

Inhalt des Bandes III a/3

III. TEIL

PHOTOGRAMMETRISCHE TRIANGULATION

KAPITEL I

Räumliche Aerotriangulation

§ 129	Aufgabe und allgemeine geometrische Problemstellung.....	1629
	129.1 Definition, Zweck und Bedeutung der räumlichen Aerotriangulation	1629
	129.2 Kurze Bemerkungen zur geschichtlichen Entwicklung der räumlichen Aerotriangulation	1631
	129.3 Allgemeine Problemstellung, geometrisches und stochastisches Modell der räumlichen Aerotriangulation	1634
	129.4 Phasenaufspaltung der Gesamtlösung	1650
	129.5 Bemerkungen zur nachfolgenden Behandlung und Gliederung der räumlichen Aerotriangulation	1656
	Literaturverzeichnis zu § 129	1657
§ 130	Verfahren der räumlichen Streifentriangulation	1657
	130.1 Die Vorbereitung der räumlichen Aerotriangulation	1658
	Literaturverzeichnis zu § 130.1	1670
	130.2 Räumliche Streifentriangulation mit Analoggeräten (Aeropolygon-Methode)	1670
	A) Das geometrische Prinzip der Streifenbildung.....	1670
	B) Die Durchführung des Folgebildanschlusses an Triangulationsgeräten	1673
	C) Bemerkungen zur praktischen Durchführung der Streifentriangulation	1676
	Literaturverzeichnis zu § 130.2	1686
	130.3 Analytische Streifentriangulation	1686
	A) Definition, Vorbemerkungen	1686

	B) Rechnerische Streifenbildung nach der Aeropolygon-Methode	1691
	C) Rechnerische Streifenbildung mit erzwungenen Koordinaten-Anschlüssen	1698
	D) Rechnerische Streifenbildung mit Triplets	1701
	E) Streifenbildung durch simultane Orientierung aller Aufnahmen	1703
	Literaturverzeichnis zu § 130.3	1704
	130.4 Semi-analytische Streifentriangulation	1705
	Literaturverzeichnis zu § 130.4	1716
	130.5 Nachbehandlung und Transformation der Streifen	1717
	Literaturverzeichnis zu § 130.5	1723
	130.6 Streifentriangulation mit Hilfsdaten	1723
	Literaturverzeichnis zu § 130.6	1735
§ 131	Fehlertheorie der räumlichen Aerotriangulation	1736
	131.1 Kurze Analyse der wirksamen Fehler	1736
	131.2 Die Fehlereigenschaften von Bildkoordinaten und Modellkoordinaten	1742
	131.3 Die Fehlereigenschaften von Streifenkoordinaten	1745
	131.4 Diskussion der Streifendeformationen	1750
	Literaturverzeichnis zu § 131	1763
§ 132	Verfahren der Ausgleichung von Streifen und Blöcken	1764
	132.1 Streifenausgleichung	1765
	A) Einleitung	1765
	B) Graphische Interpolationsverfahren der Streifenausgleichung	1767
	C) Numerische Interpolationsverfahren zur Streifenausgleichung	1780
	D) Interpolation nach der Theorie von Vermeir	1791
	E) Abschließende Bemerkungen zur Streifenausgleichung mit Interpolationsverfahren	1797
	Literaturverzeichnis zu § 132.1	1798
	132.2 Blockausgleichung	1799
	A) Allgemeines	1799
	B) Blockausgleichung mit Streifen als Einheiten	1807
	C) Blockausgleichung mit unabhängigen Modellen oder Sektionen als Einheiten	1825
	D) Blockausgleichung mit Bildern (Strahlenbündeln) als Einheiten	1860
	Literaturverzeichnis zu § 132.2	1870
	132.3 Streifen- und Blockausgleichung mit Hilfsdaten	1872
	Literaturverzeichnis zu § 132.3	1882
	132.4 Allgemeine Fragen der Rechentechnik, numerische Lösung großer Gleichungssysteme	1882
	A) Die wichtigsten Eigenschaften der Koeffizienten-Matrizen großer Normalgleichungssysteme	1883

