

Die Beseitigung der Modellverbiegung mit Hilfe der Änderung der relativen Orientierung für den genäherten vertikalen Normalfall [Fortsetzung]

Autor(en): **Braum, Franjo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **53 (1955)**

Heft 12

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-211810>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Beseitigung der Modellverbiegung mit Hilfe der Änderung der relativen Orientierung für den genäherten vertikalen Normalfall

Von Dipl.-Ing. Franjo Braum, Zagreb

(Fortsetzung)

Zur Bestimmung der parabolischen Verbiegung sind im Profil $y \equiv \text{const}$ drei Höhenpaßpunkte notwendig. Die Höhenpaßpunkte 1 und 4 bzw. 2 und 3 werden zunächst durch lineare Interpolation auf dieselbe Abszisse in die Punkte 1' und 4' bzw. 2' und 3' verlegt, wobei

$$x_{1'} = \frac{1}{2}(x_1 + x_4) \text{ und } x_{2'} = \frac{1}{2}(x_2 + x_3) \text{ gewählt werden.}$$

Weiter wird zweckmäßig die Konstruktion 2 ausgeführt (Abb. 4). Es sind nämlich durch günstigere Auswahl von Querprofilen kleinere Interpolationsfehler anzustreben. Das spielt eine sehr große Rolle, wenn man nicht nur die Längsneigung bestimmen will, sondern – wie verlangt – auch die Längsneigung von dem Konvergenzfehler auseinanderhalten will. Mit der Konstruktion 2 werden die (genäherten) Werte für Ω_{N1} , Ω_{N2} , $d\Delta\omega$ und die Längsneigung $\Phi_{1'5}^{2'5}$ der Geraden 1'5 — 2'5 bzw. $\Phi_{1'5}^{2'5}$ der Geraden 1'b — 2'b erhalten.

Die durch die lineare Interpolation erhaltenen Punkte 1'5 und 2'5 können mit Punkt 5 kombiniert werden. Durch die erwähnte Kombination erhält man im Profil $y \equiv y_5$ 2 Längsneigungen $\Phi_{1'5}^{2'5}$ und $\Phi_{1'5}^5$ (bzw. $\Phi_{2'5}^5$).

Die resultierende Neigung der Verbiegungsfläche im Profil $y \equiv \text{const}$ enthält i. a. folgende Komponenten: die Modelllängsneigung Φ , die Längsneigung der hyperbolischen Verbiegung $\Phi_\omega = \frac{y}{b} d\Delta\omega$ und die Neigung der Sekante der parabolischen Verbiegung Φ_γ . Die Differenz von zwei Längsneigungen desselben Profils $y \equiv \text{const}$ ist von den ersten zwei Komponenten befreit, und daraus läßt sich die parabolische Verbiegung, der Konvergenzfehler, bestimmen:

$$\begin{aligned} dh_{2'5} - dh_{1'5} &= (x_{2'5} - x_{1'5}) \left(\Phi + \frac{y}{b} \cdot d\Delta\omega \right) + (x_{2'5}^2 - x_{1'5}^2) \frac{d\gamma}{b} \\ dh_5 - dh_{1'5} &= (x_5 - x_{1'5}) \left(\Phi + \frac{y}{b} d\Delta\omega \right) + (x_5^2 - x_{1'5}^2) \frac{d\gamma}{b} \end{aligned} \tag{13}$$

$$\Phi_{1'5}^{2'5} - \Phi_{1'5}^5 = \frac{dh_{2'5} - dh_{1'5}}{x_{2'5} - x_{1'5}} - \frac{dh_5 - dh_{1'5}}{x_5 - x_{1'5}} = \frac{d\gamma}{b} (x_{2'5} - x_5) \tag{14}$$

woraus folgt:

$$d\gamma = \frac{b}{x_{2'5} - x_5} (\Phi_{1'5}^{2'5} - \Phi_{1'5}^5) \quad (15)$$

Im Idealfall für $x_{2'5} = b, x_5 = \frac{b}{2}, x_{1'5} = 0$ haben wir: $d\gamma = 2 (\Phi_{1'5}^{2'5} - \Phi_{1'5}^5)$.

