

Andre Borrmann · Markus König
Christian Koch · Jakob Beetz
Herausgeber

Building Information Modeling

Technologische Grundlagen und
industrielle Praxis

4?} Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	Andre Borrmann, Markus König, Christian Koch und Jakob Beetz	
1.1	Building Information Modeling – Warum?	2
1.2	Building Information Modeling – Was?	4
1.3	Building Information Modeling – Wie?	7
1.3.1	little bim vs. BIG BIM, Closed BIM vs. Open BIM	7
1.3.2	BIM-Reifegradstufen	9
1.3.3	Vertragliche Vereinbarungen	10
1.3.4	Neue Rollen und Berufsbilder	12
1.4	Stand der Einführung – international und in Deutschland	13
1.4.1	Stand der Einführung international	13
1.4.2	Stand der Einführung in Deutschland	15
1.5	Zusammenfassung	17
1.6	Aufbau des Buchs	18
	Literatur	19
Teil I Technologische Grundlagen		
2	Grundlagen der geometrischen Modellierung	25
	Andre Borrmann und Volker Berkahn	
2.1	Geometrische Modellierung im Kontext von BIM	25
2.2	Solid Modeling	27
2.2.1	Explizite Verfahren	28
2.2.2	Implizite Verfahren	30
2.2.3	Vergleich von expliziten und impliziten Verfahren	33
2.3	Parametrische Modellierung	34
2.4	Freiformkurven und -flächen	37
2.4.1	Freiform-Kurven	37
2.4.2	Freiform-Flächen	39
2.5	Weiterführende Literatur	40

2.6	Zusammenfassung	40
	Literatur	41
3	Objektorientierte Modellierung	43
	Christian Koch	
3.1	Einführung	43
3.2	Digitale Modelle als Abstraktionen der Wirklichkeit	44
3.3	Objektorientierte Modellierung	45
3.3.1	OOM-Methodik	45
3.3.2	OOM-Konzepte	47
3.4	Herausforderungen bei der Modellierung von Bauwerksinformationen	55
	Literatur	56
4	Prozessmodellierung	57
	Markus König	
4.1	Einführung	57
4.2	Workflow-Management	60
4.3	Prozessmodellierung	61
4.3.1	Integration Definition for Function Modeling	62
4.3.2	Business Process Modeling and Notation	63
4.4	Workflow-Management-Systeme	68
4.5	Ausführungsprozesse	70
4.6	Zusammenfassung und Ausblick	72
	Literatur	72
 Teil II Interoperabilität		
5	Software-Interoperabilität im Bauwesen – Hintergrund und Motivation	77
	Andre Borrmann und Christian Koch	
6	Industry Foundation Classes – Ein herstellerunabhängiges Datenmodell für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks	83
	Andre Borrmann, Jakob Beetz, Christian Koch und Thomas Liebich	
6.1	Hintergrund und Aufgaben des IFC-Datenmodells	83
6.2	EXPRESS – Die Datenmodellierungssprache des IFC-Standards	86
6.3	Organisation in Schichten	88
6.4	Die Vererbungshierarchie	90
6.4.1	IfcRoot und seine direkten Subklassen	91
6.4.2	IfcObject und seine direkten Subklassen	92
6.4.3	IfcProduct und seine direkten Subklassen	92
6.5	Objektbeziehungen	93
6.5.1	Generelles Konzept	93

