

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeber	5
 Teil A:	
Selbstverständnis, Verantwortung und institutionelles Gefüge ...	25
 1 Digitale Transformation – Motoren, Treibstoffe und Schmiermittel.....	27
<i>Theo Kötter, Hansjörg Kutterer, Stefan Ostrau, Jens Riecken und Karin Schultze</i>	
Zusammenfassung.....	27
1.1 Einführung und Motivation.....	28
1.2 Politisch-administrative Dimension	30
1.3 Technologisch-infrastrukturelle Dimension	34
1.3.1 Vorbemerkungen.....	34
1.3.2 Dateninfrastrukturen.....	35
1.3.3 Beobachtungsinfrastrukturen.....	36
1.3.4 Positionierungsinfrastrukturen	38
1.3.5 Umsetzung des Online-Zugangsgesetzes	39
1.4 Gesellschaftliche Dimension	39
1.5 Zusammenfassung und Ausblick.....	42
1.6 Quellenangaben	43
1.6.1 Literaturverzeichnis.....	43
1.6.2 Internetverweise	44
 2 Geo-Governance des Bundes.....	45
<i>Paul Becker, Danny Daniel, Dirk Jacke, Susanne Kleemann und Cedrik Kratschke</i>	
Zusammenfassung.....	45
2.1 Verantwortlichkeiten und interinstitutionelle Zusammenarbeit.....	45
2.1.1 Ziele und zentrale Fragestellungen.....	46
2.1.2 Rechtsrahmen und Strategien.....	46
2.1.3 Akteure und gemeinschaftliche Aufgabenbewältigung.....	52
2.2 Anforderungen, Methoden und Innovationen	55
2.2.1 Anforderung an Geoinformationen – Messungen	56
2.2.2 Einsatz und Nutzung von Geoinformationen	58
2.2.3 Innovationsförderung	65
2.3 Ausblick und Abschluss	66
2.4 Quellenangaben	67
2.4.1 Internetverweise	67

3 Geo-Governance auf Länderebene	69
<i>Jens Riecken und Karen Langer</i>	
Zusammenfassung.....	69
3.1 Entwicklung der Geoinformationsverwaltungen.....	69
3.1.1 Geschichtliche Entwicklung.....	69
3.1.2 Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche	71
3.2 Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland – AdV.....	74
3.3 Weitere Koordinierungsgremien.....	77
3.3.1 Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung – ArgeLandentwicklung.....	77
3.3.2 Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften – DGK	78
3.4 E-Government/Governance.....	78
3.4.1 GeoGovernment und Governance	78
3.4.2 Staatsbindung	79
3.5 Geodateninfrastruktur.....	80
3.5.1 Geodateninfrastruktur als Netzwerk.....	80
3.5.2 Bedeutung der Geoinformationsverwaltung für die GDI	82
3.5.3 Organisationsstruktur des GDI-Netzwerks auf Landesebene.....	83
3.5.4 Digitale Zwillinge als Entwicklungsstufe der Geodateninfrastruktur	85
3.6 Schlussbemerkung.....	86
3.6.1 Wertung.....	86
3.6.2 Ausblick – „Die Zukunft ist 3D“.....	86
3.7 Quellenangaben	87
3.7.1 Literaturverzeichnis.....	87
3.7.2 Internetverweise	87
4 Geo-Governance in den Kommunen.....	89
<i>Boris Giesen, Michael Heisser und Stefan Ostrau</i>	
Zusammenfassung.....	89
4.1 Einführung.....	89
4.1.1 Smart-City-Prozess als Motor und Innovationstreiber	89
4.1.2 Stufenplan „Smarte Städte und Regionen“.....	92
4.2 Strategische Aspekte der kommunalen Geo-Governance.....	93
4.2.1 Allgemeines.....	93
4.2.2 Rolle des Geodatenmanagements und interkommunaler Kooperationen.....	93
4.2.3 Kommunale Aktivitäten rund um digitale Zwillinge.....	95
4.3 Ausgewählte Beiträge innovativer Geodatenlösungen in den Städten und Kreisen	97
4.3.1 Ausgewählte Beiträge innovativer Geodatenlösungen in den Städten ...	97
4.3.2 Ausgewählte Beiträge innovativer Geodatenlösungen in den Landkreisen	104

4.4 Zusammenfassung	109
4.5 Quellenangaben	109
4.5.1 Literaturverzeichnis	109
4.5.2 Präsentationen	110
4.5.3 Internetverweise	111
5 Geo-Governance auf europäischer und internationaler Ebene	113
<i>Martin Lenk und Pier-Giorgio Zaccheddu</i>	
Zusammenfassung	113
5.1 Globale Strukturen und Programme	113
5.1.1 Geoinformationsmanagement der Vereinten Nationen	114
5.1.2 Group on Earth Observation (GEO)	119
5.1.3 Internationale Standardisierungsgremien (ISO, OGC)	122
5.2 Europäische Strukturen und Programme	124
5.2.1 INSPIRE	126
5.2.2 Copernicus	129
5.2.3 Galileo	132
5.2.4 EuroGeographics	134
5.3 Datenpolitik – Open Government Data	134
5.3.1 Entwicklungen im globalen Kontext	135
5.3.2 Entwicklungen in Europa	135
5.4 Quellenangaben	137
5.4.1 Literaturverzeichnis	137
5.4.2 Internetverweise	138
6 Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure (ÖbVI)	141
<i>Clemens Kiepke</i>	
Zusammenfassung	141
6.1 Die Institution „Öffentlich bestellte Vermessungsingenieurin und Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur“ (ÖbVI)	141
6.2 Die Rechtsstellung der ÖbVI	142
6.2.1 Die ÖbVI als Beliehene	142
6.2.2 Die ÖbVI als Freiberufler im privatrechtlichen Bereich	142
6.3 Die Rechte und Pflichten der ÖbVI	143
6.3.1 Ausführung von Amtshandlungen	143
6.3.2 Wahrnehmung der Aufsicht	143
6.3.3 Berufliche Verbindungen/Kooperationen	144
6.3.4 Vergütungsanspruch	144
6.3.5 Werbung	144
6.3.6 Qualifikationsvoraussetzungen	145
6.3.7 „Ausübung öffentlicher Gewalt“	147
6.3.8 Musterberufsordnung der ÖbVI	147
6.3.9 Mögliche Perspektiven im Liegenschaftskatasterwesen	147

6.4 Quellenangaben	153
6.4.1 Literaturverzeichnis.....	153
7 Forschung und Lehre	155
<i>Hansjörg Kutterer und Theo Kötter</i>	
Zusammenfassung	155
7.1 Einführung	155
7.2 Organisation und Einbettung	158
7.3 Fachliches Umfeld	162
7.4 Schnittstellencharakter und Interdisziplinarität	163
7.5 Entwicklungen in der Forschung	165
7.5.1 Aktuelle Situation.....	165
7.5.2 Wissenschaftliche Abteilungen der DGK.....	166
7.5.3 Koordinierte Vorhaben.....	167
7.5.4 Interdisziplinäre Forschung.....	170
7.6 Entwicklungen in der Lehre	171
7.6.1 Vorbemerkungen.....	171
7.6.2 Aktuelle Situation.....	173
7.6.3 Grundständige Lehre, weiterführende Studiengänge und disziplinäre Anforderungen	174
7.6.4 Internationalität, Interdisziplinarität und Nachhaltigkeit.....	175
7.7 Strategische Bedeutung	177
7.8 Zusammenfassung und Ausblick	178
7.9 Quellenangaben	179
7.9.1 Literaturverzeichnis.....	179
8 Privater Bereich, Partnerschaften, Berufsverbände	181
<i>Rudolf Staiger</i>	
8.1 DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.	181
8.2 Verband Deutscher Vermessungsingenieure – VDV	182
8.3 Deutsche Gesellschaft für Kartographie – DGfK	184
8.4 Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation – DGPF	185
8.5 Deutscher Dachverband für Geoinformation – DDGI	186
8.6 Vermessungstechnisches Museum	189
8.7 Verbände und Vereinigungen im internationalen Kontext	189
8.8 Quellenangaben	191
8.8.1 Internetverweise	191

Teil B:	
Aufgaben und Treiber	193
9 Digitale Transformation.....	195
<i>Stefan Ostrau und Robert Seuß</i>	
Zusammenfassung.....	195
9.1 Digitalisierung als politische Gestaltungsaufgabe.....	195
9.2 Digitalpolitik, Digitalstrategien und bedeutende Umsetzungsinstrumente	196
9.2.1 Digitalpolitik der EU	196
9.2.2 Digitalpolitik des Bundes und der Länder	197
9.2.3 Föderale IT-Strategien.....	201
9.2.4 Aktivitäten ausgewählter Organisationen.....	203
9.2.5 Handlungsrahmen.....	205
9.2.6 Smart Cities und Smart Regions als Treiber der Entwicklung	208
9.2.7 Digitalstrategien der Wirtschaft	209
9.3 Digitale Transformation und geodätische Expertise	209
9.3.1 Digitale Zwillinge auf verschiedenen föderalen Ebenen	210
9.3.2 Mitwirkung bei der Umsetzung von BIM	212
9.3.3 Mitwirkung beim Aufbau und Betrieb von urbanen Datenräumen	213
9.3.4 Open (Geo-)Data	215
9.3.5 Volunteered Geographic Information (VGI)	217
9.4 Ausblick.....	217
9.5 Quellenangaben	218
9.5.1 Literaturverzeichnis.....	218
9.5.2 Internetverweise	219
10 Geodätischer Raumbezug.....	223
<i>Andreas Gerschwitz und Jens Riecken</i>	
Zusammenfassung.....	223
10.1 Allgemeine Grundlagen.....	223
10.1.1 Bezugssysteme und deren Realisierungen	223
10.1.2 Räumliche 3D-Bezugssysteme	225
10.1.3 Lagebezugssysteme.....	227
10.1.4 Höhenbezugssysteme.....	228
10.1.5 Schwerebezugssysteme.....	230
10.2 Raumbezug 2016 und 2025.....	230
10.2.1 Der Weg zum Raumbezug 2016	230
10.2.2 Integrierter geodätischer Raumbezug	231
10.2.3 DHHN 2016.....	231
10.2.4 ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016).....	233
10.2.5 Deutsches Hauptschwerenetz DHSN2016 und Quasigeoid GCG2016.....	233
10.2.6 ETRS89/DREF91 (Realisierung 2025).....	235