Von der Längsneigung $\Phi_{1'5}^{2'b}$, im Profil $y \equiv 0$ entfällt auf den Einfluß des Konvergenzfehlers der Anteil:

$$\Phi_\gamma = (x_{2'5} + x_{1'5}) \frac{d\gamma}{b} = \Phi_{\gamma 1'5}^{2'5} \quad (16)$$

Die übrigbleibende Neigung ist gleich der Modelllängsneigung Φ . Der Konvergenzfehler, $d\gamma$ läßt sich leicht graphisch (Abb. 4) als y -Abschnitt zwischen den Neigungen $\Phi_{1'5}^{2'5}$ und $\Phi_{1'5}^5$ auf einem Abszissenabstand $b: (x_{2'5} - x_5)$ vom Wert $x_{1'5}$, als Winkelscheitel bestimmen, während der entsprechende Abschnitt auf einem Abszissenabstand von $(x_{2'5} + x_{1'5}): (x_{2'5} - x_5)$ den Einflußbetrag (16) darstellt. Der letzte Betrag ist (graphisch) von der Neigung $\Phi_{1'5}^{2'b}$ abzuziehen, um die Längsneigung Φ des Modells zu erhalten.

Die Überlagerung der Einflüsse von Φ und $d\gamma$ wie auch die kleinen zur Verfügung stehenden Abszissendifferenzen $x_5 - x_{1'5}$ bzw. $x_{2'5} - x_5$ stellen große Forderungen an die Genauigkeit, mit welcher die Höhenfehler von $1'5, 5$ und $2'5$ bestimmt werden müssen, damit bei flachem Gelände ein gutes Auseinanderhalten von Φ und $d\gamma$ erreicht wird.

Die sich ergebenden Fehler der Winkelemente betragen:

$$\begin{aligned} \text{für den Projektor 1: } d\varphi' &= \Phi + d\gamma & d\omega' &= \Omega_{N1} + d\Delta\omega = \Omega_{N2} \\ \text{für den Projektor 2: } d\varphi'' &= \Phi & d\omega'' &= \Omega_{N1} \end{aligned} \quad (17)$$

und sind mit veränderten Vorzeichen als Winkelverbesserungen an den Projektoren anzubringen:

$$\begin{aligned} \text{für den Projektor 1: } v_{\varphi'} &= -\Phi - d\gamma & v_{\omega'} &= -\Omega_{N2} = -\Omega_{N1} - d\Delta\omega \\ & & v_{\omega''} &= -\Omega_{N1} \end{aligned} \quad (17')$$

Die Verbesserungen $v_{b2''} \approx b\Phi$ wie auch v_{φ} sind noch nicht definitiv (s. Kap. V). Es muß nämlich bemerkt werden, daß der Konvergenzfehler $d\gamma$, welcher nach (2) willkürlich dem linken Projektor zugeschrieben wird, auch vom rechten Projektor herrühren kann, und daß in diesem Falle die Längsneigung theoretisch zunächst um $2d\gamma = 2d\varphi''$ verfälscht ermittelt wird. Wir nennen diesen zunächst ermittelten Wert „analytischen Wert“, welcher nachher auf Grund von resultierenden Vertikalparallaxen geprüft, bzw. verbessert werden soll und den „parallaktischen Wert“

liefern soll. An einem Gitterbeispiel 1* (Abb. 5) mit denselben Orientierungselementen wie bei dem später angeführten Beispiel 2 wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Tabelle 1 (Werte in $^{\circ}$, bzw. mm)

Orientierungselement	Konstruktion 4	Strenger Wert	Soll-Wert
$\Omega_{N1} = d\omega''$	+ 10,81	+ 10,38	+ 10,00
$\Omega_{N2} = d\omega'$	— 2,48	— 1,73	0,00
$d\Delta\omega = \Omega_{N2} - \Omega_{N1}$	— 13,29	— 12,11	— 10,00
$d\varphi'' = \Phi$	— 8,20*	— 6,39* — 1,1**	— 15,00* — 5,00**
$d\varphi'$	— 5,78* + 1,3**	— 3,73*	— 5,00* + 5,00**
$d\gamma = \varphi' - \varphi''$	+ 2,42	+ 2,66	+ 10,0
b_z	— 0,17* + 0,09**		— 0,31* + 0,10**
b_x	130,00	130,00	130,00

