

# Inhalt

1. Einleitung: Fernerkundung und Photogrammetrie . . . . .	11
1.1 Fernerkundung . . . . .	11
1.2 Bildmessung . . . . .	12
1.3 Bildinterpretation . . . . .	14
2. Aufnahme von Bilddaten . . . . .	15
2.1 Elektromagnetische Strahlung . . . . .	15
2.2 Sensortechnik . . . . .	20
2.2.1 Optische Abbildung . . . . .	20
2.2.2 Photographie . . . . .	25
2.2.3 Die Reihenmeßkammer . . . . .	30
2.2.4 Abtaster . . . . .	35
2.2.5 Radarabbildung . . . . .	38
2.3 Aufnahmequalität . . . . .	41
2.4 Die Geometrie der Aufnahme . . . . .	48
2.4.1 Projektive Beziehungen . . . . .	48
2.4.2 Perspektive Beziehungen . . . . .	51
2.5 Der Bildflug . . . . .	55
2.5.1 Bildflugplanung . . . . .	55
2.5.2 Navigation . . . . .	60
2.5.3 Aufzeichnung von Orientierungsdaten . . . . .	64
3. Interpretation und Messung von Bilddaten . . . . .	68
3.1 Der Sehvorgang . . . . .	68
3.2 Räumliches Sehen . . . . .	69
3.3 Kernstrahlen . . . . .	74
3.4 Messung von Bildkoordinaten in Einzelbildern . . . . .	75
3.5 Stereometer . . . . .	79
3.6 Stereokomparatoren . . . . .	81
3.7 Punktübertragungsgeräte . . . . .	85
4. Punktweise Verarbeitung von Bilddaten . . . . .	86
4.1 Mathematische Voraussetzungen . . . . .	86

4.1.1	Vektor- und Matrizenalgebra . . . . .	87
4.1.2	Ausgleichsrechnung . . . . .	90
4.2	Koordinatentransformation . . . . .	96
4.2.1	Gelände- und Bildkoordinatensystem . . . . .	96
4.2.2	Geodätische Transformationen . . . . .	102
4.2.3	Bildkoordinatenverbesserungen . . . . .	109
4.3	Bildung des Stereomodells durch räumlichen Vorwärtsschnitt . . . . .	120
4.4	Analytische Orientierung des Einzelbildes durch räumlichen Rückwärtsschnitt . . . . .	122
4.5	Analytische Orientierung des Bildverbandes durch Bündelblockausgleichung . . . . .	126
4.5.1	Erweiterte Fehlergleichungen . . . . .	126
4.5.2	Beispiel für Fehler- und Normalgleichungen . . . . .	129
4.5.3	Paßpunkte . . . . .	134
4.5.4	Zusätzliche Parameter . . . . .	135
4.5.5	Blockausgleichung mit zusätzlichen Bedingungen . . . . .	137
4.6	Gegenseitige Orientierung des Stereomodells . . . . .	140
4.7	Folgebildanschluß . . . . .	146
4.8	Blockausgleichung mit Bedingungen . . . . .	151
4.9	Absolute Orientierung . . . . .	152
4.10	Blockausgleichung mit Stereomodellen . . . . .	159
4.11	Streifeninterpolation . . . . .	170
5.	Ausmessung von Stereomodellen . . . . .	172
5.1	Analogauswertegeräte . . . . .	173
5.1.1	Optische Auswertgeräte . . . . .	173
5.1.2	Optisch-mechanische Auswertgeräte . . . . .	181
5.1.3	Mechanische Auswertegeräte . . . . .	183
5.1.4	Stereometergeräte . . . . .	197
5.2	Analytische Auswertegeräte . . . . .	201
5.2.1	Analytische Plotter . . . . .	201
5.2.2	Analytische Komparatorplotter . . . . .	212
5.2.3	Analytische Stereometergeräte . . . . .	214
5.3	Orientierung an Analoggeräten . . . . .	216
5.3.1	Innere Orientierung . . . . .	216
5.3.2	Gegenseitige Orientierung . . . . .	217
5.3.3	Kritische Flächen . . . . .	230
5.3.4	Modelldeformationen . . . . .	231
5.3.5	Absolute Orientierung . . . . .	232