10.3	Festpunktfelder, Amtliches Festpunktinformationssystem AFIS.....	236
10.4	Oberflächenmonitoring und Bodenbewegungsdienste	238
10.4.1	Radarinterferometrie	238
10.4.2	Bodenbewegungsdienste	240
10.4.3	Bedeutung im amtlichen Raumbezug	241
10.5	Satellitennavigationssysteme und Positionierungsdienste	242
10.5.1	Grundlagen.....	242
10.5.2	Satellitengestützte Positionierungsverfahren	242
10.5.3	Grundsätze für Positionierungsdienste.....	244
10.5.4	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung	245
10.6	Ausgewählte internationale Organisationen und Standardisierungs-	
	gremien	249
10.6.1	Internationale Dienste	249
10.6.2	IAG und EUREF.....	249
10.6.3	RTCM	249
10.6.4	RINEX	250
10.7	Schlussbemerkungen	250
10.8	Quellenangaben	251
10.8.1	Literaturverzeichnis	251
10.8.2	Internetverweise.....	254
11	Erdbeobachtung	255
	<i>Hansjörg Kutterer</i>	
	Zusammenfassung.....	255
11.1	Einführung	256
11.2	Begrifflichkeiten	258
11.3	Politischer Rahmen und internationale Akteure.....	260
11.4	Nationale und europäische Erdbeobachtungsprogramme	264
11.5	Nationale Akteure und Gremien.....	267
11.5.1	Überblick	267
11.5.2	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	268
11.5.3	GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung.....	270
11.5.4	Forschungsgruppe Satellitengeodäsie und BKG.....	271
11.5.5	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)	273
11.5.6	Helmholtz-Gemeinschaft	274
11.5.7	D-GEO und D-Copernicus.....	275
11.5.8	Weitere nationale Gremien und Organisationen	275
11.6	Anwendungsbeispiele.....	276
11.6.1	Politik und Verwaltung	276
11.6.2	Wissenschaft	281
11.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	282
11.8	Quellenangaben.....	283
11.8.1	Literaturverzeichnis	283
11.8.2	Internetverweise.....	285

12 Geodateninfrastruktur	287
<i>Eckart Brauer, Sabine Geissler, Iris Heine, Sabine Kenz, Michael Lutz, Jasmin Rack, Tim Schürmann, Jürgen Walther, Konrad Weingärtner, Katrin Weke, Daniela Witter und Falk Würriehausen</i>	
Zusammenfassung	287
12.1 Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE)	287
12.1.1 Ausgangssituation	287
12.1.2 Aktuelle Situation und Handlungsbedarf	288
12.1.3 Rechtlicher Auftrag und gesetzliche Grundlagen	289
12.1.4 Organisation und Koordinierung	290
12.1.5 Ausgewählte Handlungsfelder zur Digitalisierung	292
12.1.6 Öffentlichkeitsarbeit	292
12.2 Nationale Geoinformationsstrategie (NGIS)	293
12.2.1 Entstehung	293
12.2.2 Inhalte	294
12.2.3 Umsetzung	296
12.3 Technische Umsetzung der GDI-DE	297
12.3.1 Architektur 4.0	297
12.3.2 Nationale Technische Komponenten	298
12.3.3 Technologische Trends	299
12.4 Zusammenarbeit der Akteure der GDI-DE	300
12.4.1 Netzwerke der GDI-DE	301
12.4.2 Schwerpunkte der Zusammenarbeit	301
12.5 Ausblick	302
12.6 Quellenangaben	303
12.6.1 Literaturverzeichnis	303
12.6.2 Internetverweise	304
13 Normung, Standardisierung und Qualität	305
<i>Markus Seifert und Marcel Weber</i>	
Zusammenfassung	305
13.1 Internationale GIS-Standardisierung	305
13.1.1 Mehrwert von Normen und Standards	305
13.1.2 GIS-Normen von ISO	308
13.1.3 OGC-Standards	309
13.2 Umsetzung von Normen in INSPIRE	309
13.2.1 INSPIRE-Verordnungen und technische Leitfäden	309
13.2.2 INSPIRE-Metadaten	310
13.2.3 INSPIRE-Netzdienste	311
13.2.4 INSPIRE-Datenspezifikationen und Registries	311
13.3 Umsetzung von Normen in nationale GIS-Standards	312
13.3.1 Standardkonforme Modellierung von Geodaten	312
13.3.2 AdV-Profile für Datenabgaben	315

13.3.3	Verbindlicher Standard für Geobasisdaten – das AAA-Anwendungsschema	316
13.4	Qualität von Geobasisdaten	317
13.4.1	Datenqualitätsmanagement	317
13.4.2	Qualität von Geodaten	319
13.4.3	Datenqualitätsmodell	320
13.4.4	Vertiefung zur „Logischen Konsistenz“	322
13.4.5	AdV-Testsuite	323
13.5	Quellenangaben	324
13.5.1	Literaturverzeichnis	324
13.5.2	Internetverweise	325

