

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Ansatz und Aufgaben der Geoinformatik.....	1
1.2	Geoinformatik und Informatik.....	9
2	GRUNDBEGRIFFE UND ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER INFORMATIONSVERRARBEITUNG	11
2.1	Information, Nachricht, Datum.....	11
2.2	Automat, Computer, Programm, Hard- und Software.....	13
2.3	EVA-Prinzip der Informationsverarbeitung.....	15
2.4	Algorithmen und Programme in Computersystemen.....	17
2.4.1	Algorithmusbegriff.....	17
2.4.2	Programmablaufpläne und Struktogramme.....	18
2.4.3	Stufen der Algorithmusausführung in einem Computer.....	19
2.5	Darstellung von Informationen in Computersystemen durch Bitfolgen	20
2.5.1	Digitale Welt, Digitalisierung.....	20
2.5.2	Bit und Bitfolgen.....	21
2.5.3	Logische Werte.....	22
2.5.4	Zahlen.....	23
2.5.5	Texte.....	24
2.5.6	Räumliche Informationen.....	25
2.5.7	Farbinformationen.....	28
2.5.8	Sensordaten.....	30
2.5.9	Dualzahlenarithmetik.....	30
2.6	Aufbau eines Computersystems: Hardware.....	32
2.7	Aufbau eines Computersystems: Software.....	34
2.7.1	Systemsoftware und systemnahe Software.....	34
2.7.2	Branchen-, Individual- und Standardsoftware.....	35
2.7.3	Anwendungssoftware in der Geoinformatik.....	36
2.7.4	Proprietäre, Open-Source-Software und Freie-Software.....	36
2.8	Netze und Vernetzung.....	39
2.8.1	Definition und Unterscheidungsmerkmale.....	39
2.8.2	Internet.....	42
2.8.3	Web-Technologien.....	43
2.8.4	Web 2.0.....	48
2.8.5	Cloud Computing.....	49

3	GRUNDLAGEN AUS DER INFORMATIK	51
3.1	Architektur von Computersystemen	51
3.1.1	Struktur eines Von-Neumann-Rechners	51
3.1.2	Aufbau und Funktionsweise eines Prozessors	54
3.1.3	Arbeitsspeicher, E/A-Prozessor und Bus	56
3.1.4	Operationsprinzip eines Von-Neumann-Rechners	57
3.1.5	Programmierung in Maschinensprache	59
3.1.6	Weitere Rechnerarchitekturen	61
3.2	Programmierung von Computersystemen	64
3.2.1	Programmirebenen.....	64
3.2.2	Erstellen und Ausführen von Programmen mit einem Computersystem.....	67
3.2.3	Programmiersprachen.....	70
3.2.4	Programmierkonzepte.....	74
3.2.5	Graphiksprachen und Graphikbibliotheken	86
3.2.6	Programmierung von Anwendungen für Intranet, Internet.....	88
3.3	Daten und Datentypen	91
3.3.1	Skalenniveaus.....	91
3.3.2	Standarddatentypen	91
3.3.3	Strukturierte Datentypen.....	96
3.3.4	Abstrakte Datentypen	97
3.3.5	Dateien.....	100
3.4	Algorithmen.....	101
3.4.1	Definitionen und Merkmale.....	101
3.4.2	Sequenzielle und parallele Algorithmen.....	103
3.4.3	Iterationen und Rekursionen.....	104
3.4.4	Komplexität von Algorithmen.....	108
3.5	Grundlegende Algorithmen der Geoinformatik.....	111
3.5.1	Algorithmen der Koordinatengeometrie.....	111
3.5.2	Graphen und ausgewählte Wegealgorithmen	116
3.5.3	Klassifikationsalgorithmen	121
3.5.4	Algorithmen für Rasterdaten	124
3.6	Softwareentwicklung	126
3.6.1	Aufgaben und Ziele der Softwareentwicklung	126
3.6.2	Instrumente der Softwareentwicklung.....	127
3.6.3	Traditionelle Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung .	128
3.6.4	Objektorientierte Softwareentwicklung	130
3.6.5	Weiterentwicklungen.....	131

