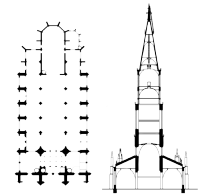


# Grundlagen, Archiv, Dokumentation



## Metasuche

Nachdem das Münsterarchiv in den letzten Jahren durch Werner Spätig (Spätig Informatik, Herzogenbuchsee) um eine Plandatenbank erweitert worden ist, sind im Berichtsjahr die Baujournale hinzu gekommen und steht die Integration der Befundblätter bevor. Allen diesen Datenbanken ist gemeinsam, dass sie Informationen mit dem bekannten Verortungssystem am Bau lokalisieren. Je umfangreicher die Möglichkeiten, so umständlicher auch das Handling der Hilfsmittel. Angesichts dieser Situation wurde die schon länger diskutierte Idee, eine zentrale Suchfunktion zu schaffen, konkret umgesetzt. Der Titel Metasuche umschreibt den Zweck: Auf einer einzelnen Oberfläche befinden sich ein Feld für die Eingabe eines Suchtextes sowie das bekannte Verortungsschema. Dies entspricht den beiden Arten, wie normalerweise eine Information oder ein Dokument gesucht wird. Auf einer Übersicht wird dargestellt, wie viele Treffer zu einer bestimmten Abfrage in jeder Datenbank gefunden wurden. Diese Informationen sind als Tasten konzipiert, mit denen die jeweiligen Suchresultate auf Knopfdruck aufgerufen werden können.

## Baujournale

Von 1889 bis 1917 erlebte das Münster eine seiner intensivsten Bauperioden. Nach der Gründung des Münsterbauvereins entstand zuerst der neue Turmhelm, später wurden Galerien, Strebwerke und Gesimse grossflächig ersetzt. Andere umfangreiche Massnahmen wie die Gewölbearbeiten oder die Restaurierung des Westportales fanden ebenfalls in dieser Periode statt. Arbeiten, Materiallieferungen und Details zu Personen, Wetter etc. des ganzen Zeitraums sind minutiös in mehreren Dutzend Baujournalen dokumentiert. Damit sind diese

einerseits eine unschätzbare Quelle. Wegen der Handschriften in Sütterlin-Schrift und der chronologischen Systematik sind aber bislang alle Versuche gescheitert, diese systematisch auszuwerten.

Daher wurde ein Pilotprojekt zur Transkription des wertvollen Datenbestandes gestartet. Auch in diesem Projekt bietet der Computer Möglichkeiten, die über eine einfache Transkription hinaus gehen. Deshalb wurde die bewährte Filemaker-Datenbank um ein Instrument erweitert, welches den spezifischen Bedürfnissen der Transkription angepasst, jedoch in das Gesamtsystem integrierbar ist. Alle Einzeleinträge werden stückweise erfasst, sodass sie auch abschnittsweise verortet werden können. Dies bedeutet, dass bei der Suche alle Einträge zu

### Seite 57

**Welche Fülle von Informationen sich im Fundus der Baujournale aus der Zeit von 1889-1917 befindet, zeigt ein Eintrag von A. Müller vom 05.09.1889: „Ansicht des vom 5. Sept. 89 blossgelegten Fundaments des N.O. Turmpfeilers (Nordseite). Die schraffierte Parthie im Grundriss ist der Mauergrund über dem Sokel. Das Ganze sichtbare Fundament ist aus Sandstein. Die Fugen in der Ansicht (schraffirt) sind aus sehr hartem Mörtel mit Steinschwämmen und Kieseln ausgeprikt. a. Einschnitt, in den Sokel eingehauen beim Aufbau des Einbaues Anno 1858. Dieser Einschnitt ging bis auf den Pfeilergrund zurück.“**

**Weitere Informationen finden sich bereits am Vortag im selben Baujournal (Notiz zu „Aufgefundene Gegenstände, Fundament Verstärkung A“ vom 04.09.1889): „Bei der Ausgrabung des Fundaments stiess man zuerst auf eine Schicht aufgefüllter Steinhauerschroppen mit Steinhauersand und Erde vermischt, welche zugleich viele schon einmal ausgegraben & wieder hineingelegte menschliche Knochen enthielt. Weiter unten etwa 30 cm oberhalb der Fundamentsohle (1,80 m unter dem Plattenboden) kam der gewachsene Boden (Kies mit Sand) zum Vorschein. An einigen Stellen durchschnitt man menschliche Skelette in ihrer ursprünglichen Lage, es waren sogar durchschnittene Sargwänden in der Wand der Fundamentgrube an ihrer etwas bräunlichen Farbe zu erkennen. Diese Gräber sind dicht aneinander gereiht und in Etagen übereinander deutlich erkennbar. Es wurden etwa 12 theilweise wohlerhaltene Schädel mit Zähnen, aber ohne Haarüberreste nebst der entsprechenden Anzahl Gebeine vorgefunden und beim Zufüllen des Fundaments wieder beigelegt.“**

Transkription: Adeline Zumstein, Boll, 2012.