Teil C:

Tätigkeitsfelder und Perspektiven	327
--	------------

14 Liegenschaftskataster und Landesvermessung	329
--	------------

Stephan Heitmann

Zusammenfassung	329
14.1 Das Liegenschaftskataster	329
14.1.1 Überblick	329
14.1.2 Grundbuch	331
14.2 Landesvermessung (Geotopographie)	332
14.3 Migration der Geobasisdaten	334
14.4 Neue Rahmenbedingungen für Liegenschaftskataster und Landesvermessung	335
14.4.1 Digitale Prozesse	335
14.4.2 Künstliche Intelligenz	335
14.4.3 Blockchain	337
14.4.4 Open Data	338
14.5 Liegenschaftskataster im Fokus	340
14.5.1 Grundsteuererhebung	340
14.5.2 Amtliche Flächenstatistik	341
14.5.3 Gebäudedatenbanken	343
14.5.4 Gigabit-Grundbuch	346
14.5.5 Transparenzregister	347
14.5.6 Registermodernisierung	348
14.6 Digitaler Zwilling	349
14.6.1 Einordnung	349
14.6.2 Digitale Zwillinge in den Vermessungsverwaltungen und in der AdV	350
14.7 Vertikale Integration von Liegenschaftskataster und Landesvermessung	351

14.8	Liegenschaftskataster und Landesvermessung im Jahr 2025	352
14.8.1	Was erreicht ist	352
14.8.2	Was zu tun ist in sechs Forderungen an Liegenschaftskataster und Landesvermessung	352
14.9	Quellenangaben	355
14.9.1	Literaturverzeichnis	355
14.9.2	Internetverweise	358
15	Ingenieurgeodäsie	359
	<i>Christoph Holst, Volker Schwieger, Corinna Harmening, Alexander Reiterer und Jörg Blankenbach</i>	
	Zusammenfassung	359
15.1	Allgemeines	359
15.2	Qualitätsmodellierung und Qualitätssicherung	360
15.2.1	Interdisziplinäre Qualitätsmodellierung	360
15.2.2	Automatisierte prozessbezogene Qualitätssicherung	362
15.3	Flächenhafte Modellierung von Punktwolken	364
15.3.1	Motivation	364
15.3.2	Ingenieurgeodätische Lösungsansätze zur Punktwolkenmodel- lierung	365
15.3.3	Punktwolkenmodelle als Grundlage für die Ableitung ingeni- eurgeodätischer Zielgrößen	367
15.4	Mobile Mapping der bebauten Umwelt	368
15.4.1	Komponenten eines Mobile-Mapping-Systems	368
15.4.2	Hochauflösende Erfassung der Straßenoberfläche und -umge- bung	369
15.4.3	Auswertung der Daten in Echtzeit	371
15.4.4	Automatisierte Dateninterpretation und smarte Datenvisualisie- rung	372
15.5	Von Scan2BIM zu Scan2Twin	374
15.5.1	Geometrisch-semantisches Multi-LOD as-is-Modell der Straßeninfrastruktur	375
15.5.2	Semantische Punktwolkensegmentierung inklusive Unsicher- heitsquantifizierung für die automatische Ableitung von as-is-Modellen für digitale Brückenwillinge	377
15.6	Monitoring von Hangrutschungen und Felsstürzen	379
15.6.1	Motivation	379
15.6.2	Skalenübergreifende Sensorsysteme	380
15.6.3	Qualitätssicherung und Vorverarbeitung der Messungen	382
15.6.4	Deformationsanalyse	383
15.7	Quellenangaben	385
15.7.1	Literaturverzeichnis	385

16 Erdmessung	391
<i>Hansjörg Kutterer</i>	
Zusammenfassung	391
16.1 Einführung	391
16.2 Themenfeld	392
16.3 Institutionen, Professuren und Standorte	395
16.4 Technologischer Fortschritt	397
16.5 Forschungsthemen und -vorhaben	398
16.6 Internationales Engagement	400
16.7 Lehre im Bereich der Erdmessung	402
16.8 Strategische Aspekte	403
16.9 Zusammenfassung und Ausblick	404
16.10 Quellenangaben	404
16.10.1 Literaturverzeichnis	404
17 Geotopographie und Fernerkundung	407
<i>Christian Heipke, Jonas Bostelmann, Mareike Dorozynski, Mike Engel, Steffen Patzschke und Alexander Göbel</i>	
Zusammenfassung	407
17.1 Einführung in die Geotopographische Landesaufnahme	408
17.1.1 Geschichte, Zuständigkeiten und Zweck	408
17.1.2 Datenquellen und Datengewinnung	409
17.1.3 Ergebnisse, Qualität und Standards	410
17.2 Perspektiven	415
17.2.1 Vom Satelliten zur Cloud: neue Wege für die Fernerkundung und Vermessung	416
17.2.2 Gebäudeerkennung aus Luftbildern	419
17.2.3 Konsistente, hierarchische Aktualisierung von Landnutzungs- daten	423
17.2.4 Multitemporale multimodale Klassifikation von heterogenen Geodaten zur raumzeitlichen Analyse der Landschaft	427
17.3 Zusammenfassung, Anforderungen an Geodaten, Ausblick	431
17.4 Quellenangaben	432
17.4.1 Literaturverzeichnis	432
17.4.2 Internetverweise	434
18 Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen	437
<i>Andreas Mütterthies und Franz Rottensteiner</i>	
18.1 Einführung	437
18.1.1 Definition künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen	437
18.1.2 Technische Grundlagen	437
18.1.3 Entwicklung der Nutzung von KI und ML im Geoinforma- tionswesen	439

