Zeitschrift: Quellen und Forschungen zur Bündner Geschichte
Herausgeber: Staatsarchiv Graubünden
Band: 40 (2023)

Artikel: Gewölbebau der Spätgotik in Graubünden 1450-1525
Autor: Maissen, Manuel
Kapitel: 1: Zur Architektur der Spätgotik
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1043629

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

1. Zur Architektur der Spätgotik

1.1. Grundlagen gotischer Gewölbebaukunst

1.1.1. Gotische Konstruktionen im Wandel

Die gotische Architektur ist immer auch eine Architektur des Gewölbes, wobei sich im Übergang zur Spätgotik aus einem rational durchdachten System ein freier Umgang mit den Gewölbeformen und ihren Rippenfigurationen entwickelte. Die Geschichte des Gewölbebaus begann jedoch nicht erst mit dem Bau der ersten gotischen Kathedralen in Frankreich, sondern reicht bis in die Kupfersteinzeit zurück. Er wurde in der Antike zu einem prägenden Element und behielt danach seinen Stellenwert in der Repräsentations- und Monumentalarchitektur. Aus einfachen Tonnengewölben entwickelten sich dabei die ersten Kreuzgewölbe, die eine deutlich bessere Belichtung des Raumes ermöglichten. In der Romanik wurde die grundlegende Form der Kreuzgewölbe, ihre Scheitelhöhen und Kappenflächen weiterentwickelt und mit Stelzungen oder geometrischen Abwandlungen der Kreuzgrate experimentiert, um eine höhere Flexibilität zu erreichen und so auch nicht quadratische Jochformate einzuwölben. Die Erweiterung des Formenkanons um den Spitzbogen in der Spätromanik war dann eine der wichtigsten Reformen in der hochmittelalterlichen Architektur[1] und sollte für die frühe Gotik zum zentralen Element und Herzstück des ersten grossen Gegenentwurfs in der Architektur seit der Antike werden.

«Der wichtigste Unterschied des römischen von dem gotischen Gewölbe liegt in dem Verhältnis der dasselbe bildenden Flächen, zu den begrenzenden Linien.»[2] Mit diesem Satz begann Georg Gottlob Ungewitter seine Ausführungen zur Konstruktion gotischer Gewölbe und meinte mit den begrenzenden Linien die Gewölberippen, die für die gotische Architektur zu einem der charakteristischen Bauglieder werden sollten. Die gotische Architektur begann demnach, als sich zum ersten Mal ein Kreuzgratgewölbe mit Diagonalrippen vereinte.[3] Den genauen Zeitpunkt dieses Ereignisses bestimmen zu wollen, würde zu weit führen, denn auch hierbei handelt es sich um eine Entwicklung, die sich über Jahre und Jahrzehnte entfaltete. Die feinen gotischen Rippengewölbe bildeten sich jedoch im späten 11. und frühen 12. Jahrhundert aus den Band- und Wulstrippengewölbe heraus, die zuerst in Norditalien und kurz danach im anglonormannischen Raum auftraten.[4] Die breiten Bandrippen wurden dabei nicht nur aus ästhetischen Gründen gebaut, um die schwierig zu bauenden Grate zu verstecken und gleichzeitig mit sauber zugerichteten Werk- oder Backsteinen zu markieren, sondern hatten auch konstruktive Vorteile, denn zum Mauern der Gewölbekappen mussten die Kreuzgrate zwangsläufig durch eigene Lehrbögen unterstützt werden, weshalb die Bandrippen den Bau der Gewölbekappen also zusätzlich unterstützten.[5] Die Band- und Wulstrippengewölbe blieben jedoch eine Übergangserscheinung im frühen 12. Jahrhundert und wurden innerhalb weniger Jahrzehnte von den ersten gotischen Kreuzrippengewölben abgelöst.

Der Ursprung der gotischen Rippengewölbe wird allgemein in die Region Île-de-France um Paris verortet, die im frühen 12. Jahrhundert unter der Herrschaft der Kapetinger und vor allem König Ludwig VI. (genannt Ludwig der Dicke; 1081–1137) einen immensen sozialen und wirtschaftlichen Aufschwung erlebte. Durch die Nähe zum kapetingischen Königshaus profitierte die Abtei von Saint-Denis und ihr Abt Suger (1080–1151) davon massgeblich, da die Abtei sowohl die Kroninsignien aufbewahrte als auch dem Königshaus als Grabstätte diente.[6] Unter Abt Suger begann 1137 der Neubau der Abteikirche mit dem Bau der Westfassade. Bereits 1140 wurde mit dem Bau des Umgangschors mit Kapellenkranz begonnen, der aufgrund der erstmaligen Anwendung von spitzbogigen Kreuzrippengewölben den gotischen Stil wie kein anderes Bauwerk prägen sollte.[7]

Die wesentlichste Leistung beim Neubau der Kathedrale von Saint-Denis ist aus heutiger Sicht nicht nur die erstmalige Konstruktion eines go-

1 Ungewitter / Mohrmann (1890), S. 15.
2 Ebd., S. 18.
3 Frankl (1962), S. 2.
4 Für eine ausführliche Einführung und Übersicht zu den frühen Band- und Wulstrippengewölben siehe Nussbaum / Lepsky (1999), S. 24–43.
5 Holzer (2013), S. 160.
6 Nussbaum / Lepsky (1999), S. 44–45.
7 Binding / Speer (1995), S. 192 sowie S. 217.

tischen Gewölbes, sondern die wegweisende Verbindung und Kombination verschiedener bereits bekannter Bauelemente und -techniken, wie Kreuzrippen, Spitzbogen, Pfeiler, Strebewerke und Stereotomie (Steinschnitt), zu einem vereinheitlichten und durchrationalisierten Architektursystem, das die europäische Kirchenbaukunst wie kein anderes zu prägen vermochte. Die gotische Baukunst brachte somit als einziger grosser Gegenentwurf zur Antike ein neues System in die Architektur, das alle Bauelemente eines Sakralbaus betraf und vereinte. Mit der Kathedrale von Saint-Denis als Vorbild verbreitete sich das nun ausgebildete frühgotische Kreuzrippengewölbe um die Mitte des 12. Jahrhunderts über die Île de France hinaus in die benachbarten Regionen. Auf dem Gebiet der heutigen Schweiz wurden in der Kathedrale St. Peter in Genf (ca. 1160–1260) und in der Kathedrale Notre-Dame in Lausanne (ca. 1170–1230) die ersten gotischen Formen und Gewölbe gebaut – gleichzeitig baute man in Chur noch an der spätromanischen Kathedrale St. Mariä Himmelfahrt (ca. 1150–1235).

Das späte 12. und 13. Jahrhundert war in Frankreich das Zeitalter des Kathedralenbaus und in Städten wie Paris, Bourges, Laon, Sens oder Amiens wurden die gotischen Formen übernommen und verfeinert. Den grössten Einfluss auf die hochgotische Architektur hatte aber wohl die Kathedrale Notre-Dame de Reims (ca. 1210–1311). Alle Bauglieder des Innenraums der Reimser Kathedrale sind direkt auf das Gewölbe ausgerichtet, und im Wandaufbau des Mittelschiffs fand jedes einzelne Element des Gewölbes eine korrespondierende Dienstsäule, die nun konsequent bis zum Boden verlängert und in Bündelpfeilern zusammengefasst wurden. Der Gewölbeschub wurde über ein zweistöckiges Strebewerk nach aussen und über das System aus Diensten und Pfeilern im Innern nach unten geführt, was die Wände dazwischen stark entlastete und zu einer Skelettbauweise führt. Durch die Entlastung der Hochschiffwände konnten diese in Reims praktisch auf der gesamten Höhe von knapp 39 m mit Arkaden, dem Triforium und den Obergadenfenstern durchbrochen werden, was den Wänden einen diaphanen Charakter verleiht. Ab ungefähr der Mitte des 13. Jahrhunderts wurde dieser «*Style rayonnant*» zu einer Art Architektur des Lichts.

Für die folgenden Ausführungen zu den Entwicklungen der Spätgotik ist ein kurzer Blick nach England unabdingbar, da der englische Stil der Gotik bereits im 12. und 13. Jahrhundert einige Tendenzen des spätgotischen Gewölbebaus vorwegnahm. In England begann man früh mit dem Bau von Scheitelrippengewölben, also spitzbogigen Kreuzgewölben mit einer in Längsrichtung horizontal entlang des Scheitels verlaufenden Rippe, aus denen sich durch Vermehrung der Rippen vom Anfänger zum Scheitel die sogenannten Tierceron-gewölbe und später die beeindruckenden Fächergewölbe entwickelten (Abb. 4). Damit die Kappenfläche weiter unterteilt werden konnte, brauchte es zwei neue Rippentypen: Tierceron- und Lierrippen (vgl. Abb. 3).[8] Die Konstruktion dieser komplexen Gewölbe wurde dabei vereinfacht, indem alle Rippen mit dem gleichen Bogenradius hergestellt und verbaut wurden.[9] Fächergewölbe sind zwar auf dem europäischen Festland eher rar, die Konstruktionsweise mit einheitlichen Bogenradien, Vervielfachung der Rippenzüge und daraus resultierend kleineren Gewölbekappenfeldern, die einfacher einzuwölben waren, wurde hingegen zur Grundlage der spätgotischen Gewölbebaukunst.[10]

1.1.2. Das spätgotische Kirchenbauschema

Die Spätgotik war ausserhalb von England nicht länger die Zeit der monumentalen Kathedralen, sondern an ihre Stelle traten die Stadtpfarrkirchen oder noch häufiger die ländlichen Pfarr- und Filialkirchen, deren Baukosten nun auch von den Städten oder von den Kirchgemeinden getragen werden konnten. Als bevorzugte Bautypen setzten sich dabei die Hallen-, Wandpfeiler- und Saalkirchen durch. Wo aber zuvor kleinere Sakralbauten üblicherweise mit hölzernen Flach- oder Balkendecken abgeschlossen wurden, setzten die Stifter und Baumeister nun auch bei dieser Bauaufgabe immer öfter auf eine steinerne Einwölbung.

Die Spätgotik begann in Mitteleuropa zögerlich um die Mitte des 14. Jahrhunderts, erlebte im 15. Jahrhundert ihre Blüte und bestimmte in manchen Regionen den Sakralbau sogar bis lange nach der Reformation. Während in Frankreich und England der Hundertjährige Krieg (1337–1475)

---

8 Die Termini Tierceron und Lierne gehen auf Philibert de l'Orme zurück, der die Begriffe in seinem 1567 erschienenen Traktat «Le premier tome de l'Architecture» verwendet. Vgl. De l'Orme (1567), Fol. 107r–108v.

9 Willis (1842), S. 43.

10 Für eine weiterführende Einführung zu gotischen Gewölben empfiehlt sich Frankl (1962), Kimpel / Suckale (1985), Nussbaum / Lepsky (1999) oder zusammengefasst in Maissen (2020a), S. 21–28.

Abb. 4: Ein Blick in das um 1512–1515 entstandene Fächergewölbe in der King's College Chapel in Cambridge, England.

eine wirklich tiefgreifende Weiterentwicklung des jeweiligen hochgotischen Baustils verhinderte – obwohl gerade in England bereits im 13. Jahrhundert die Grundlagen der für die spätgotische Architektur charakteristischen figurierten Gewölbekonstruktionen gelegt wurden –, entstanden im mitteleuropäischen Raum neue Zentren der gotischen Baukunst. Allen voran sind dabei die Gebiete des Deutschordensstaates und Prag zu nennen, später folgten dann verschiedene Regionen im süddeutschen, mittelrheinischen und österreichischen Raum, wie Landshut oder Salzburg. Karl Heinz Clasen schrieb dazu: «Es kann als höchst erstaunlich angesehen werden, dass der erste bodenfassende und entfaltungsfähige Vorstoss der englischen Wölbweise gleich in das äusserste östliche Grenzgebiet der Gotik vordrang. Aber die weite räumliche Entfernung des Deutschordensstaates Preussen von dem Quellgebiet der frühen Ziergewölbe wurde durch eine gut ausgebaute Seeverbindung überbrückt, und die See bedeutet meist einen schnelleren und besseren Vermittler wirtschaftlicher und kultureller Strömungen als der Landweg.»[11] Der genaue Transferweg des bautechnischen Wissens von England in den Ostseeraum kann heute nicht mehr nachvollzogen werden; die Eroberungen des Deutschen Ordens im nördlichen Osteuropa im späten 13. Jahrhundert und die darauffolgenden Bautätigkeiten haben aber sehr wahrscheinlich zum Aufkommen und Verbreitung der gotischen Bauformen beigetragen. Als gesichert gelten ebenfalls die Handelsbeziehungen zwischen Preussen und England sowie eine englische Kolonie in Danzig ab 1337.[12] Eine weitere wichtige Rolle in diesem Zusammenhang spielte das Material Backstein, das die spätgotische Architektur vor allem in den Ostseeregionen massgeblich beeinflusste. Die Verbreitung und stetige Verfügbarkeit von Backsteinen war nicht

11 Clasen (1958), S. 31–32.
12 Nussbaum / Lepsky (1999), S. 218.

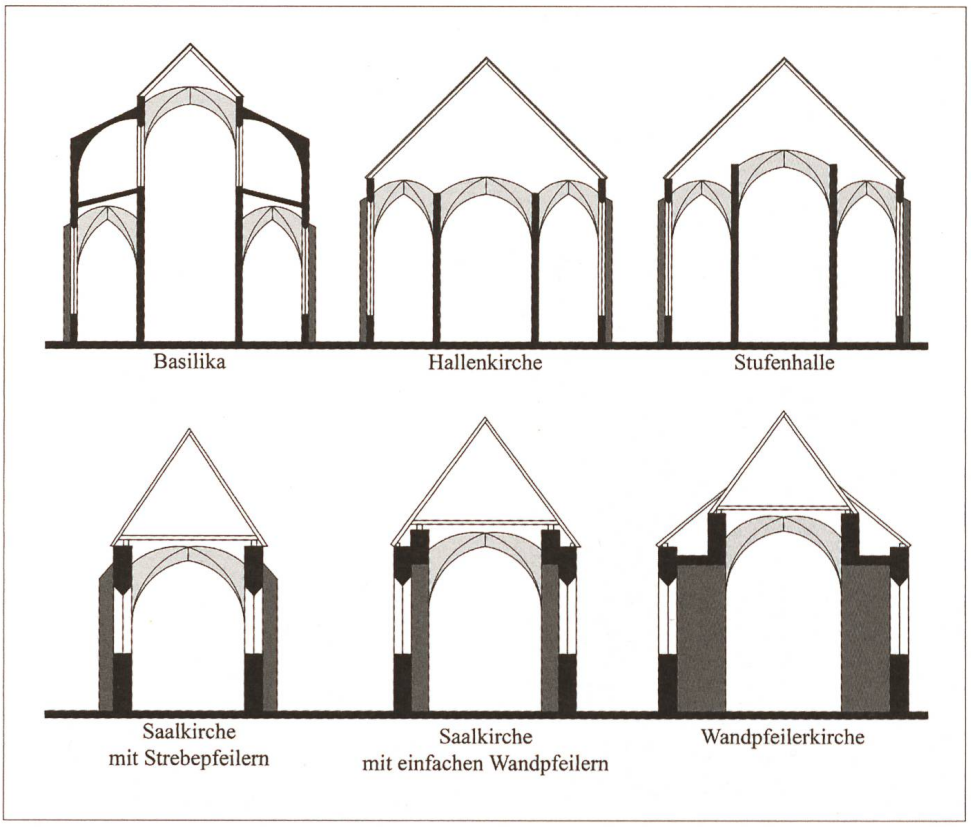

Abb. 5: Kirchenbauschema der Spätgotik: Oben städtische, unten ländliche Bauformen; in Dunkelgrau jeweils die Strebe- und Wandpfeiler.

zuletzt auch der Hanse geschuldet, deren Koggen oder Liburnen (einmastige Segelschiffe) nur beladen seetüchtig waren und so nach Ablieferung der Waren für den Rückweg aufgelastet werden mussten, wozu unter anderem auch Backsteine verwendet wurden.[13]

In der spätgotischen Architektur des städtischen Mitteleuropas dominierte die Bauform der Hallenkirche, also der mehrschiffige Sakralbau, dessen Seitenschiffe die gleiche Höhe wie das Mittelschiff erreichen (Abb. 5). Neben drei- und fünfschiffigen Hallenkirchen sind vor allem in Österreich auch einige Kirchen mit zwei oder vier gleichgewerteten Schiffen anzutreffen. Eine Unterform der Hallenkirche ist darüber hinaus die Staffel- oder Stufenhalle, bei der das Mittelschiff leicht über die Seitenschiffe ragt. Der Bautypus Hallenkirche ist keine Erfindung der Spätgotik, sondern ebenso alt wie die gewölbte Basilika, wobei die wiederentdeckte Raumform wesentliche Veränderungen in der Ausformulierung des Innenraums mit sich brachte: Durch die neue Gewichtung der Seitenschiffe entfiel die strikte räumliche Abtrennung des Mittelschiffs und die Arkadenbögen wanderten weiter nach oben, so dass sie teilweise bis unter das Gewölbe reichten, weshalb das Mittelschiff fensterlos sowie ohne Triforium oder Empore blieb. Die konsequente Weiterentwicklung davon war der komplette Verzicht auf Scheidarkaden zwischen Mittel- und Seitenschiff, weshalb die Gewölbe im Mittel- und den Seitenschiffen nur noch durch stärker definierte Rippen in Längsrichtung differenziert werden konnten, wobei auch diese Abgrenzung mit der Zeit wegfiel und sich die Gewölbefiguration des Mittelschiffs in den Seitenschiffen fortsetzte. Diese Entwicklungen beschränkten sich keineswegs nur auf das Langhaus, sondern wurden auch auf die Chöre angewendet, was beispielsweise im Chorbau der Franziskanerkirche in Salzburg eindrücklich demonstriert wurde.