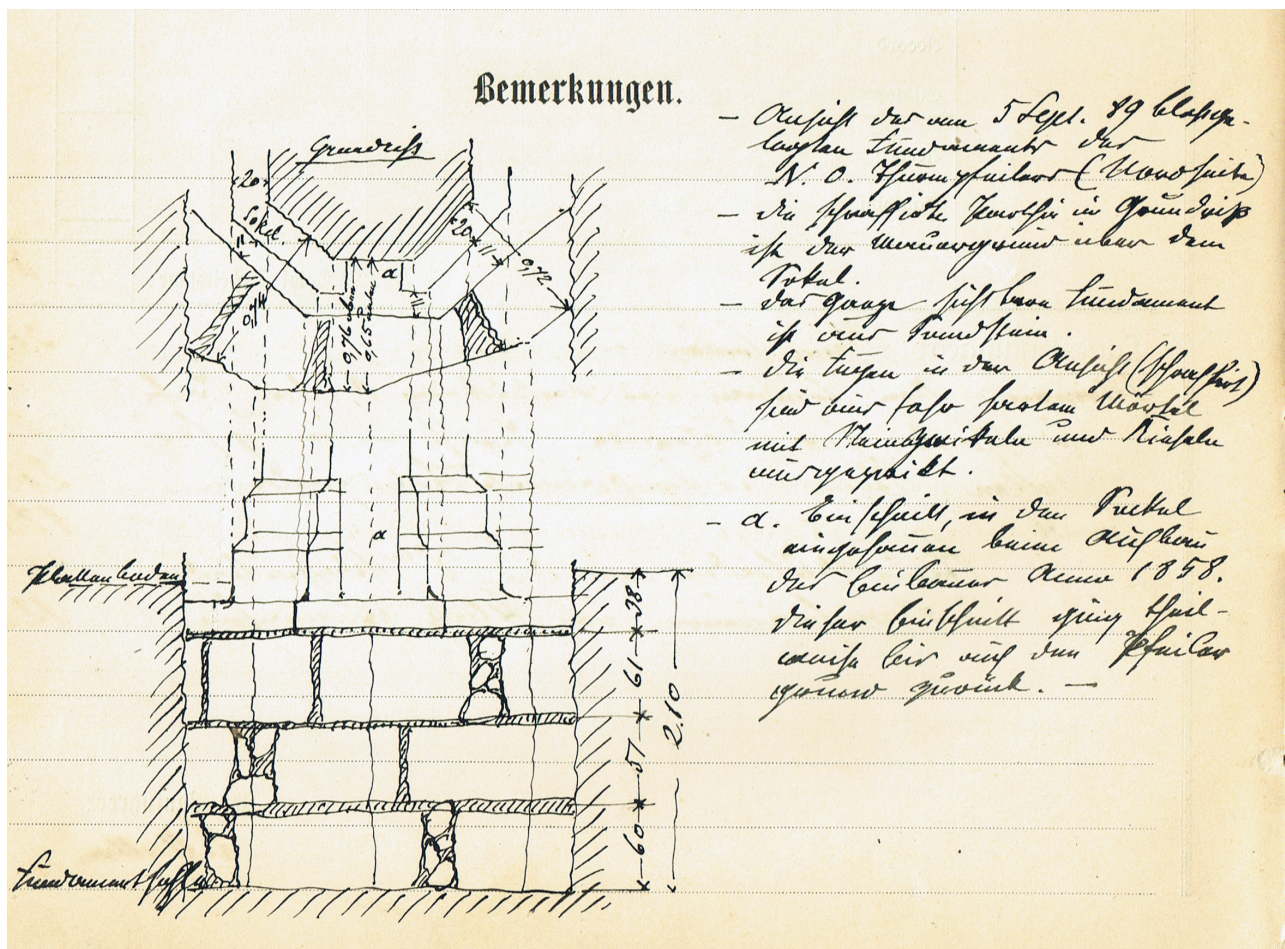
einem bestimmten Bauteil gefunden und individuell ausgewertet werden können. Als weitere Spezialität wurde ein Thesaurus entwickelt, der eine Grundproblematik der Transkriptionen von historischen Dokumenten anpackt: Wenn die Transkribierenden beispielsweise wortgerecht einen "Coutchouc" erfassen, wie er im Original und in der Transkription erscheint, wird der Eintrag auch dann gefunden, wenn bei der Abfrage nach einem einfachen "Kautschuk" gesucht wird.

Verglichen mit einem normalen Textdokument bietet die Datenbank einen weiteren entscheidenden Vorteil: so können die Transkribierenden Adeline Zumstein und David Pfammatter (Archeos, Bern) synchron am gleichen Datenbestand arbeiten, während Marcel Maurer als Spezialist für den Bau gleichzeitig die Verortungen und Christoph Schläppi als Administrator Inhalte und Struktur der Datenbank bearbeitet und erweitert. Die Datenbank ermöglicht somit ein Teamwork, welches vom Steinhauer bis zur Kunsthistorikerin unterschiedlichste Kompetenzen zusammenführt. Quasi als Extra kann den

Anforderungen des Vieraugenprinzips nachgelebt und somit wirksame Qualitätssicherung geboten werden.

### Befundprotokolle <sup>18</sup>

Zur systematischen Erfassung von Befunden wurde gemeinsam mit Cornelia Marinowitz eine eigene Datenbank entwickelt. Die Protokolle ermöglichen die Dokumentation von Befunden, Beprobungen von Putz und Farbe und Massnahmen. Zu Beginn der Untersuchungen der Chorwandfelder 2011 wurde zur einfacheren Lokalisierung von Befunden das bestehende Verortungssystem erweitert (darüber wurde bereits im Tätigkeitsbericht 2011 berichtet). Gleichzeitig kam der Wunsch auf, die vielen Informationen, die bei der Befunderhebung festgehalten werden, so zu dokumentieren, dass sie einfach auffindbar und vergleichbar werden. Aus der restauratorischen Praxis hat sich die Aufnahme von Befunden in Datenbanken bewährt und sollte auch für die Befundaufnahme am Berner Münster genutzt werden.



