

FERNERKUNDUNG  dandelion.com  
KARTOGRAPHIE MIT © 2008 AGI Information Management Consultants  
May be used for personal purposes only or by  
libraries associated to dandelion.com network.  
SATELLITENAUFNAHMEN

---

Digitale Methoden, Reliefkartierung,  
geowissenschaftliche Applikationsbeispiele

von

MANFRED F. BUCHROITHNER

unter Einbindung einzelner Beiträge verschiedener  
Autoren

1989

FRANZ DEUTICKE · WIEN

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>TEIL 1: GRUNDLAGEN DIGITALER METHODEN</b> .....	1
<b>1 PHOTOGRAMMETRISCHE GRUNDLAGEN FÜR DIE SATELLITENFERNERKUNDUNG UND BILDMESSUNG</b> .....	3
<b>1.1 Einleitung</b> .....	3
<b>1.2 Photogrammetrie und Fernerkundung</b> .....	4
<b>1.3 Metrische und nichtmetrische Kamera</b> .....	4
<b>1.4 Wichtige Koordinatensysteme und Projektionen in der Fernerkundungskartographie</b> .....	6
1.4.1 Geographische Koordinaten in geozentrische Koordinaten und umgekehrt .....	6
1.4.2 Mercator-Projektion .....	8
1.4.3 Transversale Mercator-Projektion (Gauß-Krüger-Projektion, UTM-Projektion) .....	8
1.4.4 Lambertsche konforme Kegelprojektion .....	10
1.4.5 Space Oblique Mercator-Projektion .....	10
<b>1.5 Photogrammetrische Auswertung – Analytische Auswertegeräte</b> .....	13
<b>1.6 Aufnahmegeometrien von Fernerkundungssystemen verschiedener Plattformen</b> .....	16
1.6.1 Fernerkundungssysteme mit zentralperspektiver Geometrie .....	16
1.6.1.1 Gemini .....	17
1.6.1.2 Apollo .....	18
1.6.1.3 Skylab .....	18
1.6.1.4 Landsat 1 und 2 RBV-System .....	19
1.6.1.5 Landsat 3 RBV-System .....	19
1.6.1.6 Space Shuttle .....	20
Metric Camera (MC) .....	20
Large Format Camera (LFC) .....	22
1.6.1.7 Saljut, Sojus und Mir .....	22
„Topographische“ Kamera KATE-140 .....	24
Das Gerätesystem MKF-6 und MSP-4 zur Multispektralphotographie .....	25
Multispektralkamera MKF-6M .....	25
Multispektralprojektor MSP-4 .....	26
1.6.2 Fernerkundungssysteme mit nur teilweiser zentralperspektiver Geometrie .....	29
1.6.2.1 Streifen- und Panoramakameras .....	29
1.6.2.2 Aufnahmesystem SPOT HRV .....	29
1.6.3 Fernerkundungssysteme mit nicht zentralperspektiver Geometrie .....	35
1.6.3.1 Landsat-Scanner .....	42
Multispektralscanner von Landsat 1, 2 und 3 .....	42
Thematic Mapper von Landsat 4 und 5 .....	42
1.6.3.2 Seitsichtradar (SAR) allgemein .....	44
Abstandskugel und Dopplerkegel .....	44

