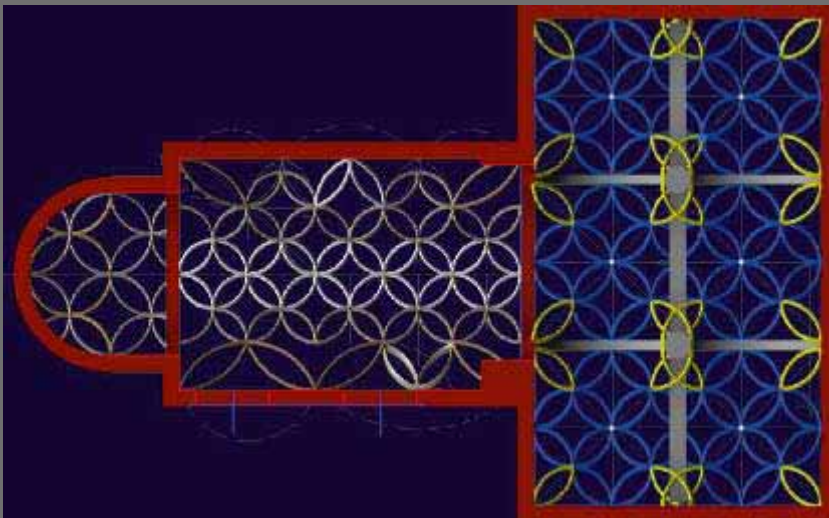


Die Schlingrippen der Gewölbe

Erasmuskapelle Berlin

Rotbergkapelle Basler Münster * Landhauskapelle Wien
Eleemosynariskapelle Banska Bystrica * Ratssaal Bunzlau /
Boleslawiec * Rathaus Löwenberg / Lwowek Slaski



DIE SCHLINGGRIPPEN DER GEWÖLBE

ERASMUSKAPELLE BERLIN

ROTBERGKAPELLE BASLER MÜNSTER

LANDHAUSKAPELLE WIEN

ELEEMOSYNARIUSKAPELLE BANSKA BYSTRICA

RATSSAAL BUNZLAU / BOLESŁAWIEC

RATHAUS LÖWENBERG / LWÓWEK ŚLASKI

THOMAS BAUER & JÖRG LAUTERBACH



1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung der Autoren Thomas Bauer und Jörg Lauterbach in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm, oder ein anderes Verfahren) veröffentlicht, vervielfältigt oder geändert werden.

© 2011 Thomas Bauer und Jörg Lauterbach

E-Mail: bauer-lauterbach-schlingrippen@gmx.de

ISBN 978-3-00-038231-4

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Schlingrippengewölbe - Rippenwerke aus gleichen Kreisen	7
2.1	Kapelle St. Johannes Eleemosynarius Neusohl/Banska Bystrica	7
2.2	Landhauskapelle Wien – ehemalige Kutschdurchfahrt	19
2.3	Kreuzgang des Basler Münsters – Rotbergkapelle	29
2.4	Die Rathäuser Bunzlau / Boleslawiec und Löwenberg / Lwowek Slaski	37
2.5	Erasmuskapelle im Schloss Berlin	55
3	Werkplanung - Geometrische Herleitung der Schlingrippe	75
3.1	Grundlagen Schlingrippenfertigung	75
3.2	Prinzipalbogen, Herleitungen	90
3.3	Untere Rippenmittellinie	110
3.4	Sich fortlaufend ändernde Krümmung der Rippen	114
3.5	Rippenprofil und Rippenkörper	122
3.6	Toleranzaustragung bei Schlingrippenwerken	134
3.7	Formgebende Funktion der Rippen	147
4	Fertigung – Steinschnitt von Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin	161
4.1	Reißboden und Risslinien	161
4.2	Steinschnitt und Fertigungsfolge - Bildteil Fertigung der Mo- dellrippen für die Erasmuskapelle Berlin	176

MIT BESONDEREM DANK AN

Dreßler Bau GmbH

IPRO Dresden GmbH

Akademie der Bildenden Künste Wien, Kupferstichkabinett

Palais Niederösterreich, Wien

Pfarramt Banska Bystrica / Neusohl

Münsterbauhütte Basel

Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches
Landesmuseum

Stiftung Preußische Schlösser und Gärten, Archiv

Technische Universität Berlin, Architekturmuseum

Militärhistorisches Museum Dresden

Stadtarchiv Löwenberg / Lwowek Slaski

Stadt Bunzlau

Dr. Hermann Reidel, Bischöflicher Konservator und
Leiter der Kunstsammlungen des Bistums Regensburg

Ingenieurvermessung Hoffmann Henke Dresden

Dr. Stefan Wündisch

Richard Ostachowski

1 Einleitung

Der Wiederaufbau des Berliner Schlosses im Rahmen des Projektes Humboldt - Forum Berlin, mit der weitgehend äußeren Wiederherstellung der historischen Fassaden, ist eine zu begrüßende Baumaßnahme historischer Rekonstruktionen unserer Zeit.

Die vom 28.11.2008 zum Wiederaufbau des Berliner Schlosses gefundene Kompromisslösung hinsichtlich des Umfanges der zu rekonstruierenden Bereiche stößt dabei sicherlich in der fachlichen und öffentlichen Diskussion ungebremst auf die Bandbreite der vielschichtigen Meinungen zu historischen Rekonstruktionen, von vollständiger Wiederherstellung über eine zeitgenössische Interpretation bis hin zu einem völlig modernen Neubau.

Die Aufgabenstellung zum Wiederaufbau des Berliner Schlosses hat allerdings unseres Erachtens bei der Kompromissfindung zum Umfang der Rekonstruktion dahingehend ein Defizit, dass aus der über 500 jährigen Schloschistorie nur die letzten ca. 250 Jahre gezeigt werden, d.h. die Schlossbauetappen von Kurfürst Friedrich II. (1443-1451) und Kurfürst Joachim II (ab 1536) fehlen vollständig beim Wiederaufbau. Und das, wo doch gerade Joachim II. mit seinem Schlossneubau für Berlin Mitte des 16. Jahrhunderts, dem Torgauer Schlossneubau der Sächsischen Wettiner folgend, einen in seiner Zeit gestalterisch modernen und technisch konstruktiven Schlossneubau beauftragt und gefördert hat.

Das Schlingrippengewölbe der Erasmuskapelle, welches um 1540 begonnen wurde, steht exemplarisch für diese bauliche Epoche. Das erst in der Spätphase der spätgotischen Schlingrippenwölbungen ausgeführte Gewölbe, das als technische und handwerkliche Meisterleistung dieser Wölbform zu sehen ist, ja unserer Auffassung nach sogar das historisch innovativste und konstruktiv anspruchsvollste Schlingrippengewölbe, das wir kennen, findet dabei unser besonderes Interesse.

Uns stellte sich daher die Frage, wäre es nicht interessant darüber nachzudenken, inwieweit im Inneren des wieder aufzubauenden Berliner Schlosses das Schlingrippengewölbe der Erasmuskapelle wieder entstehen könnte, als sozusagen

gen Synonym für die große Historie und handwerkliche Meisterleistung der ersten 250 Jahre Berliner Schlossgeschichte. Aber vor allem auch um den – unseres Erachtens – Höhepunkt der werkmeisterlichen Kunst der Schlingrippenwölbungen der gesamten Entwicklung spätgotischer Gewölbe wieder nacherlebbar zu machen. Für Berlin wäre es eine enorme Bereicherung der Darstellung dieser kunsthistorisch und werkmeisterlich wichtigen Epoche in der Stadt- und vor allem Landesentwicklung, wo ansonsten außer wenigen erhaltenen Gebäuden – hier u.a. das Jagdschloss Grunewald – aus dieser für Berlin historisch bedeutenden Periode kaum noch erlebbare Bauten vorhanden sind.

Um aber eine Betrachtung über eine mögliche Rekonstruktion der Schlingrippenwölbung der ehemaligen Erasmuskapelle im inneren des Berliner Schlosswiederaufbaus überhaupt führen zu können, stellt sich zunächst die Frage, ob es genügend Erkenntnisse über die handwerkliche Ausführung und die zu rekonstruierende Figuration gibt. Dieser Aufgabe wollen wir uns in diesem Aufsatz stellen, d.h. einerseits den Versuch zu unternehmen aus den noch vorhandenen Quellen die Schlingrippenfiguration nachzuvollziehen, als auch den Nachweis zu führen, dass eine Werkplanung auf dem Reißboden und eine Fertigung des Rippenwerkes nach alter Handwerkskunst dieses besonderen spätgotischen Gewölbes möglich sind. Fragen nach der Statik, dem Mauerwerksverband und dem Lastabtrag im Gebäude wollen wir dabei bewusst ausklammern, da dies das Thema dieses Aufsatzes bezüglich des historischen spätgotischen Schlingrippenwerkes sprengen würde und gerade die Fragen zur Statik nicht unserem Wissensgebiet entsprechen.

Neuzeitliche Rekonstruktionen von Schlingrippengewölben sind bekannt und vereinzelt ist das Wissen überliefert. So u.a. bei der Wiederherstellung des vollständigen Schlingrippenwerkes Ende der 1950er Jahre unter Leitung des Meisters Jozef Macinski (Leiter der damaligen Steinmetzschule Schwiednitz) beim großen Rathaussaal mit seinem dreijochigen Schlingrippengewölbe von 1522 (Wendel Roskopf zugeschrieben) in Löwenberg / Lwówek Śląski. Oder bei der Erweiterung des Schlingrippengewölbes von St. Barbara in Kuttenberg / Kutna Hora in den Jahren 1870 bis 1905 unter Leitung von Ludwig Labler, wo ein komplettes Joch neu errichtet sowie im Bestand eine vollständige Mittelfiguration mit seinen Schleifensternen neu ausgeführt wurde. Aber eine durchgängige Dokumentation, wie man mit historischen Handwerkskünsten z.B. eine Rippe oder einen Knoten fertigt ist unseres Wissens nach nicht niedergelegt.

Über den Rippenverlauf mit seiner unteren Mittellinie, als formgebende Geometrievorgabe des Schlingrippenwerkes, ist sehr fundiert in den Veröffentli-

chungen das Wissen beschrieben (hier insbesondere bei Carl Anton Meckel „Die Konstruktion der figurierten Gewölbe in der deutschen Spätgotik“ von 1933 bis hin zu Werner Müller und Norbert Quien „Erdachte Formen, Errechnete Bilder“ von 2000), auf welche wir bei diesem Aufsatz auch zurückgreifen wollen. Aber zur Frage, wie der Rippenkörper modelliert wird, die Rippen und Knoten gefertigt und versetzt werden, sind zwar vielfach Denksätze formuliert aber eben kein fundiertes handwerkliches Wissen dargelegt.

Ziel dieses Aufsatzes ist es, aus handwerklicher Sicht sich der Frage einer möglichen Rekonstruktion des Schlingrippenwerkes der Erasmuskapelle Berlin zu nähern. Vor allen Dingen aber eine praxisbezogene und mittels einer nachkonstruierten Werkplanung für die Figuration eine Anfertigung von Modellrippen vorzunehmen zum Nachweis der Machbarkeit einer Rekonstruktion.

Methodisch wollen wir dabei so vorgehen, dass wir ausgewählte und vergleichbare Schlingrippengewölbe untersuchen, vermessen, nachkonstruieren und handwerklich deren Ausführbarkeit nachvollziehen, um im Ergebnis eine fertige Entwurfsplanung und Anweisung zur Fertigung für eine mögliche Rekonstruktion der Schlingrippenwölbung der Berliner Erasmuskapelle mit einigen Modellrippen in Sandstein darzulegen.

Ausgewählt haben wir zur Studie dabei die spätgotischen Schlingrippenwölbungen der Landhauskapelle Wien sowie der nahezu identischen Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica / Neusohl, dem Ratssaal Bunzlau mit Blickrichtung auf die fast identische Figuration des Prager Wladislawsaales, dem Löwenberger Rathaus mit einer identischen Figuration im Görlitzer Bürgerhaus Peterstraße 8, sowie der Rotbergkapelle im Basler Münster mit einem unseres Erachtens bedeutenden hängenden Stabwerk innerhalb einer Blütenblattfigur zur Darlegung der Formfindung.

Neben dieser für diesen Aufsatz untersuchten und nachkonstruierten Schlingrippengewölbe haben wir eine Reihe von weiteren spätgotischen Wölbungen studiert, so insbesondere den Prager Wladislawsaal, St. Barbara in Kuttenberg / Kutna Hora, Mariä Himmelfahrt in Brüx / Most, das Kathariemünster in Freystadt / Österreich, St. Martin in Pressburg / Bratislava, St. Stephan in Wien, St. Peter in der Au, St. Valentin, Weistrach, Steyr, Louny, St. Annen in Annaberg, St. Marien in Pirna, die Lombachkapelle im Berner Münster, die Laurenzkapelle in der Marienkirche Krakau, die Katharienkapelle im Straßburger Münster, den Wappensaal in der Albrechtsburg Meißen und die Burg Gröditzberg in Schlesien.

Eingangs stellen wir die untersuchten und vermessenen Gewölbe vor, beginnend

mit einer kurzen historischen Einordnung und anschließend einer konstruktiven Beschreibung der Rippenwerke mit der Vorstellung derer Vermessung sowie unserer Nachkonstruktionen der jeweiligen Rippenwerke.

Mittels der gewonnenen handwerklichen Erkenntnisse aus den untersuchten Schlingrippenwerken wollen wir das Rippenwerk der Erasmuskapelle Berlin mit einer Werkplanung nachkonstruieren, auf Grundlage einer nachempfundenen Figuration.

Aus den Studien der Vermessung und Nachkonstruktion der untersuchten Schlingrippenwerke wollen wir anschließend eine handwerkliche Herleitung der konstruktiven und figuralen Erkenntnisse aus den 3D Datensätzen dieses Aufsatzes beschreiben, um abschließend einige Modellrippen für die Erasmuskapelle nach traditioneller Handwerkskunst zu fertigen und mit einem Bildteil zu dokumentieren, basierend auf den zuvor beschriebenen Erkenntnissen für die mutmaßlich historische Rippenfertigung und der Figuration der Erasmuskapelle Berlin.

Wir wollen keinen wissenschaftlichen Anspruch erheben, sondern aus unserer handwerklichen Sicht die untersuchten Schlingrippengewölbe verstehen, um mit einer für Steinmetze verständlichen Beschreibung und Herleitung die Ausführbarkeit des Schlingrippenwerkes der Erasmuskapelle Berlin darzulegen.

Oberster Grundsatz und Maßstab ist dabei für unsere Studie und unsere Überlegungen, dass wir unter der Überschrift, wie kann man mit dem geometrischen und handwerklichen Wissen und Können, welches die Werkmeister im 15. und 16. Jahrhundert nachweisbar beherrschten, ein Rippenwerk wie in der Erasmuskapelle heutzutage fertigen und eine Interpretation der historischen Rippenfertigung skizzieren.

Dresden, den 28.12.2011

Thomas Bauer & Jörg Lauterbach

2 Schlingrippengewölbe - Rippenwerke aus gleichen Kreisen

2.1 Kapelle St. Johannes Eleemosynarius Neusohl/Banska Bystrica

2.1.1 Historie Eleemosynariuskapelle

Seit den umfangreichen Kupferfunden im 13. Jahrhundert ist Neusohl / Banska Bystrica eine aufstrebende und reiche Bergbaustadt. Heute in der Slowakei liegend (slowakisch Banska Bystrica) war Neusohl (deutsch) mit seinen reichen Kupfervorkommen zusammen mit den Goldbergwerken in Kremnitz und Silberbergwerken in Schemnitz die dritte Säule der bedeutendsten ungarischen Montanregion (Bergbauregion) im 15. und 16. Jahrhundert, gelegen zwischen der Niederen Tatra im Norden, dem Slowakischen Erzgebirge im Südosten und den Kremnitzer Bergen im Westen. 1495 investiert Jakob Fugger seine Überschüsse aus dem Tiroler Silberhandel über einen Strohmann und späteren Partner Graf Hans Thurzo in den ungarischen Kupferbergbau, in Hüttenwerke und Waffenschmieden.

Vergleichbar mit der Entwicklung der Erzgebirgsregion in Sachsen im ausgehenden 15. und beginnenden 16. Jahrhunderts zeigte sich auch in Neusohl, dass der aus dem gewinnbringenden Bergbau entstandene Wohlstand sich auch in Form von gestifteten Kirchenbauten ausdrückte.

Die Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt in Neusohl stammt ursprünglich aus dem 14. Jahrhundert, wie Urkunden des Baues aus den Jahren 1300, 1323, 1332, 1335 und 1398 belegen (vgl. Gabor Endrödi: „Überlegungen zu Bauarbeiten und zur Ausstattung der Neusohler Pfarrkirche um 1500“, 2006). Sie ist Bestandteil und zentraler Mittelpunkt der Burgfestungsanlage und war die fünftgrößte Kirche im ehemaligen Ungarn des 16. Jahrhunderts.

Im Jahr 1500 gab es einen großen Stadtbrand von dem auch die Kirche Mariä Himmelfahrt wesentlich betroffen war. Noch im gleichen Jahr begann der

Wiederaufbau bei dem der gotische Stil beibehalten wurde. Durch Stiftungen Neusohler Bürger wurden dabei auch der Neuausbau der Eleemosynariuskapelle und der Barbarakapelle in den Seitenschiffen realisiert, wobei hier die Wölbungen im spätgotischen Stil ausgeführt wurden (vgl. R. K. Cirkev: „Farnost Banska Bystrica mesto“, 2011).



Bild 2.1.1 Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt Neusohl



Bild 2.1.2 Blick vom Hauptschiff ins Oratorium der Kapelle

Als Stifter der Kapelle des Hl. Johannes Eleemosynarius ist Michael Königsberger, einer der angesehensten und wohlhabendsten Neusohler Bürger und Ratsherr, belegbar. Nachdem die Fuggersche Kupferhandelsgesellschaft den immer aufwendiger werdenden Kupferabbau der Neusohler Bergwerksbesitzer mit Krediten finanzierte und sich als Sicherheiten Verpfändungen auf die Bergwerksanteile sicherte (die natürlich das Ziel hatten, einmal die Bergwerke zu übernehmen), kam es am 28.04.1493 auch bei Michael Königsberger mit seinen Bergwerken am Sandberg zur Verpfändung bzw. Übernahme durch die Thurzo-Handelsgesellschaft. Allerdings konnte Königsberger das Bergwerk gegen Zahlung einer Pacht weiterbetreiben (vgl. Peter Kalus: „Die Fugger in der Slowakei“, 1999). Dass er 1503 in seinem Testament rund 6000 Gulden vererbte (zum Vergleich verdiente ein Knecht 3 – 4 Gulden pro Jahr, ein Bergarbeiter 100 Denare pro Woche und 1 Pferd kostete 2 - 5 Gulden) zeigt, dass sein Wohlstand trotz Verlust einzelner Bergwerksanteile noch beträchtlich war (vgl. Peter Kalus: „Die Fugger in der Slowakei“, 1999).

Das Bildnis Michael Königsbergers zeigt die mittlere Konsole incl. Initialen M.C. in der Eleemosynariuskapelle an der Nordwand, die auch vom Hauptschiff so eingesehen werden konnte.

Im Testament Michael Königsbergers vom 08.02.1503 (vgl. Gabor Endrödi:

„Überlegungen zu Bauarbeiten und Ausstattung der Neusohler Pfarrkirche um 1500, 2006“) bedachte er unter den Paragraphen:

- § 1: Messgewänder , Altartücher und Kelche für die Kirche unser lieben Frauen,
- § 2: Tausend Gulden für ein neues Dach der Kirche unser lieben Frauen Neusohl,
- § 3: eine Tafel auf den Altar in der Kirche unser lieben Frauen mit 1000 Floren,
- § 21: eine tägliche Messe in der Kapelle St. Johannes Eleemosinary sowie das Patronat des Pfarrers für die Kapelle verbunden mit einer Summe von 1250 Floren,



Bild 2.1.3 Konsolbildnis Michael Königsbergers

D.h. die Kapelle des heiligen Johannes Eleemosynarius war 1503 wieder in Nutzung. Und dass Michael Königsberger in seinem Testament keine Beträge mehr für den Ausbau der Kapelle gestiftet hat, aber als Stifter mit einer Konsole in der Kapelle an hervorgehobener Position platziert ist, lässt den Schluss

zu, dass die Kapelle nach dem Stadtbrand 1500 neu ausgebaut wurde und noch vor 1503 – dem Jahr des Testamentes Michael Königsbergers – fertiggestellt war und eine Nutzung stattfand. Michael Königsberger starb nach 1505.

Aber auch drei Ablassbriefe Michael Königsbergers sind bekannt, u.a. von 1500, wo Königsberger als Supplikant erwähnt wird, in der die Eleemosynariuskapelle bedacht wurde (vgl. Gabor Endrödi: „Überlegungen zur Ausstattung der Neusohler Pfarrkirche“).

Das die Barbarakapelle eine Etage tiefer, aber neben den Räumen der Sakristei, über der sich im Obergeschoss die Kapelle St. Johannes Eleemosynarius befindet, die Jahreszahl 1504 trägt, muss dem nicht entgegen stehen, da die Barbarakapelle einen anderen Stifter hatte (Familie Glocknitzer) und zu einem späteren Zeitpunkt fertig gestellt werden konnte.

Das die Eleemosynariuskapelle in eine vorherige bauliche Hülle neu eingefügt wurde belegen die Strebepfeilerstellungen, die mit den Gewölbejochen und Wölbanfängern der Eleemosynariuskapelle nicht konform gehen und ein vorheriges Gewölbe auf den vorherigen Raum ausgerichtet war, welches offensichtlich beim großen Stadtbrand 1500 zerstört wurde.

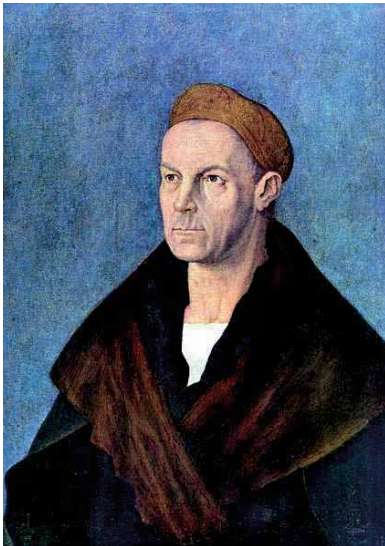


Bild 2.1.4 Bildnis Jakob Fugger (Albrecht Dürer)

Georg Königsberger, Michaels Sohn und Erbe hat die in dem Testament genannten Beträge aber aus dem Erbe nicht ausgezahlt, so dass der Stadtrat einige Bergwerke in Pfand genommen hat. Georg zog 1507 nach Augsburg, wo er sich mit Jakob Fugger verschwägerte und kein Interesse an Michael Königsberger Stiftungen hatte und seine Neusohler Bergwerke an Fugger verkaufte (bis auf die gepfändeten). Im Testament von Georg von 1523 an seinem Erben Jakob Kraus gab er die Anweisung, dass die noch in seinen Händen befindlichen Stiftungsbeträge für die Eleemosynariuskapelle dem Stadtrat zu übergeben seien. Kraus hat dann 1532 die Schulden mit einem Abgleich getilgt (vgl. Gabor Endrödi: „Überlegungen zur Neusohler Pfarrkirche um 1500“, 2006 und Peter Kalus: „Die Fugger in der Slowakei“, 1999) . Hier steht

die Frage: Wenn die Kapelle nicht schon 1503 fertig ausgebaut war und die Stiftungsgelder (wenn auch nicht für Bau sondern Nutzung) erst 1532 flossen, mit welchen Mitteln sollte dann die Kapelle ausgebaut worden sein und warum war M. Königsberger als Stifter mit Konsolbüste in der Kapelle?

2.1.2 Das Gewölbe der Eleemosynariuskapelle

Das Gewölbe der Eleemosynariuskapelle ist ein Schlingrippengewölbe mit einer Figuration in der Grundebene aus gleichen Kreisen. Der Kapellenraum ist in beiden Richtungen (Länge / Breite) stark konisch, was vermutlich auf die bauliche Vorgängerlösung und darauf aufbauender Anpassungen in den Überformungen späterer baulicher Lösungen zurückzuführen ist.

Die Eleemosynariuskapelle ist gemessen oberhalb der Fußbodenebene $17,14^9\text{m}$ (Nordseite), $17,18^6\text{m}$ (Südseite) lang; aber bereits an der Nordseite in ca. 5m Höhe gemessen (von der Treppe zum benachbarten Dachraum) beträgt die Länge nur noch $17,10^8\text{m}$, d.h. ca. 3,5cm weniger als über dem Boden, was auch starke Lotabweichungen der aufgehenden Wände belegt.

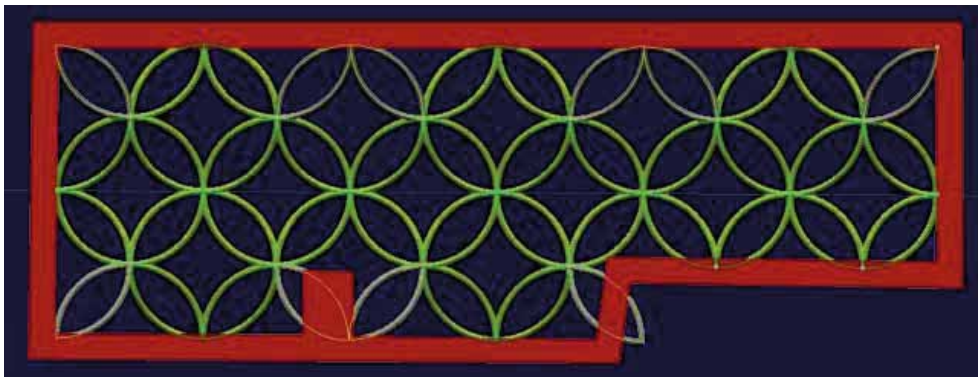


Bild 2.1.5 Untersicht der Figuration der Eleemosynariuskapelle – Nachkonstruktion von Jörg Lauterbach und Thomas Bauer nach eigener Vermessung der Rippen vom 06.06.2011



Bild 2.1.6 Ansicht Richtung Ost



Bild 2.1.7 Ansicht Richtung West



Bild 2.1.8 Mitte Nordwand mit Tief- / Hochpunkten



Bild 2.1.9 Nordwand – Blickrichtung West

In der Breite zeigt der Kapellenraum eine noch stärkere konische / trapezförmige Form. So verbreitert sich der westliche schmalere Bereich von 4,03m (Westwand) auf 4,14m (Übergang zum breiteren Raumbereich) und der östliche breitere Raum öffnet sich von 5,53m (westseitig) auf 5,65m (Ostwand). Die zwei großen Öffnungen der sich im 1. Obergeschoss des nördlichen Seitenschiffs befindlichen Eleemosynariuskapelle waren ursprünglich etwas größer ausgeführt, was bei Mauerwerksuntersuchungen von Vaclav Mencl in den Jahren vor 1937 festgestellt wurde.

Die Figuration zeigt vergleichbar mit der Wiener Landhauskapelle in der Breite zwei Kreise aneinander und in der Länge – hier dem längeren Kapellenraum geschuldet – sechs Kreise. Dieses Grundraster an Kreisfiguren wird um je $\frac{1}{2}$ Kreis versetzt von der zweiten identischen Kreisfiguration durchdrungen und ergibt das Bild der Ornamentik im Grundriss, bestehend aus Blütenblättern und dazwischenliegender Rauten im Rippenwerk.

Die Wölbung setzt sich in den vier Raumecken (Südwestliche Raumecke ist baulich durch Einbauten etwas angepasst) sowie an den Längswänden auf die jeweils in den Drittelpunkten befindlichen tiefliegenden Gewölbeanfängern. So ist auch das System des Lastabtrages zur Figuration klar erkennbar: 1. Kreis Tiefpunkt – 2. Kreis Hochpunkt – 3. Kreis Tiefpunkt u.s.w. D.h. aller zwei Kreise in der Grundfiguration findet sich ein für den Hauptlastabtrag befindlicher Gewölbeanfänger in Längs- wie auch in Querrichtung. Diese Ordnung finden wir genauso in der Landhauskapelle Wien wieder, wie auch in weiteren vergleichbaren Figurationen.

Die Einzelkreise der Grundrissfiguration haben, bezogen auf die Rippenmittellinie, einen Kreisdurchmesser von $2,76^5\text{m}$ und eine Quadratsehnenlänge (Dia-

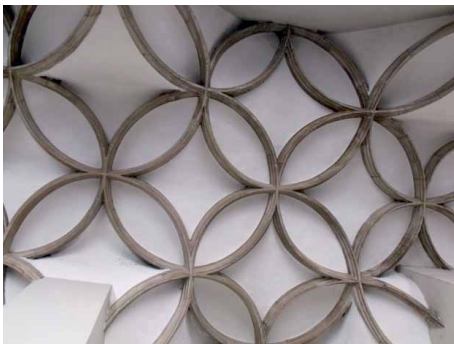


Bild 2.1.10 Figuration in Untersicht

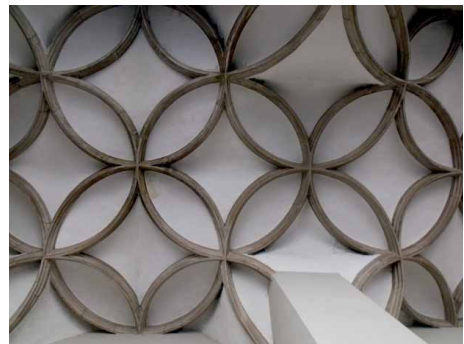


Bild 2.1.11 Figuration in Untersicht

gonale vom Kreisschnittpunkt zum Kreisschnittpunkt im Grundriss) von 1,95⁵m. Die Kämpferhöhe beträgt (gemittelt um die in den Einzelkämpfern ausgeformten Gewölbetoleranzen) 6,22m, die Knotenstichpunkte im Gewölbescheitel liegen in einer Höhe von 9,22m. Die Knotenkreuzungspunkte im seitlichen Viertel der Figuration (bezogen auf die Breitenausdehnung, daher unsererseits als „Viertelpunkte“ bezeichnet) liegen in einer Höhe von 8,70m.

Daraus ableitend ergibt sich ein mit den anderen in diesem Aufsatz untersuchten und gemessenen Schlingrippengewölben vergleichbares Höhen- / Steigungsverhältnis zwischen den vorgenannten Knotenpunkten von 2,48m für die steil ansteigenden Gewölbeanfänger in den außenliegenden Bereichen (jeweils äußeres Viertel in der Breite), also zwischen Kämpfer und Viertelpunkt sowie mit 52cm ein extrem flacher Wölbereich in dem oberen Mittelbereich zwischen den Viertelpunkten und seinem mittigen Scheitelpunkt. Die Gesamtsteigung des Gewölbes von 3,00m zwischen Kämpfer und Scheitel bei einer Raumbreite von 5,53 – 5,65m (Wölbung breiterer Bereich mit zwei vollen Kreisen) zeigt dabei ebenfalls große Übereinstimmungen mit den anderen untersuchten Gewölben in diesem Aufsatz.

Das Rippenprofil der Eleemosynariuskapelle besteht aus einem zweifach gekehlten Profil und zeigt mit den Kehlungen in den Proportionen starke Übereinstimmungen mit vielen Schlingrippengewölben des 16. Jahrhunderts (hier in diesem Aufsatz u.a. den Rathäusern Bunzlau und Löwenberg, dem Kreuzgang



Bild 2.1.12 Knotenpunkt



Bild 2.1.13 Knotenpunkte mit perfekter Passung und Krümmung, aber teilweise nicht voll durchgearbeitete Profildurchdringungen

im Basler Münster sowie der Erasmuskapelle Berlin).

Gegenüber der großen handwerklichen Perfektion der Wiener Landhauskapelle – mit Ihrer identischen Rippenfiguration zur Eleemosynariuskapelle Neusohl – zeigt sich allerdings an den Rippendurchdringungen (Knoten) eine meist einfachere handwerkliche Ausbildung, d.h. Profilierungen sind an den Durchdringungen nicht voll durchgearbeitet, sondern binden teilweise unprofiliert oder blockhaft ein.



Bild 2.1.14 Konsolplastik vor Rippenanfänger in Raumecke



Bild 2.1.15 Konsolplastik vor Rippenanfänger in Raummitte

Dagegen die Passgenauigkeit des Rippenwerkes und die geometrische Exaktheit der Rippenkrümmung beeindruckt und reiht dieses Gewölbe bei den Schlingrippengewölben bezüglich der handwerklichen Ausführung als eines der am besten ausgeführten ein. Bezüglich dem Umgang mit Toleranzen zeigt sich in der Eleemosynariuskapelle an Hand unserer Ergebnisse der Vermessung, dass hier ebenfalls wie in Wien, trotz enormer fehlender Parallelität der Längs- und Querwände, die Toleranzen über die Höhe der Rippenanfänger und deren Ineinanderlaufen aufgenommen werden, hingegen die im Gewölbescheitel befindlichen Zentralknoten alle exakt identisch im Koordinatennetz liegen. An allen Rippenanfängern sind genialerweise Konsolplastiken angebracht, sodass die Toleranzen der auslaufenden Rippen damit überspielt werden.

Auffällig und so woanders zuvor nicht gesehen, ist die Anbindung von hinterschnitten einlaufenden Rippen an den Knoten bzw. die Anbindung der Mauerwerkswölbung an diese Knotensituation. An vielen dieser Rippensituationen ist in der Eleemosynariuskapelle sichtbar, dass die Mauerwerkswölbung große Löcher oberhalb der Rippe hat und die hinterschnitten einlaufende Rippe am letzten Rippenwerkstück vor dem Knotenwerkstück offenkundig einen Sandsteinsteg zum Knoten hin besitzt. Ob dieser der Justierung, Befestigung, Ausrichtung oder Technologie diente lässt sich auf Grundlage des derzeitigen Erkenntnisstandes nur erahnen.



Bild 2.1.16 Knoten mit hinterschnitten einlaufenden Rippen und verdeckten Sandsteinstegen

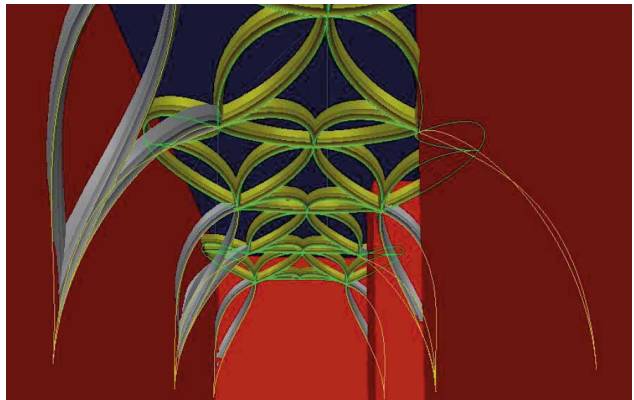
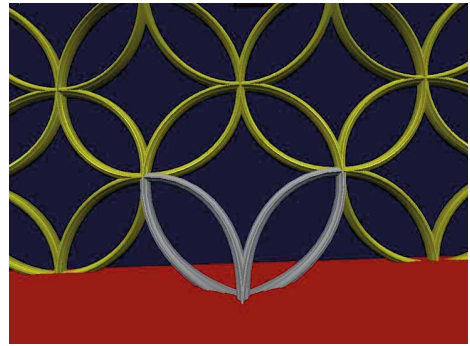
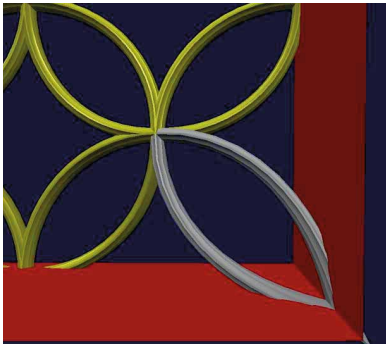
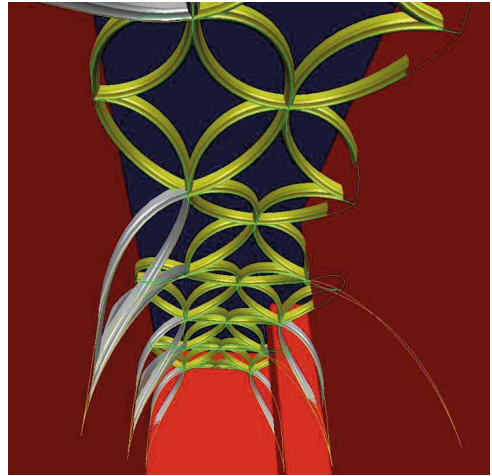
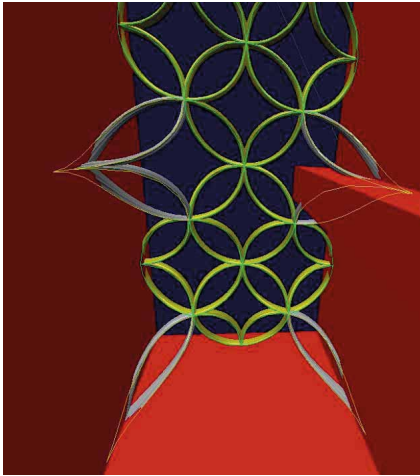


Bild 2.1.17 Visualisierung der Figuration und des Rippenwerkes der Eleemosynariuskapelle –
© 2011 Jörg Lauterbach - Thomas Bauer

Die Visualisierungen der Eleemosynariuskapelle auf der vorherigen Seite sind Nachkonstruktionen von Jörg Lauterbach und Thomas Bauer auf Grundlage der eigenen Vermessung des Rippenwerkes vor Ort am 06.06.2011 und haben die Genauigkeit der mittels Laser vom Steinboden abgegriffenen Koordinaten des Gewölbes.

Das Ziel der Nachkonstruktion auf Basis einer Vermessung des Rippenwerkes vor Ort ist der Vergleich dieses Datensatzes der Schlingrippen des Gewölbes der Eleemosynriuskapelle mit denen der anderen in diesem Aufsatz beschriebenen Gewölben , um Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Konstruktion, Figuration aber auch dem Umgang mit Toleranzen festzustellen und herauszuarbeiten.

2.2 Landhauskapelle Wien – ehemalige Kutschdurchfahrt

2.2.1 Historie Landhauskapelle

Am 25.04.1513 wurde das Liechtensteinische Haus der Gebrüder Wolfgang Hartmann und Erasmus von Liechtenstein zu Nikolsburg an die Stände des Herzogtums der Enns – Niederösterreich – verkauft (vgl. Rupert Feuchtmüller: „Das Niederösterreichische Landhaus Wien“, 1949).

Das Liechtensteinische Haus befindet sich an der Wiener Herrengasse, nahe der Hofburg, und reicht rückwärtig an den Minoritenplatz, zudem auch die ehemalige Kutschdurchfahrt führte.

Inwieweit der Mittelbau des Hauses mit der Durchfahrtshalle zum Zeitpunkt des Verkaufes 1513 schon da war, ist nicht bekannt. Die Grundmauern der Seitenflügel sind nachgewiesenermaßen vorhanden gewesen. Unter der zwischen den Seitenflügeln befindlichen Durchfahrtshalle wurden keine vertiefenden Grundmauern gefunden (vgl. Rupert Feuchtmüller: „Das Niederösterreichische Landhaus Wien“, 1949). Das Schlingrippengewölbe befand sich in der ehemaligen Durchfahrtshalle, dem Haupteingang zum Minoritenplatz hin.

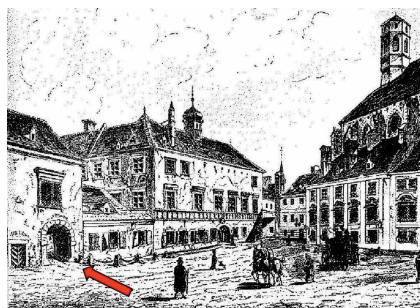


Bild 2.2.1 Kutschdurchfahrt vom Minoritenplatz aus

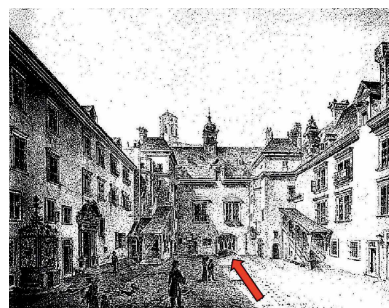


Bild 2.2.2 Kutschdurchfahrt vom Innenhof aus

Beim späteren Umbau zum Palais Niederösterreich im Jahre 1837, wo die ehemalige Durchfahrtshalle zur Landhauskapelle - unter Beibehaltung des Schlingrippengewölbes - umgestaltet wurde, fand man auf einem äußeren Torbogen die Jahreszahl 1516 (vgl. Rupert Feuchtmüller: „Das Niederösterreichische Landhaus Wien“, 1949). Diese Jahreszahl ist das wohl sicherste Indiz für die Ausführung des Schlingrippengewölbes um das Jahr 1515/1516, da der Torbogen

konstruktiv als sozusagen Gurtbogen mit dem Gewölbe verbunden ist.

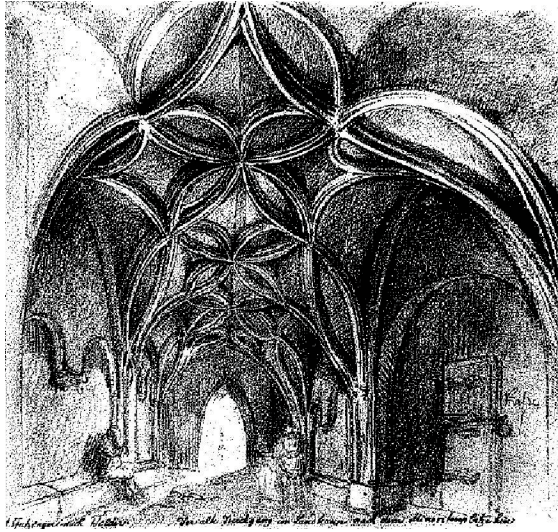


Bild 2.2.3 Kutschdurchfahrt Schlingrippengewölbe

Spinning (Entwurf von 1460-1465 / Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste Wien, Inv.Nr.HZ 16.856), dem damaligen Dombaumeister, gab. Auch sein Vorgänger im Amt des Dombaumeisters Jörg Öchsl soll diesbezüglich Entwurfstätigkeiten durchgeführt haben. An der Ausführung aber hat Anton Pilgram wohl teilgenommen, so sein Konsolbildnis und Initialen M*A*P (Meister Anton Pilgram) mit der Jahreszahl 1513 zu deuten sind.

Die Dombauhütte ist vom Niederösterreichischen Palais wenige Blocks entfernt, sodass eine Ausführung der Wiener Hütte am Schlingrippengewölbe der Durchfahrt eine sehr wahrscheinliche Variante darstellt.

Aber auch der Umstand, dass das Liechtensteinische Haus von der Niederösterreichischen Ständevertretung erworben wurde, sollte nicht unbeachtet bleiben. Schließlich haben viele Kirchenbauten aus dem Ende des 15. Jahrhunderts in Niederösterreich derartige Schlingrippenwölbungen. Warum sollte eine Ständevertretung nicht auch gerade heimatische Handwerkskünste in ihrer Vertretung zur Ausführung bringen wollen? Zudem die Steyrer Hütte eine Unterhütte der Wiener Dombauhütte war und diesbezüglich wohl Regelungen der Hoheit möglich gewesen sein müssten.

Auch das fast identische Schlingrippengewölbe der Eleemosynariuskapelle in

Die Frage wem der Entwurf sowie die Ausführung zugeordnet werden, beantwortet Rupert Feuchtmüller mit Anton Pilgram. Dieser wirkte seit 1511 in Wien als Dombaumeister. Ihm werden der Orgelfuß sowie zu mindestens eine Mitwirkung an der Ausführung der Kanzeltreppe zugeschrieben, wo sein Steinmetzzeichen zu finden ist. Feuchtmüllers Aussage ist zumindestens entgegenzuhalten, dass es bereits einen identischen Entwurf zum Orgelfuss von Laurenz

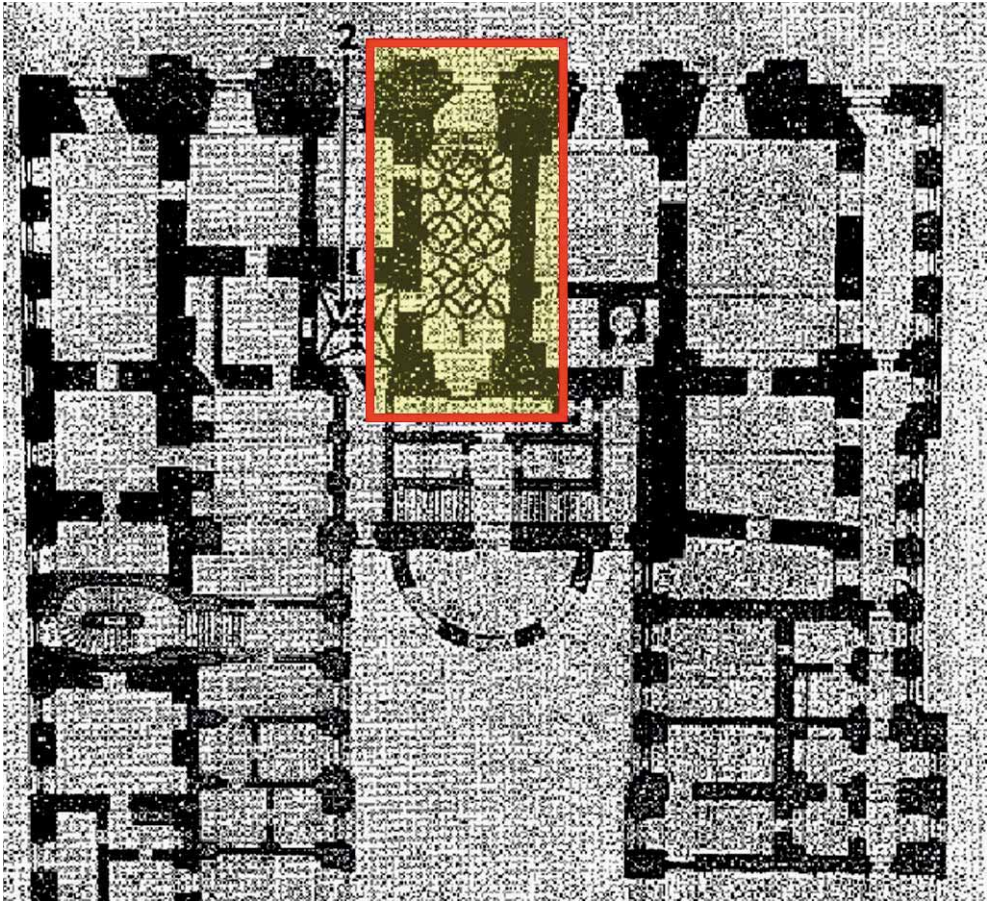


Bild 2.2.4 Grundriss des Erweiterungsbaues Niederösterreichisches Palais mit dem Schlingrippengewölbe im Erdgeschoss (oben mitte) in der ehemaligen Kutschdurchfahrt – nach Erweiterung zum Palais Niederösterreich dann Landhauskapelle

Neusohl, welches wohl um 1503 gefertigt wurde und zu mindestens ein identisches Steinmetzzeichen an einer Rippe zu Wien aufweist, ist als möglicher baulicher Vorgänger zu sehen soweit die Datierung 1503 von Neusohl und 1516 von Wien zutrifft. Inwieweit Anton Pilgram auch in Neusohl gewirkt haben könnte ist bezüglich seines Wirken in der Zeit um 1503 in Brünn hinsichtlich der örtlichen Nähe zu Neusohl denkbar, aber durch nichts zu belegen und wäre eine reine Spekulation.

Die Variante, dass die Eleemosynariuskapelle Neusohl zeitlich erst nach der Landhauskapelle 1516 ausgeführt wurde, ist theoretisch auch möglich, aber

hinsichtlich der Ausführungen aus Michael Königsbergers Testament aus Neu-sohl von 1503 kaum wahrscheinlich, da diese offenkundig 1503 schon wieder als Kapelle genutzt wurde.

Unseres Erachtens ist für die handwerkliche Ausführung auch nicht vordergründig, sich namentlichen Zuschreibungen zu widmen, sondern die Tatsache, dass eine fast identische Ausführung zweier Schlingrippengewölbe an verschiedenen Orten auftaucht. Letzteres lässt hier nachvollziehen, inwieweit diese Figuration nach einem vorgegebenen System gefertigt wurde.

Die Wiener Kapelle stellt dabei die zweifelsohne handwerklich perfektere Ausführung dar. Unseres Erachtens kann man sogar so weit gehen zu sagen, dass das in Wien bei den von uns untersuchten Schlingrippengewölben das am exaktesten gefertigte ist und wohl neben dem Wladislawsaal in der Prager Burg zu den handwerklich perfektesten Schlingrippen, die wir kennen, zählt.



Bild 2.2.5 Steinmetzzeichen in der Kapelle Banska Bystrica (Rippenwerk ist unsererseits noch nicht auf Zeichen untersucht, dieses ist gut zugänglich und fällt ins Auge)



Bild 2.2.6 Steinmetzzeichen in der Kapelle Wien (ist das in Wiener Kapelle am häufigsten auftretende Zeichen, wir haben es 5 mal gesehen)

Nicht nur das in der Wiener Kapelle umfangreicher ausgeführte Motiv des Rippenprofils sondern auch die voll durchgearbeiteten Profilierungen bei sich durchdringenden Rippen beeindruckt und unterscheidet sich von der etwas grö-

beren, aber dennoch gegenüber vielen Schlingrippengewölben gekonnter ausgeführten Schlingrippen in Neusohl und könnte auch den Schluss zulassen, dass die Wiener Kapelle bei gleicher Figuration eine handwerkliche Weiterentwicklung der Eleemosynariuskapelle wäre. Aber andererseits sind einfachere Kopien von perfekteren Vorbildern auch bei Schlingrippen denkbar, siehe dazu nur das Bunzlauer Rathaus mit seiner einfach gehaltenen Nachahmung des Wladislawsaales der Prager Burg.



Bild 2.2.7 Schlingrippengewölbe Landhauskapelle Wien



Bild 2.2.8 Schlingrippengewölbe Eleemosynariuskapelle Neusohl

2.2.2 Das Gewölbe der Landhauskapelle Wien

Das Schlingrippengewölbe der Wiener Landhauskapelle leitet sich aus einer Figuration in der Grundebene – bestehend aus gleichen Kreisen – her. Die Kapelle zeigt Abmessungen von 11,17m in der Länge und 4,89m in der Breite, wobei die mit Schlingrippen überwölbte Fläche dabei 10,43m (Länge) mal 4,57m (Breite) beträgt. Die Figuration zeigt dabei in der Länge $4\frac{1}{2}$ Kreise aneinandergesetzt und in der Breite zwei Kreise aneinander, die von einer aus gleichen Kreisen bestehenden Kreisanordnung – jeweils um einen halben Kreis versetzt – durchdrungen werden.

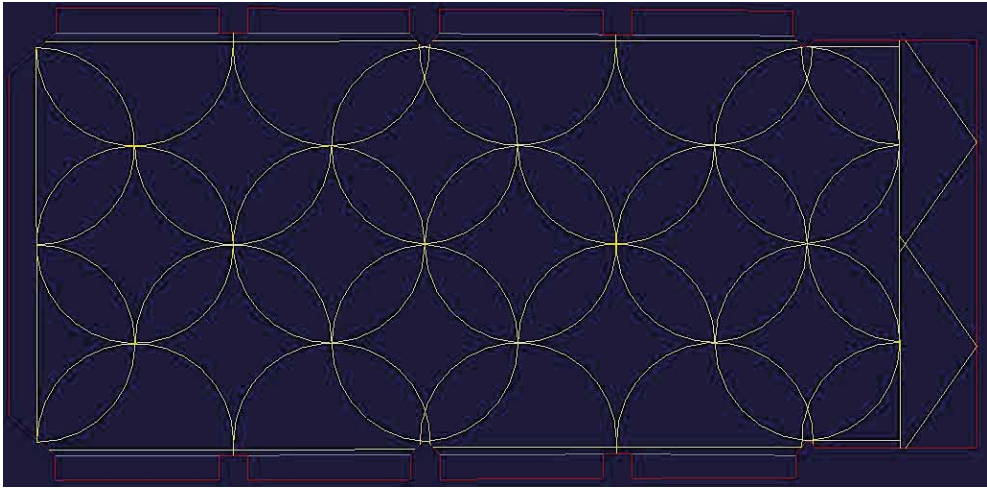


Bild 2.2.9 Figuration Wien, vor Ort vermessen und nachkonstruiert © 2010 Thomas Bauer und Jörg Lauterbach

Die Einzelkreise der Grundrissfiguration haben – bezogen auf die Rippenmittellinie – einen Kreisdurchmesser von 2,44m und eine Sehnenlänge (Diagonale von Kreisschnittpunkt zu Kreisschnittpunkt im Grundriss) von 1,72⁵m. Diese Sehne ist bei der Figuration aus gleichen Kreisen eine Seitenlänge des innerhalb des Kreises liegenden größtmöglichen Quadrates (Quadratsehne).

Die Kämpferhöhe beträgt (gemittelt um die in den Einzelkämpfern ausgeformten Gewölbetoleranzen) 2,66m, die Knotenstichpunkte im Gewölbescheitel liegen beeindruckend genau – fast auf 1mm exakt – alle gleich in einer Höhe von 5,49⁵m. Die Knotenkreuzungspunkte im seitlichen Viertel der Figuration (bezogen auf die Breitenausdehnung), daher unsererseits „Viertelpunkte“ genannt, befinden sich mit geringen Toleranzen in einer Höhe von 5,03m.

Daraus ableitend ergibt sich ein mit den anderen in diesem Aufsatz untersuchten und gemessenen Schlingrippengewölben vergleichbares Höhen- / Steigungsverhältnis zwischen den vorgenannten Knotenpunkten von 2,37m für die steil ansteigenden Gewölbeanfänger in den außenliegenden Bereichen (jeweils äußeres Viertel in der Breite), zwischen Kämpfer und Viertelpunkt sowie mit 47cm ein extrem flacher Wölbereich in dem oberen Mittelbereich zwischen den Viertelpunkten und seinem mittigen Scheitelpunkt. Die Gesamtsteigung des Gewölbes von 2,84m zwischen Kämpfer und Scheitel bei einer Raumbreite von 4,57m (Wölbung) / 4,89m (Raum) zeigt dabei ebenfalls große Übereinstimmungen mit den anderen untersuchten Gewölben.



Bild 2.2.10 Längssicht Landhauskapelle – Höhenentwicklung



Bild 2.2.11 Schrägsicht Landhauskapelle - Höhenentwicklung

Das Rippenprofil der Wiener Landhauskapelle basiert in der Grundform auf einem zweifach gekehlten Rippenprofil und zeigt mit den Kehlungen in den Proportionen starke Übereinstimmungen mit der Eleemosynariuskapelle in Neusohl / Banska Bystrica. Darüber hinaus zeigt es als eines der schmuckvollsten und handwerklich perfektsten Rippenprofile – die wir kennen – in der oberen Kehle einen aufgesetzten Rundstab (als Halbstab) mit oberseitiger Quadratlinse und in der unteren Kehle eine der Kehle gegenläufige Bauchung. Andererseits zeigen die Wiener Profile einen sehr stark ausgeprägten oberen Wangenbereich, der in seiner Mächtigkeit (im sichtbaren Bereich unterhalb der Mauerwerkswölbchalen) zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ der Höhe des profilierten Rippenquerschnittes ausmacht.

Die große Perfektion der Wiener Landhauskapelle zeigt sich zudem in den meisterhaft durchgearbeiteten Rippenprofildurchdringungen, die bis ins letzte schwierigste geometrische Detail ausgearbeitet sind. Insbesondere im Einschnitt einer hinterschnitten einlaufenden Rippe ist in Wien genau die Profilierung der Schnittstellen ausgearbeitet, wo sich viele andere Schlingrippengewölbe mit einer unprofilierten oder blockhaften Einbindung begnügen.

