

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Ansatz und Aufgaben der Geoinformatik.....	1
1.2	Ansatz und Aufgaben der Informatik.....	5
1.3	Informatik und Gesellschaft .....	8
<b>2</b>	<b>GRUNDBEGRIFFE UND ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER INFORMATIONSVERRABEITUNG</b>	<b>9</b>
2.1	Information, Nachricht, Datum.....	9
2.2	Automat, Computer, Programm, Hard- und Software .....	11
2.3	EVA-Prinzip der Informationsverarbeitung .....	13
2.4	Algorithmen und Programme in Computersystemen .....	15
2.4.1	Algorithmusbegriff.....	15
2.4.2	Programmablaufpläne und Struktogramme.....	16
2.4.3	Stufen der Algorithmusausführung in einem Computer .....	17
2.5	Darstellung von Informationen in Computersystemen durch Bitfolgen	18
2.5.1	Binärdarstellungen.....	18
2.5.2	Bitfolgen .....	19
2.5.3	Logische Werte.....	20
2.5.4	Zahlen .....	20
2.5.5	Texte .....	21
2.5.6	Bilder und Graphiken .....	23
2.6	Dualzahlenarithmetik.....	24
2.7	Farben .....	26
2.7.1	Farben als Informationsträger .....	26
2.7.2	Farbmischung und Farbmodelle.....	27
2.7.3	Farbcodierungen und Farbtiefe .....	32
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN AUS DER INFORMATIK</b>	<b>33</b>
3.1	Architektur von Computersystemen.....	33
3.1.1	Struktur eines von-Neumann-Rechners.....	33
3.1.2	Aufbau und Funktionsweise eines Prozessors .....	36
3.1.3	Arbeitsspeicher, E/A-Prozessor und Bus .....	38
3.1.4	Operationsprinzip eines von-Neumann-Rechners.....	39
3.1.5	Programmierung in Maschinensprache .....	41
3.1.6	Weitere Rechnerarchitekturen .....	43

3.2	Programmierung von Computersystemen	45
3.2.1	System- und Anwendungssoftware, Programmiererebenen	45
3.2.2	Erstellen und Ausführen von Programmen mit einem Computersystem	47
3.2.3	Programmiersprachen	51
3.2.4	Programmierkonzepte	54
3.2.5	Graphiksprachen und Graphikbibliotheken	65
3.2.6	Programmierung von Anwendungen für Intranet, Internet	67
3.3	Daten und Datentypen	71
3.3.1	Einführung	71
3.3.2	Standarddatentypen	71
3.3.3	Strukturierte Datentypen	76
3.3.4	Abstrakte Datentypen	77
3.3.5	Dateien	80
3.4	Algorithmen	81
3.4.1	Definitionen und Merkmale	81
3.4.2	Sequentielle und parallele Algorithmen	83
3.4.3	Iterationen und Rekursionen	84
3.4.4	Komplexität von Algorithmen	87
3.5	Grundlegende Algorithmen der Geoinformatik	89
3.5.1	Algorithmen der Koordinatengeometrie	89
3.5.2	Graphen und ausgewählte Wegealgorithmen	94
3.5.3	Klassifikationsalgorithmen	98
3.6	Softwareentwicklung	101
3.6.1	Aufgaben und Ziele der Softwareentwicklung	101
3.6.2	Instrumente der Softwareentwicklung	102
3.6.3	Traditionelle Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung	104
3.6.4	Objektorientierte Softwareentwicklung	106
<b>4</b>	<b>KOMPONENTEN VON COMPUTERSYSTEMEN</b>	<b>107</b>
4.1	Aufbau eines Computersystems	107
4.2	Das Motherboard	108
4.3	Prozessoren	111
4.3.1	Unterscheidungskriterien und Leistungsmerkmale von Prozessoren	111
4.3.2	CISC- und RISC-Technologie	112
4.3.3	Prozessoren für Personal Computer	114
4.3.4	Prozessoren für Workstations	116
4.4	Arbeitsspeicher	117
4.5	Graphikadapter	118
4.6	Massenspeicher	119
4.6.1	Sequentielle Speicher	120
4.6.2	Direktzugriffsspeicher	120
4.6.3	RAID-Technologie	124

4.7	Eingabegeräte .....	125
4.7.1	Nichtgraphische Eingabegeräte .....	125
4.7.2	Graphische Eingabegeräte .....	126
4.8	Ausgabegeräte.....	129
4.8.1	Monitore .....	129
4.8.2	Displays .....	131
4.8.3	Drucker .....	133
4.8.4	Plotter.....	138
4.9	Systembetrieb .....	139
4.9.1	Systemsoftware und systemnahe Software .....	139
4.9.2	Betriebsarten.....	140
4.9.3	Aufgaben von Betriebssystemen .....	141
4.9.4	Benutzerschnittstellen.....	142
4.9.5	Übersicht über wichtige Betriebssysteme für Workstations und Personal Computer .....	145
4.10	Netzwerke .....	145
4.10.1	Definition und Unterscheidungsmerkmale.....	145
4.10.2	Kommunikationsschnittstellen und Netzprotokolle .....	147
4.10.3	Internet.....	149
4.10.4	Verteiltes Arbeiten im Internet.....	151
4.11	Anwendungssoftware .....	155
4.11.1	Individual- und Standardsoftware .....	155
4.11.2	Anwendungssoftware in der Geoinformatik .....	156

## **5 RÄUMLICHE OBJEKTE UND BEZUGSSYSTEME 157**

5.1	Geoobjekte .....	157
5.1.1	Begriff des Geoobjekts .....	157
5.1.2	Geometrie von Geoobjekten.....	158
5.1.3	Topologie von Geoobjekten .....	161
5.1.4	Thematik von Geoobjekten .....	163
5.1.5	Dynamik von Geoobjekten.....	163
5.1.6	Dimensionen von Geoobjekten .....	164
5.2	Koordinatensysteme .....	165
5.2.1	Metrische Räume und kartesische Koordinaten.....	165
5.2.2	Polarkoordinaten und geographische Koordinaten .....	166
5.2.3	Homogene Koordinaten.....	169
5.2.4	Koordinatentransformationen.....	169
5.3	Kartennetzentwürfe.....	174
5.3.1	Raumkoordinaten und lokale Bezugssysteme auf der Erde ..	174
5.3.2	Abbildungseigenschaften von Kartennetzentwürfen .....	175
5.3.3	Abbildungsflächen von Kartennetzentwürfen.....	176

5.4	Grundlagen geodätischer Bezugssysteme .....	179
5.4.1	Annäherung der Erde durch Ellipsoide .....	179
5.4.2	Geodätisches Datum und traditionelle Bezugssysteme.....	181
5.4.3	Neue terrestrische Referenzrahmen.....	183
5.4.4	Datumstransformationen .....	184
5.4.5	Geoid .....	186
5.5	Geodätische Abbildungen.....	188
5.5.1	Begriff und Bedeutung Geodätischer Abbildungen .....	188
5.5.2	Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem in Deutschland.....	189
5.5.3	Das UTM-Koordinaten-System .....	191

## **6 DIGITALE RÄUMLICHE DATEN: DATENGEWINNUNG UND GEOBASISDATEN 193**

6.1	Grundbegriffe .....	193
6.1.1	Primär- und Sekundärdaten .....	193
6.1.2	Analog-Digital-Wandlung.....	194
6.1.3	Diskretisierung .....	195
6.2	Digitale Erfassung von Geometriedaten.....	196
6.2.1	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Vektorformat ...	196
6.2.2	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Rasterformat ....	198
6.2.3	Konvertierung zwischen Vektor- und Rasterdaten .....	199
6.2.4	On-Screen-Digitalisierung.....	201
6.2.5	Erfassung von Lagekoordinaten mit GPS .....	202
6.3	Metadaten und Qualität von Daten.....	203
6.3.1	Metadaten .....	203
6.3.2	Der Umweltdatenkatalog UDK .....	204
6.3.3	Der Content Standard for Digital Geospatial Metadata .....	205
6.3.4	Metadaten-Informationssystem über Geodaten des Bundes .....	206
6.3.5	Qualität von Daten und Geodaten .....	208
6.3.6	Räumliche Auflösung, Generalisierung, Lagegenauigkeit ...	209
6.4	Standards von Daten und Geodaten.....	210
6.5	GPS - Global Positioning System.....	213
6.5.1	Aufbau des Satellitensystems .....	213
6.5.2	Prinzip der Distanzbestimmung .....	215
6.5.3	Fehlereinflüsse und Genauigkeiten einer GPS-Standortbestimmung .....	216
6.5.4	Differentielles GPS (DGPS).....	217
6.5.5	Einsatzmöglichkeiten des Global Positioning Systems .....	218
6.5.6	Zukunft von GPS.....	219
6.6	Geobasisdaten .....	220
6.6.1	Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen .....	220
6.6.2	Das Automatisierte Liegenschaftskataster .....	222
6.6.3	Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS.....	227
6.6.4	Das Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem ALKIS .....	235

<b>7</b>	<b>VISUALISIERUNG RAUMBEZOGENER INFORMATIONEN</b>	<b>237</b>
7.1	Graphische Informationsverarbeitung .....	237
7.1.1	Graphische Darstellungen von Informationen .....	237
7.1.2	Formen graphischer Darstellungen raumbezogener Informationen .....	238
7.1.3	Computergestützte wissenschaftliche Visualisierung .....	240
7.2	Graphische Kommunikation und graphische Semiologie .....	241
7.2.1	Graphische Kommunikation .....	241
7.2.2	Graphische Semiologie .....	243
7.3	Graphische Gestaltungsmittel .....	249
7.3.1	Signaturen .....	249
7.3.2	Allgemeine Gestaltungsmerkmale .....	252
7.3.3	Klasseneinteilungen .....	254
7.3.4	Texte und Beschriftungen .....	256
7.3.5	Diagrammdarstellungen .....	256
7.4	Einsatz von Farbe .....	257
7.4.1	Farbe als einfaches und kritisches Ausdrucksmittel .....	257
7.4.2	Farbassoziationen .....	258
7.4.3	Farbabstufungen .....	259
7.5	Desktop Mapping .....	260
7.5.1	Entstehung von Desktop Mapping aus Desktop Publishing .....	260
7.5.2	Anforderungen an Systeme zum Desktop Mapping .....	260
7.6	Kartographie im multimedialen Umfeld .....	261
7.6.1	Paradigmenwechsel der Kartographie .....	261
7.6.2	Datenexploration in der Kartographie .....	264
7.6.3	Kartographische Potenziale moderner Informations- und Kommunikationstechnologien .....	265
7.7	Multimediale Visualisierung und Web-Mapping .....	269
7.7.1	Multimedia Kartographie: Standards und Perspektiven .....	269
7.7.2	Digitale und multimediale Nationalatlanten .....	271
7.7.3	Kartographische Auskunftssysteme und interaktive Planungskartographie .....	271
7.8	Ausblick .....	272
<b>8</b>	<b>DATENORGANISATION UND DATENBANKSYSTEME</b>	<b>273</b>
8.1	Datenorganisation .....	273
8.1.1	Grundbegriffe der Datenorganisation .....	273
8.1.2	Dateisysteme .....	275
8.1.3	Datenbanksysteme .....	278
8.1.4	Datensichten in einem Datenbanksystem .....	281
8.1.5	Datenmodelle .....	282

8.2	Datenbankentwurf mit ER-Modellierung .....	283
8.2.1	Modellierungskonzepte .....	283
8.2.2	Entities und Attribute .....	284
8.2.3	Relationships .....	285
8.2.4	Konzeptueller Datenbankentwurf an einem Beispiel .....	287
8.3	Das relationale Datenmodell .....	289
8.3.1	Aufbau einer relationalen Datenbasis .....	289
8.3.2	Normalformen .....	290
8.3.3	Transformation eines ER-Diagramms in das Relationenmodell .....	293
8.3.4	Relationale Datenstrukturen in Geoinformationssystemen .....	296
8.4	Arbeiten mit einem relationalen Datenbanksystem .....	296
8.4.1	Datendefinition und Verwaltungsfunktionen .....	296
8.4.2	Datenmanipulation und Datenauswertung .....	297
8.4.3	Der Sprachstandard SQL einer Datenmanipulationssprache für relationale Datenbanksysteme .....	298
8.5	Datenkonsistenzen .....	300
8.5.1	Begriff und Bedeutung von Datenkonsistenzen .....	300
8.5.2	Referentielle Integrität .....	301
8.5.3	Trigger .....	301
8.5.4	Transaktionen .....	301
8.6	Objektorientierung in Datenbanksystemen .....	303
8.6.1	Ansatz objektorientierter Datenbanksysteme .....	303
8.6.2	Merkmale objektorientierter Datenbanksysteme .....	304
8.6.3	Standardisierungen .....	306
8.7	Erweiterte relationale Datenmodelle .....	306
8.7.1	Generalisierung und Vererbung .....	306
8.7.2	Geschachtelte relationale Datenbankmodelle .....	308
8.7.3	Objektrelationale Datenbankmodelle .....	308