6.5.2	Räumliche Aggregationshierarchie	94
6.5.3	Beziehungen zwischen Räumen und umgebenden Bauteilen	95
6.5.4	Angabe von Materialien	98
6.6	Geometrische Repräsentationen	100
6.6.1	Trennung zwischen semantischer Beschreibung und geometrischer Repräsentation	100
6.6.2	Formen der Geometriebeschreibung	101
6.6.3	Relative Positionierung	110
6.7	Erweiterungsmechanismen: Property Sets und Proxies	111
6.8	Typisierung von Bauteilen	114
6.9	Beispiel HelloWall.ifc	117
6.10	ifcXML	124
6.11	Bewertung und Ausblick	125
	Literatur	127
7	Prozessgestützte Definition von Modellinhalten	129
	Jakob Beetz, Andre Borrmann und Matthias Weise	
7.1	Übersicht	130
7.2	Information Delivery Manual und Model View Definition	130
7.2.1	Prozessdiagramme – Process Maps	133
7.2.2	Informationspflichtenhefte – Exchange Requirements	134
7.2.3	Modellsichten – Model View Definitions	134
7.3	Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)	139
7.4	Ausarbeitungsgrad – Level of Development	141
7.5	Problem- und Mängelmanagement – BIM Collaboration Format	143
7.6	Zusammenfassung und Ausblick	145
	Literatur	146
8	Zertifizierung von BIM-Software	149
	Rasso Steinmann	
8.1	Ziele der Software-Zertifizierung von buildingSMART	149
8.2	Erwartung an die Software-Zertifizierung	150
8.3	Grundlagen der IFC-Softwarezertifizierung	153
8.3.1	IDM und MVD	153
8.3.2	Testbeschreibungen und Kalibrierungsdateien	153
8.3.3	GTDS-Webplattform	155
8.4	Ablauf einer Software-Zertifizierung	157
8.4.1	Export-Zertifizierung	157
8.4.2	Import-Zertifizierung	158
8.5	Weitere Aspekte der Software-Zertifizierung	159
8.5.1	Kosten	159
8.5.2	Nachvollziehbarkeit	159

8.5.3	Rolle von mvdXML	159
8.5.4	Bedeutung der Software-Zertifizierung im Gesamtprozess BIM	160
8.6	Ausblick	160
	Literatur	161
9	Ordnungssysteme im Bauwesen: Terminologien, Klassifikationen, Taxonomien und Ontologien	163
	Jakob Beetz	
9.1	Einleitung	163
9.2	Anwendungen von Ordnungssystemen in der Praxis	165
9.3	Grundlagen von Ordnungssystemen	167
9.3.1	Gemeinsame Fachvokabulare	167
9.3.2	Klassifikationssysteme	167
9.3.3	Ontologien	168
9.4	Technische Implementierung von Ordnungssystemen	169
9.4.1	Klassifikationstabellen	169
9.4.2	ISO 12006 und bSDD	169
9.4.3	DIN SPEC 91400	172
9.4.4	Semantic Web und Linked Data	172
9.5	Diskussion und Ausblick	173
	Literatur	174
10	3D-Stadtmodellierung: CityGML	177
	Thilo Brüggemann und Petra von Both	
10.1	Geomodellierung	178
10.2	City Geography Markup Language	180
10.2.1	Entstehung und Standardisierung	180
10.2.2	Modellstruktur	181
10.2.3	Geometrie	183
10.2.4	Topologie	184
10.2.5	Multiskalige Granularität	186
10.3	CityGML und IFC/BIM	187
10.3.1	Prinzipielle Unterschiede	187
10.3.2	Strukturelle Unterschiede	189
10.4	Ausblick	191
	Literatur	192
11	BIM-Programmierwerkzeuge	193
	Julian Amann, Eike Tauscher und Andre Borrman	
11.1	Einleitung	193
11.2	Verfahren für den Zugriff auf Daten im STEP-Format	194

11.2.1	Early Binding	194
11.2.2	Late Binding	196
11.3	Zugriff auf XML-codierte IFC-Daten	198
11.4	Interpretation von IFC-Geometrieinformationen	200
11.5	Addin-Entwicklung	202
11.6	Zusammenfassung	204
	Literatur	204