In den ländlichen Ortschaften und Dörfern benötigten die kleineren Kirchgemeinden keine grossen und kostspieligen Hallenkirchen, weshalb hier auf die schlichtere Bauform der einschiffigen Saalkirche zurückgegriffen wurde. Durch das Einziehen der äusseren Streben in den Innenraum entstand aus der Saalkirche eine Zwischenform zur Hallenkirche, die sogenannte Wandpfeilerkirche[14] (vgl. Abb. 5). Sowohl die Saal- als auch die Wandpfeilerkirche verfügten jedoch, im Gegensatz zur Hallenkirche, über einen stützenlosen Innenraum. Der

13 Paulsen (2016), S. 98–99 sowie S. 119. Zu Koggen und Liburnen allgemein siehe ebd., S. 122–138.

14 Zur spätgotischen Wandpfeilerkirche in Süddeutschland und Österreich siehe Büchner (1964).

Einzug der äusseren Streben in den Innenraum bewirkte, dass die äusseren Kirchenwände ohne Gliederung blieben oder bloss durch schmale Lisenen rhythmisiert wurden. Die Dimensionierung der Wandpfeiler im Innenraum unterscheidet schlussendlich die einfache Wandpfeilerkirche von der vollausgebildeten: Bei der vollausgebildeten Wandpfeilerkirche wurde die komplette Verstrebung nach Innen verlegt, wodurch seitliche Nischen entstanden, die ebenfalls eingewölbt werden konnten. Frühe Vorstufen der Wandpfeilerkirche können im süddeutschen Raum bereits um 1400 beobachtet werden, zum Beispiel am Chor der Landshuter Martinskirche; die vollausgebildeten Wandpfeilerkirchen entwickeln sich im süddeutschen und österreichischen Raum jedoch erst um die Mitte des 15. Jahrhunderts.[15]

1.1.3. Figurierte Gewölbe der Spätgotik

Wie bereits erwähnt, entstanden die ersten Gewölbe mit «englischem Einfluss» im Ostseeraum. Zentral für diese Entwicklung im späten 13. Jahrhundert waren dabei die Klostergründungen durch den Zisterzienserorden im Deutschordensstaat. Zu den ersten Gründungen des baufreudigen Ordens gehörte das Kloster Pelplin südlich von Danzig. Mit dem Bau wurde wohl bereits kurz nach der Ankunft der Zisterzienser um 1276 begonnen, wobei die ältesten Gewölbe in den Seitenschiffen des Chors (Abb. 6) sogar noch vor 1300 entstanden sein könnten.[16] Der Zisterzienserorden war jedoch nicht nur für den Bau der ersten Gewölbe nach englischem Vorbild auf dem Festland verantwortlich, sondern auch für die Verbreitung des bautechnischen Wissens, das zur Grundlage der spätgotischen Architektur werden sollte.

Ein weiteres wichtiges Zentrum der spätgotischen Gewölbearchitektur war Prag nach der Mitte des 14. Jahrhunderts unter der Herrschaft des 1355 zum römisch-deutschen Kaiser gekrönten Karl IV. (1316–1378). Unter diesem Herrscher sollte Prag zur Residenzstadt ausgebaut werden, wofür auch eine Kathedrale nach französischem Vorbild geplant wurde. Der Bau des Veitsdoms begann 1344 unter dem französischen Baumeister

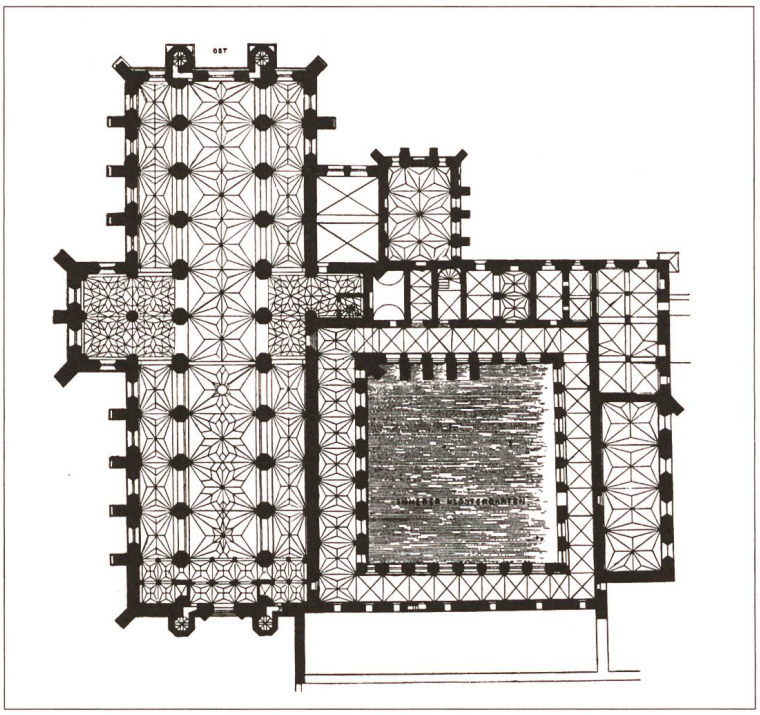

Abb. 6: Grundriss des Zisterzienserklosters von Pelplin.

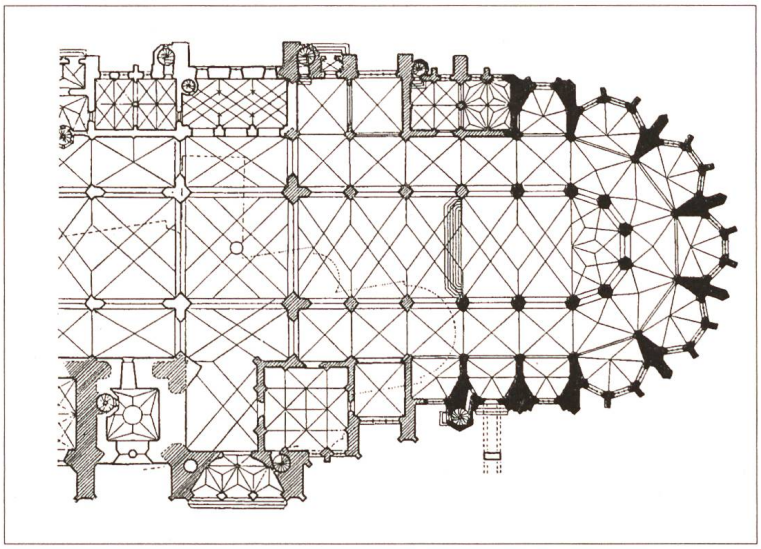

Abb. 7: Chorgrundriss des Veitsdoms in Prag.

Matthias von Arras, der jedoch 1352 starb, wonach die Vollendung des Bauwerks in die Hände des jungen Peter Parler fiel.[17] Unter Parler entstand bis 1385 durch die monumentale Einwölbung des Doms eines der für die spätgotische Kirchen- und Gewölbearchitektur wichtigsten Bauwerke überhaupt (Abb. 7). Die Bedeutung liegt dabei in den von Parler geplanten Gewölbefigura-

15 Büchner (1964), S. 20.

16 Vgl. Clasen (1958), S. 32–33 sowie Nussbaum / Lepsky (1999), S. 218–222. Die Form der nördlichen Seitenschiffgewölbe im Chor sind entwicklungsmässig gut mit den Tiercerongewölben der Kathedrale von Exeter (Baubeginn 1224, Gewölbe um 1275) zu vergleichen.

17 Nussbaum / Lepsky (1999), S. 229. Peter Parler stammte aus Schwäbisch Gmünd und übernahm mit 26 Jahren die Bauleitung im Jahr 1356. Sein Vater Heinrich war als Steinmetz am Bau des Kölner Doms beteiligt und ebenfalls am Bau des Heilig-Kreuz-Münsters zusammen mit Peter Parler und dessen Bruder Johann.

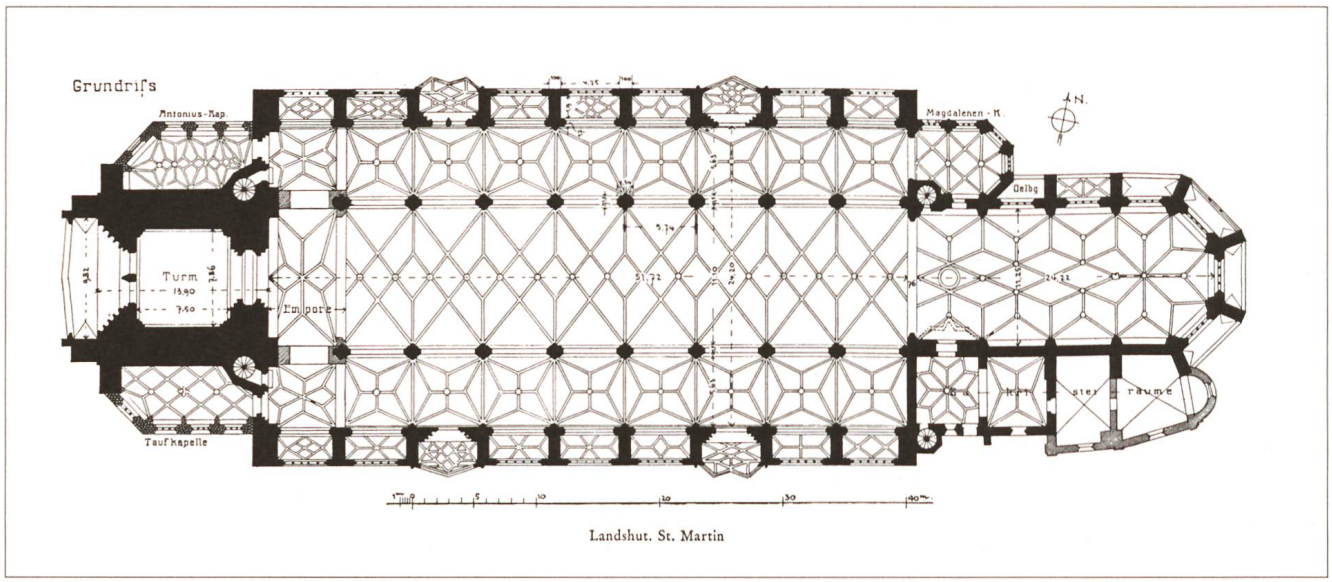

Abb. 8: Grundriss der Stadtpfarrkirche St. Martin und Kastulus in Landshut (1385–1500).

tionen: «Mochte Peter Parler auch bereits gewisse Vorstellungen von einer neuen, spätgotischen Gestaltung aus dem Westen mitbringen, den letzten Anstoss zu seinen umwälzenden Neuerungen in der Wölbweise musste er jedoch von einer ganz anderen Seite her erhalten.»[18] Die Neuerungen sind somit eher auf praktische Gründe und die bei der Übernahme der Bauleitung des Veitsdoms angetroffenen Verhältnisse zurückzuführen, was an den zuerst gebauten zwei Gewölbejochen in der Sakristei im nördlichen Chorbereich nachvollzogen werden kann. Die Grundidee bei der Einwölbung der eng dimensionierten Sakristei war, die Gewölbeanfänger möglichst weit nach oben zu verlegen, da die Raumhöhe durch die darüberliegende Schatzkammer bereits vorgegeben war.[19] Ein weiterer Kunstgriff zur Höhen- und Platzgewinnung gelang Peter Parler durch die Planung und Konstruktion der Rippen über die Transversalrippen, die eine Raute innerhalb des Jochs bilden, und nicht über die Diagonalrippen. So entstanden kürzere Rippenstücke mit kleineren Bogenradien und kleinere Kappeneinheiten, die einfacher zu bauen waren.[20] Dieses Prinzip verfolgte Peter Parler auch bei seinen späteren Gewölbebauten und so wurde daraus ein bewährtes Paradigma für die Konstruktion spätgotischer Gewölbe, das sich rasant in ganz Mitteleuropa verbreitete und bereits wenige Jahre später auch im süddeutschen Raum zur Anwendung kam.

Neben Prag muss daher auch die Stadt Landshut mit ihren Baumeistern genannt werden, deren Einfluss auf die spätgotische Architektur in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz kaum genug betont werden kann. Der Verweis auf die Landshuter Baumeister führt dabei schon zu einem kritischen Problem, denn die ersten drei Baumeister der bedeutenden Stadtpfarrkirche St. Martin und Kastulus hiessen allesamt Hans mit Vornamen, was in der älteren Forschung zu einigen Missverständnissen und falschen Zuschreibungen führte. So wurde der Name «maister Hanns, paumeister czu sand Martein» in einem Eintrag auf einer Landshuter Urkunde von 1389 lange mit Hans Stethaimer identifiziert,[21] obwohl ein bereits 1954 entdeckter Eintrag über eine Spende im Botenbuch der Bruderschaft des Hospizes zu St. Christoph am Arlberg das Rätsel auflöste: «Maister Hanns der Krumenauer, stainmecz zu Lannczshut und Anna sein hausfrau».[22] Die Abfolge der Baumeister an der Landshuter Martinskirche (Abb. 8) begann somit um 1385 mit Hans Krumenauer, der nach seinem Ruf an die Bauhütte des Doms von Passau die Leitung an Hans von Burghausen (Hans Purghauser) übergab. Auf Hans

18 Clasen (1958), S. 61.

19 Schurr (2003), S. 117. Der Einbau eines klassischen Gewölbes hätte zu tiefliegenden Anfängern geführt, wodurch ein unvorteilhaft gedrückter Raumeindruck entstanden wäre.

20 Ebd., S. 61 sowie Nussbaum / Lepsky (1999), S. 229–230.

21 Vgl. bspw. Dambeck (1957), S. 8.

22 Egg / Mayer (1954), S. 94. Die Einträge im Botenbuch sind laut Egg und Mayer nach 1394 und vor 1420 einzuordnen. Der Eintrag zu Hans Krumenauer muss vor 1405 entstanden sein, da er danach als Dombaumeister in Passau nachgewiesen werden kann. Siehe dazu ebenfalls Baldass (1950).

von Burghausen folgten schliesslich zuerst dessen Neffe Hans Stethaimer und danach sein Sohn Stefan Purghauser.[23]

Die Landshuter Martinskirche wurde als Hallenkirche mit streng disponiertem Grundriss geplant, wobei die Mittelschiffjoche die doppelte Breite der Seitenschiffjoche besitzen. Das Gewölbeschema hielt sich unter Krumenauer noch strikt an die Prager Vorbilder, was in der Gewölbefiguration im Mittelschiff deutlich wird, in der die Chorgewölbefiguration im Prager Veitsdom direkt zitiert wurde. Erst unter dem zweiten Baumeister der Martinskirche, Hans von Burghausen, wurden die Prager Formen erweitert und neu kombiniert. Nachverfolgen lässt sich dies auch am zweiten wichtigen Sakralbauwerk in Landshut, der Spitalkirche Heilig-Geist (Abb. 9), die von Hans von Burghausen um 1407 begonnen wurde: Hier wurde von Anfang an aus dem erweiterten Formenkatalog geschöpft und «in dekorativer Vereinigung der Netz- und Sternstruktur bereits reiche Sternnetzmuster»[24] gebaut. Nach einem identischen Schema wurde nur ein Jahr später ebenfalls unter Hans von Burghausen auch der Chor der Franziskanerkirche in Salzburg begonnen und in der Folge entwickelte sich aus der Landshuter Heilig-Geist-Kirche das Vorbild für eine Vielzahl weiterer spätgotischer Hallenkirchen, darunter auch die Heilig-Geist-Kirche in Meran.

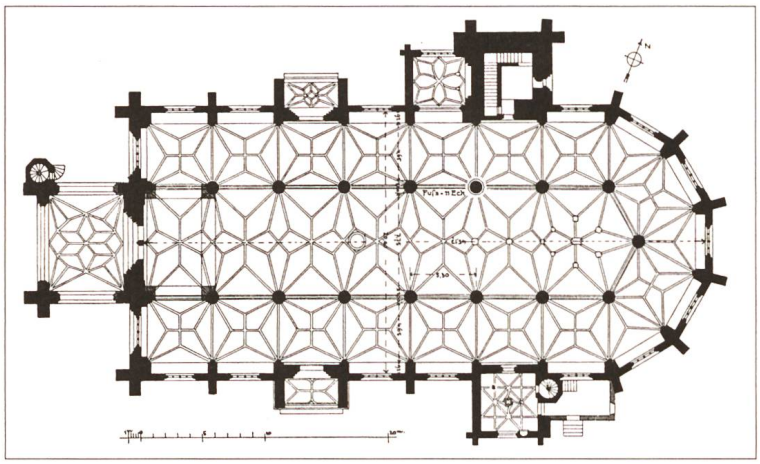

Abb. 9: Grundriss der Spitalkirche Heilig Geist in Landshut.