* analytischer Wert ** parallaktischer Wert

Aus der Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß trotz der Überlagerung von Φ und $d\gamma$ die Gesamtlängsneigung in der Basisprojektion:

$$\Phi_{1'b}^{2'b} = \Phi + \frac{x_{2'5} + x_{1'5}}{b} d\gamma \quad (18)$$

sehr genau bestimmt wird ($x_{2'} + x_{1'} = 125,9$ mm und $\Phi_{1'b}^{2'b} = 5,86$ in dem betreffenden Beispiel).

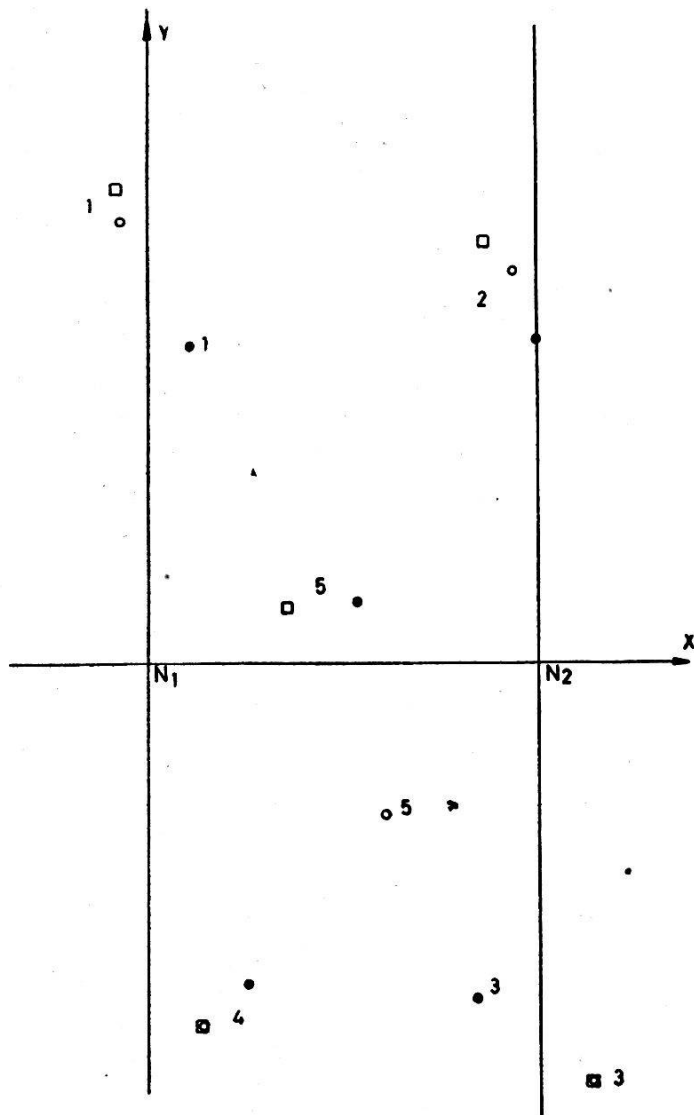
In der nächsten Tabelle 2 werden die ursprünglichen und resultierenden Höhenfehler angegeben:

Tabelle 2 (Werte in mm)

Punkt	1	2	3	4	5
ursprüngliche Fehler	+ 0,29	— 0,07	0,00	— 0,18	— 0,02
resultierende Fehler	+ 0,02	+ 0,01	— 0,01	+ 0,02	— 0,02

* Sämtliche Messungen wurden an dem Autographen A7 Wild an der Technischen Fakultät in Zagreb vom Verfasser ausgeführt.