Teil III BIM-gestützte Zusammenarbeit

12	Kooperative Datenverwaltung	207
	Sven-Eric Schapke, Jakob Beetz, Markus König, Christian Koch und Andre Borrmann	
12.1	Einleitung	208
12.2	BIM-Informationsressourcen	209
12.2.1	Metadaten	209
12.2.2	Aggregationsgrad	210
12.2.3	Digitale Bauwerksmodelle	212
12.2.4	Informationen zur Modellkoordination und Modellverwertung	213
12.3	Anforderungen an eine kooperative Datenverwaltung	215
12.4	Kommunikation und Kooperation	217
12.4.1	Nebenläufigkeitskontrolle	219
12.4.2	Rollen und Rechte	221
12.4.3	Versionierung	222
12.4.4	Freigabe und Archivierung	224
12.5	Softwaresysteme zur kollaborativen Bearbeitung von BIM-Daten . . .	226
12.5.1	Gemeinsame Dateiablage	226
12.5.2	Dokumentenmanagement-Systeme	226
12.5.3	Internetbasierte Projektplattformen	228
12.5.4	Produktdatenmanagementsysteme	229
12.5.5	Proprietäre BIM-Server	231
12.5.6	Produktmodellserver	231
12.6	Diskussion und Ausblick	233
	Literatur	235
13	BIM-Manager	237
	Jan Tulke und Dirk Schaper	
13.1	BIM-Manager als neue Rolle	237
13.2	Erfolgsfaktor BIM-Manager	239
13.3	Aufgaben des BIM-Managers	241

13.4	Kompetenzen des BIM-Managers	242
13.5	Abgrenzung des BIM-Managers zu anderen BIM-Rollen	243
13.6	Der BIM-Manager in der Projektorganisation	244
13.7	Fazit	246
14	Auswirkungen auf das Bauvertragsrecht	249
	Klaus Eschenbruch und Robert Elixmann	
14.1	Einleitung	249
14.2	Vertragssysteme	251
14.3	Arbeitsorganisation/Abwicklungsdetails	253
14.4	Rechte an Daten	254
14.5	Haftung	256
14.6	BIM-Management	258
14.7	Vergütung	259
14.8	Zusammenfassung	261
	Literatur	262
Teil IV	BIM-gestützte Simulationen und Analysen / BIM im Lebenszyklus	
15	BIM im architektonischen Entwurf	265
	Frank Petzold, Andreas Hild, Christoph Langenhan und Henrik Thomä	
15.1	Die Rolle des Architekten im BIM-basierten Entwurfsprozess	266
15.2	BIM-Werkzeuge in frühen Entwurfsphasen	267
15.3	BIM und Unternehmenskultur	268
15.4	Zusammenfassung und Ausblick	269
	Literatur	270
16	BIM zur Unterstützung der ingenieurtechnischen Planung	271
	Jan Tulke	
16.1	Modellunterstützung bei der Koordination	271
16.2	Clash Detection	272
16.3	4D-Bauablaufanimation	277
16.4	Model Checking	281
16.5	Fazit	282
17	BIM für die Tragwerksplanung	283
	Thomas Fink	
17.1	Einführung	283
17.2	Geometrisches Modell und analytisches Modell	284
17.3	Workflow in der Tragwerksplanung	284
	17.3.1 Vorplanung, Tragwerksentwurf	285
	17.3.2 Genehmigungsplanung	286

17.3.3	Ausführungsplanung	287
17.4	Fazit und Ausblick	289
18	BIM für die Energiebedarfsermittlung und Gebäudesimulation	293
	Christoph van Treeck, Reinhard Wimmer und Tobias Maile	
18.1	Aufgabenstellung und Abgrenzung	293
18.2	Energiebedarfsermittlung und TGA-Planung	294
18.3	Datenaustausch und softwareseitige Unterstützung	295
18.3.1	Formate zum Austausch von energierelevanten Gebäude- und Anlagendaten mittels BIM	295
18.3.2	Notwendige Definitionen	296
18.3.3	Softwareseitige Unterstützung zur Dimensionierung, Energiebedarfsermittlung und Gebäudesimulation	297
18.4	Prozesskette: Einsatz von BIM in der Energiebedarfsermittlung und Gebäudesimulation	298
18.5	Ausblick	300
	Literatur	301
19	BIM im präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz	305
	Jochen Teizer und Jürgen Melzner	
19.1	Einführung	306
19.2	Investment in den Arbeits- und Gesundheitsschutz	306
19.3	Unfallstatistiken, Schwerpunkte und Ursachen	308
19.4	Stand der Technik	309
19.5	Ziele und Beteiligung aller Projektpartner	309
19.6	Integrierter Arbeitsschutz im gesamten Projektlebenszyklus	311
19.7	Anwendungsbeispiele aus der Praxis und Forschung	312
19.7.1	Aktuelle Anwendungsthemen	313
19.7.2	Regelbasierte Kontrolle von Arbeitsschutzkriterien in Modellen	314
19.8	Zukunft von BIM im Arbeitsschutz	317
19.9	Zusammenfassung	318
	Literatur	319
20	BIM-gestützte Prüfung von Normen und Richtlinien	321
	Cornelius Preidel, Andre Borrmann und Jakob Beetz	
20.1	Einleitung	322
20.2	Herausforderungen und Anwendungen	323
20.3	Verfügbare Software	325
20.3.1	CORENET	326
20.3.2	Jotne Express Data Manager	327
20.3.3	Solibri Model Ghecker	328