Neben Prag und Landshut gab es noch weitere wichtige Zentren des spätgotischen Gewölbebaus, beispielsweise um Meissen (bei Dresden) oder um Salzburg, deren Beschreibung den Rahmen dieser Arbeit jedoch sprengen würde.[25] Im Folgenden sollen daher noch die verschiedenen Grundformen der spätgotischen Gewölbefigurationen (Abb. 10) kurz betrachtet werden. Viele der spätgotischen Gewölbefigurationen werden gerne auf das Prinzip des Dreistrahls reduziert, das schon im englischen Gewölbebau eingesetzt und im mitteleuropäischen Klosterbau der Spätgotik oft im Kreuzgang angewendet wurde; hierbei ist jedoch

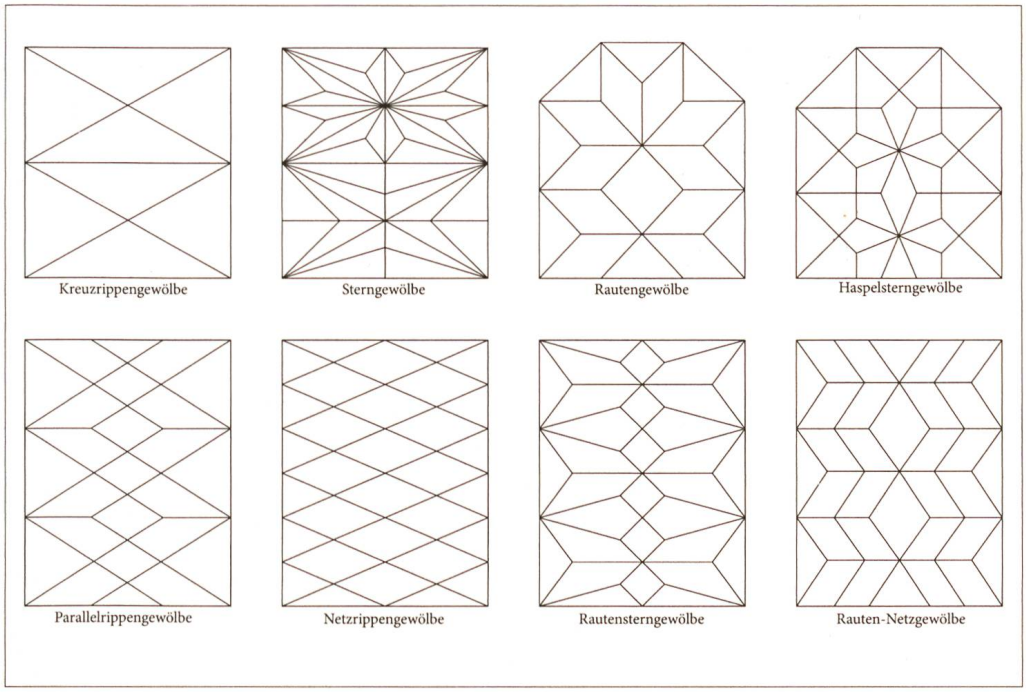

Abb. 10: Verschiedene Grundformen spätgotischer Gewölbefigurationen

23 Puchta (1975), S. 43–47. Neben Hans Krumenauer und der Burghausen-Familie wirkten ebenfalls die bedeutenden spätgotischen Baumeister Hans Sallinger und Benedikt Ried in Landshut.

24 Clasen (1958), S. 74.

25 Siehe u.a. zu Österreich Riehl (1924), zum mittelrheinischen Raum Fischer (1962) und zum Bodenseeraum bis in den Kanton Zürich Knöpfli (1969) sowie Jezler (1988).

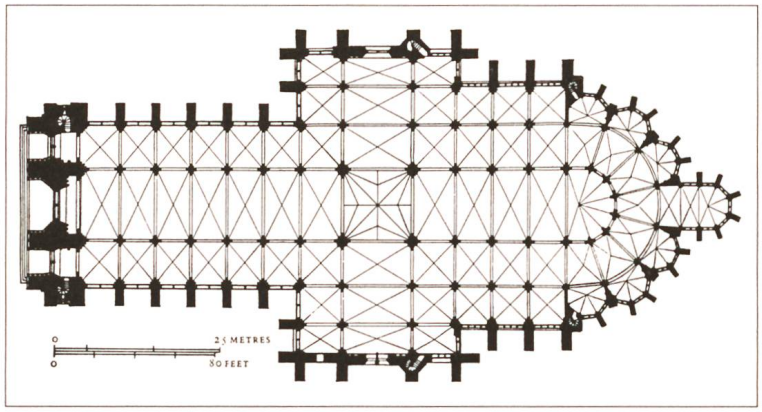

Abb. 11: Grundriss der Kathedrale Notre Dame d'Amiens.

ein gewisses Mass an Vorsicht geboten, denn in manchen Fällen lässt sich dieses Dreistrahlprinzip nur im flachen Grundriss bestätigen, nicht aber im dreidimensionalen Raum der Wölbung. Spätgotische Gewölbesysteme können nicht immer als modulartige Erweiterungen der klassischen Gewölbeformen erklärt oder auf diese zurückgeführt werden, sondern nur als ganzheitliche und eigenständige Rippennetzwerke, weshalb auch nur die Beobachtungen am Objekt selbst zu den richtigen Schlussfolgerungen führen können.

Die ersten Differenzierungen weg von einem einfachen vier- oder sechsteiligen Kreuzrippengewölbe hin zu neuen Formen können bereits in der Hochgotik beobachtet werden, beispielsweise im Vierungsgewölbe der Kathedrale von Amiens (Abb. 11), das erstmals eine Sternform mit vier Kreuzungssteinen und einem grossen Schlussstein zeigte. Das Sterngewölbe vermochte sich in Frankreich jedoch noch nicht durchzusetzen und man kehrte bald wieder zum klassischen Kreuzrippengewölbe zurück. Die Möglichkeit durch Tierceron- und Lierneripen neue Figurationen zu entwickeln, fand ausserhalb Frankreichs einen weitaus grösseren Anklang und das Sterngewölbe wurde zu einem Grundelement der spätgotischen Gewölbevielfalt. Ausserhalb von Frankreich verdrängten einfache Sterngewölbe mit vier oder mehr Strahlen bereits Laufe des 14. Jahrhunderts zunehmend die traditionellen Kreuzrippengewölbe. Die frühen Sterngewölbe auf quadratischem oder rechteckigem Grundriss waren jochgebunden und wurden so seitlich von Gurt- und Schildrippen begrenzt; erst im 15. Jahrhundert verschwanden diese begrenzenden Scheidrippen zunehmend, wodurch die Sternfiguren fliessend ineinanderliefen. Dabei wurden auch die Sternfigurationen immer elaborierter[26] und teilten die Gewölbekappen durch die zusätzlichen Rippen in kleinere, einfacher zu wölbende Teilflächen.

Eine weitere wichtige Grundfiguration war das Parallelrippengewölbe mit zwei oder mehr zueinander parallel verlaufenden Rippenzügen. Ein Prototyp dieser Gewölbeform findet sich im von Peter Parler eingewölbten Chor des Veitsdoms in Prag, wurde danach aber bevorzugt auf das Langhaus angewendet, da bei einem Parallelrippengewölbe der Chorschluss schwierig zu gestalten ist. Bereits kurz nach der Fertigstellung des Chorgewölbes im Veitsdom verbreitete sich das Parallelrippengewölbe bis nach Süddeutschland und schon um 1400 verwendete Hans Krumenauer eine identische Figuration im Langhaus der Landshuter Martinskirche. Ebenfalls eine Prager Kreation ist das Rauten- oder Springrautengewölbe, das zuerst im Altstädter Brückenturm von Parler gebaut und später häufig als Chorgewölbe verwendet wurde. Auch der Chor der Landshuter Stadtpfarrkirche St. Martin besitzt ein Rautengewölbe, dessen innere Raute jochübergreifend durch Parallelrippen weiter unterteilt und verschoben wurde. Diese kleinteilige Gliederung im Chor der Martinskirche führte in der Folge zu einer erneuten Steigerung der Anzahl der Rippen, woraus sich schlussendlich die feinmaschigen Netzgewölbe entwickelten.

Die Grundformen der Stern-, Rauten-, Parallel- und Netzrippengewölbe wurden im Laufe des 15. Jahrhunderts stetig erweitert, neu kombiniert und ergänzt, so dass ein schier unendlicher Formenkatalog entstand, dem in der Ausformulierung der Figurationen kaum Grenzen gesetzt waren. Zu den verhältnismässig einfachen Abwandlungen, die genau wegen ihrer Simplizität häufig angewendet wurden, gehören beispielsweise die Sternrauten- oder Rauten-Netzgewölbe, die auch in Graubünden in so manchem Langhaus bewundert werden können. Ebenfalls eine für Graubünden typische Chorgewölbelösung ist das in Anlehnung an Albert Knöpfli so genannte Haspelsterngewölbe[27], auf das in den folgenden Kapiteln noch vertieft Bezug genommen wird. Dem Formreichtum des spätgotischen Gewölbebaus waren auch in Bezug auf die Geometrie und Ausführung der

26 Vgl. hierzu Knöpfli (1969), S. 186–189.

27 Ebd., S. 192. Knöpfli definiert das Haspelsterngewölbe wie folgt: «Das Muster [...] besteht im Prinzip aus einer mittleren Quadratfolge, dem je ein zweites Viereck übereck eingeschoben wird. Beide zeigen als ‹Restflächen› je diagonal gestellte, nicht bündige Sterne, Haspelsterne könnten wir sie nennen, bilden aber zusammen einen Achtstrahlstern».

Abb. 12: Seitenkapellengewölbe (um 1510–1520) im Münster Zur Schönen Unserer Lieben Frau (Liebfrauenmünster) von Ingolstadt.

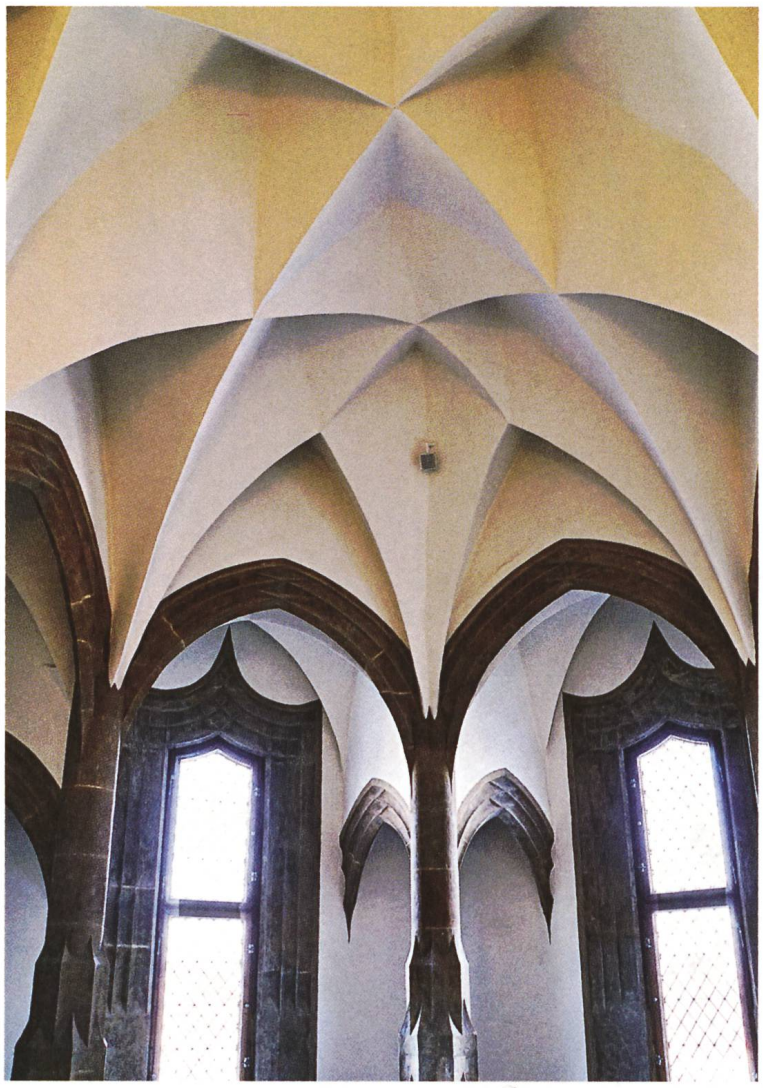

Abb. 13: Zellengewölbe in der Albrechtsburg in Meissen.

Rippen keine Grenzen mehr gesetzt und schon im frühen 14. Jahrhundert wurden in der Magdeburger Tonsur[28] die ersten Luftrippen, also einzelne Rippenzüge ohne direkte Berührungspunkte mit der darüber liegenden Gewölbekappe, gebaut. Als eine Abwandlung der Luftrippe können weiter auch die hängenden Schlusssteine gesehen werden, die von Peter Parler bereits in der erwähnten Sakristei des Prager Veitsdoms ausgeführt wurden. Spätestens im beginnenden 15. Jahrhundert wurde der schon reiche Formenkatalog zusätzlich durch die Bogen- oder Schlingrippen erweitert, die nicht nur im Raum, sondern auch im Grundriss gekrümmt waren. Ein frühes Beispiel dafür findet sich in der um 1415 vollendeten Sakristei in der Heilig-Geist-Kirche von Landshut (vgl. Abb. 9); vollausgebildete Schlingrippengewölbe können beispielsweise im Kreuzgang des Basler Münsters oder im Wappensaal der Albrechtsburg[29] in Meissen bei Dresden bewundert werden (vgl. Abb. 37). Mit den Luft- und Bogenrippen überwog die dekorative Funktion der Rippen nun endgültig die konstruktiven Eigenschaften, was durch die Ausführung der Rippenzüge als Astwerk oder Ranken weiter betont wurde. Als Paradebeispiel aller vorangehend beschriebenen Spielarten der spätgotischen Wölbkunst müssen an dieser Stelle die beeindruckenden Gewölbe der Seitenkapellen in der Ingolstädter Liebfrauenkirche genannt werden, die um 1520 entstanden sind (Abb. 12).

Als letzte Notiz, bevor die Planung und der Gewölbebau in den Fokus rücken, sollen auch die Modifikationen der Gewölbekappen nicht unerwähnt bleiben. Mit der Ausweitung des Formenreichtums der Rippen musste auch die Form der Kappen auf die immer anspruchsvoller werdenden Rippenzüge angepasst werden. Vor allem der Übergang von jochgebundenen zu jochübergreifenden Figurationen führte dazu, dass sich die Ausführung der Kappen wieder dem Tonnengewölbe annäherten, das mit Stichkappen durchsetzt jedoch ausreichend Platz für die Fensteröffnungen liess. Ein komplett neuer Ansatz wurde dagegen erstmals in einigen Abschnitten der ab 1471 begonnenen Gewölbe in der Meissner Albrechtsburg verfolgt, die als Zellengewölbe ausgeführt wurden (Abb. 13). Bei den Zellengewölben wurden die Flächen zwischen den Graten, die in der Regel nicht zusätzlich durch Rippen betont wurden, nicht wie üblich durch gekrümmte Kappen ausgefüllt, sondern pyramidal oder prismatisch nach innen gefaltet.[30] Der Bau von Zellengewölben markierte zugleich die letzte grosse Neuerung der spätgotischen Wölbkunst, die in vielen Regionen im 16. Jahrhundert von der Renaissance und ihrem Rückgriff auf die Tonnengewölbe ohne figurierte Rippen abgelöst wurde, sich aber in einigen wenigen Gebieten noch bis nach der Mitte des 16. Jahrhundert als bevorzugter Baustil hielt.

28 Nussbaum / Lepsky (1999), S. 161 sowie S. 259. Die Luftrippen der Magdeburger Tonsur sind zwar mit durch Masswerk mit der Gewölbekappe «verbunden», als frühe Form der Luftrippen für den Zeitraum und die Region jedoch einzigartig.

