



Technische Universität Darmstadt

Institut für Numerische Methoden  
und Informatik im Bauwesen

Manuel Kitzlinger

Integration von BIM in das Brandschutzingenieurwesen  
als digitales Leistungsmodell Brandschutz

---

# Integration von BIM in das Brandschutzingenieurwesen als digitales Leistungsmodell Brandschutz

---

**Integration of BIM into Fire Safety Engineering as digital fire safety performance model**

Zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

Genehmigte Dissertation von Dipl.-Ing. Manuel Kitzlinger aus Freudenstadt

Tag der Einreichung: 14.08.2021, Tag der Prüfung: 28.10.2021

1. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel
  2. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange
- Darmstadt – D 17



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachbereich Bau- und  
Umweltingenieurwissen-  
schaften

Institut für Numerische  
Methoden und Informatik im  
Bauwesen

Integration von BIM in das Brandschutzingenieurwesen als digitales Leistungsmodell  
Brandschutz  
Integration of BIM into Fire Safety Engineering as digital fire safety performance model

Genehmigte Dissertation von Dipl.-Ing. Manuel Kitzlinger

1. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel
2. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange

Tag der Einreichung: 14.08.2021

Tag der Prüfung: 28.10.2021

Darmstadt – D 17

Berichte des Instituts für Numerische Methoden  
und Informatik im Bauwesen

Band 1/2022

**Manuel Kitzlinger**

**Integration von BIM in das  
Brandschutzingenieurwesen als digitales  
Leistungsmodell Brandschutz**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag  
Düren 2022

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2021

Copyright Shaker Verlag 2022

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8388-0

ISSN 1860-9430

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Meiner Frau und unseren Kindern.



---

# Vorwort und Dank

---

Diese Arbeit entstand aus der Erfahrung meiner Tätigkeit als Brandschutzingenieur in der Abteilung Ingenieurmethoden und Entrauchungstechnik bei Halfkann + Kirchner PartGmbB während meiner Elternzeit. Neben der Projektarbeit bin ich dort seit Anfang 2018 als BIM-Fachkoordinator mit der Einführung der BIM-Methode bei Halfkann + Kirchner befasst. In diesem Zusammenhang habe ich mich besonders in den Vereinen VIB e.V., VDI e.V. und buildingSMART e.V. in Arbeitskreisen und Fachgruppen zum Thema BIM und Brandschutz engagiert und maßgeblich mitgearbeitet. Diese Tätigkeit werde ich auch nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit weiter fortführen. Vor dem Eintritt bei Halfkann + Kirchner war ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel am Institut für numerische Methoden und Informatik im Bauwesen an der TU Darmstadt tätig. Die Erfahrung aus dieser Zeit hat zur Erfüllung der mir übertragenen Aufgabe wesentlich beigetragen. Während meiner Tätigkeit bei Halfkann + Kirchner habe ich auch Gelegenheit mich für die Weiterentwicklung der Brandschutzingenieurmethoden in Vereinen und Verbänden sowie bei der Normung beim DIN e.V. einzusetzen.

Das Brandschutzingenieurwesen zeichnet sich durch eine besondere Vielfältigkeit aus, die für eine Risikobeurteilung erforderlich ist. Bei der tiefen Auseinandersetzung mit Risiko im Sinne von gesellschaftlicher Risikoakzeptanz, aber auch in der Betrachtung von individuellem Schicksal, muss erkannt werden, dass Brandschutz nicht ausschließlich eine technische Disziplin ist, sondern auch soziale und gesellschaftliche Aspekte umfasst. Risikobeurteilungen können von Menschen (und somit auch von Ingenieuren oder anderen Berufsgruppen) ausnahmslos subjektiv erfolgen. Daher trägt der Experte durch seine informierte und erfahrene Beurteilung eine besondere Verantwortung, die ihn zum gewissenhaften Einsatz seiner Expertise gegenüber der Gesellschaft verpflichtet. Besonders in dieser Zeit ist es daher wichtig zu betonen, dass Sicherheit fast immer eine Einschränkung von Nutzen bzw. Freiheit bedeutet (wie das in der Einleitung beschriebene Dilemma zeigt) und zudem ein Luxusgut ist. In unserer sozialen und demokratischen Grundordnung wird dieser Luxus jedoch in dem Maße zur Pflicht, in dem er uns wirtschaftlich zugemutet werden kann.