	Geometrische Besonderheiten des Reliefeinflusses bei Seitsicht-Radar . . . . .	46
	Speckles (Salz-und-Pfeffer-Effekt) . . . . .	47
1.6.3.3	Seasat-Radar . . . . .	49
1.6.3.4	Shuttle Imaging Radar (SIR) . . . . .	49
	SIR-A . . . . .	49
	SIR-B . . . . .	49
<b>1.7</b>	<b>Photogrammetrische Auswertung von Stereophotographien aus dem Weltraum</b> . . . . .	50
1.7.1	Anmerkungen zur Bildgeometrie . . . . .	51
<b>1.8</b>	<b>Geometrische Entzerrung von Abtasterbilddaten</b> . . . . .	58
1.8.1	Transformationen . . . . .	59
1.8.1.1	Zweidimensionale Affintransformation (4 Parameter) . . . . .	59
1.8.1.2	Zweidimensionale Affintransformation (6 Parameter) . . . . .	59
1.8.1.3	Polynome zweiter Ordnung (12 Parameter) . . . . .	60
1.8.2	Transformationsergebnisse . . . . .	60
1.8.3	Verfahren der Abbildungsgleichungen . . . . .	61
<b>1.9</b>	<b>Geometrische Entzerrung von Seitsicht-Radaraufnahmen</b> . . . . .	65
<b>2</b>	<b>GRUNDLEGENDE DIGITALE BILDVERARBEITUNGSVERFAHREN FÜR DIE FERNERKUNDUNGSKARTOGRAPHIE</b> . . . . .	66
<b>2.1</b>	<b>Einteilung der Verfahren</b> . . . . .	66
<b>2.2</b>	<b>Einige anwendungsorientierte Grundlagen</b> . . . . .	67
2.2.1	Das digitale Bild . . . . .	67
2.2.2	Operationen auf Bildern . . . . .	68
2.2.3	Transformationstabellen . . . . .	69
2.2.4	Histogramme . . . . .	69
2.2.5	Schwellwerte . . . . .	71
2.2.6	Digitale Filter . . . . .	72
2.2.6.1	Räumliche Filterung . . . . .	73
2.2.6.2	Richtungsbezogene Filterung . . . . .	82
2.2.6.3	Anmerkungen zum Einsatz von Filtern . . . . .	86
<b>2.3</b>	<b>Bildverbesserung</b> . . . . .	86
2.3.1	Rauschen . . . . .	86
2.3.2	Geometrische Bildfehler . . . . .	87
2.3.3	Radiometrische Bildfehler . . . . .	90
2.3.3.1	Angleichung der Sensormesswerte . . . . .	90
2.3.3.2	Atmosphäre . . . . .	92
2.3.3.3	Sonnenstand . . . . .	93
2.3.3.4	Exposition . . . . .	96
<b>2.4</b>	<b>Bildverstärkung</b> . . . . .	98
2.4.1	Kontrastverstärkung . . . . .	99
2.4.2	Farbsysteme . . . . .	103
2.4.2.1	Farbdarstellung . . . . .	103
2.4.2.2	Intensität, Farbton, Sättigung (IHS) . . . . .	103
2.4.2.3	Vergleich der RGB-Farbmischung mit der IHS-Farbdarstellung . . . . .	103
2.4.2.4	Pseudofarbdarstellung . . . . .	106

2.4.3	Kantenverstärkung . . . . .	106
2.4.4	Behandlung von Mehrfachbildern . . . . .	108
2.4.4.1	Multispektrale Einzelbilder . . . . .	108
2.4.4.2	Multitemporale Bilder . . . . .	109
2.4.5	Gemeinsame Darstellung von Bild und Karte . . . . .	110
<b>2.5</b>	<b>Entzerrung und Bildüberlagerung</b> . . . . .	<b>111</b>
2.5.1	Allgemeine Definition . . . . .	111
2.5.2	Das Korrespondenzproblem . . . . .	112
2.5.3	Bild-Karte-Entzerrung . . . . .	112
2.5.4	Zur digitalen Bildkorrelation . . . . .	113
2.5.5	Ergebnis der Deformationsrechnung . . . . .	116
2.5.6	Herstellung des entzerrten Bildes . . . . .	117
2.5.6.1	Multisensor-Bilder . . . . .	122
2.5.6.2	Bildmosaik . . . . .	122
<b>2.6</b>	<b>Analyse von Bildinhalten</b> . . . . .	<b>123</b>
2.6.1	Definition . . . . .	123
2.6.2	Grauwertbereiche und Farben . . . . .	123
2.6.3	Textur . . . . .	123
2.6.4	Kanten . . . . .	125
2.6.5	Bildpyramiden . . . . .	128
2.6.6	Parallele und sequentielle Flächensuche . . . . .	129
<b>2.7</b>	<b>Bilddatenverdichtung (-kompression)</b> . . . . .	<b>130</b>
2.7.1	Allgemeines . . . . .	130
2.7.2	Hauptkomponententransformation (PCT) . . . . .	131
2.7.3	Vergleich von Ratio- und Hauptachsentransformation . . . . .	132
<b>2.8</b>	<b>Bildhafte und tabellarische Darstellung der Analyseergebnisse</b> . . . . .	<b>136</b>
<b>2.9</b>	<b>Darstellungsgeräte</b> . . . . .	<b>136</b>
<b>2.10</b>	<b>Schlußbemerkung</b> . . . . .	<b>138</b>
<b>3</b>	<b>DIGITALE BILDVERARBEITUNG ZUR OPTIMIERUNG FÜR VISUELLE THEMATICHE AUSWERTUNGEN VON FERN-ERKUNDUNGSBILDDATEN</b> . . . . .	<b>139</b>
<b>3.1</b>	<b>Allgemeines</b> . . . . .	<b>139</b>
3.2	Einige Methoden der Informationsverstärkung . . . . .	140
3.3	Thematisch-topographische Informationsoptimierung mittels pseudo-dreidimensionaler perspektiver Darstellungen . . . . .	142
<b>4</b>	<b>THEMATICHE KARTIERUNG MITTELS AUTOMATIONSGESTÜTZTER KLASSIFIZIERUNG DIGITALER FERNERKUNDUNGSBILDER</b> . . . . .	<b>145</b>
<b>4.1</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> . . . . .	<b>145</b>
4.1.1	Statistische und strukturelle Verfahren . . . . .	145
4.1.2	Unüberwachte und überwachte Verfahren . . . . .	146
4.1.3	Diskriminanzfunktionen . . . . .	147
4.1.4	Fehlerabschätzungen . . . . .	152
<b>4.2</b>	<b>Merkmalsauswahl</b> . . . . .	<b>152</b>

