



Die Bestimmung der orthometrischen Korrektur des geometrischen Nivellements aus Lotabweichungen und aus dem Störpotential T

Wilhelm Embacher ¹

¹ *Institut für Vermessungswesen und Photogrammetrie der Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **68** (1), S. 20–29

1980

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Embacher_VGI_198002,  
  Title = {Die Bestimmung der orthometrischen Korrektur des geometrischen  
    Nivellements aus Lotabweichungen und aus dem Störpotential T},  
  Author = {Embacher, Wilhelm},  
  Journal = {{\"0}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen und  
    Photogrammetrie},  
  Pages = {20--29},  
  Number = {1},  
  Year = {1980},  
  Volume = {68}  
}
```



Die Bestimmung der orthometrischen Korrektung des geometrischen Nivellements aus Lotabweichungen und aus dem Störpotential T

Von *Wilhelm Embacher*, Innsbruck

Zusammenfassung

Während bis jetzt die orthometrische Korrektung durch Zerlegung in die dreiteilige dynamische Korrektung, d. h. in die dynamische Wegkorrektung und in die beiden vertikalen dynamischen Korrekturen, berechnet wurde, versucht der Verfasser, die orthometrische Korrektung des geometrischen Nivellements durch direkte Berechnung aus der durch Schweremessungen ermittelten Lotabweichung zu gewinnen. Einen weiteren Weg zur Berechnung der orthometrischen Korrektung des geometrischen Nivellements zeigt der Verfasser auf, indem er das Störpotential T aus Schweremessungen ableitet und aus dem Quotienten dieser Störfunktion und der Schwerkraft den Abstand zwischen der gestörten und der ungestörten Niveaufläche berechnet.

1. Einleitung

In seiner Arbeit über das Gravimeterversuchsfeld am Buschberg [1] hat der Verfasser zahlreiche Modellrechnungen zur Ermittlung der Störgradienten entlang eines Berghanges durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, daß der vertikale Störgradient entlang des Hanges eine Nullstelle hat und somit seine Richtung wechselt. Das heißt, daß der Vertikalgradient in der Natur als Summe des Freiluftgradienten und des Störgradienten entlang des Hanges einmal so groß wie der Normalgradient sein muß, darüber größer und darunter kleiner ist. Nachdem der Vertikalgradient verkehrt proportional zum Krümmungsradius der Schmiegunskugel der Niveaufläche in der Natur ist, muß dieser Radius unten im Tal größer als ~ 6400 km und oben am Berg kleiner als der mittlere Erdradius sein.

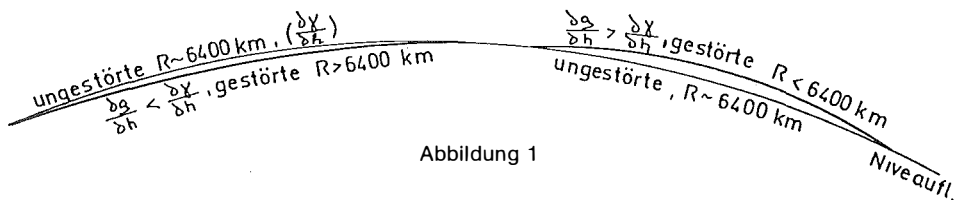


Abbildung 1

Abb. 1 zeigt den Verlauf der gestörten Niveaufläche in bezug auf die ungestörte. Im Tal wird sie unterhalb der ungestörten Niveaufläche verlaufen, wenn der Abstand der beiden Flächen von der gestörten Fläche nach außen positiv gezählt werden soll, während sie sich oben am Berg über der ungestörten Niveaufläche befindet und ihr Abstand von dieser negativ gezählt wird. Es ist daher zu erwarten, daß die orthometrischen Korrekturen am Berg und im Tal entgegengesetztes Vorzeichen haben.

2. Die orthometrische Schwerekorrektion

Da der Verfasser kein eigenes Nivellement zur Verfügung hatte, mußte er auf eine Arbeit zurückgreifen, bei der sowohl die gemessene Schwere, die einzelnen gemessenen Höhenunterschiede, die Abstände der Meßpunkte und deren Polhöhe gegeben sind. Aus diesem Grunde erschien die Arbeit von *K. Mader*, „Die orthometrische Schwerekorrektion des Präzisionsnivellements in den Hohen Tauern“ [2], geeignet. Es ist dies ein Nivellement aus dem höchsten Teil der österreichischen Alpen, dessen orthometrische Schwerekorrektion sowohl nach *Helmert* ohne Berücksichtigung der topographischen Schwerekorrektion als auch mit Berücksichtigung dieser berechnet wurde.