29 Siehe dazu Wendland / Degenève (2017), S. 159–170.

30 Wendland (2014), S. 11

1.2. Spätmittelalterlicher Baubetrieb

1.2.1. Bauhütten und ihre Organisation

Der Bau von sakralen Grossprojekten konnte sich aufgrund des schieren Bauvolumens, aus finanziellen Gründen oder wegen einer Vielzahl an äusseren Einflüssen und Bedrohungen um Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte verzögern. Bei grösseren und lange dauernden Kirchenbauten wurden zum Bau- und späteren Unterhalt deshalb sogenannte «fabricae» eingesetzt, die einen vertrauten Baubetrieb über eine unbestimmte Zeit aufrechterhalten konnten. Bereits in Quellen des 13. und 14. Jahrhunderts wurden solche lokalen Einrichtungen als «Hütte» bezeichnet.[31] Erst aus der Mitte des 15. Jahrhundert haben sich hingegen Belege für grössere überregionale Zusammenschlüsse lokaler Bauhütten erhalten, die in den zeitgenössischen Quellen als Steinmetzbruderschaften bezeichnet wurden. Die Steinmetzbruderschaften können am ehesten mit den städtischen Zünften verglichen werden und besassen ebenfalls niedergeschriebene Ordnungen, die an Zusammenkünften oder Steinmetztagen, wie in Speyer (1453/54), Strassburg (um 1457) oder der vollständig schriftlich überlieferten Steinmetztagung in Regensburg am 25. April 1459, bestimmt und festgehalten wurden.[32] Die in Regensburg niedergeschriebenen 93 Artikel reichten von allgemeinen Abmachungen und Angelegenheiten der Bauhütten bis hin zur Regelung der Fürsorge für kranke Mitglieder oder beim Tod für deren Angehörige. Eine Verletzung dieser Ordnung durch lokale Hütten oder deren Mitglieder musste vor der Bruderschaft verantwortet werden und konnte mit Geldstrafen oder dem gänzlichen Ausschluss bestraft werden.[33] Aus den schriftlichen Überlieferung der Steinmetztagungen in Regensburg, Wien und Speyer geht hervor, dass die Steinmetzbruderschaft in verschiedene Haupthütten aufgeteilt wurde: «Als obriste [sic] Hütte wurde Strassburg anerkannt und ihr das Gebiet südlich der Mosel durchs Frankenland bis nach Thüringen und Sachsen, dann Bayern und Schwaben zugewiesen. Die Wiener Bauhütte erhielt die habsburgischen Lande und die Baue in Ungarn längs der Donau, Bern das Gebiet der Eidgenossen und Cöln Norddeutschland.»[34]

Im weiteren Verlauf soll nun der Fokus auf die Gebiete der Schweiz und besonders auf Graubünden gelegt werden, obwohl hierzu nur wenige direkte Quellen existieren. Im 15. Jahrhundert steigerte sich die Verschriftlichung in Form von Urkunden und Ämterbüchern zwar deutlich – allein aus der Zeit von 1400 bis 1465 sind 125 Urkunden im Stadtarchiv Chur erhalten geblieben[35] –, jedoch fehlen direkte Verweise auf das Bauwesen fast gänzlich, im Gegensatz zu den ausführlichen Quellen zu den städtischen Zünften. Wie in den deutschsprachigen Landen muss auch für Chur die Bauhütte als eine Art lokal tätiges Unternehmen angesehen werden, das Teil einer Steinmetzbruderschaft war und zur Haupthütte Bern gehörte, die um 1518 nach Zürich verlegt worden war.[36] Sowohl aus Bern als auch aus Zürich finden sich vergleichsweise viele auf das spätmittelalterliche Bauwesen bezogene Quellen, wobei sich in Zürich sogar ein Baumeisterbuch aus dem frühen 16. Jahrhundert erhalten hat.[37] Unbedingt differenziert werden muss hier der Begriff des Baumeisters einerseits als Titel für den Inhaber eines städtischen Amtes sowie andererseits als geläufige Bezeichnung für den ausführenden Planer und Erbauer eines Bauwerks. Das städtische Amt des Baumeisters muss unabhängig von der eigentlichen Bauhütte betrachtet werden, denn der Baumeister war für den Unterhalt der städtischen Bauwerke sowie für die Führung und Entlohnung aller städtischer Bauhandwerker verantwortlich – der städtische Baumeister war an der eigentlichen Ausführung eines Bauwerks also nicht direkt beteiligt.[38] Für die Stadt Chur können in der Zeit zwischen 1446 und 1481 drei Baumeister namentlich belegt werden: Ab 1446 wirkte Simon

31 Binding (1993), S. 101.

32 Vgl. hierzu Luschin von Ebengreuth (1894), Neuwirth (1896) oder ebenfalls Binding (1993), S. 107–120.

33 Binding (1993), S. 108–109.

34 Luschin von Ebengreuth (1894), S. 229. Die hier zitierte Stelle bezieht sich auf die Artikel 39 bis 40 aus der Satzung des Regensburger Steinmetztages von 1459; eine Transkription findet sich bei Neuwirth (1986), S. 206–207.

35 Bruggmann (2017), S. XIX–XXIII.

36 Zeller-Werdmüller (1886), S. 268.

37 Guex (1986), S. 7. Das Baumeisterbuch ist in zwei gleichzeitig entstandenen Exemplaren im Staatsarchiv Zürich unter den Siglen B III 117a und B III 117b erhalten. Eine vollständige Transkription des Baumeisterbuchs B III 117a findet sich bei Guex (1986), S. 87–215.

38 Ebd., S. 9.

Schlumpf als Baumeister, bevor er ab 1450 ebenfalls als Inhaber anderer Ämter, darunter auch als Werk- und Bürgermeister, genannt wurde. Für die Zeit nach dem Churer Stadtbrand von 1464 kann ein gewisser Heinrich Nitt für die Jahre 1466 und 1468 belegt werden, der sonst in keinen anderen Ämtern erwähnt wurde. Ab 1472, also ungefähr gleichzeitig zum Beginn des Wiederaufbaus der Martinskirche, trat der ehemalige Bürgermeister Andreas Wasserhammer das Amt des Baumeister an und hielt dies möglicherweise bis 1481, bevor er als Kirchenpfleger von St. Martin tätig wurde.[39]

Während der Baumeister direkt dem städtischen Rat und den Kirchenpflegern unterstellt war, gab es eine ganze Reihe an Handwerkern, die ihm direkt oder indirekt verpflichtet waren. Laut dem Zürcher Baumeisterbuch gehören zu den direkt durch Eid unterstellten Berufsgattungen die Werkmeister und deren Hütten, die Oberknechte und die Knechte des Kalkhauses, die Dachdecker sowie die Brunnenmacher und Gassenbesetzer – indirekt unterstellt waren weiter die Stadtkarrer, Stadtziegler und Stadtsäger.[40] Der Baumeister war somit für jegliche städtischen Bauarbeiten verantwortlich, jedoch nicht an deren praktischer Ausführung beteiligt. Die praktischen Bautätigkeiten lagen in den Händen der Bauhütten, die ebenfalls eine hierarchische Struktur aufwiesen.

1.2.2. Werkmeister, Parliere und Steinmetze

Für die praktische Ausführung der Bauwerke in den Städten war der Werkmeister als «magister operis» verantwortlich. Für die Stadt Chur können insgesamt zwölf städtische Werkmeister zwischen 1424 und 1454 belegt werden, danach fehlen die schriftlichen Quellen zu diesem Amt.[41] Erst mit der Ankunft von Meister Steffan Klain in Chur änderte sich dies kurzzeitig wieder, worauf später noch ausführlich eingegangen werden soll.

Für die Stadt Zürich geht aus dem erhaltenen Baumeisterbuch hervor, dass zwei städtische Werkmeister mit verschiedenen Aufgabenbereichen tätig waren: Ein Steinmetz und ein Zimmermann.[42] Aus dem Pflichteid der beiden Werkmeister geht hervor, dass sie direkt dem Baumeister unterstellt waren und die städtischen Bauhandwerker bzw. die Bauhütte führten. Der von den Werkmeistern zu leistende Pflichteid zeigt die starke Bindung des Werkmeisters an den Baumeister: Ohne die Bewilligung des Baumeisters durften keine Handwerker oder Lehrlinge angestellt, keine Werkzeuge ausgeliehen oder Aufträge angenommen werden – selbst auf Gerüsthölzer hatte der Steinmetz-Werkmeister keinen Zugriff.[43] Ob der Werkmeister selbst überhaupt noch zum Werkzeug griff, geht aus den erhaltenen Quellen nicht deutlich hervor. Für die städtischen Werkmeister ist zu vermuten, dass ihre hauptsächliche Aufgabe in der Planungsarbeit und Aufsicht der Bauarbeiten bestand. Für die handwerkliche Arbeit können dagegen weitere, jeweils auf bestimmte Bereiche des Bauwesens spezialisierte Mitarbeiter der Bauhütten belegt werden.

Da die Werkmeister spätestens ab dem 14. Jahrhundert nicht mehr nur für eine Grossbaustelle verantwortlich waren, sondern vor allem als städtische Werkmeister mehrere Bauprojekte koordinieren mussten, stand(en) ihnen als Stellvertreter ein sogenannter Parlier oder selten mehrere Parliere zur Seite.[44] Als ausführender Stellvertreter des Werkmeisters war der Parlier für die Bauarbeiten an sich verantwortlich, führte die Steinmetze und war auch für die Ausbildung der Gesellen und Lehrlinge zuständig. Die Ausbildung der angehenden Steinmetze begann etwa im Alter von 14 Jahren und dauerte fünf Jahre, wobei in der Regensburger Steinmetzordnung eine Dauer von sechs Jahren festgehalten wurde.[45] Zuerst wurden die Lehrlinge als Handlanger eingesetzt, die beim Versetzen der Werksteine den Gesellen zur Hand gingen; erst im Laufe der weiteren Ausbildung erlernten sie die Bearbeitung der Werksteine. Nachdem sich der Lehrling die nötigen Fähigkeiten angeeignet hatte, musste er für drei Jahre auf Wanderschaft von Bauplatz zu Bauplatz ziehen, um verschiedene Techniken zu festigen und sich neue Verfahren anzueignen – erst nach den drei Jahren Wanderschaft durften die Steinmetzgesellen wieder in ihre Heimat zurückkehren.[46] Nur

39 Eine tabellarische Auflistung aller Ämter und Amtsinhaber aus dem «Ältesten Stadtrecht» findet sich bei Bruggmann (2017), S. XXXVIII–XXXIX.

40 Guex (1986), S. 15

41 Bruggmann (2017), S. XXXVIII.

42 Guex (1986), S. 39.

43 Ebd., S. 39–41, S. 61 sowie S. 154–155.

44 Binding (1993), S. 266–267. Die heute Bezeichnung «Polier» für den Vorarbeiter einer Baustelle stammt direkt vom mittelalterlichen Begriff des Parlier ab. Auch der Name Peter Parler ist eine Abwandlung desselben Wortes.

45 Schock-Werner (2009), S. 192.

46 Ebd., S. 192–193.

ein «gewandelter» Geselle konnte überhaupt zum Parlier aufsteigen oder gar selbst Meister werden.

Wollte ein Geselle zum Meister aufsteigen, musste er einen Werkmeister finden, der gewillt war, ihn in der Kunst der Geometrie, des Entwurfs und der Planung auszubilden. Der angehende Meister wurde dabei in die letzten Geheimnisse der Bauhütten eingeweiht, die uns in einem unvollständigen und zufälligen Masse in den erhaltenen Werkmeisterbüchern überliefert wurden – zu den wichtigsten Geheimnissen gehörte dabei zweifellos die komplexe Steinmetzgeometrie, die in den folgenden Kapiteln genauer betrachtet werden soll. Die Weiterbildung dauerte in der Regel zwei Jahre, wonach der Geselle sich eine Anstellung als Parlier suchen konnte.[47] Damit sich der Parlier nun Meister nennen durfte, musste er sich erfolgreich auf eine freie Stelle als Meister bewerben, womit die Ausbildung zum Meister gut zehn Jahre oder sogar länger gedauert haben könnte.

Die Entlohnung der einzelnen Mitarbeiter der Bauhütte war klar festgelegt und richtete sich neben der Ausbildungsstufe auch nach der Erfahrung. Dem Steinmetz-Werkmeister in Zürich stand demnach neben dem Tagessold noch jährlich folgendes zu: «So hat ein werchmeister jerlich vonn vnnser Statt viertzig pfund zu den fron vasten getheilt, Tut jede zechen pfund zu einer besoldung, Darzu ein behusung – Vnnd allweg zu zweygen jaren ein kleidt, vnnser Statt farw.»[48] Die Steinmetzen und Gesellen wurden ebenfalls nach ihrer Erfahrung entlohnt, wobei unter den Steinmetzen für die Laub- oder Bildhauer ein höherer Besoldungsgrad nachgewiesen werden kann.[49] Auch die Anzahl der beschäftigten Mitarbeiter konnte von Baustelle zu Baustelle variieren, nur schon, da für grössere Projekte wandernde Gesellen oder Tagelöhner beschäftigt wurden.[50] Diese Hilfsarbeiter waren keine ausgebildeten Spezialisten wie die Steinmetze, sondern wurden vor allem für einen funktionierenden Baubetrieb als Mörtelmischer, Steinbrecher oder Handlanger verpflichtet.

Da auf den mittelalterlichen Baustellen jeweils mehrere Steinmetze beschäftigt waren, musste deren Tagwerk gekennzeichnet werden.[51] Diese Unterscheidung der verschiedenen beteiligten Hände geschah durch die Anbringung sogenannter Steinmetzzeichen, die ähnlich einer Signatur theoretisch einer bestimmten Person zugeschrieben werden können. Diese Zuschreibung ist in der Regel jedoch nur bei den Meistern möglich, die ihr Steinmetzzeichen in einer namentlichen Inschrift verwendet haben, oder wenn zusätzliche schriftliche Quellen existieren. Eine dieser schriftlichen Quellen ist das von 1480 bis 1523 geführte «Admonter Hüttenbuch», in dem die Meister zusammen mit ihren Steinmetzzeichen aufgelistet sind.[52] Durch das Aufkommen der organisierten Bauhütten verlor sich die Bedeutung der Zeichen als Markierung des Tagwerks und änderte sich zu einem Ehrenzeichen, das nach der feierlichen Übergabe nicht mehr abgeändert werden durfte. In der sogenannten «Rochlitzer Urkunde» von 1462 gibt es gleich mehrere Hinweise darauf, dass das Steinmetzzeichen dem ausgedienten Gesellen vor der Wanderung verliehen und schriftlich registriert wurde.[53]

Aus heutiger Sicht sind jedoch auch die Steinmetzzeichen von Interesse, die keinem Steinmetz eindeutig zugeschrieben werden können, denn auch sie zeigen den Wirkungskreis und die Wanderungen dieser Spezialisten auf. In Graubünden finden sich leider nur noch wenige Steinmetzzeichen, da die Oberflächen der Bauteile oft stark überarbeitet oder dick mit Farbe übertüncht wurden, wodurch die feinen Zeichen nicht mehr sichtbar sind.

1.2.3. Spätgotischer Baubetrieb in Graubünden

Damit das in der Spätgotik massiv angestiegene Bauvolumen bewältigt werden konnte, war es nicht nur wichtig, wer baute, sondern auch wie und womit gebaut wurde. Im Gebiet des heutigen Kantons Graubünden waren zu jeder Zeit alle natürlichen Baumaterialien in rauen Mengen und in nächster Umgebung verfügbar, so dass keine weiten Transporte durchgeführt werden mussten. Nicht überall kommen die gleichen Steinarten vor, und so äussern sich an den Baudenkmälern Graubündens regional geprägte Eigenheiten. In Chur

47 Ebd., S. 194.

48 Guex (1986), S. 120.

49 Binding (1993), S. 291. Die Laubhauer erhielten täglich 2 Pfennig zusätzlich zur Besoldung eines Steinmetzes: «dem gesellen, dej dy lawber hawt, alle tag II dn. mer»

50 Ebd., S. 335.

51 Ähnliche Markierungen an Werksteinen oder Bauteilen sind bereits aus dem Alten Ägypten, Mesopotamien oder aus Rom bekannt.

52 Luschin von Ebengreuth (1894), S. 236–237 mit dazwischen eingefügtem Faksimile der Unterschriften und Steinmetzzeichen ab 1480.

53 Janner (1876), S. 157–159.

findet sich an den mittelalterlichen Bauwerken häufig ein spezieller «geschieferter kalkreicher Sandstein»,[54] der allgemein Scalärastein genannt wird und schon beim Bau der Kathedrale seine bevorzugte Verwendung sowohl für stützende als auch für schmückende Bauteile fand. Die Bezeichnung Scalärastein ist ein regional verwendeter Begriff und bezieht sich auf das nordöstlich von Chur gelegene Scaläratobel. Der Name leitet sich aus dem Rätoromanischen von «scala» (Treppe) und «aira» (Luft) ab, was somit ungefähr als «Himmelsleiter» übersetzt werden kann. Durch die beschränkte regionale Verfügbarkeit des Scalärasteins finden sich nur in Chur und der direkten Umgebung aus diesem Material hergestellte Bauelemente – ähnliche Schiefergesteine konnten dagegen beispielsweise in der Herrschaft, im Prättigau, Davos oder im Domleschg abgebaut und verarbeitet werden.

Durch alle Bauepochen hindurch wurden verschiedene Sandsteine bevorzugt verwendet, die sich im Gegensatz zu den eben erwähnten Schiefergesteinen oder massiven Steinarten einfach abbauen und verarbeiten liessen. Die in Graubünden vorkommenden Sandsteine sind jedoch meist stark verfestigt und ausserdem geschiefert,[55] wodurch sie nur schwer zu bearbeiten waren und ihre Rolle in der lokalen Bautradition keine grosse Bedeutung hatte. So findet man in Graubünden im Vergleich zu den Regionen um Bern oder Zürich nur wenige Sakralbauten, die aus exakt zugehauenen und bearbeiteten Werksteinblöcken gemauert wurden. In der Baugeschichte Graubündens dominierte seit jeher das Bruchsteinmauerwerk, das aus unbearbeiteten Steinen aller Art und Grösse sowie viel Mörtel besteht. Das Mauern mit Bruchsteinen hatte den grossen Vorteil, dass das Baumaterial überall in der unmittelbaren Umgebung vorhanden war, weshalb keine aufwändigen und teuren Transporte von weit her nötig waren.

Während stützende und tragende Bauteile bevorzugt aus Bruchstein hergestellt wurden, setzte man bei schmückenden Bauelementen, wie Portalen, Fensteröffnungen, Masswerk und Gewölberippen, hauptsächlich auf die in Graubünden häufig vorkommenden Kalktuffe. Als Kalktuff bezeichnet man poröse Ablagerungen aus «kalkhaltigem Quellwasser, das über die Erdoberfläche rieselt und dabei in innige Berührung mit Luft gerät.»[56] Durch die vielseitige und beliebte Verwendung der Kalktuffe in der Baukultur spätestens seit der Ankunft der Römer in Rätien sind heute viele Tuffvorkommen aufgebraucht – im Spätmittelalter scheint es dagegen noch keinen Mangel dieses Werkstoffs gegeben zu haben, wie die unzähligen verbauten Tuffsteine an sakralen und profanen Bauwerken bis heute beweisen. Den Höhepunkt seiner Verwendung fand der Kalktuff im spätgotischen Kirchenbau, als die überwiegende Mehrheit aller Gewölberippen aus diesem leichten und einfach zu bearbeitenden Stein gefertigt wurde. Durch Überarbeitung und grossflächige Übertünchungen sind die Tuffrippen heute leider in vielen Kirchen unter dicken Farbschichten versteckt und können nur aus der unmittelbaren Nähe aufgrund ihrer porösen Beschaffenheit als solche erkannt werden. Dies macht auch die Unterscheidung von Kalktuffrippen und der regional verwendeten Rauhwacke im Gewölbebau sehr schwierig. Die Rauhwacke ist ein poröser Dolomit (Zellendolomit) mit unregelmässigen Hohlräumen. Sie kam in Tälern zum Einsatz, die über keine Kalktuffvorkommen verfügten – auch hierbei setzte man also wieder auf regionalen Abbau, anstatt weitläufige Transporte zu planen. Wie die Kalktuffe weist auch die Rauhwacke ideale bautechnische Eigenschaften auf und lässt sich einfach bearbeiten. Ein visueller Unterschied zwischen den beiden Gesteinsarten liegt in der Farbgebung: Während die Kalktuffe meist gräulich gefärbt sind, zeigt die Rauhwacke öfters eine warme gelblich-braune Färbung.

Während in vielen Regionen Europas bereits früh der Bau mit Backsteinen dominierte, fanden künstliche Steine in den Drei Bünden erst spät Eingang in die Baukultur. Das liegt vor allem daran, dass nur um Chur grössere Tonvorkommen vorhanden waren und deshalb auch nur hier in wenigen spätgotischen Bauwerken auf das Material Backstein gesetzt werden konnte: Einzig die Gewölbekappen der Martinskirche, der Regulakirche und der um 1519 vollendeten Hieronymuskapelle (Abb. 14) im Dekanatshaus des bischöflichen Hofes wurden aus Backsteinen gemauert und nehmen eine singuläre Stellung für die Region ein. Ebenfalls aus Ton hergestellt wurden die Rippenstücke und Schlusssteine eines Netzgewölbes sowie die Werkstücke eines Hallenlettners, die zwischen 1997 und 1999 bei einer archäologischen Ausgrabung auf dem Gelände des ehemaligen Klosters St. Nicolai in Chur gefunden wurden.[57]

---

54 De Quervain (1979), S. 144–145.

55 Ebd., S. 166.

56 Ebd., S. 153.

57 Müller-Fulda (2004), S. 27–30 sowie ausführlich in ADG / Stadtarchiv Chur (2002). Die Werkstücke aus

Auch die für den Brand von Backsteinen benötigte Infrastruktur ist nur schwer nachzuweisen: Laut Martin Bundi befand sich vor dem Obertor östlich des Zollhauses seit dem Spätmittelalter eine Ziegelhütte.[58] Wann genau diese Ziegelhütte gegründet wurde, kann jedoch nicht belegt werden. Angesichts der Verwendung von Backsteinen im Sakralbau erst nach dem Stadtbrand von 1464 könnte auch die Ziegelei erst in diesem Zeitraum entstanden sein. Die früheste schriftliche Quelle zum Ziegeleibetrieb in Chur findet sich indessen im Urbar des Klosters Churwalden in einem Eintrag von 1500, wo ein gewisser Hainrich Stocker aus Chur mit dem Zunamen «der Ziegler» genannt wird.[59] Abgesehen von den bereits erwähnten Gewölben fand das Material Backstein nur schwer einen Zugang in die regionale Baukultur und spielte auch im 16. Jahrhundert nur eine untergeordnete Rolle; erst nach einem weiteren grossen Stadtbrand im Jahr 1574 wurde eine Ziegelbedachung für alle Häuser der Stadt Chur vorgeschrieben.[60]

Für die Stadt Chur können aus dem 15. Jahrhundert weitere Anlagen und Werkstätten nachgewiesen werden. So existierten mehrere Sägereien, teilweise in Kombination mit einer Mühle gebaut, entlang der Plessur und des Mühlbachs.[61] Im Bereich Araschgen, also in der Nähe des heutigen Meiersboden beim Zufluss der Rabiusa in die Plessur, besass die Stadt Chur neben einer Mühle und einer Sägerei ausserdem einen Steinbruch, von dem aus die Stadt während des 15. und 16. Jahrhunderts mit Baumaterial beliefert wurde – ein zweiter Steinbruch am Mittenberg vor dem Untertor wurde erst im 16. Jahrhundert erschlossen.[62] Für das Bauen unerlässlich war auch die Produktion von Kalk zum Mischen von Mörtel. Für die nähere Umgebung um die Stadt Chur können mehrere Kalköfen nachgewiesen werden, die an dem nach Westen führenden Kalchofenweg lagen. Weitere Kalköfen lagen ausserdem im Gebiet «Kalchbüchel», das heute noch Kalchbühl genannt wird, sowie um die Hügel Walserbühl und Rheinfels.[63]

Abb. 14: Backsteingewölbe in der Hieronymuskapelle im Domdekanat auf dem bischöflichen Hof in Chur.

Für den mittelalterlichen Baubetrieb war nicht nur die möglichst einfache Beschaffung des Baumaterials wichtig, sondern auch die einheitliche Verarbeitung desselben. Eine grosse Hürde war dabei die Verschiedenheit der Längenmasse, die von Region zu Region differieren konnten – eine Massvereinheitlichung wurde in der Eidgenossenschaft erst 1848 durchgesetzt, bevor 1874 die metrischen Masse und Gewichte eingeführt wurden. Im Spätmittelalter wurde als Längenmass der (Werk-)Schuh oder Fuss verwendet, dessen genaue Länge sich jedoch zwischen den Städten oder Bauhütten unterscheiden konnte. Für Graubünden war der Churer Schuh massgeblich, dessen Urmass bis heute am Churer Rathaus auf der Seite der Reichsgasse angeschlagen ist (Abb. 15). In der historischen Literatur wird die Länge des Churer Schuhs mit 11 1/12 bis 11 1/10 Pariser Zoll angegeben, was einem Wert von 0.3000258 bis 0.300477 m entspricht, weshalb der Churer Schuh

Backstein befinden sich heute im Rätischen Museum in Chur.

58 Bundi (1986), S. 34.

59 Jecklin Fritz (1908), S. 28. Eintrag im Urbar: «Ist erblehen, hand in Hainrich Stocker, genant Ziegler, Jos Gadentz, Uolrich Gerber, Bartlome Willi [...].»

60 De Quervain (1979), S. 168–169.

61 Bundi (1986), S. 36–37.

62 Ebd., S. 37.

63 Ebd., S. 37.

Abb. 15: Das Urmass des Churer Schuhs angeschlagen am Rathaus neben dem Eingang an der Reichsgasse.

häufig gekürzt mit 0.30 m angegeben wird – damit liegt der Churer Schuh (1330 Sec) zwischen dem etwas längeren Zürcher Schuh (1337.5 Sec) und dem leicht kürzeren Berner Schuh (1300 Sec).[64] Auch auf dem Gebiet des bündnerischen Freistaates konnte sich das lokal verwendete Längenmass[65] jedoch vom Churer Schuh unterscheiden. Da die verschiedenen Masse aber nur leicht differieren und die spätgotischen Sakralbauten in Graubünden oft nicht von lokalen Bauleuten, sondern von wandernden Bautrupps – beispielsweise um Meister Andreas Bühler – gebaut wurden, kann auch hierzu der gekürzte Wert von 0.30 m angenommen werden.

Eine so intensive Bauperiode, wie sie sich im Freistaat der Drei Bünde nach der Mitte des 15. Jahrhunderts entwickelte, verlangte nach einem funktionierenden und optimierten Baubetrieb. Schon vor der Mitte des 15. Jahrhunderts können um Chur verschiedene spezialisierte Infrastrukturen nachgewiesen werden, jedoch steigert sich deren Anzahl nach dem Churer Stadtbrand nochmals massiv.[66] Dieser Umstand ist also eher so zu werten, dass die Steigerung der Bautätigkeiten ab der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts den Ausbau der baugewerblichen Infrastrukturen auslöste. Die Vorgehensweise der Bauleute und die Verwendung von lokal verfügbaren Materialien ermöglichte ausserdem eine schnellere und flexiblere Baustelle, deren Betrieb nicht durch weite Transportwege verzögert oder verteuert wurde. Trotz der spärlichen direkten Quellen kann somit allein durch archäologische Funde sowie durch zahlreiche Beobachtungen an den Bauwerken eine funktionierende Logistik und ein effizienter Baubetrieb für den Freistaat angenommen werden.

---

64 Fümm (1948), S. 229. Eine ausführliche Auflistung der Bündner Masseinheiten vor der Vereinheitlichung findet sich in Der neue Sammler (1809), S. 193–194.

65 Der neue Sammler (1809), S. 195–197.

66 Bundi (1986), S. 30–37.

1.3. Gewölbekonstruktionen

1.3.1. Quellenlage zum Gewölbebau

Die Konstruktion einer komplexen Gewölbefiguration setzt in gleicher Weise wie der Bau einer mittelalterlichen Kathedrale einen exakten Entwurfsprozess und eine eingehende Planung seitens der Bau- oder Werkmeister voraus, worüber sich vor der Mitte des 12. Jahrhunderts bis auf das Bauwerk selbst keine Quellen erhalten haben. Erst mit dem Beginn der Gotik ändert sich allmählich auch die Quellenlage zur Planung und zum Bau von Kathedralen und Kirchen.

Eine dieser raren frühen Quellen ist das Bauhüttenbuch des Villard de Honnecourt[67], das um 1220 bis 1230 datiert und heute unter der Sigle MS FR 19093 in der Bibliothèque Nationale de France in Paris aufbewahrt wird. Während sich vor allem im ersten Teil des Manuskripts viele figürliche und florale Skizzen finden, die vermuten lassen, dass Villard de Honnecourt kein ausgebildeter Steinmetz oder Werkmeister war, zeigen die späteren Folios interessante bautechnische Zeichnungen, die teilweise durch kurze Textpassagen erklärt werden.[68] Für die vorliegende Arbeit besonders interessant ist eine Zeichnung auf Fol. 21r (Abb. 16), die ein achtstrahliges Sterngewölbe zeigt, das wohl am Schlussstein von einer Säule gestützt wird, worauf auch die Beischrift verweist: «Pa[r] chu met om on capitel d'uit colonbes a one sole; s'en n'est mies si enconbres, s'est li machonerie bone.»[69] Dass Villard wohl keine Ausbildung zum Steinmetzen genossen hatte, zeigt auch diese Zeichnung anschaulich, denn die Ecklösung dieses Sterngewölbes hätte so nicht funktioniert. Ungeachtet dieser und anderer Fehler ist dieses Manuskript ein einzigartiges Zeugnis der frühen gotischen Architektur und höchstens noch mit den Zeichnungen im «Reimser Palimpsest» (um 1270) vergleichbar.[70]

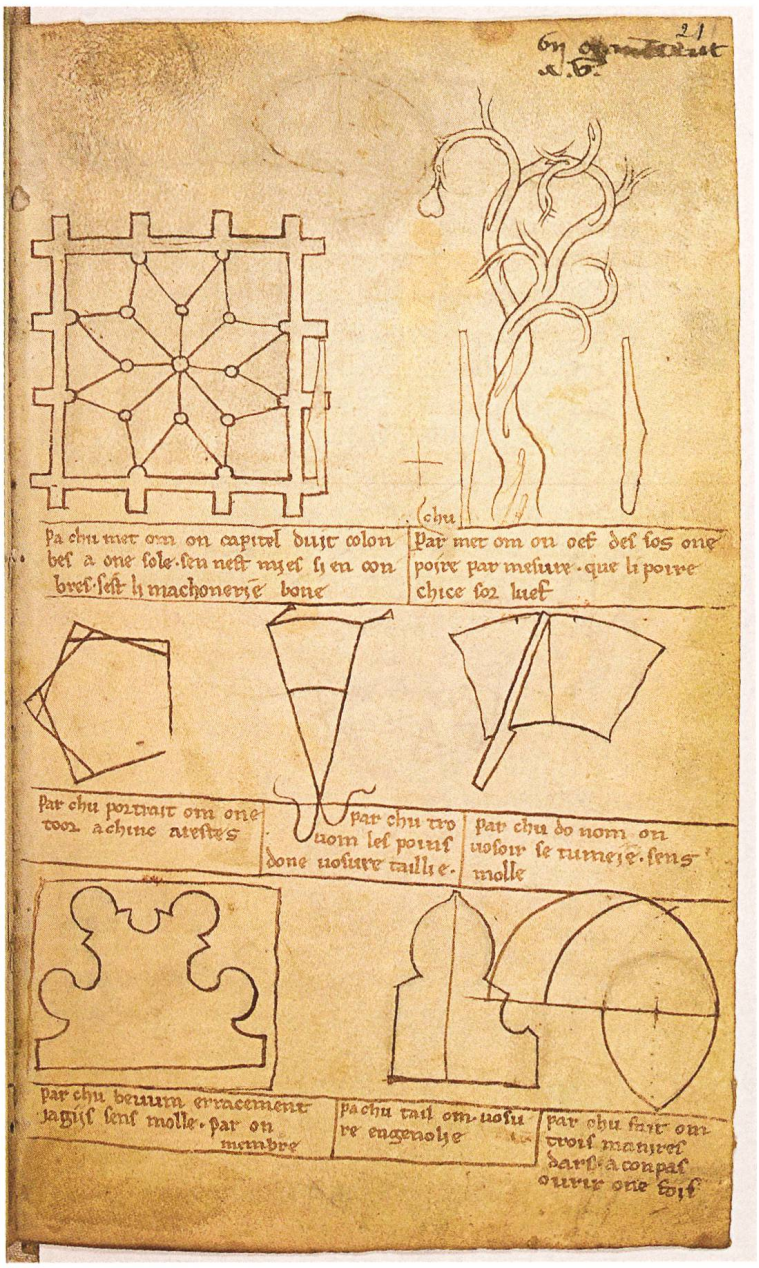

Abb. 16: Sterngewölbe im Bauhüttenbuch des Villard de Honnecourt (MS FR 19093, Fol. 21r).

Während aus der Früh- und Hochgotik nur spärliche Überlieferungen erhalten blieben, existieren aus der Spätgotik zahlreiche Planrisse und sechs erhaltene deutschsprachige Werkmeisterbücher,[71]

67 Siehe dazu Hahnloser (1972). Über die verschiedenen Bezeichnungen des Manuskripts als Skizzen-, Bauhütten, Werkmeister- oder Musterbuch herrscht auch heute noch Uneinigkeit, vgl. dazu Nussbaum / Lepsky (1999), S. 56. In der vorliegenden Arbeit wird analog zu Hans Hahnloser die Bezeichnung Bauhüttenbuch verwendet.

68 Vgl. Nussbaum / Lepsky (1999), S. 56. Die Zuschreibung der Zeichnungen und Texte gestaltet sich schwierig, da neben Villard zwei weitere Hände (genannt Magister 2 und Magister 3) erkannt werden konnten.

69 Hahnloser (1972), S. 122. Übersetzung nach Hahnloser: «Auf diese Weise fasst man einen Kapitelsaal von acht Säulen auf einer einzigen zusammen; es ist keineswegs so umständlich; das ist (die) gute Maurerei.»

70 Zum «Reimser Palimpsest» siehe Branner (1958) sowie Murray (1978).

71 Zu den Planrissen siehe Böker (2005), Böker (2011) sowie Böker (2013). Zu den Werkmeisterbüchern empfiehlt sich als Überblick Coenen (1990).

die einen bedeutenden Einblick in die spätmittelalterliche Planungsarbeit liefern. Durch die bessere Quellenlage und durch die jahrelange Aufarbeitung dieser Zeugnisse ist heute über den Bau der komplexeren figurierten Gewölbe mehr bekannt als über die frühen gotischen Gewölbeformen. Trotz der überraschend hohen Anzahl erhaltener Planrisse – allein in der Sammlung der Akademie der bildenden Künste in Wien werden 428 Planrisse aus dem Zeitraum zwischen dem 14. und 16. Jahrhundert aufbewahrt[72] – darf indes nicht vergessen werden, dass wie bei allen historischen Text- oder Zeichnungsquellen die Überlieferungslage zufällig ist und kein geschlossenes Abbild dieser Thematik oder Epoche zeigt. Dasselbe gilt auch für die wenigen erhalten gebliebenen Werkmeisterbücher von Matthäus Roriczer, Lorenz Lechler oder Hans Schmuttermayer, die als älteste Fachliteratur[73] zur gotischen Architektur eine neue Textgattung schufen und gleichzeitig eine frühe wissenschaftliche Beschäftigung mit den zeitgenössischen Bauformen auslösten. In der Schweiz hat sich, wie bereits erwähnt, zumindest ein um 1543 entstandenes Baumeisterbuch[74] in Zürich erhalten, das sich streng nach seiner Bezeichnung als Baumeisterbuch mehr mit dem städtischen Baubetrieb als mit dem Entwerfen und Ausführen von Sakralbauten oder deren Bauteilen befasst.

