

Die Bestimmung wahrer Monatsmittel der Temperatur für Bremen.

Von Dr. G. Schneider.

Man ist übereingekommen, unter mittlerer Tageswärme diejenige Zahl von Graden zu verstehen, welche man erhält, wenn man die 24 stündlichen Thermometerablesungen eines Tages addiert und diese Summe durch 24 dividiert. Bei zweistündigen Beobachtungen führt die Division der Summe durch 12 fast genau zu demselben Resultate.

In weiteren Kreisen, auch derer, denen Interesse an der Meteorologie und Verständnis für die Bedeutung derselben nicht abgeht, ist der Irrtum verbreitet, dass die Mittelzahl aus drei morgens, mittags und abends angestellten Beobachtungen sich mit der mittleren Temperatur des Tages einfach decke. Aber die Sache verhält sich in Wahrheit anders, die so gefundenen Zahlen bedürfen fast ohne Ausnahme der Korrektion. Dieselben kommen der Wahrheit dann am nächsten, wenn die drei Beobachtungsstunden durch gleiche Zwischenzeiten von einander getrennt sind, also gleichmässig verteilt liegen wie z. B. die Stunden 6 a, 2 p und 10 p, die Dove für das von ihm eingerichtete Netz von Beobachtungsstationen gewählt und trotz ihrer nicht sehr bequemen Lage auch festgehalten hat.

Die sogenannten Mannheimer Stunden 7 a, 2 p und 9 p, zu denen schon seit längerer Zeit in Elsfluth und Oldenburg beobachtet wird, und die seit 1. Januar 1887 auch auf der meteorologischen Station in Oslebshausen angenommen sind, müssen notwendig ein grösseres Mittel ergeben als die Doveschen, denn um 7 a ist die Temperatur durchschnittlich höher als um 6 a, um 9 p höher als um 10 p. Eine erste Annäherung an die Wahrheit erzielt man bei den Mannheimer Stunden dadurch, dass man der Abendbeobachtung den doppelten Wert beilegt, also das Mittel nach der Formel $\frac{1}{4} (7a + 2p + 2 \times 9p)$ berechnet.

Die Beobachtungsstunden der der Hamburger Seewarte unterstehenden Stationen, 8 a, 2 p und 8 p, liegen für den Beobachter sehr bequem; recht verwickelt ist aber das Verfahren, durch welches aus diesen drei Ablesungen zusammen mit denen des Maximum- und Minimum-Thermometers das Tagesmittel abgeleitet

wird. Bezeichnet man nämlich mit A, B, C drei Mittelzahlen und zwar

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} (8a + 8p) \\ B &= \frac{1}{3} (8a + 2p + 8p) \\ C &= \frac{1}{2} (\text{Max.} + \text{Min.}), \end{aligned}$$

so wird die erste Annäherung an das Mittel gefunden

in den 8 Monaten Sept.—April nach der Formel $\frac{1}{2} (A + B)$,

in den 4 Monaten Mai—August nach der Formel $\frac{1}{2} (A + C)$.

Die längste Reihe der in Bremen angestellten meteorologischen Beobachtungen rührt bekanntlich von dem verstorbenen Physikus Dr. Heineken her, sie umfasst volle 42 Jahre, nämlich die Zeit 1829—70. Die Beobachtungsstunden waren 8 a, 3 p und 11 p, zufällig eine Kombination, wie sie sich wohl sonst nirgends in der ganzen Welt findet, für die also die Korrekturen besonders berechnet werden mussten. Bis vor kurzem war dies überhaupt noch nicht geschehen, vielmehr wurden die Tagesmittel vorläufig einfach durch Dreiteilung der Summe ermittelt, so auch noch in der auf die Originalbeobachtungen gestützten umfassenden Arbeit über das Klima von Bremen, die Herr Dr. Bergholz in diesen Abhandlungen (X. Bd.) veröffentlicht hat. In meinem Aufsätze über den gleichen Gegenstand ¹⁾ sind zum ersten Male die Resultate einer auf die Korrekturen gerichteten Berechnung mitgeteilt, und im folgenden will ich versuchen, den Gang dieser Rechnung ausführlicher darzustellen und zu begründen.

Im ersten Augenblick kann es als unmöglich erscheinen, überhaupt mittlere Temperaturen zu berechnen für solche Orte, von denen keine stündlichen Thermometer-Aufzeichnungen vorhanden sind, und ein solcher Ort ist Bremen. Aber es hat sich herausgestellt, dass, wenn von einem Orte eine, längere Jahre umfassende Reihe stündlicher oder auch nur zweistündiger Thermometerbeobachtungen vorliegt, das Bild, welches dieselbe von dem täglichen Gange der Temperatur zu den verschiedenen Jahreszeiten giebt, nicht nur für den Beobachtungsplatz selbst, sondern auch für dessen weitere Umgebung annähernd zutrifft.

Von 1848—80, also volle 33 Jahre hindurch, sind in München stündliche Temperatur-Aufzeichnungen gemacht worden, und aus dieser Beobachtungsreihe — es ist die längste mir bekannte — hat Erk ²⁾ eine Tabelle für den täglichen Verlauf der Wärme abgeleitet. Leider ist dieselbe wegen der südlicheren Lage von München (wodurch die Zeiten des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs ein wenig verschoben sind) und bei dem mehr kontinentalen Charakter seines Klimas nicht massgebend für Nordwestdeutschland. Da eine für unsere Gegend zutreffende Tabelle noch nicht veröffentlicht ist, so blieb mir nichts anderes übrig, als mich selbst der Mühe der Berechnung einer solchen zu unterziehen.

¹⁾ Programm der Realschule in der Altstadt zu Bremen. 1887.

²⁾ Abhandlungen math.-phys. Klasse bayr. Ak. 14. Bd., 2. Abteilung.

An zuverlässigen stündlichen oder zweistündigen Thermometer-Beobachtungen, die einen Schluss auf Bremen zulassen, ist keine grosse Auswahl. Natürlich richteten sich meine Blicke in erster Linie auf die Hamburger Seewarte, wo seit mehr als 10 Jahren Registrier-Thermometer ersten Ranges kontinuierlich die Temperatur aufzeichnen, und die Thermogramme hernach unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln von sachverständigen Männern verwertet werden. Ich benutzte von diesen Aufzeichnungen die damals gedruckten, nämlich aus den 7 Jahren 1878—84. Dieselben finden sich in den betreffenden Jahrgängen der „Meteorol. Beobachtungen in Deutschland“, eines umfangreichen Werkes, das mir von der Direktion der Seewarte auf meinen Antrag zur Verfügung gestellt wurde. Die einzelnen Monate liegen darin bereits bearbeitet vor; die Zusammenstellung derselben war meine Aufgabe. Einige Reihen habe ich, weil sie nicht ganz vollständig waren, ausschliessen müssen. Auf diese Weise ist die umstehende Tabelle entstanden.

Eine Vergleichung der täglichen Schwankungen in Bremen mit denjenigen, die in Hamburg für die gleichen Stunden registriert sind, führte nun zu dem sehr überraschenden Resultate, dass jene in allen Monaten grösser, ja zuweilen viel bedeutender waren. Der August weist z. B. für Hamburg von 3 p bis 11 p eine Abkühlung auf, die um die Hälfte ihres Betrages hinter der entsprechenden von Bremen zurückbleibt. Ich vermute, die kleinere in Hamburg verzeichnete Schwankungsweite hat ihren Grund teilweise darin, dass das Gebäude der Seewarte so nahe bei der Elbe liegt, und dass durch die Nähe des Wassers die Temperaturgegensätze gemildert werden. Ausserdem trüben die Rauch- und Dampfmassen der Fabrik- und der anderen Schornsteine fast stets die dortige Atmosphäre und hemmen die Strahlung.

Bei dieser Verschiedenheit der täglichen Schwankungen erschien es mir geraten, ausser den Hamburger Aufzeichnungen noch andere zu benutzen, und ich entschied mich für die zweistündigen Thermometerbeobachtungen an der Pulvermagazin-Wache bei Schwerin aus den Jahren 1880—86. Die ersten 5 Jahrgänge stehen in der Preussischen Statistik, die zwei letzten verdanke ich der Direktion des statistischen Büreaus in Schwerin. Da ich bereits im Dezember 1886 mit der Arbeit begann, fehlt dieser Monat; sonst war die Reihe ganz vollständig. Zwar kommen in den Einzelbeobachtungen auffällig viel ganze Grade (ohne Dezimalen) vor, was auf weniger bewanderte Beobachter hinweist, aber derartige Ungenauigkeiten können sich sehr wohl ausgleichen, so dass diese Beobachtungen trotzdem ein brauchbares Material liefern. In der That sind sogar viel ältere Jahrgänge derselben von Herrn Dr. Köppen in seiner Abhandlung über die Ableitung der Mitteltemperatur benutzt worden.

**Tabelle zur Ableitung der Tagesmittel aus gegebenen Stundenmitteln
nach Beobachtungen in Hamburg 1878—84.**
Celsius-Grade.

	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	12	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	7 p	8 p	9 p	10 p	11 p	12 p
Jan.	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-0,8	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,2
Febr.	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	0,7	0,2	-0,3	-0,8	-1,3	-1,5	-1,6	-1,5	-1,2	-0,8	-0,5	-0,2	0,0	0,2	0,3	0,5
März	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,0	1,6	0,9	-0,1	-0,9	-1,6	-2,1	-2,5	-2,6	-2,5	-2,2	-1,7	-1,0	-0,4	-0,1	0,4	0,8	1,0
April	2,3	2,6	2,9	3,2	3,4	3,2	2,6	1,5	0,2	-0,8	-1,8	-2,5	-3,1	-3,4	-3,5	-3,4	-3,0	-2,3	-1,4	-0,5	0,2	0,8	1,4	1,8
Mai	3,0	3,4	3,8	4,1	3,8	2,9	1,8	0,6	-0,6	-1,8	-2,5	-3,0	-3,4	-3,6	-3,7	-3,6	-3,1	-2,4	-1,5	-0,4	0,6	1,3	2,0	2,5
Juni	2,8	3,2	3,5	3,8	3,5	2,6	1,5	0,4	-0,7	-1,7	-2,5	-2,8	-3,1	-3,2	-3,1	-3,0	-2,6	-2,2	-1,4	-0,4	0,4	1,1	1,7	2,2
Juli	2,2	2,6	2,7	2,9	2,9	2,5	1,8	0,6	-0,4	-1,4	-2,1	-2,5	-2,8	-2,8	-2,8	-2,6	-2,3	-1,9	-1,1	-0,3	0,4	1,0	1,5	1,9
Aug.	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	2,8	2,2	1,2	0,1	-0,9	-1,8	-2,2	-2,6	-2,8	-2,8	-2,8	-2,2	-2,1	-1,4	-0,5	0,2	0,8	1,2	1,6
Sept.	1,6	1,8	2,1	2,4	2,5	2,6	2,3	1,5	0,4	-0,7	-1,6	-2,1	-2,5	-2,8	-2,8	-2,6	-2,3	-1,8	-1,0	-0,3	0,2	0,6	1,0	1,4
Okt.	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,1	0,4	-0,4	-0,9	-1,4	-1,8	-2,0	-2,0	-1,8	-1,4	-0,8	-0,4	0,0	0,3	0,6	0,8	0,9
Nov.	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,0	-0,5	-0,8	-1,2	-1,4	-1,3	-1,0	-0,7	-0,4	-0,2	-0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Dez.	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	-0,2	-0,5	-0,6	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,2

(Da anzunehmen ist, dass in nicht allzu ferner Zeit die Seewarte selbst ebenfalls eine Berechnung solcher Aufzeichnungen veranstalten wird, so darf man gespannt darauf sein, welchen Einfluss die längere Dauer der Beobachtungsreihe auf die Zahlen des Ergebnisses ausüben wird.)

**Tabelle zur Ableitung der Tagesmittel
aus gegebenen Stundenmitteln nach Schweriner
Beobachtungen 1880—86.**

Celsius-Grade.

	2 a	4 a	6 a	8 a	10 a	12	2 p	4 p	6 p	8 p	10 p	12 p
Januar . .	0,6	0,9	1,0	1,0	0,1	-0,8	-1,4	-1,0	-0,5	-0,2	0,1	0,3
Februar . .	0,8	1,1	1,3	1,2	0,1	-1,0	-1,8	-1,4	-0,7	-0,1	0,2	0,5
März . . .	1,8	2,2	2,3	1,3	-0,6	-2,2	-3,2	-2,6	-1,0	0,0	0,8	1,3
April . . .	2,9	3,6	3,4	1,1	-1,5	-3,3	-4,5	-3,5	-1,8	0,2	1,4	2,2
Mai . . .	3,9	4,0	2,8	0,3	-2,2	-3,7	-4,7	-3,7	-2,0	0,3	2,1	3,0
Juni . . .	3,8	3,8	2,5	0,3	-1,9	-3,4	-4,6	-3,5	-1,9	0,2	1,8	3,0
Juli . . .	3,6	3,6	2,4	0,4	-1,6	-3,4	-4,4	-3,4	-1,9	0,2	1,7	2,8
August . .	3,0	3,3	2,6	0,6	-1,6	-3,2	-4,3	-3,2	-1,5	0,3	1,6	2,5
September	2,7	3,1	2,6	0,8	-1,5	-3,2	-4,4	-3,1	-1,0	0,5	1,4	2,2
Oktober . .	1,3	1,6	1,5	0,9	-0,7	-2,0	-2,5	-1,6	-0,4	0,2	0,7	1,1
November .	1,0	1,0	0,9	0,7	-0,4	-1,5	-1,8	-1,0	-0,3	0,1	0,5	0,8
Dezember .	0,3	0,4	0,4	0,4	0,0	-0,6	-0,8	-0,4	-0,2	0,0	0,1	0,2

Da die aus dieser Tabelle sich ergebende Schwankungsweite diejenige von Bremen fast immer übertrifft, da also in dieser Beziehung Bremen eine Zwischenstellung zu den beiden anderen Orten einnimmt, so hatte ich zwischen den zwei Zahlenreihen zu interpolieren, um zu einem Urteil über die aus den Beobachtungen um 8 a, 3 p, 11 p gezogenen Mittelwerte zu gelangen. Die Rechnung gestaltete sich beispielsweise für den Monat September wie folgt:

Nach dem Jahrbuch für Bremische Statistik hat in den Septembermonaten 1829—70 die durchschnittliche Temperatur in Bremen betragen

um 3 Uhr nachmittags 17,74 ° C.

um 11 Uhr abends 12,05 °

Schwankung in Bremen = 5,69 °

Zwischen denselben Stunden war die Schwankung

in Hamburg 2,81 + 1,04 = 3,85 °

in Schwerin 4,43 + 1,85 = 6,28 °.

Es stellte sich also heraus, wenn die 3 Schwankungsbeträge mit den Anfangsbuchstaben der Orte bezeichnet werden,

H = 3,85

B = 5,69

S = 6,28

demnach S—B. = 0,59

B—H = 1,84 d. h. annähernd = 3 (S—B).

Daher findet sich $B = S - \frac{1}{4} (S-H)$ (1)

Nun liegt in Schwerin das Tagesmittel um 0,82 ° höher, als die Temperatur um 8 a, oder

$$\begin{aligned} M &= (8 \text{ a}) + 0,82 \\ \text{ebenso } M &= (3 \text{ p}) - 4,42 \\ M &= (11 \text{ p}) + 1,85, \end{aligned}$$

woraus, wenn ich mit M_1 die Mittelzahl der 3 Beobachtungen 8 a, 3 p, 11 p bezeichne,

$$M = M_1 - 0,58.$$

In Hamburg dagegen liegt das Tagesmittel um $1,50^\circ$ höher als die Temperatur um 8 a, oder

$$\begin{aligned} M &= (8 \text{ a}) + 1,50 \\ \text{ebenso } M &= (3 \text{ p}) - 2,81 \\ M &= (11 \text{ p}) + 1,04 \end{aligned}$$

woraus, wenn ich auch hier mit M_1 die Mittelzahl der 3 Beobachtungen 8 a, 3 p, 11 p bezeichne, für Hamburg

$$M = M_1 - 0,09 \text{ folgt.}$$

Für Schwerin hat sich ergeben $M = M_1 - 0,58$.

Wende ich hierauf die obige Formel (1) an, so wird für Bremen gelten

$$M = M_1 - 0,46.$$

Zu demselben Ergebnis gelangt man, wenn man die Abendbeobachtung doppelt rechnet, denn bezeichnet man mit M_2 die Mittelzahl der 4 Beobachtungen für beide Orte, so findet man

$$\text{für Schwerin } M = M_2 + 0,02$$

$$\text{für Hamburg } M = M_2 + 0,19$$

und hieraus unter Anwendung der Formel (1)

$$\text{für Bremen } M = M_2 + 0,06 \dots \dots \dots (2)$$

Nach dem Jahrbuch für Bremische Statistik ist aber

$$(8 \text{ a}) = 12,68$$

$$(3 \text{ p}) = 17,74$$

$$(11 \text{ p}) = 12,05$$

$$\text{daher } \frac{1}{3} (8 \text{ a} + 3 \text{ p} + 11 \text{ p}) \quad \text{oder } M_1 = 14,15$$

$$\frac{1}{4} (8 \text{ a} + 3 \text{ p} + 2 \times 11 \text{ p}) \text{ oder } M_2 = 13,63$$

$$\text{also ist } M_2 = M_1 - 0,52$$

Dies in die Gleichung (2) eingesetzt ergibt wie oben

$$M = M_1 - 0,46.$$

Also beträgt die Korrektion für September $- 0,46^\circ \text{ C}$.

In den Fällen, wo die Ergebnisse beider Verfahrungsweisen nicht völlig übereinstimmen, habe ich dem zweiten Resultate den Vorzug gegeben, weil so auch die dritte Tagesbeobachtung mit berücksichtigt werden konnte. — Da im Winterhalbjahr, umgekehrt wie im Sommer, der Unterschied

$$(3 \text{ p}) - (8 \text{ a}) > (3 \text{ p}) - (11 \text{ p}),$$

so wurde hier der erstere Unterschied bei der Interpolation zwischen den genannten Zahlenreihen zu Grunde gelegt.

Die Durchführung der Rechnung bei allen 12 Monaten hat diejenigen Korrekturen der Heinekenschen Monatsmittel ergeben, welche unten in Kolumne I zusammengestellt sind.

Aus den 18 Jahren 1803—13, 1815—21 besitzen wir Beobachtungen von Olbers, die derselbe meistens um 7 a, 1 $\frac{1}{2}$ p und 10 p anstellte. Es ist höchst interessant, dass schon er es für nötig hielt, die von ihm gewählten Beobachtungsstunden an der Hand von stündlichen Wärmeaufzeichnungen auf ihre Zweckmässigkeit, also seine Resultate auf ihre Genauigkeit zu prüfen.¹⁾ Die ersten und lange Zeit die einzigen Beobachtungen nun, welche während eines längeren Zeitraums stündlich aufgezeichnet wurden, sind diejenigen von Toaldo und Chiminello zu Padua während des ganzen Jahres 1778 und dann noch 4 Monate des Jahres 1779. Diese Reihe ist von Olbers benutzt worden, sowie ausserdem die stündlichen Aufzeichnungen, die auf Anregung Brewsters zu Leith 1824 und 1825 geschahen. Das Resultat seiner Berechnung ist, dass das von ihm gefundene Jahresmittel für Bremen keiner Korrektur bedürfe. Damit stimmen auch in ihrem Ergebnis die von mir aus der Hamburger Tabelle für die Olbersschen Beobachtungsstunden und für die einzelnen Monate abgeleiteten Korrekturen überein, die ich unten in Kolumne II zusammengestellt habe.

