

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner

Abschlussbericht FM-001/2023/230

Abschlussbericht EEHB 2020 – 4. internationale Ta- gung Energy Efficiency in Historic Buildings @ Be- nediktbeuern

Durchgeführt im Auftrag
Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU
Frau Fuhrmann
An d. Bornau 2
49090 Osnabrück

Der Bericht umfasst
43 Seiten Text
5 Bilder
1 Tabelle

Prof. Dr. Ralf Kilian
Caroline Gietz

Holzkirchen, 22. März 2023

Abteilungsleiter

Gruppenleiter

Bearbeiter

Prof. Dr.-Ing.
Gunnar Grün

Prof. Dr.
Ralf Kilian

Christine Milch

Inhalt

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Kurzfassung des Projektes | 4 |
| 2 | Aktuelle Problemstellung und Stand des Wissens und der Technik | 5 |
| 2.1 | Stand des Wissens und der Technik in der 3D-Digitalisierung | 7 |
| 2.2 | Stand des Wissens und der Technik energetische / hydrothermische Simulation | 8 |
| 2.3 | Schnittstelle 3D-Digitalisierung und Simulation | 9 |
| 3 | Eigene Vorarbeiten und bisherige Aktivitäten auf dem Gebiet | 11 |
| 4 | Gegenstand und Ziele des Projekts | 13 |
| 4.1 | Themencluster und Ablauf des Workshops | 13 |
| 4.2 | Eingesetzte 3D-Technologien und Software | 15 |
| 4.3 | Vorarbeiten und konzeptionelle Vorbereitung des Workshops | 16 |
| 4.4 | Verbreitung der Ergebnisse | 16 |
| 5 | Beitrag zur Umweltentlastung | 17 |
| 6 | Modellcharakter des vorgesehenen Lösungswegs | 17 |
| 7 | Innovativer Charakter des Projektes | 17 |
| 8 | Maßnahmen zur Lösung des Umweltproblems | 18 |
| 9 | Koordination und assoziierte Partner | 18 |
| 9.1 | Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) | 18 |
| 9.2 | Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Planen und Bauen | 18 |
| 9.3 | Assoziierte Partner für die Durchführung des Workshops | 19 |
| 9.4 | CIPA | 19 |
| 9.5 | Universität Bamberg und Hochschule Coburg | 19 |
| 9.6 | BBRI | 20 |
| 10 | Ergebnisse des Projektes | 20 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 10.1 | Wissensvermittlung: Demonstratoren Konzept | 20 |
| 10.2 | Verlängerung des Projektes | 21 |
| 10.3 | Maßnahmen zum Ausgleich der Verzögerung | 21 |
| 10.4 | Tagungsbericht | 23 |
| 10.5 | Ergebnisse des Workshops | 23 |
| 10.6 | Ablauf der Umsetzung von Tagung und Workshop | 26 |
| A.1 | Program Overview | 27 |
| A.2 | Call for abstracts: The forth International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings | 28 |
| A.3 | Agenda Pre-Workshop »Recording historic buildings using digital workflows« | 29 |
| A.4 | Minutes of the meeting - Pre- Workshop »Recording historic buildings using digital workflows« | 31 |
| A.5 | Detailed Workshop Programme | 34 |
| A.6 | Verschiebung der Tagung | 36 |
| A.6.1 | Veröffentlichtes Schreiben zur 1. Verschiebung der Tagung | 36 |
| A.6.2 | Veröffentlichtes Schreiben zur 2. Verschiebung der Tagung | 37 |
| A.7 | Venue | 39 |
| A.8 | Rückblick - Die Geschichte der Tagung Energy Efficiency in Historic Buildings | 40 |

1 Kurzfassung des Projektes

Projektbeschreibung

Die Digitalisierung hält Einzug in alle Bereiche unseres Lebens und unserer Arbeitswelt. Daraus ergeben sich große Chancen für den Betrieb sowie den Erhalt historischer Bauten. Ziel des Vorhabens ist es, Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes digitaler Technologien zum Erhalt historischer Gebäude vor dem Hintergrund der Herausforderungen energetischer Einsparung besser zu definieren und dieses neue Wissen mit Teilnehmern aus aller Welt zu teilen.

Die ursprünglich für das Jahr 2020 geplante internationale Tagung »Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2020« fand im Mai 2022 in Deutschland statt, am Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege im Kloster Benediktbeuern. Schwerpunkt der Tagung »Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2022« war erstmals in dieser Reihe das Thema »Methoden der Digitalisierung für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in historischen Gebäuden«.

Inhaltliche Schwerpunkte waren:

- a) die Schnittstellen zwischen digitalen Gebäudemodellen und der energetischen Gebäudesimulation und
- b) die Frage nach der notwendigen Genauigkeit von sowohl 3D-Bauaufmaß und energetischer bzw. hygrothermischer Gebäudesimulation.

In Themenclustern wurden die Handlungsfelder für Verbindungen von 3D Modellen und Simulation definiert und neue Ansätze erarbeitet. Mit den drei folgenden Schwerpunkten:

- Business Modelle / KMU Workshop (gemischt Forschung und KMU)
- Forschung und Entwicklung
- Anwendung

Dazu fanden im Vorfeld der Tagung am 2. und 3. Mai 2022 ein internationaler Workshop zu »Recording historic buildings using digital workflows« statt. Kern des Workshops bildete die Diskussion um Anforderungen an Schnittstellenlösungen für die digitalen Arbeitsabläufe. Diese wurde durch in Impulsvorträgen zu praktischen Anwendungsbeispielen durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aus dem Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 sowie mittels Demonstrationen zu unterschiedlichen digitalen Technologien und Simulationswerkzeugen illustriert.

Genau in diesen Feldern setzten Tagung und Workshop an, um Experten aus der ganzen Welt zusammen zu bringen und die Ergebnisse neuester Forschungen und deren praktische Anwendung der interessierten Fachöffentlichkeit näher zu bringen. Der Innovationsansatz spiegelt sich entsprechend im Call for Papers wider.

2 Aktuelle Problemstellung und Stand des Wissens und der Technik

Die globale Erwärmung und der mit ihr einhergehende Klimawandel stellen die Menschheit vor gewaltige Herausforderungen. Nur durch die massive Einsparung von CO² wird es möglich sein, dem entgegenzutreten und die voraussichtlich massiven Auswirkungen noch zu mildern. Dazu müssen alle Bereiche unserer Wirtschaft und unseres Lebens effizienter und nachhaltiger gestaltet werden. Der Sektor der Erhaltung wertvoller Kulturgüter kann hier in besonderer Weise beitragen. Einerseits leistet er bereits einen Beitrag durch die Weiternutzung bestehender Gebäude in Hinblick auf die Ressourceneffizienz, andererseits ist die Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand von zentraler Bedeutung, was jedoch in historischen Bauten wegen der Erhaltung von originaler Bausubstanz häufig eine besondere Problemstellung darstellt. Digitale 3D-Technologien können hierbei als ein Schlüssel für die Sanierung und schadensfreie Weiternutzung angesehen werden. Durch die energetische und hygrothermische Gebäudesimulation ist es möglich, die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsstrategien im Vorfeld abzuschätzen, sowohl in Hinblick auf deren Kosteneffizienz als auch in Hinblick auf die Präventive Konservierung, also die Vermeidung von Schäden, die durch falsche Maßnahmen entstehen können. Dabei stellen sich derzeit in technischer Hinsicht insbesondere zwei zentrale Fragen: a) nach der Schnittstelle zwischen digitalen Gebäudemodellen und der energetischen Gebäudesimulation und b) nach der notwendigen Genauigkeit und Detaillevel der 3D-Modelle.

Daher war der Schwerpunkt der Tagung »Energy Efficiency in Historic Buildings 2022«, die Experten aus aller Welt zusammenzuführen, dieses Mal auf Nutzung digitaler Technologien für die energetische Sanierung historischer Bauten gelegen und in diesem Rahmen wurde zudem ein 2-tägiger internationaler Workshop organisiert. Frühere Tagungen hatten bis zu 150 internationale Gäste aus über 35 Ländern zusammengeführt und einen intensiven Wissensaustausch ermöglicht. Die weltweite Covid-19 Pandemie machte es nötig, die Tagung hybrid durchzuführen, um es allen Interessierten zu ermöglichen real oder online teilzunehmen. Die Konzentration auf digitale Technologien soll hierbei wichtige Anregungen insbesondere für die Schaffung neuer Dienstleistungen bei kleineren und mittleren Unternehmen geben.

Beide Technologien – 3D-Scans und Gebäudesimulation – sind seit längerem verfügbar, jedoch bestehen bisher keine automatisierten Verfahren, um 3D-Scans in die energetische Gebäudesimulation zu überführen. Darüber hinaus ist weitestgehend ungeklärt, wie hoch der Grad der Genauigkeit und Maßhaltigkeit einer Bauaufnahme mit digitalen Methoden überhaupt sein muss, um ein

historisches Gebäude hinreichend genau abzubilden. Denn die Genauigkeit, die für ein verformungsgerechtes Aufmaß seitens der Denkmalpflege gefordert wird, bringt u.U. gar keinen großen Erkenntnisgewinn im Vergleich zu einem gröber aufgelösten Modell, das mit einem einfachen 3D-Verfahren wie Structure from Motion (SFM) erstellt werden kann. Genau hier haben die internationale Tagung »Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2022« und der angegliederte Workshop angesetzt, um eine Diskussion mit international führenden Experten anzustoßen.

In diesem Kontext soll eine Roadmap für Forschung und Entwicklung erstellt, wie auch neue Businessmodelle mit kleinen und mittleren Unternehmen erarbeitet werden. Ziel ist es, die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes digitaler Technologien im Bereich der Erhaltung historischer Gebäude vor dem Hintergrund der Herausforderungen energetischer Einsparung besser zu definieren und dieses neue Wissen mit Teilnehmern aus aller Welt zu teilen. Dazu arbeiten das Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern und das Kompetenzzentrum Planen und Bauen - Mittelstand 4.0 eng mit internationalen Partnern zusammen.

Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Planen und Bauen

Das Kompetenzzentrum ist Teil der Förderinitiative Mittelstand 4.0, die im Rahmen des Förderschwerpunkts »Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse« vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird. Insgesamt zwölf Partner aus Wissenschaft und Praxis, verteilt über ganz Deutschland, bringen in diesem Kompetenzzentrum ihr Know-how aus der Bau- und Immobilienbranche ein.

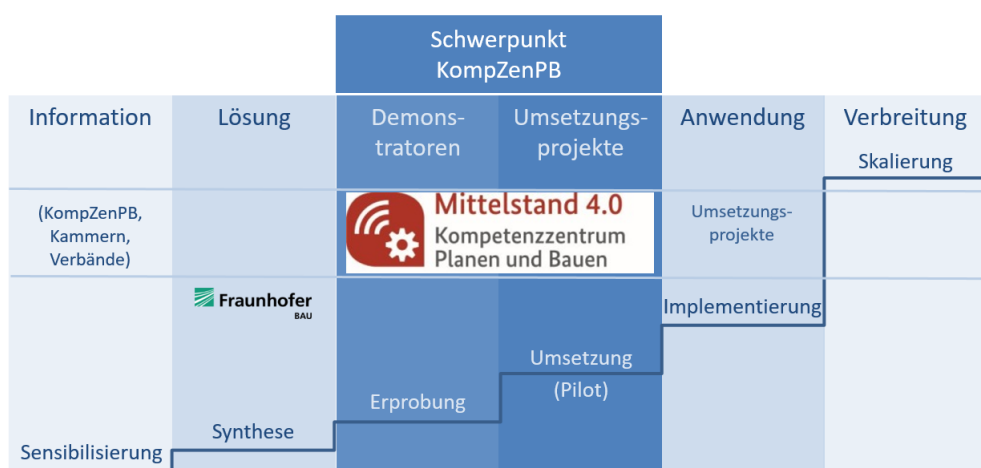


Bild 1: 6-Stufen Modell des Mittelstandskompetenzzentrums 4.0 Planen und Bauen.

Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern

Im Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege, Benediktbeuern werden die Themen Sanierung von Altbauten und Baudenkmalern, Energieeffizienz und Umweltbildung sowohl Fachleuten als auch der Allgemeinheit zugänglich gemacht. Das Zentrum bündelt das Know-how und Kompetenzen aus allen Bereichen des Fraunhofer IBP in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit inhaltlichen Partnern und Förderern des Zentrums wie z. B. dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, der Bayerischen Landesstiftung, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie der Handwerkskammer München-Oberbayern, der Technischen Universität München, der WTA (Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege) und dem Zentrum Welterbe Bamberg.

Die Alte Schäfflerei des Klosters Benediktbeuern, in dem das Zentrum verortet ist, wird modellhaft in Hinblick auf denkmalpflegerische und energetische Gesichtspunkte instandgesetzt. Von Beginn an können Interessierte die »Gläserne Baustelle« während den einzelnen Sanierungsmaßnahmen besuchen und somit vor Ort einen umfangreichen Einblick hinsichtlich unterschiedlicher Problemstellungen und Lösungsansätze bei der Instandsetzung eines Baudenkmals erhalten. Mehr Informationen unter www.denkmalpflege.fraunhofer.de.

Alte Schäfflerei in Benediktbeuern als Demonstrator für »Digitales Bauen im Bestand«

Die Zusammenarbeit des Fraunhofer Zentrums in Benediktbeuern und des Mittelstandskompetenzzentrum 4.0 Planen und Bauen ermöglicht die Unterstützung mittelständischer Unternehmen bei der Entwicklung von technologischen Lösungen im historischen Gebäudekontext. Das Mittelstandskompetenzzentrum 4.0 versteht sich als Erprobungs- und Demonstrationsplattform für Digitalisierungsprojekte im Mittelstand. Um das Umsetzungsrisiko neuer digitaler Lösungsansätze und Prozessketten zu reduzieren, bietet es hier einen geschützten Rahmen, um neue Technologien und Prozessschritte wie z.B. den Weg vom 3D-Scan hin zu einer Gebäudesimulation zu erproben. Die Alte Schäfflerei in Benediktbeuern fungiert dabei als Demonstrator für »Digitales Bauen im Bestand« und wird im Workshop als Fallbeispiel genutzt werden, um das Wissen über das Gebäude noch zu erweitern.

2.1 Stand des Wissens und der Technik in der 3D-Digitalisierung

In den letzten Jahren haben digitale Technologien das Gebäudeaufmaß und den Aufnahmeprozess revolutioniert. Dabei bieten sie einen extrem hohen Detaillevel. Von diesen Verfahren ist die *Multiview Photogrammetry* ein vielversprechendes Verfahren, das auf unterschiedlichen Skalen und für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden kann, nicht nur für eine beschreibende Analyse, sondern auch für eine Einschätzung des Gebäudeverhaltens. Wie der Name schon sagt, basiert diese Technologie auf der automatisierten Auswertung von Fotografien in einer Software: die 3-dimensionale Form eines Objektes wird aus

zahlreichen überlappenden Fotografien aus unterschiedlichen Blickwinkeln bestimmt. Dieser Ansatz kann als Ergänzung zur weitverbreiteten Technologie des terrestrischen Laserscans betrachtet werden. Das letztere Verfahren ist sehr robust in Hinblick auf die Digitalisierung der Geometrie, während die Photogrammetrie eine akkurate Darstellung von Farben und Texturen ermöglicht.

Aus den 3D-Daten, wie z.B. Punktwolken oder einem triangularen Mesh, die durch digitale Technologien generiert werden, können zahlreiche nützliche Anwendungen entwickelt werden. Das geht von 1D Anwendungen (z.B. ein Rauigkeitsprofil an einer definierten Strecke), über 2D Anwendungen (z.B. CAD-Pläne) bis hin zu 3D Anwendungen (3D CAD Zeichnungen, 3D Energiemodelle, etc.), oder die einfache Ableitung von Maßen, Diagrammen oder Statistiken.

In der aktuellen Forschung wird viel Aufwand in die Automatisierung der Modell-Transformierungsprozesses gesteckt, mit optimalen digitalen Arbeitsabläufen, immer in Hinblick auf die Ansprüche einer spezifischen Wissenschaft oder einer Industrie. Hier spielen Maschinenlern-Prozesse eine wichtige Rolle, da sie die Optimierung der Daten-Extraktion und der Daten-Fusion ermöglichen.

2.2 Stand des Wissens und der Technik energetische / hygrothermische Simulation

Die energetische Gebäudesimulation (z.B. EnergyPlus, TRNSYS) kann das energetische Gebäudeverhalten realitätsnah abbilden und wird typischerweise für die Planung und Optimierung energieeffizienter und für den Menschen behaglicher Gebäude genutzt. Bei der Modellierung werden die Gebäude in einzelne Zonen unterteilt und für diese die relevanten Wärmebilanzen iterativ ermittelt. Bedingungen in Bauteilen sowie Feuchteströme werden dabei meist vereinfacht berücksichtigt. Hygrothermische Simulationsmodelle (z.B. WUFI® [Künzel, 1994] oder Delfin) erlauben die instationäre Bewertung des Wärme- und Feuchte-Transports in Bauteilen und sind in der Praxis etabliert, beispielsweise in der aktuellen DIN 4108-3 oder in Merkblättern der WTA (Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege). Bei der hygrothermischen Gebäudesimulation (z.B. WUFI® Plus) werden durch die Verknüpfung der hygrothermischen Bauteilberechnung mit der energetischen Gebäudesimulation auch die Wärme- und Feuchte-Wechselwirkungen zwischen dem Gesamtgebäude und seinen Bauteilen berücksichtigt [Antretter et al. 2015]. Besonders im Kontext von historischen und mit Kulturgütern versehenen Gebäuden oder Räumen mit hohen Anforderungen an das Raumklima wird die hygrothermische Gebäudesimulation als Werkzeug für die Planung schadensarmer und gleichzeitig energieeffizienter Gebäudekonzepte eingesetzt: Dies erlaubt beispielsweise die Bewertung der Feuchtepufferung, des Schimmelpilzrisikos, des Nutzereinflusses auf das Innenklima, oder die Entwicklung von Lüftungs- und Konditionierungskonzepten. Typischerweise werden die Simulationsmodelle anhand vorhandener Messwerte kalibriert. Das Fraunhofer IBP hat bereits eine Vielzahl von Anwendungen an historischen Gebäuden durchgeführt, z.B. dem Königshaus am Schachen, Schloss Linderhof oder der Torhalle Lorsch [Krus et al. 2012, Kilian 2013] sowie am Kloster Corvey (2020) und in Jever am Edo-Wiemken-Denkmal (2021).

Zur Erstellung von Gebäudesimulations-Modellen werden eine Reihe von Eingangsdaten benötigt. Die zunächst wichtigste Information stellt das 3D-Modell des Gebäudes selbst dar. Dies wird typischerweise in der Simulationssoftware selbst erstellt oder mittels offener Datenstandards (z.B. IFC, gbxml) aus CAD-Software importiert und nachbearbeitet. Je nach Komplexität des Gebäudes kann die Geometrie-Ermittlung den aufwändigsten Arbeitsschritt in der Modellierung darstellen.

Dabei ist es wichtig, den Grad der Vereinfachung zu definieren, der ausreichend ist, ein hinreichend gut kalibriertes und verlässliches Modell des Gebäudeverhaltens zu erzielen [Kilian 2013]. Auf diesem Aspekt soll der Schwerpunkt der geplanten Workshops liegen.

Des Weiteren werden Informationen über Konstruktionsaufbauten inklusive der verbauten Materialien und deren bauphysikalischer Kennwerte, die Anlagentechnik und deren Steuerung, das Außenklima sowie die Gebäudenutzung und die damit verbundenen internen Lasten benötigt.

2.3 Schnittstelle 3D-Digitalisierung und Simulation

Schnittstellen zwischen 3D-Bauwerksmodellen und BIM Autorensoftware sind für georeferenzierte Vermessungssysteme marktgängig verfügbar, ebenso gibt es teilweise auf dem offenen Datenstandard *Industry Foundation Class* (IFC) basierende Schnittstellen zwischen CAD Software und Simulationssoftware. Der vollständige Prozess (Bild 2) von der Bauwerkserfassung hin zu einem Simulationsmodell ist derzeit in der Praxis noch nicht vertreten.

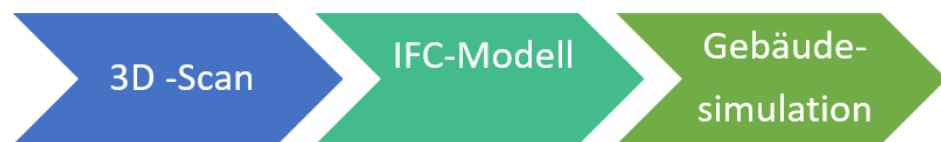


Bild 2:
Prozessschritte von einer Bauwerkserfassung hin zu einem Gebäudesimulationsmodell.

Die Geometrie und materielle Zusammensetzung historischer Bauten sind in der Regel komplex. Jede Stufe der Entwicklung eines energetischen Gebäudemodells benötigt daher eine große Menge von Eingaben. Die Auswirkungen einer Renovierungs- oder Restaurierungsmaßnahme kann nur dann richtig abgeschätzt werden, wenn das Modell richtig erstellt wurde, mit realistischen Parameterwerten. 3D-Technologien können hier nutzbringend für eine effizientere Erstellung der Eingabedaten für eine energetische Gebäudesimulation eingesetzt werden, was einen immensen Zeitgewinn für den Ausführenden bedeutet.

Beispiele für die Umsetzung dieses Arbeitsflusses sind z.B. aus dem Bereich des modularen Bauens bzw. der energetischen Ertüchtigung bekannt [Borodinecs, 2017, Dubois et al. 2018]. Die Hemmnisse die dazu führen, dass dieser digitale Prozess bisher in der Praxis nicht vertreten ist, sind vielfältig. Häufig genannte Gründe hierfür sind die Anforderungen an Schnittstellenlösungen, die großen Datenmengen vom 3D-Scan hin zum Bauwerksmodell und der notwendige Zeitaufwand für die Kontrolle und Korrektur der übertragenen Daten. Im Kontext des denkmalgeschützten Bauens in historischen Gebäuden kommt diesem Punkt eine noch größere Bedeutung zu. Darüber hinaus haben die in historischen Gebäuden vorhandenen Bauteile häufig einen inhomogeneren Aufbau und komplexere Geometrien, was den Detailgrad und damit auch die Größe eines 3D-Scans weiter erhöht.

