

DIGITALE PLANUNG UND BIM IM BRANDSCHUTZ - MEHRWERT UND AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN

V. Langner¹ und M. Siemon²

¹Gruner GmbH Wien, Wien, Österreich

²Gruner AG, Basel, Schweiz

KURZFASSUNG

Dieser Beitrag befasst sich mit brandschutzrelevanten Abläufen einer BIM-basierten Planung und gibt anhand von konkreten Projektbeispielen einen Einblick in den aktuellen Stand der Anwendungspraxis.

Konkret werden die Anwendungsmöglichkeiten der BIM-basierten Planung aus Sicht eines Brandschützers dargestellt. Für ein besseres Verständnis werden die Projekte sowie der Planungsablauf zuerst kurz erläutert. Daraufhin wird der BIM-spezifische Beitrag in der Brandschutzplanung beschrieben. Hier wird sowohl auf typische alltägliche Fragestellungen des Brandschutzes als auch auf komplexe Simulationsmethoden eingegangen.

Am Ende des Beitrags erfolgt ein Ausblick in die Zukunft, wie aus Sicht des Brandschutzplaners die weitere Entwicklung bis hin zur modellbasierten Qualitätssicherung auf der Baustelle aussehen könnte.

ABSTRACT

This article deals with fire protection relevant processes of a BIM-based planning and gives an insight into the current state of application practice based on actual project examples.

In detail, the application of BIM-based planning is given from the perspective of a fire protection engineer. For a better understanding, the projects and the planning process are first briefly explained. The BIM-specific contribution in fire protection planning is then described. Here, typical everyday questions of fire protection as well as complex simulation methods are dealt with.

At the end of the article there is a forecasting outlook into the future, from the fire protection planner's point of view, the further development up to model-based quality assurance on the construction site could look like.

AUSGANGSLAGE

In den letzten Jahren ist auch die Bauwirtschaft verstärkt von der digitalen Planung durchdrungen worden. Besonders die mit dem Begriff Building

Information Modeling (BIM) zusammengefassten Methoden gewinnen zunehmend an Bedeutung und werden mittlerweile in konkreten Projekten angewandt. Auch die Brandschutzplanung erfährt durch die Nutzung von BIM konkrete Vorteile für den Bauherrn.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Planung wird bei der Planung mit BIM ein digitales Abbild des geplanten oder bestehenden Gebäudes erstellt. Alle Bauwerksinformationen sind hierbei in einer referenzierten Datenbank enthalten, wodurch sich in allen Projektphasen ganz neue Möglichkeiten für Optimierungen ergeben. Diese betreffen sowohl die alltäglichen Herausforderungen des Brandschutzes als auch die Verknüpfung mit komplexen Simulationsmethoden wie Brand- oder Evakuierungsberechnungen.

Dabei werden immer anspruchsvollere Simulationsmethoden herangezogen, um den Bedürfnissen einer offenen und modernen Architektur, auch in der Brandschutzplanung gerecht zu werden. Bei der Brandschutzplanung mit Hilfe von sogenannten Ingenieurmethoden (z.B. Brand- oder Evakuierungssimulationen) ist es möglich, die Einhaltung der Schutzziele des Brandschutzes bei grossvolumigen und komplexen Brandabschnitten oder besonderen Fluchtwegsituationen nachzuweisen. Auch bei Bestandsgebäuden sind bei Abweichungen, nicht selten erst auf Basis moderner Simulationsmethoden, verhältnismässige Lösungen möglich.

Das einbeziehen von BIM führt dazu, dass der Modellierungsaufwand und damit die Kosten für die numerischen Simulationsmodelle (sowohl Brandsimulation als auch Heissbemessung) sinken. Die weit über die dreidimensionale Planung und Kollisionsprüfung hinausgehenden Möglichkeiten von BIM, wie die umfangreiche Definition von Klassen und Attributen, bietet auch für die Ingenieurmethoden im Brandschutz ein hohes Potential an Steigerung von Qualität und Effizienz. Die dafür notwendigen Schnittstellen zwischen der jeweiligen Software sind allerdings noch nicht immer vorhanden.