20.4	Fazit und Ausblick	329
	Literatur	331
21	BIM für die Mengenermittlung	333
	Jochen Hanff und Joachim Wörter	
21.1	Modellbasierte Mengenermittlung	333
21.2	Grundlagen und Datenmodell	334
21.3	Anforderungen an digitale Gebäudemodelle	335
21.3.1	Ermittlung von Mengen mit Kennwerten	335
21.3.2	Modellierung von Leistungen als Bauteil	336
21.3.3	Bauteilunabhängige Leistungen	337
21.3.4	Anwendungen in der Baupraxis	337
21.4	Datenbank mit Leistungsbeschreibungen und Rechenregeln	338
21.5	Intelligente BauOBJekte (iBOBs)	338
21.6	Kostenermittlung (5D Planung)	339
21.7	Raum-und Projektbuch	340
21.8	Leistungsverzeichnis	341
21.9	Zusammenfassung und Ausblick	341
22	Bauwerksvermessung für BIM	343
	Jörg Blankenbach	
22.1	Übersicht	343
22.2	Koordinatensystem	345
22.3	Elektronisches Handaufmaß	347
22.4	Tachymetrie	349
22.5	Photogrammetrie	351
22.5.1	Einbildphotogrammetrie	351
22.5.2	Mehrbildphotogrammetrie	352
22.5.3	Stereophotogrammetrie	354
22.5.4	UAV-Photogrammetrie	355
22.6	Terrestrisches Laserscanning	356
22.6.1	Laserscanning in Kombination mit Photogrammetrie	359
22.7	Fazit – BIM als Herausforderung für die Bauvermessung	360
	Literatur	361
23	BIM für die industrielle Bauvorfertigung	363
	Marcus Schreyer und Christoph Pflug	
23.1	Industrielle Produktion im Bauwesen	363
23.2	Produktionsmodelle für digitale Fertigungsmethoden	365
23.3	Objektorientierte CAD-Systeme in der Produktion	366
23.4	Weiterführende Themen der industriellen Vorfertigung	368
23.5	Fazit	370
	Literatur	370