Für die Entwicklung von konstruktiven Lösungen ist daher eine erhöhte Modellgenauigkeit notwendig, wodurch neuere, kostengünstige aber nicht mehr georeferenzierte und damit weniger maßhaltige Technologien ausscheiden. Die Ausgangssituation in Kombination mit diesen Randbedingungen führt dazu, dass die vollständig digitale Bauaufnahme hin zu einer Simulation derzeit in der Praxis nur selten oder gar nicht praktiziert wird.

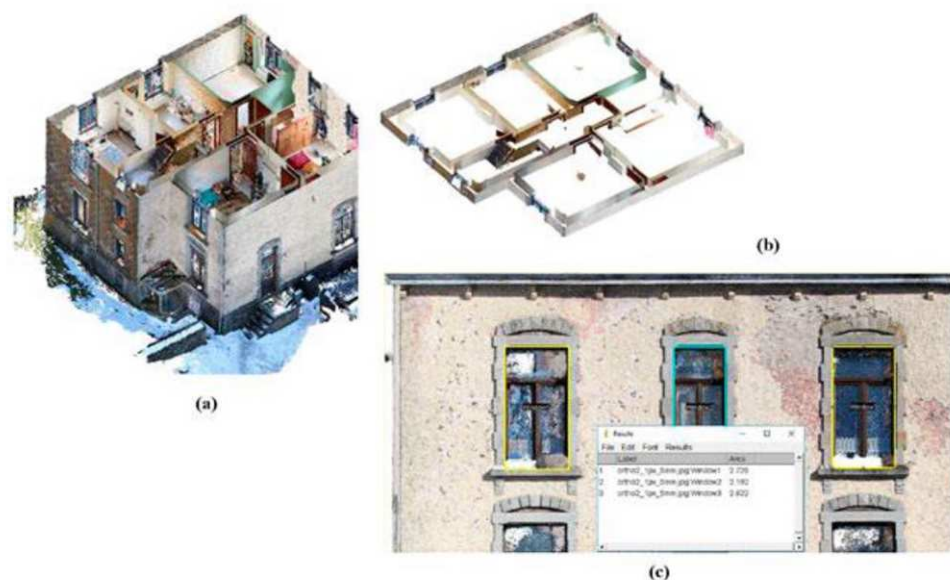


Bild 3:
Beispielhafte Darstellung von einer Bauwerkserfassung hin zur Grundrisserstellung, Dubois 2018.

Aktuell verfügbare Techniken des Bauaufmaßes wie Photogrammetrie oder Laserscanning können diese Komplexität holistisch erfassen und so die Erstellung eines energetischen Gebäudemodells erheblich beschleunigen. Die Information aus den Texturen fotobasierter 3D-Rekonstruktionen kann die visuelle Analyse der Wandaufbauten zudem unterstützen (siehe Bild 3). Trotz allem bleibt es eine Herausforderung für Gebäudeenergie-Experten oder Bauphysiker alle Daten richtig zu erfassen und diese erfassten Daten dann später in entsprechende Ergebnisse zu überführen.

Die Fähigkeiten, die notwendig sind, um hier die Lücke zwischen vorhandenen Technologien und einem gelebten digitalen Prozess zu schließen, wurden im Rahmen des Workshops und der Tagung EEHB2022 zusammen mit den Teilnehmern erarbeitet.

In den letzten Jahren haben unterschiedliche Institutionen verschiedene Verfahren zur Erstellung von energetischen Modellen aus 3D-Daten historischer Gebäude entwickelt. Das belgische Forschungs-Institut BBRI hat dafür eine spezifische Methode entwickelt, die erstmals mit internationalen Teilnehmern in dem 2-tägigen Workshop in Benediktbeuern angewandt und optimiert werden soll. Für dieses Verfahren werden zur Modellerstellung aus der umfangreichen und großen Datenmenge der 3D-Punktwolke spezifische Zwischenprodukte zu unterschiedlichen Zeitpunkten genutzt. Beispielsweise werden horizontale und vertikale Schnitte verwendet, um die Räume, Deckenhöhen und Grundrisse in das energetische Simulationsmodell zu überführen. Orthofotos werden zur Zeichnung von Öffnungen und zur Identifikation unterschiedlicher Materialien genutzt. Diese Methodik ist relativ einfach zu nutzen und wird daher als zugänglichere Alternative zu den immer noch sehr komplexen »Scan-to-BIM«-Verfahren gesehen. Ein besonderes Augenmerk lag beim Workshop auf die Frage nach der notwendigen Genauigkeit bzw. Maßhaltigkeit der Modelle, um hier realistische Ergebnisse zu erhalten.

3 Eigene Vorarbeiten und bisherige Aktivitäten auf dem Gebiet

Im Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern werden die Themen Sanierung von Altbauten und Baudenkmälern, Energieeffizienz und Umweltbildung sowohl Fachleuten als auch der Allgemeinheit zugänglich gemacht. Das Zentrum als eine Initiative des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP und des Fraunhofer Informationszentrums Raum und Bau IRB bringt dort Partner aus der Denkmalpflege, Architektur, Umwelt sowie der Bauindustrie zusammen, um historische und innovative Materialien und Techniken zu erforschen, zu erproben und zu zeigen. Dabei bündelt das Zentrum Know-how und Kompetenzen aus allen Bereichen des Fraunhofer IBP in einem interdisziplinären Ansatz, zusammen mit den inhaltlichen Partnern und Förderern des Zentrums.

Die Alte Schöfflerei des Klosters Benediktbeuern aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, in dem das Zentrum verortet ist, wurde modellhaft unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer und energetischer Gesichtspunkte instandgesetzt und dient zusammen mit der messtechnischen Begleitung von einzelnen Forschungsprojekten im Bereich der Energieeffizienz bei denkmalgeschützten Gebäuden als Anschauungsobjekt mit Demonstrationscharakter (Bild 1). Bereits ab der ersten Bauphase wurde das Konzept verfolgt, Bau und Forschung zu verbinden und das Gebäude der Alten Schöfflerei als »Gläserne Baustelle« der Öffentlichkeit zu präsentieren. Das Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern ist einzigartig: Es verfolgt komplett neuartige Ansätze für die Erhaltung historischer Bauten und profitiert dabei von bauphysikalischer Spitzenforschung und integriert diese neuen Methoden für die Denkmalpflege an einem realen, denkmalgeschützten Gebäude. Auch für andere Altbauten sind die vorgestellten Sanierungsmaßnahmen beispielhaft.

Seit seiner offiziellen Nutzungsaufnahme wird neben der Forschungstätigkeit am Gebäude auch der Zentrumsbetrieb mit unterschiedlichen Veranstaltungen und zahlreichen Tagungen wie auch Seminaren immer weiter ausgebaut. Im Bereich der anwendungsorientierten Wissensvermittlung wird seit 2017 die IBP-Seminarreihe »Bauphysik in der Denkmalpflege« in den Räumlichkeiten des Fraunhofer-Zentrums Benediktbeuern ausgerichtet. Im zweiten Halbjahr 2019 waren die Themen der Seminare beispielsweise: »Nullenergiegebäude im Bestand« und »Energetische Ertüchtigung von Bestandsfenstern im Baudenkmal«.

Eine der letzten großen Veranstaltungen war das zweitägige Fachsymposium »Digitalisierung im Bestand« im April 2019 im Kloster Benediktbeuern. Die Veranstaltung wurde organisiert durch das Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Planen und Bauen in Kooperation mit dem Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern. Demonstriert wurden innovative Technologien, Werkzeuge und Methoden für das digitale Planen, Bauen und Betreiben im Gebäudebestand. Das Fraunhofer IBP verfügt sowohl über umfassende Kompetenzen im Bereich der 3D-Gebäude-Aufnahme, als auch im Bereich der energetischen Gebäudesimulation.

Seit 2022 führt das Fraunhofer IBP in Kooperation mit dem Fraunhofer IRB zudem die neue Fortbildung »QualiBene – Fachplaner/in nachhaltige Instandsetzung historischer Bausubstanz« mit blended learning am realen Lernort und in virtueller Realität durch. (im Internet: <https://irb.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/Qualibene.html>, Stand 4. April 2022)

4 Gegenstand und Ziele des Projekts

Die Digitalisierung hält Einzug in alle Bereiche unseres Lebens und unserer Arbeitswelt. Für die Erhaltung historischer Bauten ergeben sich in der Planung wie auch im Betrieb daraus große Chancen.

Die internationale Tagung »Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2022« hat im Mai 2022 in Deutschland stattgefunden, am Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege im Kloster Benediktbeuern. Schwerpunkt der Tagung in Benediktbeuern war erstmals das Thema »Digitalisierung historischer Gebäude für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz«.

Inhaltliche Schwerpunkte waren:

- a) die Schnittstelle zwischen digitalen Gebäudemodellen und der energetischen Gebäudesimulation und
- b) die Frage nach der notwendigen Genauigkeit von sowohl 3D-Bauaufmaß und energetischer bzw. hygrothermischer Gebäudesimulation.

In Themenclustern wurden die Handlungsfelder für Verbindung 3D Modelle und Simulation definiert und neue Ansätze erarbeitet, mit den drei folgenden Schwerpunkten:

- Business Modelle / KMU Workshop (gemischt Forschung und KMU)
- Forschung und Entwicklung
- Anwendung

Dieser Innovationsansatz spiegelt sich entsprechend im Call for Papers (siehe Anhang) wider. Zudem hat zu Beginn der Tagungswoche am 2. und 3. Mai 2022 ein internationaler Workshop zu »Recording historic buildings using digital workflows« stattgefunden.

4.1 Themencluster und Ablauf des Workshops

Kern des Workshops bildete die Diskussion zu den Anforderungen an Schnittstellenlösungen für die digitalen Arbeitsabläufe in 3 Themenclustern, zu Business Modellen in einem KMU-Workshop (gemischt Forschung und KMU), zu Forschung und Entwicklung, und zur praktischen Anwendung. Ziel der Diskussion zu den Themenclustern war es unter anderem ein Dokument mit möglichen Impulsen für eine Strategieentwicklung zusammenzustellen.

Themencluster

- **Business Modelle / KMU Workshop (gemischt Forschung und KMU)**

Wie kann man mit digitalen Technologien effizienter arbeiten?

Berichtserfahrungen (Impulsvorträge): Praxisrelevante Beispiele aus KMU

- **Forschung und Entwicklung**

Vorhandene Methoden: Möglichkeiten und Grenzen

Neue Ansätze und Möglichkeiten (Technologie und Entwicklung)

Welcher Grad der Vereinfachung eines Gebäudemodells ist ausreichend, ein hinreichend gut kalibriertes und verlässliches Modell des Gebäudeverhaltens zu erzielen?

Grenzen (wo treffen sich Forschung und Praxis?)

- **Anwendung**

Überführung unterschiedlicher digitaler 3D-Aufnahmen der Alten Schöfflerei am Kloster Benediktbeuern in eine passende Grundlage für energetische Gebäudesimulation auf der Basis von 3D-Punktwolke und Orthophotos

Diskussion zur Ermittlung der Materialparameter (in situ U-Wert Messung, etc.), Vorstellung und Diskussion zu bestehenden Materialdatenbanken

Genauigkeit vs. Praxis: Anwendungsfälle, Zeit- vs. Wissensgewinn

Der Workshop startete mit Impulsvorträgen zu praktischen Anwendungsbeispielen durch kleine und mittlere Unternehmen aus dem Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 sowie mittels der geplanten Demonstrationen.

Der Schwerpunkt lag dabei auf der Schnittstelle zwischen 3D-Aufmaß und Gebäudesimulation. Eine Arbeitsgruppe setzt sich praktisch mit dieser Frage auseinander und auf der Basis der 3D-Punktwolke des Bestandgebäudes, Plangrundlagen für die Gebäudesimulation erstellen.

Eine weitere Gruppe hat eine Forschungs- und Entwicklungs-Roadmap definiert und mögliche Geschäftsmodelle diskutiert. In weiteren, kleineren Arbeitsgruppen wurden ergänzend die verschiedenen Schritte durchgespielt, die notwendig sind, ein historisches Bestandsgebäude am Kloster digital aufzunehmen, um mit den neuen Plänen die Grundlage für eine energetische Gebäudesimulation zu schaffen.

Die Teilnehmer wurden dazu in verschiedene Gruppen aufgeteilt, die sich während des Workshops immer wieder austauschten, und neben Methoden der digitalen Bauaufnahme unterschiedliche Simulationswerkzeuge wie Energy Plus und WUFI® Plus in der praktischen Anwendung kennenlernten. Ziel ist es dabei, die Experten in Gebäudesimulation an die Methoden der 3D Erfassung heranzuführen und umgekehrt. Durch diesen transdisziplinären Ansatz erhoffen wir

uns wichtige Anregungen für beide Felder und neue Impulse für die Gestaltung der Schnittstelle zwischen beiden Feldern.

4.2 Eingesetzte 3D-Technologien und Software

Für die 3D-Erfassung von historischen Bauten werden verschiedene Technologien miteinander kombiniert, um in effizienter Weise möglichst viele Informationen zu erhalten, wie zur Geometrie, zu Wandstärken aber auch zur Baukonstruktion und zu verwendeten Baumaterialien und deren Materialparameter.

Für die 3D-Aufnahmen werden in diesem Workshop - basierend auf den Erfahrungen der assoziierten Partner von CIPA und BBRI - folgende zwei Technologien angewendet:

- 1) Der Einsatz von Laser zur Messung mittels vollautomatischer 3D-Laserscanner in Kombination mit den herkömmlicheren Total Stations
- 2) Fotogrammetrie mit terrestrischen Techniken und mit Drohnen.

Beide Techniken erzeugen 3D-Punktwolken, aber jede von ihnen hat ihre eigenen Vor- und Nachteile. Es wird interessant sein, die Ergebnisse jeder Technik in Bezug auf Präzision und erforderlichen Zeitaufwand miteinander zu vergleichen und während des Workshops den Teilnehmern zu zeigen, wie beide Techniken komplementär sind, und somit zusammen verwendet werden können, um das Endergebnis der etablierten 3D-Modelle, die später für die Energiemodelle verwendet werden, zu verbessern.

Um die 3D-Punktwolken aus der fotogrammetrischen Aufzeichnung zu erstellen, werden während des Workshops verschiedene interessante Softwarelösungen über voll funktionsfähige Testversionen gebraucht, wie z.B. Agisoft Metashape, ReCap, CapturingReality usw. Zur Datenverarbeitung der aufgezeichneten 3D-Punktwolken werden die folgenden Softwaretools kurz vorgestellt und im Workshop verwendet, um zu demonstrieren, wie diese zur Analyse des Gebäudezustands und zur Vorbereitung der Energiesimulation verwendet werden können: CAD, Google SketchUp, CloudCompare und einige Bildanalysesoftware (z. B. ImageJ / Fiji, Anaconda Python).

Auf Seiten der hygrothermischen und energetischen Gebäudesimulation werden die vom Fraunhofer IBP entwickelte Software WUFI® Plus, die open-source Software Energy Plus und OpenStudio (= Plugin für SketchUp zur dynamischen 3D-Modellierung) vorgestellt und damit praktische Übungen durchgeführt.

4.3 Vorarbeiten und konzeptionelle Vorbereitung des Workshops

Am Beispiel der Alten Schäferei im Kloster Benediktbeuern wird der gesamte Arbeitsablauf vom Erstellen des Scans zur Gebäudesimulation in Impulsvorträgen, Demonstrationen und praktischen Übungen vorgestellt und beispielhaft demonstriert. Damit alle Schritte des Arbeitsablaufes von der effizienten und schnellen Erfassung eines 3D-Modells bis hin zum finalen digitalen Gebäudemodell in der energetischen bzw. hygrothermischen Gebäudesimulationssoftware im Workshop nachvollzogen werden konnten, wurde bereits das Gebäude vorab in einer vorbereitenden Kampagne im Februar 2020 am Kloster Benediktbeuern digital aufgenommen und diese Daten aufbereitet, damit sie im Herbst 2020 als Grundlage für alle jeweiligen Arbeitsschritte zur Verfügung stehen konnten. Ein großer Vorteil an diesem Ansatz ist, dass zur Alten Schäferei bereits umfangreiche Daten und Kenntnisse zu Wandaufbauten, Materialien und Raumklima vorliegen, die genutzt werden können, um Unsicherheiten bei den Eingabedaten – Maße und Materialparameter – in der Simulation besser zu bewerten. Diese vorbereitende Kampagne diente auch der Feinabstimmung für die Durchführung des Workshops und der Finalisierung des Programms.

Im Jahr 2021 wurden die Vorarbeiten fortgesetzt und zwei Masterarbeiten auf den Weg gebracht, die sich mit der Frage der Übertragung von digitalen 3D Scans in hygrothermische Simulationsprogramme auseinandersetzten.

Die Arbeit »Von der 3D Punktwolke zur hygrothermischen Gebäudesimulation – Entwicklung eines exemplarischen Workflows am Beispiel des Edo-Wiemken-Denkmal in Jever« von Leif Lennart Feldmann wurde an der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, im Studiengang Methoden und Materialien zur nutzerorientierten Bausanierung durchgeführt und am 1. April 2021 erfolgreich abgeschlossen.

4.4 Verbreitung der Ergebnisse

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Workshops »Recording historic buildings using digital workflows« wurde zu Beginn der Tagung präsentiert. Der Call for Papers wurde entsprechend angepasst auf Schnittstellenfrage zu automatisierten Verfahren, 3D-Modelle in energetische bzw. hygrothermische Gebäudesimulationen zu überführen und hat aber auch weitere Themen der Nutzung digitaler Technologien umfasst. Genau in diesen Feldern setzten Tagung und Workshop an, um Experten aus der ganzen Welt zusammen zu bringen und die Ergebnisse neuester Forschungen in der Digitalisierung und deren praktische Anwendung mit der interessierten Fachöffentlichkeit zu diskutieren und weiter zu entwickeln.

Die Tagung EEHB2022 wurde von einem Wissenschaftlichen Beirat («Scientific Committee») begleitet, der die Auswahl der Beiträge unterstützte wie auch einen Review-Prozess im Vorfeld der Tagung. Die Tagungsbeiträge wurden über Fraunhofer IRB als Open Access Publikation veröffentlicht und redaktionell überarbeitet. Die Ergebnisse des Workshops wurden auch auf der Tagung präsentiert. (siehe auch unter Weiterführung des Projektes)

5 Beitrag zur Umweltentlastung

Die Tagung hat Wissensträger zur energetischen Verbesserung historischer Bauten aus der ganzen Welt in einem öffentlichen Forum zusammengebracht. Dieses Wissen ist die Grundlage für die nachhaltige und energieeffiziente Nutzung historischer Bauten, die vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels einen wichtigen Baustein zur Umweltentlastung darstellt. Als Anregung für einen eigenen Beitrag der Tagungs-Teilnehmer zur Umweltentlastung wurde vorgesehen, gerade internationale Teilnehmer auf Möglichkeiten des CO² neutralen Reisens hinzuweisen. Darüber hinaus hat es auf der Tagung vegetarische Verpflegung für die Teilnehmer geben, als Beitrag zur CO²-Einsparung und mit dem Ziel hier als Vorbild zu wirken.

6 Modellcharakter des vorgesehenen Lösungswegs

Der Workshop zur Digitalisierung historischer Bauten hatte das Ziel, einfache und leicht nutzbare energetische Simulationsmodelle zu schaffen und brachte hier einen innovativen Ansatz erstmals einer breiteren Anwendergruppe näher. Durch den fachlichen Austausch u.a. auf den Gebieten Einsatz digitaler Technologien, innovative Materialien und Techniken, Integration erneuerbarer Energien sowie zu technologisch-soziologischen Studien zu Akzeptanz von energetischen Sanierungs-Maßnahmen besteht darüber ein hoher Praxisbezug und die Möglichkeit in fachlichen Austausch und Diskurs zu treten.

7 Innovativer Charakter des Projektes

Ein substanzieller innovativer Schritt entstand durch Fokussierung der Tagung auf das Thema Digitalisierung als Werkzeug für die Umsetzung energetischer Altbausanierung. Laut Aussage des Fachbeirats des Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern ist die Digitalisierung das zentrale Zukunftsthema in der Baudenkmalpflege und soll daher hier in den Fokus gerückt werden. Insbesondere in Hinblick auf die Schnittstelle zwischen digitalen Gebäudemodellen und der energetischen Gebäudesimulation und auf die Frage nach der notwendigen Genauigkeit von sowohl 3D-Bauaufmaß und energetischer bzw. hygrothermischer Gebäudesimulation sind neue Ansätze notwendig. Hier möchte das vorliegende Projekt einen wichtigen Beitrag leisten und gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ermutigen, diese neuen Technologien einzusetzen.

8 Maßnahmen zur Lösung des Umweltproblems

Moderne Technologien und Ansätze zur energetischen Sanierung und damit zur CO² Einsparung werden einem breiten Publikum vorgestellt. Die zeitgemäße und schadensfreie Nutzung bestehender Bauten ist die Voraussetzung für deren dauerhaften Erhalt, auch im Sinne der Ressourcenschonung. Die Tagung stellte somit auch ein Weiterqualifizierungsangebot im Sinn des nachhaltigen Schutzes von Kulturgütern dar und hat gezielt und bewusst die relevanten Multiplikatoren in Deutschland wie auch international angesprochen.

9 Koordination und assoziierte Partner

9.1 Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Die Aufgaben des Fraunhofer IBP konzentrieren sich auf Forschung, Entwicklung, Prüfung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik. Zu den Kunden zählen vor allem Unternehmen der Bauindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, Bauträger und Architekten, Planer und Behörden sowie öffentliche und private Bauforschungsträger. Leistungsfähige Labore und Prüfeinrichtungen sowie das weltweit größte Freilandversuchsgelände am Instituts- teil Holzkirchen ermöglichen komplexe bauphysikalische Untersuchungen für den Neubau wie für die Sanierung. Das Institut verfügt über eine jahrzehntelange Erfahrung in der Forschung im Bereich der Denkmalpflege, Altbausanierung wie auch im Bereich der Energieeffizienz.