	B) Die Lösung der Normalgleichungen	1894
	C) Die Lösung des nichtlinearen Problems	1913
	Literaturverzeichnis zu § 132.4	1925
§ 133	Genauigkeit der räumlichen Aerotriangulation	1927
	133.1 Möglichkeiten der Genauigkeitsuntersuchung	1930
	A) Praktische Versuche	1930
	B) Theoretische Genauigkeitsuntersuchungen	1932
	C) Simulation	1935
	D) Vergleichende Beurteilung der verschiedenen Modellvorstellungen der Blocktriangulation	1936
	133.2 Praktische Versuche	1937
	A) Genauigkeitsuntersuchungen von Streifen	1937
	B) Genauigkeitsuntersuchungen an Blöcken	1948
	C) Zusammenfassung der praktischen Versuchsergebnisse	1962
	133.3 Theoretische Genauigkeitsuntersuchungen	1964
	A) Lage- und Höhengenaugkeit ausgeglichener Streifen ..	1964
	B) Lagegenauigkeit ausgeglichener Blöcke	1986
	C) Höhengenaugkeit ausgeglichener Streifen und Blöcke mit und ohne Benützung von Hilfsdaten	2000
	D) Theoretische Genauigkeitsuntersuchung der Blockausgleichung mit Bündeln	2004
	Literaturverzeichnis zu § 133	2020
§ 134	Planung, Zeitaufwand und Kosten	2021
	134.1 Planung	2021
	134.2 Arbeitsaufwand und Kosten	2023
	Literaturverzeichnis zu § 134	2023

KAPITEL II

Radialtriangulation

§ 135	Aufgabe und allgemeine Problemstellung	2025
	135.1 Definition, Zweck und Bedeutung der Radialtriangulation	2025
	135.2 Allgemeine Problemstellung, geometrisches Modell der Bildtriangulation	2026
	A) Die Modellvorstellungen der Bildtriangulation	2026
	B) Aufbau des Richtungsnetzes und Bestimmung der Triangulierungspunkte	2029
	C) Wahl der Radialzentren	2031
§ 136	Verfahren der Bildtriangulation	2034
	136.1 Die Vorbereitung	2035
	136.2 Die analytische Bildtriangulation	2037
	A) Die Richtungsmessung	2038
	B) Berechnung der Streifenkoordinaten	2041
	C) Varianten der analytischen Bildtriangulation	2046

136.3	Die graphische Bildtriangulation	2046
	A) Die „Arundel-Methode“	2047
	B) Die „Handtemplet-Methode“	2048
136.4	Die mechanische Bildtriangulation	2050
	A) Die Schlitzschablonen-Methode	2051
	B) Spezielle Methoden der mechanischen Bildtriangulation	2055
§ 137	Die Fehlertheorie der Bildtriangulation	2056
	137.1 Fehler der Richtungsbestimmung im Luftbild	2057
	137.2 Fehleruntersuchung der mechanischen Bildtriangulation	2058
	137.3 Fehlertheorie der analytischen Bildtriangulation	2059
	A) Die Meßfehler in der analytischen Bildtriangulation	2059
	B) Die Übertragungsfehler im Richtungsnetz eines Streifens	2061
	C) Gesamtfehler der Streifenkoordinaten	2065
§ 138	Ausgleichung der analytischen Bildtriangulation	2070
§ 139	Genauigkeit der Bildtriangulation	2072
	139.1 Genauigkeit der analytischen Bildtriangulation	2073
	139.2 Genauigkeit der graphischen Bildtriangulation	2074
	139.3 Genauigkeit der mechanischen Bildtriangulation	2074
§ 140	Anwendungsbereich, Planung, Zeitaufwand und Kosten der Bildtriangulation	2075
	Literaturverzeichnis zu den §§ 135–140	2078