## 9 GEOINFORMATIONSSYSTEME

309

9.1	Digitale Informationssysteme und Geoinformationssysteme .....	309
9.1.1	Informationssysteme .....	309
9.1.2	Vierkomponentenmodelle eines Informationssystems .....	310
9.1.3	Begriff und Bedeutung von Geoinformationssystemen .....	310
9.2	Modellierung von Geoobjekten in einem Geoinformationssystem .....	317
9.2.1	Geoinformationssystem als Modell der realen Welt .....	317
9.2.2	Geometrisch-Topologische Modellierung von Geoobjekten im Vektormodell .....	318
9.2.3	Geometrisch-Topologische Modellierung von Geoobjekten im Rastermodell .....	322
9.2.4	Speicherung von Geometrien im Rastermodell .....	323
9.2.5	Thematik von Geoobjekten .....	324
9.2.6	Vergleich von Vektor- und Rastermodell .....	324

9.3	Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Vektormodell.....	327
9.3.1	Erfassen und Editieren raumbezogener Daten .....	327
9.3.2	Verwaltung raumbezogener Daten: Datenabfragen und Suchoperationen .....	328
9.3.3	Fortführung und Aktualisierung raumbezogener Daten.....	329
9.3.4	Räumliche Überlagerungen und geometrisch-topologische Analysefunktionen.....	331
9.4	Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Rastermodell .....	335
9.4.1	Aufbereiten von Rasterdaten .....	335
9.4.2	Konvertieren von Sachdaten auf Rasterbasis .....	337
9.4.3	Räumliche Analysen von Rasterdaten.....	338
9.5	Netzwerkanalysen.....	342
9.5.1	Das Netzwerkdatenmodell.....	342
9.5.2	Analyse optimaler Wege in einem Netzwerk.....	344
9.5.3	Ermittlung von Einzugsbereichen .....	344
9.5.4	Weitere Analysemöglichkeiten in einem Netzwerk.....	346
9.6	Räumliche Interpolation und Modellierung von Flächen.....	346
9.6.1	Ausgangsfragestellungen.....	346
9.6.2	Trendflächenanalyse.....	347
9.6.3	Räumliche Interpolation durch Mittelwertbildung.....	348
9.6.4	Dreiecksvermaschung und Thiessen-Polygone.....	350
9.6.5	Erstellen von Höhenmodellen und Oberflächenmodellen ...	351
9.7	Trends .....	354

## **10 FERNERKUNDUNG UND DIGITALE BILDVERARBEITUNG .....355**

10.1	Begriffsbestimmungen und Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung .....	355
10.2	Ansatz von Fernerkundung und Digitaler Bildverarbeitung .....	357
10.2.1	Grundprinzip der Fernerkundung.....	357
10.2.2	Digitale Bildverarbeitung .....	359
10.2.3	Photogrammetrie .....	360
10.3	Physikalische Grundlagen .....	360
10.3.1	Das elektromagnetische Spektrum .....	360
10.3.2	Solare Einstrahlung und Einflüsse der Atmosphäre.....	361
10.3.3	Das Reflexionsverhalten der Erdoberfläche.....	363
10.4	Wichtige Aufnahmesysteme .....	365
10.4.1	Übersicht.....	365
10.4.2	Leistungsmerkmale abbildender Fernerkundungs- instrumente .....	366
10.4.3	Bahnparameter von Fernerkundungssatelliten.....	367
10.4.4	Aufnahmesysteme von Wettersatelliten.....	368
10.4.5	Die Aufnahmesysteme von Landsat.....	370
10.4.6	Die Aufnahmesysteme von SPOT.....	374
10.4.7	Indian Remote Sensing Satellite.....	377
10.4.8	Aufnahmesysteme mit abbildendem Radar.....	378

---

10.4.9	Ausblick zur Satellitenfernerkundung.....	380
10.4.10	Flugzeuggestützte Aufnahmesysteme .....	382
10.5	Digitale Bilder .....	384
10.5.1	Aufnahme digitaler Bilder in der Fernerkundung .....	384
10.5.2	Visualisierung digitaler Bilder in der Fernerkundung .....	384
10.5.3	Bezug von Fernerkundungsdaten .....	385
10.6	Digitale Bildbearbeitung.....	387
10.6.1	Bildvorbereitung .....	387
10.6.2	Kontrastverbesserung .....	394
10.6.3	Bildtransformationen .....	396
10.6.4	Räumliche Filteroperationen .....	398
10.6.5	Kombination mehrerer Bilder .....	401
10.7	Multispektralklassifikation .....	404
10.7.1	Prinzip der Multispektralklassifikation .....	404
10.7.2	Unüberwachte Klassifikation .....	405
10.7.3	Überwachte Klassifikation .....	406
10.7.4	Probleme der pixelbasierten Multispektral-Klassifikation....	409
10.7.5	Ermittlung der Klassifikationsgenauigkeit .....	410
10.7.6	Räumlich-spektrale Bildsegmentierung .....	412