VDI-Buch

André Borrmann
Markus König
Christian Koch
Jakob Beetz *Hrsg.*

# Building Information Modeling

## Technologische Grundlagen und industrielle Praxis

VDI

Springer Vieweg

VDI-Buch

André Borrmann · Markus König ·
Christian Koch · Jakob Beetz
Herausgeber

# Building Information Modeling

## Technologische Grundlagen und industrielle Praxis

Springer Vieweg

*Herausgeber*

André Borrmann
Technische Universität München
München, Deutschland

Markus König
Ruhr-Universität Bochum
Bochum, Deutschland

Christian Koch
The University of Nottingham
Nottingham, Großbritannien

Jakob Beetz
Department of the Built Environment, Urban Science and Systems
Technische Universiteit Eindhoven
Eindhoven, Niederlande

ISBN 978-3-658-05605-6
DOI 10.1007/978-3-658-05606-3

ISBN 978-3-658-05606-3 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Springer Vieweg
© Springer Fachmedien Wiesbaden 2015
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

*Lektorat*: Ralf Harms, Annette Prenzer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

# Vorwort

Building Information Modeling (BIM) steht für die Idee der durchgängigen Nutzung digitaler Bauwerksmodelle für alle Bereiche des Bauwesens – angefangen bei der Planung über die Ausführung und den Betrieb bis hin zum Abriss. Diese Idee, die bereits seit den 1990er Jahren von der deutschen und internationalen Bauinformatik-Forschung propagiert und vorangetrieben wurde, findet seit einiger Zeit zunehmend Eingang in die Praxis und leitet dabei einen umfassenden Wandel der Arbeitstechniken und Arbeitsweisen im Bauwesen ein. BIM basiert auf der konsequenten Weiternutzung digitaler Daten und verspricht dadurch eine signifikante Steigerung der Produktivität bei gleichzeitiger Verringerung von Fehlern, da diese frühzeitig erkannt und behoben werden können. Wichtige Vorteile liegen in der direkten Verwendbarkeit der Modelle für unterschiedlichste Berechnungs- und Analysewerkzeuge sowie in der nahtlosen Weiternutzung der digitalen Informationen für die Bewirtschaftungsphase. Mit den heute verfügbaren leistungsfähigen und ausgereiften Softwareprodukten für das BIM-gestützte Arbeiten steht der Umsetzung der BIM-Methodik in der Baupraxis grundsätzlich nichts mehr im Wege.

Stellt man die Frage nach dem Stand des praktischen Einsatzes von BIM, lohnt sich ein Blick über den Atlantik. In den USA wird die Einführung von BIM in der Bauindustrie bereits seit Mitte der 2000er Jahre konsequent vorangetrieben. Große Teile der amerikanischen Bauindustrie setzen die BIM-gestützte Planung und Ausführung heute bereits erfolgreich um. Zudem gibt es neben dem National BIM Standard, der bereits in einer überarbeiteten zweiten Version vorliegt, eine Vielzahl lokaler Richtlinien, die die Ausgestaltung von digitalen Gebäudemodellen für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche im Detail regeln.

Vorreiter in Europa sind die skandinavischen Länder. Seit 2001 wurden in Finnland erfolgreich mehrere BIM-Pilotprojekte zur Einführung von Produktmodellen im Bauwesen durchgeführt. Auf Basis dieses Erfolges hat der Finnische Senat 2007 beschlossen, BIM in allen seinen Projekten einzusetzen. In Norwegen wurden von 2007 bis 2009 ebenfalls Pilotprojekte durchgeführt, bevor 2010 die BIM-Nutzung für bindend erklärt wurde.