18.2	Verwendung im Geoinformationswesen	440
18.2.1	Analyse von Fernerkundungsdaten	440
18.2.2	Kartenerstellung und GIS-Datenverarbeitung.....	441
18.2.3	Räumliche Mustererkennung	442
18.2.4	Routenplanung und Optimierung.....	442
18.2.5	Umweltüberwachung und Katastrophenvorhersage.....	443
18.2.6	Stadtplanung und Smart Cities.....	443
18.2.7	Land- und Forstwirtschaft.....	444
18.2.8	Räumliche Entscheidungsunterstützung	445
18.3	Herausforderungen.....	445
18.3.1	Datenmanagement von Massendaten	445
18.3.2	Referenzdatenbeschaffung und Referenzdatenqualität	446
18.3.3	Rechenkapazität.....	446
18.3.4	Rechtliche Rahmenbedingungen und Akzeptanz.....	447
18.4	Quellenangaben.....	447
18.4.1	Literaturverzeichnis	447
18.4.2	Internetverweise.....	449
19	BIM – Building Information Modeling	451
	<i>Jörg Blankenbach, Christian Clemen und Ralf Becker</i>	
	Zusammenfassung.....	451
19.1	Einführung	451
19.2	Geodäsie und BIM	453
19.2.1	Geodätischer Raumbezug und Georeferenzierung.....	455
19.2.2	Ingenieurgeodäsie	457
19.2.3	BIM-GIS-Integration	465
19.3	Aktuelle Entwicklungen	467
19.3.1	BIM-gerechter Lageplan	467
19.3.2	Automatisierung Scan2BIM	468
19.3.3	Digitale Zwillinge	469
19.3.4	BIM-Fachmodelle der Vermessung	470
19.4	Zusammenfassung und Fazit	471
19.5	Quellenangaben.....	472
19.5.1	Literaturverzeichnis	472
19.5.2	Internetquellen	474
20	Bauleitplanung und Flächenmanagement – Beiträge zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung	475
	<i>Theo Kötter und Hans-Joachim Linke</i>	
	Zusammenfassung.....	475
20.1	Klimaschutz und Klimaanpassung in der kommunalen Raumplanung	475
20.1.1	Klimaschutz und Klimaanpassung – Herausforderungen für Bauleitplanung und Flächenmanagement	475
20.1.2	Klimarelevante Konzepte.....	477

20.1.3	Klimaschutz und die Klimaanpassung als Planungsleitziele der Bauleitplanung	479
20.2	Flächennutzungsplan	480
20.2.1	Aufgaben, Inhalte, Typen und Wirkungen.....	480
20.2.2	Inhalte für den Klimaschutz und die Klimaanpassung.....	480
20.2.3	Beiträge des Flächennutzungsplans zur Energieeinsparung	482
20.3	Bebauungsplan	482
20.3.1	Grundsätzliche Aufgaben und Inhalte.....	482
20.3.2	Klimarelevante Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan	483
20.3.3	Abwägungsbelange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung	483
20.3.4	Klimaanpassung und Hochwasserschutz	486
20.3.5	Komplementäre Regelungen im Grundstückskaufvertrag	487
20.4	Einsatz städtebaulicher Verträge	487
20.4.1	Städtebauliche Verträge zum Einsatz erneuerbarer Energien oder Kraft-Wärme-Koppelung (§ 11 II Satz 2 Nr. 4 BauGB).....	488
20.4.2	Städtebauliche Verträge zu Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden (§ 11 I S. 2 Nr. 5 BauGB)	490
20.4.3	Sonstige Regelungen in städtebaulichen Verträgen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung.....	491
20.5	Hoheitliche Bodenordnung	493
20.5.1	Klassische Baulandumlegung	493
20.5.2	Vereinfachte Umlegung	494
20.5.3	Enteignung für städtebauliche Zwecke	495
20.6	Schlussbemerkungen	495
20.7	Quellenangaben	496
20.7.1	Literaturverzeichnis	496
21	Immobilienwertermittlung	499
	<i>Robert Krägenbring, Miriam Tegethoff und Dietmar Weigt</i>	
	Zusammenfassung	499
21.1	Relevanz des Immobiliensektors: Gesellschaft, Volkswirtschaft	499
21.2	Rechtliche Grundlagen und neue Regelungen: ImmoWertV und ImmoWertA	501
21.2.1	Rechtliche Grundlagen der amtlichen Wertermittlung	501
21.2.2	Die Gutachterausschüsse für Grundstückswerte	501
21.2.3	Die ImmoWertV 2021 und die ImmoWertA	503
21.3	Kaufpreissammlung und wertermittlungsrelevante Daten	505
21.3.1	Die Kaufpreissammlung; Führung, Auswertung und Auskunft....	505
21.3.2	Bodenrichtwerte.....	506
21.3.3	Sonstige für die Wertermittlung erforderliche Daten.....	507
21.4	Grundstücksmarkttransparenz: Immobilienmarktberichte, Bodenrichtwertinformationssystem, Immobilienpreiskalkulatoren	508
21.4.1	Immobilienmarktberichte.....	509
21.4.2	Bodenrichtwertinformationssystem	510
21.4.3	Immobilienpreiskalkulatoren und weitere Dienste	510

