

Hilfstafeln zur barometrischen Höhenbestimmung, nebst einer Anleitung zur Untersuchung und zum Gebrauch der Aneroidbarometer.

Von Prof. Dr. Schoder.

Durch die Erfindung der Metallbarometer ist die Höhenbestimmung mittelst des Barometers wieder mehr in Aufnahme gekommen und zwar hauptsächlich da, wo es sich um verhältnissmässig kleine Höhenunterschiede handelt, welche mit keiner allzugrossen Genauigkeit ermittelt werden sollen. Die Anwendung der allgemeinen Barometerformel wird aber bei diesen Messungen allzu zeitraubend, da es sich bei denselben nicht blos um einen einzigen Höhenunterschied zwischen zwei Punkten handelt, sondern die Aufgabe ist, die Höhenlage einer ganzen Reihenfolge von Punkten festzustellen. Wie die Berechnung eines derartigen barometrischen Nivellements sich mit möglichst wenig Aufwand an Rechnung ausführen lässt, soll nun im Folgenden unter der Voraussetzung von verhältnissmässig kleinen Höhenunterschieden gezeigt werden.

Die allgemeine Gleichung für den in Metern ausgedrückten Höhenunterschied zweier Punkte ist, wenn die Feuchtigkeit nicht berücksichtigt wird:

$$1. \quad h = 18405 \left(1 + 0,003665 \frac{t_1 + t_2}{2} \right) (1 + 0,0026 \cos 2\varphi) \\ \times \left(1 + \frac{2h_1 + h}{r} \right) \log. \frac{b_1}{b_2}$$

und zwar bedeutet b_1 den auf Null reducirten Stand des Quecksilberbarometers an der unteren Station, b_2 den an der oberen,

t_1 und t_2 die an denselben beobachteten Lufttemperaturen ausgedrückt in Graden des hunderttheiligen Thermometers, φ die mittlere geographische Breite, h_1 die Meereshöhe der unteren Station, h den Höhenunterschied beider Stationen, endlich r den Erdhalbmesser.

Für barometrische Messungen in Württemberg kann eine mittlere Breite $\varphi = 48^\circ 30'$ zu Grunde gelegt werden; nimmt man ebenso für h_1 einen mittleren Werth (330 Meter), so erhält man unter der Voraussetzung mässiger Höhendifferenzen, für welche $\frac{h}{r}$ vernachlässigt werden kann und $\log \frac{b_1}{b_2}$ in $\frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2}$ übergeht, die folgende abgekürzte Formel:

$$2. \quad h = 15982 \left(1 + 0,003665 \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2},$$

welche mit der Formel von Babinet

$$3. \quad h = 16000 \left(1 + \frac{t_1 + t_2}{500} \right) \frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2}$$

nahezu übereinstimmt.

Unsere abgekürzte Formel lässt sich unmittelbar auf folgende Gestalt bringen:

$$4. \quad h = 29,288 (545,75 + t_1 + t_2) \frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2} \text{ Meter,}$$

$$\text{wo } \log 29,288 = 1.46669$$

oder für württembergische Fusse:

$$5. \quad h = 102,23 (545,7 + t_1 + t_2) \frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2}$$

$$\text{wo } \log 102,23 = 2.00958.$$

Setzen wir voraus, dass der Barometerstand in Millimetern gegeben sei, und sei m der Höhenunterschied, welcher einer barometrischen Differenz von 1 Millimeter entspreche, so dass man sich um m Meter erheben muss, damit das Barometer um 1 Millimeter falle, so findet man m aus Gleichung (4), wenn $b_1 - b_2 = 1$ gesetzt wird, also

$$6. \quad m = \frac{29,288 (545,7 + t_1 + t_2)}{b_1 + b_2}$$

und daraus dann den Höhenunterschied, welcher einer barometrischen Differenz $b_1 - b_2$ entspricht,

$$7. \quad h = m (b_1 - b_2).$$

Die Grösse m oder der Höhenunterschied pro Millimeter wird grösser, wenn die Temperatur zunimmt, die Luft also leichter ist; sie ist ferner grösser in Gegenden von tieferem Barometerstand, als in tiefer gelegenen Orten, welchen ein höherer Barometerstand zukommt, wo also die Luft dichter ist.

Die folgenden Tabellen enthalten nun die Werthe von m , welche den verschiedenen Werthen der Summen $t_1 + t_2$ und $b_1 + b_2$ entsprechen. Man sucht am linken Rand der Tabelle den Werth von $t_1 + t_2$ und geht in der betreffenden Horizontalreihe bis zu der mit dem beobachteten Werthe von $b_1 + b_2$ überschriebenen Vertikalreihe.

Die in beiden Reihen zugleich stehende Zahl ist alsdann der gesuchte Werth von m , welcher noch mit der beobachteten barometrischen Differenz $b_1 - b_2$ zu multipliciren ist, um den gesuchten Höhenunterschied zu erhalten.

Die Summen $b_1 + b_2$ und $t_1 + t_2$ können füglich auf ganze Millimeter, beziehungsweise ganze Grade abgerundet werden, in der Art, dass weniger als 5 Zehntel ganz weggelassen, mehr als 5 Zehntel dagegen durch Erhöhung der Ganzen um 1 Einheit in Rechnung gebracht werden. Wäre z. B. $t_1 = 9,7$

$$t_2 = 7,5$$

$$\text{so wäre } t_1 + t_2 = 17,2$$

wofür gewonnen würde 17, während, wenn $b_1 = 720,9$

$$b_2 = 725,7$$

$$\text{also } b_1 + b_2 = 1446,6$$

man zu nehmen hätte $b_1 + b_2 = 1447$.

Da übrigens die Summen in der Tafel nur in geraden Zahlen vorhanden sind, so kann es trotz dieser Abrundung vorkommen, dass eine der Summen oder beide nicht unmittelbar in der Tafel gefunden werden. In einem solchen Falle ist eine einfache Interpolation nothwendig, welche aber stets leicht im Kopfe auszuführen ist, und nach folgenden Beispielen zu geschehen hat.

Die Tafel gibt z. B.

	1476	1478
22 ⁰	11,26	11,25
24 ⁰	11,30	11,29

Wäre nun $t_1 + t_2 = 23$, $b_1 + b_2 = 1476$, so wäre zu nehmen $m = \frac{11,26 + 11,30}{2} = 11,28$, ebenso würde für

$$b_1 + b_2 = 1478 \quad m = \frac{11,25 + 11,29}{2} = 11,27.$$

Wäre $t_1 + t_2 = 22$, $b_1 + b_2 = 1477$, so wäre zu nehmen $m = \frac{11,26 + 11,25}{2} = 11,26$.

Wären dagegen beide Summen in ungeraden Zahlen erhalten, also $t_1 + t_2 = 23^0$, $b_1 + b_2 = 1477$, so wäre das Mittel aus den diagonal einander gegenüberstehenden Zahlen zu nehmen, d. h. aus 11,26 und 11,29 oder 11,25 und 11,30, woraus beide-mal $m = 11,27$ sich ergäbe.

Beispiel einer Höhenberechnung.

Während der Fahrt wurden an einem Wiener Aneroidbarometer zwischen Geislingen und Plochingen die folgenden Barometerstände beobachtet, an welchen schon sämtliche Reductionen angebracht sind, insbesondere eine Correction, welche dadurch nothwendig wurde, dass während der Fahrt das Barometer im Steigen begriffen war. Bei der Berechnung wurde die etwa in der Mitte gelegene Station Göppingen als Ausgangspunkt genommen, in der Art, dass sie für die höher gelegenen Stationen die untere, für die tieferen die obere Station ist. Die für erstere gefundenen Höhenunterschiede sind zu der Meereshöhe von Göppingen zu addiren, die übrigen von derselben zu subtrahiren, um die Meereshöhen der einzelnen Stationen zu erhalten. Zur Vergleichung sind noch in einer letzten Columnne die durch ein Präcisionsnívellement erhaltenen Stationshöhen mitgetheilt.

	Lufttemp.		$b_1 + b_2$	$t_1 + t_2$	m.	h =		Meeresh.	nivell.
	b.	t.				$b_1 - b_2$	$m(b_1 - b_2)$		
Geislingen	724,46	10,0	1463	21	11,34	13,59	154,1	469,5	468,0
Gingen	731,06	10,1	1469	21	11,30	6,99	79,0	394,4	393,8
Süssen	733,66	10,2	1472	21	11,28	4,39	49,5	364,9	364,4
Eislingen	736,22	10,5	1474	21	11,26	1,83	20,6	336,0	335,6
Göppingen	738,05	11,0	—	—	—	—	—	315,4	315,4
Uihingen	739,98	11,0	1478	22	11,25	1,93	21,7	293,7	294,8
Ebersbach	741,44	10,8	1479	22	11,24	3,39	38,1	277,3	278,2
Reichenbach	742,86	10,5	1481	21	11,21	4,81	53,9	261,5	262,8
Plochingen	743,81	10,5	1482	21	11,20	5,76	64,5	250,9	253,0

Am passendsten wird das Aneroidbarometer zur Interpolation von Höhen verwendet, wobei es sich darum handelt, zwischen zwei Punkten von gegebenem Höhenunterschiede eine Reihe weiterer Punkte einzuschalten. Man ist nämlich bei Lösung dieser Aufgabe unabhängig von den Unrichtigkeiten des Instruments und von einer Aenderung des Luftdrucks während der Messung, wenn nur dieselbe gleichförmig geschieht, und hat nur die Reduction der Aneroidablesung auf dieselbe Normaltemperatur vorzunehmen. Auch die Bestimmung der Lufttemperatur ist für die vorliegende Aufgabe überflüssig.

Nehmen wir als gegebene Punkte die Stationen Geislingen und Plochingen mit den Meereshöhen 468,0 und 253,0 Meter.

Die Ablesungen an dem Aneroidbarometer sind nach Anbringung der Reduction auf die Nulltemperatur die folgenden:

	$b_1 - b_2$	h.	Meereshöhe	niv.
Geislingen	721,87	—	468,0	468,0
Gingen	728,68	6,81	73,2	394,8
Süssen	731,27	9,40	101,0	367,0
Eislingen	734,07	12,20	131,2	336,8
Göppingen	735,87	14,00	150,5	317,5
Uihingen	737,87	16,00	172,0	296,0
Ebersbach	739,42	17,55	188,7	279,3
Reichenbach	740,85	18,98	204,0	264,0
Plochingen	741,87	20,00	215,0	253,0

Der Unterschied zwischen den Ablesungen an den gegebenen Stationen beträgt 20,00 Aneroidtheile, der Höhenunterschied ist 215,0 Meter, also kommt auf ein Aneroidtheil ein Höhenunterschied

von $\frac{215,0}{20,00} = 10,75$ Meter, und der Höhenunterschied Göppingen-Geislingen z. B. wird $14,00 \cdot 10,75 = 150,5$ Meter.

Wenn diese durch diese einfache Interpolation erhaltenen Höhen mit den durch das Nivellement gewonnenen Zahlen weniger gut übereinstimmen, so ist die Ursache hauptsächlich in der grossen horizontalen Entfernung der Ausgangspunkte zu suchen, welche etwas über 5 Meilen beträgt. Reduciren wir desshalb die horizontale Distanz auf die Hälfte, indem wir Göppingen als dritten gegebenen Punkt einschalten, so kommen zwischen

Göppingen u. Geislingen auf einen Aneroidtheil $\frac{152,6}{14,00} = 10,90$,

Göppingen u. Plochingen „ „ „ $\frac{62,4}{6,00} = 10,40$ Meter.

Die Rechnung giebt damit die folgenden Werthe:

	$b_1 - b_2$	h.	Meereshöhe	niv.
Geislingen . . .	—	—	468,0	468,0
Gingen	6,81	74,2	393,8	393,8
Süssen	9,40	102,4	365,6	364,4
Eislingen . . .	12,20	133,0	335,0	335,6
Göppingen . . .	14,00	—	315,4	315,4
Göppingen . . .	—	—	315,4	315,4
Uihingen . . .	2,00	20,8	294,6	294,8
Ebersbach . . .	3,55	36,9	278,5	278,2
Reichenbach . .	4,98	51,8	263,6	262,8
Plochingen . . .	6,00	—	253,0	253,0

Die Uebereinstimmung der Rechnung mit der Beobachtung ist durch die Einschaltung des dritten Punktes Göppingen eine grössere geworden, und zwar ist wiederum die Uebereinstimmung auf der Strecke Göppingen-Plochingen eine grössere, als zwischen Göppingen-Geislingen. Es rührt dieses offenbar davon her, dass auf der ersteren Strecke in Folge des kleineren Gesamthöhenunterschiedes der mittlere Luftdruck $\left(\frac{b_1 + b_2}{2}\right)$ und damit die Höhendifferenz pro Aneroidtheil sich weniger ändert, als auf der

andern Strecke, auf welcher der Höhenunterschied das $2\frac{1}{2}$ fache beträgt. Es folgt daraus für die Anwendung des Verfahrens der Interpolation, dass die Ausgangspunkte, zwischen welche weitere Punkte eingeschaltet werden sollen, keine zu grosse Höhendifferenz haben sollen. Bei vorliegendem Beispiel überschreitet der Fehler in Folge des Interpolationsverfahrens die Unsicherheit der barometrischen Höhenbestimmung überhaupt noch nicht, woraus sich ergibt, dass zwischen Punkten von 150 Meter Höhendifferenz jenes Verfahren angewendet werden darf. Je nach dem Grad von Genauigkeit, welcher übrigens von der Aufnahme verlangt wird, kann die Grenze der erlaubten Höhendifferenz erweitert werden.

