

Rekonstruktion des Schlingrippengewölbes der Schlosskapelle Dresden

Untersuchung der geometrischen Grundlagen des Schlingrippenkörpers

Bau Ing. Thomas Bauer und Dipl.-Architekt Jörg Lauterbach*

Im folgenden Beitrag werden Fragen der Rekonstruktion des spätgotischen Schlingrippengewölbes näher erörtert und aus sachverständiger Sicht zunächst die Wiederentdeckung der geometrischen Herleitung und steinmetzseitige Fertigung eines Schlingrippenkörpers vorgestellt. In einem weiteren Teil sollen demnächst Lehrgerüste, Bauzustände und Verformungen der Wölbung herausgearbeitet werden.

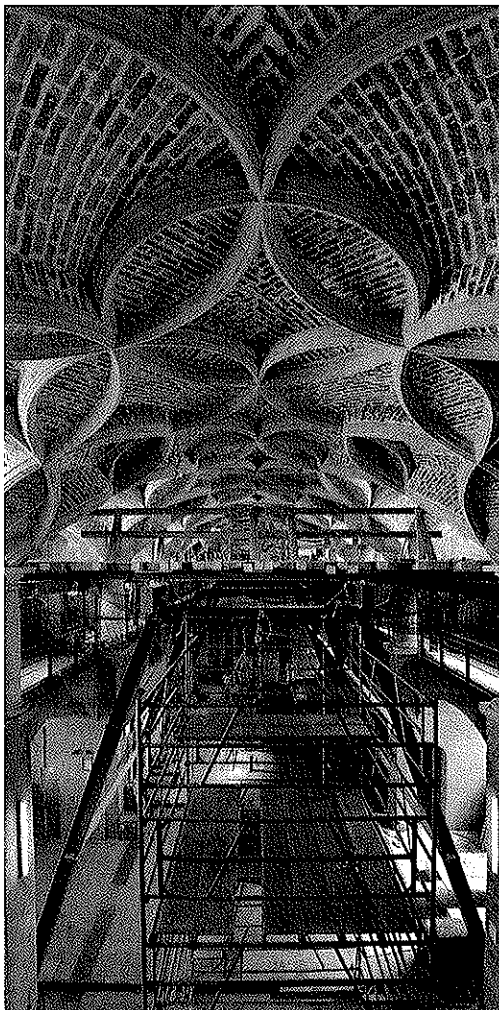


Bild 1: Rekonstruiertes Schlingrippengewölbe Schlosskapelle mit Arbeitsboden auf Stahlrahmen (Foto: R. Böhme)

I. Der lange Weg zur Rekonstruktion der Schlosskapelle Dresdens

Bei der in den Bombennächten des 13.2.1945 starken Zerstörung der Dresdner Innenstadt erlitt auch das Dresdner Residenzschloss große substanzielle Verluste, in Folge dessen von der achthundertjährigen Baugeschichte des Schlosses nur Ruinen übrig blieben. Besonders betroffen war dabei auch der ab 1553 im Zuge der Renaissance erweiterte große Schlosshof mit seinem Nordflügel-Westteil. In diesem Schlos Flügel wurde 1556 die neue Schlosskapelle fertiggestellt, die in der räumlichen und äußeren Gestaltung den zeitgemäß modernen Renaissanceproportionen und Stilelementen folgte. Ausgenommen des oberen Raumabschlusses der Kapelle, der mit einem spätgotischem Schlingrippengewölbe überformt wurde.

Bereits in den 1950er Jahren folgten erste Sicherungsarbeiten der Bausubstanz, weitgehend durch freiwillige Helfer aus der Bürgerschaft Dresdens sowie mit großer Unterstützung der städtischen Denkmalpfleger.

Getreu dem Motto des Nestors der sächsischen Denkmalpflege, Professor *Hans Nadler*, wonach die beste Denkmalpflege eine Nutzung des zu schützenden Gebäudes ist, wurden beginnend in den 1960er Jahren die weniger zerstörten Süd-Flügel bereits wieder mittels Sanierung der Innenräume soweit belebt, dass zwar kein historischer Ausbau erfolgte, aber wenigstens eine Revitalisierung durch Ertüchtigung von Böden, Wänden, Fenster und einer Heizung sowie Elektrizität. Danach folgte ein jahrzehntelanger Kampf der Denkmalpflege

* Die Autoren sind Beratende Architekten und Ingenieure für Historische Rekonstruktionen in Dresden. – Die Abbildungen sind farbig abrufbar über beck-online.

Bildquellen Fotos:

Rainer Böhme: Bilder Nr.: 1, 20, 21, 22, 23, 24, 25.

TT Fotoagentur und Verlag *Siegfried* und *Thomas Thienel*: Bilder Nr. 2, 3.

Thomas Bauer/Jörg Lauterbach: Bilder Nr. 4, 5, 6, 7, 10, 15, 16.

M. Ventas: Bild Nr. 9 (Farbmarkierungen *Th. Bauer*).

Müller/Quien: Bilder Nr. 11, 12 (Farbeintragungen *Th. Bauer*).

Militärhistorisches Museum Dresden: Bilder Nr.: 14, 17.

Bildquellen Visualisierungen/Pläne:

Thomas Bauer/Jörg Lauterbach: Bilder Nr.: 8, 13, 18, 19.

und vieler Bürger Dresdens zum Wiederaufbau des Dresdner Schlosses.



Bild 2: Schlosskapelle, Zustand 1986 mit statisch nicht erhaltbarer Wand zum Schlosshof und Sicherung Nordwand mit Volutengiebel (Abb.: TT Fotoagentur und Verlag Siegfried und Thomas Thienel)

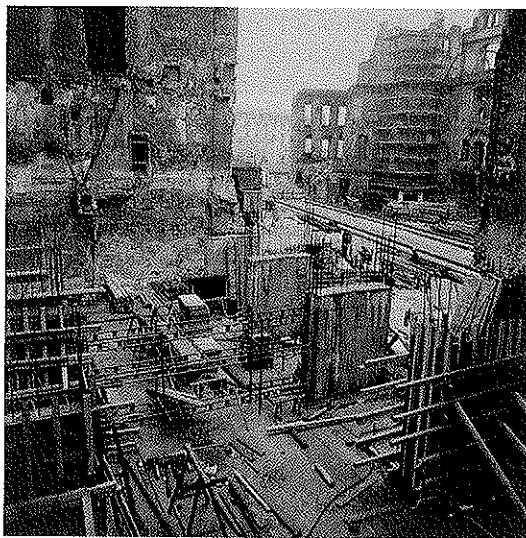


Bild 3: Neubau innerer Schlosskapellen – Jochwände in Stahlbeton, 1987-88 nach historischer Raumteilung (Abb.: TT Fotoagentur und Verlag Siegfried und Thomas Thienel)

Die große Gefahr für das Dresdner Schloss in den Aufbaujahren der Dresdner Innenstadt nach 1945 war, dass es einem ähnlichem Schicksal wie die Ruinen des Berliner (1951) und des Potsdamer (1960) Schlosses folgen und gesprengt werden würde, um Raum zu schaffen für die Errichtung eines Stadtzentrums mit Monumentalbauten zur Repräsentation sozialistischer Kultur. Entwürfe mit monumentalen Turmbauten im Bereich des angrenzenden – heutigen – Kulturpalastes gab es bereits.

Bestärkt wurde die ernstzunehmende Besorgnis um die Schlossruine durch den vom damaligen Staatsratsvorsitzenden *Walter Ulbricht* 1962 gegebenen Befehl zum

Abriss der wiederaufbaufähigen Ruine der ältesten noch erhaltenen Dresdner Kirche, der Sophienkirche.

Aber gerade aus dem Feld der damaligen Machthaber der SED, die gemeinhin als Gegner von Wiederaufbauten historischer Schlossbauten galten, wurde 1973 der 1. Sekretär – *Hans Modrow* – für den Bezirk Dresden eingesetzt, der im Bereich der Kunst und Kultur gegenüber seinen Vorgängern neue Wege ging und ein sehr engagiertes Handeln zum Erhalt und Wiederaufbau der Identität stiftenden historischen Gebäude des Dresdner Schlosses an den Tag legte.

Es ist in keiner Weise das große und jahrelange Engagement der Denkmalpfleger und Dresdner Bürger diametral zum Handeln von *Modrow* zu sehen. Die Denkmalpfleger und Bürger verhinderten sicher durch Ihr Handeln den Abriss der Schlossruine gegenüber den Machthabern in den 1950/60er Jahren. Aber einen Wiederaufbau konnten sie allein nicht bewirken; dieser konnte nur mit der „Macht“ und bereitgestellten, für die damalige Zeit erheblichen finanziellen Mitteln erfolgen. Und da war es ab 1973 das große Engagement *Hans Modrows*, der bei dem Staatsratsvorsitzenden *Erich Honecker* 1985 endlich den Beschluss erwirkte,¹ das Dresdner Residenzschloss wieder aufzubauen, sicher auch wesentlich unterstützt durch die Aktivitäten der Dresdner Bürger und Denkmalpfleger.