Neben der beeindruckenden Rippenausführung und Perfektion in der Passgenauigkeit des Rippenwerkes, zeigt sich in der Wiener Landhauskapelle auch ein meisterhaftes Arbeiten bei dem Umgang mit Toleranzen. Der Kapellenraum weist sowohl in der Länge als auch in der Breite Toleranzen auf. Insbesondere in der Länge ist die nördliche Seite fast 2cm kürzer als die südliche. Sie ist sowohl über die gemessenen Einzelstrecken als auch bei den von der Wölbfläche gemessenen Diagonalen feststellbar. Aufgenommen wurden die Toleranzen,

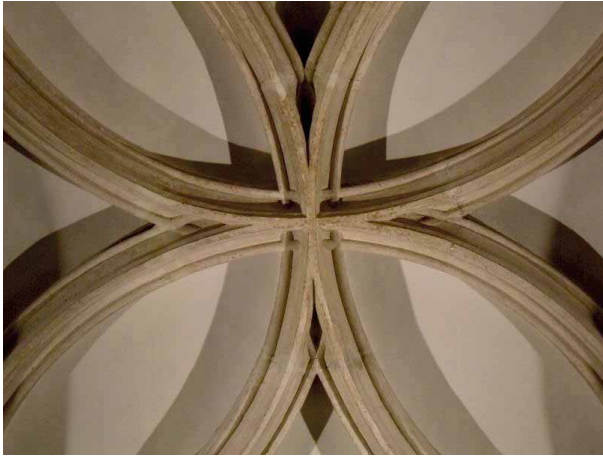


Bild 2.2.12 Knoten im Stich – perfekt gearbeitete Profildurchdringungen



Bild 2.2.13 meisterhafte Profildurchdringungen

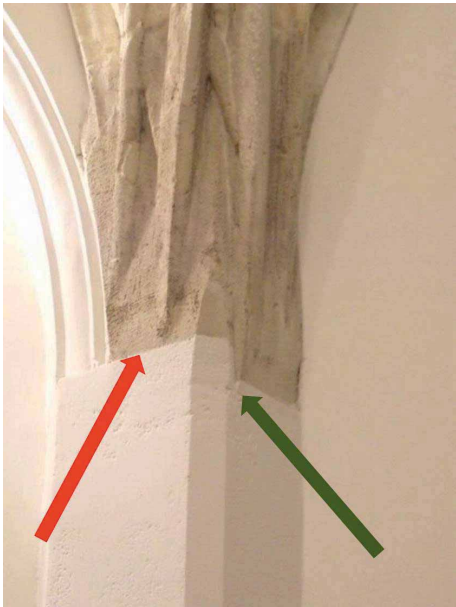


Bild 2.2.14 Toleranzaufnahme über Höhen der Rippenanfänger

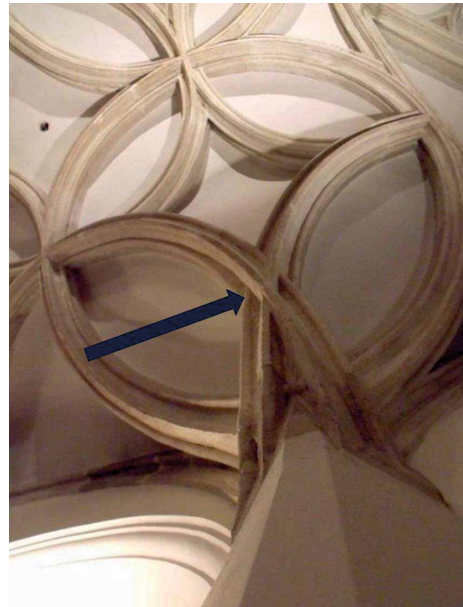


Bild 2.2.15 Toleranzaufnahme über nicht fluchtgerecht ineinander- sich durchkreuzende Rippen

wie unsere Vermessung in Ansätzen belegt, hauptsächlich über die Gewölbeanfänger. D.h., ist z.B. die linke Jochbreite etwas länger als die rechte Seite desselben Joches, so läuft die Rippe an der längeren Seite im Anfänger etwas tiefer aus. Da aber an Jochgrenzen Rippen von benachbarten Jochen in einem Dienst auslaufen, kommt es dabei zu dem Effekt, dass im selben Anfänger die Rippe des einen Joches tiefer ansetzt als die andere Rippe des benachbarten Joches. Oder noch eleganter ist die Lösung in gering trapezförmigen Jochen für Rippenläufe am Gewölbeanfänger, wo zum einen die rechte Rippe geringfügig über der linken liegt oder umgedreht, aber immer den Toleranzen aus dem „Raumtrapez“ folgend – beeindruckend!

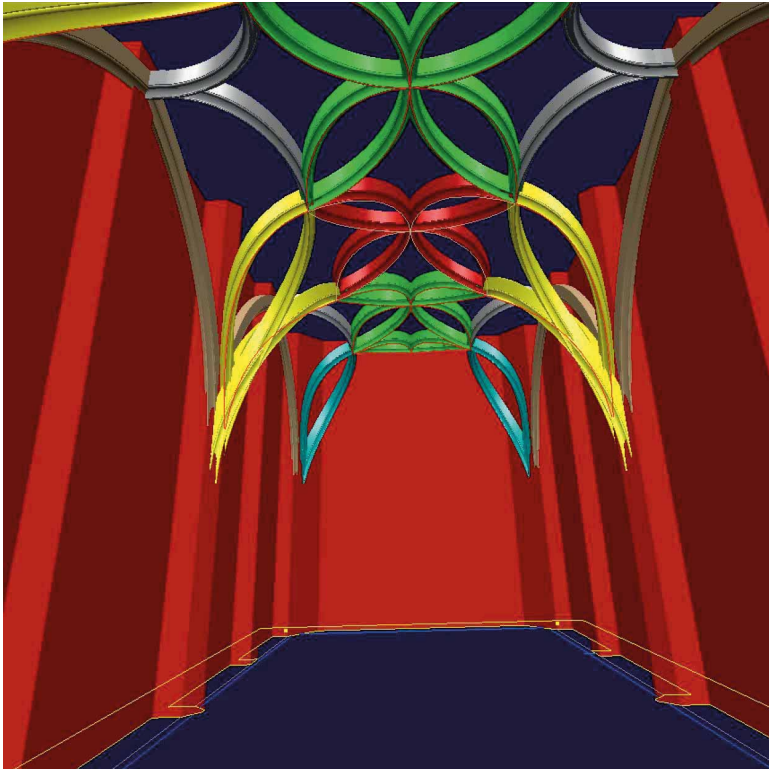


Bild 2.2.16 © 2011 Bauer-Lauterbach – Nachkonstruktion Rippenwerk Landhauskapelle nach eigener Vermessung - Perspektive

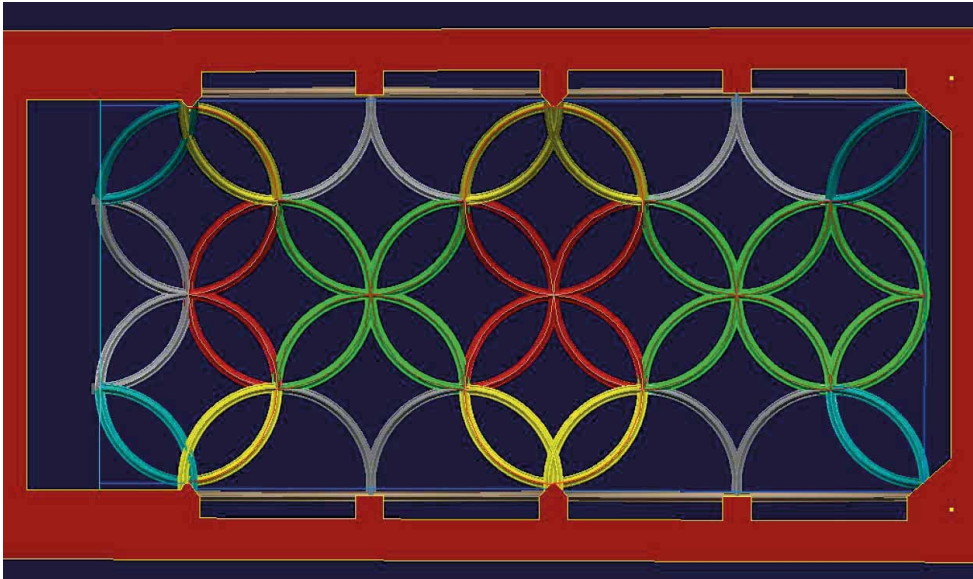


Bild 2.2.17 © 2011 Bauer-Lauterbach – Nachkonstruktion Rippen Landhauskapelle nach eigener Vermessung – Figuration Untersicht

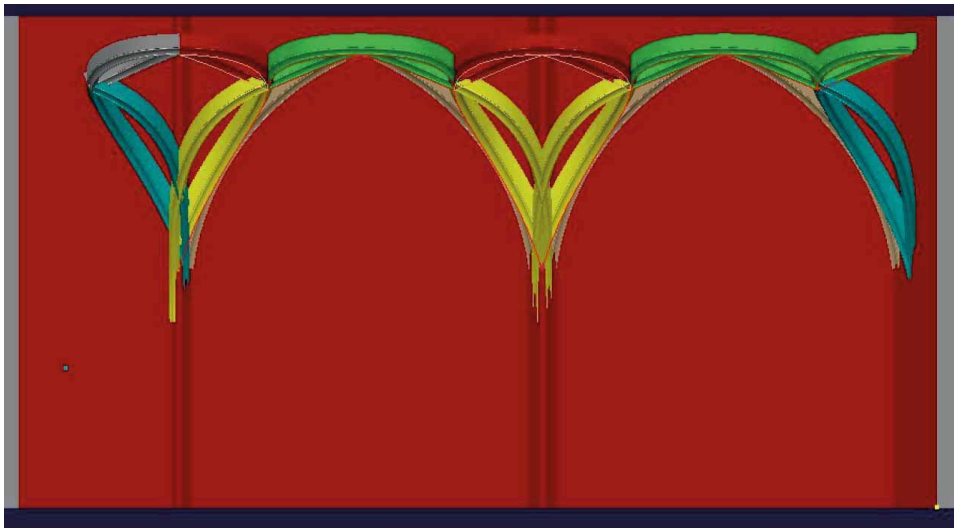


Bild 2.2.18 © 2011 Bauer-Lauterbach – Nachkonstruktion Rippenwerk Landhauskapelle nach eigener Vermessung - Längsschnitt

2.3 Kreuzgang des Basler Münsters – Rotbergkapelle

2.3.1 Historie Kreuzgang des Basler Münsters – Rotbergjoch

Die erste Bauetappe des Basler Münsters reicht bis ins 9. Jahrhundert mit der ersten karolingischen Kirche zurück. In der sogenannten dritten Bauetappe entstand in Erweiterung der Vorbauten die heute noch erlebbare spätromanische Gestalt des Basler Münsters. Ein Erdbeben im Jahre 1356 führte zu Schäden am Bauwerk und brachte die Türme zum Einsturz. Erst im 15. Jahrhundert wurden diese wieder aufgebaut. In diesem Zeitraum erfolgte die Umgestaltung der Kreuzgänge im spätgotischen Stil. Das Basler Münster diente dem Bischof von Basel als bischöfliche Domkirche, bis zum Basler Bildersturm am 09.02.1529 und dem Einzug der Reformation, von wo an das Münster als Hauptpfarrkirche der Stadt diente.



Bild 2.3.1 Basler Münster mit großem Kreuzgang



Bild 2.3.2 Rotbergjoch am Übergang großer Kreuzgang zum Münster

Von 1431 bis 1448 fand im Münster das Basler Konzil statt, wo auch am 24.07.1440 in Folge der Spaltung des Konzils von 1438 die Wahl eines Gegenpapstes, Felix V., auf dem Münsterplatz stattfand. Eine für die Stadt Basel

bedeutende Folge des Konzils war, die von Papst Pius II (war während der Zeit des Konzils Sekretär) mit dem Erlass einer Stiftungsbulle am 04.04.1460 eröffnete Universität Basel, die sozusagen als Nachfolger der Konzilsuniversität, dessen Bibliothek sich im 1. Obergeschoss des Saales zwischen kleinem und großem Kreuzgang befand, anzusehen ist.

In diesem Jahr 1460 entstand auch die spätgotische Rotbergkapelle im großen Kreuzgang (Entstehungszeit des gesamten großen Kreuzganges wird auf 1429 bis 1462 datiert), die heute als sogenanntes Rotbergjoch bezeichnet wird. Benannt ist das Rotbergjoch nach seinem Auftraggeber Bischof Arnold III. von Rotberg, der von 1451 bis zu seinem Tod 1458 im Bischofshof in der Rittergasse seinen Sitz hatte. Zwei Jahre nach dessen Tod wurde das Rotbergjoch durch den Baumeister Peter Knebel errichtet (Information Dombauhütte).

2.3.2 Das Gewölbe des Rotbergjoches im Großen Kreuzgang des Basler Münster

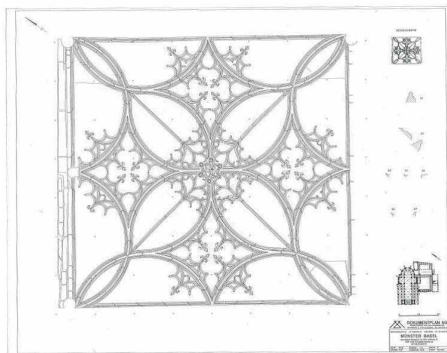


Bild 2.3.3 Plan der Untersicht Gewölbe Rotbergjoch – Photogrammetrische Dokumentation der Münsterbauhütte Basel (mit freundlicher Genehmigung des Dombaumeisters)

Das Gewölbe des Rotbergjoches ist ein mit Maß- und Stabwerk verziertes Schlingrippengewölbe. Die Grundfiguration des Rippenwerkes in der Grundebene besteht im umlaufenden Randbereich aus sich leicht überschneidenden Kreisfragmenten – nahe dem Halbkreis – und im Mittelfeld aus sich im Scheitel kreuzenden, den theoretischen Gratbögen folgenden Blütenblättern, die sich aus um den Grat gespiegelten Kreisfragmenten zusammensetzen.

In und um die vier entstehenden Rauten der Figuration sowie um den Gewölbescheitel sind die Rippen durch hängendes Maßwerk mit aufgesetztem Ornament, einer vergoldeten Lilie, deren mittleres Blatt die Form einer Bekrönung (Bischofshut) zeigt, versehen. Die sich ergebenden Räume zwischen dem aufgesetzten Maßwerk in den Rauten ähneln sehr den bekannten Nonnenköpfen in gotischen Maßwerken.

Die sich ergebenden Räume zwischen dem aufgesetzten Maßwerk in den Rauten ähneln sehr den bekannten Nonnenköpfen in gotischen Maßwerken.

Die hängenden Maßwerke sind einschließlich dem zugehörigen Schlingrippensegment, bis auf die aufgesetzten goldenen Lilien, jeweils aus einem Werkstück in meisterhafter, sehr filigraner Detaillierung, gefertigt. Inwieweit die Maßwerke in ihrer dritten Dimension auch dem steigenden Bogen – Prinzipalbogen – der Schlingrippen im Detail folgen oder aber als ebenes – zweidimensionales – Maßwerk an die gekrümmte Schlingrippe angerissen wurden, läßt sich weder augenscheinlich noch messtechnisch feststellen, da der Prinzipalbogen innerhalb eines Rippensegmentes nur geringfügig steigt. Die Grundfläche des Rotbergjoches ist nicht exakt quadratisch, sondern ein leicht trapezförmiger Raum. Die Längsseite zum Hof misst 3,50m, die gegenüberliegende Seite fast exakt identisch 3,49⁹m. Aber die Breite am Übergang zum Münster misst 3,45²m, während die Seite zum großen Kreuzgang hin 3,43⁷m ist.



Bild 2.3.4 Rotbergjoch Gewölbeuntersicht – Schlingrippen mit hängendem Maß- und Stabwerk



Bild 2.3.5 Hängendes Maßwerk ähnlich Nonenköpfen figuriert

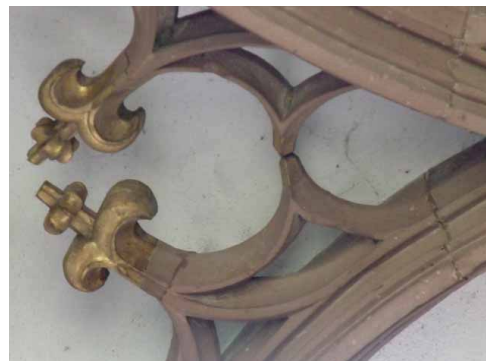


Bild 2.3.6 aufgesetzte goldene Lilie auf hängendem Maßwerk

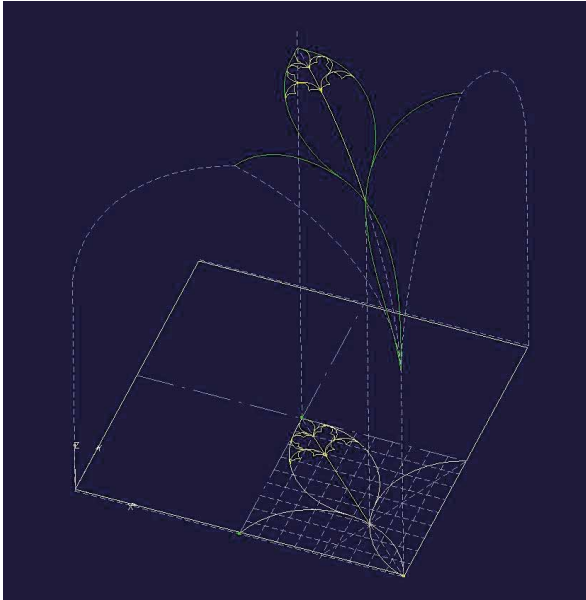


Bild 2.3.7 Figuration Rotbergjoch mit eigener Vermessung vom 25.06.2011

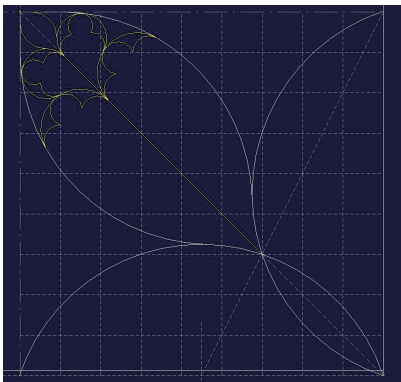


Bild 2.3.8 Geometriebezug Radien- und Achsschnittpunkt

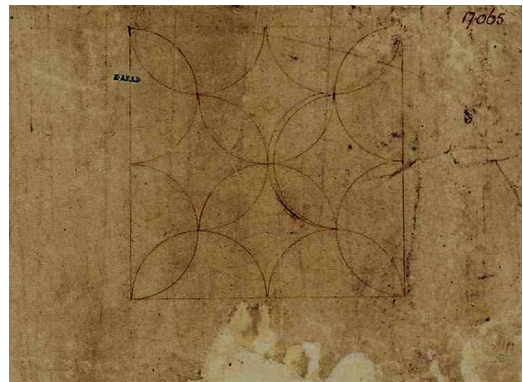


Bild 2.3.9 Quadratisches Gewölbefeld mit Kurvenrippengewölbe HZ17065, recto , 151 * 216 mm (Bl) Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen

Die jeweils ersten Rippenkreuzungspunkte nach dem Anfänger, unsererseits Viertelpunkte genannt, liegen in Höhen von $4,48^3\text{m}$ / $4,50^6\text{m}$ / $4,49^5\text{m}$ relativ exakt auf einem Niveau, genau wie die um den Gewölbescheitel liegenden Punkte mit $5,15^5\text{m}$ / $5,16\text{m}$ / $5,14^7\text{m}$. Die geringen Differenzen lassen sich wohl eher mit Messtoleranzen bezüglich des nicht exakt ebenen Steinbodens

erklären (gemessen wurde am jeweils letzten Rippenfragment vor dem hängenden Schlussstein, der ein Messen des Scheitelpunktes der Rippenkreuzung nicht zulässt).

Die Gewölbeanfänger zeigen indes stärkere Toleranzen zwischen 2,83¹m und 2,86m und sind auch augenscheinlich durch die abweichend voneinander auslaufenden Rippenanfänger die toleranzaufnehmenden Glieder innerhalb des Rippenwerkes. Vergleichbar mit den anderen in diesem Aufsatz untersuchten Schlingrippengewölben zeigen sich hier Details von different überschritten auslaufenden Rippen in zudem abweichender Höhenlage.



Bild 2.3.10 Anfängerdetails Rippen



Bild 2.3.11 Anfängerdetails Rippen

Das faszinierendste Detail an der Schlingrippenfiguration des Rotbergschen Joches ist das hängende Stabwerk. Diese vier Stäbe sind in den vier zentral angeordneten großen Blütenblättern, also zwischen jeweils dem Viertelpunkt und dem Gewölbescheitelpunkt, genau mittig verlaufend angeordnet und orientieren sich somit wohl am theoretischen Prinzipalbogenverlauf (soweit er gefaltet verläuft und demnach das hängende Stabwerk der Orthogonalprojektion folgt). Messungen je Stab am Anfangs-, Mittel- und Endpunkt belegen, trotz Messtoleranzen in Folge des vom Steinboden aus Mittels Laser abgegriffener

Höhepunkte, mutmaßlich die gekrümmte Steigung der Stäbe in ausreichendem Maße und lassen den Schluss zu, dass sie dem in der direkten Verbindung zwischen Viertel- und Scheitelpunkt gerissenen Prinzipalbogen folgen.



Bild 2.3.12 Hängendes Stabwerk mittig im Blütenblatt verlaufend



Bild 2.3.13 Hängender Stab mit Ausbruchsstelle am Maßwerkansatz

In wie weit diese hängenden Stäbe dabei eine technologische Funktion bezüglich des Prinzipalbogenverlaufes für das Versetzen und Überwölben der Schlingrippen besaßen, lässt sich dabei nur vermuten. In Folge ihrer äußerst schlanken Ausbildung, bei der doch für Ihren Querschnitt beträchtliche Länge und Längskrümmung, lässt sich eine stabilisierende Funktion für das Maßwerk aber kaum nachvollziehen, vor allem da alle Maßwerkansätze außerhalb dieser vier Blütenblätter sich auch frei hängend an den Rippen befinden. Aber vor allem wegen ihrer Längskrümmung, die bei einer theoretischen geringfügigen Verformung der Gewölbe eher zum Bruch der Stäbe als zu einer Stabilisierung führen würde, schließt konstruktive Gründe eher aus, wie auch die vorhandenen Bruchstellen belegen. Eine gestalterische Aufgabe ist den Stabwerken wohl auch kaum abzunehmen, da die frei hängenden Maßwerke doch eher die handwerkliche Meisterschaft zur Geltung bringen. Unseres Erachtens handelt es sich bei der Anordnung der frei hängenden Stabwerke am ehesten wahrscheinlich um eine formgebende Funktion für die Mauerwerkswölbung des Joches dieses sehr frühen Schlingrippengewölbes (1460).

Der hängende Schlussstein, ein bildhauermäßig meisterhaft ausgearbeiteter Schmuckstein, trägt das Wappen des Bischofs Arnold III von Rotberg. In der linken Schildhälfte ist das Wappen des Fürstbischofs von Basel, roter Bischofsstab auf silbernen Grund, zu sehen und in der rechten das Herzschild derer von Rotberg mit einem schwarzen Balken auf goldenen Grund. Dieses Wappen



Bild 2.3.14 Hängender Schlussstein mit dem Wappen Bischof Rotberg



Bild 2.3.15 Perfekte ausgearbeitete Profildurchdringung an der Rippenkreuzung

befindet sich auch vergleichsweise am Bischofshof in der Rittergasse, welcher von Bischof Arnold III von Rotberg gebaut und von 1451 bis zu seinem Tod 1458 bewohnt wurde.

Die große handwerkliche Qualität der Rippenfertigung zeigt sich bei diesem Gewölbe an der im Detail voll ausgearbeiteten Profildurchdringung an den Knotenpunkten sowie der exakten Passgenauigkeit im Rippenwerk mit minimalen Fugenbreiten und kaum sichtbaren Profilabsätzen der aneinander liegenden Rippenwerkstücke. Auch die Krümmung des Rippenwerkes beeindruckt gerade wegen des geringen Sichtabstandes im Vergleich zu den anderen Schlingrippengewölben Niederösterreichs aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts.



Bild 2.3.16 Maßwerkdetail



Bild 2.3.17 Maßwerkdetail

Offenbar zeigt sich hier die historisch im 15. Jahrhundert schon lang anhaltende Erfahrung und Meisterschaft der Basler Münsterhütte im besonderen Maße.



Bild 2.3.18 sehr flach verlaufender Zentralbereich des Rippenwerkes (fast waagrecht)



Bild 2.3.19 sehr flach verlaufender Zentralbereich des Rippenwerkes (fast waagrecht)

2.4 Die Rathäuser Bunzlau / Boleslawiec und Löwenberg / Lwowek Slaski

2.4.1 Historie der Rathäuser Bunzlau / Boleslawiec und Löwenberg / Lwowek Slaski

Die Städte Bunzlau (polnisch Boleslawiec) und Löwenberg (polnisch Lwowek Slaski), ca. 20 km voneinander entfernt und ca. 40km östlich von Görlitz liegend, sind seit dem Mittelalter im niederschlesischen Raum bedeutende städtische Befestigungen mit starken wirtschaftlichen Traditionen in Gewerbe und Handel. Während Bunzlau (Ersterwähnung 1201) die reichen Tonlagerstätten zu einem bedeutenden Zentrum des Töpfereihandwerkes führten, spielte für Löwenberg (Stadtrecht 1209 / 1213) vor allem die verkehrsgünstige Lage als Handelsplatz an der Kreuzung der Via Regia und der Nord-Südtangente zwischen den Hansestädten Breslau und Krakau die maßgebende Rolle für den Wohlstand der städtischen Entwicklung.



Bild 2.4.1 Rathaus Bunzlau



Bild 2.4.2 Rathaus Löwenberg

Das Rathaus in Bunzlau wurde nach der Zerstörung 1429 durch die Hussiten 1432 als gemauertes Gebäude (ursprünglich hölzern) wieder aufgebaut. In den Jahren von 1525 bis 1535 erfolgte dann der bedeutende Ausbau des Südgangs und des Ratssaales. Der mit einem spätgotischen Schlingrippengewölbe ausgebaute Ratssaal wurde dabei dem seit ca. 1517/18 in Görlitz wirkenden Werkmeister Wendel Roßkopf dem Älteren zugeschrieben (im Protokoll des

„Annaberger Hüttentages“ von 1518 wird er als Meister zu Görlitz und Schlesien aufgeführt). Allerdings bestehen dazu nach Auswertung der handwerklichen Fertigung einige Zweifel, wie im nachfolgenden Kapitel zum Gewölbe näher beschrieben wird.

Das Rathaus in Löwenberg wurde nach Zerstörungen durch einen Stadtbrand 1518 ab 1520 wieder errichtet, im Stil der Spätgotik bei den Wölbungen und der Renaissance bei den Fassaden. Die vier gewölbten Säle sowie der Rathausausbau insgesamt werden dabei in mehreren Quellen ebenfalls Wendel Roßkopf zugeordnet, welche in Bezug zur Büste eines Werkmeisters mit Winkelmaß und den Initialen „T.L.“ unterhalb des Gewölbes Zweifel hinterlässt.



Bild 2.4.3 Büste Meister „T.L.“ mit Winkelmaß

Da Ende 16. Jahrhundert / Anfang 17. Jahrhundert in Löwenberg eine bekannte Steinmetzfamilie Lindener lebte und es im 16. Jahrhundert einen Steinmetz Tomas Lindener (T.L.) aus dieser Familie gegeben haben soll, sollte auch diese Richtung geprüft werden. Wahrscheinlich stammt auch Hans Lindener, ein Mitarbeiter von Wendel Roßkopf, aus dieser Familie (vgl. Clara Kaczmarek-Löw: „Wendel Roskopf“, Dissertation 2010). 1622 hatte z.B. ein Bildhauer zu Dresden, Wenzel Lindener, den Sandsteinaltar in der Lockwitzer Schloßkirche bei Dresden geschaffen, was auf eine langanhaltende Familientradition des Steinmetzhandwerkes hindeutet, die in der Spätgotik nicht unüblich war.

Insbesondere sollte aber auch der Einfluss nicht unbeachtet bleiben, den Niederschlesien durch Breslau und Krakau erfahren hat, und nicht alle Entwicklungen der Frührenaissance in Löwenberg und Bunzlau allein können dem Görlitzer Werksmeister Wendel Roßkopf zugeschrieben werden. Allein der Bischof von Breslau, Johann Thurzo d. J., ein Sohn des Grafen Hans Thurzo (siehe Banska Bystrica – Eleemosynariuskapelle) und Mitglied der in Krakau an-

sässigen, mächtigen und einflussreichen Patrizierfamilie, spielte eine gewaltige Rolle. Er zeichnete sich in Breslau durch viele Bautätigkeiten aus, bei denen seine Kenntnisse der in den letzten Jahren entstandenen Bauten der Spätgotik und Renaissance in Krakau, Banska Bystrica und Ofen (heute Budapest) sicher auch seinen Einfluss hatten. Insbesondere aber die Angliederung der Oberlausitz an das ungarische Königreich unter Matthias Corvinus (1469-1490) und die später folgenden familiären Verbindungen der Jagellionen in Krakau mit dem Hause Forza in Mailand brachte maßgebenden Einfluss italienischer Architekten und Bildkünstler nach Polen und Schlesien.



Bild 2.4.4 Saal im Rathaus Löwenberg



Bild 2.4.5 Ratssaal Bunzlau

2.4.2 Das Gewölbe des Ratssaales Bunzlau

Der Ratssaal in Bunzlau zeigt ein Schlingrippengewölbe, bestehend aus zwei Jochen mit einem sechsteiligen Blütenstern (manchmal als Schleifensterngewölbe bezeichnet), welches in der Figuration dem Wladislawsaal in der Prager Burg vollständig folgt. Eine vollständige eigene 3D Vermessung des Saales bestätigte dabei fast identische Proportionen mit dem Prager Wladislawsaal, d.h. die Aufteilung der Figuren in Bezug zu Jochlänge und Jochbreite sind fast identisch, allerdings die Steigungs- und Höhenverhältnisse sind in der Proportion deutlich abweichend (Bunzlau ist erheblich flacher in Bezug zum Längen- / Breitenverhältnis des Raumes als der wesentlich steilere Wladislawsaal, d.h. die Prinzipalbögen sind trotz gleicher Figuration nicht identisch im Proportionsverhältnis).

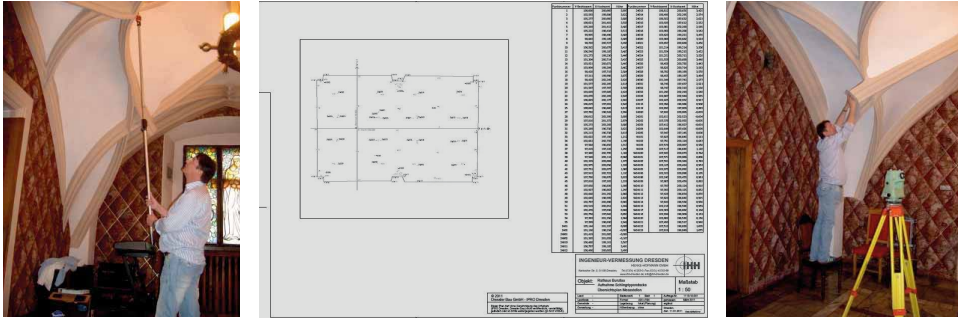


Bild 2.4.6 Vermessung mit 3 D Koordinaten – Thomas Bauer mit Büro Ingenieurvermessung Henke Hoffmann Dresden (IHH)

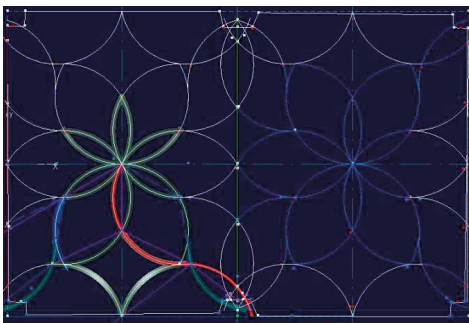


Bild 2.4.7 Figuration Ratssaal Bunzlau © 2011 Lauterbach -Bauer

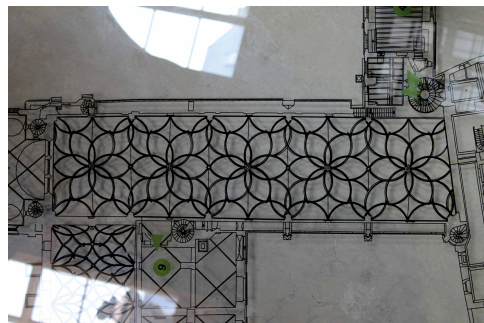


Bild 2.4.8 Figuration Wladislawsaal Prag (Tafel mit Figuration am Eingang zum Wladislawsaal Hradschin-Prag)

Der Bunzlauer Ratssaal hat eine Länge von $10,52^6$ m bzw. $10,39^1$ m und eine Breite von $6,86^6$ m bzw. $6,90^1$ m und die Größe aller Einzelfiguren ist aus dem hier veröffentlichten Messplan mit 3D Koordinaten entnehmbar. Die typischen Prager Details sich über- und hinterschnittener Rippen, die sich nicht vollständig treffen und teilweise im Raum enden, mit dem Ziel die Leichtigkeit und schwebenden Charakter der Wölbung zu unterstreichen, finden sich im Wesentlichen auch in Löwenberg wieder.



Bild 2.4.9 Knotendetail Wladislawsaal Prag



Bild 2.4.10 Knotendetail Ratssaal Bunzlau

Aber vor allen Dingen auch die Figuration des sechsteiligen Blütensternes ist im Bunzlauer Ratssaal gleich der des Wladislawsaales in Prag, so der Bunzlauer Saal auch gelegentlich den Beinamen „kleiner Wladislawsaal“ trägt. Das Rippenwerk des Ratssaales Bunzlau besteht dabei ebenfalls wie das Prager, abgesehen von den auf die Kehlen aufgesetzten Halbstäben, aus einem beidseitig doppelt gekehlten Rippenprofil. Allerdings sind in Bunzlau handwerklich erhebliche Defizite in der Exaktheit der Passung des Rippenwerkes zu sehen.



Bild 2.4.11 Blütenstern Wladislawsaal Prag



Bild 2.4.12 Blütenstern Ratssaal Bunzlau

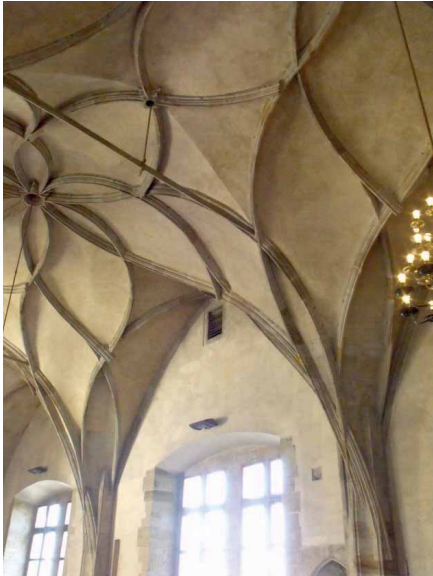


Bild 2.4.13 Jochperspektive Vladislavsaal Prag

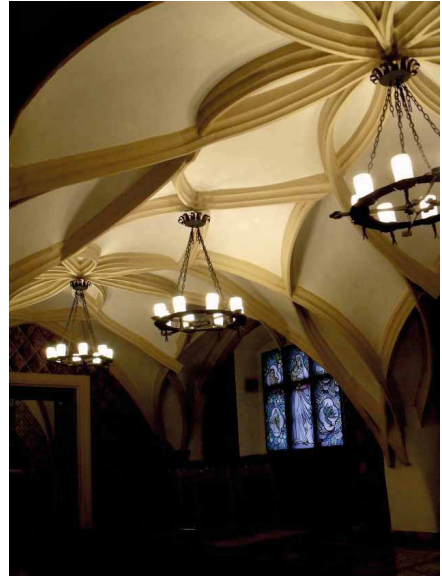


Bild 2.4.14 Jochperspektive Ratssaal Bunzlau

Die spannendste Frage des Rippenwerkes im Bunzlauer Ratssaal ist allerdings die nach der Urheberschaft. Da gibt die handwerkliche Ausarbeitung einige zusätzliche Rätsel mit auf.

Naheliegend ist natürlich, dass Wendel Roßkopf, der als Schüler Benedikt Rieds

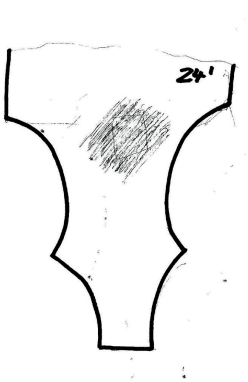


Bild 2.4.15 Rippenprofil Ratssaal Bunzlau, abgegriffen (Schablonen Abrieb vor Ort und nachgezeichnet) und vermessen am 02.04.2011 - nicht symmetrisch im Querschnitt sowie differente Höhen der Kehlsätze

an den Gewölben des Wladislawsaales in Prag, der Kuttenger Barbarakirche und St. Nicolaus in Louny mitgewirkt haben soll und so exakte Kenntnis von der Figuration oder sogar den Zugang zu den Gewölberissen hatte, in Bunzlau eine Kopie der Wladislawsaalfiguration ausgeführt hat. Aber ist es wirklich vorstellbar, dass ein Schüler seinen Meister so detailgetreu kopiert, und dies obwohl auch schon im 16. Jahrhundert ein Kontakt zwischen den Steinmetzhütten von Straßburg, über Wien und Prag bis nach Schlesien gepflegt wurde und es sich sofort herumgesprochen hätte, wenn ein Werkmeister bei einem nicht unbedeutenden Gewölbe ein Plagiat seines ehemaligen Meisters ausführte? Diesem Gedanken können wir nur schwer folgen, es sei denn der Rat der Stadt Bunzlau wollte, aus welchen Gründen auch immer, eine Kopie des Wladislawsaales im Kleinen, aber auch da stellt sich unverändert die Frage, wieso sich ein Ratswerkmeister von Görlitz dazu hinreißen lässt, eine Kopie eines bekannten, wenn nicht dem bekanntesten Schlingrippengewölbe zu jener Zeit unter seinem Namen auszuführen. Oder sollte gar Benedikt Ried den Riss gefertigt und Wendel Rokkopf die Ausführung übernommen haben (wo sie nachweislich dem Schriftverkehr aus den 1520/30 Jahren in Kontakt waren)? Das wäre reine Spekulation!



Bild 2.4.16 Ratssaal Bunzlau, Rippe bindet optisch und handwerklich in grober Detaillösung in Blütenstern ein



Bild 2.4.17 Wladislawsaal Prag, Rippe legt sich „schwebend“ an den Blütenstern an und endet dort

Was vor allem aber gegen eine Mitwirkung von Wendel Roßkopf aus handwerklicher Sicht spricht, sind unseres Erachtens die Detailausbildungen der jeweils an den Blütenstern angelegten Rippen, welche den Blütenstern nicht ganz treffen und einfach todlaufen. Dies ist in Prag ein meisterhaftes Detail, welches den schwebenden Charakter und die Leichtigkeit des Rippenwerkes eindrucksvoll bestärkt.

Hingegen in Bunzlau eine sehr grob ausgeführte und wenig gekonnte Nachahmung, die zudem die Rippe nicht anlegt, sondern direkt in den Knoten des Blütensternes einbindet, verbunden mit einer erheblichen Deformation des Rippenprofils.

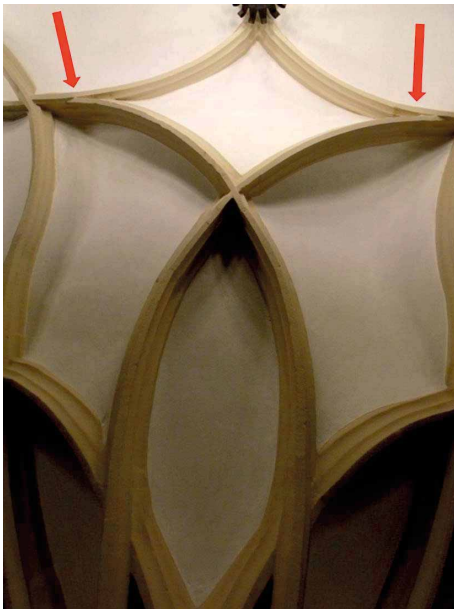


Bild 2.4.18 Ratssaal Bunzlau, grob ausgeführte Einbindungen in die Kreuzung am Blütenstern

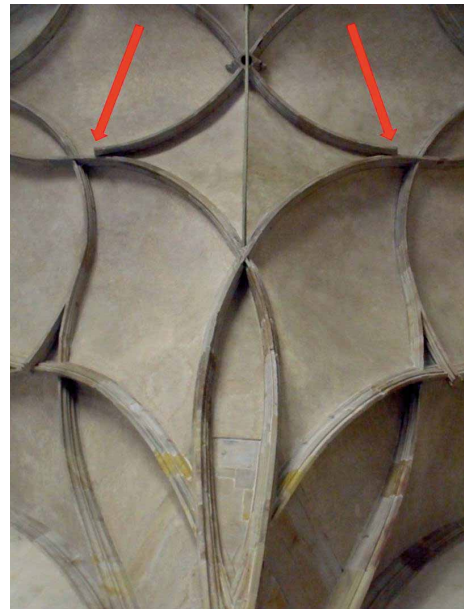


Bild 2.4.19 Wladislawsaal Prag, meisterhafte Ausführung der schwebenden, sich am Blütenstern nur anlegenden Rippe



Bild 2.4.20 Ratssaal Bunzlau, nicht gekonnte Detailsausbildung statt einer sich anlegenden Rippe wird diese in sehr grobschlächziger Anpassung in die Rippenkreuzung des Blütensterns eingebunden



Bild 2.4.21 Wladislawsaal Prag, Detail Rippenanbindung der sich anlegenden Rippe, konstruktiv über – von unten nicht sichtbaren – Blockstein ausgebildet

Der Gewölberiss der Rippenfiguration lässt offenkundig an dieser Stelle nur die sich anlegende und endende Rippe zu, nicht aber eine Weiterführung bis in den naheliegenden Rippenknoten. Das schafft man nur indem, wie in unschöner Weise in Bunzlau sichtbar, die Rippe *abknickt und irgendwie zum Knoten hin modelliert wird*. Dadurch folgen die Rippen aber nicht mehr der Rippenfiguration und dem hergeleiteten Verlauf der unteren Rippenmittellinie, wie unser 3D Modell auf Grundlage unserer Vermessung des Rippenwerkes belegt.

Die handwerkliche Ausführung des Ratssaales in Bunzlau lässt daher nur den Schluss zu, dass der ausführende Werkmeister zwar einen Gewölberiss mit der Prager Wladislawfiguration (oder einer auf den Bunzlauer Ratssaal übertragenen Fassung) vorliegen hatte, aber den Wladislawsaal in Prag mit seiner Detailausbildung nie gesehen hat und somit nicht verstanden hat bzw. umsetzen konnte, wie die Rippenanbindung an den Blütenstern, die nicht im Knoten endet, sondern sich etwas weiter seitlich an einer Rippe anlegt, auszuführen wäre.

Es ist nur schwer vorstellbar, dass Wendel Roßkopf, der ein Schüler Benedikt Rieds war und den Wladislawsaal in Prag offensichtlich kannte, zu so einer wenig überzeugenden Nachahmung bezüglich der Detailausbildung als Werkmeister mitgewirkt haben soll. Andererseits ist die Ausführung des Ratssaales Bunzlau aber ein gut zu studierendes Beispiel, wie von einem meisterhaft ausgearbeiteten Schlingrippengewölbe wie der Wladislawsaal Prag in einem räumlich und zeitlich merklichen Abstand, rund 25 Jahre später, in Niederschlesien eine offenkundige Kopie der Figuration erfolgte.

2.4.3 Die Gewölbe des Rathauses Löwenberg

Das Rathaus Löwenberg verfügt über drei wunderbare Schlingrippengewölbe im Erdgeschoss und ein faszinierendes Bogenrippengewölbe mit netzartigem Rippenwerk im Obergeschoss.

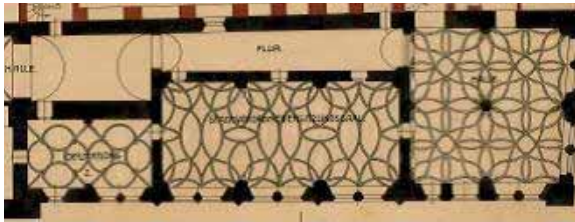


Bild 2.4.22 Aufnahme Figuration aus Umbauplänen 1903/05 Hans Poelzig

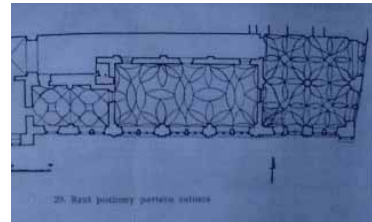


Bild 2.4.23 Figuration nach Stadtarchiv Löwenberg

Die Figurationen der drei Schlingrippengewölbe im Erdgeschoss wurden für die Umbauten des Rathauses 1903 – 1905 unter Leitung des Architekten und Regierungsbaumeisters Hans Poelzig (ab 1916 Nachfolger von Hans Erlwein Stadtbaurat in Dresden – u.a. Entwurf Mosaikbrunnen im Großen Garten Dresden) aufgenommen und dokumentiert (befinden sich heute im Architekturmuseum der TU Berlin).

Die Eingangshalle hat ein Schlingrippengewölbe, in dessen Figuration zentral ein achteiliger Blütenstern angeordnet ist, von dem ausgehend umlaufend weitere Blütensternfigurationen in Variationen angeordnet sind. Der zentrale achteilige Blütenstern ist als Gewölbekelch über einer mittig im Raum stehenden Säule ausgebildet. Die ihn überlagernden Blütenfigurationen bilden die Wölbungen zwischen zentraler Säule und den außen an den Außenwänden auf Mauerwerksvorlagen stehenden Gewölbekelchen. Eine faszinierende Lösung, die unabhängig der Figuration der Wölbung in Weistrach (nahe Steyr) folgt.

Der Ratssitzungssaal wird von einem Schlingrippengewölbe mit drei Jochen mit sehr interessanter Figuration überwölbt. An den Jochgrenzen bzw. in den Raumecken sind jeweils die Gewölbekelche aus einer Figur mit drei gefächerten Blütenblättern angeordnet und zwischen diesen in der Mittelfiguration des Raumes eine wiederkehrende Folge aus zwei Blütenblättern quer und einem Blütenblatt längs. Die zwischen den Blütenblättern entstehenden Rauten sind teils mit gleichschenkeligen Proportionen, teils in schiefwinkliger Anordnung ausgeprägt.

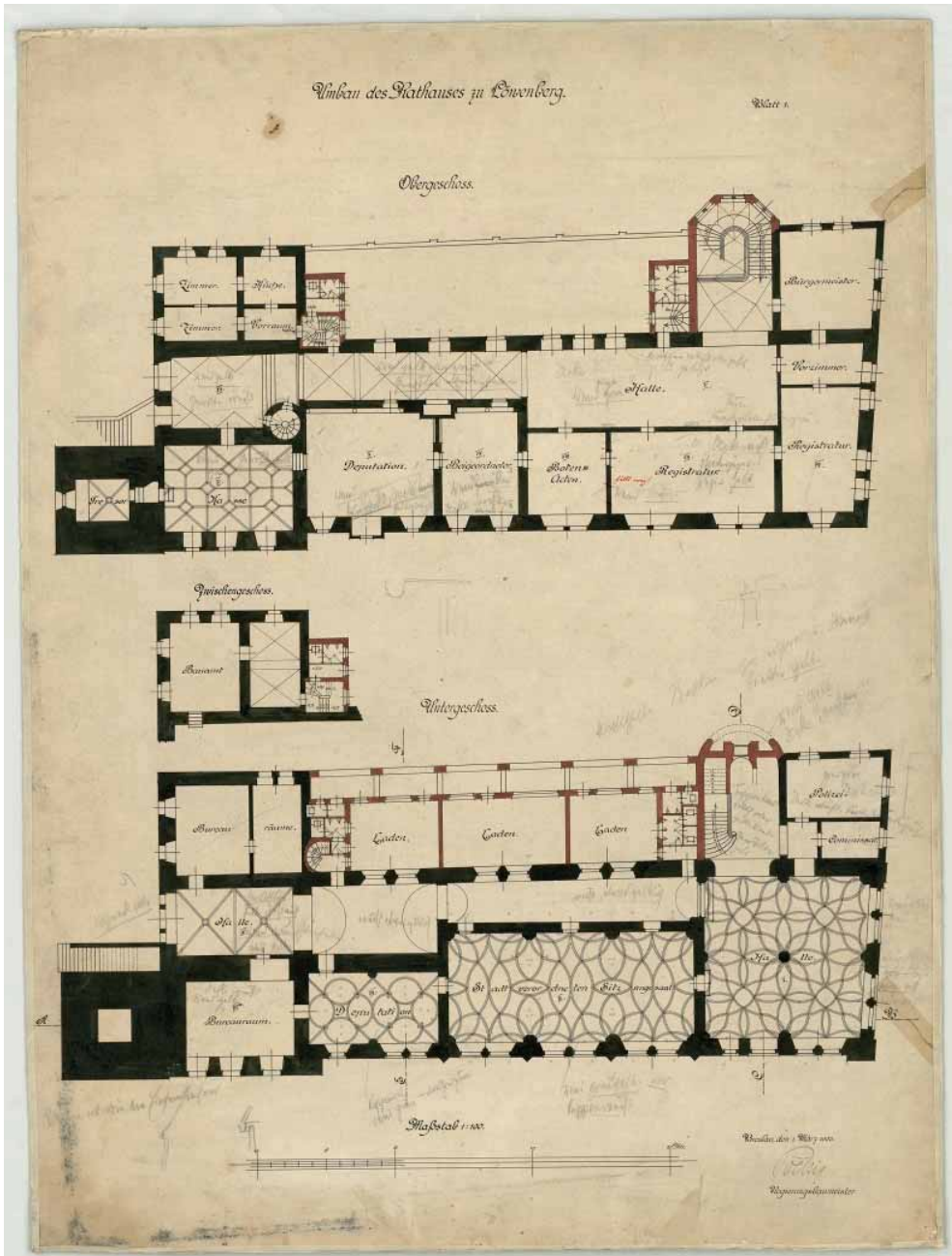


Bild 2.4.24 Umbaupläne Rathaus Löwenberg 1903-05, Mit Gewölbeaufmaß/-aufnahme des Architekten Hans Poelzig (Regierungsbaumeister) Architekturmuseum der TU Berlin

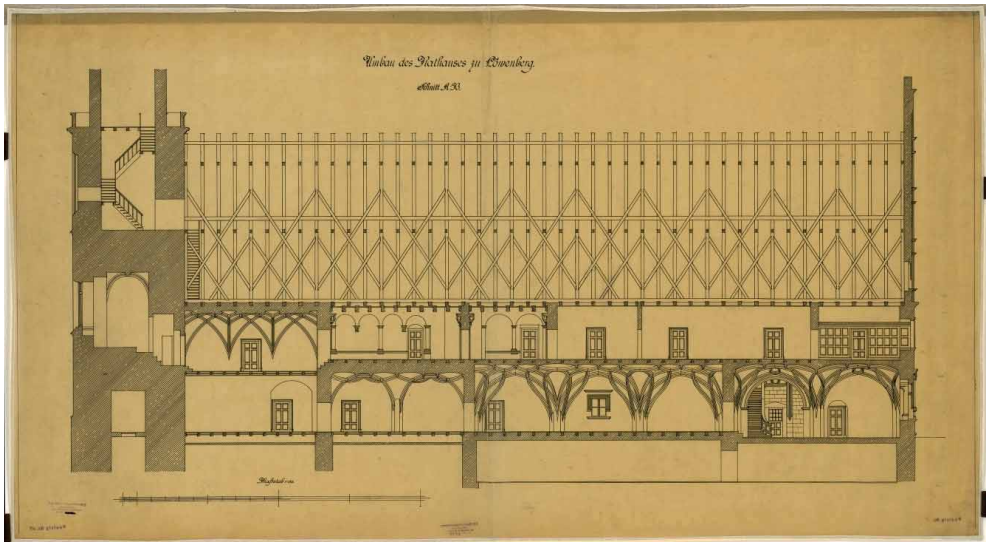


Bild 2.4.25 Schnittzeichnung Hans Poelzig Rathaus Löwenberg, 1903, Schnittdarstellung u.a. Gewölbe mit Rippenwerk

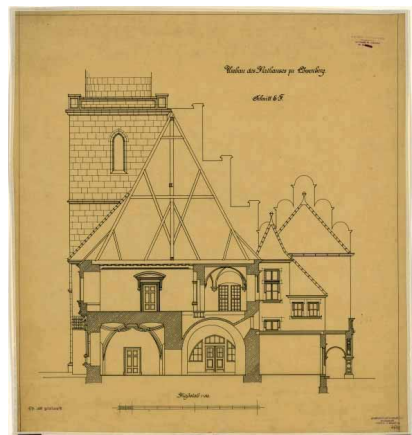
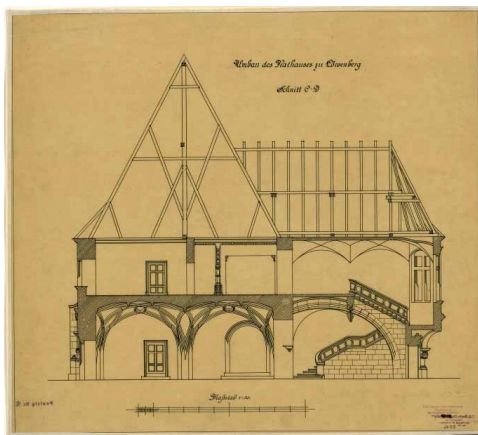


Bild 2.4.26 Schnittzeichnungen Hans Poelzig Rathaus Löwenberg, 1903, Schnittdarstellung u.a. Gewölbe mit Rippenwerk

Ungewöhnlich im Rippenwerk des Löwenberger Ratssitzungssaales sind die Einzellängen der Rippenwerkstücke, die teilweise fast von Knoten zu Knoten reichen, Längen von bis zu rund 1,30m aufweisen und damit Einzelgewichte von annähernd 100kg erreichen dürften. Inwieweit dies auf die Rekonstruktion Anfang der 1950er Jahre zurückgeht lässt sich dabei nur vermuten.



Bild 2.4.27 Eingangshalle Rathaus Löwenberg – Details des Rippenwerkes der Schlingrippenfiguration



Bild 2.4.28 Schlingrippengewölbe Eingangshalle Rathaus Löwenberg mit zentralem achtteiligen Blütenstern und Gewölbekelchen



Bild 2.4.29 Rathaus Löwenberg – Ratssitzungssaal – Schlingrippengewölbe Gesamtansicht



Bild 2.4.30 Rathaus Löwenberg Ratssitzungssaal – Gewölbekelche mit dreifach gefächerten Blütenblatt



Bild 2.4.31 Rathaus Löwenberg – Deputationssaal Mittelfiguration des Rippenwerkes



Bild 2.4.32 Löwenberg Deputationssaal Perspektive



Bild 2.4.33 Görlitz, Peterstraße 8, gleiche Figuration wie Deputationssaal Löwenberg

Der Deputationssaal hat ein Schlingrippengewölbe mit zwei Jochen und Figurationen, in denen jeweils vier in den Gratlinien laufende Kreuzrippen liegen, die im Scheitel in einer zentralen Raute münden. Um die Raute herum sind vier ovale (zwei zusammengesetzte Kreissegmente) Einzelfiguren platziert. Diese Figuration entspricht genau der aus dem Bürgerhaus Peterstraße 8 in Görlitz aus dem Jahre 1528, welches dort Wendel Roßkopf zugeschrieben wird.

Die Ruinenfotos von der Zerstörung 1945 und den nachfolgenden Beräumungs-

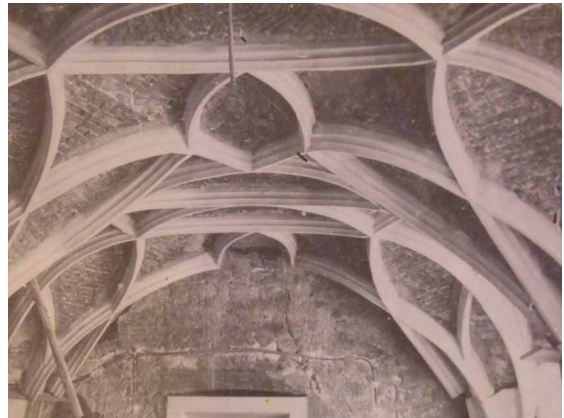


Bild 2.4.34 Rathaus Löwenberg Ratssitzungssaal – Aufnahme nach Schädigung 1945 mit freiliegendem Mauerwerksverband

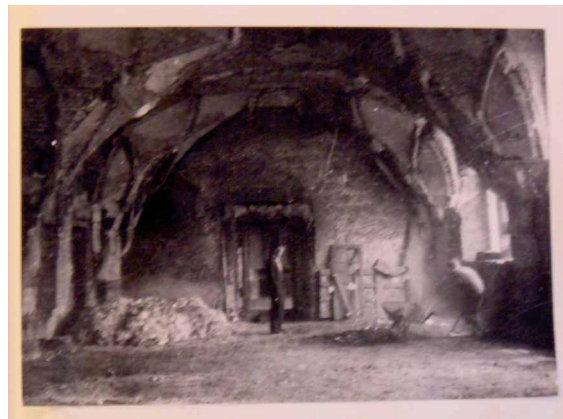
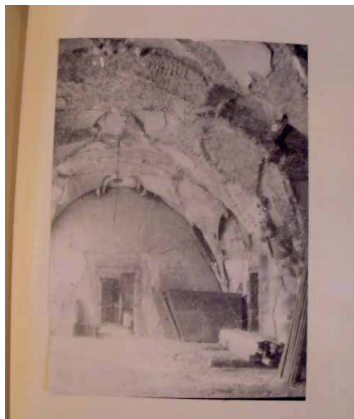


Bild 2.4.35 Rathaus Löwenberg – Ratssitzungssaal – Aufnahmen mit teilweise (links) und gänzlich (rechts) abgenommenen Rippen und frei sichtbarem Mauerwerksverband, wie er direkt über das Rippenwerk hinweg geführt wurde, d.h. Formgebung für die Mauerwerkswölbung durch das gesamte Rippenwerk

arbeiten im Ratssitzungssaal, die wir in einem polnischen Archiv in einer Privatschrift zur Zerstörung und zum Wiederaufbau des Löwenberger Stadtzentrums einsehen durften (und mit freundlicher Genehmigung veröffentlichen dürfen), zeigen in sehr eindeutiger Weise die formgebende Funktion der Rippen, wo geringste Aufmauerungen nur dem Toleranzausgleich dienen.

Insbesondere die offenkundig zeitlich später gemachten Fotos, gegenüber der obigen Aufnahme, wo der Boden noch nicht beräumt und einige Rippen mit Holzstangen gegen das Abfallen gestützt werden, sind – nachdem die Rippen dann wohl doch abgefallen oder abgenommen wurden – die Mauerwerksverbände trotz der unscharfen Aufnahme sehr eindrucksvoll nachzuvollziehen.

2.5 Erasmuskapelle im Schloss Berlin

2.5.1 Historie Erasmuskapelle Berlin

(Historische Daten Kapitel 2.5.1 aus Albert Geyer „Geschichte des Berliner Schlosses“, 1936, Schlussfolgerungen und Kommentierungen Bauer - Lauterbach)

Die Schlosskapelle zu Zeiten des Kurfürsten Friedrich II.

Im Jahre 1443 begann Kurfürst Friedrich II. (1443 - 1451) mit seinem Schlossbau, indem sich auch die erste Schlosskapelle direkt neben dem "Grünen Hut" befand, einem ehemaligen Befestigungsturm der Stadt Cöln, der in die Schlossanlage mit einbezogen wurde. Schon diese erste Kapelle ragte mit Ihrer Apsis aus dem Schlossbau in Richtung Spree heraus.

Bereits 1459 wurde die erste Schlosskapelle erweitert. Dies ist durch Ausgrabungen der Fundamente belegt. Entsprechend diesen ergrabenen Wand- und Stützenstellungen war erkennbar, dass die Erweiterung im Wesentlichen die Verbreiterung des Emporenbereiches darstellte, ein zum Schlosshof hin nun-

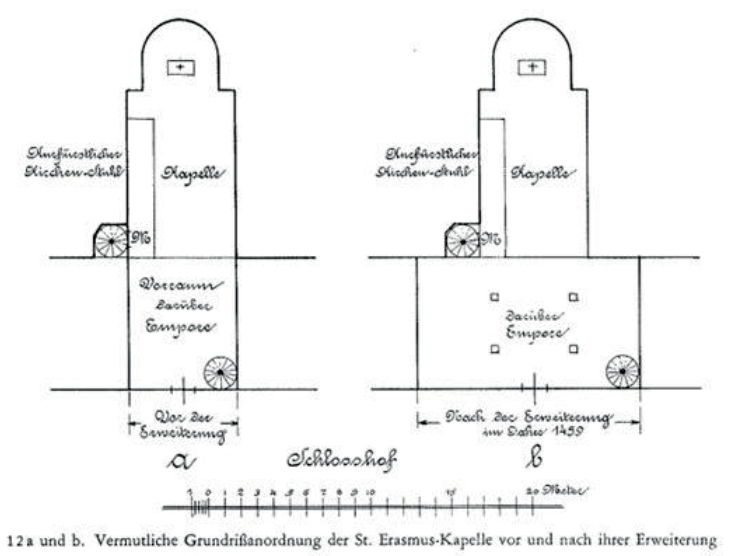


Bild 2.5.1 Grundrisse vor und nach Erweiterung erster Erasmuskapelle, aus Albert Geyer „Geschichte des Berliner Schlosses“

mehr quer angeordneter Raum. Dies ist in Auswertung der Grabungsergebnisse von Albert Geyer in seinem umfassenden Werk zur Geschichte des Berliner Schlosses von 1936 dargelegt.

Mit Urkunde vom 01.12.1454 genehmigte Papst Nicolaus V., dass die Kapelle als Pfarrkirche genutzt werden durfte und damit gewann Kurfürst Friedrich II. eine Unabhängigkeit von der Cölner Pfarrkirche St. Petri. Die Schlosskapelle diente fortan sowohl dem Kurfürsten als auch den Einwohnern der Stadt als Gotteshaus.

Die Kapelle wurde mit Urkunde vom 07.04.1465 durch Papst Paul II. dann zu einem Domstift umgewandelt und in dieser Urkunde wird sie als Kirche des heiligen Erasmus genannt. Der heilige Erasmus ist der Schutzpatron des Hauses Hohenzollern, woher der Name Erasmuskapelle herrührt.

Die Schlosskapelle zu Zeiten des Kurfürsten Joachim II.

Als Kurfürst Joachim II. am 16. September 1536 bei dem ihm befreundeten und familiär verbundenen (erste Gemahlin Joachims war Magdalene von Sachsen-Meißen) sächsischen Kurfürsten Johann Friedrich zu Besuch weilte, fand auch eine Jagd in der Lochauer Heide in der Nähe von Torgau statt. Dabei sah Kurfürst Joachim II. den 1533-1535 erbauten südöstlichen Flügel des Schlosses Hartenfels (Flügel C mit dem großen Wendelstein). Mit dem Bau des noch nicht vorhandenen östlichen Flügels (Flügel B) mit seinem schönen Erker und der Torgauer Schlosskapelle wurde erst 1543 begonnen.

Der Schlossflügel C mit seinem großem Wendelstein gefiel Kurfürst Joachim II offensichtlich so gut, dass er ihn als Vorbild für seinen neuen Schlossbau



Bild 2.5.2 Schloß Hartenfels Torgau – Flügel C



40. Der Schloßhof zur Zeit des Kurfürsten Joachim II., Wiederherstellung

Bild 2.5.3 Schloss Berlin mit Spreeflügel und Schlossplatzzflügel

in Berlin wählte. Wohl mit Einverständnis des sächsischen Kurfürsten fertigte Konrad Krebs, der seine Bestallung in sächsischen Diensten hatte, den Entwurf für das Neue Berliner Schloss.

Wahrscheinlich empfahl auch Krebs dem Kurfürsten Joachim II. für die Ausführung Caspar Theiss als ausführenden Baumeister. Caspar Theiss, auf dessen Epitaph in der alten Nikolaikirche Berlin (Epitaphium Caspari Thissii Illustrissimi Electoris Joachimi Architectoris Peritissimi) steht seine herausragende und federführende Tätigkeit für die Schlossbauten Kurfürst Joachim II. (neben dem Berliner Schloss insbesondere auch 1542 das Jagdschloss Grunewald, wo sein Porträt auf einer Reliefplatte, gemeinsam mit Kunz Buntschuh ist) festgeschrieben – „...kaum hat irgend jemand sich höheres Lob durch die Baukunst erworben, als er, der die prachtvollen Schlösser ausführte, welche der weise Markgraf Kurfürst Joachim bewohnt...“. Demnach war Caspar Theiss der ausführende Baumeister vor Ort bei dem Berliner Schlossbau.



Bild 2.5.4 Caspar Theiss im Zechrelief Jagdschloss Grunewald



Bild 2.5.5 Konrad Krebs im Schlussstein Wendelstein Schloss Hartenfels Torgau

Der erste Teil des Schlossneubaues (das Vorgängerbauwerk von Kurfürst Friedrich II. wurde bis auf die Fundamente abgerissen – wie archivalisch belegt ist) wurde 1538 - 1540 ausgeführt. Der Umbau am Spreeflügel incl. der zweiten Erasmuskapelle (wo in der ersten Erasmuskapelle der Gottesdienst noch bis 1539 stattfand) begann erst 1540, in dem Jahr, in welchem Konrad Krebs am 31.08.1540 in Torgau starb.

Durch Verlegung des Domstifts in die Dominikaner-Klosterkirche durch Kurfürst Joachim II. verlor die Erasmuskapelle zwar an Bedeutung, aber dennoch ließ Joachim II. bei seinem Schlossneubau die Erasmuskapelle an die alte Stelle und in gleicher Ausdehnung einbauen. In diesem Zuge wurde in die Kapelle das Schlingrippengewölbe eingebaut.

Die Erasmuskapelle wurde 1613 evangelisch lutherisch reformiert. Für das Jahr 1617 ist mehrfach ein lutherischer Gottesdienst, dem auch Kurfürstin Anna und Leute aus der Stadt beiwohnten, belegt. Ab dieser Zeit bis ins 18. Jahrhundert ist die Kapelle zur Aufbahrung der verstorbenen Mitglieder der kurfürstlichen und königlichen Familie vor Ihrer Beisetzung im Dom genutzt wurden, beginnend mit Kurfürst Joachim II. bis zu König Friedrich I.

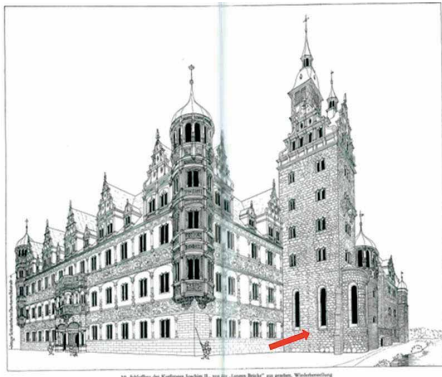


Bild 2.5.6 Schloss Berlin, links Schlossplatz-zflügel, rechts mit Erasmuskapelle (EG+1.OG im Turm)

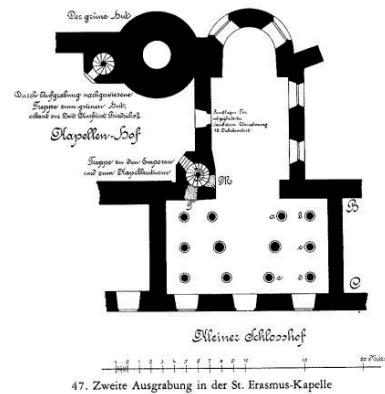


Bild 2.5.7 Grundriss 2. Erasmuskapelle mit Aufmaß aus Spreeflügel Wand- und Stützenstellungen aus Ausgrabung

Die Schlosskapelle zu Zeiten König Friedrich des Großen

Die wesentliche Bautätigkeit König Friedrich des Großen war die Einrichtung seiner Wohnung im 1. Stockwerk des alten Hohenzollernschlosses im Spreeflügel und zum Schlossplatz hin. Während der Jahre 1742 bis 1747 wurde die Wohnung umgebaut. Das erste was der König für die Anlage seiner Wohnung vornehmen ließ, war die horizontale Teilung der alten Schlosskapelle (Erasmuskapelle) in Höhe des 1. Stockwerkes durch eine Balkenlage, die bis zur Zerstörung 1945 vorhanden war, und der Einbau einer Treppe in den ehemaligen Kapellenraum

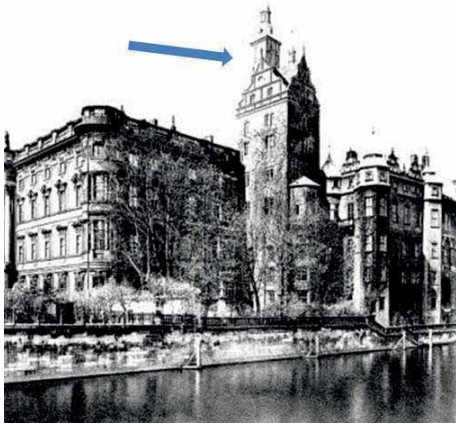


Bild 2.5.8 Spreeflügel mit Kapelle und Turmaufsatz

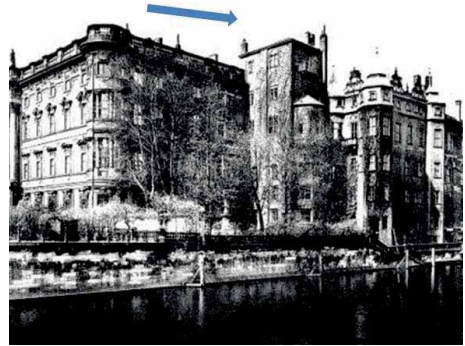


Bild 2.5.9 Spreeflügel mit Kapelle ohne Turmaufsatz

Die Schlosskapelle zu Zeiten Friedrich Wilhelm IV.

Durch Umbaupläne Schinkels wurden in den Räumen der ehemaligen Erasmuskapelle ein Arbeitszimmer und eine Bibliothek eingebaut. Daraus machte man 1892/1893 dann drei Räume. Das Schlingrippengewölbe als oberer Raumabschluss blieb trotz all der Umbauten erhalten, wie auch auf dem Bild mit



Bild 2.5.10 Arbeitszimmer Friedrich Wilhelm IV

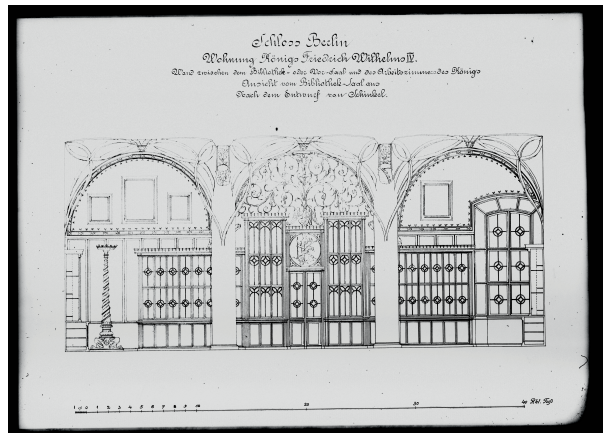


Bild 2.5.11 Plan Schinkels zur Gestaltung Wohnung Friedrich Wilhelm IV mit Aufmaß mit Schlingrippengewölbe Insbesondere der Gewölbehöhen – Kämpfer, Stich und Raumbreite

Friedrich Wilhelm IV. eindrucksvoll zu sehen ist. All diese Einbauten sind Anfang des 20. Jahrhunderts dann wieder entfernt wurden.

2.5.2 Das Gewölbe der Erasmuskapelle

Das Gewölbe der Erasmuskapelle des Berliner Schlosses war ein Schlingrippengewölbe mit einer Figuration im Grundriss aus gleichen Kreisen (Drahtmodell unterer Rippenmittellinie projiziert auf die Grundrissebene) bzw. gleichen Kreisfragmenten mit identischen Radien. Warum Kreisfragmente? An dem schwierigen Grundriss der Bestandsgebäudehülle mit ihrer fehlenden Parallelität in den aufgehenden Außenwänden und dem Versatz zwischen Emporenraum (Querausgerichteter Raum an der kleinen Schlosshofseite) und dem Langhaus (quer zum Emporenraum verlaufender langgestreckter Kirchenraum bis zur Apsis an der Spreeseite) ergaben sich viele Anpassungen in der Figuration, die damit gelöst wurden, dass aus Vollkreisen teilweise zusammengesetzte Kreisfragmente mit identischen Radien oder bewusst gezeigtem Versatz in der Figuration ausgeführt wurden.



Bild 2.5.12 Kapellenraum – Blickrichtung Chor/Apsis



Bild 2.5.13 Emporenraum – Blickrichtung Kapellenraum (liegt hinter eingezogener Zwischenwand)

Inwieweit das Gewölbe im Entwurf Konrad Krebs mit seinen Erfahrungen unter anderem aus dem Schleifensterngewölbe im Wendelstein Schloss Hartenfels in Torgau zuzuschreiben ist oder da Konrad Krebs ja bereits am 31.08.1540 in Torgau starb und die Kapelle wohl erst um 1540 begonnen wurde (da in der alten Kapelle, die sich an gleicher Stelle befand, der Gottesdienst noch bis

1539 stattfand) von dem für die Ausführung bestellten Werkmeister Caspar Theiss, lässt sich nach der Quellenlage nicht herleiten. In jedem Fall aber sind die Erfahrungen beider aus den sächsischen Bauten in das Berliner Schloss und seiner Kapelle eingeflossen. Die Torgauer Schlosskapelle, die erst 1543 begonnen und durch Luther am 05.10.1544 geweiht wurde, kann hingegen mit ihren Schlingrippen aus gleichen Kreisen (obere Emporenunterseite direkt über der Orgelempore – Ausführung Nickel Grohmann, 1544), wohl zeitlich gesehen keine Vorlage gewesen sein.

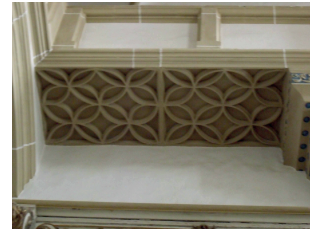


Bild 2.5.14 Schlingrippengewölbe K.Krebs, Wendelstein
Schloss Hartenfels Torgau

Bild 2.5.15 Schlosskapelle
Hartenfels Torgau,
Emporenunterseite Schlingrippen

Als Baumeister im weiteren ist überliefert Kunz Buntschuh (eigentlich Bauschreiber, der ehrenhaft die Bezeichnung Baumeister führte und auch beim gemeinsamen Bau mit Caspar Theiss am Jagdschloss Grunewald tätig war) sowie der Bildhauer Hans Schenck, genannt Scheußlich, aus Schneeberg (um 1500 - 1572).

Die Werksteinrippen, Schlusssteine, Kapitelle, Schlingrippen und Wappenschilder wurden aus Elbsandstein (Pirna) durch sächsische Handwerker gefertigt. Für den 50 Jahre nach der Erasmuskapelle ausgeführten Flügel mit Ballsaal und Stallhoff ist dazu in dem kurfürstlichen Cammer-Register aus der Cammer-Rechnung über kurfürstlich eingenommene und ausgegebene Gelder von Ostern 1601 – 1607 (bis 1945 lagernd im Geheimen Staatsarchiv, danach offensichtlich Kriegsverlust; Notiz eines Herrn Stengel vom Märkischen Museum zu diesen Akten vom 5. Januar 1951 [er hat die Akten vor 1945 eingesehen und Abschriften gefertigt] an das Wissenschaftliche Aktiv Schlossruine / lagernd in einer unsererseits eingesehenen Notizenmappe im Bildarchiv des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und des Archäologischen Landesmuseums) überliefert, dass zwischen 1601 und 1607 die Vergütung von Dresdener Steinmetzen und Bildhauern zur Vorfertigung von Sandstein aus Pirna für

Werksteine für das Berliner Schloss erfolgte. Diese wurden über Havelberg zur Verschiffung nach Berlin versandt. Dies dürfte 50 - 60 Jahre zuvor bei dem Bau des Spreeflügels mit der Erasmuskapelle wohl genauso gelaufen sein.

Die intensive Tätigkeit sächsischer Bildhauer und Steinmetzen für das Berliner Schloss wird in den nachfolgenden Auszügen aus den vorgenannten Rechnungen eindrucksvoll geschildert:

Zitate

„... 100 Thaler Caspar Zimmermann Bilderschnitzer weiter dem Steinmetzen gen Dresden zu überschicken uf die Arbeit so er im neuen Stall und Ballhause verfertigen soll... „ (1601/02)

„... 50 Thaler Caspar Zimmermann Bilderschnitzer weiter gen Dresden schicken auf die Fracht der Werkstücken so zum Stall und Ballhause sollen da herunter gebracht werden...“ (1603/04)

„... 1 Thaler 21 Groschen wegen der Werkstücke so von Dresden gen Havelberg geschiffet...“ (1603/04)

„... 87 Thaler 12 Groschen an hundert Reichsthaler Caspar Zimmermann Bilderschnitzer mit nach Dresden gegeben, so er weiter daselbst dem Steinmetzen uf die Arbeit so ehr zu behueff unserer guten Frauen der Kurfürstin Hauses verfertigt, entrichten...“ (1604/05)

„... 87 Thaler 12 Groschen abermals dem Steinmetz Paul Bartholt gen Dresden geschicket auf die Werkstücken, so er zu der Kurfürstin hausbau, in der grossen Strasse, fertigen soll...“ (1604/05)

„... 100 Thaler abermals Paul Bartholt Steinmetz von Dresden auf Rechnung des eingefallenen Wendelsteines kurfürstl. Bau alhier. Unser gnedigsten Frau, der Kurfürstin Bau...“ (1606/07)

„... 100 Thaler abermals dem Steinmetz Paul Bartholt von Dresden uf ihrer kurf. Gnaden Gehörigen Türen, Fenster und Giebel Arbeit den 24. Aprilia...“ (1606/07)

„... 1000 Thaler Joachim von Pirna zahlt auf Werkstücken 5 Thaler ein Steinmetz von Dresden...“ (1606/07)

Die Auswertung von Fundstücken aus der Ruine nach 1945 hat die Staatliche Geologische Kommission der DDR zur Herkunft ermittelt, dass es sich um einen „... Labiatus-Sandstein aus dem Lehmgrund zwischen Gross-Cotta und Rottwerndorf bei Pirna...“ handelt (Bericht aus dem Bildarchiv des Branden-

burgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseums in Zossen, 17.01.1951).

2.5.3 Die Gliederung der Raumgewölbe in der Erasmuskapelle

Das Schlingrippengewölbe der Erasmuskapelle gliederte sich in drei Raumbereiche, dem Kapellenraum, der Apsis (am Kapellenraum Richtung Spree) und dem Emporenraum (vom Kapellenraum Richtung Schlosshof). Diese drei Raumbereiche wurden jeweils durch starke Mauerwerkswände voneinander getrennt und mit großen, konstruktiv bedingten, Bögen mit raumgroßen Öffnungen miteinander verbunden.

Der Kapellenraum mit den Abmessungen ca. 10,27 m (Länge) und 7,02 m (Breite) zeigte in der Figuration der Grundebene fünf aneinandergereihte Kreisfiguren in Längsrichtung und dem Grunde nach drei Kreisfiguren in Querrichtung. Diese aneinandergereihten Kreisfiguren waren, jeweils um einen halben Kreis versetzt, mit einer zweiten Reihe aneinander liegender Kreisfiguren durchdrungen, sodass diese wie bei den Figurationen aus gleichen Kreisen bekannte Ornamentik mit Blütenblättern und Rauten erschien.

Die Besonderheit des figuralen Entwurfes des Kapellenraumes war die Anpassung der in jeweils Längsrichtung außenliegenden Kreisfiguren an die räumlichen Gegebenheiten. Dass sowohl im Kapellenraum als auch im Emporenraum die Aneinanderreihungen der Einzelfiguren aus gleichen Kreisen jeweils in Längsrichtung exakt in den Raum passten, lässt zunächst den Schluss zu, dass die Kreisreihe in Längsrichtung als erstes gerissen wurde. Da diese gleichen Kreise dann in Querrichtung nicht genau in den Raum passten, führte das zu figuralen „Tricks“, die zur Anpassung ausgeführt wurden.

Die in Längsrichtung außen liegenden Raumstreifen waren etwas größer als die Halbkreise der Figuren. Aus diesem Grund wurden die in diesem Bereich liegenden Blütenblätter soweit verlängert und axial gedreht, bis das jeweilige Blütenblatt mit seiner außen liegenden Spitze die Außenwand mit seinem Gewölbeanfängerpunkt streifte. Eine geradezu geniale Anpassung, die in der späteren räumlichen Wahrnehmung der Schlingrippenfiguration dem Grunde nach nicht als figurale Änderung / Anpassung wahrnehmbar war.

Der zweite „Trick“ war die Aussparung der Figuration für die zwei rechts gelegenen Fenster des Kapellenraumes in Richtung Spree. Um hier nicht mit den Rippenanfängern in der lichten Fensteröffnung zu enden, wurden an diesen beiden Bereichen die Blütenblätter soweit axial verdreht und bis in die jeweils

nächste Kreisfigur mit dem dortigen Anfängerpunkt hinein verlängert. Dies war eine ebenfalls geniale Konstruktion der Rippen, welche in dieser Formgebung der Figuration wohl auch einmalig war. Warum auf der fensterabgewandten Seite in den Raumecken ebenfalls diese überspringende Kreisfigur ausgeführt wurde, kann man wohl einer spiegelbildlich einheitlichen Optik zuschreiben, die in den Raumecken bei Differenzen der Rippenführung schon wahrnehmbar gewesen wäre, sowie der Lage der Kämpfer der Gewölbekappe in den Raumecken.

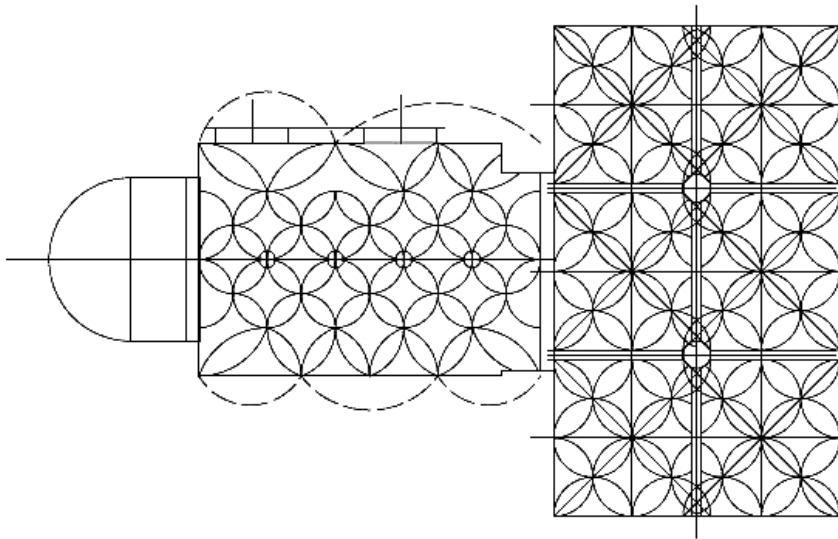


Bild 2.5.16 Figuration Schlingrippengewölbe Erasmuskapelle Berlin, nachkonstruiert von Jörg Lauterbach und Thomas Bauer © 2011

In der Mittellängsachse bzw. zwischen den fünf Kreisfiguren sind an den Kreisschnittpunkten insgesamt vier Schlusssteinkartuschen angebracht, die die Mittelfiguration optisch noch hervorhebt und eine klare Richtung der Raumentwicklung zur Apsis hin unterstützt.

Der Emporenbereich ist räumlich gesehen quer zum Kapellenraum angeordnet, allerdings ist ein Versatz der Mittelachse des Kapellenraumes zur mittleren Querachse des Emporenraumes festzustellen, der wohl der Raumanordnung im Gebäude und seinen späteren Raumänderungen geschuldet ist. Der Emporenbereich hat die Abmessungen von ca. 14,70⁵m in der Länge und 8,58m in der Breite.

Die Schlingrippenfiguration des Emporenbereiches ist in sechs Joche gegliedert, drei Joche in Längsrichtung und zwei Joche in Querrichtung. An den zwei mittigen Jochgrenzpunkten stehen zwei Sandsteinsäulen, die ursprünglich im Kapellenraum vom Erdgeschossfußboden bis zur Wölbenebene im 2. OG reichten und gemäß Angaben von Albert Geyer wohl um die 13,17m hoch waren. Diese zwei Säulen sind sicher auch der Grund für diese Jochaufteilung da derart hohe Säulen natürlich am Säulenkopf zur Stabilität konstruktiv eingebunden werden mussten. Dafür wurden die in beiden Achsrichtungen auf Säulenkopfhöhe ausgebildeten Bögen ausgeführt, welche die Säulen in Längs- wie auch in Querrichtung mit den Außenwänden konstruktiv verbanden und stabilisierten.

Innerhalb der Joche war die Rippenfiguration in Längsrichtung mit zwei gleichen aneinander liegenden Kreisen aufgeteilt, die aber in Querrichtung – wegen des Rechteckformates der Jochgrundfläche an der Längsmittelachse des Raumes angepasst werden musste. Auch diese Anpassung war in konstruktiver Weise genial. In der Längsmittelachse wurden die Blütenblätter der eigentlich aneinander liegenden Kreisfiguren nunmehr soweit übereinander geschoben, dass sie an den Säulen und außenliegenden Gewölbeanfängern nun an der Rückseite des Anfängerpunktes lagen, d.h. das links liegende Joch führte seine Rippe bis zum

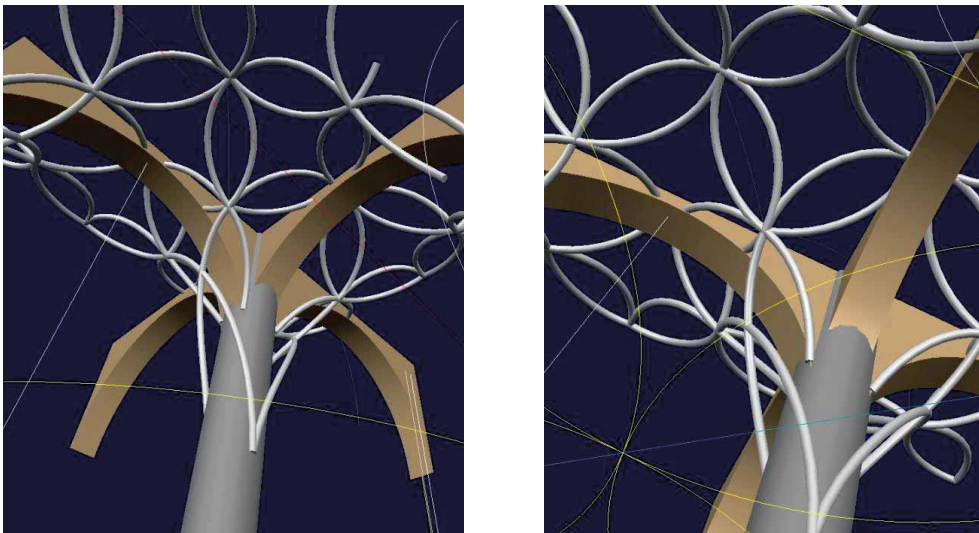


Bild 2.5.17 Visualisierung Erasmuskapelle-Emporenraum mit Prinzipdarstellung Säulen (grau) die Säulen konstruktiv haltenden Bögen (beige) und dem Rippenwerk mit den um die Säulen geführten Luftrippen (weiß), © 2011 Jörg Lauterbach-Thomas Bauer



Bild 2.5.18 Emporenraum-Blickrichtung kleiner Schlosshof Mit Gurtbogen und Preußischen Wappen an der Grenze zum Kapellenraum



Bild 2.5.19 Emporenraum – Blickrichtung Kapellenraum mit Gurtbogen und sächsischen Wappen (an der Grenze zum Kapellenraum Höhe links der mittigen Stütze erkennbar)

Gewölbeanfänger des rechts von ihm liegenden Joches und das rechts liegende Joch führte seine Rippe bis zum Gewölbeanfänger des links von ihm liegenden Joches. Dadurch entstanden um die Säulenköpfe herum die meisterhaft ausgeführten Luftrippen, die dem Gewölbe des Emporenraumes der Erasmuskapelle seine einmalige und prägende Form gaben.

Die Wappen im Kämpferbereich zwischen dem Emporenraum und dem davorliegenden Kapellenraum zeigen

- a) Richtung Schlossplatz (südöstlich) das Sächsische Wappenschild, in Erinnerung an die erste Gemahlin des Kurfürsten Joachim, Magdalene von Sachsen-Meißen,
- b) Richtung Lustgarten (nordwestlich) das Herzoglich Preußische Wappen mit dem durchschlungenen S (Anfangsbuchstabe von Sigmund – König von Polen) in Erinnerung an des Kurfürsten zweite Gemahlin, Hedwig von Polen.

Beide Gemahlinnen wurden von Cranach mit Verwendung gleicher Symbole gemalt und hängen heute mit diesen Bildern im Jagdschloss Grunewald.

Der Große Gurtbogen zwischen dem Emporenraum und dem Kapellenraum war konstruktiv als Gebäudeaussteifung notwendig, wie aus den Ruinenfotos von 1951 ersichtlich ist. Der Gurtbogen bestand aus Sandstein und war in einem massiven Mauerwerksbogen integriert. Die gleiche Ausführung wurde zwischen dem Kapellenraum und der Apsis gewählt, wie auch in den dortigen Ruinenfotos erkennbar ist. Besonders an diesem Bogen ist zu erkennen, dass der Schlussstein des Bogens nur sehr flach war und mit Ziegelmauerwerk aufgemauert wurde, bevor dann in weiterer Höhe wiederum ein Sandsteinblock zur Einbindung der einlaufenden Rippen folgte.

Die auf den Ruinenfotos erkennbaren Stahlträgerfragmente stammen von der im 18. Jahrhundert eingezogenen Zwischendecke.



Bild 2.5.20 und

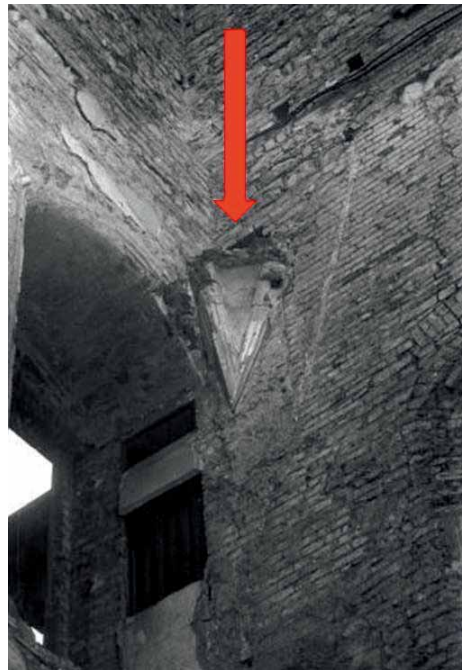


Bild 2.5.21 Erasmuskapelle – Kapellenraum / Emporenraum (Aufnahme 1951) mit Gewölbeanfängern



Bild 2.5.22 Gesamtaufnahme
ErasmusKapelle - Ruine 1951 –
Blick durch Kapellenraum zur Ap-
sis



Bild 2.5.23 Gewölbeanfänger
Ecke Kapellenraum Richtung Ap-
sis

Die nachfolgend gezeigten Figurationen sind durch die Verfasser (Jörg Lauterbach und Thomas Bauer) auf der Basis der 2. Archäologischen Grabung (siehe Albert Geyer, Abb.47) mit seinem Wand- und Säulenaufmaß sowie dem Schinkelschen Plan für die Bibliotheksmöblierung (Archiv der Preussischen Schlösser und Gärten in Potsdam), in der die Schlingrippen mit Höhenaufmaß belegt sind, nachkonstruiert worden und haben eine Genauigkeit, die sich an den historischen Maßstäben auf den benannten Plandokumenten orientiert. Bei dem Schinkelschen Plan ist dabei die Maßstabsangabe in „Rhl.Fuß“ als Rheinländischer Fuß, der nach der Preussischen Maß- und Gewichtsordnung vom 16.05.1816 mit $1 \text{ rhl.Fuß} = 31,38^5 \text{ cm}$ angegeben ist. Die einzelnen Maße in den Plänen wurden in Vergrößerungen auf Grundlage des Maßstabes abgegriffen und nach vorbenannter Angabe umgerechnet. Wesentlich für die Herleitung der Rippenführung und ihrer körperlichen Ausbildung zwischen den vorbenannten geometrischen Rahmen war zudem die Kenntnis des Prinzipalbogenverfahrens der Rippenkörperverwindung, welches im Anreissen des 15. / 16. Jahrhunderts seinen Ursprung hatte (siehe Kapitel 4) sowie in Verbindung mit den ausgewerteten Photographien des Gewölbes vor der Zerstörung 1945, als auch den Ruinenfotos von 1951, in denen Wölbfragmente Aufschluss über Konstruktionsansätze geben.

Auf den Ruinenfotos ist bezüglich der Gewölbeanfänger des Rippenwerkes sehr gut erkennbar, dass diese als große rechteckige Sandsteinblöcke in die ansonsten aus Ziegelmauerwerk bestehenden Wände integriert waren und aus den Blöcken heraus die Anfängerrippen herausgearbeitet wurden. Oberhalb dieser Anfängerblöcke, in Höhe, in der die Rippen die Wandflucht mit vollem Querschnitt verließen, begann das Mauerwerk der Wölbung mit den ausgemauerten Kelchen. Sehr interessant zu sehen ist auf diesen Bildern, dass die auslaufenden



Bild 2.5.24 Ruinenfoto Erasmuskapelle – Apsis (Aufnahme 1951) mit gut erkennbaren Mauerwerksverbänden

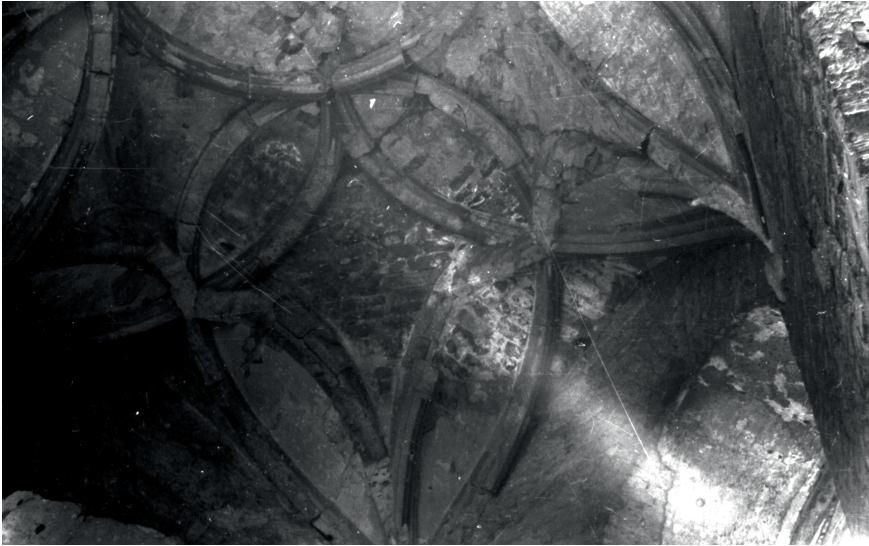


Bild 2.5.25 Ruinenfoto Erasmuskapelle – Apsis (Aufnahme 1951) mit gut erkennbaren Mauerwerksverbänden



Bild 2.5.26 Ruinenfoto Erasmuskapelle – Emporenraum
Gewölbeanfänger als rechteckiger Sandsteinblock (re.o.)



Bild 2.5.27 Ruinenfoto Erasmuskapelle Kapellenraum am Grünen Hut mit erkennbarer Anlage der Wölbung in Raumecke

Rippen oberhalb des Anfängersteines nicht in die Wand eingebunden waren. Und auch die Mauerwerkswölbung lag nur an der aufgehenden Raumwand an, war konstruktiv nicht eingebunden, ja nicht einmal eingeschlitzt. Dies belegt die konstruktive Ausbildung der Wölbung mit Widerlagern zum Lastabtrag lediglich in den Gewölbeanfängern (Säulen oder einzelne Gewölbeanfänger in den Außenwänden / Raumwänden). Dadurch wurden folglich Zwängungen, die zu Rissbildungen führen würden, ausgeschlossen und auch eine dauerhafte geringfügige Bewegungsmöglichkeit, sei es durch temperaturabhängige Verformungen oder temporäre Lastzustände beim Begehen der Kappen, möglich ohne Risse zu erzeugen.

Die Ruinenfotos vom Bereich der Apsis haben bezüglich der Dokumentation der historischen Konstruktionsweise von Schlingrippengewölben einen enormen Wert. Einerseits zeigt sich auf diesen Bildern wie die formgebende Funktion der Rippen für die Wölbform der Mauerwerkswölbung funktioniert (siehe dazu Kapitel 3.7: „Formgebende Funktion der Rippen“). Desweiteren sind die angelegten Mauerwerksverbände hervorragend zu studieren. Aber auch zur viel diskutierten Frage, inwieweit Rippen in die Mauerwerkswölbung einbinden, geben die Bilder eine eindeutige Antwort dahingehend, dass keine Einbindung, zu mindestens für die Erasmuskapelle dokumentiert und belegt, erfolgte. Auch die Rippeneinbindungen in die Gurtbögen sind durch die Bilder gut dokumentiert.

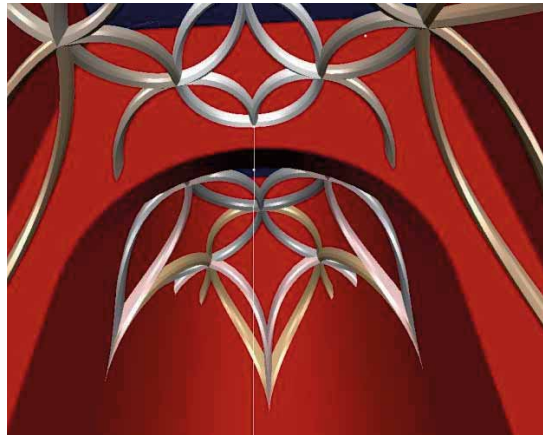


Bild 2.5.28 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin
– Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

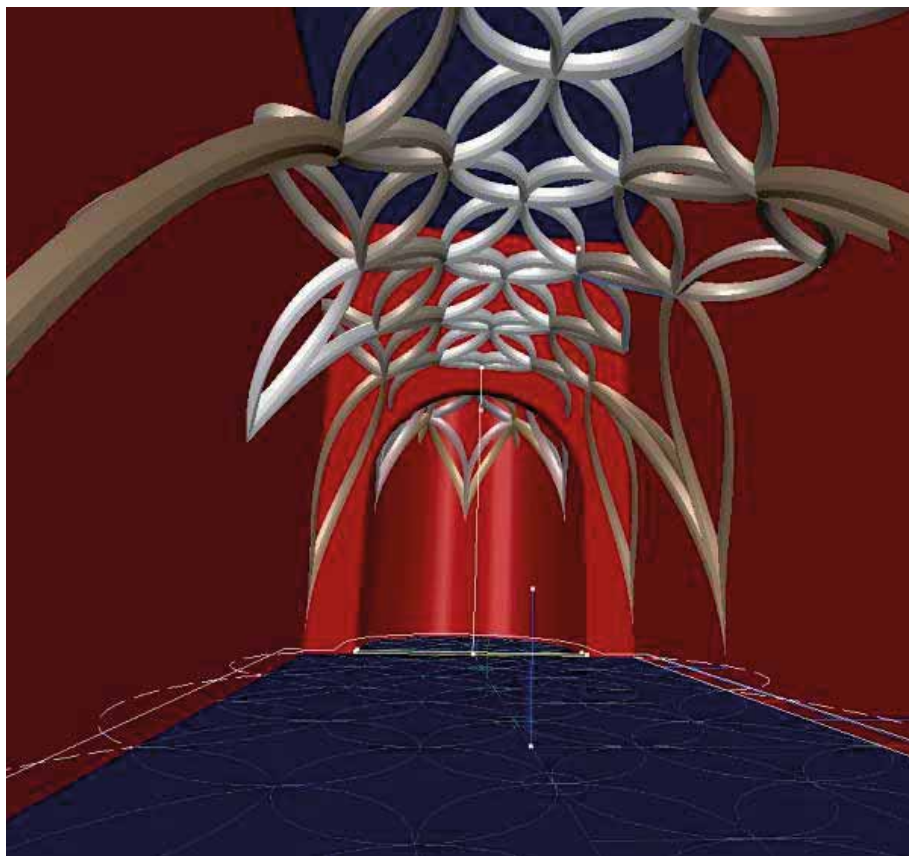


Bild 2.5.29 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

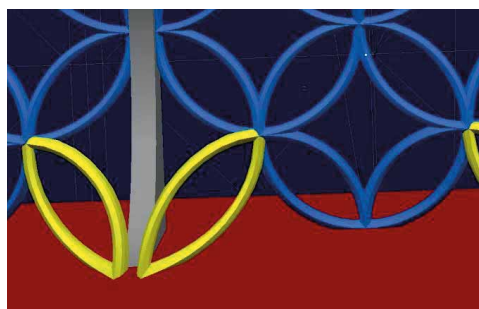


Bild 2.5.30 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

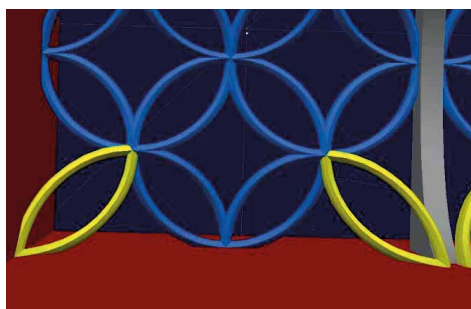


Bild 2.5.31 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

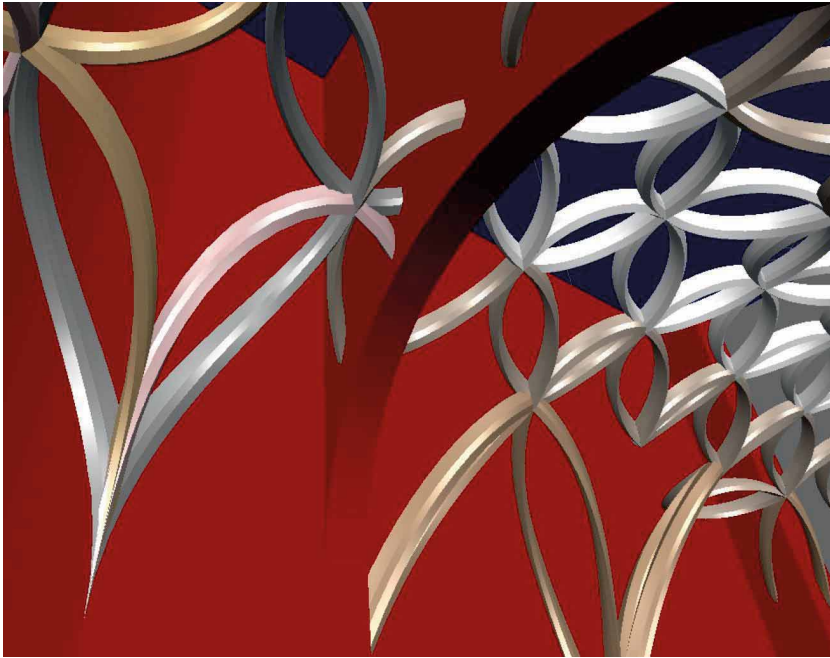


Bild 2.5.32 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion – © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

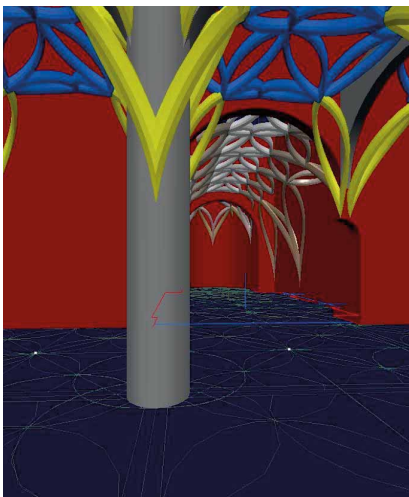


Bild 2.5.33 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

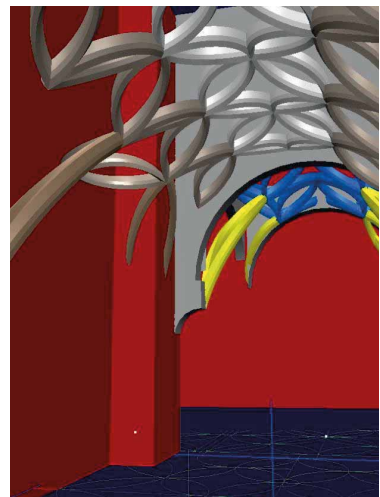


Bild 2.5.34 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

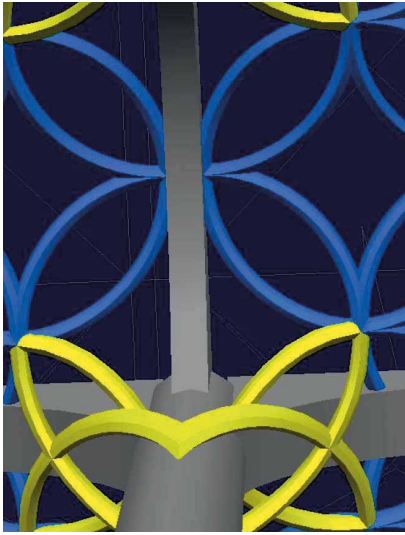


Bild 2.5.35 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

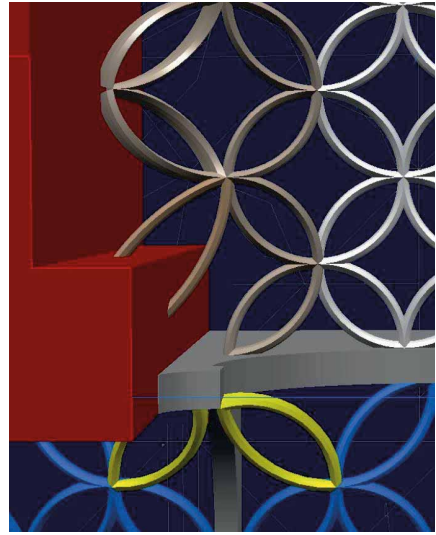


Bild 2.5.36 Entwurf Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

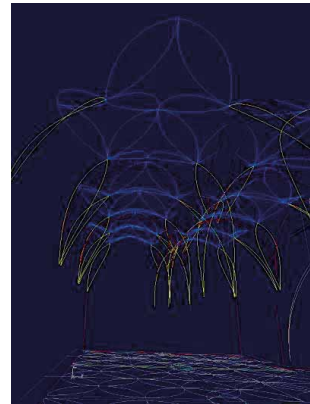
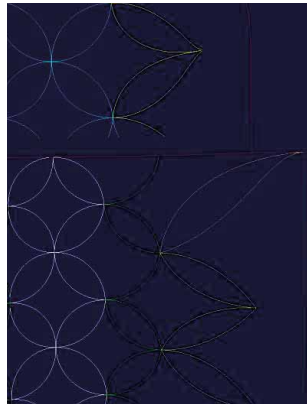
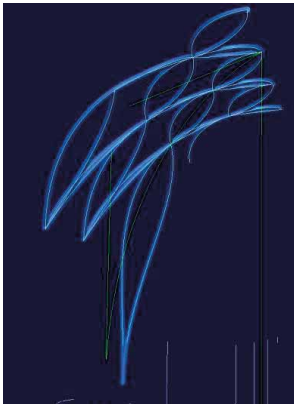


Bild 2.5.37 Drei Abbildungen zu Entwürfen der Rippenfiguration Erasmuskapelle Berlin – Nachkonstruktion © 2011 Jörg Lauterbach und Thomas Bauer

3 Werkplanung - Geometrische Herleitung der Schlingrippe

3.1 Grundlagen Schlingrippenfertigung

Schlingrippen sind zweifach gekrümmte Körper, d.h. sowohl in der horizontalen Ebene (Grundriss) als auch in der vertikalen Ebene (Aufriss) folgen Sie einem gebogenen Verlauf und definieren sich in der Grundebene über die untere Rippenmittellinie und im Aufriss über die Modellierung der Rippenprofile im Querschnitt.

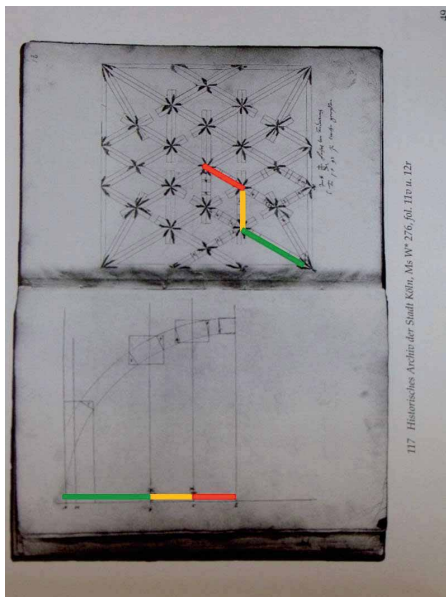


Bild 3.1.1 Bogenaustragung und Grundriss Netzwerkgewölbe (Beispiel aus Werkmeisterbuch, Archiv Stadt Köln, Abb. aus Müller/Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“)



Bild 3.1.2 Netzwerkgewölbe Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt Brüg Seitenschiff Ost

Dem gegenüber sind die Bogenrippen, wie auch jeder normale Bogen, einfach gekrümmt. D.h. im Aufriss haben sie eine Krümmung, aber im Grundriss folgen Sie einer Geraden zwischen den Rippenkreuzungen, wie z.B. die Bogenrippen der spätgotischen Netzgewölbe. Bei diesen spätgotischen Netzgewölben ist die Krümmung als Bogenausragung im Aufriss über den Prinzipalbogen hergeleitet.

Der Prinzipalbogen ist dabei ein einheitlicher (daher Prinzip-) Bogen, dem im Aufriss an jeder Stelle ein einheitlicher Radius zu Grunde liegt. Das Besondere am Prinzipalbogen bei der Rippenherleitung ist, dass dieser über die längste Strecke zwischen Kämpfer (Gewölbeanfänger) und Scheitel (oberster Gewölbeabschluss) geführt wird. Im Gegensatz dazu die einfachen gotischen Kreuzrippengewölbe, bei denen die Kreuzrippe der kürzesten Strecke zwischen Kämpfer und Scheitel folgt. Mit längster Strecke ist beim Prinzipalbogenverlauf gemeint, dass der Bogen über den Rippenkreuzungen gefaltet wird, um die längstmögliche Strecke einzunehmen (vgl. farbige Markierung im Bild 3.1.1).

Für Netzgewölbe ist der Verlauf des Prinzipalbogens gleich dem Verlauf der

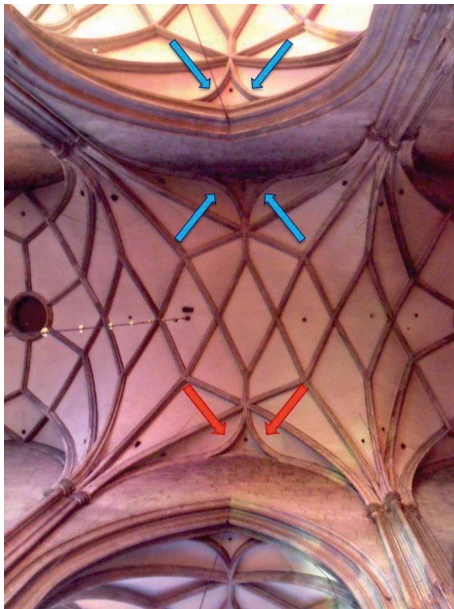


Bild 3.1.3 Wien – St.Stephan, Langhaus, Rautengewölbe mit Schlingrippenansätzen in Jochmitte oben und unten (Laurenz Spenning, 1460-1465)

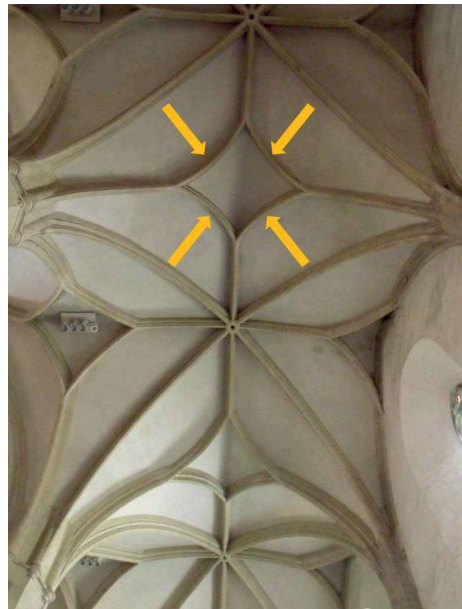
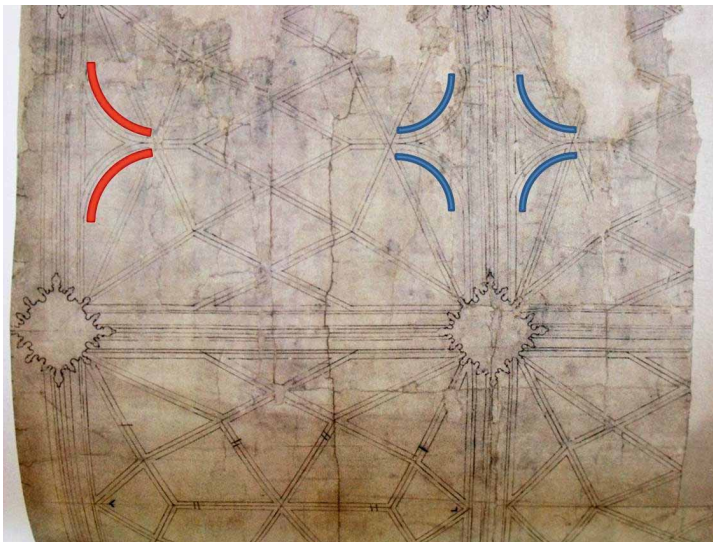


Bild 3.1.4 Pressburg – St.Martin, Seitenschiff, Netzgewölbe mit Schlingrippenansätzen (Laurenz Spenning, um 1465)

unteren Rippenmittellinie, der längsten Rippenstrecke zwischen Kämpfer und Scheitel, gefaltet von Knoten zu Knoten. Wie aber verhält es sich, wenn zwischen den Knoten teilweise oder ganz die Rippen nicht nur einfach gekrümmt sondern als Schlingrippen zweifach gekrümmt sind, d.h. wenn Sie auch im Grundriss zwischen zwei Knoten eine Krümmung aufweisen? Wo verläuft dann der Prinzipalbogen, nach wie vor direkt von Knoten zu Knoten (gefaltet) oder ändert sich der Verlauf, indem dieser bei Schlingrippen der Abwicklung der Rippenachsen im Grundriss folgt?

Vor allem interessiert die Frage, wechselt die Bogenaustragung vom gefalteten in den abgewickelten Verlauf innerhalb ein und desselben Gewölbes, wenn ein Gewölbe sowohl einfach als auch zweifach gekrümmte Rippen hat?

Im Entwurfsplan von Laurenz Spenning (datiert auf 1460 - 1465) zum Langhausgewölbe des Wiener Domes St. Stephan sind die zweifach gekrümmten Rippen mit Rippenmittellinie, welche die Rippenmittellinie der angrenzenden geraden Rippen schneidet, sowie mit den Innen- und Außenradien gezeichnet, so dass für eine Bogenaustragung beide Möglichkeiten zum Abgreifen der jeweils notwendigen Einzellängen zur Konstruktion bestünden.



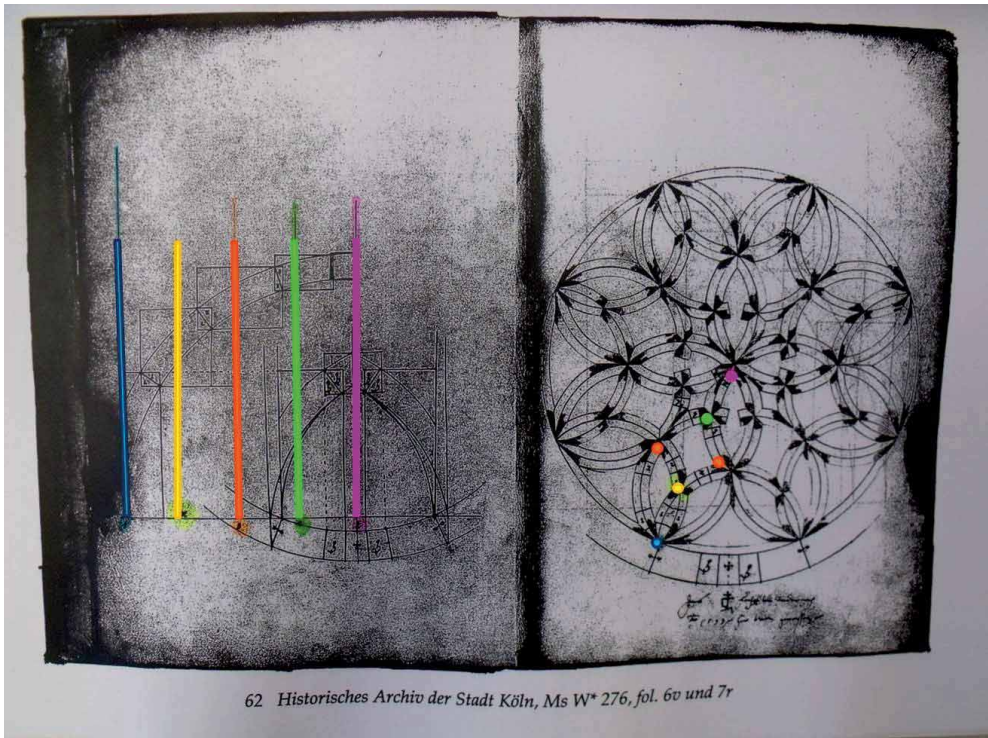
Inv.Nr.HZ 17.030r

Bild 3.1.5 Plan Laurenz Spenning zu Langhausgewölbe St.Stephan Wien, Kupferstichkabinett Akademie Bildende Künste Wien

Aus den überlieferten Werkmeisterbüchern – *hier insbesondere die Plansammlungen des Codex Stadler, veröffentlicht und kommentiert von Prof. Adolf Rein-*

le „Italienische und deutsche Architekturzeichnungen 16. und 17. Jahrhundert“ und des Codex Miniatus 3 „Dresdner Skizzenbuch“, veröffentlicht und kommentiert von Werner Müller / Norbert Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ – die im Kleinformat (annähernd DIN A5) für Gewölbefigurationen jeweils die Figuration im Grundriss und die zugehörigen Bogenaustragungen zeigen, sind beim Abgreifen der Einzellängen sowohl Risse dabei, die auf eine Abwicklung schließen lassen, als auch Risse, die auf einen gefalteten Verlauf des Prinzipalbogens zwischen den Rippenkreuzungen hindeuten.

Dazu nachfolgendes Experiment, indem man an vorhandenen Gewölberissen und dazugehörigen Bogenaustragungen aus den überlieferten Werkmeisterbüchern des 16. Jahrhunderts die Einzelstrecken abgreift und bezüglich ihrer Lage überprüft. Als Erstes ein Gewölberiss aus dem Kölner Stadtarchiv, veröffentlicht in Müller/Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“, in dem wir auf der rechten



62 Historisches Archiv der Stadt Köln, Ms W* 276, fol. 6v und 7r

Bild 3.1.6 Musterbuch eines Werkmeisters, Archiv der Stadt Köln – veröffentlicht in Müller/Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ (farbige Markierung der Prinzipalbogenabschnitte – siehe Erläuterung im Text)

Seite der Figuration die mit Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 (in Schreibweise des 16. Jh.) bezeichneten Rippenkreuzungen farblich markiert haben und auf der linken Seite der Bogenaustragung, die gleich bezeichneten Kreuzungspunkte mit den gleichen Farben kenntlich machten.

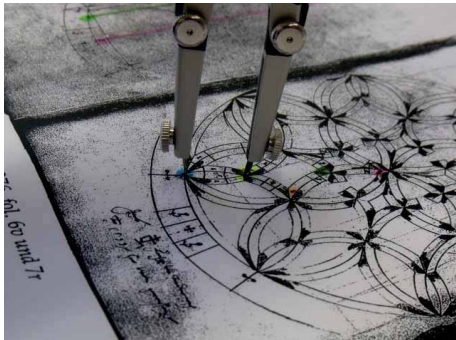


Bild 3.1.7 Abgreifen A (blau) – B (gelb)

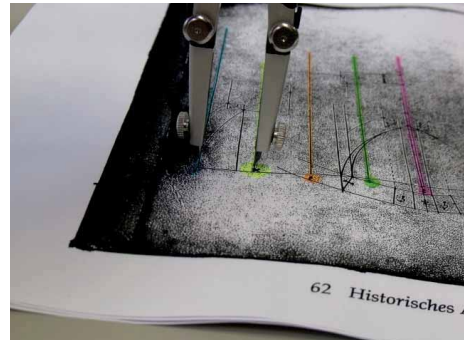


Bild 3.1.8 Übertragen A (blau) – B (gelb)

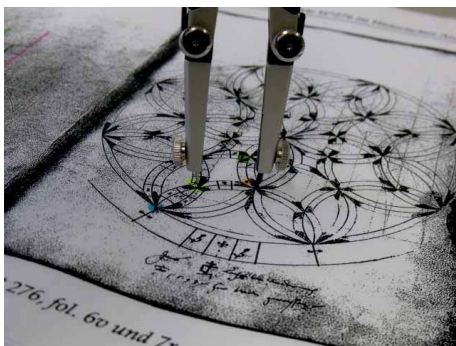


Bild 3.1.9 Abgreifen B (gelb) – C(orange)

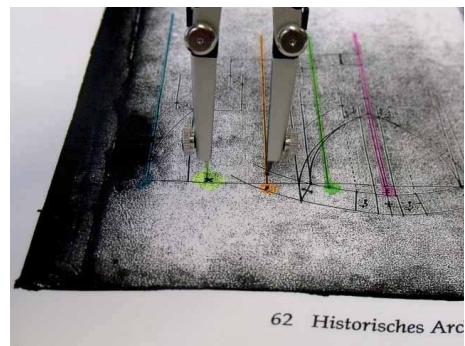


Bild 3.1.10 Übertragen B (gelb) – C(orange)

Dann wurde auf einer Vergrößerung des Risses jeweils in der Figuration die Einzelstrecke zwischen zwei Kreuzungen mit dem Zirkel abgegriffen und in der Bogenaustragung auf der Längsachse angetragen und markiert, wie in den nachfolgenden Bildern dokumentiert.

Dabei wurde eine relativ exakte Übereinstimmung der jeweiligen Einzellängen

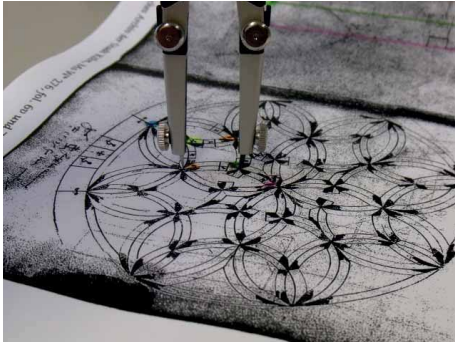


Bild 3.1.11 Abgreifen C (orange) – D (grün)

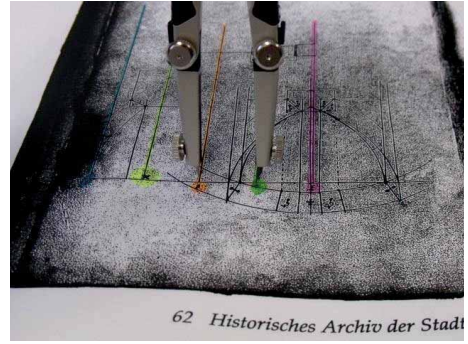


Bild 3.1.12 Übertragen C (orange) – D (grün)



Bild 3.1.13 Abgreifen D (grün) – E (rot)

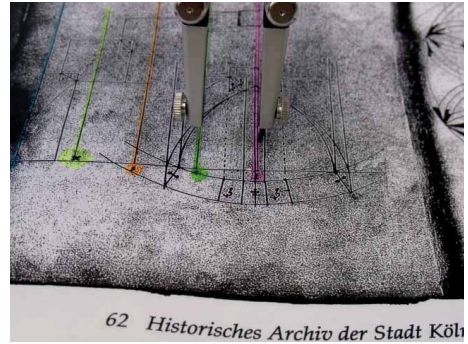


Bild 3.1.14 Übertragen D (grün) – E (rot)

des geraden Verlaufes zwischen den Kreuzungspunkten aus der Grundrissfiguration mit denen der Bogenaustragung festgestellt. Hingegen bei nachfolgendem Abgreifen der Einzelstrecken zwischen Kreuzungspunkten über die gebogene Abwicklung (Verfahren nach Müller/Quien mit gebogenem Blatt Papier – hier gebogenes Plastiklineal) treten messbare Unterschiede der Einzellängen auf.



Bild 3.1.15 Abgreifen A - B



Bild 3.1.16 Übertragen A - B



Bild 3.1.17 Abgreifen B - C



Bild 3.1.18 Übertragen B - C



Bild 3.1.19 Abgreifen C - D

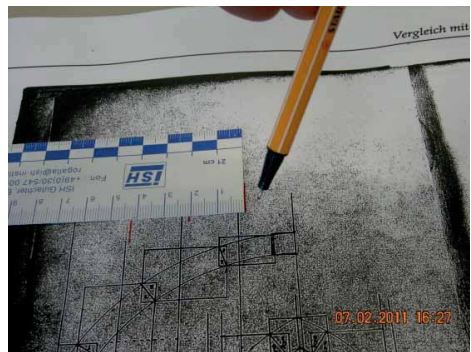


Bild 3.1.20 Übertragen C - D



Bild 3.1.21 Abgreifen D - E



Bild 3.1.22 Übertragen D - E

Im Folgenden ein weiteres Beispiel an einem Riss des Wiener Codex, der ebenfalls bei Müller/Quien in „Virtuelle Steinmetzkunst“ veröffentlicht ist.



Bild 3.1.23 Abgreifen A - B



Bild 3.1.24 Übertragen A - B

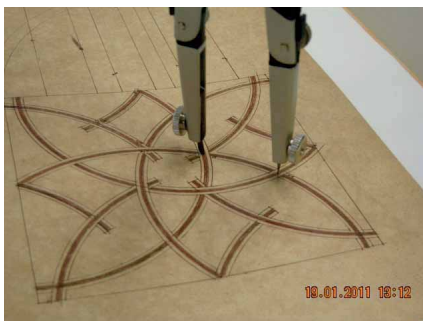


Bild 3.1.25 Abgreifen B - C

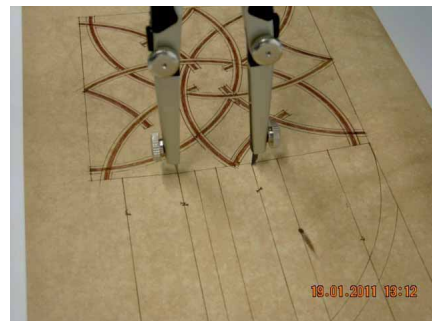


Bild 3.1.26 Übertragen B - C



Bild 3.1.27 Abgreifen C - D



Bild 3.1.28 Übertragen C - D

Auch hier stimmen die jeweiligen Einzellängen des geraden Verlaufes zwischen den Kreuzungspunkten aus der Grundrissfiguratur mit denen der Bogenaustragung relativ überein. Hingegen beim Abgreifen der Summe der Einzelstrecken als Gesamtstrecke zwischen Kreuzungspunkten über die gebogene Abwicklung (Verfahren nach Müller/Quien mit gebogenem Blatt Papier) tritt wiederum ein messbarer Unterschied der Streckenlänge auf.

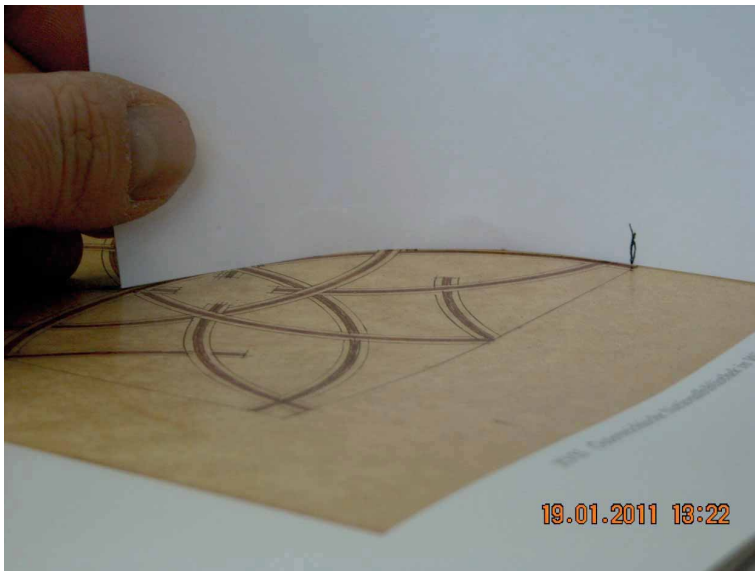


Bild 3.1.29 Abgreifen A - D

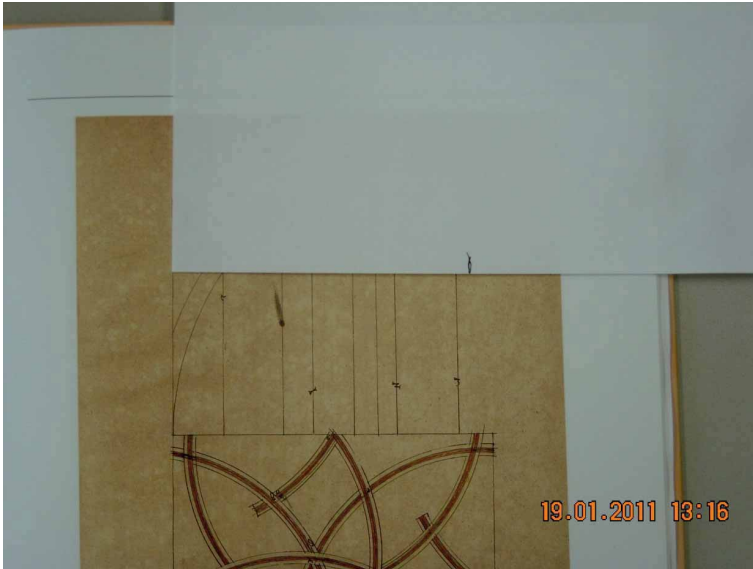


Bild 3.1.30 Übertragen A - D

Aber kann dies nun Beleg für die eine oder andere Herleitungen sein? Nicht nur dass es genauso eine Vielzahl von Rissen gibt, bei denen das Abgreifen eine Abwicklung der Rippeneinzellängen ergibt und der Lage des Prinzipalbogens in der gefalteten Grundrisslage widersprechen würde, so ist es doch vor allen Dingen die ins Auge fallende unexakte Maßhaltigkeit der historischen Risse im Detail, die letztendlich eine belastbare Aussage zu den geringen Unterschieden zwischen Abwicklung und gefaltetem Verlauf des Prinzipalbogens bei den geringen Abständen zwischen den Knoten nur schwer zulassen. Das Vorhandensein von zu mindestens einzelnen eindeutigen Rissen, sowohl für die Herleitung nach Abwicklung (vgl. Breslauer Riss 1593, Archiv Stadt Köln Ms. W*276, fol. 22v.; auf dem Werner Müller / Norbert Quien in ihren beiden Büchern aufbauen) als auch für die gefaltete Ausführung (siehe obige Fotos), lässt aber auch den Gedanken aufkommen, dass es beide Varianten zur Herleitung gegeben haben könnte.

Auch bei den Plansammlungen der Wiener Dombauhütte und der Wiener Akademie der Künste, die wir im Juni 2011 im Original in Wien im Rahmen der Ausstellung „Wien – Der Dombau von St. Stephan – die Originalpläne aus dem Mittelalter“ studieren konnten, zeigen sich schon im Bereich einzelner Blindrillen, vor allem aber der geometrischen Detailpassgenauigkeit deutliche Defizi-

te, die größer sind als die theoretischen Abweichungen im Kurvenverlauf der Rippen zwischen abgewickeltem und gefaltetem Verlauf des Prinzipalbogens. Insofern geben die historischen Risse zwar eine Fülle an inhaltlichen Informationen, aber ein zeichnerisches Abgreifen kann unseres Erachtens nur als Indiz, nicht aber als Beleg belastet werden.

Die publizierte und wohl auch wissenschaftliche Meinung geht erkennbar davon aus, dass der Prinzipalbogen bei zweifach gekrümmten Schlingrippen der Abwicklung im Grundriss folgt. Dies ist schon sowohl bei C. A. Meckel 1933 in seinem hervorragenden Aufsatz „Die Konstruktion der figurierten Gewölbe in der deutschen Spätgotik“ beschrieben bis hin zur heutigen Fachliteratur von Werner Müller und Norbert Quien „Spätgotik Virtuell“ (1999), „Erdachte Formen, Errechnete Bilder“ (2000) und „Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik“ (2005) sowie Werner Müller „Steinmetzgeometrie zwischen Spätgotik+Barock“ (2002).

Neben einigen Indizien aus den abgegriffenen historischen Rissen stellen sich vor allem aus dem Studieren von noch vorhandenen Schlingrippengewölben (Kapitel 2.1. bis 2.5) deutliche Fragen zu der wissenschaftlichen und publizierten Meinung der „Abwicklung“, die uns – zu mindestens bei den Schlingrippenfigurationen aus gleichen Kreisen – eher zu alternativen Herleitungen tendieren lassen.

Für die Methodik der publizierten Herleitung zum Prinzipalbogen ist festzuhalten, dass diese aus Entwürfen besteht, die in Plansammlungen / Werkmeisterbüchern ein Format ca. DIN A 5 besitzen und doch neben der Funktion als Musterbuch für den Bereich der Ausführung einen Charakter eines Grobentwurfes, bezogen auf die zeichnerische Maßhaltigkeit, haben. Was aber der Steinmetz auf dem Reißboden angerissen hat und vor allen Dingen **wie** er angerissen hat, ist für Schlingrippen unserer Kenntnis nach nicht mehr belegt. U.a. der für das Straßburger Münster für 1409 belegte Reißboden im Dachstuhl wurde 1785 beim großen Brand vernichtet. Wie genau auf dem Reißboden bezüglich jeder kleinsten räumlichen Anpassung angerissen werden musste zeigen die unzähligen Beispiele der Toleranzausarbeitung in Rippenkreuzungen und Rippenanfängersteinen, welche bereits auf dem Reißboden gerissen werden mussten.

Wir wollen daher in der Methodik so verfahren, ausgewählte noch vorhandene Schlingrippengewölbe vor Ort zu studieren und zu vermessen, um dann aus den 3D Datenmodellen der Vermessung Schlüsse zum geometrischen Verlauf zu ziehen. Aber auch oberflächige Bearbeitungsspuren sollen zur Beurteilung

mit herangezogen und die Risslinien mit berücksichtigt werden.

Zunächst stellt sich die Frage, warum es denn so wichtig ist, ob der Prinzipalbogen bei Schlingrippen zwischen zwei Rippenkreuzungen als Abwicklung in gekrümmter Form verläuft (d.h. identisch dem unteren Rippenverlauf dieses Rippenwerkstückes) oder als direkte Linie zwischen den Kreuzungen mit einer Orthogonalprojektion des steigenden Bogens auf den gekrümmten Rippenverlauf. Wie groß ist überhaupt der Unterschied im resultierenden Kurvenverlauf der unteren Rippenmittellinie, wenn man bei ein und derselben Figuration beide hier betrachteten Herleitungen mal virtuell übereinanderlegt?

Dazu nachfolgendes geometrisches Experiment am 3D Modell. Im rechten oberen Bereich ist über der Grundrissfiguration aus Kreisen (Graue Zylindermantelflächen) mit gelber Linie der Prinzipalbogenverlauf aus der Abwicklung mit einer Bogenausragung hergeleitet (im Bild 3.1.31: linke Hälfte, wo in der Ebene die gelbe Linie den Bogen mit seiner Höhenentwicklung über weißen senkrech-

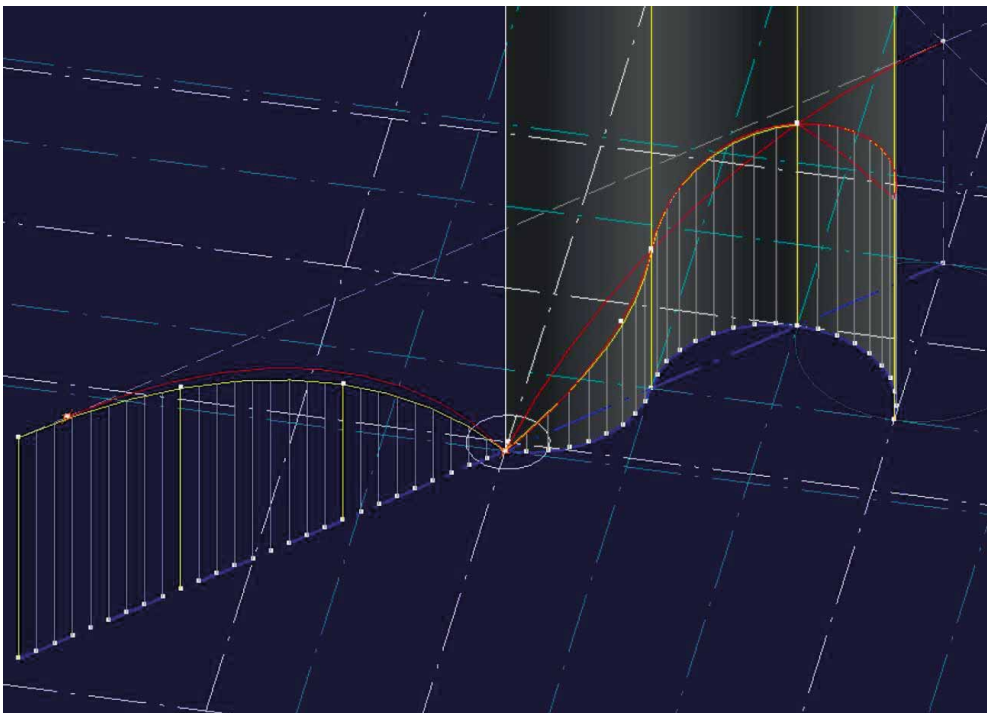


Bild 3.1.31 Vergleich Kurven der Prinzipalbogenherleitung aus Abwicklung und Orthogonalprojektion © 2011 Lauterbach - Bauer

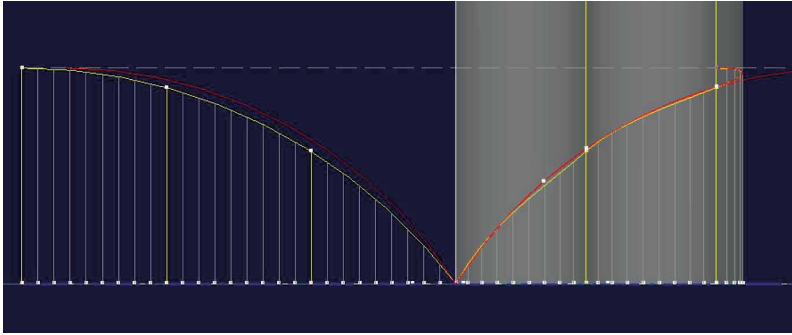


Bild 3.1.32 Vergleiche Kurven Prinzipalbögen - Ebene (linke Seite) und räumliche (rechte Seite) © 2011 Lauterbach - Bauer

ten Höhenkoten definiert). Dagegen ist der Prinzipalbogen über den gefalteten Verlauf im oberen Bereich mit roter Linie hergeleitet.

Insofern man die rote Linie der Herleitung des Prinzipalbogens über den gefalteten Verlauf in die ebene Darstellung überträgt, stellt man fest, dass bei identischem Anfangs- und Endpunkt der Bögen im Bogenverlauf signifikante Unterschiede (hier bis ca. 6 cm) auftreten.

Nun ist die ebene, abgewinkelte Darstellung ja nur eine virtuelle. Vor Ort wird man eine der Orthogonalprojektion nähere Perspektive sehen – jenachdem wo man gerade steht – und feststellen, dass die abgewinkelte Herleitung in der Perspektive gegenüber der relativ geglättete Bogenform der gefalteten Herleitung einen sprunghafteren Verlauf zeigt. Ob dies bei den Rippen erkennbar wäre, könnte nur ein 1:1 Vergleich zweier Bögen nebeneinander ergeben.

Bei diesen fürs 3D Modell signifikanten Unterschieden des resultierenden Kurvenverlaufes zwischen dem abgewinkelten Verlauf des Prinzipalbogens und der Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens aus dem geraden Verlauf heraus, müsste sich dies doch an noch vorhandenen Schlingrippengewölben messen lassen, nach welcher Herleitung diese sich formen.

Und genau das haben wir bei den von uns selbst vermessenen Gewölben der Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Neusohl, Ratssaal Bunzlau, Katharienkappelle Freystadt (Österreich) und Rotbergkapelle Basel mit der eindeutigen Feststellung getan, dass die Höhenentwicklung bei diesen Gewölben der Kurve die zur Orthogonal Projektion des Prinzipalbogens gehört, folgt.

Selbst wenn man berücksichtigt, dass die vermessenen Gewölbe in einem Zustand sind, in dem sie sich nach dem damaligen Ausschalen gesetzt, d.h. gegen-

über dem theoretischen Entwurfsverlauf der Kurven (3D Modell / Drahtmodell) verformt haben (erste Verformung) und sicher inzwischen seit den über 400 Jahren auch einen Kriech- und Materialermüdungsprozess (zweite Verformung) mitgemacht haben dürften, so liegen die Höhenpunkte an den Rippenkreuzungen (zwischen Gewölbeanfänger und Scheitel) immer noch signifikant höhenmäßig **über** der theoretischen Kurve der Abwicklung.

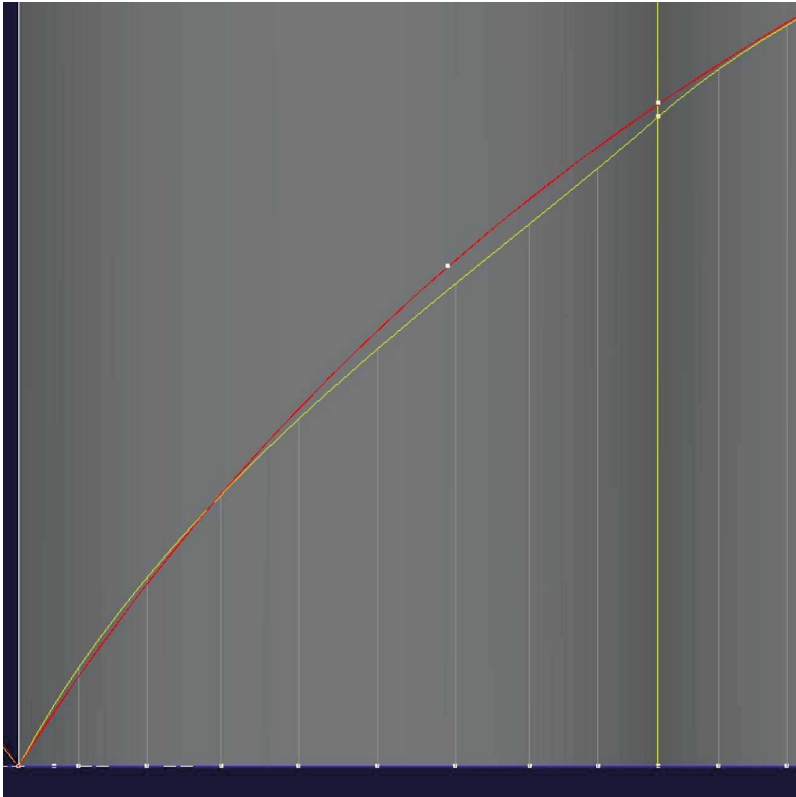


Bild 3.1.33 Vergleich Kurven Prinzipalbögen - Ansicht (Blick auf wahre Zylindermantelfläche) der Kurvenverläufe in der Vergrößerung aus Bild 3.1.32, © 2011 Lauterbach - Bauer

Aber auch dies kann nicht dazu benutzt werden, nunmehr bei anderen Schlingrippengewölben zur Herleitung eine Aussage zu treffen oder sich in genereller Weise zu positionieren. Es wird sicher auch genügend Beispiele aus Vermessungen geben, die Anderes belegen. Wir können hier nur für die unsererseits untersuchten Gewölbe mit der Figuration aus gleichen Kreisen im Grundriss

– in Wien, Neusohl, Bunzlau, Basel und Freystadt – sprechen. Sollte man allerdings zu dem Schluss kommen, dass mit der im Mittelalter gepflegten „Genauigkeit“ gegenüber heutiger 3D Vermessung, welche von unserem heutigen Verständnis aus dazu sicher etwas abweicht, die Unterschiede der beiden oben gezeigten Kurven im Verhältnis zu ihrer Kurvenlänge, d.h. ca. 6cm Höhendifferenz bei ca. 330cm Kurvenlänge (1,8%), vernachlässigen zu können, so wäre es folglich naheliegend, dass man die Bogenaustragung nach der Abwicklung im Entwurf gezeichnet haben könnte und den Stein auf dem Reißboden nach der Orthogonalprojektion fertigte. Dies würde nach unseren Versuchen einer Rippenfertigung die einfachste und genauere Methode der Rippenfertigung bei Schlingrippen darstellen.

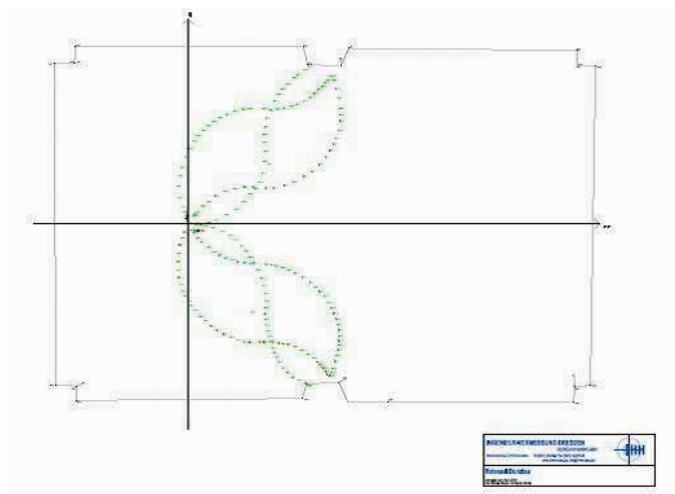


Bild 3.1.34 Eingemessene Kurven (nach dem Setzen der Rippen) der unteren Rippenmittellinien Rathaus Bunzlau © 2011 Bauer-IHH

Aber zunächst wollen wir uns mit beiden Herleitungen bezüglich der Prinzipalbogenlage zur unteren Rippenmittellinie im Detail noch einmal näher auseinandersetzen.

3.2 Prinzipalbogen, Herleitungen

a) Gefalteter Verlauf des Prinzipalbogens – Orthogonalprojektion

Das Verfahren über die Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens für die Ermittlung der unteren Rippenmittellinie bei der Steinfertigung ist in der Fachliteratur u.a. bei Barbara Baumüller beschrieben (vgl. „Bogenrippen- und Schlingrippengewölbe der Spätgotik ...“ 1989, S. 19., „... die einzelnen Flächen des Werksteines wurden durch Umklappen auf die Zeichenebene gebracht ...“ und „... man überträgt den Grundriss /des Steines/ und die **Orthogonalprojektion** des Aufrisses auf die entsprechenden Seiten eines parallelelliptischen Blockes ...“ – mit Zitathinweis auf Werner Müller).

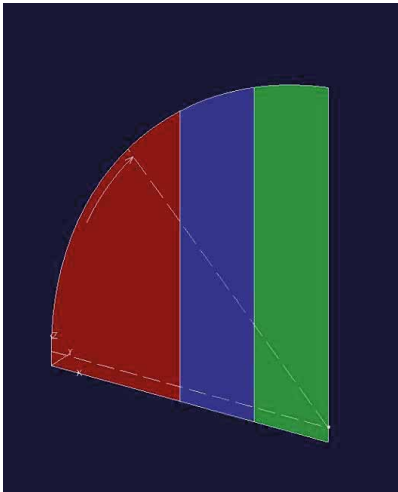


Bild 3.2.1 Prinzipalbogen – Bogenaustragung

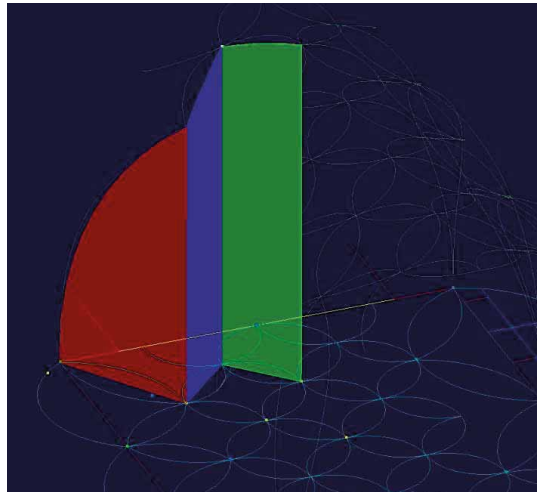


Bild 3.2.2 im Grundriss gefalteter Verlauf Prinzipalbogen für Orthogonalprojektion

Konstruiert wird der Prinzipalbogen dabei in folgenden Schritten:

- Abgreifen der längsten Strecke zwischen Kämpfer (A) und Scheitel (D) – im Beispiel mit den aneinandergereihten Teilstrecken von \overline{AB} /rot über \overline{BC} /blau zu \overline{CD} /grün,
- Über diese in einer Ebene (ungefaltet) aneinandergfügten Strecken A bis D wird ein Viertelkreis geschlagen, welche die einfachste Herleitung des Prinzipalbogens wäre. Wenn die Raumhöhe nicht ausreicht, so wird die niedrigere, zur Verfügung stehende Raumhöhe maßstäblich vertikal

über dem Punkt D als Punkt D' angetragen und der Punkt A mit D' mit einer Sehnenlinie verbunden, um dann über der Sehnenlinie $\overline{AD'}$ mittig das Lot zu fällen. Dieses wird soweit nach unten zu verlängert, dass es die verlängerte Strecke $\overline{D'D}$ schneidet und somit der neue Schnittpunkt s der Bogenaustragung des Prinzipalbogens gerissen wird.

- Die Bogensegmente je Teilstrecke \overline{AB} , \overline{BC} und \overline{CD} werden aus der Herleitung des Prinzipalbogens abgegriffen und über der Grundrissfiguration entsprechend dem Verlauf der längsten Strecke als gefalteter Verlauf des Prinzipalbogens gestellt und so auf die Werksteinrohblöcke in den sechsseitigen Planebenen angerissen.

Dass der Prinzipalbogen im Grundriss dabei je Einzelstrecke zwischen zwei Rippenkreuzungen der geraden Strecke zwischen den Punkten folgt und nicht dem im Grundriss gekrümmten Rippenverlauf (untere Rippenmittellinie), resultiert aus dem Verfahren der Orthogonalprojektion als virtuelle Projektion der Höhenaustragung aus der ebenen auf die gekrümmte Fläche.

Vereinfacht dargestellt, konstruiert man in einem Experiment zwischen einem Punkt A und B z.B. zwei Bogenrippen, die identische Bogenaustragungen haben. Da die eine Bogenrippe aber einfach gekrümmt ist (grün), bildet sie im

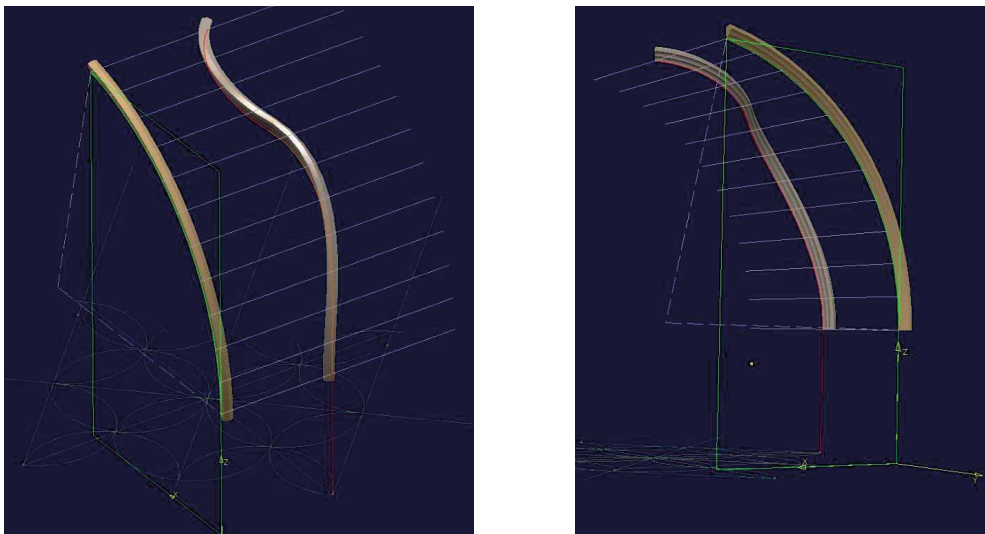


Bild 3.2.3 einfach- (grüne untere Rippenmittellinie) und zweifach- (rote untere Rippenmittellinie) gekrümmte Bogenrippen (Rippenkörper beige) liegen über den Fluchtlinien (weiß) quer zur Bogenaustragung exakt in einer Flucht (! weiße Fluchtlinien folgen der Bogenaustragung im Höhenverlauf – nicht zu verwechseln mit Wölbeebene!)

Grundriss demzufolge eine Gerade zwischen A und B. Währenddessen ist die zweite Bogenrippe (rot) zweifach gekrümmt, d.h. auch im Grundriss hat diese Bogenfigur zwischen A' und B' eine Krümmung. Dennoch liegen beide in der seitlichen Flucht (siehe weiße Fluchtlinien quer zur Bogenaustragung) exakt hintereinander in der Höhenentwicklung. Dies nutzt das Verfahren bei der Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens aus, um die gefluchtete Höhenentwicklung der Bogenaustragung des im Grundriss gewundenen Rippenverlaufes über eine Projektion aus der einfachen Ebene (Aufriss) herzuleiten.

Die Orthogonalprojektion stellt für die Rippenfertigung (siehe Kapitel 4) sowohl die **einfachere als auch die exaktere** Fertigungsgrundlage dar.

Einfacher, da man auf einem sechsseitig planebenen Rohblock zuerst nur die Grundrissradien und den Innenradius (Rippenachse) auf der Blockoberseite und die untere Rippenmittellinie für der Orthogonalprojektion auf die Ansichtseite reißt. Der Bogen der Rippeninnenseite auf dem Oberlager sowie der Bogen der Rippenmittellinie auf der Seitenfläche werden nacheinander abgearbeitet, um anschließend mittels Reißziehleure entlang der entstandenen resultierenden Kurve die dazu parallel liegende untere Rippenmittellinie anreißen zu können. Bei der Abwicklung benötigt man dazu wesentlich mehr Schritte, wie nächste Seiten darlegen.

Exakter, da über die beiden vorhergenannten Linien, die mittels Schablone aus dem Reißboden 1:1 abgegriffen werden können, in Parallelverschiebung mit der Reißziehleure wiederum eine direkt abgegriffene Kurve gerissen werden kann. Bei der Abwicklung hingegen werden die Kurven über Punktierungen gerissen, d.h. die Höhenentwicklung basiert auf einzelnen Höhenkoten, deren Zwischenräume freihändig verbunden werden oder, sollte man über gekrümmte Schablonen (historisch mit perforiertem Pergament, Tierhäuten o.dgl.) Bögen reißen wollen, so werden diese zuvor auf den Innenradius proportionsseitig angepasst (heute würde man zoomen sagen).

b) Prinzipalbogenverlauf als Abwicklung

Das Verfahren über die Abwicklung des Prinzipalbogens für die Ermittlung der unteren Rippenmittellinie bei der Steinfertigung ist in der Fachliteratur u.a. bei Carl Anton Meckel beschrieben: „*Die Konstruktion der gewundenen Rippen geschah in der auf Tafel 23 in Abb. 21 dargestellten Art und Weise. Es wurden die gewundenen Rippenstücke a-b, b-c abgewickelt auf der Grundrißlinie unter dem zu schlagenden Prinzipalbogen abgetragen = c', b', a'“* („Die Konstruktion der figurierten Gewölbe in der deutschen Spätgotik“, S. 112, 1933).

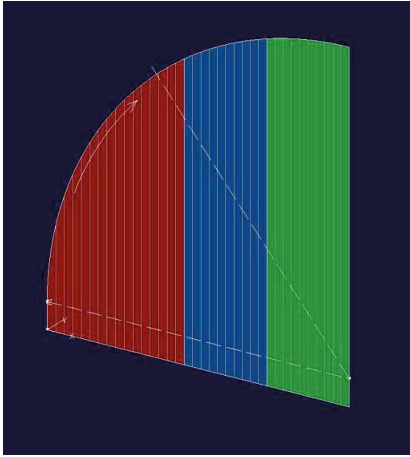


Bild 3.2.4 Prinzipalbogen – Bogen-
austragung

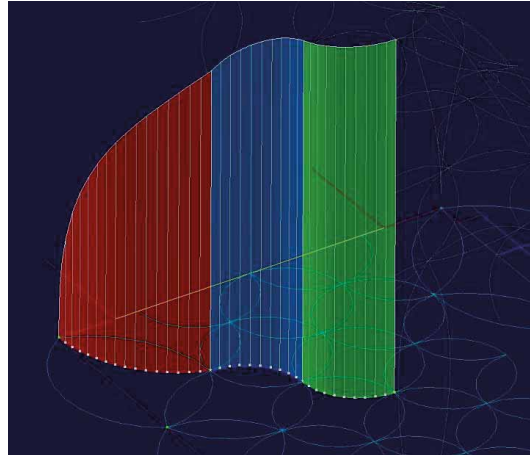


Bild 3.2.5 abgewickelter Verlauf Prinzipalbogen

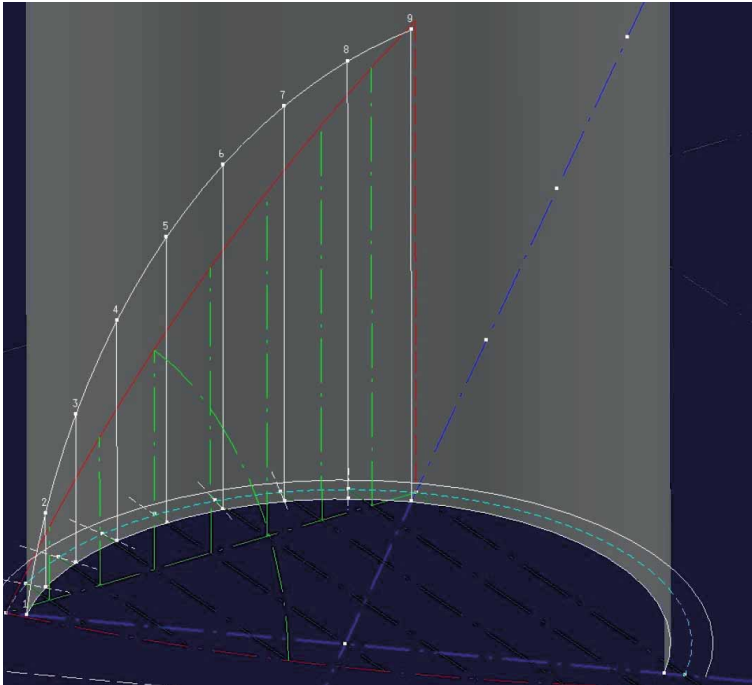
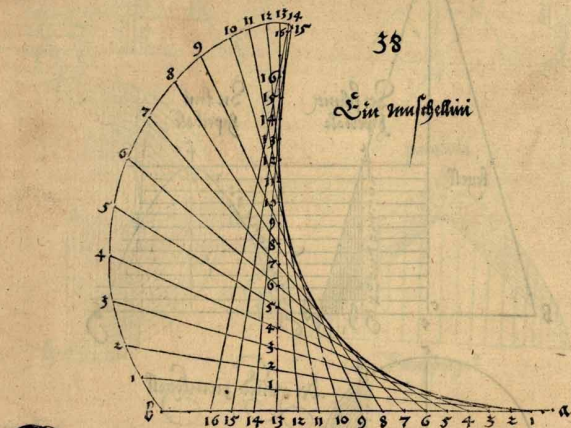


Bild 3.2.6 Prinzipalbogenverlauf (weisse Linie) als Abwicklung (hier über
Innenradius dargestellt in punktiertes Höhenentwicklung – Punkte 1 bis 9).
In der Grundrissfigur sind je Höhenpunkt die radiale Lage der Höhenpunkte
über der unteren Rippenmittellinie hergeleitet

Konstruiert wird der Prinzipalbogen dabei in folgenden Schritten:

- Abgreifen der längsten Strecke zwischen Kämpfer (A) und Scheitel (D) – als Aneinanderreihung der Einzelbögen (jeweils zwischen den Rippenkreuzungen) aus der Grundrissfiguration.
- Einzelbögen werden dabei zunächst als Einzelsehnenlänge, d.h. direkte Verbindung von Rippenkreuzung zu Rippenkreuzung in der Rippenmittellinie, abgegriffen und über den Proportionszirkel in die wahre Bogenlänge vergrößert. Dies ist möglich, wenn man für den Proportionszirkel zuvor mittels einer dem Viertelkreis entsprechenden Schablone die Bogenlänge der Bezugsgröße auf dem Reißboden abgerollt hat und mit dem Stechzirkel auf den Proportionszirkel als **laterale** (Bogenlänge Viertelkreis) und **transversale** Grundlänge (Sehnenlänge Viertelkreis) überträgt.
- Nach vorgenanntem Verfahren mit dem Proportionszirkel kann man dann bei der Figuration aus gleichen Kreisen eine Viertelkreisbogenlänge abgreifen und für die Bogenaustragung die aufeinanderfolgenden Bogenlängen der Einzelrippen aneinanderfügen.
- Über diese in einer Ebene (in einer Geraden) aneinandergesetzten Einzelbogenlängen A bis D wird ein Viertelkreis geschlagen, was die einfachste Herleitung des Prinzipalbogens wäre (wenn die Raumhöhe nicht ausreicht, so wird die niedrigere zur Verfügung stehende Raumhöhe maßstäblich vertikal über dem Punkt D als Punkt D' angetragen und die Punkte A mit D' mit einer Sehnenlinie verbunden. Über der Sehnenlinie $\overline{AD'}$ wird mittig das Lot gefällt und soweit nach unten zu verlängert, dass es die verlängerte Strecke $\overline{D'D}$ schneidet und somit der neue Schnittpunkt s der Bogenaustragung des Prinzipalbogens gerissen wird).
- Über den Schnittpunkt s wird dann der Prinzipalbogen zwischen den Punkten A und D' gerissen.
- Diese Bogenaustragung wird nunmehr je Einzelabschnitt \overline{AB} , \overline{BC} und \overline{CD} in viele gleichmäßige kleine Segmente über das „proportionale Halbieren (erst in zwei Hälften, dann die zwei Hälften in vier Viertel u.s.w.) geteilt (siehe Bild 3.2.6 mit acht Abschnitten zwischen neun Punkten in der Abwicklung) nach dem Verfahren nach Albrecht Dürer „Unterweisung der Messung (1525) im Zweiten Büchlein von den ebenen Feldern“ mit der punktierten Herleitung, Seiten 54 ff. und dem freihändigen Verbinden der konstruierten Punkte (siehe Bild 3.2.7 z.B. Pkt. 3-4, 4-5; A. Dürer).

vnd dem puncten. 16. ein trum vngesalich ober bleys / darnach ses ich eyn auffrechte lini / auff die
 zwerchlini. a. b. in den puncten. 13. so lang die zwerchlini. a. 16. ist / vnd punctir sie auch mit disen
 zalen / vnd sel von vnden ober sich / Darnach nim ich ein richscheit / vnd stich darauff die leng. a. b.
 vnd ses das mit dem ein end / auff die zwerch lini. a. b. in den puncten. 1. vnd leg es in der auffrecht
 ten in den puncten. 1. vnd wo das ander end des richscheits hin trifft / da ses ich auch ein puncten. 1
 Darnach leg ich das richscheid mit dem eyn end / auff der zwerchlini. a. b. in den puncten. 2. vnd er
 heb an der auffrechten lini in den puncten. 2. wo daü das ander end des richscheits hin trifft / dahin
 ses ich auch eyn puncten. 2. Also thu ich im durch die gangen zal der zwerch vnd auffrechten lini /
 bis das ich im durchschleiffen zu. 16. zalen kom / Darnach zeuch ich dise muschellini / von puncte zu
 puncte / wie ich dann hic vnden hab auffgerissen / dise lini ist in mancherley wegs zu verkeren.



D diser egemachten lini mag man eyn werckzeug zurichten / damit man sie machen kan
 leichtlich / nemlich also / Mach eyn virecktes holtz so lang du sein bedarff / ober zwerch / des an
 fang sey vorn. a. hinten. b. daren stoff oben eyn tieffe niet / ds etwas darin hyn vnd her gefürt müg
 werden / vnd theyl das holtz / mit puncte vnd zalen in so vill theyl du wilt / vnd heb die zal bey dem. a. an
 Darnach mach in der mit an ydlicher seitten diser zwerchladen / zwey auffrechte dünne richscheits
 lein / so lang das zwerch holtz oder laden ist vnd das sie eng bey einander sien / vñ punctir sie gleich
 mit der zal / als ds zwerch holtz oder die laden punctirt ist / vñ heb die zal vnden an / Darnach mach
 eyn feins lenslein so lang oder kurz du das haben wilt / vnd mach im zu hundert eyn vmlauffes red
 lein / ds in die mit der nyet der zwerchladen. a. b. gerecht sey / drinn es hin vñ her geen müg / Darnach
 scheub ds lenslein zwischen die zwey richscheitlein hinaus gegen dem theyl. b. vñ ses das hinten oder
 vnden mit dem redlein in die mit der nyet des zwerchholts / gegen dem. a. in den ersten puncten. 1. vñ
 leg das lenslein zwischen den richscheitlein auch mid er in den vndersten puncten. 1. vnd wann du
 daü mit dem redlein vnden gegen dem richscheite fers / vnd so wene du hineyn fers / so weyt far alweg
 dem lenslein zwischen dem richscheitlein ober sich / bis ds du vnden mit dem redlein durch die zwey

Bild 3.2.7 Albrecht Dürer, „Unterweyssung der Messung...“, Nürnberger
 Druck von 1538 Bild 38 „Muschellinie“ (Erstausgabe war von 1525, wo die Mus-
 chellinie die Bildnummer 24 trägt) Abbildung mit freundlicher Genehmigung
 des Militärhistorischen Museums Dresden

- Nach dem gleichen Verfahren der Teilung (A. Dürer) in genau die gleiche Anzahl Segmente wird auf den zuvor im Aufriss parallelelliptisch ausgearbeiteten Rohstein auf der inneren Zylindermantelfläche die identische Teilung vorgenommen (zum Verständnis das Uhrenziffernblatt – egal wie groß die Uhr ist, bei einer Zwölftelung sind radial die Teilungen (Stunden) immer an der proportional gleichen Stelle).
- Mit jedem senkrechten Teilstrich der Bogenaustragung kann man nun die Höhenpunkte abgreifen und auf die senkrechte Segmentteilung der inneren Zylindermantelfläche des parallelelliptischen Rohsteines übertragen.
- Abschließend wird, ebenfalls wie von Albrecht Dürer mit der Herleitung der Muschellinie beschrieben („Unterweysung der Messung“ , Seite 42, Bild 24), über das Punktieren die gekrümmte Linie entwickelt, d.h. zwischen den angetragenen Punkten der Höhenentwicklung werden **freihändig** gekrümmte Linien angerissen, die insgesamt eine erstaunlich genaue Kurve (fürs freihändige) ergeben, insofern ausreichend Einzelpunkte vorhanden sind.

Dass dieses Verfahren allerdings für die Steinfertigung aufwendiger und weniger exakt als die Orthogonalprojektion ist, zeigt sich offensichtlich.

Die Hauptproblematik der Abwicklung ist, dass auf eine Ebene abgewickelt werden soll, die eigentlich in Steinmitte liegt und daher zwischen den identischen Anfangs- und Endhöhenpunkten differente Kurvenlängen und damit differente Kurvensteigungen haben. Die untere Rippenmittellinie liegt an jeder Stelle genau zwischen Innen- und Außenradius und ist daher für ein direktes Anreißen nicht zu erreichen.

c) Proportionalverfahren

Überträgt man z.B. für die Fertigung einer Rippe der Erasmuskapelle die vorgenannten Gedanken der Herleitung des Prinzipalbogens nach der Abwicklung mittels dem Punktieren nach Albrecht Dürers „Muschellinie“ als Prinzip, so steht die Frage :

Wie kann man im Entwurfsriss wie auch bei der Austragung auf dem Reißboden die wahre Kurvenlänge aus dem 3D Modell nun als Bogenlinie in der ersten

Dimension in einer Ebene anreißen ?

Die Darlegung von Müller / Quien, dies mit einem im Grundriss bogenförmigen Papierblatt vorzunehmen, welches im ungebogenen Zustand den Prinzipalbogen im Aufriss zweidimensional zwischen Kämpfer- und Stichpunkt aufgezeichnet bekommen hat, kann wohl nur zum besseren Verständniss des Kurvenverlaufes gemeint sein, nicht aber zum Anreißen des Werksteines. Einerseits wäre es zu ungenau und andererseits kann man mit diesem Verfahren nicht den in Rippenmitte liegenden Kurvenverlauf auf die Innenseite eines Werksteines (hier gemeint der Innenradius auf einem parallelkreisringförmigen Körper) anreißen, da diese beiden differenten Radien auch einen differenten Höhenverlauf zwischen identischen Höhenpunkten der Anfänger- und Endpunkte haben.

Daher stellt sich die Frage, wie und wo sind die geometrischen Beziehungen zwischen dem dreidimensionalen Kurvenverlauf der unteren Rippenmittellinie (als Ergebnis des gerissenen Prinzipalbogens) und der zweidimensionalen Bogenaustragung aus den Entwurfsrissen, so diese als abgewickelter Bogen dargestellt sind.

Dazu wollen wir uns zunächst den mathematischen Grundlagen nähern, die bereits zu Zeiten *Euklids* im Alten Griechenland bekannt waren, wie auch z.B. von Albrecht Dürer in seinem Werk „Unterweysung der Messung“ 1525 im Vorwort dafür genannt wurden und somit auch der Wissenschaft des 15./16. Jahrhunderts in Mitteleuropa die altgriechischen Mathematiker mit ihren dargelegten Gesetzmäßigkeiten bekannt waren.

Bei der Figuration des Rippenwerkes aus gleichen Kreisen haben wir geometrische Grundbeziehungen zwischen dem Kreis und dem Quadrat. Dies einerseits bezüglich der Kreisgrundfigur an sich als auch hinsichtlich der Kreisanordnungen und -überschneidungen, deren proportionale Anordnung untereinander sich über Quadrate bezogen auf die Kreismittelpunkte auflösen läßt. Aber auch trigonometrische Beziehungen sind in vielfacher Form in der Figuration vorhanden, u.a. bezüglich der Kreisbogenlängen, deren Winkel sowie Sehnen, Katheten und Hypothenusen mit ihren vielfachen Winkelbeziehungen.

Diese geometrischen Grundlagen aus Kreis, Quadrat und trigonometrischen Beziehungen führen uns direkt zur Mathematik des *Euklid* bzw. der Alten Griechen, und so im einzelnen:

- a) Thales von Milet „Satz des Thales“
„Alle Winkel am Halbkreisbogen sind rechte Winkel“ oder im Umkehrsatz „Der Mittelpunkt des Umkreises eines rechtwinkligen Dreiecks liegt immer in der Mitte der Hypotenuse, also der längsten

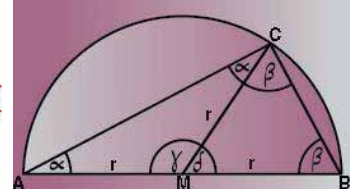
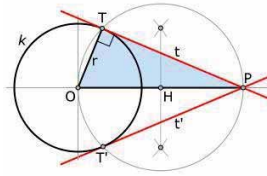
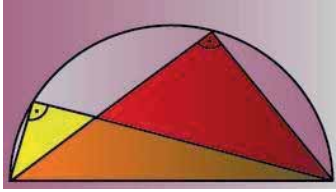


Bild 3.2.8 Satz des Thales

Seite des Dreiecks, die dem rechten Winkel gegenüberliegt“ **und**
 „Die Winkelsumme im Dreieck ist immer 180 °“.

- b) Pythagoras von Samos „Satz des Pythagoras“
 „In allen ebenen rechtwinkligen Dreiecken ist die Summe der Flächeninhalte der Kathetenquadrate gleich dem Flächeninhalt des Hypotenusenquadrates ($a^2 + b^2 = c^2$)“.

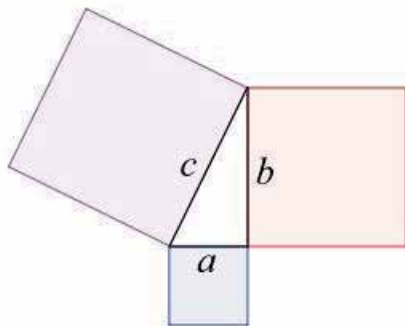


Bild 3.2.9 Satz des Pythagoras

- c) Archimedes „Kreismessung - 3. grundlegender Satz“
 Der Umfang eines Kreise ist größer als $3\frac{10}{71}$ und kleiner als $3\frac{1}{7}$ des Durchmessers (entspricht einer Kreiszahl π von rund $3,14^3$) und zeigt eine mögliche annähernde Konstruierbarkeit von π als Beziehung zwischen Radius und Kreisumfang, als auch die Kreisquadratur und die archimedische Spirale aus Überlagerung einer kreisförmigen und einer linearen Beziehung.

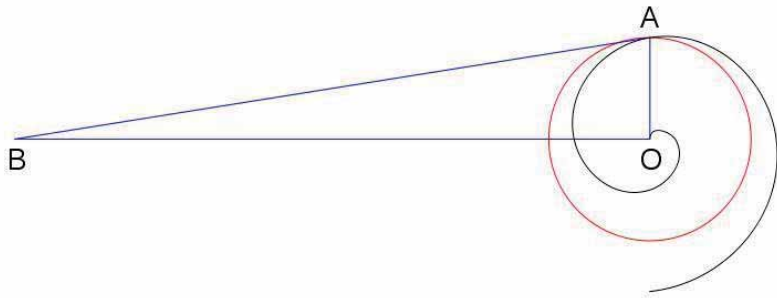


Bild 3.2.10 Archimedische Spirale

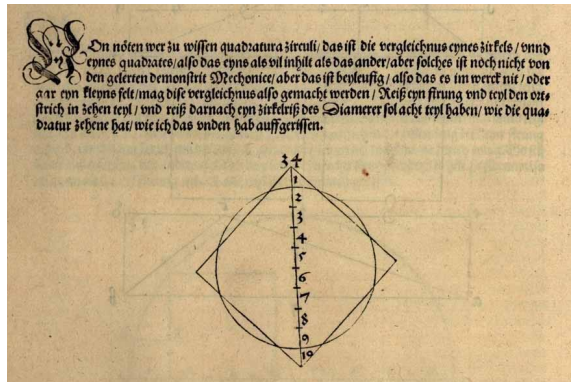


Bild 3.2.11 Albrecht Dürer Babylonisches Verfahren zur Herleitung der Kreiszahl π aus „Unterweysung der Messung“, Bild 38 Nürnberger Druck von 1538 , Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Militärhistorischen Museums Dresden (Erstausgabe ist von 1525)

- d) „Strahlensatz“ (Thales zugeschrieben)
 „Wenn zwei durch einen Punkt (Scheitel) verlaufende Geraden von zwei Parallelen geschnitten werden, die nicht durch den Scheitel gehen, dann gelten folgende Aussagen:

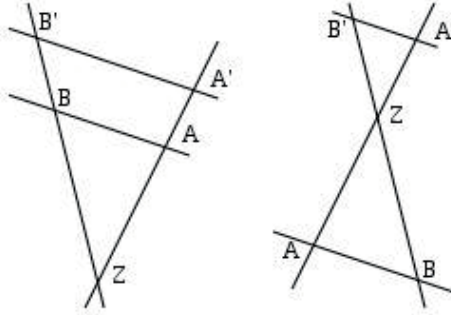


Bild 3.2.12 Strahlensatz (Bild links für das mathematische Prinzip Proportionalzirkel und Bild rechts Reduktionszirkel)

- Es verhalten sich je zwei Abschnitte auf der einen Geraden so zueinander, wie die ihnen entsprechenden Abschnitte auf der anderen Geraden, also z.B.

$$ZA : AA' = ZA : BB' \text{ oder } ZA : ZA' = ZB : ZB'$$

- Es verhalten sich die Abschnitte auf den Parallelen, wie die ihnen entsprechenden vom Scheitel aus gemessenen Strecken auf den Geraden, also z.B.

$$AB : A'B' = ZA : ZA'$$

Auf Basis dieser geometrischen Gesetzmäßigkeiten aus der altgriechischen Mathematik ist zu erkennen, dass die Sehnenlänge zwischen den jeweiligen Rippenknotenpunkten bei der Figuration der Erasmuskapelle in direkter Beziehung zur Bogenlänge zwischen diesen zwei Rippenknotenpunkten dahingehend steht, dass die Sehne zugleich einer Quadratseite des Quadrates entspricht, welches als größtes in den Kreis passt, und auch dem Quadrat entspricht, welches sich zwischen den Kreismittelpunkten von zwei nebeneinander und zwei übereinander angeordneten Kreisfiguren bildet.

Unsere sich daraus ableitende Überlegung zur Erasmuskapelle für das Anreißen einer zweifach gekrümmten Kurve aus einem zweidimensionalen Bogen des Entwurfes heraus ist: Wenn man einmal eine wahre Bogenlänge eines Viertelkreises eines beliebigen großen Kreises hätte, so könnte man über die zu dieser

Bogenlänge zugehörige Sehnenlänge, die der Länge der Quadratseite des größten Quadrates im Kreis entspricht, im Proportionalverfahren für alle größeren oder kleineren Viertelkreise die Bogenlängen und zugehörigen Sehnenlängen geometrisch, ohne Berechnung abgreifen, herleiten und reißen. Der Vorteil ist dabei nicht nur, dass man mit dem Proportionalverfahren die Figuren auf dem Reißboden aus einem kleiner gehaltenen Entwurf „hochzoomen“ kann, sondern insbesondere auf dem Reißboden für den Prinzipalbogen nur die gerade Sehnenlänge im Grundriß in Originalgröße abgreifen muß, um darüber mittels Proportionalverfahren die wahre Bogenlänge für die Bogenaustragung reißen zu können.

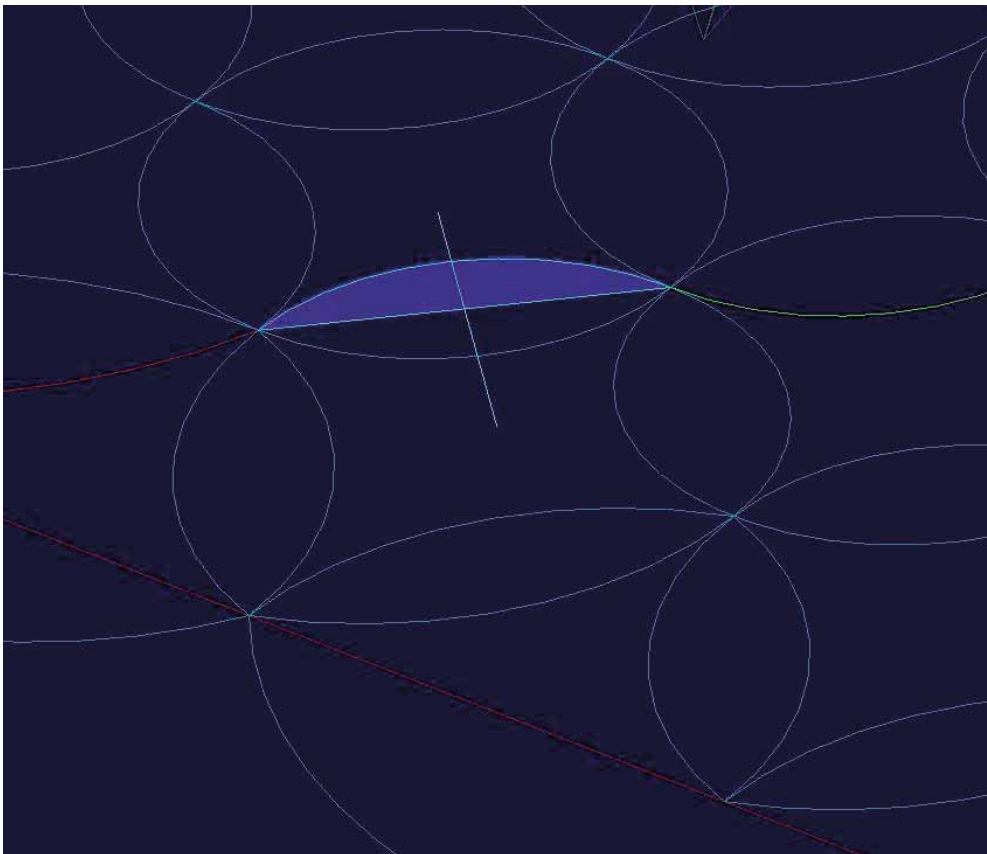


Bild 3.2.13 Schema Bogenmaß (=abgewickelte Länge Blütenblatthälfte) und Sehne (=gefaltete Länge Blütenblattlänge für Orthogonalprojektion)

Dies hätte den großen Vorteil, würde man eine wahre Bogenlänge eines Viertelkreises und der zugehörigen Sehne reißen, könnten dann mit dem Proportionalverfahren über den Strahlensatz alle Viertelkreisbogensegmente unabhängig von Ihrer Größe über die jeweiligen Sehnenlängen abgegriffen werden. Ob dies eventuell sogar einer der Gründe ist, dass sich die Figurationen bei Schlingrippengewölben erkennbar in ihrer Historie der Formentwicklung zunehmend zu vereinheitlichten Kreisfiguren geformt haben, können wir nur vermuten. Aber plausibel ist dieser Gedanke gemessen an der historischen Suche nach vereinfachter Technologie sehr wohl, zudem sich auch mit Figurationen aus gleichen Kreisen immer spektakulärer wirkende Wölbformen konstruieren ließen, wie u.a. die Erasmuskapelle als relativ späte Wölbung in der Schlingrippengeschichte im Kapellenraum mit ihren drei Kreisen in Jochbreite eindrucksvoll zeigt und

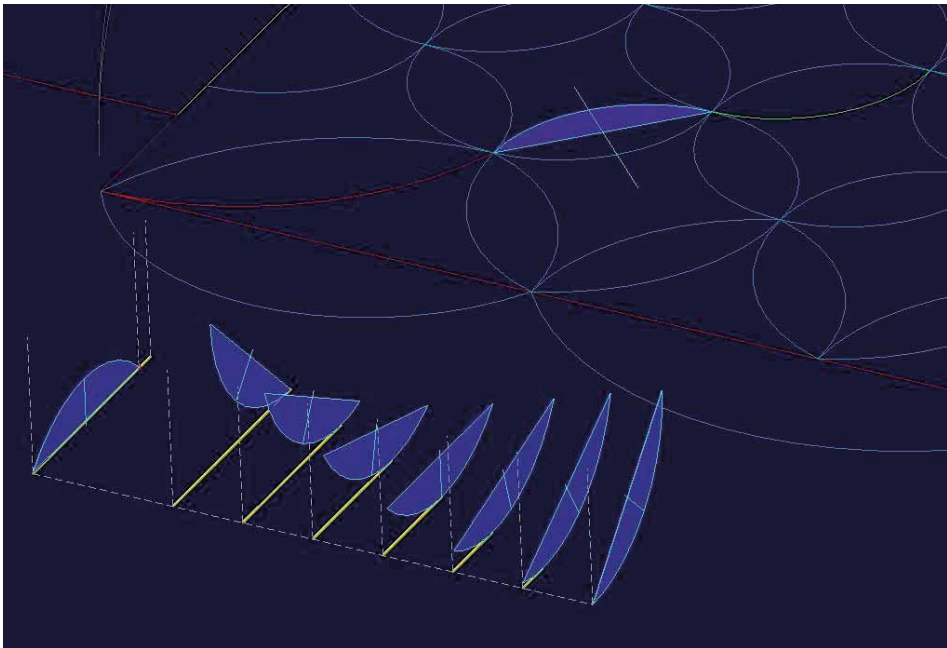


Bild 3.2.14 Schema des Abgreifens der wahren Bogenlänge – Sehnenlänge: Aus der Figuration wird die blau markierte Fläche mit oberseitigem Bogenmaß (gekrümmte Blütenblattlänge) und unterseitiger Sehne (Blütenblattmittelachse) abgegriffen und als Schablone / Biege einmalig gefertigt. Diese Schablone / Biege wird dann auf dem Reißboden abgerollt (siehe Schema – beginnend rechts), sodass eine gerade Linie (gelbe Linien im Schema) gerissen wird, die der wahren Länge des Bogenmaßes entspricht. Danach wird die Schablone / Biege genommen und mit ihrer geraden Unterseite die Sehnenlänge auf der gelben Bogenlänge mit einem Punkt markiert (rot). Damit hat man die für das Proportionalverfahren notwendigen beiden Streckenlängen gerissen.

einer immer weiteren Fortentwicklung auch in anspruchsvollere Konstruktionen nicht entgegensteht.

Wie könnte man nun ohne Berechnung und relativ exakt diese wahre Bogenlänge des Viertelkreises geometrisch auf seine abgewickelte wahre Länge in einer Ebene konstruieren bzw. abgreifen? Eine rechnerische Ermittlung kam für das 16. Jahrhundert nicht in Betracht.

Dazu fertigte man unseres Erachtens auf Basis des immergleichen Radiuses der Figuration eine normale Biege / Schablone mit der Bogenlänge eines Viertelkreises als gekrümmte Oberseite, der Sehnenlänge (Quadratseite) als gerade Unterseite mit dem darauf angetragenen Mittelpunkt.

Diese Biege rollte man nun über die gekrümmte Oberseite auf dem Reißboden (oder bei Fertigung von Entwurfsrissen auf dem Pergament) entlang einer Geraden ab und markierte Anfangs- (bx) und Endpunkt (by) der abgewickelten Bogenlänge. Danach setzte man die Biege mit ihrer geraden Unterseite am Punkt x (sx) an und richtete sie auf der gleichen Geraden aus und markierte den Endpunkt der Sehne (sy). So erhielt man auf eine Ebene bezogen die wahre Bogenlänge eines Segmentes (bx-by) als abgewickelte Gerade und dazugehörig die Sehnenlänge (sx-sy) in derselben Ebene.

Mit diesen beiden Längen (Bogenlänge bx-by und Sehnenlänge sx-sy) ein und desselben Segmentes hatte man bei Figurationen aus gleichen Kreisen damit das gesamte Geometriegefüge, welches zum Reißen benötigt wurde, soweit man dies über das Proportionalverfahren mit Stechzirkel und Proportionalzirkel für jedes beliebig andere Segment herleitete.

Der Proportionalzirkel, als sozusagen „Computer des 16. Jahrhunderts“, konnte dabei als eines seiner einfachsten Einsatzgebiete für die proportionale Herleitung aller anderen beliebigen Rippenlängen zum Abgreifen der lateralen und transversalen Einzellängen verwendet werden. Dies basierte dabei auf dem

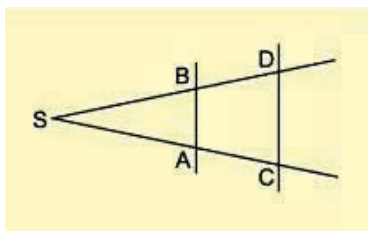


Bild 3.2.15 Strahlensatz für Proportionalzirkel

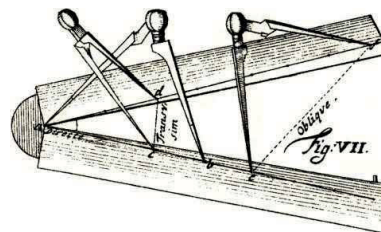


Bild 3.2.16 Prinzip Proportionalzirkel und Abgreifen mit Stechzirkel

Strahlensatz nach Thales und funktionierte wie folgt:

Der Proportionalzirkel, der auf beiden Schenkeln identische lateral ausgerichtete Skalen aufweist, wird transversal (d.h. Strecke zwischen den beiden identischen Skalenwerten auf den lateralen Schenkeln) über den Drehpunkt (S) soweit geöffnet, dass die transversale Grundlänge (A-B) der von der Biege zuvor abgegriffenen Sehnenlänge (s_x-s_y) entspricht. Die lateralen Grundlängen (S-A und S-B) betragen dabei die zuvor von der Biege abgegriffenen wahren Bogenlängen (b_x-b_y). Abgegriffen wird mit dem Stechzirkel und abgetragen auf dem geöffneten Proportionalzirkel. Nunmehr kann man für jede andere beliebig abgegriffene Sehnenlänge (Viertelkreis) über die Proportionalzirkelstellung die dazugehörigen wahren Bogenlängen in dieser Ebene abgreifen. Beim Reißen auf dem Reißboden wird dabei ein Bodenwinkel nach dem gleichen Verfahren verwendet und der Strahlensatz – statt des Proportionalzirkels – auf dem Boden gerissen.

Benötigt wird für diese Herleitung über das Proportionalverfahren sowohl der abgewinkelte Verlauf des Prinzipalbogens als Bogenlänge, als auch der gefaltete Verlauf zwischen den Knotenpunkten als Sehnenlänge (Viertelkreis). Hier steht nicht die Frage ob gefaltet oder abgewinkelt, sondern was der Zusammenhang von gekrümmter und gefalteter Linie in der Figuration ist.

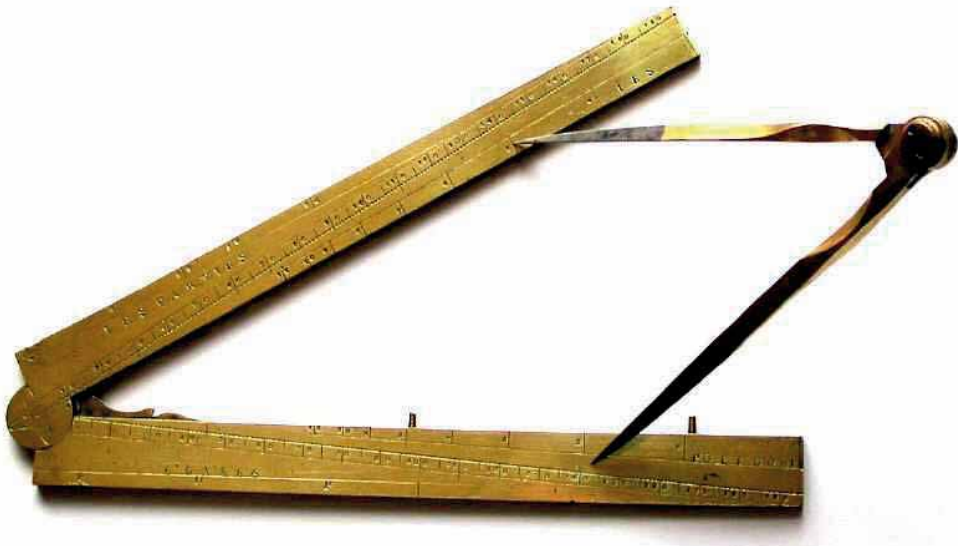


Bild 3.2.17 Proportionalzirkel und Stechzirkel



Bild 3.2.18 Bürge Reduktionszirkel

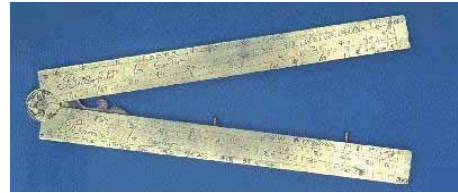


Bild 3.2.19 Galileo Galilei Proportionalzirkel

Kann der Proportionalzirkel als Instrument für dieses Verfahren vor Mitte des 16. Jahrhunderts schon Verwendung gefunden haben, wo doch die ersten schriftlichen Überlieferungen zu den Proportionalzirkeln als Instrument aus den Jahren 1603/04 (vgl. Levin Hulsius und Jacob Leupold: „Bürge-Beschreibung“) bzw. 1606/07 (vgl. Galileo Galilei: „Le operazioni del compasso geometrico, et militare“) stammen.

Wie bereits ausgeführt, war das Wissen im Umgang mit dem Strahlensatz zweifelsfrei vorhanden, was aber noch nicht belegt, dass auch dieses Instrument in dieser Form schon erfunden war. Reduktionszirkel als ebenfalls auf dem Strahlensatz basierende Instrumente sind sowohl für die Griechen überliefert (vgl. Ausführungen bei Geigenbaumeister Andreas Jacobi) als auch durch archäologische Funde aus dem 1. Jahrhundert in Pompeji (Reduktionszirkel aus Bronze) belegen.

Den ersten Beschreibungen zu Proportionalzirkeln (1604/1608) steht zumindest schon einmal entgegen, dass 1562 auf dem Bild von Nicolas Neufchatel der Nürnberger Goldschmied Wenzel Jamnitzer auf dem Tisch vor sich einen Reduktionszirkel (als Sonderform des Proportionalzirkels) stehen hat und auch Beschreibungen von Jamnitzer zum Einsatz des Reduktionszirkels bezüglich Umrechnungen zwischen Metallgewichten und Formen auf Basis des Strahlensatzes überliefert sind. Des weiteren sind auch aus dem Bereich des Geigen- und Violinenbaues (Andrea Amati), als auch im Bereich des Schiffbaues, wo für die Längen und Formberechnung der sphärischen Spantenbekleidungen des Schiffsrumpfes Proportionalzirkel zum Einsatz kamen, Verfahren auf Basis des Strahlensatzes überliefert.

Weiterhin ist in dem Brief des kursächsischen Beauftragten in Nürnberg vom 23.11. 1565 belegt, dass Wenzel Jamnitzer drei Reduktionszirkel an Kurfürst August von Sachsen verkauft hatte, und demnach bereits vor der angeblichen Erfindung des Reduktionszirkels 1603 (Bürge) oder 1606 (Galilei) bzw. 1607 (Baldesare Capra) diese Instrumente verwendet wurden.



Bild 3.2.20 Bildnis Wenzel Jamnitzers von 1562 mit Reduktionszirkel in der rechten Hand (1562, Nicolas Neufchatel), Galerie Genf

Da diese Instrumente aus dem 16. Jahrhundert bereits erstaunlich komplizierte mathematische Funktionen ausführen konnten, kann man für den im Vergleich für die Rippenfertigung erforderlichen einfachen Strahlensatz annehmen, dass dieses Prinzip auch schon mit Instrumenten in einfacherer Form früher angewandt wurde. Der archäologische Fund aus Pompeji aus dem 1. Jahrhundert steht exemplarisch für diese Annahme.

Nicht zuletzt ist sicher auch zu berücksichtigen, dass erst mit dem beginnenden Buchdruck ab Mitte 15. Jahrhundert technische Beschreibungen gedruckt wurden. Hier stand das Proportionalverfahren sicher nicht an erster Stelle sondern wohl zunächst sakrale Literatur.

d) Zusammenfassung

Die Frage nach der Herleitung des Prinzipalbogens für die Konstruktion der unteren Rippenmittellinie lässt sich aus vorgenannten Varianten heraus unseres Erachtens relativ wahrscheinlich dem Proportionalverfahren zuordnen.

Einerseits stellt das Proportionalverfahren den Zusammenhang zwischen Bogen und Sehne, also zwischen Abwicklung und gefaltetem Verlauf des Prinzipalbogens in der Grundebene her und polarisiert nicht die Frage „Abwicklung oder Orthogonalprojektion“. Andererseits ist das Proportionalverfahren das Einfachste in der Handhabung bei Beibehaltung der geometrischen Exaktheit.

Einer reinen Herleitung über die Abwicklung ist entgegenzuhalten, dass dies nur über das Punktieren der Bogenaustragung möglich ist und dabei neben dem höheren Aufwand auch durch das freihändige Reißen zwischen den Höhenpunkten eine Einbuße in der Genauigkeit auftritt. Der reinen Konstruktion aus der Orthogonalprojektion, die im Steinschnitt und beim Reißen des Werksteines sicher die einfachste und exakteste Methode darstellt, steht bei der Herleitung zur Prinzipalbogenlage entgegen, dass es auch Entwurfs- und Musterisse gibt, die in der Bogenaustragung ganz offensichtlich der Abwicklung folgen. Auch die wissenschaftliche Meinung geht von einer solchen aus (vgl. Carl Anton Meckel, „Aufsatz zu figurierten Gewölben“, 1933).

Die Untersuchung, inwieweit der Prinzipalbogen bei der Abwicklung überhaupt von der Orthogonalprojektion abweicht zeigt, dass nach heutigem Genauigkeitsdenken am 3D Modell signifikante Abweichungen auftreten, die aber historisch nach dem damaligen möglichen Genauigkeitsgrad eher als identisch anzusehen sind, d.h. es keine wesentlichen Unterschiede gibt.

Gekannt hat man beide Formen in der zeichnerischen Darstellung, wie der Riss

zur Kanzeltreppe mit unterseitigen Schlingrippen, Anton Pilgram zugeschrieben, im Wiener Dom St. Stephan belegt, in dem neben dem Grundriss sowohl die Abwicklung als auch die Orthogonalprojektion gezeichnet wurde.

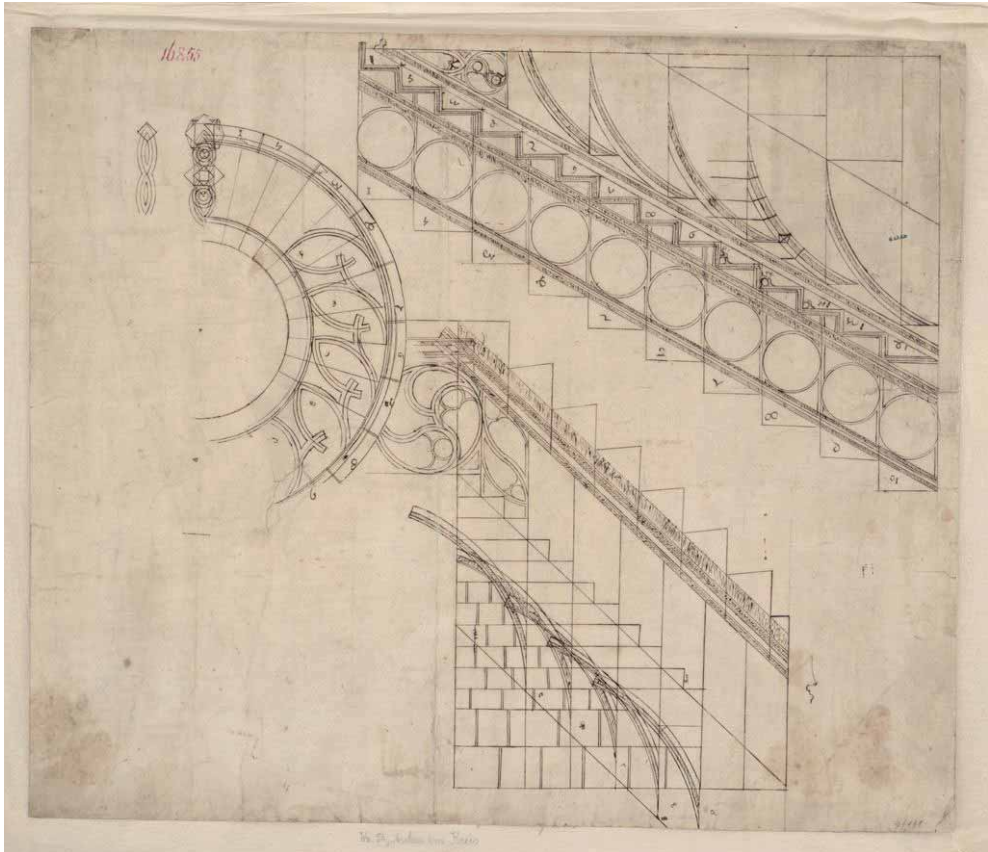


Bild 3.2.21 Wien, St.Stephan, Kanzeltreppe - HZ 16855, recto Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen, 438 * 516 mm (Bl)

Wir sind daher zur Überzeugung gelangt, dass das **Proportionalverfahren, dem sowohl die Abwicklung als auch der gefaltete Verlauf (Sehnenlängen) zu Grunde liegt**, das bei der Rippenfertigung auf dem Reißboden verwendete Verfahren ist, welches das am einfachsten herzustellende aber auch das am exaktesten zu reißende ist.



Bild 3.2.22 Reduktionszirkel von 1580, Christoph Schüssler d. Ä.

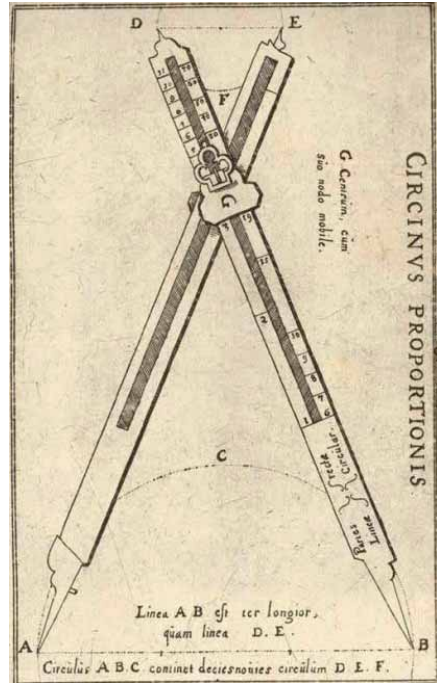
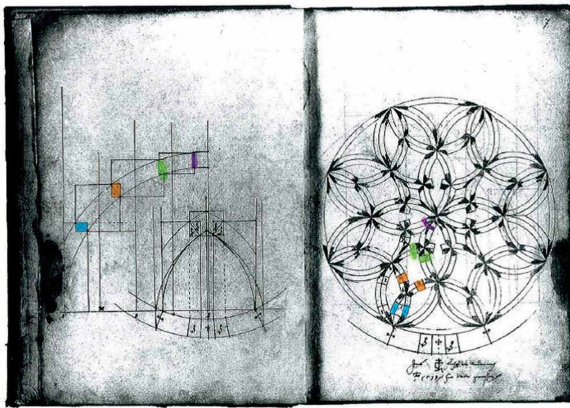


Bild 3.2.23 Proportionszirkel von Jobst Bürgi um 1603 Germanisches Nationalmuseum Nürnberg

3.3 Untere Rippenmittellinie

Maßgebend für den Rippenverlauf ist die untere Rippenmittellinie. Dies ist einerseits auf vielen Rippen der Schlingrippengewölbe des 15./16. Jahrhunderts als Risslinie noch zu erkennen, andererseits zeigen aber auch die Zeichnungen der noch erhaltenen Werkmeisterbücher, ob nun als Musterbuch oder bereits als Rissentwürfe interpretiert, immer neben der Bogenaustragung mit der im Aufriss geschnittenen unteren Rippenmittellinie auch die Grundrisse, welche neben Rippeninnen- und Rippenaußenradius jeweils die untere Rippenmittellinie in der Grundebene darstellen.



62 Historisches Archiv der Stadt Köln, Ms W* 276, fol. 6v und 7r

Bild 3.3.1 Werkmeisterbuch mit Bogenaustragung und Figuration Grundebene aus Darstellung W 276, Archiv der Stadt Köln, abgebildet bei Müller/Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“, Farbmarkierung Bauer, Lauterbach

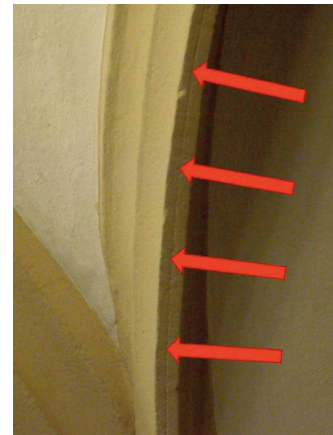


Bild 3.3.2 Untere Rippenmittellinie als Riss Steinrippe, hier Ratssaal Bunzlau

In unserem heutigen dreidimensionalen Geometrieverständnis ist die untere Rippenmittellinie die resultierende mathematische Kurvenfunktion, hergeleitet aus der Überlagerung der beiden Einzelkurvenfunktionen, d.h. der Bogenaustragung der Aufrissebene und der gekrümmten Figur in der Grundrissebene. Diese „Resultierende“ Kurvenfunktion der unteren Rippenmittellinie definiert den vielfach gekrümmten Rippenverlauf im Raum und bildet dabei das sogenannte Drahtmodell, d.h. den Linienverlauf der Rippen, auf dem dann später die Rippenkörper modelliert werden (siehe Kapitel „sich fortlaufend ändernde Krümmung“ und „Drei - Punkt - Thesis“).

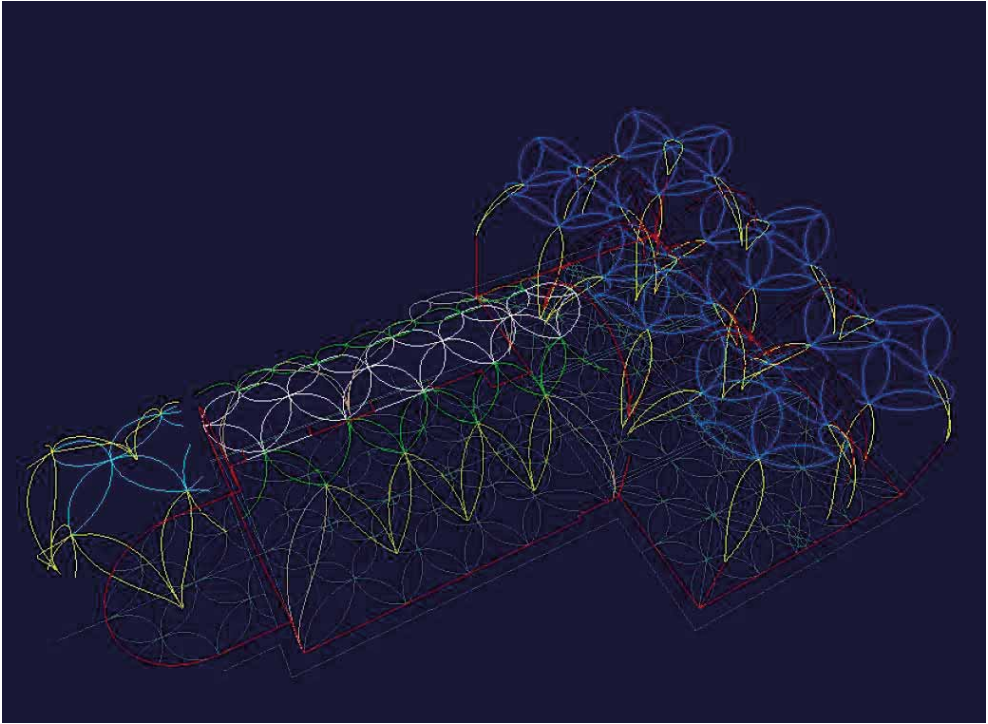


Bild 3.3.3 Drahtmodell der unteren Rippenmittellinien der Erasmuskapelle Berlin (mit Grundebene der Figuration)

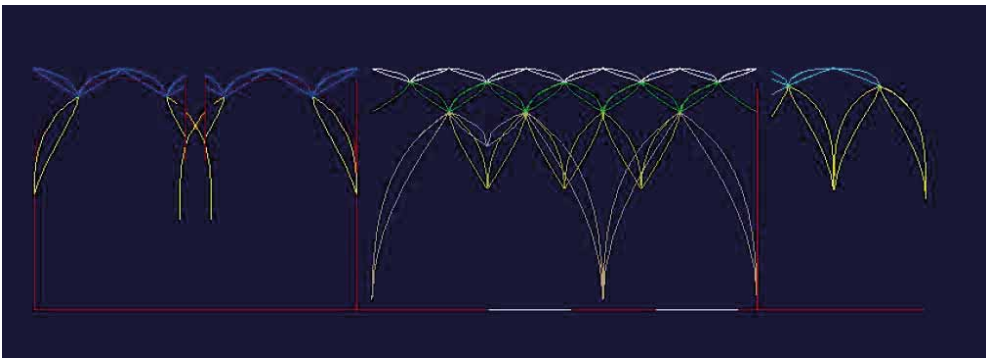


Bild 3.3.4 Drahtmodell Erasmuskapelle Berlin im Schnitt

Das Drahtmodell ist die heutige Darstellung des Rippenverlaufes im dreidimensionalen virtuellen Raum, definiert über die untere Rippenmittellinie und soll uns mit heutigem Denken das Verständnis der Rippengeometrie näher bringen. Im 15. und 16. Jahrhundert hat man, nach unserer Überzeugung und wie in den Werkmeisterbücher dieser Zeit zu sehen, nur aus zwei Ebenen heraus gedacht und konstruiert, um aber letztendlich zum gleichen Ergebnis zu gelangen. Nur war in der Spätgotik die untere Rippenmittellinie Resultat eines Verfahrens des Anreißens, d.h. auf einem sechsseitig planebenen Rohblock wurde auf der Grundebene (Draufsicht) und der Aufrissebene (Abwicklung oder Ansicht quer zum Prinzipalbogenverlauf) der Stein gerissen und ausgearbeitet. Daraus erhält man einen zweifach gekrümmten Rippenkörper mit seiner unteren resultierenden Rippenmittellinie. Die heute mit unserem dreidimensionalen Verständnis nur schwer geometrisch zu erklärenden und herzuleitenden Rippenkörper sind dabei ein Ergebnis des damaligen Verfahrens und erreichen damit umsomehr unsere heutige Hochachtung vor dem damaligen meisterhaf-

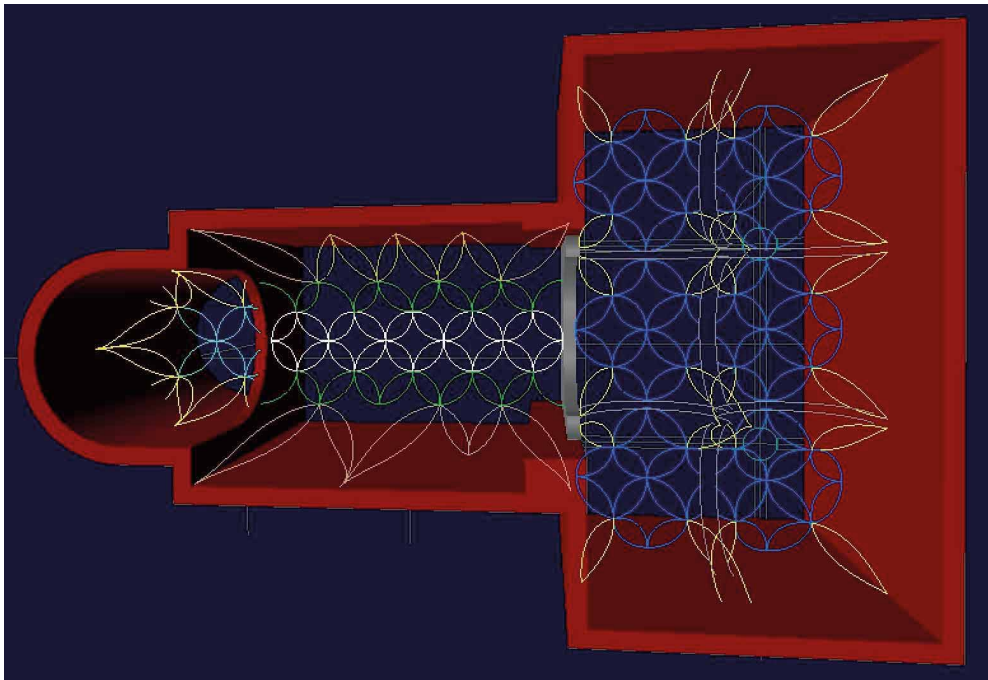


Bild 3.3.5 Drahtmodell der Unteren Rippenmittellinien, Erasmuskapelle Berlin in Basis – Perspektive (Untersicht)

ten Umgang mit der Geometrie.

Die untere Rippenmittellinie ist, unabhängig ob nun über die Abwicklung des Prinzipalbogens oder die Orthogonalprojektion hergeleitet, für die Rippenfertigung der Ausgangspunkt und die Grundlage, wie im übernächsten Kapitel der Rippenkörpermodellierung dargelegt wird.

3.4 Sich fortlaufend ändernde Krümmung der Rippen

Entlang der unteren Rippenmittellinien als formgebende Schlingen verlaufen die profilierten Rippenkörper. Dabei steht zunächst die Frage, inwieweit diese Rippenkörper untereinander austauschbar sind, sowie es die in der bisherigen Fachliteratur vorherrschende Meinung ist (vgl. u.a. Müller/Quien, Götz Fehr, Dietrich Conrad, Barbara Baumüller).

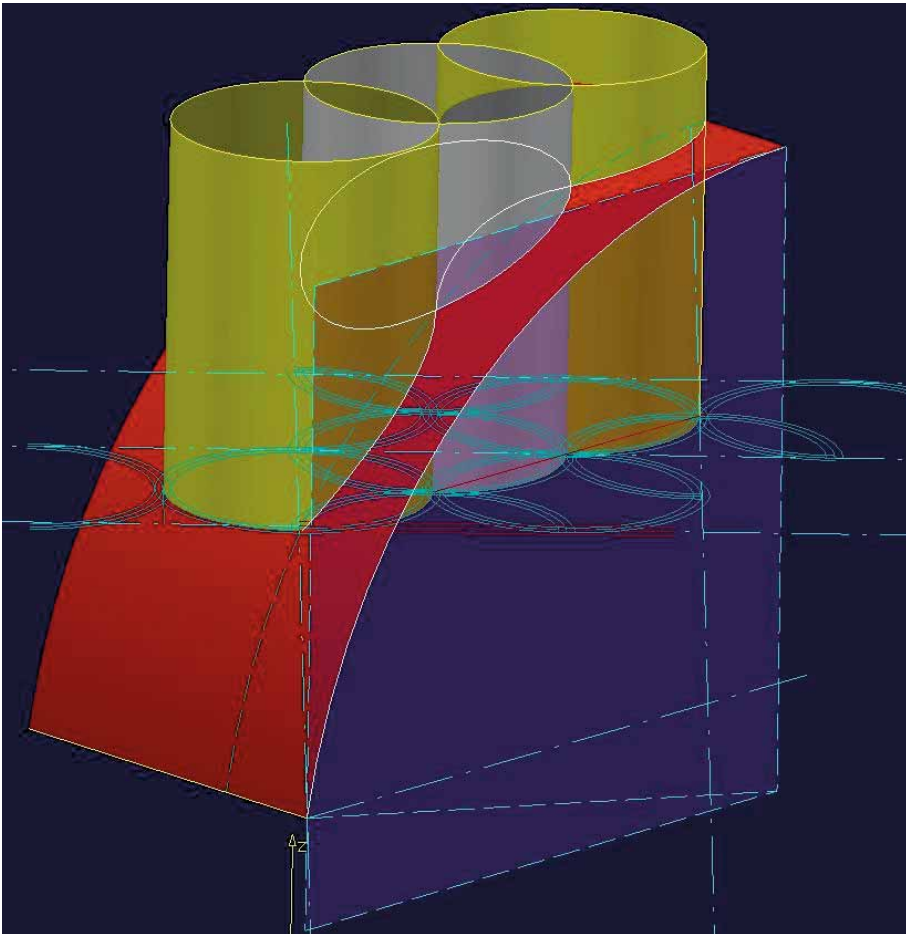


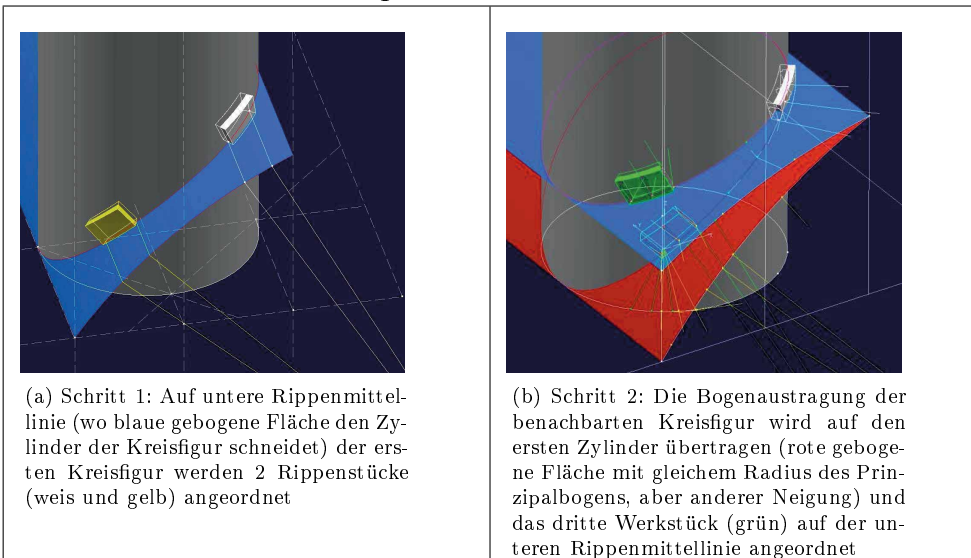
Bild 3.4.1 Schema Herleitung unterer Rippenmittellinie über die Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens

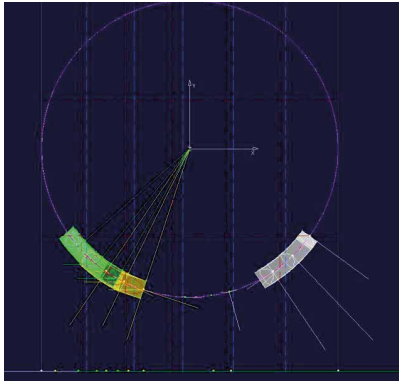
Nachfolgendes Geometrisches Experiment am 3D Modell wird die Austauschbarkeit von Rippen untereinander, egal ob innerhalb einer Kreisfigur oder an verschiedenen Stellen benachbarter Kreisfiguren, widerlegen und eine sich fortlaufend ändernde Krümmung der unteren Rippenmittellinie als resultierende Krümmungskurve aus Grundrisskrümmung und Bogenaustragung im Aufriss nachweisen.

Dazu nimmt man eine beliebige Grundrissfiguration (hellblau), wie in unserem Experiment Bild 3.4.1 aus der Herleitung über die Orthogonalprojektion zu sehen ist, bestehend aus sich überlagernden gleichen Kreisen wie in der Landhauskapelle Wien und der Eleemosynariuskapelle Neusohl und stellt auf die Kreisfiguren der Grundebene lotrecht virtuelle Zylinder (gelb). Die Bogenaustragung des Prinzipalbogens (Lage in der Grundebene mit einer roten Linie markiert) wird zum besseren Verständnis als gebogene Fläche verbreitert, die dem Prinzipalbogen fluchtgerecht folgt (rote gebogene Fläche).

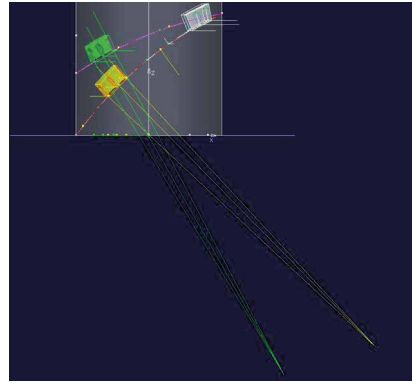
Genau da, wo die dem Prinzipalbogen folgende rote gebogene Fläche die gelben Zylinder der Grundrissfiguration schneidet, verläuft die untere Rippenmittellinie. Auf diese so hergeleitete untere Rippenmittellinie werden im nachfolgenden Experiment drei Rippenwerkstücke mit einer Länge von je 50cm an verschie-

Bild 3.4.2 Nachfolgende Bilder – © 2010 Experiment Bauer-Lauterbach

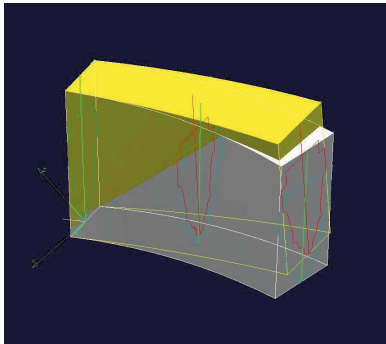




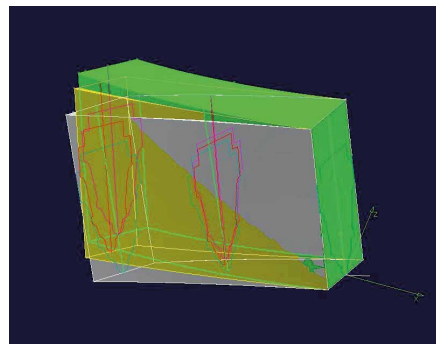
(c) Schritt 3: Alle 3 Rippenkörper werden in der Grundebene radial auf den Mittelpunkt der Kreisfigur ausgerichtet und modelliert



(d) Schritt 4: Alle 3 Rippenkörper werden im Aufriss radial auf den Mittelpunkt der Bogenaustragung ausgerichtet und modelliert (da die zweite Kreisfigur in die erste übertragen wurde, ist der Mittelpunkt der zweiten in diesem Beispiel folglich versetzt)



(e) Schritt 5: Die beiden modellierten Werkstücke der ersten Kreisfigur werden virtuell ineinander gesetzt und zeigen eine Abweichende resultierende Krümmung in Grund- und Aufriss



(f) Schritt 6: Über die beiden Rippenwerkstücke der ersten Kreisfigur wird das Werkstück der zweiten Kreisfigur gesetzt, mit dem Ergebnis das eine weitere abweichende Krümmung in Grund- und Aufriss da ist

denen Stellen virtuell gesetzt, und zwar zwei Werkstücke an differenten Stellen innerhalb der oberen Kreisfigur und das Dritte in der unteren Kreisfigur. Dies soll einerseits den Nachweis erbringen, ob innerhalb einer Kreisfigur Unterschiede in der Rippenkrümmung vorhanden sind und andererseits benachbarte

Kreisfiguren auf Vergleichbarkeit der Krümmung untersuchen.

Das die untere Rippenmittellinie eine resultierende Krümmung, d.h. eine resultierende Kurvenfunktion aus der Summe der Grundrisskurvenfunktion (gleicher Kreis) und der Aufrisskurvenfunktion (Bogenaustragung - Prinzipalbogen) ist, spielt für die fortlaufende Krümmung als Summe die entscheidende Rolle, wie sich die geometrische Lage der Einzelkurven je Werkstück zueinander verhalten. Einem Segment der Grundrissfiguration ist genau ein Segment der Bogenaustragung zugeordnet, mit dem Effekt, dass z.B. das Segment der Bogenaustragung an jeder Stelle eine unterschiedliche Neigung bezogen auf die Grundrissebene aufweist und folglich eine „Variable“ für die resultierende Kurvenfunktion darstellt. Die Bogenaustragung steigt im unteren Bereich steiler als im oberen, wie es z.B. die mathematische Funktion einer Kurve eines Viertelkreises am einfachsten nachvollziehen lässt. Somit ändert sich die Größe

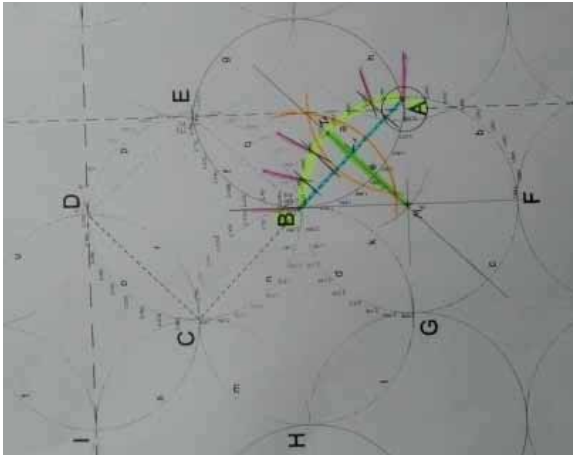


Bild 3.4.3 Auf einem Segment der Grundrissfigur (gelb) werden die Rippen bezüglich Fugenteilung (rot) geteilt. Danach werden bezogen auf die Lage des Prinzipalbogens im Grundriss (hellblau) jeweils die Fugenteilung mittels Lot (über Prinzipalbogen) auf die Grundrisslage des Prinzipalbogens übertragen

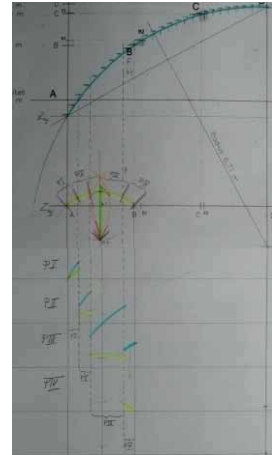


Bild 3.4.4 Auf der Bogenaustragung des Prinzipalbogens (hellblau) wird der betreffende Rippenabschnitt (gelb) mit Fugenteilung (rot) angetragen und mittels gefällten Lot die Fugenteilungen (rot) als senkrechte Linien gerissen. Nunmehr kann man auf dem Schnürrboden je Rippenwerkstück zu jedem Grundrisssegment auch das zugehörige Bogensegment mit Neigung abgreifen und auf den Rohstein übertragen

der “Variablen“ der Bogenaustragung für die resultierende Kurvenfunktion der Rippenmittellinie fortlaufend und in dieser Konsequenz auch die Krümmung der unteren Rippenmittellinie, also eine sich fortlaufend ändernde Krümmung als Resultierende.

Die vorstehende Verfahrensfolge des Herleitens und Anreißens in „gefalteter“ Herleitung eines Rippenwerkstückes stellt unserer Überzeugung nach das Anreißverfahren auf dem Reißboden (Musterwerkrisse können auch alternativ über Abwicklung hergeleitet werden) des 15. und 16. Jahrhunderts dar. Mit diesem Verfahren kann man über nur zwei Ebenen, Grundriss und Aufriss, bei einem sechsseitig planebenen Rohblock die untere Rippenmittellinie als resultierende und sich fortlaufend ändernde Krümmung antragen und ausarbeiten. Die notwendigen geometrischen Herleitungen entsprechen dabei genau den Angaben in den überlieferten Werkmeisterbüchern der Spätgotik, d.h. dem Radius und Mittelpunkt der Grundrissfigur, dem Mittelpunkt und Prinzipalbogen der Bogenaustragung im Aufriss sowie der beabsichtigten Fugenteilung. Die in unseren Skizzen hergeleiteten Risse (Bild 3.4.4) ermöglichen es, für die dort definierten Werkstücke PI bis PIV sowohl dem Grundrisssegment entsprechend die Bögen aus dem Schnürboden für den Rohstein abzugreifen, als auch die für diesen Werkstein genau zugeordnete Bogenaustragung mit genauer Neigung des Bogens.

Dieser Nachweis der sich fortlaufenden Änderung der Krümmung der Rippen ist nicht nur bei der Herleitung der unteren Rippenmittellinie über die Orthogonalprojektion führbar, sondern auch bei der Herleitung über die Abwicklung des Prinzipalbogens zur Ermittlung der unteren Rippenlinie, wie in nachfolgendem zweiten Experimentteil aufgezeigt.

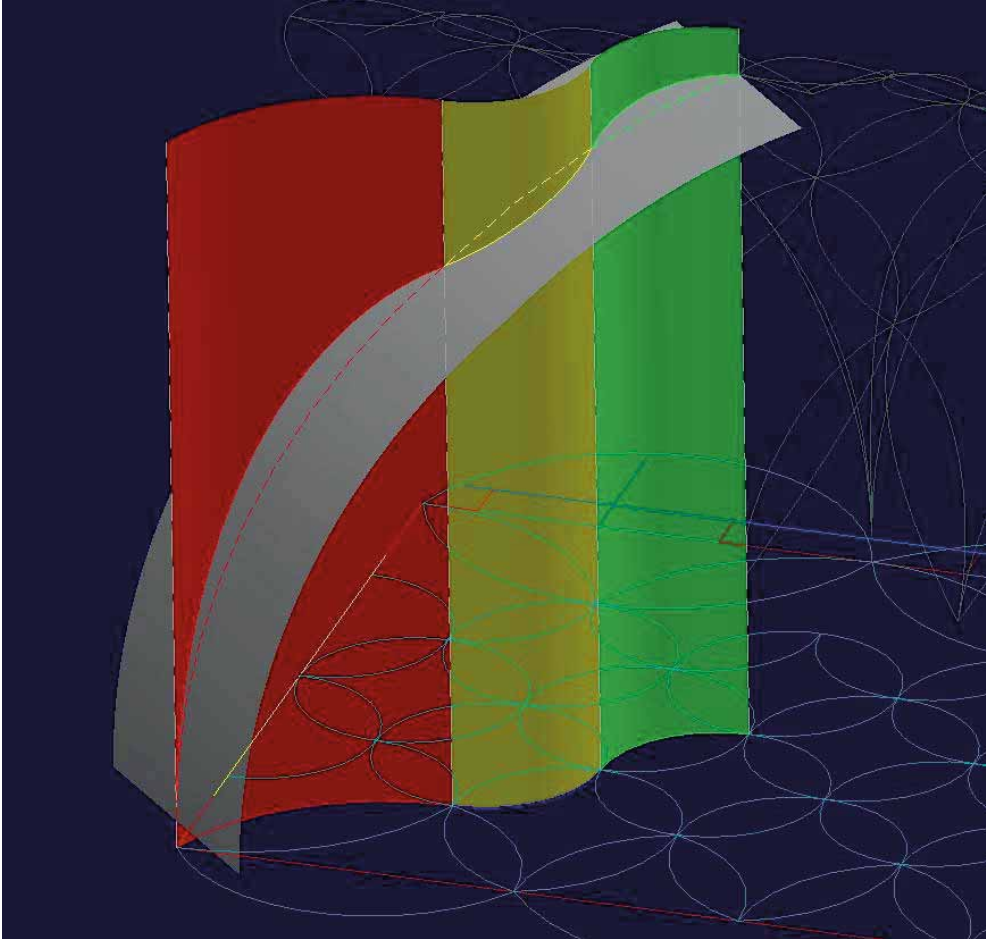
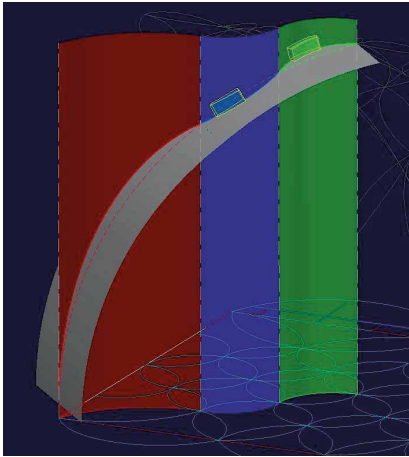
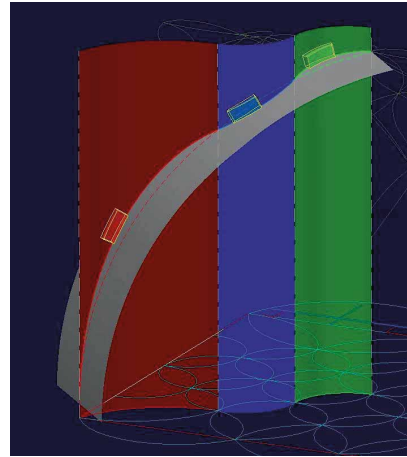


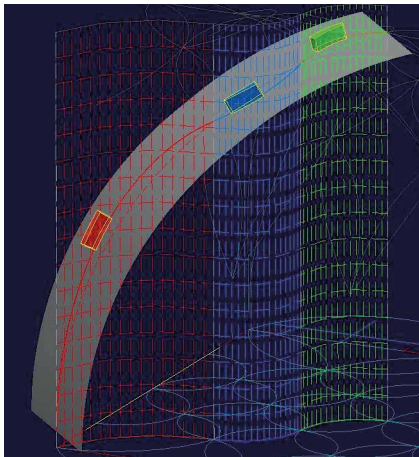
Bild 3.4.5 Schema Herleitung unterer Rippenmittellinie über Abwicklung des Prinzipalbogens



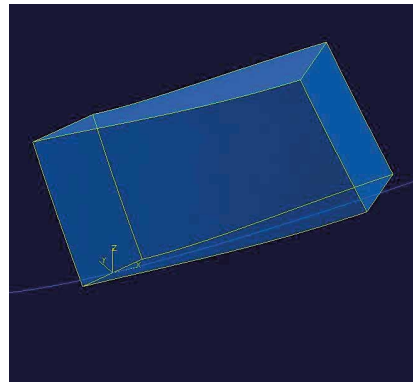
(a) Schritt 1: Auf untere Rippenmittellinie im Scheitelbereich (wo graue gebogene Fläche die blauen und grünen Zylinder der Kreisfiguren schneidet) werden 2 Rippenstücke (blau und grün) angeordnet



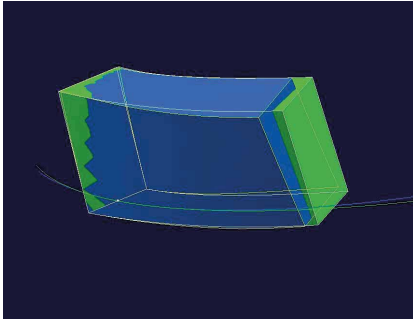
(b) Schritt 2: Das dritte Werkstück (rot) wird auf der unteren Rippenmittellinie des steileren Anfängerbereiches angeordnet



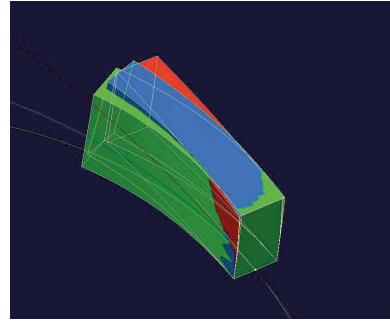
(c) Schritt 3: Alle 3 Rippenkörper werden in der Grundebene radial auf den Mittelpunkt der Kreisfigur ausgerichtet und modelliert



(d) Schritt 4: Das mittlere Rippenwerkstück wird als Basis des Vergleiches incl. unterer Rippenmittellinie abgegriffen



(e) Schritt 5: Das zweite Rippenwerkstück (grün) aus dem Scheitelbereich wird in das erste (blau) virtuell hineingesetzt mit dem Ergebnis, dass eine abweichende Krümmung in Grund- und Aufriss festzustellen ist



(f) Schritt 6: Das dritte Rippenwerkstück (rot) aus dem Anfängerbereich wird in das erste (blau) und zweite (grün) virtuell hineingesetzt mit dem Ergebnis, dass eine abweichende Krümmung in Grund- und Aufriss zu beiden anderen (grün und blau) festzustellen ist

Eine Austauschbarkeit von Rippenwerkstücken untereinander ist daher unseres Erachtens ausgeschlossen.

3.5 Rippenprofil und Rippenkörper

3.5.1 Vergleich Spirale und Schlingrippe

Was unterscheidet den Kurvenverlauf einer Spirale von dem einer Schlingrippe? Diese Frage ist so bedeutend, dass Sie am Anfang dieses Kapitels erörtert werden sollte. Eine Reihe von wissenschaftlichen Publikationen gehen von der These aus (vgl. beispielgebend Jan Muk: „Die Gewölbe des Benedikt Ried“ veröffentlicht in „Geschichte des Konstruierens IV – Wölbkonstruktion der Gotik 1, Konzepte Sonder-Forschungs-Bereich 230“, Universität Tübingen, September 1990, Heft 33), dass die Schlingrippen dem Verlauf einer Spirale in ihrer resultierenden Krümmung folgen. Als Spirale ist hier sicher eine mathematisch exakte, zylindrische Spirale, Helix oder Schraubenlinie gemeint, die sich in ihrer Höhenentwicklung immer im gleichen Abstand zum im Grundriss liegenden Mittelpunkt hält. Dagegen ändert eine normale Spirale ihren Abstand zum Grundrissmittelpunkt abnehmend oder zunehmend logarithmisch.

Was wären die Folgen, hätte die Schlingrippe einem zylindrischen Spiral- oder Schraubenlinienverlauf?

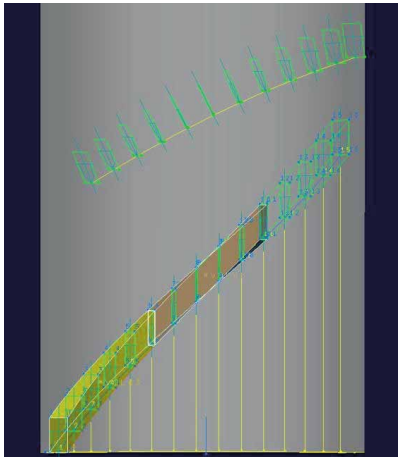


Bild 3.5.1 Schema Spirale mit linearer Steigung in der Abwicklung und senkrechten Profilschablonen

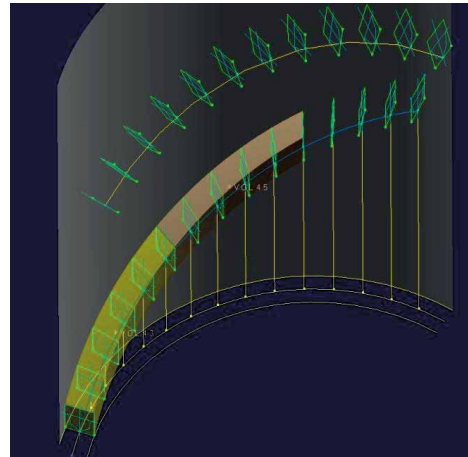


Bild 3.5.2 Schema Schlingrippe mit degressiver (gebogener) Steigung in der Abwicklung oder Orthogonalprojektion und radial angeordneten Profilschablonen

In der Abwicklung der Zylindermantelfläche bei einer zylindrischen Spirale folgt die steigende Spirallinie einer geneigten Geraden, also einer linearen ma-

thematischen Funktion. Bei der Schlingrippe ist die steigende Linie (Bogenaustragung Prinzipalbogen) hingegen eine bogenförmige, d.h. eine degressive mathematische Funktion.

Da die steigende Spirallinie in der Abwicklung eine geneigte Gerade ist, können an jeder beliebigen Stelle auf die Spirallinie als untere Profilschablone senkrechte, jeweils gleichgroße und identische Profilschablonen gesetzt werden. Der Profilschnitt ist immer gleich groß, da bei der geneigten Geraden das Lot zwischen Ober- und Unterseite gleich hoch bleibt. Dies ist beispielhaft nacherlebbar an Handläufen von Wendelsteinen, Spiralarchitraven, Architraven bei Wendeltreppen u.dgl., wie an nachfolgenden Beispielen Ende des 15. Jahrhunderts, Anfang des 16. Jahrhunderts zu sehen ist.



Bild 3.5.3 Belvedere Rom, Spiralarchitrav Reittreppe „Lumaca“ Donato Bramante, 1508



Bild 3.5.4 Palazzo Contarini dal Bovo, Venedig - Handlauf Giovanni Condi, 1497-1499

Bei der Schlingrippe mit seiner degressiven, gebogenen Steigung ist es allerdings nicht möglich gleichgroße, identische Profilschablonen senkrecht auf die untere Rippenmittellinie zu setzen. In einem Viertel einer Bogenaustragung mit Unter- und Oberkante des Rippenverlaufes, wie in den historischen Werkmeis-



Bild 3.5.5 Spiralarchitrav Wendelstein Torgau, Schloss Hartenfels Konrad Krebs, 1536



Bild 3.5.6 Handlauf Wendelstein Torgau, Schloss Hartenfels

terbüchern dargestellt, hätte die Rippe mit einer senkrecht zur Grundebene stehenden Schablone einen verzerrten Profilverlauf zwischen Gewölbeanfänger und Gewölbescheitel, würde sich also stetig im Querschnitt ändern.

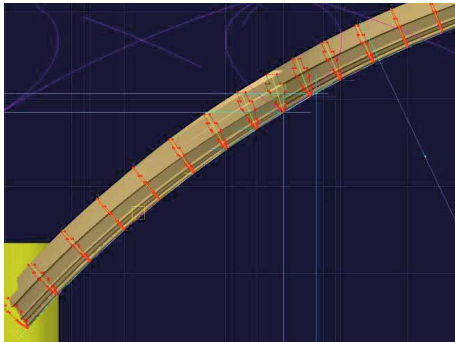


Bild 3.5.7 Schlingrippe mit radialen Profilanordnung (Bogenaustragung)

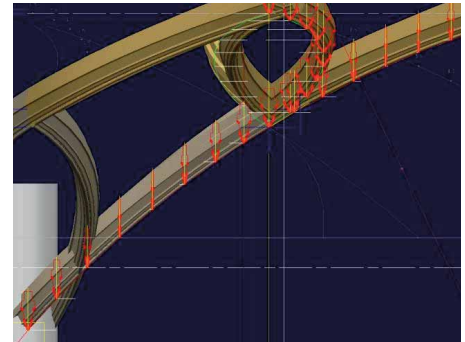


Bild 3.5.8 Schlingrippe mit dem Versuch einer senkrecht stehenden Profilanordnung

3.5.2 Drei-Punkt-Thesis

Welche Informationen lesen wir aus den überlieferten historischen Werkmeisterbüchern ?

Im Grundriss (vgl. Bild 3.5.9 links) sind jeweils der Innen- und Außenradius

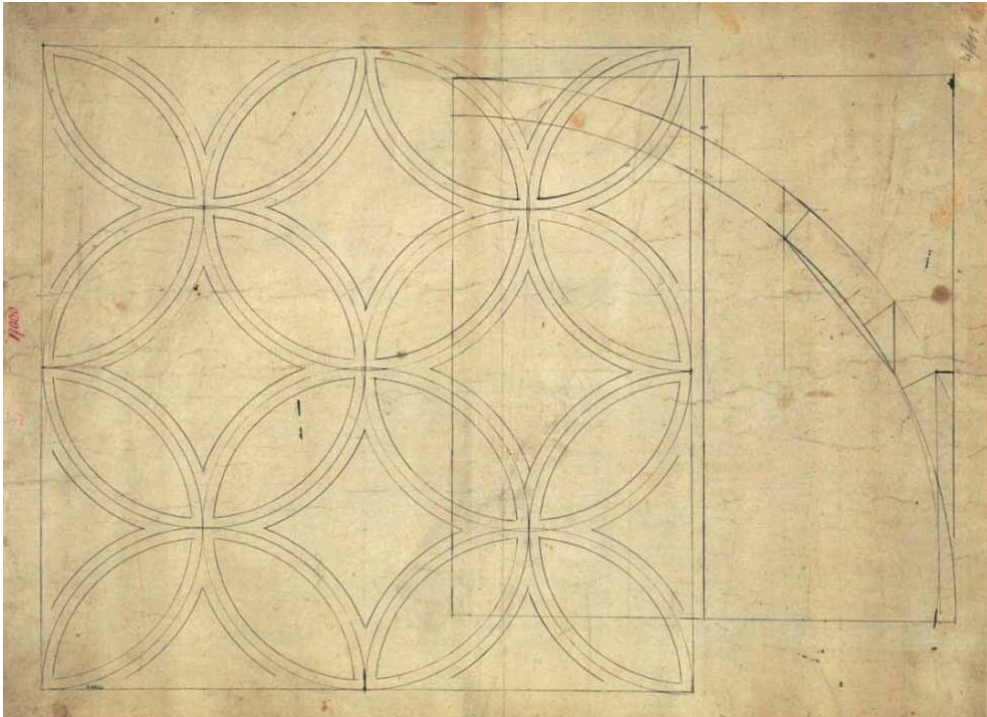


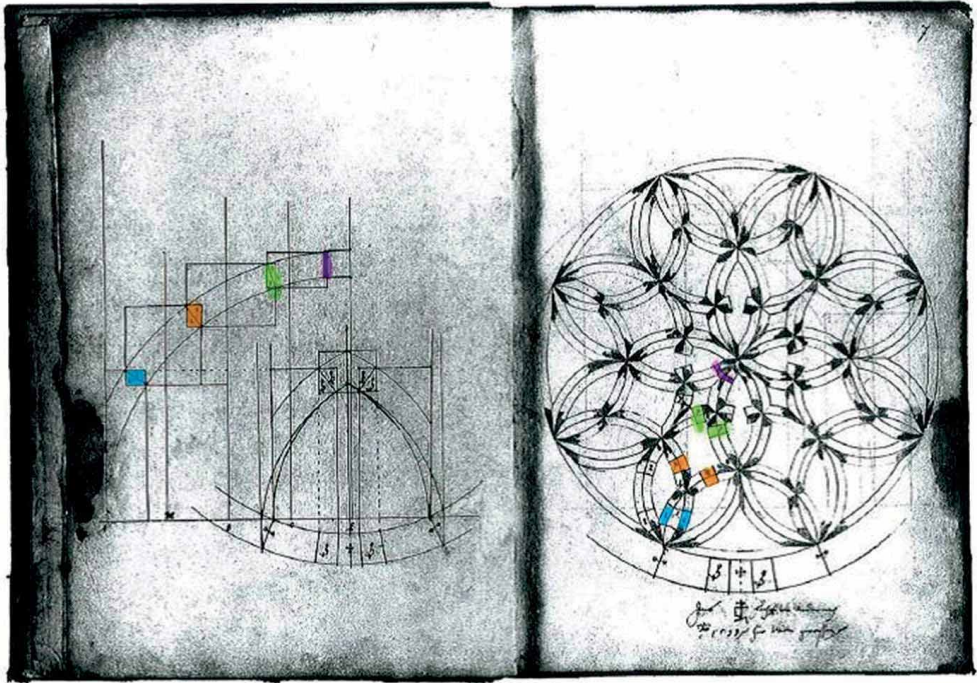
Bild 3.5.9 Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 576 * 424 mm (Bl)

des Rippenverlaufes, sowie die Rippenmittellinie mit ihren Kreuzungspunkten in Rippenmittellage als Vorgabe für die Figuration definiert.

In der Bogenaustragung (vgl. Bild 3.5.10 links) ist die untere Rippenlinie, welche dem Prinzipalbogen folgt, und eine obere Rippenlinie, entsprechend des gewählten Profils und der gewählten Profilhöhe, festgelegt. Des Weiteren sind die radial angeordneten Fugen der Rippen im Aufriss dargestellt und die von den Fugen der Rippen ausgehenden Rechteckgrößen, die für die Werksteinrohblöcke in der Fertigung benötigt werden.

Ist das wirklich alles, was man aus diesen Rissen herauslesen kann? Nein! Die wesentlichsten Informationen sind die Angaben zu den Rippenfugen!

Mit unserem heutigen dreidimensionalen Verständnis einen Plan zu lesen, würde man sicher zu dem Schluss kommen, dass es sich bei den in der Grundebene angetragenen Querlinien auf den Rippen, z.B. zwischen der blau markierten und der gelb markierten Rippenkreuzung, um zwei Fugen handelt (vgl. Bild



62 Historisches Archiv der Stadt Köln, Ms W* 276, fol. 6v und 7r

Bild 3.5.10 Werkmeisterbuch mit Bogenaustragung und Figuration Grundebene aus Darstellung W 276, Archiv der Stadt Köln, abgebildet bei Müller/Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“, Farbmarkierung Bauer, Lauterbach

3.5.10). Zwei Fugen, die einen kurzen Rippenwerkstein zwischen zwei längeren Rippenwerkstücken anordnen.

Dem ist aber nicht so. Im Anreißverfahren des 16. Jahrhunderts, bei welchem Körper aus nur zwei Ebenen heraus hergeleitet wurden (vgl. Otto Kletzl), sind diese beiden Querlinien auf der Rippe als eine Fuge zu lesen. Und zwar ist die in aufsteigender Richtung vordere Querlinie die Fugenunterlinie und die hintere Querlinie die Fugenoberlinie.

Was verstehen wir unter Fugenunter- und Fugenoberlinie und wozu stellt man Fugen im Grundriss mit zwei Querlinien dar?

Am Beispielrippenstück im Bild 3.5.11 mit seiner individuellen Neigung erkennt man, dass die Unterkante, der in der Bogenaustragung (Aufriss) radial ausgerichteten und damit schräg im Raum liegenden Fuge, bezogen auf die Keisfiguration im Grundriss an der Rippenunterseite immer schon ein Stück

weiter vor der oberseitigen Fugenkante liegt. Also liegen die Querlinien der Fugenkanten der Rippenoberseite und -unterseite in der Grundrissprojektion des kreisförmigen Rippenverlaufes nicht übereinander sondern hintereinander. Genauso kann man es in den historischen Grundrissen lesen.

Eine weitere Problematik liegt bei einer degressiven Bogenausragung in der Verwindung der Rippenkörper. Dies führt dazu, dass eine immer einheitliche Profilschablone, die nicht senkrecht sondern in verschiedenen Neigungen bezogen auf den Grundrisskreis angeordnet wird, auf der Außenseite „herausragt“, während auf der Innenseite ein Stück „fehlt“ (vgl. rote Keile im Schema Bild 3.5.11). Um aber die Vorgaben und Informationen der Werkmeisterbücher (Innenradius, Außenradius, Rippenmittellinie und Fugenanordnungen) einzuhalten, kommt man zu dem logischen Schluss, dass sich die Profilschablone fortlaufend ändern muss, um an jeder einzelnen Stelle des Rippenverlaufes die genannten Bedingungen einzuhalten.

Wie funktioniert dies, wenn doch augenscheinlich bei Rippenwerken ein immer gleiches Rippenprofil zu erkennen ist, oder ist es eben nur scheinbar immer gleich und sollen wir dies so glauben?

Unseres Erachtens liegt in einer tatsächlich nachweisbaren sich stetig fortlaufenden Änderung des Profils der Rippen, das genialste Konstruktionsdetail der Schlingrippen (vgl. Bild 3.5.17 Rippenprofile Bunzlau). Aber wie geht man dabei vor und woraus leitet sich die fortlaufende Änderung des Rippenprofils

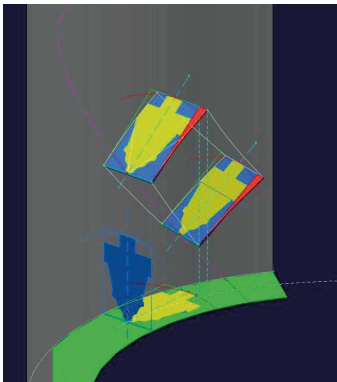


Bild 3.5.11 Schema Rippenfugen in Bezug zur Geometrievorgabe © 2010 Bauer-Lauterbach

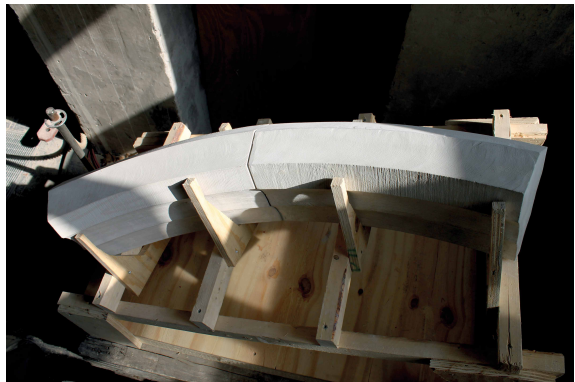


Bild 3.5.12 Geometriebeziehungen Grundebene-Rippenverlauf (Modellrippe Erasmuskapelle)

her?

Um den Denkansatz nachvollziehen zu können, lösen wir das Rippenprofil im Querschnitt in ein Dreipunkt oder Dreieck auf. D.h. die untere Rippenmittellinie wird auf der Schablone durch den unteren Rippenmittelpunkt definiert und der innere und äußere Radius durch jeweils einen Wangenpunkt auf Höhe des oberen Wangenabschlusses. Der dabei entstehende Dreipunkt (Dreieck) ist, wenn es im Verlauf exakt senkrecht steht, ein gleichschenkliges Dreieck. Neigt sich aber die Schablone, wie es im Rippenverlauf bei den Fugen der Rippen gegeben ist, so verzerrt sich das Dreieck. Die Strecke zwischen unterem Rippenmittelpunkt und oberem inneren Wangenpunkt wird kleiner gegenüber der Strecke zwischen unterem Rippenmittelpunkt und oberem äußeren Wangenpunkt. Je stärker die Neigung desto größer das Maß der Verzerrung, d.h. umso größer der Unterscheid der Streckenlängen zwischen unterem Rippenmittelpunkt und innerem bzw. äußerem Wangenpunkt.

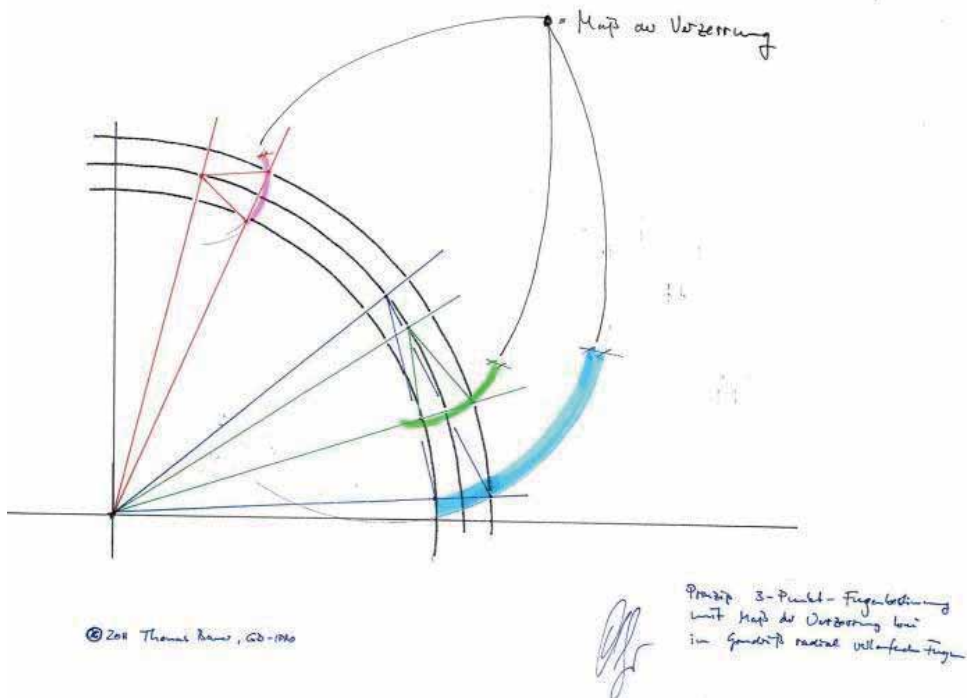


Bild 3.5.13 Maß der Verzerrung je nach Stärke der Neigung der Rippenfuge - Prinzip der 3 Punkt Thesis

Wir sind demfolgend zu der festen Überzeugung gelangt, dass sich der Rippenprofilquerschnitt über das unregelmäßige Dreieck, bestehend aus unterem Rippenmittelpunkt und den oberen Wangenpunkten des Profils, herleitet. Dies sind auch genau die Informationen, welche aus den überlieferten historischen Musterwerkrisen entnommen und auf den Reißboden übertragen werden können, also die drei Punkte in ihrer exakten Lage im Grundriss und im Aufriss (Bogenaustragung) die Lage der geneigt dargestellten Fuge, mit dem unteren Rippenmittelpunkt und den oberen Wangenpunkten. Dass die oberen Wangenpunkte im Aufriss räumlich hintereinander liegen, spricht zwar auf den ersten Blick für ein der Abwicklung folgendes Anreißen, aber wie im Kapitel 4.1 „Reißboden und Rippenfertigung“ dargelegt, ist diese Darstellung auch für den Steinschnitt über die Orthogonalprojektion, wo im Aufriss die Wangenpunkte nebeneinander liegen würden, bestens geeignet.

Die sich in Folge ihrer geneigten Anordnung fortlaufende Änderung der Profilschablone (unsererseits Verzerrung genannt) zwischen innerer und äußerer Zylindermantelfläche, lässt sich bei der Drei-Punkt-These handwerklich ganz einfach damit umsetzen, dass es nicht eine Schablone für den gesamten Rippenquerschnitt gibt, sondern nur eine halbe Schablone (senkrecht geteiltes Rippenprofil). Diese halbe Schablone wird nun je nach Neigung der Rippenfuge und demfolgend nach dem Maß der Verzerrung über den unteren Rippenmittelpunkt soweit gedreht, dass das halbe Profil am unteren Rippenmittelpunkt

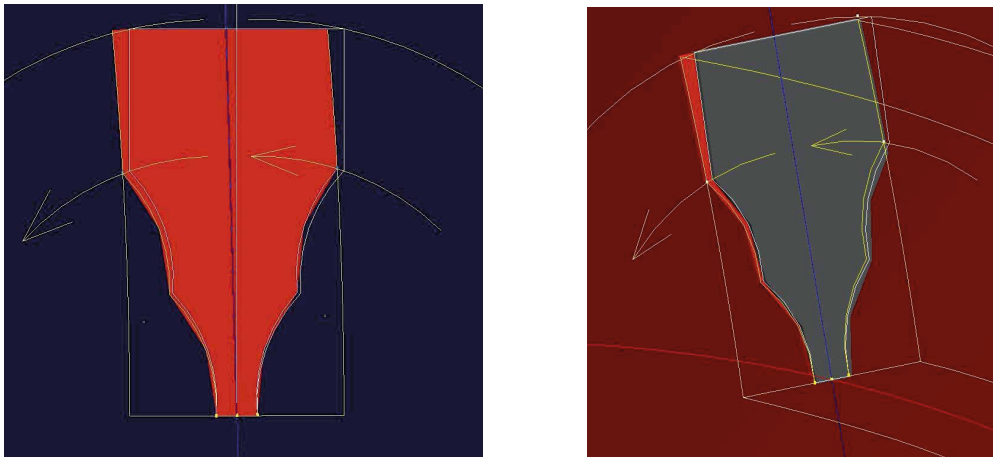


Bild 3.5.14 Schema des Drehwinkels am unteren Rippenmittelpunkt und Anordnung halber Schablonen (linke Profilhälfte hat abweichenden Drehwinkel gegenüber rechter Profilhälfte)

beginnend mit dem oberen Wangenpunkt exakt den Innen- oder Außenradius trifft.

Dabei entsteht der Effekt, dass die am unteren Rippenmittelpunkt gedreht angeordneten halben Innen- und Außenschablonen in unterschiedlicher Höhe, bezogen auf das Lot des Profilquerschnittes, an den Rippenseiten enden und somit die oberen Wangen zu den eigentlichen Toleranzbereichen des Profilquerschnittes werden.

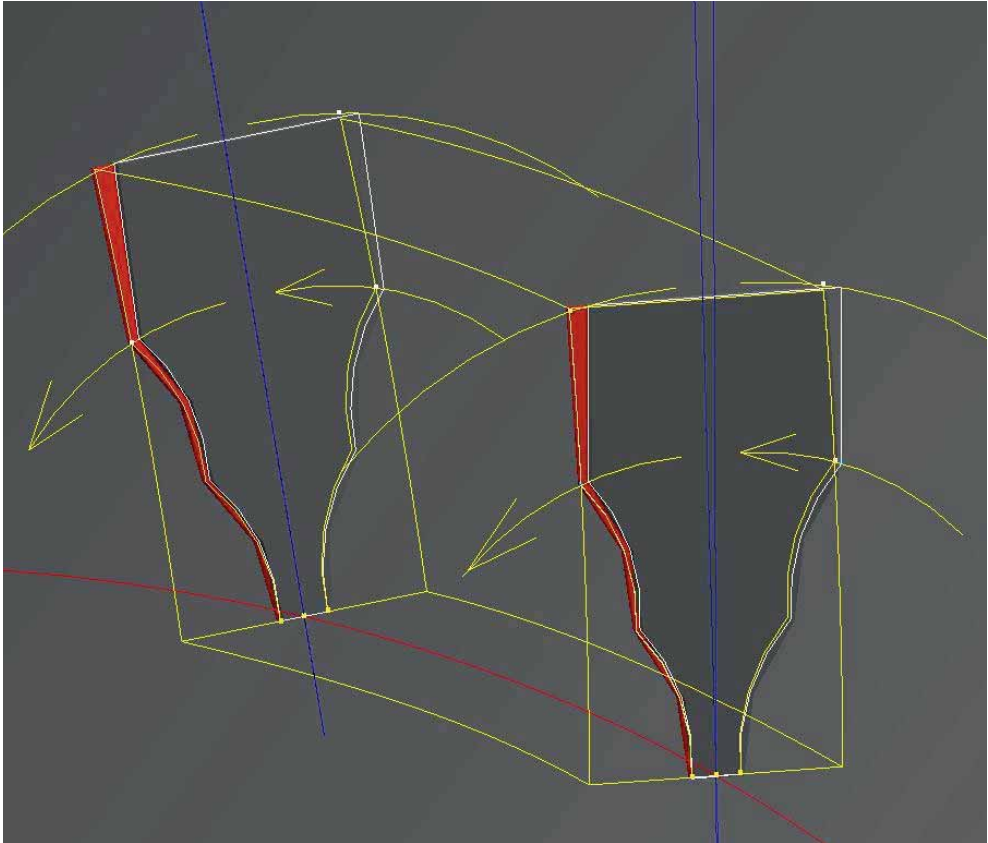
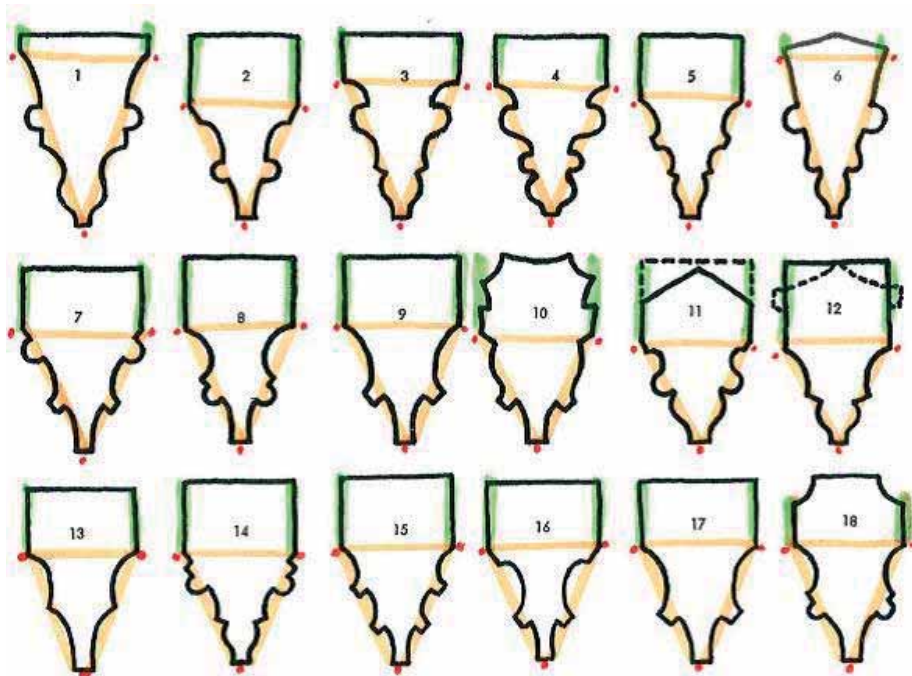


Bild 3.5.15 Schema der Verdrehung der Schablonenseiten (rechte Seite mit differenter Verdrehung gegenüber der linken Seite) über unteren Drehpunkt an beiden Enden der Rippe

Dies ist unseres Erachtens auch die Erklärung, dass alle Rippenprofile von Schlingrippen- und Bogengewölben der Spätgotik in der Regel immer an den oberen Wangen senkrechte, unprofilierte Flächen aufweisen, die zudem beim Abreifen derartige Toleranzen zeigen.



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Prag, Veitsdom, Chorgewölbe (Parler) 2 Prag, Burg, Säulenzaat aus der Zeit Wenzels IV. 3 Passau, Dom, Mittelschiff (Reze über der jetzigen Wölbung) 4 Landshut, St. Martin (Seitenkapellen) 5 Wien, St. Stephan, Puchspennboldlochlein 6 Wien, St. Stephan, Mittelschiff 7 Prag, Burg, Audienzsaal Wladislaus (Ried) 8 Prag, Burg, Wladislausaal (Ried) 9 Prag, Burg, Treppe im Ludoigstrah (Ried) | <ul style="list-style-type: none"> 10 Prag, Burg, Reiterstiege (Ried) 11 Prag, Burg, Böhonische Kanzlei (Ried) 12 Kuttenberg, St.-Barbara-Kirche, Schiff (Ried) 13 Losen, St.-Nikolaus-Kirche (Ried) 14 Wien, Niederösterreichisches Landhaus, Kapelle 15 Basel, Dankreuzgang, Bogenrippenjoch 16 Krens, Spitalkirche 17 Ofen, Burg, Bruchstück einer Bogenrippe 18 Ofen, Burg, Bruchstück einer Bogenrippe |
|--|--|

Bild 3.5.16 Rippenprofile Schlingrippen der Spätgotik, publiziert bei Götz Fehr „Benedikt Ried“ – sichtbar ist, dass wiederkehrende Drei-Punkt-Prinzip (rot) des Profils als Dreieck (orange) und darauf die zur Höhentoleranz genutzten Wangen (grün)

Durch eine Reihe von abgegriffenen Profilen an bestehenden Schlingrippengewölben, hier beispielgebend die Auswertung der Befunde des Ratssaales Buzslau, kann man auch praktisch belegen, dass eine Drei-Punkt-These mit sich fortlaufender Änderung der Rippenprofilquerschnitte zutreffen kann. Das Maß der Verzerrung bzw. der nicht gleichschenklige Profilquerschnitt lässt sich auch an vielen anderen Beispielen von Schlingrippengewölben nachvollziehen, sowohl beim Studieren von Risslinien auf Profilquerschnitten als auch bei abgegriffenen Profilschablonen. So z.B. sind alle acht im Rathaus Buzslau vor Ort abgegriffenen Profilschablonen unterschiedlich. D.h. legen wir die acht Schablonen

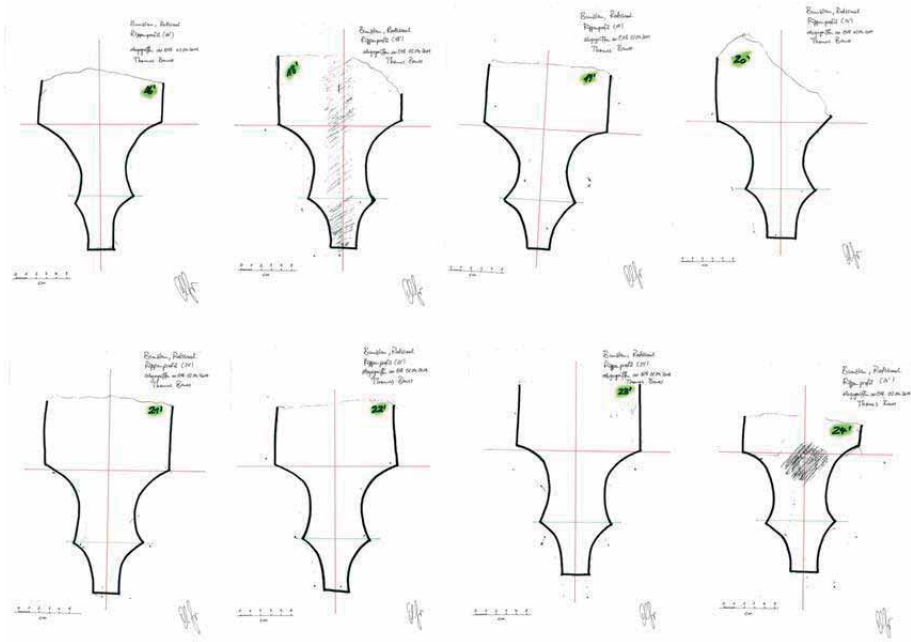


Bild 3.5.17 abgegriffene Rippenprofile (Abrieb vor Ort und nachgezeichnet) im Ratssaal Bunzlau mit deutlichen Differenzen im Rippenprofil



Bild 3.5.18 Wladislawsaal Prag – Profilschablonen mit Rissmittellinien und erkennbaren Differenzen in Profilsymmetrie (z.B. Bild 3.5.16 vorletzter Profilschnitt, am unteren Profilsteg Außer-mittigkeit und Assymetrie untere Kehlung)

virtuell übereinander, so sind es acht voneinander abweichende Schablonen (im Detailverlauf und bezogen auf differente Höhe von inneren und äußeren Profillecken, auch bei gespiegelten Schablonen) erkennbar. Gering, aber ausreichend genug, um Differenzen erkennen zu können.

3.6 Toleranzaustragung bei Schlingrippenwerken

3.6.1 Wodurch entstehen Toleranzen ?

Im 15. und 16. Jahrhundert wiesen die zu überwölbenden Räume in der Regel starke Toleranzen in den Abmessungen zwischen Längs- und Querwänden, als auch in den Diagonalen auf. Die unsererseits für diesen Aufsatz vermessenen Gewölbe zeigen allesamt diese deutlichen Maßunterschiede und schiefwinkligen Wandstellungen. Selbst in der Landhauskapelle Wien mit ihren relativ geringen Raumtoleranzen (es ist ein leichtes Trapez mit 20 - 25mm Differenzen im Grundriss) finden sich deutlich sichtbare Auswirkungen beim Rippenwerk. In der Eleemosynariuskapelle ist neben den deutlichen Toleranzen in der Winkelgenauigkeit und bei den Raumabmessungen im Grundriss eindeutig festzustellen, dass die Wand- und Strebepfeilerstellungen auch im Lot starke Schrägstellungen aufweisen. Ein am Boden gerissenes Rippenwerk würde aus diesen Gründen in 8m Höhe Passschwierigkeiten beim Einbau bekommen. In den Auswertungen zur Erasmuskapelle zeigte sich z.B., dass durch Überformungen verschiedener vorangegangener Bauetappen die überwölbten Räume Versätze zueinander aufweisen, welche einiger Anpassungen bedurften. Der Ratssaal Bunzlau hat dagegen deutliche (ca. 3 cm) Höhenabweichungen zwischen der Nord- und der Südwand, d.h. das gesamte Rippenwerk musste von einer theoretisch geneigten Ebene aus die Grundrissfiguration umsetzen.

Neben diesen Anforderungen, die sich aus den Wand- und Pfeilerstellungen ergeben, entstehen bei der handwerklichen Fertigung der Werksteine, sowie beim Versetzen, also dem In- und Aneinanderfügen derselben zusätzlich Maßabweichungen, welche in potenziierter Form sich aufaddieren können. Bedingt sind Maßabweichungen am Werkstein einerseits durch die Handschrift des Steinmetzen, nemlich durch Handhabung, Zustand und Qualität seines Werkzeuges und andererseits durch seine messtechnischen Fähigkeiten beim genauen und exakten Übertragen der Einzellängen vom Reißboden auf den Rohblock.

Temperaturabhängige Formänderungen während des Baues sind wohl eher zu vernachlässigen, aber lastabhängige Verformungen aus Eigenlast während des Baus müssen aufgenommen werden. Dies erfordert eine hinreichende Fugenbreite.

Für unseren Aufsatz bezüglich der Fertigung und dem Versetzen von Rippen und Knoten bei Schlingrippen ist die Thematik der Aufnahme von Toleranzen in zwei Gruppen einzuordnen:

a) Toleranzen aus der Planung

Wenn dem theoretischen Entwurf einer Figuration (Idealfiguration) gegenüber die Wände und Pfeiler im Bestand oder noch zu errichtende Wände Abweichungen aufweisen, so muss die Werkplanung, welche auf dem Reißboden ausgetragen wird und die Maße vom Bau oder Bestand vor Ort übernimmt, die Abweichungen innerhalb der Figuration durch Anpassungen werktechnisch aufnehmen.

b) Toleranzen aus der Fertigung

Wenn aus dem Anreißern und / oder Herstellen des Rippenwerkes oder ggfls. auch des Lehrgerüsts seitens der Handwerker Ungenauigkeiten auftreten, so sind diese innerhalb der Figuration durch Anpassungen (hier wahrscheinlich erst vor Ort) aufzunehmen.

3.6.2 Toleranzen aus der Planung

An Hand der nachfolgend beschrifteten und markierten Bilder sind zunächst einmal Toleranzen an Bogenausragungen hervorgehoben, die als prinzipielle Toleranzausragung so an fast allen Schlingrippengewölben vorhanden sind. Neben den in diesem Aufsatz untersuchten Gewölben sind auch Beispiele aus der Kirche Mariä Himmerfahrt in Brüx / Most, dem Dom St. Barbara in Kuttenberg / Kutna Hora und dem Wladislawsaal auf dem Prager Hradschin aufgeführt, da an Hand dieser drei Schleifensterngewölbe das Ineinanderschieben von einzelnen Jochfigurationen in Längs- wie auch in Querrichtung exemplarisch am besten zu erkennen ist.

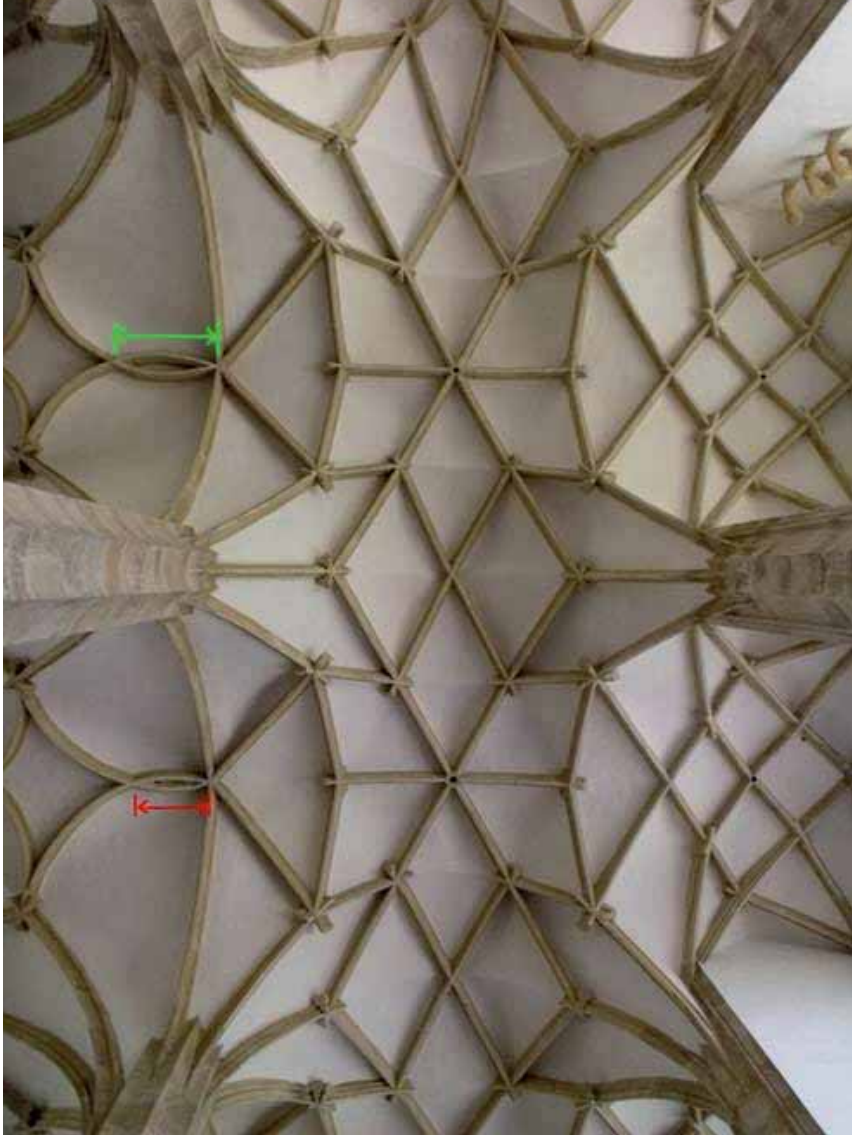


Bild 3.6.1 Brück, Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt, Seitenschiff (auf dem Foto unterhalb oberer Pfeiler) an der Grenze zum Mittelseitenschiff (auf dem Foto seitlich und oberhalb des oberen Pfeilers), Toleranzen der Mittelschiffdimensionen werden bei den Jochgrenzen durch differente Überschneidung aufgenommen. Links (rot markiert) überschneiden die Rippe weniger als an der identischen Figur rechts (grün)



Bild 3.6.2 Brügge, Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt, Chorbereich, Toleranzen der Jochdimensionen werden bei dem mittig angeordneten Schleifenstern durch differente Überschneidungen der Schleifen aufgenommen. Links (rot markiert) überschneiden die Rippe mehr als an der identischen Figur rechts (grün markiert)

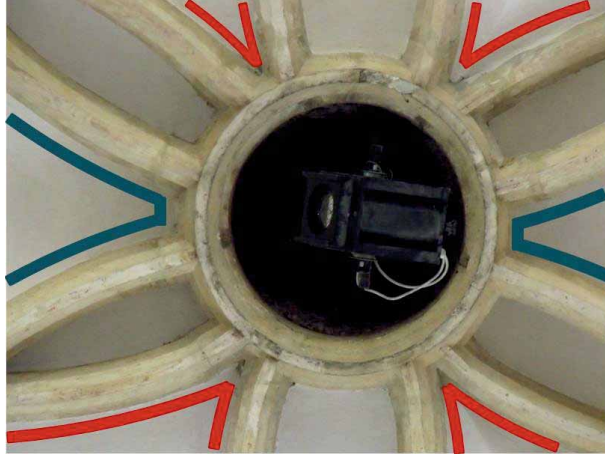


Bild 3.6.3 Brück, Mariä Himmelfahrt, Mittelschiff, Toleranzen der Jochbreiten werden auch durch die mittig im Schleifenstern angeordneten Schlusssteine bzw. dem „Sternflügelabstand“ aufgenommen, durch die unterschiedlichen Abstände der eigentlich symmetrisch einlaufenden Rippen auf dem Schlusssteinring

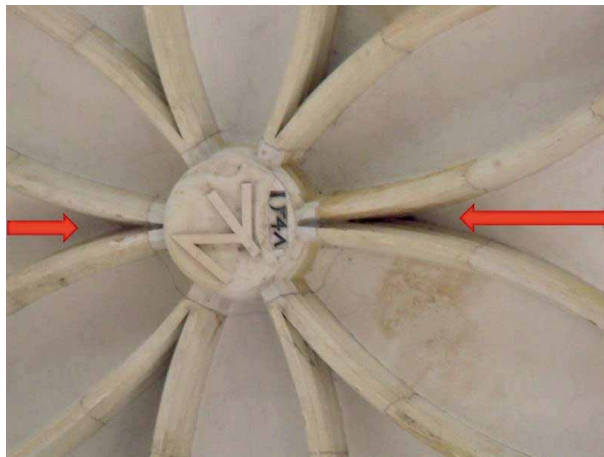


Bild 3.6.4 Kuttentberg, Dom St. Barbara, Mittelschiff, Toleranzen der Schiffbreiten werden auch durch die mittig im Schleifenstern angeordneten Schlussstein bzw. dem „Sternflügelabstand“ aufgenommen, bei dem einerseits die auslaufenden Schleifen zusammenliegen (oben rechts und oben links; sowie unten rechts und unten links) oder mit einem Toleranzabstand wie seitlich rechts und seitlich links verlaufen

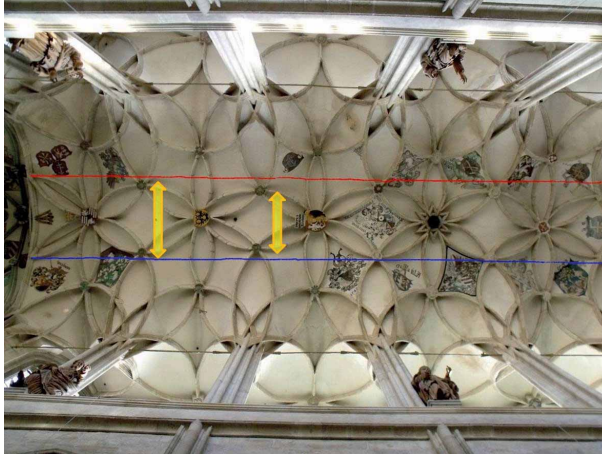


Bild 3.6.5 Kuttenberg, Dom St. Barbara, Mittelschiff, Toleranzen der Schiffbreite werden durch die mittig angeordneten Schleifensterne mit ihren unterschiedlichen Schleifen aufgenommen (siehe Schleifen zwischen roter und blauer Hilfslinie und vergleiche von links nach rechts, wo Toleranzen der Knotenlage und Schleifenbreite deutlich erkennbar sind)



Bild 3.6.6 Prag – Wladislawsaal, die Gewölbeanfänger an den Jochgrenzen befinden sich in erheblich unterschiedlichen Höhen mit bis zu ca. 40cm Unterschied über die Saallänge, bei fallendem Prinzipalbogen (vgl. C.A.Meckel) ist dies die Toleranzaustragung aus der gesamten Figuration, d.h. alle Scheitelpunkte sind gleich hoch und die Toleranzen aus unterschiedlichen Raumbreiten/-längen – was zu unterschiedlichen Kurvenlängen führt – werden über unterschiedlich hohe Gewölbeanfänger abgetragen und wie selbstverständlich zur Konstruktion gehörend offen gezeigt

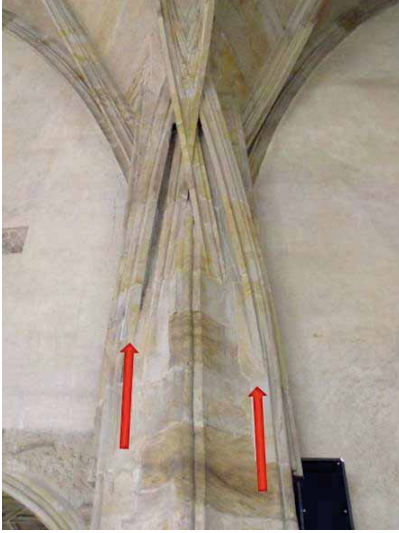


Bild 3.6.7 Prag-Wladislawsaal, Rippenanfänger links liegt deutlich höher als Rippenanfänger rechts

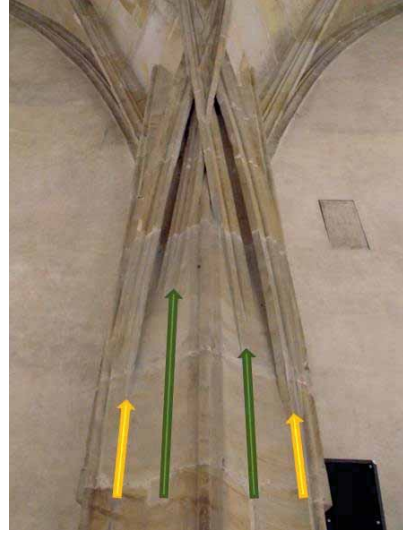


Bild 3.6.8 Prag-Wladislawsaal, Rippenanfänger links liegt nur geringfügig von Rippenanfänger rechts in der Höhenlage



Bild 3.6.9 Wien-Landhauskapelle, Rippenanfänger links liegt Messbar höher als Rippenanfänger rechts



Bild 3.6.10 Wien-Landhauskapelle, Rippenanfänger links liegt nur geringfügig von Rippenanfänger rechts in der Höhenlage

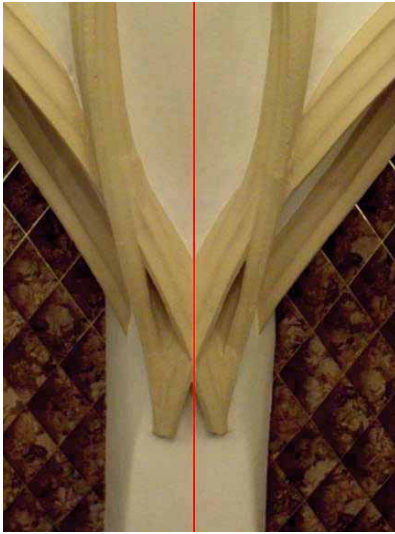


Bild 3.6.11 Bunzlau-Ratssaal, unteres Rippenkreuz liegt relativ symmetrisch in der Mittelachse zwischen aufsteigenden Rippen des mittleren Blütenblattes

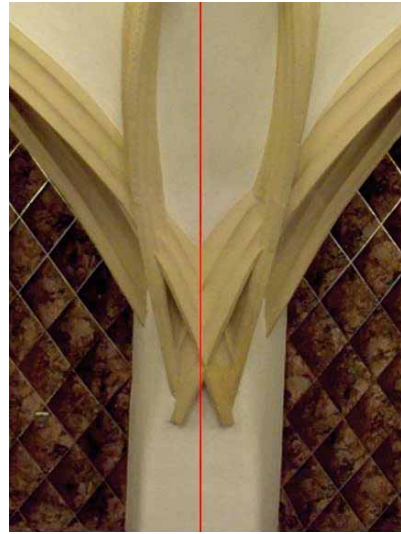


Bild 3.6.12 Bunzlau-Ratssaal, unteres Rippenkreuz liegt deutlich asymmetrisch nach links verschoben bezüglich der Mittelachse des aufsteigenden Rippen / Blütenblatt



Bild 3.6.13 Wien Landhauskapelle, sich eigentlich symmetrisch kreuzende Rippen durchdringen sich nicht fluchtgerecht

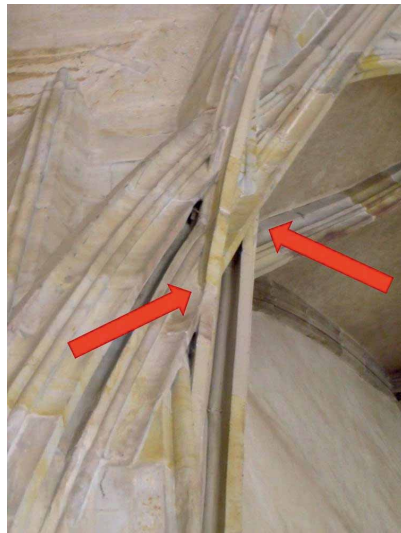


Bild 3.6.14 Prag-Wladislawsaal, sich eigentlich symmetrisch kreuzende Rippen durchdringen sich nicht fluchtgerecht

In Zusammenfassung aller betrachteten Rippendetails kommt man zu dem Schluss, dass die Toleranzaustragungen an Schlingrippengewölben über den fallenden Prinzipalbogen geführt werden, d.h. alle Scheitelpunkte der Joche sind gleich hoch und nach unten werden die Rippen in Kurvenlänge, Überschneidungen, Hinterschneidungen und mit Abweichungen in den Fluchten (Kreuzungen) offen gezeigt.

3.6.3 Toleranzen aus Fertigung

Genauso wie man Toleranzaustragungen aus der Planung ganz offen gezeigt hat, so ist man auch mit offenkundig handwerklich bedingten Toleranzen umgegangen. Nur dass diese nicht schon auf dem Reißboden gerissen und gefertigt, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach erst vor Ort mit steinmetzseitigen Anpassungen versehen und eingesetzt wurden. Wenn z.B. ein Versatz im Rippenverlauf auftrat, aus welchen Gründen auch immer, so sind Versätze offen gezeigt und nur im Detail etwas „angekrümmt“ oder angepasst wurden. Oder es wurde bei Passschwierigkeiten von der Krümmung abweichend an dieser oder jener Stelle mehr oder weniger dem polygonalen Rippenversatz gefolgt.



Bild 3.6.15 Brüx, Mariä Himmelfahrt, Abweichung zwischen den Radien der oberen Halbkreisfigur und den überschnitten die übrigen Rippen kreuzenden Bogenenden wurden durch Versatz an der Fuge aufgenommen



Bild 3.6.17 Brück, Mariä Himmelfahrt, Passproblem zwischen Rippenanfänger und auslaufender Rippe wurde durch kurzen Versatzkorrigiert und nicht durch Verzerrung oder längere leichte Biegung der Rippe



Bild 3.6.18 Kuttenberg, St. Barbara, erhebliche Passprobleme der Rippen, aber auch offenkundig nachträgliche Rekonstruktionen werden ganz offen mit Ihrem im Detail unexakten Rippenverlauf gezeigt



Bild 3.6.16 Kuttenberg, St. Barbara, erhebliche Passprobleme der Rippen werden ganz offen mit Ihrem im Detail unexakten Rippenverlauf gezeigt und fallen dem fachfremden Betrachter durch den räumlichen Gesamteindruck der gewundenen Rippenreihungen kaum auf

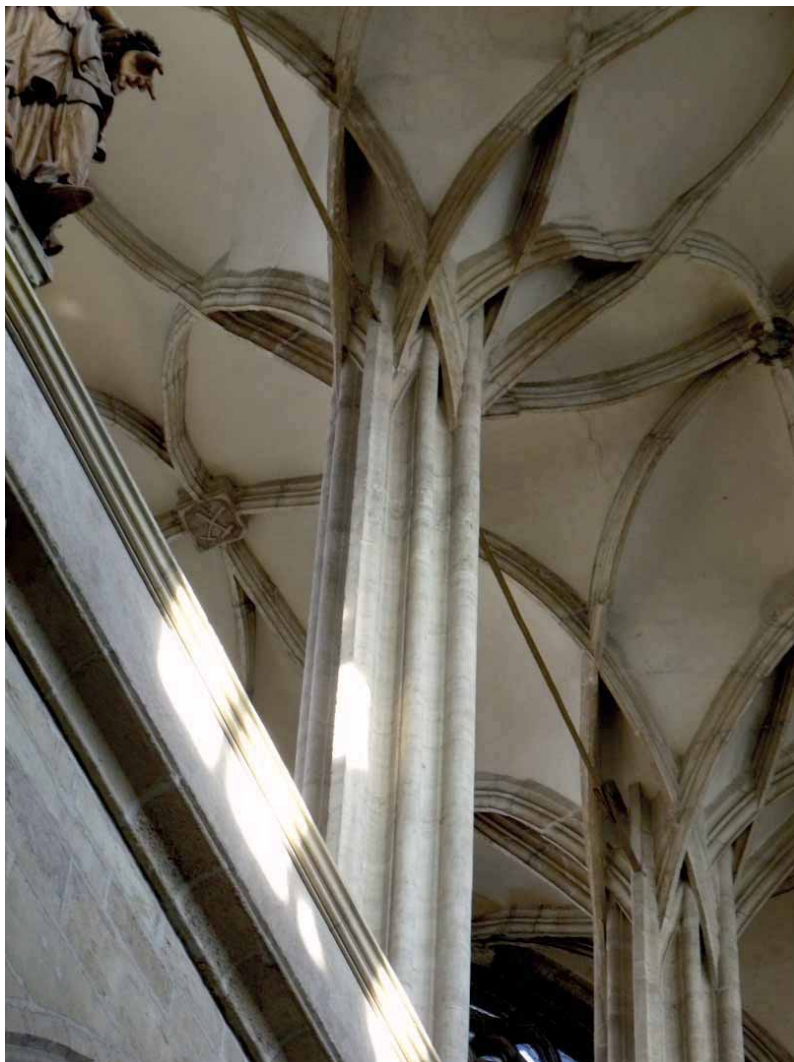


Bild 3.6.19 Kuttenberg, St. Barbara, erhebliche Passprobleme der Rippen werden ganz offen mit Ihrem im Detail unexakten Rippenverlauf gezeigt und fallen dem fachfremden Betrachter durch den räumlichen Gesamteindruck der gewundenen Rippenreihungen kaum auf



Bild 3.6.20 Bunzlau - Ratssaal, Passprobleme an Rippenkreuzungen werden offen ausgetragen und gezeigt



Bild 3.6.21 Bunzlau, Ratssaal

3.6.4 Zusammenfassung

Unabhängig ob Toleranzen aus dem Reißen, dem Fertigen oder dem Versetzen der Schlingrippen entstehen, werden an den historischen Schlingrippengewölben Toleranzen durchgängig offen gezeigt und nicht versucht durch Verzerrungen diese zu verstecken. Die Figurationen werden im Grundriss an Gewölbe-

anfängern, Jochgrenzen und sich durchdringenden Rippenkreuzungen entsprechend der Toleranzgröße über- und hinterschnitten oder unterschiedlich lang totgelaufen und die Figuren selbst werden auch nicht so lange gedrunge, bis sie in den Bestand passen. Ein Denken wie es unserer heutigen Auffassung eher fremd ist, aber umsomehr faszinierend, da es schon eines geübten Auges bedarf, um manche Toleranzaustragung überhaupt erkennen zu können. In der Wahrnehmung des nicht mit der Schlingrippengewölbekonstruktion kundigen Betrachters wird eher die überwältigende Wirkung des Rippenwerkes beeindruckend, welches zudem bei jedem noch so kleinen Standortwechsel seine Erscheinung in faszinierender Weise ändert. Die Toleranzen werden dabei wohl kaum wahrgenommen.

3.7 Formgebende Funktion der Rippen

Was ist eigentlich die Aufgabe der Rippen bei den Schlingrippengewölben?

Sind sie nur eine dekorative Ornamentik oder haben sie gar eine konstruktive Funktion für das Gewölbe? Die Frage ist durch vorliegende publizierte wissenschaftliche Auffassungen (vgl. insbesondere Carl Anton Meckel, Götz Fehr, Werner Müller und Barbara Baumüller) dahingehend beantwortet, dass die Rippen keine tragende Funktion haben. Wir wollen, uns dem anschließend auf Basis unserer Studien, nachfolgende Gedanken unterstützend ergänzen.

An Hand der hier ausgewerteten Schlingrippengewölbe kann man relativ eindeutig die Frage nach einer konstruktiven und stützenden Aufgabe im Tragverhalten des Gewölbes ausschließen. Schauen wir uns die 1945 kurz nach der teilweisen Zerstörung des Rippenwerkes aufgenommenen Fotos vom Ratssaal Löwenberg an, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass die Wölbung des Ratssaales auch ohne das Rippenwerk trägt. Das Gleiche ist in der unweit von Löwenberg befindlichen Burg Gröditzberg (Zamek Grodziez) festzustellen, in der Wendel Rokkopf seine Spuren hinterlassen hat (neben Gewölben wird u.a. das Portal seinem Namen zugeschrieben – heute im Nationalmuseum Breslau). Auch hier überwölbt die Mauerwerksschale, ebenfalls in Folge durch Zerstörung des Rippenwerkes 1945, den Sala Rycerska allein. Lediglich einige Rippenanfänger sind noch vorhanden.



Bild 3.7.1 Ratssaal Löwenberg – Wölbung trägt auch ohne Rippen



Bild 3.7.2 Sala Rycerska Gröditzburg – Wölbung trägt ohne Rippen

Aber auch in der Erasmuskapelle Berlin sind in den Ruinenfotos Wölbbereiche zu sehen, bei denen die Rippen abgefallen und deren Wölbchale über den

Rippen demzufolge tragend waren. Bei vielen Schlingrippengewölben sind auch gegen Abfallen gesicherte und abgehangene Rippen zu finden. Eine tragende Funktion können die Schlingrippen für die Gewölbe daher wohl nicht haben.

Den Schlingrippen lediglich nur eine gestaltende Funktion zuzuschreiben, wäre der geometrisch und handwerklich höchst anspruchsvollen Arbeit nicht angemessen. Dagegen spricht allein der enorme zeitliche und materielle Wert der Schlingrippenfertigung und die relativ große Anzahl solcher Gewölbe.

Welche ist daher die Hauptfunktion der Schlingrippen, die einen so hohen Aufwand rechtfertigt?

Die Hauptfunktion der Schlingrippen ist die Formgebung der direkt über dem räumlichen Netzwerk der Schlingrippen liegenden Mauerwerkswölbung, d.h. die Schlingrippen bilden sozusagen die Lehrbögen oder die verlorene Wölb Schalung für die Ausführung der Gewölbeschale. Im Folgenden zeigen wir eine Reihe von Bildern der hier im Aufsatz untersuchten sowie auch anderer Schlingrippengewölbe, bei denen ersichtlich ist, dass die Gewölbeschale jeweils direkt über den Rippen liegt und ihre Form von diesen bestimmt wird.

Lassen wir also die Fotos der folgenden Schlingrippengewölbe **hinsichtlich der formgebenden Funktion der Rippen für ihre direkt darüber geführten Mauerwerksschalen** für sich alleine sprechen.



Bild 3.7.3 Neusohl, Ellemosynariuskapelle, 1503



Bild 3.7.4 Wien, Landhauskapelle, 1516

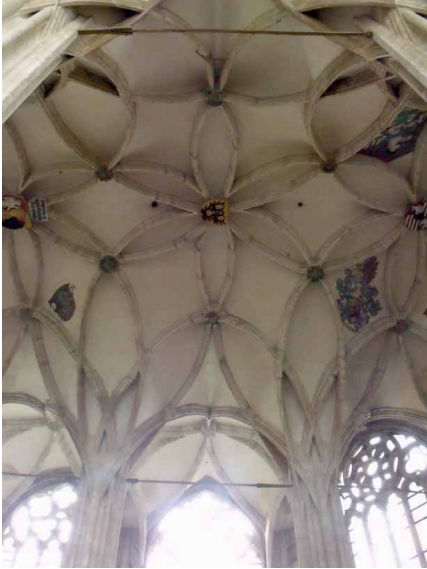


Bild 3.7.5 Kuttenberg, St. Barbara, 1513

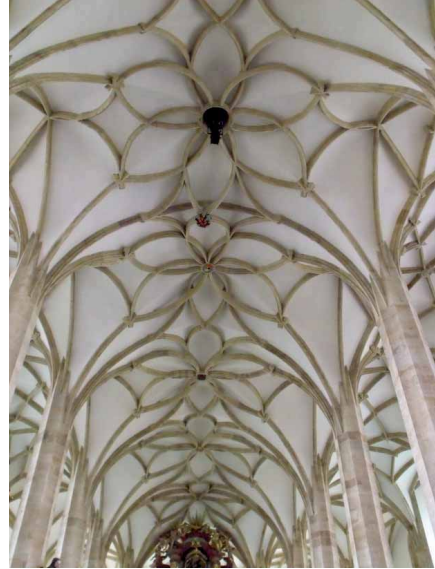


Bild 3.7.6 Brüx, Mariä Himmelfahrt 1518-1556



Bild 3.7.7 Prag, Wladislawsaal, 1494-1504



Bild 3.7.8 Weistrach, St. Stephan, 1513



Bild 3.7.9 Freiberg /Sa., Annenkapelle



Bild 3.7.10 Löwenberg, Rathaus – Rats-
saal, 1524



Bild 3.7.11 St. Valentin



Bild 3.7.12 Ybbsitz



Bild 3.7.13 St. Peter in der Au



Bild 3.7.14 Pirna, St. Marien, 1546

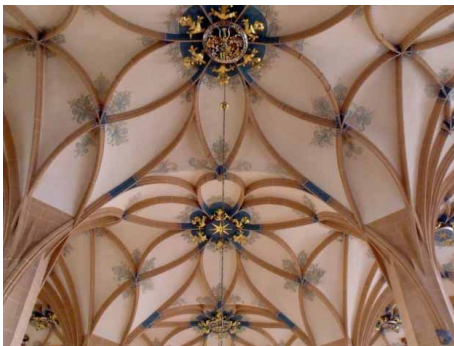


Bild 3.7.15 Annaberg , St. Annen, 1518



Bild 3.7.16 Bunzlau, Rathaus, 1522



Bild 3.7.17 Basel, Rotbergkapelle , 1462

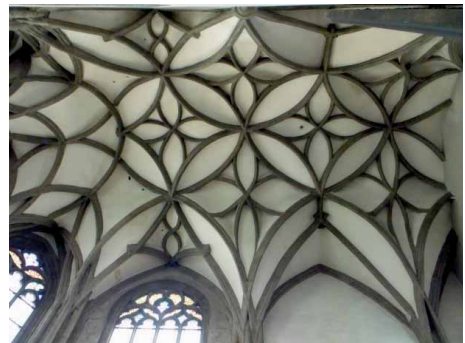


Bild 3.7.18 Freystadt, Katharinenmünster



Bild 3.7.19 Wendelstein Schloss Hartenfels Torgau, Schlingrippengewölbe Konrad Krebs
– Sanierung mit freiliegender MW-Wölbung

Steht der eindeutigen Einheitlichkeit bei der Formgebung der Schlingrippen für die Wölbungen in den gezeigten und vielen nicht gezeigten Gewölben dagegen, dass es auch einzelne Wölbungen mit Rippenerhöhungen oder gar Aufmauerungen auf den Rippen gibt? Nein!

Einerseits sind zum Toleranzausgleich bei offenkundig nicht spiegelsymmetrisch verlaufendem Rippenwerk geringfügige Aufmauerungen direkt über dem Rippenverlauf und in ca. Rippenbreite erfolgt. Beispielgebend dafür sei hier auf das Katharinenmünster in Freystadt / Österreich verwiesen.

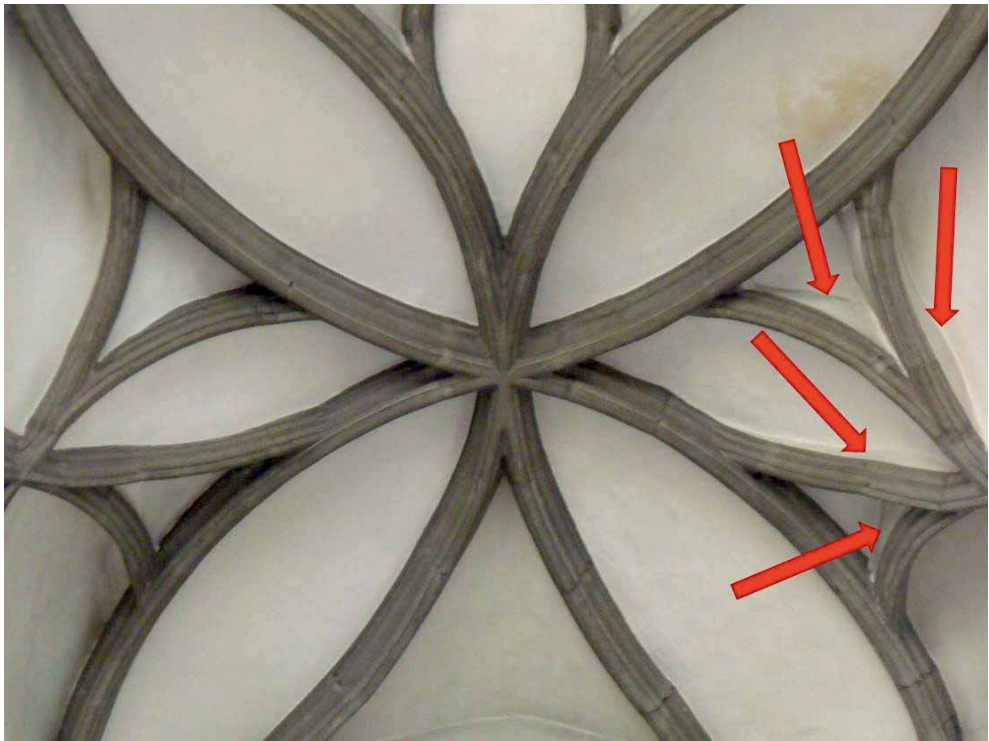


Bild 3.7.20 Katharinenmünster Freystadt – Blütenblatt rechts Mitte hat Toleranzaufmauerung, hingegen spiegelbildliches Blütenblatt links Mitte hat keine Toleranzaufmauerung

Andererseits gibt es natürlich Rippenwerke, bei denen mit dem Rippenverlauf so experimentell umgegangen wurde, dass die Rippen in verschiedenen Ebenen übereinander verlaufen. Aber natürlich kann nur eine Ebene, und

zwar die der am höchsten laufenden Rippe, die formgebende Rippenebene für die Mauerwerkswölbung sein. In diesen Bereichen muss natürlich ein Höhenausgleich zwischen den tiefer liegenden Rippen und der Wölbebene erfolgen und wurde augenscheinlich mittels Rippenaufmauerung in Rippenbreite ausgeführt, sehr schön in den Sakristeien St. Annen in Annaberg und St. Marien in Pirna zu sehen. Aber auch im Wappensaal der Burg Meißen ist die Führung der Rippen in übereinanderliegenden Ebenen erkennbar und es sind zwischen tiefer liegender Rippenebene und der über die obere Rippenebene geführte Mauerwerkswölbung Rippenaufmauerungen in Rippenbreite vorhanden.

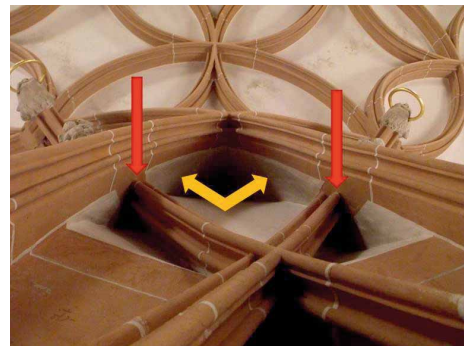
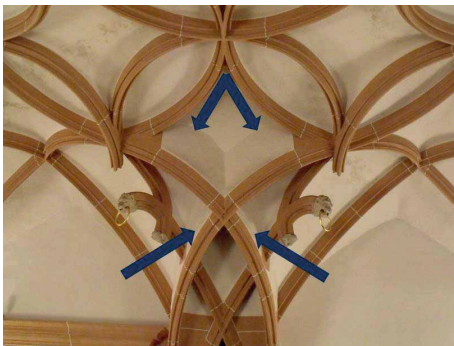


Bild 3.7.21 Sakristei St. Annen, Annaberg – auf beiden Bildern verlaufen die Rippen in verschiedenen Ebenen übereinander, wobei die oben verlaufenden Rippen die formgebenden sind und die darunter verlaufenden haben Aufmauerungen in Rippenbreite zur Wölbebene.

Bei den vorgenannten und gezeigten Lösungen übereinander verlaufender Rippen ist es folglich bedingt, dass die Mauerwerkswölbung nur über die obere Ebene der Rippen geführt werden kann. Bei der Lösung des Rippenwerkes im Kapellenraum der Berliner Erasmuskapelle hat die Rippenerhöhung bei hinterschnitten einlaufenden Rippen in die mittigen Rippenknoten einen anderen Grund. Der Kapellenraum der Erasmuskapelle mit der aus unserer Sicht innovativsten konstruktiven Lösung der Schlingrippenausbildung (1540) zeigt, dass an problematischen Stellen der Höhenaustragung zwischen Wölbung und Rippenverlauf hier die Rippen bereits im Sandsteinquader so verstärkt sind, dass diese mit ihrer werksteinseitigen Rippenverstärkung die Form der Wölbung bilden, obwohl die untere Rippenmittellinie in ihrer gekrümmten Ebene in Bereichen von der Wölbebene zunehmend abweicht.



Bild 3.7.22 Sakristei St. Marien Pirna – die oben liegende und formgebende Rippenebene sind die Blütenblätter in Längs- und Querrichtung sowie alle Gurtruppen, die darunter liegende Ebene der Gratrippen (gebogen und gerade) haben Rippenaufmauerungen in Rippenstärke (gemeint ist Aufmauerung so breit wie die Rippe in der Untersicht breit ist)



Bild 3.7.23 Wappensaal Burg Meißen – hier sehr gut zu sehen wie formgebenden Rippen von den darunter verlaufenden Rippen höhenmäßig unterlaufen werden und zwischen tieferer Rippenebene und Wölbenebene eine Aufmauerung in Rippenbreite augenscheinlich vorgenommen wurde



Bild 3.7.24 Erasmuskapelle Berlin Kapellenraum – Rippenerrhöhungen im Rippenwerk durch oberseitige Werksteinerhöhung an die Wölbenebene, womit eine innovative Lösung gefunden ist, da Verformungen der Wölbung direkt über den Werkstein verlaufen

Diese konstruktive Lösung des Rippenwerkes im Kapellenraum der Erasmuskapelle zeigt ganz offenkundig, dass man bereits zum Zeitpunkt der Werkplanung bzw. des Anreißens auf dem Reißboden die später darüber zuführende Mauerwerkswölbung beachtet hat. Auch in den Seitenkapellen in Brügge und in der Wiener Landhauskapelle sind die Rippenerrhöhungen im Werkstein in Ansätzen zu sehen.

Warum es in der Erasmuskapelle zu den starken, planmäßigen Höhenunterschieden im Rippenverlauf kam, ist auf Grundlage unserer Nachkonstruktion damit zu begründen, dass hier drei Kreisfiguren in Jochbreite (in Sichtrichtung längs des Kapellenraumes) angeordnet wurden, wo hingegen die anderen hier untersuchten Schlingrippengewölbe mit Figurationen aus gleichen Kreisen nur jeweils zwei Kreisfiguren in der Jochbreite aufweisen. Bei zwei Kreisfiguren ist der Grat des Joches in der Krümmung noch gleichmäßiger ausführbar als bei drei Kreisfiguren (vgl. auch Stadtkirche Schorndorf).

Dass mit der Anordnung von drei Kreisfiguren in Jochbreite nicht nur konstruktiv eine anspruchsvollere Aufgabe bewältigt wurde sondern auch in den Proportionen **der Perspektive** dieser Figuration (*Verfahren nach Wolf U. Friedrich*, *Welt der Proportionen - Logik des Konstruktiven Sehens*, Ziff II unter „Die Proportion der optischen Perspektive“ Abb. 5), man sich hier noch umfassender dem Goldenen Schnitt als vollkommene Proportion **in der Perspektive** genähert hat, ist nachvollziehbar. Wir zu mindest sind davon über-



Bild 3.7.25 Brüx, Seitenschiff – Höhentoleranzausgleich Mittels oberer Rippenerhöhung im Stein



Bild 3.7.26 Wien, Landhauskapelle – oberseitige Rippen-erhöhung in auslaufender Rippe (Anfänger)

zeugt.

Die Figuration mit drei Kreisen in der Jochbreite ist in der Erasmuskapelle als relativ spätes Schlingrippengewölbe sicher Ergebnis einer ornamentalen und konstruktiven Entwicklung, auch wenn wir bereits in der Stadtkirche in Schorndorf mit seinem außergewöhnlichen Schlingrippengewölbe (Hans Koepf schreibt den Entwurf 1969 Anton Pilgram zu, unter Bezugnahme auf den Entwurfsplan aus dem Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste in Wien – Inventar Verzeichnis Nr. 16992r), welches im Jahr 1502 durch Jakob von Urach einschließlich der Wurzel Jesse (Stammbaum Christi, der herauswächst ausgehend von Jesse – dem Vater König Davids v. Israel – und endet über den Verzweigungen mit der krönenden Darstellung der Maria mit dem Kind) ausgeführt wurde.

Auf beiliegendem Werkmeisterriss aus dem Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste Wien ist die Figuration der Marienkapelle Schorndorf nachvollziehbar, wie bereits Hans Koepf 1969 feststellte. Im Entwurf sind noch keine Gedanken zur Teilung in formgebende Rippen und Luftrippen zu erken-

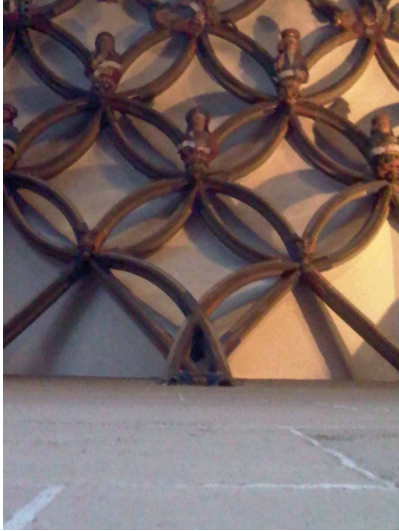


Bild 3.7.27 Stadtkirche Schorndorf
Marienkapelle – Detailansicht

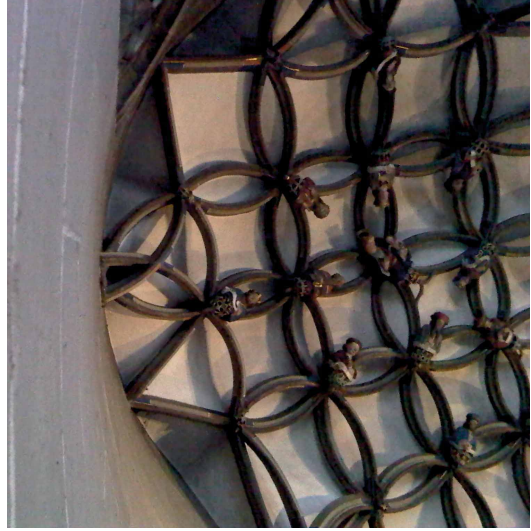


Bild 3.7.28 Marienkapelle – Wechselspiel der Blütenblattrippen mit jeweils formgebender Rippe (links) und Luftrippe (rechts)

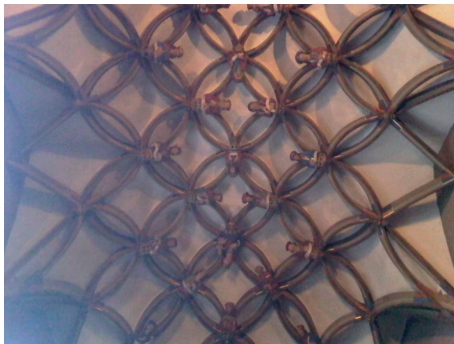


Bild 3.7.29 Marienkapelle Gesamtansicht
Figuration



Bild 3.7.30 Marienkapelle mit Jesse-
Rippenanschluss an Giebelwand

nen und die in dem Anton Pilgram um 1505 zugeschriebenen (Hans Koepf) Entwurfsplan des Rippenwerkes hier offenkundig auch noch keine Rolle spielten.

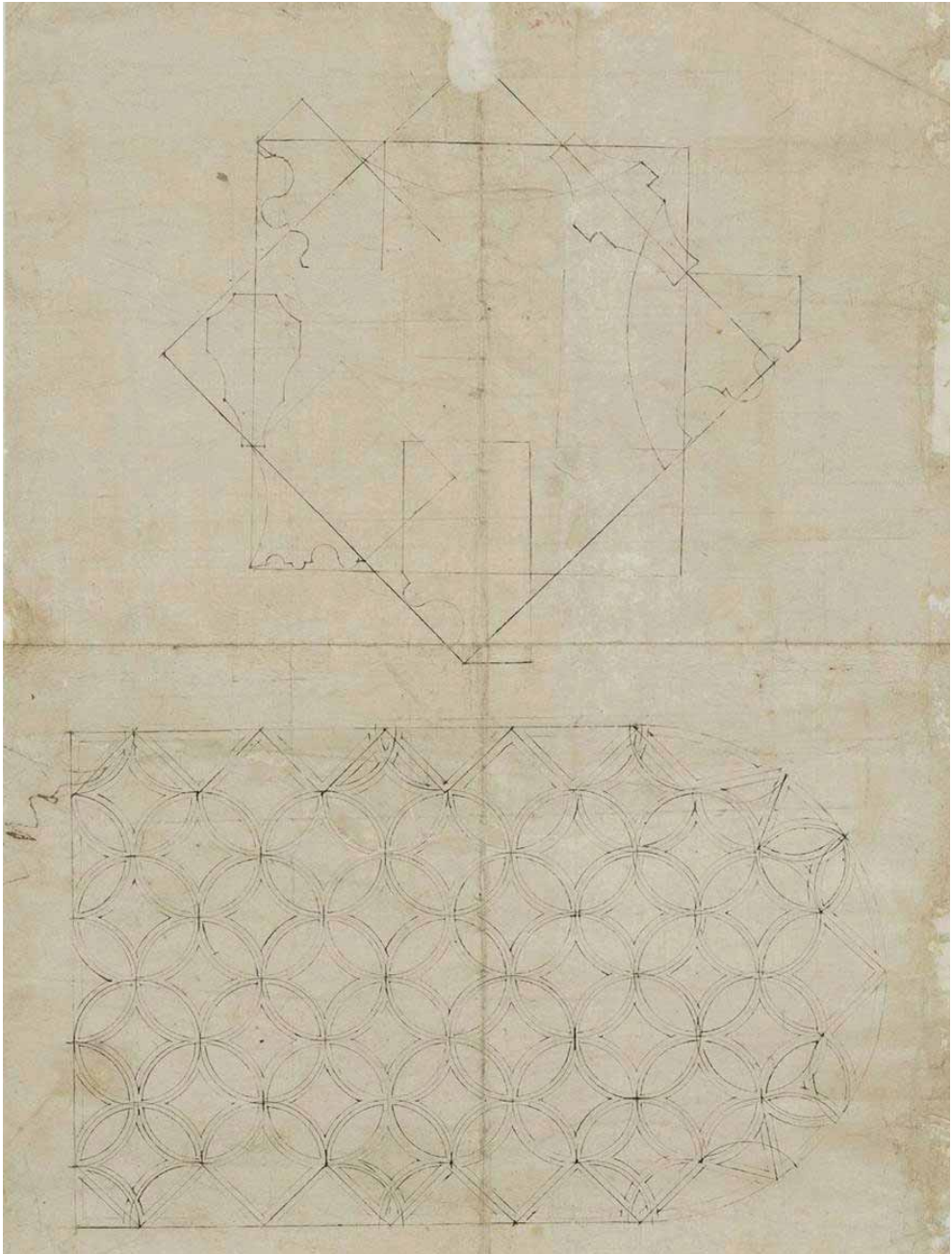


Bild 3.7.31 Kapellengewölbe mit Schlingrippen, Vierung mit Profilen - HZ 16992 / 1, verso
Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 422 * 312 mm (Bl)

4 Fertigung – Steinschnitt von Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin

4.1 Reißboden und Risslinien

Welchen Status planerischer Tätigkeit zeigen die überlieferten Werkmeisterbücher und Planrisse von spätgotischen Gewölbefiguren (Wiener Codex, Kölner Stadtarchiv, Codex Stadler, Frankfurter – Stromersches Werkmeisterbuch)?

Sind es Entwürfe, Skizzen, Muster oder gar Ausführungspläne?

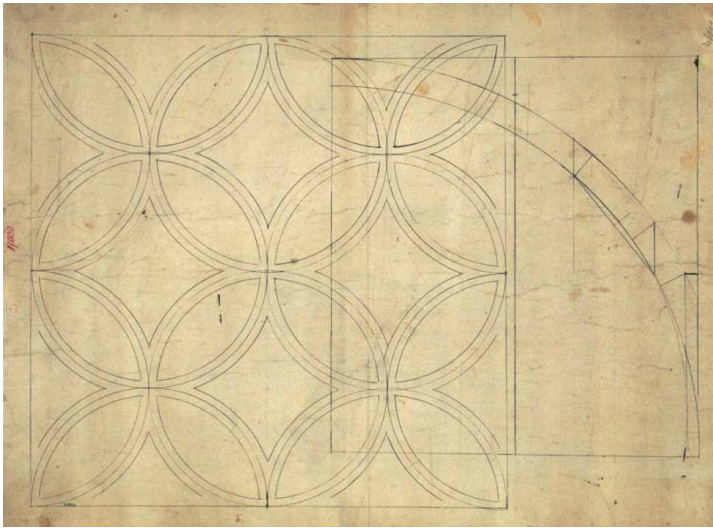


Bild 4.1.1 Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto
Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 576 * 424 mm (Bl)

Mit unserem heutigen Verständnis und den Anforderungen an neuzeitliche Planinhalte und die Art ihrer Darstellung im 21. Jahrhundert können wir die Werkrisse sicherlich nicht werkgerecht nachvollziehen.

Am Beispiel des hier gezeigten Gewölberisses eines Kreisbogengewölbes (Wien – Akademie der Künste – Kupferstichkabinett, HZ 17000) wollen wir uns inhaltlich dem Planstatus nähern, indem wir die dargestellten Details den Anforderungen an Vorgaben für die traditionelle Rippenfertigung mit dem Versetzen der Rippen in Beziehung stellen.

Für einen **Entwurf** sind unseres Erachtens in dem Riss alle erforderlichen Vorgaben zur Fertigung, wenn auch in einer verkleinerten Proportion, enthalten, insbesondere:

a) Im Grundriss

- die untere Rippenmittellinie
- der Innenradius des Rippenverlaufes
- der Außenradius des Rippenverlaufes
- die Figuration des Rippenwerkes in der Proportion (2 Kreise längs und 2 Kreise quer)
- bei einigen Werkrisen (wenn auch in dem hier gezeigten nicht vorhanden) der Fugenschnitt mit radialer Anordnung bezogen auf den Kreis­mittelpunkt

b) Im Aufriss

- untere Rippenmittellinie als Bogenausragung (Abwicklung / Orthogonalprojektion)
- obere Wangenlinie der Rippen als radiale Parallele zur Bogenausragung
- der Fugenschnitt mit radialer Anordnung bezogen auf den Mittelpunkt der Bogenausragung
- der Verlauf der Bogenausragung bezüglich der Festlegung zu durchlaufender Knotenmittelpunkte

Für eine **Ausführungsplanung** ist aber selbst für die traditionelle Rippenfertigung und dem Rippenversatz ein erhebliches Defizit dahingehend vorhanden, dass die zeichnerische Genauigkeit in der verkleinerten Proportion viel zu ungenau für ein exaktes Reißen des Werksteines oder dem Einrichten des Lehrgerüsts zum Rippenversatz wäre.

Dass beim Reißen eines Werksteines in der Gotik und Spätgotik keine vermaßten Pläne zu Grunde lagen, sondern aus geometrischen Vorlagen (Rissen)

Figuren abgegriffen und mittels Riss auf den Stein übertragen wurden, ist bekannt. Theoretisch ist es sicher auch denkbar, dass aus einem in der Proportion verkleinerten Riss Figuren mittels Reduktions- oder Proportionalzirkel abgegriffen und dieselben in der Proportion vergrößert auf den Stein übertragen werden könnten. Aber für die geometrisch anspruchsvollsten Körper der Schlingrippen ist dies schon deshalb ausgeschlossen, da die Werkrisse dann bereits die Toleranzen aus dem Bauwerk beinhalten müssten, um die – siehe Kapitel 3.6 – im Detail meisterhaft ausgearbeiteten Toleranzaustragungen, gerade an Knoten und Rippenanfängern, im Werkstein antragen zu können. Diese dafür erforderlichen Toleranzangaben sind in den hier gezeigten Werkrisen nicht ablesbar und nicht abgreifbar.

Am Beispiel der Landhauskapelle Wien verweisen wir auf die Rippenanfänger, wo sich die Toleranzen resultierend aus den different stehenden Umfassungswänden in Form von 4 – 6 cm abweichenden Kurvenlängen der Rippen – verbunden mit nicht fluchtgerechtem Ineinanderlaufen der Rippen an Kreuzungen – am Anfänger nachweisbar zeigen. Um diese Rippen mit allen Geometrieanpassungen reißen und fertigen zu können, benötigt man daher einen Werkriß mit einer solchen Genauigkeit, der diese Toleranzaustragungen beim Übertragen der Geometrievorgaben auch ermöglicht. Und dies ist, wie gesagt, in den vorliegenden Werkrisen erkennbar nicht der Fall. Ein Ausarbeiten von Toleranzen auf dem Riss halten wir handwerklich für abwegig.

Ein mehrfach durchgeführter Versuch, den Gewölberiß des Kapellengewölbes Schorndorf (HZ 16992 – Bild 3.7.31 im Kapitel 3.6) mit seiner Originalgröße von 42,2cm /31,2 cm und einer Figuration aus sechs Kreisen längs und drei Kreisen quer (Anfänger weggelassen) mit einem heutigen Zirkel (Bleistiftmine) händisch nachzuzeichnen, hat ergeben, dass es kaum gelingt die Einzelkreisfiguren mit Mittellinie, Innen- und Außenradius so exakt zu konstruieren, dass an Kreuzungspunkten eine wesentlich bessere Genauigkeit als im historischen Riss erreicht wird. Vorallem die Parallelität zwischen Innen-, Mittel- und Außenkreis einer einzelnen Kreisfigur gelang uns nicht besser als mit den im historischen Riss schon sichtbaren „Defiziten“.

Es ist unseres Erachtens daher ausgeschlossen, dass die Werkmeisterbücher und überlieferten Risse einen Status der Ausführungsplanung haben. Hingegen als Entwurfsplan können sie durchaus eingeordnet werden, da weitgehend alle Angaben für die Rippenfertigung und den Rippenversatz, wenn auch noch in verkleinerter Proportion und mit Ungenauigkeiten, enthalten sind. Genauer gesagt, mehr Angaben, als in den Werkmeisterrissen enthalten sind, braucht man unserer Meinung nach nicht für die Fertigung. Lediglich genauer müssen

die Risse dann im Status der Ausführung sein um Toleranzaustragungen, die an allen Schlingrippengewölben sichtbar sind, vollziehen zu können.

Dass die Werkmeisterbücher auch den Status eines Musterbuches haben (wie bei Hans Koepf „Die Gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen“ und Prof. Adolf Reinle „Italienische und deutsche Architekturzeichnungen im 16. und 17. Jahrhundert“ sinngemäß zu lesen) ist nachvollziehbar, wobei auch vor allem die Untersichten von Baldachinen, Erkern, Emporen aber auch Brüstungen an Bauwerken der Spätgotik für die Veranschaulichung von Figurationsentwürfen von den Werkmeistern genutzt wurden. Stellvertretend für die vielen diesbezüglichen Beispiele möchten wir auf das Rathaus Breslau / Wroclaw mit seinen Erkern, die Brüstungen der Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt in Brüx / Most und

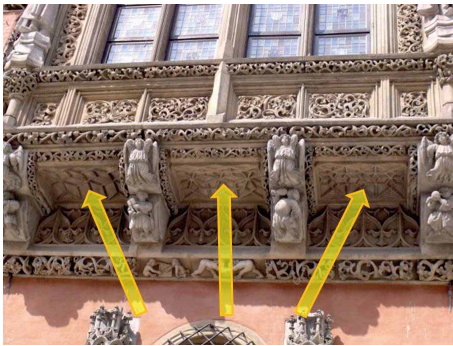


Bild 4.1.2 Rathaus Breslau / Wroclaw drei Muster – Gewölbeentwürfe in Erkeruntersicht

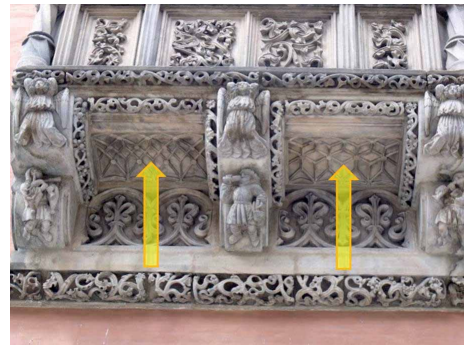


Bild 4.1.3 Rathaus Breslau / Wroclaw zwei Muster – Gewölbeentwürfe in Erkeruntersicht

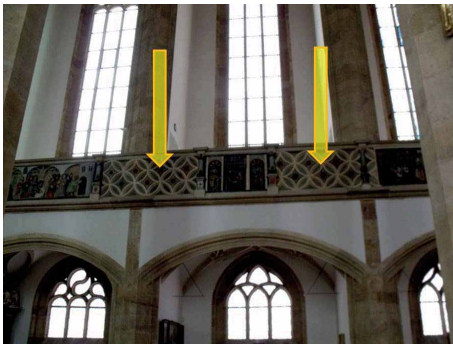


Bild 4.1.4 Pfarrkirche Mariä Himmelfahrt Brüx / Most Figurationsentwurf in Brüstung



Bild 4.1.5 Schwibbogen Domkapitel Regensburg (1506) Gewölbefigurationsentwurf in Werkstein (Platten)

Schwibbogen des Domkapitells Regensburg verweisen.

Unter Musterbüchern kann auch zu verstehen sein, dass es sich dabei um Abzeichnungen von vorhandenen Gewölben oder Figurationen handelt, mit denen die Werkmeister ihre eigenen Studien an den Werken anderer Meister für sich selbst dokumentiert haben (s. u.a. Hans Koepf „Die gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen“) ist auch plausibel, wenn es auch dem Charakter eines Entwurfsplanes, wie oben ausgeführt, in keiner Weise entgegensteht.

Wo und wie wurden denn die Entwurfsrisse in einem Ausführungsplan für die Fertigung weitergeführt bzw. wo und wie wurden die aufzunehmenden Toleranzen aus dem Bauwerk so exakt ausgetragen, dass ein Abgreifen für die Werksteinfertigung möglich war?

Dazu ist unseres Erachtens der Reiß- oder Schnürboden sozusagen als Werkplan der Spätgotik angelegt wurden und demfolgend gibt es auch keine Überlieferungen von „Ausführungsplänen“, da die Reißböden wohl regelmäßig nach Fertigstellung der Wölbung bzw. der Bauhütte entsorgt wurden. Uns ist während der über zweijährigen Studie und dem Besuch von über 25 Schlingrippengewölben einzig am Strasburger Münster (in welchem wir die Schlingrippenwölbung der Katharienkappelle studiert haben) eine diesbezügliche Information begegnet, wo ein Reißboden für das Münster auf einer Ebene des Dachstuhles für 1409 belegt sein soll, der dann aber 1785 durch Brand vernichtet wurde.

Als Hinweis für das Reißen auf dem Boden ist wohl auch Albrecht Dürer in seiner „Unterweyßung der Messung“ im Dritten Büchlein von den körperlichen Dingen zur Frage der Gewölbepfeiler zu verstehen, wenn er ausführt „... *Aber bisweilen macht man nur Pfeiler, die auf dem Grund stehen und in der Höhe teilt man ihre Teile aus zu den Bögen der Gewölbe, oder man lässt den Pfeiler vorstreichen und ohne Zierrat die Bögen darein laufen... aber diese Dinge müssen im Grunde **ordentlich aufgerissen und danach aufgezogen** werden...“.* Dass sich Albrecht Dürer in diesem Buch auch sehr spezifisch mit der Arbeit der Steinmetzen auseinandersetzt, zeigt letztendlich auch seine weitere Ausführung „... *So die aufgezogen und aus der Pfeiler Teile ein Gewölbe geschlossen wird, so sieht das gar wunderlich aus. Wer aber mehr Liebe zu gleichen Dingen hat, der gebrauchte deren nach seinem Gefallen. Nachdem aber viele sind, die große Liebe haben zu seltsamen Reihungen bei dem Schließen der Gewölbe, von Wohlstands wegen, so will ich unten eine aufreißen. Ob die jemand gefällt, so mag er Sie gebrauchten ...“* (bearbeiteter Text von Alfred Pelzer, 1908 in der im neueren Sprachgebrauch angepassten Ausgabe – zum besseren Verständnis; inhaltliche Prüfung mit Originalausgabe von 1538 ergab

inhaltlich vollständige Übereinstimmung). Und dass sein Entwurf eines Kastenkapitells am Gewölbeansatz nicht so illusionistisch war, zeigt interessanterweise ein ähnliches Kastenkapitell in der Stadtpfarrkirche St. Valentin / Niederösterreich (Errichtung Langhaus 1515 – 1522), wo die auslaufenden Rippenzüge ebenfalls nicht in Säulenmitte sondern am Rand der eckigen Abakusplatte beginnen.

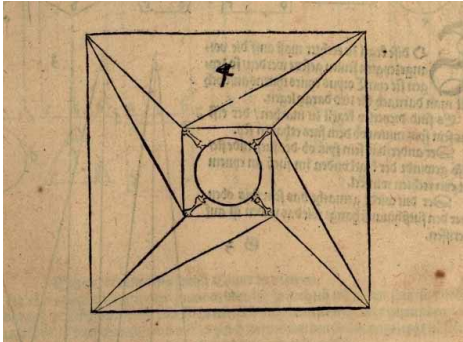


Bild 4.1.6 Albrecht Dürer, Unterweyssung der Messung, 1538, Drittes Büchlein von den körperlichen Dingen, Bild 4, Entwurf eines Kapitells für Gewölbeansatz am Pfeiler



Bild 4.1.7 Stadtpfarrkirche St. Valentin / Niederösterreich, Langhaus begonnen 1515 – fertig 1522 (Jahreszahl Pfeiler) Steyrer Bauhütte

Wir sehen die Ausführungen A. Dürers („... *ordentlich aufgerissen und danach aufgezo-gen*...“) zumindest als Indiz für ein Arbeiten auf dem Reißboden an.

Reißböden konnten sicher auch in Dachstühlen angelegt werden, soweit sich oberhalb der Wölbebenen noch Holzplankenlagen befanden, welche zum Zeitpunkt der Einwölbung schon vorhanden waren und da sicher einen relativ ungestörten Platz zum Reißen boten. Dies dürfte aber nicht die Regel gewesen sein, da die meisten – unsererseits studierten – Wölbungen im Dachstuhl keine Holzplankenlagen aufwiesen. Beispielgebend sei hier auf St. Barbara in Kuttenberg / Kutna Hora, Mariä Himmelfahrt in Brüx / Most oder St. Annen in Annaberg verwiesen, wo wir die Wölbungen vor Ort auch „von oben“ studiert haben und es im Dachstuhl weder Holzplankenlagen gibt, noch historische Hinweise auf diese.

Es ist daher eher anzunehmen, dass sich Reißböden auf dem Gelände der Bauhütte bzw. dem Platz der Werkleute befunden haben, d.h. dort angelegt wurden. Inwiefern Reißböden – die ein Reißen und Abgreifen in der Originalproportion des einzubauenden Rippenwerkes (heutzutage würden wir sagen im Maßstab 1:1) ermöglichen mussten – in Größe aller Gewölbejoche oder nur in

Größe eines Joches angelegt wurden, kann man nicht in genereller Weise beantworten, da es weder belegt ist und es sicher auch Unterschiede zwischen Reißböden für kleinere und größere Wölbungen gegeben hat. Aber allein der Gedanke, dass es in der Spätgotik auch ein Motiv war, die historische Technologie der Vereinfachung der Fertigung anzunähern, gibt Raum für den Schluss, dass es Ziel war, den Reißboden für nur ein Joch anzulegen, und die vom Bauwerk abgegriffenen Toleranzen aus jochabweichenden Wand- und Pfeilerstellungen durch Mehrfachüberzeichnungen jochbezogen auszutragen. Grund für diese Annahme sind neben der Vereinfachung vor allem die bekannten Mehrfachüberzeichnungen mehrerer Ebenen aus gotischen Planrissen, die Otto Kletzl 1939 in seiner Publikation zu den Planrissen der Prager Bauhütte eindrucksvoll herausgearbeitet und dargelegt hat.

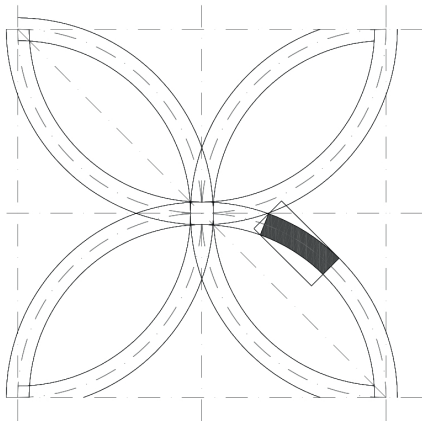


Bild 4.1.8 Figuration 1 Joch Bild

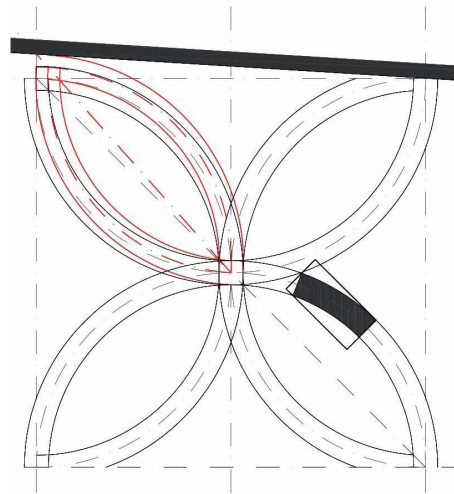


Bild 4.1.9 Figurationen mehrerer Joch-Überzeichnungen

Wie wurden die „Ist-Maße“ (Proportionen in Originalgröße) aus dem Bauwerk für den Reißboden abgegriffen und übertragen?

Aus vielen Beschreibungen und historischen Überlieferungen von Bauabläufen spätgotischer Bauwerke – hier insbesondere sakraler Bauwerke – ist bekannt, dass zunächst die Umfassungsmauern und Pfeiler gebaut wurden, dann wurde das Dach gedeckt, um erst danach mit den Einwölbungen zu beginnen. D.h. für die Fertigung des Rippenwerkes war zum Beginn der lastabtragende „Bestand“ an Wänden und Pfeilern bereits vorhanden. Dieser konnte nun mittels

Schnüren in Originalgröße und Proportion abgefasst und auf den Reißboden übertragen werden.

Inwieweit dabei jeweils in wirklicher Einbauhöhe der Wölbung – hier ist die Höhenlage der Gewölbeanfänger gemeint – Maß genommen wurde oder Toleranzen aus Lotabweichungen der Wände und Pfeiler noch als Abweichung standen, ist nicht bekannt.

Wichtig war aber zunächst die Raumproportion – insgesamt bzw. je Joch – von Breiten- zu Tiefenlänge abzugreifen und als sozusagen Ausgangsrahmen auf den Reißboden zu übertragen, dies hinsichtlich der Toleranzen des Bauwerkes und sicher auch hinsichtlich der Raumdiagonalen.

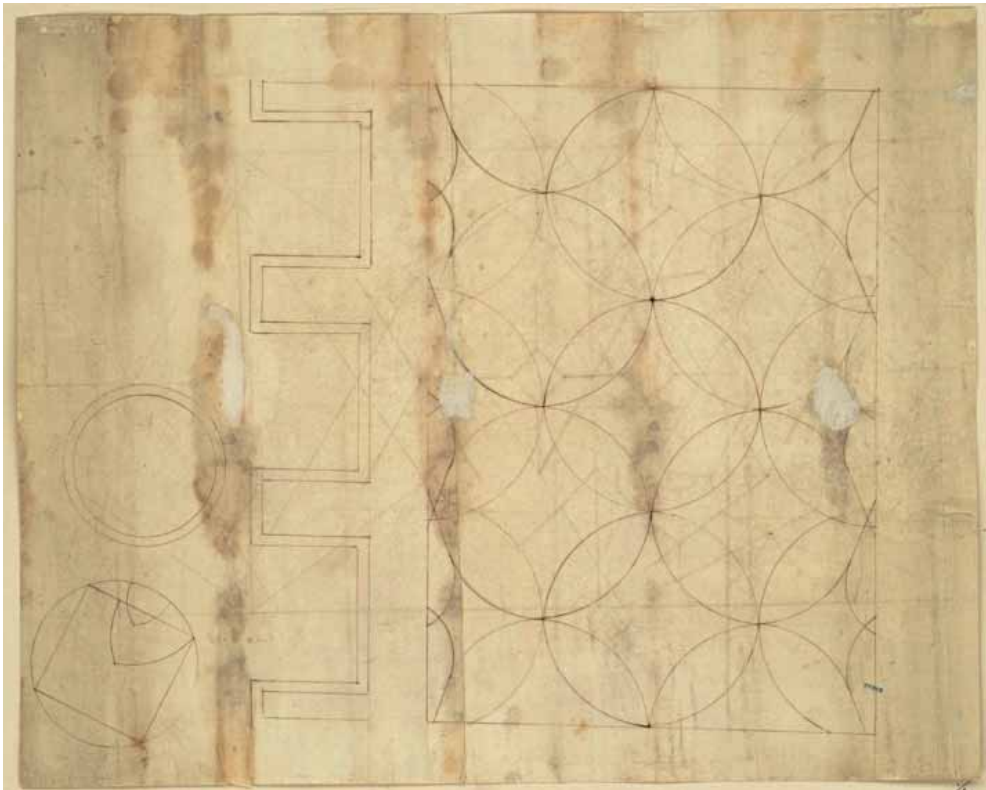


Bild 4.1.10 Bogenrippengewölbe und Fünfeckkonstruktion , HZ 16935 / 1, verso Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen, 413 * 514 mm (Bl)

Auf diesen angetragenen Raumproportionen wurde danach die geometrische Teilung zu der Figuration angerissen, d.h. z.B. sechs Kreise längs und zwei Kreise quer bedeutete, dass die Längenabtragung des Raumes in sechs gleiche Teile gerissen wurde und die Breitenabtragung in zwei gleiche Teile. Mit heutigem Verständnis würden wir sagen, dass der Entwurf auf die Originalgröße des Raumes hoch gezoomt wurde.

Zeigte die Raumproportion, dass aus Toleranzen des Bauwerkes z.B. Abweichungen im Grundriss mit einem Trapez statt Rechteck vorhanden war, so konnte man mittels theoretischer Hilfslinien über Lotstellung jeweils ein theoretisches Rechteck in das Trapez reißen, um dann beim späteren Abgreifen für den Steinschnitt die Toleranzen zwischen Rechteck und Trapez mittels Toleranzaustragung über differente Kurvenlängen in das Rippenwerk einzupflegen.

Wenn man z.B. im Wiener Riss HZ 16935, welcher in einem trapezförmigen Raum gerissen wurde, die Kreisfiguren in der Mittelfiguration nachmisst, so sind diese rechtwinklig zueinander angeordnet. Folgt man aber den Anfängern in den Raumecken, so sind abweichende Kurvenlängen – verbunden mit dem Übergang der Kreisfiguren über Ovale bis zu Geraden (obere Ecken) als Toleranzaustragung an den unterschiedlichen Raumproportionen nachvollziehbar. Und so wie es in dem Entwurfsriss als Prinzip dargestellt ist, kann man die Kurvenaustragung auch auf dem Reißboden dann exakt in Originalgröße den Raumtoleranzen entsprechend reißen.

Erforderlich für den Übertrag des Entwurfes auf den Reißboden war daher, wenn man die Toleranzaustragung zunächst mal außer Acht lässt, einzig die Anzahl der Teilungen der Längsseite und der Querseite des Raumes, insofern die Proportion von Längs- zu Querseite aus dem Entwurf zu denen des zu überwölbenden Raumes im Bauwerk übereinstimmten. Diese Teilungen wurden nach einfachen geometrischen Grundsätzen in zeichnerisch konstruktiver Weise vorgenommen wie dies bei Albrecht Dürers „Das Ander büchlein von den ebenen Felder“ sehr anschaulich in mehreren Verfahren dargelegt ist.

Von den zwei vorgestellten Verfahren im Bild 4 (Buch von den ebenen Feldern) ist sicher das rechte, das für die Teilung einer Strecke praktikablere, da es auch für jede beliebige Anzahl von Teilungen (in 5, 6, 7 u.s.w. Teile) möglich ist, das Prinzip relativ einfach und genau anzuwenden.

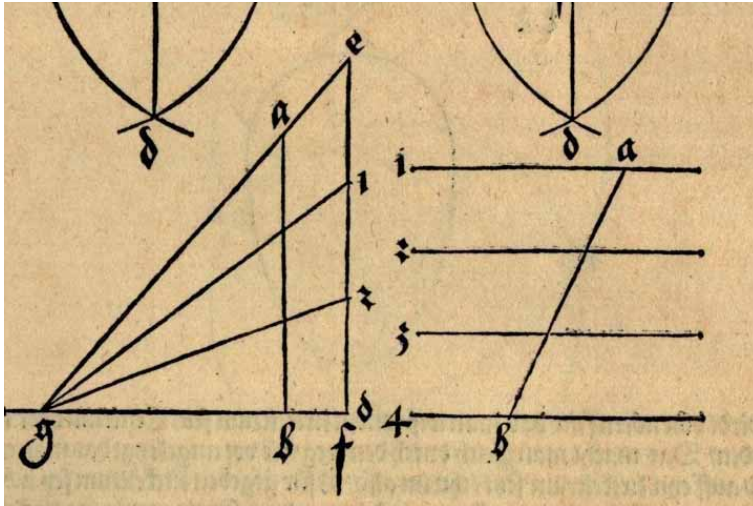


Bild 4.1.11 Albrecht Dürer „Das Andere büchlein von den ebenen Felder“ aus „Unterweyssung der Messung“, Ausgabe 1538, Seite 4

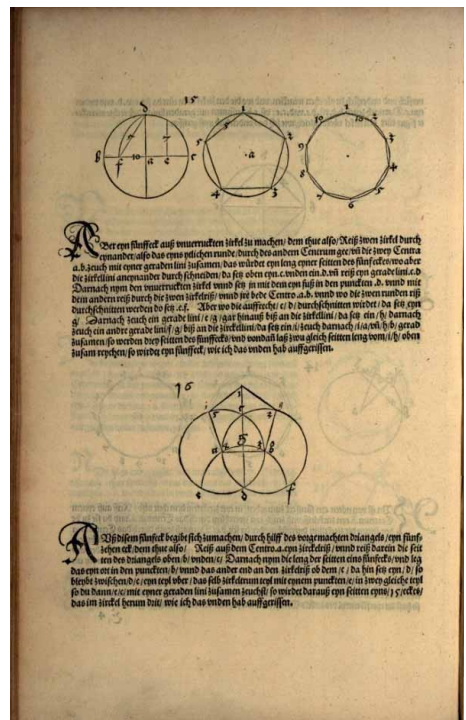
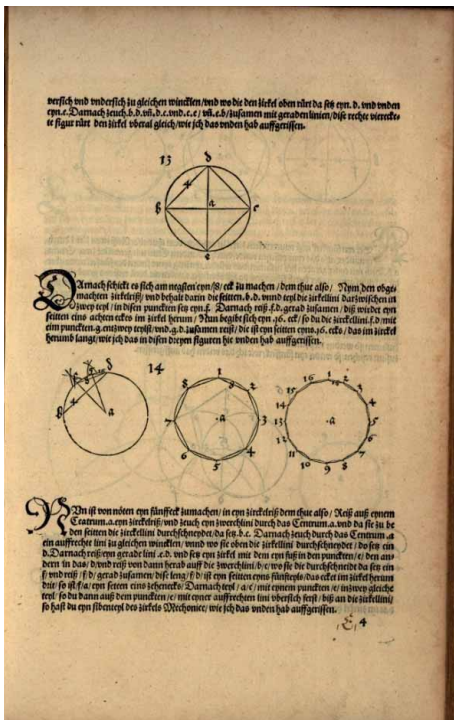


Bild 4.1.12 Albrecht Dürer „Das Andere büchlein von den ebenen Felder“ aus „Unterweyssung der Messung“, Ausg.1538, Seite 4+5

Aber auch eine Teilung über den Kreis und dem nachfolgenden Abgreifen und proportionalen Vergrößern / Verkleinern (Verfahren ebenfalls bei A. Dürer dargestellt) ist möglich.

Für das Gewölbes des Kapellenraumes der Erasmuskapelle Berlin, wo die Figuration im Entwurf drei Kreise quer und fünf Kreise längs zeigt, würde man in den nachfolgenden Schritten die Figuration auf dem Reißboden auftragen.

- Abgreifen der Länge des Kapellenraumes und Übertragen auf den Reißboden
- Teilen der Längelinie auf dem Reißboden in fünf gleiche Teile (da fünf Kreisfiguren längs), z.B. über die Streckenteilung nach dem Verfahren gemäß Bild 4 aus dem Buch der ebenen Felder (Bild 4.1.11 im Aufsatz) oder über die Entwicklung eines Fünfecks im Kreis (Bild 4.1.13 dieses Aufsatzes, s.o.) und mittels Proportionalverfahren (mit Proportionalzirkel und Stechzirkel als Bodenzirkel) fünf gleiche Einzelstrecken auf der Längelinie des Kapellenraumes antragen
- Abgreifen von drei Einzelstrecken der soeben gerissenen Längsteilung zum Übertragen auf die Querlinie des Raumes auf dem Reißboden; da man hier aber feststellen wird, dass die tatsächliche Querlinie des Raumes (aus den mittels Schnüren tatsächlich abgegriffenen Raummaßes) etwas breiter ist als die Summe der drei Einzelstrecken, werden die drei Einzelstrecken nach der Mittelachse des Raumes mittig ausgerichtet, sodass an den Rändern zwei kleine Einzelstrecken zum Toleranzausgleich freibleiben
- Die am Rand befindlichen Einzelfiguren werden zum Zweck der Toleranzaustragung nunmehr angepasst. Am Beispiel des Kapellenraumes der Erasmuskapelle dahingehend, dass die äußeren Blütenblätter soweit axial gedreht wurden (und damit die Einzelkurven verlängert wurden), bis diese die Raumbreite vollständig ausfüllen und die raumbegrenzenden Längelinien schneiden.
- proportionale Ergänzung der Figuration bezüglich Innen- und Außenradien des Rippenwerkes mittels Bodenzirkel sowie sonstiger Toleranzaustragungen oder figuraler / ornamentaler Ergänzungen

Nachdem die Grundrissfiguration mit allen erforderlichen Angaben gerissen ist, wird die Bogenaustragung – die im Höhenverlauf der unteren Rippenmittellinie entspricht – ausgehend von der im Raum mittels Schnüren abgegriffenen Gewölbehöhe gerissen.

Die Bogenaustragung wird – wie im Entwurf in der Grundrisslage festgelegt

– durch die für den Verlauf des Prinzipalbogens definierten Knotenpunkte des Rippenwerkes geführt (siehe Kapitel 3.1) und auf dem (gleichen) Reißboden gerissen.

Parallel zu der Bogenaustragung, die im Höhenverlauf dem Verlauf der unteren Rippenmittellinie entspricht, wird danach die obere Wangenlinie (Untere Rippenlinie + Profilhöhe Rippe) ergänzt. Dies ist erforderlich, um die Rohblockgröße bestimmen zu können, genau wie auch im Grundriss der Innen- und Außenradius in der Figuration. Aber vor allem ist die obere Wangenlinie auch notwendig, um die genaue – radiale – Ausrichtung der Rippenfuge reißen zu können.

Diese Problematik, die Rippenfugen in Ihrer Ausrichtung radial im Grundriss und radial im Aufriss reißen zu können, überraschte uns in ihrer enormen Bedeutung bei der Fertigung der Modellrippen für die Erasmuskapelle, die wir gemäß Aufgabenstellung traditionell nur nach den Radienangaben der Grundfiguration und der Bogenaustragung vorgenommen haben (siehe Kapitel 4.2). Erwartet hatten wir Schwierigkeiten bei der Genauigkeit der radialen Ausrichtung der Kurven, die zwar anspruchsvoll aber sich als relativ genau ausführbar erwiesen. Jedoch die enorme Bedeutung der Genauigkeit beim Reißen der Fugenflächen und ihrer Priorität für die Passung des Rippenwerkes hat für uns bei der traditionellen Fertigung der Modellrippen für die Erasmuskapelle diese Anforderung in ein neues Licht gestellt.

Nach anfänglichen Versuchen die Fugenflächen in ihrer exakten radialen Ausrichtung noch anpassen zu können, kam zunehmend die Erkenntnis, dass die bisher als „nebensächlich“ zu lesenden Hilfslinien in einigen Entwurfsrissen doch eine größere Bedeutung haben.

Wie beispielsweise im Riss 17000 der Wiener Plansammlungen ersichtlich, ist an der Bogenaustragung eine mutmaßliche „**Schablone (grüne Pfeile) mit Schablonenmittellinie (rote Pfeile)**“ bezogen auf ein definiertes Rippenwerkstück gezeichnet. Die bisherigen Annahmen, diese Art von Schablonen diene zur Antragung einer immer gleichen Krümmung auf jeden Stein (Rohblock), erwiesen sich nicht als der Hauptgrund dieser Art des konstruktiven Details. Einerseits wäre eine solche Schablone bei der Bogenaustragung – d.h. im Aufriss – dahingehend ungeeignet, da man auf dem Steinrohblock dann zusätzlich anreißen müsste, an welchem Punkt der zu reißenen Rippen der aufsteigende Bogen beginnt und wo er endet. Einfach die Schablone auf den Steinrohblock auflegen scheidet daran, dass man für das Reißen am Stein damit noch nicht weiß, in welcher exakten Neigung die Schablone ausgerichtet werden müsste.

Andererseits bringt die u. a. im Riss 17000 der Wiener Plansammlungen dargestellte Mittelachse der Bogenschablone (rote Pfeile) keine wirklich notwendige Aussage für die Krümmung der Rippe im Aufriss. Wozu sollte man die Angabe benötigen, wo die theoretische Mitte der Bogenkrümmung in Längsausrichtung eines jeweiligen Rippenwerkstückes liegt? Diese Hilfslinie als notwendige Achsangabe anzusehen ergibt keinen Sinn. Vielmehr ergab sich beim Fertigen der zwei Modelrippen für die Erasmuskapelle (siehe Kapitel 4.2) die schon erwähnte Problematik der exakten Ausrichtung der Fugenflächen beim Reißen. Da ist eine solche Bogenschablone, egal wie lang diese ist, mit einer gerissenen Mittelachse dahingehend von größter Bedeutung, da diese Mittelachse immer die radiale Ausrichtung der Rippenfuge im Aufriss vorgibt, und dies, ohne die teilweise sehr großen Radien im Aufriss für jede Rippenfuge neu abgreifen zu müssen. Für das Reißen der Fugen im Aufriss wäre eine solche Bogenschablone mit radial ausgerichteter Fugenachse eine enorme Erleichterung.

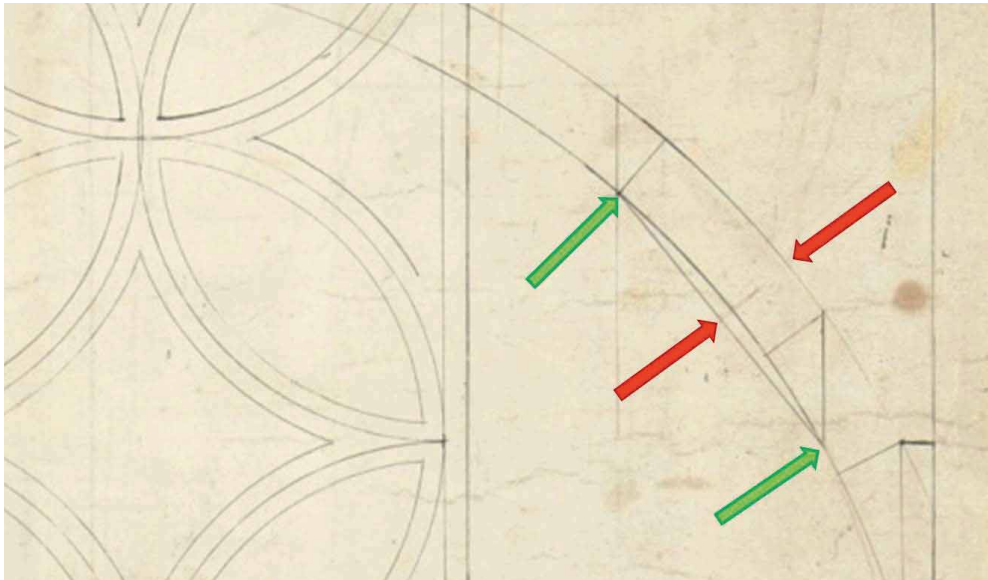


Bild 4.1.13 Ausschnitt aus Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 576 * 424 mm (Bl)

Warum ist die radial ausgerichtete Achse auf der Bogenschablone als Mittelachse ausgeführt? Da sie so am einfachsten zu reißen ist. Wie bei Dürer in seiner „Unterweyssung der Messung“ nachvollziehbar, bestand das Herleiten von geometrischen Proportionen im wesentlichen aus dem Teilen von Strecken,

Flächen und Körpern. So ist am einfachsten die Sehne der Bogenschablone und das Bogenmaß der Schablone in zwei Hälften geteilt. Die dabei jeweils entstehenden Mittelpunkte (auf Sehne und Bogenmaß) werden miteinander verbunden und diese Verbindungslinie nach oben in den Rippenkörper der Bogenaustragung hinein verlängert. Mit dieser verlängerten Verbindungslinie zwischen Sehnen- und Bogenmaßmittelpunkt der Schablone erhält man die radiale Ausrichtung der Rippenfugenlage im Aufriss. Eine einmal gerissene Schablone mit dieser Verbindungslinie ist ausreichend, um an jeder beliebigen Stelle der Bogenaustragung die radiale Ausrichtung der Rippenfugen anzutragen. Wie lang die Schablone ist, spielt für die Ausrichtung der Fugenlinie dabei keine Rolle, da die senkrechte Mittellinie über Bogenmaß und Sehne immer radial ausgerichtet ist. Für die Fertigung der Modellrippen der Erasmuskapelle (Kap. 4.2) haben wir einen Auszug der Grundrissfiguration, bestehend aus vier zusammenhängenden Blütenblättern (siehe Planschema Bild 4.1.14 – links), auf dem Computer gerissen und ein definiertes Rippenwerkstück (dunkel markiert) festgelegt. Bezogen auf diese Grundrissfigur haben wir die Bogenaustragung in zwei Varianten konstruiert, als Abwicklung des Prinzipalbogens (Bild 4.1.14 – rechts oben) und als Orthogonalprojektion (Bild 4.1.14 – rechts unten). Dass wir das Reißen dieser Figuren und der Bogenaustragungen auf dem Computer, und nicht traditionell auf dem Reißboden vorgenommen haben, hat schlicht und einfach etwas mit den Kosten dieses Experimentes zu tun, da wir bereits mit dem Kauf der Sandsteinrohblöcke, der Fertigung der Musterrrippen, aber vor allem mit den seit zwei Jahren enorm angehäuften Kosten unserer Studien an unsere privat wirtschaftlichen Grenzen gestoßen waren.

Das Ergebnis des Risses ist das Gleiche, als hätten wir es auf dem Schnürboden gerissen, was wir nach vorgenannten Prinzipien genauso hätten vornehmen können. Wir versichern es auch so zu beherrschen. Bevor wir jedoch in Nöte geraten wären, das Experiment aus wirtschaftlichen Gründen nicht weiterführen zu können, hatten wir uns entschlossen diesen Weg zu wählen und die am Computer konstruierten Figuren und Bogenaustragungen im Maßstab 1 : 1 auf Papier als Vorlage für die Rippenfertigung auszudrucken. Die im Kapitel 4.2 dokumentierte Fertigung der Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin hat ebenfalls aus wirtschaftlichen Gründen zur Folge, dass wir die Steinbearbeitung mit heutiger Steinmetztechnik, d.h. teilweise hydraulisch unterstützten Meiselwerkzeugen und maschinellen Schleifgeräten, vorgenommen haben, um eine noch bezahlbare Steinmetzfertigung ausführen zu können. Aber auch hier sind, außer der Erkenntnis über mutmaßlich früher notwendige Zeiten zur Rippenfertigung, keine Abweichungen im Ergebnis der Steinschnitt- und Steinbe-

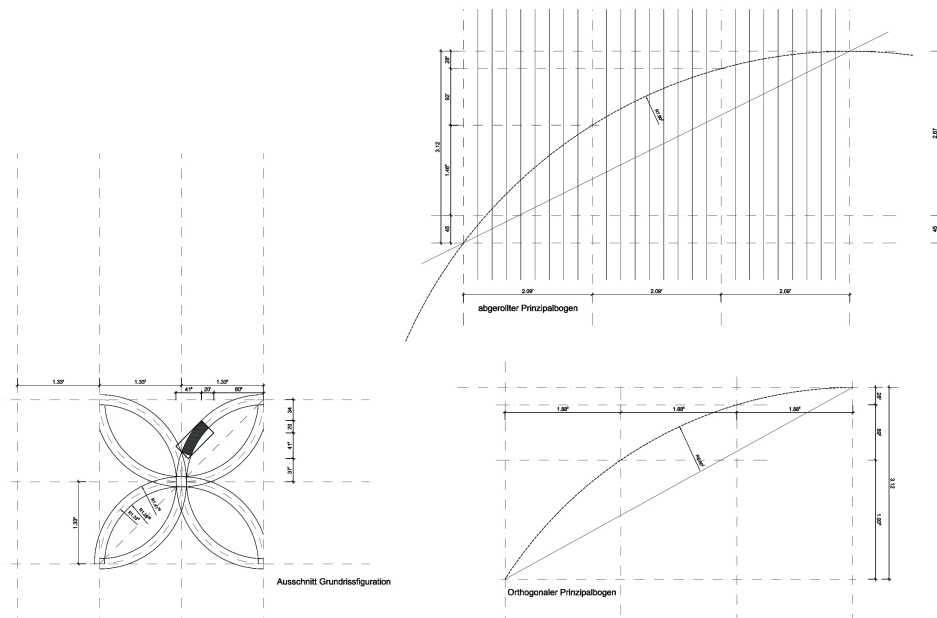


Bild 4.1.14 Rissentwurf für die Fertigung der Modellrippen der Erasmuskapelle Berlin

arbeitsfolge erkennbar. Hingegen hat das Anreißen mit Bleistift statt Reißwerkzeugen auf dem Werkstein den Hintergrund der besseren Sichtbarmachung für die Fotodokumentation der Modellrippenfertigung. Für die Fertigung von zwei Modellrippen der Erasmuskapelle haben wir uns die Aufgabe gestellt, eine Rippe nach der Herleitung der unteren Rippenmittellinie über Abwicklung des Prinzipalbogens vorzunehmen und eine Rippe nach der Herleitung der unteren Rippenmittellinie über die Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens. Im Ergebnis ist zunächst festzustellen, dass die Rippen nach beiden Varianten, mit nur der Vorgabe des Grundrissradius und der Bogenausragung, ohne weitere Hilfsmittel herstellbar sind. Unsere Erkenntnis dieses Experimentes ist allerdings eindeutig: Die Rippenfertigung über die Herleitung der unteren Rippenmittellinie durch die Orthogonalprojektion des Prinzipalbogens ist die einfachere, exaktere und insbesondere schnellere Methode.

4.2 Steinschnitt und Fertigungsfolge - Bildteil

Fertigung der Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin



Bild 01 Schablone Grundrissfigur der Rippe



Bild 02 Reißen der Grundrissfigur auf dem planebenen Rohblock



Bild 03 Reißen Grundrissfigur – Innenradius



Bild 04 Reißen Grundrissfigur – Rippenmittellinie (mit Reißnadel)



Bild 05 Reißen Rippenmittellinie mit Reißnadel



Bild 06 Nachzeichnen Rippenmittellinie über gestochene Punkte

4.2.1 Fertigungsfolge Rippe bei Anreißen / Herleiten Werkstück 1 über Orthogonalprojektion



Bild 11 Abarbeiten erste Krümmung (hier prüfen Ebenheit)



Bild 12 Abarbeiten erste Fugenfläche



Bild 13 Abarbeiten erste Fugenfläche



Bild 14 Abarbeiten erste Fugenfläche



Bild 15 Werkstein drehen fürs Reißen der Bogenaustragung

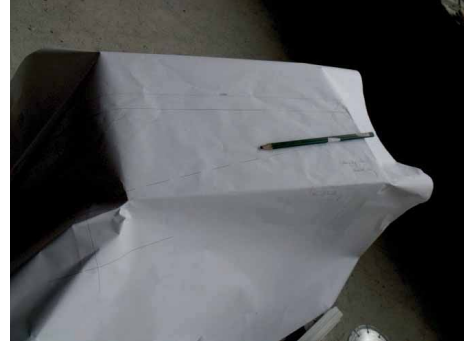


Bild 16 Schablone (hier perforierter Plan 1:1) auf Werkstein



Bild 17 Reißen / Durchstechen Bogenaustragung mit Reißnadel



Bild 18 Reißen / Durchstechen Bogenaustragung mit Reißnadel



Bild 19 gekrümmte Lehre über gestochene Punkte ausrichten



Bild 20 Nachzeichnen Bogenaustragung über gestochene Punkte



Bild 21 Reißen der zweiten Fugenfläche (Grundriss)



Bild 22 Reißen der zweiten Fugenfläche (Aufriss) – hier Fehler zu sehen, da radial ausgerichtete Fuge im Aufriss die im Grundriss angerissene lotrechte „obere Fuge“ nicht auf Stein- oberseite schneiden muss (roter Pfeil), sondern auf der gekrümmten Kurve der oberen Wangen (grau) schneiden soll (gelber Pfeil). Ist später korrigiert wurden (Fehler sind Quelle der Erkenntnis)



Bild 23 Reißen der zweiten Fugenfläche



Bild 24 Abarbeiten Krümmung Unterseite



Bild 25 Abarbeiten Krümmung Unterseite



Bild 26 Abarbeiten Krümmung Unterseite



Bild 27 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 28 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 29 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 30 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 31 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 32 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 33 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 34 Prüfen (radiale Rechtwinkligkeit)
Krümmung Unterseite



Bild 35 Reißen Innenradius auf gekrümmte



Bild 36 Reißen Innenradius auf gekrümmte



Bild 37 Reißen Untere Mittellinie auf gekrümmter Unterseite



Bild 38 Reißen Untere Mittellinie auf gekrümmter Unterseite



Bild 39 Abarbeiten innere Krümmung



Bild 40 Abarbeiten innere Krümmung



Bild 41 Schleifen Oberfläche innere Krümmung



Bild 42 Reißen Profilhauptlinien auf fertigem Krümmling



Bild 43 Reißen Profilhauptlinien auf fertigem Krümmling



Bild 44 Reißen Profilhauptlinien auf fertigem Krümmling



Bild 45 Abarbeiten Schräge über doppelte Kehle, damit Reißen der mittleren Kehllinie längs der Rippe möglich ist



Bild 46 Randschlag zum Ausarbeiten der Kehlung



Bild 47 Randschlag zum Ausarbeiten der Kehlung



Bild 48 nach Fertigstellung Kehlung Innenseite, Werkstück wenden Schräge für Kehlung Aussenseite abarbeiten



Bild 49 nach Fertigstellung der Schräge über innerer Kehlung kommt das Reißen der mittleren Kehllinie auf der Außenseite der Rippe



Bild 50 nach Fertigstellung der Schräge über innerer Kehlung kommt das Reißen der mittleren Kehllinie auf der Außenseite der Rippe



Bild 51 Reißen der mittleren Kehllinie auf Außenseite Rippe



Bild 52 Ausarbeiten Kehlung Außenseite



Bild 53 Ausarbeiten Kehlung Außenseite



Bild 54 Ausarbeiten Kehlung Außenseite



Bild 55 Ausarbeiten Kehlung Außenseite



Bild 56 Ausarbeiten Kehlung Außenseite



Bild 57 fertige Kehlen Außenseite Rippen



Bild 58 fertiggestellte Rippe



Bild 59 fertige Rippe



Bild 60 fertige Rippe

4.2.2 Fertigungsfolge Rippe bei Anreißen / Herleiten Werkstück 2 über Verfahren der Abwicklung



Bild 61 nach erster Krümmung auf der Rippenaußenseite wird die erste Fugenfläche abgearbeitet



Bild 62 nach erster Krümmung auf der Rippenaußenseite wird die erste Fugenfläche abgearbeitet



Bild 63 zweite Fugenfläche abarbeiten



Bild 64 nach den Fugenflächen wird Innenkrümmung ausgearbeitet



Bild 65 Innenkrümmung abarbeiten



Bild 66 Innenkrümmung abarbeiten



Bild 67 Innenkrümmung schleifen



Bild 68 Innenkrümmung schleifen



Bild 69 Unterteilen der Bogenaustragung in 8 gleiche Teile und Fällen des Lotes über jeden Einzelteilung



Bild 70 Unterteilen der Bogenaustragung in 8 gleiche Teile und Fällen des Lotes über jeden Einzelteilung



Bild 71 Unterteilen des Krümmings in 8 gleiche Teile auf dem Innenradius (ausgehend aus Teilung Unterseite)



Bild 72 Unterteilen des Krümmings in 8 gleiche Teile auf dem Innenradius (ausgehend aus Teilung Unterseite)



Bild 73 Abgreifen des Lotes zwischen Basislinie und Bogenaustragung und Übertragen auf gleiche Teilung auf dem Krümmung



Bild 74 Abgreifen des Lotes zwischen Basislinie und Bogenaustragung und Übertragen auf gleiche Teilung auf dem Krümmung



Bild 75 Übertragen von Lothöhe je Teilung auf den Krümmelings



Bild 76 Freihändiges Verbinden der gerissenen Höhenpunkt zum Reißen der Bogenaustragung und danach Reißen der radial ausgerichteten Fuge im Aufriss (Profilmittellinie oder obere Wangenlinie möglich)



Bild 77 Reißen Fugenfläche im Aufriss



Bild 78 Reißen Fugenfläche im Aufriss



Bild 79 Reißen Fugenfläche im Aufriss



Bild 80 Reißen Fugenfläche im Aufriss



Bild 81 Reißen Fugenfläche im Aufriss



Bild 82 nach Ausarbeitung der Fugenflächen im Aufriss untere Krümmung abarbeiten und Schleifen (für Genauigkeit Reißen)



Bild 83 nach Abarbeitung oberer Krümmung wird doppelte Kehle genau wie bei Orthogonalprojektion ausgearbeitet



Bild 84 Krümmling mit ausgearbeiteter Kehlung auf der Innenseite der Rippe)



Bild 85 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 86 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 87 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 88 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 89 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 90 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 91 und 92 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bild 93 und 94 Ausarbeitung der Kehlungen mit beginnendem Randschlag und danach sphärisch gekrümmte Kehlfläche freihändig



Bilder 95 und 96 nach Kehlung Innenseite Krümmung drehen und Kehllinien Außenseite auf Fugenfläche reißen und nach Abarbeiten der Schräge über der Kehlung dann die Kehlmittellinie längs der Rippe durch Reißziehle parallel zur unteren Mittellinie reißen



Bilder 97 und 98 Reißen der Kehlen Außenseite



Bild 99 Abarbeiten der Schräge über aus dem Krümmling für Anreißen der Kehlmittellinie auf der Außenseite der Rippe, danach Fertigstellung Rippenkörper durch freihändiges Ausarbeiten der sphärisch gekrümmten Kehlflächen

4.2.3 Vergleich Rippenwerkstücke 1 und 2 (nach Orthogonalprojektion – Werkstück 1 und nach Abwicklung – Werkstück 2 gefertigt)



Bilder 100 und 101 Vergleich Krümmung und Oberflächen durch Aneinanderhalten beider Rippenwerkstücke



Bilder 102 und 103 Vergleich Krümmung und Oberflächen durch Aneinanderhalten beider Rippenwerkstücke



Bild 104 und 105 Vergleich beider Rippenwerkstücke – augenscheinlich außer Handschrift der Oberflächenbearbeitung keine Unterschiede



Bild 106 und 107 Vergleich beider Rippenwerkstücke – augenscheinlich außer Handschrift der Oberflächenbearbeitung keine Unterschiede

Studierte Literatur

- Götz Fehr, „Benedikt Ried“, 1961
- Carl Anton Meckel, „Die Konstruktion der figurierten Gewölbe in der deutschen Spätgotik, in Architectura – Jahrbuch für Geschichte der Baukunst“, Band 1, 1933
- Barbara Baumüller, „Bogenrippen- und Schlingrippengewölbe der Spätgotik in Bayern und Österreich“, 1989
- Dietrich Conrad, „Kirchenbau im Mittelalter“, 1990
- Rupert Feuchtmüller, „Die spätgotische Architektur und Anton Pilgram“, 1951
- Rupert Feuchtmüller, „Das Niederösterreichische Landhaus Wien“, 1949
- R. K. Cirkev, „Farnost Banska Bystrica mesto – Römischkatholische Maria-Himmelfahrt-Pfarrkirche Banska Bystrica“, 2011
- Peter Kalus, „Die Fugger in der Slowakei“, 1999
- Gabor Endrödi, „Grosse Kunst “Aus Hass und Neid“ – Überlegungen zu Bauarbeiten und zur Ausstattung der Neusohler Pfarrkirche um 1500“, 2006
- Monika Knofler, „Von der Dombauhütte in die Sammlungen“, in „Der Dombau von St. Stephan – Die Originalpläne aus dem Mittelalter“ (Buch zur Ausstellung im WIEN MUSEUM), 2011
- Wolfgang Zehetner, „Wissenszentrum und WerkstätteDie Geschichte der Wiener Dombauhütte“, in „Der Dombau von St. Stephan – Die Originalpläne aus dem Mittelalter“ (Buch zur Ausstellung im WIEN MUSEUM), 2011
- Johann Josef Böker, „Die Schöpfer der Planrisse – Die Baumeister von St. Stephan“, in „Der Dombau von St. Stephan - Die Originalpläne aus dem Mittelalter“ (Buch zur Ausstellung im WIEN MUSEUM), 2011
- Rozsa Feuer-Toth, „Renaissance-Baukunst in Ungarn“, 1977 / 1981
- Otto Kletzl, „Plan-Fragmente aus der deutschen Dombauhütte von Prag“, 1939
- Prof. Adolf Reinle, „Italienische und deutsche Architekturzeichnungen 16. und 17. Jahrhundert“, 1994
- Hans Koepf, „Die gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen“, 1969
- Albert Geyer, „Die Geschichte des Schlosses zu Berlin“, Band 1, 1936
- Wolf U. Friedrich, „Welt der Proportionen – Logik des konstruktiven Sehens“, 2010
- Michael Scheffelts, „Instrumentum Proportionum, 1738“ (Nachdruck 1923 USA)
- Werner Müller / Norbert Quien, „Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik“, 2005
- Werner Müller / Norbert Quien, „Erdachte Formen - Errechnete Bilder - Deutschlands Raumkunst der Spätgotik“, 2000

- Werner Müller / Norbert Quien, „Spätgotik Virtuell - Für und Wider die Simulation historischer Architektur“, 1999
- Werner Müller, „Steinmetzgeometrie zwischen Spätgotik und Barock“, 2002
- Norbert Nußbaum, Deutsche Kirchenbaukunst der Gotik - Entwicklung und Bauformen, 1985
- Günther Binding - Norbert Nussbaum, „Der mittelalterliche Baubetrieb nördlich der Alpen in zeitgenössischen Darstellungen“, 1978
- Kurt Gerstenberg, „Deutsche Sondergotik“, zweite Auflage 1969 (1.Aufl. 1913)
- Peter Morsbach, „Die Erbauer des Doms“, „Die Geschichte der Regensburger Dommeister-Familie Roriczer-Engel“, 2009
- Jan Muk, „Die Gewölbe des Benedikt Ried“, in Sonderforschungsbereich 230 der Universität Tübingen - Geschichte des Konstruierens IV – Wölbkonstruktionen der Gotik 1, Heft 33, 1990
- Klara Kaczmarek-Löw, „Wendel Roßkopf – Steinmetz, Werkmeister, Baumeister oder Architekt“ im Görlitzer Stadtmagazin 22/2009
- Klara Kaczmarek-Löw, „Wendel Roskopf – Architekt Wczesnego Renesansu“, 2010
- Dr. Stefan Bürger, „Dissertation Figurierte Gewölbe zwischen Neisse und Oder des 14.-16. Jahrhunderts“, 2004
- Dr. David Wendland, „Dissertation Lassaux und der Gewölbebau mit selbsttragenden Mauerschichten, Neumittelalterliche Architektur um 1825-1848“, 2006
- Blanka Altova, „Der Barbaradom Kutna Hora“, 2007
- Herzog, Rothe, Krause, „Die Schlosskirche zu Torgau“, 1994
- Heinrich Magirius, „St. Annen zu Annaberg“, 1997
- Horst Richter, „Restaurierung der St. Annenkirche Annaberg Buchholz 1973-1998“, 1999
- Heinrich Magirius, „Schneeberg, St. Wolfgang“, 1995
- Heinrich Magirius, „Der Dom zu Freiberg“, 1993
- Siegfried Hofmann / Johannes Meyer, „Das Münster zur Schönen Unserer Lieben Frau in Ingolstadt“, 1997
- Manfred Gerner, „Der Königsberger Dom“, 1998
- Dr. Wulf D. Wagner, „Das Schloss Königsberg / Kaliningrad“, 2008
- Renate Mayrhofer, „Die Kirchen in der Pfarre St. Valentin“, 2007
- Vitruv, „Zehn Bücher über Architektur“; mit Anmerkungen und Zeichnungen erläutert von Dr. Franz Reber 1865, 2009 neuaufgelegt
- Hans Joachim Kadatz, „Deutsche Renaissancebaukunst“, 1983
- Albrecht Dürer, „Unterweyssung der Messung“, Originaldruck von 1538 (Erstausgabe von 1525) und kommentierter Nachdruck von 1908

- Albrecht Sturm, u.a., „Die Stadtkirche St. Marien zu Pirna“, 2005
- Günter Donath, „Werkrisse – Zeugnisse werkmeisterlicher Planungen auf der Albrechtsburg und im Dom zu Meißen“, in „Monumenta Misnensis Jahrbuch für Dom und Albrechtsburg zu Meißen“, 2009-2010
- Günter Donath, „Die Restaurierung der Allerheiligenkapelle 1997-1998“, im Jahrbuch des Dombauvereins Meißen, 2000
- Günter Donath, „Die Restaurierung der Fürstenkapelle 1997-2001“, im Jahrbuch des Dombauvereins Meißen, 2001
- Günter Donath, „Zur Statik und Konstruktion der Westturmanlage des Meißner Doms“, aus „Himmelszeichen - 100 Jahre Meissner Domtürme“ (bezüglich Einbau Gewölbe Nordwestturm 1907)
- Tagungsband Schlösser und Gärten Sachsen (div. Autoren), Schlossbau der Spätgotik in Mitteldeutschland, 2007
- Heide Mannlova-Rakova, „Kulturni Pamatka Most, Dekansky Kostel a Jeho Stavitele“, 1989
- Gerhard Althaus-Georg Stolz, „Wappen des Handwerks², in 2St. Lorenz-Wappen in Fülle des Vereins zur Erhaltung der St. Lorenzkirche in Nürnberg e.V.“, 1998
- Bohdan Guerquin, „Zamek w Malborku“, 1962
- Janusz Koblowski, „Polska Sztuka Gotycka“, 1983
- Jannic Durand, „Sztuka sredniowiecza“,
- Witold Krassowski, „Dzieje Budownictwa i Architektury na Ziemiach Polski“, Bdn 2
- Zygmunt Swiechowski, „Architektura na Slasku do Polowy XIII Wieku“, 1955

- Mieczyslaw Zlat, „Ratusz Wroclawski“, 1960
- Marian Kutzner / Mieczyslaw Zlat, „Instytut Sztuki Polskiej Akademii Nauk, Architektura Gotycka w Polsce“
- Jerzy T. Petrus, Zamek Krolewski na Wawelu - Königliche Repräsentationsgemächer, 2005
- Andrzej Fischinger - Marcin Fabianski, „Dzieje Budowy Renesansowego Zamku na Wawelu okolo 1504 – 1548, 2009
- Magdalena Piwocka, „The Tapestries of Sigismund Augustus – Wawel Royal Castle – State Art Collections - Krakow“, 2007
- Alain Erlande, „The Cathedral Builders of the Middle Ages“, 2010
- Craig A. Manzy, „AGORA – Excavations 1931-2006, the American School of Classical Studies at Athens“, 2006
- Homer A. Thompson, „Die Agora von Athen“, 1995
- Homer A. Thompson, „The Stoa of Attalos II in Athens“, 1992

- Hans Nothdurfter - Ursula Rupp - Waltraud Kofler, „St. Prokolus in Naturns“, 2003
- Dr. Veronika Berti, „Stadtpfarrkirche in Steyr“, 2007
- Alexander Weiger, „St. Peter in der Au“, 1994
- Ing. Bertl Sonnleitner, „Ybbsitz“, 1987
- Jean Gimpel, „Die Kathedralenbauer“, 1996
- Ivo Hlobil, „Der Prager Veitsdom“, 2006
- Peter Humfrey, „Das Porträt im Venedig des 15. Jahrhunderts“ (Kapitel „Importe und ausländische Besucher“) in „Gesichter der Renaissance“, Buch zur Ausstellung Staatliche Museen zu Berlin und Museum of Art New York, 2011
- Tomas Llorens – Maria del Mar Borbobia - Concha Vela, Führer zum Museum Thyssen-Bornemisza – Madrid (Kapitel „Italienische Kunst des 15. Jahrhunderts“ und „Das Porträt der Frührenaissance“), 1998

Abbildungsnachweise

2 Schlingrippengewölbe - Rippenwerke aus gleichen Kreisen

2.1 Eleemosynariuskapelle Neusohl / Banska Bystrica

- Bild 2.1.1 – 2.1.3 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.1.4 Wikimedia (Internet) – Bildnis Jakob Fugger von Albrecht Dürer
Bild 2.1.5 – 2.1.16 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.1.17 Visualisierungen Rippenwerk 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

2.2 Landhauskapelle Wien

- Bild 2.2.1 – 2.2.4 Abbildung aus Rupert Feuchtmüller „Das Niederösterreichische Palais“
Bild 2.2.5 – 2.2.8 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.2.9 Visualisierung Figuration : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 2.2.10 – 2.2.15 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.2.16 – 2.2.20 Visualisierungen Rippenwerk 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

2.3 Rotbergkapelle Basel

- Bild 2.3.1 – 2.3.2 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.3.3 Photogrammetrischer Plan Rotbergjoch – Münsterbauhütte Basel
Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Münsterbauhütte Basel
Bild 2.3.4 – 2.3.6 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.3.7 – 2.3.8 Visualisierung Figuration – Viertel 3 D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 2.3.9 Quadratisches Gewölbefeld mit Kurvenrippengewölbe HZ 17065, recto , 151 × 216 mm (Bl) Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen Abbildung mit freundlicher Genehmigung Akademie der bildenden Künste Wien - Kupferstichkabinett
Bild 2.3.10 – 2.3.19 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach

2.4 Ratssaal Bunzlau / Boleslawiec und Rathaus Löwenberg / Lwowek Slaski

- Bild 2.4.1 – 2.4.5 Foto : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.4.6 Plan Vermessung mit 3D Koordinaten: Thomas Bauer und IHH Dresden, Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.4.7 Visualisierung Figuration: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
- Bild 2.4.8 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach (Fotoerlaubnis für Wladislawsaal vor Ort erworben – Foto von Tafel im Eingangsbereich)
- Bild 2.4.9 – 2.4.14 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.4.15 Profilschablone vor Ort abgegriffen: Thomas Bauer 02.04.2011
- Bild 2.4.16 – 2.4.21 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.4.22 Pläne Umbau Rathaus Löwenberg von Hans Poelzig 1903, Abbildungen mit freundlicher Genehmigung des Architekturmuseums der Technischen Universität Berlin
- Bild 2.4.23 Abbildung aus dem Stadtarchiv Löwenberg (mit freundl. Genehmigung)
- Bild 2.4.24 – 2.4.26 Pläne Umbau Rathaus Löwenberg von Hans Poelzig 1903 Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Architekturmuseums der Technischen Universität Berlin
- Bild 2.4.27 – 2.4.33 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.4.34 – 2.4.35 Abbildungen aus „Kronika – Miasta i Gminy – Lwowek Slaski“ (private Schrift zur Chronik der Zerstörung und Wiederaufbau des Zentrums Löwenbergs), Abbildungen mit freundlicher Genehmigung des Archives Stadt Löwenberg

2.5 Erasmuskapelle Berlin

- Bild 2.5.1 Abbild. aus Albert Geyer, 1937, „Geschichte des Berliner Schlosses, Bd.1“ (Bildbearbeitung mit Markierung / Kommentierung Th.Bauer/J.Lauterbach)
- Bild 2.5.2 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 2.5.3 Abbild. aus Albert Geyer, 1937, „Geschichte des Berliner Schlosses, Bd.1“ (Bildbearbeitung mit Markierung / Kommentierung Th.Bauer/J.Lauterbach)
- Bild 2.5.4 - 2.5.5 Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach

Bild 2.5.6 - 2.5.9	Abbild. aus Albert Geyer, 1937, „Geschichte des Berliner Schlosses, Bd.1“ (Bildbearbeitung mit Markierung / Kommentierung Th.Bauer/J.Lauterbach)
Bild 2.5.10	Wikimedia (Internet) : Abbildung Friedrich Wilhelm IV in Erasmuskapelle
Bild 2.5.11 – 2.5.13	Fotos Beliner Schloss:101 B 5, 201 D 20, 208 A 23, 207 F 20, 177 D 29, 177 D 25, 177 E 32 und 177 E 34, Foto: Eva Kemlein, BLDAM
Bild 2.5.14 – 2.5.15	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 2.5.16	Grundriss Figuration : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 2.5.18 – 2.5.19	Fotos Beliner Schloss:101 B 5, 201 D 20, 208 A 23, 207 F 20, 177 D 29, 177 D 25, 177 E 32 und 177 E 34, Foto: Eva Kemlein, BLDAM
Bild 2.5.20 – 2.5.27	Foto's der Ruine Erasmuskapelle Schloss Berlin, 1951 Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseums
Bild 2.5.28 – 2.5.37	Visualisierung Rippenwerk 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

3 Schlingrippengewölbe - Rippenwerke aus gleichen Kreisen

3.1 Grundlagen Schlingrippenfertigung

Bild 3.1.1	Abbildung aus Werner Müller / Norbert Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ (dort aus Archiv der Stadt Köln); Bildbearbeitung Th. Bauer/ J.Lauterbach
Bild 3.1.2 – 3.1.4	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.1.5	Abbildung aus Katalog „Wien – Der Bau von St.Stephan“, 2011, Wien Museum Bildbearbeitung, Kommentierung und Markierung: Th. Bauer / J. Lauterbach
Bild 3.1.6	Abbildung aus Werner Müller / Norbert Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ (da aus Archiv der Stadt Köln); Bildbearbeitung Th. Bauer/ J.Lauterbach
Bild 3.1.7 - 3.1.30	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach auf Grundlage Bild 3.1.6
Bild 3.1.31 – 3.1.33	Visualisierung Schema: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.1.34	Plan Vermessung Rippenkurven: Thomas Bauer und IHH Dresden

3.2 Prinzipalbogen Herleitungen

Bild 3.2.1 – 3.2.6	Visualisierungen Schemen: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.2.7	Albrecht Dürer „Unterweyssung der Messung“, Bild 38, Ausgabe 1538 mit freundlicher Genehmigung Militärhistorisches Museum Dresden
Bild 3.2.8 – 3.2.10	Wikimedia (Internet)
Bild 3.2.11	Albrecht Dürer „Unterweyssung der Messung“, Bild 38, Ausgabe 1538 mit freundlicher Genehmigung Militärhistorisches Museum Dresden
Bild 3.2.12	Wikimedia (Internet)
Bild 3.2.13 – 3.2.14	Visualisierung Schemen : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.2.15 – 3.2.19	Wikimedia (Internet)
Bild 3.2.20	Abbildung Wenzel Jamnitzer (Wikipedia-Internet)
Bild 3.2.21	Wien, St.Stephan, Kanzeltreppe - HZ 16855, recto Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen, 438 × 516 mm Abbildung mit freundlicher Genehmigung Akademie der bildenden Künste Wien – Kupferstichkabinett
Bild 3.2.22 – 3.2.23	Wikimedia (Internet)

3.3. Untere Rippenmittellinie

Bild 3.3.1	Abbildung aus Werner Müller / Norbert Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ (dort aus Archiv der Stadt Köln); Bildbearbeitung Th. Bauer / J. Lauterbach
Bild 3.3.2	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.3.3 – 3.3.5	Visualisierung 3D : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

3.4 Fortlaufende Krümmung der Rippen

Bild 3.4.1 – 3.4.2a-f	Visualisierungen 3D : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.4.3 – 3.4.4	Skizzen Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.4.5 – 3.4.6a-k	Visualisierungen 3D : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

3.5 Rippenprofil und Rippenkörper

Bild 3.5.1 – 3.5.2	Visualisierungen 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.5.3 – 3.5.4	Foto: Wikimedia (Internet)
Bild 3.5.5 – 3.5.6	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.5.7 – 3.5.8	Visualisierung: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.5.9	Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto, Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 576 × 424 mm (Bl), Abbildung mit freundlicher Genehmigung Akademie der bildenden Künste Wien – Kupferstichkabinett
Bild 3.5.10	Abbildung aus Werner Müller / Norbert Quien „Virtuelle Steinmetzkunst“ (dort aus Archiv der Stadt Köln); Bildbearbeitung Th. Bauer/ J. Lauterbach
Bild 3.5.11	Visualisierung Schema : Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.5.12	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.5.13	Skizzen Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.5.14 – 3.5.15	Visualisierung Schemen 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 3.5.16	Abbildung aus Götz Fehr „Benedikt Ried“, Bildbearbeitung mit Markierung und Kommentierung : Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.5.17	Profilschablonen vor Ort abgegriffen: Thomas Bauer 02.04.2011
Bild 3.5.18	Fotos: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach

3.6 Toleranzaustragung

Bild 3.6.1 – 3.6.21	Fotos: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach (incl. Bildbearbeitung + Markierung)
---------------------	--

3.7 Formgebende Funktion der Rippen

Bild 3.7.1	Abbildung aus „Kronika – Miasta i Gminy – Lwówek Slaski“ (private Schrift zur Chronik der Zerstörung und Wiederaufbau des Zentrums Löwenbergs) Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Archives Stadt Löwenberg
Bild 3.7.2	Abbildung Sala Ryerska Gröditzburg
Bild 3.7.3 – 3.7.18	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach (incl. Bildbearbeitung + Markierung)
Bild 3.7.19	Fotos: Fuchs und Girke, Ottendorf Okrilla

Bild 3.7.20 – 3.7.23	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.7.24	Fotos Berliner Schloss:101 B 5, 201 D 20, 208 A 23, 207 F 20, 177 D 29, 177 D 25, 177 E 32 und 177 E 34, Foto: Eva Kemlein, BLDAM
Bild 3.7.25 – 3.7.30	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 3.7.31	Kapellengewölbe mit Schlingrippen, Vierung mit Profilen – HZ 16992/1, verso, Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 422 × 312 mm (Bl), Abbildung mit freundlicher Genehmigung Akademie der bildenden Künste Wien – Kupferstichkabinett

4 Fertigung – Steinschnitt von Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin

4.1 Reißboden und Risslinien

Bild 4.1.1	Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto, Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen, 576 × 424 mm (Bl), Abbildung mit freundlicher Genehmigung Akademie der bildenden Künste Wien – Kupferstichkabinett
Bild 4.1.2 – 4.1.5	Fotos: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach (incl. Bildbearbeitung + Markierung)
Bild 4.1.6	Albrecht Dürer „Unterweyssung der Messung“, Bild 4, Ausgabe 1538 mit freundlicher Genehmigung Militärhistorisches Museum Dresden
Bild 4.1.7	Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach
Bild 4.1.8 – 4.1.9	Zeichnung Figuration: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
Bild 4.1.10	Bogenrippengewölbe und Fünfeckkonstruktion , HZ 16935 / 1, verso Reißfeder und Zirkel in brauner Tinte auf Papier, Blindrillen, 413 × 514 mm (Bl)
Bild 4.1.11	Albrecht Dürer „Unterweyssung der Messung“, Seite 4, Ausgabe 1538 mit freundlicher Genehmigung Militärhistorisches Museum Dresden
Bild 4.1.12	Albrecht Dürer „Unterweyssung der Messung“, Seiten 4 + 5, Ausgabe 1538 mit freundlicher Genehmigung Militärhistorisches Museum Dresden

- Bild 4.1.13 Ausschnitt aus Kreisbogenrippengewölbe – HZ 17000, recto,
Reißfeder und Zirkel in schwarzer Tinte auf Papier, Blindrillen,
576 × 424 mm (Bl), Abbildung mit freundlicher Genehmigung
Akademie der bildenden Künste Wien – Kupferstichkabinett,
Bildbearbeitung mit Markierung und Kommentierung : Thomas
Bauer / Jörg Lauterbach
- Bild 4.1.14 Rissentwurf: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

4.2 Steinschnitt und Fertigungsfolge

Bilder 01-107 Fotos: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach

Abbildungen auf Umschlagseiten

Vorderseite

- Bild I Visualisierung Rippenwerk 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer
- Bild II Fotos Beliner Schloss:101 B 5, 201 D 20, 208 A 23, 207 F 20, 177 D
29, 177 D 25, 177 E 32 und 177 E 34, Foto: Eva Kemlein, BLDAM
- Bild III Visualisierung Rippenwerk 3D: Jörg Lauterbach / Thomas Bauer

Rückseite

Bild IV Visualisierung Rippenwerk Richard Bauer

Seite 218

Bild Foto: Thomas Bauer / Jörg Lauterbach, mit freundlicher
Genehmigung des SIB Niederlassung Dresden 1 Leiter Ludwig
Coulin

Autoren

Thomas Bauer, Bauingenieur, Jahrgang 1967, Studium Bauingenieurwesen an der Ingenieurschule Cottbus mit der Ingenieurabschlussarbeit über die Rekonstruktion des Treppenturmes Südwest im Residenzschloss Dresden. Oberbauleiter im Bereich historischer Rekonstruktionen bei Dreßler Bau GmbH, Dresden. In den 20 Jahren beruflicher Tätigkeit als Bau- und Projektleiter arbeitete er an Rekonstruktionen aus verschiedenen Baupochen, von der Gotik (Gotische Gewölbehalle im Dresdner Schloss) bis zum Barock (Wiederaufbau Palais Thurn und Taxis Frankfurt).

Jörg Lauterbach, Architekt, Jahrgang 1964, Studium für Architektur an der Technischen Universität Dresden. Architekt bei IPRO – Dresden seit 1991, schwerpunktmäßig im Bereich historischer Rekonstruktionen. Aus den 20 Jahren beruflicher Tätigkeit als Architekt und Werkplaner ragte insbesondere seine maßgebende Mitarbeit beim Wiederaufbau der Frauenkirche Dresden - von der Entwurfsplanung bis zur Ausführungsplanung - heraus, die in der selbstständig geführten steintechnischen Werkplanung seine Höhepunkt fand. Für eine weitere Anzahl an steintechnischen Werkplanungen steht exemplarisch die Rekonstruktion der historischen Schlossfassade Braunschweig.

Seit 2009 arbeiten Thomas Bauer und Jörg Lauterbach an der Werkplanung des Rippenwerkes und der Ausführung des Schlingrippengewölbes der Schlosskapelle Dresden.



Bild: Thomas Bauer (re.) und Jörg Lauternach (li.) auf der Baustelle Rekonstruktion des Schlingrippengewölbes der Schlosskapelle im Schloss Dresden (Auftraggeber SIB Niederlassung Dresden 1, Leiter Ludwig Coulin)



ISBN 978-3-00-038231-4