Ist die Höhendifferenz der gegebenen Ausgangspunkte wirklich so gross, dass die Fehler der Interpolation die erlaubte Grenze überschreiten, so wären zunächst nach erfolgter Reduction der Aneroidbeobachtungen auf das Quecksilberbarometer und nach Anbringung der Correction wegen Aenderung des Barometerstandes während der Messung eine so grosse Anzahl von Zwischenpunkten mittelst der Hilfstafeln zu bestimmen, dass die Höhendifferenz zwischen den einzelnen Zwischenpunkten innerhalb der erlaubten Grenze fiele. Die übrigen Punkte würden durch Interpolation gefunden. Es sind in diesem Falle correspondirende Beobachtungen an einem zweiten Barometer erforderlich, welches während der Dauer der Messung an derselben am besten ungefähr in der Mitte des Aufnahmebezirks gelegenen Station aufgestellt bleibt. Diese correspondirenden Beobachtungen sind übrigens auch für die einfache Interpolation zu empfehlen, um sich davon zu überzeugen, ob der Luftdruck sich während der Zeit der Messung gleichmässig geändert hat.

Grenzen der Anwendbarkeit der abgekürzten Barometerformel:

$$m = \frac{29,288 (545,7 + t_1 + t_2)}{b_1 + b_2},$$

$$h = m (b_1 - b_2).$$

Diese Formel hat ihre einfache Gestalt dadurch erhalten, dass in der allgemeinen Formel ein mittlerer Werth für die geographische Breite ($\varphi = 48^\circ 30'$), ein solcher für die Meeres-

höhe der untern Station ($h_1 = 330^m$) eingeführt und für $\log \frac{b_1}{b_2}$ das erste Glied der Reihe

$$\log \frac{b_1}{b_2} = 2 M. \left[\frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2} + \frac{1}{3} \left(\frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2} \right)^3 + \dots \right]$$

gesetzt wurde, wo $\log 2M = 9.93881 - 10$.

Der Fehler, den wir durch die Vernachlässigung des zweiten Gliedes der Reihe

$$\frac{1}{3} \left(\frac{b_1 - b_2}{b_1 + b_2} \right)^3$$

begehen, beträgt für $\varphi = 48^\circ 30'$ und $h_1 = 330$

$$\Delta = 29,288 (545,7 + t_1 + t_2) \frac{1}{3} \frac{(b_1 - b_2)^3}{(b_1 + b_2)^3}.$$

Er wird um so grösser, je kleiner $b_1 + b_2$ und je grösser $t_1 + t_2$, je kleiner also die Dichtigkeit der Luft.

Die dem Fehler Δ entsprechende barometrische Differenz ergibt sich daraus:

$$b_1 - b_2 = \frac{b_1 + b_2}{\sqrt[3]{9,763 (545,7 + t_1 + t_2)}} \sqrt[3]{\Delta}.$$

Die folgende kleine Tabelle giebt die Werthe von $b_1 - b_2$ für $\Delta = 1$ Meter und $\Delta = \frac{1}{2}$ Meter.

$\Delta = 1$ Meter.				$\Delta = 0,5$ Meter.		
$t_1 + t_2 =$				$t_1 + t_2 =$		
$b_1 + b_2$	0°	20°	40°	0°	20°	40°
1200	69	68	67	55	54	54
1250	72	71	70	57	57	56
1300	74	73	73	60	59	58
1350	77	76	75	62	61	60
1400	80	79	78	64	63	62
1450	83	82	81	66	66	65
1500	86	85	84	69	68	67

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass bei einem mittleren Luftdruck von 600^{mm} ($b_1 + b_2 = 1200$) unsere genäherte Formel die Höhe zu klein giebt um 0,5 Meter erst bei einer baro-

metrischen Differenz von 54 Millimeter, also einer Höhendifferenz von annähernd 740 Meter, um 1 Meter zu klein für $b_1 - b_2 = 68^{\text{mm}}$, also h annähernd = 940 Meter.

Lassen wir einen Fehler von 1 Meter zu, so darf unsere Formel und damit die Hilfstafel angewendet werden, so lange die barometrische Differenz den Betrag von 67 bis 86 Millimeter nicht übersteigt, je nachdem der mittlere Luftdruck zwischen 600 und 750 Millimeter variiert.

Was die Anwendbarkeit unserer Formel unter einer andern Breite als $48^{\circ} 30'$ betrifft, so ist für die Breite φ der Höhenunterschied pro Millimeter, welchen unsere Tafeln geben, oder auch der berechnete Höhenunterschied noch zu multipliciren mit dem Factor

$$\frac{1 + 0,0026 \cos 2\varphi}{1 + 0,0026 \cos 97^{\circ}}$$

Derselbe wird

$$\begin{array}{ll} 1 + \frac{1}{2000} & \text{bei } \varphi = 42^{\circ} 59' \\ 1 - \frac{1}{2000} & 54^{\circ} 9' \\ 1 + \frac{1}{1000} & 37^{\circ} 23' \\ 1 - \frac{1}{1000} & 60^{\circ} 13' \\ 1 + \frac{1}{500} & 24^{\circ} 50' \\ 1 - \frac{1}{500} & 76^{\circ} 30'. \end{array}$$

Unsere Tafeln geben also die Höhe um den tausendsten Theil unrichtig, wenn die geographische Breite unter 37° oder über 60° beträgt.

Aehnlich verhält es sich mit einer weiteren Correction. Als Höhe der untern Station wurde eingeführt $h_1 = 330$ Meter. Ist

diese Höhe dagegen = H , so ist das erhaltene Resultat zu multipliciren mit dem Correctionsfactor

$$\frac{1 + \frac{2H}{r}}{1 + \frac{2h_1}{r}} = 1 + \frac{2(H - h_1)}{r} \text{ wo } \log r = 6.8039.$$

Die Tafeln geben den Höhenunterschied zu klein um

$$\frac{1}{500} \text{ wenn } H > 6700,$$

$$\frac{1}{1000} \quad 3510,$$

$$\frac{1}{2000} \quad 1920.$$

Fassen wir das über die Grenzen der Brauchbarkeit Gesagte zusammen, so ist das Resultat folgendes:

Die Tafeln, welche für die Breite $\varphi = 48^\circ 30'$ und für eine Höhe der untern Station $h_1 = 330^m$ berechnet sind, stimmen mit der allgemeinen Barometerformel auf $\frac{1}{1000}$ des Höhenunterschiedes überein für Breiten zwischen 37° und 60° , sowie für den Fall, dass die Höhe der unteren Station zwischen 0 und 3500 Meter beträgt. Angewendet darf die Tafel werden, so lange die barometrische Differenz den Betrag von 70 bis 90 Millimeter nicht übersteigt (letzteres entsprechend einem mittleren Luftdrucke von 600 bis 750 Millimeter).

Bestimmung der Constanten eines Aneroidbarometers.

Die erste Constante, welche bei einem Aneroidbarometer ermittelt werden muss, ist seine Temperaturconstante, d. h. die Anzahl von Aneroidtheilen, um welche die Ablesung grösser wird, wenn die Temperatur des Instrumentes um 1°C. sich erwärmt, kleiner, wenn die Temperatur um ebensoviel abnimmt. Diese Constante dient dazu, die Ablesungen auf dieselbe Temperatur (0) zu reduciren und muss in allen Fällen angewendet werden, auch da wo, wie z. B. bei der Interpolation der Höhen,

die übrigen Constanten des Instrumentes nicht berücksichtigt werden. Was den Werth der Temperaturconstante betrifft, so schwankt dieselbe bei den vom Verfasser untersuchten Aneroidbarometern zwischen $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ Aneroidtheil pro 1° C.

Ist die Temperaturconstante w , die Temperatur des Instruments t , die unmittelbare Ablesung am Instrument A Aneroidtheile, so wird die auf 0 reducirte Ablesung a , d. h. die Ablesung, welche erhalten worden wäre, wenn die Temperatur des Instrumentes = 0 gewesen wäre,

$$a = A - wt.$$

Für die Reduction auf das Quecksilberbarometer sind zwei weitere Correctionen nöthig, die Theilungscorrection, d. h. der Werth eines Aneroidtheils ausgedrückt in Millimetern, und die absolute Correction c , d. h. die Grösse, um welche das Aneroidbarometer nach Anbringung der Wärmecorrection und nach der Verwandlung in Millimeter weniger angiebt, als das Quecksilberbarometer.

Für Aneroidbarometer, deren Theile nahezu einem Millimeter entsprechen, findet man den entsprechenden Stand b des Quecksilberbarometers bei 0° am geeignetsten nach der Gleichung

$$b = a + c + p(a - 700),$$

wo a die auf 0 reducirte Aneroidablesung ist, also

$$a = A - wt.$$

Am passendsten bestimmt man zuerst die Constante w , schon deshalb, weil ihre Bestimmung an einem und demselben Orte geschehen kann, während zur Ermittlung der Theilungsconstante p eine Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer in möglichst verschiedenen Meereshöhen erforderlich, also eine Reise nothwendig ist.

Das Verfahren zur Bestimmung der Temperaturconstante w besteht darin, dass man das Instrument der Reihe nach in verschiedene Temperaturen bringt und seine Stände abliest, nachdem man jedesmal so lange gewartet, bis das Instrument die jeweilige Temperatur angenommen hat; um etwaige während der Beobachtung stattfindende Aenderungen des Luftdruckes nachher in Rechnung bringen zu können, wird gleichzeitig an einem

Quecksilberbarometer beobachtet, oder auch an einem Aneroidbarometer von bekannter Wärmeconstante, oder in Ermangelung eines solchen an einem Barometer, welches in einem Raum von nahezu constanter Temperatur aufgestellt ist.

Das Instrument, dessen Constante unten als Beispiel dienen soll, wurde z. B. Abends abgelesen, über Nacht vor das Fenster gelegt, Morgens abgelesen und sodann in ein ungeheiztes Zimmer gelegt, nach einigen Stunden abgelesen und in ein geheiztes Zimmer gebracht, dort nach einigen Stunden wieder abgelesen u. s. w. Zugleich mit jeder Ablesung des Instruments wurde auch an einem Quecksilberbarometer beobachtet. Die Beobachtungen waren folgende:

Quecksilberbarometer bei 0.		Aneroidablesung	
b.		A.	t.
1)	745,1	744,6	5,4
2)	744,9	745,1	9,7
3)	744,4	745,4	16,0
4)	743,5	744,8	17,5

Das Quecksilberbarometer ist somit gefallen von der

1. zur 2. Beobachtung um $0,2^m$,

1. „ 3. „ „ $0,7^m$,

1. „ 4. „ „ $1,8^m$.

Wäre das Barometer unverändert geblieben, so wären daher die Aneroidablesungen um $0,2$, $0,7$, $1,8$ grösser gewesen, unter der Voraussetzung, dass die Abweichung eines Aneroidtheils vom Millimeter so klein ist, dass $1,8^{mm} = 1,8$ Aneroidtheilen gesetzt werden können. Bei so kleinen Aenderungen des Luftdruckes wie im vorliegenden Fall, wird diese Voraussetzung statthaft sein; wären diese Aenderungen aber erheblicher, so könnte die Unrichtigkeit der Theilungseinheit in der Weise von Einfluss werden, dass der Anzahl von Millimetern, um welche der Luftdruck sich ändert, am Aneroid nicht die gleiche Anzahl von Aneroidtheilen entspräche. Es darf daher zu diesen Versuchen keine Zeit gewählt werden, wo das Barometer sich sehr rasch ändert.

Bringen wir nun die genannten Aenderungen des Luftdruckes an, so werden die Ablesungen, wie sie stattgefunden hätten, wenn

der zur Zeit der ersten Beobachtung herrschende Luftdruck während der Zeit der übrigen Beobachtungen unverändert geblieben wäre,

A.	t.
1) $744,6 + 0,0 = 744,6$	5,4
2) $745,1 + 0,2 = 745,3$	9,7
3) $745,4 + 0,7 = 746,1$	16,0
4) $744,8 + 1,8 = 746,6$	17,5

Sei nun $740 + x$ der auf 0 reducirte Barometerstand, $y = \frac{1}{10} w$, so dass bei einer Temperaturänderung um 10^0 C. sich der Stand des Zeigers um y Millimeter ändert, so hat man die folgenden Gleichungen:

$$744,6 - 0,54 y = 740 + x$$

$$745,3 - 0,97 y = 740 + x$$

$$746,1 - 1,60 y = 740 + x$$

$$746,6 - 1,75 y = 740 + x$$

$$\text{oder: } x + 0,54 y = 4,6$$

$$x + 0,97 y = 5,3$$

$$x + 1,60 y = 6,1$$

$$x + 1,75 y = 6,6$$

Zur Bestimmung der Unbekannten x und y hat man also mehr als zwei Gleichungen; die Aufsuchung der wahrscheinlichsten Werthe von x und y geschieht am besten nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Sollen nämlich aus den Gleichungen

$$a_1 x + b_1 y = l_1$$

$$a_2 x + b_2 y = l_2$$

$$a_3 x + b_3 y = l_3$$

$$\dots \dots \dots$$

$$a_n x + b_n y = l_n$$

die wahrscheinlichsten Werthe von x und y ermittelt werden, so berechnet man die folgenden Summen von Producten:

$$[aa] = a_1 a_1 + a_2 a_2 + a_3 a_3 + \dots + a_n a_n$$

$$[ab] = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 + \dots + a_n b_n$$

$$[a] = a_1 l_1 + a_2 l_2 + a_3 l_3 + \dots + a_n l_n$$

$$[b] = b_1 b_1 + b_2 b_2 + b_3 b_3 + \dots + b_n b_n$$

$$[bl] = b_1 l_1 + b_2 l_2 + b_3 l_3 + \dots + b_n l_n;$$

alsdann findet man x und y aus den Gleichungen

$$[aa] x + [ab] y = [a]$$

$$[ab] x + [bb] y = [bl].$$

In unserem Beispiele ist $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = 1$, somit $[aa] = 4$.

Ferner:

$b_1 = 0,54$	$l_1 = 4,6$	$a_1 b_1 = 0,54$	$a_1 l_1 = 4,6$
$b_2 = 0,97$	$l_2 = 5,3$	$a_2 b_2 = 0,97$	$a_2 l_2 = 5,3$
$b_3 = 1,60$	$l_3 = 6,1$	$a_3 b_3 = 1,60$	$a_3 l_3 = 6,1$
$b_4 = 1,75$	$l_4 = 6,6$	$a_4 b_4 = 1,75$	$a_4 l_4 = 6,6$

$$[ab] = 4,86 \quad [al] = 22,6$$

$$b_1 b_1 = 0,2916$$

$$b_1 l_1 = 2,484$$

$$b_2 b_2 = 0,9409$$

$$b_2 l_2 = 5,141$$

$$b_3 b_3 = 2,5600$$

$$b_3 l_3 = 9,760$$

$$b_4 b_4 = 3,0625$$

$$b_4 l_4 = 11,550$$

$$[bb] = 6,8550$$

$$[bl] = 28,935$$

somit hat man die Gleichungen:

$$4x + 4,86y = 22,6$$

$$4,86x + 6,8550y = 28,935$$

oder, wenn die erste Gleichung mit 4, die zweite mit 4,86 dividiert wird:

$$x + 1,215y = 5,650$$

$$x + 1,410y = 5,954$$

woraus durch Subtraction der oberen von der unteren Gleichung folgt:

$$0,195y = 0,304$$

$$y = \frac{304}{195} = 1,56.$$

$$x = 5,650 - 1,215y = 5,65 - 1,96 = 3,69.$$

Nachdem so die Temperaturconstante

$$w = \frac{y}{10} = 0,156 \text{ Aneroidtheilen}$$

gefunden ist, entwirft man sich, um in jedem einzelnen Fall die

Reduction der Aneroidablesung auf 0 rasch vornehmen zu können, eine Tabelle der Werthe wt etwa in folgender Gestalt:

Grade.	Zehntelsgrade.				
	0	2	4	6	8
0	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12
1	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28
2	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44
3	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59
4	0,62	0,66	0,69	0,72	0,75
5	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90

u. s. w.

Wäre z. B. die Temperatur des Instruments $t = 4^{\circ}.6$, so würde die Tafel geben 0,72; die direkte Ablesung sei $A = 725,7$ so wird die auf 0 reducirte Ablesung $a = 725,7 - 0,72 = 724,98$.

Bestimmung der Theilungsconstante p und der absoluten Correction c .

Zu diesem Zwecke wird das Aneroidbarometer in möglichst verschiedenen Meereshöhen mit einem Quecksilberbarometer oder auch mit einem schon geprüften Metallbarometer verglichen. Sowohl die Angaben des Quecksilber- als des Aneroidbarometers werden auf 0 reducirt; erhält man hiedurch den reducirten Stand des Quecksilberbarometers $= b$, den des Aneroidbarometers $= a$, so haben die Gleichungen zur Bestimmung der Constanten c und p die Form:

$$b = a + c + p(a - 700),$$

oder wenn man setzt:

$$x = c, \quad y = 10p, \quad b - a = l, \quad \frac{a}{10} - 70 = d,$$

so wird:

$$x + d_1 y = l_1$$

$$x + d_2 y = l_2$$

$$x + d_3 y = l_3$$

$$\dots \dots \dots$$

$$x + d_n y = l_n$$

Aus diesen Gleichungen, deren jede einer Beobachtung entspricht, bekommt man wieder die wahrscheinlichsten Werthe von x und y , wenn man berechnet:

$$[d] = d_1 + d_2 + \dots + d_n$$

$$[l] = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

$$[dd] = d_1 d_1 + d_2 d_2 + d_3 d_3 + \dots + d_n d_n$$

$$[dl] = d_1 l_1 + d_2 l_2 + \dots + d_n l_n.$$

Alsdann sind die Gleichungen zur Bestimmung von x und y :

$$nx + [d]y = [l]$$

$$[d]x + [dd]y = [dl].$$

Beispiel. Die auf 0 reducirten Ablesungen seien am Quecksilberbar. Aneroidbar.

	b.	a.	woraus	
1.	737,61	736,04	$l_1 = 1,57$	$d_1 = 3,60$
2.	733,56	731,79	$l_2 = 1,77$	$d_2 = 3,18$
3.	730,37	728,51	$l_3 = 1,86$	$d_3 = 2,85$
4.	726,55	724,43	$l_4 = 2,12$	$d_4 = 2,44$
5.	723,48	721,44	$l_5 = 2,04$	$d_5 = 2,14$
6.	719,01	716,58	$l_6 = 2,43$	$d_6 = 1,66$
			$[l] = 11,79$	$[d] = 15,87$

Die Werthe d sind in den zweiten Decimalen abgerundet, und so $d_6 = 1,66$ gesetzt anstatt 1,658. Nun wird

$$d_1 l_1 = 5,6520$$

$$d_1 d_1 = 12,9600$$

$$d_2 l_2 = 5,6286$$

$$d_2 d_2 = 10,1124$$

$$d_3 l_3 = 5,3010$$

$$d_3 d_3 = 8,1225$$

$$d_4 l_4 = 5,1728$$

$$d_4 d_4 = 5,9536$$

$$d_5 l_5 = 4,3656$$

$$d_5 d_5 = 4,5796$$

$$d_6 l_6 = 4,0338$$

$$d_6 d_6 = 2,7556$$

$$[dl] = 30,1538$$

$$[dd] = 44,4837$$

Für x und y hat man daher die Gleichungen:

$$6x + 15,87y = 11,79$$

$$15,87x + 44,4837y = 30,1538$$

woraus, wenn die erste Gleichung mit 6, die zweite mit 15,87 dividirt wird, folgt:

$$x + 2,645y = 1,965$$

$$x + 2,803y = 1,900$$

$$\text{also } 0,158y = -0,065$$

$$y = -\frac{65}{158} = -0,4144$$

also $p = -0,04$ und $x = 1,900 + 2,803 \times 0,4144 = 3,05$,
oder $c = 3,05$, und die Gleichung zur Reduction der Angaben
des Aneroidbarometers auf die des Quecksilberbarometers heisst
daher: $b = a + 3,05 - 0,04 (a - 700)$.

Für die vorliegenden Aneroidbeobachtungen erhält man dann:

	a.	a + c.	0,04 (a—700)		b.
1.	736,04	739,09	1,44	737,65	737,61 + 0,04
2.	731,79	734,84	1,27	733,57	733,56 + 0,01
3.	728,51	731,56	1,14	730,42	730,37 + 0,05
4.	724,43	727,48	0,98	726,50	726,55 — 0,05
5.	721,44	724,49	0,86	723,63	723,48 + 0,15
6.	716,58	719,63	0,66	718,97	719,01 — 0,04

Die letzte Columne enthält die Abweichungen, welche die
aus den Aneroidablesungen nach der gefundenen Formel berech-
neten Stände des Quecksilberbarometers von den wirklich beob-
achteten zeigen. Bezeichnet $[\delta^2]$ die Summe der Quadrate dieser
Abweichungen, und ist n die Anzahl der Vergleichen, so ist
nach den Sätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung der wahrschein-
liche Fehler einer einzelnen Vergleichung:

$$r = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-2}},$$

d. h. es ist 1 gegen 1 zu wetten, dass z. B. unter 100 solchen
Vergleichen nicht mehr als 50 eine Abweichung zeigen, die
absolut grösser als r ist.

In unserem Fall ist $[\delta^2] = 0,0308$,

$$n = 6,$$

woraus sich ergibt $r = \pm 0,06$.

Kommt diese Grösse bei verschiedenen Barometervergleichen
verschieden heraus, ohne dass Grund vorhanden ist, die eine
Vergleichung für weniger genau zu halten, als die andere, so

kann die Grösse r als Maassstab für die Genauigkeit des untersuchten Instruments gelten, in der Weise, dass je kleiner r ausfällt, um so grösser diese Genauigkeit sein wird.

Würden die Abweichungen und damit r auffallend gross, so wäre dieses, wenn kein Grund vorhanden ist, die Beobachtungen zur Vergleichung beider Instrumente für besonders ungenau zu halten, und wenn das Instrument keine äusserlichen Mängel (z. B. als Theilungseinheit Doppelmillimeter) zeigt, zu der Annahme führen, dass die Formel

$$b = a + c + p(a - 700)$$

nicht ausreicht, um die Aneroidablesungen auf das Quecksilberbarometer zu reduciren. In diesem Fall, der z. B. eintreten kann, wenn der Drehpunkt des Zeigers nicht mit dem Mittelpunkt des Theilkreises zusammenfällt, muss entweder ein quadratisches Glied $q(a - 700)^2$ hinzugefügt und die weitere Constante 9 bestimmt werden, oder bildet man einzelne Gruppen, z. B. $700 - 720$, $720 - 740$, und sucht für jede nach den angegebenen Regeln eine besondere Formel.

Um sich in jedem einzelnen Fall die Berechnung der Theilungscorrection $p(a - 700)$ zu ersparen, kann man sich eine ähnliche Hilfstafel construire, wie für die Wärmecorrection. Dieselbe gibt für jedes a das zugehörige $p(a - 700)$. Die folgende Tafel z. B. enthält für Ablesungen über 700 die Centimeter oben, die Millimeter in der ersten Columne links, und giebt z. B. für $a = 724$ die Zahl $0,99 = 0,0411(724 - 700)$. Zugleich enthält dieselbe für Barometerstände unter 700 die Centimeter unten, die Millimeter rechts; es entspricht also die Zahl $0,99$ zugleich der auf 0 reducirten Ablesung 675 . Muss für Barometerstände über 700 diese Correction subtrahirt werden, wie bei dem als Beispiel benützten Barometer, so ist dieselbe bei Ständen unter 700 zu addiren, was in der Tafel durch die oben und unten angebrachten Zeichen $-$ und $+$ angedeutet ist. Der umgekehrte Fall wäre gewesen, wenn bei der Rechnung p positiv sich ergeben hätte.

C e n t i m e t e r .							
	70	71	72	73	74	75	
Millimeter.			—				
0	0.00	0.41	0.82	1.23	1.65	2.06	9
1	0.04	0.45	0.86	1.28	1.69	2.10	8
2	0.08	0.49	0.91	1.32	1.73	2.14	7
3	0.12	0.53	0.95	1.36	1.77	2.18	6
4	0.16	0.58	0.99	1.40	1.81	2.22	5
5	0.21	0.62	1.03	1.44	1.85	2.26	4
6	0.25	0.66	1.07	1.48	1.89	2.30	3
7	0.29	0.70	1.11	1.52	1.93	2.34	2
8	0.33	0.74	1.15	1.56	1.97	2.39	1
9	0.37	0.78	1.19	1.60	2.02	2.43	0
			+				
	69	68	67	66	65	64	Millimeter.
C e n t i m e t e r .							

Enthält a ausser den ganzen Millimetern noch einen Decimalbruch, so kann man sich, wenn man keine Interpolation vornehmen will, erlauben, a auf ganze Millimeter abzuändern.

Beispiel. Die auf 0 reducirte Aneroidablesung hat

a = 727.63. Die Tafel giebt für a = 728

— 1.15

c = + 3.05

b = 729.53; mit Interpolation.

a = 727.63

— 1.18 nämlich $1.15 + 0,63 \times 0,04 = 1,15 + 0,03$

c = + 3.05

b = 729.51

a = 683.23. Die Tafel giebt für b = 683

+ 0.66

c = + 3.05

b = 686.94

Mit Interpolation hätte sich ergeben	683.23
$0,66 - 0,23 \times 0,04 = 0,66 - 0,01 = + 0.65$	
	$c = + 3.05$
	$b = 686.93$

Einfluss der Beobachtungsfehler und daraus sich ergebende Vorsichtsmassregeln.

Der Höhenunterschied

$$h = m (b_1 - b_2)$$

wird unrichtig, wenn m oder $b_1 - b_2$ oder beide fehlerhaft sind.

Die Grösse m wird unrichtig, wenn Fehler begangen sind in der Summe der beiden Barometerstände $(b_1 + b_2)$ oder der beiden Lufttemperaturen.

Ein Fehler in $b_1 + b_2$ kann nun (abgesehen von groben Ablesungsfehlern) hauptsächlich dadurch vorkommen, dass die absolute Correction c falsch bestimmt worden ist. Wäre dieselbe in Wirklichkeit $c + x$ statt der angenommenen Grösse c , so wäre damit der Fehler in $b_1 + b_2$ $2x$ Millimeter. Der hieraus entstehende Fehler in m würde

bei $b_1 + b_2 = 1200$	1500
$0,02x$	$0,03x$

Betrüge der Fehler in der Bestimmung von x 1 Millimeter, so würden die erhaltenen Höhen um 2 bis 3 Procent unrichtig. Vernachlässigt man die absolute Correction c ganz, so wird $b_1 + b_2$ um $2c$ falsch, was um so weniger zulässig wird, je grösser c ist. — Die Erfahrung hat nun weiter gezeigt, dass die Grösse c sich im Laufe der Zeit ändert; grobe Aenderungen von oft mehreren Millimetern treten ein, wenn das Instrument herabfällt oder heftig gestossen wird. Um sich daher von dieser Fehlerquelle frei zu machen, ist es nothwendig, vor jeder Messung durch eine Vergleichung mit dem Normalbarometerstande die Constante c zu bestimmen, und während der Messung das Instrument sorgfältig vor Stoss und Fall zu bewahren. Diese Bestimmung von c geschieht dadurch, dass man die Aneroidablesung auf 0 reducirt, hierauf an der reducirten Ablesung a die Theilungscorrection

p (a—700) anbringt und die so erhaltene Zahl von dem auf 0 reducirten Stand des Quecksilberbarometers subtrahirt.

Hätte man z. B. an dem mehrfach erwähnten Aneroidbarometer beobachtet:

A = 733.7 bei 5⁰.8, so wäre die Reduction
auf 0 0.90

also a = 722.80

Theilungscorrection — 0.94

721.86. Das Quecksilberbarometer habe

bei 0⁰ 720.69, so wäre

c = — 1.17.

Zu empfehlen ist, mehrere Vergleichen anzustellen und aus den erhaltenen Werthen von c das Mittel zu nehmen.

Eine zweite Fehlerquelle für m ist eine unrichtige Bestimmung der Lufttemperaturen in den beiden Stationen.

Zum Zwecke der Bestimmung der Lufttemperatur muss das Thermometer im Schatten aufgehängt werden, und zwar so, dass es gegen Strahlung (insbesondere auch vom Erdboden aus) möglichst geschützt ist. Rascher wird die Lufttemperatur erhalten, wenn man das Thermometer an einer Schnur befestigt und rasch im Kreise herumschleudert (Schleuderthermometer). --- Einer fehlerhaften Bestimmung der Lufttemperatur gleich kommt es, wenn die Grösse $\frac{t_1 + t_2}{2}$ nicht, wie bei der Entwicklung der Barometerformel angenommen wird, die mittlere Temperatur der ganzen Luftschichte, deren Höhe gemessen werden soll, darstellt, wenn also die Temperatur sich von einer Station zur andern nicht gleichförmig ändert. Es kann z. B. Fälle geben, dass die Temperatur zuerst fällt und hierauf wieder steigt u. s. w. Es kann dieses vorkommen, wenn der Zustand der Atmosphäre überhaupt gestört ist, ferner wenn zwischen beiden Stationen ein Bergrücken, ein weites Thal u. s. w. sich befindet. Da alsdann die Voraussetzungen, unter welchen die Barometerformel entwickelt wird, nicht zutreffen, muss die barometrische Höhenmessung in solchen Fällen als unzuverlässig bezeichnet werden.

Von grossem Einfluss auf den berechneten Höhenunterschied sind die Fehler, welche bei der Bestimmung der barometrischen Differenz $b_1 - b_2$ gemacht worden sind, und ist es deshalb nothwendig, alle Sorgfalt auf eine möglichst fehlerfreie Bestimmung von $b_1 - b_2$ zu verwenden. Nehmen wir an, der bei den Ablesungen zu befürchtende Fehler sei $\pm 0,1$ Millimeter, so ist bei der Summe $b_1 + b_2$ wie bei der Differenz $b_1 - b_2$ zu befürchten der Fehler $= \pm 0,1 \cdot \sqrt{2} = \pm 0,14$. Der hieraus für die Grösse m erwachsende Fehler beträgt $0,01 \cdot 0,14 = 0,0014$, also für den Höhenunterschied etwa $\frac{1}{700}$. Derselbe Fehler aber beträgt wenn er in $b_1 - b_2$ begangen ist, in der Höhe $0,14 \cdot m$ ($b_1 - b_2$), also für jeden Millimeter barom. Differenz $0,14m$ oder etwa $1\frac{1}{2}$ Meter.

Die Bestimmung von $b_1 - b_2$ kann nun in folgenden Fällen fehlerhaft werden:

- 1) wenn die Aneroidablesung unmittelbar fehlerhaft ist.
- 2) wenn die Reduction auf 0 unrichtig ist.
- 3) wenn die Correction wegen der Theilung nicht angebracht wird.
- 4) wenn die Grösse c sich während der Messung ändert, endlich
- 5) wenn der Luftdruck im Allgemeinen sich während der Messung ändert und diese Aenderung nicht berücksichtigt wird.

Was den

1. Punkt betrifft, so wird man sich gegen Ablesungsfehler am besten durch Wiederholung der Beobachtung schützen. Da das Instrument immer einige Zeit braucht, bis es die dem jeweiligen Luftdrucke entsprechende Gleichgewichtslage einnimmt, so darf die Ablesung nicht unmittelbar nach der Ankunft auf der Station vorgenommen werden, und ein mehrfaches Ablesen wird auch hier eine Controle bieten. Vor dem Ablesen ist das Instrument durch Klopfen leicht zu erschüttern, und während des Ablesens horizontal zu halten, indem bei schiefer Haltung der Zeiger eine andere Stellung annimmt und hiedurch die Ablesung um mehrere Zehntel Millimeter falsch werden kann.

- 2) Eine richtige Reduction der unmittelbaren Ablesung auf

0 setzt voraus, dass die Temperaturconstante w richtig bestimmt ist, was von Zeit zu Zeit zu controliren ist, und dass wirklich die dem Instrument zukommende Temperatur abgelesen wird. Letzteres ist aber nur dann der Fall, wenn die betreffende Temperatur längere Zeit auf das Instrument eingewirkt hat. Es sind desshalb schroffe Temperaturunterschiede möglichst zu vermeiden; sind solche nicht zu umgehen, so muss wenigstens mit der Messung so lange gewartet werden, bis angenommen werden kann, sämtliche Bestandtheile des Instruments haben wirklich die vom Thermometer angegebene Temperatur. Nach den an einer Reihe von Instrumenten gemachten Erfahrungen liegt in der Vernachlässigung dieses Umstandes eine sehr bedeutende Fehlerquelle, die durch eine einfache Rechnung leicht nachgewiesen werden kann. Kommt das Barometer aus einem Zimmer von der Temperatur von 15^0 unmittelbar in das Freie, wo die Luft eine Wärme von 10^0 hat, so wird das Thermometer am Instrument rascher sinken, als letzteres sich abkühlt. Wird also die Messung zu früh begonnen, so kann es vorkommen, dass das Thermometer 11^0 zeigt, während die durchschnittliche Wärme des Instruments noch 14^0 beträgt. Reducirt man mit 11^0 , so wird die Ablesung falsch um 3 w , oder da durchschnittlich $w = \frac{1}{7}$, so wird der Fehler 0,4 Millimeter, was in der Höhe einen Fehler von ungefähr $4\frac{1}{2}$ Meter macht. — Um dieser Empfindlichkeit des Metallbarometers gegen Temperaturänderungen zu begegnen, hat man vielfach eine Compensationsvorrichtung angebracht, indem man auf einen der Hebel, welche die Bewegung der Büchse auf den Zeiger übertragen, ein zweites Metallstück von anderen Ausdehnungscoefficienten aufgelöthet hat. Wird dem Instrument hierdurch auch viel von seiner Empfindlichkeit gegen die Wärmeänderung genommen und dasselbe hiedurch für die Messung brauchbarer gemacht, so wird es doch in den seltensten Fällen gelingen, die Wärmeconstante $w = 0$ zu machen, wesshalb an solchen compensirten Aneroidbarometern die Weglassung des Thermometers nicht gebilligt werden kann.

3) Wird die Correction wegen der Theilung nicht angebracht, d. h. nimmt man die Aneroidtheile für Millimeter an, so wird,

wenn a_1 und a_2 die auf 0 reducirten Aneroidablesungen sind,

$$b_1 = c + p (a_1 - 700)$$

$$b_2 = c + p (a_2 - 700)$$

$$b_1 - b_2 = p (a_1 - a_2)$$

$$m (a_1 - a_2) = \frac{m (b_1 - b_2)}{p} = \frac{h}{p}$$

wenn h der richtige Höhenunterschied ist.

Der von dem unrichtig getheilten Aneroid gelieferte Höhenunterschied weicht von dem richtigen um so mehr ab, je mehr p von 1, d. h. je mehr die Aneroidtheilung von der Millimetertheilung abweicht und je grösser der Höhenunterschied ist.

Bei dem vom Verfasser untersuchten Barometern weicht p von der Einheit bis zu $\frac{4}{100}$ ab, in Folge davon würde man bei direkter Benutzung der Aneroidtheile die Höhenunterschiede bis zu 4 Procent unrichtig erhalten.

4) Bei allen Metallbarometern findet sich der Uebelstand dass die Constante c sich mehr oder weniger ändert. Bestimmt man durch Vergleichung mit einem Quecksilberbarometer die Constante c , geht alsdann mit dem Aneroid in die Höhe, und wieder zurück, so wird bei einer nochmaligen Vergleichung sich die Constante c anders herausstellen, indem die Blase nicht vollständig auf den alten Stand zurückgegangen ist. Es giebt Instrumente, bei welchen diese Aenderung mehrere Millimeter betragen kann; dieselben sollen für genauere Messungen nicht verwendet werden. Beträgt die Aenderung nur wenige Zehntel Millimeter, so kann der Fehler etwa in der Weise ausgeglichen werden, dass man die Differenz auf die einzelnen Stationen proportionel der Zeit vertheilt. Immerhin macht dieser Umstand nothwendig, dass die Vergleichung mit einem zweiten Barometer nicht blos zu Anfang, sondern auch am Ende der Messung vorgenommen wird.

5) Um sich davon zu überzeugen, dass sich der Luftdruck im Allgemeinen während der Messung nicht ändert und um zugleich für den Fall einer Aenderung die Beobachtungen auf denselben Luftdruck reduciren zu können, ist es nothwendig, dass

ein zweites Barometer, welches während der Messung den Ort nicht wechselt und wo möglich auch stets in derselben Temperatur zu erhalten ist, in entsprechenden Zwischenräumen abgelesen wird; letztere müssen so klein genommen werden, dass die Aenderung des Luftdrucks während derselben als der Zeit proportional angenommen werden kann; sie müssen daher kleiner genommen werden, wenn das Barometer rasch steigt oder fällt; sie können gross sein, wenn der Barometer sich wenig ändert. Der Ort, wo dieses zweite „stationäre“ Barometer beobachtet wird, sollte etwa in der Mitte des Aufnahmebezirkes sich befinden.

Angenommen, das stationäre Barometer liefere die folgenden auf 0 und das Quecksilberbarometer reducirten Stände:

Uhr. Min.	Barometer-Correction.
9 — 726.48	—
9 30 726.14	+ 0.34
10 — 725.76	+ 0.72
10 30 725.84	+ 0.64
11 — 726.02	+ 0.46

Barometercorrection ist diejenige Grösse, welche zum jeweiligen Stand addirt (+) oder davon subtrahirt werden muss (—), um den ursprünglichen Stand zu erhalten. Wäre nun z. B. 9 U. 54 M. die Beobachtung 712.37 gemacht worden, so wären hiezu zu addiren:

$$0,34 + \frac{0,72 - 0,34}{30} \cdot 24 = 0,34 + 0,30 = 0,64$$

und die auf die Zeit 9 Uhr reducirte Beobachtung wird:

$$712.37 + 0,64 = 713.01.$$

Ist die Beobachtung an einem stationären Barometer nicht auszuführen, so kann die Aenderung des Luftdrucks dadurch bestimmt werden, dass man zum Anfangspunkt zurückgeht und wieder beobachtet; die Differenz der beiden Beobachtungen wird alsdann der Zeit proportional vertheilt. Bei diesem Verfahren wird vorausgesetzt, dass der Luftdruck sich immer gleichmässig und in demselben Sinne ändert. Ist dieses nicht der Fall, so ist die Ausgleichung nicht vollkommen richtig. In unserem Bei-

spiele würde man, wenn das Instrument um 9 U. und 11 U. im Anfangspunkt war, für 2 Stunden einen Fall des Barometers um 0,46 erhalten, also für die Beobachtung um 9 U. 54 M. die zu addirende Correction:

$$\frac{54}{120} \cdot 0,46 = 0,21, \text{ also den auf den Zeitpunkt 9 U.}$$

corrigirten Stand = 712.37

$$+ 0.21$$

$$= 712.58$$

also um 0.43^{mm} zu klein, weil die Voraussetzung der Gleichförmigkeit nicht zutrifft, vielmehr das Barometer zuerst sank, dann wieder stieg.

Wäre der Beobachter schon um 10 U. 30 M. auf den Anfangspunkt zurückgegangen, so hätte er eine Aenderung um 0,64 beobachtet und damit als Correction erhalten:

$$\frac{54}{90} \cdot 0.64 = 0,38, \text{ also den corrigirten Barometer-}$$

stand =

$$712.37$$

$$+ 0.38$$

$$712.75$$

Der Fehler wäre also kleiner; überhaupt wird es in diesem Falle, wo keine correspondirenden Beobachtungen an einem stationären Barometer vorliegen, gerathen sein, in kürzeren Zwischenräumen auf früher abgelesene Punkte zurückkehren. Dieses wird möglich sein, wenn der Aufnahmebezirk klein ist; ist derselbe dagegen gross, so sollte die Controle durch correspondirende Beobachtungen nicht unterlassen werden.

Um dabei wenigstens einen zweiten Beobachter zu ersparen, wäre es zu wünschen, dass es einem Mechaniker gelänge, transportable, selbstregistrirende Aneroidbarometer mit Compensation zu construiren.

In einem Lande, welches mit meteorologischen Stationen versehen ist, kann man sich correspondirende Beobachtungen auch durch Verständigung mit den nächsten Beobachtern verschaffen, vorausgesetzt, dass dieselben mit Barometern versehen sind,

welche eine genaue Einstellung zulassen (was z. B. bei den württembergischen Stationsbarometern bis jetzt nicht der Fall ist). Die Frage, bis zu welchen Entfernungen die von einer solchen Station gelieferten Reductionen unmittelbar verwendet werden dürfen, lässt sich jedoch nur ganz im Allgemeinen beantworten. Die zulässige Entfernung wird um so grösser ausfallen, je stabiler der Barometerstand ist; sie wird klein sein, wenn der Zustand der Atmosphäre gestört, das Barometer also unruhig ist. Zu berücksichtigen ist dabei namentlich der Umstand, dass die Schwankungen um so kleiner werden, je höher der Punkt gelegen ist. Liegt also der Aufnahmebezirk bedeutend tiefer, als die correspondirende Station, so werden die von den letzteren gelieferten Reductionen zu klein ausfallen, und umgekehrt zu gross, wenn der Vermessungsbezirk erheblich höher liegt.

	1200	1202	1204	1206	1208	1210	1212	1214	1216	1218	1220
—20	12,83	12,81	12,79	12,77	12,75	12,72	12,70	12,68	12,66	12,64	12,62
—18	88	86	84	82	79	77	75	73	71	69	67
—16	93	91	89	86	84	82	80	78	76	74	72
—14	12,98	12,96	93	91	89	87	85	83	81	79	76
—12	13,03	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88	85	83	81
—10	13,08	13,05	13,03	13,01	12,99	12,97	12,95	12,92	12,90	12,88	12,86
—8	12	10	08	06	13,04	13,01	12,99	12,97	12,95	93	91
—6	17	15	13	11	09	06	13,04	13,02	13,00	12,98	12,96
—4	22	20	18	16	13	11	09	07	05	13,03	13,00
—2	27	25	23	20	18	16	14	12	10	07	05
0	13,32	13,30	13,27	13,25	13,23	13,21	13,19	13,17	13,14	13,12	13,10
2	37	35	32	30	28	26	24	21	19	17	15
4	42	39	37	35	33	31	28	26	24	22	20
6	47	44	42	40	38	35	33	31	29	27	24
8	51	49	47	45	42	40	38	36	34	31	29
10	13,56	13,54	13,52	13,50	13,47	13,45	13,43	13,41	13,38	13,36	13,34
12	61	59	57	54	52	50	48	45	43	41	39
14	66	64	61	59	57	55	53	50	48	46	44
16	71	69	66	64	62	60	57	55	53	51	48
18	76	74	71	69	67	64	62	60	58	55	53
20	13,81	78	13,76	74	13,72	13,69	13,67	13,65	13,63	13,60	13,58
22	86	83	81	79	76	74	72	70	67	65	63
24	90	88	86	84	81	79	77	74	72	70	68
26	13,95	93	91	88	86	84	82	79	77	75	72
28	14,00	13,98	13,96	93	91	89	86	84	82	80	77
30	14,05	14,03	14,00	13,98	13,96	13,93	13,91	13,89	13,87	13,84	13,82
32	10	08	05	14,03	14,01	13,98	13,96	94	91	89	87
34	15	13	10	08	05	14,03	14,01	13,99	13,96	94	92
36	20	17	15	13	10	08	06	14,03	14,01	13,99	13,96
38	25	22	20	18	15	13	11	08	06	14,04	14,01
40	14,29	27	14,25	14,22	14,20	14,18	14,15	14,13	14,11	14,08	14,06
42	34	32	30	27	25	23	20	18	16	13	11
44	39	37	34	32	30	27	25	23	20	18	16
46	44	42	39	37	35	32	30	27	25	23	20
48	49	47	44	42	39	37	35	32	30	28	25
50	14,54	14,51	14,49	14,47	14,44	14,42	40	37	35	32	14,30
52	59	56	54	52	49	47	44	42	40	37	35
54	64	61	59	56	54	52	49	47	44	42	40
56	69	66	64	61	59	56	54	52	49	47	44
58	73	71	69	66	64	61	59	56	54	52	49
60	14,78	14,76	14,73	14,71	14,69	14,66	14,64	14,61	14,59	14,56	14,54

	1220	1222	1224	1226	1228	1230	1232	1234	1236	1238	1240
—20	12,62	12,60	12,58	12,56	12,54	12,52	12,50	12,48	12,46	12,44	12,42
—18	67	65	63	61	59	57	54	52	50	48	46
—16	72	70	67	65	63	61	59	57	55	53	51
—14	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56
—12	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
—10	12,86	12,84	12,82	12,80	12,78	12,76	12,74	12,71	12,69	12,67	12,65
—8	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	70
—6	12,96	91	91	89	87	85	83	81	79	77	75
—4	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88	86	84	82	79
—2	05	13,03	13,01	12,99	12,97	95	93	90	88	86	84
0	13,10	13,08	13,06	13,04	13,02	12,99	12,97	12,95	12,93	12,91	12,89
2	15	13	11	08	06	13,04	13,02	13,00	12,98	12,96	94
4	20	17	15	13	11	09	07	05	13,03	13,00	12,98
6	24	22	20	18	16	14	12	09	07	05	13,03
8	29	27	25	23	21	18	16	14	12	10	08
10	13,34	13,32	13,30	13,28	13,25	13,23	13,21	13,19	13,17	13,15	13,13
12	39	37	34	32	30	28	26	24	22	19	17
14	44	41	39	37	35	33	31	28	26	24	22
16	48	46	44	42	40	37	35	33	31	29	27
18	53	51	49	47	44	42	40	38	36	34	31
20	13,58	13,56	13,54	13,51	13,49	13,47	13,45	13,43	13,40	13,38	13,36
22	63	61	58	56	54	52	50	47	45	43	41
24	68	65	63	61	59	57	54	52	50	48	46
26	72	70	68	66	64	61	59	57	55	53	50
28	77	75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
30	13,82	13,80	13,78	13,75	13,73	13,71	13,69	13,66	13,64	13,62	13,60
32	87	85	82	80	78	76	73	71	69	67	65
34	92	89	87	85	83	80	78	76	74	71	69
36	13,96	94	92	90	87	85	83	81	78	76	74
38	14,01	13,99	13,97	94	92	90	88	85	83	81	79
40	14,06	14,04	14,01	13,99	13,97	13,95	13,92	13,90	13,88	13,86	13,83
42	11	09	06	15,04	14,02	13,99	13,97	13,95	93	90	88
44	16	13	11	09	06	14,04	14,02	14,00	13,97	13,95	93
46	20	18	16	14	11	09	07	04	14,02	14,00	13,98
48	25	23	21	18	16	14	11	09	07	05	14,02
50	14,30	14,28	14,25	14,23	14,21	14,18	14,16	14,14	14,12	14,09	14,07
52	35	33	30	28	26	23	21	19	16	14	12
54	40	37	35	33	30	28	26	23	21	19	16
56	44	42	40	37	35	33	30	28	26	23	21
58	49	47	45	42	40	37	35	33	31	28	26
60	14,54	14,52	14,49	14,47	14,45	14,42	14,40	14,38	14,35	14,33	14,31

	1240	1242	1244	1246	1248	1250	1252	1254	1256	1258	1260
—20	12,42	12,40	12,38	12,36	12,34	12,32	12,30	12,28	12,26	12,24	12,22
—18	46	44	42	40	38	36	34	32	31	29	27
—16	51	49	47	45	43	41	39	37	35	33	31
—14	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36
—12	61	59	57	54	52	50	48	46	45	43	41
—10	12,65	63	61	59	57	12,55	12,53	12,51	12,49	12,47	12,45
—8	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50
—6	75	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55
—4	79	77	75	73	71	69	67	65	63	59	59
—2	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64
0	12,89	87	85	83	81	12,79	12,77	12,75	12,72	12,70	12,68
2	94	92	89	87	85	83	81	79	77	75	73
4	12,98	12,96	94	92	90	88	86	84	82	80	88
6	13,03	13,01	12,99	12,97	95	93	91	89	86	84	82
8	08	06	13,04	13,02	12,99	12,97	12,95	93	91	89	87
10	13,13	13,10	13,08	13,06	13,04	13,02	13,00	12,98	12,96	12,94	12,92
12	17	15	13	11	09	07	05	13,03	13,00	12,98	12,96
14	22	20	18	16	14	11	09	07	05	13,03	13,01
16	27	25	22	20	18	16	14	12	10	08	06
18	31	29	27	25	23	21	19	17	14	12	10
20	13,36	13,34	13,32	13,30	13,28	13,25	13,23	13,21	13,19	13,17	13,15
22	41	39	37	34	32	30	28	26	24	22	20
24	46	43	41	39	37	35	33	31	28	26	24
26	50	48	46	44	42	40	37	35	33	31	29
28	55	53	51	49	46	44	42	40	38	36	34
30	13,60	58	13,55	13,53	13,51	13,49	13,47	13,45	13,42	13,40	13,38
32	65	62	60	58	56	54	51	49	47	45	43
34	69	67	65	63	60	58	56	54	52	50	47
36	74	72	70	67	65	63	61	59	56	54	52
38	79	76	74	72	70	68	65	63	61	59	57
40	13,83	13,81	13,79	13,77	13,75	13,72	13,70	13,68	13,66	13,64	13,61
42	88	86	84	81	79	77	75	73	70	68	66
44	93	91	88	86	84	82	79	77	75	73	71
46	13,98	95	93	91	89	86	84	82	80	78	75
48	14,02	14,00	13,98	13,96	93	91	89	87	84	82	80
50	14,07	14,05	14,02	14,00	13,98	13,96	13,94	13,91	13,89	13,87	13,85
52	12	09	07	05	14,03	14,00	13,98	13,96	94	92	89
54	16	14	12	10	07	05	14,03	14,01	13,98	13,96	94
56	21	19	17	14	12	10	08	05	14,03	14,01	13,99
58	26	24	21	19	17	14	12	10	08	06	14,03
60	14,31	14,28	14,26	14,24	14,21	14,19	14,17	14,15	14,12	14,10	14,08

	1260	1262	1264	1266	1268	1270	1272	1374	1276	1278	1280
—20	12,22	12,20	12,18	12,16	12,14	12,12	12,10	12,09	12,07	12,05	12,03
—19	27	25	23	21	19	17	15	13	11	09	07
—16	31	29	27	25	23	22	20	18	16	14	12
—14	36	34	32	30	28	26	24	22	20	19	17
—12	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21
—10	12,45	12,43	12,41	12,39	12,37	12,35	12,34	12,32	12,30	12,28	12,26
—8	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30
—6	55	53	51	49	47	45	43	41	39	37	35
—4	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	39
—2	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44
0	12,68	12,66	12,64	12,62	12,60	12,58	12,57	12,55	12,53	12,51	12,49
2	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53
4	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58
6	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
8	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
10	12,92	12,90	12,88	12,86	12,84	12,82	12,80	12,78	12,75	12,74	12,72
12	12,96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76
14	13,01	12,99	12,97	95	93	91	89	87	85	83	81
16	06	13,04	13,02	12,99	12,97	12,95	93	91	89	87	85
18	10	08	06	13,04	13,02	13,00	12,98	12,96	94	92	90
20	13,15	13,13	13,11	13,09	13,07	13,05	13,03	13,01	12,98	12,96	12,94
22	20	18	15	13	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99
24	24	22	20	18	16	14	12	10	08	06	13,04
26	29	27	25	23	21	18	16	14	12	10	08
28	34	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13
30	13,38	13,36	13,34	13,32	13,30	13,28	13,26	13,24	13,21	13,19	13,17
32	43	41	39	36	34	32	30	28	26	24	22
34	47	45	43	41	39	37	35	33	31	29	26
36	52	50	48	46	44	42	39	37	35	33	31
38	57	55	52	50	48	46	44	42	40	38	36
40	13,61	13,59	13,57	13,55	13,53	13,51	13,49	13,47	13,44	13,42	13,40
42	66	64	62	60	57	55	53	51	49	47	45
44	71	69	66	64	62	60	58	56	54	51	49
46	75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54
48	80	78	76	74	71	69	67	65	63	61	58
50	13,85	13,82	13,80	13,78	13,76	13,74	13,72	13,70	13,67	13,65	13,63
52	89	87	85	83	81	78	76	74	72	70	68
54	94	92	90	87	85	83	81	79	76	74	72
56	13,99	13,96	94	92	90	88	85	83	81	79	77
58	14,03	14,01	13,99	13,97	94	92	90	88	86	84	81
60	14,08	14,06	14,03	14,01	13,99	13,97	13,95	13,92	13,90	13,88	13,86

