DIGITALISIERUNG UND BAUEN IM BESTAND

BUNDES
ARCHITEKTEN
KAMMER

EINLEITUNG
Vorwort 4
Einführung 6

1. BEDARFSERMITTLUNG: GRUNDLAGEN FÜR DIE PLANUNG
1.1 Bauwerksanalyse und Arten von Bestandsdaten 9
1.2 Eingriffsmöglichkeiten in den Bestand 11

2. ERFASSUNG DES BESTANDS
2.1 Strategisches Vorgehen im BIM-Prozess 17
2.2 Erfassung von Raum und Fläche (Quantität) 18
2.3 Erfassung der Materialien und Konstruktionen (Qualität) 25
2.4 Modellerstellung aus den erfassten Daten 37

3. BESONDERHEITEN IM BIM-PROZESS BEI BESTANDSPROJEKTEN
3.1 Hinweise zur Bauaufnahme und Leistungen nach HAOI 41
3.2 BIM-Anwendungen in den Leistungsphasen nach HOAI 46
3.3 Lastenheft, AIA und BAP 48
3.4 Dokumentation nach der Baumaßnahme 50

4. BIM IN DER DENKMALPFLEGE
4.1 Das Baudenkmal als Informationsquelle 53
4.2 Modellierungsgenauigkeiten und Informationsdichte 54
4.3 BIM als Schnittstelle zur Denkmalpflege 55
4.4 Integration von Datenbanken und raumbezogenen Informationssystemen 56
4.5 Denkmalschutz und Zuständigkeiten 57

5. ASPEKTE DER NACHHALTIGKEIT
5.1 Digitalisierung und Nachhaltigkeit im Bestandsbau 61
5.2 Kreislaufwirtschaft in der Praxis 67

6. POLITISCHE FLANKIERUNG 61

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN
Autorinnen & Autoren 85
Endnoten 92
Abbildungsverzeichnis 94

VORWORT

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

2021 hat die BAK die digitale Broschüre »Digitalisierung und Bauen im Bestand« veröffentlicht, die die gleichnamige Arbeitsgruppe unter Federführung der Bayerischen Architektenkammer für Architektinnen und Architekten aller Fachrichtungen erstellt hatte. Der praxisnahe Leitfaden verfolgte das Ziel, Planenden, Auftraggebenden und anderen Projektbeteiligten Orientierung in der Anwendung digitaler Planungswerkzeuge für Umbau, Erweiterung und Sanierung zu geben.

Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass Building Information Modeling (BIM) in der Fachliteratur oft einseitig auf Neubauprojekte bezogen wurde, die Mehrzahl aller Architekturvorhaben jedoch Projekte im Bestand sind. Unsere Publikation war eine der ersten Anleitungen für die digitale Planung bei Bestandsbauten, entsprechend war der Bedarf groß und die Resonanz durchweg positiv.

Seitdem hat sich einiges geändert: In den Architekturbüros in Deutschland hat die Nutzung der BIM-Methode deutlich zugenommen. Die letzte Umfrage der BAK hat ergeben, dass inzwischen ein Drittel der Büros BIM nutzt oder sich in der Einführungsphase befindet. Nachhaltiges Bauen hat massiv an Bedeutung gewonnen, ebenso der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI). Auch die Technologien zur Bestandserfassung haben sich weiterentwickelt. Im Denkmalschutz findet BIM zunehmend Anwendung, wobei hier fachspezifische Besonderheiten gelten.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen hat die Arbeitsgruppe ihren Leitfaden derart umfassend überarbeitet, dass sich der Umfang verdoppelt hat. Die bisherigen Kapitel zur Bedarfsermittlung, Bestandserfassung und zu den Besonderheiten des BIM-Prozesses im Bestand wurden aktualisiert. In komplett neuen Kapiteln können Sie sich nun auch zu den Themen Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft sowie zu BIM in der Denkmalpflege informieren. Zudem hat die Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Bestandsbau ein eigenes Unterkapitel erhalten. Wir freuen uns, dass wir Ihnen hiermit eine Handreichung zur Verfügung stellen können, die Ihnen für Ihre Bestandsprojekte alles Relevante in aktueller Form an die Hand gibt.

Auch die überarbeitete Version steht auf der BAK-Website zum kostenlosen Download zur Verfügung. Dort sind bereits weitere Leitfäden erschienen: Zu den Themen »Leistungsbild, Vertrag und Vergütung«, zur »BIM-Implementierung im Büro« sowie zur »Digitalen Planung in der Hochschulausbildung«. Dies sind nur einige der Ergebnisse, die in der Arbeitsstruktur FederführungPLUS Digitalisierung der BAK entstanden sind. Seit 2019 werden die diversen Digitalisierungsthemen im Planen und Bauen von jeweils einer federführenden Architektenländerkammer bearbeitet. In die Arbeitsgruppen selbst können alle Länderkammern Mitwirkende entsenden.

Zu den verschiedenen Aufgabenbereichen der Arbeitsgruppen in der FederführungPLUS gehören der digitale Bauantrag (AK Nordrhein-Westfalen), die Einführung von BIM im Architekturbüro (AK Nordrhein-Westfalen), Digitalisierung und Nachhaltigkeit (AK Rheinland-Pfalz), Künstliche Intelligenz (AK Berlin), Digitalisierung und BIM in der Normung (AK Berlin), Urheberrechtsschutz im Digitalen (AK Hessen) sowie BIM in 4D und 5D (AK Baden-Württemberg).

Mein großer Dank gilt der für das Thema Digitalisierung und Bauen im Bestand federführenden Bayerischen Architektenkammer mit Alexander Schwab als Sprecher sowie den Mitgliedern Matthias Haber, Frank Lattke, Prof. Matthias Pätzold, Julia Schneider, Rainer Seidl und Marcus Ebert (alle Bayerische AK), Eva Holdenried (AK Rheinland-Pfalz) sowie Frank Hadwiger und Jürgen Lintner (AK Nordrhein-Westfalen). Seine thematische Breite und Tiefe im Detail verdankt der Leitfaden auch den Gastbeiträgen von Prof. Dr. Ralf W. Arndt (FH Erfurt), Matthias Backhaus (Seidl & Partner), Eric Ewert (FH Erfurt), den Vertreterinnen der Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern (VDL) Dr. Andrea Pufke (LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, LVR-ADR), Dr. Alexandra Fink und Jutta Hundhausen (beide Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz Direktion Landesdenkmalpflege), Sandra Schuster (TU München), Kathrin Valvoda (Bayerische AK) und Chris Voigt (MKP GmbH). Für ihre inhaltliche, redaktionelle sowie organisatorische Unterstützung seien Marcus Ebert (Bayerische AK), Gabriele Seitz und Dr. Susanne Jany (beide BAK) gedankt.

Liebe Planerinnen und Planer, ich hoffe diese überarbeitete Version des Leitfadens bietet Ihnen das notwendige Wissen zur digitalen Planung und Umsetzung Ihrer Projekte im Bestand. Dabei wünsche ich Ihnen viel Erfolg!

Ihr Martin Müller
Vizepräsident der Bundesarchitektenkammer

EINFÜHRUNG

Die Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) ist ein ganzheitlich digitaler Planungsansatz, der bereits seit dem 1. Januar 2021 bei der Vergabe öffentlicher Aufträge für den Infrastrukturbau und seit Ende 2022 für den Bundeshochbau verpflichtend gefordert wird. Darüber hinaus obliegt es der Bauherrschaft sowie den Planenden selbst, sich für den Einsatz von BIM zu entscheiden. Der technische Schwerpunkt dieser digital gestützten Arbeitsmethode liegt insbesondere in der digitalen Verarbeitung von relevanten Informationen rund um das Bauprojekt und der dadurch effizienten Kommunikation in der Planung unter den am Bau beteiligten Stakeholdern. Ziel ist dabei, die Planungsqualität durch verbesserte Kooperation, Dokumentation und ein konstruktives Fehlermanagement zu erhöhen.

Die Anwendung von BIM setzt eine gewisse Fachkenntnis und Arbeitsdisziplin voraus, die im Rahmen eines Projektes von allen Beteiligten, auch vertraglich, eingefordert werden muss. Neben der noch vor Projektbeginn von Auftraggeber oder Auftraggeberin festzulegenden Vorgehensweise der BIM-Projektabwicklung in den Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA), müssen beim Bauen im Bestand zudem Entscheidungen bezüglich der digital zu erhebenden und im BIM-Modell zu erfassenden Informationstiefe des Bestandbauwerkes getroffen werden. Dabei stehen den Planenden unterschiedliche Techniken zur Verfügung, die in diesem Leitfaden vorgestellt und mit ihren Mehrwerten für die Bestandserfassung, Planung und Umsetzung beschrieben werden.

Da heutzutage 70 bis 80 Prozent des Bauens im Bestand stattfindet, hat sich die Arbeitsgruppe »Digitalisierung und Bauen im Bestand« der Bundesarchitektenkammer zum Ziel gesetzt, eine Handreichung zur Beratung der Bauherrschaft und anderer Beteiligter über Methoden und Schnittstellen zu erarbeiten und weiterzuentwickeln. Nach ihrer erstmaligen Veröffentlichung im August 2021 wurde diese im Jahr 2024 überarbeitet und an die fortschreitende Entwicklung digitaler Techniken und Praxisanwendungen inhaltlich angepasst. Besondere Beachtung fanden dabei Bezüge zur Kooperation mit der Denkmalpflege sowie zu Aspekten der Nachhaltigkeit.

Den Autoren und Autorinnen war es ein Anliegen, die im Leitfaden gegebenen Hinweise für den Praxisbezug zu optimieren. Dies wird in der überarbeiteten Fassung nun unter anderem durch eine angepasste Kapitelstruktur sowie durch die gekennzeichneten »Praxistipps« ermöglicht. Auch die überarbeitete zweite Auflage steht – neben den anderen Bänden der BAK-Reihe zur Digitalisierung – auf bak.de zur Verfügung.

BEDARFSERMITTLUNG: GRUNDLAGEN FÜR DIE PLANUNG

1

1.1 BAUWERKSANALYSE UND ARTEN VON BESTANDSDATEN

Bauen im Bestand ist die zweite Chance der Architektur. Der Umbau und die Modernisierung bestehender Gebäude bieten neben der Erfüllung der baurechtlichen Vorgaben und der ökonomischen und technischen Ziele die Möglichkeiten einer funktionalen und gestalterischen Verbesserung ganz im Sinne nachhaltiger Ziele.

Im Gegensatz zur Planung eines Neubaus geht der Gebäudemodernisierung eine sehr gründliche Bestandsaufnahme voraus. Nur die umfassende und genaue Analyse liefert in der frühen Planungsphase für alle Beteiligte die planungsrelevanten Informationen. So lassen sich frühzeitig notwendige Eingriffe aufgrund geänderter baurechtlicher Anforderungen und nicht mehr zeitgemäßer Bauausführung, z. B. beim Brandschutz, erkennen und bei der Planung berücksichtigen.

Eine entsprechend gründliche Gebäudeaufnahme durch Architektinnen und Architekten sowie Fachplanende ist notwendig, um die Belange von Baurecht, Brandschutz, Tragwerk, Schadstoffmanagement, Nutzung und technischer Gebäudeausrüstung zu erfassen. Je mehr Wissen über die Gebäude- und Tragstruktur und die vorhandenen Baustoffe gesammelt wird, desto besser können Lösungen in der Planungsphase aufeinander abgestimmt werden. Die Untersuchung darf sich nicht auf die Oberfläche beschränken, sondern muss durch Öffnung von Bauteilen auch in deren Tiefe gehen.

Am Anfang des Projektes muss die Art und der Umfang der digital unterstützten Planung geklärt werden. Soll ein Projekt in einer BIM-Umgebung geplant werden, sind die Anforderungen des Bauherrn und die Arbeitsweise des Planungsteams frühzeitig festzulegen (siehe auch Kapitel 3.3). In der Analyse der baulichen Situation werden Daten unterschiedlicher Qualität erfasst und für die weitere Planung vorbereitet:

ABB. 1: DIGITALE ERFASSUNG VON BESTANDSINFORMATIONEN

Datenerfassung	Maßnahme	Ergebnis
Bestandspläne	Sichten und scannen, Umwandlung in CAD-Formate	2D-Daten für CAD-Planung (dwg, dxf)
Gebäude-vermessung	Bauwerksaufnahme mit digitalen Vermessungs-methoden	3D-Daten für digitales Modell (ifc)
Baugrund-untersuchung	Geologie, Hydrologie, ggf. Bodendenkmäler	Technische Informationen (pdf)
Bauwerkstruktur	Aufnahme und Abgleich von Raumplan, Tragwerks- und technischen Systemen	Darstellung Raumbezeichnung, Tragstruktur, Schacht- und Trassenstruktur
Bauteil-untersuchung	Statische, bauphysikalische, materialspezifische Kennwerte	Erkennen von Defiziten, Vergabe von Bauteilattributen

Praxistipps

- Frühzeitige umfassende Analyse des Bestands
- Einigung auf eine gemeinsame digitale Datenstruktur
- Vergleich der Bestandsdaten mit dem tatsächlich gebauten Zustand

1.2 EINGRIFFSMÖGLICHKEITEN IN DEN BESTAND

Das Weiterbauen von Gebäuden kann neben dem Umbau im Gebäudeinneren als Aufstockung, Anbau und Fassadenerneuerung erfolgen. Baurechtliche und konstruktive Anforderungen wie Brandschutz, Erdbebensicherheit, Schallschutz, Standsicherheit des Bestands, Baugrund/Setzungen, Baurecht und Abstandsflächen sind in der Planung zu berücksichtigen. Eine frühzeitige und strukturierte Erfassung der Informationen ist empfehlenswert und kann bereits im digitalen Gebäudemodell abgebildet werden.

Die Bestandserfassung erfolgt in Abhängigkeit von der Zugänglichkeit und der Rückbaumöglichkeiten idealerweise zu Beginn der Planung oder stufenweise im Planungsprozess.

ABB. 2: DATENERFASSUNG BEI BESTANDSPROJEKTEN

Art	Eingriff	Digitale Erfassung im BIM-Modell
Sanierung	Erhaltung und Verbesserungen der Funktionalität und technischen Beschaffenheit	Geometrie der Raum- und Tragstruktur, ggf. statische Lastreserven, Brandschutz, Bauphysik, Schallschutz
Umbau/ Ertüchtigung	Umbau und Ertüchtigung von Räumen und Tragwerk im Gebäudeinneren	Geometrie der Raum- und Tragstruktur, ggf. statische Lastreserven, Brandschutz, Bauphysik, Schallschutz
Erweiterung/ Aufstockung	Vertikale Ergänzung eines Bauwerks unter Ausnutzung der vorhandenen statischen Reserven	Geometrie der vorhandenen Tragstruktur, statische Lastreserven, Brandschutz, Bauphysik, Schallschutz
Erweiterung/ Anbau	Bauliche Erweiterung in horizontaler Richtung	Lage und Bauwerksgeometrie, Brandschutz, Bauphysik, Schallschutz
Fassaden-erneuerung	Verbesserung und/oder Ersatz der vorhandenen Gebäudehülle (Dach, Wand) zur energetischen Modernisierung	Fassadengeometrie, Öffnungen, Geschosshöhen, statische Lastableitung, Brandschutz, Bauphysik, Schallschutz

1.2.1 SANIERUNG

Die Sanierung von Gebäuden benötigt eine klare Zielvorstellung der Bauherrschaft. Sie reicht von der schrittweisen Überarbeitung einzelner freigewordener Nutzungseinheiten in einem ansonsten komplett genutzten Gebäude über die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle bis zur Komplettsanierung mit Erneuerung der gesamten Haustechnik.

Die besondere Herausforderung bei Wohngebäuden ist häufig, dass diese teilweise oder sogar komplett bewohnt bleiben und »um die Bewohner herum« saniert werden müssen. Hier ist die Planung mit der Methode BIM besonders auch in der Organisation des Bauablaufes eine große Hilfe. Speziell in der energetischen Sanierung findet sich im Zusammenhang mit der Vorfertigung von Fassadenelementen ein großes Potential, um mit Hilfe der Digitalisierung die Sanierungsquote zu erhöhen und die Zeit des Bauablaufs zu verkürzen. Auf EU-Ebene gibt es hierzu mehrere Forschungsinitiativen, die sich mit dieser Thematik befassen; die Programme BIM Speed[1], RenoZEB[2] und Lean Wood[3] seien hier beispielhaft genannt.

1.2.2 UMBAU

Der Umbau stellt alle Beteiligten in jeder Phase der Bearbeitung vor erhebliche Herausforderungen, die von der Frage der Verwendbarkeit vorhandener Konstruktionen und Installationen hinsichtlich Belastbarkeit, Restlebensdauer, Bestandsschutz oder Erfüllung neuer technischer und rechtlicher Regeln bis hin zu Schnittstellen von Alt zu Neu für die zukünftige Nutzung reichen. Dies kann von geringen Eingriffen bis zum Komplettrückbau auf den Rohbau und dessen Ertüchtigung führen. Für die Bearbeitung dieser komplexen Fragen ist ein BIM-gestütztes Modell, in dem alle möglichen Kollisionen erkannt werden können, eine wertvolle Hilfe.

Auch die digitalen Möglichkeiten der Bauwerksanalyse unterstützen bei der Beurteilung des Bestands. Schadstoffanalysen, Analysen des historischen Tragwerks oder zerstörungsfreie Materialerkundungen werden durch digitale Techniken ergänzt bzw. überhaupt erst möglich. Hier wird intensiv geforscht und man kann mit wegweisenden Entwicklungen in den nächsten Jahren rechnen. Wie in allen Bauvorhaben im Bestand wird das Gebäude zunehmend auch als Rohstoffquelle betrachtet. Genaue Kenntnisse über verbaute Materialien und verwendete Baukonstruktionen leisten hier einen erheblichen Beitrag zum nachhaltigen, kreislaufgerechten Bauen (siehe Kapitel 5).

1.2.3 ERWEITERUNG

Die Erweiterung von Gebäuden kann in alle Richtungen erfolgen: durch Anbau, Aufstockung, Unterkellerung oder auch durch eine Kombination dieser Möglichkeiten. Je nachdem gibt es unterschiedliche Anforderungen und Herangehensweisen. Eine intensive Auseinandersetzung mit dem Bestand und der oft auch während der Bauzeit weiterlaufenden Nutzung ist unerlässlich. Dazu sollte idealerweise ein As-Built-Modell erstellt werden, um die Übergänge von Neu zu Alt zweifelsfrei lösen zu können.

Oft führt eine Erweiterung auch dazu, dass Teile der Fassade des Bestands erneuert werden, um die optische Verbindung mit den neuen Gebäudeteilen herzustellen. Um das Gebäude exakt aufzunehmen, werden in Kapitel 2 die derzeit technisch üblichen Methoden vorgestellt. Zum Beispiel bilden die Erfassung mittels Laserscan und Punktwolke oder die Aufnahme durch »Messzeichnen« den Bestand exakt ab und helfen Planungsfehler, die auf fehlerhaften Bestandsunterlagen beruhen, zu vermeiden.

1.2.4 MISCHFORMEN

Alle genannten Möglichkeiten des Umgangs mit dem Bestand treten nicht nur allein, sondern auch in verschiedenen Kombinationen auf. Das erzeugt eine Vielfalt an Optionen für die Organisation des Ablaufs dieser unterschiedlichen Eingriffe. Die Schwierigkeiten ergeben sich dabei sowohl aus der häufig fortdauernden Nutzung zumindest eines Teils des Bestands, als auch aus der Baustellenorganisation im meistens städtischen Kontext, in dem diese Gebäude stehen. Gerade hier stellt die Planungsmethode BIM, in der der Bestand und die Maßnahmen genauso wie der Bauablauf detailliert betrachtet werden können, eine echte Hilfe dar.

1.2.5 DENKMALSCHUTZ

Bestandsgebäude können Denkmäler oder Teil eines geschützten Ensembles, Denkmalbereichs oder einer Denkmalzone sein. Denkmäler sind in der Regel bauliche Zeugnisse einer abgeschlossenen Epoche. Die Erfassung von Denkmälern erfolgt aktuell bundesweit bis in die 1990er Jahre zurück (Postmoderne). Daher ist es für ein geplantes Projekt sinnvoll, frühzeitig mit den Denkmal(schutz)behörden in Kontakt zu treten, u. a. um zu erfahren, ob denkmalrechtliche Anforderungen bei einem Bestandsgebäude berücksichtigt werden müssen. Eine entsprechende Dokumentation und Visualisierung des Bestands und der geplanten Maßnahmen mit Hilfe von BIM veranschaulicht die Argumentationsketten und unterstützt wesentlich die Entscheidungsfindung. In Kapitel 4 erhalten Sie weitere Informationen und Hinweise zum Umgang mit dem denkmalgeschützten Bestand.

1.2.6 FACILITY MANAGEMENT

Der Unterhalt des Bestands ist für viele Unternehmen, Verwaltungen und Eigentümerinnen eine Herausforderung. Eine Erfassung der Gebäude enthält vielfältige Einsparpotentiale bei Unterhalt und Instandhaltung, z. B. durch eine größere Verhandlungsmasse in einer Vergabe. As-Built-Modelle, die die tatsächlich eingebauten technischen Gebäudeausrüstungen mit den entsprechenden Wartungsintervallen und Erinnerungsfunktionen umfassen, bieten erfolgsversprechende Möglichkeiten für das Facility Management.