Für die Unterstützung und die Gelegenheit zu dieser Arbeit bedanke ich mich bei Herrn Prof. Uwe Rüppel und besonders bei Herrn Udo Kirchner. Weiterer Dank gilt ebenso seinen Partnern Herr Wendorf und Herr Muhm sowie meinen Arbeitskollegen im Ingenieurbüro Halfkann + Kirchner. Besonders bedanken möchte ich mich bei Andreas Müller, Stephan Derkowski und Herrn Dr.-Ing. Jürgen Wiese. Weiterer Dank gilt Herrn Sebastian Hock, Herrn Christian Woters, Herrn Ole Matthiesen, Herrn Paul Hellmich, Frau Janna Walter und Herrn Tobias Mehl, deren

---

Abschlussarbeiten wichtige Informationsquellen waren und mir Gedankenanstöße lieferten, sowie den vielen Mitstreitern in den oben genannten Arbeitskreisen. Nicht zuletzt möchte ich auch Herrn Andreas Plum und Herrn Paul Teske ebenso wie Herrn Ole Matthiesen für die vertrauensvolle Zusammenarbeit im VIB e.V. danken.

Meinem Vater danke ich für seine Unterstützung und meinem Bruder verdanke ich den vertieften Einblick in die rechtliche Sicht auf das Bauen.

Die vorliegende Arbeit wäre nicht entstanden, wenn meine liebe Frau mich nicht immer wieder daran erinnert und dazu aufgefordert hätte, das mir zumutbare zu leisten. Dafür und für ihre aufgebrachte Geduld bin ich besonders dankbar. Unsere Kinder bitte ich um Verständnis.

*»Perfektion ist nicht dann erreicht,  
wenn es nichts mehr hinzuzufügen gibt,  
sondern wenn man nichts mehr weglassen kann.«  
Saint-Exupéry*

Wenn man nichts mehr weglassen kann,  
besteht bestenfalls eine Wahl,  
nicht jedoch die Freiheit des Verzichts.

---

# Zusammenfassung

---

In der Bauplanung weist der vorbeugende bauliche Brandschutz zahlreiche Schnittstellen zu anderen Planungsdisziplinen auf. Die Brandschutzplanung wird in einem Brandschutzkonzept als Bauvorlage dargestellt. Die Erarbeitung einer Brandschutzplanung erfolgt für die Mehrzahl der Gebäude auf Grundlage bauordnungsrechtlicher Vorschriften unter Kompensation einzelner Abweichungen mit besonderen brandschutztechnischen Maßnahmen. Bei wesentlichen Abweichungen wird eine schutzzielorientierte Brandschutzplanung unter Anwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes erforderlich.

Mit der Digitalisierung der Planungsprozesse durch Einführung der BIM-Methode sollen effizientere Planungsabläufe in der Bauplanung umgesetzt werden. Die Integration der Planungsabläufe mit BIM in die Brandschutzplanung und das Brandschutzingenieurwesen erfordern eine einheitliche Modellvorstellung der Leistungen von Brandschutzingenieuren im Bauprozess.

In der vorliegenden Arbeit werden die aktuellen Leistungen und Informationsflüsse in der Brandschutzplanung analysiert und strukturiert. Es wird aufgezeigt, dass die Integration der digitalen Planungsprozesse in das Brandschutzingenieurwesen ein eigenes Fachmodell Brandschutz auf Grundlage der geplanten Räume erfordert. Die entwickelte Modellvorstellung wird in die Verwaltungs- und Geschäftsabläufe von Ingenieurbüros als digitales Leistungsmodell Brandschutz integriert. Schließlich wird eine mögliche informationstechnische Umgebung zur Umsetzung des digitalen Leistungsmodells vorgeschlagen.



---

# Abstract

---

Fire protection and fire safety engineering has numerous intersections with other disciplines in construction planning. Fire safety measures are presented in a fire safety concept as a construction document. Fire protection planning is conducted for the majority of buildings on the basis of building regulations, compensating for individual deviations with special fire safety measures. In the case of significant deviations, performance-based fire safety engineering using fire simulation methods is often required.

With the digitalisation of planning processes by implementing the BIM method, more efficient planning processes are achieved in construction planning. The integration of planning processes with BIM in fire safety engineering requires a uniform view on the conception and services of fire safety engineers in the construction process.