In den Jahren von 1986-1989 erfolgten dann erste Teilprojekte zur Sicherung und dem Wiederaufbau der äußeren Wiederherstellung durch den VEB(B) Gesellschaftsbau mit Partnern sowie ab 1989 die Planung fast aller Teilprojekte zum Wiederaufbau der äußeren Wiederherstellung.

Bereits in der Denkmalpflegezielstellung für das Dresdner Schloss des Instituts für Denkmalpflege Dresden vom 27.8.1978 war unter Nr. 2 *Innenräume* aufgeführt: „...Wiederherstellung der zweigeschossigen Raumstruktur der ehemaligen Schlosskapelle, nach Möglichkeit deren architektonischen Rekonstruktion...“²

Mit Kabinettsbeschluss von 1994 und folgend 1997 setzte der Freistaat Sachsen nach der politischen Wen-

1 Aufbauend auf dem Beschluss des Rates der Stadt Dresden vom 2.8.1979 „Gesellschaftspolitische Zielstellung zum Wiederaufbau des Dresdner Schlosses als Museumskomplex der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden“ (Beschluss-Nr. 43/79) folgte die Grundsatzentscheidung für das Investitionsvorhaben „Dresdner Schloss – Sicherung der Bausubstanz“ durch den Rat des Bezirks Dresden am 27.9.1985 in Folge der Erwirkung des Beschlusses zum Wiederaufbau Dresdner Schloss von *Hans Modrow* beim ZK der SED 1985 – s. dazu: *Hans Modrow*: „Ich wollte ein neues Deutschland“, 1998, Berlin, S. 240, sowie Gespräch der Autoren mit *Hans Modrow* während einer persönlichen Führung durch das Schloss Dresden am 12.6.2013.

2 Gutachtensammlung des VEB(B) Gesellschaftsbau Dresden, Ordner 06/62_170.00 Nr. 3; Denkmalpflegezielstellung für das Dresdner Schloss des Instituts für Denkmalpflege v. 27.8.1978, gezeichnet vom Abteilungsleiter und Chef-Konservator Prof. Dr.-Ing. *Nadler*; Quelle: Archiv bauer lauterbach GmbH.

de den Wiederaufbau fort beziehungsweise intensivierte diesen in beachtenswert großem Maße.

Insbesondere die Übernahme der Aufgabenstellung für den Ausbau der ehemaligen Schlosskapelle, die schon 1737 abgerissen wurde und später baulich überformt war, zeigt, mit welchem großem Augenmaß und Sensibilität hier im Dresdner Schloss mit dem Verständnis von Rekonstruktionen umgegangen wurde. Die Kapelle war von 1565-1730 über 150 Jahre das geistige und musikalische Zentrum Kursachsens und des Wettiner-Hofes Albertinischer Linie. In Kursachsen war sie die zweite protestantisch neu gebaute Kapelle – nach der Schlosskapelle Torgau (geweiht 1544 von *Luther*).

Ob eine Rekonstruktion überhaupt eine Berechtigung hat – was im stetigen Diskurs der Architekturdebatte steht – wollen wir hier nicht weiter beleuchten. Vielmehr wollen wir in dem folgenden Aufsatz Fragen der Rekonstruktion dieses spätgotischen Schlingrippengewölbes näher erörtern und aus unserer sachverständigen Sicht zwei Themenschwerpunkte – die Wiederentdeckung der geometrischen Herleitung und steinmetzzeitige Fertigung eines Schlingrippenkörpers im ersten Teil sowie die Lehrgerüste, Bauzustände und Verformungen der Wölbung im zweiten Teil – herausarbeiten.

II. Historische Entwicklung von Schlingrippenfigurationen bei Rippengewölben im 15. Jahrhundert

Schlingrippenfigurationen entwickelten sich aus den im 15. Jahrhundert nördlich der Alpen bereits in vielfältigsten geometrischen Varianten vorhandenen gotischen Netzrippengewölben, indem sie die einfach gekrümmten Netzrippen mit einer zweiten Krümmung – der Krümmung der Rippenfigur in orthogonaler Grundrissprojektion – weiter dynamisierten. Dieser Entwicklungsprozess von der einfachen zur zweifachen Krümmung hin ging schrittweise vonstatten, indem zuerst in den sehr flachen Scheitelbereichen Schlingrippenfragmente auftraten, da in diesen Bereichen die radial zur Bogenaustragung gerissenen Rippenfugen annähernd senkrecht stehen und wenig Probleme beim Reißen der zweifach gekrümmten Rippenkörper zur Folge hatten. Erst schrittweise wagten sich die Werkmeister mit ihren Entwürfen an Figuren mit vollständigen Schlingrippenwerken, dh nicht nur Ansätze im flachen Scheitelbereich innerhalb von Netzrippenfiguren (wie St. Martin, Pressburg und St. Stephan, Wien), sondern vollständig ausgeführten Rippenbögen als Rippenwerkfiguration. Diese traten in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts insbesondere im Gebiet Altbayerns (wazu damals auch das erzbischöfliche Salzburg zählte) auf, so ua in der Katharinenkapelle der Heiliggeistkirche in Landshut (gewölbt um 1430), der Hedwigskapelle auf der Burg Burghausen (1479-1489), in der Johanneskapelle des Salzburger Stifts Nonnberg (1497/1498), dem Paradeis der Stiftskirche Salzburg (vor 1498), der Nürnberger Augustinerkirche (1480) und der Simpertuskapelle in St. Ulrich und Afra in Augsburg (1496).³

Aber auch der österreichische Donauraum hatte ab den 1450er Jahren eine eigene Entwicklung von Netzrippen hin zu Schlingrippenfigurationen, beispielsweise einer Kombination aus beiden, so beispielgebend in der Pfarrkirche St. Nikolaus in Gresten (1482), der Wehrkirche St. Peter in der Au (um 1452) und der Pfarrkirche Ybbsitz (um 1480).

Um 1500 treten dann große und vollständig den Raum überspannende Schlingrippengewölbe auf, wozu der Prager Wladislawsaal (1499-1502)⁴ heutzutage gemeinhin als Vorbild gehalten wird. Aber auch parallel zu den Wölbungen *Benedikt Rieds* auf dem Prager Hradschin entstehen in entfernteren Regionen zu Böhmen erste Schlingrippenfigurationen, die große Räume vollständig mit zweifach gewundenen Reihungen überwölben und die versuchen, *die Schlingrippen in der Figuration immer weiter an die Kämpferpunkte in der Figuration heranzuführen* und nicht mehr mit geraden Bogenrippen – Rippenanfängern zu beginnen.

Die Wölbungen von *Jakob von Urach* in der Württemberger Marienkapelle in Schorndorf (1502), von *Wolf Wisner* in der Salzburger Georgskapelle (geweiht durch Erzbischof *Leonhard von Keutschach* 1502) sowie dem Werkkreis um Meister *Anton* (genannt *Pilgram*) in der damals ungarischen Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica/Neusohl (1503) sind so allesamt als Parallelentwicklungen in Regionen, die über mehrere Hundert Kilometer voneinander entfernt sind, zu sehen und die nicht erst einer Abstrahlung des Prager Wladislawsaales bedurften. Erst in der Nachfolge *Benedikt Rieds* sind durch seine Schülergeneration – *Wendel Roßkopf* und *Jakob Heilmann* – Schlingrippenfigurationen in Sachsen und Schlesien eingeführt wurden. Eine zeitlich gering versetzte, aber direkte Abstrahlung der Riedschen Wölbtechniken auf die 1497 gegründete Rozmberger Bauhütte unter *Hans Getzinger* erfolgte zudem um/nach 1500 in den Südböhmischen Raum.

So ist bereits weit vor der Wölbung der Dresdner Schlosskapelle um 1554–56 ein breiter Fundus an Schlingrippenfiguration vorhanden, aus denen sich die Dresdner Wölbung mit Schlingrippenfiguren sich überlagernder gleicher Kreise rezipiert.

3 Siehe dazu gemeinsame Forschungen Prof. *Nußbaum*/Universität Köln–Kunsthistorisches Institut, mit den Autoren im Projekt „De konstruktive Architekturkonzepte um 1500 und Ihre rationalen Grundlagen“. Veröffentlicht bisher dazu *Nußbaum/Bauer/Lauterbach*, INSITU – Zeitschrift für Architekturgeschichte, H. 1/2014, 65-80: „Das Gewölbe der Böhmisches Kanzlei auf dem Prager Hradschin. Zum Verständnis gotischer Entwurfs- und Konstruktionsstrategien um 1500“; *dies.*, INSITU, H. 1/2015, 59–76: „Benedikt Rieds Schlingrippengewölbe auf der Prager Burg. Entwurf-Steintechnik – Kontext“; sowie *Bauer/Lauterbach* „Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau/Bloeslawiec, Rathaus Löwenberg/Lwowek Slaski“, Berlin 2011; download unter www.schlingrippe.de.

