

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Überblick . . . . .	1
1.2	Entstehen einer neuen Technologie . . . . .	4
1.2.1	Ausgangspunkte und Ziele . . . . .	4
1.2.2	GIS-Technologie . . . . .	8
1.3	Begriffe und Gliederungen . . . . .	10
1.3.1	Definitionen . . . . .	10
1.3.2	Komponenten . . . . .	15
1.4	Geodaten . . . . .	20
1.4.1	Geodatenquellen . . . . .	21
1.4.2	Geometrie und Thematik . . . . .	23
1.5	Funktionalität . . . . .	28
1.5.1	GI-Methoden . . . . .	28
1.5.2	Beispiele für GI-Anwendungen . . . . .	31
1.6	Einbettung der Geoinformatik . . . . .	33
<b>2</b>	<b>WELTBILDER</b>	<b>37</b>
2.1	Modellbildung . . . . .	37
2.1.1	Ein einfaches Modell . . . . .	37
2.1.2	Möglichkeiten und Grenzen der Modellbildung . . . . .	39
2.2	Datenschemata . . . . .	42
2.2.1	Ein einfaches Datenschema . . . . .	42
2.2.2	Drei-Schema-Architektur . . . . .	44
2.3	Konzeptionelle Komponenten . . . . .	46
2.3.1	Entität, Relation, Attribut . . . . .	46
2.3.2	Layer . . . . .	49
2.3.3	Objektorientierte Konzepte . . . . .	52
2.4	Datenwelten im Vergleich . . . . .	53
2.4.1	Welt der Pixel: Rastermodelle . . . . .	53
2.4.2	Welt der Linien: Vektormodelle . . . . .	54
2.4.3	Raster- und Vektormodelle: Gegenüberstellung . . . . .	56
<b>3</b>	<b>GEOMETRIE</b>	<b>63</b>
3.1	Geometrische Entitäten . . . . .	63
3.1.1	Punkte und Knoten, Linien und Kanten . . . . .	63

3.1.2	Flächen, Maschen, Aussparungen . . . . .	68
3.1.3	Netz und Mosaik . . . . .	73
3.1.4	Abstandsbegriff und Metrik . . . . .	79
3.1.5	Geometrie von Visualisierungen . . . . .	81
3.1.6	Andere geometrische Strukturen . . . . .	84
3.1.7	Die Höhe im Vektormodell . . . . .	85
3.2	Methoden der Vektorgeometrie . . . . .	87
3.2.1	Lagevergleich . . . . .	87
3.2.2	Schnittproblematik . . . . .	94
3.2.3	Transformationen . . . . .	96
3.3	Methoden der Vektortopologie . . . . .	102
3.3.1	Topologische Konsistenz . . . . .	102
3.3.2	Auszug aus der Graphentheorie . . . . .	106
3.3.3	Anwendungen der Netztopologie . . . . .	110
3.4	Geometrie nach ISO 19107 . . . . .	112
<b>4</b>	<b>RASTERMODELLE</b>	<b>115</b>
4.1	Rasterdaten . . . . .	115
4.1.1	Übersicht . . . . .	115
4.1.2	Rastergeometrie . . . . .	118
4.1.3	Hybride Modelle . . . . .	121
4.2	Methoden der Rastergeometrie . . . . .	124
4.2.1	Elementare Operationen . . . . .	125
4.2.2	Makro-Operationen . . . . .	127
4.2.3	Filtermethoden . . . . .	131
4.3	Algebra für Rasterdaten . . . . .	135
<b>5</b>	<b>GELÄNDEMDELLE</b>	<b>139</b>
5.1	Kurven . . . . .	140
5.1.1	Kurvenmodelle . . . . .	140
5.1.2	Kurveninterpolation . . . . .	143
5.1.3	Kurvenapproximation . . . . .	147
5.2	Flächen im Raum . . . . .	149
5.2.1	Digitale Geländemodelle . . . . .	149
5.2.2	Lineare und bilineare Interpolation . . . . .	153
5.2.3	Andere Interpolationsmethoden . . . . .	157
5.2.4	Dreiecksvermaschung . . . . .	160
5.3	Abgeleitete Modelle . . . . .	163
<b>6</b>	<b>THEMATIK</b>	<b>167</b>
6.1	Zugänge zur Thematik . . . . .	167
6.1.1	Zugang über thematische Karten: Layerkonzept . . . . .	168
6.1.2	Objektorientierter Zugang . . . . .	173
6.2	Modelle . . . . .	176
6.2.1	Thematik im Rastermodell . . . . .	176