Der Rückgriff im Historismus des 19. Jahrhunderts auf die Gotik führte neben dem Aufkommen der neugotischen Bauformen auch zu einer intensiven akademischen Beschäftigung mit der spätmittelalterlichen Baukunst. In Frankreich entstand nach den Revolutions- und Kriegswirren um 1840 eine Restaurierungsbewegung, die sich um den Erhalt der durch Mensch und Zeit in Mitleidenschaft gezogenen mittelalterlichen Gebäude kümmerte. Die Erkenntnisse daraus fasste Eugène Viollet-le-Duc in seinem monumentalen zehnbändigen Werk «Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle» (1854–1868) zusammen. Viollet-le-Duc etablierte damit einen Forschungszweig, der sich in Frankreich bereits ab dem 16. Jahrhundert entwickelte und durch die Arbeiten von Philibert de l'Orme (1567), François Derand (1642), Mathurin Jousse (1642) oder Amédée-François Frézier (1738) geprägt war. Auch in England gab es ein «Gothic Revival» und daraus resultierend ein gesteigertes Interesse am eigenen gotischen Baubestand. Die Grundlage zur Erforschung der englischen Gewölbe lieferte Robert Willis in seinem bahnbrechenden Text «On the Construction of the Vaults of the Middle Ages» (1842), der während seiner Zeit als Jacksonian Professor of Natural Philosophy an der Universität Cambridge entstand und publiziert wurde. In Deutschland entwickelte sich bereits nach Goethes Aufsatz «Von Deutscher Baukunst» (1773) eine Faszination für das gebaute Erbe der Gotik, worauf im 19. Jahrhundert einflussreiche wissenschaftliche Werke von Christian Ludwig Stieglitz (1820), Friedrich Hoffstadt (1840), Johann Claudius von Lassaulx (1846), Georg Gottlob Ungewitter (1859–1864, neu bearbeitet 1892 durch Karl Mohrmann) oder Max Haase (1900) folgten.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit der gotischen Architektur und dem Gewölbebau riss nach den grundlegenden Arbeiten des 19. Jahrhunderts nicht mehr ab und setzt sich bis heute als architekturgeschichtliche, bautechnikgeschichtliche und bauforscherische Disziplin fort. Neben den zeitgenössischen und historischen Überlieferungen konnten in den letzten Jahren wichtige neue Erkenntnisse durch den Einsatz neuer Technologien und durch den experimentellen Nachbau von Gewölben im grossen Massstab gewonnen werden.[75] Die vielen neuen Ansätze und aktuellen Forschungsarbeiten verdeutlichen aber auch immer wieder, dass die erhaltenen Bauwerke selbst die wichtigsten Quellen sind und nur das genaue Studium des vorhandenen Bestandes entscheidende neue Erkenntnisse liefern kann. Auf den folgenden Seiten soll daher aus den verschiedenen Quellen sowie aus Beobachtungen an den Bauwerken selbst ein Überblick über den Planungsprozessen auf Pergament bis hin zum fertigen Bauwerk gegeben werden, wobei der Fokus auf dem Entwurf und dem Bau von Gewölben liegen soll, da sonst der Rahmen dieser Arbeit gesprengt werden würde.

72 Böker (2005), S. 16. Die Sammlung stammt aus dem Nachlass von Franz Jäger und ist seit 1839 im Besitz des Kupferstichkabinetts der Wiener Akademie – über die Provenienz der Planrisse vor 1839 gibt es keine gesicherten Angaben. Siehe dazu Böker (2005), S. 17.

73 Coenen (1990), S. 7.

74 Vgl. Guex (1986). Zwei gleichzeitig entstandene Exemplare dieses Baumeisterbuchs werden im Staatsarchiv Zürich unter den Signaturen B III 117 a und B III 117 b aufbewahrt.

75 Wendland (2019), S. 6–7.

1.3.2. Entwurf und Planung

Für den Entwurf und die Planung standen den mittelalterlichen Werkmeistern nur begrenzte Hilfsmittel und Ressourcen zur Verfügung. Wenn wir uns heute die komplexen Planrisse eines figurierten Gewölbes anschauen, müssen wir uns immer bewusst sein, dass deren Entwürfe allein durch die meisterhafte Verwendung von Zirkel und Richtscheit entstanden sind. Damit einzig mit diesen Werkzeugen die ausserordentlichen Entwürfe von Gewölben, Masswerken oder filigranen Zierarchitekturen entstehen konnten, benötigten die Werkmeister ein profundes Wissen der Geometrie, das während der langjährigen Lehrzeit an die Gesellen weitervermittelt wurde. Nur wer in der Praxis die Grundlagen der Euklidischen Geometrie beherrschte und in der Konstruktion von Vielecken, im Teilen von Strecken, Winkeln und Formen sowie im Arbeiten mit Kreisen geübt war, konnte solche Leistungen vollbringen.[76]

Wie vertieft das geometrische Wissen der spätgotischen Werkmeister bereits war, zeigen eindrücklich die beiden Schriften «Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit» (1486) und «Geometria Deutsch» (um 1487/88) von Matthäus Roriczer,[77] seines Zeichens ab 1476 Werkmeister am Regensburger Dom. Die beiden Schriften erschienen gleichzeitig mit dem ersten Druck des Werks von Vitruv durch Giovanni Sulpicio in Rom und richteten sich ebenfalls an eine breite Leserschaft.[78] In seiner ersten Schrift beschrieb Roriczer den Entwurf einer Fiale[79] mit Hilfe des Quadraturverfahrens, also durch das Übereckstellen von kleiner oder grösser werdenden Quadraten im Verhältnis zum Grundriss – gleichzeitig wie Roriczers Schrift erschien in Nürnberg ausserdem ein weiteres «Fialenbuch» des Goldschmiedemeisters Hans Schmuttermayer. Roriczers «Geometria Deutsch» erweiterte den Fokus auf verschiedene geometrische Probleme und führte anhand einfacher Holzschnittdrucke «die Konstruktion des rechten Winkels, Fünfecks, Siebenecks, Achtecks, die

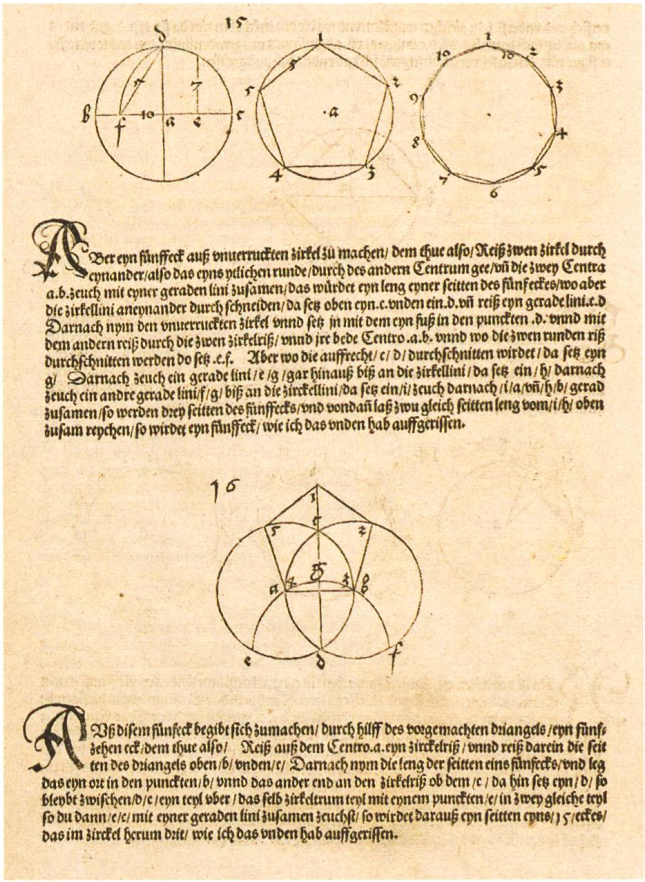

Abb. 17: Konstruktion eines Fünfecks nach Albrecht Dürer (Underweysung der Messung, Fol. 28v).

Rektifizierung des Kreises, die Bestimmung des Kreismittelpunktes und die Konstruktion eines Dreiecks und Quadrats mit gleichem Flächeninhalt»[80] vor. Mit diesen wesentlichen geometrischen Konstruktionen konnten sämtliche benötigten Formen gezeichnet werden: Das Achteck wurde beispielsweise verwendet, um den Fünfachtelschluss eines Chorraums zu entwerfen, das Fünfeck dagegen für spezielle Grundrisse oder Masswerkverzierungen. Eine identische Vorgehensweise bei der Konstruktion eines Fünfecks beschrieb 1525 auch Albrecht Dürrer in seiner «Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt» (Abb. 17), ohne dabei Roriczer zu nennen. Die Genauigkeit dieser spätmittelalterlichen Konstruktionsprinzipien ist beeindruckend hoch, wie kürzlich nachgewiesen werden konnte: Die Abweichung der Winkel in einer nach Roriczers Anleitung gezeichneten Fünfeckkonstruktion beträgt nur 1.103 %.[81]

76 Völkle (2016), S. 8.

77 Vgl. Geldner (1999) sowie Coenen (1990), S. 307–350. Die beiden Schriften werden bereits 1840 von Friedrich Hoffstadt erwähnt, siehe dazu Hoffstadt (1840), S. 66–67. Von der «Geometria Deutsch» ist nur ein Exemplar erhalten, das heute in der Universitätsbibliothek Würzburg aufbewahrt wird; vom «Büchlein der Fialen Gerechtigkeit» existieren drei gedruckte und zwei handschriftliche Exemplare, vgl. Coenen (1990), S. 37–38.

78 Coenen (1990), S. 143 sowie Huber (2018), S. 52.

79 Vgl. Völkle (2016), S. 10–11 sowie Abb. 7 und 8.

80 Coenen (1990), S. 39–40. In der Aufführung von Coenen fehlt die Berechnung des Kreisumfangs auf Fol. 4r.

81 Fehér (2019), S. 684, Tabelle 1.

Ein grosses Problem der Planung eines Sakralgebäudes lag überdies in der Dimensionierung des Grundrisses und der Bauteile. Das zentrale Thema war dabei der Chor, dessen Masse oft den Bezugswert für andere Dimensionen und Abmessungen bildete. Das bedeutet, dass die Bauteile in einem bestimmten Verhältnis zueinander proportioniert wurden, wobei direkt oder indirekt die Chormasse miteinbezogen wurden.[82] In welchem Verhältnis die einzelnen Bauteile zueinander standen, wurde in den umfassenden Werkmeisterbüchern «Von des Chores Mass und Gerechtigkeit» (um 1500), Lorenz Lechlers «Unterweisungen» (1516) sowie dem wohl vor der Mitte des 15. Jahrhunderts entstandenen «Wiener Werkmeisterbuch» festgehalten. Die erstgenannte Schrift «Von des Chores Mass und Gerechtigkeit» gilt seit 1840 als verschollen, weshalb nur einige paraphrasierte Textpassagen in dem von Christian Ludwig Stieglitz verfassten Text «Von altdeutscher Baukunst» eine Vorstellung über den Inhalt erlauben – leider fehlen viele der von Stieglitz erwähnten Textstellen zu den Gewölben, Diensten und Schablonen.[83] Auch das Original der «Unterweisungen» von Lorenz Lechler ist nicht mehr erhalten, glücklicherweise existieren dazu jedoch drei Abschriften.[84] Lechler schrieb die «Unterweisungen» für seinen Sohn Moritz als Lehrbuch, um ihn im Entwurf von Sakralarchitekturen zu schulen. Die Ausführungen beginnen dabei ebenfalls mit der Planung des Chors: «Item ein khor der 20 Schuech weidt ist Im Liecht, vnd ist der stein guet, so mach die mauern zwen Werkhschuech dickh; ist aber der Khor von Eydlen gehauen steinwerkh, so brich im ab 3 Zoll, ist den fauller stein so gib im 3 Zoll zue zu der dickh der Mauern vnd mit den Pfeillern.»[85]

Das Verhältnis der lichten Chorweite zur Mauerstärke ist hier somit 10 zu 1, wobei je nach Qualität des verwendeten Steins die Mauerstärke verringert oder erhöht werden musste. Obwohl die Angaben zur Proportionierung der einzelnen Bauteile jeweils exakt beschrieben wurden, ergab sich durch die Kombination verschiedener Proportionssysteme trotzdem eine grosse Freiheit im Entwurf des Grundrisses und des Querschnitts, wie die von Ulrich Coenen nach den Angaben in den verschiedenen Werkmeisterbüchern rekonstruierten Lösungen zeigten.[86]

An dieser Stelle ist es wichtig kurz auf die Auslegung der Bedeutung architektonischer Proportionssysteme einzugehen: Sobald architektonische Bauwerksproportionen auf einfache Zahlenverhältnisse reduziert werden können, besteht immer die Gefahr einer symbolischen Überinterpretation. Die Suche nach symbolischen Ebenen in den gotischen Bauwerken lässt sich dabei schon bei den Autoren des frühen 19. Jahrhunderts feststellen.[87] Erst Konrad Hecht warnte vor der Gefahr hinter einer unsichtbaren oder religiösen Zahlensymbolik: «Wer in die Prämisse aufnimmt, was aus der Conclusio hervorgehen sollte und wer seinen Beweis mit Toleranzen ausreichender Grösse führt, kann alles ‹beweisen›, ohne zu bemerken, welchem Trugschluss er zum Opfer fiel.»[88] Trotzdem findet die Zahlensymbolik heute mehr denn je in para- oder pseudowissenschaftlichen Kreisen grossen Anklang und wird über populäre Medien weiterhin verbreitet – man denke dabei nur an die zahlreichen abstrusen Theorien zum Bau der altägyptischen Pyramiden. Wie Hecht jedoch schon andeutete, lässt sich für die meisten Zahlen – oder zumindest für deren willkürliche Umwandlungen und Kombinationen – eine religiöse Bedeutung finden, was aber keinesfalls Rückschlüsse auf mittelalterliche Proportionssysteme in der Baukunst rechtfertigen oder gar belegen würde. Die von den Bauhütten gehüteten und aus heutiger Sicht glücklicherweise in den Werkmeisterbüchern überlieferten Proportionsregeln müssen und dürfen nur als das gesehen werden, was sie auch wirklich sind: die aus der langjährigen praktischen Erfahrung vieler Generationen von Bau- und Werkmeistern hervorgegangenen Regeln als wichtiges Hilfsmittel zur statisch sicheren Planung und Ausführung profaner und sakraler Bauwerke.

Eine besondere Herausforderung stellte die Planung eines figurierten Gewölbes an die spätgotischen Werkmeister. In den Werkmeisterbüchern «Von des Chores Mass und Gerechtigkeit», Lechlers «Unterweisungen» und im «Wiener Werkmeisterbuch» sind Anweisungen zum Gewölbeentwurf erhalten, die jedoch allesamt schwer verständlich formuliert wurden. In allen drei Werk-

82 Coenen (1990), S. 134–135 sowie vertieft zum Proportionssystem Müller Werner (1990), S. 59–105.

83 Stieglitz (1820), S. 240–246. Auch Friedrich Hoffstadt erwähnte die Schrift in seinem «ABC-Buch», verwendete aber grösstenteils die gleichen Textpassagen wie Stieglitz. Vgl. Hoffstadt (1840), S. 66.

84 Coenen (1990), S. 21.

85 Reichensberger (1865), S. 134.

86 Vgl. Coenen (1990), S. 145–159 sowie Coenen (2009), S. 200–210.

87 Vgl. hierzu Stieglitz (1837), S. 10–15 sowie S. 123–125 oder Hoffstadt (1840), S. IX–XII.

88 Hecht (1969), S. 259.

meisterbüchern bezieht sich der Entwurf der Gewölbefiguration wie bei anderen Bauwerksteile auf die Chormasse.[89] Die Schwierigkeit im Gewölbeentwurf lag also nicht in der Ausarbeitung der Rippenfiguration im Grundriss, die in Bezug auf die Vorgaben des zu wölbenden Grundrisses relativ frei ausgeführt werden konnten, sondern im Aufriss des Gewölbes, in der Bestimmung der Höhe der Kreuzungs- und Schlusssteine sowie der räumlichen Bogenaustragung der Rippen. Werner Müller entwickelte dazu in seinen «Grundlagen gotischer Bautechnik» (1990) drei Prinzipien, die er jeweils an direkten Forderungen festmachte: In den ersten beiden Methoden wird die Höhe der Rippenkreuzungspunkte durch die Fläche der Gewölbekappe vorgegeben, wobei der Unterschied in der Definition der dazwischenliegenden Rippenzüge in Abhängigkeit zur Fläche oder zum Radius des Querschnitts liegt. Bei beiden Methoden sind die Scheitelhöhe und die Höhe der Rippenkreuzungen somit unabhängig vom Grundriss.[90]

Die dritte von Müller beschriebene Entwurfsmethode ist das in der Forschung bereits viel zitierte und diskutierte Prinzipalbogenverfahren.[91] Bei diesem Verfahren werden die Rippenzüge zuerst im Grundriss als Linien dargestellt und anschliessend alle Rippenbögen als Viertelkreis mit einem einzigen Radius aufgerissen, wobei der Radius entweder der halben Grundrissdiagonalen oder den aneinandergereihten Teilstücken eines Rippenzugs vom Anfänger zum Scheitel entspricht. Der Begriff selbst findet sich in keinem der angesprochenen Werkmeisterbüchern, noch in den technischen Werken des 16. und frühen 17. Jahrhunderts, sondern bezieht sich direkt auf das Traktat «Beschreibung aller Kirchen-Gebäude der Stadt Dantzig» (1695) von Bartel Ranisch. Interessanterweise benutzte Ranisch selbst den Begriff «Principal» nur drei Mal im gesamten Text, davon an zwei Stellen sogar im Plural, was der Begriffsdefinition eines einzigen einheitlichen Radius bereits widerspricht.[92] Weitaus häufiger verwendete Ranisch dagegen die Begriffe «Haupt Büge», «Quadrant» oder «Quadrant-Zirckel», um das Entwurfsprinzip nach einem Viertelkreis mit einem gleichbleibenden Bogenradius aufzuzeigen.[93] Die Verwendung des Begriffs «Principal» durch Ranisch ist somit als Synonym dazu und nicht als eine im spätgotischen Baubetrieb geläufige Benennung eines Entwurfsverfahrens zu werten.