In der Schleife (Abb. 2) ist MB ein Nivellement vom Meer zu einem Punkt B, dessen Fußpunkt auf der Bezugsfläche B' ist. Die orthometrische Korrektion in B lautet

$$\Delta h = \sum_M^B \frac{g - g_m}{g_m} dh + \int_{II} \frac{g - g_m}{g_m} dh \tag{1.0}$$

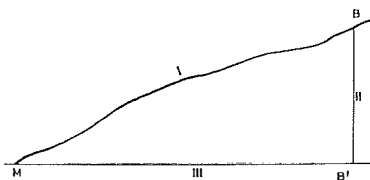


Abbildung 2

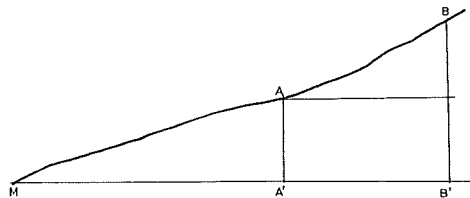


Abbildung 3

Beginnt das Nivellement nicht am Meer, sondern in einem höher gelegenen Punkt A (Abb. 3), so lautet die orthometrische Korrektion

$$\Delta h = \sum_A^B \frac{g - g_m}{g_m} dh + \int_B^{B'} \frac{g - g_m}{g_m} dh - \int_A^{A'} \frac{g - g_m}{g_m} dh \tag{2.0}$$

Sie besteht aus der dynamischen Wegkorrektion von A nach B und den beiden vertikalen dynamischen Korrekturen in A und in B.

Nimmt man an, daß die Schwerkraft *g* eine lineare Funktion der Höhe ist und wird keine topographische Reduktion angebracht, so ergibt sich die Reduktionsmethode von *F. R. Helmert*.

Die Schwerkraft *g₀* auf der Bezugsfläche erhält man aus der an der Oberfläche gemessenen Schwerkraft *g'* mit

$$g_0 = g' + \frac{2g'H}{R} - 4 \pi k^2 \rho \cdot H \tag{2.01}$$

Mit einer angenommenen Dichte $\vartheta = 2,7$ lautet die Gleichung 2.0

$$\Delta h_{mm} = \sum_A^B \frac{g' - g_m}{g_m} dh - \left(\frac{g' - g_m + 4 \cdot 098 \cdot 10^{-5} \cdot H}{g_m} \cdot H \right)_B + \left(\frac{g' - g_m + 4 \cdot 098 \cdot 10^{-5} \cdot H}{g_m} \cdot H \right)_A \quad 2.1$$

Sie ergibt die orthometrische Korrektur in mm, wenn g' in mgal und die Höhen in mm eingeführt werden. Der Punkt A habe die Höhe H und die dort gemessene Schwere sei g'_1 , der Punkt B die Höhe $(H + \Delta H)$ und die gemessene Schwere g'_2 , dann lautet die orthometrische Korrektur für das Nivellement von A nach B

$$\Delta h = \frac{g'_1 - g_m}{g_m} \Delta H - \frac{g'_2 - g_m + 4 \cdot 098 \cdot 10^{-5} (H + \Delta H)}{g_m} (H + \Delta H) + \frac{g'_1 - g_m + 4 \cdot 098 \cdot 10^{-5} \cdot H}{g_m} H \quad 2.2$$

Diese Gleichung kann man transformieren, sie lautet dann

$$\Delta h = [(g'_1 - g'_2 - 8,1953 \cdot 10^{-5} \Delta H) H + (g'_1 - g'_2 - 4,098 \cdot 10^{-5} \Delta H) \cdot \Delta H] \frac{1}{g_m} \quad 2.3$$

Das erste Glied in der eckigen Klammer ist das Hauptglied und ist z. B. beim Tauernnivellement in ca. 2500 m Höhe ungefähr hundertmal größer als das zweite Glied. Es genügt also, zunächst das Hauptglied zu untersuchen. Die Differenz $g'_1 - g'_2$ hat im allgemeinen dasselbe Vorzeichen wie ΔH , das heißt, der Gesamtausdruck, der bei der Helmert-Reduktion von $(g_1 - g_2)$ abhängt, ist bei der Steigung positiv und bei Gefälle negativ. Daher wird die Korrektur in einem stark eingeschnittenen Tal ohne Rücksicht auf die Topographie nur mit dem Nivellementweg korreliert sein und nicht dem benachbarten Gelände entsprechen, während dort, wo der Nivellementweg auch für das Gelände charakteristisch ist, z. B. auf der Bergkuppe, eine der Bergform entsprechende orthometrische Korrektur zu erwarten ist.

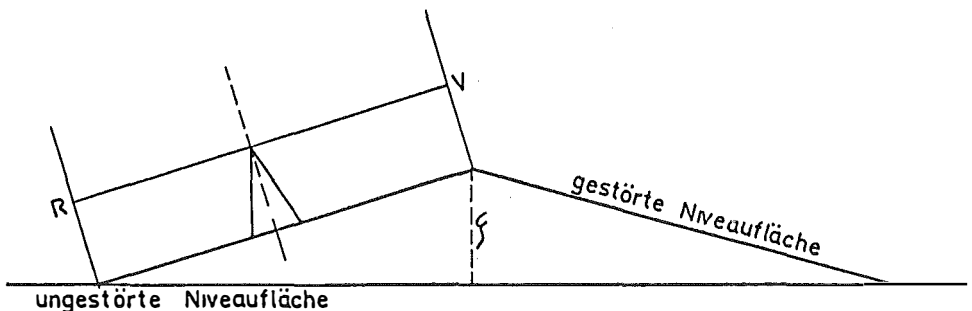


Abbildung 4

3. Das geometrische Nivellement auf der ungestörten und auf der gestörten Niveaufläche

Nivellieren wir auf der ungestörten Niveaufläche, so ist der Höhenunterschied Null. Wie wir aus Abb. 4 sehen, ergibt die Differenz aus Rück- und Vorwärtslesung auch auf der gestörten Niveaufläche Null. Wir sehen daraus, daß das unreduzierte geometrische Nivellement, das heißt die rohe Lattenhöhe, den Abstand der ungestörten Niveauflächen ergibt.

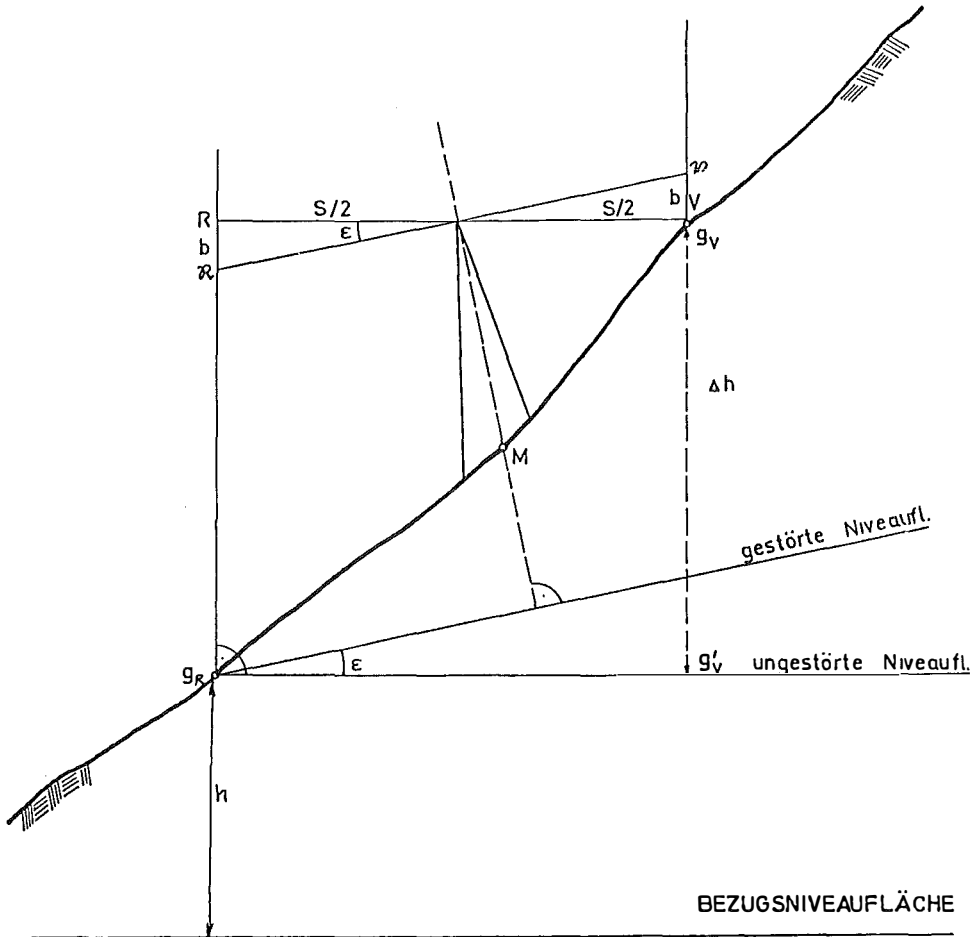


Abbildung 5

Abb. 5 zeigt den Schnitt eines schrägen Hanges, die gestörte Niveaufläche, auf welcher die Lotlinien senkrecht stehen, und die ungestörte Niveaufläche. Der Höhenunterschied $\Delta h'$ der beiden Lattenfußpunkte in bezug auf die gestörte Niveaufläche ist

$$\Delta h' = R - W$$

3.0

und Δh bezüglich der ungestörten Niveaulfläche

$$\Delta h = R - V \quad 3.1$$

Aus Abb. 5 sehen wir, daß $R = \mathcal{R} + b$ und $V = \mathcal{V} - b$ ist. Also erhalten wir für

$$\Delta h = \mathcal{R} - \mathcal{V} + 2b \quad 3.11$$

Ist ε die Lotabweichung zwischen dem gestörten und dem ungestörten Lot, so ist der Abstand ξ zwischen der gestörten und der ungestörten Niveaulfläche

$$\xi = 2b = -\varepsilon \cdot s \quad 3.2$$

Setzen wir für die Lotabweichung ε die Gleichung 3.3 aus der Arbeit des Verfassers [3] ein, so ist

$$\xi = -\frac{g_R - g'_V}{g} \cdot h \quad 3.21$$

Betrachten wir nochmals Gleichung 2.3, so sehen wir, daß im Zähler des Hauptgliedes die horizontale Zunahme der Schwerkraft, die aus der Differenz der Schwerkraft und dem Preyschen Vertikalgradienten gebildet wird, mit der Höhe multipliziert und durch die Schwerkraft dividiert wird. Analog entsteht ξ in Formel 3.21, nur daß die horizontale Zunahme der Schwerkraft ohne Annahme einer hypothetischen Dichte aus Gravimetermessungen abgeleitet wird.

