F. R. Helmert

Der normale Theil der Schwerkraft im Meeresniveau

In:
Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. – Berlin: Verlag der Königlichen Akademie der Wissenschaften (in Commission bei Georg Reimer)
Jahrgang 1901 : Erster Halbband (Januar bis Juni)
S. 328-336

Persistent Identifier: urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-40573

Der normale Theil der Schwerkraft im Meeresniveau.

Von F. R. Helmert.

Als Berichterstatter über die Messungen der Schwerkraft auf der Allgemeinen Conferenz der Internationalen Erdmessung zu Paris im September 1900 habe ich eine kritische Zusammenstellung aller mir zugänglichen Ergebnisse der Beobachtungen mit Pendelapparaten für relative Schweremessungen angefertigt, wobei wohl der grösste Theil des im 19. Jahrhundert auf diesem Gebiete gewonnenen Materials berücksichtigt sein dürfte.

Bekanntlich stellt sich derartiges Material in der Form von relativen Bestimmungen der Beschleunigung g der Schwerkraft für einzelne Reihen von Stationen dar. Zur Verwerthung desselben ist die Verbindung der Reihen untereinander wesentliche Voraussetzung, damit alle Bestimmungen auf ein einheitliches System reducirt werden können. Diese Verbindung der Reihen wurde in den letzten Jahren so gefördert, dass es nunmehr möglich ist, die Hauptmasse der Bestimmungen zu vereinigen und gegen 1400 Werthe von g der Benutzung für Untersuchungen über die Grösse der Schwerkraft auf der Erdoberfläche als Function des Ortes zugänglich zu machen.

Da die Drucklegung der »Verhandlungen der Allgemeinen Conferenz der Internationalen Erdmessung zu Paris, 1900«, in die mein Bericht aufgenommen werden soll, nicht vor dem Sommer d. J. beendet sein wird, und da sich auch die nachher in Aussicht genommene genauere Zusammenfassung aller Bestimmungen und ihre eingehendere Discussion längere Zeit hinziehen dürfte, so habe ich mich entschlossen, einige vorläufige Rechnungsergebnisse für den normalen Theil der Schwerkraft im Meeresniveau mitzutheilen.

Den Rechnungen liegen nur Werthe von g für Festlandsstationen und für Küstenstationen zu Grunde, während Inselstationen — genauer gesprochen: Stationen auf kleinen Inseln in tiefem Wasser — nicht benutzt sind, da dieselben erfahrungsmässig erheblich zu grosse Werthe von g aufweisen, welcher Umstand auch durch das Condensationsverfahren nicht ganz zu beseitigen ist.

Die in der Meereshöhe H beobachteten g sind entsprechend dem soeben genannten Verfahren aufs Meeresniveau so reducirt, als befänden sich ausserhalb des letzteren keine Massentheile des Erdkörpers: bekanntlich entspricht diese Reductionsweise auch dem Ausdruck für die Abhängigkeit der Beschleunigung g von H, welchen von Sterneck aus zahlreichen Messungsergebnissen abgeleitet hat.[1] Stationen auf hohen Berggipfeln, die auch systematisch beeinflusst sind, habe ich aber ausgeschlossen.

Als Küstenstationen wurden, wie bei meiner Berechnung von 1884 in den »Theorien der höheren Geodäsie, II« nur solche Stationen angesehen, die sich in der Nähe des steilen Abfalls der Meeresküste befinden; Stationen, die weithin von Flachsee umgeben sind, wurden als Festlandsstationen betrachtet. Anstatt die strengere Reduction der Küstenstationen nach dem Condensationsverfahren anzuwenden, begnügte ich mich für diese vorläufige Untersuchung damit, die Werthe von g einfach um eine Constante zu vermindern. Ich achtete aber darauf, ob im Mittel der Stationsgruppen, von denen weiterhin die Rede sein wird, auch die örtlichen Verhältnisse genügend gleich sind, was in der That der Fall ist. Bei der beabsichtigten definitiven Berechnung wird aber das Condensationsverfahren genauer durchgeführt werden, weil nur dadurch der besonderen örtlichen Lage Rechnung getragen werden kann.

Alle Werthe g sind auf das »Wiener System« reducirt, d. h. auf die gebräuchliche Annahme für g im Militär-Geographischen Institut zu Wien, die nach Maassgabe der absoluten Bestimmung der Grösse der Schwerkraft durch von Oppolzer erfolgt ist.