	1280	1282	1284	1286	1288	1290	1292	1294	1296	1298	1300
—20	12,03	12,01	11,99	11,97	11,95	11,94	11,92	11,90	11,88	11,86	11,84
—18	07	06	12,04	12,02	12,00	11,98	11,96	94	93	91	89
—16	12	10	08	06	04	12,03	12,01	11,99	11,97	11,95	93
—14	17	15	13	11	09	07	05	12,03	12,02	12,00	11,98
—12	21	19	17	15	14	12	10	08	06	04	12,02
—10	12,26	12,24	12,22	12,20	12,18	12,16	12,14	12,12	12,11	12,09	12,07
—8	30	28	26	25	23	21	19	17	15	13	11
—6	35	33	31	29	27	25	23	22	20	18	16
—4	39	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20
—2	44	42	40	38	36	34	33	31	29	27	25
0	12,49	12,47	12,45	12,43	12,41	12,39	12,37	12,35	12,33	12,31	12,29
2	53	51	49	47	45	44	42	40	38	36	34
4	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38
6	62	60	58	56	55	53	51	49	47	45	43
8	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
10	12,72	12,70	12,68	12,66	12,64	12,62	12,60	12,58	12,56	12,54	12,52
12	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56
14	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
16	85	93	81	79	77	75	73	71	69	67	65
18	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70
20	12,94	12,92	12,90	12,88	12,86	12,84	12,82	12,80	12,78	12,76	12,74
22	12,99	12,97	95	93	91	89	87	85	83	81	79
24	13,04	13,02	12,99	12,97	12,95	93	91	89	87	86	84
26	08	06	13,04	13,02	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88
28	13	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99	12,97	95	93
30	13,17	13,15	13,13	13,11	13,09	13,07	13,05	13,03	13,01	12,99	12,97
32	22	20	18	16	14	12	10	08	06	04	02
34	26	24	22	20	18	16	14	12	10	08	06
36	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11
38	36	34	31	29	27	25	23	21	19	17	15
40	13,40	13,38	13,36	13,34	13,32	13,30	13,28	13,26	13,24	13,22	12,20
42	45	43	41	38	36	34	32	30	28	26	24
44	49	47	45	43	41	39	37	35	33	31	29
46	54	52	50	48	45	43	41	39	37	35	33
48	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38
50	12,63	13,61	13,59	13,57	13,55	13,52	13,50	13,48	13,46	13,44	13,42
52	68	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
54	72	70	68	66	64	62	59	57	55	53	51
56	77	75	72	70	68	66	64	62	60	58	56
58	81	79	77	75	73	71	69	66	64	62	60
60	13,86	13,84	13,82	13,79	13,77	13,75	13,73	13,71	13,69	13,67	13,65

	1300	1302	1304	1306	1308	1310	1312	1314	1316	1318	1320
—20	11,84	11,83	11,81	11,79	11,77	11,75	11,74	11,72	11,70	11,68	11,66
—18	89	87	85	83	82	80	78	76	74	73	71
—16	93	92	90	88	86	84	82	81	79	77	75
—14	11,98	11,96	94	92	91	89	87	85	83	82	80
—12	12,02	11,01	11,99	11,97	11,95	93	91	90	88	86	84
—10	12,07	12,05	12,03	12,01	12,00	11,98	11,96	11,94	11,92	11,90	11,89
—8	11	10	08	06	04	12,02	12,00	11,98	11,97	95	93
—6	16	14	12	10	08	07	05	12,03	12,01	11,99	11,97
—4	20	19	17	15	13	11	09	07	06	12,04	12,02
—2	25	23	21	19	17	16	14	12	10	08	06
0	12,29	12,28	12,26	12,24	12,22	12,20	12,18	12,16	12,14	12,13	12,11
2	34	32	30	28	26	25	23	21	19	17	15
4	38	37	35	33	31	29	27	25	23	22	20
6	43	41	39	37	35	33	32	30	28	26	24
8	47	46	44	42	40	38	36	34	32	30	29
10	12,52	12,50	12,48	12,46	12,44	12,42	12,41	12,39	12,37	12,35	12,33
12	56	55	53	51	49	47	45	43	41	39	37
14	61	59	57	55	53	51	49	48	46	44	42
16	65	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46
18	70	68	66	64	62	60	58	56	55	53	51
20	12,74	12,73	12,71	12,69	12,67	12,65	12,63	12,61	12,59	12,57	12,55
22	79	77	75	73	71	69	67	65	63	62	60
24	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64
26	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68
28	93	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73
30	12,97	12,95	12,93	12,91	12,89	12,87	12,85	12,83	12,81	12,79	12,77
32	02	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88	86	84	82
34	06	04	13,02	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88	86
36	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99	12,97	95	93	91
38	15	13	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99	12,97	12,95
40	13,20	13,18	13,15	13,13	13,11	13,09	13,07	13,05	13,03	13,02	13,00
42	24	22	20	18	16	14	12	10	08	06	04
44	29	27	24	22	20	18	16	14	12	10	08
46	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13
48	38	36	33	31	29	27	25	23	21	19	17
50	13,42	13,40	13,38	13,36	13,34	13,32	13,30	13,28	13,26	13,24	13,22
52	47	45	42	40	38	36	34	32	30	28	26
54	51	49	47	45	43	41	39	37	35	33	31
56	56	54	51	49	47	45	43	41	39	37	35
58	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	39
60	13,65	13,63	13,60	13,58	13,56	13,54	13,52	13,50	13,48	13,46	13,44

	1320	1322	1324	1326	1328	1330	1332	1334	1336	1338	1340
—20	11,66	11,65	11,63	11,61	11,59	11,58	11,56	11,54	11,52	11,51	11,49
—18	71	69	67	66	64	62	60	59	57	55	53
—16	75	74	72	70	68	66	65	63	61	59	58
—14	80	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62
—12	84	82	71	79	77	75	73	72	70	68	67
—10	11,89	11,87	11,85	11,83	11,81	11,80	11,78	11,76	11,74	11,73	11,71
—8	93	91	89	88	86	84	82	81	79	77	75
—6	11,97	11,96	94	92	90	88	87	85	83	81	80
—4	12,02	12,00	11,98	11,97	95	93	91	89	88	86	84
—2	06	05	12,03	12,01	11,99	11,97	11,95	94	92	90	88
0	12,11	12,09	12,07	12,05	12,03	12,02	12,00	11,98	11,96	11,94	11,93
2	15	13	12	10	08	06	04	12,02	12,01	11,99	11,97
4	20	16	16	14	12	11	09	07	05	12,03	12,01
6	24	22	20	19	17	15	13	11	09	08	06
8	29	27	25	23	21	19	17	16	14	12	10
10	12,33	12,31	12,29	12,27	12,26	12,24	12,22	12,20	12,18	12,16	12,15
12	37	36	34	32	30	28	26	24	23	21	19
14	42	40	38	36	34	33	31	29	27	25	23
16	46	44	43	41	39	37	35	33	31	30	28
18	51	49	47	45	43	41	39	38	36	34	32
20	12,55	12,53	12,51	12,50	12,48	12,46	12,44	12,42	12,40	12,38	12,36
22	60	58	56	54	52	50	48	46	45	43	41
24	64	62	60	58	56	55	53	51	49	47	45
26	68	67	65	63	61	59	57	55	53	51	50
28	73	71	69	67	65	63	61	60	58	56	54
30	12,77	12,75	12,73	12,72	12,70	12,68	12,66	12,64	12,62	12,60	12,58
32	82	80	78	76	74	72	70	68	66	65	63
34	86	84	82	80	78	77	75	73	71	69	67
36	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71
38	12,95	93	91	89	87	85	83	81	80	78	76
40	13,00	12,98	12,96	12,94	12,92	12,90	12,88	12,86	12,84	12,82	12,80
42	04	13,02	13,00	12,98	12,96	94	92	90	88	86	85
44	08	06	04	13,03	13,01	12,99	12,97	95	93	91	89
46	13	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99	12,97	12,95	93
48	17	15	13	11	09	07	05	13,03	13,02	13,00	12,98
50	13,22	13,20	13,18	13,16	13,14	13,12	13,10	13,08	13,06	13,04	13,02
52	26	24	22	20	18	16	14	12	10	08	06
54	31	29	27	25	23	21	19	19	15	13	11
56	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15
58	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	20
60	13,44	13,42	13,40	13,38	13,36	13,34	13,32	13,30	13,28	13,26	13,24

	1340	1342	1344	1346	1348	1350	1352	1354	1356	1358	1360
—20	11,49	11,47	11,46	11,44	11,42	11,40	11,39	11,37	11,35	11,34	11,32
—18	53	52	50	48	47	45	43	41	40	38	36
—16	58	56	54	53	51	49	47	46	44	42	41
—14	62	60	59	57	55	54	52	50	48	47	45
—12	67	65	63	61	60	58	56	54	53	51	49
—10	11,71	11,69	11,67	11,66	11,64	11,62	11,60	11,59	11,57	11,55	11,54
—8	75	73	72	70	68	67	65	63	61	60	58
—6	80	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62
—4	84	82	80	79	77	75	73	72	70	68	67
—2	88	87	85	83	81	80	78	76	74	73	71
0	11,93	11,91	11,89	11,87	11,86	11,84	11,82	11,80	11,79	11,77	11,75
2	11,97	11,95	94	92	90	88	86	85	83	81	79
4	12,01	12,00	11,98	11,06	94	93	91	89	87	86	84
6	06	04	12,02	12,00	11,99	11,97	95	93	92	90	88
8	10	08	07	05	12,03	12,01	11,99	11,98	11,96	94	92
10	12,15	12,13	12,11	12,09	12,07	12,06	12,04	12,02	12,00	11,98	11,97
12	19	17	15	14	12	10	08	06	05	12,03	12,01
14	23	21	20	18	16	14	12	11	09	07	05
16	28	26	24	22	20	19	17	15	13	11	10
18	32	30	28	27	25	23	21	19	18	16	14
20	12,36	12,35	12,33	12,31	12,29	12,27	12,25	12,24	12,22	12,20	12,18
22	41	39	37	35	33	32	30	28	26	24	23
24	45	43	41	40	38	36	34	32	30	39	27
26	50	48	46	44	42	40	38	37	35	33	31
28	54	52	50	48	46	45	43	41	39	37	35
30	12,58	12,56	12,55	12,53	12,51	12,49	12,47	12,45	12,43	12,42	12,40
32	63	61	59	57	55	53	51	50	48	46	44
34	67	65	63	61	60	58	56	54	52	50	48
36	71	70	68	66	64	62	60	58	56	55	53
38	76	74	72	70	68	66	64	63	61	59	57
40	12,80	12,78	12,76	12,74	12,73	12,71	12,69	12,67	12,65	12,63	12,61
42	85	83	81	79	77	75	73	71	69	68	66
44	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70
46	93	91	89	87	86	84	82	80	78	76	74
48	12,98	12,96	94	92	90	88	86	84	82	81	79
50	13,02	13,00	12,98	12,96	12,94	12,92	12,90	12,89	12,87	12,85	12,83
52	06	04	13,02	13,01	12,99	12,97	95	93	91	89	87
54	11	09	07	05	13,03	13,01	12,99	12,97	12,95	93	91
56	15	13	11	09	07	05	13,03	13,02	13,00	12,98	12,96
58	19	18	16	14	12	10	08	06	04	13,02	13,00
60	13,24	13,22	13,20	13,18	13,16	13,14	13,12	13,10	13,08	13,06	13,04

