

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

# KARTOGRAPHIE MIT SATELLITENAUFNAHMEN

---

Allgemeine Grundlagen und Anwendungen

von

H. G. GIERLOFF-EMDEN

1989

FRANZ DEUTICKE · WIEN

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>FERNERKUNDUNG: KARTOGRAPHISCHE NUTZUNG</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Zur Entwicklung und Bedeutung der Fernerkundung</b>	<b>1</b>
1.1.1	Das Satellitenbild als Mittel zur kartographischen Nutzung	1
1.1.2	Fernerkundungskartographie mit Satellitenbildern	1
1.1.3	Fernerkundung	3
1.1.4	Arbeitsaufgaben und Arbeitsgebiete der Fernerkundungskartographie	9
1.1.5	Anwendung von Satellitenbildern zur Herstellung von Karten	13
<b>1.2</b>	<b>Kartenbedarf und Aufnahme der Erdoberfläche mit Satellitenbildern</b>	<b>15</b>
1.2.1	Kartenaufnahme und Bedarfsbedingungen	15
1.2.2	Topographische Kartenwerke und Anwendungsmöglichkeiten der Satellitenbilder	19
<b>1.3</b>	<b>Eigenschaften von Karte und Satellitenbild</b>	<b>21</b>
1.3.1	Charakteristika von Karte und Satellitenbild	21
1.3.2	Formate von Karte und Satellitenbild als Informationsträger	24
1.3.3	Vergrößerung von Satellitenbildern und maßstabsbedingte Verwendbarkeit	28
<b>1.4</b>	<b>Arbeitsaufwand und Kosten der Satellitenbildkartographie</b>	<b>32</b>
1.4.1	Vergleich von Luftbildern und Satellitenbildern, hergestellt mit LFC, nach Kosten	32
<b>1.5</b>	<b>Standards zur Herstellung von Karten aus Satellitenbildern</b>	<b>35</b>
1.5.1	Kartographische Genauigkeitsanforderungen	35
<b>1.6</b>	<b>Interpretierbarkeit von Objektklassen bezogen auf Objektgrößen und Bildelementgrößen der Aufnahmesysteme</b>	<b>39</b>
<b>1.7</b>	<b>Flächendeckung durch Satellitenbilder</b>	<b>42</b>
1.7.1	Flächendeckung	42
<b>1.8</b>	<b>Thematische Karten, Karten zur Überwachung der Umwelt und Anwendungsmöglichkeiten der Fernerkundung</b>	<b>49</b>
1.8.1	Flächendeckung von Fernerkundungssystemen und Umweltüberwachungsaufgaben	49
1.8.2	Bedeutung und Anwendung der Fernerkundung für die Umweltplanung	49
1.8.3	Der Einsatz von Fernerkundungsmethoden und Planungsmaßstäbe für Projekte an Beispielen	52
<b>2</b>	<b>SATELLITENBILD-AUFNAHMESYSTEME</b>	<b>56</b>
<b>2.1</b>	<b>Charakteristika der Aufnahmesysteme</b>	<b>56</b>
2.1.1	Gliederung von Fernerkundungssystemen	56
2.1.2	Bahnen („Orbits“) von Satelliten	59