Als Ausgang der Rechnung diente meine Formel von 1884, wonach der normale Theil der Beschleunigung der Schwerkraft im Meeresniveau in der geographischen Breite ϕ gleich ist

$$\left.\begin{array}{rl} & \gamma_0 = 978^{\text{cm}}_{.}000\,(1 + 0.005310 \sin^2\phi) \\ \text{oder} & \gamma_0 = 980^{\text{cm}}_{.}597\,(1 - 0.002648 \cos 2\phi). \end{array}\right\} \qquad (1)$$

Die Abweichungen der wegen H reducirten g von γ_0, die ich mit $g_c - \gamma_0$ oder Δg bezeichne, wurden für die Zonen zwischen den Parallelkreisen von 0°, 10°, 20° . . . 80° Breite gemittelt. Bei dieser Mittelbildung wurden zunächst Festlands- und Küstenwerthe getrennt behandelt; der Unterschied der nördlichen und südlichen Erdhälfte ist aber nicht beachtet.

Die Mittelbildung erfolgte im Allgemeinen nicht unmittelbar aus allen Einzelwerthen, sondern in solcher Weise, dass die Mittel möglichst auch dem Idealfalle entsprechen sollten, wo die Stationen gleichmässig

[1] Mittheilungen des Kaiserl. und Königl. Militär-Geogr. Institutes. XVII. Wien 1898, S. 108.

auf der Oberfläche vertheilt sind. Innerhalb jeder Zone wurde daher zunächst in der Regel nach Ländern oder Regionen gemittelt und unter Umständen nochmals nach Erdtheilen. Um die Willkür einzuschränken, habe ich in Zweifelsfällen auch in verschiedener Weise gerechnet und die gefundenen Gesammtmittel nochmals gemittelt. Auch habe ich die Rechnung wiederholt ausgeführt. Für genauere Rechnung wird man zunächst die Beträge der mittleren localen, regionalen und continentalen Abweichungen abzuleiten haben, um danach geeignete Gewichte für die Mittelbildung ansetzen zu können. Indessen sind auch meine vorläufigen Mittel brauchbar, wie die Übereinstimmung der Zonenwerthe zeigt.

Die folgende Übersicht giebt die Δg für die genannten Zonen in Tausendstel-Centimetern, zunächst getrennt für Festland (F) und Küsten (K), dann noch gemittelt. In Klammern beigesetzt sind Gewichte, die der Art der Mittelbildung entsprechen und im Allgemeinen kleiner sind als die Anzahl der benutzten Einzelwerthe. Diese Gewichte kamen zur Verwendung bei der Bestimmung des Unterschiedes $K-F$ sowie bei der Mittelbildung aus F und K. Bei der weiterhin folgenden Ausgleichung jedoch erhielten alle Zonenwerthe gleiches Gewicht 1. Für $K-F$ ergab sich $0^{\text{cm}}.036$.

Abweichungen Δg in Tausendstel-Centimetern
gegen die Formel von 1884.

Mittelbreite	F	$K-36$	Gesammtmittel
5°	45 (3)	54 (21)	53 (24)
15	43 (8)	45 (17)	44 (25)
25	17 (12)	24 (14)	21 (26)
35	41 (30)	47 (16)	43 (46)
45	42 (54)	38 (15)	41 (69)
55	48 (54)	28 (10)	45 (64)
65	30 (21)	27 (12)	29 (33)
75	20 (5)	44 (7)	34 (12).

Bei der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate wurden zunächst nicht nur Verbesserungen der beiden Constanten der Formel von 1884 bestimmt, sondern es wurde auch noch eine Kugelfunction 4. Ranges mittelst eines in $\sin^2 2\phi$ multiplicirten Gliedes berücksichtigt.

Die F allein geben:

$$\gamma_c = 978^{\text{cm}}.036 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005296 \sin^2\phi + 0.000010 \sin^2 2\phi \\ \qquad\quad \pm 14 \qquad\qquad\qquad\qquad \pm 14 \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$\mathfrak{G} = 980.636, \qquad [vv] = 803, \qquad M = \pm 13.$$

Hierin sind die mittleren Fehler der Coefficienten von $\sin^2\phi$ und $\sin^2 2\phi$ mit $\pm$ beigefügt; $\mathfrak{G}$ ist der Werth in 45° Breite, $[vv]$ die Quadratsumme der Verbesserungen, M der mittlere Fehler einer Gleichung.