24	BIM für Bauen im Bestand	371
	Klaus Entzian und Rolf Scharmann	
24.1	Besonderheiten beim Bauen im Bestand (BiB)	371
24.2	Erstellung von Modellen	373
24.3	Modellauswertung	378
24.4	Fazit	382
	Literatur	383
25	BIM für das Facility Management	385
	Klaus Entzian	
25.1	Aufgaben, Beteiligte, Dokumente und Daten im Facility Management	386
25.2	Bauwerksmodelle für das Gebäudemanagement (GM)	388
25.3	Auswertungen für das Gebäudemanagement	392
25.4	Fazit	394
	Literatur	395
26	BIM und Sensorik im Brandschutz	397
	Uwe Rüppel, Uwe Zwinger und Michael Kreger	
26.1	Einführung	398
26.2	Indoor-Ortung	399
26.3	Indoor-Wegberechnung	402
26.4	Demonstratoren	403
26.5	Zusammenfassung und Ausblick	405
	Literatur	406
27	BIM-gestützte Produktionssysteme	407
	Jan Tulke und Dirk Schaper	
27.1	Produktionssysteme im Bauwesen	408
27.2	Produktionssystemunterstützende Softwaresysteme	409
27.3	Datenkommunikation im Projekt	410
27.4	Systemaufbau und Komponenten	412
27.4.1	Softwarebereitstellung und Datenhaltung	413
27.4.2	Webportal	414
27.4.3	Dokumentenmanagement	414
27.4.4	Mobile Geräte	414
27.4.5	3D BIM Viewer	415
27.4.6	Geoinformationssystem (GIS)	417
27.4.7	Management Dashboard und Reporterstellmig	418
27.4.8	Terminplan	418
27.4.9	Weitere Module	420
27.5	Anwendung im Bauprojekt	420
27.5.1	Nutzer und Projektphasen	420

27.5.2	Einführung im Projekt	421
27.5.3	Nutzen und Ausblick	421

Teil V Industrielle Praxis

28	BIM bei HOCHTIEF Solutions	425
	Dirk Schaper und Jan Tulke	
28.1	Historie von BIM bei HOCHTIEF Solutions	425
28.2	Von 2D zu BIM	426
28.3	Abgeschlossene und aktuelle Projektbeispiele	429
	28.3.1 Barwa Commercial Avenue, Katar	429
	28.3.2 Elbphilharmonie, Hamburg	430
28.4	Fazit, Ziele, Ausblick	436
	28.4.1 Vorteile von BIM	436
	28.4.2 Was bringt die Zukunft?	437
29	BIMbeiHENN	439
	Alar Jost, Maximilian Thumfart und Moritz Fleischmann	
	Literatur	444
30	BIM bei OBERMEYER Planen + Beraten	445
	Jakob Przybylo, Nazereh Nejatbakhsh und Martin Egger	
30.1	Technischer Hintergrund und Historie	445
30.2	Der Stellenwert von BIM aus Unternehmenssicht	447
30.3	Herausforderungen und Chancen für die Gesamtplanung	448
30.4	BIM Entwicklung	450
30.5	Projektbeispiele	454
	30.5.1 Zweite S-Bahn-Stammstrecke in München	454
	30.5.2 Al Ain Hospital, SEHA, Abu Dhabi	457
30.6	Fazit und Ziele	460
	Literatur	461
31	Modellbasiertes Planen und Bauen in der Julius Berger Gruppe	463
	Markus Rambach	
31.1	Deutsches Engineering für Nigeria	463
31.2	Grundsätze für das Modellieren	464
31.3	Vielfältige Beteiligte am Modell	465
31.4	Beispiele ausgeführter Projekte	466
	31.4.1 Planung und Bau eines Stadions	466
	31.4.2 Planung und Bau eines schlüsselfertigen Bürohochhauses	468
31.5	Ausblick	469