Von der britischen Regierung wurde im Jahr 2011 die „UK BIM Initiative“ ins Leben gerufen. Erklärtes Ziel dieser Initiative ist es, mithilfe digitaler Technologien die britische Bauindustrie so umfassend zu modernisieren, dass ihr damit ein entscheidender Vorsprung im internationalen Wettbewerb verschafft wird. Bis zum Jahr 2016 soll BIM flächende-

ckend eingeführt und für öffentliche Bauvorhaben verbindlich vorgeschrieben werden. Der heute bereits erreichte Stand bei der Durchdringung der britischen Industrie mit BIM-Methoden zeigt den Erfolg des verfolgten Top-down-Ansatzes, der ganz maßgeblich auf Vorgaben durch die Regierung und der öffentlichen Behörden beruht.

In vielen anderen europäischen Ländern, wie beispielsweise den Benelux-Ländern, ist die Einführung von BIM-Arbeitsweisen und Standards ebenfalls bereits weit vorangeschritten. In engem Zusammenhang damit steht der Vorstoß des Europäischen Parlaments, der im Zuge der Modernisierung des Vergaberechts der EU vorsieht, künftig computergestützte Methoden wie BIM zur Vergabe von öffentlichen Bauaufträgen und Ausschreibungen einzusetzen. Die Verabschiedung der Richtlinie für das EU-Vergaberecht bedeutet, dass bis 2016 alle 28 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union die Nutzung von BIM bei der Realisierung von öffentlich finanzierten Bau- und Infrastrukturprojekten fördern sollen und diese genauer spezifizieren sowie verpflichtend anordnen können.

Auch in Deutschland werden die ersten Schritte in Richtung BIM-Einführung unternommen. Die Reformkommission Großprojekte, die im Auftrag der Bundesregierung Vorschläge für eine bessere Abwicklung von Großprojekten erarbeitet hat, empfiehlt die Nutzung von BIM, um zukünftig Großprojekte im Zeit- und Kostenrahmen zu realisieren. Dieser Sichtweise hat sich der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, Alexander Dobrindt, angeschlossen und im April 2014 seine Vision dargelegt: „Modernes Bauen heißt: Erst virtuell und dann real bauen." Um dies zu unterlegen, wurden die ersten BIM-Pilotprojekte ins Leben gerufen. Gleichzeitig haben die Gremien beim Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und beim Deutschen Institut für Normung (DIN) die Arbeit aufgenommen, um die Grundlagen für die BIM-Normierung in Deutschland zu schaffen. Diese Entwicklungen lassen eine umfassende Einführung von BIM in Deutschland für die nahe Zukunft erwarten.

Einige besonders innovative Planungsbüros und Baufirmen in Deutschland setzen BIM bereits heute erfolgreich ein. Eine ganze Reihe dieser Unternehmen ist in diesem Buch mit Beiträgen vertreten. Viele Unternehmen im deutschen Bausektor arbeiten aber nach wie vor konventionell, also auf der Basis von 2D-Plänen. Gerade diese Firmen stehen vor immensen Herausforderungen, um mit den bevorstehenden Änderungen Schritt zu halten.

Dieses Buch soll Fachleuten aus dem Bausektor einen umfassenden Einstieg in das Thema BIM ermöglichen. Hierzu werden die technologischen Grundlagen des Building Information Modeling eingehend behandelt – der Detailgrad der Darstellungen geht dabei über den vergleichbarer Publikationen bewusst hinaus. Darüber hinaus enthält das Buch umfangreiche Schilderungen zur heute bereits erreichten Umsetzung der BIM-Methodik in der Baupraxis.

Wir hoffen, mit der Herausgabe dieses Buchs einen Beitrag zur Verbreitung des Wissens über die BIM-Methodik leisten zu können.

Wir danken allen Autoren für die hervorragende Mitwirkung an diesem Buch, ohne die seine Herausgabe nicht möglich gewesen wäre. Ganz besonders möchten wir uns bei Simon Vilgertshofer bedanken, der die technische Koordination des Buchs übernommen und in hervorragender Weise umgesetzt hat.