2.1.3	Kartenprojektion und Beobachtungsbedingungen für Fernerkundungssatelliten . . . . .	68
<b>2.2</b>	<b>Erdbeobachtende orbitale Aufnahmesysteme: Plattform mit Sensorsystemen</b> . . . . .	<b>72</b>
2.2.1	Die photographischen Aufnahmesysteme . . . . .	72
2.2.2	Aufnahmesysteme von unbemannten Satelliten mit automatischen, nicht-photographischen Sensorsystemen . . . . .	81
<b>2.3</b>	<b>Fernerkundungs-Aufnahmesysteme und Sensorsysteme</b> . . . . .	<b>100</b>
2.3.1	Analoge und digitale, passive orbitale Aufnahmesysteme . . . . .	100
2.3.2	Aktive Aufnahmesysteme: Radar (Radio Detection and Ranging) . . . . .	108
<b>2.4</b>	<b>Multipler Einsatz von Aufnahme- und Sensorsystemen</b> . . . . .	<b>115</b>
2.4.1	Kombinationsmöglichkeiten multipler Systeme und Operationen . . . . .	115
<b>2.5</b>	<b>Zukünftige Entwicklungen von Satellitensystemen und Programmen</b> . . . . .	<b>120</b>
2.5.1	Zukünftige Entwicklung der Fernerkundung . . . . .	123
<b>3</b>	<b>DATEN VON FERNERKUNDUNGSSYSTEMEN</b> . . . . .	<b>126</b>
<b>3.1</b>	<b>Datenaufnahme, Sammlung und Produkte</b> . . . . .	<b>126</b>
3.1.1	Dimensionen der Fernerkundungsdaten . . . . .	126
3.1.2	Datenraten . . . . .	127
3.1.3	Datenempfang . . . . .	128
3.1.4	Datenspeicherung und -produkte . . . . .	130
3.1.5	Charakteristik von Satellitenbildern (Datenformate) . . . . .	137
<b>3.2</b>	<b>Rasterabbildungen und Vektorabbildungen</b> . . . . .	<b>145</b>
3.2.1	Rasterform von Satellitenbildern . . . . .	145
3.2.2	Vergleich von Rasterbildern und Strichkarten in bezug auf Satellitenbildkartographie . . . . .	150
3.2.3	Rasterbild und Vektorbild als unterschiedliche Informationsvorlage . . . . .	150
3.2.4	Mischsignaturen . . . . .	151
<b>3.3</b>	<b>Datenverarbeitung und Bildauswertung mit technischen Systemen</b> . . . . .	<b>155</b>
3.3.1	Fernerkundungskartographie mit den Informationsmedien Satellitenbilder und Karten . . . . .	155
3.3.2	Digitale Bildverarbeitung zur Satellitenbildauswertung . . . . .	159
3.3.3	Aufnahmeverfahren, Datenverarbeitung und Produkte der Bildaufnahmeverfahren der Fernerkundung . . . . .	159
3.3.4	Filteroperationen . . . . .	165
3.3.5	Digitalisierung von photographischen Satellitenaufnahmen . . . . .	172
<b>3.4</b>	<b>Einsatz der Computerkartographie in der Fernerkundung</b> . . . . .	<b>177</b>
3.4.1	Digitale Systeme zur Computerkartographie . . . . .	177
3.4.2	Das Digitale Geländemodell . . . . .	178
<b>3.5</b>	<b>Analoge photographische Bildverarbeitung von Satellitenaufnahmen</b> . . . . .	<b>182</b>
3.5.1	Allgemeine Bedingungen . . . . .	182
3.5.2	Analogverarbeitung von MC-Satellitenbildern . . . . .	183