32	BIM bei SSF Ingenieure	471
	Dietrich Sundmacher	
32.1	Warum BIM?	471
32.2	BIM ist mehr als 3D-Konstruktion	472
32.3	Rahmenbedingungen und Rollen	473
32.4	BIM-Software bei SSF Ingenieure	474
32.5	3D-Modellierung im Hochbau	475
32.6	3D-Modellierung im Tiefbau	477
32.7	Vorteile der BIM-Planung	481
32.8	Beispielprojekt „Brücke über die B299 Sengenthal“	482
32.9	Beispielprojekt „Ausbau Bundesautobahn A3“	484
32.10	Beispielprojekt „Überflieger über die A9 am AK Neufahrn“	487
32.11	Fazit	490
33	Building Information Modeling bei Max Bögl	491
	Christoph Pflug und Marcus Schreyer	
33.1	Firmengruppe Max Bögl	491
33.2	Anwendung von BIM	492
33.3	PLM im Geschäftsbereich Windenergie	494
	33.3.1 Hybridturm Max Bögl	494
	33.3.2 Product Lifecycle Management	495
33.4	Bedeutung einer digitalen Projektabwicklung	497
34	BIM powered by PORR AG	499
	Harald Christalon und Clemens Neubauer	
34.1	BIM in der Organisation	499
34.2	Standardisierungsprozesse	500
34.3	Praxisanwendung von BIM	502
	34.3.1 BIM – Planungsprozesse am Beispiel „Monte Laa“ Wien..	502
	34.3.2 BIM-orientierter Ausführungsprozess am Beispiel „Seestadt Aspern“ Bauplatz D9, Wien	506
34.4	Fazit	509
35	BIM bei Hilti	511
	Matthias Ebnetter, Oliver Glockner und Stelios Gasnakis	
35.1	Einführung und generelle Industrie-Verbesserungspotenziale	511
35.2	BIM in der Planung	513
	35.2.1 Beispiel 1: PROFIS Anchor	513
	35.2.2 Beispiel 2: PROFIS Installation	514
	35.2.3 Beispiel 3: Hilti BIM/CAD Library	514
35.3	Von der Planung auf die Baustelle	515
35.4	Von der Baustelle zurück ins Büro	516

36	BIM bei WOLFF & MÜLLER	519
	Jorg Herre und Helmuth Pfeiffer	
36.1	Einleitung	519
36.2	BIM in der Akquisitionsphase	520
36.3	Angebotserstellung	524
36.4	Bauablaufplanung und -Simulation	525
36.5	Strukturierung der Abläufe, Tragwerksplanung und Baustellensteuerung	526
36.6	BIM auf der Baustelle	> 527
36.7	Prozess-Programm-Matrix	528
36.8	Fazit und Ausblick	528
37	BIM bei DORMA	531
	Kai Oberste-Ufer	
37.1	Einleitung	531
37.2	BIM für Produkthersteller: Motivation und Herausforderung	532
	37.2.1 Motivation	532
	37.2.2 Herausforderungen	533
37.3	Anforderungen und Konzept	535
	37.3.1 Anforderungen	535
	37.3.2 Konzept	536
37.4	Umsetzung	537
37.5	Fazit und Ausblick	538
38	BIM bei STRABAG SE	541
	Konstantinos Kessoudis, Jochen Teizer, Frank Schley, Alexander Blickle, Lynn Hiel, Nikolas Früh, Martin Biesinger, Martin Wachinger, Arnim Marx und Alexander Paulitsch	
38.1	Überblick	541
38.2	Antrieb und Motivation zur Anwendung von BIM	543
	38.2.1 Mehr als nur 3D und BIM	543
38.3	BIM-Entwicklung und Anwendung innerhalb der STRABAG SE . . .	545
	38.3.1 Ziele der 5D-Planung im Bauprozess	546
	38.3.2 5D-Roadmap: Umsetzung von 5D	546
	38.3.3 Aktuelle Anwendungsthemen	547
38.4	Anwendungsbeispiele von BIM im Projekt-Lebenszyklus	549
	38.4.1 Umsetzung von BIM in den Entwurfs-, Planungs- und Bauphasen	" 549
	38.4.2 Objektorientierte 3D-Modellierung im Tief- und Verkehrswegebau	550
	38.4.3 Mengenermittlung, Kalkulation und Terminplanung	551
	38.4.4 Von digitaler Planung zur Fabrikation	552

Inhaltsverzeichnis	XXV
38.4.5 Dokumentation des Ist-Zustands für Facility Management . .	553
Literatur	554
39 5D Initiative	555
Konstantinos Kessoudis, Jochen Teizer, Jan Lodewijks und Frank Schley	
39.1 Überblick	556
39.2 Prozessintegration durch Entwicklung spezifischer Softwarelösungen für die Bauindustrie	557
Literatur	559
Teil VI Fazit und Ausblick	
40 Fazit und Ausblick	563
Andre Borrmann, Markus König, Christian Koch und Jakob Beetz	
Autorensteckbriefe	567
Glossar	581
Sachverzeichnis	585