<b>4.3</b>	<b>Automationsgestützter Klassifizierungsprozeß</b> . . . . .	153
4.3.1	Definition von Referenzflächen („Trainingsgebieten“) . . . . .	153
4.3.2	Interaktive Kontrollklassifizierung . . . . .	154
4.3.3	Multivariate Klassifizierung . . . . .	156
<b>4.4</b>	<b>Klassifizierung und geometrische Auflösung</b> . . . . .	162
<b>4.5</b>	<b>Multitemporale Klassifizierung</b> . . . . .	163
<b>4.6</b>	<b>Integration digitaler Geländemodelle</b> . . . . .	165
<b>4.7</b>	<b>Darstellung</b> . . . . .	165
<b>4.8</b>	<b>Weiterbearbeitung der Klassifikationsergebnisse</b> . . . . .	167
<b>4.9</b>	<b>Computergestützte Landnutzungskartierung mit digitalen Fernerkundungs-Scannerdaten</b> . . . . .	167
<b>5</b>	<b>SATELLITENBILDDATEN UND GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME</b> . . . . .	170
<b>TEIL 2: KARTOGRAPHISCHE ASPEKTE</b> . . . . .		175
<b>6</b>	<b>HERSTELLUNG VON SATELLITENBILDKARTEN</b> . . . . .	177
<b>6.1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	177
<b>6.2</b>	<b>Kartenkonzeption, Datenakquisition und -bewertung</b> . . . . .	178
6.2.1	Bandauswahl . . . . .	178
6.2.2	Festlegung der Prozedur und Bewertung . . . . .	180
<b>6.3</b>	<b>Photomechanische Herstellung von Landsat-Bildmosaikarten</b> . . . . .	183
<b>6.4</b>	<b>Radiometrische Vorverarbeitung der Satellitenbilder</b> . . . . .	184
<b>6.5</b>	<b>Bestimmung der Entzerrungspunkte</b> . . . . .	185
6.5.1	Paßpunktmessung in Satellitenbilddaten . . . . .	185
6.5.2	Gewinnung von Paßpunktkoordinaten . . . . .	186
6.5.3	Verknüpfungspunkte . . . . .	187
6.5.4	Aufbereitung der Paßpunktkoordinaten . . . . .	187
<b>6.6</b>	<b>Entzerrung</b> . . . . .	188
6.6.1	Geometrische Exaktheit . . . . .	189
<b>6.7</b>	<b>Digitale Mosaikherstellung</b> . . . . .	189
6.7.1	Vorbemerkungen . . . . .	189
6.7.2	Radiometrische Optimierung . . . . .	190
6.7.3	Speicherplatzbedarf im Rechner . . . . .	195
<b>6.8</b>	<b>Hervorhebung thematisch relevanter Flächen</b> . . . . .	195
6.8.1	Hyaline Einfärbung . . . . .	196
<b>6.9</b>	<b>Kartographische Bearbeitung</b> . . . . .	197
<b>6.10</b>	<b>Reprographie und Kartendruck</b> . . . . .	198
6.10.1	Halbtonzielpunkte . . . . .	199
6.10.2	Arbeiten am Reproscanner . . . . .	201
<b>6.11</b>	<b>Überlagerung Landsat-TM und SPOT</b> . . . . .	204