	1360	1362	1394	1366	1368	1370	1372	1374	1376	1378	1380
—20	11,32	11,30	11,29	11,27	11,25	11,24	11,22	11,21	11,19	11,17	11,16
—18	36	35	33	31	30	28	26	25	23	22	20
—16	41	39	37	36	34	32	31	29	27	26	24
—14	45	43	42	40	38	37	35	33	32	30	28
—12	49	48	46	44	43	41	39	38	36	34	33
—10	11,54	11,52	11,50	11,49	11,47	11,45	11,44	11,42	11,40	11,39	11,37
—8	58	56	55	53	51	50	48	46	44	43	41
—6	62	61	59	57	55	54	52	50	49	47	45
—4	67	65	63	61	60	58	56	55	53	51	50
—2	71	69	67	66	64	62	61	59	57	56	54
0	11,75	11,73	11,72	11,70	11,68	11,67	11,65	11,63	11,62	11,60	11,58
2	79	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62
4	84	82	80	79	77	75	73	72	70	68	67
6	88	86	85	83	81	79	78	76	74	73	71
8	92	91	89	87	85	84	82	80	79	77	75
10	11,97	11,95	11,93	11,91	11,90	11,88	11,86	11,85	11,83	11,81	11,79
12	12,01	11,99	11,97	11,96	94	92	91	89	87	85	84
14	05	12,04	12,02	12,00	11,98	11,97	95	93	91	90	88
16	10	08	06	04	12,03	12,01	11,99	11,97	11,96	94	92
18	14	12	10	09	07	05	12,03	12,02	12,00	11,98	11,96
20	12,18	12,16	12,15	12,13	12,11	12,09	12,08	12,06	12,04	12,02	12,01
22	23	21	19	17	15	14	12	10	08	07	05
24	27	25	23	21	20	18	16	14	13	11	09
26	31	29	28	26	24	22	20	19	17	15	13
28	35	34	32	30	28	26	25	23	21	19	18
30	12,40	12,38	12,36	12,34	12,33	12,31	12,29	12,27	12,25	12,24	12,22
32	44	42	40	39	37	35	33	31	30	28	26
34	48	47	45	43	41	39	38	36	34	32	30
36	53	51	49	47	45	44	42	40	38	36	35
38	57	55	53	51	50	48	46	44	42	41	39
40	12,61	12,59	12,58	12,56	12,54	12,52	12,50	12,48	12,47	12,45	12,43
42	66	64	62	60	58	56	55	53	51	49	47
44	70	68	66	64	63	61	59	57	55	53	52
46	74	72	70	69	67	65	63	61	59	58	56
48	79	77	75	73	71	69	67	66	64	62	60
50	12,83	12,81	12,79	12,77	12,75	12,74	12,72	12,70	12,68	12,66	12,64
52	87	85	83	82	80	78	76	74	72	70	68
54	91	90	88	86	84	82	80	78	76	75	73
56	12,96	94	92	90	88	86	84	83	81	79	77
58	13,00	12,98	12,96	94	92	91	89	87	85	83	81
60	13,04	13,02	13,91	12,99	12,97	12,95	12,93	12,91	12,89	12,87	12,85

	1380	1382	1384	1386	1388	1390	1392	1394	1396	1398	1400
—20	11,16	11,14	11,12	11,11	11,09	11,08	11,06	11,04	11,03	11,01	11,00
—18	20	18	17	15	13	12	10	09	07	06	04
—16	24	23	21	19	18	16	15	13	11	10	08
—14	28	27	25	24	22	20	19	17	16	14	12
—12	33	31	29	28	26	25	23	21	20	18	16
—10	11,37	11,35	11,34	11,32	11,30	11,29	11,27	11,26	11,24	11,22	11,21
—8	41	40	38	36	35	33	31	30	28	26	25
—6	45	44	42	40	39	37	36	34	32	21	29
—4	50	48	46	45	43	41	40	38	36	35	33
—2	54	52	51	49	47	46	44	42	41	39	37
0	11,58	11,56	11,55	11,53	11,51	11,50	11,48	11,47	11,45	11,43	11,42
2	62	61	59	57	56	54	52	51	49	47	46
4	67	65	63	62	60	58	57	55	53	52	50
6	71	69	68	66	64	62	61	59	57	56	54
8	75	73	72	70	68	67	65	63	62	60	58
10	11,79	11,78	11,76	11,74	11,73	11,71	11,69	11,68	11,66	11,64	11,63
12	84	82	80	79	77	75	73	72	70	68	67
14	88	86	84	83	81	79	78	76	74	73	71
16	92	90	89	87	85	84	82	80	78	77	75
18	11,96	95	93	91	89	88	86	84	83	81	79
20	12,01	11,99	11,97	11,95	11,94	11,92	11,90	11,89	11,87	11,85	11,83
22	05	12,03	12,01	12,00	11,98	11,96	94	93	91	89	88
24	09	07	06	04	12,02	12,00	11,99	11,97	95	94	92
26	13	12	10	08	06	05	12,03	12,01	11,99	11,98	11,96
28	18	16	14	12	11	09	07	05	12,04	12,02	12,00
30	12,22	12,20	12,18	12,17	12,15	12,13	12,11	12,10	12,08	12,06	12,04
32	26	24	23	21	19	17	15	14	12	10	09
34	30	29	27	25	23	21	20	18	16	14	13
36	35	33	31	29	27	26	24	22	20	19	17
38	39	37	35	33	32	30	28	26	25	23	21
40	12,43	12,41	12,39	12,38	12,36	12,34	12,32	12,31	12,29	12,27	12,25
42	47	45	44	42	40	38	37	35	33	31	29
44	52	50	48	46	44	43	41	39	37	35	34
46	56	54	52	50	49	47	45	43	41	40	38
48	60	58	56	55	53	51	49	47	46	44	42
50	12,64	12,62	12,61	12,59	12,57	12,55	12,53	12,52	12,50	12,48	12,46
52	68	67	65	63	61	59	58	56	54	52	50
54	73	71	69	67	65	64	62	60	58	56	55
56	77	75	73	71	70	68	66	64	62	61	59
58	81	79	78	76	74	72	70	68	67	65	63
60	12,85	12,84	12,82	12,80	12,78	12,76	12,74	12,73	12,71	12,69	12,67

	1400	1402	1404	1406	1408	1410	1412	1414	1416	1418	1420
—20	11,00	10,98	10,97	10,95	10,94	10,92	10,90	10,89	10,87	10,86	10,84
—18	04	11,02	11,01	10,99	10,98	10,96	10,95	10,93	10,91	90	88
—16	08	07	05	11,03	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	94	93
—14	12	11	09	08	06	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97
—12	16	15	13	12	10	09	07	05	04	11,02	11,01
—10	11,21	11,19	11,17	11,16	11,14	11,13	11,11	11,10	11,08	11,06	11,05
—8	25	23	22	20	19	17	15	14	12	11	09
—6	29	27	26	24	23	21	19	18	16	15	13
—4	33	32	30	28	27	25	24	22	20	19	17
—2	37	36	34	33	31	29	28	26	25	23	21
0	11,42	11,40	11,38	11,37	11,35	11,34	11,32	11,30	11,29	11,27	11,26
2	46	44	43	41	39	38	36	34	33	31	30
4	50	48	47	45	43	42	40	39	37	35	34
6	54	53	51	49	48	46	44	43	41	40	38
8	58	57	55	53	52	50	49	47	45	44	42
10	11,63	11,61	11,59	11,58	11,56	11,54	11,53	11,51	11,49	11,48	11,46
12	67	65	63	62	60	58	57	55	54	52	50
14	71	69	68	66	64	63	61	59	58	56	54
16	75	73	72	70	68	67	65	63	62	60	59
18	79	78	76	74	73	71	69	68	66	64	63
20	11,83	11,82	11,80	11,78	11,77	11,75	11,73	11,72	11,70	11,68	11,67
22	88	86	84	83	81	79	78	76	74	73	71
24	92	90	88	87	85	83	82	80	78	77	75
26	11,96	94	93	91	89	88	86	84	82	81	79
28	12,00	11,98	11,97	95	93	92	90	88	87	85	83
30	12,04	12,03	12,01	11,99	11,98	11,96	11,94	11,92	11,91	11,89	11,87
32	09	07	05	12,03	12,02	12,00	11,98	11,97	95	93	92
34	13	11	09	08	06	04	12,02	12,01	11,99	11,97	11,96
36	17	15	13	12	10	08	07	05	12,03	12,01	12,00
38	21	19	18	16	14	12	11	09	07	06	04
40	12,25	12,24	12,22	12,20	12,18	12,17	12,15	12,13	12,11	12,10	12,08
42	29	28	26	24	22	21	19	17	16	14	12
44	34	32	30	28	27	25	23	21	20	18	16
46	38	36	34	33	31	29	27	26	24	22	20
48	42	40	39	37	35	33	31	30	28	26	25
50	12,46	12,44	12,43	12,41	12,39	12,37	12,36	12,34	12,32	12,30	12,29
52	50	49	47	45	43	42	40	38	36	35	33
54	55	53	51	49	47	46	44	42	40	39	37
56	59	57	55	53	52	50	48	46	45	43	41
58	63	61	59	58	56	54	52	50	49	47	55
60	12,67	12,65	12,64	12,62	12,60	12,58	12,56	12,55	12,53	12,51	12,49

	1420	1422	1424	1426	1428	1430	1432	1434	1436	1438	1440
—20	10,84	10,83	10,81	10,80	10,78	10,77	10,75	10,74	10,72	10,71	10,69
—18	88	87	85	84	82	81	79	78	76	75	73
—16	93	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77
—14	10,97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81
—12	11,01	10,99	10,98	10,96	95	93	92	90	89	87	85
—10	11,05	11,03	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	10,94	10,93	10,91	10,90
—8	09	07	06	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97	95	94
—6	13	12	10	08	07	05	04	11,02	11,01	10,99	10,98
—4	17	16	14	13	11	09	08	06	05	11,03	11,02
—2	21	20	18	17	15	14	12	10	09	07	06
0	11,26	11,24	11,22	11,21	11,19	11,18	11,16	11,15	11,13	11,11	11,10
2	30	28	26	25	23	22	20	19	17	16	14
4	34	32	31	29	27	26	24	23	21	20	18
6	38	36	35	33	32	30	28	27	25	24	22
8	42	40	39	37	36	34	32	31	29	28	26
10	11,46	11,45	11,43	11,41	11,40	11,38	11,37	11,35	11,33	11,32	11,30
12	50	49	47	45	44	42	41	39	37	36	34
14	54	53	51	50	48	46	45	43	42	40	38
16	59	57	55	54	52	50	49	47	46	44	42
18	63	61	59	58	56	55	53	51	50	48	47
20	11,67	11,65	11,64	11,62	11,60	11,59	11,57	11,55	11,54	11,52	11,51
22	71	69	68	66	64	63	61	59	58	56	55
24	75	73	72	70	68	67	65	64	62	60	59
26	79	77	76	74	73	71	69	68	66	64	63
28	83	82	80	78	77	75	73	72	70	68	67
30	11,87	11,86	11,84	11,82	11,81	11,79	11,77	11,76	11,74	11,73	11,71
32	92	90	88	87	85	83	82	80	78	77	75
34	11,96	94	92	91	89	87	86	84	82	81	79
36	12,00	11,98	11,96	95	93	91	90	88	86	85	83
38	04	12,02	12,01	11,99	11,97	11,95	94	92	90	89	87
40	12,08	12,06	12,05	12,03	12,01	12,00	11,98	11,96	11,95	11,93	11,91
42	12	10	09	07	05	04	12,02	12,00	11,99	11,97	95
44	16	15	13	11	09	08	06	04	12,03	12,01	11,99
46	20	19	17	15	14	12	10	08	07	05	12,03
48	25	23	21	19	18	16	14	13	11	09	08
50	12,29	12,27	12,25	12,23	12,22	12,20	12,18	12,17	12,15	12,13	12,12
52	33	31	29	28	26	24	22	21	19	17	16
54	37	35	33	22	30	28	27	25	23	21	20
56	41	39	38	36	34	32	31	29	27	26	24
58	45	43	42	40	38	36	35	33	31	30	28
60	12,49	12,48	12,46	12,44	12,42	12,41	12,39	12,37	12,35	12,34	12,32

	1440	1442	1444	1446	1448	1450	1452	1454	1456	1458	1460
— 20	10,69	10,68	10,66	10,65	10,63	10,62	10,60	10,59	10,57	10,56	10,55
— 18	73	72	70	69	67	66	64	63	61	60	59
— 16	77	76	74	73	71	70	68	67	66	64	63
— 14	81	80	78	77	75	74	72	71	70	68	67
— 12	85	84	82	81	79	78	77	75	74	72	71
— 10	10,90	10,88	10,87	10,85	10,84	10,82	10,81	10,79	10,78	10,76	10,75
— 8	94	92	91	89	88	86	85	83	82	80	79
— 6	10,98	10,96	95	93	92	90	89	87	86	84	83
— 4	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	94	93	91	90	88	87
— 2	06	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97	95	94	92	91
0	11,10	11,08	11,07	11,05	11,04	11,02	11,01	10,99	10,98	10,96	10,95
2	14	12	11	09	08	06	05	13,03	11,02	11,00	10,99
4	18	16	15	13	12	10	09	07	06	04	11,03
6	22	21	19	17	16	14	13	11	10	08	07
8	26	25	23	21	20	18	17	15	14	12	11
10	11,30	11,29	11,27	11,26	11,24	11,22	11,21	11,19	11,18	11,16	11,15
12	34	33	31	30	28	26	25	23	22	20	19
14	38	37	35	34	32	31	29	27	26	24	23
16	42	41	39	38	36	35	33	31	30	28	27
18	47	45	43	42	40	39	37	35	34	32	31
20	11,51	11,49	11,47	11,46	11,44	11,43	11,41	11,40	11,38	11,36	11,35
22	55	53	51	50	48	47	45	44	42	40	39
24	59	57	56	54	52	51	49	48	46	44	43
26	63	61	60	58	56	55	53	52	50	48	47
28	67	65	64	62	60	59	57	56	54	52	51
30	11,71	11,69	11,68	11,66	11,64	11,63	11,61	11,60	11,58	11,56	11,55
32	75	73	72	70	69	67	65	64	62	60	59
34	79	77	76	74	73	71	69	68	66	64	63
36	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69	67
38	87	86	84	82	81	79	77	76	74	73	71
40	11,91	11,90	11,88	11,86	11,85	11,83	11,81	11,80	11,78	11,17	11,75
42	95	94	92	90	89	87	85	84	82	81	79
44	11,99	11,98	11,96	94	93	91	90	88	86	85	83
46	12,03	12,02	12,00	11,98	11,97	95	94	92	90	89	87
48	08	06	04	12,03	12,01	11,99	11,98	11,86	94	93	91
50	12,12	12,10	12,08	12,07	12,05	12,03	12,02	12,00	11,98	11,97	11,95
52	16	14	12	11	09	07	06	04	12,02	12,01	11,99
54	20	18	16	15	13	11	10	08	06	05	12,03
56	24	22	20	19	17	15	14	12	10	09	07
58	28	26	24	23	21	19	18	16	14	13	11
60	12,32	12,30	12,29	12,27	12,25	12,23	12,22	12,20	12,18	12,17	12,15

