



Studie zur photogrammetrischen Bearbeitung der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze (II. Abschnitt)

Franz Halwax ¹

¹ *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien VIII, Krotenthallergasse 3*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **50** (2), S. 56–59

1962

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Halwax_VGI_196209,  
  Title = {Studie zur photogrammetrischen Bearbeitung der {"o}sterreichisch-  
    bayrischen Staatsgrenze (II. Abschnitt)},  
  Author = {Halwax, Franz},  
  Journal = {"sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {56--59},  
  Number = {2},  
  Year = {1962},  
  Volume = {50}  
}
```



nutzt die im Hauptvertikalschnitt geltenden, einfachen Abbildungsgleichungen. Je Bild sind 4 Paßpunkte erforderlich und die Höhen der (lagemäßig) zu bestimmenden Punkte müssen bekannt sein. Hinsichtlich der Geländeform werden folglich keine einschränkenden Bedingungen gestellt. Für die Messung der Bildkoordinaten werden Präzisionskomparatoren als vorhanden vorausgesetzt und für die Berechnung der Lotrichtung und der absoluten Flughöhe ist es aus wirtschaftlichen Erwägungen notwendig, daß moderne Rechenhilfsmittel (Rechenautomaten) eingesetzt werden können.

Von besonderem Interesse waren die bei diesem Verfahren auftretenden Genauigkeitsfragen. Ausgehend von den terrestrischen- und photogrammetrischen Grundlagen, sowie von den beim Rückwärtseinschneiden im Raum entstehenden Fehlern, wurden die Transformationsformeln fehlertheoretisch untersucht und unter Zugrundelegung der bei großmaßstäblichen luftphotogrammetrischen Vermessungen gegenwärtig geltenden Daten numerisch ausgewertet und graphisch dargestellt. An Hand dieser Unterlagen ist versucht worden, das qualitative Leistungsvermögen des Verfahrens abzuschätzen. Es hat sich gezeigt, daß die Genauigkeit der Auswertung hauptsächlich von der Wirkung des Nadirdistanzfehlers d_v abhängig ist. Hinreichend ebenes Gelände vorausgesetzt liegen die verbleibenden Fehler systematischer Art in der Größenordnung von etwa 6 cm und die zufälligen Fehler betragen rund 3 cm. Der Einfluß von Geländehöhenunterschieden muß jeweils gesondert abgeschätzt werden.

Das behandelte Verfahren ist übersichtlich und einfach zu handhaben. Für eine Gegenüberstellung mit den Verfahren der Stereophotogrammetrie müssen die Ergebnisse weiterer, auf breiterer Basis durchgeführter, Versuchsarbeiten abgewartet werden.

Literatur

- [1] Zur rechn. Durchführung d. Vierpunktverfahrens, ÖZfV 45 (1957) Nr. 1.
- [2] Beitrag z. num. u. graph. Auswertung v. Luftbildern, ÖZfV 45 (1957) Nr. 4.
- [3] Luftphotogrammetrische Vermessung signalisierter Punkte, deren Meereshöhen anderweitig ermittelt wurden, ÖZfV 48 (1960) Nr. 3.
- [4] Über das Rückwärtsschneiden im Raum, ÖZfV 43 (1955) Nr. 6.
- [5] Ferienkurs für Photogrammetrie, Verlag K. Wittwer 1930.
- [6] On astronomic, photogrammetric and trigonometric refraction, dissertation, Stockholm 1950.
- [7] Genauigkeitsfragen beim räumlichen Rückwärtseinschnitt und bei der Doppelpunkteinschaltung im Raum ZfV 1942/10.
- [8] Bildmessung und Luftbildwesen 1959, Heft 4.

Studie zur photogrammetrischen Bearbeitung der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze (II. Abschnitt)

Von *Franz Halwax*, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien)

Die Abbildung 1 der Beilage zeigt den Abschnitt II der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze und die Gebietsaufteilung für die terrestrische Einmessung von Paßpunkten. Der Polygonzug bei den Streifen 8 und 9 wurde vom bayrischen Landesvermessungsamt zur Prüfung der photogrammetrischen Genauigkeit gemessen.

Die Luftbildaufnahmen wurden mit der Plattenkammer RC 7, Aviotar ($f = 17$ cm) in einer absoluten Flughöhe von 3 900 bis 4 400 m im Bildmaßstab 8 200 bis 20500 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte als Aerotriangulierung an einem Stereoauswertegerät Wild A 7 im Maschinenmaßstab 1:6000. Die Ausgleichung der aerotriangulierten Streifen wurde mit dem Elektronenrechner IBM 650 auf die im Bundesamt übliche rechnerische Art vorgenommen.