4 Datierung Wölbung Wladislawsaal 1499-1502 nach *Nußbaum/Bauer/Lauterbach*, s. Anm. 3, INSITU, H. 1/2015, 59 (61).



Bild 4: Wladislawsaal Prag (1499-1502) (Abb.: Bauer/Lauterbach)

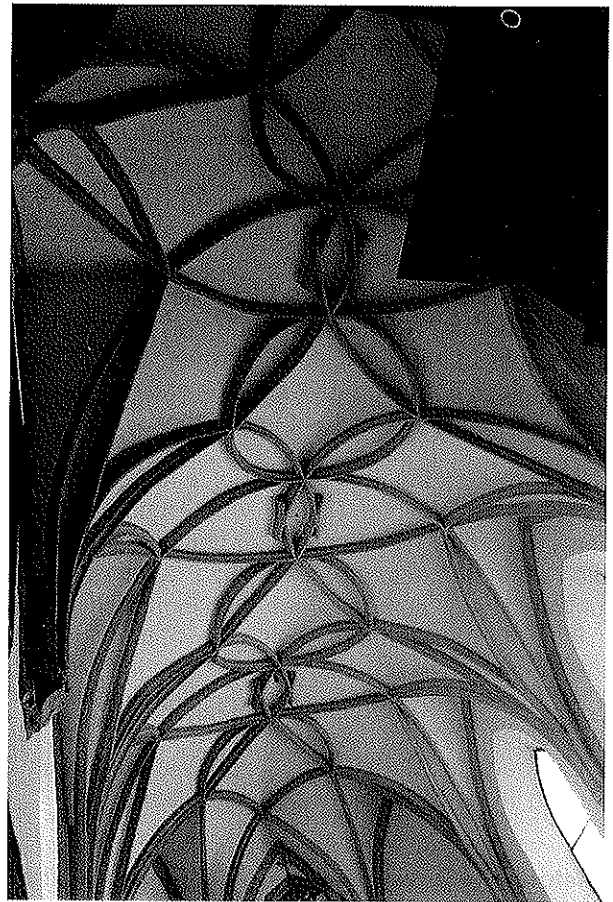


Bild 6: Georgskapelle Saizburg (1502) (Abb.: Bauer/Lauterbach)

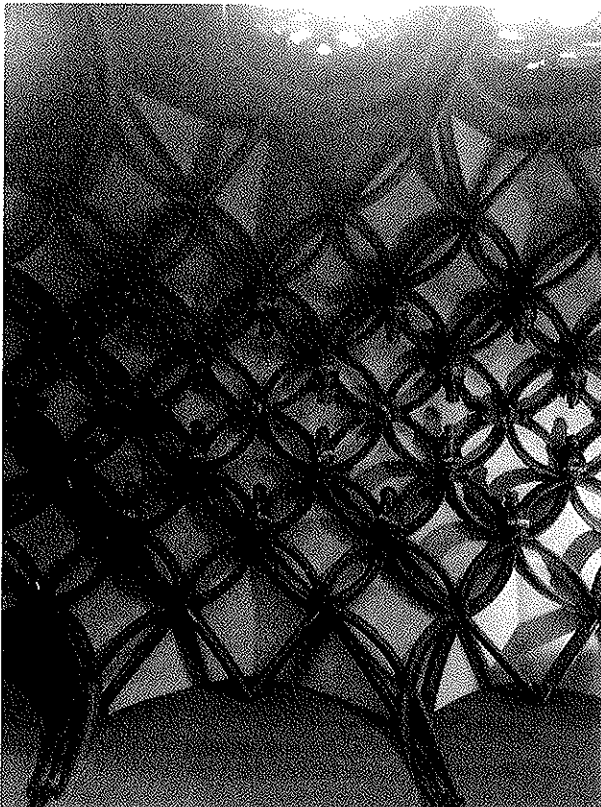


Bild 5: Marienkapelle Schorndorf (1502)
(Abb.: Bauer/Lauterbach)

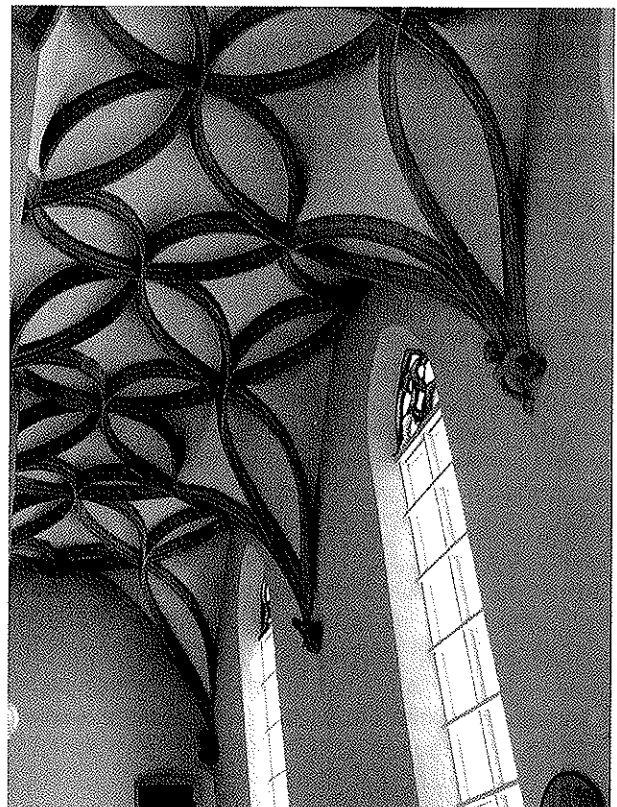


Bild 7: Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica (1503)
(Abb.: Bauer/Lauterbach)

III. Geometrische Grundlagen der Rippenkörpermodellierung von Schlingrippen

Die Rissentwürfe der Werkmeisterbücher⁵ des 15./16. Jahrhunderts sind neben der Bogenaustragung zur Bestimmung der exakten *Lage der Rippenfugen* tradiert worden und zeigen uns so die Bedeutung der Fuge für das Reißen von Schlingrippenfigurationen. Das um 1500 verfasste Traktat „Von des Chores Maß und Gerechtigkeit“⁶ beschreibt die Bedeutung der Fuge beim Reißen von gewundenen Reihungen wie folgt:

„...nimm sodann aufm fundament auch die stärke der schlussteine und trage sie vermittelst blinder Linien in Ufftrag, an jeden Punkt, wo solche den Bogen anschneiden und an das Centrum lege das Lineal und schneide die Widerlager oder Fugen, wie in dem Risse zu sehen, so ist der Ufftrag der gebognenen b, e, f, g, richtig...“⁷

Die Lage der Rippenfugen wird dabei über jeweils drei Punkte definiert, (A) den unteren Rippenmittelpunkt, (B) den oberen inneren Wangenpunkt und (C) den oberen äußeren Wangenpunkt – jeweils in Fugenebene. Diese Punkte A, B und C werden in den historischen Rissentwürfen dann in den zwei Ebenen – Grundriss und Aufriss (Bogenaustragung als Abwicklung oder Orthogonalprojektion) – dargestellt und so gerissen. Zwischen den Fugen werden die Rippenkörper danach – der unteren Rippenmittellinie folgend – völlig freihändig von den Steinmetzen gefertigt.⁸ In der Grundrissprojektion (Bild 8, mittelgrau) des *geneigten* Rippenverlaufes ist der Innenradius immer kleiner als der Außenradius. Folglich ist auch das Dreieck aus den Punkten (A), (B) und (C) – wenn die Strecke zwischen dem unteren Mittelpunkt (A) und inneren oberen Wangenpunkt (B) sowie die Strecke zwischen dem unteren Mittelpunkt (A) und äußeren oberen Wangenpunkt (C) gleich lang sein soll um die Profilierung an beiden Außenseiten identisch auszuführen – ein schiefwinkliges Dreieck, wo die Strecke (A-B) um den unteren Rippenmittelpunkt (A) anders geneigt ist als die Strecke (A-C) und somit die oberen Wangenflächen als toleranzaufnehmende Flankenflächen unterschiedlich hoch sind. Dies lässt sich insbesondere an stark geneigten Rippenkörpern vielfach an Befunden⁹ nachweisen.