3.5.3	Bild-Tontrennverfahren nach Grautonintervallen: Äquidensiten . . . . .	185
3.5.4	Die Verwendung von Farbfilmen als chemischem Datenträger in der Fernerkundungskartographie . . . . .	187
3.5.5	Herstellung von Karten nach Luft- und Satellitenbildern mit kartographischen und reprotechnischen Arbeitsmethoden . . . . .	187
3.5.6	Methoden und Geräte zur Bildverarbeitung . . . . .	189
3.6	<b>Satellitenbilder, Datenprodukte als Farbkomposite</b> . . . . .	191
3.6.1	Farbkodierung multispektraler Satellitenbilder . . . . .	191
3.6.2	Herstellung von „Hard Copies“ als Farbkomposite aus Satellitenbildern . . . . .	195
4	<b>DIE ELEKTROMAGNETISCHE DIMENSION DER FERNERKUNDUNG</b> . . . . .	197
4.1	<b>Einstrahlungs- und Beleuchtungsverhältnisse</b> . . . . .	197
4.1.1	Definition . . . . .	197
4.1.2	Elektromagnetische Strahlung in bezug auf Objekte . . . . .	198
4.1.3	Globale Beleuchtungsverhältnisse . . . . .	198
4.1.4	Beleuchtung und radiometrische Werte in bezug auf Bildfeldgrößen . . . . .	200
4.1.5	Solares Klima und Photoklima . . . . .	201
4.1.6	Richtung von Einstrahlung und Reflexion . . . . .	205
4.1.7	Reflexion, Transparenz und Farbe des Meerwassers . . . . .	205
4.1.8	Einflußfaktoren auf die Beleuchtung des Geländes . . . . .	207
4.1.9	Beleuchtung des Geländes (Relief) . . . . .	209
4.2	<b>Elektromagnetische Strahlung: radiometrisch und spektral</b> . . . . .	212
4.2.1	Strahlung und Bildaufzeichnung (Radiometrie) . . . . .	212
4.2.2	Fernerkundung mit elektromagnetischer Strahlung . . . . .	213
4.2.3	Spektralbänder für die Fernerkundung . . . . .	213
4.2.4	Radiometrische Auflösung . . . . .	216
4.3	<b>Radiometrische Differenzierung von Objekten der realen Welt</b> . . . . .	219
4.3.1	Radiometrisch-spektrale Interaktion Objekt — Sensor . . . . .	219
4.3.2	Interaktion der Spektralbänder mit Substanzen der Objekte der Erdoberfläche . . . . .	222
4.3.3	Beispiele radiometrischer Objektdifferenzierung in multispektralen Satellitenbildern . . . . .	224
4.3.4	Radiometrische Objektdifferenzierungen in aktiven, abbildenden Radarsystemen orbitaler Missionen . . . . .	231
4.3.5	Radiometrische Signaturen der Objekte in Bildern unterschiedlicher Spektralbereiche . . . . .	235
5	<b>RÄUMLICHE DIMENSION DER FERNERKUNDUNG</b> . . . . .	237
5.1	<b>Räumliche Dimensionen der Daten von Fernerkundungssystemen</b> . . . . .	237
5.1.1	Allgemeine Verhältnisse . . . . .	237
5.1.2	Kombination der Komponenten der räumlichen Dimension . . . . .	237

<b>5.2</b>	<b>Auflösung</b>	240
5.2.1	Definitionen	240
5.2.2	Kontrast	243
5.2.3	Auflösung bei verschiedenen Aufnahmesystemen	246
<b>5.3</b>	<b>Informationsübertragung: Satellitenbild – Auge – Karte</b>	251
5.3.1	Information und Perzeption	251
<b>5.4</b>	<b>Geometrische Verhältnisse von Orbitalaufnahmen</b>	254
5.4.1	Allgemeine Bedingungen	254
5.4.2	Ortsbestimmung des Satelliten und Bildkoordinaten	255
5.4.3	Die perspektivischen Bedingungen	256
5.4.4	Abbildungscharakteristika von photographischen und Abtastsystemen	261
<b>5.5</b>	<b>Geometrische Entzerrung und Kartennetzentwürfe für Satellitenbilder</b>	263
5.5.1	Allgemeines zur geometrischen Entzerrung	263
5.5.2	Kartennetzentwürfe und Abbildungsübertragungen	264
<b>5.6</b>	<b>Geometrische Präzision im Satellitenbild zur kartographischen Darstellung</b>	267
5.6.1	Genauigkeit von Lage und Höhe in Karte und Satellitenbild	267
5.6.2	Geometrische Genauigkeit im Satellitenbild: Lage, Flächen und Bildsignaturen	270
<b>5.7</b>	<b>Messungen in Satellitenbildern</b>	279
5.7.1	Lage und Form von Objekten in der Natur, in der Karte und im Satellitenbild	279
<b>5.8</b>	<b>Das Relief im Satellitenbild: Erfassung der vertikalen räumlichen Dimension</b>	286
5.8.1	Erfassung des Reliefs und der Reliefformen mit Satellitenbildern	286
<b>5.9</b>	<b>Die Erfassung und Kartierung von Relieftypen mit Satellitenbildern</b>	294
<b>5.10</b>	<b>Stereoaufnahmen von Satelliten</b>	299
5.10.1	Allgemeine Bedingungen für Stereoaufnahmen von Satelliten	299
5.10.2	Orbitale Stereoaufnahmen	300
<b>5.11</b>	<b>Orbitale Radaraufnahmen zur Aufnahme und Erfassung des Reliefs</b>	306
5.11.1	Einsatz und Experimente	306
5.11.2	Besonderheiten der Reliefdarstellung bei Radarbildern	307
<b>6</b>	<b>VERWENDUNG VON SATELLITENBILDERN FÜR KARTEN</b>	312
<b>6.1</b>	<b>Kartographische Vorbedingungen für die Verwendung von Satellitenbildern</b>	312
6.1.1	Allgemeine Ausführungen zur Fernerkundungskartographie	312
6.1.2	Zum Stand der kartographischen Erschließung der Erde	314
6.1.3	Anforderungen an die Verwendbarkeit von Satellitenbildern für Karten	316
<b>6.2</b>	<b>Verwendung für topographische Karten</b>	319
6.2.1	Satellitenbildanalyse von LFC zur Herstellung einer Topo-Karte im Maßstab 1 : 100 000 in einem Beispiel	319