4. Die hypothesenfreie Reduktion des geometrischen Nivellements

Obwohl wir zur Berechnung des Horizontalgradienten die Oberflächen-schwerewerte zweier Punkte und deren horizontalen und vertikalen Abstand brauchen, geht der Horizontalabstand in die orthometrische Korrektion in Gleichung 3.21 nicht ein. Der Arbeit des Verfassers, „Das Gravimeterver-suchsfeld auf dem Buschberg“ [1], entnehmen wir die Gleichung

$$\Delta g = -\Delta h \frac{\partial g}{\partial h} + \Delta s \cdot \frac{\partial g}{\partial s} \quad 4.00$$

daraus erhalten wir

$$\frac{\partial g}{\partial s} = \left(\frac{\Delta g}{\Delta h} + \frac{\partial g}{\partial h} \right) \cdot \frac{\Delta h}{\Delta s} \quad 4.01$$

Den Vertikalgradienten $\frac{\partial g}{\partial h}$ erhalten wir aus Gleichung 5.21 der oben erwähnten Arbeit [3]

$$h = \frac{g - \gamma_0 + \frac{\partial \gamma}{\partial h} \xi}{\frac{\partial g}{\partial h} - 2 \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial h}} \quad 4.10$$

daraus folgt der Vertikalgradient

$$\frac{\partial g}{\partial h} = \frac{g - \gamma_0 + \frac{\partial \gamma}{\partial h} \cdot \zeta}{h} + \frac{2 \partial \gamma}{\partial h} \quad 4.11$$

Mit den Angaben aus der Arbeit von *K. Mader* [2] läßt sich der Horizontalgradient $\frac{\partial g}{\partial s}$ und damit die orthometrische Korrektion

$$d \xi = -\varepsilon ds = \frac{\partial g}{\partial s} \cdot \frac{1}{\gamma} \cdot h \cdot \Delta s = -(h \Delta g + \Delta h h \frac{\partial g}{\partial h}) \frac{1}{\gamma} \quad 4.20$$

für jede gemessene Höhendifferenz berechnen.

Die Gleichung 5.21 aus der Arbeit des Verfassers [3] gibt den Abstand ξ zwischen der gestörten und der ungestörten Niveauläche, wenn der Vertikalgradient bekannt ist, mit

$$\xi = - \frac{(\frac{\partial g}{\partial h} - \frac{\partial \gamma}{\partial h}) h^2}{\gamma} \quad 4.30$$

oder, wenn die Schwere g gemessen wurde, mit

$$\xi = - \frac{[g - (\gamma - \frac{\partial \gamma}{\partial h} \zeta)] \cdot h}{\gamma} \quad 4.31$$

Bei Gleichung 4.31 scheint zunächst nur eine Iteration zum Ziel zu führen. Der Ausdruck $\frac{\partial \gamma}{\partial h} \xi$, der Term von Bruns, ist jedoch so klein, daß er im allgemeinen unter der Meßgenauigkeit des Gravimeters liegt und daher vernachlässigt werden kann.

Der Zusammenhang zwischen der Gleichung 4.20 und der Gleichung 4.31 mit Vernachlässigung des Terms von Bruns läßt sich wie folgt aufzeigen: Wir bilden nach Gleichung 4.31 die Differenz zweier aufeinanderfolgenden ξ -Werte

$$\begin{aligned} (\xi_2 - \xi_1) &= -\frac{1}{\gamma} [(g_2 - \gamma_2) h_2 - (g_1 - \gamma_1) h_1] = \\ &= -\frac{1}{\gamma} [\Delta g h_1 + \Delta h h_1 \frac{\partial \gamma}{\partial h} + (g_1 - \gamma_1) \Delta h + \Delta h \Delta g + \Delta h^2 \frac{\partial \gamma}{\partial h}] \end{aligned} \quad 5.0$$

wir setzen für

$$\frac{1}{\gamma} (g_1 - \gamma_1) \Delta h = \frac{\Delta h h_1}{\gamma} (\frac{\partial g}{\partial h} - \frac{\partial \gamma}{\partial h}) \quad 5.10$$

und erhalten

$$(\xi_2 - \xi_1) = -\frac{1}{\gamma} [(h_1 \Delta g + h_1 \Delta h \frac{\partial g}{\partial h}) + \Delta h \Delta g + \Delta h^2 \frac{\partial \gamma}{\partial h}] \quad 5.01$$

Wir sehen, daß die rechte Seite der Gleichung 4.20 und die Gleichung 5.01 bis auf Glieder höherer Ordnung übereinstimmen. Die Summe der Glieder höherer Ordnung beträgt bei der Arbeit von *K. Mader* in ca. 2500 m Höhe ungefähr 1% des Gesamtbetrages.

Tab. I

Höhe	g' 980,....	$\frac{\Delta g}{\Delta h}$	$\Delta g''$ $\Delta \lambda \cos \varphi$	Δs	$\frac{\partial g}{\partial h}$	$\frac{\Delta h}{\Delta s}$	$\frac{\partial h}{\partial s}$	ort. Korr. $\frac{dz}{z}$	$\frac{\partial g}{\partial h} \cdot \frac{\partial h}{\partial s}$	$\int \xi_2 - \xi_1$
m	mgal	mgal 10^{-3}		m	mgal 10^3		mgal 10^3	mm	mgal 10^3	mm
753.350 Bruck	535.97	- 731.26	30 4,42	935.92	236.44	+0.00871	-4.33	+3.1	-72.12	+41.8 +2.5
761.721	530.01	-1065.38	24 -	740.74	233.69	+0.00509	-4.25	+2.4	-74.87	+44.3 +2.0