Die $(K-36)$ allein geben:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.049 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005302 \sin^2\phi - 0.000013 \sin^2 2\phi \\ \qquad\qquad \pm 12 \qquad\qquad\qquad\qquad \pm 12 \end{array} \right\} \qquad (3)$$

$$\mathfrak{G} = 980.629, \qquad [vv] = 577, \qquad M = \pm 11.$$

Die Gesammtmittel von F und $(K-36)$ geben:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.044 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005300 \sin^2\phi - 0.000002 \sin^2 2\phi \\ \qquad\qquad \pm 13 \qquad\qquad\qquad\qquad \pm 13 \end{array} \right\} \qquad (4)$$

$$\mathfrak{G} = 980.634, \qquad [vv] = 638, \qquad M = \pm 11.$$

Da der Coefficient von $\sin^2 2\phi$ nur ganz unsicher herauskommt, so habe ich noch eine andere Berechnung bewirken lassen, wobei ich denjenigen Werth dieses Coefficienten einführte, den E. Wiechert und G. H. Darwin bei Annahme hydrostatischer Schichtung der Erdmasse fanden. Obwohl die Voraussetzungen über das Dichtigkeitsgesetz im Erdinnern bei beiden Autoren wesentlich verschiedene sind, erhalten sie doch nahezu denselben Betrag des Coefficienten: Wiechert sehr nahe -0.000007, Darwin -0.0000074.[1]

Die F allein geben nunmehr:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.044 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005301 \sin^2\phi - 0.000007 \sin^2 2\phi \\ \qquad\qquad \pm 15 \end{array} \right\} \qquad (5)$$

$$\mathfrak{G} = 980.629, \qquad [vv] = 1082, \qquad M = \pm 13.$$

Die $(K-36)$ allein geben:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.047 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005300 \sin^2\phi - 0.000007 \sin^2 2\phi \\ \qquad\qquad \pm 11 \end{array} \right\} \qquad (6)$$

$$\mathfrak{G} = 980.632, \qquad [vv] = 620, \qquad M = \pm 10.$$

Die Gesammtmittel von F und $(K-36)$ geben:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.046 \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0.005302 \sin^2\phi - 0.000007 \sin^2 2\phi \\ \qquad\qquad \pm 12 \end{array} \right\} \qquad (7)$$

$$\mathfrak{G} = 980.632, \qquad [vv] = 689, \qquad M = \pm 11.$$

Die Einführung des Werthes -0.000007 für den Coefficienten von $\sin^2 2\phi$ erscheint insofern nicht ungünstig, als einestheils der mittlere Fehler M einer Gleichung dadurch im Ganzen etwas vermindert wird und anderntheils die Übereinstimmung der Ergebnisse für Festland und Küsten sich erhöht. Beachtenswerth ist aber, dass bei

---

[1] E. Wiechert, Über die Massenvertheilung im Innern der Erde. (Nachr. d. K. Ges. d. W. zu Göttingen. 1897.) G. H. Darwin, The Theory of the Figure of the Earth carried to the second order of small quantities. (Monthly Notices of R. A. S. London. Dec. 1899.)

beiden Rechnungsarten die Gesammtmittel kein wesentlich kleineres M aufweisen als die F und K allein. Dies deutet auf die Anwesenheit regionaler und continentaler Störungen hin. Schon bei der Mittelbildung für die Zonen hatte ich den Eindruck hiervon, besonders bei den Festlandswerthen; ich hatte von Haus aus auch mehr Vertrauen zu den Küstenwerthen. Diese besitzen in der That für sich allein sogar noch eine bessere Übereinstimmung in sich als die Gesammtmittel, indem ihr M etwas kleiner ist als bei den letzteren.

Bringt man (7) auf die Form:

$$\gamma_0 = 980^{\text{cm}}.632\{1 - 0.002644 \cos 2\phi + 0.000007 \cos^2 2\phi\}, \qquad (7^*)$$

so zeigt die Vergleichung mit (1), dass der wesentlichste Unterschied der alten und neuen Ergebnisse für γ_0 in einer Erhöhung der Hauptconstanten $\mathfrak{G}$ bei den letzten um $0^{\text{cm}}.035$ besteht. Dies beruht aber nur darauf, dass verschiedene absolute Bestimmungen zu Grunde liegen. Wie ich schon in diesen »Sitzungsberichten«, 1896, S. 409 angegeben habe, muss γ_0 aus (1) zur Reduction auf das »Wiener System« die Verbesserung

$$+0^{\text{cm}}.035 \qquad (1^*)$$

erhalten, mit welchem Betrag also das Ergebniss der neuen Untersuchung zufällig genau übereinstimmt.