9.2 Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Planen und Bauen

Das Kompetenzzentrum verfolgt das Ziel, kleine und mittlere Unternehmen der Bau- und Immobilienwirtschaft mit Methoden und Werkzeugen der Digitalisierung vertraut zu machen. Hierbei spielen Arbeitsmethoden wie Building Information Modeling (BIM), digitales Prozessmanagement, digital unterstütztes Facility Management, digitale Kommunikationstechnologien sowie die Einbindung intelligenter Produkte in den Produktionsprozess eine entscheidende Rolle. Mittels der Einbindung dieser digitalen Methoden ergeben sich für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) Produktivitätspotenziale in Form von effizienten und verlässlichen Planungs- und Bauprozessen. Das Zentrum agiert unter der Leitung des Fraunhofer IBP in fünf Teilzentren. Diese bieten themenspezifische Workshops, Vorträge, Infoveranstaltungen, Ausstellungen, Fachsymposien und Demonstratoren, um interessierte Unternehmen des Mittelstandes und des Handwerks zu informieren und qualifizieren. Im konkreten Fall ist das Teilzentrum Süd, mit dem Schwerpunkt auf dem digitalen Gebäudebetrieb beteiligt. Neben den Bestandsgebäuden ist die Digitalisierung historischer Gebäude eine neue Herausforderung der wir uns als Kompetenzzentrum gerne stellen.

9.3 Assoziierte Partner für die Durchführung des Workshops

Der Workshop »Recording historic buildings using digital workflows – Designing the intersection from 3D model to building simulation« wird darüber hinaus durch mehrere KMUs aus dem Mittelstandszentrum 4.0 inhaltlich durch Impulsvorträge und Demonstrationen unterstützt. Partner für die Durchführung sind weiterhin Vertreter der CIPA, des BBRI sowie der Universität Bamberg. Hier wurden bereits Kontakte aufgenommen und es liegen mündliche Zusagen aller Partner vor. Assoziierte Partner haben kein eigenes Budget, aber sie erhalten Reisekosten und Unterkunft erstattet. Das BBRI, das keine grundfinanzierten Stellen im entsprechenden Forschungsbereich besitzt, erhält zudem eine Aufwandsentschädigung für die Tage vor Ort in Benediktbeuern und die Mitwirkung an der Vorbereitung des Workshops (siehe Fremdleistungen im Kostenplan).

9.4 CIPA

CIPA Heritage Documentation (Franz.: Comité International de la Photographie Architecturale; Engl.: International Committee of Architectural Photogrammetry) ist eines der ältesten internationalen wissenschaftlichen Komitees von ICOMOS.

CIPA wurde 1968 gemeinsam mit ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing) gegründet, um den Technologietransfer in die Dokumentationstechniken von Kulturerbe zu erleichtern.

Als Komitee für die Dokumentation von Kulturerbe ist CIPA Heritage Documentation eine internationale Non-Profit-Organisation, die sich um den Technologietransfer von Mess- und Visualisierungssystemen in den Disziplinen Erfassung, Erhaltung und Dokumentation von Kulturerbe bemüht. CIPA fungiert als Verbindungsglied zwischen den Herstellern und Nutzern von digitalen Bauaufnahmen und der digitalen Modellerstellung historischer Gebäude.

Auftrag der CIPA ist zum einen die Entwicklung und Förderung von Grundsätzen und Praktiken für die Erfassung, Dokumentation und Informationsverwaltung für alle Aspekte des kulturellen Erbes. Zum anderen die Unterstützung und Förderung der Entwicklung spezieller Erfassungsinstrumente und -techniken. (Source: <https://www.cipaheritagedocumentation.org/>)

9.5 Universität Bamberg und Hochschule Coburg

Die Otto-Friedrich-Universität Bamberg kann auf eine lange Tradition in der Restaurierungswissenschaft und Denkmalpflege zurückblicken, insbesondere in den Bereichen der Untersuchung und Dokumentation von historischen Bauten und Artefakten mit 3D Technologien. In den letzten Jahren wurde zudem der neue Studiengang Digitale Denkmal-Technologien zusammen mit der Hochschule Coburg ins Leben gerufen.

9.6 BBRI

Das Belgische Institut für Bauforschung BBRI ist ein privates Forschungsinstitut, das 1960 auf Initiative der Nationalen Föderation der belgischen Bauunternehmer gegründet wurde. Die Forschungssteams des BBRI, sind hauptsächlich in der Forschungsarbeit auf belgischer Ebene tätig. Darüber hinaus ist das BBRI Mitglied verschiedener europäischer und internationaler Konsortien und Ausschüsse wie dem ISO, CEN und EOTA sowie der IEA.

Das Belgische Institut für Bauforschung besteht aus verschiedenen Forschungsabteilungen und -labors, die sich auf die gemeinsame globale Expertise rund um die Gebiete der Bauforschung und Bauphysik) konzentrieren. Unterstützt wird das BBRI von den Laboratorien für »Retrofitting and Heritage« (RH). Deren Kernkompetenzen es sind die Verbesserung von Bestandsgebäuden in den Bereichen der Nutzung, Senkung des Energieverbrauchs und Beständigkeit im Sinne der Ressourcenschonung.

10 Ergebnisse des Projektes

Das Projekt begann mit Ankündigung auf der Website und dem Call for Papers im Dezember 2019 und endete mit der finalen Veröffentlichung der Projektergebnisse und Tagungsbeiträge, im Oktober 2022.

Die Tagungsbeiträge wurden über Fraunhofer IRB redaktionell begleitet und als Open Access Publikation veröffentlicht. Durch die Tagung in Benediktbeuern wird die Reihe »Energy Efficiency in Historic Buildings« fortgesetzt und weiter etabliert. Durch die Tagung EEHB2024 entstand ein nachhaltiges Netzwerk an Experten, die sich für einen internationalen Wissensaustausch regelmäßig treffen.

Es ist darüber hinaus angedacht, den Workshop zur Digitalisierung historischer Gebäude und zur energetischen Gebäudesimulation in ein wiederkehrendes Format zu überführen und auch in deutscher Sprache anzubieten.

10.1 Wissensvermittlung: Demonstratoren Konzept

Am Teilzentrum Süd (Schwerpunkt: »digitaler Gebäudebetrieb«) des Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Planen und Bauen wird die Verbindung realer Gebäude mit deren »digitalem Zwilling« anhand moderner Laborumgebungen wie dem IOT Experience Lab oder VR/AR Lab ausgearbeiteter Show-Cases am Fraunhofer IBP in Valley demonstriert. Diese Demonstratoren werden dem interessierten Publikum im Rahmen von Veranstaltungen vorgeführt und die digitalen Lösungen in Diskussionsrunden erörtert. Einige der bisherigen Veranstaltungen waren die BIM Roadshow 2018/2019, BIM Frühstücke, BIM World 2018/2019 und dem BIM Expertentreffen.

Daher würden wir gern das Portfolio an Demonstratoren auf den Standort Benediktbeuern erweitern um auch den Besonderheiten der energetischen Sanierung und des nachhaltigen Betriebs historischer Gebäude Rechnung tragen zu können.

10.2 Verlängerung des Projektes

Aufgrund der Verbreitung von Covid 19 in Form einer weltweiten Pandemie im Lauf des Frühjahres 2020 und den daraus resultierenden weltweiten Einschränkungen wurde zunächst im Mai 2020 beschlossen, die 4. internationale Konferenz »Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB 2020« auf das Jahr 2021 zu verschieben, und dann final auf Mai 2022.

Denn die Workshops, sowie die Konferenz sollen nicht nur dem wissenschaftlichen Austausch dienen, sondern auch als internationales Netzwerktreffen genutzt werden können. Daher ist die Intention des Veranstalters, dieses Event nicht ausschließlich virtuell stattfinden zu lassen.

Die zweitägigen Workshops und die eigentliche Konferenz wurden um ein weiteres Jahr verschoben und haben nun am 2. und 3. Mai 2022 und am 4. und 5. Mai 2022 als hybrides Format in Benediktbeuern stattgefunden, auch wegen u.a. CO² Einsparung und Teilnahme weiter entfernter Personen zu ermöglichen, die sonst die lange Reise nicht auf sich genommen hätten.

10.3 Maßnahmen zum Ausgleich der Verzögerung

EEHB@virtual Event

Ein virtuelles Teaser-Event mit Online-Keynotes und einer virtuellen Führung durch das Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern, dem Veranstaltungsort, wurde zum Zeitpunkt der ursprünglich geplanten Tagung für den 7. Oktober 2020 geplant und umgesetzt. Der aufgezeichnete Live-Stream des Events war im Anschluss für 72 Stunden auf der Website zur Verfügung gestellt.

Agenda:

Einleitung und Moderation: Dr. Ralf Kilian, Fraunhofer Institute for Building Physics IBP

Keynotes:

- Tor Broström, Uppsala University, Gotland Campus – The Swedish research program Spara och Bewara
- Matija Strlič, University College, London and Stefan Breitling, Otto-Friedrich University, Bamberg – Heritage values under the magnifying glass – The European research infrastructure for Heritage Science
- Stefan Bichlmair, Fraunhofer Institute for Building Physics IBP – Windows in historic buildings – Energetic refurbishment and research at the Old Cooperage in Benediktbeuern
- Samuel Dubois, Belgian Building Research Institute BBRI – Scanning the 'Alte Schäfllerei' : The many lives of captured data
- Presentation and preview of virtual 3D model

Maßnahmen zur weiteren Einbindung der Teilnehmer

Im Sommer 2021 ging ein Angebot an die Autoren zur Veröffentlichung der Paper in einem Open Access Journal (Heritage Science), in dem ein Sonderheft zur Tagung EEHB im Herbst 2021 erschien. Das Heft und alle Artikel wurden entsprechend mit Förderverweis DBU gekennzeichnet.

Zudem hat es über das Fraunhofer IRB einen Tagungsband zur Tagung vorab geben, der im Herbst 2021 erschien, also Preprints (Veröffentlichung der Artikel zu den Vorträgen vorab) statt Proceedings (Veröffentlichung nach Abschluss der Tagung).

Die eigentliche Tagung diente dann als Treffen im nächstes Jahr zur abschließenden Präsentation und Diskussion der Beiträge. Und natürlich zum persönlichen, fachlichen Austausch und zur Erarbeitung weiterer Schritte zur Zusammenführung von 3D Erfassung und Simulation im Rahmen des angeschlossenen Workshops.

Aktuell laufende Arbeiten im Projekt

Aktuell wird eine Maßnahme an einer Kirche in Jever durch das Fraunhofer IBP begleitet, in deren Rahmen die Überführung einer Punktwolke in ein WUFI® Plus Gebäude-Modell erfolgt sowie die Beschreibung von Ungenauigkeiten im Simulationsmodell infolge geometrischer Vereinfachungen.

Darüber hinaus entsteht aktuell eine Simulation der Alten Schäfllerei in Benediktbeuern, die als Grundlage für den Workshop im Rahmen der EEHB dient.

Zur Planung und Mitgestaltung der EEHB Workshop Inhalte wurde ein weiterer Vorbereitungsworkshop im Frühjahr 2022 durchgeführt.

10.4 Tagungsbericht

EEHB 2022 - The 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings.

Nach zweimaliger, pandemiebedingter Verschiebung, fand Anfang Mai 2022 die vierte Auflage der Veranstaltungsreihe Energy Efficiency in Historic Buildings mit mehr als 100 internationalen Teilnehmenden statt. Organisiert durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) lud die von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) sowie dem Bezirk Oberbayern geförderte Veranstaltung das internationale Publikum in die Räumlichkeiten des Fraunhofer-Zentrums für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege in die Klosteranlage nach Benediktbeuern ein. Der thematische Schwerpunkt lag auf der Frage nach Methoden der Digitalisierung für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in historischen Gebäuden.