<b>6.3</b>	<b>Verwendung von Satellitenbildern für Basiskarten</b>	325
6.3.1	Basiskarten und Verwendung von Fernerkundungsdaten	325
<b>6.4</b>	<b>Verwendung von Abtastsystemen für topographische Kartierungen</b>	329
6.4.1	Anwendungen von Landsat-TM für topographische Aufgaben	329
6.4.2	Anwendung von SPOT-Daten für topographische Aufgaben	331
6.4.3	Vergleich der Eignung von Satellitenbildern der Systeme Landsat und SPOT für die Fernerkundungskartographie	332
<b>6.5</b>	<b>Fernerkundungsdaten als Grundlage zur Kartennachführung</b>	333
<b>6.6</b>	<b>Die Verwendung von Satellitenbildern in der Atlaskartographie und der kleinmaßstäbigen Kartographie</b>	341
6.6.1	Atlaskartographie	341
6.6.2	Verwendung von Satellitenbildern für kleinmaßstäbige Karten	345
6.6.3	Anwendung von Satellitenbildern zur Korrektur von Landkarten unzugänglicher Regionen	356
<b>6.7</b>	<b>Anwendung von Satellitenbildern für geologische Kartierungen</b>	359
<b>6.8</b>	<b>Verwendung von Satellitenbildern für geomorphologische Karten</b>	359
<b>6.9</b>	<b>Anwendung von Satellitenaufnahmen für die Korrektur von Seekarten</b>	363
<b>6.10</b>	<b>Die Darstellung des Reliefs nach Satellitenbildern in kartenverwandten Darstellungen</b>	369
6.11	Satellitenbildmosaike	369
6.12	Satellitenbildkarten	375
6.13	Satellitenbildkarte nach Radar	381
6.13.1	Fernerkundung mit Seasat-Altimeter als Innovation der kartographischen Darstellung der Morphologie des Meeresbodens	381
<b>7</b>	<b>ZEITLICHE DIMENSION DER FERNERKUNDUNGSKARTOGRAPHIE</b>	386
<b>7.1</b>	<b>Geographische Phänomene und Prozesse und die Kartierungsmöglichkeiten</b>	386
7.1.1	Einleitung	386
7.1.2	Systembedingte Faktoren der Erdbeobachtung mit Satelliten	387
7.1.3	Multitemporale Aufnahmen von Objektbewegungen und -veränderungen (Change Detection)	389
7.1.4	Geographische Phänomene und Prozesse in zeitlicher Dimension	392
<b>7.2</b>	<b>Meteorologische und hydrologische Phänomene und Prozesse und ihre Kartierung nach Satellitenbildern</b>	397
7.2.1	Meteorologische Erscheinungen und ihre Kartierung nach Satellitenbildern	397
7.2.2	Kartierung von episodischen Prozessen nach Satellitenbildern	405
<b>7.3</b>	<b>Vegetationsphänomene und -prozesse und ihre Kartierung nach Satellitendaten</b>	413
7.3.1	Zur Kartierung von Waldvegetation	413