Die nachfolgende Übersicht giebt die abgerundeten Werthe der Verbesserungen der Zonenwerthe in den verschiedenen Fällen. Ich habe in dieselbe auch die der Formel (1) entsprechenden Werthe von 1884 (»Theorien« II, S. 240) mit aufgenommen.

Verbesserungen in Tausendstel-Centimetern:

	1884	Festland		Küsten		Gesammtmittel	
	(1)	(2)	(5)	(3)	(6)	(4)	(7)
5°	−14	− 9	− 2	− 5	− 7	− 9	− 7
15	− 5	− 5	− 2	+ 0	− 1	− 1	− 0
25	+24	+23	+21	+16	+17	+20	+20
35	− 1	0	− 7	−12	−10	− 4	− 6
45	− 2	− 3	−10	− 6	− 3	− 4	− 6
55	− 7	−12	−17	+ 4	+ 5	− 9	−11
65	+ 6	+ 1	+ 3	+ 8	+ 8	+ 6	+ 7
75	− 4	+ 6	+14	− 6	− 8	+ 1	+ 3.

Auffallend ist hierin besonders die Abweichung bei 25°; bei der Rechnung von 1884 nahmen hier an der Mittelbildung Theil: 9 Werthe aus Vorderindien und 2 aus America; jetzt sind hinzugetreten: 18 Stationen von der Küste des Rothen Meeres, 1 Station aus Ostasien, 4 Stationen aus Westafrica und 4 aus America. Alle diese Orte, mit Ausnahme derjenigen in Westafrica, haben vorherrschend kleine Schwerkraftswerthe. Näher auf die Anomalien einzugehen, ist mir jedoch zur Zeit nicht möglich.

Um erkennen zu können, wie die einzelnen Zonenwerthe auf die Constanten der Formeln (5), (6) und (7) einwirken, habe ich noch folgende Relationen zwischen den Änderungen δg der Zonenwerthe und den entsprechenden Änderungen der Constanten abgeleitet. Hierbei ist $\mathfrak{b}$ der Coefficient von $\sin^2\phi$ und g_a der Werth von γ_0 für $\phi = 0$.

$$\left.\begin{aligned} \delta g_a &= +0.35\,\delta g_5 + 0.32\,\delta g_{15} + 0.26\,\delta g_{25} + 0.18\,\delta g_{35} \\ &\quad + 0.09\,\delta g_{45} + 0.01\,\delta g_{55} - 0.07\,\delta g_{65} - 0.13\,\delta g_{75} \\ 10^3\,\delta\mathfrak{b} &= -0.52\,\delta g_5 - 0.45\,\delta g_{15} - 0.31\,\delta g_{25} - 0.13\,\delta g_{35} \\ &\quad + 0.07\,\delta g_{45} + 0.28\,\delta g_{55} + 0.46\,\delta g_{65} + 0.59\,\delta g_{75}. \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Hiernach entspricht der Abweichung bei 25° in allen Fällen ein $\delta\mathfrak{b}$ von etwa 6 Einheiten der 6. Decimalstelle, und zwar würde $\mathfrak{b}$ um so viel kleiner werden, wenn man g_{25} um 0.020 verbessern wollte.

Die Formel (8) gestattete mir auch zu erkennen, dass die Anwendung genauerer Condensationsreductionen bei den Zonenwerthen für die Küsten die Coefficienten $\mathfrak{b}$ in den Formeln (6) und (7) nur um wenige Einheiten verändern und zwar vergrössern dürfte.