<b>7</b>	<b>ORTHOPHOTOKARTEN UND STEREOORTHOPHOTOS AUS WELTRAUMAUFNAHMEN</b> . . . . .	205
<b>7.1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	205
<b>7.2</b>	<b>Paßpunktbestimmung</b> . . . . .	206
7.2.1	Paßpunktbestimmung aus topographischen Karten . . . . .	207
7.2.1.1	Transformation in das Europäische Triangulationsnetz von 1979 . . . . .	207
7.2.1.2	Transformation in das österreichische Gauß-Krüger-System . . . . .	208
7.2.2	Phototriangulation . . . . .	208
<b>7.3</b>	<b>Digitales Geländemodell</b> . . . . .	209
<b>7.4</b>	<b>Orthophotoherstellung</b> . . . . .	210
<b>7.5</b>	<b>Kartographische Bearbeitung</b> . . . . .	212
7.5.1	Kartenentwurf . . . . .	213
7.5.2	Originalherstellung der linearen Kartenelemente . . . . .	214
7.5.3	Photomechanische Bildverbesserung . . . . .	215
7.5.4	Ton- und Schattenplatte für die farbige Gestaltung . . . . .	216
<b>7.6</b>	<b>Genauigkeit von Weltraumorthophotokarte und Landsat-MSS-Satellitenbildkarte</b> . . . . .	217
<b>7.7</b>	<b>Stereopartnerherstellung</b> . . . . .	218
<b>8</b>	<b>SATELLITENBILD-TREKKING-KARTEN</b> . . . . .	223
<b>8.1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	223
<b>8.2</b>	<b>Weltraumphotographie und Gebirgsdarstellung in topographischen Karten</b> . . . . .	223
<b>8.3</b>	<b>Beispiel einer Satellitenbild-Bergwanderkarte</b> . . . . .	224
<b>8.4</b>	<b>Zur Stellung der metrischen Weltraumphotographie in der Hochgebirgskartographie</b> . . . . .	228
<b>9</b>	<b>OPERATIONELLE NACHFÜHRUNG TOPOGRAPHISCHER KARTEN MIT HILFE VON LANDSAT-BILDERN</b> . . . . .	229
<b>9.1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	229
<b>9.2</b>	<b>Nachführung der Karten im Maßstab 1 : 250 000</b> . . . . .	230
9.2.1	Auswahl von Karten und Satellitenbildern . . . . .	230
9.2.2	Auswertung der Landsat-Bilder . . . . .	230
9.2.3	Verifizierung . . . . .	232
9.2.3.1	Bureauverifizierung . . . . .	232
9.2.3.2	Geländeverifizierung . . . . .	233
9.2.4	Auswertung der Geländekampagne . . . . .	233
9.2.5	Kompilation . . . . .	233
9.2.6	Qualitätskontrolle . . . . .	234
9.2.7	Kartenrevision . . . . .	234
<b>9.3</b>	<b>Change Detection im Maßstab 1 : 50 000</b> . . . . .	236
<b>9.4</b>	<b>Vorteile der visuellen Kartennachführung</b> . . . . .	238

<b>10</b>	<b>RELIEFKARTIERUNG MITTELS SATELLITENBILDDATEN . . .</b>	<b>240</b>
<b>10.1</b>	<b>Photographische Sensoren . . . . .</b>	<b>240</b>
10.1.1	Abschätzung der erzielbaren Lage- und Höhengenaugkeit . . . . .	240
10.1.1.1	Lagegenauigkeit . . . . .	241
10.1.1.2	Höhengenaugkeit . . . . .	242
10.1.2	Empirische Untersuchungen zur Auswertung von Stereobildpaaren . . . . .	243
10.1.2.1	Zielsetzung und Auswertung . . . . .	243
10.1.2.2	Testgebiete . . . . .	244
10.1.2.3	Allgemeine Aussagen über Auswertbarkeit und Genauigkeit empirisch unter- suchter kosmischer Stereophotographien . . . . .	245
<b>10.2</b>	<b>Scanner . . . . .</b>	<b>254</b>
10.2.1	Landsat Thematic Mapper . . . . .	254
10.2.1.1	Herstellung einer topographischen Basiskarte . . . . .	254
10.2.1.2	Lage- und Höhengenaugkeit . . . . .	258
10.2.2	SPOT . . . . .	259
10.2.2.1	Stereoauswertung von analogen SPOT-Daten . . . . .	260
10.2.2.2	Stereoauswertung von digitalen SPOT-Daten . . . . .	261
10.2.2.3	Lage- und Höhengenaugkeit . . . . .	262
<b>10.3</b>	<b>Radarsensoren . . . . .</b>	<b>266</b>
10.3.1	Radarstereoskopie . . . . .	266
10.3.2	Stereoparallaxen in Radarbildern . . . . .	267
10.3.3	Stereoskopische Auswertung . . . . .	269
10.3.3.1	Raumeindruck . . . . .	269
10.3.3.2	Lage- und Höhengenaugkeit . . . . .	275
<b>11</b>	<b>PROBLEME DER FERNERKUNDUNGSKARTIERUNG VON HOCHGEBIRGSRÄUMEN . . . . .</b>	<b>276</b>
<b>11.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>276</b>
<b>11.2</b>	<b>Generelle Eigenheiten und Probleme der Fernerkundung alpiner Räume . . . . .</b>	<b>277</b>
11.2.1	Relief . . . . .	277
11.2.2	Witterung . . . . .	279
11.2.3	Schneebedeckung . . . . .	279
11.2.4	Maßstab . . . . .	280
<b>11.3</b>	<b>Kartographische Darstellung der Gebirgstopographie mittels Auswer- tung von Weltraumstereophotographien . . . . .</b>	<b>280</b>
<b>11.4</b>	<b>Probleme der Gebirgsregionen des Himalaya und ihr Bezug zur Karto- graphie . . . . .</b>	<b>286</b>
<b>11.5</b>	<b>Komplementäre terrestrische Fernerkundung . . . . .</b>	<b>287</b>
<b>11.6</b>	<b>Schlußbemerkungen . . . . .</b>	<b>287</b>
<b>12</b>	<b>HERSTELLUNG EINER GROSSMASSTÄBIGEN TOPOGRA- PHISCH-THEMATISCHEN KARTE MITTELS LUFT- UND SATELLITENAUFNAHMEN . . . . .</b>	<b>289</b>
<b>12.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>289</b>

