

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in GIS	1
1.1	Definitionen	1
1.1.1	Daten, Information und Wissen	1
1.1.2	System, Informations- und Datenbanksystem	4
1.1.3	Geo-Informationssystem	8
1.2	Entwicklungsphasen zu GIS und Geoinformatik	14
1.2.1	Historische Entwicklungen	14
1.2.2	Geoinformatik als Wissenschaftsdisziplin	16
1.3	Modellierung und Objektbildung in der GIS-Welt	17
1.3.1	Abbildung der realen Welt	17
1.3.2	Das Geoobjekt	18
1.3.3	Diskrete versus kontinuierliche Objekte	21
1.3.4	Objektbasierte versus raumbasierte Datenmodelle	22
1.4	Dimensionen in GIS	23
1.4.1	Geometrische Dimension	23
1.4.2	Topologische Dimension	25
1.4.3	Thematische Dimension	26
1.4.4	Temporale Dimension	27
1.5	Datentypen in GIS	28
1.5.1	Geometrie- und Topologiedaten	28
1.5.2	Vektor- und Rasterdaten	29
1.5.3	Graphikdaten	31
1.5.4	Sachdaten	34
1.5.5	Hybrides GIS	34
1.6	Das Vierkomponenten-Modell eines GIS	36
1.6.1	Erfassung	38
1.6.2	Verwaltung und Modellierung	38
1.6.3	Analyse	39
1.6.4	Präsentation	39
1.7	GIS-Ausprägungen	40
1.7.1	Kartier- und interaktiv graphisches System	40
1.7.2	CAD-System	41

1.7.3	GIS-Spezialisierungen im Anwendungsbereich	42
1.8	Entwicklungen im interdisziplinären GIS-Umfeld	51
1.8.1	Übergreifende GIS-Organisationen	52
1.8.2	Aus- und Weiterbildung	53
1.8.3	Literatur	54
1.9	Zusammenfassung	56
1.10	Aufgaben	56
2	GIS-Hard- und Software	59
2.1	Einführung	59
2.2	Hardwarekomponenten	60
2.2.1	Geräte zur Datenerfassung	61
2.2.2	Geräte zur Verwaltung und Auswertung	96
2.2.3	Geräte zur Datenausgabe und -präsentation	112
2.3	Softwareaspekte	116
2.3.1	Einführung zur Software	116
2.3.2	Grundsoftware	117
2.3.3	Internet und World Wide Web	129
2.3.4	Datenbanksprachen	132
2.4	GIS-Architekturen	135
2.4.1	Verteilte Systeme	135
2.4.2	Cloud-Computing	142
2.4.3	Geo-Apps	143
2.5	GIS-Produkte	144
2.5.1	GIS-Produktfamilien und -komponenten	145
2.5.2	Stand und Entwicklungstendenzen	150
2.6	Zusammenfassung	153
2.7	Aufgaben	154
3	Raum und Zeit in GIS	157
3.1	Einführung	157
3.2	Geodäsie und die Erdfigur	158
3.2.1	Geodäsie als Wissenschaftsdisziplin	158
3.2.2	Annäherungen an die Erdfigur	159
3.3	Direkter Raumbezug – Koordinaten	163
3.3.1	Euklidischer Raum und Metrik	164
3.3.2	Koordinaten in mehreren Dimensionen	166
3.3.3	Datumsangaben	170
3.3.4	Koordinatenreferenzsysteme	171
3.4	Indirekter Raumbezug – sekundäre Metrik	174
3.5	Dreidimensionale Koordinatenreferenzsysteme	174
3.5.1	Geozentrische Koordinatenreferenzsysteme	174
3.5.2	Ellipsoidische und sphärische Koordinatensysteme	177

- 3.5.3 Geodätische Parallelkoordinatensysteme auf Kugel und Ellipsoid 178
- 3.6 Grundlagen der Kartennetzentwürfe 179
 - 3.6.1 Referenzflächen und -lagen 180
 - 3.6.2 Abbildungseigenschaften 181
 - 3.6.3 Kartographische Abbildungen 183
 - 3.6.4 Geodätische Abbildungen 184
 - 3.6.5 Zur Wahl der Kartenprojektion 187
- 3.7 Koordinatenoperationen 187
 - 3.7.1 Koordinatentransformationen 188
- 3.8 Zeit im GIS 192
 - 3.8.1 Anforderungen an die Zeit im GIS 192
 - 3.8.2 Zeitliche Bezugssysteme 194
 - 3.8.3 Zeitangaben in Geobjekten 195
 - 3.8.4 Messstationen in Raum und Zeit 196
- 3.9 Zusammenfassung 197
- 3.10 Aufgaben 198
- 4 Interoperabilität und offene GIS-Welten 199**
 - 4.1 Einführung 199
 - 4.2 Unified Modeling Language 200
 - 4.2.1 Modelle und Modellierung 200
 - 4.2.2 UML und Alternativen zur Modellierung 201
 - 4.2.3 UML-Diagrammarten und graphische Notation 202
 - 4.3 Normung und Interoperabilität 211
 - 4.3.1 Nationale und internationale Normung 212
 - 4.3.2 Open Geospatial Consortium (OGC) 218
 - 4.3.3 Andere Normen und Standards 224
 - 4.4 Geodateninfrastrukturen 224
 - 4.4.1 Rahmenbedingungen und Komponenten 224
 - 4.4.2 Weltweite Geodateninfrastruktur-Vorhaben 233
 - 4.4.3 INSPIRE auf europäischer Ebene 234
 - 4.4.4 Nationale Geodateninfrastrukturen 237
 - 4.4.5 GDI der Länder, Kreise und Kommunen 240
 - 4.5 Digital Earth 244
 - 4.5.1 Earth Viewer 245
 - 4.5.2 Copernicus 248
 - 4.5.3 Geosensornetzwerke 249
 - 4.5.4 3D-Stadt-, Bauwerks- und Landschaftsmodelle 254
 - 4.5.5 Neogeography 258
 - 4.5.6 Open Data 259
 - 4.6 Zusammenfassung 264
 - 4.7 Aufgaben 265

5	Erfassung raumbezogener Daten	267
5.1	Einführung	267
5.1.1	Geodaten	267
5.1.2	Erfassungsmethoden und Maßstabsbereiche im Überblick	269
5.2	Originäre Erfassungsmethoden	271
5.2.1	Vermessungsmethoden	272
5.2.2	Photogrammetrie und Fernerkundung	281
5.2.3	Digitales Geländemodell	295
5.2.4	Umweltmessnetze	299
5.2.5	Verkehrs- und Mobilitätsdatenerfassung	302
5.2.6	Nutzergenerierte Inhalte	304
5.2.7	Andere primäre Erfassungsmethoden	306
5.3	Sekundäre Erfassungsmethoden	308
5.3.1	Manuelle Digitalisierung	308
5.3.2	Semi-automatische Digitalisierung	312
5.3.3	Automatische Digitalisierung	312
5.3.4	Alphanumerische Dateneingabe	313
5.4	Ausgewählte Prozessschritte	313
5.4.1	Konversionen	314
5.4.2	Kartenhomogenisierungen und geometrische Bedingungen	317
5.4.3	Linienglättung und -ausdünnung	320
5.4.4	Räumliche Samplingstrategien	323
5.5	Datenquellen	324
5.5.1	Amtliche topographische und Katasterkartenwerke	325
5.5.2	Thematische Kartenwerke	328
5.5.3	Bildkarten	331
5.5.4	Analoge und digitale Datenbestände	332
5.6	Metainformation und Qualität der Daten	339
5.6.1	Metainformation	339
5.6.2	Qualität im Kontext der Normung	344
5.6.3	Fehlerquellen in raumbezogenen Daten	347
5.6.4	Behandlung der Datenqualität im EVAP-Modell	349
5.7	Datenverifikation	350
5.8	Datenfortführung	352
5.9	Schritte zur Datenerfassung	352
5.9.1	Zur Planung der Datengewinnung	353
5.9.2	Zur Abschätzung der Kosten der Datenerfassung	354
5.10	Zusammenfassung	354
5.11	Aufgaben	355

6	Raumbezogene Datenverwaltung	357
6.1	Einführung in die Datenmodellierung	357
6.1.1	Verschiedene Modelle	357
6.1.2	Einfache Ordnungssysteme	359
6.1.3	Von Zeichen zu Wissen	363
6.1.4	Wissensrepräsentation und Ontologien	365
6.2	Geometrisches Modellieren	366
6.2.1	Geometriemodelle in 3D	368
6.2.2	Geometrische Abfragen	372
6.2.3	Geometrieobjekt	374
6.2.4	Das Simple Feature Model	375
6.2.5	Digitales Geländemodell (DGM)	376
6.2.6	Spezielle Strukturen für Rasterdaten	379
6.3	Topologisches Modellieren	384
6.3.1	Topologieobjekt	385
6.3.2	Graphentheoretische Grundlagen	386
6.3.3	Topologische Beziehungen und Konsistenzbedingungen	392
6.3.4	Topologische Abfragen	394
6.4	Temporales Modellieren	395
6.4.1	Temporales Objekt	397
6.4.2	Temporale Abfragen	398
6.5	Thematisches Modellieren	399
6.5.1	Das Ebenenprinzip	401
6.5.2	Das Objektklassenmodell	403
6.5.3	Thematische Abfragen	407
6.6	Logische Datenmodelle	407
6.6.1	Entitäten-Relationenmodell	408
6.6.2	Hierarchisches Datenmodell	411
6.6.3	Netzwerk-Datenmodell	412
6.6.4	Relationales Datenmodell	413
6.6.5	Objektorientiertes Datenmodell	418
6.7	Physikalische Datenmodelle	419
6.7.1	Dateistrukturen	420
6.7.2	Zugriffsmechanismen für raumbezogene Daten	423
6.8	Datenbanksysteme	435
6.8.1	Dateisystem	437
6.8.2	Datenbanksystem	438
6.8.3	Geodatenbanksysteme	444
6.8.4	Neue Datenbankansätze	445
6.9	Geodata Warehouse	448
6.10	Zusammenfassung	449
6.11	Aufgaben	450

7	Raumbezogene Datenanalysemethoden	453
7.1	Einführung	453
7.2	Geometrische Methoden	456
7.2.1	Geometrische Grundlagen	456
7.2.2	Rechtecktests (Clipping)	462
7.2.3	Landschaftsstrukturmaße	465
7.2.4	Punkt-im-Polygon-Test	466
7.2.5	Zonengenerierung	469
7.2.6	Flächenverschneidung	473
7.2.7	Dreiecksvermaschung und Nachbarschaftsgraphen	481
7.3	Topologische Methoden	488
7.3.1	Graphentheoretische Grundlagen	488
7.3.2	Netzwerkanalysen und Wegeprobleme	493
7.3.3	Punktmengentopologie	498
7.4	Statistische Methoden	504
7.4.1	Systematisierung der Statistik	505
7.4.2	Univariate Verfahren	510
7.4.3	Bivariate Verfahren	512
7.4.4	Multivariate Verfahren	519
7.4.5	Approximation und Interpolation	521
7.4.6	Geostatistik	535
7.4.7	Klassifizierung	541
7.5	Mengenmethoden	543
7.5.1	Boole'sche Algebra	544
7.5.2	Fuzzy-Mathematik	546
7.5.3	Relationale Operatoren	548
7.5.4	Sortier- und Suchverfahren	550
7.5.5	Umklassifizierung	553
7.5.6	Aggregation und Disaggregation	554
7.6	Temporale Methoden	557
7.7	Komplexere Analysemethoden	558
7.7.1	Big Data und Spatial Data Mining	559
7.7.2	Analyse von Digitalen Geländemodellen	562
7.7.3	Kartographisches Modellieren – die Map Algebra	564
7.7.4	Multikriterielle Bewertungen	570
7.7.5	Systemanalytische Ansätze	574
7.7.6	Kostenoberflächen in GIS	577
7.7.7	Geocomputation und Geosimulation	578
7.7.8	Modellintegration in GIS	580
7.8	Zusammenfassung	581
7.9	Aufgaben	582