Man kann auch noch den Einfluss einer Ungleichheit der nördlichen und südlichen Erdhälfte schätzen. Iwanow fand in g ein Glied 3. Ranges:

$$-0^{\mathrm{cm}}.016\left(\sin\phi - \frac{5}{3}\sin^3\phi\right)$$

angedeutet.[1] Dieses würde bei den vorliegenden Rechnungen dadurch zur Geltung kommen, dass die beobachteten g auf der nördlichen Erdhälfte überwiegen. Nimmt man als Extrem an, es fehlten auf der südlichen Erdhälfte beobachtete g ganz, so würden die der nördlichen eine Verbesserung gleich dem negativen Betrage dieses Gliedes bedürfen, um sie vom Einfluss der Ungleichheit der Erdhälften zu befreien. Damit würde $\delta\mathfrak{b} = -0.000012$. Aus den Küstenwerthen allein wird wegen der vorhandenen Südstationen der Betrag nur etwa halb so gross, für Formel (7) aber nur wenig kleiner. Wenn er reell wäre, so verdiente er Berücksichtigung. Indessen ist der Coefficient des Gliedes sehr unsicher, und Iwanow's Rechnung führt auch trotz der Berücksichtigung dieses Gliedes zu wesentlich demselben Werthe des Coefficienten $\mathfrak{b}$ wie in Formel (7), wie ich weiterhin zeigen werde.

Bei den Ausgleichungen habe ich, wie bemerkt, den Zonenwerthen gleiches Gewicht beigelegt. Im Sinne einer Entwickelung von g nach Kugelfunctionen wären aber Gewichte proportional $\cos\phi$ vorzuziehen

[1] A. Iwanow, De l'influence des termes du troisième ordre de la fonction perturbatrice du mouvement de la terre autour de son centre de gravité sur les formules de la nutation. (Bull. de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pét. 1898.)

gewesen. Indessen schienen mir diese aus anderen Gründen weniger geeignet. Nimmt man sie jedoch an und setzt zugleich voraus, dass auch ein Zonenwerth g_{85} gegeben sei, so lässt sich nach der Theorie der Kugelfunctionen für diese Gewichtsannahme leicht eine der Relation (8) für $\delta\mathfrak{b}$ entsprechende Relation angeben, die ich schon 1884 benutzt habe. Es wird

$$\begin{aligned} 10^3\delta\mathfrak{b} = & -0.64\,\delta g_5 - 0.51\,\delta g_{15} - 0.28\,\delta g_{25} - 0.01\,\delta_{35} \\ & + 0.23\,\delta g_{45} + 0.38\,\delta g_{55} + 0.41\,\delta g_{65} + 0.31\,\delta g_{75} + 0.11\,\delta g_{85} \end{aligned} \tag{8*}$$

(vergl. »Theorien« II, S. 235; die Coefficienten sind jetzt etwas schärfer berechnet).

Führt man die negativen Werthe der Verbesserungen, welche Formel (7) fordert, in (8*) ein, so folgt $\delta\mathfrak{b} = +0.000003$. Allerdings muss dabei $\delta g_{85} = 0$ angenommen werden. Nach den Berechnungen von Schiotz ist nun zufolge der Beobachtungen bei Nansen's Polarexpedition g im Eismeer in Bezug auf Formel (1) normal. Da Formel (7) bei 85° Breite γ_0 um $0^{\text{cm}}.038$ grösser giebt, so folgt in Bezug auf diese Formel $\delta g_{85} = -0.038$. Benutzt man diesen Werth mit für (8*), wozu die Berechtigung wegen möglicher systematischer Beeinflussung durch die Örtlichkeit allerdings zweifelhaft ist, so wird $\delta\mathfrak{b} = -0.000001$, also nur wenig geändert, obwohl der für δg_{85} angenommene Werth recht bedeutend ist.

Hieraus ist ersichtlich, dass die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate mit den 8 Zonenwerthen von 0° bis 80° für $\mathfrak{b}$ in (7) nahezu denselben Werth wie die Entwickelung nach Kugelfunctionen ergiebt.

Nach Iwanow ist, mit Weglassung des Gliedes vom 3. Range, die Länge des einfachen Secundenpendels in der geocentrischen Breite ϕ' im Meeresniveau:

$$L = 99^{\text{cm}}.0997 + 0.5240 \sin^2\phi'.$$

Setzt man hierin $\sin^2\phi' = \sin^2\phi - \mathfrak{a}\sin^2 2\phi$, wo $\mathfrak{a}$ die Abplattung der Erde bezeichnet, und geht man zugleich durch Multiplication mit π^2 zu γ_0 über, so folgt:

$$\gamma_0 = 978^{\text{cm}}.075\{1 + 0.005287 \sin^2\phi - 0.000018 \sin^2 2\phi\}. \tag{9}$$

Da bei der Ableitung von L ein Glied 4. Ranges nicht mitgenommen wurde, so ist in dem Ausdrucke für γ_0 der Coefficient von $\sin^2 2\phi$ nicht vollständig. Sein angegebener Betrag ist indessen von dem Werthe, den die hydrostatische Hypothese fordert, nicht sehr verschieden.