765.494	525.99	- 803.83	30 4.42	935.92	231.11	+0.01065	-6.15	+4.5	-77.45	+46.3 +3.9
775.459	517.98	- 752.65	24 4.42	753.19	226.71	+0.01134	-6.00	+3.6	-81.85	+50.2 +3.1
784.002	511.55	- 704.40	24 4.42	753.19	223.52	+0.00839	-4.05	+2.4	-85.04	+53.3 +2.5
790.319	507.10	- 540.18	24 8.84	789.39	221.80	+0.01241	-3.96	+2.5	-86.76	+55.3 +2.0
800.112	501.81	- 909.78	30 8.84	965.28	220.78	+0.00575	-3.98	+3.1	-87.78	+57.3 +2.5
805.663	496.76	-1099.26	30 -	925.92	218.17	+0.00637	-5.64	+4.3	-90.39	+59.8 +3.7
811.558 Fusch	490.28	- 634.86	24 4.42	753.19	214.02	+0.00910	-3.84	+2.4	-94.54	+63.5 +1.9
818.410	485.93				212.81				-95.75	+65.4
2422.003	179.42	- 218.13	12 4.43	394.80	358.86	+0.08071	+11.41	-11.2	+50.30	-300.8 -11.9
2453.865	172.47	- 214.01	6 8.86	330.25	359.50	+0.10357	+15.14	-12.6	+50.94	-312.7 -13.0
2488.069	165.15	- 213.54	6 -	185.18	360.16	+0.09103	+13.38	- 6.3	+51.60	-325.7 - 6.6
2504.928 Hochtor	161.55	+1572.00	6 -	185.18	360.51	-0.00364	- 7.03	+ 3.3	+51.95	-332.3 + 2.9
2504.253	160.49	- 216.59	6 4.43	230.19	360.08	-0.20298	-28.98	+16.7	+51.52	-329.4 +16.5
2457.530	170.61	- 237.19	12 -	370.37	359.37	-0.14024	-17.09	+14.1	+50.81	-312.9 +15.0
2405.587	182.93				359.05				+50.49	-297.9
1181.204 Mallnitz	427.38	- 574.74	24 13.22	847.17	305.76	+0.01154	- 3.13	+ 3.2	- 2.80	+ 6.8 +3.3
1190.982	421.76	-9233.23	24 4.44	753.31	303.09	+0.00041	- 3.71	+ 3.3	- 5.47	+ 7.3 +4.7
1191.295	418.87	- 441.55	24 8.88	789.81	300.25	+0.02492	- 3.58	+ 3.4	- 8.31	+ 12.0 +4.2
1210.976	410.18	- 691.36	12 4.44	394.91	297.72	+0.02465	- 9.79	+ 4.8	-10.84	+ 16.2 +5.5
1219.710 Tunnel Südporta.	403.45				294.25				-14.31	+ 21.7

Tab. II

Höhe	g - ρ	ζ	OK. Helmert	Höhe	g - ρ	ζ	OK. Helmert	Höhe	g - ρ	ζ	OK. Helmert
m	mgal	mm	mm	m	mgal	mm	mm	m	mgal	mm	mm
753.570	-54.35	+41.8	0.0	1756.401	+ 38.73	- 69.4	+166.5	2504.925	+130.14	-332.6	+347.7
761.721	-57.03	+44.3	+ 4.1	1816.574	+ 45.62	- 84.5	+179.2	2504.251	+129.02	-329.7	+350.6
765.494	-59.29	+46.3	+ 7.0	1845.807	+ 48.98	- 92.2	+185.6	2457.527	+124.87	-313.1	+334.8
775.459	-63.47	+50.2	+12.6	1914.520	+ 58.54	-114.3	+197.8	2405.584	+121.47	-298.2	+314.8
784.002	-66.67	+53.3	+17.2	1969.853	+ 66.85	-134.3	+206.9	2354.007	+115.44	-277.3	+301.6
790.319	-68.57	+55.3	+20.4	2021.610	+ 72.39	-149.3	+219.2	2330.767	+112.82	-268.3	+295.5
800.112	-70.24	+57.3	+24.1	2117.359	+ 76.00	-164.2	+240.0	2259.398	+104.81	-241.6	+276.9