4	RÄUMLICHE OBJEKTE UND BEZUGSSYSTEME	133
4.1	Geoobjekte.....	133
4.1.1	Begriff des Geoobjekts	133
4.1.2	Geometrie von Geoobjekten.....	134
4.1.3	Topologie von Geoobjekten	137
4.1.4	Thematik von Geoobjekten	139
4.1.5	Dynamik von Geoobjekten.....	140
4.1.6	Dimensionen von Geoobjekten	140
4.2	Koordinatensysteme	141
4.2.1	Metrische Räume und kartesische Koordinaten	141
4.2.2	Homogene Koordinaten.....	143
4.2.3	Polarkoordinaten und geographische Koordinaten auf der Kugel.....	143
4.2.4	Geographische Koordinaten auf einem Ellipsoiden	145
4.2.5	Koordinatentransformationen.....	147
4.3	Kartennetzentwürfe	153
4.3.1	Raumkoordinaten und lokale Bezugssysteme auf der Erde..	153
4.3.2	Abbildungseigenschaften von Kartennetzentwürfen	154
4.3.3	Abbildungsflächen von Kartennetzentwürfen	155
4.4	Grundlagen geodätischer Bezugssysteme.....	159
4.4.1	Annäherung der Erde durch Ellipsoide.....	159
4.4.2	Geodätisches Datum und traditionelle Bezugssysteme	160
4.4.3	Neue terrestrische Referenzrahmen	162
4.4.4	Datumstransformationen	163
4.4.5	Höhenbezugsflächen.....	166
4.5	Geodätische Abbildungen.....	169
4.5.1	Anwendung Geodätischer Abbildungen.....	169
4.5.2	Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem in Deutschland	170
4.5.3	Das Österreichische Bundesmeldenetz.....	172
4.5.4	Das Schweizer Koordinatensystem	173
4.5.5	Das UTM-Koordinatensystem.....	174
4.5.6	EPSG-Codes.....	176
5	DIGITALE RÄUMLICHE DATEN: DATENGEWINNUNG, GEOBASISDATEN UND VGI	177
5.1	Grundbegriffe	177
5.1.1	Primäre und sekundäre Erfassungsmethoden, Primär- und Sekundärdaten	177
5.1.2	Diskretisierung	179
5.2	Digitale, sekundäre Erfassung von Geometriedaten.....	180
5.2.1	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Vektorformat ...	180
5.2.2	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Rasterformat	184
5.2.3	Konvertierung zwischen Vektor- und Rasterdaten.....	184

5.3	Satellitengestützte Standortbestimmung und Erfassung von 3D-Lagekoordinaten	187
5.3.1	GPS und GNSS	187
5.3.2	Aufbau von NAVSTAR/GPS	188
5.3.3	Prinzip der Distanzbestimmung	193
5.3.4	Fehlereinflüsse und Genauigkeiten einer GPS-Standortbestimmung	195
5.3.5	Differentielles GPS (DGPS)	197
5.3.6	GLONASS	198
5.3.7	Galileo	198
5.3.8	Bewertung von Positionierungssystemen und weitere Entwicklungen zu GNSS	199
5.4	Airborne Laserscanning	201
5.5	Geobasisdaten	203
5.5.1	Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen	203
5.5.2	Das Automatisierte Liegenschaftskataster	205
5.5.3	Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS	210
5.5.4	AFIS-ALKIS-ATKIS	218
5.6	Volunteered Geographic Information (VGI)	227
5.6.1	Daten im GeoWeb 2.0	227
5.6.2	Das OpenStreetMap-Projekt (OSM-Projekt)	228
5.6.3	Qualität von OSM-Daten	230

6 STANDARDS UND INTEROPERABILITÄT VON GEODATEN 231

6.1	Standardisierung und Interoperabilität	231
6.1.1	Mehrfachnutzung durch Standardisierung	231
6.1.2	Syntaktische und semantische Interoperabilität	232
6.2	Standardisierungsinstitutionen	234
6.2.1	Standard und Norm	234
6.2.2	Normierungsinstitutionen	235
6.2.3	International Organization for Standardization (ISO)	235
6.2.4	Open Geospatial Consortium	237
6.3	Standards zur Modellierung von Geodaten	239
6.3.1	Das Feature-Geometry-Modell	239
6.3.2	Das Simple-Feature-Modell	240
6.3.3	Geography Markup Language	243
6.4	Geodatendienste	243
6.4.1	Interoperabilität durch standardisierte Geodatendienste	243
6.4.2	OGC-konforme Geodatendienste	244
6.4.3	Arbeitsweise eines OGC-konformen WMS am Beispiel des UMN MapServers	245
6.4.4	Zugriff auf Geodaten über einen Web Map Service	247
6.4.5	Zugriff auf Geodaten über einen Web Feature Service	248
6.4.6	Zugriff auf Geodaten über weitere Geodatendienste	249