Die bisher konventionelle Planung basiert im Wesentlichen auf 2D-Plänen mit abstrakten

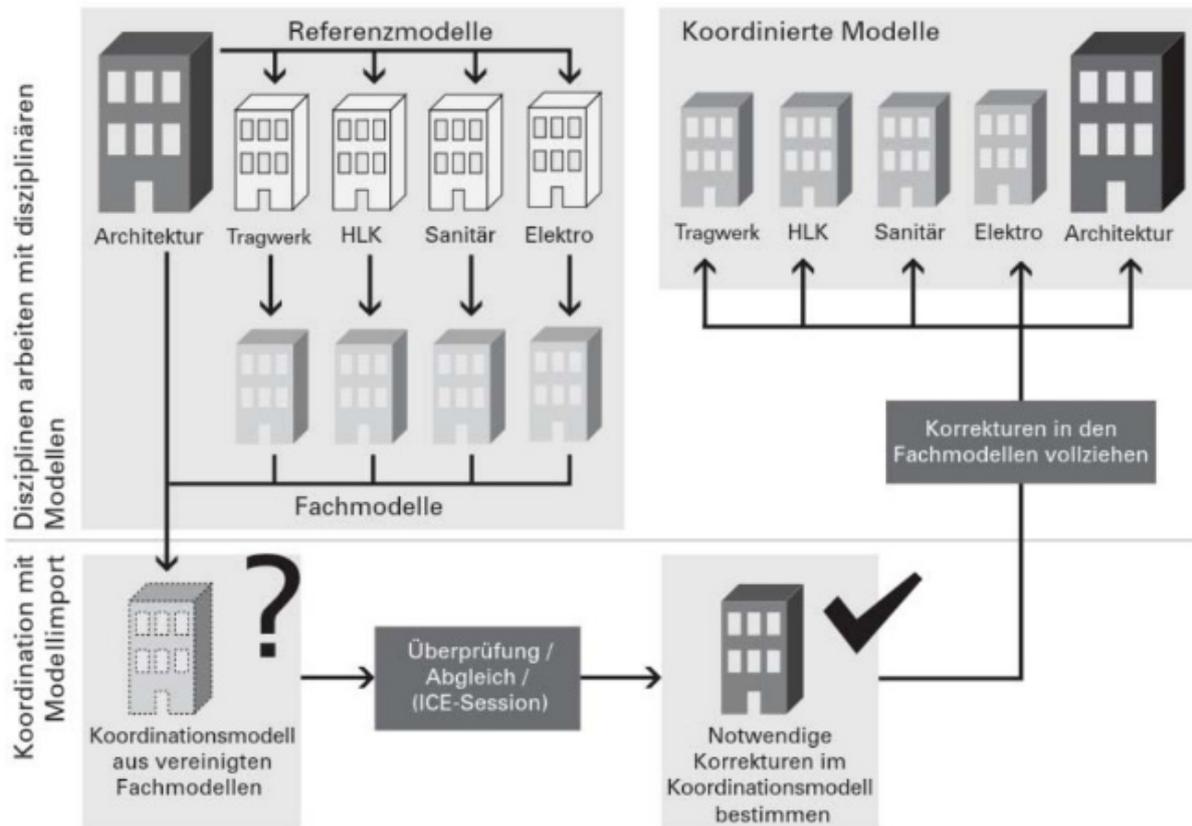


Abbildung 1: Verfahren der BIM-Modellkoordination beispielhaft anhand des Hochbaus (SIA 2051, 2017: S.28).

Elementen (z. B. farbigen Linien, welche die verschiedenen Feuerwiderstandsklassen repräsentieren).

Diese Planungsart bietet nur sehr begrenzte Möglichkeiten einer maschinellen Auswertung wie z. B. eine regelbasierte Prüfung, automatisierte Bauteilliste etc.

Bei BIM-basierter Planung wird ein digitales Abbild des Gebäudes geschaffen, in dem neben einer rein geometrischen 3D-Darstellung auch Informationen hinterlegt sind. So können beispielsweise erforderliche Feuerwiderstandsklassen als Attribut direkt den relevanten Bauteilen zugewiesen werden.

Durch die Verknüpfung der 3D-Darstellung mit einer Informationsdatenbank wird eine maschinelle Verwertbarkeit des Modells ermöglicht, sodass u.a. regelbasierte Prüfungen (z. B. Kollisionsprüfungen der einzelnen Fachplanungen) durchgeführt werden können.

BIM-basierte Planung kann somit eine konsistente Planung aller Beteiligten fördern und trägt dazu bei, dass Planungsfehler frühzeitig erkannt und behoben werden können (Leibich et al., 2001).

FACHPLANERMODELLE UND WORKFLOW

BIM-Planungsprozess

Ziel der Anwendung von BIM-Methoden im Planungsprozess von Hochbauprojekten ist die Förderung einer konsistenten Planung zwischen den jeweiligen Fachdisziplinen. Dies soll durch eine objektorientierte Arbeitsweise gewährleistet werden. So kann eine einfache Tür im BIM-Modell eine Vielzahl an Attributen und Eigenschaften besitzen, welche phasengerecht von den jeweiligen Planern erarbeitet werden.

Die konkrete Abbildung der Eigenschaften ist in der Praxis komplex und erfordert einen hohen Grad an Modellkoordination. So können geometrische Informationen direkt im Modell enthalten sein (z. B. die Abmessungen einer Tür, andere wiederum als Objektattribut beschrieben werden (Dicke einer Brandschutzbekleidung). Zusätzlich haben die Fachdisziplinen unterschiedliche Anforderungen an ihre Modelle.

Aus diesem Grund entscheiden eine zielgerichtete Modellkoordination und Organisation des Planungsprozesses darüber, ob die Vorteile einer BIM-Planung auch aktiviert werden können.

In Abbildung 1 ist der Planungsprozess mit Hilfe von Referenz- und Fachmodellen beispielhaft dargestellt (SIA 2051, 2017: S.28).

Brandschutzplanung

Die Brandschutzplanung unterscheidet sich von anderen Planungsdisziplinen wie z. B. der Tragwerksplanung oder der Planung der technischen Gebäudeausrüstung in der Abgeschlossenheit der eigenen Planungsleistung. Während einige Planungsdisziplinen eine abgeschlossene Planungsleistung mit Klärung der Schnittstellen zu anderen Planungsdisziplinen zum Ziel haben, liefert die Brandschutzplanung in der Regel die objektspezifischen Anforderungen und Auslegungsstandards, die durch andere Planungsdisziplinen umzusetzen sind. So wird die Anforderung nach einer feuerbeständigen Trennwand im Architekturmodell als Brandschutzqualität definiert und ist vom Tragwerksplaner in der Ausführungsplanung zu berücksichtigen. Die Anforderung an eine Brandmeldeanlage, z. B. an die Brandmeldezentrale oder den Funktionserhalt der Leitungsführung, findet die Umsetzung im Modell für die technische Gebäudeausrüstung.

Zentraler Bestandteil der Brandschutzplanung und wichtige Bauvorlage im Genehmigungsprozess ist das Brandschutzkonzept. Darin sind die ermittelten einschlägigen Rechtsgrundlagen und die wesentlichen baurechtlichen Anforderungen der brandschutztechnischen Planung ebenso enthalten

wie die planerischen Zielvorstellungen und eventuell beanspruchte Abweichungen von baurechtlichen Vorschriften.

Die objektspezifischen Brandschutzanforderungen werden entsprechend dem Planfortschritt mehr und mehr konkretisiert. Abweichungen von baurechtlichen Vorgaben und ggf. die Forderung einer anlagentechnische Einrichtungen (z. B. Brandmeldeanlagen) als Kompensationsmaßnahme werden dargestellt und begründet.

Grundlagen zur Organisation von BIM-Projekten für Brandschutzleistungen und die Integration der Brandschutzplanung in ein BIM-Projekt werden unter anderem vom «Verein zur Förderung von Ingenieurmethoden im Brandschutz» (VIB) in einem Arbeitskreis erarbeitet.

Die Planungstiefe (LOD, *Level of Design*) in Abhängigkeit des Planungsfortschritts ist in Abbildung 2 für die Leistungsphasen der deutschen HOAI bzw. dem AHO Heft Nr. 17 dargestellt, welches die besondere Leistung der Brandschutzplanung als Empfehlung regelt.