7.3.2	Zeitskalen der Landnutzung und ihre Kartierung nach Satellitendaten . . .	419
7.3.3	Verfügbarkeit von Satellitenbildern zu phänologischen Daten in gemäßigten Zonen . . . . .	422
7.3.4	Kartierung der Landnutzung nach einem Landsat-TM-Bild . . . . .	424
<b>7.4</b>	<b>Zeitskala von Prozessen ozeanographischer Natur und ihre Kartierung nach Satellitendaten . . . . .</b>	<b>426</b>
7.4.1	Datengewinnung und Kartierung zeitvariabler ozeanographischer Parameter mit Satellitensystemen . . . . .	426
7.4.2	Kartendarstellungen für ozeanographische Phänomene nach Satellitendaten	429
7.4.3	Zeitintervalle von Prozessen im Küstenraum im Vergleich zu Zeitintervallen der Aufnahmesysteme und Möglichkeiten der Kartierung . . . . .	430
7.4.4	Schwebstoffverteilung, Wasserverschmutzung im Satellitenbild . . . . .	434
7.4.5	Aufnahme von Zuständen und Veränderungen der Temperatur der Meeresoberfläche, „Sea Surface Temperature“ (SST) . . . . .	437
7.4.6	Globale synoptische Karten der Temperatur der Meeresoberfläche und Wind an der Meeresoberfläche nach Satellitendaten . . . . .	444
<b>7.5</b>	<b>Phänomene und Prozesse des Meereises und ihre Kartierung nach Satellitendaten . . . . .</b>	<b>450</b>
7.5.1	Anforderungen der Detection des Meereises mit Hilfe von Satellitenaufnahmen . . . . .	450
7.5.2	Zeitskalen des Meereises und der Kartierungsmöglichkeiten . . . . .	451
7.5.3	Die Anwendung von Satellitenbildern für Eiskarten . . . . .	460
7.5.4	Eiserkundung und Eiskarten der Ostsee . . . . .	461
7.5.5	Saisonale Variation der Meereisbedeckung der Polarregionen nach Satellitenbildern . . . . .	466
<b>8</b>	<b>INTERPRETATION, KLASSIFIKATION UND BODENREFERENZ . . . . .</b>	<b>472</b>
<b>8.1</b>	<b>Interpretation von Satellitenbildern für kartographische Anwendungen . . . . .</b>	<b>472</b>
8.1.1	Interpretation: Definition und Methode . . . . .	472
8.1.2	Gestaltwahrnehmung und Mustererkennung . . . . .	475
8.1.3	Mustererkennung bei der visuellen und interaktiven Interpretation von Satellitenbildern . . . . .	476
8.1.4	Instrumentarium und Anwendungen zur Interpretation von Satellitenbildern zur Herstellung von Karten . . . . .	478
<b>8.2</b>	<b>Klassifikation und Diskrimination in der Fernerkundungsinterpretation . . . . .</b>	<b>480</b>
8.2.1	Begriffliche und inhaltliche Bedeutung von Klassifikation und Diskrimination	480
8.2.2	Klassifikation und kartographische Darstellung . . . . .	485
8.2.3	Klassifizierungsmethoden . . . . .	490
8.2.4	Aufstellung von Merkmalsklassen aus einem Satellitenbild, Bodenreferenz und Realkartierung . . . . .	496
<b>8.3.</b>	<b>Bodenreferenz zur Fernerkundungskartographie . . . . .</b>	<b>500</b>
8.3.1	Arbeiten zur Identifikation und Beschaffenheit der Objekte der realen Welt	500
8.3.2	Bodenreferenz mit Hilfe terrestrischer Photographie (Standphotos) . . . . .	505

## XIV

8.3.3	Bodenreferenz zur Objektstrahlungsmessung . . . . .	507
8.3.4	Stichproben zur Bodenreferenz . . . . .	512
8.3.5	Die Methode des Streifen- tests der Satellitenbildanalyse zur Überprüfung und Bewertung für die Kartenherstellung . . . . .	517
8.3.6	Bodenreferenz und Überprüfung einer Objektklasse des Satellitenbildes durch Realkartierung . . . . .	520
8.3.7	Bodenreferenz in der Forschungsplanung von Projekten zur Satellitenbilddaus- wertung . . . . .	522
TAFELN (1–32) . . . . .		527
LITERATURVERZEICHNIS . . . . .		529
ABKÜRZUNGEN (ACRONYME) . . . . .		569
STICHWORTVERZEICHNIS . . . . .		581