In this paper, the current services and information flows in fire safety engineering are analysed and structured. It is shown that the integration of digital planning processes into fire safety engineering requires a separate specialist domain model of fire safety based on the planned rooms and spaces. The developed model conception is integrated into the administrative and business processes of engineering offices as a digital service model fire protection. Finally, a possible information technology environment for implementing the digital performance model is proposed.



---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort und Dank</b>	<b>v</b>
<b>Inhalt</b>	<b>ix</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xiii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xvi</b>
<b>Glossar</b>	<b>xix</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Motivation . . . . .	2
1.2. Zielsetzung . . . . .	3
1.3. Überblick über diese Arbeit . . . . .	3
<b>2. Brandschutz im Bauwesen</b>	<b>5</b>
2.1. Einbettung des Bauens und Planens in die Wirtschaft . . . . .	5
2.1.1. Wertschöpfungskette Bauen . . . . .	5
2.1.2. Rechtliche Grundlagen und Baurecht in Deutschland . . . . .	7
2.1.3. Planungsablauf der Gebäudeplanung . . . . .	10
2.2. Leistungsbild Brandschutz in der Planung und Bauüberwachung . . . . .	13
2.2.1. Brandschutzplanung zur Baugenehmigung . . . . .	14
2.2.2. Beratungsleistung von Brandschutzingenieuren in der Ausführungsplanung	19
2.2.3. Überwachungsleistungen und Fachbauleitung Brandschutz . . . . .	22
2.3. Brandschutzingenieurwesen . . . . .	24
2.3.1. Qualitative Entwurfsanalyse . . . . .	28
2.3.2. Schutzzielkonkretisierung und funktionale Anforderungen . . . . .	30
2.3.3. Nachweisführung . . . . .	31
2.3.4. Dokumentation der Nachweisführung . . . . .	34
2.4. Fazit . . . . .	36
<b>3. Digitalisierung und BIM in der Bauwirtschaft</b>	<b>37</b>
3.1. Digitalisierung in Unternehmen . . . . .	37
3.1.1. Nutzen der Digitalisierung in Büro und Verwaltung . . . . .	38
3.1.2. Digitale Kommunikation . . . . .	42

3.1.3.	Risiken und Probleme der Digitalisierung . . . . .	44
3.1.4.	Strategien zur Lösung und Begegnung von Risiken . . . . .	46
3.1.5.	Transformation zu digitalen Prozessen . . . . .	47
3.2.	Digitalisierung von Bauprojekten mit BIM . . . . .	49
3.2.1.	Organisation des Planungsablaufs (AIA und BAP) . . . . .	50
3.2.2.	Rollen in BIM . . . . .	53
3.2.3.	Software und Tools zur modellbezogenen Arbeitsweise . . . . .	54
3.2.4.	Reifegrade und Anwendungsformen von BIM . . . . .	55
3.2.5.	Datenmodell IFC (Industry Foundation Classes) . . . . .	57
3.3.	Modellbasierte Zusammenarbeit . . . . .	62
3.3.1.	Teilmodelle und Fachmodelle . . . . .	64
3.3.2.	Digitaler und Modellbasierter Bauantrag . . . . .	65
3.3.3.	Datenaustausch und integrierte Projektplattformen (Common Data Environments) . . . . .	67
3.4.	Erkenntnisse zur digitalen Integration datenzentrischer Projektzusammenarbeit im Unternehmen . . . . .	68
<b>4.</b>	<b>Analyse und Strukturierung der Fachinformationen Brandschutz</b>	<b>73</b>
4.1.	Zuordnung von Brandschutzleistungen zu BIM–Anwendungsfällen . . . . .	75
4.2.	Betrachtungsgegenstände und Modellansätze für die Brandschutzplanung . . . . .	76
4.2.1.	Informationen im Brandschutzkonzept bzw. Brandschnachweis als Bauvorlage . . . . .	77
4.2.2.	Strukturierte Fachinformationen aus Forschungsansätzen . . . . .	79
4.2.3.	Brandschutzinformationen nach Muster-AIA VIB e.V. . . . .	81
4.2.4.	Analyse der Betrachtungsgegenstände bei der Brandschutzplanung . . . . .	82
4.3.	Betrachtungsgegenstände bei der Anwendung von Brandschutzingenieurmethoden und Simulation . . . . .	85
4.3.1.	Brandszenarien für das Brandschutzingenieurwesen . . . . .	86
4.3.2.	Industriebau und DIN 18230 . . . . .	87
4.3.3.	Heißbemessung mit Naturbränden . . . . .	90
4.3.4.	Simulation der Rauchausbreitung und Rauchableitung . . . . .	91
4.3.5.	Räumungssimulationen . . . . .	92
4.3.6.	Stand der Wissenschaft im Brandschutzingenieurwesen . . . . .	94
4.4.	Betrachtungsgegenstände in der produktbezogenen Planungsphase und der Bauüberwachung . . . . .	94
4.4.1.	Informationen in der produktbezogenen Planungsphase . . . . .	94
4.4.2.	Informationen in der Bauüberwachung . . . . .	95
4.5.	Erfordernis einer raumbezogenen Modellvorstellung Brandschutz . . . . .	97
4.5.1.	Mögliche Eingangsinformation für raumbezogene Modelle . . . . .	98
<b>5.</b>	<b>Digitales Leistungsmodell Brandschutz</b>	<b>101</b>
5.1.	Anforderungen an die modellbasierte Zusammenarbeit . . . . .	101
5.1.1.	Struktur zur modellbasierten Zusammenarbeit . . . . .	102