21.5 Methoden der Marktanalyse: statistische Methoden, KI	510
21.5.1 Statistische Methoden	511
21.5.2 Künstliche Intelligenz (KI)	511
21.6 Prinzipien, Methoden und Verfahren der Immobilienwertermittlung	515
21.6.1 Verfahrenswahl	516
21.6.2 Vergleichswertverfahren	518
21.6.3 Ertragswertverfahren	520
21.6.4 Sachwertverfahren	521
21.7 Akteure der Immobilienwertermittlung: Gutachterausschüsse, Sachverständige, Banken	523
21.8 Quellenangaben	524
21.8.1 Literaturverzeichnis	524
21.8.2 Internetverweise	524
22 Entwicklung ländlicher Räume	525
<i>Dagmar Bix, Martin Schumann und Karl-Heinz Thiemann</i>	
Zusammenfassung	525
22.1 Gesellschaftspolitische Ziele und Entwicklungsstrategien	525
22.1.1 Anforderungen der Gesellschaft	525
22.1.2 Strategische Ansätze und Konzepte	526
22.2 Flächenbedarfe und Nutzungskonkurrenzen	528
22.2.1 Anforderungen an die Landnutzung	528
22.2.2 Handlungsschwerpunkte und ihre Flächenbedarfe	530
22.3 Verfahren und Instrumente der ländlichen Bodenordnung und des Flächenmanagements einschließlich Wegenetze	535
22.3.1 Instrumente der Bodenordnung	535
22.3.2 Hoheitliche Verfahren der ländlichen Bodenordnung	536
22.3.3 Kooperative Instrumente des Landmanagements im ländlichen Raum	538
22.3.4 Herstellung und Inwertsetzung der ländlichen Infrastruktur	539
22.4 Dorferneuerung und Dorfumbau	541
22.4.1 Dörfer im demografischen und strukturellen Wandel	541
22.4.2 Aktuelle Handlungsfelder und grundsätzliche Konzepte	542
22.4.3 Prozesse und Akteure der Dorfentwicklung	543
22.4.4 Instrumente und Planungswerkzeuge der Dorfentwicklung	544
22.5 Quellenangaben	547
22.5.1 Literaturverzeichnis	547
22.5.2 Internetverweise	550
23 Klimawandel, Klimaschutz und Klimafolgenanpassung	551
<i>Stefan Greiving</i>	
Zusammenfassung	551
23.1 Trends und Dynamik des Klimawandels	551
23.1.1 Klima und Wetter	551
23.1.2 Grundlagen der Klimafolgenforschung	552

23.1.3	Merkmale des Klimawandels.....	553
23.2	Auswirkungen und Folgen des Klimawandels für Städte und Regionen	554
23.2.1	Hitze und Dürre	554
23.2.2	Starkregen	555
23.2.3	Flusshochwasser	555
23.2.4	Starkwind.....	555
23.2.5	Auswirkungen auf die Biodiversität.....	555
23.2.6	Ausbreitung vektorbasierter Krankheiten	555
23.3	Strategien und Maßnahmen des Klimaschutzes.....	556
23.3.1	Reduktion von Treibhausgasemissionen.....	556
23.3.2	Typen und Relevanz erneuerbarer Energien im Städtebau	556
23.3.3	Kommunale Wärmeplanung und -konzepte.....	557
23.3.4	Verkehrswende	557
23.4	Strategien und Maßnahmen der Klimaanpassung.....	558
23.4.1	Kommunale Klimaanpassungskonzepte	558
23.4.2	Die Rolle der Raumplanung.....	558
23.4.3	Konzeptionelle Ansätze	559
23.5	Synergien und Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung	559
23.6	Die klimaresiliente Stadt der Zukunft.....	560
23.6.1	Das Resilienzkonzept.....	560
23.6.2	Ansätze zur Resilienzförderung	561
23.7	Quellenangaben.....	562
23.7.1	Literaturverzeichnis	562
24	Innenentwicklung und Flächenkreislaufwirtschaft.....	565
	<i>Thomas Preuß und Magnus Krusenotto</i>	
	Zusammenfassung.....	565
24.1	Zukunftsaufgabe Transformation der Städte und Dörfer: eine Einführung	565
24.2	Paradigmenwechsel im Städtebau: von der Außen- zur Innenentwicklung.....	566
24.2.1	Herausforderungen und Spannungsfelder	566
24.2.2	Handlungsbedarfe	567
24.3	Strategien und Konzepte für Neuverteilung der Flächennutzung und Flächeneffizienz.....	568
24.3.1	Leitbild der dreifachen Innenentwicklung	568
24.3.2	Städtebauliche Dichte	569
24.4	Instrumente der Innenentwicklung.....	571
24.4.1	Informelle städtebauliche Instrumente	571
24.4.2	Formelle städtebauliche Instrumente	572
24.4.3	Fiskalische Instrumente	575
24.5	Flächenkreislaufwirtschaft.....	576
24.5.1	Netto-Null-Ziel und Flächenkreislauf.....	576