München im Februar 2015

André Borrmann
Markus König
Christian Koch
Jakob Beetz

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| ADE | Application Domain Extension |
| AIA | American Institute of Architects |
| AMEV | Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik |
| AP | Application Protocol |
| API | Application Programming Interface |
| BC | British Code |
| BCF | BIM Collaboration Format |
| BEP | BIM Execution Plan |
| BIM | Building Infomation Modeling |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie |
| BOM | Bill of Materials |
| BPMN | Business Process Model and Notation |
| BREEAM | Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology |
| bS | BuildingSMART |
| bSDD | BuildingSMART Data Dictionary |
| BVB | Besondere Vertragsbedingungen |
| BVBS | Bundesverband Bausoftware |
| CAD | Computer-Aided Design |
| CAFM | Computer-Aided Facility Management |
| CAM | Computer-Aided Manufacturing |
| CAQM | Computer-Aided Quality Management |
| CIC | Construction Industry Council |
| CIM | Computer Integrated Manufacturing |
| CIS | CIMSteel Integration Standards |
| COBie | Construction-Operations Building Information Exchange |
| CSCW | Computer-supported collaborative work |
| DGNB | Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DMS | Document Management System |
| DSTV | Deutscher Stahlbauverband |

| | |
|---|---|
| DXF | Drawing Interchange Format |
| EBOM | Engineering Bill Of Materials |
| EnEV | Energieeinsparverordnung |
| ER | Exchange Requirement |
| ERP | Enterprise Ressource Planning |
| EU | Europäische Union |
| FM | Facility Management |
| GAEB | Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen |
| gbXML | Green Building XML |
| GIS | Geographisches Informationssystem |
| GML | Geography Markup Language |
| GTDS | Global Testing and Documentation Server |
| GUID | Globally Unique Identifier |
| HOAI | Honorarordnung für Architekten und Ingenieure |
| HVAC | Heating Ventilation Air Conditioning |
| IAI | International Alliance for Interoperability |
| ICAM | Integrated Computer Aided Manufacturing |
| IDEF | Icam DEFinition for Function Modeling |
| IFC | Industry Foundation Classes |
| IFD | International Framework for Dictionaries |
| IGES | Initial Graphics Exchange Specification |
| INSPIRE | Infrastructure for Spatial Information in the European Community |
| IPD | Integrated Project Delivery |
| ISO | International Orginization for Standardization |
| KML | Keyhole Markup Language |
| LEED | Leadership in Energy and Environmental Design |
| LoD | Level of Detail |
| LOD | Level of Development |
| LOMD | Level of Model Definition |
| MBOM | Manufacturing Bill Of Materials |
| MVD | Model View Definition |
| NBS | National Building Specification |
| OOM | Objektorientierte Modellierung |
| PDM | Product Data Management |
| PLM | Product Lifecycle Management |
| PM | Process Management |
| PPP | Public Private Partnership |
| QTO | Quantity Take-off |
| RFC | Request for change |
| RFI | Request for information |
| RFID | Radio Frequency Identification |
| SB | Space Boundary |

| | |
|---|---|
| SDAI | Standard Data Access Interface |
| SIG | Special Interest Group |
| STEP | Standard for the Exchange of Product Model Data |
| StLB | Standardleistungsbuch |
| TGA | Technische Gebäudeausrüstung |
| TGA | Technische Gebäudeausrüstung |
| UML | Unified Modeling Language |
| URL | Uniform Ressource Locator |
| VDA | Verband der deutschen Automobilindustrie |
| VDC | Virtual Design and Construction |
| VDI | Verein deutscher Ingenieure |
| VOB | Vergabeordnung Bau |
| W3C | World Wide Web Consortium |
| XDR | XML Data Reduced |
| XML | Extensible Markup Language |
| XSD | XML Schema Definition |

# Inhaltsverzeichnis


**1 Einführung** . . . . . 1
André 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
André Borrmann und Volker Berkhahn
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 Interoperabiliät**

**5 Software-Interoperabilität im Bauwesen – Hintergrund und Motivation** 77
André Borrmann und Christian Koch

**6 Industry Foundation Classes – Ein herstellerunabhängiges Datenmodell für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks** . . . . . 83
André 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 Materialen . . . 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 Defintion von Modellinhalten** . . . 129
Jakob Beetz, André 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 André Borrmann
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 André 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, André 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 Checker . . . . . 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 Reporterstellung . . . 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 BIM bei HENN** . . . 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 Ebneter, 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
Jörg 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

