

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	Algorithusbegriff.....	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	Programmiererebenen	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 Geobjekten.....	137
4.1.4	Thematik von Geobjekten.....	139
4.1.5	Dynamik von Geobjekten.....	140
4.1.6	Dimensionen von Geobjekten.....	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-Modell	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 Geobjekten 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 Geobjekten 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 BILDVERARBEITUNG..... 389

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
 LITERATUR.....		449
 SACHVERZEICHNIS		467