Workflow

Die Visualisierung des Brandschutzkonzeptes mit Hilfe von Brandschutzplänen erfolgt ergänzend zum textlichen Teil und stellt die baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen planerisch dar.



Abbildung 2: Detaillierungsgrad der Brandschutz-Informationen des BIM-Modells in Abhängigkeit der Leistungsphase (Plum und Teske, 2020).

Während die Visualisierung des Brandschutzkonzeptes über BIM abgebildet werden kann, ist das Brandschutzkonzept auch weiterhin unabhängig vom Gebäudemodell als Bauvorlage zu erstellen.

Digitales Projekt

Als Grundlage für die Brandschutzplanung mit BIM dient das *Digitale Projekt*, welches als «Gesamtmodell» die Fachmodelle der jeweiligen Fachplaner vereint. Das Digitale Modell wird vom BIM-Gesamtkoordinator, oftmals der Architekt, verwaltet. Es wird zu Beginn der Planung im nativen Format (z. B. .rvt bei Revit) oder im IFC-Format an die Fachplaner übergeben, für die das Digitale Projekt die Grundlage für das jeweilige Fachmodell darstellt.

Brandschutzmodell

Das übergebene digitale Projekt wird kopiert und durch den Brandschutzplaner weiterbearbeitet. Dieser vergibt die projektspezifisch abgestimmten Attribute und erstellt Issues für den Fall, dass Planungsänderungen (z. B. zusätzliche Türen) erforderlich sind. Der Brandschutzplaner nimmt selber keine Änderungen am Gebäudemodell vor, er vergibt ausschließlich Informationen.

Die zu vergebenden Attribute müssen mit den anderen Fachplanern abgestimmt sein bzw. vom BIM-Koordinator vorgegeben werden. Hier ist es sinnvoll, z. B. mit Hilfe von Auftraggeber-Informationsanforderungen, Anforderungen an Attribute, Detaillierungsgrad und Format der auszutauschenden Dateien zu regeln (siehe z. B. [VIB, 2020] für die BIM Muster – AIA des VIB).

Weitergehend erstellt der Brandschutzplaner Farbfilter und fügt eigene Familien (z. B. Rettungswegpfeile) in das Modell ein, um am Ende Brandschutzpläne sowie ggf. weitere erforderlichen Pläne aus dem BIM-Modell zu generieren.

Das Modell mit den Farbfiltern und den eigenen Familien stellt das «Anforderungsmodell Brandschutz» dar, wohingegen das ausschließlich um Parameter angereicherter Architekturmodell als «Basismodell Brandschutz» bezeichnet wird.

Modellaustausch

Die Modellsynchronisation der Fachmodelle mit dem digitalen Projekt erfolgt in regelmäßigen Zyklen. Im Vorfeld der Planung sind diese Zyklen klar zu definieren.

Dabei übergibt der Brandschutzplaner dem BIM-Gesamtkoordinator das aktuelle Brandschutzmodell (Anforderungs- oder Basismodell Brandschutz). Weitergehend besteht die Möglichkeit die Brandschutzparameter als Textdatei mit Bezug auf die Bauteil-ID, ohne komplettes Gebäudemodell, zu übergeben. Der Gesamtkoordinator kann bei Bedarf die vom Brandschutzplaner definierten Brandschutzparameter in ihr Modell überführen.

Ebenso übergibt der BIM-Gesamtkoordinator dem Brandschutzplaner bei der Modellsynchronisation das aktuelle digitale Projekt, welches wiederum die aktuellen Informationen der anderen Fachplanermodelle enthält. Der Brandschutzplaner überträgt seine bisherigen Parameter, Farbfilter und Familien in das aktuelle digitale Projekt und plant mit diesem weiter. Um diesen Workflow zu optimieren sollten Elemente