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
André Borrmann, Markus König, Christian Koch und Jakob Beetz

**Autorensteckbriefe** . . . . . 567

**Glossar** . . . . . 581

**Sachverzeichnis** . . . . . 585

# Die Herausgeber

**André Borrmann** André Borrmann hat Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar studiert und an der TU München im Bereich Bauinformatik promoviert. Seit 2011 leitet er den Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation an der TU München, der heute Teil des 2013 ins Leben gerufenen Leonhard Obermeyer Center of Digital Methods for the Built Environment ist. Einen der wesentlichen Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls bildet die Weiterentwicklung von Methoden und Verfahren des Building Information Modeling. Zudem führt der Lehrstuhl in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Architekturinformatik seit 2010 interdisziplinäre Lehrveranstaltungen zum Thema BIM durch. Prof. Borrmann ist als Gutachter für zahlreiche internationale Journals tätig und wurde mit mehreren internationalen Preisen für seine Forschungstätigkeit ausgezeichnet. Er wirkt in den BIM-Gremien bei VDI und DIN mit, ist stellvertretender Sprecher des Arbeitskreises Bauinformatik, dem Zusammenschluss der Bauinformatik-Lehrstühle im deutschsprachigen Raum, und Vorsitzender der European Group for Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE). Darüber hinaus ist er Geschäftsführer der BIMconsult, einem Unternehmen, das zu Fragestellungen des Building Information Modeling beratend tätig ist.

**Markus König** Markus König studierte bis 1997 Bauingenieurwesen mit der Studienrichtung Angewandte Informatik an der Universität Hannover, an der er auch 2003 mit dem Schwerpunkt computergestützte kooperative Gebäudeplanung promovierte. Zwischen 2003 und 2004 war er Gesellschafter und Projektleiter der jPartner Software GmbH & Co. KG, welche individuelle Terminplanungssoftware entwickelte. Anschließend übernahm er die Juniorprofessur „Theoretische Methoden des Projektmanagements“ an der Bauhaus-Universität Weimar. Im Jahr 2009 wurde er auf den Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen an der Ruhr-Universität Bochum berufen. Prof. König ist in zahlreiche Forschungsvorhaben rund um die Themen „Building Information Modeling“ und „Bauprozesssimulation“ eingebunden. Hierzu gehörte unter anderem das BMBF-Leitprojekt Mefisto „Management – Führung – Information – Simulation im Bauwesen“ im Rahmen des Forschungsprogramms „IKT 2020 – Softwaresysteme und Wissenstechnologien“. An der Ruhr-Universität Bochum bietet er verschiedene Lehrveranstaltungen und Schulungen zum Thema BIM an. Er ist aktuell

Sprecher des Arbeitskreises Bauinformatik, dem Zusammenschluss der Bauinformatik-Lehrstühle im deutschsprachigen Raum, und als Gutachter für zahlreiche nationale und internationale Fachzeitschriften tätig.

**Christian Koch** Christian Koch studierte bis 2004 Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar, an der er 2008 im Bereich der verteilten Bauwerksmodellierung promovierte. In 2010 war er Gastwissenschaftler am Georgia Institute of Technology in Atlanta/USA, bevor er im September 2010 als Akademischer Rat und Gruppenleiter an den Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen an die Ruhr-Universität Bochum (RUB) wechselte. Seit 2015 ist Dr. Koch als Associate Professor für Building Information Modelling an der University of Nottingham für Lehre und Forschung rund um das Thema BIM verantwortlich. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der computergestützten Modellierung, sensorbasierten Zustandserfassung und Visualisierung von Infrastrukturbauwerken. Dr. Koch ist Gutachter für zahlreiche internationale Fachzeitschriften.