6.4.7	Verarbeitung von Geodaten durch standardisierte Web Processing Services.....	250
6.5	Metadaten.....	251
6.5.1	Von Daten zur Information durch Metadaten.....	251
6.5.2	Standards für räumliche Metadaten.....	253
6.5.3	Beispiele aus der Praxis.....	255
6.6	Qualität von Daten und Geodaten.....	259
6.6.1	Qualitätsmerkmale.....	259
6.6.2	Räumliche Auflösung, Generalisierung und Lagegenauigkeit.....	260
6.7	Aufbau von Geodateninfrastrukturen.....	261
6.7.1	Begriff und Ausgangssituation in Deutschland.....	261
6.7.2	INSPIRE.....	263
6.7.3	GDI-DE – Geodateninfrastruktur Deutschland.....	266
6.7.4	GDI der Länder.....	267
7	VISUALISIERUNG RAUMBEZOGENER INFORMATIONEN	269
7.1	Graphische Informationsverarbeitung.....	269
7.1.1	Digitale graphische Darstellungen von Informationen.....	269
7.1.2	Digitale graphische Darstellungen von Geoobjekten – Paradigmenwechsel der Kartographie.....	269
7.1.3	Kartographie im Web 2.0: Web-Mapping 2.0.....	273
7.1.4	Computergestützte wissenschaftliche Visualisierung.....	275
7.2	Kartographische Kommunikation.....	277
7.3	Graphische Semiologie.....	280
7.4	Graphische Gestaltungsmittel.....	286
7.4.1	Signaturen.....	286
7.4.2	Allgemeine Gestaltungsmerkmale.....	292
7.4.3	Klasseneinteilungen.....	293
7.4.4	Texte und Beschriftungen.....	295
7.4.5	Diagrammdarstellungen.....	296
7.5	Einsatz von Farbe.....	297
7.5.1	Farbe als einfaches und kritisches Ausdrucksmittel.....	297
7.5.2	Farbwirkung und Farbwahrnehmung.....	298
7.5.3	Farbabstufungen.....	298
7.5.4	Farbmischung und Farbmodelle.....	299

8	DATENORGANISATION UND DATENBANKSYSTEME	303
8.1	Datenorganisation.....	303
8.1.1	Grundbegriffe der Datenorganisation.....	303
8.1.2	Dateisysteme.....	305
8.1.3	Datenbanksysteme.....	308
8.1.4	Datensichten in einem Datenbanksystem.....	310
8.1.5	Datenmodelle.....	312
8.2	Datenbankentwurf mit ER-Modellierung.....	312
8.2.1	Modellierungskonzepte.....	312
8.2.2	Entities und Attribute.....	313
8.2.3	Relationships.....	314
8.2.4	Entity-Relationship-Diagramme.....	316
8.2.5	Konzeptueller Datenbankentwurf an einem Beispiel.....	317
8.3	Das relationale Datenmodell.....	319
8.3.1	Aufbau einer relationalen Datenbasis.....	319
8.3.2	Normalformen.....	321
8.3.3	Transformation eines ER-Diagramms in das Relationenmodell.....	323
8.3.4	Relationale Datenstrukturen in Geoinformationssystemen ..	327
8.4	Arbeiten mit einem relationalen Datenbanksystem.....	327
8.4.1	Datendefinition und Verwaltungsfunktionen.....	327
8.4.2	Datenmanipulation und Datenauswertung.....	327
8.4.3	Der Sprachstandard SQL einer Datenmanipulationssprache für relationale Datenbanksysteme.....	328
8.5	Datenkonsistenzen.....	330
8.5.1	Begriff und Bedeutung von Datenkonsistenzen.....	330
8.5.2	Referentielle Integrität.....	331
8.5.3	Trigger.....	332
8.5.4	Transaktionen.....	332
8.6	Erweiterungen.....	333
8.6.1	Abhängige Entity Typen.....	333
8.6.2	Die Ist-Beziehung.....	334
8.6.3	Das EER-Model.....	335
8.6.4	Objektorientierte Datenbanksysteme.....	335
8.6.5	Objektrelationale Datenbankmodelle.....	336

