

Norbert de Lange

Geoinformatik

in Theorie und Praxis

2. aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 184 Abbildungen

4y Springer

Inhaltsverzeichnis

EINFÜHRUNG 1

1.1	Ansatz und Aufgaben der Geoinformatik.....	1
1.2	Ansatz und Aufgaben der Informatik.....	5
1.3	Informatik und Gesellschaft.....	8

GRUNDBEGRIFFE UND ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER INFORMATIONSVERRARBEITUNG 9

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

GRUNDLAGEN AUS DER INFORMATIK 33

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	99
3.6	Softwareentwicklung	102
3.6.1	Aufgaben und Ziele der Softwareentwicklung	102
3.6.2	Instrumente der Softwareentwicklung	103
3.6.3	Traditionelle Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung	104
3.6.4	Objektorientierte Softwareentwicklung	106
3.6.5	Weiterentwicklungen	107
4	KOMPONENTEN VON COMPUTERSYSTEMEN	109
4.1	Aufbau eines Computersystems	109
4.2	Das Motherboard	110
4.3	Prozessoren	113
4.3.1	Unterscheidungskriterien und Leistungsmerkmale von Prozessoren	113
4.3.2	CISC- und RISC-Technologie	114
4.3.3	Prozessoren für Personal Computer	116
4.3.4	Prozessoren für Workstations	118
4.4	Arbeitsspeicher	119
4.5	Graphikadapter	120
4.6	Massenspeicher	121
4.6.1	Sequentielle Speicher	121
4.6.2	Direktzugriffsspeicher	122
4.6.3	RAID-Technologie	126

4.7	Eingabegeräte.....	127
4.7.1	Nichtgraphische Eingabegeräte.....	127
4.7.2	Graphische Eingabegeräte.....	128
4.8	Ausgabegeräte.....	131
4.8.1	Monitore.....	131
4.8.2	Displays.....	133
4.8.3	Drucker.....	135
4.8.4	Plotter.....	140
4.9	Systembetrieb.....	141
4.9.1	Systemsoftware und systemnahe Software.....	141
4.9.2	Betriebsarten.....	142
4.9.3	Aufgaben von Betriebssystemen.....	143
4.9.4	Benutzerschnittstellen.....	144
4.9.5	Übersicht über wichtige Betriebssysteme.....	147
4.10	Netzwerke.....	147
4.10.1	Definition und Unterscheidungsmerkmale.....	147
4.10.2	Kommunikationsschnittstellen und Netzprotokolle.....	149
4.10.3	Internet.....	151
4.10.4	Verteiltes Arbeiten im Internet.....	153
4.11	Anwendungssoftware.....	157
4.11.1	Individual- und Standardsoftware.....	157
4.11.2	Anwendungssoftware in der Geoinformatik.....	158

5 RÄUMLICHE OBJEKTE UND BEZUGSSYSTEME 159

5.1	Geoobjekte.....	159
5.1.1	Begriff des Geoobjekts.....	159
5.1.2	Geometrie von Geoobjekten.....	160
5.1.3	Topologie von Geoobjekten.....	163
5.1.4	Thematik von Geoobjekten.....	165
5.1.5	Dynamik von Geoobjekten.....	165
5.1.6	Dimensionen von Geoobjekten.....	166
5.2	Koordinatensysteme.....	167
5.2.1	Metrische Räume und kartesische Koordinaten.....	167
5.2.2	Polarkoordinaten und geographische Koordinaten.....	168
5.2.3	Homogene Koordinaten.....	171
5.2.4	Koordinatentransformationen.....	171
5.3	Kartennetzentwürfe.....	177
5.3.1	Raumkoordinaten und lokale Bezugssysteme auf der Erde..	177
5.3.2	Abbildungseigenschaften von Kartennetzentwürfen.....	178
5.3.3	Abbildungsflächen von Kartennetzentwürfen.....	178
5.4	Grundlagen geodätischer Bezugssysteme.....	181
5.4.1	Annäherung der Erde durch Ellipsoide.....	181
5.4.2	Geodätisches Datum und traditionelle Bezugssysteme.....	183
5.4.3	Neue terrestrische Referenzrahmen.....	185
5.4.4	Datumstransformationen.....	186
5.4.5	Geoid.....	188

5.5	Geodätische Abbildungen.....	189
5.5.1	Begriff und Bedeutung Geodätischer Abbildungen.....	189
5.5.2	Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem in Deutschland.....	191
5.5.3	Das Österreichische Bundesmeldenetz.....	193
5.5.4	Das Schweizer Koordinatensystem.....	194
5.5.5	Das UTM-Koordinatensystem.....	195
6	DIGITALE RÄUMLICHE DATEN: DATENGEWINNUNG UND GEOBASISDATEN	197
6.1	Grundbegriffe.....	197
6.1.1	Primär- und Sekundärdaten.....	197
6.1.2	Analog-Digital-Wandlung.....	198
6.1.3	Diskretisierung.....	199
6.2	Digitale Erfassung von Geometriedaten.....	200
6.2.1	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Vektorformat ...	200
6.2.2	Digitale Erfassung von Geometriedaten im Rasterformat....	202
6.2.3	Konvertierung zwischen Vektor- und Rasterdaten.....	203
6.2.4	On-Screen-Digitalisierung.....	205
6.2.5	Erfassung von Lagekoordinaten mit GPS.....	206
6.3	Metadaten und Qualität von Daten.....	207
6.3.1	Metadaten.....	207
6.3.2	Der Umweltdatenkatalog UDK.....	208
6.3.3	Der Content Standard for Digital Geospatial Metadata.....	210
6.3.4	Metadaten-Informationssystem über Geodäten des Bundes.....	210
6.3.5	Qualität von Daten und Geodäten.....	212
6.3.6	Räumliche Auflösung, Generalisierung, Lagegenauigkeit ...	213
6.4	Standards von Daten und Geodäten.....	214
6.5	GPS - Global Positioning System.....	216
6.5.1	Aufbau des Satellitensystems.....	216
6.5.2	Prinzip der Distanzbestimmung.....	219
6.5.3	Fehlereinflüsse und Genauigkeiten einer GPS-Standort- bestimmung.....	220
6.5.4	Differentielles GPS (DGPS).....	221
6.5.5	Einsatzmöglichkeiten des Global Positioning Systems.....	222
6.5.6	Zukunft von GPS.....	223
6.6	Geobasisdaten.....	225
6.6.1	Geobasisdaten der Vennessungsverwaltungen.....	225
6.6.2	Das Automatisierte Liegenschaftskataster.....	227
6.6.3	Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS.....	232
6.6.4	Das AFIS-ALKIS-ATKIS Konzept.....	240
6.7	Aufbau von Geodateninfrastruktur.....	242

7	VISUALISIERUNG RAUMBEZOGENER INFORMATIONEN	245
7.1	Graphische Informationsverarbeitung.....	245
7.1.1	Graphische Darstellungen von Informationen.....	245
7.1.2	Digitale graphische Darstellungsformen raumbezogener Informationen.....	246
7.1.3	Computergestützte wissenschaftliche Visualisierung.....	248
7.2	Graphische Kommunikation und graphische Semiologie.....	249
7.2.1	Graphische Kommunikation.....	249
7.2.2	Graphische Semiologie.....	253
7.3	Graphische Gestaltungsmittel.....	257
7.3.1	Signaturen.....	257
7.3.2	Allgemeine Gestaltungsmerkmale.....	261
7.3.3	Klasseneinteilungen.....	262
7.3.4	Texte und Beschriftungen.....	264
7.3.5	Diagrammdarstellungen.....	265
7.4	Einsatz von Farbe.....	265
7.4.1	Farbe als einfaches und kritisches Ausdrucksmittel.....	265
7.4.2	Farbassoziationen.....	267
7.4.3	Farbabstufungen.....	267
7.5	Desktop Mapping.....	268
7.5.1	Entstehung von Desktop Mapping aus Desktop Publishing.....	268
7.5.2	Anforderungen an Systeme zum Desktop Mapping.....	269
7.6	Kartographie im multimedialen Umfeld.....	270
7.6.1	Paradigmenwechsel der Kartographie.....	270
7.6.2	Datenexploration in der Kartographie.....	273
7.6.3	Kartographische Potenziale moderner Informations- und Kommunikationstechnologien.....	274
7.7	Multimediale Visualisierung und Web-Mapping.....	277
7.7.1	Multimedia Kartographie: Standards und Perspektiven.....	277
7.7.2	Digitale und multimediale Nationalatlanten.....	280
7.7.3	Kartographische Auskunftssysteme und interaktive Planungskartographie.....	281
7.8	Ausblick.....	282
8	DATENORGANISATION UND DATENBANKSYSTEME	283
8.1	Datenorganisation.....	283
8.1.1	Grundbegriffe der Datenorganisation.....	283
8.1.2	Dateisysteme.....	285
8.1.3	Datenbanksysteme.....	288
8.1.4	Datensichten in einem Datenbanksystem.....	291
8.1.5	Datenmodelle.....	292

8.2	Datenbankentwurf mit ER-Modellierung.....	293
8.2.1	Modellierungskonzepte.....	293
8.2.2	Entities und Attribute.....	294
8.2.3	Relationships.....	295
8.2.4	Konzeptueller Datenbankentwurf an einem Beispiel.....	297
8.3	Das relationale Datenmodell.....	299
8.3.1	Aufbau einer relationalen Datenbasis.....	299
8.3.2	Normalformen.....	200
8.3.3	Transformation eines ER-Diagramms in das Relationenmodell.....	203
8.3.4	Relationale Datenstrukturen in Geoinformationssystemen ..	206
8.4	Arbeiten mit einem relationalen Datenbanksystem.....	206
8.4.1	Datendefinition und Verwaltungsfunktionen.....	206
8.4.2	Datenmanipulation und Datenauswertung.....	207
8.4.3	Der Sprachstandard SQL einer Datenmanipulationssprache für relationale Datenbanksysteme.....	208
8.5	Datenkonsistenzen.....	310
8.5.1	Begriff und Bedeutung von Datenkonsistenzen.....	310
8.5.2	Referentielle Integrität.....	311
8.5.3	Trigger.....	311
8.5.4	Transaktionen.....	311
8.6	Objektorientierung in Datenbanksystemen.....	313
8.6.1	Ansatz objektorientierter Datenbanksysteme.....	313
8.6.2	Merkmale objektorientierter Datenbanksysteme.....	314
8.6.3	Standardisierungen.....	316
8.7	Erweiterte relationale Datenmodelle.....	316
8.7.1	Generalisierung und Vererbung.....	316
8.7.2	Geschachtelte relationale Datenbankmodelle.....	318
8.7.3	Objektrelationale Datenbankmodelle.....	318
9	GEOINFORMATIONSSYSTEME	319
9.1	Digitale Informationssysteme und Geoinformationssysteme.....	319
9.1.1	Informationssysteme.....	319
9.1.2	Vierkomponentenmodelle eines Informationssystems.....	320
9.1.3	Begriff und Bedeutung von Geoinformationssystemen.....	320
9.2	Modellierung von Geobjekten in einem Geoinformationssystem ..	327
9.2.1	Geoinformationssystem als Modell der realen Welt.....	327
9.2.2	Geometrisch-Topologische Modellierung von Geobjekten im Vektormodell.....	328
9.2.3	Geometrisch-Topologische Modellierung von Geobjekten im Rastermodell.....	332
9.2.4	Speicherung von Geometrien im Rastermodell.....	333
9.2.5	Thematik von Geobjekten.....	334
9.2.6	Vergleich von Vektor- und Rasternodell.....	335