**Jakob Beetz** Jakob Beetz studierte bis 2003 Architektur an der Bauhaus-Universität Weimar mit der Vertiefungsrichtung Informatik in der Architektur. 2009 wurde ihm an der Technischen Universität Eindhoven in den Niederlanden der Doktorgrad für seine Arbeiten an grundlegenden Kollaborationsmethoden im Bauwesen im Kontext des Semantischen Webs verliehen. Als Assistant Professor für den Lehrstuhl Design Systems des Department of the Built Environment ist er seit 2009 an zahlreichen internationalen Forschungs-, Entwicklungs- und Standardisierungsprojekten rund um das Thema Building Information Modeling beteiligt.

# Einführung

# 1

André Borrmann, Markus König, Christian Koch und Jakob Beetz

**Zusammenfassung**

Building Information Modeling (BIM) basiert auf der Idee einer durchgängigen Nutzung eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks – vom Entwurf, über die Planung und Ausführung bis zum Betrieb des Gebäudes. Sie geht einher mit dem Gedanken eines deutlich verbesserten Datenaustauschs und der dadurch erzielbaren Steigerung der Planungseffizienz durch Wegfall der aufwändigen und fehleranfälligen Wiedereingabe von Informationen. Dank der Verfügbarkeit von modernen Softwarewerkzeugen steht der Umsetzung dieser Vision in der Planungspraxis aus technischer Sicht heute nichts mehr im Wege. Während einzelne, besonders innovative Planungsbüros und Baufirmen BIM bereits konsequent einsetzen, steht in Deutschland die flächendeckende Einführung noch bevor. Eine maßgebliche

André Borrmann ✉
Technische Universität München, Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation, Arcisstr. 21, 80333 München, Deutschland
e-mail: andre.borrmann@tum.de

Markus König
Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, Universitätsstraße 150, 44780 Bochum, Deutschland
e-mail: koenig@inf.bi.rub.de

Christian Koch
The University of Nottingham, Department of Civil Engineering, University Park, NG7 2RD Nottingham, Großbritannien
e-mail: christian.koch@nottingham.ac.uk

Jakob Beetz
Technische Universiteit Eindhoven, Department of the Built Environment, Urban Science and Systems, P.O. Box 513, 5600 Eindhoven, Niederlande
e-mail: J.Beetz@bwk.tue.nl

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2015

A. Borrmann et al. (Hrsg.), *Building Information Modeling*, VDI-Buch,
DOI 10.1007/978-3-658-05606-3_1

Rolle kommt dabei der öffentlichen Hand zu, die in vielen anderen Ländern die Nutzung von BIM in der Bauplanung bereits verbindlich vorgeschrieben hat.

## 1.1 Building Information Modeling – Warum?

Die Digitalisierung hat im vergangenen Jahrzehnt weite Bereiche der Wirtschaft erfasst und für einen immensen Zugewinn an Produktivität in den unterschiedlichsten Industriesektoren gesorgt. Zwar werden auch im Bauwesen für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Gebäuden digitale Werkzeuge eingesetzt, der Grad der Weiternutzung einmal erzeugter digitaler Informationen bleibt jedoch weit hinter dem anderer Branchen zurück. Viel zu häufig gehen wertvolle Informationen infolge der vorherrschenden Informationsübermittlung durch gedruckte Baupläne oder nur eingeschränkt weiterverwendbare Digitalformate verloren. Derartige Informationsbrüche treten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf: angefangen bei den verschiedenen Phasen der Planung, über die Ausführung und die lange Phase der Bewirtschaftung bis hin zum Um- bzw. Rückbau des Bauwerks.

Die Planung und Realisierung von Bauwerken ist ein komplexer Vorgang mit einer Vielzahl von Beteiligten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen. Für das Gelingen eines Bauvorhabens sind eine kontinuierliche Abstimmung und ein intensiver Informationsaustausch erforderlich. Dieser Informationsaustausch basiert heute zu einem überwiegenden Teil auf dem Austausch von technischen Zeichnungen, die Gebäudeinformationen vor allem in grafischer Form von Schnitten, Grundrissen und Detailzeichnungen wiedergeben. Die eingesetzten Softwareprodukte zum Erstellen derartiger Zeichnungen imitieren dabei die Jahrhunderte alte Arbeitsweise mit dem Zeichenbrett.