Wie konnte sich also dieser Terminus in der Forschungsliteratur durchsetzen und so lange halten? Zum ersten Mal aufgegriffen wurde der Begriff von Friedrich Hoffstadt in seinem «ABC Buch», mit einer Notiz, dass er den Hinweis auf Bartel Ranisch vom Koblenzer Architekten Johann Claudius von Lassaulx erhalten habe.[94] Lassaulx selbst schrieb zwar ebenfalls über den Prinzipalbogen, äusserte sich hingegen deutlich kritischer gegenüber der tatsächlichen Anwendung im Entwurf.[95] Für die Verbreitung und Etablierung dieses Terminus war also Hoffstadt verantwortlich, auf den sich wenig später auch Georg Gottlob Ungewitter bezog.[96] Die Popularität von Ungewitters Werk sowie die Verbreitung in vier Auflagen bis ins 20. Jahrhundert hinein führten dazu, dass sich der Begriff in der deutschsprachigen technischen Literatur hielt und mit Rückgriffen auf Hoffstadt bis heute verwendet wird. Warum sich die von Hoffstadt geprägte Interpretation des Begriffs so lange halten konnte, ist schwer zu beantworten. David Wendland verweist hierzu auf das Fehlen deutscher Quellentermini für die einzelnen Rippenbögen, für die in der französischen und spanischen Sprache bereits seit spätestens dem 16. Jahrhundert Bezeichnungen fassbar sind. Dieser Umstand führte unter dem Einfluss der zeitgenössischen Architektur- und Ingenieurtheorie des 19. Jahrhunderts zu einem freien Interpretationsspielraum.[97] Ein weiterer Grund für die breite Verwendung dieses Begriffs könnte auch in der vereinfachten Darstellung

89 Coenen (1990), S. 91–94.

90 Müller Werner (1990), S. 152–155.

91 Ebd., S. 155–157. Zum Prinzipalbogenverfahren siehe u. a. Hoffstadt (1840), S. 169–174, Ungewitter (1859), S. 137–144, Meckel (1933), Coenen (1990), S. 91–94, Nussbaum / Lepsky (1999), S. 177–181, Brändle (2010), Voigts (2015a), Wiesneth (2017), Pliego de Andrés (2017) oder Maissen (2019). Eine ausführliche kritische und deshalb umso wichtigere Auseinandersetzung findet sich bei Wendland (2019), S. 18–24.

92 Ranisch (1695), S. 3: «Ist demnach der Anfang solcher Gewölber Principal [...]», S. 12: «[...] und sind seine Principal-Bügen bezeichnet [...]» sowie S. 48: «[...] der anderen Principal-Bügen [...]».

93 Ebd., S. 7, 13, 21, 29, 30, 38 oder 59, um nur einige Stellen zu nennen.

94 Hoffstadt (1840), S. 67. Der Hinweis findet sich in der zweiten Fussnote auf dieser Seite: «Auch die Mittheilung dieses Buches verdanke ich Herrn von Lassaulx.»

95 Lassaulx (1846), S. 424. In der Erläuterung zu Fig. 23 schreibt Lassaulx: «[...] allein die Bogen sind unrein, weil ihre Mittelpunkte unter die Kämpferlinie fallen, sie machen eben darum einen Knick mit der senkrechten Wandfläche df, und die Schildbogen c'd werden zu hässlichen stumpfen Spitzbogen [...]»

96 Ungewitter (1859), S. 137–144.

97 Wendland (2019), S. 23–24.

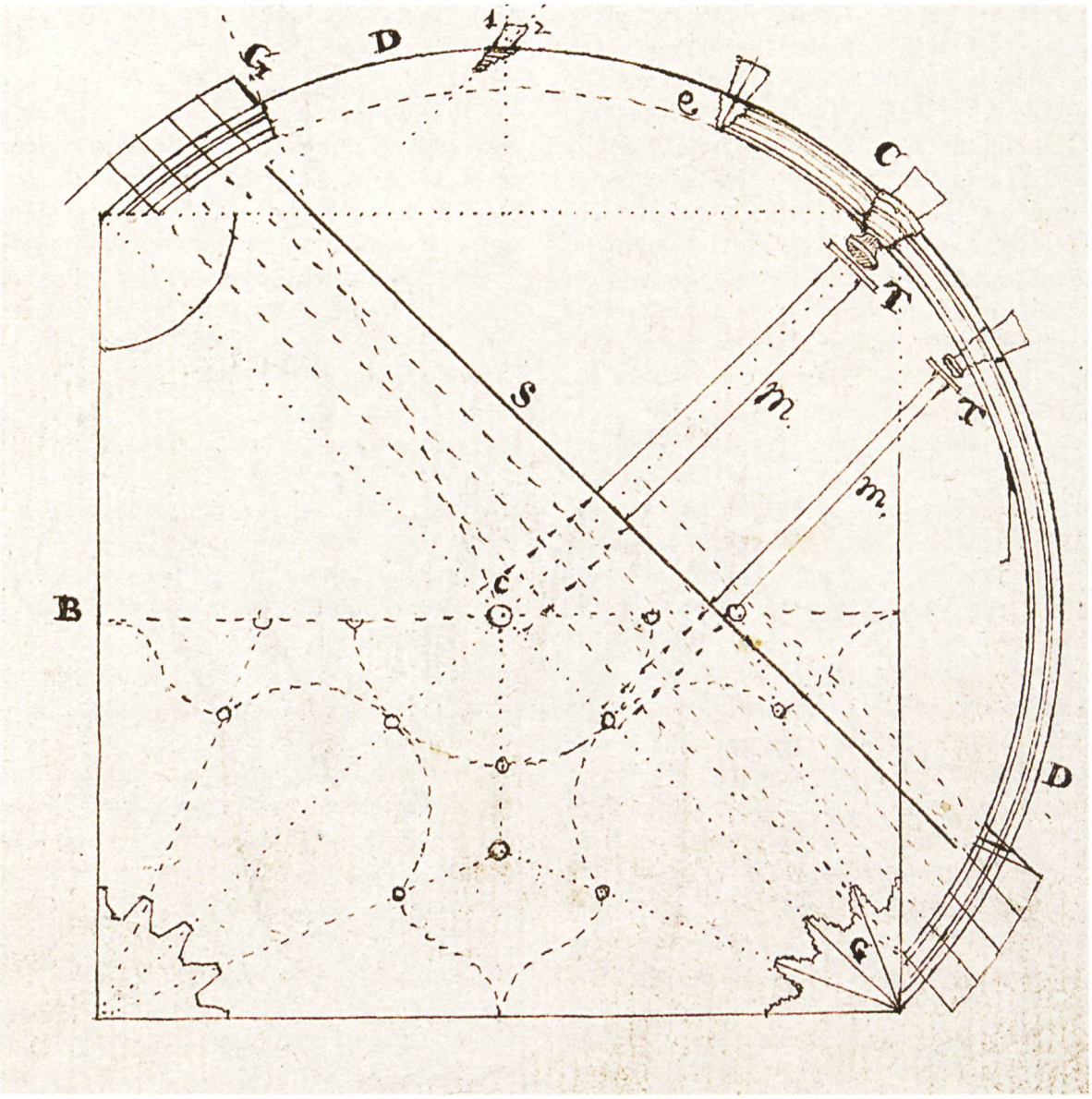

Abb. 18: Anleitung zum Bau eines Bogenrippengewölbes nach Rodrigo Gil de Hontañón (García, Compendio 1681, Mss/8884, fol. 25r).

des komplexen spätgotischen Gewölbeentwurfs liegen, da dieser spätestens von Werner Müller zum automatischen Entwurfsverfahren stilisierte Terminus die wesentlichen Grundzüge der Rippenbögen als autonome Kurven in leichtverständlicher Weise beschreibt.

Die spätgotische Entwurfspraxis kann nicht auf einen allgemeingültigen geschlossenen Prozess heruntergebrochen werden, denn obwohl das Prinzipalbogenverfahren in einigen Gewölben nachgewiesen werden konnte,[98] existieren genügend Beispiele, die das Gegenteil beweisen. Die Planung eines Gewölbes muss daraus folgend als vernetzter Prozess[99] verstanden werden, der auch bei nicht beinflussbaren oder bereits vorgegebenen Bedingungen im Grundriss oder in der Bausubstanz angewendet werden konnte. Dies ist deshalb wichtig, da in der Spätgotik neben vielen Neubauten auch bereits bestehende Kirchen nachträglich eingewölbt wurden, wobei mit einem offenen Entwurfsprozess besser auf die bestehenden Verhältnisse besser reagiert werden konnte als mit einem linearen Planungsprozess.

Unbestritten bleibt dagegen die Bedeutung des Viertelkreises bei der Planung der Bogenaustragung der Gewölberippen und die Positionierung der Kreuzungssteine innerhalb der Ge-

98 Siehe dazu unter anderen Brändle (2010), Voigts (2015b) oder Maissen (2019).

99 Wendland (2019), S. 24–29.

wölbefiguration. Verschiedene Textstellen bei De l'Orme weisen genau darauf hin, dass zuerst die Kreuzungspunkte bestimmt und danach die Rippenzüge dazwischen gelegt wurden.[100] Eine andere, bisher nicht erwähnte Schriftquelle, die im gleichen Zeitraum wie das Traktat von De l'Orme zwischen 1560 und 1570 entstand, jedoch nicht im Original erhalten geblieben ist, stammt aus der Feder des spanischen Architekten Rodrigo Gil de Hontañón. Ähnlich wie bei Lechler oder «Von des Chores Mass und Gerechtigkeit» existieren heute nur noch Auszüge, die in einem Sammlungstraktat des Architekten Simón García mit dem Titel «Compendio de architectura y simetría de los templos» von 1681 erhalten geblieben sind.[101] Auch inhaltlich lassen sich die Textauszüge von Hontañón mit den umfangreichen deutschsprachigen Werkmeisterbüchern vergleichen, wobei sich hier durch die Skizzen eine leichter verständliche Anleitung zum Gewölbeentwurf und -bau ergibt. Dabei ist vor allem eine Abbildung zum Bau eines Bogen- oder Schlingrippengewölbes (Abb. 18) äusserst interessant, da sie bei Hontañón mit einem ausführlichen Anleitungstext erläutert wird, der zudem im Gegenteil zu vergleichbaren zeitgenössischen Quellentexten durch seine ungleich präzisere Terminologie besticht.[102] Hontañón beschreibt in seiner Anleitung, dass «das räumliche Kurvensystem beim Bau ausgehend von der Positionierung der Kreuzungspunkte etabliert wird».[103] In der von Hontañón mitgelieferten Skizze ist zu erkennen, dass der Kreuzbogen als Viertelkreis definiert wurde, auf dessen Grundlage anschliessend die Endpunkte der Rippenzüge sowie deren Kreuzungspunkte bestimmt wurden. Die Definition und Positionierung der Kreuzungspunkte war damit der zentrale Ausgangspunkt für den Entwurf des Gewölbes und, wie wir später noch sehen werden, ebenfalls für dessen Ausführung im Bauwerk.

So variantenreich die figurierten Gewölbe der Spätgotik sich uns heute präsentieren, so unterschiedlich können die angewendeten Entwurfsprozesse der zeitgenössischen Werkmeister im Detail gewesen sein. Der Entwurf eines spätgotischen Gewölbes sollte dabei nicht als in sich geschlossener Prozess betrachtet werden, sondern kann überhaupt nur im Zusammenspiel zwischen Grundriss, Aufriss und Bogenaustragung verstanden werden. Da diese Entwurfs- und Planungsfaktoren nicht konstant sind, können auch keine allgemeingültigen Verfahren dafür verwendet worden sein. Der Entwurf eines figurierten Gewölbes verlangte nach einer detaillierten Planungsvorarbeit, die bis ins kleinste Detail reichte und keine Improvisationen bei der späteren Ausführung zuliess.[104]

1.3.3. Entwurf eines Haspelsterngewölbes

Um den Entwurf eines spätgotischen Gewölbes besser visualisieren und einfacher erläutern zu können, soll das mögliche Vorgehen im Folgenden anhand des in Mitteleuropa weitverbreiteten Haspelsterngewölbes aufgezeigt werden. Wie bereits erwähnt, geht die Bezeichnung «Haspelsterngewölbe» auf Albert Knöpfli zurück und beschreibt eine spezielle Variante eines Rautensterngewölbes, das in Süddeutschland, Österreich und in Graubünden besonders beliebt bei Chorgewölben angewendet wurde.

Der kontinuierlichen Ausführung von Haspelsterngewölben ist es auch zu verdanken, dass sich davon einige seltene Planrisse dieser Figuration erhalten haben. Gleich mehrere Planrisse mit Haspelsternen in verschiedenen Varianten befinden sich heute in der Sammlung der Wiener Akademie der bildenden Künste (Abb. 19), wobei ein Riss sogar eine sonderbare Version auf rundem Grundriss zeigt (Abb. 20). Ebenfalls bemerkenswert ist ein Planriss aus der Sammlung Nicolai,[105] der im Vergleich zu den Rissen aus der Wiener Sammlung einen deutlich höheren Detailgrad in seiner Ausführung aufweist (Abb. 21). Der

100 De l'Orme (1567), Fol. 107r–109v.

101 Wendland (2010), S. 247–251. Das Sammlungstraktat ms. 8884 von Simón García befindet sich heute in der Spanischen Nationalbibliothek (BNE) und kann als Digitalisat online eingesehen werden.

102 Ebd., S. 251–257. Die betreffende Textpassage wurde von David Wendland und María José Ventas Sierra übersetzt und ist im Anhang zum genannten Aufsatz vollständig wiedergegeben. Siehe ebd., S. 269–272.

103 Wendland (2019), S. 24.

104 Ebd., S. 32.

105 Die Sammlung Nicolai bezeichnet den Nachlass des württembergischen Offiziers Ferdinand Friedrich Nicolai (1730–1814), dessen Gesamtvolumen aus 22'800 Seiten in 155 Bänden besteht. Der Inhalt der Sammlung besteht aus Grafiken, Plänen und Zeichnungen aus verschiedenen Bereichen der Architektur, Mechanik, Geografie und dem Militärwesen. Seit 1786 befindet sich die Sammlung Nicolai in der Württembergischen Landesbibliothek in Stuttgart und seit 2015 können alle Bände als Digitalisat eingesehen werden.

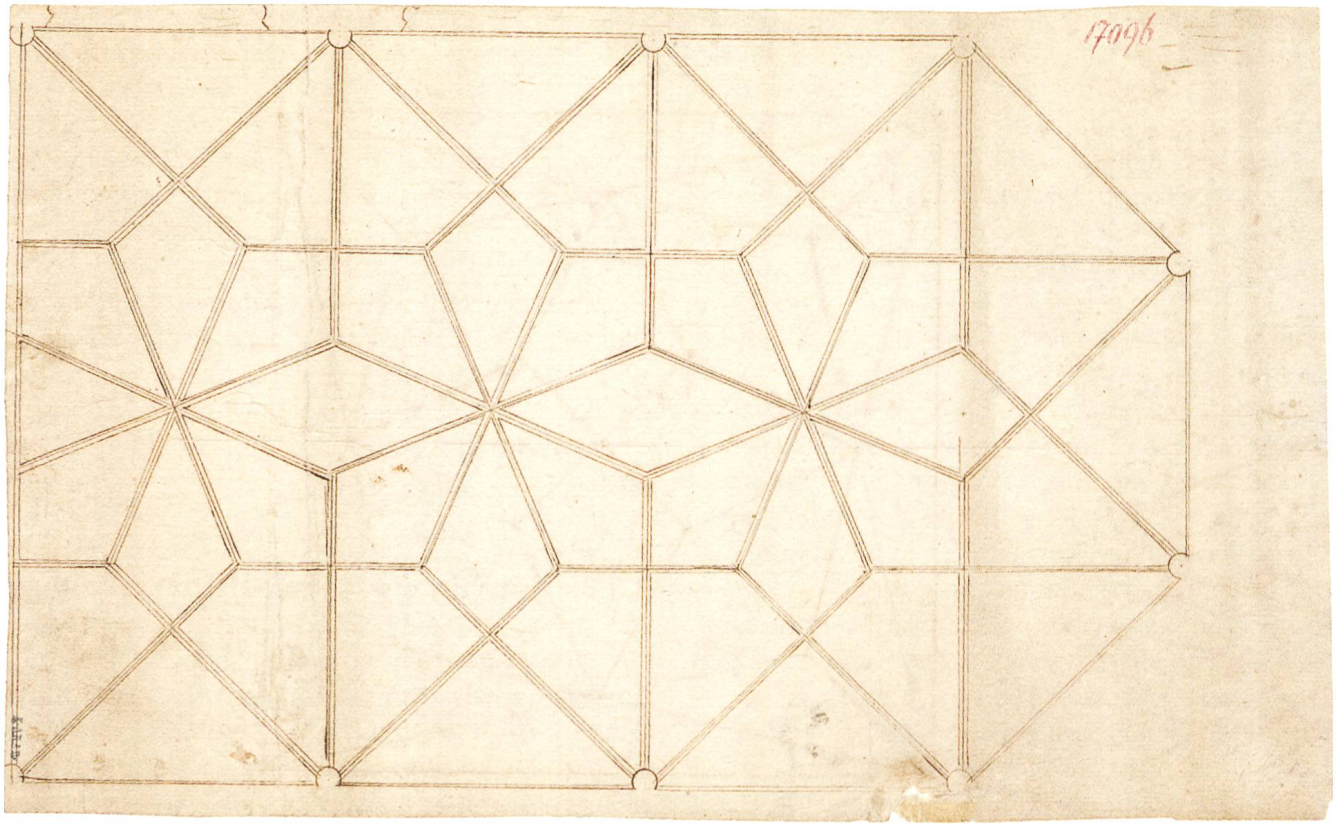

Abb. 19: Planriss eines Haspelsterngewölbes in der Sammlung der Wiener Akademie der bildenden Künste (Inv. Nr. 17096).