- 9.3 Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Vektormodell..... 337
 - 9.3.1 Erfassen und Editieren raumbezogener Daten..... 337
 - 9.3.2 Verwaltung raumbezogener Daten: Datenabfragen und Suchoperationen..... 338
 - 9.3.3 Fortführung und Aktualisierung raumbezogener Daten 339
 - 9.3.4 Räumliche Überlagerungen und geometrisch-topologische Analysefunktionen..... 341
- 9.4 Bearbeitung und Analyse von Geoobjekten im Rastermodell..... 345
 - 9.4.1 Aufbereiten von Rasterdaten..... 345
 - 9.4.2 Konvertieren von Sachdaten auf Rasterbasis..... 347
 - 9.4.3 Räumliche Analysen von Rasterdaten..... 338
- 9.5 Netzwerkanalysen..... 352
 - 9.5.1 Das Netzwerkdatenmodell..... 352
 - 9.5.2 Analyse optimaler Wege in einem Netzwerk..... 354
 - 9.5.3 Ermittlung von Einzugsbereichen..... 354
 - 9.5.4 Weitere Analysemöglichkeiten in einem Netzwerk..... 356
- 9.6 Räumliche Interpolation und Modellierung von Flächen..... 356
 - 9.6.1 Ausgangsfragestellungen..... 356
 - 9.6.2 Trendflächenanalyse..... 357
 - 9.6.3 Räumliche Interpolation durch Mittelwertbildung..... 358
 - 9.6.4 Dreiecksvermaschung und Thiessen-Polygone..... 360
 - 9.6.5 Erstellen von Höhenmodellen und Oberflächenmodellen 361
- 9.7 Trends..... 364

10 FERNERKUNDUNG UND DIGITALE BILDVERARBEITUNG..... 365

- 10.1 Begriffsbestimmungen und Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung..... 365
- 10.2 Ansatz von Fernerkundung und digitaler Bildverarbeitung 367
 - 10.2.1 Grundprinzip der Fernerkundung..... 367
 - 10.2.2 Digitale Bildverarbeitung..... 369
 - 10.2.3 Photogrammetrie..... 370
- 10.3 Physikalische Grundlagen..... 370
 - 10.3.1 Das elektromagnetische Spektrum..... 370
 - 10.3.2 Solare Einstrahlung und Einflüsse der Atmosphäre..... 371
 - 10.3.3 Das Reflexionsverhalten der Erdoberfläche..... 373
- 10.4 Wichtige Aufnahmesysteme..... 375
 - 10.4.1 Übersicht..... 375
 - 10.4.2 Leistungsmerkmale abbildender Fernerkundungsinstrumente..... 376
 - 10.4.3 Bahnparameter von Fernerkundungssatelliten..... 377
 - 10.4.4 Aufnahmesysteme von Wettersatelliten..... 378
 - 10.4.5 Die Aufnahmesysteme von Landsat..... 380
 - 10.4.6 Die Aufnahmesysteme von SPOT..... 384
 - 10.4.7 Indian Remote Sensing Satellite..... 387
 - 10.4.8 Aufnahmesysteme mit abbildendem Radar..... 389

10.4.9	Ausblick zur Satellitenfernerkundung.....	391
10.4.10	Flugzeuggestützte Aufnahmesysteme.....	392
10.5	Digitale Bilder.....	394
10.5.1	Aufnahme digitaler Bilder in der Fernerkundung.....	394
10.5.2	Visualisierung digitaler Bilder in der Fernerkundung.....	394
10.5.3	Bezug von Fernerkundungsdaten.....	395
10.6	Digitale Bildbearbeitung.....	397
10.6.1	Bildvorbereitung.....	397
10.6.2	Kontrastverbesserung.....	304
10.6.3	Bildtransformationen.....	306
10.6.4	Räumliche Filteroperationen.....	308
10.6.5	Kombination mehrerer Bilder.....	411
10.7	Multispektralklassifikation.....	414
10.7.1	Prinzip der Multispektralklassifikation.....	414
10.7.2	Unüberwachte Klassifikation.....	415
10.7.3	Überwachte Klassifikation.....	416
10.7.4	Probleme der pixelbasierten Multispektral-Klassifikation ...	419
10.7.5	Ermittlung der Klassifikationsgenauigkeit.....	420
10.7.6	Räumlich-spektrale Bildsegmentierung.....	422