Ganz im Sinne der Digitalisierung fand am 4. und 5. Mai die hybrid organisierte Konferenz statt, die neben der Austragung vor Ort ebenso die online Teilnahme global gewährleistete. Eröffnend stimmten die Keynotes auf die Bedeutung des kulturellen Erbes in Hinblick auf deren Energieeffizienz als Beitrag zum Klimaschutz und aktuellen Herausforderungen ein. Die Vorträge fokussierten verschiedene Themen von From 3D to Simulation über Climate Action and Legislation, Policies and Decision Making, Building - Components and Construction, Standards, Laws and Labels bis hin zu 20th Century Challenges. Der Wissensaustausch und das Networking unter Expertinnen und Experten aus aller Welt ermöglichte den Einblick in eine Vielzahl aktueller Forschungsprojekte und Ansätze zum Umgang mit verschiedensten, internationalen Kulturerbestätten.

Das Programm zur Tagung findet sich im Anhang.

10.5 Ergebnisse des Workshops

Der zweitägige Workshop vom 2. bis 3. Mai mit dem Titel »Recording historic buildings using digital workflows – Designing the intersection from 3D model to building simulation« führte die Teilnehmenden durch die Themenfelder in Digitalisierung, Simulation und Business Models in die Thematik ein. Der Veranstaltungsort der Alten Schäferei wurde unter anderem mithilfe verschiedener 3D-Scanmethoden erfasst sowie objektbezogen in den energetischen Simulationsprogrammen WUFI® Plus und EnergyPlus nachgebildet. In der gemeinsamen Abschlussitzung präsentierten die Arbeitsgruppen gewonnene Erkenntnisse und rundeten das Event durch den gegenseitigen, fachlichen Austausch sowie durch praktische Erfahrungsberichte ab.

Im Folgenden sind die Kern-Erkenntnisse (Conclusions) der einzelnen Arbeitsgruppen zusammengefasst:

Kern-Erkenntnisse Workshop Gruppe 2: Scan to Geometry

- Es gibt eine Vielzahl von Wegen, um Daten zu sammeln. Vor die Erhebung von Daten beginnt müssen die Ziele und der Zweck zu dem die Daten später genutzt werden bestimmt werden, um mit der passenden Genauigkeit und Kosten-effizient zu arbeiten.
- Auch, wenn Schnittstellen und Kompatibilität vorhanden sind, gibt es immer noch eine Vielzahl möglicher Probleme, wenn unterschiedliche Software in einem Arbeitsprozess, insbesondere von unterschiedlichen Herstellern, eingesetzt wird. Vor der Anschaffung einer neuen Software sollte also die Kompatibilität mit bestehenden anderen Lösungen vorab geprüft werden.
- Auch sehr kostengünstige Lösungen wie ein Laser-Distanz-Messer oder die Nutzung von Fotos eines Smartphone können ausreichend detaillierte Ergebnisse für bestimmte Anforderungen bieten, bspw. für eine energetische Simulation eines Gebäudes mit einem vereinfachten geometrischen Modell. Die Frage der weiteren Nutzung der Daten ist essentiell und definiert die notwendige Genauigkeit.

Kern-Erkenntnisse Workshop Gruppe 2: Simulation

- Die Ergebnisse der Simulationen sind immer nur so gut wie die Eingabe Daten.
- Die Simulation historischer Gebäude stößt oft an grundlegende Grenzen: Limitierte Repräsentation der Realität, komplexe Gebäude und konstruktive Details. Auch bestehen oft nicht sichtbare Strukturen, die in Hinblick auf die Frage der Erhaltung nicht durch Voruntersuchungen gefährdet werden dürfen. An dieser Stelle können zerstörungsfreie Untersuchungen zu einer besseren Datenbasis beitragen.
- Eine Datenbank für Materialeigenschaften auf europäischem Level, die mit verschiedenen Simulationsprogrammen genutzt werden können, ist ein Desiderat.
- Ein erweiterter Katalog für Bauteile mit einem Fokus auf historische Materialien wird benötigt, um die Genauigkeit von Simulationen oder Berechnungen für historische Gebäude zu verbessern. Neue Materialien sind in der Regel gut erforscht, historische Materialien nicht.
- Fraunhofer IBP arbeitet an einer Online-Version für WUFI® Plus und an einer freien Studenten-Version
 - Die Digitalisierung wird in Zukunft schnellere und einfachere Erfassung von Geometrien ermöglichen. Schnittstellen zwischen 3D Messung und hygrothermischer Gebäudesimulation sollten daher entwickelt werden und der Prozess stärker automatisiert werden. Ziel ist, auch eine weitere Anwendung und neue Nutzergruppen zu erschließen.
- Der transdisziplinäre Ansatz des Workshops mit unerfahrenen Teilnehmenden im Bereich der Simulation brachte mit verschiedenen Expertinnen und Experten zusammen. Wertvolle Ansätze aus unterschiedlichen Disziplinen konnten so untereinander ausgetauscht werden. Nicht nur die Teilnehmenden, sondern auch die Expertinnen und Experten wie auch die Leiterinnen und Leiter der Workshops profitierten von diesem Ansatz.

Kern-Erkenntnisse Workshop Group 3: Business Models

Im Zentrum steht die Frage nach den nächsten Schritten: Was kommt als nächstes in der Welt der Digitalisierung?

- Automatische Erstellung von 3D Modellen in kurzer Zeit mit einem höheren Detaillevel als Basis für die energetische Sanierung
- Hand-held 3D Scanner, die einfach zu nutzen sind, um hoch detaillierte 3D Modelle in Sekunden zu produzieren
- Nutzung von 3D Modellen zur Herstellung von BIM Modellen zur strukturellen Analyse von Bauten.

Die englischen Protokolle der einzelnen Teil-Workshops sowie das Programm finden sich im Anhang.

10.6 Ablauf der Umsetzung von Tagung und Workshop

Tabelle 1:
Zeitliche Abstufung der Arbeitsschritte.

| Zeit | Arbeitsschritt |
|------------------------|---|
| Dezember 2019 | Zusage Finanzierung DBU |
| 13. November 2019 | Ankündigung Konferenz (nach Genehmigung des Vorzeitigen Maßnahmebeginns) |
| Dezember 2019 | Erstellung Website |
| 20. Januar 2020 | Call for Abstracts |
| 17. – 19. Februar 2020 | 1. interner Vorbereitungsworkshop »Recording historic buildings using digital workflows« |
| 10. März 2020 | Einreichung der Beiträge (Abstracts) |
| 10. März 2020 | Registrierung |
| 28. Mai 2020 | 1. Verschiebung der Konferenz |
| 7. Februar 2021 | Einreichung der Beiträge (1. Review Prozess) |
| 3. März 2021 | Benachrichtigung an Autoren, Scientific Committee, EEHB Verteiler |
| 15. Februar 2021 | 2. Verschiebung der Konferenz |
| 26. März 2021 | Benachrichtigung an Autoren, Scientific Committee über EEHB Verteiler |
| 31. März 2021 | Benachrichtigung über EEHB Verteiler |
| 26. April | Ende des 1. Reviews Prozesses |
| 10. Mai 2021 | Rückmeldung an Autoren |
| 24. Mai 2021 | Rücklauf der finalen Versionen und Beginn des 2. Review Prozesses durch das Projektteam des Fraunhofer-IBP |
| Sommer 2021 | Erstellung Konferenzband - Pre Prints (nur für Teilnehmer, die vorab den vollen Tagungsbeitrag gezahlt haben) |
| Herbst 2021 | Veröffentlichung Pre Prints |
| Oktober 2021 | 2. interner Vorbereitungsworkshop »Recording historic buildings using digital workflows« |
| November 2021 | Update Tagungsprogramm an EEHB Verteiler |
| Februar 2022 | Erstellung Poster |
| 2. & 3. Mai 2022 | Workshop »Recording historic buildings using digital workflows – Designing the intersection from 3D model to building simulation« |
| 4. & 5. Mai 2022 | Konferenz – 4th international Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings @ Benediktbeuern |
| Juni bis Oktober 2022 | Nachbereitung der Tagung |
| Oktober 2022 | Veröffentlichung des finalen Tagungsbandes mit Postprints mit DOI-Referenz |

Wegen der Verschiebung der Tagung wurde der Zeitplan mehrmals angepasst.

Anhang

A.1 Program Overview

Workshop & Conference 4 - 7 October 2021

Workshop »Recording historic buildings using digital workflows – Designing the intersection from 3D model to building simulation«

Monday, 2.5.2022 & Tuesday, 3.5.2022

International Workshop for digital heritage recording and development of a model procedure for energetic heritage simulation. Applying digitization for fast and simple energy simulation to enable efficient refurbishment of existing buildings. With Thematic Clusters on Designing the intersection from 3D model to building simulation and additional practical sessions on 3D-scanning, data-processing, building modelling

CONFERENCE EEHB2021

Wednesday, 4.5.2022

Conference Energy Efficient Historic Buildings EEHB2022

Joint session in the morning – Presentation of the Workshop results to the plenum

Parallel sessions in the afternoon

Dinner in the monastery's refractory, former library of the monastery Benediktbeuern

Social Event in the »Old Cooperage« Presentation of the Fraunhofer Centre for Conservation and Energy Performance of Historic Buildings.

Thursday, 5.5.2022

Conference Energy Efficient Historic Buildings EEHB2022

Parallel sessions in the morning

Joint sessions in the afternoon and Wrap Up

End of conference

NETWORKING OPPORTUNITIES

Friday, 6.5.2022

Possible Network Meetings / Work meetings in the »Alten Schöfflerei« Fraunhofer Centre for Conservation and Energy Performance of Historic Buildings, e.g. IEA Annex 59 »Deep renovation of historic buildings« or ISCES+CC Meeting 20

A.2 Call for abstracts: The forth International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings

The 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings

In order to achieving the ambitious governmental and societal goals in CO² reduction which are needed to mitigate global climate change requires the contribution of all sectors including buildings and the construction industry. Historic and traditional buildings compose a considerable part of the worldwide building stock. Solutions are needed that respect the historic fabric of these buildings and yet contribute to energy efficiency improvements and CO² reduction.

The 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2021 aims to present new research and best practices on a wide range of topics relating to energy efficiency in historic buildings. This year, the focus will be on the role digital technologies can play in improving the energy performance of historic buildings, whilst respecting the principles of conservation. In this context, the aim is to take a closer look at the interfaces between digital building models and the building simulation and the question of the necessary accuracy of both 3D digitisation and hygrothermal or building energy performance simulation tools. Both technologies – 3D scans and building simulation – have been available for a long time, but so far there are no automated processes for converting 3D scans into the energetic building simulation. In addition, more research is also needed on the degree of accuracy of the building survey using digital methods in order to represent a historical building accurately.

Abstracts will be selected based on their relevancy to the general theme of the conference, novelty, quality, advancement of the field and state of completion of the research or practice they are presenting. Selected abstracts will be invited for presentation at the workshop on »Recording historic buildings using digital workflows – Designing the intersection from 3D model to building simulation«. Also, a poster session is planned.