805.663	-72.82	+59.8	+27.7	2194.729	+ 92.53	-207.2	+260.0	2193.153	+ 97.09	-217.3	+260.8
811.558	-76.73	+63.5	+32.7	2241.497	+100.76	-230.4	+265.6	2131.086	+ 88.01	-191.4	+250.2
818.109	-78.45	+65.5	+35.9	2288.310	+107.96	-252.1	+273.7	2065.384	+ 78.90	-166.2	+238.1
834.934	-76.76	+65.4	+38.5	2357.945	+116.56	-282.6	+301.2	2032.115	+ 73.38	-152.1	+229.9
839.994	-76.32	+65.4	+39.3	2405.521	+116.61	-286.2	+316.2	1975.837	+ 68.27	-137.6	+218.2
868.734	-74.80	+66.3	+44.0	2428.826	+118.13	-292.8	+327.4	1923.753	+ 58.31	-114.4	+213.9
933.148	-71.73	+68.3	+55.1	2426.322	+118.26	-292.8	+326.6	1857.820	+ 51.47	- 97.6	+199.1
984.227	-67.70	+68.0	+62.8	2383.507	+117.54	-285.8	+303.8	1869.568	+ 55.91	-106.6	+196.5
1041.793	-62.95	+66.9	+71.8	2361.405	+115.26	-277.7	+296.6	1908.077	+ 61.94	-120.6	+202.5
1081.103	-55.57	+61.3	+73.9	2309.69	+110.57	-236.7	+280.8	1854.477	+ 52.45	- 99.2	+198.1
1135.243	-46.42	+53.6	+77.9	2285.331	+107.95	-251.7	+274.4	1795.323	+ 44.66	- 81.8	+187.8
1150.602	-44.04	+51.7	+80.3	2260.771	+104.66	-241.4	+269.0	1723.176	+ 36.46	- 64.1	+173.6
1213.796	-35.85	+44.4	+88.3	2283.704	+105.21	-245.1	+280.9	1679.836	+ 31.36	- 53.7	+166.1
1268.753	-26.93	+34.8	+93.4	2294.545	+103.93	-243.3	+290.2	1623.988	+ 24.05	- 39.8	+157.3
1303.675	-23.69	+31.5	+99.6	2327.679	+109.07	-259.0	+296.4	1563.090	+ 15.95	- 22.2	+148.6
1359.846	-12.87	+17.9	+102.6	2328.753	+109.42	-260.0	+296.8	1499.146	+ 6.40	- 9.8	+140.7
1400.372	- 7.17	+10.2	+108.0	2335.735	+110.46	-263.2	+298.2	1453.083	+ 0.43	- 6.3	+134.4
1473.788	+ 3.46	- 5.2	+118.8	2359.426	+113.62	-273.1	+304.1	1406.889	- 5.27	+ 7.6	+127.3
1529.322	+10.83	-16.9	+124.3	2384.491	+117.26	-285.3	+309.7	1355.183	- 12.70	+ 17.6	+121.2
1574.774	+17.56	-28.2	+130.5	2422.000	+121.82	-301.0	+320.1	1293.607	- 24.60	+ 32.5	+118.1
1632.667	+24.04	-40.0	+142.3	2453.862	+125.00	-313.0	+331.0				
1698.484	+31.23	-54.1	+155.9	2488.067	+128.39	-325.9	+342.2				

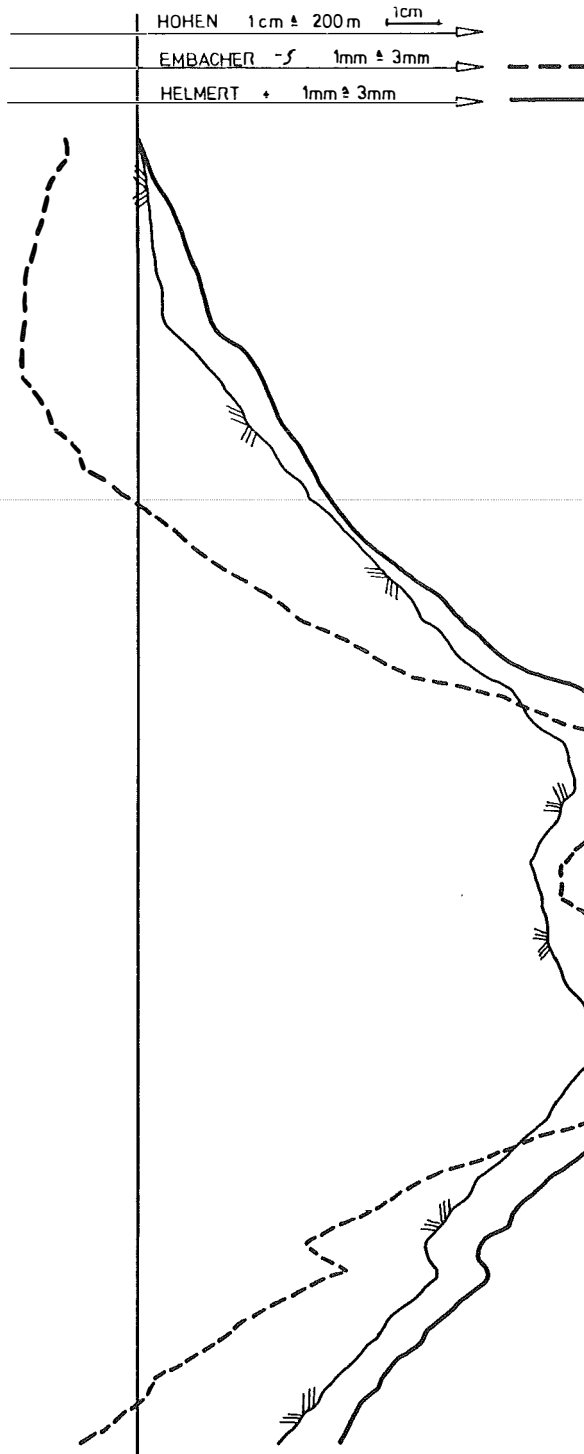


Abbildung 6

Mit den Gleichungen 4.11, 4.01 und 4.3 wurden in Tabelle 1 für einige Talpunkte und Bergpunkte die Abstände ξ und $d\xi$ berechnet. Aus den Werten in der Tabelle 1 sieht man, daß trotz der verhältnismäßig großen Punktabstände, welche die Berechnung der Horizontalgradienten verunsichern, die Übereinstimmung gut ist.