Viele Computer-Aided Facility Management-Systeme (CAFM) referenzieren direkt in die Autorensoftware der Architektinnen und Architekten. Die Erstellung und Wartung der As-Built-Modelle und der damit verbundenen Datenbanken können als neues Geschäftsfeld für Architekturbüros in Betracht gezogen werden. Der Architekt oder die Architektin unterstützt somit aktiv die Verwaltung des Gebäudes über dessen gesamten Lebenszyklus, in dem er oder sie bauliche Änderungen nachführt, was letztlich auch die Kundenbindung vertieft.

ERFASSUNG DES BESTANDS

2

2.1 STRATEGISCHES VORGEHEN IM BIM-PROZESS

Die exakte Erfassung der Geometrie des Bestandsgebäudes bildet die Grundlage für die erfolgreiche Planung der Baumaßnahme. Digitale Vermessungsmethoden liefern die Basisdaten für ein Gebäudemodell, in dem sämtliche Informationen strukturiert erfasst werden. Das Modell ist gleichzeitig die Grundlage für einen digital unterstützten, kooperativen Planungsprozess – das sogenannte Building Information Modeling, kurz BIM.

Wie im BIM-Prozess allgemein hilft es, sich vor Beginn der Aufnahme über das Ziel bewusst zu werden und dieses genau zu definieren. In den Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) werden Verantwortlichkeiten, Detaillierungsgrade, Übergabeformate, etc. definiert. Für ein Aufmaß sind z. B. die benötigten Mess- und Scangenauigkeiten wichtig. Näheres hierzu erfahren Sie in Kapitel 3.3 zum Lastenheft.

Nach diesen Festlegungen kann das für die Aufgabe geeignetste Werkzeug gewählt werden. Der Einstieg in die BIM-Methode muss nicht zwingend mit einem erhöhten technischen Aufwand gelöst werden. Mit den modernen Architekturprogrammen haben Planende Modellierungswerkzeuge parat, mit denen auch die Bestandsdaten erfasst und in einem Modell abgebildet werden können. Die Eingabemethoden werden hier um zusätzlich geforderte Informationen ergänzt.

Auch wenn die Bauteile in den frühen Projektphasen sehr vereinfacht dargestellt werden, sollte die Festlegung der geometrischen Definition der Bauteile so genau wie möglich sein. Ähnlich wie eine Schablone muss das Neue auf das Alte passen. Je höher der Vorfertigungsgrad der Bauteile ist, desto geringer sind die Toleranzen. Die Detaillierung im Grundriss und Schnitt auf Basis von Bestandsplänen oder eines groben Aufmaßes reicht meistens für die Entwurfs- und Ausführungsplanung der Architektur aus.

Das exakte, digital unterstützte Aufmaß liegt bei dieser Planungsweise im Idealfall als Leistung bei der ausführenden Baufirma, die im Rahmen der Arbeitsvorbereitung das Aufmaß erstellt. Damit ist die Verantwortung für die spätere Maßhaltigkeit der herzustellenden Bauteile klar geregelt. Die wichtigste Vorbereitung ist die Definition aller zu messenden Punkte am Gebäude sowie eine gemeinsame Interpretation der Ergebnisse im Planungsteam. Insbesondere die Gebäudekanten sowie die Fensteröffnungen mit der Lage der Laibungen müssen präzise aufgenommen werden. Ähnlich einer topografischen Karte werden auch die Unebenheiten der Fassade ermittelt.

2.2 ERFASSUNG VON RAUM UND FLÄCHE (QUANTITÄT)

Das digitale Aufmaß ist die wesentliche Planungsgrundlage im modernen Bauwesen. Umfang und Zweck der Baumaßnahme definieren dabei die Anforderungen an die Datenbasis. Entsprechen die geometrischen Informationen aus alten Bestandsplänen nicht den Anforderungen des Bauvorhabens oder sind sie unvollständig, wird ein neues Aufmaß erstellt. Moderne Messverfahren ermöglichen eine großflächige und geometrisch zuverlässige Erfassung der Räumlichkeiten.

Da die meisten Messprinzipien auf einer berührungslosen Erfassung der Oberflächengeometrie beruhen, kann nur die freiliegende Bausubstanz erfasst werden. Aus diesem Grund sollte eine Freilegung der relevanten Bauteile vor Messbeginn in Erwägung gezogen werden, sofern der Bauzeitenplan eine spätere Verfügbarkeit der Planunterlagen zulässt. Ansonsten können fehlende Bauteile jederzeit ergänzt werden, was aber unter Umständen ein erneutes Aufmaß erfordert.

Bei der Neuerstellung oder Prüfung von Bestandsdaten kann auf eine Vielzahl von technischen Geräten zurückgegriffen werden, die ein effizientes und projektorientiertes Aufmaß ermöglichen. Eine Vielzahl der unterstützenden Messinstrumente bedienen sich der Elektrooptischen Distanzmessung, bei der durch emittierte Lichtstrahlen – zumeist durch Laserdioden – Raumstrecken bestimmt werden. Weitere Aufmaßmethoden verfolgen z. B. einen photogrammetrischen Ansatz, welcher allgemein als das Messen mit Bildern bekannt ist.

2.2.1 HANDAUFMASS UND MESSZEICHNEN

Der Vorteil des Aufmaßes mit einem Distometer ist offensichtlich: Das Gerät ist gegenüber anderen technischen Möglichkeiten verhältnismäßig kostengünstig. Kombiniert man es mit einem tragbaren Tablet oder PC und der passenden Software, können an einem Termin vor Ort geometrische Formen und Sachdaten erfasst werden. Mittels der Durchführung von Kontrollmessungen bleibt die Fehlerquelle gering und es entsteht vor Ort in einem Zug ein dreidimensionales Modell inklusive der notwendigen Attribute. Neuere Systeme können die gemessenen Daten direkt beim Aufmaß in ein 3D-Modell umsetzen.

Beim Messzeichnen entstehen fertige Elemente wie Wände oder Türen. Ein Abgleich mit der gebauten Wirklichkeit ist sofort möglich. Ein weiterer Vorteil ist, dass dies auch rückwärts funktioniert und sich Punkte aus dem 3D-Modell in den Gebäudestand projizieren lassen. Schwieriger ist die Aufnahme von mehrteiligen oder verformten Systemen mit einem Distometer wie z. B. von einem Fachwerk oder einem komplexen Dachstuhl oder ggf. auch die Herstellung des Bezugs unterschiedlicher Stockwerke zueinander. Basierend auf den punktuellen, eindimensionalen und richtungsunkontrollierten Messungen beinhaltet das resultierende Aufmaß einen hohen Generalisierungs- bzw. Vereinfachungsgrad.

+ kostengünstiges Aufmaß	- beschränkte Kontrollierbarkeit
+ sofortiges Messergebnis	- Detailgeometrien nicht messbar
+ anwenderfreundlich	- starke Fehlerfortpflanzung innerhalb der Messungen
+ schnelle Umsetzung in 3D-Daten	- keine direkte Messung von markanten Punkten / Kanten möglich
	- schlechte Erreichbarkeit von höherliegenden Objekten
	- Zugang zum Ausgangspunkt der Messung notwendig

2.2.2 TACHYMETRIE

Die Aufnahme durch ein Tachymeter unterscheidet sich vom Distometer hauptsächlich darin, dass neben der Zieldistanz auch die Richtung des Einzelpunkts über Horizontal- und Zenitwinkelbestimmung ermittelt werden kann. Dies ermöglicht die direkte Aufnahme von markanten Gebäudepunkten bzw. Gebäudekanten in Lage und Höhe. Das tachymetrische Aufmaß zeichnet sich durch eine hohe geometrische Zuverlässigkeit aller aufgenommenen Punkte über die gesamte Projektfläche aus. Dies ermöglicht die Aufnahme der tatsächlichen Lage und Höhe von relevanten, geometrischen Punkten im Bestand.

Die Tachymetrie findet traditionellerweise hauptsächlich in Infrastrukturprojekten Anwendung. In Einzelfällen bietet die tachymetrische Aufnahme jedoch auch bei Gebäudeerfassungen den idealen Prozess. Wie beim elektronischen Handaufmaß ist mit geeigneten Geräten und passender Software eine direkte Aufnahme und Bearbeitung eines Modells vor Ort möglich. Die Einzelpunkte lassen sich direkt in Volumenkörper umwandeln. Unvollständige Datensätze müssen, äquivalent zum Handaufmaß, vor Ort ergänzt werden und können nicht reproduziert werden.

+ sehr hohe geometrische Zuverlässigkeit	- kostspieliges Messgerät
+ einfache Einpassung der Daten in Koordinatensysteme	- fehlende Details nur vor Ort ergänzbar
+ direkte Messung von Punkten / Kanten	
+ sichtbare Objekte können ohne Zugang gemessen werden	
+ hohe Aufdeckung von Fehlern	

2.2.3 PHOTOGRAMMETRIE

Um ein Gebäude mit dieser passiven Art des Aufmaßes zu erfassen, genügen Fotoaufnahmen einer kalibrierten Kamera. Eine entsprechende Software richtet die Fotoaufnahmen zueinander aus. Zusätzliche Informationen von Hilfssensoren oder Lageinformationen über z. B. GNSS (Global Navigation Satellite Systems) unterstützen die Programme bei der Ausrichtung. Mithilfe der Fotoaufnahmen errechnet die Software ein Modell, welches das Messen der abgelichteten Gebäude ermöglicht. Zur Erstellung eines Modells ist eine leistungsstarke Hard- und Software nötig. Neben der Modellberechnung eignen sich die Fotoaufnahmen auch als umfängliche Baudokumentation.

+ kostengünstige Aufnahme	- mangelnde geometrische Kontrollierbarkeit der Bauteile im Innenbereich
+ Baudokumentation	- abhängig von Lichtverhältnissen
	- Modellvollständigkeit ist Softwareabhängig
	- Messergebnis erst nach Modellberechnung kontrollierbar

2.2.4 LASERSCANNING: MOBIL UND STATISCH

Mit Einsatz von Laserscannern können in kürzester Zeit eine Vielzahl an Oberflächenpunkten gemessen werden. Sie dokumentieren detailreich den Ist-Zustand zum Zeitpunkt der Vermessung. Diesen Sachverhalt machen sich verschiedene Messysteme/Messprinzipien zu Nutze:

Terrestrisches Laserscanning (TLS)
Beim sogenannten terrestrischen Laserscanning befindet sich ein Laserscanner während der Punkterfassung an einem gleichbleibenden Standpunkt. Die Messeinheit des Laserscanners rotiert dabei um zwei Achsen, wodurch bei jedem Standpunkt das vollständige, sichtbare Umfeld digital in einer unregistrierten Punktwolke erfasst wird. Je nach Bauteil benötigt es mitunter mehrere Standpunkte, um alle relevanten Geometrien des Bauteils zu erfassen.

Ein terrestrischer Laserscanner erfasst dreidimensionale Oberflächen über derzeit ca. 1 Millionen Punkte in einer Sekunde. Diese aufgemessenen Punkte generieren eine Punktwolke, die die Realität sehr genau nachbildet.

Ein großer Vorteil ist, dass alle sichtbaren Flächen und Objekte detailliert und in einem Vorgang aufgenommen werden. Durch die Registrierung, d. h. die Verbindung aller Standpunkte, entsteht eine zusammenhängende, registrierte Punktwolke des Messobjektes. TLS zeichnet sich durch die Messung von Detailgeometrien und der flächenhaften, schnellen Punktaufnahme aus. Um eine Punktwolke anzusehen oder daraus ein 3D-Modell zu generieren, sind leistungsstarke Hard- und Softwarelösungen notwendig. Die 3D-Modellierung aus der Punktwolke übersteigt im Regelfall den Zeitaufwand des Scanvorgangs um ein Mehrfaches.

Mobiles Laserscanning (MLS)
Befinden sich Laserscanner beim Messvorgang in Bewegung, so wird von mobilem Laserscanning bzw. Mobile Mapping gesprochen. Der beweglichen Plattform des Systems sind dabei keine Grenzen gesetzt. Mehrheitlich existieren auf dem Markt vor allem Rucksacksysteme, bei denen die Anwenderin oder der Anwender den Laserscanner auf dem Rücken/den Schultern trägt. Als weitere bewegliche Plattformen werden unter anderem Roboter, Drohnen und Fahrzeuge angeboten.

Bei Mobile Mapping wird die Umgebung kontinuierlich durch den Laserscanner gemessen. Durch Algorithmen, wie z. B. dem SLAM-Algorithmus, werden die Messdaten in Echtzeit ausgewertet. Dies beinhaltet neben einer Filterung der Daten auch die Berechnung der zurückgelegten Trassierung. Durch den bewegten Einsatz des Scanners kann die Zeit des Aufmaßes – im Vergleich zum TLS-Verfahren zu Kosten von geringen Genauigkeitsnachteilen und dem Verlust von sehr detaillierten Elementen – reduziert werden.

Auf Grund der hohen Anzahl aufgenommener Scan-Punkte können einzelne fehlende Punkte aus der Umgebung rekonstruiert werden. Beide Laserscanning-Methoden bieten den vielversprechendsten Ansatz für die automatisierte Erstellung von 3D-Modellen aus dem Bestand. Gewisse Attribute müssen parallel aufgenommen werden und sind nachträglich den Bauteilen zuzuordnen.

Da die Aufnahme recht schnell geht, aber die Berechnung und das Erzeugen der Bauteile so aufwendig ist, muss genau definiert werden, welche geometrischen Informationen aus der Punktwolke benötigt werden. Die Punktwolke kann jederzeit erneut nachbearbeitet, erweitert und daraus neue Details für das Modell gewonnen werden.

+ hohe geometrische Zuverlässigkeit	- kostspielige Messgeräte
+ hoher Detailgrad	- hohe Rohdatenmenge
+ Baudokumentation	
+ hohes Kosten-/Nutzenverhältnis des Aufmaßes	
+ tachymetrische Kontrolle via Passpunkte möglich	

2.2.5 DROHNENBEFLIEGUNG

Mithilfe von Drohnen können auch schwer zugängliche Bereiche, wie z. B. Dachflächen, aufgemessen und am Rechner realitätsgetreu modelliert werden. Die Drohne dient dabei als Trägerplattform für einen Messsensor – zumeist eine Fotokamera oder ein Laserscanner. Im urbanen Bereich sind Drohnenflüge nur unter strikten Auflagen und mit entsprechenden Genehmigungen geduldet. Eine Drohnenbefliegung benötigt daher eine intensive Vorbereitung. Mittels geeigneter Flugplanung sind die Drohnen dann jedoch in der Lage, größtenteils eigenständig das Objekt abzufliegen und dabei aus allen Richtungen aufzunehmen. Wie bei allen Aufmaßmethoden muss die Zielsetzung genau abgestimmt werden. Die Auswertung der Messdaten ist abhängig vom eingesetzten Messsensor.

+ Messung von unzugänglichen Flächen	- planungsintensiv
+ Kombination von verschiedenen Messsensoren möglich	- prinzipiell reduzierte Messgenauigkeit zu terrestrischen Verfahren
+ Baudokumentation	

2.2.6 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Für die Digitalisierung von Bestandsbauten erscheint insbesondere die Künstliche Intelligenz (KI) vielversprechend. Mit der Arbeitsgruppe »Digitalisierung und Bauen im Bestand« ist die BAK im Januar 2021 assoziierte Partnerin im Projekt »BIMKIT« geworden.[4] Das Akronym steht für die »Bestandsmodellierung von Gebäuden und Infrastrukturbauwerken mittels KI zur Generierung von Digital Twins«. Die Konsortialführung des Projekts hatte das Software-Unternehmen Hottgenroth, unterstützt wurde es vom Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut und der Ruhr-Universität Bochum. Das Projekt hatte sich erfolgreich um eine Förderung im Programm »Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie beworben und ist 2024 erfolgreich ausgelaufen.

Im Forschungsprojekt wurden Methoden der Künstlichen Intelligenz (vortrainierte neuronale Netze) zusammengeführt und weiterentwickelt, um aus bestehenden Daten (Punktwolken, Drohnenflügen, CAD-Plänen, Textdokumenten, E-Mails, Excel-Tabellen oder Fotos) unter Zuhilfenahme von Expertenwissen Bestandsmodelle für Gebäude und gebaute Infrastrukturen generieren zu können. Ziel war die Entwicklung selbstoptimierter Algorithmen, die in kurzer Zeit die unübersichtliche Menge an bestehenden analogen und digitalen Dokumenten auswerten und als Informationen für die Attribuierung der Bestandsmodelle nutzbar machen. Bisher war dies ein Prozess, der in mühsamer, teurer und fehleranfälliger Handarbeit von Architektinnen und Architekten selbst geleistet werden musste.

Im Projekt wurden verschiedene Anwendungsfälle entwickelt. Dazu gehört das automatische Erkennen von Bauteilinformationen aus zweidimensionalen Grundrissen, wie Klasse, Geometrie, Ausrichtung und die Relation zu anderen Bauteilen. Ebenso werden semantische Informationen in Raumstempeln und der Bemaßung durch KI eigenständig erkannt. Weitere Anwendungsfälle sind das Identifizieren von TGA-Elementen in Bildern sowie das Erfassen und Segmentieren von Schäden an Bauteilen. Außerdem können Materialien aus Bildern in Ansätzen erkannt und parametrisiert werden. Das übergeordnete Ziel dieser Dienste ist die Generierung von IFC-Modellen aus den gewonnenen Daten. Dabei sind bereits einfache geometrische Modelle mit Geometrien von Räumen, Wänden, Türen und Fenstern gelungen.

Da es sich bei BIMKIT um Grundlagenforschung handelte, geht es nun darum, die geschaffenen Anwendungen für komplexere Fälle und Modelle weiterzuentwickeln. Zu nützlichen zukünftigen KI-Anwendungen für den Bestandsbau zählen sicherlich auch die automatische Erkennung verwendeter Materialien für die Attribuierung des Modells oder die Vorhersage der Wiederverwendbarkeit bzw. Recyclingfähigkeit von Bauteilen für die Kreislaufwirtschaft. Auf die kommenden Entwicklungen im Bereich KI und Architektur bzw. Bestandsbau darf man also gespannt sein.

2.3 ERFASSUNG DER MATERIALIEN UND KONSTRUKTIONEN (QUALITÄT)

Neben der geodätischen Erfassung der äußeren Bauwerksgeometrie bilden bauwerksdiagnostische Untersuchungen eine weitere wesentliche Informationsquelle für das Planen im Bestand. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, Informationen zu Bauteilaufbauten, Bauteilzuständen und Materialeigenschaften zu erhalten.

Insbesondere beim Fehlen von Bestandsplänen ist die Durchführung einer Bauwerksdiagnostik unerlässlich. Jedoch auch bei einer vollständigen Aktenlage können Bauwerksuntersuchungen dazu beitragen die Planung zu optimieren, da beispielsweise tatsächliche Materialfestigkeiten ermittelt werden können, die sich oftmals in statischen Nachweisführungen positiv auswirken. Ebenso können Bestandsrisiken minimiert werden, da Bauwerkszustände frühzeitig erkannt werden und darauf nicht erst während der Ausführung der Umbaumaßnahme reagiert werden muss. Neben klassischen Untersuchungsverfahren wie Bohrkernentnahmen oder Sondierungen haben sich mittlerweile viele zerstörungsfreie Prüfverfahren im Bauwesen etabliert. Hierzu zählen beispielsweise Radar zur Erkundung von Bewehrungs- oder Spanngliedverläufen, Ultraschall zur Ortung von Kiesnestern oder Thermografie zur Beurteilung von Wärmebrücken.

Dabei steht auch die Bauwerksdiagnostik durch die zunehmende Digitalisierung und das weiter unten beschriebene modellbasierte Arbeiten vor neuen Möglichkeiten und erarbeitet zunehmend Lösungen wie Augmented Reality (1) oder Digitale Zwillinge. Aktuelle Lösungsansätze bieten hier z. B. das mFUND-Forschungsprojekt TwinGen (2) oder das von der Hamburger Port Authority geförderte Smart Bridge Hamburg Projekt (3).

Aufgrund der großen anfallenden, zu speichernden und zu handelnden Datenmengen einer digitalen Bauwerksdiagnose und eines modellbasierten Bauwerksmanagements sind auch zunehmend KI-basierte Lösungen gefordert, wie z. B. bei der Web-Plattform INFRA//TWIN (4) oder einem KI-basierten Schadens- und Risserkennungssystems von STRUCINSPECT (5). Ein prozessorientierter Ansatz wie er z. B. im EFRE-Projekt Digitale Bauwerksdiagnostik (6) verfolgt wurde und auch jetzt im AiF-Projekt UltraTimB (7) verfolgt wird, wird in Kapitel 2.3.1 beschrieben und anhand des FUND-Vorhabens openSIM (8) beispielhaft in den Kapiteln 2.3.2 ff vorgestellt.

Praxisbeispiele

- (1) AR-basierte Gebäudewartung
- (2) TwinGen
- (3) SmartBRIDGE Hamburg
- (4) INFRA//TWIN
- (5) STRUCINSPECT
- (6) Digitale Bauwerksdiagnostik
- (7) UltraTimB
- (8) openSIM

2.3.1 DER PROZESS DER BAUWERKSDIAGNOSTIK

Damit die Ergebnisse der bauwerksdiagnostischen Untersuchungen optimal für die Planung verwendet werden können, ist eine strukturierte Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Bewertung der Bauwerksdiagnostik unerlässlich.[5] Für alle Teilprozesse kann die BIM-Methodik ein zielführendes Hilfsmittel sein, um ein hohes Maß an Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Kollaboration sicherzustellen.

Bei bauwerksdiagnostischen Untersuchungen kann auf eine Vielzahl von Untersuchungsverfahren und Laboruntersuchungen zurückgegriffen werden, die zum Teil gleiche Ergebnisse versprechen. Es ist empfehlenswert einen sachkundigen Bauwerksdiagnostiker frühzeitig im Projekt zu involvieren, der sowohl Verständnis für historische Baukonstruktionen und -materialien sowie baustoff- und lastbedingte Schädigungsmechanismen besitzt. Zusätzlich sind Kenntnisse zu möglichen Untersuchungsverfahren, ihren Wirkungsweisen und Aussagegenauigkeiten ebenso unverzichtbar, wie Wissen zu Instandsetzungs-, Nachrechnungs-, Verstärkungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen.

Durch einen Architekten oder eine Fachplanerin ist eine Aufgabenstellung zu erstellen, die den Informationsbedarf und die Planungsziele definiert. Die Aufgabenstellung ist dabei unabhängig vom BIM-Prozess zu verstehen. Der Architekt oder die Fachplanerin muss aus technischer Sicht zusammenfassen, welche Problemstellung vorhanden ist und welche Bedarfe er oder sie hat. Die Aufgabenstellung ermöglicht es, dass der sachkundige Bauwerksdiagnostiker zielgerichtete Untersuchungsziele ableiten kann und die »richtigen« Untersuchungsmethoden und deren Umfänge in einer Untersuchungsplanung ermittelt. Zusätzlich zur fachlichen Aufgabenstellung wird eine AIA erstellt, in der die Anforderungen an die Umsetzung der BIM-Methodik definiert werden (welche Anwendungsfälle, welche BIM-Ziele, welche Attribute an welchen Geometrien, etc.). Ergänzend kann bereits ein (Vor-)BIM-Abwicklungsplan (BAP) erstellt werden.

Der Bauwerksdiagnostiker leitet aus der Aufgabenstellung gemeinsam mit den Planerinnen Untersuchungsziele ab und legt Art, Anzahl und Lage der Untersuchungen am Bauwerk in einer Untersuchungsplanung fest. Die Untersuchungsplanung legt die Auswerte- und Bewertungsverfahren fest und bildet damit die Kalkulationsgrundlage für die Durchführung der Untersuchungen. Nach Durchführung der Vor-Ort- und Laboruntersuchungen werden der Fachplanerin die Ergebnisse in nachvollziehbarer Weise übergeben, sodass die Rückführbarkeit der Bewertungen jederzeit gegeben ist.

ABB. 3: PROZESSABLAUF UND KOOPERATION IN DER BAUWERKSDIAGNOSTIK

2.3.2 MODELLBASIERTES ARBEITEN

Die nachfolgenden Erläuterungen zu einer modellbasierten Arbeitsweise im BIM-Kontext stellen Teilergebnisse des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Forschungsvorhabens openSIM[6] dar. Bauwerksdiagnostische Untersuchungen werden meist in frühen Projektphasen durchgeführt, in denen noch kein Bauwerksmodell vorliegt. Zur Anwendung der BIM-Methodik ist kein detailliertes Bauwerksmodell erforderlich. Das Level of Geometry (LoG) kann sehr niedrig sein. Attribute sind nicht erforderlich. Als Grundlage kann somit ein dreidimensionales Modell dienen, welches aus Planunterlagen oder ersten händischen Aufmaßen abgeleitet wurde. Falls möglich, ist dieses jedoch zu georeferenzieren.

Dem Bauwerksdiagnostiker ist neben der Aufgabenstellung und dem Bestandsmodell auch eine Auftraggeber-Informations-Anforderung (AIA) zu übergeben. Darin ist die von der Auftraggeberin zur Verfügung gestellte Common Data Environment (CDE) zu benennen. Weiterhin ist als Mindestanforderung zu erläutern, dass die Lage der Untersuchungsbereiche und -stellen mit geometrischen Körpern zu verorten ist und diese mit wesentlichen Merkmalen (Attributen) zu versehen sind. Im Forschungsprojekt openSIM wird ein Objektkatalog mit zugehörigen Merkmallisten erarbeitet und voraussichtlich 2025 veröffentlicht. Die Auswahl der erforderlichen Merkmale basiert dabei auch auf den im jeweiligen Projekt angestrebten BIM-Anwendungsfällen. Die Abstimmung zwischen den Beteiligten findet modellbasiert statt. Zur Kommunikation und Dokumentation von Abstimmungen werden Nachrichten im BIM Collaboration Format (BCF) über die CDE ausgetauscht (Abb. 4).

Im Rahmen einer Untersuchungskampagne wird ein Fachmodell Bauwerksdiagnostik erstellt, welches sich in mehrere Teilmodelle gliedert und gemeinsam mit dem Bestandsmodell das Koordinationsmodell ergibt (Abb. 5).

Die Erstellung der Modelle erfolgt mit einer Autorensoftware. Der Export als IFC-Datei wird allen Projektbeteiligten auf der CDE zur Verfügung gestellt.

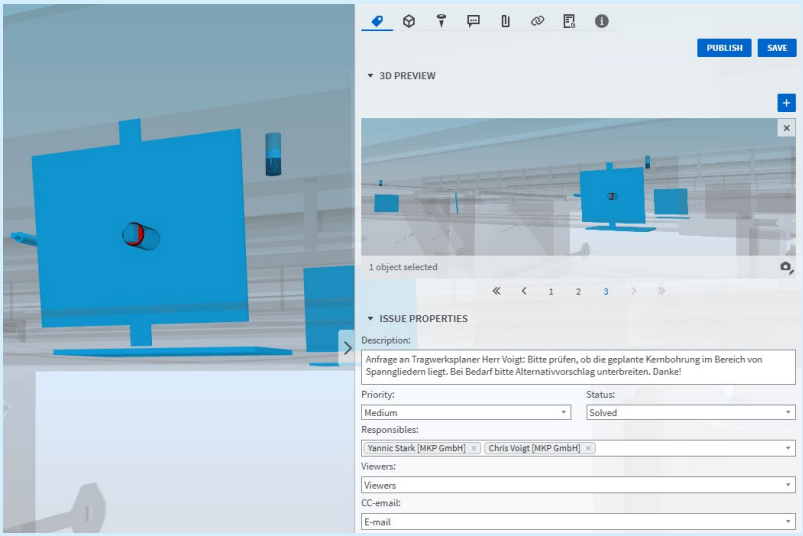


Abb. 4: modellbasierte Abstimmung zwischen den Planungsbeteiligten mit BCF-Nachrichten (Issue) in einer CDE

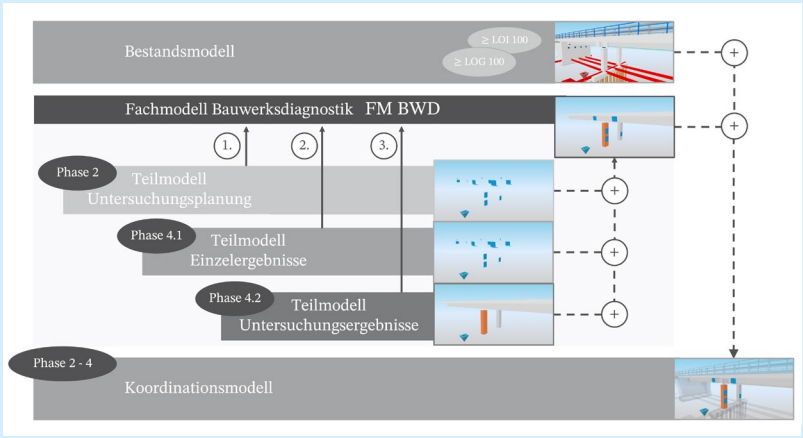


Abb. 5: Aufbau einer Modellstruktur

2.3.3 MODELLBASIERTE UNTERSUCHUNGSPLANUNG

Die Untersuchungsplanung wird in einem Bericht dokumentiert und als PDF in der CDE abgelegt. Herkömmlicherweise werden in Anlagen die Lage der Untersuchungen in zweidimensionalen Plänen dargestellt und in zugehörigen Tabellen die Untersuchungen detailliert beschrieben. Das BIM-Teilmodell Untersuchungsplanung kann diese Anlagen ersetzen (Abb. 6). Die Lage der Untersuchungsstellen wird dreidimensional am Bauwerk mit Volumenkörpern verortet. Über vordefinierte Property-Sets werden an den Volumenkörpern verfahrensspezifische Merkmale hinterlegt. Die Merkmale verfolgen den Zweck, die Ausführung der Untersuchung genau zu beschreiben (z. B. Durchmesser einer Kernbohrung, Länge eines Radarscans oder allgemeine Hinweise zur Ausführung) sowie ein Filtern zu ermöglichen.

Für die Filtermöglichkeit werden an den Untersuchungsstellen neben den verfahrensspezifischen Merkmalen auch Merkmale zum untersuchten Bauteil oder dem verfolgten Untersuchungsziel hinterlegt. In gemeinsamen Abstimmungen zwischen Bauwerksdiagnostiker und Fachplanerin können so beispielsweise mit wenig Aufwand alle Untersuchungen zur Ermittlung der Betonfestigkeit an Geschossdecken hervorgehoben werden. Eine Unterscheidung zwischen zerstörungsfreien Rückprallhammeruntersuchungen und zerstörungsarmen Bohrkernentnahmen kann mit einem weiteren Filter in der CDE sehr schnell vorgenommen werden (Abb. 7).

Aus dem Teilmodell Untersuchungsplanung lassen sich (teil-)automatisiert Mengen für ein Leistungsverzeichnis ableiten, um die Untersuchungen ausschreiben zu können. Die vollautomatische Erstellung eines Leistungsverzeichnisses ist nicht möglich, da nur Positionen automatisiert erstellt werden können, denen im Modell ein Volumenelement zugewiesen ist. Durch den fachkundigen Bauwerksdiagnostiker sind Positionen wie eine »ingenieurtechnische Begleitung der Vor-Ort-Untersuchungen« manuell zu ergänzen, da dies kein modellierbares Element ist. Trotzdem ist die modellbasierte Mengenermittlung bei großen Bestandsaufnahmen ein Mehrwert gegenüber der klassischen Bearbeitungsweise.

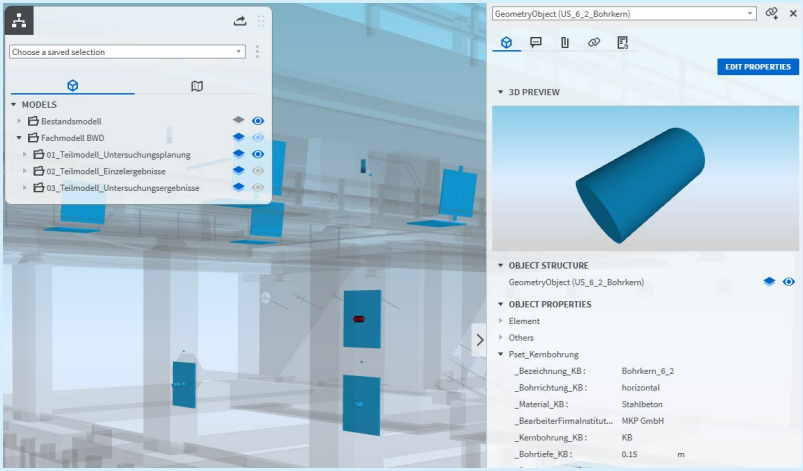


Abb. 6: Koordinierungsmodell einer Brücke (transparent) und Teilmodell Untersuchungsplanung für Bohrkernentnahmen

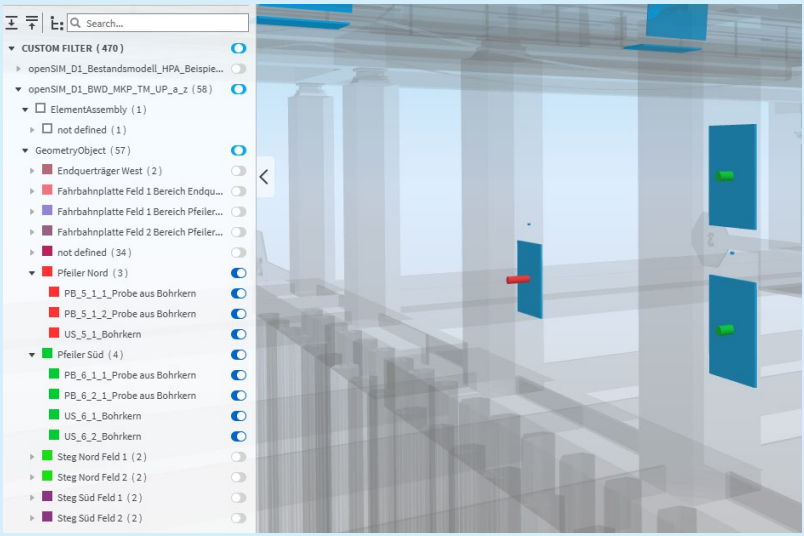


Abb. 7: Nutzung der Filterfunktion in der CDE; Objekte, die dem Filterkriterium entsprechen, werden blau markiert

2.3.4 MODELLBASIERTE ERGEBNISÜBERGABE

Bei den bauwerksdiagnostischen Untersuchungen werden vor Ort und im Labor viele einzelne Informationen gewonnen, die zumeist für sich dokumentiert werden. Dabei fallen sehr heterogene Daten an wie Bilder, Videos, Protokolldaten und Messdaten der zerstörungsfreien Prüfverfahren. Für eine Nachvollziehbarkeit der späteren Bewertungsergebnisse besteht der Anspruch, dass die Einzelergebnisse dokumentiert werden. In üblichen Untersuchungsberichten werden die Einzelergebnisse unbewertet in Datenblättern dokumentiert. Dies ermöglicht dem Fachplaner jetzt oder auch in mehreren Jahren eine eigene Bewertung auf Grundlage aller Einzelergebnisse.

Im Rahmen der BIM-Methodik können mit einem Teilmodell Einzelergebnisse diese Datenblätter ersetzt werden. Dazu werden die Untersuchungsstellen aus dem Teilmodell Untersuchungsplanung bei Bedarf in der Lage und Ausdehnung, entsprechend der tatsächlichen Ausführung, angepasst und mit zusätzlichen Merkmalen versehen. Über die Merkmale lassen sich textliche und zahlenmäßige Informationen wie erkundete Materialien oder Druckfestigkeitswerte sehr gut dokumentieren. Bilder, Videos und Messdateien sollten über eine Verlinkung mit dem Modell verknüpft werden. Hierzu ist es empfehlenswert, die Dateien in einer Ordnerstruktur der CDE oder einer separaten Cloud des Auftraggebers abzulegen (Abb. 8).

Der Untersuchungsbericht wird als PDF ebenfalls in der CDE abgelegt und beinhaltet die Bewertung der Ergebnisse. Die Bewertung kann dabei z. B. eine Berechnung der Betondruckfestigkeitsklasse nach geltendem Regelwerk aus den Einzelfestigkeiten darstellen oder auch eine Einschätzung der Dauerhaftigkeit einer Stahlbetonkonstruktion auf Grundlage von Carbonatisierungstiefe, Chloridgehalt und Rissbild. Ein BIM-Modell kann den Bericht nicht ersetzen, jedoch das Verständnis der darin getroffenen Bewertungen unterstützen.

In einem weiteren Teilmodell Untersuchungsergebnisse kann die Abstraktion der Einzelergebnisse dargestellt werden. Hierzu werden im Modell die bewerteten Bauteile oder Bereiche der Bauteile als Geometrien abgebildet und mit Merkmalen versehen, die das Bewertungsergebnis beschreiben. Eine Gliederung nach Untersuchungszielen ist dabei sinnvoll, sodass die Fachplanerin entsprechend ihrer Fragestellung im Modell navigieren kann (Abb. 9).

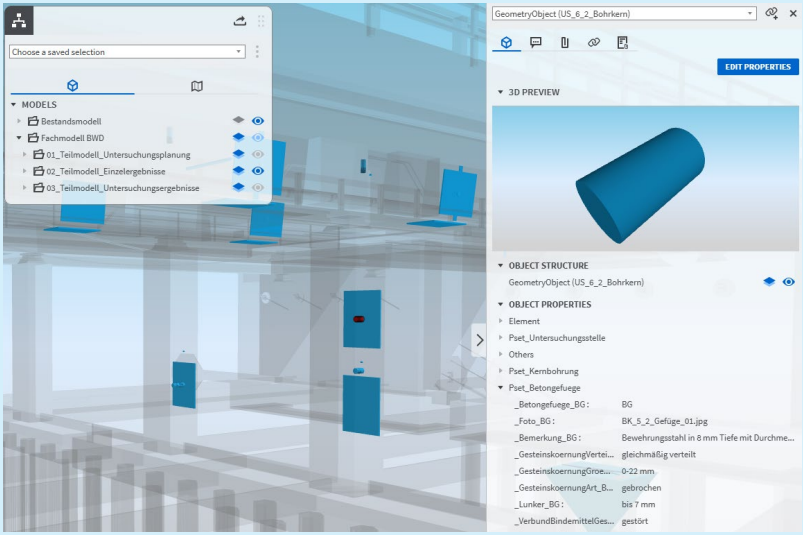


Abb. 8: Teilmodell Einzelergebnisse, Darstellung eines Bohrkerns aus einer Bestandsstütze einer Brücke mit zugehörigen Merkmalen

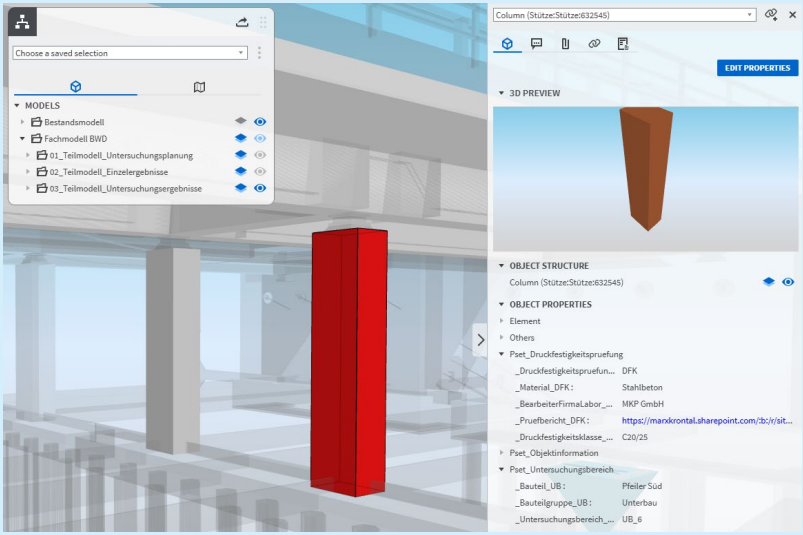


Abb. 9: Teilmodell Untersuchungsergebnisse; Darstellung der ermittelten Druckfestigkeitsklasse für die Bestandspfeiler einer Brücke, die sich aus mehreren Bohrkernentnahmen errechnet

Für das Untersuchungsziel »Ermittlung charakteristischer Betondruckfestigkeitsklassen« werden z. B. im Teilmodell die Bauteile nachmodelliert, für die eine Druckfestigkeit auf Grundlage von Probenentnahmen oder Rückprallhammerprüfungen ermittelt wurde. Neben dem Wert der Druckfestigkeitsklasse werden in den Merkmalen auch die zugehörigen Untersuchungsstellen aufgeführt, die zur Bewertung geführt haben und im Teilmodell Einzelergebnisse zu finden sind. So kann die Fachplanerin bei Bedarf eine eigene Einschätzung des Bewertungsergebnisses vornehmen.

Das Fachmodell Bauwerksdiagnostik unterscheidet sich zu Bauwerksmodellen in klassischen Planungsprozessen, in denen sich die Informationsdichten und geometrischen Genauigkeiten von Planungsphase zu Planungsphase erhöhen. Die höchste Informationsdichte liegt im Teilmodell Einzelergebnisse vor. Im Teilmodell Untersuchungsergebnisse wird diese Informationsdichte auf die wesentlichen Aussagen aggregiert. Es werden darin Informationen und auch Geometrien abgebildet, die im eigentlichen Bauwerksmodell nicht vorhanden sind. Die Trennung der Gewerke in Fachmodelle hat hierbei eine wesentliche Bedeutung, um andere Planende nicht mit für sie unbedeutenden Informationen zu überfrachten. Der BIM-Gesamtkoordinator entscheidet abschließend, welche Informationen aus dem Fachmodell Bauwerksdiagnostik in des Koordinierungsmodell übernommen werden.

Praxistipps

- Bauwerksdiagnostik kann für eine Planung im Bestand wesentliche Informationen zur Konstruktion, zum Material und Zustand des Bauwerkes liefern.
- In einer Untersuchungsplanung werden die erforderlichen Untersuchungen zwischen Fachplanerin und fachkundigem Bauwerksdiagnostiker abgestimmt.
- Mit der BIM-Methodik werden räumliche Zusammenhänge der Untersuchungsergebnisse gut dargestellt und die kollaborative Zusammenarbeit gefördert.
- Die Nutzung von Teilmodellen ermöglicht eine Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

2.3.5 SPEZIFIZIERUNG SCHADSTOFFE

In Hinblick auf die Klärung einer eventuellen Kontaminierung mit Schadstoffen sollte zuerst eine Kartierung nach Wahrscheinlichkeit aufgrund des Baujahres erstellt werden. Grundlage dafür können digitale wie analoge Daten sein. Zur Untersuchung am Gebäude sind die zuvor genannten zerstörungsfreien und zerstörungsarmen bzw. zerstörenden Untersuchungsmethoden anzuwenden.

Folgende elektronische Messgeräte mit digitaler Datenüberführungsmöglichkeit sind nutzbar:

- Radon-Messgerät
- GC-/MS-Systeme Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung mit Speicher
- Kältemittel-Messgerät
- Gasleck-Detektor
- Feinstaub-/Partikel-Messgerät unterschiedlicher Größe, Luftschadstoffgemische (VOC/TVOC) Temperatur, mit Speicher
- Partikelzähler mit Speicher
- Formaldehydmessgerät (HCHO) Luftschadstoffgemische (VOC/TVOC), Temperatur, Luftfeuchte mit Speicher
- Luftkeimsammler mit Speicher
- Feinstaub-Messgerät, Formaldehyd (HCHO)-Messung mit Speicher
- Klima-Messgerät Temperatur/Feuchte

2.4 MODELLERSTELLUNG AUS DEN ERFASSTEN DATEN

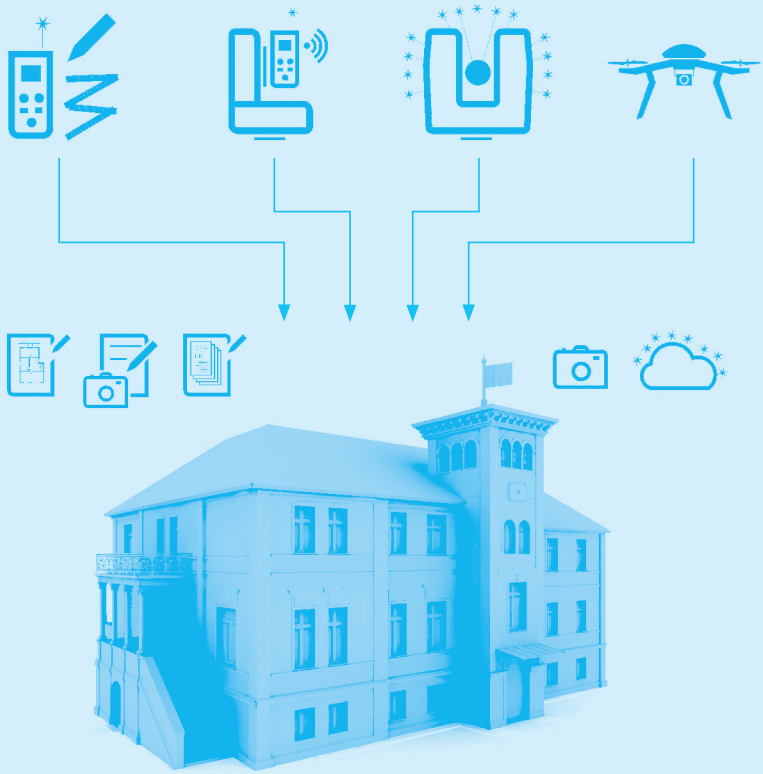
Informationen, die in einem 2D-basierten Bestandsplan mit Hilfe von Attributen bzw. Merkmalen beschrieben wurden, werden nun direkt durch die entsprechende Modellierung definiert. Am Beispiel Fenster: Die Breite des Fensters wird durch die grafische Abbildung auch ohne eine zusätzliche textliche Bemaßung ablesbar, während die Brüstungs- und Fensterhöhe nur durch die ergänzenden Angaben beschrieben werden.

Der größte Unterschied zu den üblichen 2D-CAD-Aufmaßen ist nicht nur die neue Dimension, sondern auch die semantischen Eigenschaften und Attribute, die ggf. mitaufgenommen werden. So können zum Bauteil Tür etwa zusätzliche Informationen über Material, Brandschutz, Schallschutz, etc. abgelegt werden. Diese Informationen können nun in Form von Eigenschaftssätzen (PropertySets, PSets) mit den Elementen verknüpft werden. Dies ist nötig, um die bereits definierten Inhalte erneut für die Folgeprozesse bereitzustellen. Die Informationen können im besten Fall aus vorhandenen Plänen und Geoinformationssystemen entnommen werden. Auch Ausschreibungsunterlagen und Abnahmeprotokolle etwa enthalten zusätzliche Informationen über die verwendeten Bauteile. Darüber hinaus sind ein Aufmaß und die Kontrolle der Bestandsunterlagen vor Ort unbedingt erforderlich.

Eine Fotodokumentation kann genutzt werden, um geometrische Zusammenhänge und Oberflächenbeschaffenheiten oder -strukturen für die individuelle Modellierung von entsprechenden Bauteilen zu nutzen. Die technische Aufbereitung von Fassaden- und Wandabwicklungen führt durch das Zusammenführen der geometrischen und bauteilspezifischen Informationen zu weiteren Modellelementen, die als Bausteine des Gesamtmodelles genutzt werden.

Je nach gewähltem Detaillierungsgrad und Anwendungsfall werden die Inhalte klassifiziert, zum Beispiel als Wand oder aber auch nur als Wandbelag mit den zugehörigen Eigenschaften. Die manuelle Bearbeitung scheint mit dem Blick auf all die technischen Möglichkeiten der heutigen Zeit überholt, kann jedoch bei kleineren Projekten und gut dokumentierten Bestandsobjekten zu einer effektiven und kostengünstigen Lösung beitragen.

ABB. 10: WERKZEUGE FÜR AUFMASS UND MODELLIERUNG



In die Modellierung eines BIM-Bestandsmodells fließen unterschiedliche Quellen ein: Distometer, Tachymeter, Laserscanner und Drohne unterstützen beim exakten Aufmaß. Aber auch Informationen aus Bestandsplänen, Dokumentationen, Fotografien und anderen Dokumenten helfen, das Modell zu erstellen.

Der Nutzen ist offensichtlich:

- Planungssicherheit durch genaue Analyse des Bestands und der Schnittstellen zur neuen Baumaßnahme
- Kostensicherheit
- Zuverlässige Datenbasis und Entscheidungsgrundlage im weiteren Prozess

Praxistipps

- Bei einer Bestandsaufnahme und Besichtigung vor Ort sollten Definitionen und Informationen der Aufgabe entsprechend detailliert und ausführlich genug sein. Es kann hilfreich sein, vor Ort so viele Informationen aufzunehmen wie möglich und diese bei Nichtgebrauch gegebenenfalls zu archivieren. In die Auswertung sollten nur die für das weitere Projekt benötigten Angaben fließen. Das Archiv steht zur Verfügung, sollten sich später im Prozess Fragestellungen zum ursprünglichen Bestand ergeben.
- Es sollte bei Projektstart festgelegt werden, welche BIM-Fachmodelle erforderlich sind und welche der darin verfügbaren Daten für eine folgende Planung notwendig sind.
- Dringend notwendig ist, dass sich alle Projektbeteiligten im BIM-Prozess auf einen gemeinsamen Geländekoordinationspunkt festlegen, damit alle BIM-Fachmodelle oder BIM-Teilmodelle im Zusammenschluss ein Gesamtmodell mit präzisen, ineinandergreifenden Höhen und Dimensionen ergeben.
- Das BIM-Modell und sein definierter Informationsgehalt sollte auf einer unter den Projektbeteiligten abgestimmten, vertraglich vereinbarten Grundlage erstellt werden.

BESONDERHEITEN IM BIM-PROZESS BEI BESTANDS-PROJEKTEN

3

3.1 HINWEISE ZUR BAU-AUFNAHME UND LEISTUNGEN NACH HAOI

Zu Beginn von Planungstätigkeiten im Bestand liegt das Hauptaugenmerk auf der Dokumentation des aktuellen Zustands der vorhandenen Bausubstanz. Eine ausführliche Bestandserfassung sorgt für Kostensicherheit und vermeidet, dass notwendige Maßnahmen übersehen werden, die das Bauvorhaben zu einem späteren Zeitpunkt verteuern oder verzögern. Die Bauaufnahme des Bestands bedarf im Vorfeld einer Festlegung der Menge der aufzunehmenden Daten und deren Genauigkeit. Dabei kommt der BIM-Methode eine bedeutende Rolle zu: Die Planungsmethode eignet sich nicht nur für den Neubaubereich, sondern auch für das Bauen im Bestand. Dafür ist es notwendig vorab zu klären, welche BIM-Anwendungsfälle benötigt werden, damit die verantwortlichen Planenden die für das Projekt richtigen Daten generieren und Datenmengen sowie Arbeitsaufwand beherrschen können. Auf Grundlage der erfassten Bauwerksdaten des Bestands erfolgt die Modellbildung bzw. die Fortschreibung der Modelle.

Die Planungsmethode BIM bietet durch einen integralen und transparenten Prozessablauf die Möglichkeit, die von Auftraggeberseite geforderten Sicherheiten und Qualitäten abzubilden. Dies setzt jedoch die Klärung der Rahmenbedingungen und eine präzise Definition der Aufgabe und der Zielsetzung von Seiten des Auftraggebers voraus. Diese Anforderungen sind unter dem Begriff Bedarfsplanung bekannt. Die Bedarfsplanung beschreibt die umfangreichen Vorleistungen, die im Rahmen der Projektvorbereitung von der Bauherrschaft zu erbringen sind und als Grundlage einer professionellen Projektabwicklung dienen. Sie ist in Deutschland in der DIN 18205 geregelt. Hier wird die methodische Ermittlung der Bedürfnisse von Bauherren und Nutzerinnen, deren zielgerichtete Aufbereitung als »Bedarf« und dessen Umsetzung in bauliche Anforderungen detailliert beschrieben. Diese notwendige Vorermittlung und Zieldefinition wird von Auftraggeberseite oftmals vernachlässigt oder stillschweigend von den Planenden (im Rahmen der LPH 1) erwartet, häufig ohne ausreichende Vorgaben und ohne Honoraranspruch.

Die Bedeutung einer vollumfänglichen Bedarfsplanung als Basis für einen geordneten Projektablauf ist besonders hervorzuheben. Die für den BIM-Prozess notwendigen Rahmenbedingungen und Zielvorgaben, die in den Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) festgelegt werden, gehören dabei ebenfalls zu den Auftraggeberleistungen.

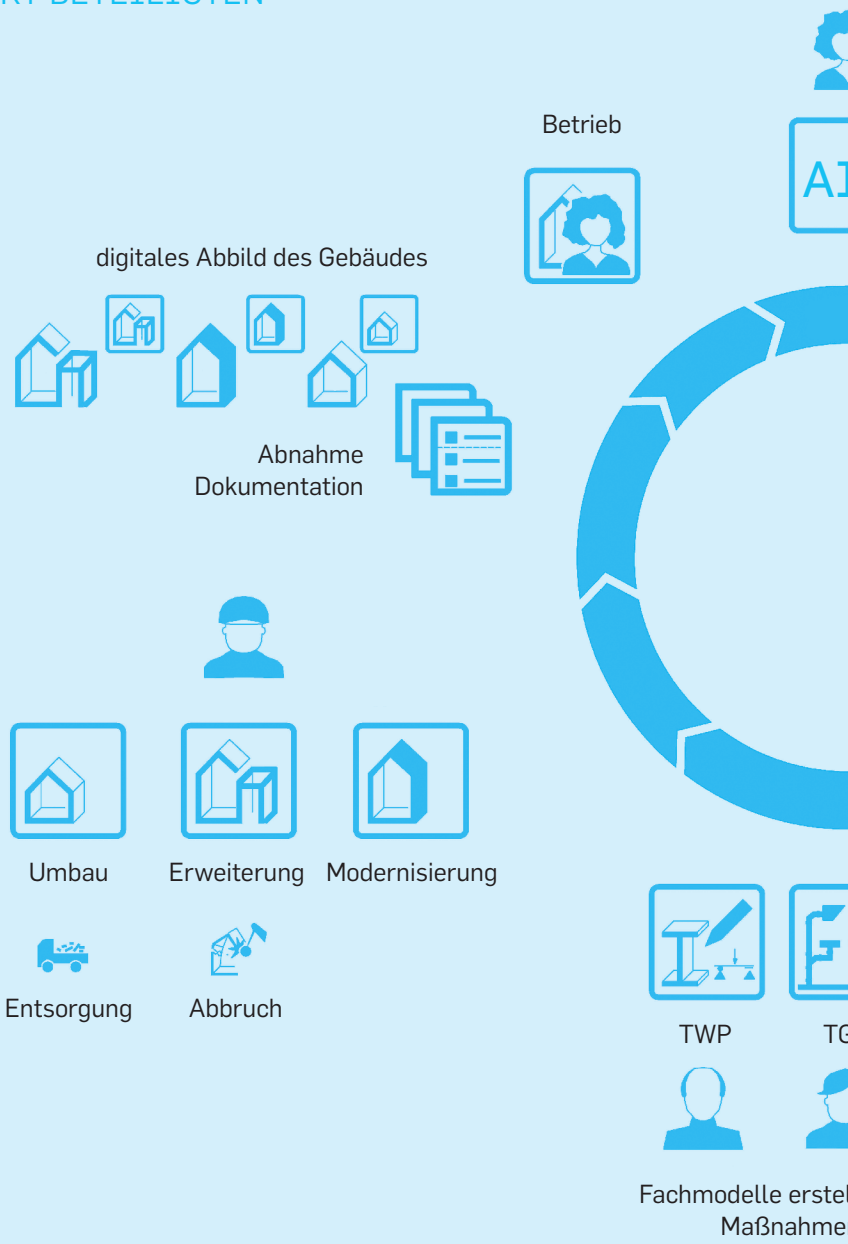
Für Architektinnen und Architekten ist es wichtig zu wissen, dass die HOAI nur für den Neubau entwickelt wurde. Daraus ergibt sich, dass Bestandsunterlagen, Bestandsaufnahme und Erfassung von Eigenschaften eines Baus nicht zu den Grundleistungen zählen und auch dann nicht zu geschuldeten Grundleistungen werden, wenn der Bestand anrechenbar ist. Die Bewertung vorhandener Unterlagen und die darauf aufbauende Planung hingegen sind Grundleistungen. Stellt die Planerin fest, dass zum Bestand weitere Informationen und Bewertungen notwendig sind, unterliegt sie der Hinweispflicht. Im Weiteren ist es Aufgabe des Auftraggebers die fehlenden Unterlagen zur Verfügung zu stellen bzw. erstellen zu lassen. Kann diese Grundlagenbeschaffung von Seiten des Auftraggebers nicht geleistet werden, kann diese Aufgabe der beauftragten Architektin übertragen werden. Dabei handelt es sich um eine Besondere Leistung, deren Honorar frei verhandelbar ist.

Im Rahmen der Grundlagenermittlung (LPH 1, Grundleistung siehe Leistungskatalog HOAI Merkblatt 3) ist eine genaue Betrachtung des Bestands notwendig. »Nur dann kann (…) die Beratung des Auftraggebers zum Leistungs- und Untersuchungsbedarf erfolgen und die Beauftragung notwendiger Fachplaner wie z. B. Schadstoffgutachter, Vermesser oder Abbruchplaner vorbereitet werden« (BYAK, Merkblatt 7, HOAI 2013). Der Wert der mitzuverarbeitenden Bausubstanz wird gemäß HOAI 2013 zu den anrechenbaren Kosten gerechnet. Differenzierte Hinweise zu unterschiedlichen Maßnahmen und Hilfestellungen zum Umgang mit der mitzuverarbeitenden Bausubstanz im Rahmen der einzelnen Leistungsbilder finden sich in der Neuauflage der AHO Schriftenreihe.[7]

Die Wahl der Methoden zur Bestandaufnahme hängt immer von dessen späterer Verwendung und der notwendigen Anforderung an Qualität, Genauigkeit und Informationstiefe ab. Neben den Zielen der geplanten Maßnahmen bestimmen Budget, Zeit und Zugänglichkeit die Qualität der aufzuzeichnenden Daten und die Abstraktion der Qualität des zu exportierenden BIM-Modells. Die Modellierung oder Aktualisierung des Architekturmodells basiert auf den erfassten Bauwerksdaten.

Konkrete Hinweise und Erläuterungen ob und wenn ja, welche Leistungen im Rahmen des BIM-Planungsprozesses als zusätzliche Leistungen zum Grundleistungshonorar vergütet werden, finden sich in der Schriftenreihe der AHO »Leistungen Building Information Modeling – die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI«.[8]

ABB. 11: IDEALABLAUF EINES
BIM-PROJEKTS IM BESTAND MIT DEN
AM PROJEKT BETEILIGTEN



START
Bauherrin
formuliert
Ziele
IA
Architekt erarbeitet
Grundlagen
Ablauf und
Methoden definieren
BAP
Bestandsmodell erstellen
Maßnahmen abstimmen
GA
Innenausbau
llen und einpflegen
n umsetzen

3.2 BIM-ANWENDUNGEN IN DEN LEISTUNGSPHASEN NACH HOAI

Die Bauherrin spielt auch im BIM-Prozess eine Schlüsselrolle. Ein koordinierter digitaler BIM-Planungsprozess bedarf einer genauen Definition der Ziele, Zuständigkeiten und Aufgaben von Anfang an.

Die Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) beschreiben die Informationsbedürfnisse der Auftraggeberin in einem gesammelten Dokument. Hierzu werden die Ergebnisse der Organisation-Informations-Anforderungen (OIA) und Liegenschafts- und Projekt-Informations-Anforderung (LIA und PIA) in die AIA überführt. Im weiteren Projektverlauf werden die AIA durch einen vorläufigen BIM-Abwicklungsplan (BAP) ergänzt. Bei den AIA handelt es sich um das Dokument, das in der Regel gemeinsam mit dem vorläufigen BAP die Grundlage für die Angebotserstellung des Auftragnehmers bildet.[9]

Dabei übernimmt der Architekt als Entwurfsverfasser, Objektplaner und Sachwalter/Treuhänder der Bauherren in der reibungslosen Organisation des Projektablaufs eine zentrale Position. Ihm obliegt die Pflicht des »Bereitstellens der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten, sowie Koordination und Integration von deren Leistungen.«[10] Diese Funktion gilt es zu stärken.

ABB. 12: POTENTIELLE BIM-ANWENDUNG JE HOAI-LEISTUNGSPHASE

Leistungsphasen	1	2	3	4	5	6	7	8
Nutzung einer BIM-konformen Kollaborationsplattform		×	×	×	×	×	×	×
Erfassung Bauwerks-bestandsdaten	×	×						
Fachmodell-basiertes Arbeiten der Planenden		×	×	×	×	×		×
Erstellung und Pflege eines Koordinationsmodells		×	×		×			×
Abgleich Gebäudeeingriff vorher/nachher		×	×		×			×
Modellgestützte Mengen- und Massenermittlung			×		×			×
Attributierung der Fachmodelle		×	×		×			×
Kollisions-kontrolle		×	×		×			
»As-Built-Modell«		×						×

3.3 LASTENHEFT, AIA UND BAP

3.3.1 ANSATZ

Vor der Planung steht die Erfassung des Gebäudebestands, auch im Rahmen eines BIM-Prozesses. Aber das rein geometrische Erfassen mittels Punktwolke oder Laserscan hat im Ergebnis noch kein Modell, wie es für den BIM-Prozess erforderlich ist. Der Bestand muss zunächst nachmodelliert werden. Entscheidend für die Verwendbarkeit des Modells ist eine klare Anforderung seitens des Auftraggebers und eine klare Rückkopplung seitens des Vermessers, welche Informationen in das Modell integriert werden konnten.

3.3.2 ZIELSETZUNG

Wie zu Beginn jeden (BIM-)Planungsprozesses muss dem Auftraggeber die Zielsetzung klar sein und damit die Anforderungen, die er an das Modell stellt. Eine Erfassung, die rein für die Raumflächenauswertung dient, kann geringere Anforderungen haben als eine, die für eine komplexe Umbaumaßnahme dient oder eine Verformungsgerechtigkeit zur denkmalpflegerischen Dokumentation aufweist. BIM-Modelle sind bauteilorientiert, d. h. dass auch die Bestandserfassung Bauteile mit ihren jeweiligen Eigenschaften aufnehmen muss. Gleichzeitig muss dem Besteller klar sein, was in der Erfassung möglich ist, welche Informationen er bekommt und wie diese in das Modell integriert werden können. Nicht jede Information lässt sich im Rahmen eines Aufmaßes erfassen und in ein BIM-Modell integrieren, nicht jede Information ist für die Projektbearbeitung erforderlich.

3.3.3 LÖSUNG – ANWENDUNGSHILFE

– bak.de/digitalisierung-bestand

Die Tabelle auf der hier verlinkten Website der BAK bildet die Anforderungen an die Bauteilerfassung in einem Lasten- und Pflichtenheft als Anhang an die Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und den BIM-Abwicklungsplan (BAP) für Projekte im Bestand ab. Die vorliegenden Dokumente bestehen aus zwei Tabellen: IFC-Bestandserfassung AIA und IFC-Bestandserfassung BAP.

In der Tabelle AIA formuliert der Besteller des Aufmaßes (der Bauherr in Abstimmung mit der Architektin oder der BIM-Managerin) seine Anforderungen an das Aufmaß. In der ersten Zeile sind die Bauteile aufgelistet, die erfasst werden sollen, in der zweiten Zeile die gewünschte Geometrie. In einem Pull-Down-Menü kann jeweils ausgewählt werden, welche Anforderungen erfüllt werden müssen (2D-Symbol, Grundgeometrie, detailliert, verformungsgerecht). In der dritten Zeile werden ebenfalls über ein Pull-Down-Menü spezifische Anforderungen an das Bauteil abgefragt, z. B. ob die Erfassung in einem mehrschichtigen Bauteil erfolgen soll, ob einfache Bauteile ausreichend sind oder ob die Oberflächen in den mehrschichtigen Bauteilen enthalten sein sollen. Zeile vier dokumentiert die gewünschte Genauigkeit an das Bauteil, Zeile fünf, ob Informationen zum Brandschutz erforderlich sind und Zeile sechs, ob die Bauteillage festgehalten werden muss. Die übrigen Zeilen dienen den projektspezifischen Informationsanforderungen. Hier sind beispielhaft mögliche Inhalte hinterlegt, die entsprechend den Projektanforderungen zu verifizieren sind. Je nach Grund für das Aufmaß können hier auch Informationen zur energetischen Bewertung und/oder der Recyklierbarkeit von Stoffen und Bauteilen aufgenommen werden. Diese Tabelle dient der Kalkulation und der Vorbereitung für die Vermessungsleistung.

Die zweite Tabelle ist vor Beginn des Aufmaßes mit dem Vermesser abzustimmen und beantwortet als Pflichtenheft die Anforderungen aus der vorherigen Tabelle. Hier werden die Bauteile der jeweiligen IFC-Struktur zugewiesen, wird dargestellt wie modelliert wurde, welcher Level of Information und welcher Level of Geometry erreicht werden kann, welcher Quelle die Informationen zugrunde liegen und welche Property Sets (PSets) bearbeitet und integriert wurden. Die Tabelle wird während des Aufmaßes fortgeführt und dient mit der Übergabe des Modells der Dokumentation, was tatsächlich wie erfasst wurde.

3.3.4 ZUSÄTZLICHE PROJEKTSPEZIFISCHE FESTLEGUNGEN

Das Gebäudebestandsmodell ist die Grundlage des BIM-Prozesses. Hier werden die Bedingungen für die weiteren Kollisionsprüfungen gelegt. Dementsprechend empfiehlt es sich, neben den in der Tabelle aufgeführten Bauteildefinitionen, die folgenden Grundlagen vor Beginn des Aufmaßes gemeinsam zu klären und festzulegen:

- Festlegung der Geschosse
- Bezugshöhe +/– 0,00
- Gebäudekennzeichnung
- Evtl. Namenskonventionen
- Evtl. Verwendung zusätzlicher PSets, z. B. für spätere FM-Anwendungen

3.3.5 NORMEN, VERGABEN UND RICHTLINIEN ZUM THEMA

- DIN 18202 Toleranzen im Hochbau, maßgeblich für die Genauigkeit des Aufmaßes
- DIN 1356-6 Technische Produktdokumentation, Bauzeichnungen, Teil 6 Bauaufnahmezeichnungen, beschreibt die Informationstiefe und Schadenskartierung (2D)
- BFR GBestand, Baufachlichen Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation, gilt für Gebäude des Bundesbaus
- DIN EN ISO 16739 Industry Foundation Classes (IFC), definiert das konzeptionelle Datenschema für den Austausch von Daten für die Gebäudedatenmodellierung (BIM)
- VDI 2552 Blatt 4 Building Information Modeling, Anforderungen an den Datenaustausch
- VDI 2552 Blatt 9 Building Information Modeling, Klassifikationen

3.4 DOKUMENTATION NACH DER BAUMASSNAHME

Die Dokumentation des Zustands nach Abschluss der Baumaßnahme kann ebenfalls im digitalen Gebäudemodell, dem sogenannten »As-Built-Modell«, erfolgen. Der Aufwand zur Erfassung und Darstellung des tatsächlich realisierten Umfangs stellt eine Besondere Leistung dar, die zusätzlich zur eigentlichen Ausführungsplanung beauftragt wird.

Da der Aufwand für die Dokumentation situationsbedingt sehr schnell sehr hoch werden kann, empfiehlt es sich, frühzeitig festzulegen, wofür die erfassten Daten später Verwendung finden sollen. Die Raumgeometrie nach einem baulichen Eingriff kann mittels eines digitalen Aufmaßes ermittelt werden. Neben gespeicherten digitalen Unterlagen und Fotografien aus der Bauphase können Informationen zu Produkten oder verwendeten Baustoffen im Modell dokumentiert werden.

Das digitale Modell aus der Planungsphase oder das As-Built-Modell kann als Basis für die Verwendung in einem Facility-Management-Modell genutzt werden. Hier ist es unter Umständen notwendig, das Modell für die Anwendung als Dokumentationswerkzeug während der Gebäudenutzung aufzubereiten und für die Nutzung zugänglich zu machen.

Praxistipps

- Formale Darstellungsqualität der Fachplanung, Montage- und Werkstattplanung vertraglich festlegen.
- Nur so viel planen wie nötig, aber mit allen abgestimmt.
- Vor Übergabe an die Bauunternehmer muss die Bearbeitung und Koordination der ausführungsreifen Planung abgeschlossen sein.
- Die Planfreigabe mit Ablauf und Inhalt sollte im Verhältnis zum ausführenden Unternehmen vertraglich eindeutig geregelt sein.
- Die Vollständigkeit der Ausführungsplanung ist Voraussetzung für die Umsetzung der Baumaßnahme.
- In der Objektplanung werden die umbauspezifischen Merkmale bereits in der Konzept- und Entwurfsphase angelegt.
- Bauabläufe und Baulogistik sind spätestens in der Ausführungsplanung detailliert zu berücksichtigen und können digital simuliert werden.
- Frühzeitige Klärung der Schnittstellen und Verantwortlichkeiten der Akteure.
- Der Austausch von digitalen Plandaten ist frühzeitig festzulegen und bedarf einer hohen Disziplin seitens der Akteure.
- Ein angemessener Zeitraum für die Erstellung, Abstimmung und Freigabe der einzelnen Planungsschritte ist notwendig.

BIM IN DER DENKMALPFLEGE

4

4.1 DAS BAUDENKMAL ALS INFORMATIONSQUELLE

Bei privaten Bauvorhaben im Bereich der Denkmalpflege obliegt es der Bauherrenschaft und ihrer Architektinnen und Architekten, ob Building Information Modeling (BIM) zum Einsatz kommt. Die Erstellung eines BIM-Modells und die digitale Erfassung der Gebäudegeometrie zählen weder zu den Aufgaben der Denkmal(schutz)behörden oder der Denkmalfachämter, noch fordern diese die Anwendung der BIM-Methode. Bei öffentlichen, denkmalgeschützten Gebäuden kann es aber seitens anderer Behörden zu dieser Forderung kommen, so zum Beispiel bei Landes- oder Bundesbauten.

Standardisierte Vorgaben und Leitfäden für die Anwendung von BIM in der Denkmalpflege liegen bislang nicht vor. Aktuell sind die Anforderungen an die Bestandserfassung daher noch im Einzelfall abzustimmen. Die Entwicklung von Standards, wie sie zum Beispiel in Großbritannien vorhanden sind (»BIM for Heritage. Developing a Historic Building Information Model« der Historic England Organisation), ist aktuell Thema in der Denkmalpflege in Deutschland. Die Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern (VDL) hat sich dem Thema BIM bzw. HBIM (Heritage BIM) angenommen und begleitet verschiedene Forschungsprojekte. Auf der Grundlage der Evaluierung dieser Projekte sind Leitfäden zum Thema BIM in der Denkmalpflege zukünftig zu erwarten.

Bauen im Bestand erfordert eine andere Herangehensweise als die Planung eines Neubaus. Der Bestand – ob nun Denkmal oder nicht – muss zunächst eingehend erfasst und untersucht werden. Neben der Plan- oder Modellerstellung müssen Informationen über die Genese des Bauwerks, über dessen Aufbau, Baukonstruktion und Baumaterialien, Bestand und Zustand sowie über mögliche Schadstoffe, Brandschutzklassen usw. erfasst werden.

Die für den weiteren Planungsprozess relevanten Informationen müssen mittels verschiedener Analysetechniken dechiffriert und digital erfasst werden, wobei ein Eingriff in die Substanz zur Erkundung von Baukonstruktionen vermieden oder minimal gehalten werden sollte und im Fall des Denkmals sogar erlaubnispflichtig ist, d. h. mit der Denkmal(schutz)behörde abgestimmt werden muss. Neben dem Gebäude selbst dienen schriftliche Quellen und Pläne der Informationsgewinnung, sofern sie vorhanden und über Archive oder Privatbestände recherchierbar sind.

Eine Grundlagenermittlung erfordert eine sehr unterschiedliche und vielfältige Expertise, die aufgrund der hohen Anforderungen kaum noch aus einer Hand kommen kann. Bewährt hat sich in der Denkmalpflege der Einsatz von interdisziplinären Teams, die Planende und Bauherrenschaft bei der Ermittlung der Bestandsdaten unterstützen. Eine wesentliche Grundlage für denkmalgerechte Planungen und Entscheidungen können die in der Denkmalpflege etablierten Voruntersuchungen durch die Historische Bauforschung liefern. Auch für die Abgrenzung der Bauteile und deren fachlich korrekte Bezeichnung empfiehlt es sich, Bauforschungsbüros und Tragwerksplanende bei der Modellierung hinzuzuziehen. Je nach Fragestellung und Objekt sind die einzelnen Voruntersuchungen zielgerichtet auszuwählen und abzustimmen. Hier beraten die Denkmal(schutz)behörden und halten Maß in Bezug auf Aufwand und Nutzen.

4.2 MODELLIERUNGS-GENAUIGKEITEN UND INFORMATIONSDICHTE

Die in der Denkmalpflege erforderliche und bewährte verformungsgerechte Bauaufnahme ist nur bedingt in einem BIM-Modell umsetzbar. Eigenschaften und Umfang einzelner Bauteile können nur erschwert erfasst und digital dokumentiert werden, wenn am Original keine Erkundungen und Öffnungen zu Einbindetiefe und Aufbau erfolgen können. Sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht stellt sich also die Frage, inwieweit ein (denkmalgeschütztes) Bestandsgebäude vollständig digital erfasst und umfassend nachmodelliert werden muss. Eine Punktwolke, die eine verformungsgerechte Visualisierung ermöglicht, kann für Dokumentations- und Kommunikationszwecke ausreichend sein.

Denkmalschutzrelevante Erfassungen wie zum Beispiel eine restauratorische Befund-, Schadens- oder Maßnahmenkartierung können auch als digitale Dokumente den Projektbeteiligten in einer CDE (Common Data Environment) zur Verfügung gestellt werden, um den Modellierungsaufwand am BIM-Modell zu reduzieren. Informationsverweise zu denkmalschutzrelevanten Informationen können in Form von Metadaten ebenso über benutzerdefinierte IFC-Eigenschaftensätze (IFC Property Sets) an einzelne Bauelemente in einem BIM-Modell gebunden werden.

Alle Fragen der Differenzierung der Modellierungsgenauigkeit sind, genauso wie die Tiefe der Informationserfassung, vorab zu überdenken und sollten sinnvollerweise im Vorfeld unter Berücksichtigung der erforderlichen Untersuchungs- und Planungsschritte mit den Denkmal(schutz)behörden und den Denkmalfachämtern abgestimmt werden. Eine frühzeitige Abstimmung wird hier empfohlen. Grundlage eines erfolgreichen BIM-Projekts sind detaillierte Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und ein verbindlicher BIM-Abwicklungsplan (BAP) für alle Planungsbeteiligten, die auch eine Festlegung der Informationsdichte mit einschließen (Informationsmanagement).

4.3 BIM ALS SCHNITTSTELLE ZUR DENKMALPFLEGE

Da die Verwendung von BIM in Bestandsprojekten eine umfangreiche Bestandsaufnahme und ein frühzeitig abgestimmtes Informationsmanagement erfordert, ist es ratsam, bereits weit vor der Bauantragsstellung mit den Denkmal(schutz)behörden in Kontakt zu treten und die notwendigen Abstimmungsprozesse einzuleiten. Durch diese frühe Einbindung können Kosten und Zeit gespart werden. Durch vorausschauendes Management lassen sich hier nicht nur die Verfahrensabläufe optimieren. Auch sorgfältig geplante und mit den Denkmal(schutz)behörden abgestimmte Voruntersuchungen, deren Ergebnisse in BIM integriert werden, schaffen eine verlässliche Grundlage für einen erfolgreichen Projektverlauf.

Für eine reibungslose Kommunikation zwischen Planenden und Behörden sind meist jedoch noch offene, unveränderbare und dauerhaft lesbare Dateiformate, in der Regel PDF-Dateien, erforderlich. Diese erlauben den Behörden den Einblick und die Kommentierung in Geometrie und Datensätzen.

Vorteil des BIM-Systems ist es, nicht nur während des Planungs- und Bauprozesses Daten zu bündeln, sondern diese auch für die Nutzungsdauer vorzuhalten. BIM ermöglicht es, die durch Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse wie auch die Veränderungen am Bauwerk durch die aktuelle Maßnahme nachhaltig für den Betrieb und spätere Veränderungen am Bauwerk digital zur Verfügung zu stellen. Das bisher im Bestand übliche Defizit an Informationen zu einem Gebäude – oft sind nur noch die Bauantragspläne auffindbar – wird durch BIM behoben.

Kosten für Recherchen und Sondagen bei späteren Reparaturen und Umbauten können so vermieden werden. Neben der Kontrolle des üblichen Bauunterhalts können über BIM auch in der Denkmalpflege relevante Informationen – wie die Zuordnung von historischer Ausstattung oder das Monitoring von restauratorisch sensiblen Bereichen – erfasst und vorgehalten werden.

Zugunsten des langfristigen Erhalts eines Denkmals und der Wirtschaftlichkeit zukünftiger Instandhaltungsmaßnahmen sollten die in BIM zusammengefassten Erkenntnisse und Daten auch über die steuerliche bzw. wirtschaftliche Nutzungsdauer hinaus für die nächsten Generationen bewahrt werden.

4.4 INTEGRATION VON DATENBANKEN UND RAUMBEZOGENEN INFORMATIONSSYSTEMEN

Neben der Verwendung klassischer BIM-Planungssoftware können bei Bedarf weitere Systeme zur Unterstützung der Bauwerksdokumentation und visuellen Datenverwaltung eingesetzt werden, die eine strukturierte und erweiterte Verknüpfung denkmalpflegerelevanter Dokumente in einem dreidimensionalen Modell des Bestandsgebäudes ermöglichen. Da die BIM-Planungsmethode über die IFC-Schnittstelle die Grundlage für einen softwareübergreifenden, verlustfreien Informationsaustausch ermöglicht, können Systeme mit eigener IFC-Schnittstelle ebenso in den BIM-Planungsprozess mit eingebunden.

4.5 DENKMALSCHUTZ UND ZUSTÄNDIGKEITEN

Der Schutz und die Pflege des baukulturellen Erbes ist in Deutschland ein länderübergreifender gesellschaftlicher Auftrag. Aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland und der im Grundgesetz verankerten Kulturhoheit der sechzehn Bundesländer gibt es ebenso viele Denkmalschutzgesetze wie Bundesländer. Es wird unterschieden zwischen Denkmalpflege und Denkmalschutz, die sich wie folgt definieren:

Denkmalpflege: Beratende und fördernde Tätigkeit der Denkmal(schutz)behörden und der Denkmalfachämter mit dem Ziel, Denkmäler dauerhaft zu erhalten.

Denkmalschutz: Hoheitliche Aufgaben, die auf den Vollzug der gesetzlichen Bestimmungen gerichtet sind, wie die Unterschutzstellung und Erteilung von Genehmigungen, Auflagen oder Untersagungen.

Für alle Veränderungen im Denkmal – vom Anstrich über die umfassende Instandsetzung bis zum Umbau – ist eine Erlaubnis der zuständigen Denkmal(schutz)behörde erforderlich. Darüber hinaus können auch Veränderungen an einem nicht-denkmalgeschützten Bestandsgebäude in unmittelbarer Umgebung eines Baudenkmals genehmigungspflichtig sein. Bei jeder Planung im Denkmal ist darauf zu achten, dass so viel denkmalwerte Substanz wie möglich erhalten wird. Dementsprechend ist jede Planung passgenau auf das Denkmal auszurichten und nicht das Denkmal der Planung anzupassen.

Bei der Dokumentation des Bestands, der Konzeptionierung von Voruntersuchungen und der Beurteilung von Maßnahmen im Denkmal können in der Regel keine standardisierten Vorgaben gemacht werden. Eine Beratung durch die Denkmal(schutz)behörden und auch durch die Denkmalfachämter sowie eine gemeinsame Abstimmung im Vorfeld sind hier unerlässlich. Grundlage aller Entscheidungen ist das Denkmal selbst mit seinen spezifischen Denkmalwerten, die es zu erhalten gilt. Dabei dürfen sich Denkmäler verändern und modernen Nutzungsanforderungen anpassen.

In der Regel sind die Denkmalfachämter für die Unterschutzstellung und damit die Führung der Denkmalliste verantwortlich. Eine Ausnahme bildet Nordrhein-Westfalen. Dort sind Informationen zum Denkmalstatus bei den Unteren Denkmalbehörden erhältlich. In einigen Bundesländern werden die Denkmallisten digital und öffentlich geführt. Bis auf Nordrhein-Westfalen sind hier die Denkmalfachämter erste Ansprechpartner.

Zuständig für den Vollzug der Denkmalschutzgesetze sind die Unteren Denkmal(schutz)behörden, die in der Regel bei den Kreisen und bei kreisfreien Städten angesiedelt sind. Ausnahmen: In den Stadtstaaten Hamburg, Bremen und Lübeck sind Untere Denkmal(schutz)behörde und Denkmalfachamt vereint. In Nordrhein-Westfalen sind alle Kommunen Untere Denkmalbehörden.

Erster Ansprechpartner für alle Informationen zu Denkmälern, zu geplanten Maßnahmen und Förderungen sind daher die Unteren Denkmal(schutz)-behörden. Bei allen Entscheidungen im Denkmalschutz sind die Denkmalfachämter durch die Unteren Denkmal(schutz)behörden pflichtig beteiligt.

Neben der Behördenstruktur beraten die Denkmalfachämter in den Ländern kostenlos zu allen Fragen und Aufgaben der Inventarisation, Dokumentation, Bauforschung, Pflege, Konservierung und Restaurierung von Denkmälern. Ihnen obliegt die Mitwirkungspflicht bei allen verfahrensrechtlichen Entscheidungen.

Die Denkmalfachämter definieren fachliche Standards für die Dokumentation, Untersuchung und Ausführung im Denkmalbestand, die auf den Internetseiten der jeweiligen Fachämter oder der Seite der Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern (VDL) abgerufen werden können. Insbesondere die »Berichte zur Forschung und Praxis«, die »Arbeitshefte« und die »Arbeitspapiere« der einzelnen Arbeitsgruppen innerhalb der VDL bieten hier Standards und Hilfestellungen.[11]

ASPEKTE DER NACHHALTIGKEIT

5

5.1 DIGITALISIERUNG UND NACHHALTIGKEIT IM BESTANDSBAU

Planungsbüros tragen eine besondere Verantwortung für die Gestaltung der räumlichen und gesellschaftlichen Zusammenhänge der kommenden Jahrzehnte. Eine der größten Herausforderungen besteht darin, die Klimaziele zu erreichen und die Klimaneutralität bis 2045 (Deutschland) bzw. 2050 (EU) umzusetzen. Mit einer gezielten Nachhaltigkeitsstrategie können Planende somit eine Vorreiterrolle einnehmen. Studien zeigen, dass die Arbeit von Architektinnen und Architekten durch die Gestaltung und Umsetzung von Bau- und Sanierungsprojekten einen signifikant höheren Wirkungsgrad zur Emissionsreduktion hat als Änderungen des Lebensstils in der Allgemeinheit. Durch ihren Einfluss auf die Baupraxis besitzen Planende daher einen enormen Hebel, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu senken.

Das Thema Nachhaltigkeit spielt im Planungs- und Bauwesen eine zunehmend zentrale Rolle und erfordert eine ganzheitliche Betrachtung unter Einbeziehung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten. Ziel beim Bauen im Bestand ist es, dass bereits bestehende Bausubstanz effizient genutzt und möglichst ressourcenschonend modernisiert wird. Der Erhalt bestehender Gebäude senkt den Bedarf an neuen Baumaterialien und reduziert zugleich die mit deren Produktion und Transport verbundenen Umweltauswirkungen. Die BAK hat sich wiederholt für eine Umbaukultur und eine entsprechende Umbauordnung gegenüber der Bauministerkonferenz der Bundesländer stark gemacht.

Mit dem Einsatz digitaler Planungstools können Entscheidungen effektiver zugunsten einer nachhaltigen Planung getroffen werden, da komplexe Zusammenhänge analysiert und zukünftige Auswirkungen im Lebenszyklus eines Gebäudes simuliert und abgewogen werden können. Die Aufnahme großer Datenmengen in ein BIM-Modell zur Erstellung eines Gebäudedatenmodells ermöglicht zudem eine umfangreiche Dokumentation der real verbauten Ressourcen – idealerweise im zukünftigen Gebäuderessourcenpass. Unter Einbindung digitaler Analyse- und Bilanzierungstools können die Lebenszyklen von Gebäuden simuliert, CO_2-Emissionen vorab berechnet und zukünftige ökologische Auswirkungen frühzeitig in Planungsentscheidungen mit einbezogen werden. Das digitale Bundesregister Nachhaltigkeit – als unabhängige Plattform der Architekten- und Ingenieurkammern – schließlich sorgt für Sichtbarkeit qualifizierter Kammermitglieder und bietet Auftraggebern eine einfache Auffindbarkeit von Nachhaltigkeitsexpertinnen.

5.1.1 DIGITALE ÖKOBILANZIERUNG, LEBENSZYKLUSANALYSE UND CO_2-BERECHNUNG

Die ökologische Bewertung eines Sanierungsprojekts erfolgt zunehmend über Lebenszyklusanalysen (Life Cycle Assessment, kurz: LCA), die alle Phasen des Gebäudelebens – von der Herstellung über den Betrieb bis zur Entsorgung – berücksichtigen. Eine LCA ermöglicht es, u. a. CO_2-Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen zu quantifizieren, Vorteile recycelter Baumaterialien gegenüber neuen Materialien zu bewerten sowie langfristige ökologische und ökonomische Auswirkungen, die bei baulichen Maßnahmen oder auch beim Betrieb von Gebäuden anfallen, zu prognostizieren. Werden LCA und Ökobilanzierungen von Projektbeginn an und projektbegleitend eingesetzt, kann ihr Mehrwert für die Planung voll genutzt werden. Beispielsweise können verschiedene Berechnungsvarianten in der Planungsphase vergleichbare Szenarien abbilden, die angestrebte Ziele der Nachhaltigkeit oder Wirtschaftlichkeit berücksichtigen, sodass dadurch das bestmögliche Ergebnis ermittelt werden kann.

Bereits vor dem Start eines Bestandsbauvorhabens ist es notwendig, strategische Entscheidungen wie den Abriss oder einen Umbau zu bewerten. Diese Entscheidungen müssen auf Basis einer CO_2-Bilanz oder LCA und einer entsprechenden Kostenbetrachtung je Tonne CO_2 unter Beachtung der entsprechenden Umweltauswirkungen erfolgen. Diese Berechnungen spielen eine zunehmend wichtige Rolle im Bauwesen, allerdings sind sie bislang noch nicht fest in den Planungsprozess integriert. Obwohl Architekten Lebenszyklusanalysen und Ökobilanzierungen als hilfreiches Planungsinstrument einsetzen könnten, fehlt hierzu meist die benötigte Kompetenz, sodass die Aufgabe an spezialisierte Fachkräfte, wie z. B. Energieberaterinnen, ausgelagert wird. Digitale Werkzeuge, die eine einfache LCA-Berechnung, CO_2- oder Ökobilanzierung ermöglichen, müssen Planenden zukünftig unmittelbar zur Verfügung stehen und frühzeitig in Planungsprozesse integriert werden.

Ein Ansatz, um die Gesamt-CO_2-Berechnung effizient zu gestalten, ist die Integration in den bestehenden Planungsprozess nach dem Modell der Kostenplanung gemäß DIN 276, wie dies durch die BAK-Arbeitsgruppe Digitalisierung und Nachhaltigkeit unter Federführung der Architektenkammer Rheinland-Pfalz erarbeitet wurde.[12] Diese Methode ermöglicht eine stufenweise, nachvollziehbare Berechnung von CO_2-Emissionen analog zur Kostenschätzung. So können bereits während der Planung Entscheidungen wie Materialwahl oder Bauweise anhand von Kosten- und CO_2-Daten getroffen werden. Als Hilfsmittel bieten sich sowohl moderne BIM-Systeme als auch einfache Excel-Tabellenkalkulationen an, um die ermittelten Werte strukturiert zu erfassen und auszuwerten. Zukünftig soll zudem der Zugang zu CO_2-Daten erleichtert werden, indem etwa das Baukosteninformationszentrum (BKI) entsprechende digitale Datensätze bereitstellt, die an verschiedene Planungstiefen angepasst sind. Dadurch könnten Planende CO_2-Werte genauso systematisch und effizient berücksichtigen, wie sie dies bisher bei den Baukosten getan haben.

Da gesetzliche Vorgaben zur CO_2-Bilanzierung zu erwarten sind, gewinnt das Thema weiter an Relevanz. Durch die frühzeitige Einbindung von CO_2-Werten in die Planung kann der Aufwand begrenzt und ein Beitrag zur Klimaneutralität geleistet werden. Dies bietet eine praktische und umsetzbare Möglichkeit, die CO_2-Berechnung breit in der Baubranche zu etablieren. Digitale Analyse- und Bilanzierungstools sind hier wertvolle Hilfsmittel für Planende. Der Bedarf ist also gegeben, sodass in Zukunft sicher mit weiteren Entwicklungen gerechnet werden kann. Unabhängig von der Art ihrer Durchführung ist eine systematische CO_2-Ermittlung eine Besondere Leistung und muss angemessen honoriert werden.

5.1.2 DIGITALER GEBÄUDERESSOURCENPASS

Das Konzept des Gebäuderessourcenpasses orientiert sich an dem bewährten Ansatz des Energieausweises. Ziel ist es, für jedes Gebäude spezifische Informationen zur Ressourcennutzung, Klimabilanz und Wiederverwertbarkeit der Materialien übersichtlich darzustellen, um eine nachhaltige Bauweise zu unterstützen. Die Einführung eines digitalen Gebäuderessourcenpasses wurde 2021 von der damaligen Regierungskoalition angekündigt, wobei Details zunächst unklar blieben. 2023 erhielt das Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung (BBSR) den Auftrag zur inhaltlichen Ausarbeitung. Parallel präsentierte die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) im Februar 2023 einen eigenen Ansatz,[13] während ähnliche Modelle wie der »Circularity Passport® Buildings« bereits vor 2021 existierten.

In einem digitalen Gebäuderessourcenpass sollen alle notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden, um den Aufbau von »Urbanen Minen«, die Realisierung zirkulärer Sanierungen und Neubauten sowie kreislaufgerechten Abbruch bestmöglich zu unterstützen. Der Gebäuderessourcenpass ist sowohl für Neubauten als auch im Bestand einsetzbar und als ausfüllbare Vorlage zu verstehen. Grundlage sind ein Bauteilkatalog, Exporte aus BIM-Modellen bzw. die Katalogisierung des Bauwerks in entsprechenden digitalen Tools. Gebäuderessourcenpässe können zudem Teil von Zertifizierungssystemen für nachhaltiges Bauen sein.

Der Gebäuderessourcenpass würde mit seinem ganzheitlichen Ansatz ebenfalls Vorgaben, die sich aus der im Dezember 2024 in Kraft getretenen Novellierung der europäischen Bauproduktenverordnung (CPR) ergeben, umsetzen. Demnach muss ein Bauwerk und alle Teile davon derart entworfen, errichtet, genutzt, gewartet und rückgebaut oder abgerissen werden, dass während ihres gesamten Lebenszyklus' die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und beispielsweise die Maximierung der ressourcenschonenden Nutzung von Rohstoffen und Sekundärrohstoffen mit hoher ökologischer Nachhaltigkeit, die Minimierung der Gesamtmenge der grauen Energie oder leichte Rückbaubarkeit sichergestellt sind.

Bei den aktuellen Entwicklungen, wie sie durch die beteiligten Ministerien, das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, vorangebracht werden, setzt sich die BAK mit ihren sechzehn Architektenkammern der Länder dafür ein, dass Architektinnen und Architekten aufgrund ihrer Expertise und ihrer koordinierenden Funktion diejenigen sind, die Gebäuderessourcenpässe vornehmlich erstellen und verwalten.

5.1.3 BUNDESREGISTER NACHHALTIGKEIT (BRNH)

Nachhaltiges Bauen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Neben freiwilligen Zertifizierungssystemen spielt das staatliche Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) eine zentrale Rolle. Um die nachhaltige Transformation der Baupraxis zu unterstützen, haben die Bundesarchitektenkammer (BAK) und die Bundesingenieurkammer (BIngK) das Bundesregister Nachhaltigkeit (BRNH) entwickelt.

Zertifizierungssysteme, QNG und QNG-BASIS
Zertifizierungssysteme wie DGNB, BNB, NaWoh oder BiRN[14] bewerten die Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden. BAK und BIngK setzen ergänzend auf die Qualifikation der Planenden, statt auf eine zusätzliche Überprüfung durch eine Zertifizierungsstelle – wie es bisher bei QNG-Plus und QNG-Premium der Fall ist. Ziel ist es, ein effizienteres Verfahren zu schaffen, das den administrativen Aufwand reduziert, Kosten senkt und dennoch eine hohe Qualitätssicherung gewährleistet. Durch die Entschlackung des Verfahrens profitieren Bauherren von einer vereinfachten und kosteneffizienten Abwicklung.

Das Bundesregister Nachhaltigkeit[15] wurde im Februar 2025 eingeführt und ist kein Zertifizierungssystem, sondern eine digitale Plattform zur Qualifizierung und Vernetzung von Expertinnen und Experten für nachhaltiges Bauen. Es erleichtert Bauherren die Suche nach qualifizierten Fachleuten und ermöglicht diesen, ihre Nachweise strukturiert zu hinterlegen und ihre Zusatzqualifikationen durch Bauherren auffindbar zu machen.

Abgrenzung zu Zertifizierungssystemen und Rolle der BRNH-Nachhaltigkeitskoordinatoren

Das QNG beschreibt die Anforderungen an Zertifizierungssysteme, die für die Bundesförderung anerkannt sind. Bauherren, die eine Förderung über QNG-Plus oder QNG-Premium nutzen wollen, müssen ein Zertifizierungssystem mit einer Zertifizierungsstelle und spezialisierten Nachhaltigkeitsexperten durchlaufen. Die Wahl des richtigen Systems ist komplex, eine unabhängige Beratung fehlt bislang. Hier setzt das BRNH an: Nachhaltigkeitskoordinatoren im BRNH können Bauherren beraten, ob eine Zertifizierung sinnvoll ist und welches System geeignet wäre. Damit übernehmen das BRNH und die darin gelisteten Expertinnen eine unabhängige Lotsenfunktion, welche über die systemspezifischen Qualifikationen hinausgeht.

Zudem dient das BRNH als zentrale Plattform, auf der Bauherren gezielt nach spezifischen Qualifikationen suchen können – etwa DGNB-Auditorinnen, BNB-Sachverständige/-Koordinatoren, BNK-Auditoren oder NaWoh-Koordinatorinnen.

QNG-BASIS und die künftige Rolle des BRNH

Das BMWSB entwickelt mit QNG-BASIS eine niedrigschwellige Förderstufe und legt Mindestanforderungen für Nachhaltigkeitsexpertinnen und -experten fest. Ziel ist es, qualifizierte Fachkräfte für nachhaltige Bauvorhaben sicherzustellen und Nachhaltigkeit breiter in der Baupraxis zu verankern. Das BRNH wird sich künftig an diesen Mindestqualifikationsanforderungen orientieren. Konkret bedeutet dies: Die Eintragung ins BRNH dient als Nachweis, dass die dort gelisteten Fachkräfte die Qualifikationsanforderungen des Bundes erfüllen.

Perspektivisch könnte für die Förderung der Stufe QNG-BASIS eine Nachweisberechtigung erforderlich werden, die durch die im BRNH gelisteten Nachhaltigkeitskoordinatoren erbracht werden kann. Damit würde das BRNH als Qualifikationsplattform eine zentrale Rolle in der Bundesförderung übernehmen und die Grundlage für eine effizientere Nachweisführung schaffen.

Somit wäre das BRNH nicht nur eine Beratungsplattform, sondern auch eine Brücke zwischen bestehenden Zertifizierungssystemen und einer vereinfachten Förderpraxis. Zudem könnte es als zentrale Nachhaltigkeitsexperten-Liste für die Bundesförderung fungieren, indem es qualifizierte Planerinnen und Berater bündelt und für Bauherren sowie öffentliche Auftraggeberinnen transparent zugänglich macht.

5.2 KREISLAUFWIRTSCHAFT IN DER PRAXIS

Die Wiederverwertung von Bauteilen ist eine seit Jahrhunderten etablierte Praxis. Die Denkmalpflege etwa kennt Spolien, historische Bauwerke wurden immer schon als Bauteillager für neue Gebäude genutzt und sogar ganze Städte, wie z. B. Split in Kroatien, sind auf der Basis bestehender Bauwerke entstanden. Mit der Moderne ging diese Praxis verloren. Angesichts der globalen Klimafolgen und der zunehmenden Knappheit bestimmter natürlicher Ressourcen ist die »Wiederbelebung« der Verwendung von Baustoffen über den einmaligen Einsatz hinaus sinnvoll und notwendig.

Die deutsche Wirtschaft setzt jährlich etwa 1,3 Milliarden Tonnen Rohstoffe im Inland ein, wobei insbesondere Metalle und Baumineralien oft über lange Zeiträume in Infrastrukturen, Gebäuden und Gebrauchsgütern verbleiben. So haben sich über Jahrzehnte enorme Materialbestände angesammelt, die ein beträchtliches Potenzial als zukünftige Quelle für Sekundärrohstoffe bergen. »Urban Mining« zielt darauf ab, durch die gezielte Lenkung von Stoffströmen die Schonung natürlicher Ressourcen zu fördern und Nutzungskonkurrenzen zu entschärfen. Diese Form des Rohstoffmanagements genießt eine breite gesellschaftliche Akzeptanz, da in Deutschland immissionsschutzrechtliche Auflagen für Recyclingprozesse bestehen, die ein höchstmögliches Schutzniveau für Mensch und Umwelt gewährleisten.[16]

Die Begriffe Kreislaufwirtschaft, zirkuläres Bauen und Urban Mining beschreiben alle eine ähnliche Herangehensweise an das Bauen: Verwendete Ressourcen werden nach ihrer Primärnutzung möglichst in einen biologischen oder technischen Kreislauf zurückgeführt. Dafür werden idealerweise bereits zu Beginn eines Projekts Wahl, Verarbeitung und Fügung von genutzten Produkten mit Blick auf ihre zukünftigen Wiederverwendungen intensiv geprüft. Grundsätzlich muss, will man kreislaufgerecht planen, ein Umdenken stattfinden. Architektinnen und Architekten stehen vor der Herausforderung, ihre Art des Entwerfens zu hinterfragen. Denn zuallererst ist zu überlegen: Gibt es bereits entsprechende Rohstoffe im Kreislauf, auf die Planende zurückgreifen können? Der Entwurfsprozess ließe sich dementsprechend als **form follows circularity** beschreiben.

Zudem brauchen wir neue Partnerinnen und Partner und müssen eine neue Kollaboration mit Recyclingbetrieben und Dienstleistern eingehen. Statt der Entsorgung muss die Weiternutzung – am besten vor Ort – den Entwurfsprozess prägen. Die Recherche nach Materialien und die Ausarbeitung des Entwurfs erfolgen in der zirkulären Herangehensweise parallel.

Bestandsgebäude bieten ein enormes Potenzial für nachhaltige Praktiken in der Bauwirtschaft. Die Nutzung des Gebäudebestands entspricht per se schon dem Ansatz der Reduktion von Ressourcen (Reduce), bietet aber durch die Wiederverwendung (Reuse), die Aufwertung (Upcycle) und die Weiterverarbeitung (Recycle) von Materialien und Bauteilen weitere Aspekte zur Umsetzung einer durchgängigen Kreislaufwirtschaft. Um das Kreislaufpotential zu heben, muss die Planerin sich dessen zunächst bewusst sein. Hier kann der Urban Mining Index[17] hilfreich sein, perspektivisch wird der Gebäuderessourcenpass diese Funktion übernehmen. Digitale Werkzeuge wie Materialpässe, die BIM-Planungsmethode oder KI-Tools stellen eine große Hilfe für Architektinnen und Architekten dar, um die materiellen Ressourcen eines Gebäudes zu inventarisieren und zu klassifizieren. Digitale Plattformen wiederum fungieren immer mehr als Kataloge, Tauschbörsen und Managementtools für Projekte, die den Ansatz der Kreislaufwirtschaft verfolgen.

5.2.1 DIGITALE BESTANDSERFASSUNG FÜR DEN RÜCKBAU

Das Wissen um den Gebäudebestand ist die Grundvoraussetzung, um die urbane Mine zu heben. Die Analyse der Konstruktion, sowie die Kenntnis über typische Baumaterialien, über Baualtersklassen aber auch über einen bereits erfolgten Umbau und Sanierungsmaßnahmen, sowie die Erfassung eines Schadstoffkatasters sind elementar. Produktionsbedingungen, Reparaturmöglichkeiten und Wiederverwendung sind weitere Informationen, die berücksichtigt werden müssen. Wie ein Planungsprozess für ein ressourcenschonendes Bauen aufgestellt werden kann, findet sich in der Broschüre »Planungshandbuch ressourceneffiziente und zirkuläre Architektur« des Projekts Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft (ReBAU) aus Nordrhein-Westfalen.[18]

Auch das baubüro in situ aus der Schweiz hat ein Kompendium zum zirkulären Bauen verfasst.[19] In diesem finden sich zahlreiche wertvolle Hinweise wie der Prozessablauf aufgebaut und strukturiert werden kann. So wird die »Bauteiljagd« als neues Berufsfeld beschrieben. Hierzu gehören die Organisation von Begehungen von Abbruchprojekten und die Dokumentation in Frage kommender Bauteile. Diese erhalten einen Bauteilpass und werden digital für die weitere Planung oder den Vertrieb über Bauteilbörsen erfasst. Der Rückbau erfolgt idealerweise durch das Unternehmen, das später auch den Wiedereinbau vornimmt, um die benötigte Qualität sicherzustellen.

In Bezug auf die Planung mit bestehenden Bauteilen empfiehlt in situ mit der farblichen Unterscheidung von Bauteilen zu arbeiten. Zur üblichen gelb/rot-Darstellung von Abbruch und Neubau gesellt sich ein Grün hinzu, das wiederverwertete Bauteile kennzeichnet, sowie eine beliebige weitere Farbe für Bauteile, die noch zu finden sind. Der Entwurfsprozess folgt hier einem **design follows availability**, also einem immer wiederkehrenden Anpassen der Entwurfsidee an die Verfügbarkeit von Baustoffen. Um die Bergung der Bauteile zu gewährleisten, muss eine detaillierte Abbruchausschreibung verfasst werden, die die Weiterverwendung und den selektiven Rückbau fokussiert. Hierzu sollte schon frühzeitig Kontakt zu Partnern aufgenommen werden, die die Bauteile im Kreislauf halten.

Die Digitalisierung ermöglicht also eine präzise Aufnahme und Analyse der bestehenden Bausubstanz, was die Grundlage für eine effektive Planung bildet. Idealerweise haben die zukünftigen digitalen Gebäuderessourcen-, Sanierungs- oder Materialpässe Schnittstellen zu BIM-Modellen, so dass ein standardisierter und softwareübergreifender Datentransfer gewährleistet ist und die Bestandsdaten für die digitale Planung genutzt werden können. Denn durch Building Information Modeling (BIM) können detaillierte Gebäudedatenmodelle des Bestands erstellt werden, die alle relevanten Informationen zu Materialien und Bauteilen enthalten. Dies erleichtert nicht nur die Instandhaltung und Renovierung, sondern auch die gezielte Planung von Rückbau- und Wiederverwendungsmaßnahmen.

In der Planung von Bestandsgebäuden für das zirkuläre Bauen bietet BIM folgende praktische Anwendungen:

Bestandsaufnahme und Analyse: Durch Laserscanning und photogrammetrische Methoden können präzise 3D-Modelle von Bestandsgebäuden erstellt werden (siehe Kapitel 2). Diese Modelle enthalten genaue Informationen über den Zustand und die Beschaffenheit der vorhandenen Baumaterialien. Sind die Gebäudedaten erst einmal digital erfasst, lassen sich daraus Indizes generieren, um die Kreislauffähigkeit von Gebäuden zu bewerten.

Materialidentifikation und -bewertung: BIM-Modelle ermöglichen die detaillierte Identifikation und Bewertung der in einem Gebäude verbauten Materialien. Dies erleichtert die Entscheidung, welche Materialien wiederverwendet oder recycelt werden können. Entscheidend wird bei der Digitalisierung von Gebäudedaten sein, dass diese Daten nicht statisch (und das heißt: einmal) erfasst, sondern über den ganzen Lebenszyklus des Gebäudes hinweg gepflegt werden (Gebäudedatenmodell). Dafür sind langlebige Datenmodelle notwendig, die frei zugänglich sind und auf möglichst einheitlichen Standards basieren. Auch Fragen zu Speicherung, Zugriff und Datenschutz müssen geklärt werden.

Rückbauplanung: Mit Hilfe von BIM können Rückbauprozesse detailliert geplant und simuliert werden. Die Modelle zeigen, welche Bauteile und Materialien in welcher Reihenfolge demontiert werden müssen, um eine maximale Wiederverwendbarkeit zu gewährleisten. Zur Erstellung eines Rückbaukonzeptes sollte bei der Katalogisierung im digitalen Gebäudelogbuch eine Hierarchisierung der Bauteile erfolgen: in Objekte mit einer hohen Wiederverwertbarkeit, über weiterverwertbare Rohstoffe bis hin zu den Bauteilen, die entsorgt werden müssen, was nicht immer ausgeschlossen werden kann. Die DIN SPEC 91484 ist ein bereits etablierter Standard für die Aufnahme von Materialien vor Rückbauarbeiten.

Das Rezyklieren von Baustoffen kann jedoch an unvollständigen oder fehlenden Informationen über den Bestandsbau scheitern. Künstliche Intelligenz (KI) bietet Ansätze, solche Informationslücken zu schließen und Zustand sowie Wiederverwendbarkeit von Materialien zu bewerten. Im vom ehemaligen Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Forschungsprojekt BIMKIT wurden KI-Verfahren entwickelt, die durch maschinelles Lernen Bestandsmodelle und Materialanalysen erstellen können.[20] Sie nutzen Daten aus Plänen, Fotos und Laserscans, um Bauwerksinformationen zu extrahieren. Anwendungen dieser Art sind nicht nur für das Bauen im Bestand generell, sondern auch für das zirkuläre Bauen eine große Unterstützung.

Darüber hinaus ermöglicht KI die Vorhersage von Recycling- und Wiederverwendungspotenzialen sowie die Optimierung von Logistikprozessen. Der Einsatz solcher Technologien erfordert jedoch eine solide Datenbasis sowie die Klärung von Datenschutz- und Urheberrechtsfragen. Trotz vielversprechender Fortschritte besteht großer Entwicklungsbedarf, um KI-Anwendungen in die Baupraxis zu integrieren.

5.2.2 URBAN MINING-PLATTFORMEN

Am 1. August 2023 legte die Ersatzbaustoffverordnung erstmalig die Standards für die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken für ganz Deutschland einheitlich fest. Private und öffentliche Bauherren, die sich bisher mit den jeweils spezifischen Regelungen der Bundesländer auseinandersetzen und im Einzelfall eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragen mussten, können nun qualitätsgeprüfte Ersatzbaustoffe rechtssicher ohne wasserrechtliche Erlaubnis bundesweit verwenden. So sollen in Deutschland künftig vermehrt recycelte Baustoffe zum Einsatz kommen. Dies entspricht aber noch nicht der gezielten Weiterverwendung von Bauteilen. Um die Potentiale der Rohstoffgewinnung zu optimieren, sollten auf regionaler, sprich Landesebene, Portale entwickelt werden, in der zum Rückbau vorgesehene Gebäude gelistet werden. Diese Portale könnten als Grundlage dienen, um die Belieferung von Neubauvorhaben mit Abbruchbaustoffen effektiv zu organisieren. Wünschenswert wäre ein Abrisskataster auf Landesebene, das möglichst unbürokratisch Angebot und Nachfrage bedienen kann.

Inzwischen wurde jedoch auch der Markt auf das Thema aufmerksam und es sind erste Ansätze privatwirtschaftlich verfügbar. Derzeit entstehen zahlreiche Online-Plattformen, die unterschiedliche Anwendungen für die Planung und Umsetzung der Kreislaufwirtschaft anbieten. Sie erleichtern den Austausch und Handel von Rückbaumaterialien und verbinden Bauherren, Architektinnen und Recyclingunternehmen, um Materialien aus Rückbauprojekten in neuen Bauvorhaben zu integrieren.

Urban Mining-Plattformen übernehmen mehrere Funktionen:

Materialkatalogisierung: Bauherren und Planerinnen können Materialien aus Bestandsgebäuden auf diesen Plattformen katalogisieren und ihre Verfügbarkeit dokumentieren. Durch die Einbindung von BIM-Daten werden Qualität und Menge der verfügbaren Materialien transparent dargestellt.

Matching und Vermittlung: Die Plattformen ermöglichen es, passende Materialien für neue Bauprojekte zu finden. Bauunternehmen können gezielt nach spezifischen Materialien suchen und diese direkt von anderen Projekten beziehen.

Projektmanagement: Online-Plattformen bieten Tools zur Verwaltung und Nachverfolgung von Materialien über den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts. Dies umfasst die Logistik, Lagerung und den Transport der wiederverwendeten Materialien.

Nachfolgend sind einige solcher Plattformen (mit Stand Frühjahr 2025) vorgestellt, wobei zu beachten ist, dass sich der Markt in diesem Bereich fortlaufend weiterentwickelt:

Materialverwaltung mit Haftung: Concular
Funktion: Concular ermöglicht die Identifikation, Katalogisierung und Wiederverwendung von Baumaterialien aus Bestandsgebäuden. Durch die Nutzung von Concular können Bauunternehmen Materialien effizient und nachhaltig beschaffen, was nicht nur ökologische, sondern auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt.

Besonderheit: Hierbei übernimmt Concular sowohl die Organisation des Ablaufs als auch die Produkthaftung, was bisher als größtes Hemmnis für die Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft angesehen wurde. Die Haftungsproblematik wird hier über eine Versicherungslösung, die Concular gemeinsam mit der VHV erarbeitet hat, gelöst.

– concular.de

Baustoffbörsen: Gebäudeforum Klimaneutral
Kleine Baustoffbörsen organisieren die Weiternutzung von Bauteilen, gerade von historischen Elementen im ländlichen Bereich, oft regional. Eine Recherche, welche Anbieter vor Ort sind, lohnt sich. Das Gebäudeforum Klimaneutral hilft dabei:

– gebaeudeforum.de/wissen/nachhaltiges-bauen-und-sanieren/zirkulaeres-bauen/recycling-marktplaetze

Bauteilkatalog: Bauteilnetz
Funktion: Bauteilnetz bietet allgemeine Informationen zum Thema Kreislaufwirtschaft, fungiert als Netzwerk und beinhaltet einen Bauteilkatalog zur gezielten Recherche.

Besonderheit: Bei Bauteilnetz handelt es sich um einen Bundesverband, der als eingetragener Verein strukturiert ist.

– bauteilnetz.de

Materialdatenbank: Ressource Bau
Funktion: Ressource Bau ist eine Materialdatenbank des VDI Zentrum Ressourceneffizienz und gibt einen Überblick über die gängigen Materialströme.

Besonderheit: Über Filterfunktionen können gezielt Baustoffe, Rohstoffe und Sekundärrohstoffe gefunden und zu jedem Eintrag passende Unternehmen aufgerufen werden.

– ressource-deutschland.de/bau

Material-Katastersystem: Madaster
Funktion: Madaster ist ein Katastersystem für Materialien, das Gebäude als Materialbanken behandelt. Die Plattform erfasst und speichert Daten über alle in einem Gebäude enthaltenen Materialien.

Besonderheit: Madaster ermöglicht es, den Materialwert eines Gebäudes zu berechnen und zu dokumentieren, was die Wiederverwendung und das Recycling von Materialien erleichtert. Dies unterstützt das Konzept des Urban Mining und fördert eine zirkuläre Bauwirtschaft.

– madaster.de

Netzwerk: Loopfront
Funktion: Loopfront ist eine Plattform, die auf die Wiederverwendung von Baumaterialien und die Implementierung von Kreislaufwirtschaftsstrategien spezialisiert ist. Sie unterstützt die Planung, Verwaltung und Durchführung von Bauprojekten unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten.

Besonderheit: Loopfront bietet Funktionen zur Materialverfolgung und -dokumentation sowie zur Vermittlung von Materialien zwischen Bauprojekten. Die Plattform fördert die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren der Bauwirtschaft.

– loopfront.com

Datenbank für nachhaltige Bauprodukte: Baubook
Funktion: Baubook ist eine österreichische Plattform, die Informationen zu umweltfreundlichen und wiederverwendbaren Baumaterialien bereitstellt. Sie dient als Datenbank für nachhaltige Bauprodukte und unterstützt Bauherren bei der Auswahl umweltfreundlicher Materialien.

Besonderheit: Baubook ermöglicht die Zertifizierung von Bauprojekten nach ökologischen Kriterien und unterstützt Architektinnen und Planer bei der Umsetzung von nachhaltigen Bauprojekten. Sie fokussiert eher auf eine zukünftige Kreislaufwirtschaft.

– baubook.info

Handelsverzeichnis für recycelte Baustoffe: Opalis
Funktion: Opalis ist eine europäische Plattform, die Wiederverkaufsstellen für gebrauchte Baumaterialien katalogisiert. Sie dient als Verzeichnis für den Kauf und Verkauf von recycelten Baustoffen.

Besonderheit: Die Plattform bietet detaillierte Informationen über die Verfügbarkeit und den Zustand von gebrauchten Baumaterialien in verschiedenen Regionen Europas.

– opalis.eu

Rückbauspezialist: Rotor DC
Funktion: Rotor ist ein belgisches Kollektiv, das neben Entwurf und Beratung für Architektur und Innenausbau auch in Forschung und Lehre tätig ist. Als Ableger ist Rotor DC entstanden, eine Rückbaufirma, die sich auf die Bergung, Aufbereitung und den Verkauf von wiederverwertbaren Bauteilen spezialisiert hat.

Besonderheit: Die Plattform bietet auch unterschiedliche Services, wie etwa die Reinigung und Aufbereitung von Fliesen an.

– rotordc.com

Abfallmanagement: Resourcify
Funktion: Resourcify richtet sich gezielt an Unternehmen, die ihr Abfallmanagement digitalisieren wollen und bietet entsprechende Softwarelösungen an.

– resourcify.com/de/branche/bauwesen

5.2.3 RECHTLICHE FRAGEN: VERTRAG & HAFTUNG

Die Einbeziehung von Nachhaltigkeitszielen sollte im Architektenvertrag festgehalten werden, um Verbindlichkeit herzustellen. Zu oft fällt die Entscheidungsfindung zugunsten von Kosten und/oder Statussymbolik aus. Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft müssen wegkommen vom »Nice to Have« und »State of the Art« werden. Die Einbindung ins Vertragswerk verschiebt die Absichtsbekundung in den faktischen Anforderungskatalog und sichert so die Umsetzung. Folgende Zielformulierungen zum Ressourcenschutz können Bestandteile des Vertrags bei einem Kreislaufprojekt sein:

- Reduce – Nutzung des Bestands,
  Eingrenzung des möglichen Rückbaus
- Reuse – Aufarbeitung und Weiterverwendung von Baustoffen
- Recycle – Verwendung von rezyklierten Materialien
- Renewable – nachwachsende Rohstoffe

Die Honorierung des hiermit verbundenem
Zusatzaufwands kann über Besondere Leistungen erfolgen:

- Ressourcenschutzfachplanung
- Leistungen für das Einsetzen von Sekundärrohstoffen
- Rückbauplanung
- Weiterverwendungsnachweise
- Materialpass-Erstellung
- Gebäudepass-Erstellung
- Ökobilanzierung

Für den Einsatz von gebrauchten Baustoffen und Bauteilen besteht nach wie vor Unsicherheit in Bezug auf die Haftung. Die rechtlichen Zusammenhänge sind hier komplex und betreffen unterschiedliche Bereiche, wie das Abfallrecht, die Ersatzbaustoffverordnung, das Bauordnungsrecht, das Vergaberecht, das Bauvertragsrecht sowie verschiedene Normungen. Grundsätzlich liegt die Produkthaftung beim Hersteller des eingebauten Produkts. Nach dem Ausbau wechselt das gebrauchte Produkt in den Bereich des Abfallrechts. Die damit einhergehenden Prüfungen zur Gütesicherung sind aufwendig und erschweren den Einsatz von Rückbaumaterial.

Der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie hat eine entsprechende Roadmap veröffentlicht, die Empfehlungen für eine Weiterentwicklung der Rechtsgrundlagen vorstellt.[21] Zu den wesentlichen Handlungsempfehlungen zählen: Die Weiter- oder Wiedernutzung von Baumaterialien sollte als Re-Manufacturing von Wertstoffen und weniger als Bewirtschaftung von Abfällen verstanden werden. Anforderungen an das Inverkehrbringen und die Verwendung von Bauprodukten sollten unabhängig davon, ob sie originär oder recycelt sind, einheitlich sein. Soweit erforderlich, müssen Vorschriften und technische Normen um recycelte Produkte ergänzt werden. Zudem würde es den Prüfaufwand verringern, wenn die Wiederverwendung auf der Grundlage eines Materialpasses erfolgen könnte. Rechtlich gibt es in Bezug auf das zirkuläre Bauen also noch einiges zu regeln.

Um dies zu umgehen, gilt es zu verhindern, dass Produkte zu Abfall werden. Dies gelingt derzeit nur, indem beim Rückbau bereits die nächste Verwendung sichergestellt ist und damit das Objekt gar nicht erst in eine abfallrechtliche Betrachtung gelangt.

5.2.4 UMSETZUNGSHILFEN UND FÖRDERMITTEL

Auf politischer Ebene wird die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft über die Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetz der europäischen Abfallwirtschaftsrichtlinie sowie der Ersatzbaustoffverordnung geregelt.[22] In Rheinland-Pfalz wurde bereits 2012 ein Bündnis für Kreislaufwirtschaft geschlossen. Hieraus entstanden zahlreiche Handlungsempfehlungen und Leitfäden, die sich mit der praktischen Umsetzung der Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen. Auch wurden Fördergelder für Kommunen bereitgestellt.[23] Insbesondere im Archiv der Website finden sich Checklisten und Leitfäden für Bauherren und Architektinnen sowie Empfehlungen für Ausschreibung und Vergabe. Zum Thema Kreislaufwirtschaft wurde von der Architektenkammer Rheinland-Pfalz auch eine Podcast-Reihe aufgesetzt, die verschiedene Aspekte thematisiert.[24] Die Architektenkammer Berlin hat einen umfänglichen Leitfaden zum zirkulären Bauen erstellt[25] und das Land Baden-Württemberg wiederum eine Handlungsempfehlung für Planende, Behörden und Wirtschaft veröffentlicht.[26]

Mit der EU-Taxonomie werden Investitionen in nachhaltige Gebäude attraktiver und entsprechende Anreize geschaffen. Konkrete Förderprogramme für die Nutzung bestehender Bauteile gibt es derzeit noch nicht, allerdings existieren zahlreiche Förderungen, die die Kreislaufwirtschaft in den Fokus rücken.[27] In der Initiative europäischer Förderbanken (JICE) haben die beteiligten Kreditinstitute ihre Kräfte gebündelt, um Beiträge von Unternehmen und Kommunen zur Kreislaufwirtschaft zu unterstützen. Bis Ende 2025 sollen von der Initiative 16 Mrd. Euro in Kreislaufwirtschaftsprojekte investiert werden. Dies gibt Hoffnung auf eine baldige Fortentwicklung und Verselbständigung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft im Bauwesen.

5.2.5 AUSBLICK

Eine funktionierende Kreislaufwirtschaft ist essenziell für das Gelingen der Bauwende und das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele der EU. In allen Lebenszyklusphasen eines Gebäudes besteht die Möglichkeit, Ressourcen zu sparen und Kreisläufe zu schließen. Das zirkuläre Bauen ist von Anfang an mitzudenken, dezidiert zu planen und in Ausschreibungen zu berücksichtigen. Baustoffe müssen Baustoffe bleiben und dürfen nicht im juristischen Sinn zu Abfällen werden. Hierfür Bedarf es einfacher Prozesse, Wissenstransfers und nicht zuletzt der Bereitschaft, sich auch mit gebrauchten Produkten zu identifizieren. Digitale Planungsmethoden und Recherchemöglichkeiten sowie die Kreativität der Planerinnen und Planer sind hier der Schlüssel zum Erfolg!

POLITISCHE FLANKIERUNG

6

Die Bundesregierung fördert die Einführung digitaler Methoden in der Wertschöpfungskette Bau. Vor zehn Jahren, 2015, wurde der Stufenplan »Digitales Planen und Bauen« als erste öffentliche BIM-Maßnahme überhaupt durch das damalige Bundesinfrastrukturministerium vorgestellt. Darin wurde die Einführung von Building Information Modeling in drei Stufen – in erster Linie für den Infrastrukturbau und den infrastrukturbezogenen Hochbau – bis zum Jahr 2020 beschrieben. Seitdem ist die BIM-Methode bei Großprojekten des Verkehrsbaus Standard.

Der Hochbau folgte schließlich mit einem eigenen Stufenplan. Der Masterplan BIM für Bundesbauten wurde im November 2021 vom damaligen Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat veröffentlicht – als eine Art Selbstverpflichtung des Bundes, die BIM-Nutzung bei den eigenen Hochbauvorhaben voranzutreiben und flächendeckend einzusetzen. Auch hier soll die BIM-Einführung systematisch in drei Stufen verlaufen und bis Ende des Jahres 2025 in die vollständige Implementierung der BIM-Methode in allen relevanten Bundesbauprojekten münden. Im Zuge der Umsetzung wurden und werden verschiedene Handbücher veröffentlicht, die auch privatwirtschaftlichen Unternehmen zur freien Verfügung stehen und auf der Website der Fachinformation Bundesbau heruntergeladen werden können.[28]

Zur Unterstützung der eigenen BIM-Implementierung hat die öffentliche Auftraggeberin 2019 das Nationale Kompetenzzentrum BIM Deutschland ins Leben gerufen, das gemeinsam vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, dem Bundesministerium für Verkehr und Digitales sowie dem Bundesministerium der Verteidigung betrieben wird. BIM Deutschland ist die zentrale öffentliche Anlaufstelle des Bundes für Informationen und Aktivitäten rund um Building Information Modeling. Die Produkte, Standards und Konzepte werden sowohl dem öffentlichen Bau als auch der gesamten Wertschöpfungskette Bau zur Verfügung gestellt. Ziel ist es, eine einheitliche und abgestimmte Digitalisierung im Infrastruktur- und Hochbau zu erreichen.

Insbesondere das von BIM Deutschland betriebene BIM-Portal wird seit seiner Einführung 2022 kontinuierlich mit digitalen Vorlagen gefüllt, die auch allen Architektinnen, Innenarchitekten, Landschaftsarchitektinnen und Stadtplanern in Deutschland frei zur Verfügung stehen. Die BAK ist in die Entwicklungen von BIM Deutschland über ein entsandtes Mitglied im Beirat von BIM Deutschland direkt eingebunden.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz unterstützt den Mittelstand in verschiedenen Bereichen durch die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren – auch im Bauwesen. Das Mittelstand-Digital Zentrum Bau bietet praxisnahe Unterstützung in Form von Veranstaltungen und Publikationen zu Themen wie Building Information Modeling und digitale Bauprozesse.[29] Immer wieder finden einige der Formate auch in Kooperation mit der BAK statt.

Zusätzlich fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des »Innovationswettbewerbs Künstliche Intelligenz« KI-Projekte verschiedener Sektoren. Hierzu zählt auch das Projekt BIMKIT, in dem KI-Werkzeuge entwickelt wurden, mit denen digitale Bestandsmodelle von Gebäuden erstellt werden können. Für die neue Legislaturperiode bleibt zu hoffen, dass die genannten Initiativen auf Bundesebene fortgeführt werden.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

AUTORINNEN & AUTOREN

Die folgenden Personen haben maßgeblich zur Erstellung und der fortlaufenden Entwicklung dieses Leitfadens beigetragen.

PROF. DR. RALF ARNDT

Ralf Arndt ist seit 2014 Professor für Baustoffkunde und Bauwerksdiagnostik an der Fachhochschule Erfurt (FHE). Er ist international anerkannter Experte für die zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen und der Denkmalpflege mit zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Vorträgen zu diesen Themen. In der Forschung widmet er sich verstärkt dem Thema der Digitalisierung in der Bauwerksdiagnose. Er hat an der TU Berlin Bauingenieurwesen studiert und dort auch im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen als Doktorand der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) promoviert. Vor seiner Anstellung an der FHE war er sechs Jahre in den USA als Assistant Professor und Postdoc im Bereich der zerstörungsfreien Brückenprüfung tätig.

MATTHIAS BACKHAUS

Matthias Backhaus, M.Sc., absolvierte sein Studium der Geodäsie und Geoinformation an der Technischen Universität München mit Auszeichnung. Im Rahmen seiner Masterarbeit widmete er sich der Entwicklung eines innovativen Monitoring-Systems mit dem Titel »LoRa-basiertes Echtzeit-Monitoringsystem mit low-cost Laserdistanzsensoren«. Dieses Projekt unterstreicht seine Expertise in der Verbindung von kosteneffizienter Sensortechnologie und Echtzeit-Datenerfassung. Heute ist Matthias Backhaus bei Seidl & Partner mbB tätig, wo er sich auf die digitale Bestandserfassung und die Implementierung von Building Information Modeling (BIM) spezialisiert hat. Mit seiner fundierten Ausbildung und seinem praxisorientierten Ansatz trägt er maßgeblich zur Entwicklung moderner Vermessungs- und Datenintegrationslösungen bei, die einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierung im Bauwesen leisten.

MARCUS EBERT

Marcus Ebert, M.A. (in Architecture) ist Architekt und als hauptamtlicher Mitarbeiter für die Bayerische Architektenkammer im Referat Normung und Digitalisierung tätig. Nach seinem Freiwilligendienst in der Denkmalpflege absolvierte Marcus Ebert sein Bachelorstudium der Architektur an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig, sowie sein Architektur-Masterstudium mit dem Schwerpunkt Medien-Theorie an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart. Nach einigen Jahren seiner Tätigkeit als Senior Designer für Kommunikation im Raum bei einer renommierten Münchener Designagentur wechselte er 2023 zur Bayerischen Architektenkammer.

ERIC EWERT

Eric Ewert studierte von 2014–2019 an der Fachhochschule Erfurt im Fachbereich Bauingenieurwesen. Heute ist er als Tragwerksplaner im Bauen im Bestand für die Bau-Consult Hermsdorf GmbH tätig. Neben der statischen Betreuung von Bauprojekten liegt sein Augenmerk auf der statisch-konstruktiven Bestandsaufnahme mittels terrestrischem Laserscanner und Photogrammetrie. Seit 2019 ist er zusätzlich als Promovend an der Fachhochschule Erfurt im Fachbereich Bauwerksdiagnostik mit dem Forschungsschwerpunkt Historical-BIM (HBIM) angestellt.

DR. ALEXANDRA FINK

Dr. phil. Alexandra Fink M.A. ist seit 2024 Leiterin des Fachbereichs Praktische Denkmalpflege und Restaurierung und stellvertretende Landeskonservatorin in der Direktion Landesdenkmalpflege in der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz. Zuvor leitete sie seit 2017 den Fachbereich Inventarisation und Bauforschung und war sowohl mit der Ermittlung und Begründung der Denkmaleigenschaft von künftigen Kulturdenkmälern als auch baugeschichtlicher Erfassung und Dokumentation sowie der digitalen Bauaufnahme in der Denkmalpflege befasst. 1988–1993 Studium der Kunstgeschichte in Würzburg, 1994–1996 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Restaurierung und Konservierung/Fulda, anschließend Dissertation und Promotion in Bamberg. Im Anschluss Tätigkeiten im Bereich Inventarisation, Restaurierung und Bauforschung, Volontariat in Wiesbaden. Seit 2005 Mitarbeiterin der Direktion Landesdenkmalpflege.

MATTHIAS HABER

Matthias Haber schloss sein Studium der Architektur an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften 2002 mit dem Diplom ab. Ein Aufbaustudium bei Hans Kollhoff an der ETH Zürich beendete er 2006 mit dem Master of Advanced Studies. Seit 2002 ist Matthias Haber für das Architekturbüro Hild und K tätig, das er seit 2011 gemeinsam mit den Gründungspartnern Andreas Hild und Dionys Ottl leitet. Seit 2012 ist er Korrekturassistent an der Technischen Universität München, hält Gastkritiken und Gastvorträge an unterschiedlichen deutschen Hochschulen. Neben Artikeln in Fachzeitschriften hat er das Buch »Der Sockel – Stilistik im baukonstruktiven Kontext« publiziert. Seit 2018 gehört Matthias Haber dem Arbeitskreis »Bauen im Bestand« der Bayerischen Architektenkammer an und ist seit 2019 Vorsitzender der ebenfalls dort angesiedelten Projektgruppe »Vereinfachung der Bauvorschriften in Bayern«.

FRANK HADWIGER

Frank Hadwiger studierte an der FH Hildesheim/Holzminden und der Universität GH Kassel im Fachbereich Architektur. Seit 2001 ist er Mitglied der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen (AKNW) und seit 2015 Mitglied der Vertreterversammlung der AKNW. Zudem ist er Mitwirkender in der Projektgruppe Digitalisierung der AKNW, der BAK-Arbeitsgruppe Normung zur Digitalisierung und der VDI-Richtlinienreihe 2552 Blatt 11. Als Lehrbeauftragter im Themenfeld »Integrale Planung BIM« wirkt er an der HAWK in Holzminden.

Über die Freie Ideenwerkstatt für Architektur und Kunst unterstützt und berät Frank Hadwiger länderübergreifend Kolleginnen und Kollegen bei der BIM-Implementierung und der alltäglichen Arbeit am Gebäudedatenmodell. Er ist qualifizierter Berater für Architekten Bauingenieure Informationssysteme (ABIS). Der Schwerpunkt liegt in der 3D-gestützten Planung von Neubau- und Modernisierungsprojekten und der Bereitstellung der Modelldaten für alle Beteiligten.

EVA HOLDENRIED

Eva Holdenried studierte Innenarchitektur an der FH Wiesbaden. Von 2004–2009 sammelte sie Berufserfahrung in verschiedenen Büros. 2009 gründete sie mit ihrem Partner Oliver Sommer das Büro stereoraum Architekten und setzte konsequent auf modellbasierte Planung. Bereits 2010 wurden die ersten Lüftungsmodelle integriert, seit 2012 modellbasierte Bestandsaufnahmen für eigene Projekte und als Dienstleistung angeboten. Seit 2016 vertritt sie die Architektenkammer Rheinland-Pfalz im BIM-Cluster RLP, 2017 wurde sie Mitglied im Vorstand. Dort ist sie vor allem für die Fragen der Digitalisierung zuständig und begleitet den BIM Treff sowie Informationsveranstaltungen in den Kammergruppen. Sie ist gefragte Referentin und gibt Schulungen zum Thema BIM in der Innenarchitektur. Weiter engagiert sie sich in der Steuerungsgruppe Digitalisierung der BAK und ist Sprecherin der BAK-Arbeitsgruppe Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

JUTTA HUNDHAUSEN

Dipl.-Ing. (FH) Jutta Hundhausen M.A. ist seit 2023 Sprecherin der AG Historische Bauforschung der VDL (Vereinigung der Denkmalfachämter der Länder). Seit 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Inventarisation und Bauforschung der Landesdenkmalpflege Rheinland-Pfalz (Generaldirektion Kulturelles Erbe). Hier als Bauforscherin schwerpunktmäßig mit bauhistorischen Untersuchungen und digitaler Bauaufnahme tätig. In dieser Funktion berät Frau Hundhausen auch Denkmaleigentümer und Planungsbüros. Nach Architekturstudium mit Schwerpunkt Altbauinstandsetzung und Denkmalpflege an der Hochschule Mainz sowie Masterstudium »Denkmalpflege – Heritage Conservation« an der Universität Bamberg verschiedene Tätigkeiten in Architektur- und Ingenieurbüros, seit 2005 selbständige Bauforscherin.

DR. SUSANNE JANY

Susanne Jany studierte Kulturwissenschaft mit Schwerpunkt auf Architekturgeschichte in Berlin, Göteborg und London. Während ihrer Promotion absolvierte sie Aufenthalte an der Harvard University und der Yale University. Ihre Doktorarbeit »Prozessarchitekturen: Medien der Betriebsorganisation 1880–1936« erschien 2019 bei Konstanz University Press. Susanne Jany war von 2014 bis 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Humboldt-Universität zu Berlin und lehrte am Institut für Kulturwissenschaft im Bereich Architekturwissenschaft und Raumtheorie. Gleichzeitig arbeitete sie im Exzellenzcluster »Bild, Wissen, Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor« der HU Berlin. Seit 2019 ist sie Koordinatorin im Referat Digitalisierung der Bundesarchitektenkammer.

FRANK LATTKE

Frank Lattke hat in München und Madrid Architektur studiert. Er hat sich in den letzten 20 Jahren in Forschung, Lehre und seiner eigenen Praxis intensiv mit dem Holzbau und dem Thema Gebäudemodernisierung beschäftigt. Als gelernter Tischler und praktizierender Architekt weiß er Material, Entwurf und die Ausführung auf der Baustelle konzeptionell und konstruktiv zusammenzuführen. Dabei stehen für ihn die großen Kapazitäten einer vielfachen Nachhaltigkeit im Holzbau im Zentrum. Während zwölf Jahren am Lehrstuhl für Entwerfen und Holzbau an der TU München bei Prof. Hermann Kaufmann stieß er wichtige Forschungsaktivitäten an und leitete zahlreiche Projekte zum Um- und Weiterbauen, wie das Projekt TES EnergyFacade.

JÜRGEN LINTNER

Jürgen Lintner absolvierte das Architekturstudium an der Universität Dortmund, Abschluss als Dipl.-Ing. Architektur und Städtebau. Seit 1991 betreibt er als freischaffender Architekt in Unna ein »klassisches« Architekturbüro mit allen entsprechenden Leistungen für private, gewerbliche und öffentliche Auftraggeber. Er ist staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz, Sachverständiger für Schäden an Gebäuden sowie SiGeKo. Zu den Dienstleistungen zählen auch BIM-Beratung und BIM-Koordination. Jürgen Lintner ist stellvertretender Vorsitzender im Ausschuss »Planen und Bauen« und Mitglied der Projektgruppe »Digitalisierung« der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen. Er engagiert sich zudem mit Mandat der BAK in verschiedenen Normenausschüssen auf DIN-, CEN- und ISO-Ebene, unter anderem zur DIN EN ISO 19650 und als Co- Autor der europäischen Guidance on ISO 19650-1/-2 sowie in Ausschüssen zur VDI-Richtlinie 2552.

PROF. MATTHIAS PÄTZOLD

Nach Studium in München und Zürich gründete Matthias Pätzold 2003 die Architektenpartnerschaft Pätzold + Schmid Architekten. Er arbeitet seitdem parallel in Forschung und Lehre verstärkt zum Thema neue Konstruktionsweise und Vorfertigung im Bauen im Bestand. Er lehrt an der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst in Hildesheim Baukonstruktion und Entwurf.

Matthias Pätzold sieht in der Digitalisierung am Bau einen entscheidenden Vorteil zur präziseren und redundanten Planung, um den Vorfertigungsgrad zu erhöhen und gleichzeitig die Möglichkeiten und Ausführungsqualitäten zu verbessern.

DR. ANDREA PUFKE

Andrea Pufke studierte Kunstgeschichte, Archäologie und Neuere deutsche Literatur an den Universitäten in Frankfurt/Main und Marburg. Nach abgeschlossener Promotion über das Kloster Haina im 19. Jahrhundert führte der Weg ab 1998 in die Denkmalpflege; über ein Volontariat im Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, eine erste Stelle als wissenschaftliche Referentin im Westfälischen Amt für Denkmalpflege zur Referatsleitung für Ober- und Unterfranken beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege in der Dienststelle Schloss Seehof. Schwerpunkt bei allen Stationen war die Praktische Denkmalpflege, d. h. die fachliche Beratung in denkmalpflegerischen Bauprojekten gegenüber der Eigentümer- und Planerschaft sowie von Behörden. Von 2008 bis 2012 war sie Geschäftsführerin des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz beim Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien in Bonn. Seit April 2012 Leiterin des LVR-Amtes für Denkmalpflege im Rheinland (LVR-ADR). In der Funktion als Amtsleiterin Mitglied in der Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern (VDL) sowie seit 2022 Mentorin für die AG Historische Bauforschung der VDL.

JULIA SCHNEIDER

Nach einem Ausflug in das Studium der Kunstgeschichte an der LMU in München studierte Julia Schneider, BDIA, Innenarchitektur und schloss 2001 als Diplom-Ingenieurin ihr Studium an der Hochschule in Rosenheim ab. Während ihres Studiums sammelte Julia Schneider Arbeitserfahrung im Büro von Professor Klaus Schmidhuber in München und als studentische Mitarbeiterin bei »1100 Architects« in New York City. Von 2001 bis 2004 entwickelte sie in den Büros »Schmidhuber und Partner« und »O.S.A« (2004–2006) in München ihren eigenen Stil. Nach sieben Jahren als Inhaberin und Partnerin bei »atelier sv« gründete sie 2014 das eigene inhabergeführte Studio für Innenarchitektur »iam | interior.architects. munich« in München. Zwischen 2007 und 2010 lehrte Julia Schneider an der Fachhochschule in Rosenheim Innenarchitektur. Außerdem ist sie Jurymitglied bei verschiedenen Wettbewerben.

SANDRA SCHUSTER

Sandra Schuster arbeitete nach ihrem Studium an der Hochschule in Augsburg und an der Akademie der Bildenden Künste in München mehrere Jahre in Architekturbüros in den Niederlanden. Im Anschluss gründete sie ihr eigenes Büro in München und war als Projektleiterin bei prämierten Münchner Holzbauprojekten tätig. Sandra Schuster lehrte an der TU Delft, an der Akademie der Bildenden Künste München und den Hochschulen Nürnberg und Augsburg. Seit 2016 bearbeitet und koordiniert sie die Forschungsprojekte an der Professur Entwerfen und Holzbau an der Technischen Universität München. Sie ist Mitglied des Zukunftsnetzwerks Holzbau Bayern und seit Anfang 2019 Geschäftsführerin des Forschungsverbunds TUM.wood.

ALEXANDER SCHWAB

Alexander Schwab, Dipl.-Ing. Univ. Architekt und Stadtplaner, ist seit 2020 Präsident der Vereinigung freischaffender Architekten, seit 2007 Mitglied der Vertreterversammlung der Bayerischen Architektenkammer und war Mitglied der Steuerungsgruppe Digitalisierung bei der Bundesarchitektenkammer. Er leitet zudem seit 2024 als Sprecher die BAK-Arbeitsgruppe Digitalisierung und Bauen im Bestand. Alexander Schwab hat in München Architektur studiert und danach im Architekturbüro Gerhard Huxoll in Unterhaching gearbeitet, war Büroleiter bei Mühlemeier + Scheller Architekten in München und gründete 1998 das Architekturbüro Alexander Schwab. Aus diesem ist 2005 die ASA Alexander Schwab Architekten GmbH hervorgegangen mit Alexander Schwab als Geschäftsführenden Gesellschafter.

RAINER SEIDL

Dipl.-Ing. (FH) Rainer Seidl ist Gründer und Geschäftsführer von Seidl & Partner mbB, einem Ingenieurbüro für Planung & Vermessung, dass er 1992 ins Leben rief. Seit 1998 ist er als beratender Ingenieur und Prüfsachverständiger für Vermessung im Bauwesen tätig und bringt in dieser Rolle umfassende Expertise in der Bestandserfassung und Bauüberwachung ein. Darüber hinaus engagiert er sich seit dem Jahr 2000 als Vorstandsmitglied im Ingenieurverband Geoinformation und Vermessung (IGVB), wo er aktiv zur Weiterentwicklung seines Fachgebiets beiträgt. Neben seiner praktischen Tätigkeit teilt Herr Seidl sein Wissen als Lehrbeauftragter am Bauindustriezentrum Stockdorf und fördert die Aus- und Weiterbildung im Bereich der Vermessungstechnik. Sein Schwerpunkt liegt auf der Integration moderner Technologien wie Building Information Modeling (BIM) in die Bestandserfassung, wobei er eine Brücke zwischen Tradition und Digitalisierung schlägt.

GABRIELE SEITZ

Gabriele Seitz absolvierte ihr Betriebswirtschaftsstudium zur Diplom-Kauffrau an der FH in Köln. Anschließend war sie in der Marketing- und Vertriebsabteilung als Executive im Bereich der biometrischen Gesichtserkennung in Bochum tätig. 2003 nahm sie eine Stelle bei der Tochtergesellschaft der Bundesarchitektenkammer e.V. (BAK), der D.A.V.I.D. Deutsche Architekten Verlags- und Informationsdienste GmbH, zum Ausbau des Netzwerks Architekturexport (NAX) an. Sie wechselte 2010 zur BAK und leitet dort seit dem Jahr 2017 das Referat Digitalisierung. Das Referat wurde gegründet, um die digitale Transformation im Planen und Bauen berufspolitisch zu begleiten.

KATHRIN VALVODA

Dipl.-Ing. Kathrin Valvoda ist Architektin und Energieberaterin und seit 2014 bei der Bayerischen Architektenkammer (ByAK) im Bereich des nachhaltigen Planens und Bauens tätig. Seit 2017 ist sie Referentin der »Beratungsstelle Energieeffizienz und Nachhaltigkeit (BEN)«, die kostenfreie und neutrale Beratungen, Bewusstseinsbildung und Wissensvermittlung rund um Klimaschutz, Klimaanpassung und zukunftsfähiges Planen und Bauen anbietet. Ihre Arbeitsbereiche umfassen u. a. die Themen der Kreislaufwirtschaft, des »Bauens im Bestand«, der Zertifizierungen und Bilanzierungen sowie der europäischen und nationalen Rahmenbedingungen. Sie hat an der Technischen Hochschule Aachen (RWTH) und der École Polytechnique Fédéral de Lausanne (EPFL) studiert und war in verschiedenen Architekturbüros in der Schweiz, in den Niederlanden und in Deutschland tätig.

CHRIS VOIGT

Chris Voigt studierte von 2013 bis 2018 Bauingenieurwesen an der Fachhochschule Erfurt mit der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau und schloss sein Studium mit dem Master of Engineering ab. Seit 2018 ist er als Projektingenieur und Projektleiter im Ingenieurbüro Marx Krontal Partner (MKP GmbH) tätig und spezialisiert sich auf Bauwerksdiagnostik. 2023 übernahm er die Fachteamleitung für dieses Gebiet innerhalb des Unternehmens. Zwischen 2020 und 2022 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Teilzeit an der FH Erfurt tätig und forschte im Rahmen des Projekts »Digitale Bauwerksdiagnose« zur Digitalisierung von Prozessen in der Bauwerksdiagnostik. Seit Oktober 2022 leitet er als Projektleiter beim Konsortialführer das mFUND-geförderte Verbundforschungsvorhaben openSIM, das sich mit der Anwendung der BIM-Methodik im Spezialgebiet der Bauwerksdiagnostik befasst.

ENDNOTEN

[1] bim-speed.eu/en

[2] cordis.europa.eu/project/id/768718

[3] arc.ed.tum.de/holz/forschung/leanwood-1/aktuell

[4] bimkit.eu

[5] DAfStB-Richtlinie Bauwerksdiagnostik: DAfStb Bauwerksdiagnostik – 2025-02 – DIN Media

[6] marxkrontal.com/de/opensim.html

[7] AHO, Heft 1 – »HOAI – Planen und Bauen im Bestand«, 2. Auflage, Stand: Oktober 2018

[8] AHO, Heft 11 – »Leistungen Building Information Modeling – die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI«, Heft 11, Stand: Januar 2019

[9] BIM Mittelstandsleitfaden am Beispiel des Bauvorhabens Fachmarktzentrum Leinenfelde. Wie viel BIM verträgt ein Mittelstandsprojekt, 2018

[10] HOAI 2013, Objektplanung Architektur, Leistungsphase 5, Grundleistungen c)

[11] vdl-denkmalpflege.de/von-uns/publikationen

[12] dabonline.de/bautechnik/co2-berechnung-architekturbuero-architekten

[13] Weitere Informationen dazu, sowie digitale Eingabetools zum DGNB-Gebäuderessourcenpass speziell für Bestandsgebäude, können kostenfrei auf der Website des DGNB entnommen und heruntergeladen werden: dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/zirkulaeres-bauen/gebaeuderessourcenpass

[14] Beispiele für Gebäude-Zertifizierungssysteme und -stellen, sowie Standards auf internationaler Ebene, u. a.: BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) und LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

[15] bundesregister-nachhaltigkeit.de

[16] umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#was-ist-urban-mining-

[17] urban-mining-index.de

[18] rebau.info/wp-content/uploads/2022/12/1221_Handbuch_Architektur_digital.pdf

[19] Institut Konstruktives Entwerfen; ZHAW Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen; Eva Stricker, Guido Brandi, Andreas Sonderegger; Baubüro in situ AG; Zirkular GmbH; Marc Angst, Barbara Buser, Michel Massmünster (Hrsg.): Bauteile wiederverwenden. Ein Kompendium zum zirkulären Bauen. Park Books, Zürich 2021.

[20] Das Projekt »BIMKIT – Bestandsmodellierung von Gebäuden und Infrastrukturbauwerken Mittels KI zur Generierung von Digital Twins« lief von 2021–2024 unter Koordination der Hottgenroth Software AG. Die BAK war assoziierte Partnerin und über die Arbeitsgruppen »Digitalisierung und Bauen im Bestand« sowie »Künstliche Intelligenz« in die Forschungsarbeit eingebunden. Demonstratoren und Handreichungen sowie weitere Informationen unter bimkit.eu

[21] bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Media/Veroeffentlichungen/Wiederverwendung_Bauprodukte_Roadmap_Studie.pdf

[22] bmuv.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz

[23] kreislaufwirtschaft-bau.rlp.de/service

[24] diearchitekten.org/top-menue/fuermitglieder/quicklinks/energieeffizienz/kreislaufwirtschaft-bau

[25] Leitfaden zum Planen und Bauen im Kreislauf »A wie Zirkulär«, Seite 46 Architektenkammer Berlin: ak-berlin.de/fachkompetenzen/fachthemen/nachhaltiges-planen-und-bauen/broschuere

[26] pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10662

[27] ressource-deutschland.de/themen/kreislaufwirtschaft/innovative-recyclingtechnologien/foerderprogramme-kreislaufwirtschaft

[28] fib-bund.de/Inhalt/Themen/BIM_fuer_Bundesbauten

[29] digitalzentrumbau.de

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1
Digitale Erfassung von Bestandsinformationen

Abb. 2
Datenerfassung bei Bestandsprojekten

Abb. 3
Prozessablauf und Kooperation in der Bauwerksdiagnostik,
Grafik: MKP GmbH

Abb. 4
Modellbasierte Abstimmung zwischen den Planungs-
beteiligten mit BCF-Nachrichten (Issue) in einer CDE,
Grafik: Hamburg Port Authority AöR & MKP GmbH

Abb. 5
Aufbau einer Modellstruktur,
Grafik: MKP GmbH

Abb. 6
Koordinierungsmodell einer Brücke (transparent) und
Teilmodell Untersuchungsplanung für Bohrkernentnahmen,
Grafik: Hamburg Port Authority AöR & MKP GmbH

Abb. 7
Nutzung der Filterfunktion in der CDE; Objekte, die
dem Filterkriterium entsprechen, werden blau markiert,
Grafik: Hamburg Porth Authority AöR & MKP GmbH

Abb. 8
Teilmodell Einzelergebnisse, Darstellung eines Bohrkerns
aus einer Bestandsstütze einer Brücke mit zugehörigen Merkmalen,
Grafik: Hamburg Porth Authority AöR & MKP GmbH

Abb. 9
Teilmodell Untersuchungsergebnisse; Darstellung der ermittelten Druckfestigkeitsklasse für die Bestandspfeiler einer Brücke, die sich aus mehreren Bohrkernentnahmen errechnet, Grafik: Hamburg Porth Authority AöR & MKP GmbH

Abb. 10
»Werkzeuge für Aufmaß und Modellierung

Abb. 11
Idealablauf eines BIM-Projekts im Bestand mit den am Projekt Beteiligten

Abb. 12
Potentielle BIM-Anwendung je HOAI-Leistungsphase

IMPRESSUM

2. komplett überarbeitete Auflage
Mai 2025

Herausgeber
Bundesarchitektenkammer – BAK –
Bundesgemeinschaft der Architektenkammern,
Körperschaften des Öffentlichen Rechts e.V.
Askanischer Platz 4, 10963 Berlin

Redaktion
Bayerische Architektenkammer
Marcus Ebert
byak.de

Bundesarchitektenkammer
Dr. Susanne Jany
Gabriele Seitz
bak.de/politik-und-praxis/digitalisierung

Gestaltung
4S, Berlin

REDAKTIONELLER HINWEIS:

Die Bundesarchitektenkammer setzt sich für die Gleichstellung aller Menschen unabhängig von ihrem Geschlecht ein. Sie erachtet es als wichtig, diese Haltung auch in der bewussten Verwendung von Sprache zum Ausdruck zu bringen. Es wird deshalb in dieser Veröffentlichung darauf geachtet, dass z. B. bei der Nennung von Berufsbezeichnungen nicht allein die maskuline Form verwendet wird. Nach Möglichkeit wird immer wieder im Laufe des Textes auch die feminine Form genannt. Im Interesse der Leserinnen und Leser dieser Publikation geschieht dies in dem Bestreben, einen durchgehend guten Textfluss und eine gute Lesbarkeit zu gewährleisten.

BAK.DE/DIGITALISIERUNG-BESTAND