5.3.6	Gerätejustierung . . . . .	235
5.4	Orientierung an analytischen Auswertegeräten . . . . .	238
5.4.1	Innere Orientierung . . . . .	239
5.4.2	Gegenseitige Orientierung . . . . .	240
5.4.3	Absolute Orientierung . . . . .	242
6.	Linienweise Auswertung . . . . .	244
6.1	Analogauswertung . . . . .	244
6.1.1	Graphische Lageauswertung . . . . .	245
6.1.2	Höhenauswertung . . . . .	245
6.2	Digitalauswertung . . . . .	247
6.2.1	Codierte Lageauswertung . . . . .	250
6.2.2	Datenerfassung für digitale Geländemodelle . . . . .	252
7.	Bildweise Auswertung . . . . .	262
7.1	Optische Entzerrung . . . . .	264
7.1.1	Subjektive optische Projektion . . . . .	264
7.1.2	Entzerrungsgeräte (projektive Lösung) . . . . .	265
7.1.3	Entzerrungsgeräte für Einstellwerte und mit Fluchtpunktsteuerung . . . . .	270
7.2	Differentialentzerrung . . . . .	275
7.2.1	Differentialentzerrung mit optischen Analoggeräten . . . . .	276
7.2.2	On-Line Differentialentzerrungsgeräte mit optischen Einzelprojektoren . . . . .	277
7.2.3	Off-Line Differentialentzerrungsgeräte mit optischen Einzelprojektoren . . . . .	278
7.2.4	On-Line Orthophotogeräte mit frontaler Projektion . . . . .	283
7.2.5	Rechnergesteuerte Off-Line Orthophotogeräte . . . . .	283
7.2.6	Stereoorthophotos . . . . .	287
7.3	Automatische Bildkorrelation . . . . .	289
7.3.1	Stereomat . . . . .	289
7.3.2	Elektronische Bildkorrelatoren für mechanische Auswertegeräte . . . . .	293
7.3.3	Elektronische Bildkorrelatoren nach dem Analytischen Plotterprinzip . . . . .	294
7.3.4	Digitale On-Line-Korrelatoren nach Kernstrahlen . . . . .	297
7.3.5	Digitale Off-Line Bildkorrelation . . . . .	299
7.4	Digitale Bildverarbeitung . . . . .	301
7.4.1	Digitalisierung von Bildern und digitale Bildausgabe . . . . .	301
7.4.2	Digitale Grauwertveränderung . . . . .	303

7.4.3	Digitale Entzerrung . . . . .	307
7.4.4	Automatisierte Bildinterpretation . . . . .	315
7.4.5	Anwendungen der digitalen Bildverarbeitung in der Photogrammetrie . . . . .	322
8.	Anwendungen des Luftbildwesens . . . . .	324
8.1	Verfahrensübersicht . . . . .	324
8.2	Kostenvergleiche . . . . .	325
8.3	Punktbestimmung . . . . .	328
8.4	Herstellung topographischer Karten . . . . .	331
8.4.1	Bedarf . . . . .	331
8.4.2	Umfang der photogrammetrischen Arbeiten . . . . .	332
8.4.3	Stand der Kartenherstellung . . . . .	332
8.4.4	Photogrammetrische Kameras aus dem Weltraum . . . . .	334
9.	Terrestrische Photogrammetrie . . . . .	336
9.1	Aufnahmegeräte . . . . .	336
9.1.1	Phototheodolite . . . . .	339
9.1.2	Stereometerkammern . . . . .	341
9.2	Aufnahmearten . . . . .	343
9.2.1	Meßtischphotogrammetrie . . . . .	343
9.2.2	Stereophotogrammetrie . . . . .	344
9.3	Auswertung . . . . .	346
9.3.1	Orientierung . . . . .	346
9.3.2	Punktweise Auswertung . . . . .	348
9.3.3	Linienweise Auswertung . . . . .	348
9.4	Anwendungen der Erdbildmessung . . . . .	351
9.4.1	Topographische Aufnahmen . . . . .	351
9.4.2	Anwendungen in der Denkmalspflege . . . . .	352
9.4.3	Ingenieur Anwendungen . . . . .	353
9.4.4	Tatbestandsaufnahmen . . . . .	356
10.	Geschichtliche Entwicklung . . . . .	357
10.1	Meßtischphotogrammetrie . . . . .	357
10.2	Analogphotogrammetrie . . . . .	359
10.3	Analytische Photogrammetrie . . . . .	362
10.4	Digitale Photogrammetrie . . . . .	365
10.5	Sonderanwendungen . . . . .	366
11.	Literaturverzeichnis . . . . .	367
12.	Namen- und Sachregister . . . . .	385