<b>12.2</b>	<b>Referenzdaten</b>	290
12.2.1	Kartenblätter des Survey of Pakistan	291
12.2.2	Landsat-Daten	291
12.2.3	Luftaufnahmen	291
12.2.4 <sub>C</sub>	Geologische Unterlagen	292
<b>12.3</b>	<b>Topographisches Konzept</b>	292
12.3.1	Grundlagen für photogrammetrische Überarbeitung der Referenzkarten	292
12.3.2	Photogrammetrische Auswertung	293
12.3.3	Topographischer Informationsgehalt und Auswertung der thematischen Modellinhalte	293
<b>12.4</b>	<b>Thematische Aussage</b>	294
12.4.1	Geologische Kartierung von ariden Hochgebirgen mittels Fernerkundungsbilddaten	294
12.4.2	Luft- und Satellitenbilddauswertung	295
12.4.3	Kollateraldaten und ergänzende Geländearbeiten	295
<b>12.5</b>	<b>Kartenherstellung mit heterogenen Unterlagen</b>	296
<b>TEIL 3: GEOWISSENSCHAFTLICHE APPLIKATIONEN</b>		297
<b>13</b>	<b>GEOLOGISCHE FERNERKUNDUNG UND KARTIERUNG</b>	299
<b>13.1</b>	<b>Einleitung</b>	299
<b>13.2</b>	<b>Luftbilddauswertung</b>	299
13.2.1	Geologische Bewertung des Bildinhaltes	300
13.2.1.1	Erkennen von Gesteinen	300
13.2.1.2	Tektonische Auswertung	302
<b>13.3</b>	<b>Metric Camera-Photographien</b>	304
13.3.1	Vorteile bei der geologischen Auswertung von Metric Camera-Aufnahmen	304
13.3.2	Geologische Übersichtskartierung am Beispiel eines ariden Gebirges	305
13.3.2.1	Bilddauswertung	305
13.3.2.2	Relativierung der Ergebnisse	307
<b>13.4</b>	<b>Multispektrale Satellitenphotographie</b>	308
<b>13.5</b>	<b>Multispektrale Satellitenscanneraufnahmen</b>	309
13.5.1	Allgemeines zur geologischen Kartierung mit Satellitenscanneraufnahmen	309
13.5.2	Erkennen von Gesteinen	312
13.5.3	Tektonische Kartierung	315
13.5.4	Beispiele kleinmaßstäbiger geologischer Karten, basierend auf Landsat-Daten	322
13.5.5	Geologisch-geotechnische Risikofaktorenkartierung	323
13.5.6	Hydrogeologische Kartierung	324
<b>13.6</b>	<b>Radar- und Thermalscanneraufnahmen</b>	327
13.6.1	Radaraufnahmen	327
13.6.2	Thermalscanneraufnahmen	331
<b>13.7</b>	<b>Nutzung der Fernerkundung bei der Kartierung mineralischer Rohstoffe</b>	332
13.7.1	Kombinierte Geodatensätze für die Rohstoffsuche	332



13.7.2	Kartierung von polysulfidischen und Eisenoxidvererzungen in einem semiariden Wüstengebiet . . . . .	333
13.7.3	Kartierung potentieller Erdgasvorkommen in dichtbewaldetem Hügelland . . . . .	334
13.7.4	Submarine Strukturkartierung als Basis zukünftiger Rohstoffsuche . . . . .	337
<b>13.8</b>	<b>Geobotanik . . . . .</b>	<b>337</b>
<b>13.9</b>	<b>Vermessung von Kontinentalverschiebungen . . . . .</b>	<b>342</b>
<b>14</b>	<b>FERNERKUNDUNGSKARTIERUNG DER LANDKRYOSPHERE . . . . .</b>	<b>344</b>
<b>14.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>344</b>
<b>14.2</b>	<b>Reflexions- und Emissionseigenschaften von Schnee und Eis . . . . .</b>	<b>344</b>
14.2.1	Reflexionsvermögen im sichtbaren und infraroten Spektralbereich . . . . .	345
14.2.2	Emission und Reflexion im Mikrowellenbereich . . . . .	346
<b>14.3</b>	<b>Kartierung der jahreszeitlichen Schneedecke . . . . .</b>	<b>350</b>
14.3.1	Schneekartierung im optischen Bereich . . . . .	350
14.3.2	Schneekartierung im Mikrowellenbereich . . . . .	356
<b>14.4</b>	<b>Fernerkundung von Gletschern . . . . .</b>	<b>359</b>
<b>14.5</b>	<b>Fernerkundung von Süßwassereis und Permafrost . . . . .</b>	<b>365</b>
14.5.1	Süßwassereis . . . . .	365
14.5.2	Permafrostgebiete . . . . .	365
14.5.2.1	Jahreszeitliche Auftau- und Gefrierprozesse . . . . .	366
14.5.2.2	Kartierung kryolithologischer Gesteinstypen . . . . .	370
14.5.2.3	Polygonale Eisspaltenstrukturen . . . . .	370
<b>15</b>	<b>THERMALE FERNERKUNDUNGSKARTIERUNG MIT SATELLITENBILDERN . . . . .</b>	<b>373</b>
<b>15.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>373</b>
<b>15.2</b>	<b>Grundlegende Probleme der Thermalbildauswertung . . . . .</b>	<b>375</b>
15.2.1	Meteorologische Aufnahmebedingungen . . . . .	376
15.2.2	Eichung radiometrischer Temperaturmeßwerte. Inhomogenitäten in Thermalbildern . . . . .	377
15.2.3	Das Kausalitätsproblem. Die Vieldeutigkeit der Oberflächentemperatur als klimatologischer Parameter . . . . .	377
<b>15.3</b>	<b>Satellitenthalbilder und Relief . . . . .</b>	<b>378</b>
15.3.1	Aufnahmen am Tage und am frühen Abend . . . . .	379
15.3.2	Nachtaufnahmen . . . . .	379
15.3.3	Die Oberflächentemperatur als morphologischer Faktor, Extremwerte und Tagesamplituden . . . . .	379
15.3.4	Relief und Oberflächenbedeckung . . . . .	380
<b>15.4</b>	<b>Kartographische und rechnerische Behandlung der Thermal- aufnahmen . . . . .</b>	<b>381</b>
15.4.1	Bildgitterung . . . . .	381
15.4.2	Vergleich von Thermalbildern und Kartenausügen . . . . .	381
15.4.3	Rechnerische Entzerrung von HCMM-Aufnahmen und ihre photographische Überlagerung mit Ausügen topographischer Karten . . . . .	384
15.4.3.1	Bestimmung der Paßpunkte . . . . .	385