In Tabelle 2 wurden die Abstände ξ nach Gleichung 4.31 für 85 Punkte nach der Tabelle 12 der Arbeit von *K. Mader* [2], also von Bruck bis Heiligenblut des Tauernnivelements, berechnet und die so bestimmten orthometrischen Korrekturen denen von *Helmert* gegenübergestellt. Man sieht, daß eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung oben am Berg vorhanden ist, während in den Tälern Klaffungen bis zu 14 cm auftreten. Es zeigt sich hier, daß die *Helmert*-Korrekturen, so wie oben schon gezeigt wurde, nur mit den Hebungen und Senkungen, also mit dem Nivellementweg, korreliert sind. Auch die Spalten A und B der Tabelle 12 von *Mader*, in welcher die topographische Reduktion berücksichtigt wurde, zeigen keine bessere Übereinstimmung. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß bei der Reduktion außer der ohnehin sehr schwer erfaßbaren Topographie noch die unter der physischen Erdoberfläche befindliche Massenlagerung berücksichtigt werden sollte.

Ein Blick in die Österr. Karte 1 : 50 000 Nr. 153 zeigt, daß das Nivellement bis etwa zum Punkt 24 im tief eingeschnittenen Tal geführt ist, sich nachher über Bergkuppen hinzieht und nach dem Punkt 82 wieder ins Tal absinkt. Die ξ -Werte in Tabelle 1 und 2 bringen dies zum Ausdruck und zeigen den wesentlichen Unterschied zur Arbeit von *K. Mader*.

Abb. 6 bringt in übersichtlicher Form noch einmal graphisch die Tabellenwerte. Die Höhen der Nivellementpunkte, die orthometrische Korrektur nach *Helmert* und die nach Gleichung 4.31 berechneten ξ -Werte wurden im angegebenen Maßstab aufgetragen.

Während bisher die Berechnung der orthometrischen Korrektur, besonders wenn die Topographie berücksichtigt wurde, umfangreich und aufwendig war, ist die Bestimmung der Korrektur nach Gleichung 4.31 einfach. Es könnten auch lange Technische Nivellements auf diese Art reduziert werden, da nur Schweremessungen zusätzlich benötigt werden. Für untergeordnete Höhenbestimmungen wird die rohe Lattenhöhe genügen, da die orthometrischen Korrekturen für kürzere Abschnitte im allgemeinen nicht sehr groß sind.

Literatur

[1] *Embacher, W.*: Die Lotkrümmung und das Gravimeterversuchsfeld am Buschberg. Ö.Z.f.V., Wien 1965.

[2] *Mader, K.*: Die orthometrische Schwerekorrektur des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern. Ö.Z.f.V., Sonderheft 15, Wien 1954.

[3] *Embacher, W.*: Ein Versuch, den gestörten Schwerevektor aus lokalen Gravimetermessungen zu bestimmen. D.Z.f.V. 1979 (im Druck).