24.5.2	Maßnahmen und Instrumente auf dem Weg zur Flächenkreislaufwirtschaft	578
24.5.3	Akteure und Konzepte	579
24.6	Quellenangaben	581
24.6.1	Literaturverzeichnis	581
 Teil D:		
Praxisbeispiele		585
25 Smart Mapping		587
<i>Markus Seifert</i>		
Zusammenfassung		587
25.1 Smart Mapping – vom Projekt zum Verfahren		587
25.1.1	Ziele und Grundsätze	587
25.1.2	Paradigmenwechsel bei der Entwicklung amtlicher Produkte	589
25.1.3	Vom Prototyp zum Wirkbetrieb der basemap.de	590
25.2 Technische Umsetzung		591
25.2.1	Modulare Entwicklungsplattform	591
25.2.2	Architektur	591
25.2.3	Nachnutzung der Daten und Softwaremodule	592
25.3 Produkte und Anwendungen		593
25.3.1	Webdienste	593
25.3.2	Maßstabsbezogene Präsentationsausgaben	595
25.3.3	Deutschland 3D	596
25.3.4	Anwendungsbeispiele	597
25.4 Quellenangaben		599
25.4.1	Literaturverzeichnis	599
25.4.2	Internetverweise	599
26 Weiterentwicklung digitaler Zwillinge		601
<i>Pierre Gras, Nicole Schubbe, Andreas von Dömming, Gunnar Katerbaum und Ronny Zienert</i>		
Zusammenfassung		601
26.1 Einleitung		601
26.2 Entwicklung auf den unterschiedlichen föderalen Ebenen		604
26.2.1	Praxisbeispiel Digitaler Zwilling Deutschland	604
26.2.2	Praxisbeispiel Digitaler Zwilling Sachsen	608
26.2.3	Städtische Praxisbeispiele aus Hamburg	612
26.3 Ausblick		617
26.4 Quellenangaben		618
26.4.1	Literaturverzeichnis	618

27 Cop4ALL	621
<i>Jens Riecken und Michael Hovenbitzer</i>	
Zusammenfassung	621
27.1 Anwendungsneutrale Nomenklatur der Landbedeckung	621
27.2 Cop4ALL NRW – Ableitung der Landbedeckung in NRW	623
27.3 Die deutschlandweite Umsetzung – Cop4ALL	625
27.4 Qualität der Ergebnisse	626
27.5 Fazit	628
27.6 Quellenangaben	628
27.6.1 Literaturverzeichnis	628
 28 Klimawandel und terrestrischer Wasserkreislauf – geodäti-	
sche Forschung im DFG Sonderforschungsbereich SFB 1502	631
<i>Jürgen Kusche, Luciana Fenoglio, Jan-Henrik Haunert, Makan Karegar,</i>	
<i>Michael Schindelegger, Frank Siegismund, Anne Springer und Ribana Roscher</i>	
Zusammenfassung	631
28.1 Klimawandel und terrestrisches System	632
28.1.1 Beobachtungen.....	632
28.1.2 Ursachen	633
28.2 Klimamodelle	635
28.2.1 Klassifizierung und Funktionalität von Klimamodellen	635
28.2.2 Globale Modelle	637
28.2.3 Regionale Modelle	637
28.2.4 Klimamonitoring und Ursachenforschung.....	638
28.3 Systematischen Nutzung von Beobachtungen des Klimawandels	
in DETECT	639
28.3.1 Beobachtungstypen	639
28.3.2 Evaluierung	641
28.3.3 Randbedingungen	641
28.3.4 Initialisierung und Datenassimilation	642
28.3.5 Forschungsdateninfrastruktur und HPC	642
28.4 Die spezifische Rolle von geodätischen Beobachtungen im	
terrestrischen System	643
28.4.1 Integrativer Charakter geodätischer Messverfahren.....	643
28.4.2 Satellitengravimetrie mit GRACE und GRACE-FO	643
28.4.3 GNSS und GNSS-R	644
28.4.4 Inland-Radaraltimetrie	645
28.4.5 Fernerkundung und geographische Information	646
28.4.6 Status der Integration bzw. Nutzung zur Verbesserung von	
Modellsystemen	647
28.5 Beispielhafte Ergebnisse im SFB DETECT	647
28.6 Ausblick	650