The following is meant to illustrate, but not limit, the scope of the conference:

- State of the art and beyond approaches for the use of digital technologies to improve the energy performance of historic buildings
- From 3D point clouds to building simulations – workflows and accuracy aspects within model creation Approaches for digitisation of the energy refurbishment process
- Tools and methods for analysis, planning, refurbishment to facility management
- Building and district level applications
- Challenges in preservation of 20th-century' historic buildings

- Development of new technical retrofit measures appropriate for different types of historic buildings
- Good practices presenting state of the art both in terms of achieved results and decision-making processes
- Investigations based in social sciences and humanities
- Need for training and education, knowledge sharing and critical analyses of the science-practice gap
- Laws, regulations and policies at international, national, regional and local level

Abstracts should be no more than 300 words long and must describe the research objectives, scope and method, as well as the main findings and implications of the work.

Please submit your abstracts under the following email-address: submission@eehb2020.org

A.3 Agenda Pre-Workshop »Recording historic buildings using digital workflows«

Benediktbeuern, Alte Schäferei

Feb. 17th to Feb 19th 2020

Objectives

- Develop a Timeline for the Workshop in October 2021
- Discuss contents
- Identify speakers and moderators / trainers / possible industry partners

Overview equipment / needed equipment

AGENDA

Monday, Feb 17th 2020

19.00 Dinner (optional) – Klosterbräu Stüberl, Benediktbeuern

Tuesday, Feb. 18th 2020

| Time | Topic | Name |
|---------------|--|--|
| 9.30 – 10.00 | Tour de Table Introduction to overall concept »From 3D model to building simulation« | Ralf Kilian |
| 10.00 – 10.30 | Discussion of state of the art (application) | Michael de Bouw / all |
| 10.30 – 12.30 | Business model development & Research roadmap | André Thiel, Anne Thönes, Tobias Schöner |
| 12.30 – 13.30 | Lunch | |
| 13.30 – 15.00 | 3D Scanning | Michael de Bouw, Simone Dubois, CIPA (TBC), Bamberg University (TBC) |
| 15.30 – 17.00 | Building Simulation | Michael de Bouw, Simone Dubois, Matthias Winkler, Florian Antretter Alexandra Troi, N.N. Coburg University (TBC) |

Tour of the Alte Schäfllerei – Fraunhofer Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern

Wednesday, Feb 19th 2020

3D scanning on site with BBRI

List of Equipment

Hardware

| Name | Use | Institution / License |
|------------|---------------------|-----------------------|
| Drone | 3D scanning on site | BBRI |
| SLR Camera | 3D scanning on site | BBRI |
| 360 Camera | 3D scanning on site | BBRI |

A.4 Minutes of the meeting - Pre- Workshop »Recording historic buildings using digital workflows«

Benediktbeuern, Alte Schäflerei/ Telco

Feb. 17th 2020

Participants

| Name | Institution | Role | Date |
|--------------------|--------------------|---|---------------------------|
| Ralf Kilian | Fraunhofer IBP | Coordination | 17.2.-19.2.2020 |
| Caro Gietz | Fraunhofer IBP | Coordination | 18.2.-19.2.2020 |
| Stefan Bichlmair | Fraunhofer IBP | Hydrothermal whole building simulation | 18.2.2020 |
| Christina Moser | Fraunhofer IBP | Business models, research roadmap | 18.2.2020 |
| Tobias Schöner | Fraunhofer IBP | Business models, research roadmap | 18.2.2020 |
| Matthias Winkler | Fraunhofer IBP | Hygrothermal whole building simulation / WUFI Plus | 18.2.2020 |
| Michael de Bouw | BBRI | Drone, Photogrammetry, Energy Plus Simulation / WUFI Plus | 17.2.-19.2.2020 |
| Samuel Dubois | BBRI | Drone, Photogrammetry, Energy Plus Simulation / WUFI Plus | 17.2.-19.2.2020 |
| Constanze Fuhrmann | DBU | Project officer | 18.2.2020 (Video-Con.) |
| Mona Hess | Bamberg University | 3D documentation | (Video-Con.) |
| Gerhard Gresig | Coburg University | 3D documentation | 18.2.2020 |
| Alexandra Troi | Coburg University | Building simulation | 18.2.2020 |

General Objectives for October Workshop

Aim is no deep crash-course, but to get insights into programs / introduction to technologies.

Free software tools

Need for Training

Address necessary level of data reduction

Address size of data

Automated from 3D to energy model

Work-Flow

3D Model
2D Floor Plans
Sketch up / 3D Sketch tool
Energy model

BIM to Energy model (Revit to Energy Plus) but not open source

- not easy to transfer BIM to energy modelling, level of detail is too high.
- source of mistakes
- maybe identify SME active in this field for impulse statement

Accuracy of 3D model?

Geometry has less influence than material parameters on the results of energy simulation. High uncertainties in input parameters like U-value or thermal capacity.

Call for Participants of Workshop

via Uni Bamberg / BBRI / Coburg / Mittelstandszentrum / DBU / FhG

Call for virtual exhibits

Selection process has to be defined

Draft Agenda Workshops

Joint session/ Morning session

Ralf Kilian and Constanze Fuhrmann – Welcome and Introduction
Samuel Dubois – From 3D to building simulation
Sebastian Stratbücker – Digital Twin / State of the art in building simulation

Impulse statements in joint sessions

Olaf Huth T.B.C. – 3D data for structural
BIM for Heritage (Politecnico di Milano)
3D-data to ENEC 18599 & (HOTTGENROTH)
3D-data to WUFI Passive
Hyperspectral imaging (Wetzel)
Damage characterization / Thermography
VR / AR (Prof. Jens Grubert, Coburg)
Semantik / Monarch 3D / Bamberger Empfehlungen (Rüthenik)

Welcome Speech

DBU General Secretary Alexander Bonde

Target group workshop

Invite possible customers (BSV, HES, Churches,)
Architects
Specialized planners
Address students for master courses

Groups and moderators

Group 1.A. und 1.B.: Business model canvas

12-16 Pers. max. to divide in 2 groups

Moderation: Tobias Schöner + Lehmann-Brauns

Venue: North Building OG

Statement by Florian Antretter – Integrated approach from 3D to building simulation

Group 2.A. und 2.B. 3D Scan to 3D data to Floorplan

16 Pers. max. to divide in 2 groups – Groups do change on day 1

Day 1 - separate work sessions

Day 2 - joint morning session (Kopfbau OG)

Moderators:

Group 2A: Michael de Bouw, Samuel Dubois --> Drone / Photogrammetry

Group 2B: Gerhard Gresig, N.N. Uni Bamberg (Ruth Tenschert) --> Scanner

AGI-Soft - free version

Cloud Compare - freeware

Sketch up – test version

Group 3: (3D data to) Floorplan to **Simulation**

16 Pers. max. to divide in 2 groups – Groups do not change

Day 1 - afternoon joint group session (Kopfbau OG)

Day 2 - separate work sessions from the 2nd day, for work with 1. Wufi and
2. Energy Plus

Moderators:

Group 3A: Matthias Winkler, Florian Antretter / Matthias Patzold --> **WUFI Plus**

Group 3B: Alexandra Troi, N.N. EURAC --> **Energy Plus**

Case Study Simulation: North Building of Alte Schäferei with virtual visit, floor plan, cross sections

Companies as possible Partners for EEHB 2021

HOTTGENROTH – 18599 Software

VOXELGRID

LOCLAB - ILKA MAY

NAVIS

MATTERPORT

HOLOLIGHT (Augmented reality / urban data visualization / architectural visualization)

LEICA (Contact possible via Gresig)

To do:

invite companies Tobias Schöner + Ralf Kilian

Newsletter 10.3. new deadline

Scientific committee each paper 2 reviewer, if they do not agree then organizer
paper review process

Equipment for Workshops and Conference

Big screen to show drone steering screen / picture to all

Big screens

16 Notebooks to be used for 2 people each

Notebook specification (--> Michael de Bouw) with graphic card

Equipment BBRI (like in February 2020)

ggf. Coburg

ggf. Bamberg Leica BLK 360 (incl. IR) oder Leica BLK 2GO

Photo-Cameras

Smart-Phone VR + QR Codes

Coburg 20-25

IBP 4+

VR Kiosk 4x Oculus Rift

A.5 Detailed Workshop Programme

Monday, 2.5.2022

Morning - Joint sessions

Introduction to digital recording techniques and energy simulation. Experiences from SMEs and partners in transferring 3D point clouds into other systems / energy simulation.

Lunch

Afternoon - Thematic Clusters and application

Group 1: Thematic Clusters on designing the intersection from 3D model to building simulation.

From 3D scan to energy simulation based on 3D-models / digital twin

(Instructors: Fraunhofer IBP / Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0)

2 groups, max. 10 person per group

- Group 1.A. **Research & Development Roadmap**
- Group 1.B. **Application** - From digital 3D model to building simulation

Group 2: Presentation of 3D-recording with fast and simple processes.

Practical demonstration of 3D-recording methods.

(Instructors: CIPA, KU Leuven, BBRI, University of Bamberg, 2 instructors per group)

2 groups, max. 5-8 person per group

- Group 2.A. Total Station & 3D scanning
- Group 2.B. Photogrammetry by terrestrial techniques and drones

Group 3: Presentation of Energy simulation based on 3D-models / digital twin

Practical application of energetic simulation with a digital 3D models using different software (Instructors: Fraunhofer IBP & BBRI)

2 groups, max. 5-8 person per group

- Group 3.A. WUFI® Plus
- Group 3.B. Energy Plus

Evening – Dinner

Tuesday, 3.5.2022

Morning - Thematic Clusters and application

Group 1: Thematic Clusters on designing the intersection from 3D model to building simulation.

From 3D scan to energy simulation based on 3D-models / digital twin (Instructors: Fraunhofer IBP / Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0),

2 groups, max. 10 person per group

- Group 1.A. **Business model development**
- Group 1.B. **Application** - From digital 3D model to building simulation

Group 2: Presentation of 3D-recording with fast and simple processes

Practical demonstration of 3D-recording methods.

(Instructors: CIPA, KU Leuven, BBRI, University of Bamberg, 2 instructors per group)

2 groups, max. 5-8 person per group

- Group 2.A. Total Station & 3D scanning
- Group 2.B. Photogrammetry by terrestrial techniques and drones

Group 3: Presentation of Energy simulation based on 3D-models / digital twin

Practical application of energetic simulation with a digital 3D models using different software (Instructors: Fraunhofer IBP & BBRI)

2 groups, max. 5-8 person per group

- Group 3.A. WUFI® Plus
- Group 3.B. Energy Plus

Lunch

Afternoon - Joint sessions & Wrap Up

Wrap up and presentation of results to each other for discussion. Definition of a research agenda and new business models for the intersection of 3D modeling and building simulation. Presentation of out

End of Workshop

A.6 Verschiebung der Tagung

A.6.1 Veröffentlichtes Schreiben zur 1. Verschiebung der Tagung

The 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings - Save the new date

Due to the spread of Covid 19 and the resulting worldwide restrictions we have decided to postpone the 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings EEHB2020 in Benediktbeuern until next year. As the overall worldwide conditions will remain uncertain this year, we would like to make it possible for the conference to take place at a later date. Then again hopefully again as a social event and an open forum for professional exchange.

The 2-day-workshop »Recording historic buildings using digital workflows« will now take place on 4 & 5th October 2021 and the Conference on 6 & 7th October 2021. The registration for workshops and conference will remain open.

Further information can be found on our website www.eehb2020.org, which will always provide the latest information.

With best regards

The EEHB 2020 organising team

A.6.2 Veröffentlichtes Schreiben zur 2. Verschiebung der Tagung

EEHB2022 Conference on 4 & 5th May 2022 and 2-day workshop »Recording historic buildings using digital workflows« on 2nd & 3rd May 2022

An uncertain time still lies ahead of us due to the further development of the Covid19 pandemic and many restrictions may remain in place for further months to come. For this reason, we have decided to finally move the EEHB conference to May 2022, as the workshop and conference should take place in presence to allow face-to-face networking. The unique conference venue also is a central part of the concept for the conference, exhibition and the workshop. The conference will be held as a hybrid format, to allow CO² savings and remote participation if necessary.

Our 2-day Workshop »Recording historic buildings using digital workflows« will now take place on 2nd & 3rd May 2022 and the EEHB2022 Conference on 4 & 5th May 2022. The registration for workshops and conference will remain open from now on. Please also remember that registration as speaker and presenter is required.

We are very sorry about all these changes and the fact that we will (again) not be able to meet in Benediktbeuern this year. But hopefully, finally next year. If you have any questions or comments, please contact us through our mail info@eehb2020.org.

Conference registrations already submitted will lose their validity. Therefore, we kindly ask you to register for the new date of the conference on our website. Many thanks for your understanding and your support for EEHB2022. Please do not hesitate to contact us if you have any questions.

With best regards & stay well

The EEHB2022 organising team

Maßnahmen zum Ausgleich der Verzögerung / zur weiteren Einbindung der Teilnehmer

Es wurde ein Angebot an die Autoren zur Veröffentlichung der Paper in einem Open Access Journal (Heritage Science) gemacht, in dem ein Sonderheft zur Tagung EEHB erschien. Das Heft und alle Artikel werden entsprechend mit Förderverweis DBU gekennzeichnet.

Zudem gibt es über das Fraunhofer IRB einen Tagungsband zur Tagung der im Herbst 2021 erschien, also Preprints (Veröffentlichung der Artikel zu den Vorträgen vorab) statt Proceedings (Veröffentlichung nach Abschluss der Tagung).

Die eigentliche Tagung diente dann als Treffen im nächstes Jahr zur abschließenden Präsentation und Diskussion der Beiträge. Und natürlich zum persönli-

chen, fachlichen Austausch und zur Erarbeitung weiterer Schritte zur Zusammenführung von 3D Erfassung und Simulation im Rahmen des abgeschlossenen Workshops.

Aktuell laufende Arbeiten im Projekt

Aktuell wird eine Masterarbeit zu einer Kirche in Jever durchgeführt und betreut, die die Überführung einer Punktwolke in ein WUFI® Plus Gebäude-Modell zur Aufgabe hat sowie die Beschreibung von Ungenauigkeiten im Simulationsmodell infolge geometrischer Vereinfachungen.

Darüber hinaus entsteht gerade eine Simulation der Alten Schäferei in Benediktbeuern, die als Grundlage für den Workshop im Rahmen der EEHB dient.

Zur Planung und Mitgestaltung der EEHB Workshop Inhalte ist ein weiterer Vorbereitungsworkshop in Planung. Es soll auch ein Aufruf erfolgen, Business Modelle zur Diskussion einzureichen.

Der Review Prozess für die Tagungsbeiträge ist derzeit in Gang und wird in ca. 3 Monaten abgeschlossen.

- Update Workshop Agenda
- Update Programm Tagung
- Planung und Umsetzung einer virtuellen Ausstellung
- Planung und Umsetzung der Tagung als Hybrid Event – Hygienekonzept, Posterausstellung, Technik und Umsetzung Hybrid, Parallele Sessions
- Der Review Prozess ist abgeschlossen und die Vorbereitungen zur Tagung laufen.

A.7 Venue

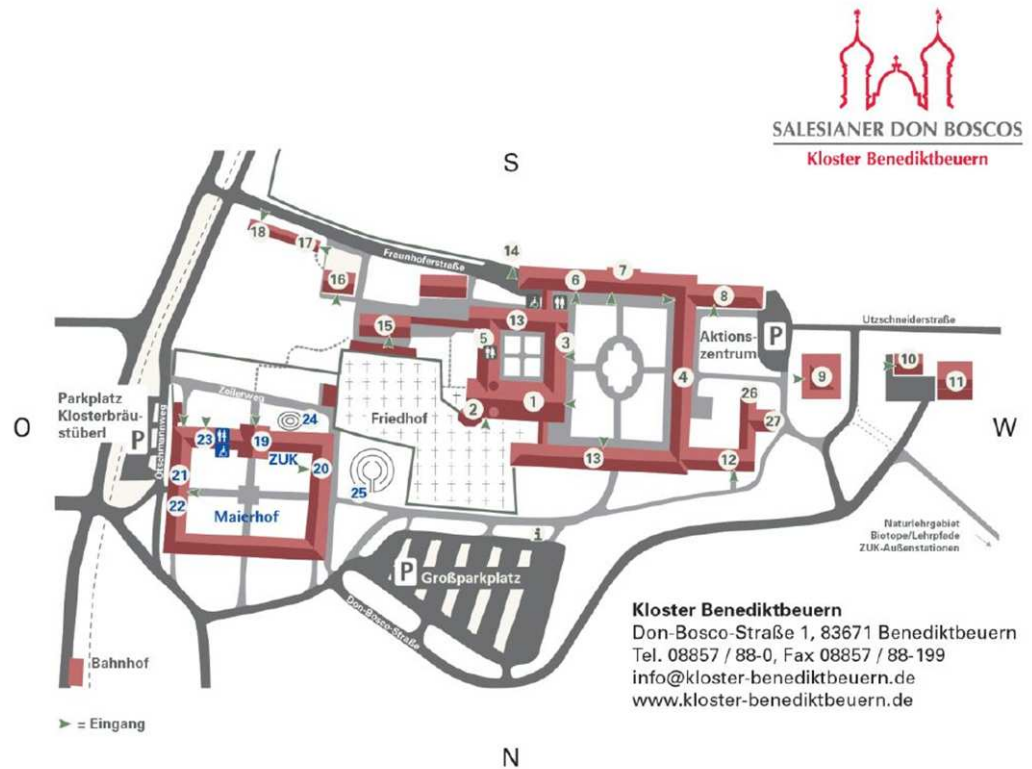


Bild 4:
Site plan of the monastery Benediktbeuern. The Fraunhofer-Center for energetic preservation of historical buildings and monuments is no. 27.



Bild 5:

View of the Fraunhofer-Center where the workshops will take place. The Old Cooperage will be case study on digitization and simulation in the workshop.

[Link to our 3D Model and the virtual tour of the Fraunhofer-Center for Conservation and Energy Performance of Historic Buildings: Fraunhofer Benediktbeuren](#)

A.8 Rückblick - Die Geschichte der Tagung Energy Efficiency in Historic Buildings

Im Herbst 2018 fand die letzte EEHB, die 3. internationale Tagung zu Energieeffizienz in historischen Gebäuden in Visby, Gotland mit über 140 Teilnehmern aus mehr als 35 Ländern statt. Zwei Tage lang wurden in rund 60 Präsentationen neueste Entwicklungen und Forschung aus den Bereichen Energetische Sanierung historischer Bestandsgebäude, Simulation, innovative Materialien aber auch sozio-technologische Studien und neue Vermittlungsansätze vorgestellt. Zuvor fand die Tagung 2014 in Madrid und 2016 in Brüssel statt.

EEHB 2018

The Third International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings
Visby, Gotland, September 26th to 27th 2018

Organised by Swedish Energy Agency, Uppsala University and Swedish National Heritage Board



Bild 6:
Third International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings Visby, Gotland, September 26th to 27th 2018.
Quelle: <https://www.eecb2018.com>

EECHB 2016

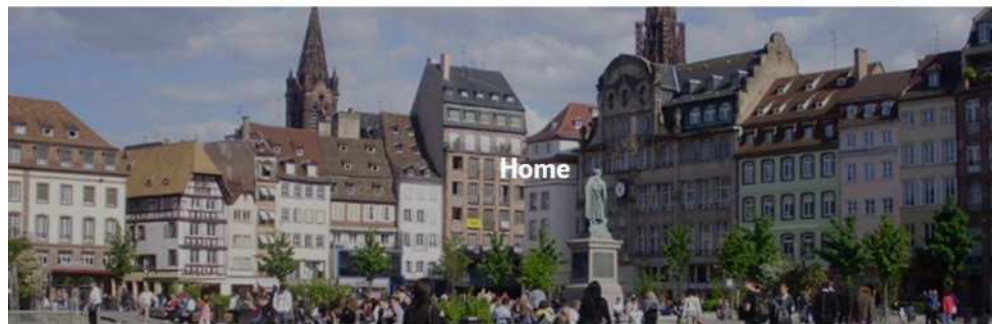
Second edition of the International Conference on Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings from October 19th to 21st, 2015 at the Royal Library in Brussels. Organised by Belgian Building Research Institute in collaboration with public institutes from Brussels, Flanders and Wallonia. Supported by the Technological Support Service on Sustainable Construction and Development in the Brussels Capital Region.



Bild 7:
Second International Conference on Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings, October 19th to 21st, 2015 at the Royal Library in Brussels.
Quelle: <https://www.eechb.eu/>

EEHB 2014

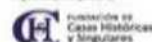
First International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings Madrid, 29-30 Sep. 2014 organised by Casas Históricas y Singulares and Ars Civilis in Madrid.



Workshop supported by



Organized by



Collaboration



Organizado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Economía y Competitividad

Bild 8:
First International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings Madrid,
29-30 Sep. 2014 organised by Casas Históricas y Singulares and Ars Civilis in
Madrid.

Quelle: <https://energyheritage.wordpress.com/>

Bildverzeichnis

| | |
|---|----|
| Bild 1: 6-Stufen Modell des Mittelstandskompetenzzentrums 4.0 Planen und Bauen. | 6 |
| Bild 2: Prozessschritte von einer Bauwerkserfassung hin zu einem Gebäudesimulationsmodell. | 9 |
| Bild 3: Beispielhafte Darstellung von einer Bauwerkserfassung hin zur Grundrisserstellung, Dubois 2018. | 10 |
| Bild 4: Site plan of the monastery Benediktbeuern. The Fraunhofer-Center for energetic preservation of historical buildings and monuments is no. 27. | 39 |
| Bild 5: View of the Fraunhofer-Center where the workshops will take place. The Old Cooperage will be case study on digitization and simulation in the workshop. | 40 |
| Bild 6: Third International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings Visby, Gotland, September 26th to 27th2018. Quelle: https://www.eecb2018.com | 41 |
| Bild 7: Second International Conference on Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings, October 19th to 21st, 2015 at the Royal Library in Brussels. Quelle: https://www.eechb.eu/ | 41 |
| Bild 8: First International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings Madrid, 29-30 Sep. 2014 organised by Casas Históricas y Singulares and Ars Civilis in Madrid. Quelle: https://energyheritage.wordpress.com/ | 42 |

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitliche Abstufung der Arbeitsschritte.

26