9	GEOINFORMATIONSSYSTEME	337
9.1	Konzepte digitaler Informationssysteme und Geoinformationssysteme	337
9.1.1	Informationssysteme.....	337
9.1.2	Vier-Komponenten-Modelle eines Informationssystems	338
9.1.3	Begriff von Geoinformationssystemen.....	339
9.1.4	Vier-Komponenten-Modell eines Geoinformationssystems.....	339
9.1.5	Web-GIS.....	342
9.1.6	Geoinformationssysteme und verwandte Systeme	344
9.2	Modellierung von Geoobjekten in einem Geoinformationssystem	346
9.2.1	Geoinformationssystem als Modell der realen Welt.....	346
9.2.2	Geometrisch-topologische Modellierung von Geoobjekten im Vektormodell	347
9.2.3	Geometrisch-topologische Modellierung von Geoobjekten im Rastermodell	351
9.2.4	Speicherung von Geometrien im Rastermodell	352
9.2.5	Thematik von Geoobjekten	354
9.2.6	Vergleich von Vektor- und Rastermodell.....	356
9.3	Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Vektormodell	357
9.3.1	Erfassen und Editieren raumbezogener Daten.....	357
9.3.2	Verwaltung raumbezogener Daten: Datenabfragen und Suchoperationen	359
9.3.3	Fortführung und Aktualisierung raumbezogener Daten	359
9.3.4	Räumliche Überlagerungen und geometrisch-topologische Analysefunktionen.....	361
9.4	Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Rastermodell	365
9.4.1	Aufbereiten von Rasterdaten	365
9.4.2	Konvertieren von Sachdaten auf Rasterbasis.....	367
9.4.3	Räumliche Analysen von Rasterdaten	368
9.5	Netzwerkanalysen.....	372
9.5.1	Das Netzwerkdatenmodell.....	372
9.5.2	Analyse optimaler Wege in einem Netzwerk	374
9.5.3	Ermittlung von Einzugsgebieten	375
9.5.4	Weitere Analysemöglichkeiten in einem Netzwerk	376
9.6	Räumliche Interpolation und Modellierung von Flächen	376
9.6.1	Ausgangsfragestellungen.....	376
9.6.2	Trendflächenanalyse.....	378
9.6.3	Räumliche Interpolation durch Mittelwertbildung	379
9.6.4	Thiessen-Polygone	380
9.6.5	Höhenmodelle und Oberflächenmodelle	381
9.7	Trends.....	388

10 FERNERKUNDUNG UND DIGITALE BILDVERARBEITUNG389

10.1	Begriffsbestimmungen und Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung.....	389
10.2	Ansatz von Fernerkundung und digitaler Bildverarbeitung.....	391
10.2.1	Grundprinzip der Fernerkundung	392
10.2.2	Digitale Bildverarbeitung	393
10.2.3	Photogrammetrie	393
10.3	Physikalische Grundlagen	394
10.3.1	Das elektromagnetische Spektrum	394
10.3.2	Solare Einstrahlung und Einflüsse der Atmosphäre	395
10.3.3	Das Reflexionsverhalten der Erdoberfläche	397
10.4	Bedeutende satellitengestützte Aufnahmesysteme	399
10.4.1	Übersicht	399
10.4.2	Leistungsmerkmale abbildender Fernerkundungs- instrumente	400
10.4.3	Bahnparameter von Fernerkundungssatelliten.....	401
10.4.4	Aufnahmesysteme von Wettersatelliten	403
10.4.5	Die Aufnahmesysteme von Landsat	404
10.4.6	Die Aufnahmesysteme von SPOT	410
10.4.7	ASTER auf Terra.....	413
10.4.8	Aufnahmesysteme mit abbildendem Radar	414
10.4.9	Jüngere hochauflösende Sensoren	417
10.5	Digitale Bilder	419
10.5.1	Aufnahme digitaler Bilder in der Fernerkundung.....	419
10.5.2	Visualisierung digitaler Bilder in der Fernerkundung	419
10.5.3	Bezug von Fernerkundungsdaten	420
10.6	Digitale Bildbearbeitung.....	421
10.6.1	Bildvorbereitung	421
10.6.2	Kontrastverbesserung	428
10.6.3	Bildtransformationen	430
10.6.4	Räumliche Filteroperationen	432
10.6.5	Kombination mehrerer Bilder.....	435
10.7	Multispektralklassifikation	438
10.7.1	Prinzip der Multispektralklassifikation.....	438
10.7.2	Unüberwachte Klassifikation	439
10.7.3	Überwachte Klassifikation	440
10.7.4	Probleme der pixelbasierten Multispektral-Klassifikation ...	444
10.7.5	Ermittlung der Klassifikationsgenauigkeit	445
10.7.6	Erfordernisse hochauflösender Sensordaten	446
10.7.7	Objektorientierte Bildsegmentierung und Klassifikation	447
10.7.8	Weitere Verfahren	448