28.7	Quellenangaben	651
28.7.1	Literaturverzeichnis	651
29	Kommunale Baulandmodelle	655
	<i>Alexandra Weitkamp und Frank Friesecke</i>	
	Zusammenfassung	655
29.1	Motivation	655
29.2	Kommunale Baulandmodelle zur Schaffung bezahlbaren Wohnraums	656
29.2.1	Systematisierung der Baulandmodelle	657
29.2.2	Regelungen und Bindungen für die Planungsbegünstigten.....	662
29.2.3	Akteure und Verfahrensablauf	663
29.2.4	Baulandmodelle im Vergleich	664
29.3	Fallbeispiele kommunaler Baulandmodelle	669
29.3.1	Sozialgerechte Bodennutzung der Stadt München.....	669
29.3.2	Das Stuttgarter Innenentwicklungsmodell (SIM)	671
29.3.3	Düsseldorfer Baulandmodell.....	673
29.4	Resümee	674
29.5	Quellenangaben	675
29.5.1	Literaturverzeichnis	675
30	Naturgefahren und Resilienzmanagement	677
	<i>Jörn Birkmann, Muhammed Enes Bodur, Alexander Fekete, Finn Juhl und Daniel Schick</i>	
	Zusammenfassung	677
30.1	Naturgefahren und Resilienzmanagement	678
30.1.1	Begriffe und Konzepte: Gefahren, Risiko, Vulnerabilität, Resilienz	678
30.1.2	Naturgefahren, Krisen und Katastrophen: Szenarien für Städte, Dörfer und Regionen.....	682
30.2	Resilienz	684
30.2.1	Resilienz – ein neues Paradigma der Stadt- und Raumentwicklung	684
30.2.2	Methoden zur Erfassung und Bewertung von Resilienz	686
30.3	Zukunftsfähige Entwicklung von Städten, Dörfern und Regionen	688
30.3.1	Ansätze für robuste, adaptive und zukunftsfähige Städte, Dörfer und Regionen: Prinzipien, Bausteine und Prozesse einer resilienten Entwicklung	688
30.3.2	Möglichkeiten und Grenzen einer resilienten Entwicklung: Beispiele	690
30.4	Schlussbemerkungen	692
30.4.1	Resümee.....	692
30.4.2	Ausblick.....	693
30.5	Quellenangaben	693
30.5.1	Literaturverzeichnis	693

Teil E:

Perspektiven 697

31 Trends und Thesen 699

Theo Kötter, Hansjörg Kutterer, Stefan Ostrau und Jens Riecken

Zusammenfassung..... 699

31.1 Vorbemerkungen 699

31.2 Zukunftsforschung und gesellschaftliche Megatrends 700

31.3 Zukunftsthemen in der Geoinformationsverwaltung 701

31.4 Thesen 702

31.4.1 Zukunft der akademischen Lehre – infrastrukturell, interdisziplinär und international 702

31.4.2 Kompetitive geodätische Spitzenforschung auf der Höhe der Zeit ist gesellschaftlich unabdingbar 703

31.4.3 Berufsnachwuchs braucht blanke Klinken – jetzt! 704

31.4.4 Zusammenarbeit und Vernetzung – Digitalisierungsdividenden erzielen! 705

31.4.5 Neue Rolle der GDI-DE – politische Sichtbarkeit erhöhen – jetzt! 705

31.4.6 Neue Dimension des Geoinformationswesens – offensives Marketing 706

31.4.7 ALKIS-ATKIS-AFIS – „3A“ neu zu denken ist längst überfällig 706

31.4.8 „Zeitenwende“ auch bei Geodaten – Aspekte für eine Neubewertung! 707

31.4.9 KI revolutioniert geodätische Prozesse und das Berufsbild 708

31.4.10 Smart City und digitaler Zwilling – das Erfolgsduo für eine ressourceneffiziente und resiliente Stadtentwicklung? 709

31.4.11 Die Reform des Bodenrechts – ein Beitrag zur Lösung der Boden- und Wohnungsfrage 710

31.5 Schlussbemerkungen 711

31.6 Quellenangaben 712

31.6.1 Literaturverzeichnis 712

Teil F:

Anhang..... 715

Anhang I: Übersicht über wichtige nationale Akteure und Netzwerke 717

Anhang II: Abkürzungsverzeichnis 737

Anhang III: Herausgeber- und Autorenverzeichnis 755

Anhang IV: Die Herausgeber und Autoren 761

Stichwortverzeichnis 763

Selbstverständnis, Verantwortung und institutionelles Gefüge

1	Digitale Transformation – Motoren, Treibstoffe und Schmiermittel	27
	<i>Theo Kötter, Hansjörg Kutterer, Stefan Ostrau, Jens Riecken und Karin Schultze</i>	
2	Geo-Governance des Bundes	45
	<i>Paul Becker, Danny Daniel, Dirk Jacke, Susanne Kleemann und Cedrik Kratschke</i>	
3	Geo-Governance auf Länderebene	69
	<i>Jens Riecken und Karen Langer</i>	
4	Geo-Governance in den Kommunen	89
	<i>Boris Giesen, Michael Heisser und Stefan Ostrau</i>	
5	Geo-Governance auf europäischer und internationaler Ebene	113
	<i>Martin Lenk und Pier-Giorgio Zaccheddu</i>	
6	Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure (ÖbVI)	141
	<i>Clemens Kiepke</i>	
7	Forschung und Lehre	155
	<i>Hansjörg Kutterer und Theo Kötter</i>	
8	Privater Bereich, Partnerschaften, Berufsverbände	181
	<i>Rudolf Staiger</i>	