8	Präsentation raumbezogener Daten	585
8.1	Einführung	585
8.1.1	Visualisierung	586
8.1.2	Graphik und Kartographie	587
8.2	Interaktive Graphik	587
8.2.1	Funktionalitäten	587
8.2.2	Farbdarstellung und Farbsysteme	594
8.2.3	Transformationen	599
8.2.4	Planare geometrische Projektionen	602
8.3	Kartographische Ausgabeformen	603
8.3.1	Vom Landschaftsmodell zum kartographischen Modell . . .	604
8.3.2	Die Karte	605
8.3.3	Thematische Darstellungsformen	609
8.3.4	Generalisierungsproblem in Karten und in GIS	615
8.3.5	Rechnergestützte Kartographie	616
8.3.6	Visualisierungsformen für Digitale Geländemodelle	618
8.3.7	Alternative Darstellungsformen	619
8.4	Computergraphik und Visualisierung	621
8.4.1	Computergraphik	621
8.4.2	Visualisierung temporaler Phänomene	622
8.4.3	Geovisualisierung	625
8.4.4	Erweiterte Realität	626
8.5	Nichtgraphische Ausgabeformen	631
8.6	Digitaler Datenaustausch	631
8.6.1	Anforderungen an den Datenaustausch	632
8.6.2	Nationale und internationale Austauschformate	634
8.6.3	Dateibasierte Datenaustauschformate	637
8.7	Zusammenfassung	641
8.8	Aufgaben	642
9	Anwendungen von GIS	643
9.1	Einführung	643
9.2	Landinformationssysteme	645
9.2.1	AFIS-ALKIS-ATKIS – das AAA-Vorhaben	647
9.2.2	Liegenschaftskataster	653
9.2.3	Topographische Informationssysteme	656
9.2.4	Vermessungs- und Geoinformationswesen in der Schweiz und Österreich	658
9.3	Rauminformationssysteme	662
9.3.1	Raumordnung und Landesplanung	663
9.3.2	Regionalplanung	666
9.3.3	Landschaftsplanung	669
9.3.4	GIS in Kommunen und Landkreisen	672

9.3.5	Amtliche Statistik	680
9.4	Umweltinformationssysteme	684
9.4.1	Internationale Umweltprogramme	685
9.4.2	Nationale UIS-Vorhaben	687
9.4.3	Landschaftsökologische Anwendungen	695
9.4.4	Land- und Forstwirtschaft	697
9.4.5	Management von Naturkatastrophen	701
9.4.6	Betriebliche Umweltinformationssysteme	703
9.5	Netzinformationssysteme	703
9.5.1	Allgemeine Anforderungen	703
9.5.2	NIS-Komponenten und NIS-Sparten	705
9.6	Spezielle Fachinformationssysteme	711
9.6.1	GIS im Transport- und Verkehrswesen	711
9.6.2	GIS im Unternehmensbereich	718
9.6.3	GIS im sozialen Bereich	726
9.6.4	Geoinformationswesen der Bundeswehr	731
9.6.5	GIS in der Telekommunikation	732
9.6.6	GIS in der Abfallwirtschaft	734
9.6.7	GIS-Anwendungen in Bauwesen und Geotechnik	736
9.6.8	GIS im Ressourcenmanagement	738
9.6.9	GIS-Anwendungen für den Bürger	747
9.7	Zusammenfassung	752
9.8	Aufgaben	753
10	Literaturverzeichnis	755
A	Lösungen zu den Aufgaben	785
B	Abkürzungsverzeichnis	813
	Stichwortverzeichnis	835