Was endlich die Beobachtungen unserer meteorologischen Station betrifft, so sind für dieselben in den Jahren 1875—86 die Beobachtungsstunden 6 a, 2 p, 10 p festgehalten worden. Über die Korrekturen dieses „Prototyps einer guten Verteilung der Beobachtungsstunden“ besitzen wir sehr eingehende Untersuchungen. Jene Korrekturen sind von Köppen²⁾ und später von Wild³⁾ in ihrer Abhängigkeit von der geographischen Länge und Breite des Beobachtungsortes auf Grund umfassendsten kritisch gesichteten Materials genau bestimmt worden. Die Werte derselben, die nach Wilds Werk für unsere Gegend ermittelt sind, stehen unten in Kolumne III.

Kolumne IV enthält das Mittel der Korrekturen für 18 Beobachtungsjahre von Olbers, 42 von Heineken und 12 der meteorologischen Station,

Kolumne V die korrigierten Monatsmittel nach Celsius auf Grund 72jähriger Beobachtungen, Kolumne VI dieselben nach Réaumur. Die zweiten Dezimalen habe ich auch hier stehen lassen, nicht deshalb, weil ich ihnen an sich Wert beilegte, sondern weil dieselben bei Anlehnung weiterer Beobachtungsjahre die Rechnung erleichtern.

¹⁾ Diese Abhandlungen VI, 527. Anmerkung.

²⁾ Köppen, Ableitung der Mitteltemperaturen aus den gebräuchlichsten Kombinationen von 2 und 3 Beobachtungs-Stunden am Tage. Repertorium für Meteorol. Band III (1873).

³⁾ Wild, Temperatur-Verhältnisse des russischen Reiches. 1877.

	I	II	III	IV	V	VI
	Korrekturen C f. d. Heineken- schen Beob. C °	Korrekturen C f. d. Olbers- schen Beob. C °	Korrekturen für C $\frac{1}{3}$ (6a + 2p + 10p) C °	Mittlere Korrekt. f. d. C ° 72 Jahrgänge	Wahre Mittel (72 J.) C °	Wahre Mittel (72 J.) R °
Januar	— 0,13	— 0,04	— 0,10	— 0,10	— 0,18	— 0,15
Februar	— 0,15	— 0,05	— 0,08	— 0,11	1,54	1,23
März	— 0,20	+ 0,06	+ 0,05	— 0,09	3,51	2,81
April	— 0,42	+ 0,09	+ 0,20	— 0,19	8,01	6,41
Mai	— 0,55	— 0,15	+ 0,17	— 0,33	12,69	10,15
Juni	— 0,46	— 0,19	+ 0,09	— 0,30	15,94	12,75
Juli	— 0,51	— 0,02	+ 0,13	— 0,28	17,50	14,00
August	— 0,46	+ 0,09	+ 0,22	— 0,21	17,19	13,75
Septbr.	— 0,46	+ 0,10	+ 0,22	— 0,21	13,99	11,19
Oktbr.	— 0,22	+ 0,05	— 0,01	— 0,12	9,33	7,47
Novbr.	— 0,05	— 0,04	— 0,06	— 0,05	4,22	3,38
Dezbr.	— 0,09	— 0,04	— 0,09	— 0,08	1,41	1,13
Jahr	— 0,31	— 0,01	+ 0,06	— 0,17	8,76	7,01

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Schneider

Artikel/Article: [Die Bestimmung wahrer Monatsmittel der Temperatur für Bremen. 321-328](#)