

O. Virtuelle Rekonstruktion – BIM als Rahmenbedingung für eine langfris- tige Nutzung von 3D-Gebäudemodellen

→ Datenstruktur, Gebäudemodellierung,
Lebenszyklus, Modelldokumentation, Modellie-
rungswerkzeug, Rekonstruktionsmodell

Auch wenn das Ergebnis einer virtuellen Rekonstruktion vordergründig in der Vermittlung eines nicht mehr existenten baulichen Zustandes liegt, so ist die Art und Weise, wie ein dreidimensionales Gebäudemodell aufgebaut und dokumentiert wird, von ausschlaggebender Bedeutung. Im Zuge der Modellierung werden verschiedene Artefakte (Planunterlagen, Fotografien, Archivalien, etc.) zu interpretieren sein. Dabei ist zu beachten, dass sich der Wissensstand im Laufe der Zeit verändert. Hinzu kommt der Umstand, dass digitale Werkzeuge, mit denen die Modellsammlung aufgebaut wird, selbst einer fortwährenden Weiterentwicklung unterliegen. Das bedeutet, dass eine Anpassung, Ergänzung oder gar Portierung des vorhandenen 3D-Modells – unter Umständen auch nach einer längeren Zeitspanne – mit hoher Wahrscheinlichkeit notwendig wird. Prinzipiell ist von einem andersgearteten Lebenszyklus-Begriff die Rede, wenn man einen Vergleich mit existierenden Gebäuden und deren Errichtung bzw. der anschließenden Inbetriebnahme bis hin zum Abbruch zieht. In diesem Beitrag werden zunächst die open-BIM vs. closed-BIM-Datenstrukturen einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Art und Weise, wie ein 3D-Modell nachvollziehbar aufgebaut wird, nimmt im Zuge einer virtuellen Rekonstruktion eine zentrale Rolle ein. Es sind beispielsweise zu einem frühen Zeitpunkt Überlegungen hinsichtlich einer sinnstiftenden Geschoss- und Ebenstruktur anzustellen. Überdies gilt es zu bedenken, dass für gewöhnlich mit wiederkehrenden Gebäudeelementen gearbeitet wird. Die langfristige Nutzung von digitalen Gebäudemodellen erfordert einschlägige Maßnahmen, um etwaige Informationsverluste zu minimieren. Abschließend werden verschiedene Möglichkeiten erörtert, um die im Zuge der Modellrekonstruktion erarbeiteten Ergebnisse unterschiedlichen Zielgruppen wirkungsvoll vermitteln zu können. Aus diesem Grund ist auch die Einbeziehung der Umgebung in das virtuell rekonstruierte Gebäudemodell unabdingbar.

0.1 Einführung

Moderne Softwarelösungen ermöglichen es heute, zerstörte Bauten mit hohem Detaillierungs- und Darstellungsgrad **wiederaufleben** zu lassen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie es um den Lebenszyklus dieser Gebäudemodelle bestellt ist und wie diese im Laufe der Zeit **am Leben** – sprich nutzbar – gehalten werden können. Man stelle sich etwa vor, dass im Laufe der Zeit an einer umfangreichen 3D-Modellsammlung gearbeitet wird und fortlaufend Erweiterungen dazu stattfinden. **01** Neue Informationen kommen hinzu, etwa durch die Erschließung bislang unbekannter Archivmaterialien (Planunterlagen, Bildmaterialien etc.); auch durch die weiterführende Auseinandersetzung mit nachfolgenden Rekonstruktionen entwickelt sich der Erkenntnisstand weiter. Eine offene Arbeitsumgebung soll ihre Integration ermöglichen. Um diese Anforderungen abdecken zu können, ist eine nachvollziehbare Daten- und Dokumentstrukturierung vonnöten. Wie dauerhaft mit erarbeiteten 3D-Modellierungen umgegangen werden sollte, wird in diesem Beitrag ebenso erörtert wie die Frage, wie die Ergebnisse einem möglichst breiten Spektrum an Rezipienten vermittelt werden können. **Building Information Modeling (BIM)** ist in diesem Zusammenhang als eine methodische Vorgangsweise zu betrachten, digitale Gebäudemodelle über ihren gesamten Lebenszyklus mit all ihren relevanten Informationen abzubilden und eine gemeinsame Datenbasis für verschiedene Nutzerkreise zu kreieren. **02**

■ 01

Bob Martens, Herbert Peter, *The Destroyed Synagogues of Vienna: Virtual City Walks, Vienna 2011.*

■ 02

Karen Kensek, Doug Noble, *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice, Hoboken, New Jersey 2014.*

0.2 Kontext: Umgang mit 3D-Modellierung

Seit weit über drei Jahrzehnten werden verschiedene (CAD/CAAD-) Modellierungspakete zur Marktreife entwickelt und anschließend kommerziell vertrieben. Inzwischen haben sich die meisten Nutzer für ein bestimmtes Softwareprodukt entschieden und wechseln nur noch den Anbieter und die Software, wenn dies zu einer nachweislichen Effizienzsteigerung und Verbesserung der Wertschöpfung in den Arbeitsprozessen führt. Einige Programmangebote haben die Weiterentwicklung eingestellt, und so verbleiben letztlich nur einige wenige Programme zur Auswahl. Neue Programmversionen werden ungefähr einmal pro Jahr angeboten. Auch wenn wirtschaftliche Zwänge und vor allem die Befriedigung von Stakeholdern bei der Software-Evolution im Vordergrund zu stehen scheinen, so findet insgesamt doch bei den Modellierungswerkzeugen eine bedeutende Entwicklung statt.

Im Umfeld der virtuellen Rekonstruktion kommt dem Aspekt der **langfristigen Verfügbarkeit** des in das Modell eingeflossenen Wissens eine besondere Bedeutung zu – es sei denn, es steht eine neuerliche bauliche Realisierung im Vordergrund. Denn während bei der Umsetzung geplanter Bauvorhaben keine Entwicklungsvorgänge mit iterativen Abfolgen involviert sind und die unterschiedlichen am Bauprozess beteiligten Professionen ihr Fachwissen parallel in die Planung einbringen, wird bei der virtuellen Rekonstruktion

■ 03

Janice Affleck, Thomas Kvan. Reinterpreting Virtual Heritage, in: CAADRIA 2005 Conference Proceedings, New Delhi (India), vol. 1, 2005, S. 169–178.