<b>Objekt Adresse</b>	Münster Bern
<b>Anlass</b>	Farbuntersuchung 1990
<b>Objekt Nr.</b>	
<b>Vers. Nr.</b>	
<b>Proben Nr.</b>	69.5
<b>Lage</b>	Auf Handskizze Am nicht verortet. Auf Probenliste Lokalisierung rechter Flügel Innenfläche Mitte, ganz unten (?) Scann in Ordner: Dokumentation_Am_1990
<b>Trägeroberfläche</b>	Sandstein
<b>Datierung</b>	um 1517
<b>Beschreibung Probe</b>	Grosse Sandsteinbruchstücke mit Farbfassung. Die Probe ist nicht eingebettet.
<b>Fragestellung</b>	Für die Ermittlung der Methode für eine Arbeitsprobe zur Entfernung eines möglichen Wachsüberzuges von 1910 ist die Identifizierung des Waxes von grosser Hilfe. Ist ein Wachsüberzug vorhanden, wenn ja um welches Wachs handelt es sich und wie könnte es gelöst werden, ohne die Farbschicht darunter (hier Flügelfassung) zu beschädigen.
<b>Labor</b>	CSC Särli, Dr. Christine Bläuer, Fribourg
<b>Laborbefund</b>	Auswertung Am, Handschrift nicht lesbar. (Scann_Am_17_12.11.11_7,8,9) Beschreibung z.T. nur Kürzel. Optische Beurteilung C. Marinowitz (Stereomikroskop SternSV) <b>Stratigrafie:</b> 0 Stein 0.1 opake Schicht gelblich-bräunlich, sehr stark verschmutzt Da nicht klar ist wo die Probe genau entnommen wurde, kann es sich um eine tieferliegende Stelle handeln auf der nur noch das Anlegedil für die Vergoldung vorhanden ist. Eventuell finden sich darauf auch Reste des Waxes. <b>Fassung: Gold? mit Luster</b>
<b>Bemerkungen</b>	Für die Frage, ob das Wachs, wenn es eins gibt, ohne Schaden für die Fassung gelöst werden kann ist vermutlich auch die Analyse des Bindemittels der originalen Fassung notwendig. Die Zusammensetzung der Grundierung/Ölung? kann in einem zweiten Abschnitt untersucht werden. <b>Fassung: Gold? mit Luster</b>
<b>Dokumentation</b>	Berner Münsterstiftung Bern Denkmalpflege Bern Datensatz erstellt 31.01.2013 Datensatz überarbeitet 31.01.2013

<b>Befundprotokoll</b>	Datum: 19.12.2011	Bereich: 100.235_1019	Befund Nr. 01-100.235
<b>Objekt:</b>	BERNER MÜNSTER	<b>Archiv:</b>	Berner Münster-Stiftung
<b>Baustelle:</b>	Chor	<b>Standort:</b>	Münsterbauleitung Bern
<b>Bauteil:</b>	Hostienmühfenster	<b>Baumeister:</b>	Matthäus Ensinger
<b>Datierung:</b>	15. Jahrhundert	<b>Schlussbericht:</b>	30.04.2012
<b>BearbeiterIn:</b>	C. Marinowitz, L. Rosemann	<b>Labor Nr.:</b>	
<b>Verortung:</b>	von 100 235 311 1019 bis 100 235 311	<input checked="" type="checkbox"/> i	<input type="checkbox"/> a
<b>Bereich</b>		<b>Oberfläche:</b>	(10 Wandfläche innen, 20 Gewölbekappe, 30 Gewölberippe, 50 Wandfläche aussen)
<b>Lokalisation</b>	<b>Bereichsbild/Abbildung:</b>		
Plan mit Lokalisierung der Befundstelle	Abb. 1 Übersicht Befund 01-100.235		
201200000037.jpg	201200000040.jpg		
Foto_DB-NR:			
<b>Fotos</b>	<b>Beschreibung/Fragestellung:</b>		
201200000038.jpg	<b>Allgemein:</b> Identifizierbare oder unidentifizierbare Schriften, Zeichnungen, Striche und Ritzungen.		
	<b>Heutiges Erscheinungsbild:</b> Nicht schriftähnliches Röteteichen, das nicht gedeutet werden kann.		
Abb. 2 Detail Röteteichen			

<b>Befundprotokoll</b>	Datum: 05.12.2011	Bereich: 110.235_1017	Befund Nr. 02-110.235
<b>Objekt:</b>	BERNER MÜNSTER	<b>Archiv:</b>	Berner Münster-Stiftung
<b>Baustelle:</b>	Chor	<b>Standort:</b>	Münsterbauleitung Bern
<b>Bauteil:</b>	Dreikönigsfenster	<b>Baumeister:</b>	Matthäus Ensinger
<b>Datierung:</b>	15.-16. Jahrhundert	<b>Schlussbericht:</b>	30.04.2012
<b>BearbeiterIn:</b>	C. Marinowitz, L. Rosemann	<b>Labor Nr.:</b>	0012-110.235
<b>Verortung:</b>	von 110 235 311 1017 bis 110 235 311 1018	<input checked="" type="checkbox"/> i	<input type="checkbox"/> a
<b>Bereich</b>		<b>Oberfläche:</b>	(10 Wandfläche innen, 20 Gewölbekappe, 30 Gewölberippe, 50 Wandfläche aussen)
<b>Lokalisation</b>	<b>Bereichsbild/Abbildung:</b>		
Plan mit Lokalisierung der Befundstelle	Abb. 1 Übersicht zu Befund 02-110.235 mit Ausschnitt zu Abb. 2-4		
201200000220.jpg	201200000227.jpg		
Foto_DB-NR:			
<b>Fotos</b>	<b>Beschreibung/Fragestellung:</b>		
201200000224.jpg	<b>Allgemein:</b> Die Schildbogenfläche trägt im Gegensatz zur Pfeilerfläche unterhalb der Kämpferzone diverse Farbfassungen. Die Sichtfassung (Kalkfarbe?) besteht aus einem braungrau gemalten Gewände mit milchertem Schlussstein und grauer Rücklage im Zwickel. Die profilierten Rippen dazu sind rot (lasierend) gestrichen. Die Sichtfassung stammt von 1910 und steht im Zusammenhang mit dem Ersatz des Masswerks.		
	<b>Heutiges Erscheinungsbild:</b> Die Sichtfassung prägt das Bild, sie ist vor allem in den Zwickelbereichen, schuldig aufgestrichen (siehe Abb. 4). Der Aufstrich im Zwickel erfolgte nach der Überfassung des Gewändes. Die Überfassung der Rippe, der Zwickelfläche und des Gewändes überschneiden sich unregelmässig. Entlang der Rippe verläuft ein schwarzer Fugenstrich, der ebenfalls mindestens einmal, jedoch nur stellenweise nachgezogen wurde. Auch die weissen Fugenstriche wurden mindestens einmal ausgebessert und nachgezogen.		
Abb. 2 Detail Stratigrafie mit Resten originaler Farbfassung			