6.2.2	Thematik im Vektormodell: GI-Objekte . . . . .	180
6.2.3	Komplexobjekte . . . . .	187
6.2.4	Attribute, Beziehungen, Methoden . . . . .	191
<b>7</b>	<b>TUNING</b>	<b>197</b>
7.1	Übersicht . . . . .	197
7.2	Bezugssysteme . . . . .	198
7.2.1	Modelle für die Erdgestalt . . . . .	199
7.2.2	Koordinative Bezugssysteme . . . . .	201
7.2.3	Abbildung in die Ebene . . . . .	203
7.2.4	Andere Arten von Bezugssystemen . . . . .	205
7.3	Zeit . . . . .	207
7.3.1	Geometrie und Topologie der Zeit . . . . .	207
7.3.2	Zeitmodell nach ISO 19108 . . . . .	210
7.4	Geometrische Genauigkeit . . . . .	212
7.4.1	Genauigkeit von Punkten und Linien . . . . .	212
7.4.2	Fraktale Modelle . . . . .	216
7.4.3	Fuzzy-Modelle . . . . .	222
7.5	Qualität und Metadaten . . . . .	227
7.5.1	Qualitätsmodell nach ISO 19113 . . . . .	229
7.5.2	Metadatenmodell nach ISO 19115 . . . . .	232
7.6	Information und Wissen . . . . .	234
7.6.1	Regelbasierte Systeme . . . . .	237
7.6.2	Kognition und Wissensmodellierung . . . . .	245
<b>8</b>	<b>RAUMKONZEPTE</b>	<b>249</b>
8.1	Der Raumbezug . . . . .	249
8.1.1	Raumbezogene Abfragen . . . . .	249
8.1.2	Raumbezug bei Rasterstrukturen . . . . .	252
8.1.3	Raumbezug bei Linienstrukturen . . . . .	255
8.2	Raumaufteilung . . . . .	260
8.2.1	Baumstrukturen . . . . .	262
8.2.2	Adreßfelder . . . . .	265
8.2.3	Lineare Ordnungsstrukturen . . . . .	269
8.2.4	Objekte im aufgeteilten Raum . . . . .	272
8.3	Raumverhalten von Objekten . . . . .	277
8.3.1	Räumliche Approximationen . . . . .	277
8.3.2	Baumstrukturen für Approximationen . . . . .	279
8.3.3	Einbettung von Approximationen . . . . .	281
<b>9</b>	<b>GEODATENBANKEN</b>	<b>285</b>
9.1	Elemente der Datenbanktechnologie . . . . .	285
9.1.1	Datenbanken: Definition und Zielsetzung . . . . .	285
9.1.2	Datenbankarchitekturen . . . . .	288
9.2	Aufbau eines Datenbankschemas . . . . .	293

9.2.1	Entitäten, Segmente, Assoziationen . . . . .	293
9.2.2	Datenbankschlüssel . . . . .	296
9.3	Einfache Datenbankorganisationsformen . . . . .	300
9.3.1	Relationale Datenbanken . . . . .	300
9.3.2	Netzwerkdatenbanken . . . . .	303
9.4	Vorzüge relationaler Datenbanken . . . . .	305
9.4.1	Normalformen . . . . .	305
9.4.2	Relationale Algebra . . . . .	310
9.4.3	SQL: Zugriff auf relationale Datenbanken . . . . .	313
9.5	Datenbanken für GI-Objekte . . . . .	318
9.5.1	Erweiterungen relationaler Datenbanken . . . . .	319
9.5.2	Die Lage als Attribut; Peano-Tupel . . . . .	321
9.5.3	Objektorientierte Datenbanken . . . . .	324
9.5.4	Objektrelationale Datenbanken . . . . .	327
9.6	Datenbeschreibungssprachen . . . . .	332
9.6.1	Übersicht . . . . .	332
9.6.2	Beispiele für Datenbeschreibungssprachen . . . . .	334
<b>10</b>	<b>INTEROPERABILITÄT</b>	<b>345</b>
10.1	Normung und Standardisierung . . . . .	347
10.1.1	Geoinformation und Normung . . . . .	351
10.1.2	OpenGIS Standards . . . . .	356
10.1.3	Die internationalen GI-Normen . . . . .	357
10.1.4	GI-Anwendungen nach ISO 19109 . . . . .	361
10.1.5	Normungs- und Standardisierungstrends . . . . .	364
10.2	Marktplatz Geoinformation . . . . .	366
10.2.1	Komponenten und Ressourcen . . . . .	366
10.2.2	Data Warehouses . . . . .	368
10.2.3	Repositories . . . . .	370
10.3	Konfigurationen . . . . .	373
10.3.1	Clients, Server, Dienste . . . . .	373
10.3.2	GIS im Internet . . . . .	375
10.4	Grenzen der Interoperabilität . . . . .	381
<b>Literatur</b>		<b>383</b>
<b>Abkürzungen</b>		<b>397</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>401</b>
<b>Sachverzeichnis</b>		<b>405</b>