■ 04

Beng-Kiang Tan, Hafizur Rahaman, Virtual Heritage: Reality and Criticism, in: CAADFutures Conference Proceedings, Montreal (Canada), 2009, S. 143–156.

der jeweilige (dokumentierte) Wissensstand im Laufe der Zeit mit neuen Informationen angereichert. Das Nicht-mehr-Existieren dieser Bauten stellt dabei naturgemäß eine wichtige Rahmenbedingung. **03** **04** Die langfristige Nutz- und Editierbarkeit von dreidimensionalen Rekonstruktionsmodellen bedeutet für gewöhnlich auch, dass die involvierten Bearbeiter im Laufe der Zeit eventuell wechseln. Dies kann zu erheblichen Informationsverlusten führen. Ebenso ist die Lebensdauer der eingesetzten Modellierungs-Software letztlich unbekannt. Sinnvoll ist deshalb – auf lange Zeit gesehen – der Einsatz einer auf offenen Standards und Arbeitsabläufen beruhenden BIM-Datenstruktur, der sog. **Open BIM®**. Bei einer Open BIM-Datenstruktur kann das erstellte Gebäudemodell (Geometrie und vielschichtige zugeordnete Eigenschaften) in einem vom Ursprungswerkzeug (BIM-Authoring-Tool) unterschiedlichen Datenformat gespeichert werden. Die BIM-Software eines anderen Herstellers kann dieses bereits erstellte Modell ohne nennenswerten Datenverlust weiter verwenden bzw. mit zusätzlichen Informationen aus dieser Arbeitsumgebung (Fachgebiet) anreichern oder editieren. Bei der sog. **Closed BIM-Datenstruktur** wird hingegen der Datenaustausch zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen unter Verwendung desselben Softwareprodukts abgewickelt. Die Software-Umgebung und das proprietäre Datenformat des Herstellers wird also nicht verlassen. Damit entsteht, je nach Betrachtungsweise, eine **Daten-Insellösung** oder auch die Abhängigkeit von einer bestimmten Produktfamilie.

Nehmen wir den Fall an, dass ein bestimmtes CAD / CAAD-Paket nicht mehr weiterentwickelt wird oder die Update-Politik für die Nutzerschaft nicht mehr tragbar erscheint. Welche Vorgangsweise erschiene dann sinnvoll und wie könnte allenfalls ein **Notfall-Szenario** aussehen? In erster Linie würden nun wohl die verschiedenen Schnittstellen hinsichtlich Minimierung der Informationsverluste zu überprüfen sein.

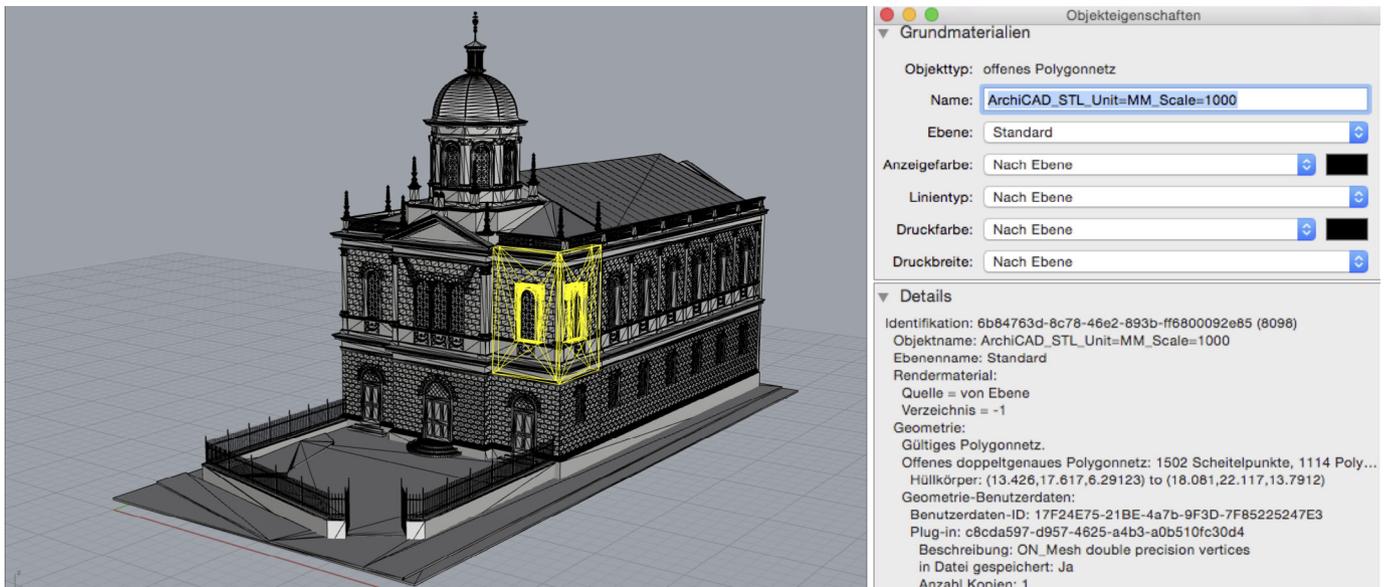
Detaillierte (digitale!) 3D-Modelle, welche vor zwei oder gar mehreren Jahrzehnten erstmalig erstellt wurden, scheinen in dieser digitalen Welt fast prähistorisch. Inzwischen sind nachfolgende Softwareversionen erschienen und die Update-Intervalle haben sich womöglich verdichtet. Ohne Portierung ist das ursprüngliche Datendokument höchstwahrscheinlich nicht mehr nutzbar. Im Prozess der fortwährenden Migration stellt sich die Frage, was **bleibt** und was ohne Einschränkungen weiter genutzt werden kann, d. h. inwiefern bestimmte Eigenschaften durch die Umwandlung verloren gehen. Ist nach der Konvertierung die Nutzbarkeit in vollem Umfang gegeben oder müssen bestimmte Bauelemente/-teile **nachmodelliert** werden?

0.3 Datenstrukturen und -schnittstellen

Wenn man das Softwareangebot hinsichtlich der Erstellung von dreidimensionalen Modellen genauer betrachtet, kristallisieren sich zwei Denkrichtungen heraus. Entweder wird bloß ein digitales Geometriemodell erzeugt ^[01] oder es wird – äquivalent zum realen Bauprozess – für wiederkehrende Teilbereiche (mit exakt gleicher oder ähnlicher Gestalt) für eine element-orientierte Vorgangsweise optimiert. Letzteres bedeutet, dass mehrfach vorkommende Objekte nur ein Mal erstellt werden und an den jeweiligen Stellen – allenfalls mit unterschiedlichen Parametern – eingesetzt werden. Diese Vorgangsweise führt zu einer entsprechenden Schlantheit der Datenstruktur insgesamt.

□ 01

In dieser Modelldarstellung wird beispielhaft das .STL-Datenformat mit reinen »Geometrie-Informationen« gezeigt. (Martens / Peter)



Inwiefern erscheint eine Kombination von Modellierungsprogrammen unter- bzw. miteinander überhaupt sinnvoll? Die Verwendung von verschiedenen Software-Werkzeugen zur Modellierung virtueller Gebäudemodelle hängt unmittelbar von den vorhandenen **hard skills** der Bearbeiter ab. Geprägt vom Arbeitsumfeld oder von gezielten Anforderungen an spezifische Softwarepakete (z. B. Architektur-, Tragwerks- oder Haustechnikplanung) werden im Laufe eines Arbeitslebens ein oder mehrere CAD / CAAD-Programme erlernt. Da jedes einzelne Softwarepaket seine spezifischen Vor- und Nachteile in puncto Funktionen und Handhabung hat, bieten sich für Nutzer mit breit aufgestelltem Software-Know-how zweifelsohne mehrere Optionen im Zuge der 3D-Modellierung. Effizientere Arbeitsabläufe mittels ergänzend verwendeten Softwarelösungen verbessern zwar das Modellierungsergebnis im qualitativen Sinne, jedoch müssen potenzielle Ineffizienzen durch Datenverluste im digitalen Element-Tausch (Schnittstellenqualität) fortwährend im Auge behalten werden. Ebenso sind (ungewollte) Explosionen der gesamten Datenmenge zu vermeiden, auch wenn die vorhandene Rechnerleistung dies gerade noch »packen« würde.

Hier gilt als Faustregel, zuallererst die im CAD/CAAD-Programm vorhandenen Standardwerkzeuge zu nutzen. Sehr häufig besteht überdies die Möglichkeit, eine Software mittels sog. Plug-ins individuell zu erweitern. Wenn diese Optionen nicht – oder nicht mit vertretbarem Aufwand – zum anvisierten Ergebnis führen, kann auf alternative Softwarepakete ausgewichen werden. Im Idealfall werden Bauteile »extern« modelliert und mit dem Ausgangsprogramm im Wege einer Synchronisation abgeglichen. Allerdings ist in der Realität kaum eine native (**art-eigene**) Verbindung gegeben; oft sind daher Export-/Importvorgänge durchzuführen. Allerdings empfiehlt sich, die eigentliche Modellierungsumgebung nicht verfrüht zu verlassen und sich frühzeitig mögliche fehlende Software-Kenntnisse anzueignen. Der Anschluss an eine Arbeitsgruppe/Modellierungsgemeinschaft, in der einschlägige Erfahrungen ausgetauscht werden und das eigene Know-how Zug um Zug wächst, ist daher dringend zu empfehlen.

BIM ist in der Bauwirtschaft als ein Querschnittsthema zwischen Planung, Bau und Gebäudebetrieb zu betrachten. Alle drei genannten Bereiche können aus ihrem eigenen Blickwinkel das Gebäudemodell betrachten, entwickeln und verwalten. **05** Auf dem Gebiet der virtuellen Rekonstruktion sind jedoch auch anderweitige Standpunkte und Akteure involviert (Bauforschung; Kunst- und Bau-geschichte; Denkmalpflege; Architekturgeschichte etc.). Grundsätzlich kann – unbeschadet der angeführten Einschränkungen – auch in der virtuellen Rekonstruktion eine Open BIM-Datenstruktur nutzbringend angewendet werden. Im Gegensatz zu Closed BIM setzt Open BIM auf Vielfalt und das reibungslose Zusammenspiel von verschiedenen Softwareprogrammen. Dabei wird versucht, durch das gewählte Datenformat den potenziellen Datenverlust zu minimieren. Dies wird neben einem herstellerunabhängigen Datenausch-format vor allem durch die einheitliche Definition des Datenausch-Workflows sowie die vereinheitlichte Struktur der auszutauschenden Daten in puncto Geometrie und der zugehörigen Eigenschaften (**properties**) ermöglicht.

Die wichtigsten Produzenten von CAD/CAAD-Softwarepaketen haben sich auf die Nutzung des Interoperabilitätsformats IFC (Industry Foundation Classes) verständigt. Dies soll die gemeinsame Nutzung von Gebäudedaten erleichtern. Hinter diesen Entwicklungen steht **buildingSMART**, eine nicht-staatliche Non-Profit-Organisation, welche im Jahre 1994 errichtet wurde (gegründet unter der Bezeichnung **International Alliance for Interoperability**, kurz: IAI). Die Versionsschritte des IFC sind nicht in 12 bis 15-monatigen Schritten **getaktet**, sondern es gibt alle 3 bis 5 Jahre **major releases** – derzeit liegt IFC4 vor – es müssen also weniger oft Daten portiert werden. Die herstellerunabhängige Basis unterstützt eine möglichst reibungslose Weiterführung der virtuellen Rekonstruktionen in einer anderen Soft- und Hardwareumgebung und vermeidet somit Sackgassen in der Projektfortführung. **02** Das bedeutet, dass nicht nur die Geometrie, sondern auch die Datenstruktur wie auch die zugehörigen Eigenschaften (z. B. Farb- und Materialinformation; Oberflächen etc.) weitgehend beibehalten bleiben und nach Überführung in eine andere Software-Umgebung weiterhin genutzt werden können. Dies steht im Gegensatz zu den in früheren Zeiten genutzten (proprietären) Austauschformaten wie 2D-DXF/3D-DWG, bei denen ausschließlich die Geometrie übertragen wurde.

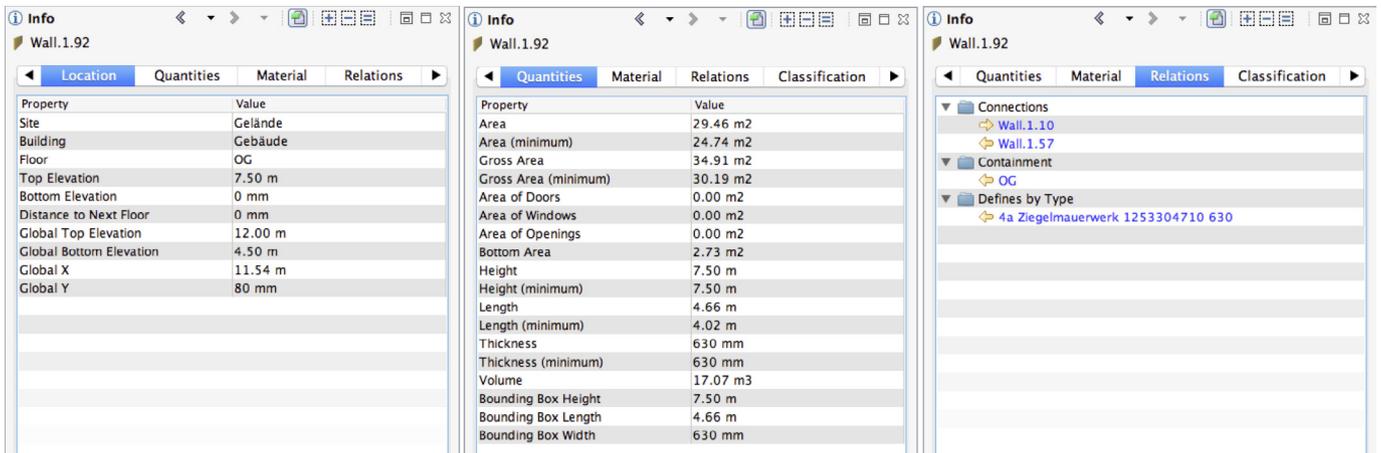
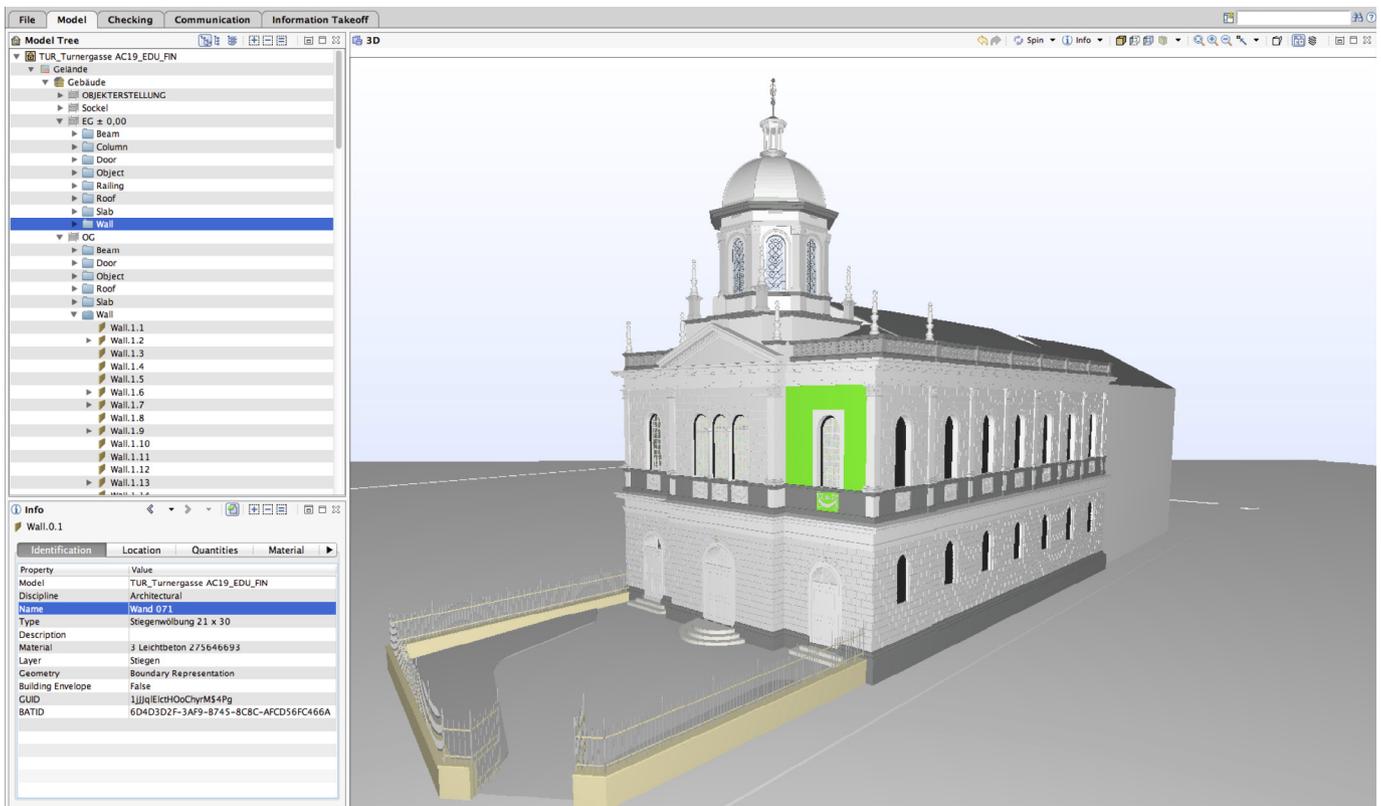
■ 05

Siehe hierzu: Austrian Standards, **Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2 [ÖNORM A 6241-1], Wien 2015; Austrian Standards, Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM [ÖNORM A 6241-2], Wien 2015; Austrian Standards, Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement [ISO Norm 16739:2013], Wien 2017 und VDI, **Building Information Modeling – VDI-Richtlinien zur Zielerreichung, Düsseldorf 2017.****

In manchem erinnert der Prozess an die Entwicklung des PDF-Formats (seit dem Jahre 1993). Hier stand von Anfang an der Endnutzer im Zentrum der Betrachtung. Auch ohne installierte Autorensoftware sollte ein bestimmtes Ergebnis gleichermaßen austauschbar sein und in der Folge geräteunabhängig betrachtet und gegebenenfalls ausgedruckt werden können. Bei einem PDF-Dokument, welches aus einem CAD/CAAD-Softwarepaket vektorbasierend erzeugt wurde, kann z. B. die Ebenenstruktur mittransportiert und ggf. können einzelne Ebenen im PDF-Dokument ein- und ausgeblendet werden.

□ 02

Das idente Modell transportiert mittels IFC wesentliche Eigenschaften über die Geometrie hinaus (Struktur, Mengen, Geschossinformation, Baustoff etc.). (Martens/Peter)



0.4 Modelldokumentation

An erster Stelle steht die grundsätzliche Frage nach dem Nutzen für den Anwender: Welcher konkrete Mehrwert wird durch den zusätzlichen Aufwand, den die Erstellung einer Dokumentation bedeutet, gewonnen? Im Hinblick auf die langfristige Auseinandersetzung mit einer virtuellen Rekonstruktion ist das Führen einer Modelldokumentation unabdingbar. 06 07 Die modelltechnische Intervention – bezogen auf die Archivfähigkeit – hat insofern einen hohen Stellenwert, als dass durch einschlägige Maßnahmen (z. B. Portierung in eine nachfolgende Programmversion) die jederzeitige Weiterarbeitbarkeit und allenfalls auch Informationsverdichtung der gegenständlichen Modellierung realisiert werden kann.

Welche Optionen bestehen nun für eine allgemein verständliche Dokumentation der digitalen Datenmodelle? In diesem Zusammenhang könnte zunächst der grundlegende Aufbau der Modellstruktur angeführt werden und zwar mit einer nachvollziehbaren Geschoss- und Ebenenstruktur. 03 04 05 Dies beinhaltet beispielweise auch eine selbsterklärende Bezeichnung der eingerichteten Geschosse und Ebenen. Gegebenenfalls kann diese auch vom IFC-Gebäudebaum abgeleitet und mit der digitalen Gebäudestruktur verknüpft werden.

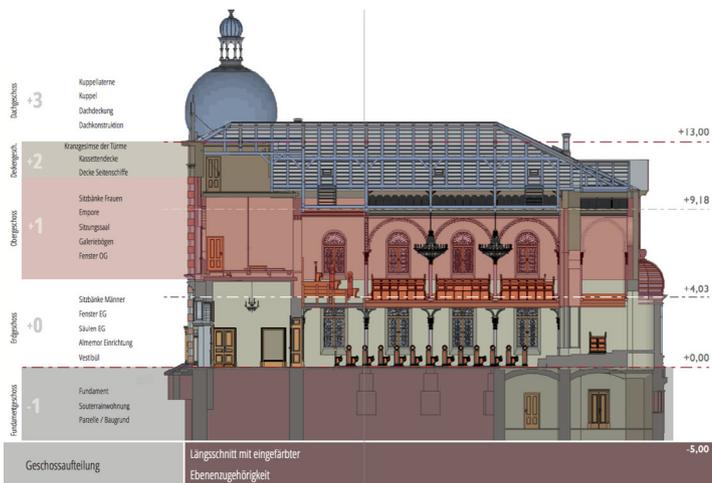
Ebenso muss auch an die modellübergreifende Mehrfach- und Nachnutzung von Gebäude-Teilbereichen und Objekten/ Bauelementen aus den erstellten Gebäudemodellen gedacht werden. 06 Dies spielt insbesondere bei der Vielzahl der um 1900 errichteten Sakralbauten eine große Rolle, zumal intensiv von präfabrizierten Bauelementen Gebrauch gemacht wurde. Dieser Umstand kann auch im digitalen Gebäudemodell in effizienter Weise mittels eigens erstellter BIM-Bibliotheken nachgeahmt werden (vgl. dazu www.nationalbimlibrary.com).

■ 06

Bob Martens, Herbert Peter, Virtual Reconstruction of Synagogues: Systematic Maintenance of Modeling Data, in: eCAADe 2002 Conference Proceedings, Warsaw (Poland) 2002, S. 512-517.

■ 07

Bob Martens, Herbert Peter, Developing Systematics Regarding Virtual Reconstruction of Synagogues, in: ACADIA 2002 Conference Proceedings, Pomona 2002, S. 349-356.



□ 03

Darstellung der Geschossstruktur am Beispiel der zerstörten Synagogen in Jablonec und Brno. (Martens / Peter)



□ 04

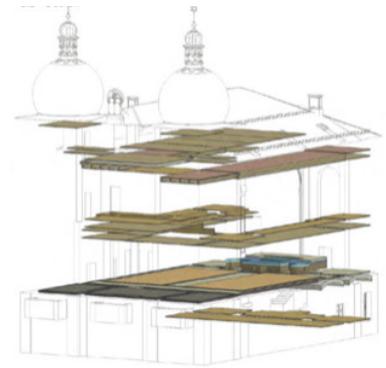
Dokumentation der Ebenenstruktur am Beispiel der Synagogenrekonstruktion in Jablonec. (Martens / Peter).



1.2 AußenWand Verzierungen



2.1 Innen Dekor



3.3 Verzierte Stützen & Bögen



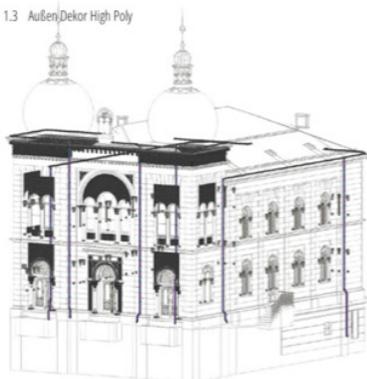
1.3 AußenDekor High Poly



3.1 Konstruktion

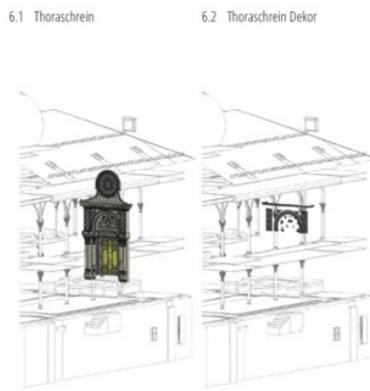
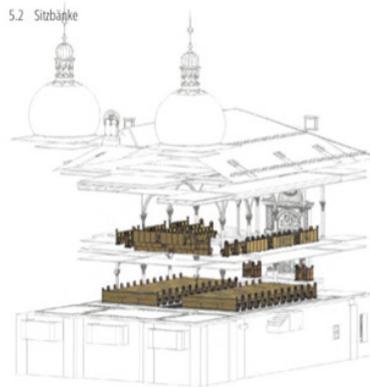


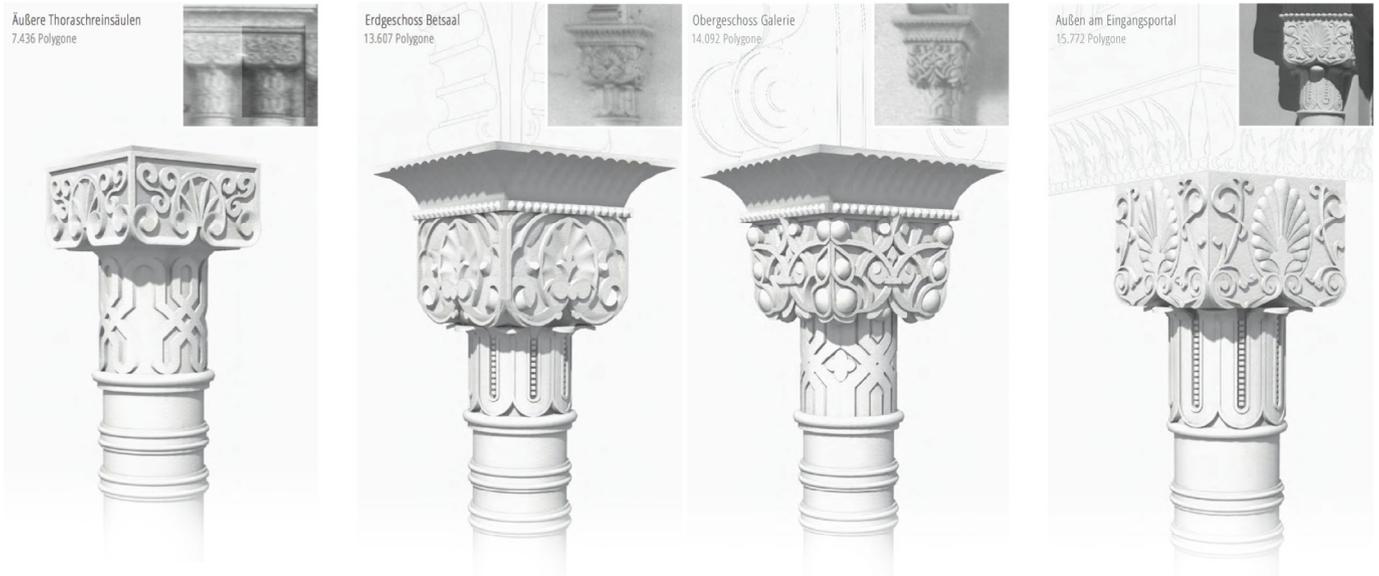
3.4 Aufgänge & Stiegen



□ 05

Fortsetzung zu 04.



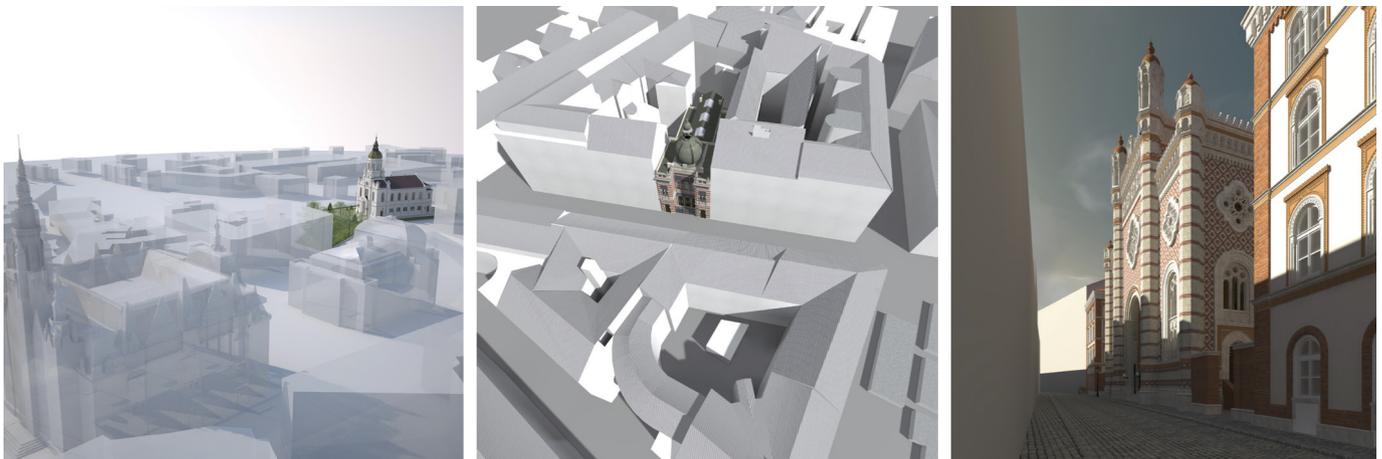


□ 06
Nachnutzung: Bauteile aus dem »Katalog«.
(Martens / Peter).

0.5 3D-Gebäudemodell: Entwicklungsvarianten und Optionen zur Vermittlung

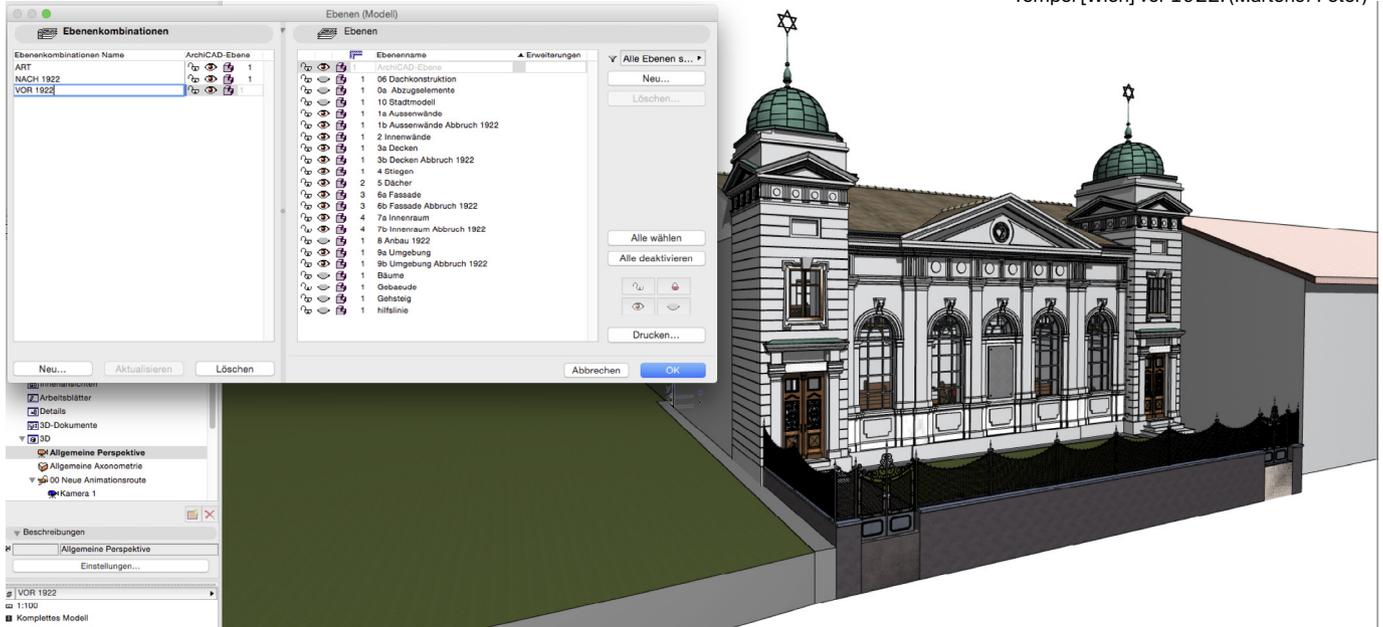
Im Zuge der virtuellen Rekonstruktion von zerstörten Sakralbauten (wie bspw. Synagogen) gilt es zu bedenken, dass auch die Darstellung des unmittelbaren Umgebungskontextes eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. ⁰⁷ Wie würde das Gebäude im heutigen Umfeld aussehen? Wurde der Bauplatz des zerstörten Sakralgebäudes von einem anderen Bau mit in etwa den gleichen Ausmaßen ersetzt? Oder wurde inzwischen gar das gesamte Umfeld gänzlich neu entwickelt? Im letztgenannten Fall ist die Vorher-nachher-Situation eher schwer darstellbar.

□ 07
Synagogenstandorte im städtebaulichen Kontext: Liberec, Polnische Schule [Wien], Leopoldstädter Tempel [Wien] (Martens / Peter).

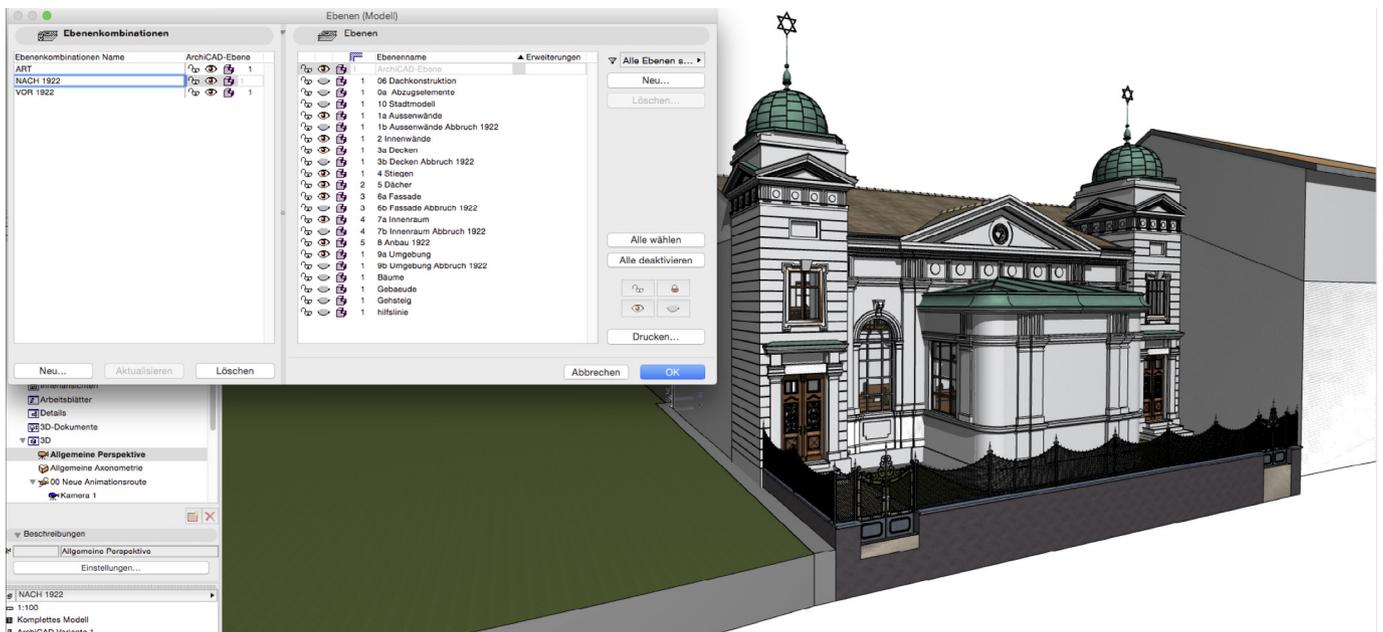


Ebenso gilt es zu bedenken, dass synagogale Bauten während ihres Daseins im Laufe der Zeit umgebaut und erweitert wurden. Diese Entwicklungszustände lassen sich in einem digitalen Modell abbilden. Eine entsprechende Erweiterung der bereits eingerichteten Ebenenstruktur mittels sog. **Ebenengruppen**, erlaubt das Umschalten von einem Bauzustand zum anderen. [08] [09] Es muss somit kein weiteres Modell erzeugt werden und die Konsistenz bleibt gewahrt.

□ 08
Ebenengruppensteuerung: Atzgersdorfer Tempel [Wien] vor 1922. (Martens / Peter)



□ 09
Ebenengruppensteuerung: Atzgersdorfer Tempel [Wien] nach 1922 (Martens / Peter)



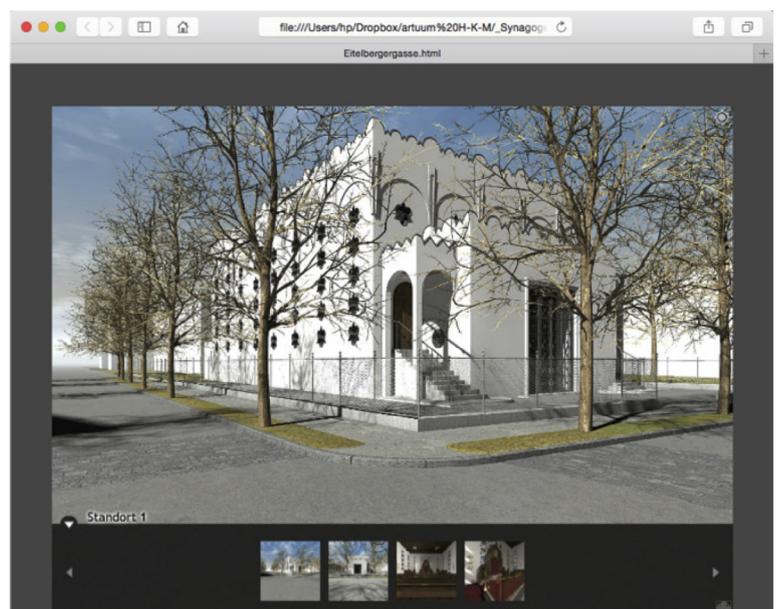
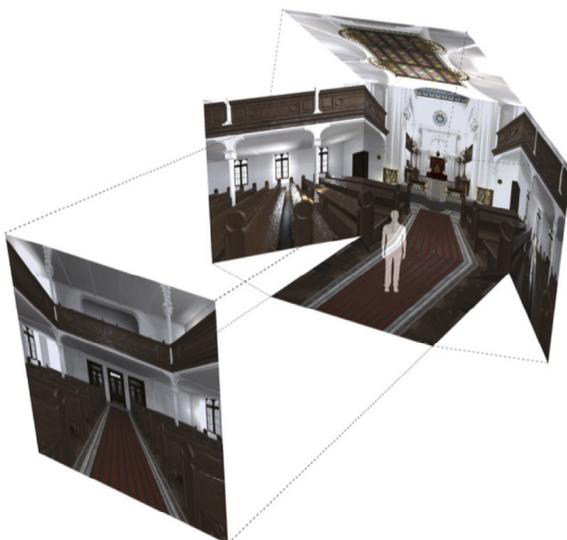
In der Regel werden die erarbeiteten digitalen Modelldaten dem Endnutzer kaum zugänglich gemacht. Je nach Bedarf werden für ihn stattdessen verschiedenartige Visualisierungen erzeugt. Am einfachsten ist das Generieren von Einzelbildern (auch **Renderings** genannt). Zu diesem Zweck werden einzelne Standpunkte mit einer bestimmten Blickrichtung im In- oder Exterieur erzeugt. Hier gilt es, nach Möglichkeit einen inszenierten Eindruck – vorzugsweise in menschlicher Augenhöhe – nachzustellen. Mittels einer Serie von verschiedenen Einzelbildern wird dann versucht, so gut wie möglich einen Gesamteindruck zu vermitteln. Eine andere Möglichkeit der Visualisierung nutzt die Technik der Animation. Mithilfe einer hohen Zahl an Einzelbildern (bis zu 24 pro Sekunde!) wird eine filmische Sequenz zusammengestellt. Dies erfordert einen entsprechenden zeitlichen Rechenaufwand und für die Betrachtung wird zudem ein Abspielmedium (z. B. ein Tablet) benötigt. Einen interessanten Mittelweg bildet die panoramische Darstellung – sie erlaubt einerseits eigenständig zu navigieren und andererseits den räumlichen Sachverhalt zu erkunden. Benötigt werden dazu jeweils pro Standpunkt insgesamt sechs Einzelbilder, und zwar sind dies die korrespondierenden Mantelflächen eines Würfels. Die bildtechnische **Verschmelzung** dieser sechs Einzelbilder zu einem kubischen Panorama (CUBIC-VR) erlaubt eine menschnahe Betrachtung, als bewege man den Kopf etwas nach links und rechts bzw. nach oben und unten. ¹⁰ Der Betrachter bewegt sich allenfalls vom jetzigen Standpunkt zum nächsten Hotspot, wo ein weiteres Panorama mit den genannten Bedingungen einen weiteren Gesichtspunkt erschließt. Demnach könnte mit einem Konglomerat von bereits 4 bis 5 Einzelpanoramen eine kompakte Betrachtung realisiert werden. Auch in diesem Fall wird jedoch ein Abspielmedium benötigt. ⁰⁸

■ 08

Bob Martens, Wolf-Michael Tschuppik, Displaying Spatially Complex Constellations. An Endoscopic Exploration Implementing the CUBIC-VR Technique, in: Proceedings of the 6th European Architectural Endoscopy Association Conference, Bratislava (Slovakia) 2004, S. 101–107.

□ 10

CUBIC-VR für virtuelle Panoramen: Prinzip und Ergebnis. (Martens / Peter)



Die besondere Stärke von digitalen Modellen liegt zweifelsohne in der Möglichkeit der zerstörungsfreien Zerlegung. Schnittmodelle können im digitalen Umfeld beliebig erzeugt werden; bei physischen Modellen hingegen nicht. Das bedeutet, dass beispielsweise auch Zusammenhänge zwischen dem In- und Exterieur mittels Schnittdarstellungen geschaffen werden können. ^[11]

□ 11
Zerstörungsfreie »Zerlegung« einer
Synagogenrekonstruktion [Orlova].
(Martens / Peter)



■ 09

Bob Martens, Martijn Stellingwerff,
**Creating Physical Models Using Virtual
 Reconstructions: Mixed CAM-
 techniques for a Viennese Synagogue
 Scale-model, in: SiGraDi 2005
 Conference Proceedings, Lima (Peru)
 2005, S. 108–113.**

Nicht unerwähnt bleiben sollten in diesem Zusammenhang sog. **3D-Druckverfahren**. ⁰⁹ Am Ende eines Druckvorganges stehen ein physikalisches Gesamtmodell oder allenfalls auch ausgewählte Teilbereiche eines solchen Modells zur Verfügung. ¹² Allerdings ist es wahrhaftig nicht so, dass der 3D-Drucker in ähnlicher Weise wie ein Laserdrucker vom Rechner angesteuert wird und »einfach« ein Modell gedruckt wird. Je nach maschineller Vorgaben (Mindeststärke des Baumaterials; Größe des Druckvolumens, Beschaffenheit des Modellbaumaterials etc.) sind ergänzende Modellierungsvorgänge erforderlich.

□ 12

Beispielhafte 3D-Drucke mittels
 verschiedenartigen Druckverfahren direkt
 aus dem digitalen Modell (re-)produziert
 (Martens / Peter).



0.6 Ausblick

Was kann BIM also zur virtuellen Rekonstruktion beitragen, was ist bei der Planung einer Rekonstruktion zu beachten und welche Entwicklungen sind zu erwarten? Bevor mit einer anstehenden Rekonstruktionsarbeit begonnen wird, sind Überlegungen zur Entwicklung einer **nachhaltigen Datenstrukturierung** anzustellen. Dabei hängt das Bemühen zur Wahrung der Konsistenz innerhalb der BIM-Datenstruktur mit den vergleichsweise ausgedehnten Archivzeiträumen zusammen. Ein weiterer Themenkreis ist die **Unabhängigkeit** von der ursprünglichen Modellierungssoftware. Ein Umstieg sollte mit einem überschaubaren Maß an qualitativem Datenverlust jederzeit möglich sein; es ist daher empfehlenswert, hochgradig verlustfreie Datenschnittstellen frühzeitig zu testen. Eine weitere Herausforderung der Modellierung betrifft die virtuelle Rekonstruktion von historischen Formen von Bauelementen wie z. B. Kapitellen, Ornamentierungen, Mobiliar etc., welche nicht in den heutigen BIM- Bibliotheken enthalten sind.

Das 3D-Datenmodell ist wie eine Datenbankumgebung zu betrachten, in der in konsistenter Weise Daten gesammelt und eingepflegt werden.

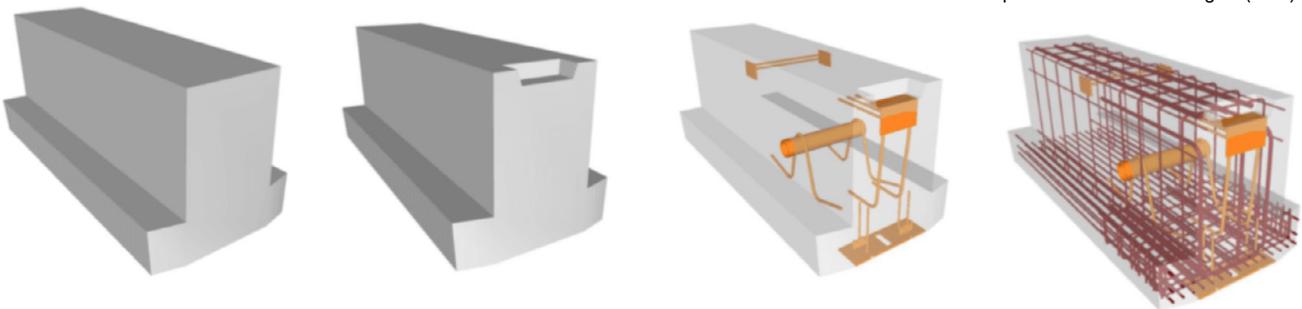
Im Bedarfsfall wird für eine anstehende Visualisierung der notwendige Datenexport zweckspezifisch aggregiert. Allerdings ist die BIM-basierte Modellierung für eine Visualisierung nicht per se erforderlich, zumal z. B. unterschiedliche Oberflächen innerhalb eines Elementes verloren gehen können.

Betrachtet man die virtuelle Rekonstruktion von nicht mehr existierenden Gebäuden nach dem im BIM definierten **Level of Detail-Schema (LOD)**, so kann man feststellen, dass eine elementbasierte Modellierung von Bauteilen gegenüber einer allgemeinen Geometrie-Modellierung vorzuziehen ist. Nachfolgende Abstufungen wurden dabei folgendermaßen definiert:

- LOD 100 – entspricht einem schematischen Entwurf
- LOD 200 – entspricht Entwurfsqualität
- LOD 300 – beinhaltet Konstruktionsdetails
- LOD 400 – inkludiert Ausführungsdetails
- LOD 500 – entspricht dem errichteten Gebäude («as built»)

□ 13

Beispiele von LOD-Abstufungen. (areo)



Modelle einer virtuellen Rekonstruktion können jede einzelne LOD-Abstufung repräsentieren. [13] Während bei der Planung und Errichtung von Gebäuden normalerweise eine kontinuierliche Verdichtung von Geometrie und zugehöriger Information in einem definierten Projektzeitraum stattfindet, gibt es bei einer virtuellen Rekonstruktion keinen solchermaßen definierten Projektzeitraum. Der realisierbare Detailgrad eines Modells hängt hier vielmehr – je nach Stand der Recherche – vom verfügbaren Archivmaterial ab, wenngleich grundsätzliche Aussagen über die Konstruktion und das Zusammenwirken von Bauteilen erfahrungsgemäß ein Stück weit aus historischen Bauweisen und Konstruktionsmethoden abgeleitet werden können. Die elementbasierende Modellierung sämtlicher Bauteile und der nachhaltige Zugriff darauf fördern eine Erhöhung der LOD-Abstufung und steigern damit das Forschungsergebnis vom Rekonstruktionsmodell in seiner Gesamtheit. Obwohl es keine technische Abfolge von Vorentwurfs-, Entwurfs-, Einreichplanung, Ausführungs-/Detailplanung und Errichtungs- und Betriebsphase (analog zum Phasenmodell eines Gebäudes) gibt, besteht das Ziel einer virtuellen Rekonstruktion vor allem darin, möglichst nah an den ursprünglich realisierten Zustand zu gelangen. Im Bedarfsfall würde dies auch die im Laufe der Zeit stattgefundenen Um- und Zubauten des Gebäudebestandes einschließen.