Es stellt sich zunächst die Frage, ob eine Methode, die nur ein schlechtes Auseinanderhalten von Φ und $d\gamma$ ermöglicht, zu empfehlen ist. Dies stellt aber nicht die schwache Seite dieser Konstruktion dar, sondern die Empfindlichkeit des Problems als solches, was auch die strengen



- Beispiel 1
- " 2
- " 3

Abb. 5

Werte bestätigen. Die Konstruktion 4 löst nur die an sie gestellte Aufgabe. Sie zwingt die Modellfläche durch Änderung der Orientierungselemente durch alle verfügbaren Paßpunkte zu laufen, wenn man das als die wichtigste Forderung ansieht. Wie Tabelle 2 zeigt, tut dies die Konstruktion 4 in unserem Beispiel mit gutem Erfolg.

Es ist zu beachten, daß sich in diesem Beispiel das Basisverhältnis auf die Normalkammer bezog, während im flachen Gelände besser eine

Weitwinkelkammer einzusetzen wäre, die in dieser Hinsicht, wie die Untersuchung ergab, bedeutend günstigere Ergebnisse liefert. Ein kleinerer Konvergenzfehler würde auch kleinere Interpolationsfehler verursachen, was auch eine bessere Trennung von Φ und $d\gamma$ zur Folge haben dürfte.

B. Unregelmäßige Paßpunktverteilung

Wenn die Höhenpaßpunkte 1 und 4 bzw. 2 und 3 die gleiche Abszisse hätten, würden die erhaltenen Werte $\Omega_{1'}$, und $\Omega_{2'}$ strenge Werte für die entsprechenden Querneigungen darstellen. Ebenso wären die Höhenkorrekturen der interpolierten Punkte $1'_5$ und $2'_5$ bzw. $1'_b$ und $2'_b$ streng. Bei vorhandenen Abweichungen von den erwähnten Voraussetzungen werden die erhaltenen Werte mehr oder weniger von den strengen Werten abweichen. Die Interpolationsfehler von $1'$, $2'$, $3'$ und $4'$ werden durch $d\Delta\omega$ und $d\gamma$ bedingt. Während der Einfluß von $d\Delta\omega$ im Kapitel II, 2, behandelt wurde, bleibt noch übrig, den Einfluß von $d\gamma$ zu analysieren.

Das Anwachsen des Höhenfehlers z. B. vom Paßpunkt 2 zum Beipunkt $2'$ ist bei der linearen Interpolation unter der Steigung $(x_2 + x_1) \frac{d\gamma}{b}$ angenommen, während die Neigung der Sekante $2 - 2'$ $(x_2' + x_2) \frac{d\gamma}{b}$ beträgt. Dem zwischen 1 und 2 interpolierten Wert soll man wegen $d\gamma$ noch den Interpolationsfehler $dd2'\gamma$ hinzufügen:

$$\begin{aligned} ddh_{2'\gamma} &= \frac{d\gamma}{b} [(x_2' - x_2)(x_2' + x_2) - (x_2' - x_2)(x_2 + x_1)] = \\ &= (x_2' - x_2)(x_2' - x_1) \frac{d\gamma}{b} \end{aligned} \quad (19')$$

Der gesamte Interpolationsfehler beträgt [s. (10)]:

$$\begin{aligned} ddh_2' &= ddh_2'\Delta\omega + ddh_2'\gamma = (x_2' - x_2)(y_2' - y_1) \frac{d\Delta\omega}{b} + \\ &+ (x_2' - x_2)(x_2' - x_1) \frac{d\gamma}{b} \end{aligned} \quad (19)$$

Die graphische Bestimmung von (19') ist auf der Abb. 4a dargestellt. Wenn man, wie auf der Abb. 4a, die positive Abszissendifferenz nach unten umdreht, so gilt bei $d\gamma > 0$ dieselbe auf der Abb. 1a dargestellte Vorzeichenregel. (Einfachheitshalber ist in der Abb. 4a, wie früher in der Abb. 1a, $x_1' = x_4' = 0$ und $x_2' = x_3' = b$ angenommen worden.) Der weitere Verlauf dieser Konstruktion 4a nach Ermittlung der Werte ddh_1 , ddh_2 , ddh_3 , ddh_4 kommt der Konstruktion 4 gleich und kann unterlassen werden. Es sind nur die dh durch die ddh zu ersetzen, wobei $ddh_5 = 0$ gesetzt wird, weil der Paßpunkt 5 in der Vorkonstruktion 4 unversetzt benützt wurde.