KAPITEL III

Triangulation mit Satelliten

§ 141	Grundlagen der Satellitengeodäsie und die Schaffung von weltumspannenden geodätischen Bezugssystemen	2081
	141.1 Geophysikalische und geometrische Gesichtspunkte in der Satellitengeodäsie	2081
	141.2 Die Entwicklung und Organisation eines geodätischen Satellitenprogramms zur Schaffung eines weltumspannenden geodätischen Bezugssystems	2084
	Literaturverzeichnis zu § 141	2089
§ 142	Die geometrische Lösung der Satellitengeodäsie	2090
	142.1 Einführende Betrachtungen	2090
	142.2 Die geometrischen Grundlagen	2092
	142.3 Das astronomische Bezugssystem	2097
	142.4 Die Bedeutung und Messung der Koordinate „Zeit“	2109
	142.5 Weitere geometrische und physikalische Einflüsse	2113
	142.6 Die Meßverfahren der geometrischen Methode; Aufnahme- und Auswertinstrumente	2123
	a) Die photogrammetrische Kammer	2123
	b) Kammerverschlüsse und deren mechanische Antriebe ..	2126
	c) Die elektronische Steueranlage	2130

	d) Die photogrammetrische Aufnahme	2131
	e) Die Koordinatenmessung mittels Komparator und ihre Reduktion	2132
	142.7 Die numerische Auswertung	2136
	a) Einführende Betrachtungen	2136
	b) Mathematische Hilfsmittel	2137
	c) Die Aufstellung der allgemeinen photogrammetrischen Beobachtungsgleichungen	2149
	d) Das mathematische Modell der photogrammetrischen Kammer	2153
	e) Die räumliche Triangulation	2181
	Literaturverzeichnis zu § 142	2194
§ 143	Fehlertheoretische Betrachtungen und Analyse der Resultate ..	2196
	143.1 Fehlerhaushalt der geometrischen Satellitentriangulation ..	2196
	143.2 Analyse der wesentlichen Fehlerquellen und die Fehler- fortpflanzung in die räumliche Triangulation mit statisti- schen Beispielen	2207
	a) Die Genauigkeit der Komparatormessungen	2207
	b) Die Genauigkeit der photogrammetrischen Bündelrekon- struktionen und ihrer Orientierungen	2209
	c) Die Genauigkeit der Spur der Satellitenbahn nach der polynomischen Glättung	2211
	d) Die Fehlerfortpflanzung in die räumliche Triangulation ..	2214
	143.3 Numerische Resultate eines Anwendungsbeispiels	2219
	Literaturverzeichnis zu § 143	2233

IV. TEIL

DIE GEOMETRISCHEN GRUNDLAGEN DER PHOTOGRAMMETRIE

§ 144	Die Photographie als lineares Bild	2235
	144.1 Einführung in die Grundeigenschaften der Perspektive ...	2235
	a) Das perspektive Bild einer Geraden	2236
	b) Doppelverhältnis, projektive Punktreihen, projektive Strahlbüschel	2236
	c) Das perspektive Bild einer Ebene ε , Definition kollinear er Felder	2238
	144.2 Kollineare Felder	2238
	a) Vervollständigung allgemein kollinear er Felder, Vier- punktverfahren	2238
	b) Kongruente Punktreihen und Strahlbüschel in kollinea- ren Feldern	2239
	c) Herstellung der perspektiven Lage zweier kollinear er Felder, Drehsatz	2241
	144.3 Lineare Bilder	2243