Strichzeichnungen können aber in der Regel nicht vom Computer interpretiert, d. h. die darin enthaltenen Informationen können zum großen Teil nicht automatisiert erschlossen und verarbeitet werden. Dadurch bleibt das große Potenzial, das die Informationstechnologie zur Unterstützung der Projektabwicklung und Bewirtschaftung bietet, so gut wie ungenutzt. Eines der schwerwiegendsten Probleme liegt darin, dass die Konsistenz der verschiedenen technischen Zeichnungen heute häufig nur manuell geprüft werden kann. Daraus ergibt sich eine massive Fehlerquelle, vor allem angesichts der Tatsache, dass die Gebäudeinformationen über eine Vielzahl von Plänen verstreut vorliegen und diese von unterschiedlichen Fachplanern erstellt werden. Besonders bei auftretenden Änderungen – die heute i. d. R. mithilfe einer „Umwolkung“ im betreffenden Plan gekennzeichnet werden – können sich schnell Unstimmigkeiten und Fehler ergeben, die häufig erst während der Bauausführung entdeckt werden und dann zu enormen Folgekosten führen.

Eine weitere signifikante Einschränkung infolge der mangelnden Informationstiefe der Baupläne besteht darin, dass Gebäudeinformationen für Simulationen, Analysen und Berechnungen nicht auf direktem Wege übernommen, sondern in den entsprechenden Softwarewerkzeugen erneut eingegeben werden müssen. Ebenso problematisch ist die Übergabe von Bauplänen an den Bauherrn nach der Fertigstellung des Gebäudes: Dieser muss

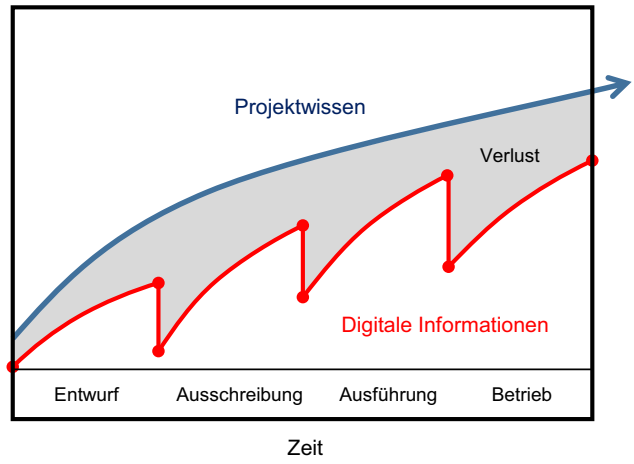


**Abb. 1.1** Informationsverlust durch Brüche im Informationsfluss

mit viel Aufwand die notwendigen Informationen für den Betrieb des Gebäudes extrahieren und in ein Facility-Management-System überführen. Bei allen genannten Übergabepunkten gehen bereits vorliegende digitale Informationen wieder verloren (Abb. 1.1).

Die Idee des Building Information Modeling setzt genau hier an. Durch die BIM-Methode bestehen viel tiefgreifender Möglichkeiten zur Computerunterstützung bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, da Bauwerksinformationen nicht in Zeichnungen abgelegt, sondern in Form eines umfassenden digitalen Bauwerksmodells erstellt, vorgehalten und weitergegeben werden. Die Koordination der Planung, die Anbindung von Simulationen, die Steuerung des Bauablaufs und die Übergabe von Gebäudeinformationen an den Betreiber kann dadurch deutlich verbessert werden. Durch den Wegfall von Neueingaben und der konsequenten Weiternutzung digitaler Informationen werden aufwendige und fehleranfällige Arbeiten vermieden und ein Zuwachs an Produktivität und Qualität erzielt.