<b>Befundprotokoll</b>	Datum: 05.12.2011	Bereich: 110.235_1017	Befund Nr. 02-110.235
<b>Fotos</b>	<b>Beschreibung/Fragestellung:</b>		
201200000226.jpg	<b>Stratigrafie Schildbogen:</b> optisch beurteilt anhand von Farbfragmenten, die in Fehlstellen sichtbar werden. 0- Träger Sandstein (Gurtensandstein) 1- Weisse Kalktünche, vor allem in der Hohlkehle nur noch sehr fragmentarisch erhalten. 2- Hellgraue Kalktünche (fragmentarisch) 3- Braungrau (Gewändefassung) mit breiten weissen Fugenstrichen, grünliches schmutziges Grau (Zwickelfläche) gegen die Gewändefassung mit einem zügig gestrichenen schwarzen Fugenstrich abgesetzt. Die Sichtfassung kann sich aus mehreren, zeitlich versetzten Ausbesserungen zusammensetzen (19.-20. Jh.)		
	Abb. 3 Detail mit Kugelornament		
201200000230.jpg	<b>Stratigrafie Rippen:</b> optisch beurteilt anhand von Farbfragmenten, die in Fehlstellen sichtbar werden. 0- Träger Sandstein (Gurtensandstein) 1- Weisse Kalktünche (sehr fragmentarisch) 2- Rote Tünche (Caput mortuum, fragmentarisch?) 3- Rote Lasur (braunrot)		
	Abb. 4 Detail Fragment senkrechter schwarzer Fugenstrich (Pfeil)		
	<b>Die Stratigrafie von Rücklage und Rippe setzt sich unter Umständen aus einer grösseren Anzahl von Schichten/Fassungen zusammen, die allerdings nur im Querschnitt fassbar werden.</b>		
	<b>Interpretation Erstfassung:</b> Im Zusammenhang mit der Einwölbung und Bemalung des Chores wurden die Schildbögen vermutlich gefasst. Die hell-graue Schlämme auf weisser, unverschmutzter Kalktünche (Abb. 2) scheint die Erstfassung zu sein und könnte somit in die Zeit um 1517 datieren. Un-termauert wird diese Hypothese noch durch das Fragment eines Kugel-ornaments (Abb. 3), das die Zwickelfläche zum Gewände hin zierte. Das gleiche Kugelornament ist auch entlang der Rippen im Gewölbe zu sehen. Dazu gehören vermutlich breite weisse Fugenstriche und caput-mortuumfarbene Rippen. Ein sicherer Aufschluss zur Stratigrafie wird aus den Befunden der Querschiff-untersuchung erwartet.		
	<b>Fragestellung:</b> Gab es auch eine bauzeitliche farbige Absetzung der Gewändeflächen von der Rücklage im Zwickel? Die Befunde würden bisher eher dagegen sprechen. Die hellgraue Fassung liegt sowohl in der Hohlkehle als auch unter der braungrauen Gewändefassung von 1910. Klärung der tatsächlichen Fassungsstratigrafie über Querschiffe.		
	<b>Verweise:</b> Befund-Nr. 05-110 Ritzung in der Hohlkehle Befund-Nr. 03-110 Masswerk		

## Befundaufnahme

Die Befundaufnahme gehört mit zu den wichtigsten Aufgaben an einem historischen Bauwerk, lange bevor Fragen nach Restaurierungs- und Konservierungsmassnahmen gestellt werden können. Die Informationen aus der Befundaufnahme sind daher als Grundlage für alle weiteren Entscheidungen anzusehen und sollten deshalb jederzeit abrufbar sein. Am Anfang des Datenbankprojektes für die Befundprotokolle standen daher auch Fragen nach den Bewertungskriterien von Befunden wie die Unterscheidung zwischen Bestandsbefunden und Zustandsbefunden.

Zu den Bestandsbefunden zählen: Die Befunde die für die Baugeschichte relevant sind und womöglich an gleichen oder ähnlichen Bauteilen immer wieder kehren (z. B. Bearbeitungsspuren des Steins, Steinmetzzeichen, Fugenmörtel, Deckputze, Farbfassungen u. v. m.) und solche Befunde, die nur selten zu finden sind oder die man als Sonderfälle bezeichnen könnte (z. B. Baufugen und Inschriften). Weiter alle Materialien, die uns am Bau begegnen und ihre historischen, technologisch oder materialtechnisch bedingten Veränderungen (z. B. ausgewaschene Tonschichten im Stein, Frühschwundrisse im Putz oder ein auffälliges Kraquelee in der Farbfassung). Bei der Befundaufnahme wird zwischen dem Trägermaterial (Stein und Putz) und den Oberflächen (Anstrich oder Bemalung) unterschieden. Zusätzlich kommen auch noch Glas und Metall hinzu.

Zu den Zustandsbefunden zählen: Alle Schadensbilder, die durch äussere Einflüsse entstanden sind, wie z. B. Verwitterung durch falsche

Entwässerungen oder Wasserschäden allgemein, Brandschäden, Salzbelastungen, mikrobieller Befall oder mechanische Zerstörungen. Weiter alle nachträglichen bewussten Veränderungen, Restaurierungen, Hinzufügungen und deren Schäden.

Bei der Aufnahme all dieser Befunde kann es durchaus auch zu Überschneidungen kommen und es ist oft auch nicht einfach, bestimmte Phänomene tatsächlich auseinander zu halten und der richtigen Kategorie zuzuordnen. Die Aufnahme der Befunde in einer Datenbank erleichtert diese Beurteilung, da Befunde von z. B. weit auseinanderliegenden Bauteilen auf einen Blick verglichen werden können und so Schwierigkeiten in der Beurteilung und Interpretation von Bestands- und Zustandsbefunde leichter möglich sind.

Das Gleiche gilt auch für Befunde, die für die Baugeschichte relevant sind. So zeigte sich bereits in den vergangenen Monaten bei der Frage nach den unregelmässigen Fugenverschlämmungen in der Brügglkapelle, mit denen zum Teil auch Scheinfugen unterlegt waren, dass das gleiche Phänomen auch im Chor an der Nordwand zu beobachten war. Die Vergleiche der beiden Befunde über die Datenbank zeigten sehr schnell, dass vermutlich beide Fugenbilder zur gleichen Zeit entstanden waren und somit einer bisher noch nicht ganz eindeutig zugeordneten Renovierungsphase entstammen müssen.

## *Beprobungen von Mörteln und Farbe*

Unerlässlich an einem Bauwerk wie dem Berner Münster sind die Untersuchungen von Proben zu Mörteln und Farbfassungen. Nur über die Probenergebnisse lassen sich oft Bauabläufe oder Schadensbilder erkennen und definieren und sinnvolle Massnahmen für die Konservierung ermitteln. Gerade für die Untersuchung von Mörtelproben hat sich die Aufnahme der Analyseergebnisse in der Datenbank bewährt. Gleiche Mörtel lassen sich so einfacher zusammenfassen. Es wird auch hier wieder möglich, Vergleiche über weit auseinanderliegende Bauteile hinweg anzustellen. Bei der Untersuchung von Mörtelproben im Chor fiel zum Bei-

### Seite 58

**(l.o.) Aufarbeitung einer Farbuntersuchung der Schlusssteine durch das Atelier Arn von 1990. Die damals entnommenen Proben wurden nun ausgewertet und in die Datenbank aufgenommen. Die Erkenntnisse sind somit einfach auffindbar und verfügbar.**

**(r.o.) Befundprotokoll Hostienmühfenster. Aufnahme eines Befundes zur Lage der Fugenstriche an der Innenseite des Fenstergewändes.**

**(u.) Befundprotokoll Dreikönigsfenster. Aufnahme der Farbefunde am Schildbogen des Fensters. Die einzelnen Schichtenabfolgen werden beschrieben und, wenn möglich, interpretiert.**

spiel auf, dass ein Mörtel, der aus der Kämpferzone der Hochwände im nördlichen Dachraum stammte, in seiner Zusammensetzung einem Mörtel im unteren Teil von Pfeiler 105.235 (Standort des ehemaligen Sakramentshauses) auffällig glich. Beide Proben waren die einzigen mit einem deutlichen Zuschlag an Ziegelmehl. Es stellt sich danach sofort die Frage, in welchem Zusammenhang die beiden Mörtel stehen. Die bisher immer noch nicht eindeutig geklärte Frage, wann der Pfeiler 105.235 nach der Zerstörung des Sakramentshauses ausgebessert wurde, könnte so eine neue Denkrichtung bekommen. Solche Vergleiche lassen sich in der Regel nur über die Aufnahme der ausgewerteten Mörtelbefunde in einer Datenbank anstellen. Für die Zukunft erwarten wir uns daher von der Auswertung der Mörtelproben in der Datenbank noch viele solcher wichtigen und anregenden Aufschlüsse, die helfen werden, Bauzusammenhänge und auch Schadenphänomene besser zu verstehen.

#### *Massnahmendokumentation*

Am Schluss der Untersuchungen schliesst im Bedarfsfall eine Konservierung oder Restaurierung der betreffenden Bauteile an, wie beim angeführten Beispiel des Chorbereichs für die kommenden Jahre geplant. Berichte über die angewendeten Massnahmen und Methoden bei einer Restaurierung sind wichtig für den zukünftigen Umgang mit dem Bauteil und müssen entsprechend erfasst werden. Aber meist sind sie so unattraktiv und wenig spannend zu lesen, dass sie vielfach in der Schublade verschwinden. Aus restauratorischer Sicht hat sich daher eine kurze Massnahmenzusammenfassung in einer Datenbank sehr bewährt. Man kann auf die Voruntersuchung (Befundaufnahme) zurückgreifen. Die Massnahmen können gezielt einem Befundblatt zugeordnet werden und beziehen sich dann ganz konkret auf einen bereits aufgenommenen Schaden. Massnahmen lassen sich einfach überblicken und nachvollziehen. Das gilt vor allem auch für die bei einer Restaurierung verwendeten Materialien und Methoden, die dann meist auf einen Blick zusammengefasst werden können.

#### *Fazit*

Das Arbeiten mit einer Datenbank im Bereich der Befund- und Massnahmendokumentation in der Restaurierung setzt am Anfang zwar einen grösseren Arbeitsaufwand voraus als mit herkömmlichen Methoden, denn Datenbanken dieser Art müssen immer individuell dem Objekt angepasst werden und dafür ist die Zusammenarbeit mit Informatikern notwendig. Wenn Anpassungen und Probelauf aber absolviert sind, wird die Dokumentation sehr erleichtert und die Daten stehen jederzeit und jedem, der Zugriff auf die Datenbank hat, zur Verfügung und sind einfach auffindbar.

#### *3D-Aufbereitung fotogrammetrischer Bestandsaufnahmen* <sup>19</sup>

Die im vergangenen Jahrzehnt angefertigten Fotogrammetriepläne des Berner Münsters werden meist als zweidimensionale Pläne verwendet. Dabei wird ein Teil der Information nicht genutzt, sind die vom Fotogrammeter hergestellten Daten doch dreidimensional angelegt. Diese Eigenschaft ist bisher zum Beispiel bei Gerüstplanungen bereits dazu genutzt worden, Schnitte durch bestimmte Bauteile anzufertigen. Im Rahmen des nachfolgend beschriebenen Projekts hatte Dipl. Ing. Jan Ruben Fischer (Bauhaus Universität, Weimar) den Auftrag, das Potential der nicht erschöpfend genutzten 3D-Informationen auszuloten und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten zu untersuchen. Als Arbeitsbeispiel wurde der Chorbereich ausgewählt.

#### **Seite 61**

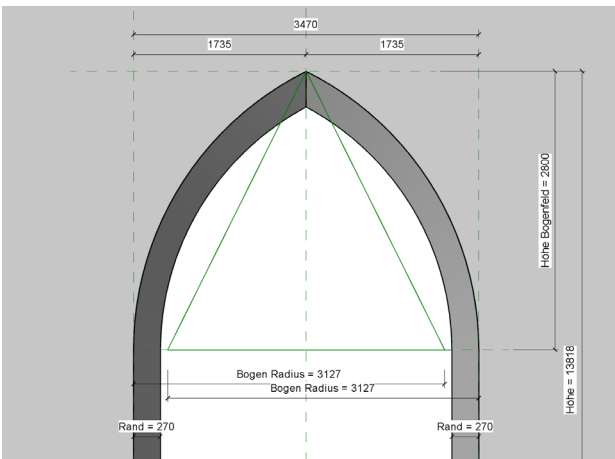
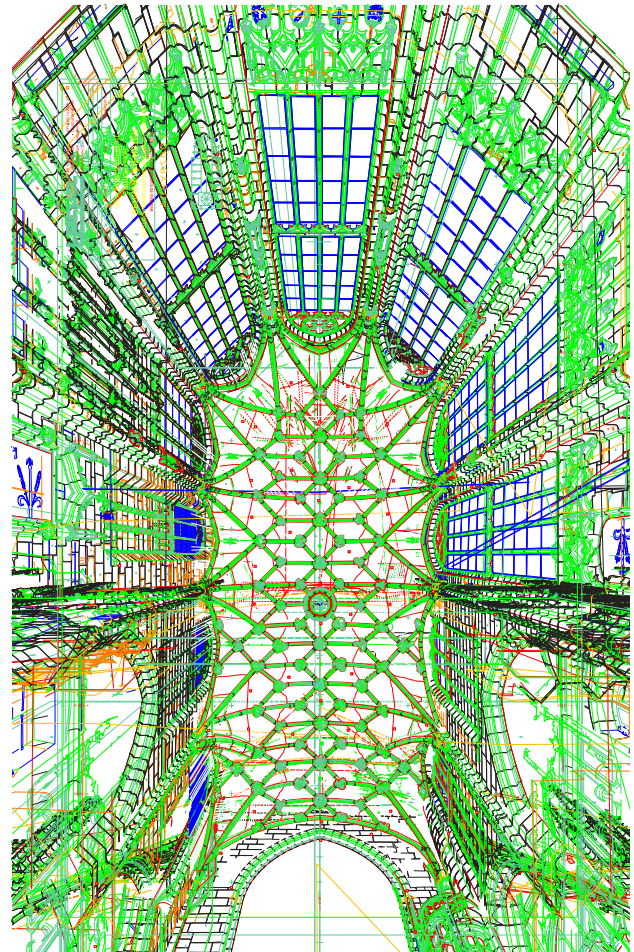
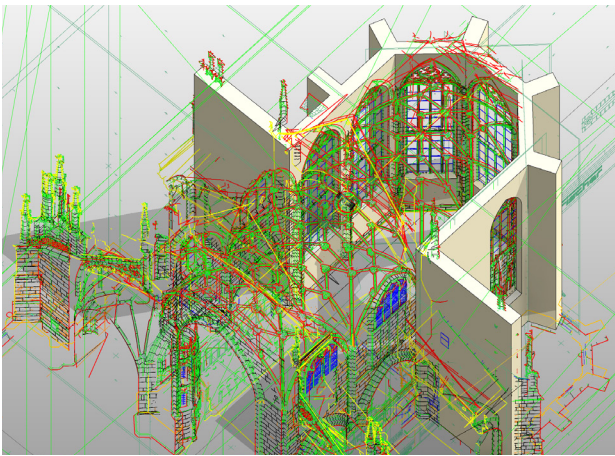
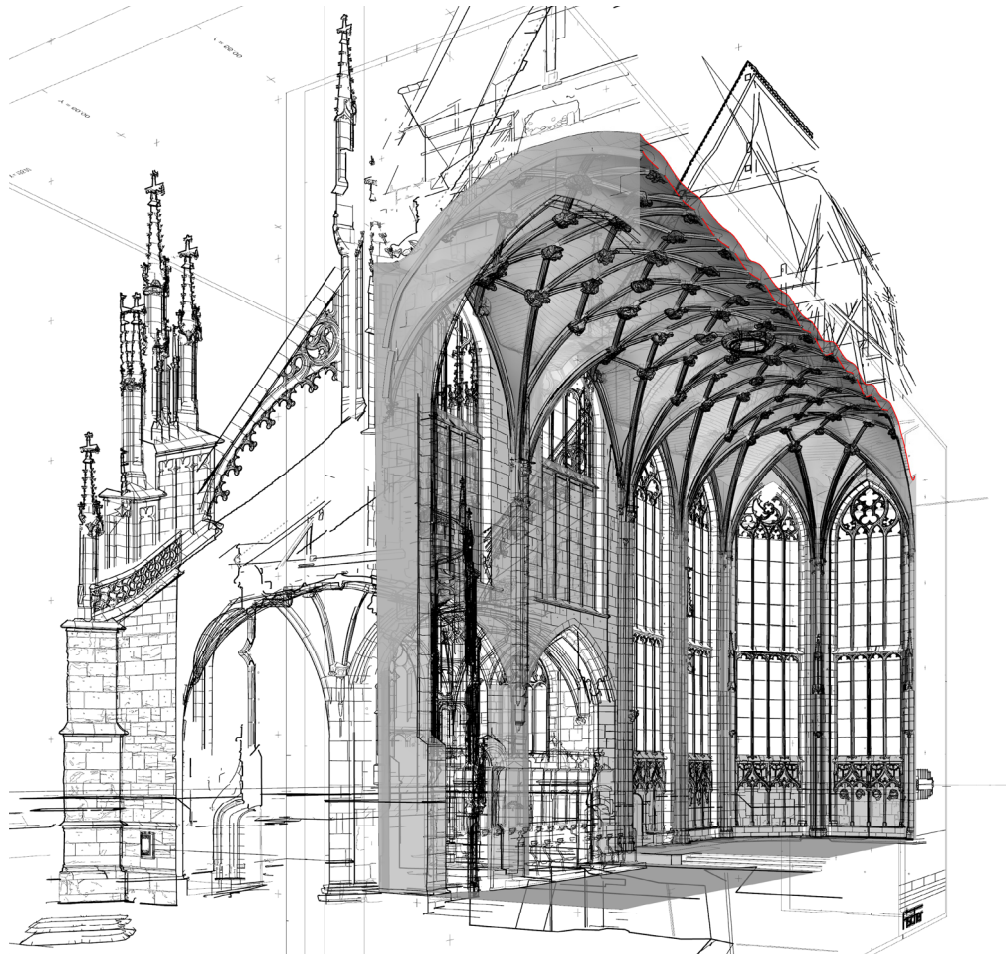
**(o.) Schnitt durch das 3D-Modell des Chorbereichs, zusammengesetzt aus den Fotogrammetrie-Aufnahmen.**

**(l.m.) Modell der Chorwände. Die Fensteröffnungen sind parametrisch mit ihren geometrischen Abhängigkeiten programmiert.**

**(l.u.) Parametrische Abhängigkeiten definieren die Geometrie der Chorfenster.**

**(r.) Ansicht der zusammengeführten Fotogrammetriepläne des Chorbereichs als 3D-Drahtgittermodell mit der originalen Layerstruktur sichtbar.**

**Bilder und Legenden: Jan Ruben Fischer, Weimar, 2012.**



## Drahtgittermodell

Zur Herstellung eines vollständigen Drahtgittermodells des Chorbereichs wurden die Rohdaten der Fotogrammetrie zunächst zu Metadaten konvertiert. Hierfür wurde ein eigenes Übersetzer-Plugin programmiert, welches die Daten in so genannte NURBS (nicht-uniforme rationale B-Splines) übersetzt, ein digitales Geometriemodell mit hoher Leistungsfähigkeit. Wesentlich war, dass sowohl die räumlichen Informationen als auch die Ebenenzuordnungen der Fotogrammetriepläne umfassend erhalten werden konnten. Vom Chor des Berner Münsters bestehen 12 einzelne Fotogrammetriepläne. Durch die Verwendung von Passpunkten in der Vermessung sind diese einzelnen Datensätze eindeutig verortet. Dadurch konnten alle Plansätze direkt in ein zentrales Weltkoordinatensystem zusammengeführt werden und kombiniert. Im 3D-Modell sind die Pläne zusammengeführt und ergeben so ein präzises und geschlossenes Gesamtbild des Chores als räumliches Drahtgittermodell.

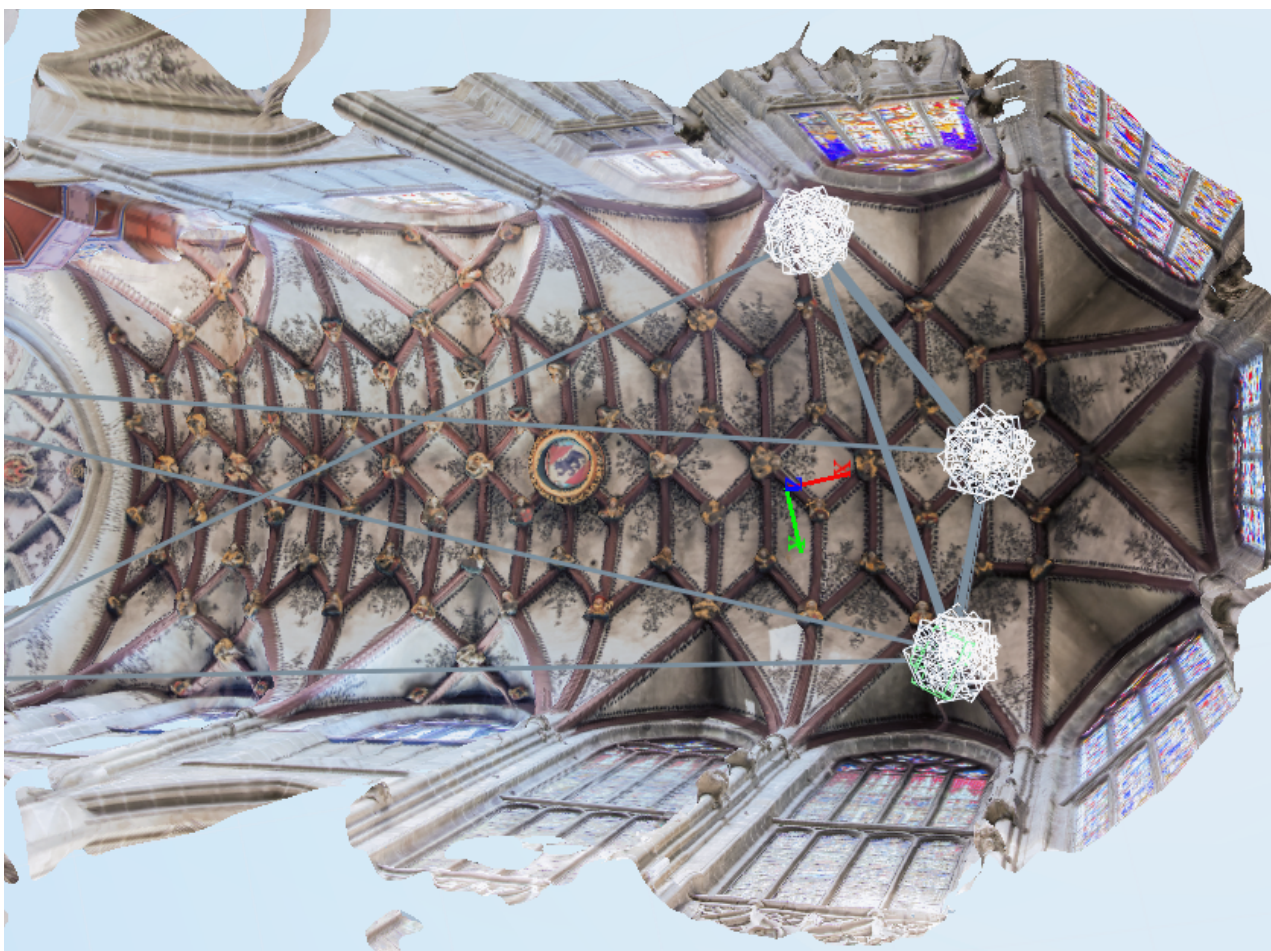
## Oberflächenrekonstruktion

Das Drahtgittermodell gibt ein abstraktes, transparentes Bild von Fugen und Kanten wieder. Um eine Visualisierung herzustellen, die der tatsächlichen Erscheinung des Bauteils entspricht, wurden nun einander zugehörige Elemente als Flächen angelegt und auf diese die jeweiligen Texturen projiziert. Wo nicht genügend Informationen vorhanden waren (Schadensbilder, Verformungen) wurden Geometrien interpoliert.

## Geometrische Rekonstruktionsverfahren

Um die geometrische Rekonstruktion bei derart komplexen Oberflächen möglichst effizient zu gestalten, wurden unterschiedliche Ansätze evaluiert. Dabei wurden besonders folgende Aspekte berücksichtigt: 1. die Genauigkeit der

**(u.) Polygonflächennetz aus der automatischen Geometrieerzeugung auf Grundlage der Fotogrammetrie-Aufnahmen, texturiert mit Fotografien des Chorgewölbes. Bild und Legende: Jan Ruben Fischer, Weimar, 2012.**



rekonstruierten Oberflächen, 2. der zeitliche Arbeitsaufwand für die jeweilige Konstruktionsmethode, 3. die Möglichkeit der Oberflächen-texturierung sowie 4. Automatisierungsmöglichkeiten. Es wurden mehrere Verfahren durchgespielt, nämlich eine so genannte parametrische Modellierung, ein Building Information Modeling sowie ein vollautomatisches fotobasiertes Modellierverfahren. Letzteres erwies sich gegenüber den anderen als vorteilhaft. Die erzeugte Geometrie besteht zwar aus teils groben Polygonen, im Zusammenspiel mit darauf projizierten Fototexturen entsteht dennoch ein anschauliches 3D-Abbild.

### *Anwendungsszenarien*

Mit der Nutzbarmachung und Verknüpfung neuer Informationsebenen sowie deren möglicher Überlagerungen eröffnen sich zahlreiche neue Anwendungsszenarien wie zum Beispiel: Kartierungen direkt im digitalen 3D-Modell, digitale 3D-Referenz aller Plandaten, räumliches Orientierungssystem, Anbindung der 3D-Daten an eine Datenbank, schnelles Erzeugen von Schaubildern zur internen und externen Kommunikation, 3D-Animationen für Marketingzwecke, etc. Neue Anwendungsideen entstehen oft im praktischen Einsatz innovativer Technologien. Dafür bietet das Programm "Rhino" eine offene und beliebig erweiterbare Plattform: Bei Bedarf lassen sich zusätzliche, benutzerdefinierte Funktionen entsprechend den objektspezifischen Bedürfnissen ohne grossen Aufwand hinzu programmieren.

### *Fazit*

Die zu Beginn getesteten manuellen Methoden zum Konstruieren der Oberflächen haben sich im Arbeitsprozess als zu aufwändig und nicht bedarfsgerecht erwiesen, um sämtliche Oberflächen umfassend verformungsgerecht zu modellieren. Dafür bietet die Fotogrammetrie bereits eine ausreichende Informationsdichte. Beim gewählten automatischen Modellierverfahren sind weitere Informationsebene aus den Bestandsfotos enthalten. Diese ergänzen als räumliche Bildreferenz in niedriger Auflösung

und geringer Qualität das präzise ausgewertete Drahtgittermodell. Zwar für planerische Zwecke auch zu unpräzise, zeigt es dennoch bereits das Potenzial, welches eine derartige Überlagerung von Informationsebenen bietet: Eine umfassende Bestandsaufnahme auf der Grundlage der verformungsgerechten Fotogrammetrie in Verbindung mit den entsprechenden Oberflächen und Bilddaten.

Eine Technologie, welche diese Aufgabe auch mit denkmalpflegerischem Anspruch leisten könnte, wäre das moderne Laserscanning. Eine Verknüpfung von Laserscandaten (eingefärbte Punktwolken) samt erfasster Farbinformationen mit den ausgewerteten Fotogrammetriep länen könnte beide Verfahren ideal ergänzen.

Als Ergebnis des Projektes sind die Pläne des Ingenieurbüros Fischer in „Rhino“ in ihrer ursprünglichen Qualität dreidimensional und geometrisch verlustfrei verfügbar. Sie werden durch exemplarische Informationsebenen aus der parametrischen Modellierung und dem texturierten Polygonnetz ergänzt. Hiermit wurde eine robuste Planungsgrundlage geschaffen, mit der effizient gearbeitet und auf der zukünftig sukzessive aufgebaut werden kann.

18 Text auf Grundlage Bericht "Dokumentation", Cornelia Marinowitz, Tengen, 2012.

19 Text auf Grundlage Arbeitsbericht "3D Aufbereitung des Chorbereichs des Berner Münsters auf Grundlage fotogrammetrischer Aufnahmen", Jan-Ruben Fischer, Weimar, 2012.