	a) Definition und Eigenschaften linearer Bilder	2243
	b) Kriterien für lineare Bilder	2244
	c) Kollineare Umformung eines linearen Bildes in eine Perspektive	2246
144.4	Raumkollineationen	2246
	a) Perspektive Raumkollineationen	2246
	b) Allgemeine Raumkollineationen	2247
	c) Analytische Darstellung der Kollineationen und Projektivitäten	2248
	d) Singuläre Kollineationen, Zentralprojektionen	2249
	e) Perspektiven mit geänderter innerer Orientierung	2249
§ 145	Geometrie der Einbildmessung	2251
145.1	Entzerrung des Bildes einer ebenen Figur	2251
	a) Die Rekonstruktion von Einzelpunkten	2251
	b) Wilde Netze	2251
	c) Möbiusnetze	2252
	d) Umprojektionen	2252
	e) Entzerrung mittels einer ebenen perspektiven Kollineation	2253
	f) Affinentzerrung mittels zweier Umprojektionen	2254
145.2	Ermittlung der inneren Orientierung einer Perspektive	2255
145.3	Ermittlung der äußeren Orientierung einer Perspektive	2257
	a) Bestimmung der äußeren Orientierung aus dem Bild $\Delta^1 = X^1 Y^1 Z^1$ eines bekannten Dreiecks $\Delta = XYZ$	2257
	b) Ermittlung der äußeren Orientierung einer Perspektive aus dem Bild Θ^1 eines bekannten ebenen Vierecks Θ	2260
145.4	Rekonstruktion räumlicher Objekte in der Einbildmessung	2261
145.5	Projektionen auf Bezugsebenen	2261
	a) Einsatz von Entzerrungen bei Bildern räumlicher Objekte (Umbildung)	2261
	b) Verwendung von Bezugsebenen zur Ermittlung des Aufnahmestrahlbündels und zur Durchführung der Rekonstruktion	2262
145.6	Zum selben Bündel gehörige Bilder	2263
§ 146	Geometrie der Zweibildmessung	2263
146.1	Die Kernstrahlbüschel	2263
	a) Definition und Eigenschaften der Kernstrahlbüschel	2263
	b) Kernstrahlbüschel bei speziell liegenden Bildebenen	2264
	c) Bestimmung der Kernpunkte in zwei linearen Bildern	2265
	d) Bestimmung der Kernpunkte in zwei Perspektiven mit bekannten inneren Orientierungen	2269
	e) Fälle einfacher Kernpunktbestimmung	2270
146.2	Rekonstruktion aus zwei Perspektiven mit bekannter gegenseitiger Lage der Bildebenen und bekannten inneren Orientierungen	2271
	a) Meßtischphotogrammetrie	2272

	b) Rekonstruktion unter Verwendung von Umprojektionen auf eine Bezugsebene	2273
146.3	Rekonstruktion kollinearer oder affiner Modelle	2274
	a) Allgemeiner Fall, Rekonstruktion aus zwei linearen Bil- dern mit bekannten Kernpunkten	2274
	b) Rekonstruktion affiner Modelle aus zwei Perspektiven ..	2275
146.4	Rekonstruktion aus zwei Perspektiven mit bekannten inne- ren Orientierungen	2279
	a) Hauptsatz der Photogrammetrie	2279
	b) Ergänzende Orientierungen	2279
146.5	Gefährliche Flächen in der Zweibildmessung	2280
	a) Gefährliche Flächen im Fall zweier linearer Bilder	2280
	b) Gefährliche Flächen im Falle zweier Perspektiven mit bekannten inneren Orientierungen	2282
§ 147	Geometrie der Mehrbildmessung	2286
147.1	Trilineare Bildfelder	2286
147.2	Mehrbildmessung bei fester Bezugsebene	2289
	a) Hilfsbetrachtungen über polyedrale Konfigurationen ..	2289
	b) Verwendung der polyedralen Konfigurationen in der Mehrbildmessung	2289
	c) Übersicht über die Kontrollen, die sich bei Rekonstruk- tion im System einer Bezugsebene bieten	2290
147.3	Gegenseitige Orientierung von n Perspektiven mit Hilfe der gnomonischen Projektion und der Reziprokalprojektion ..	2292
	a) Bestimmung der Kernachsen und ihrer Winkel mit Hilfe der gnomonischen Projektion	2292
	b) Die Reziprokalprojektion	2293
	Literaturverzeichnis zu §§ 144–147	2295
	Namensverzeichnis	2296
	Sachverzeichnis	2310