Andere Industriezweige wie beispielsweise die Automobilindustrie setzen schon länger auf eine durchgängige modellgestützte Produktentwicklung und -fertigung und konnten dadurch erhebliche Effizienzgewinne erzielen (Heindorf 2010). Dabei ist allerdings zu beachten, dass das Bauwesen anderen, zum Teil sehr schwierigen Randbedingungen unterworfen ist: Die Prozess- und Wertschöpfungskette liegt beispielsweise nicht in der Hand eines einzelnen Unternehmens, sondern ist über eine Vielzahl von Unternehmen (Architekturbüros, Fachplaner, Baufirmen) verteilt. Die Zusammenarbeit dieser Unternehmen wird i. d. R. immer für einzelne Bauvorhaben und nicht über längere Zeiträume hinweg vereinbart. Diese Randbedingungen führen dazu, dass vielfältige Schnittstellen zwischen verschiedenen Unternehmen existieren, an denen digitale Informationen übergeben werden müssen. Da eine zentrale Steuerung des Informationsflusses nicht gegeben ist, kommt im Bauwesen dem Kunden, also dem Bauherren, eine besondere Rolle zu. Er muss die Nutzung von BIM fordern, definieren und überwachen.

## 1.2 Building Information Modeling – Was?

Unter einem Building Information Model (BIM) versteht man ein umfassendes digitales Abbild eines Bauwerks mit großer Informationstiefe. Dazu gehören neben der dreidimensionalen Geometrie der Bauteile vor allem auch nicht-geometrische Zusatzinformationen wie Typinformationen, technische Eigenschaften oder Kosten. Der Begriff Building Information Modeling beschreibt entsprechend den Vorgang zur Erschaffung, Änderung und Verwaltung eines solchen digitalen Bauwerkmodells mithilfe entsprechender Softwarewerkzeuge.

Im erweiterten Sinne wird dieser Begriff jedoch auch verwendet, um damit die Nutzung dieses digitalen Modells über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks hinweg zu beschreiben – also von der Planung, über die Ausführung bis zur Bewirtschaftung und schließlich zum Rückbau (Abb. 1.2). Vor allem hierin liegt das enorme Potenzial der BIM-Technologie: Wenn über die einzelnen Phasen hinaus Daten konsequent weitergenutzt werden, kann die bislang übliche aufwendige und fehleranfällige Wiedereingabe von Informationen auf ein Minimum reduziert werden.

Im US-amerikanischen National Building Information Modeling Standard wird BIM wie folgt definiert (NIBS 2012): „Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared

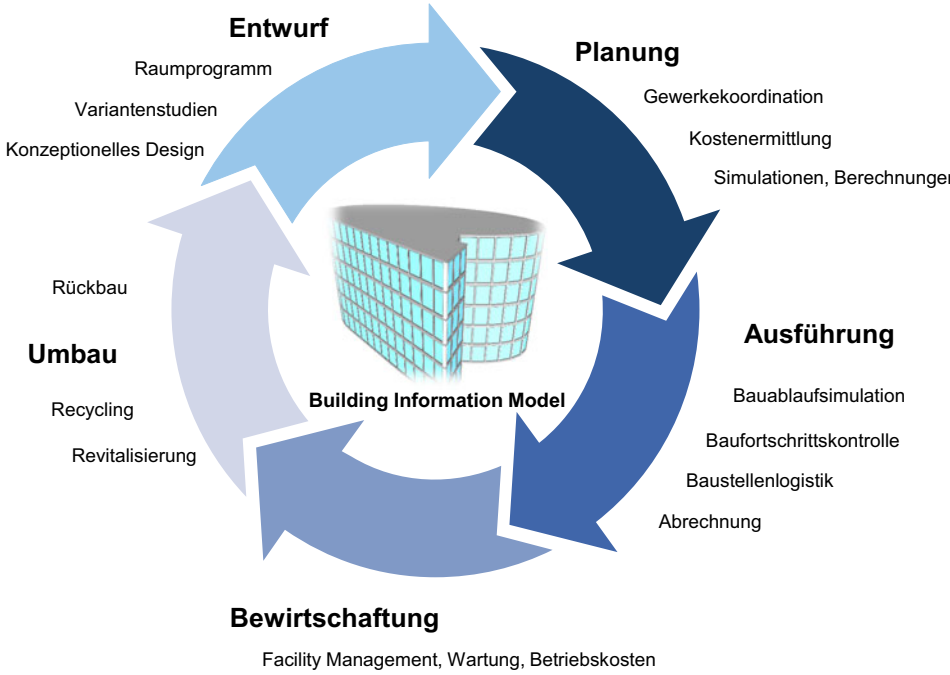


**Abb. 1.2** Building Information Modeling beruht auf der durchgängigen Nutzung und verlustfreien Weitergabe eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus

knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition. A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder."

Das BIM-Konzept ist nicht neu. In der Tat wurden bereits in den 1970er-Jahren die ersten Forschungsarbeiten zum Aufbau und zum Einsatz virtueller Gebäudemodelle veröffentlicht (Eastman et al. 1974). Der Begriff Building Information Modeling wurde das erste Mal 1992 in einem Paper der Wissenschaftler van Needervan und Tolman (1992) verwendet. Eine weite Verbreitung erlangte der Begriff jedoch erst nach seiner Verwendung durch die Firma Autodesk in einem White Paper im Jahr 2003 (Autodesk 2003). Mittlerweile stehen äußerst leistungsfähige Softwarewerkzeuge zur Verfügung, sodass die zunächst nur theoretisch entwickelten Konzepte heute Eingang in die industrielle Praxis gefunden haben.

Augenfälligstes Merkmal eines Building Information Model ist die dreidimensionale Modellierung des Bauwerks, die das Ableiten von konsistenten 2D-Plänen für Grundrisse und Schnitte ermöglicht. Wesentlich ist aber, dass BIM-Entwurfswerkzeuge im Unterschied zu reinen 3D-Modellierern einen Katalog mit bauspezifischen Objekten anbieten, der vordefinierte Bauteile wie Wände, Stützen, Fenster, Türen etc. beinhaltet. Diese Bauteilobjekte kombinieren die meist parametrisierte 3D-Geometriedarstellung mit weiteren beschreibenden Merkmalen und definierten Beziehungen zu anderen Bauteilen. Die Arbeit mit diesen Bauteilen ist unter anderem deshalb notwendig, damit später Pläne aus dem BIM abgeleitet werden können, die den geltenden Vorschriften und Normen entsprechen. Daneben erlaubt die bauteilorientierte Modellierung eines Bauwerks vor allem auch die unmittelbare Anwendung unterschiedlichster Analyse- und Simulationswerkzeuge.

**BIM im Planungsprozess**

Mit der Umsetzung der BIM-Methodik ergibt sich bereits für den Planungsprozess eine Vielzahl von Vorteilen. Alle technischen Zeichnungen, einschließlich der verschiedenen Ansichten, Grundrisse und Schnitte werden direkt aus dem Modell abgeleitet und sind damit automatisch untereinander widerspruchsfrei. Es können Kollisionskontrollen zwischen den Teilmodellen der verschiedenen Gewerke durchgeführt werden, um auf diese Weise Konflikte frühzeitig zu erkennen. Des Weiteren können verschiedene Berechnungs- und Simulationsprogramme angeschlossen werden, die eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise zur Gebäudegeometrie direkt aus dem Modell übernehmen. Dazu gehören statische Nachweise ebenso wie Wärmebedarfsberechnungen, Evakuierungssimulationen und Beleuchtungsanalysen. Durch die enorme Informationstiefe, die ein Building Information Model bietet, kann der überwiegende Teil der benötigten Eingangsinformationen direkt aus dem Modell abgeleitet werden. Zum Teil kann das Modell zudem auf Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften, Normen und Richtlinien geprüft werden. Und schließlich erlaubt das BIM-Modell eine äußert präzise Mengenermittlung, was die Grundlage für eine zuverlässige Kostenschätzung bildet und darüber hinaus das Erstellen des Leistungsverzeichnisses für die Ausschreibung erheblich beschleunigt.