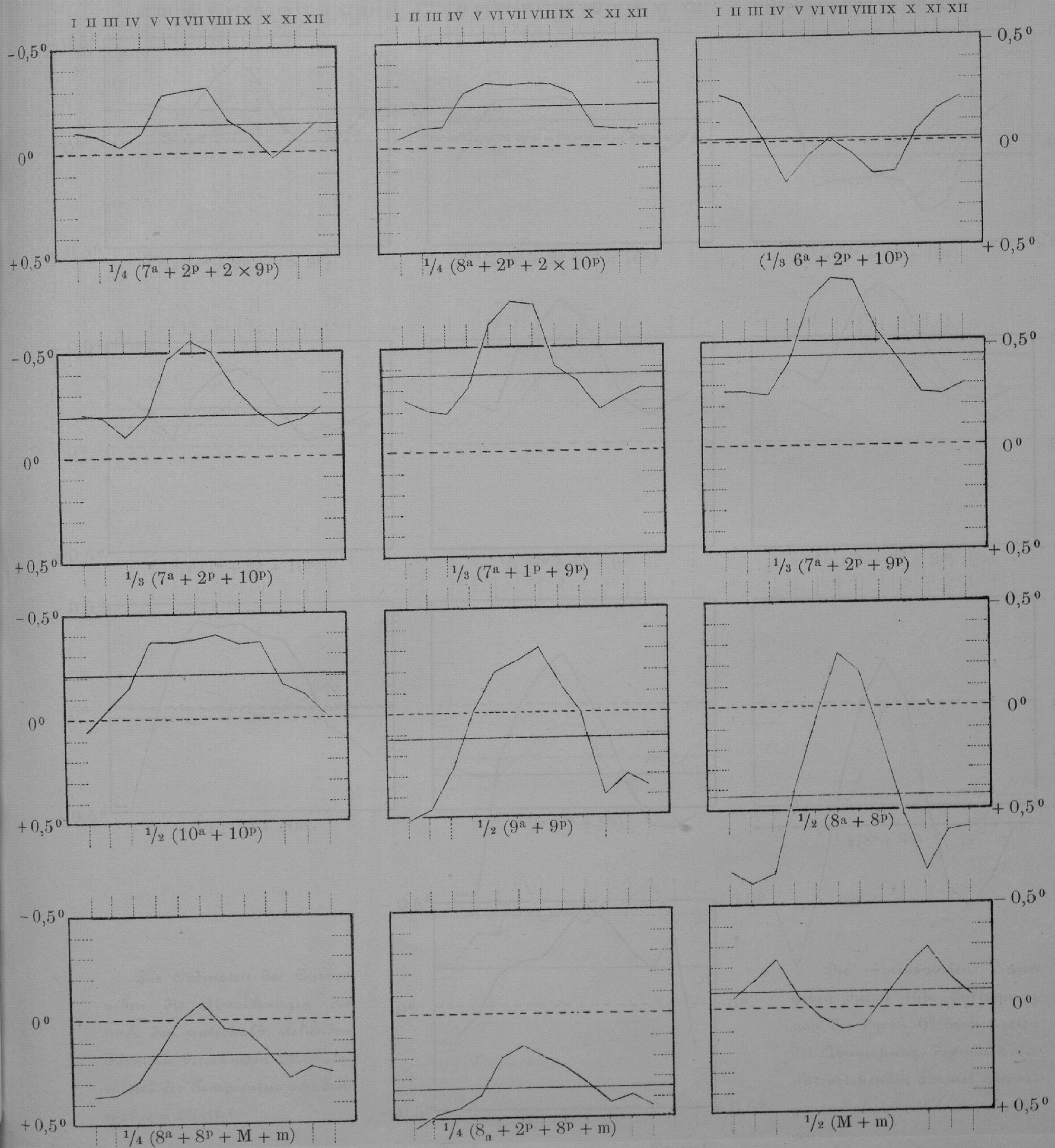
$^1/_2$ $(M + m)$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,04	— 0,04	0,00	0,11	0,19	0,22	0,08
0,22	0,03	0,06	0,00	0,14	0,21	0,12
— 0,48	— 0,39	— 0,27	— 0,17	— 0,34	0,21	— 0,18
— 0,22	— 0,31	— 0,29	— 0,50	— 0,20	— 0,06	— 0,25
0,08	— 0,06	— 0,19	— 0,28	— 0,14	— 0,06	— 0,08
— 0,50	— 0,50	— 0,60	— 0,80	— 0,60	— 0,30	— 0,49
— 0,40	— 0,50	— 0,50	— 0,60	— 0,40	— 0,30	— 0,43

Täglicher Verlauf der Reductionen von Einzelstunden in den 12 Monaten und im Jahresmittel für München.