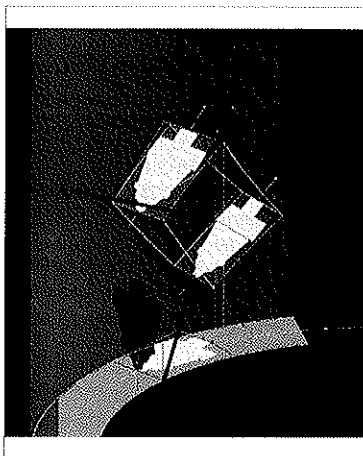


Bild 8 (Abb.: Bauer/Lauterbach)

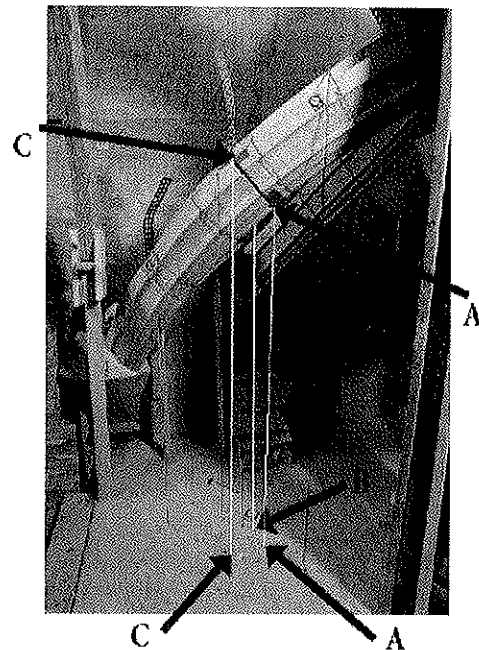


Bild 9 (Abb.: M. Ventas, Markierungen Th. Bauer)

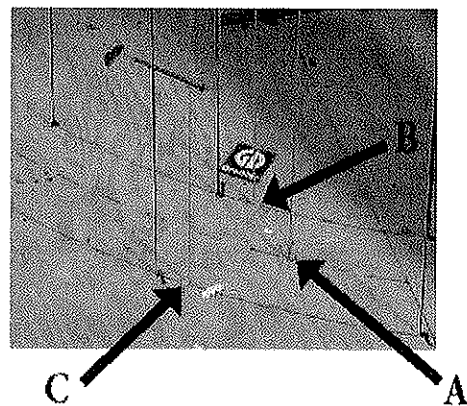


Bild 10 (Abb. Bauer/Lauterbach). Bilder 8-10: Dreipunkttheorie mit Lage unterer Rippenmittelpunkt (A) und oberen Wangenpunkten (B, C) bei Schlingrippen hier am Beispiel Rekonstruktion Schlosskapelle Dresden Probejoch – Modell Dreßler Bau und Markierungen Thomas Bauer

- 5 Siehe Coenen, Die spätgotischen Werkmeisterbücher in Deutschland, 1990; Reinle, Italienische und deutsche Architekturzeichnungen 16. und 17. Jahrhundert, 1994; Müller/Quien, Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik, 2005.
- 6 Coenen, Die spätgotischen Werkmeisterbücher in Deutschland, 1990, S. 267-277.
- 7 Coenen, Die spätgotischen Werkmeisterbücher in Deutschland, 1990, S. 267 (276), Auszug aus „Von des Chores Maß und Gerechtigkeit“, S. 173.
- 8 Bauer/Lauterbach, Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau und Rathaus Löwenberg, 2011, Kapitel 3 Werkplanung – Geometrische Herleitung der Schlingrippe, hier 3.4., sich fortlaufend ändernde Krümmung der Rippen und 3.5., Rippenprofil und Rippenkörper, S. 3.5.2. „...Drei-Punkt-These...“ (download auf www.schlingrippe.de; ISBN: 978-3-00-038231-4).
- 9 Siehe Bauer/Lauterbach, Die Schlingrippen der Gewölbe..., Beispiel Befund Bunzlau.

Daraus resultiert die sich fortlaufend ändernde Krümmung der Rippenkörper, die umso größer wird, umso stärker geneigt die Rippe ist. Diese Rippenkörper von Schlingrippengewölben sind mit der heutigen dreidimensionalen Sicht, Körper zu definieren mit ihrer sphärischen fortlaufend ändernden Krümmung und Verwindung kaum zu erfassen.

Hingegen aus der Sicht der spätgotischen Verfahrensweise, Körper aus nur zwei Ebenen heraus herzuleiten, ist es relativ einfach, die Rippenfugen in ihrer Lage über drei Punkte – sowohl im Grundriss als auch im Aufriss – zu bestimmen und diese am Werkstein zu reißen. Und genau diesen Ansatz, Dreipunkttheorie genannt,¹⁰ geben die historischen Werkmeisterbücher inhaltlich wieder, wie nachfolgend dargelegt:

Beispielgebend ist hier ein historischer Rissentwurf Ms W* 276, fol 6v und 7r aus dem Historischen Archiv der Stadt Köln mit Farbeintragungen unsererseits so mar-

kiert,¹¹ dass man den Blick auf die einzig zur Herleitung der Schlingrippenkörper nötigen Rippenfugen lenkt. Betrachten wir zuerst die blau (1) markierte Fuge, welche aus dem Gewölbekämpferbereich auch die flachste Neigung hat (s. linke Seite – Bogenaustragung) und dem folgend die Rippenfuge in der lotrechten Orthogonalprojektion auch die „breiteste“ ist. Der untere Rippenmittelpunkt der blauen Fuge (1) ist in der lotrechten Orthogonalprojektion schon deutlich „weiter um die Kurve“ als die beiden hinteren oberen Wangenpunkte der blauen Fuge (1). Folglich ist auf der rechten Seite (lotrechte Orthogonalprojektion des Rippenwerkes) die Fuge in Ihrer orthogonalen Projektion länger/stärker, als die dann weiter zum Scheitelbereich hin liegenden Fugen (orange [2], grün [3] und lila [4]), die in Ihren Neigungen umso geringer werden, je weiter sie sich dem Scheitelpunkt nähern. Folglich ist die lila Fuge mit nur dann steilster Neigung in der lotrechten Orthogonalprojektion auch die kürzeste/schwächste im Grundriss.

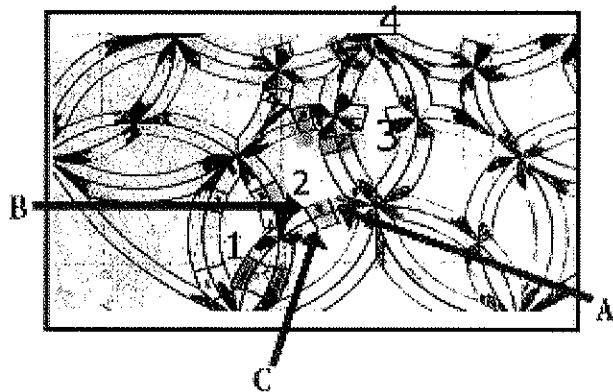
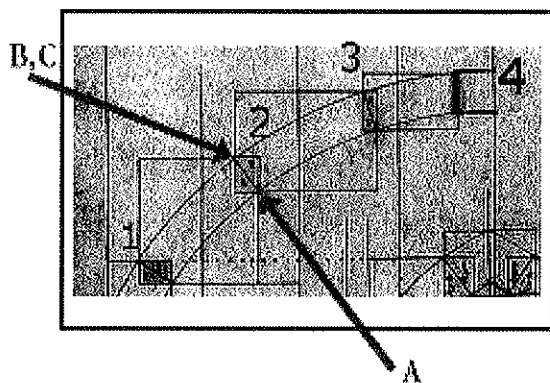


Bild 11 und 12: Dreipunkttheorie mit Lage unterer Rippenmittelpunkt (A) und oberen Wangenpunkten (B, C) bei Schlingrippen, hier am Beispiel Kölner Riss W*276 (Abb. Müller/Quien, mit Farbmarkierungen und Nummerierungen [1, 2, 3] von Th. Bauer)

Mehr benötigt man dann zur Fertigung und zum Versatz des Rippenwerkes, wo zuerst die Knoten/Rippenkreuzungen versetzt und danach die Rippenwerkstücke freihändig dazwischen ausgerichtet werden, nicht.

Daher konnten die Werkmeister die in Rippenmitte befindliche Bogenaustragung nicht auf die innere oder äußere Mantelfläche des Krümmings mit einer gekrümmten Schablone reißen, da auf diesen gekrümmten Oberflächen nicht der im Grundriss aus der Figuration hergeleitete Radius verläuft. Diese in der bisherigen kunsthistorischen Forschung mehrfach geäußerte Vermutung ist nicht umsetzbar, ohne geometrische Abweichungen und Verzerrungen zu bewirken.

Im Weiteren ist auch aus handwerklicher Sicht des Steinmetzen die Verwendung von gebogenen Kreisschablonen – unabhängig von vorbeschriebener geometrischer Fehlerhaftigkeit – nicht ausführbar, da an allen Rippenkreuzungen das Auflegen von Schablonen auf die Oberfläche von Krümmingen durch quer verlaufende, kreuzende Rippenzüge unterbrochen wird und man die Schablonen nicht von Kreuzungspunkt zu

Kreuzungspunkt auflegen kann. Der Denkansatz mittels abgeschnittener Schablonen¹² scheitert an der dann offenen Frage: Wo genau liegt denn der Beginn und das Ende des Bogenstücks, welches zwischen den abgeschnittenen Enden liegen soll?

10 Bauer/Lauterbach, Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau und Rathaus Löwenberg, 2011, Kapitel 3 Werkplanung – Geometrische Herleitung der Schlingrippe, hier 3.4., sich fortlaufend ändernde Krümmung der Rippen und 3.5., Rippenprofil und Rippenkörper, S. 3.5.2. „...Drei-Punkt-These...“ (download auf www.schlingrippe.de; ISBN: 978-3-00-038231-4).

11 Das Bild ist entnommen aus Müller/Quien, Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik, 2005, Bild 62, S. 29, und die Farbeintragungen zur Markierung der Fugen sind nachträglich von den Autoren vorgenommen worden.

12 Müller in: Wiener Jahrbuch für Kunstgeschichte, 1974, Gewölbemuster des Jacob Facht von Andernach, S. 66: „...und Sie dann soweit abzuschneiden, dass Sie sich zwischen die unterstützten Schlusssteine in den Rippenkreuzungen einpassen ließen...“, sowie ders., Steinmetzgeometrie zwischen Spätgotik und Barock, 2002, Kapitel 8, S. 108: „Schlingrippe und gewundener Gurt“: „...nach innen, also zu Mitte der Kreuzung hin, war die Schablone um ein Stück, das man dem Grundriß entnehmen konnte, gegenüber der Bogenaustragung durch eine senkrechte Linie zu verkürzen...“

Das einzige mögliche Verfahren – soweit nicht nach Orthogonalprojektion¹³ – mit der Konstruktionsweise des 15. und 16. Jahrhunderts in der Abwicklung gewundene Bögen zu reißen, folgt der 1516 von *Lorenz Lechler* beschriebenen Vorgehensweise mittels kleinteiligem Höhenauftrag einzelner Höhenkoten auf den Krümmung. Vergleichbar mit einem Uhrenziffernblatt, wo die Zifferteilung von 1 Uhr, 2 Uhr, 3 Uhr ... immer an der proportional identischen Stelle ist, egal wie groß das Ziffernblatt ist (Radiusgröße), werden in *Lechlers* Be-

schreibung auf das kleinere „Ziffernblatt“ des Innenbogens (Innenseite des Krümmings) die „Stunden“ – als gleichmäßige Teilungen des Radius – vom in Rippenkörpermitte befindlichem Bogen (Mittelachse des Krümmings) abgegriffen und mit Ihrer jeweiligen Höhenkote übertragen, dh die Grundrissabstände zwischen den Radienteilungen werden beim Übertrag von Krümmungsmittelachse auf Krümmungsinnenseite kleiner, aber die jeweils zugehörigen Höhenkoten der einzelnen Punkte bleiben gleich hoch.

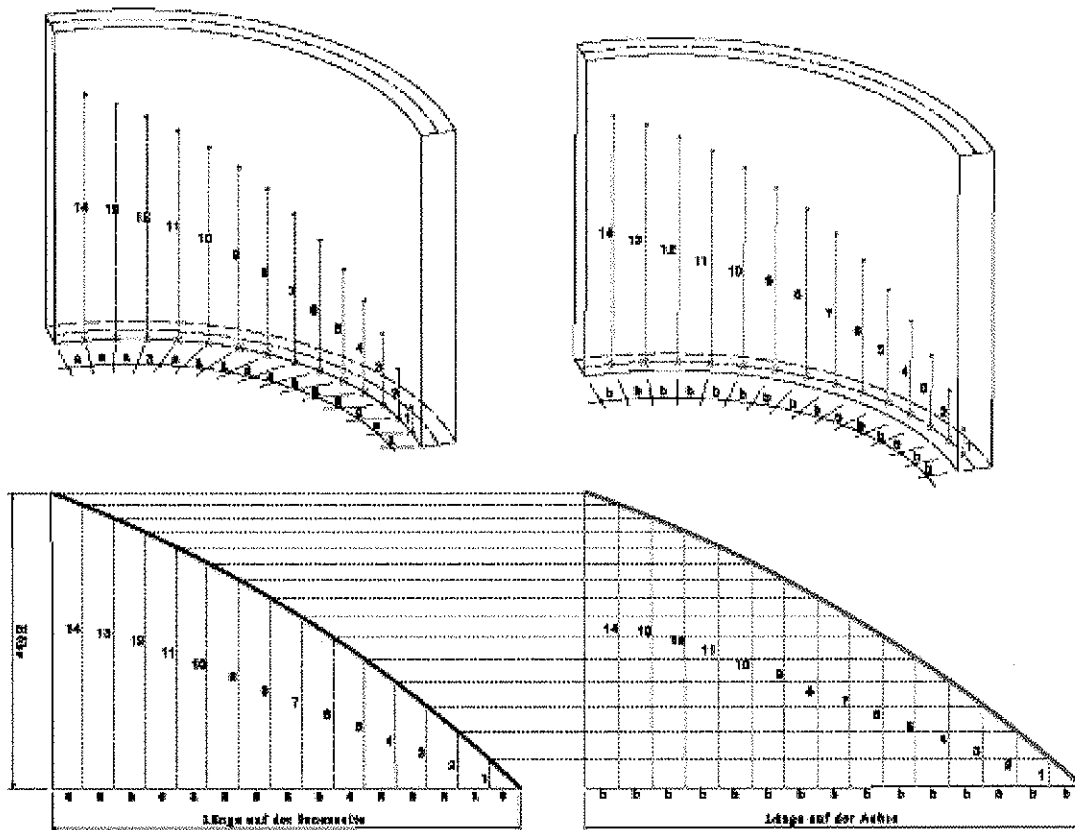


Bild 13: Verfahren zum Übertrag des im Krümmung/Rippenmitte befindlichen bogenförmigen Verlaufes der Bogenaustragung (oben rechts – [grüne] Punkte) mittels lotgerechtem Punktierens der Bogenaustragung ([grüner] Bogen – unten rechts) und dem Übertrag über horizontale Projektion auf abgewickelter Innenfläche des Krümmings mit identischer Anzahl an Lotlinien zur Teilung des Krümmings (unten rechts auf unten links) und danach freihändige Verbindung Schnittpunkte Lotlinien und horizontaler Projektion zur Bogenaustragung auf Innenradius (unten links – [roter] Bogen). Abschließend Übertrag auf Innenfläche des Krümmings (oben links). Seit dem 18. Jahrhundert wird das Verfahren als „Vergatterung“ in der Steinmetzsprache benannt (Abb.: *Bauer/Lauterbach*).

Im *Bild 13* ist im Schema des Krümmings (rechts oben) der Verlauf der Bogenaustragung ([grüne] Punkte) im Steinkrümmung mittels 14 Höhenpunkten virtuell dargestellt und somit erkennbar, dass der Bogen nicht direkt gerissen werden kann, da er in Steinmitte liegt.

Daher wird die zuvor nach dem Architektenentwurf gerissene Bogenaustragung auf dem Reißboden (Schnürrboden) in abgewickelter Form ([grüner] Bogen, im Bild rechts unten) auf der Zwerchlinie/Basislinie des Bogens in beliebig viel gleichbreite kleine Abschnitte (b) geteilt und die Teilungen (b) mittels Lot/Höhenachse auf den Bogen übertragen.

¹³ *Bauer/Lauterbach* haben seit 2011 die Orthogonalprojektion – wie Sie für die Grundrissfigur beim Reißen der Fugen in den überlieferten Werkrissen erkennbar ist – auch für die Bogenaustragung favorisiert, wenngleich sie beide Varianten – Orthogonalprojektion und Abwicklung über Abloten/Punktieren – als machbar am praktischen Beispiel von Modellrippen und geometrischen Experimenten nachgewiesen haben (vgl. *Bauer/Lauterbach*, *Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau/Bloeslawiec, Rathaus Löwenberg/Lwówek Slaski*, Berlin 2011, S. 90-109 und 176-201 (Download unter www.schlingrippe.de; ISBN: 978-3-00-038231-4)). In den Forschungen von *Bauer/Lauterbach* mit Prof. *Nußbaum* auf der Prager Burg seit 2013 waren an den Befunden eher durchgängig Abwicklungen als Basis der Bogenaustragung festzustellen; an dem in 2014 begonnen Teilprojekt auf der Budapester Burg hingegen treten an den Befunden nachweisbar beide Varianten auf.

Danach wird ein kürzeres „führbrett“¹⁴ gefertigt (im Bild links unten), welches in der Länge dem kürzeren Innenbogenmaß des Krümmllings entspricht. Dieses kürzere Brett wird dann in die identische Anzahl kleiner Abschnitte (a) geteilt, wie es der Anzahl der kleinen Abschnitte (b) im Brett des in Steinmitte verlaufenden Bogens entspricht. Folglich sind die Einzelabschnitte am Innenbogen (a) auch jeweils kürzer als die Einzelabschnitte der Bogenaustragung in Steinmitte (b). Auf diesen Einzelabschnitten des kürzeren Führbretts (Bild links unten) werden jeweils Lotlinien gerissen bis in vermutete Höhe des erwarteten Bogens.

Danach werden die Höhenkoten der Bogenaustragung ([grün] – Bild unten rechts) abgegriffen und auf die Lotlinien des kürzeren Führbretts – jeweils gleich nummerierte Höhenachsen zueinander – übertragen und anschließend freihändig in Bogenform miteinander verbunden. Das bedeutet, der rechte (grüne) Bogen der Bogenaustragung ist ein geometrisch mittels Zirkel gerissener Bogen, hingegen der linke (rote) Bogen für die Innenseite des Krümmllings ist ein zwischen punktierten Höhenkoten freihändig zusammengesetzt gezeichneter/gerissener Bogen.

So hat der Steinmetz jetzt auf seinem Arbeitsplatz den Riss auf einem Brett/Biege, den er für die zu reißenden Höhenkoten der kleinen Abschnitte auf der Innenseite des Krümmllings benötigt.

Abschließend wird auf der Innenseite des Krümmllings (im Bild links oben) die gleiche Anzahl an kleinen Abschnitten mittels Teilung gerissen und Höhenachsen abgelotet, um dann auf diesen die Höhenkoten des Brettes vom Arbeitsplatz (im Bild links unten) zu übertragen um die gerissenen Höhenpunkte auf dem Krümmlling freihändig miteinander zu verbinden; s. dazu *Bilder 15* und *16* von der Umsetzung des zuvor beschriebenen Verfahrens durch die Autoren bei den Modellrippen für die Erasmuskapelle im Berliner Schloß 2011.

Alternativ zur freihändigen Verbindung hat sich bei den praktischen Versuchen der Modellrippen für die Erasmuskapelle Berlin auch die Verwendung von Weidenstäben – wenn ein Steinmetz die Weide über die Punkte biegt und ein zweiter den Riss fertigt – bewährt, die eine erstaunlich exakte degressive Kurve ergibt.

Bereits *Albrecht Dürer* beschreibt in seinen „Unterweisungen der Messung“ 1525 das hier beschriebene Verfahren zur Änderung der Bogenlänge und dem diesbezüglichen Reißens aus Sicht der mathematisch-geometrischen Herleitung unter Bezug zur Arbeit des Steinmetzen genauso. In der Steinmetzlehre heißt dieses Verfahren seit dem 19. Jahrhundert „Vergatterung“.

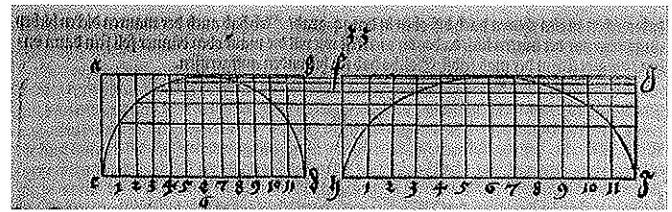


Bild 14: „Vergatterung“ als Verfahren zur Verkürzung/Verlängerung von Bogenlinien für den Gewölbebau, gedruckt und beschrieben von *Albrecht Dürer* in seinen Unterweisungen zur Messung, 1525/1538 (Abb.: Militärgeschichtliches Museum Dresden)

Albrecht Dürer, 1525/1538 : „...Von nütten ist den Steinmetzen zu wissen, wie Sie eyn halben zirkelriß oder **bogenlini in die leng sollen ziehen**, das sie der ersten in der höch unnd sunst in allen dingen gemeß bleyben, **von der gewelb wegen die sie schliessen**, diß wöll wir also machen...“.

In den „Unterweisungen“ von *Lorenz Lechler* beschreibt dieser 1516 für seinen Sohn im Traktat vorgenanntes Verfahren ebenso sinngemäß in einzelnen Schritten.

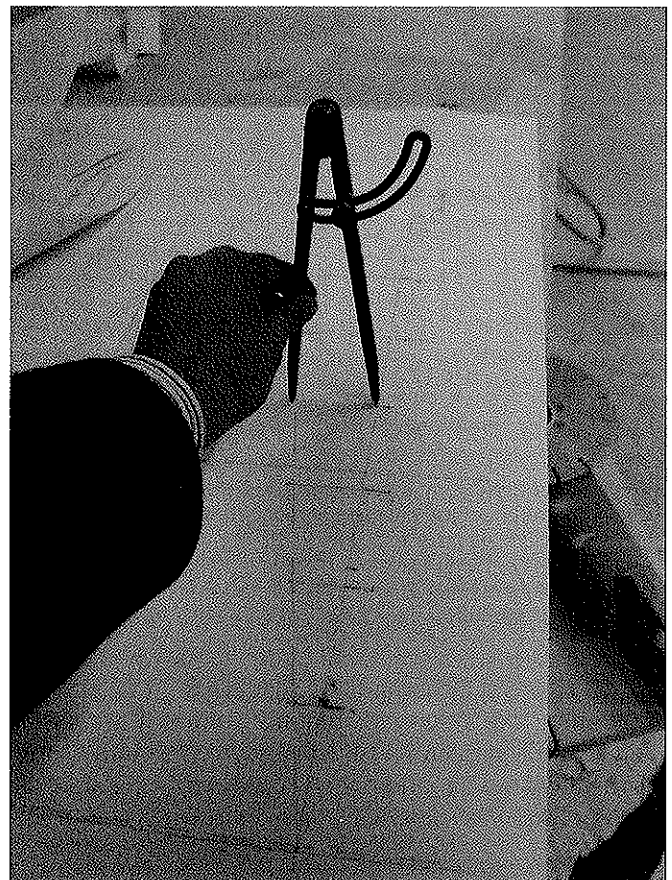


Bild 15 (Abb.: Bauer/Lauterbach)

14 *Lechler* bezeichnet das gekürzte führbrett als „...sonderlich führbrett...“, wobei mit Führbrett eine Biege aus Holz, wie Sie jeder Zimmermann noch heute kennt, gemeint ist.

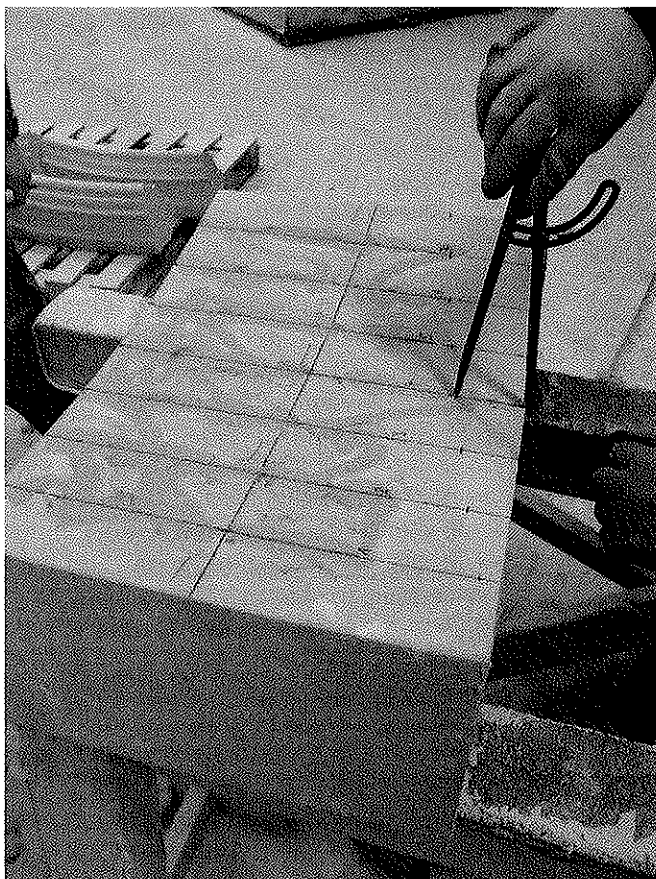


Bild 16 (Abb.: Bauer/Lauterbach). Bild 15 und 16: Kleinteiliger Höhen-Punkt-Auftrag Bogenaustragung auf Krümmung einer Modellrippe Erasmuskapelle Schloss Berlin (Abgriff Planriß ist Bogenaustragung in Rippenmitte – Auftrag auf Rippeninnenkrümmung ist Bogenaustragung aus Rippenmitte mit identischen Höhenpunkten im Lot)

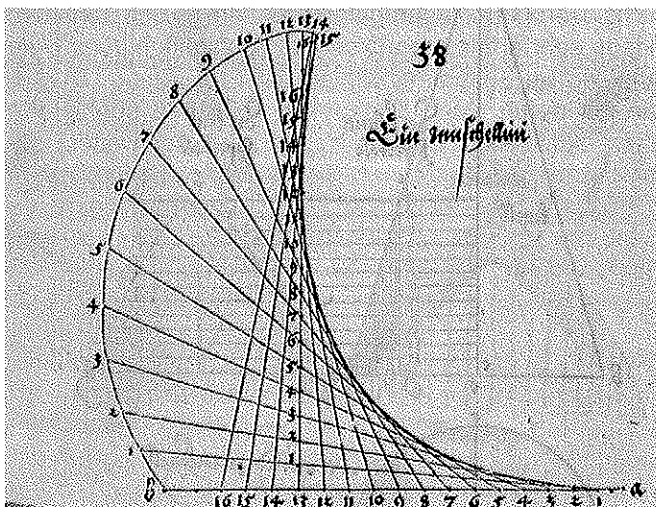


Bild 17: Muschellinie A. Dürer mit Herleitung über Punkte und freihändiger Verbindung zur Parabollinie (Abb.: Militärhistorisches Museum Dresden)

Die freihändige Verbindung von einzeln gerissenen Höhenpunkten zeigt auch Albrecht Dürer in seiner „Unterweisung der Messung“ im Bild 38 (Ausgabe 1538, in der Erstausgabe hatte die Muschellinie die

Bildnummer 24¹⁵), wo die Muschellinie über einzelne Höhenpunkte gerissen wurde, welche dann augenscheinlich freihändig miteinander verbunden wurden, um die parabolische Kurve zu reißen.¹⁶ Aus heutiger Sicht ist dies sicher nicht auf die „dritte Kommastelle“ mathematisch exakt, aber so hat man zur Zeit Lechlers und Dürers räumlich gekrümmte Kurven hergeleitet und gerissen. Das bedeutet, verwundene Kurven wurden über die zweidimensionale Herleitung einzelner Höhenpunkte definiert und die Höhenpunkte danach freihändig verbunden. Das Prinzip, eine einzelne Rippe gewundener Reihungen in der Bogenaustragung zu reißen, entspricht dabei genau dem gleichen Prinzip wie das der Bogenaustragungen im Gesamten und der dabei vorzunehmenden Reißung von einzelnen, definierten Höhenpunkten entspricht. Das bedeutet, das Denken in der Herleitung wird von einzelnen Höhenpunkten bestimmt.