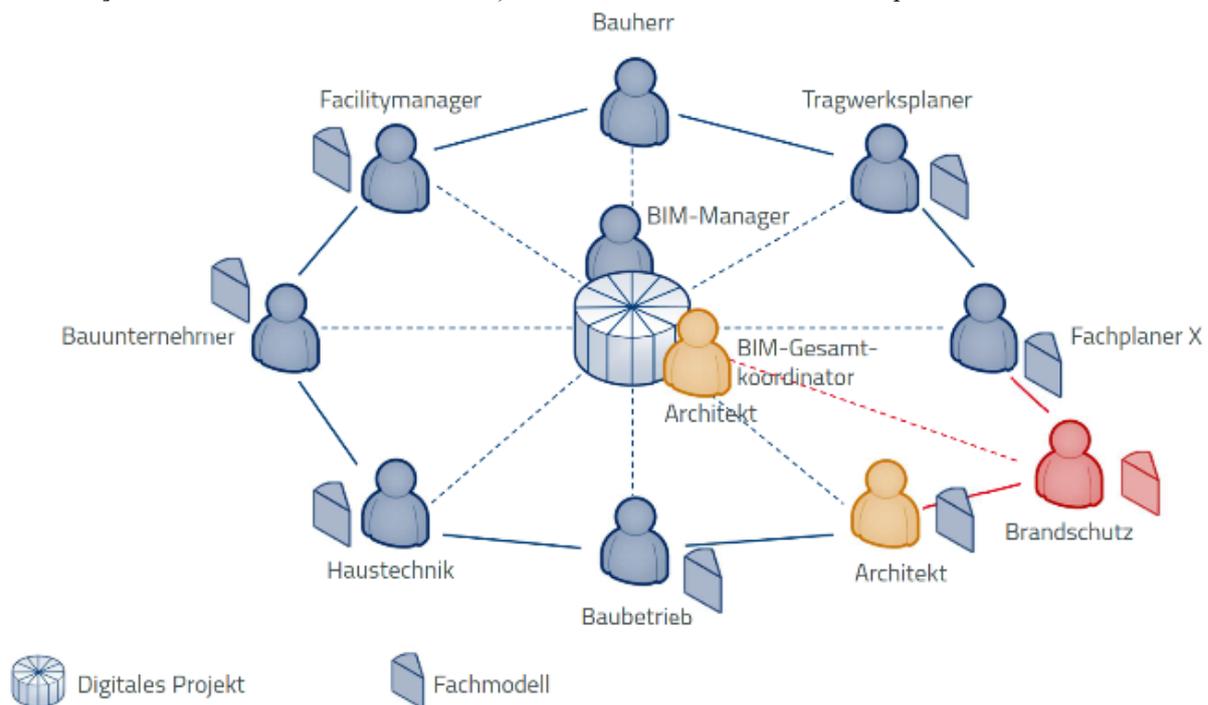


Abbildung 3: Workflow BIM Planung (Plum und Teske, 2020).

seitens der Architektur möglichst nicht gelöscht und neu erstellt, sondern ausschließlich verändert werden, da die automatisierte Übertragung der Brandschutzparameter anhand der GUID / UUID erfolgt.

Im Vorfeld der Planung ist zu definieren, welche Informationen wie, wann und durch wen in das BIM-Modell integriert werden.

Zur Unterstützung der schnellen Abstimmung interdisziplinärer Inhalte findet das BIM Collaboration Format - kurz BCF - Anwendung. Es ist plattformunabhängig und unterstützt damit den BIG Open BIM Gedanken.

Die Koordination während des Planungsprozesses sollte auf Grundlage des BIM-Modells durchgeführt werden. Hierfür sollte eine Koordination über BCF eingesetzt werden, sodass Issues erstellt und den relevanten Personen zugewiesen werden können und eine Dokumentation des Austausches und der Koordination auf einem zentralen Server erfolgt.

Der beschriebene Workflow ist in Abbildung 3 grafisch dargestellt.

Genehmigungsprozess

Nach Abschluss der Genehmigungsplanung (LP 4 in Deutschland bzw. SIA Phase 32 in der Schweiz) werden die Informationen des Fachmodells Brandschutz sowie die dazugehörige externe Dokumentation, wie das Brandschutzkonzept, eingereicht. Durch die Modellsynchronisation wird dabei der aktuelle Planungsstand aller beteiligten berücksichtigt.