15.4.3.2	Das Rechenverfahren . . . . .	386
15.4.3.3	Ergebnis der Entzerrungsrechnungen, Genauigkeit des Verfahrens . . . . .	388
<b>15.5</b>	<b>Digitale Überlagerung der Thermaldaten mit anderen Informationsschichten . . . . .</b>	<b>390</b>
<b>15.6</b>	<b>Anwendungsbeispiele . . . . .</b>	<b>395</b>
15.6.1	Kartierung von Kaltluftseen und Inversionen . . . . .	395
15.6.2	Landnutzung und Oberflächentemperatur . . . . .	396
15.6.3	Städtische Wärmeinseln und Thermalbild . . . . .	398
15.6.4	Der „thermische Schweif“ städtischer Agglomerationen . . . . .	399
15.6.5	Strahlungsbilanzkarten von Waldoberflächen, Filterwirkung von Wäldern in unterschiedlichem Relief . . . . .	403
15.6.6	Synthetische Bioklimakarten . . . . .	407
<b>16</b>	<b>PLANETARE FERNERKUNDUNGSKARTOGRAPHIE . . . . .</b>	<b>410</b>
<b>16.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>410</b>
<b>16.2</b>	<b>Überblick über die Planeten . . . . .</b>	<b>412</b>
16.2.1	Inneres Sonnensystem . . . . .	412
16.2.2	Äußeres Sonnensystem . . . . .	413
16.2.3	Erdmond . . . . .	414
<b>16.3</b>	<b>Aufnahmesysteme . . . . .</b>	<b>414</b>
<b>16.4</b>	<b>Bildhafte Darstellung der Planeten . . . . .</b>	<b>423</b>
<b>16.5</b>	<b>Kartographische Ergebnisse . . . . .</b>	<b>426</b>
16.5.1	Synopsis der heutigen Planetenkartographie . . . . .	438
<b>16.6</b>	<b>Wesentliche Kartenprodukte der Planetenfernerkundung . . . . .</b>	<b>440</b>
<b>TEIL 4: MISCELLANEA . . . . .</b>		<b>445</b>
<b>17</b>	<b>ENTWICKLUNG DER FERNERKUNDUNG IM SPIEGEL DER PUBLIKATIONSZAHLEN . . . . .</b>	<b>447</b>
<b>18</b>	<b>AKRONYME . . . . .</b>	<b>449</b>
18.1	Allgemein . . . . .	449
18.2	Technische Termini . . . . .	464
18.3	Systeme/Sensoren . . . . .	468
18.4	Missionen, Experimente und Programme . . . . .	473
18.5	Institutionen und Organisationen . . . . .	475
<b>Farbtafeln . . . . .</b>	<b>Nach Seite 480 (Tafel 1 bis 40)</b>	
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>		<b>481</b>
Teil 1 . . . . .		481
Teil 2 . . . . .		488
Teil 3 . . . . .		494

<b>Autorenschlüssel</b> . . . . .	500
<b>Verfasser der in diesen Band integrierten Beiträge</b> . . . . .	509
<b>Liste der vom Institut für Geographie der Ludwig-Maximilians-Universität München kartographisch bearbeiteten Abbildungen und Karten</b> . . . . .	510
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	511