IV. Datentransfer im 15. und 16. Jahrhundert – Versuch einer Verifizierung der geometrischen Herleitung spätgotischer Gewölbeentwürfe

Die mit spannendste und in der Forschung bisher zu wenig untersuchte Frage ist, wie haben es die Werkmeister der spätgotischen Rippenfigurationen praktiziert, ihren Entwurf den ausführenden Steinmetzen und Steinversetzern zu übermitteln?

Dass zunächst nur eine Reißung/Visierung des Entwurfes für die Ausführung erforderlich war, beschreiben uns die Quellen zum Schaffen Benedikt Rieds Anfang des 16. Jahrhunderts. In einer Memorabilia der Stadt Kuttenberg vom 18.9.1529 heißt es:

„...Es soll Meister Benedikt geschrieben werden, dass er für die ihm übergebene Summe die Reißung liefern möge, aus der hervorgeht, wie der Bau vollendet werden soll und dies bevor er sterbe, da seine Gesundheit schwinde...“.¹⁷

Dem folgend war vom Werkmeister lediglich eine Reißung (Riss), nicht aber ein im Detail vermaßter und ausgearbeiteter Plan – wie wir heute sagen würden Ausführungsplan – erforderlich.

Einen sehr eindeutigen Beleg für die simple Datenübertragung zu Zeiten Benedikt Rieds zeigen die vermessenen Befundaufnahmen vom Schlingrippengewölbe des Ratssaales Bunzlau im Vergleich mit der Prager Wladislawfiguration. Der Ratssaal Bunzlau zeigt augen-

15 Dürer, Unterweisung der Messung, Ausgabe 1538 (mit freundlicher Genehmigung des Militärhistorischen Museums Dresden haben wir ein Scan Ihres Exemplars erhalten), Bild 38. Im kommentierten Nachdruck von 1908 der Erstausgabe von 1525 hat die Muschellinie noch die Bildnummer 24.

16 An Hand einer Vergrößerung des Scans von der Muschellinie, Bild 38 Ausgabe 1538 (Dürer, Unterweisung der Messung, Ausgabe 1538), kann man die freihändige Verbindung der einzelnen Punkte der Parabollinie zweifelsfrei nachvollziehen.

17 Fehr, „Benedikt Ried – Ein deutscher Baumeister zwischen Gotik und Renaissance in Böhmen“, 1961, S. 77, Titel 11.

scheinlich die Figuration des Wladislawsaales, gestützt durch bisherige Beobachtungen der Forschung, dass hier der Riedschüler *Wenzel Roßkopf* die Prager Schlingrippenfiguration von seinem Lehrer nachgeformt hat.

Aber was ist neben der Figuration als optische Wahrnehmung wirklich identisch? Abweichend sind das Rippenprofil, die Bogenausragung, die Jochmaße im Grundriss sowie – und das weist unsere Vermessung nach – auch die Figuration im Detail. Ein Ineinanderzoomen der beiden unsererseits vermessenen Rippenwerke zeigt, das Bunzlau auch im Grundriss etwas abweichende Bögen aufweist. Dem folgend kann zur Übertragung der Prager Wladislawfiguration nach Bunzlau nur eine Reißung zu Grunde gelegen haben, die die Prager Figuration nur schematisch zeigt, aber eben kein im Detail vermaßter und ausgearbeiteter Plan, wie wir es aus heutigem Verständnis von einem Ausführungsplan erwarten. Der Parlier in Bunzlau hat dann wohl aus der Reißung vom Wladislawsaal auf dem Schnürboden die für Bunzlau angepasste Figuration gerissen und fertigen beziehungsweise versetzen lassen. Dass dabei zum Beispiel die Details der sich im Wladislawsaal anlegenden Rippe in Bunzlau nicht verstanden wurde und die Rippenbögen aus der Reißung verwechselt wurden, bestärkt diese Annahme.¹⁸

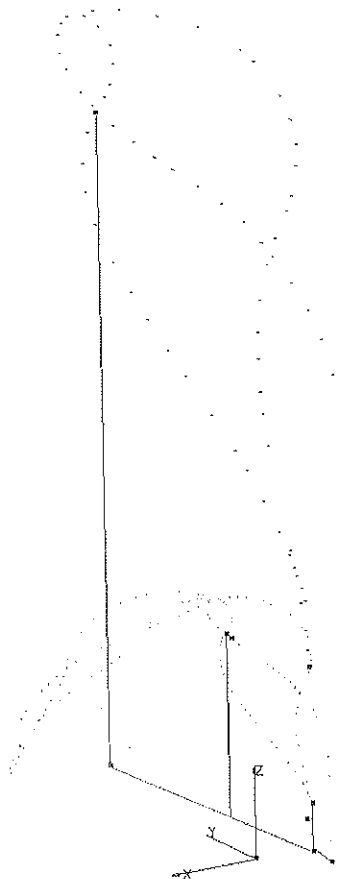


Bild 18 (Abb.: Bauer/Lauterbach)

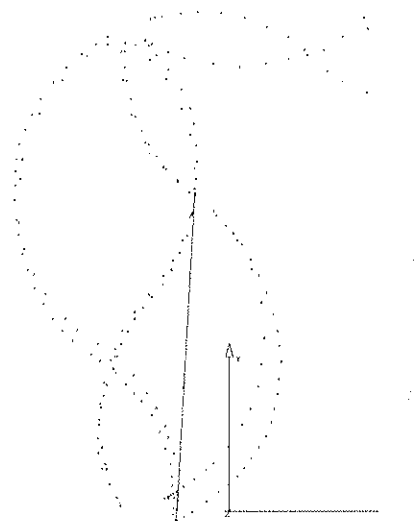


Bild 19 (Abb.: Bauer/Lauterbach). Bilder 18 und 19: Befundaufnahme mit 3D-Vermessung Rippenwerk Wladislawsaal Nußbaum/Bauer/Lauterbach, 2013 (blaue Messpunkte Vermessung Prag Wladislawsaal sowie rot die Bunzlaufiuration – links in Originalgröße und rechts 1:1 ineinander gezoomt; farbig abrufbar unter beck-online) (Abb.: Bauer/Lauterbach)

V. Umsetzung der Forschungsergebnisse bei der Dresdner Schlingrippenrekonstruktion

Die Dresdner Rekonstruktion eines Schlingrippenwerkes beim Gewölbe der Schlosskapelle Dresden ist einzig möglich gewesen durch die hervorragenden Grundlagenforschungen von Prof. *Stefan Bürger* (heute Uni Würzburg, zur Zeit Rekonstruktion Schlosskapelle an der TU Dresden) und Prof. *Heinrich Magirius*. Basierend auf diesen Grundlagen gelang es dem in der Denkmalpflege sehr erfahrenen Dresdner Architekten *Jens Uwe Anwand* im Zusammenwirken mit Prof. *Stefan Bürger* die nur durch einen Kupferstich von 1676 überlieferte Perspektivansicht des Gewölbes mit einer weitest gehenden Annäherung eine Reproduktion der Schlingrippenfiguration zu erarbeiten. Zum Rippenprofil gab es Dank der archäologischen Ausgrabung von mehreren Rippenfragmenten eine exakte historische Vorlage zum Regelprofil.

