

## Hygrothermische Bauteilsimulation im Umfeld von Bauwerksinformationsmodellen (BIM)

**Tobias Schöner, Sebastian Bögl**

### Hintergrund

Die Digitalisierung des Bauprozesses ist einer der wichtigsten Faktoren zur Steigerung der Produktivität des Wirtschaftssektors Bau [1]. Bei der Planung von Neubauten gewinnt daher der Einsatz von Bauwerksinformationsmodellen (BIM) zunehmend an Bedeutung. Hierbei wird während des Planungsprozesses ein »digitaler Zwilling« des Gebäudes aufgebaut und für die Planung genutzt.

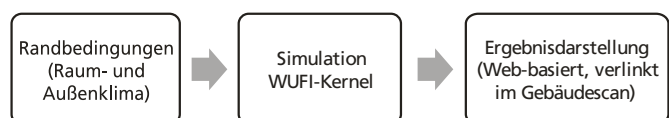
### Problemstellung

Bauphysikalische Simulationsmodelle sind in einem digitalen Gebäudezwilling häufig schwer zu implementieren, was auf den deutlich abweichenden Detaillierungsgrad und Informationsbedarf zurückzuführen ist. Ein Mehrwert von BIM ist, dass das Gebäudemodell auch im späteren Gebäudebetrieb genutzt werden kann. Für diesen Anwendungsfall besteht die Herausforderung darin, niedrighwellige Zugangsmöglichkeiten zu schaffen. Darüber hinaus erfordern bauphysikalische Simulationsmodelle wegen der hohen Informationsdichte im Echtzeitbetrieb nach wie vor hohe Rechenkapazitäten.

### Lösungsansatz

Im Projekt »BIMProBe« [2] entwickelte ein interdisziplinäres Team aus Gebäudebetreibern, Planern, Bauphysikern, Vermessungsingenieuren sowie BIM-Dienstleistern [3] eine Prozesskette für Bestandsgebäude. Der Fokus lag dabei auf einem vollständig digitalen Workflow, erprobten Schnittstellen und der Anwendung der einzelnen Lösungsbausteine im Gebäudebetrieb.

Im Bereich der Bauphysik wurde eine hygrothermische Bauteilsimulation in Echtzeit für den potenziellen Schadensfall einer schimmelfälligen Innenoberfläche als Dienstleistungsbaustein identifiziert und implementiert. Hierzu wurde die Simulation mit der Gebäudeleittechnik (GLT) sowie dem ebenfalls im Projekt erstellten 3D-Gebäudescan als Visualisierungsinstanz verknüpft (siehe Bild 1). Als Simulationswerkzeuge kamen WUFI® Pro [4] und WUFI® Plus zum Einsatz.



*Bild 1: Einbindung der hygrothermischen Simulation in die digitale Prozesskette.*

Durch die Entkopplung der Simulation von der Messtechnik einerseits und der Visualisierung andererseits wird die notwendige Rechenleistung auf die jeweiligen Systeme verteilt. Im Projekt wurden folgende drei mögliche Messdatenquellen auf ihre Anwendbarkeit hin getestet:

- Gebäudeleittechnik
- dezentrale Datenlogger mit lokaler Speicherung
- dezentrale Datenerfassung mit Cloud-Speicher.

Die Messdaten bildeten die Randbedingungen des hygrothermischen Simulationsmodells. Der betrachtete Bauteilquerschnitt wurde aus dem mehrzonalen hygrothermischen Gebäudesimulationsmodell übernommen, das zur Übersicht in Bild 2 dargestellt ist.

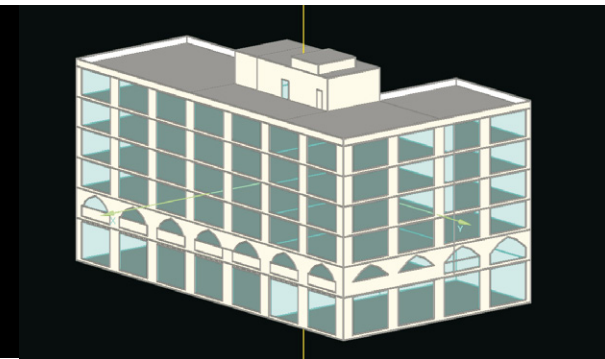


Bild 2: Hygrothermisches Simulationsmodell des Bestandsgebäudes.

Im nächsten Schritt erfolgte die hygrothermische Bauteilsimulation eines kritischen Querschnitts. Die daraus resultierenden Ergebnisse, einschließlich der Bewertung des Schimmelrisikos nach LIM-Kurven (LIM: Lowest Isoleth of Mould) [5], wurden in einem Web-Interface visualisiert, exemplarisch in Bild 3 dargestellt.