	1460	1462	1464	1466	1468	1470	1472	1474	1476	1478	1480
—20	10,55	10,53	10,52	10,50	10,49	10,47	10,46	10,45	10,43	10,42	10,40
—18	59	57	56	54	53	51	50	49	47	46	44
—16	63	61	60	58	57	55	54	52	51	50	48
—14	67	65	64	62	61	59	58	56	55	54	52
—12	71	69	68	66	65	63	62	60	59	58	56
—10	10,75	10,73	10,72	10,70	10,69	10,67	10,66	10,64	10,63	10,62	10,60
—8	79	77	76	74	73	71	70	68	67	66	64
—6	83	81	80	78	77	75	74	72	71	69	68
—4	87	85	84	82	81	79	78	76	75	73	72
—2	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77	76
0	10,95	10,93	10,92	10,90	10,89	10,87	10,86	10,84	10,83	10,81	10,80
2	10,99	10,97	10,96	94	93	91	90	88	87	85	84
4	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97	95	94	92	91	89	88
6	07	05	04	11,02	11,01	10,99	10,98	10,96	95	93	92
8	11	09	08	06	05	11,03	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96
10	11,15	11,13	11,12	11,10	11,09	11,07	11,06	11,04	11,03	11,01	11,00
12	19	17	16	14	13	11	10	08	07	05	04
14	23	21	20	18	17	15	14	12	11	09	08
16	27	25	24	22	21	19	18	16	15	13	12
18	31	29	28	26	25	23	22	20	19	17	16
20	11,35	11,33	11,32	11,30	11,29	11,27	11,26	11,24	11,22	11,21	11,19
22	39	37	36	34	33	31	30	28	26	25	23
24	43	41	40	38	37	35	34	32	30	29	27
26	47	45	44	42	41	39	37	36	34	33	31
28	51	49	48	46	45	43	41	40	38	37	35
30	11,55	11,53	11,52	11,50	11,49	11,47	11,45	11,44	11,42	11,41	11,39
32	59	57	56	54	53	51	49	48	46	45	43
34	63	61	60	58	57	55	53	52	50	49	47
36	67	65	64	62	61	59	57	56	54	53	51
38	71	69	68	66	65	63	61	60	58	57	55
40	11,75	11,73	11,72	11,70	11,69	11,67	11,65	11,64	11,62	11,61	11,59
42	79	77	76	74	73	71	69	68	66	65	63
44	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69	67
46	87	85	84	82	80	79	77	76	74	73	71
48	91	89	88	86	84	83	81	80	78	76	75
50	11,95	11,93	11,92	11,90	11,88	11,87	11,85	11,84	11,82	11,80	11,59
52	11,99	11,97	11,96	94	92	91	89	88	86	84	83
54	12,03	12,01	12,00	11,98	11,96	95	93	92	90	88	87
56	07	05	04	12,02	12,00	11,99	11,97	11,96	94	92	91
58	11	09	08	06	12,04	12,03	12,01	12,00	11,98	11,96	65
60	12,15	12,13	12,12	12,10	12,08	12,07	12,05	12,04	12,02	12,00	11,99

	1480	1482	1484	1486	1488	1490	1492	1494	1496	1498	1500
—20	10,40	10,39	10,38	10,36	10,35	10,33	10,32	10,31	10,29	10,28	10,26
—18	44	43	41	41	39	37	36	34	33	32	30
—16	48	47	45	44	43	41	40	38	37	36	34
—14	52	51	49	48	47	45	44	42	41	40	38
—12	56	55	53	52	50	49	48	46	45	43	42
—10	10,60	10,59	10,57	10,56	10,54	10,53	10,52	10,50	10,49	10,47	10,46
—8	64	63	61	60	58	57	56	54	53	51	50
—6	68	67	65	64	62	61	59	58	57	55	54
—4	72	71	69	68	66	65	63	62	61	59	58
—2	76	74	73	72	70	69	67	66	64	63	62
0	10,80	10,78	10,77	10,76	10,74	10,73	10,71	10,70	10,68	10,67	10,65
2	84	82	81	80	78	77	75	74	72	71	69
4	88	86	85	83	82	81	79	78	76	75	73
6	92	90	89	87	86	84	83	82	80	79	77
8	10,96	94	93	91	90	88	87	85	84	82	81
10	11,00	10,98	10,97	10,95	10,94	10,92	10,91	10,89	10,88	10,86	10,85
12	04	11,02	11,01	10,99	10,98	10,96	95	93	92	90	89
14	08	06	05	11,03	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	94	93
16	12	10	09	07	06	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97
18	16	14	13	11	10	08	07	05	04	11,02	11,01
20	11,19	11,18	11,16	11,15	11,13	11,12	11,10	11,09	11,07	11,06	11,05
22	23	22	20	19	17	16	14	13	11	10	08
24	27	26	24	23	21	20	18	17	15	14	12
26	31	30	28	27	25	24	22	21	19	18	16
28	35	34	32	21	29	28	26	25	23	22	20
30	11,39	11,38	11,36	11,35	11,33	11,32	11,30	11,29	11,27	11,25	11,24
32	43	42	40	39	37	36	34	33	31	29	28
34	47	46	44	43	41	39	38	36	35	33	32
36	51	50	48	46	45	43	42	40	39	37	36
38	55	54	52	50	49	47	46	44	43	41	40
40	11,59	11,58	11,56	11,54	11,53	11,51	11,50	11,48	11,47	11,45	11,44
42	63	61	60	58	57	55	54	52	51	49	47
44	67	65	64	62	61	59	58	56	54	53	51
46	71	69	68	66	65	63	62	60	58	57	55
48	75	73	72	70	69	67	65	64	62	61	59
50	11,79	11,77	11,76	11,74	11,72	11,71	11,69	11,68	11,66	11,64	11,63
52	83	81	80	78	76	75	73	72	70	68	67
54	87	85	84	82	80	79	77	76	74	72	71
56	91	89	87	86	84	83	81	80	78	76	75
58	95	93	91	90	88	87	85	83	82	80	79
60	11,99	11,97	11,95	11,94	11,92	11,91	11,89	11,87	11,86	11,84	11,83

	1500	1502	1504	1506	1508	1510	1512	1514	1516	1518	1520
—20	10,26	10,25	10,24	10,22	10,21	10,20	10,18	10,17	10,16	10,14	10,13
—18	30	29	28	26	25	24	22	21	19	18	17
—16	34	33	32	30	29	27	26	25	23	22	21
—14	38	37	35	34	33	31	30	29	27	26	24
—12	42	41	39	38	37	35	34	32	31	30	28
—10	60,46	10,45	10,43	10,42	10,40	10,39	10,38	10,36	10,35	10,34	10,32
—8	50	48	47	46	44	43	42	40	39	37	36
—6	54	52	51	50	48	47	45	44	43	41	40
—4	58	56	55	53	52	51	49	48	47	45	44
—2	62	60	59	57	56	55	53	52	50	49	48
0	10,65	10,64	10,63	10,61	10,60	10,58	10,57	10,56	10,54	10,53	10,51
2	69	68	67	65	64	62	61	60	58	57	55
4	73	72	70	69	68	66	65	63	62	61	59
6	77	76	74	73	71	70	69	67	66	64	63
8	81	80	78	77	75	74	73	71	70	68	67
10	10,85	10,84	10,82	10,81	10,79	10,78	10,76	10,75	10,74	10,72	10,71
12	89	87	86	85	83	82	80	79	77	76	75
14	93	91	90	88	87	86	84	83	81	80	78
16	10,97	95	94	92	91	89	88	87	85	84	82
18	11,01	10,99	10,98	10,96	95	93	92	90	89	88	86
20	11,05	11,03	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	10,94	10,93	10,91	10,90
22	08	07	06	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97	95	94
24	12	11	09	08	06	05	04	11,02	11,01	10,99	10,98
26	16	15	13	12	10	09	07	06	04	11,03	11,02
28	20	19	17	16	14	13	11	10	08	07	05
30	11,24	11,23	11,21	11,20	11,18	11,17	11,15	11,14	11,12	11,11	11,09
32	28	26	25	23	22	21	19	18	16	15	13
34	32	30	29	27	26	24	23	21	20	18	17
36	36	34	33	31	30	28	27	25	24	22	21
38	40	38	37	35	34	32	31	29	28	26	25
40	11,44	11,42	11,41	11,39	11,38	11,36	11,35	11,33	11,32	11,30	11,29
42	47	46	44	43	41	40	38	37	35	34	32
44	51	50	48	47	45	44	42	41	39	38	36
46	55	54	52	51	49	48	46	45	43	42	40
48	59	58	56	55	53	52	50	49	47	45	44
50	11,63	11,62	11,60	11,59	11,57	11,55	11,54	11,52	11,51	11,49	11,48
52	67	65	64	62	61	59	58	56	55	53	52
54	71	69	68	66	65	63	62	60	59	57	56
56	75	73	72	70	69	67	66	64	62	61	59
58	79	77	76	74	72	71	69	68	66	65	63
60	11,83	11,81	11,80	11,78	11,76	11,75	11,73	11,72	11,70	11,69	11,67

	1520	1522	1524	1526	1528	1530	1532	1534	1536	1538	1540
—20	10,13	10,12	10,10	10,09	10,08	10,06	10,05	10,04	10,02	10,01	10,00
—18	17	15	14	13	11	10	09	08	06	05	04
—16	21	19	18	17	15	14	13	11	10	09	07
—12	24	23	22	20	19	18	16	15	14	13	11
—12	28	27	26	24	23	22	20	19	18	16	15
—10	10,32	10,31	10,29	10,28	10,27	10,25	10,24	10,23	10,21	10,20	10,19
—8	36	35	33	32	31	29	28	27	25	24	23
—6	40	39	37	36	34	33	32	30	29	28	26
—4	44	42	41	40	38	37	36	34	33	32	30
—2	48	46	45	44	42	41	39	38	37	35	34
0	10,51	10,50	10,49	10,47	10,46	10,45	10,43	10,42	10,41	10,39	10,38
2	55	54	53	51	50	48	47	46	44	43	42
4	59	58	56	55	54	52	51	50	48	47	45
6	63	62	60	59	57	56	55	53	52	51	49
8	67	65	64	63	61	60	59	57	56	54	53
10	10,71	10,69	10,68	10,67	10,65	10,64	10,62	10,61	10,60	10,58	10,57
12	75	73	72	70	69	68	66	65	63	62	61
14	78	77	76	74	73	71	70	69	67	66	64
16	82	81	79	78	77	75	74	72	71	70	68
18	86	85	83	82	80	79	78	76	75	73	72
20	10,90	10,89	10,87	10,86	10,84	10,83	10,81	10,80	10,79	10,77	10,76
22	94	92	91	90	88	87	85	84	82	81	80
24	10,98	10,96	95	93	92	91	89	88	86	85	83
26	11,02	11,00	10,99	10,97	10,96	94	93	92	90	89	87
28	05	04	11,03	11,01	11,00	10,98	10,97	95	94	93	91
30	11,09	11,08	11,06	11,05	11,03	11,02	11,01	10,99	10,98	10,96	10,95
32	13	12	10	09	07	06	04	11,03	11,02	11,00	10,99
34	17	16	14	13	11	10	08	07	05	04	11,02
36	21	19	18	16	15	14	12	11	09	08	06
38	25	23	22	20	19	17	16	14	13	12	10
40	11,29	11,27	11,26	11,24	11,23	11,21	11,20	11,18	11,17	11,15	11,14
42	32	31	29	28	26	25	24	22	21	19	18
44	36	35	33	32	30	29	27	26	24	23	22
46	40	39	37	36	34	33	31	30	28	27	25
48	54	42	41	39	38	36	35	34	32	31	29
50	11,48	11,46	11,45	11,43	11,42	11,40	11,39	11,37	11,35	11,34	11,33
52	52	50	49	47	46	44	43	41	40	38	37
54	56	54	52	51	49	48	46	45	44	42	41
56	59	58	56	55	53	52	50	49	47	46	44
58	63	62	60	59	57	56	54	53	51	50	48
60	11,67	11,66	11,64	11,63	11,61	11,59	11,58	11,56	11,55	11,53	11,52

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Schoder S.

Artikel/Article: [HLüfstafeln zur barometrischen Höhenbestimmung, nebst einer Anleitung zur Untersuchung und zum Gebrauch der Aneroid-Barometer. 69-112](#)