Für eine umfassende Aussage über die Genauigkeit der photogrammetrischen Bearbeitung wäre eine größere Anzahl von terrestrisch eingemessenen Kontrollpunkten, verteilt über das Gesamtgebiet, notwendig gewesen. Der für die Untersuchung gemessene Polygonzug bei Streifen 8 und 9 kann bestenfalls nur die in den 4 beteiligten Modellen vorhandene Genauigkeit erfassen. Ein Schluß auf die Genauigkeit für das Gesamtgebiet ist nicht möglich.

In dieser Arbeit soll über die Genauigkeit der Grundlagen sowie Zwischen- und Endergebnisse für das Untersuchungsgebiet berichtet werden. Den Anstoß dazu gaben die in Tabelle 1 dargestellten Differenzen „terrestrische-photogrammetrische Koordinaten“ der Polygonpunkte.

Pkt. Nr. in Polygonzugs- richtung	Koordinatendifferenzen			Polyg. Zug - phot. Wert in cm		
	ΔY	ΔX	ΔH	Nach Reduktion um system. Anteil $\frac{\epsilon}{n}$		
	$\Delta Y - \frac{\epsilon}{n}$	$\Delta X - \frac{\epsilon}{n}$	$\Delta H - \frac{\epsilon}{n}$			
136/2	- 25	- 2	- 10	- 8	- 5	- 32
136/1	- 11	+ 1	+ 3	+ 7	- 2	- 19
136	- 20	- 1	+ 2	- 3	- 4	- 20
135/2	- 13	- 8	- 6	+ 5	- 11	- 28
135/1	- 11	- 5	- 40	+ 7	- 8	- 62
135	- 19	- 5	+ 1	- 2	- 8	- 21
Rodmayer Platte	- 15	- 1	+ 5	+ 3	- 4	- 17
134/11	- 19	+ 7	+ 19	- 2	+ 4	- 3
134/10	- 17	- 6	+ 13	+ 1	- 9	- 9
134/9	- 23	+ 4	+ 21	- 6	+ 1	- 1
134/8 ex	- 25	\emptyset	+ 25	- 8	- 3	+ 3
134/7 ex	- 17	+ 2	+ 37	+ 1	- 1	+ 15
134/6	- 14	+ 5	+ 27	+ 4	+ 2	+ 5
134/5 ex	- 25	+ 5	+ 59	- 8	+ 2	+ 37
134/4 ex	- 31	+ 7	+ 37	- 14	+ 4	+ 17
134/3 ex	- 18	- 1	+ 34	- 1	- 4	+ 12
134/2 ex	- 12	+ 10	+ 53	+ 6	+ 7	+ 31
134/1 ex	- 7	+ 11	+ 45	+ 11	+ 8	+ 23
134/ ex	- 23	+ 9	+ 30	- 6	+ 6	+ 8
133/12	- 13	+ 17	+ 46	+ 5	+ 14	+ 24
133/11 ex	- 17	+ 16	+ 45	+ 1	+ 12	+ 23
133/10	- 9	+ 8	+ 46	+ 9	+ 5	+ 24
Σ	- 394	+ 73	+ 492	+ 2	+ 6	+ 10
$\frac{\epsilon}{n}$	- 18	+ 3	+ 22	\emptyset	\emptyset	\emptyset
$m = \sqrt{\frac{[\epsilon v^2]}{n}}$	± 19	± 8	± 33	± 6	± 7	± 24

Tabelle 1.

Die Werte in Tabelle 1 zeigen eine gute Relativgenauigkeit der photogrammetrischen Auswertung. Die Koordinatendifferenzen nach der Reduktion um den systematischen Anteil sind gering. Der systematische Anteil wird durch die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse verständlich.

Die Abbildung 2 der Beilage zeigt die auf das Untersuchungsgebiet einwirkenden trigonometrischen Punkte und deren Genauigkeit. Für die Bearbeitung im österreichischen Gauß-Krüger Meridianstreifensystem M 31 wurden die bayrischen trigonometrischen Punkte mittels Affin-Transformation mit Figur 4 bis 6 in das System M 31 umgerechnet.

Die mittleren Fehler der Transformationen waren nach den Angaben der Triangulierungsabteilung:

	$\pm M_y$ cm	$\pm M_x$ cm	$\pm M_L$ cm
Figur 4	4	5	6
Figur 5	6	9	11
Figur 6	8	9	12

Der größte Absolut-Restfehler nach der Transformation scheint (Abb. 2) in der Figur 6 (bei A) mit $\Delta y = -10$ und $\Delta x = -12$ cm auf. Die größte Spannung zwischen den Ergebnissen aus 2 verschiedenen Transformationen scheint bei einem in Figur 4 und 5 (bei B) verwendeten trigonometrischen Punkt mit 8 cm ($-1, +7$) in y und 12 cm ($-2, +10$) in x auf. Die größte Differenz zwischen den österreichischen und bayrischen trigonometrischen Höhen nach Reduktion um den Niveauunterschied beträgt 83 cm (bei C), der aus den Höhendifferenzen gerechnete mittlere Höhenfehler 28 cm.

Die Tabelle 2 der Beilage gibt einen Überblick über die Genauigkeit der sowohl von österreichischen als auch von bayrischen trigonometrischen Punkten abgeleiteten und terrestrisch eingemessenen Paßpunkte im Untersuchungsgebiet. Die Messungen erfolgten kontrolliert, also mit Überbestimmungen, aus denen genäherte mittlere Lage- und Höhenfehler gerechnet wurden.

Bei der Ausgleichung der aërotriangulierten Streifen 8 und 9 ergaben sich für die Paßpunkte die in Abbildung 3 der Beilage dargestellten Differenzen zwischen terrestrischen und ausgeglichenen photogrammetrischen Werten.

Die aus den Differenzen gerechneten mittleren Fehler sind:

$$M_y = \pm 14 \text{ cm} \quad M_x = \pm 18 \text{ cm} \quad M_H = \pm 28 \text{ cm.}$$

Unter Bedachtnahme auf die angeführten Untersuchungen ergibt sich für die Koordinatendifferenzen des Polygonzuges nach Reduktion um den systematischen Anteil (Tabelle 1) eine weitere Reduktionsmöglichkeit, wie die jeweils strichliert dargestellten ausgleichenden Geraden in Abbildung 4 der Beilage zeigen. Die Art dieser Reduktion ist gerechtfertigt, da entsprechende Ungenauigkeiten in den trigonometrischen Endpunkten des Polygonzuges sicher vorhanden sind. Die danach verbleibenden Restfehler ergeben für y , x und h die mittleren Fehler von ± 6 , 4 und 13 cm statt vorher ± 6 , 7 und 24 cm.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die photogrammetrische Bearbeitung eine gute Relativgenauigkeit ergibt. Die Koordinatendifferenzen zwischen Polygonzug und photogrammetrischen Werten nach der Reduktion um den systematischen Anteil sind ungefähr von der Größenordnung der Fehler der Triangulierungspunkte. Der systematische Anteil ist bedingt sowohl durch eine relative Abweichung der photogrammetrischen Streifen, als auch durch die zufällige Ungenauigkeit der 2 Triangulierungspunkte, zwischen denen der ebenfalls mit unvermeidlichen Fehlern behaftete Polygonzug eingehängt ist.

Der Versuch Gedorf

Von Alois Stickler, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien)

Wenn Aufgaben der Katasterneuvermessung durch photogrammetrische Bestimmung der Koordinaten von signalisierten Punkten gelöst werden sollen, werden folgende Forderungen gestellt:

Hohe Genauigkeit der Punktlage, hohe Nachbargenauigkeit, Einbau von Kontrollen zum Schutz vor groben Fehlern, Vollzähligkeit aller in der Natur signalisierten Punkte und möglichst hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Zur Erfüllung dieser Forderungen bietet sich unter anderem die Möglichkeit, das Gebiet mit 60%iger Querüberdeckung zu überfliegen. Jeder Punkt wird vollkommen unabhängig zweimal photogrammetrisch bestimmt. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß jeder Punkt einmal am Modellrand, das andere Mal in der Modellmitte abgebildet wird und daß das Mittel aus zwei unabhängigen Messungen eine höhere Genauigkeit haben wird. Wenn höher geflogen wird, nimmt zwar die Genauigkeit linear ab, der stereoskopisch gedeckte Raum jedoch im Quadrat zu, und im selben Maße die Paßpunktzahl ab.

Die Tabelle 1 enthält Zusammenhänge, die sich ergeben, wenn man 60%ig querüberdeckt fliegt. Die beiliegende schematische Darstellung zeigt optisch, wie die Flächen bei Veränderung des Maßstabes rasch größer werden. Man vergleiche Fall 1 mit Fall 4: 1200 m Flughöhe statt 800 m und 60% Querüberdeckung statt 30%.

Bei 60%iger Querüberdeckung ergibt sich nicht nur eine Deckung mit den Nachbarstreifen, sondern sogar eine 20%ige Überdeckung mit dem übernächsten Streifen. Geht man von 30% auf 20% Querüberdeckung zurück, so wird der Raum, in dem die gemeinsamen Paßpunkte liegen werden, natürlich kleiner. Durch die Wahl einer größeren Flughöhe über Grund wird, wie aus der Spalte „Raum für gemeinsame Paßpunkte“ ersichtlich ist, diese Einbuße wieder wettgemacht. Die gedeckte Fläche steigt von 125 ha auf 282 ha und die Modellgröße von 35 ha auf 90 ha. Nimmt man die Genauigkeit mit $0,1^{10/00}$ der Flughöhe an, dann ergeben sich die in der Spalte „Genauigkeit“ eingetragenen Werte. Es ist ersichtlich, daß die Genauigkeit der Punktlagebestimmung im Fall 1 und Fall 4 die gleiche sein wird. Vorteile bieten sich aber nun noch dadurch, daß im ersten Fall für 35 ha, im vierten Fall für 45 ha 4 Paßpunkte bei Einzelmodellauswertung nötig wären. Der größte Vorteil liegt darin, daß