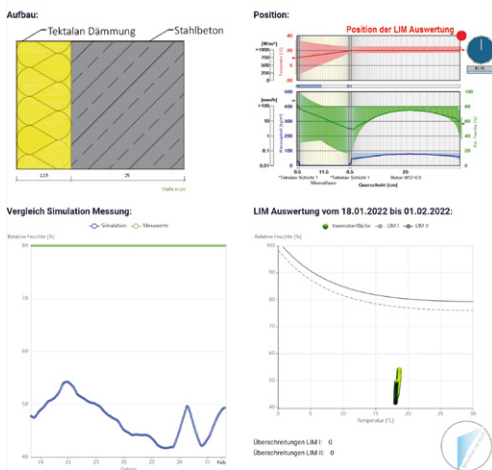


Bild 3: Web Visualisierung der Simulationsergebnisse.

Um den Zugang möglichst niederschwellig zu halten, wurde die Visualisierung über einen Point-of-Interest (POI) in den erstellten Gebäudescan integriert. Bei dem Gebäudescan handelt es sich um eine Kombination aus Bildern und einer 3D-Punktwolke, die einen virtuellen Rundgang im Gebäude mittels Browser oder Virtual-Reality-Brille ermöglicht. Der POI kann dabei an der realen Position angebracht werden und erlaubt somit die Weiterleitung zur Web-Visualisierung (Bild 4).

### Zusammenfassung

Zielstellung des Projekts war, einen vollständig digitalen Workflow mit möglichst

niedrigschwelligem Zugang zu erreichen. Durch die Verwendung von Messdaten aus der GLT und geometrischen Bauteilinformationen aus den digitalen Planungsunterlagen bzw. aus dem hygrothermischen Gebäudesimulationsmodell war dies für die Randbedingungen der Bauteilsimulation zu realisieren. Die Identifikation der für den Betreiber relevanten Position erfolgte in Abstimmung mit dem Facility Management und Bauphysikern. Das Simulationsmodell sowie die Bewertung des exemplarischen Schadensmechanismus (Schimmel) wurden ebenfalls digital in der Simulationssoftware WUFI® erstellt. Abschließend war über die Web-Visualisierung und die Einbindung dieser Oberfläche in den 3D-Gebäudescan ein nutzerfreundlicher Zugang zu den digitalen Berechnungsergebnissen realisierbar. Das Forschungsprojekt zeigte, dass das konventionelle Leistungsbild der hygrothermischen Bauteilsimulation mit einigen Anpassungen auch in der BIM-Umgebung erfolgreich angewandt werden kann.

### Forschungsbedarf

Während des Forschungsprojekts ergaben sich weiterführende Fragestellungen. Für die Erstellung der Bauteil- und Gebäudesimulationsmodelle, basierend auf Planungsmodellen im Industry Foundation Classes (IFC)-Format stellte eine einheitliche Model-View-Definition (MVD) eine deutliche Vereinfachung dar. Mit Hilfe einer MVD kann der Informationsbedarf angepasst und damit den speziellen Anforderungen der Bauphysik Rechnung getragen werden. Die Erstellung des Simulationsmodells aus digitalen oder analogen Plandaten ist jedoch zeitaufwendig, da selbst digital Planungsmodelle für die Anforderungen der bauphysikalischen Simulation erst angepasst werden müssen. Zukünftig könnte die Ableitung der Kubatur aus 3D-Scandaten wie in [6] exemplarisch aufgezeigt, diesen Aufwand verringern, zumal der 3D-Scan ohnehin für die Visualisierung der Ergebnisdaten eingesetzt wird. Soll der Datenaustausch mit der GLT im laufenden Betrieb in Echtzeit erfolgen, so müssen noch Lösungen für Verbindungsabbrüche und den Umgang mit Messfehlern bzw. Messausfällen gefunden werden.

Das Vorhaben wurde unterstützt vom IUK-Förderprogramm des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie; Förderkennzeichen IUK 637/005.



Bild 4: Implementierung des POI im Gebäudescan.

### Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
info@ibp.fraunhofer.de  
www.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen  
Fraunhoferstraße 10  
83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0

### Literatur

- [1] Borrmann; A., et al: Building Information Modeling, Springer Vieweg, 2015, ISBN 978-3-658-05606-3.
- [2] BIMProBe – Interdisziplinäre Entwicklung einer Prozesskette zur Digitalisierung von Bestandsgebäuden; Forschungsprojekt IUK 6387/005; Laufzeit: 2020–2022.
- [3] BIM2FM Collaboration Group – Industriekonsortium für den innovativen Gebäudebetrieb und IoT; <https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/praxis/bim2fm-collaboration-group-industriekonsortium-fuer-den-innovativen-gebäudebetrieb-und-iot/>; abgerufen am 1.2.22.
- [4] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation, Uni Stuttgart, 1994.
- [5] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation, Uni Stuttgart, 2001.
- [6] Feldmann, L.; Von der 3D-Punktwolke zur hygrothermischen Gebäudesimulation – Entwicklung eines exemplarischen Workflows am Beispiel des Edo-Wiemken-Denkmal in Jever; 2020.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Abbildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung.