



Die Nürnberger Großkirchen

Referenzierung fachspezifischer Kontexte



Abb. 1: St. Lorenz, Nürnberg; nördlicher Chorumgang des Hallenchores, erbaut 1439–77, mit Sakramentshaus von 1493–96 [Arera-Rütenik 2008].

Leitung:	Prof. Dr.-Ing. Stefan Breitling, Dr.-Ing. Tobias Arera-Rütenik
Antragsteller:	Prof. Dr.-Ing. Stefan Breitling, Prof. Dr. Rainer Drewello, Prof. Dr. Stephan Albrecht, Prof. Dr. Burkhard Freitag
Bearbeitung:	Dr. Nathalie-Josephine von Möllendorff, Anna Luib M.A., Leonhard Salzer M.A., Anna Nöbauer M.A., Dipl.-Ing. Angel Menargues M.A., Simon Schmidt BA, Anastasia Bauch BA, Ronnie Arendt BA, Dipl.-Ing. Patrick Schalk
Partner:	Institut für Informationssysteme und Softwaretechnik (IFIS) der Universität Passau; Mittelalterl. Kunstgeschichte der Universität Bamberg; Architekturbüro Conn & Giersch
Laufzeit:	2018–2021
Finanzierung:	Bundesministerium für Bildung und Forschung

Mittelalterliche Großkirchen können als komplexe „Sammlungen“ einer Vielzahl von Einzelobjekten, wie Portale, Pfeiler, Bogenprofile, Wandoberflächen, Skulpturen und hochwertige Ausstattungsstücke angesehen werden, die eine ganze Bandbreite sozial-, kunst- und baugeschichtlicher aber auch konstruktiver, materieller und konservatorischer Informationen transportieren, darüber hinaus innerhalb einer differenzierten räumlichen Struktur aussagekräftig in Relation zueinander stehen und einen Bedeutungsraum bilden. Die wissenschaftliche Erforschung solcher Denkmäler, ihre Nutzung, ihr Betrieb, die langfristige Pflege und Reparatur des baulichen Gefüges sowie der Ausstattung erfordern die intensive Zusammenarbeit verschiedenster Spezialisten, Institutionen und Körperschaften sowie Unternehmen, nicht zuletzt aber auch die breite Beteiligung der interessierten Öffentlichkeit. Aufgrund der fast unüberschaubaren Menge von Teilobjekten, weil die Jahrhunderte ganze Archive mit relevanter Überlieferung gefüllt haben und insbesondere wegen der zunehmenden Ausdifferenzierung von beteiligten Fachdisziplinen, die jeden Gegenstand aus einem spezifischen Blickwinkel betrachten, ist die Wahrung des Überblicks und der Synergien generierende Austausch von Informationen eine immense Herausforderung geworden. Eine wichtige Aufgabe der Denkmalfächer besteht folglich darin, mithilfe moderner datenverarbeitender Technologien in enger Zusammenarbeit mit der Informatik einen gemeinsamen Methodenkanon zu entwickeln, um zukunftsweisende, nachhaltige, praxisorientierte Lösungen dieser Herausforderung entgegenzusetzen.

Die Universität Bamberg ist durch die hier versammelte große Zahl von Disziplinen im Bereich des Kulturerbes, durch ihre Forschungsschwerpunkte „Erschließung und Erhaltung von Kulturgut“, „Kultur und Gesellschaft im Mittelalter“ sowie „Digitale Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaften“ und vor allem durch den dauerhaften Betrieb des Kompetenzzentrums für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien ein idealer Standort für die Umsetzung der genannten Aufgabe. Das KDWT spiegelt allein schon durch die Beteiligung vielfältiger Denkmalfächer diverse fachspezifische Herangehensweisen wider. Die im Zentrum aufgebaute methodische und technische Kompetenz, die Ausstattung mit Labor- und Vermessungsgeräten,

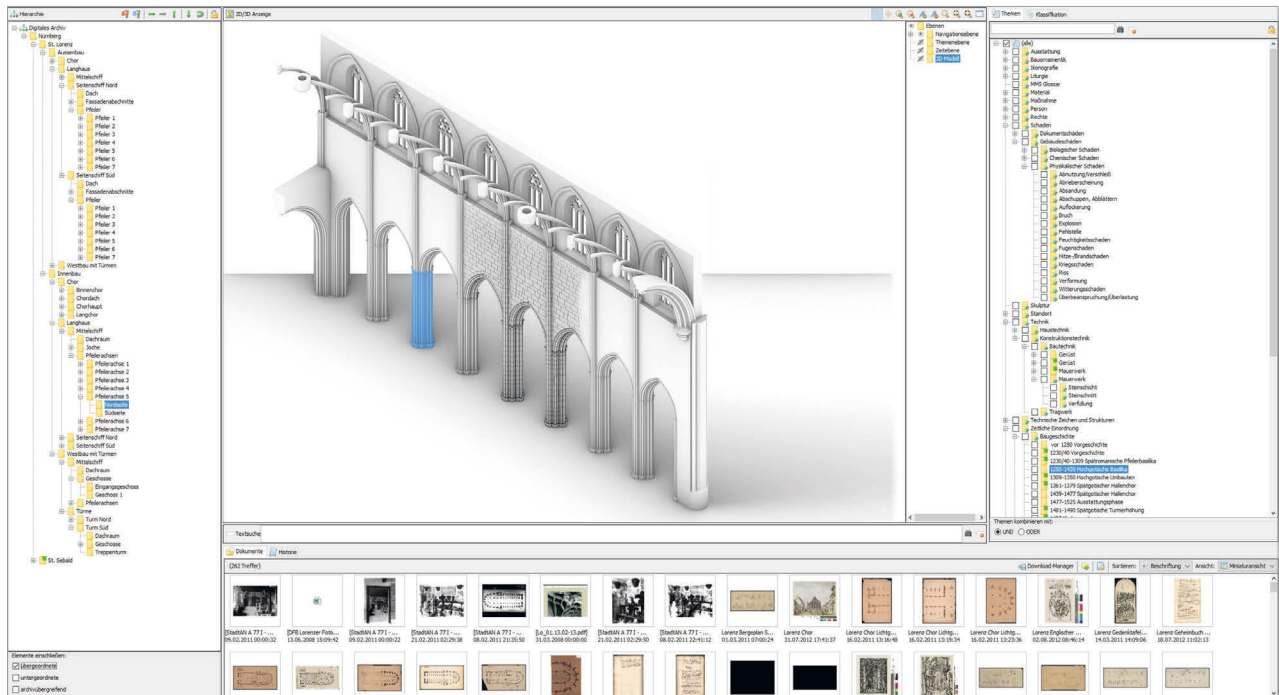


Abb. 2: In der Dokumentationsplattform MonArch sind links das topologische Ordnungssystem (virtuelle Bauwerksstruktur), rechts das thematische Ordnungssystem (kontrolliertes Vokabular) und in der Mitte das graphische Erschließungssystem des Bauwerks (hier 3D-Teilmodell) dargestellt. Durch wechselseitiges Anwählen von Begriffen und Bauwerkspartien lassen sich Informationen oder referenzierte Dokumente (unten) zielgerichtet herausfiltern [Arera-Rütenik / Stenzer / Nöbauer / Salzer / Luib / Menargues 2020].

nicht zuletzt die langfristige, erfolgreiche Kooperation der Bamberger Denkmalfächer mit dem Institut für Informationssysteme und Softwaretechnik (IFIS) der Universität Passau im Bereich des Datenmanagements in der Baudenkmalpflege bilden geeignete Grundvoraussetzungen für die Durchführung eines entsprechenden Best-Practice-Vorhabens. Sie sind ein geeigneter Anlass dafür, zukunftsweisende Technologien des Semantic Web für die Erschließung von historischem Kulturgut wirksam werden zu lassen.

Anhand der Pfarrkirche St. Lorenz als Referenzobjekt wird deshalb eine Digitalisierungsinitiative als fächerübergreifende Kooperation, finanziert durch das eHeritage-Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung seit 2018 durchgeführt, die den Informationsgehalt des Objekts selbst in den Vordergrund rückt (Abb. 1). Ziel des Vorhabens ist die Erzeugung nutzerspezifischer fachrelevanter Datensätze, ihre gegenseitige Referenzierung und ihre Bereitstellung in Linked-open-Data-fähiger Form (LOD) im Semantic Web.

Methode

Der Forschungsverbund baut für die Umsetzung der Ziele auf umfangreiche Vorarbeiten aus mehreren Jahrzehnten auf. Die Projektpart-

ner der Universität Bamberg aus den Bereichen Bauforschung, Kunstgeschichte und Restaurierungswissenschaft konnten bereits im gemeinsamen Vorhaben „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ durch Synthese der jeweils fachspezifischen Perspektiven einen Mehrwert generieren (siehe dazu die vorangehenden Projektdarstellungen). Desgleichen wurde in DFG-geförderten Vorprojekten der Verbund mit den Informatikern der Universität Passau erfolgreich erprobt. Aus letzteren steht den Projektbeteiligten als konkretes Ergebnis und als bereits vorhandener Anknüpfungspunkt das Monumentalbau-Archivsystem *MonArch* zur Verfügung. Mithilfe dieses Systems lässt sich die Vielfalt von Informationen am gebauten Erbe im Wesentlichen mittels drei verschiedener Ordnungsprinzipien erschließen (Abb. 2):

- ein *topologisches Ordnungs- bzw. Erschließungssystem* durch Modellierung einer virtuellen Gebäudestruktur in Form semantischer Graphen;
- ein *thematisches Ordnungs- bzw. Erschließungssystem* durch Modellierung eines kontrollierten Vokabulars in Form semantischer Graphen;
- ein *graphisches Erschließungssystem* durch Modellierung von Abbildungen in Form virtueller 3D-Modelle und vektorbasierter 2D-Planzeichnungen.

Die drei Ordnungs- bzw. Erschließungssysteme sind als Ansichten ein und desselben Datenmodells aufzufassen und sollen allein durch diesen Dreiklang unterschiedlichen Herangehensweisen an den vorhandenen Objektbestand entgegenkommen. Die Einzelinstanzen dieser Systeme lassen sich als Informationsträger mit den eigentlichen Realdaten qualifizieren. Im *MonArch* der Vorprojekte waren das vor allem Digitalisate von Archivalien als externe Referenzen. Um die Bedeutung des eigentlichen Sachzeugnisses als Quelle mehr in den Vordergrund zu rücken, wird im hier behandelten Vorhaben zusätzlich die Möglichkeit erarbeitet, auch ohne externe Anhänge die Objekte direkt innerhalb des Systems zu charakterisieren. Dazu zählt beispielsweise die Dokumentation und genaue Verortung von bauforscherischen, kunstgeschichtlichen und restauratorischen Befunden wie Natursteinarten, Bauformen, historische handwerkliche Bearbeitungsspuren, Farbfassungsreste, Anschlussfugen aber auch Schäden und Zustandseinschätzungen.

Referenzierung

Die vorangehend beschriebenen Ordnungssysteme haben vor allem den Zweck, die Vielfalt der Einzelinformationen miteinander aussagekräftig in Beziehung zu setzen und so dem Gesamtkontext am Bauwerk und darüber hinaus zielgerichtet zuzuordnen. Die drei Erschließungssysteme übernehmen dabei jeweils spezifische Aufgaben und werden im Folgenden genauer dargestellt:

Die virtuelle Abbildung der komplexen Gebäudestruktur als semantischer Graph (*topologisches Ordnungssystem*) erlaubt die räumliche Aufschlüsselung von Teilbereichen bis hin zum einzelnen Werkstein und gewährleistet so die bauteilgenaue Referenzierung fachrelevanter Daten. Hier wird modelliert, dass beispielsweise der Stab eines Maßwerfensters in einem bestimmten Joch des südlichen Seitenschiffs liegt und sowohl zum Innenraum, wie auch nach außen weist. Die diesem Objekt zugewiesenen fachwissenschaftlichen Informationen sind dann ebenso strukturell verortet. Relationen zu über- oder untergeordneten bzw. zu benachbarten Teilobjekten lassen sich entsprechend in Abfragen einbeziehen. Auf diese Weise bildet das Objekt selbst die Schnittmenge bzw. den Vermittler zwischen den beteiligten Disziplinen. Das beliebig, nach Bedarf ausdifferenzierbare Geflecht von Teilobjekten innerhalb der Repräsentation der virtuellen Bauwerksstruktur erlaubt folglich fachspezifische Tiefenschärfe und die Möglichkeit der Ausdifferenzierung von

Fragestellungen bei Datenabfragen durch einen variablen Detaillierungsgrad. Technische Hintergründe und die Funktionsweise des *topologischen Erschließungssystems* sind an anderer Stelle in dieser Publikation noch genauer formuliert (siehe dazu: *Semantische Modellbildung in der Bauforschung*, 140–145).

Das *thematische Erschließungssystem* dient der Verschlagwortung von Informationen aus der historischen Überlieferung und für die quantitativ auswertbare Beschreibung der Charakteristika von Baubefunden. Ein dazu aufgebautes umfangreiches digitales Vokabular enthält mehrere tausend Sachbegriffe zur Bezeichnung von Bauteilen, -formen, -typen, Materialien, Bearbeitungsspuren, statischen Wirkungszusammenhängen, Schadensbildern, Maßnahmen etc. Die Termini aus diesem Thesaurus werden auf die „Platzhalterobjekte“ des topologischen Ordnungssystems referenziert und qualifizieren sie auf diese Weise mit beschreibenden Inhalten. Das Vokabular enthält zu jedem Sachbegriff aber nicht nur Übersetzungen, Alternativbezeichnungen und Definitionen, sondern es werden auch Beziehungen zu über- und untergeordneten sowie verwandten Termini modelliert. Es handelt sich folglich um eine Fachonthologie, die darüber hinaus durch Referenzierung auf externe, bereits etablierte Vokabulare mit der digitalen Welt der Kulturgutforschung vernetzt wird. Genauso wie durch die virtuelle Gebäudestruktur übergeordnete Baugruppen oder subsumierte Teilobjekte angezeigt werden können, lassen sich mithilfe des Vokabulars auf der thematischen Ebene desgleichen verallgemeinernde oder spezialisierte Inhalte filtern. Der Thesaurus des thematischen Erschließungssystems wird innerhalb dieser Publikation in einem separaten Kapitel noch genauer besprochen (siehe dazu: *Bamberger Vokabular für historische Architektur*, 146–149).

Beide Ordnungssysteme liegen in LOD-fähiger Form als SKOS (Simple Knowledge Organization System) im RDF-Format (Resource Description Framework) vor und bilden durch gegenseitige Referenzierung eine dicht vernetzte „semantische Schicht“. Diese erhält schließlich durch das *graphische Erschließungssystem* ein Gesicht. Dazu wird vor allem ein für die Baugeschichtsforschung und Denkmalpflege unerlässlicher Satz von wirklichkeitsgetreuen Planzeichnungen sowie 3D-Modellen zusammengeführt. Das entstandene graphische Material wird so aufbereitet, dass es in einem offenen, plattform- und programmunabhängigen Vektorformat bzw. Objektformat zur Verfügung steht. Dabei werden Punktwolken aus

terrestrischen Laserscans ebenso genutzt, wie historische Planzeichnungen, weil so die spezifischen Qualitäten der entsprechenden Aufmaßprodukte bestmöglich für eine aussagekräftige Gesamtdokumentation ausgenutzt werden können. Die Zerlegung von Plänen und 3D-Modelle in Einzelelemente erlaubt deren Referenzierung mit der virtuellen Bauwerksstruktur. Weil letztere die Bezüge der Teilobjekte untereinander darstellt, lassen sich auch in Plänen und Modellen über- oder untergeordnete sowie benachbarte Bauelemente auswählen. Weil darüber hinaus in der „semantischen Schicht“ zusätzlich thematische Informationen integriert sind, können auch jene automatisch in die Darstellungen rückgeführt werden.

Die gegenseitige Referenzierung der topologischen, thematischen und graphischen Perspektive garantiert schließlich, dass die Informationen bis herunter zum Detail weit enger mit dem Kontext vernetzt sind, als es analoge Dokumentationen jemals vermochten. Weil diese gegenseitige Referenzierung stets in verschiedene Richtungen lesbar ist, spielt es entsprechend dem jeweiligen Nutzerszenario keine Rolle, von welchem der drei Eckpunkte der Einstieg ins Material erfolgt.

Fachspezifische Kontexte

Kontextualisierung bedeutet in diesem Zusammenhang aber nicht, dass es nur einen einzigen universellen Bezugsrahmen gäbe. Die Einbeziehung vielfältiger Belange unterschiedlicher Nutzergruppen erfordert die Reflexion spezifischer Sichtweisen sowie Fachtraditionen auf ein und denselben Gegenstand. Aus diesem Grund existieren in den drei Erschließungssystemen jeweils unterschiedliche Ordnungsprinzipien als „Fachkontexte“ parallel zueinander (Abb. 3).

Im topologischen Erschließungssystem erfordern die verschiedenen Fachkulturen oder aber auch die Festlegungen bereits bestehender Inventarisierungen die Möglichkeit einer weitgehend automatisierten Umsortierung der Gliederung ohne Verlust von Referenzen auf Themen und Darstellungen. Dazu wird im Projekt nicht nur ein Strukturgraph modelliert, sondern mehrere nutzerspezifische Systeme sind übereinandergelagert:

- Die *bauteil-, raum- und bauelementbezogenen Kontexte* stellen größere Baugruppen wie Doppelturmfront, Langhaus und Chor, gliedernde Raumeinheiten wie Schiffe und Joche oder Einzelelemente wie Wandabschnitte, Pfeiler, Dienstbündel und Maßwerkfenster inklusive ihrer Bezüge untereinander dar. Sie können durch Hinzu- und Abschalten individuell kom-

biniert bzw. gefiltert werden und lassen so unterschiedliche Vorstellungen von der Struktur des Gesamtgebäudes zu.

- Verschiedene *zeitliche Kontexte* tragen einer entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung des Bauwerks Rechnung. Wichtige Bauzustände (um 1250, 1350, 1400 etc.) werden dazu mit-samt ihren heute nur noch fragmentiert vorhandenen, gänzlich verschwundenen oder in einen anderen Zusammenhang geratenen Bauteilen strukturell modelliert. Sie erlauben einen Blick zurück in die Vergangenheit und ermöglichen die Filterung des vorhandenen Materials bezüglich eines bestimmten Zeitpunkts für die baugeschichtliche Forschung.
- Der *Ausstattungskontext* verortet Ausstattungsstücke wie Skulpturen, Altäre oder Wandmalereien und ist vor allem für deren kunstgeschichtliche Erforschung vorgesehen.
- Der *Kartierungskontext* dient der restauratorischen Befunderfassung und Planung von Maßnahmen. Ausgangspunkt sind hier vor allem die Bauwerksoberflächen. Im Gegensatz zu den bauteil-, raum- und bauelementbezogenen Kontexten wird dabei das Gebäude zunächst in sein Äußeres und Inneres gegliedert, bevor weitere Unterteilungen erfolgen. Dieser Kontext fand bereits in den Vorprojekten Anwendung. Seine Fortführung und Integration gewährleistet die Anschlussfähigkeit der Ergebnisse.
- Schließlich ist noch der *axiale Kontext* zu nennen, der die statischen Wirkungszusammenhänge von Bauwerksachsen zusammenfasst, dadurch beispielsweise den Lastabtrag des Gewölbeschubs in die Strebepfeiler darstellt und vor allem den Ingenieurwissenschaften als Ordnungssystem zur Verfügung steht.

Das Angebot der genannten Nutzerkontexte im virtuellen Strukturgraphen bedeutet aber nicht, dass künftige Anwender sich prinzipiell festlegen müssten. Durch Hinzu- und Abwahl lassen sich individuelle Kombinationen entsprechend der jeweiligen Aufgabe zusammenstellen. Es ist darüber hinaus möglich, weitere Kontexte im Strukturgraphen auf der Grundlage der vorhandenen Gliederung hinzuzufügen.

Desgleichen berücksichtigt auch die thematische Erschließung die Belange unterschiedlicher Disziplinen. Mitunter widersprüchliche Begriffserklärungen einzelner Termini stehen wertungsfrei parallel nebeneinander und ermöglichen auf diese Weise Transparenz bezüglich fachspezifischer Schwerpunktsetzungen. Weil die im Thesaurus

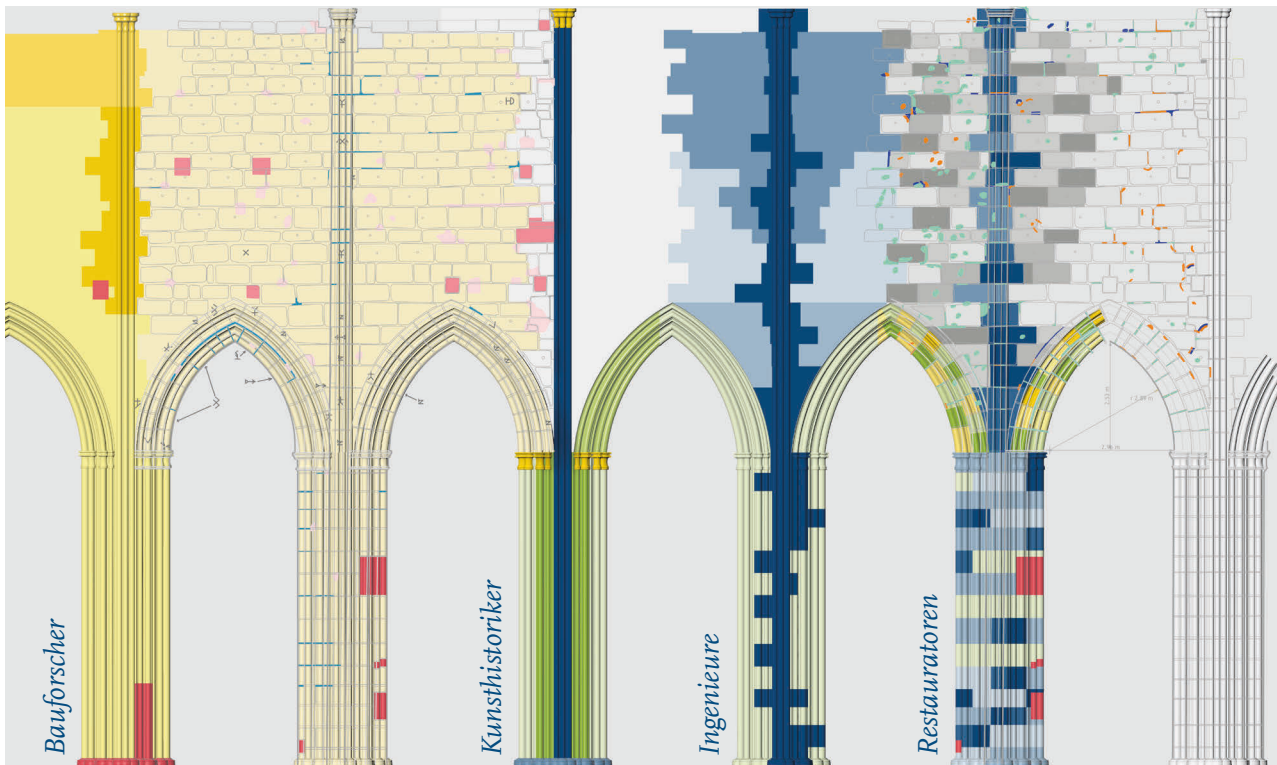


Abb. 3: Die Überlagerung verschiedener Nutzerperspektiven im Datenmodell und der 2D- sowie 3D-Modellierung führt Fachinformation mit hohem Detaillierungsgrad am Objekt selbst zusammen; Darstellung unterschiedlicher Kontexte und ebenso verschiedener Modellseparationen anhand einer Mittelschiffsarkade (Pfeiler von links nach rechts): 1./2. Bauforschung und Baugeschichte mit zeitlichem Kontext sowie Kartierungskontext und zeitlicher sowie steingenaue Separation zur Darstellung von Bauphasen, Bauabschnitten und den entsprechenden Befunden (hier Gerüstlöcher, historischer Steinaustausch und Steinmetzzeichen); 3. Kunstgeschichte mit bauteil-, raum- und bauelementbezogenem Kontext sowie struktureller Separation zur Darstellung der gestalterischen Konzeption als Zerlegung in formale Bauglieder (Dienstbündel, Kapitelle, Wandabschnitte); 4. Ingenieurwesen mit bauelementbezogenem Kontext sowie steingenaue und strukturelle Separation zur Darstellung der statischen Wirkungszusammenhänge (hier werksteinbezogener Lastabtrag); 4./5. Restaurierungswissenschaften mit bauelementbezogenem Kontext und Kartierungskontext sowie steingenaue Separation zur Darstellung von Schadensbildern und geplanten Maßnahmen (hier: Werksteintypen, Natursteinergänzung, partielle Festigung und Mörtelsicherung) [Nöbauer / Salzer / Luib / Menargues / Schalk 2020].

zusammengeführten analogen oder halb-analogen Quellvokabulare dem Kontext verschiedener Fachkulturen entstammen, spiegelt hier die Hinterlegung der Ressource den Bezug zum jeweiligen Anwenderszenario wider. Inhalte lassen sich nicht nur mithilfe der Überbegriffe wie „Bauelement“, „Naturstein“, „Austattung“ etc. den Fächern Bauforschung/Baugeschichte, Restaurierungswissenschaft und Kunstgeschichte zuordnen. Es ist genauso möglich durch Auswahl einer bestimmten Quelle beispielsweise ein im jeweiligen Fach etabliertes Vokabular allein anzuzeigen, um jeweils relevante Themen aus der Vielfalt der begriffe herauszufiltern.

Schließlich beinhaltet auch das graphische Erschließungssystem die fachlichen Belange spezifischer Nutzerszenarien. Weil sowohl 2D-Planzeichnungen als auch 3D-Modelle zur Verfügung

stehen sind verschiedene Anwenderkontexte einbezogen. Die Planzeichnungen berücksichtigen sämtliche Verformungen, stellen Merkmale in der Oberfläche einzelner Werksteine und selbst die Breite der Fugen dar. Mit vertretbarem Aufwand können solche Pläne aber nur von besonders aussagekräftigen ausgewählten Grundriss-, Schnitt- und Ansichtsebenen erstellt werden. Demgegenüber sind 3D-Modelle allansichtig, lassen aber nur eine reduzierte Genauigkeit bezüglich der Verformungen zu. Jedes Darstellungsmittel erfüllt dementsprechend spezifische Aufgaben. Weil die graphische Umsetzung darüber hinaus eng mit dem topologischen Erschließungssystem verknüpft wird, ist es notwendig, vor allem die 3D-Modelle in Entsprechung zu den Einheiten des virtuellen Strukturgraphen zu separieren. Es existieren drei Ebenen parallel zueinander (Abb. 3):

- Die *strukturelle Separation* zerlegt die Baugometrie in Einzelelemente wie Pfeiler, Bogenprofile, Wandabschnitte, Dienstbündel etc. ungeachtet des Steinschnittes und dient vor allem der bau- und kunstgeschichtlichen Dokumentation und Forschung;
- Die *zeitliche Separation* berücksichtigt den Entstehungszeitpunkt der Bauteile und erlaubt die entwicklungsgeschichtliche Analyse verschiedener Bauzustände;
- Die *steingenaue Separation* gliedert das Modell in einzelne Werksteine ungeachtet ihrer miteinander wechselseitigen Zugehörigkeit zu einzelnen Baugliedern. Diese Zerlegung ist vor allem für Oberflächenkartierungen der Bauwerksrestauration, für baukonstruktive Analysen oder für die Maßnahmenplanung vorgesehen.

Die Modellseparationen erlauben in Verknüpfung mit den Kontexten des Strukturgraphen auch auf der geometrischen Darstellungsebene die adäquate Visualisierung der semantischen Schicht. Im Zusammenhang entsteht ein differenziertes Bauwerksinformationssystem mit hohem analytisches Potential, das die fachliche Ausdifferenzierung im Bereich Erschließung und Erhalt von Kulturgut bezogen auf komplexe Baudenkmäler umfassend berücksichtigt.

Die Anwendung semantischer Technologien gewährleistet bei alledem auch, dass die im Projekt entstehenden Ergebnisse keine Dateninsel bleiben, sondern durch Linked-Open-Data mit dem Kontext der digitalen Kulturgutdokumentation eng in Beziehung stehen. Auf diese Weise wird nicht nur die Nachhaltigkeit der Datenaufnahme gewahrt, sondern es entsteht zugleich ein Mehrwert für die Architekturgeschichtsforschung im Allgemeinen über St. Lorenz hinaus. Und weil dafür mehrsprachige kontrollierte Vokabulare genutzt werden, sind die Informationen auch der internationalen Fachcommunity und modernen digitalen Methoden, wie das viel erwähnte ‚Big Data‘ verfügbar.

(Stefan Breitling, Tobias Arera-Rütenik, Alexander Stenzer, Nathalie-Josephine von Möllendorff)

Arera-Rütenik, Tobias: *Die Nürnberger Großkirchen. Vernetzung und Beteiligung auf der Denkmalbaustelle*, in: Arera-Rütenik, Tobias / Breitling, Stefan / Drewello, Rainer / Hess, Mona / Vinken, Gerhard (Hg.): *Kompetenzzentrum Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien. 2016 – 2018, Berichte des KDWT 1*, Bamberg 2019, 68–69.

Arera-Rütenik, Tobias: *Von der Integrität des Digitalisats in den Fachwissenschaften*, NIKE-Bulletin 2020/2, Kulturerbe im digitalen Zeitalter, 2020, 8–13.

Nöbauer, Anna / Stenzer, Alexander: *Das MonArch-System – ein Werkzeug für semantische 3D-Modelle*, in: Konferenzband EVA Berlin 2019, Elektronische Medien & Kunst, Kultur und Historie 6. Berliner Veranstaltung der internationalen EVA-Serie Electronic Media and Visual Arts, Berlin 2019, S. 98–99.

Nöbauer, Anna / Stenzer, Alexander: *Modellierung komplexer Gebäudestrukturen als digitaler Sammlungsraum*, in: Konferenzband EVA Berlin 2019, Elektronische Medien & Kunst, Kultur und Historie 6. Berliner Veranstaltung der internationalen EVA-Serie Electronic Media and Visual Arts, Berlin 2019, S. 68–88.

Arera-Rütenik, Tobias / Salzer, Leonhard / Nöbauer, Anna / Luib, Anna / Möllendorff, Nathalie-Josephine von: *Die Nürnberger Großkirchen. Projektvorstellung*, Das MonArch System – Grundlagen, Erfahrungen, Weiterentwicklung, Universität Passau 18.03.2019.

Nöbauer, Anna / Salzer, Leonhard / Möllendorff, Nathalie-Josephine von: *Die Nürnberger Großkirchen. St. Lorenz als digitaler Sammlungsraum*, #arthistoCamp zum XXXV. Deutschen Kunsthistorikertag 2019 zum Thema „Digitale Forschung zu den Dingen“, Göttingen 26.03.2019.

Arera-Rütenik, Tobias: *Die Nürnberger Großkirchen. Ein semantisch annotierter Planansatz*, Das MonArch-System – ein Werkzeug für semantische Technologien, Universität Passau 10.10.2019.

Nöbauer, Anna / Salzer, Leonhard / Stenzer, Alexander: *Die Nürnberger Großkirchen – Best Practice für die digitale Erfassung komplexer Baudenkmale – Ein semantisch annotierter Plansatz*. Postersession zur 26. EVA Konferenz. BASED ON TRUST! Kulturerbe in Virtual Environments, Berlin 07.11.2019.

Nöbauer, Anna / Stenzer, Alexander: *Modellierung komplexer Gebäudestrukturen als digitaler Sammlungsraum*, 26. EVA Konferenz. BASED ON TRUST! Kulturerbe in Virtual Environments, Berlin 07.11.2019.