Ab der Schnittstelle der Rippenfiguration mit der räumlichen Vorgabe der *unteren Rippenmittellinie* durch den Architekten und Prof. *Bürger* sowie dem Regelrippenprofil begann die steintechnische Werkplanung mit der Modellierung durch die Autoren (3D-Planung in CATIA) der sich fortlaufend ändernden Rippenkörper. Bereits mit der Erarbeitung des Angebots des ausführenden Unternehmens *Dreßler Bau GmbH* aus Dresden nah-

¹⁸ Bauer/Lauterbach „Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau/Bloeslawiec, Rathaus Löwenberg/Lowek Slaski“, Berlin 2011; Download unter www.schlingrippe.de, S. 39-46; ISBN: 978-3-00-038231-4).

men die Autoren im November 2009 eine erste Rippenkörperplanung/-modellierung vor, um diese Leistungen überhaupt kalkulieren zu können. Aus diesen, dem Angebot teilweise beigereichten, ersten Rippenplänen ging bereits hervor, dass die Schlingrippenkörper nicht untereinander austauschbar sind, sondern durch ihre sich fortlaufend ändernde Krümmung des Rippenkörpers jeweils individuell geplant und gefertigt werden mussten. Die bis dahin veröffentlichte Meinung der Forschung, wonach Schlingrippenkörper gleicher Figuren, aber unterschiedlichen Höhenlagen, untereinander austauschbar seien, schien nicht zutreffend zu sein. Im weiteren Verlauf des Projektes konnte diese sich fortlaufend ändernde Krümmung der Schlingrippenkörper auch mit geometrischen Experimenten durch die Autoren am 3D-Modell nachgewiesen werden und wurde im Juli 2010 an den Bauherren sowie Architekten und Prof. Bürger übergeben, sowie letztendlich 2011 veröffentlicht.¹⁹ Diese Erkenntnisse zu den Schlingrippenkörpern ist sicher eine der wegweisenden Ergebnisse der Forschung des Handwerks/Autoren zur Frage von Steinchnitt und den Rissen bei Steinmetzarbeiten und setzte sich gegen die noch im Juli 2010 vom Architekten vorgelegte explizite Planung, wo einzelne Rippenzüge farblich markiert angeblich untereinander austauschbar beziehungsweise identisch sein sollten – letztendlich durch.

Nachfolgend möchten wir mit den Bildern der Bauabfolge die Rekonstruktion des Rippenwerkes technologisch visualisieren.

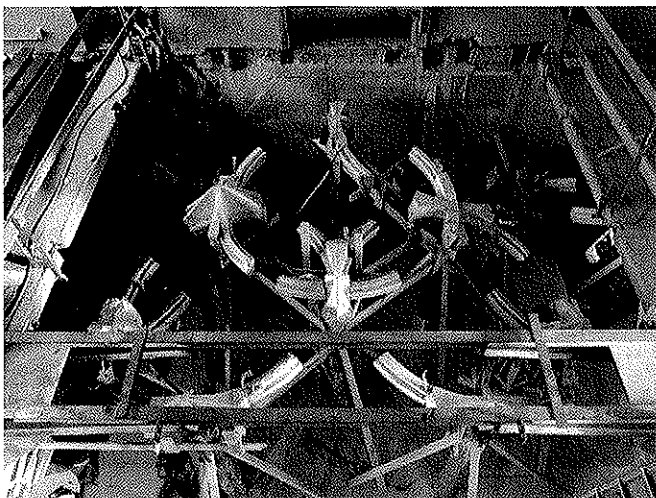


Bild 20: Setzen von Rippenknoten auf unbesäumten Baumstämmen – hier am Probejoch – wobei Rippenausläufer-Knoten die geometrischen Vorgaben der zwischen den Knoten zu versetzenden Rippenwerkstücke definieren (Abb.: R. Böhme).

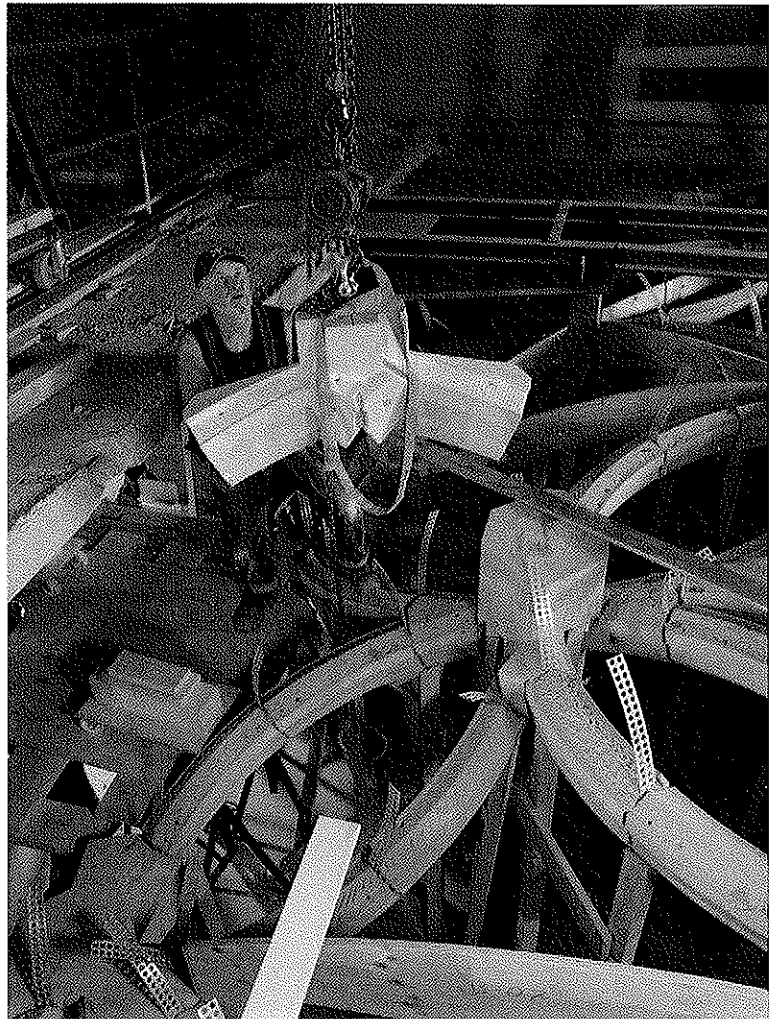


Bild 21: Versatz Rippenknoten über Portalkran (Steingewicht 200-350 kg) (Abb.: R. Böhme)

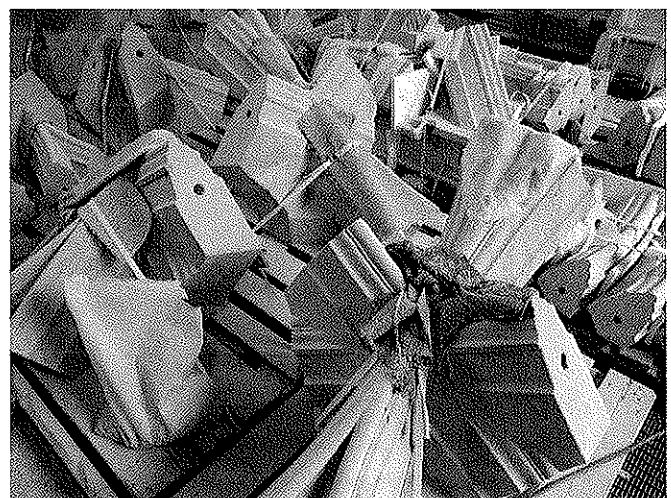


Bild 22: Steinmetzseitig vorgefertigte Rippenknoten (Abb.: R. Böhme)

¹⁹ Bauer/Lauterbach, „Die Schlingrippen der Gewölbe Erasmuskapelle Berlin, Rotbergkapelle Basler Münster, Landhauskapelle Wien, Eleemosynariuskapelle Banska Bystrica, Ratssaal Bunzlau/Bloeslawiec, Rathaus Löwenberg/Lwówek Śląski“, Berlin 2011; download unter www.schlingrippe.de; ISBN:978-3-00-038231-4.



Bild 23: Versatz von Rippenwerkstücken zwischen den Knoten (Abb.: R. Böhme)



Bild 24: Freies Wölben über dem Rippenwerk als Geometrievorgabe (Abb.: R. Böhme)

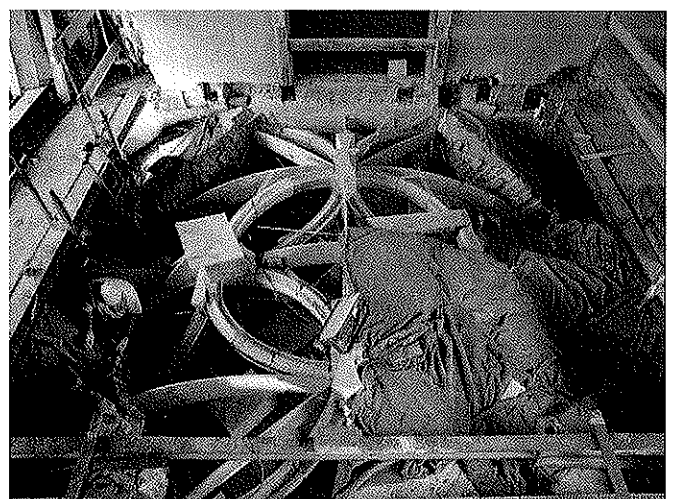


Bild 25: Feuchthalten von Mauerwerkssegel mit Jutebahnen (Abb.: R. Böhme)

In einem weiteren Teil dieses Aufsatzes²⁰ werden wir die Technologie der Lehrgerüste, die Bauzustände und Verformungen der freien Wölbung dieser Schlingrippen-Gewölberekonstruktion aus unserer sachverständigen Sicht zu diesem in der Fachliteratur kaum behandeltem Fachthema detailliert erörtern.

²⁰ Voraussichtlich Mai 2016.