BIM IN DER BRANDSCHUTZPLANUNG

Anhand von ausgewählten Projekten wird nachstehend die praktische Umsetzung von BIM in der Brandschutzplanung erläutert. In vorliegendem Artikel wird dabei neben der «klassischen» konzeptionellen Brandschutzplanung auf die Themen Brandsimulationen und Heißbemessung eingegangen.

Erarbeitung von Brandschutzplänen im BIM-Projekt

Für das Neubauprojekt GRID, BaseLink in Allschwil (Schweiz) des Architekten Herzog & de Meuron (Bauherr Senn Resources AG) wurden Brandschutzpläne auf Basis des BIM-Modells erstellt. Der Gebäudekomplex GRID hat eine Grundfläche von 10.600 m² und eine Höhe von ca. 21 m. Es besteht aus 5 Ober- und einem Untergeschoss und wird als Gewerbe-, Büro- und Laborflächen genutzt (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Neubauprojekt GRID, BaseLink

Bei der Erstellung der Brandschutzdokumentation kam folgende Software zum Einsatz:

- Autodesk Revit
- Solibri Viewer & Modell Checker
- Autodesk Glue360
- Revizto.

Grundsätzlich stellt sich bei der Erstellung von Brandschutzplänen aus Revit die Frage, welche Information auf dem Brandschutzplan dargestellt werden muss und wie diese Darstellung umgesetzt wird. Eine 1:1-Umsetzung klassischer Brandschutzpläne ist nicht möglich, denn bei einem BIM-Modell liegen die Geometrieinformationen dreidimensional vor. Ein Grundriss eines Brandschutzmodells wird als Horizontalschnitt durch ein solches 3D-Modell erstellt.

Wie einleitend beschrieben legt die Brandschutzplanung eine Vielzahl von Anforderungen fest (z. B. den Feuerwiderstand einer Wand, die Qualität einer Tür oder die Brennbarkeit von eingesetzten Materialien). Eine konkrete Planung, z. B. der fraglichen Wand, ist aber durch andere Fachdisziplinen, im Fall der Wand durch Architektur und Tragwerksplaner, zu leisten.

Ein weiteres Beispiel ist die Anforderungen an die Ausführung einer Sicherheitsbeleuchtung im als Flucht- und Rettungsweg genutzten Treppenraum. Der Brandschutzplan enthält hier ein Zeichen, welches die Anforderung darstellt (vgl. Abbildung 5). Wird nun ein Horizontalschnitt erstellt und das Zeichen liegt nicht in der Schnittkoordinate, taucht es nicht im Plan auf.

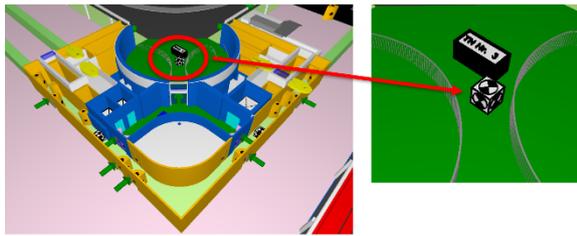


Abbildung 5: Beispiel für die dreidimensionale Darstellung der Anforderung an die Ausführung einer Sicherheitsbeleuchtung im Treppenraum

Auch die Darstellung von Türen erfordert eine andere Arbeitsweise. Je nach Anforderung müssen Türen auf einem Brandschutzplan anders dargestellt werden als im BIM Modell. So muss die Aufschlagsrichtung, die Bauteilqualität, Dichtigkeit bzw. Selbstschließung, eine mögliche Ansteuerung über die Brandfallsteuerung sowie allfällige Anforderungen an die Fluchtwegtauglichkeit dargestellt werden.

Bezüglich der Definition der Brandschutzparameter im BIM Modell verhält es sich wie folgt:

Die grafische Darstellung dient primär der Erstellung eines Brandschutzplans, der «klassisch» zur Baugenehmigung eingereicht wird. Die Definition der Attribute und deren Belegung mit konkreten Werten dient hingegen allen Planern im Sinne einer BIM-Planung. Eine solche Festlegung von Attributen mit Wertebereichen und weiteren Information ist am Beispiel von Türen mit Brandschutzanforderungen in Abbildung 7 dargestellt.

Parametrische Planung und Automatisierung

Die Potentiale der BIM-basierten Planung sind besonders bei einfachen Arbeitsschritten groß. So können anhand der festgelegten Attribute auf Grundlage von als Skripte umgesetzte Anforderungen des Brandschutzes berücksichtigt werden.

Wird beispielsweise eine Tür in eine brandabschnittsbildende Wand eingesetzt, erhält diese automatisch die entsprechenden Brandschutzanforderungen. Die brandabschnittsbildende Wand selbst kann wiederum auch durch ein Skript erzeugt werden, wenn die angrenzenden Räume z. B. die Attribute «Nutzung» und «horizontaler Fluchtweg / notwendiger Flur», besitzen.

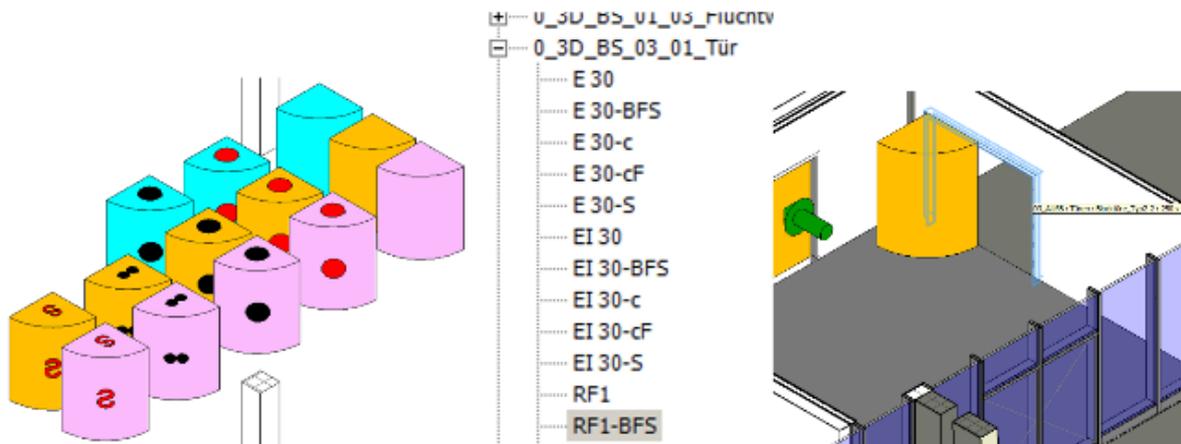


Abbildung 6: Darstellung von Türen im 3D-BIM-Modell

Element: Tür							Relevant in LOD					Verantwortlicher
Attribut	Bedeutung	Datentyp	Maßeinheit	Wertebereich	100	200	300	400	500			
BS_Tür_Brand	Feuerwiderstand	Label	-	fi / hfi / fb		X	X	X	X	BS-Planer		
BS_Tür_Rauch	Rauchdichtigkeit	Label	-	d / rd			X	X	X	BS-Planer		
BS_Tür_Schließ	Selbstschließfunktion	Boolean	-	I / O			X	X	X	BS-Planer		
BS_Tür_Breite	lichte Breite	PositivLength Measure	m	> 0,00 m		X	X	X	X	HV: Architekt NV: BS-Planer		

Abbildung 7: Ausschnitt von Attributen und Wertebereichen eines Objekts Tür im Fachmodell Brandschutz

Ingenieurmethoden im Brandschutz

Neben der klassischen Brandschutzplanung kommen vermehrt Ingenieurmethoden zum Einsatz, z. B. Brand- und Evakuierungssimulationen. Mit Hilfe dieser Methoden kann die Einhaltung der Schutzziele des Brandschutzes auch bei Abweichungen von den präskriptiven Vorschriften nachgewiesen werden. Der Einsatz von Ingenieurmethoden ist in der Regel mit einem erhöhten Aufwand und damit erhöhten Kosten verbunden, da oftmals ein 3D-Modell aufgebaut werden muss.

Im BIM-Planungsprozess dagegen liegt bereits ein solches Modell vor, welches über mittlerweile vorhandene Import-Schnittstellen in die jeweilige Software importiert werden kann. Auch wenn hier in der Regel Nacharbeiten erforderlich sind, kann hier bei komplexen Projekten ein Zeitgewinn gegenüber dem klassischen Planungsprozess erzielt werden.

Beispiele für eine Brandsimulation komplexer Strukturen auf Basis einer CFD-Simulation und einem BIM-Modell zeigen die Abbildung 8 und Abbildung 9.



Abbildung 8: Brandsimulation eines Nutzungseinheit in einer Turmstruktur auf Basis eines BIM-Modells

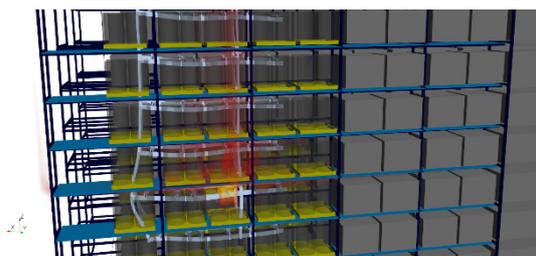


Abbildung 9: Brandsimulation eines Hochregallagers auf Basis eines BIM-Modells

Auch Evakuierungssimulationen können auf Basis von BIM-Modellen effizient durchgeführt werden, wie in *Abbildung* gezeigt.



Abbildung 10: Beispiel einer Evakuierungssimulation auf Basis eines BIM-Modells

Wie bei der konventionellen Brandschutzplanung liegt neben den dreidimensional vorhandenen geometrischen Informationen ein großes Potential in den vielen weiteren Informationen des BIM-Modells. So ist es aktuell seitens der Software umsetzbar, z. B. einer als Stahlbetonwand attribuierten Wand die thermischen Materialeigenschaften der EN 1992-1-2 zuzuordnen und automatisch dem CFD-Modell als Materialeigenschaft zuzuweisen.

AUSBLICK

Im Bereich der digitalen Planung findet derzeit eine rasante Entwicklung statt. Aktuell werden in konkreten BIM-Projekten allerdings nur Teile der vorhandenen Möglichkeiten genutzt. Ein Grund ist die hohe Komplexität und die Notwendigkeit, bereits in einer frühen Phase der Planung einen hohen Aufwand bei dem Aufsetzen der Strukturen des digitalen Modells zu investieren.

Zusätzlich werden etablierte und tradierte Fachdisziplinen, so auch der Brandschutz, über das gemeinsame digitale Modell gezwungen, neue und ungewohnte Arbeitsweisen und Prozesse anzuwenden.

Auch die Vielzahl an bestehender Software, welche nach und nach um Funktionen der BIM-Planung erweitert wird, erhöht aufgrund von proprietären und inkompatiblen Dateiformaten die Komplexität und Fehlerquelle im Planungsprozess.

Insgesamt überwiegen aber die Vorteile deutlich, sodass sich folgende Gebiete der Brandschutzplanung in Entwicklung bzw. Einsatz mit BIM-Planungsprozess befinden:

- *Brandfallsteuerungsmatrix*: Generierung der Brandfallsteuerungsmatrix direkt aus dem BIM-Modell.
- *Zonierungspläne*: Generierung von Zonierungsplänen direkt aus dem BIM Modell.
- *Ingenieurmethoden*: Verbesserung beim Import der Modelle zur Verwendung von Ingenieurmethoden.
- *Baustellenkontrolle*: Dank BIM to field hat man auf der Baustelle alle Pläne digital auf dem Tablet zur Verfügung.

LITERATUR

Leibich, T., Schweer, C.-S., Wernik, S. 2001. Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung,

Schlussbericht, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung (BBR), Deutschland.

SIA 2051. 2017. Schweizer Ingenieur- und Architektenverein. „ - Building Information Modeling (BIM) - Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode.“. Schweizer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich, Schweiz.

Plum, A., Teske, P. 2020: Digitalisierte Brandschutzplanung mit der BIM-Methode. Vortrag Fire Safety Engineering 2020, Düsseldorf, Deutschland.

VIB. 2020. BIM Muster - AIA Einbindung der Brandschutzplanung in den Gesamtplanungsprozess mit Building Information Modelling. Verein zur Förderung der Ingenieurmethoden im Brandschutz. Stuttgart, Deutschland