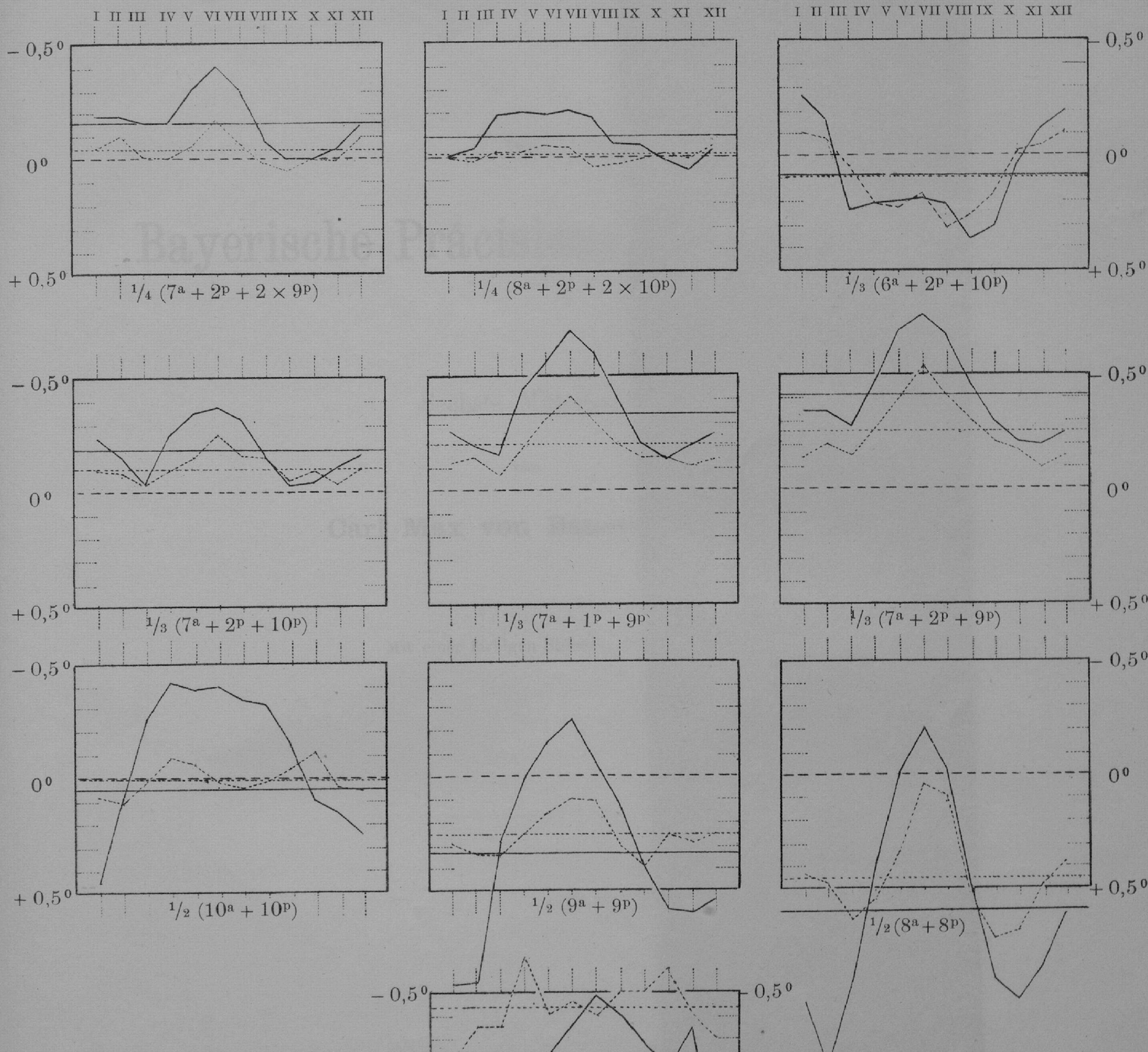


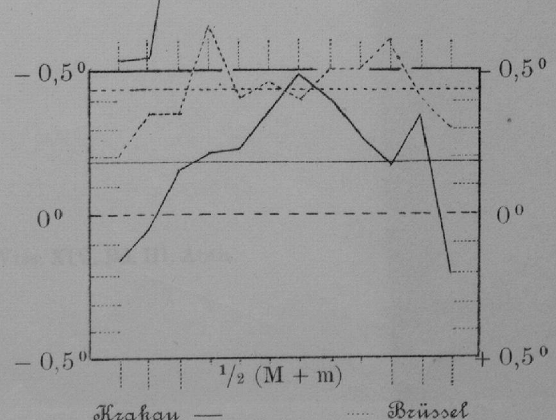
Jährlicher Verlauf der Reduction der Combinationen
München.



Jährlicher Verlauf der Reduction der Combinationen

Barnaul — ····· Brüssel.





Die Ordinaten der Curven geben die Abweichungen der nach den unterhalb stehenden Formeln berechneten Monatsmittel der Temperatur von dem wahrem Mittel.

Die horizontalen Linien geben durch ihre Entfernung von der durch 0° bezeichneten die Abweichung des nach der untenstehenden Formel gewonnenen Jahresmittels vom wahren.