

# 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 Aufnahmeequalität . . . . .	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

<b>Inhalt</b>	<b>9</b>
5.3.6 Gerätejustierung . . . . .	235
<b>5.4 Orientierung an analytischen Auswertegeräten . . . . .</b>	<b>238</b>
5.4.1 Innere Orientierung . . . . .	239
5.4.2 Gegenseitige Orientierung . . . . .	240
5.4.3 Absolute Orientierung . . . . .	242
<b>6. Linienweise Auswertung . . . . .</b>	<b>244</b>
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
<b>7. Bildweise Auswertung . . . . .</b>	<b>262</b>
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 Ingenieuranwendungen . . . . .	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