Um mit Formel (7) vergleichen zu können, ist noch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Iwanow die Stationen auf den kleinen oceanischen Inseln mit berücksichtigt hat, während ich dieselben wegen ihrer zu grossen Schwerkraftswerthe weggelassen habe. Dies tritt auch noch trotz der von Iwanow bewirkten Condensationsreduction hervor. Die Inseln liegen fast ausschliesslich zwischen 40° Nord- und 40° Südbreite. Eine Näherungsrechnung nach (8) ergab, dass dem Weglassen der Inselwerthe eine ungefähre Vergrösserung des Coefficienten von $\sin^2\phi$ auf den Betrag 0.005300 und eine angenäherte Verminderung des Hauptgliedes auf 978.060 entspricht.

Die noch bestehenden Unterschiede mit Formel (7) dürften zum Theil darin ihre Ursache haben, dass die condensirten Küstenwerthe g noch immer einen systematischen Überschuss gegen die Festlandswerthe aufweisen. Ausserdem verfügte ich bei meiner Rechnung über neu hinzugekommenes, einflussreiches Material.

Die Berechnung der Abplattung des Normalsphaeroids, das zu der normalen Schwerkraft gehört, geschieht nach den Formeln der »Theorien« II, S. 80–85.

Ist

$$\gamma_0 = g_a(1 + \mathfrak{b}_2 \sin^2\phi + \mathfrak{b}_4 \sin^4\phi) = g_a(1 + \mathfrak{b} \sin^2\phi - \tfrac{1}{4}\mathfrak{b}_4 \sin^2 2\phi),$$

worin $\mathfrak{b} = \mathfrak{b}_2 + \mathfrak{b}_4$, so folgt die Abplattung

$$\mathfrak{a} = \left(\frac{5}{2}\mathfrak{c} - \mathfrak{b}\right)\left(1 - \frac{3}{2}\mathfrak{c} + \frac{\mathfrak{a}+\mathfrak{c}}{21}\right) + \frac{2}{21}\mathfrak{b}_4,$$

worin $\mathfrak{c} = 0.0034672$ das Verhältniss der Centrifugalkraft am Aequator zu g_a ist. Setzt man

$$\mathfrak{b} = 0.005310 + \delta\mathfrak{b},$$

so ergiebt sich

$$\frac{1}{\mathfrak{a}} = 299.26 + 0.089 \times 10^6\delta\mathfrak{b} - 0.034 \times \frac{10^6}{4}\mathfrak{b}_4.$$

Es wird

	$10^6\delta\mathfrak{b}$	$\frac{10^6}{4}\mathfrak{b}_4$	$\frac{1}{\mathfrak{a}}$
aus Formel (2):	−14	−10	298.3
» » (3):	− 8	+13	298.1
» » (4):	−10	+ 2	298.3
» » (5):	− 9	+ 7	298.2
» » (6):	−10	+ 7	298.1
» » (7):	− 8	+ 7	298.3.

Die modificirte Formel (9) von Iwanow giebt $1:\mathfrak{a} = 296.6$, welcher Betrag mit der angedeuteten Verbesserung von $\mathfrak{b}$ aber auf rund 298 steigt.

Als Endergebniss vorstehender Untersuchung betrachte ich die Formel (7) für die normale Schwerkraft im Wiener System:

$$\gamma_0 = 978^{cm}.046\{1 + 0.005302 \sin^2\phi - 0.000007 \sin^2 2\phi\}$$

oder

$$\gamma_0 = 980^{cm}.632\{1 - 0.002644 \cos 2\phi + 0.000007 \cos^2 2\phi\}$$

mit dem reciproken Abplattungswerth $1 : a = 298.3$.

Wie ich in dem eingangs erwähnten Bericht näher dargelegt habe, würden nach den besten absoluten Bestimmungen von g im Mittel die hiernach berechneten γ_0 noch einer Verbesserung von etwa $-0^{cm}.015$ bedürfen. In der Regel wird anstatt der neuen Formel auch die um $+0^{cm}.035$ bez. $+0^{cm}.020$ verbesserte Formel (1) ausreichen.

Ausgegeben am 21. März.