5.1.2.	Einbindung in die modellbasierte Planung und erforderliche Darstellung des Gebäudemodells . . . . .	103
5.2.	Definition und Einbindung des digitalen Leistungsmodells . . . . .	107
5.2.1.	Definition von Leistungseinheiten . . . . .	110
5.2.2.	Einbindung in die modellbasierte Zusammenarbeit . . . . .	115
5.2.3.	Informationstechnische Komponenten des digitalen Leistungsmodells . . . . .	117
5.2.4.	Modelldatenbank als Basis für das Leistungsmodell . . . . .	120
5.2.5.	Brandschutzingenieurmethoden mit BIM . . . . .	121
5.3.	Fachmodell Brandschutz . . . . .	123
5.3.1.	Raumbezogene Modellvorstellung . . . . .	123
5.3.2.	Elemente und Systeme der Brandschutzplanung . . . . .	125
5.3.3.	Erweiterung zur Anwendung von Brandschutzingenieurmethoden . . . . .	127
5.3.4.	Anbindung des Fachmodells an OpenBIM . . . . .	129
<b>6.</b>	<b>Digitales Leistungsmodell Brandschutz: Exemplarische Implementierung ausgewählter Bereiche in Praxisprojekten</b>	<b>133</b>
6.1.	Revit als Modellierungstool . . . . .	133
6.1.1.	Grundlagen der Modellstruktur in Revit . . . . .	134
6.1.2.	Darstellung von Raumobjekten . . . . .	134
6.1.3.	Brandschutzplanung mit Revit . . . . .	136
6.1.4.	Brandschutz-Toolkit für Revit . . . . .	140
6.1.5.	Analyse der Topologie von Räumen . . . . .	142
6.1.6.	Fazit zu Revit als Modellierungstool . . . . .	145
6.2.	Beispiel für die modellbasierte Bearbeitung in frühen Phasen . . . . .	145
6.3.	Beispiel für die modellbasierte Berechnung zur Heißbemessung . . . . .	148
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>153</b>
7.1.	Zusammenfassung . . . . .	153
7.2.	Ausblick . . . . .	154
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>157</b>
	<b>Anhänge</b>	<b>167</b>
A.	Inhalte brandschutztechnischer Bauvorlagen nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften . . . . .	168
A.1.	Musterbauvorlagenverordnung . . . . .	168
A.2.	Anlage zu VwV Brandschutzprüfung, Baden-Württemberg . . . . .	169
A.3.	Bauvorlagenerlass, Hessen . . . . .	172
A.4.	Verordnung über bautechnische Prüfungen, Nordrhein-Westfalen . . . . .	174
A.5.	Bauvorlagenverordnung, Saarland . . . . .	175
B.	Quellcodeauszüge aus implementiertem Eurocode-Tool . . . . .	178
B.1.	Informationsabfrage aus dem Bauwerksmodell . . . . .	178
B.2.	Klassen zur Berechnung der Temperaturzeitkurve . . . . .	178