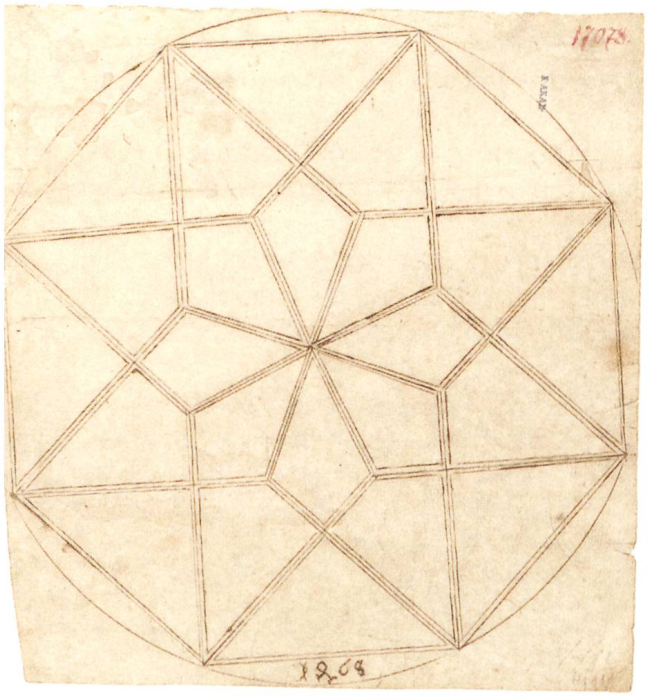

Abb. 20: Spezielle Variante eines Haspelsterngewölbes auf rundem Grundriss. Die unten gut leserliche Jahreszahl datiert den Planriss (Inv. Nr. 17078) in das Jahr 1468.

Planriss aus der Sammlung Nicolai zeigt neben der Gewölbefiguration auch die Mauerwände, die äusseren Verstrebungen sowie den Chorbogen und zusätzliche Projektionslinien zur Vermassung der Bauelemente am Chorschluss, deren Fortsetzung jedoch leider abgeschnitten wurde und sich mit keiner weiteren Abbildung aus der Sammlung Nicolai eindeutig verbinden lässt. Auch die Rippenfiguration zeigt einige weitere Details, wie die Entwicklung des Rippenprofils am Anfänger in der rechten oberen Ecke oder Markierungen, die wohl zur Kennzeichnung der Rippenfugen gedacht waren. Diese eingezeichneten Rippenfugen sind aus einer bautechnischen Sicht unrealistisch, da die relativen grossen Abstände zu den Kreuzungspunkten ihre Herstellung unnötig verkompliziert hätte. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den eingezeichneten Markierungen nicht um eine zeitgenössische Planungshilfe, sondern um eine spätere Addition handelt. Ebenfalls merkwürdig sind die schräggestellten äusseren Verstrebungen am Chorbogen, an deren Stelle eigentlich der Anschluss ans Langhaus erfolgen müsste, weshalb die Strebepfeiler an dieser Stelle keinen Sinn machen.

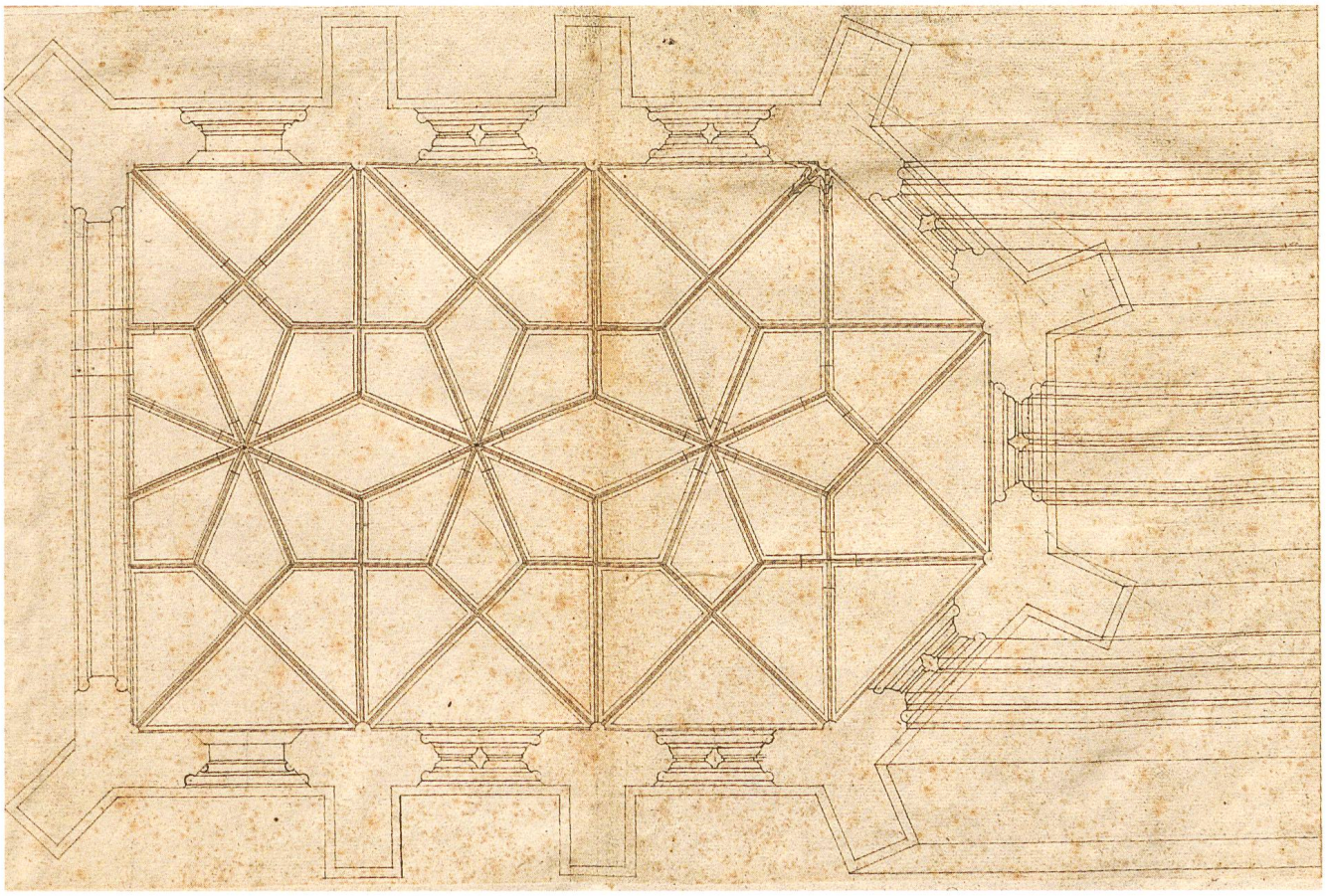

Abb. 21: Planriss eines Haspelsterngewölbes aus der Sammlung Nicolai (Band 5, Fol. 111r).

Die Planrisse der Haspelsterngewölbe wurden in der Forschung bereits als Vorlagen für Meisterstücke angehender Steinmetze erkannt,[106] wobei im Fall des um 1468 datierten Wiener Planrisses Nr. 17096 von einem Chor- oder Kapellengrundriss ausgegangen wurde. In einem 1712 von Johann Hübner herausgegebenen Lexikon werden die Anforderung an die Meisterstücke der Steinmetze jedoch genau beschrieben:

> *«In offt erwehnter Stadt Nuernberg machen sie ein kunstreiches dreyfaches Meisterstueck, I.) einen ueberlangen Chor 30. Schuh breit, und 46. Schuh in die Laenge, der muß anfangs verbockstellet werden. Hierzu nun muß der Chor mit seinen angefangenen Pfeilern 60. Schuh hoch ausgefuehret werden, und dieses Kirchen-Gebaeu wird von dem jungen Meister nach dem verjuengten Maß-Stab von Alabaster gemachet, wie dann auch das Bock-Gestell klein in Holz, und die Maas-Bretter von Bleywerck verfertigen.»*[107]

Die erste Aufgabe entspricht in der Vorgabe und den Massen exakt den Planrissen aus Wien und Stuttgart, wobei aus der Aufgabenstellung auch ersichtlich wird, dass es sich bei den Plänen nicht um einen Kapellengrundriss handelt, sondern um die Planrisse eines überlangen Chores. Dies wird im Stuttgarter Planriss auch schon durch den gezeichneten Chorbogen angedeutet, der im Wiener Riss fehlt. Mindestens zwei Modelle dieser für die Erfüllung der Aufgabe notwendigen Lehrgerüste (hier: Bock-Gestell) sind heute noch erhalten: Das schon mehrfach publizierte «Nürnberger Meisterstück des Hans Heiss» von 1659[108] in der Architekturgeschichtlichen Sammlung der Technischen

106 Böker (2005), S. 83 sowie Caviezel (2006), S. 232.

107 Hübner (1712), S. 1555–1556. Die beiden anderen Aufgaben bestanden aus einem zweiten Chorgewölbe und einem Riss von einem privaten Wohnhaus in einem bestimmten Massstab. Abschliessend sollte der angehende Werkmeister die drei Meisterstücke präsentieren und sich den Fragen der Examinatoren stellen.

108 Siehe dazu u. a. Müller Werner (1989), S. 234–235.

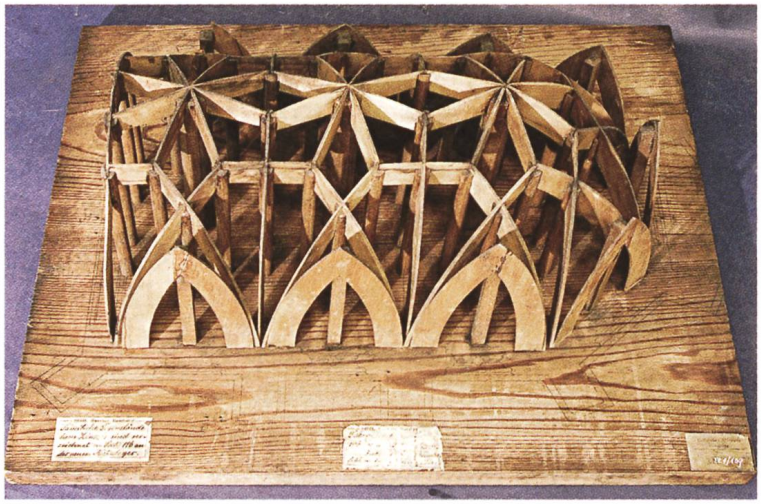

Abb. 22: Lehrgerüstmodell eines Meisterstücks im Lager des Historischen Museums Bamberg unter der Inventar-Nummer PL. 1/109.

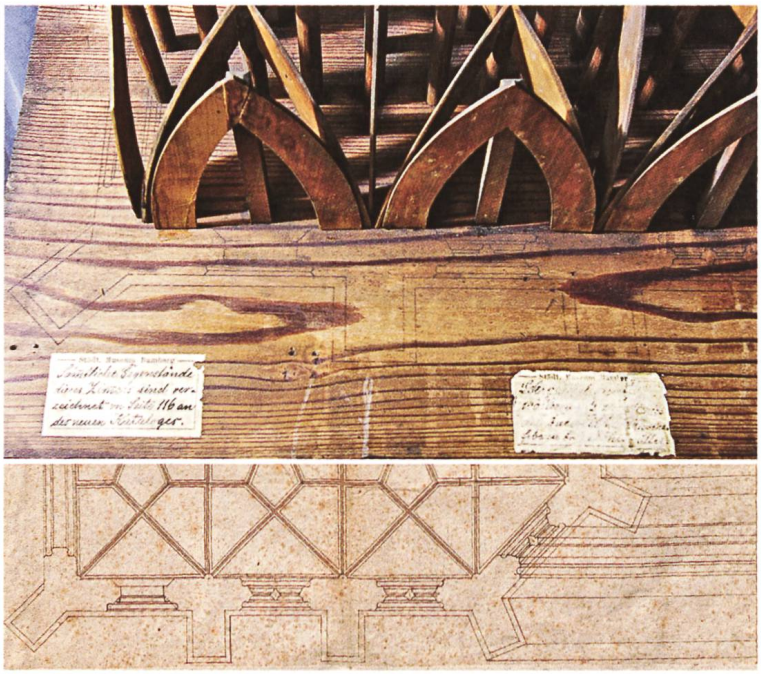

Abb. 23: Vergleich der Vorzeichnungen auf dem Bamberger Modell mit dem Haspelstern-Planriss aus der Sammlung Nicolai.

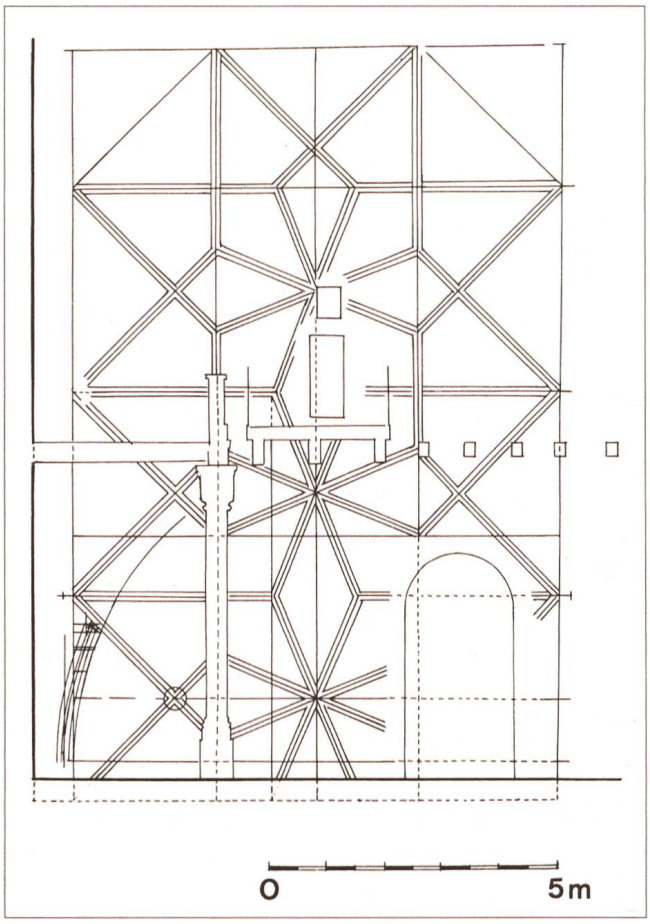

Abb. 24: Ritzzeichnung des Chorgewölbes der Pfarrkirche St. Sigismund in Szydłowiec an der Nordseite des Langhauses.

Universität München und das bisher noch kaum beachtete Lehrgerüstmodell aus dem Depot des Historischen Museums Bamberg (Abb. 22). Das Bamberger Modell zeigt, dass zuerst der Grundriss auf der Platte vorgezeichnet und darauf das Lehrgerüst errichtet wurde – also identisch zur Vorgehensweise auf einem Reissboden am Bauwerk. Die gut erhaltenen Vorzeichnungen enthüllen eine aussergewöhnliche Übereinstimmung mit dem Planriss aus der Sammlung Nicolai, die an zwei markanten Stellen deutlich wird: Einerseits zeigen sowohl das Bamberger Modell als auch der Planriss aus der Sammlung Nicolai dieselben Profile der Fensteröffnungen, samt den abweichenden Fensterprofilen im ersten Joch, andererseits weisen beide Exemplare die unnötigen schräggestellten Strebepfeiler am Chorbogen auf (Abb. 23). Natürlich reichen diese beiden kongruenten Stellen nicht aus, um beide Exemplare direkt miteinander in Verbindung zu bringen, jedoch kann daraus geschlossen werden, dass die Anforderungen an die Meisterstücke über lange Zeit gleich blieben[109] und das Haspelsterngewölbe dadurch zu einer Art «Standardlösung» im Figurenrepertoire der Steinmetze wurde.

Wie lässt sich aber eine Haspelsternfiguration nur mit Richtscheit und Zirkel planen? Im Grundriss

109 Ebd., S. 234. Werner Müller schätzt, dass in der freien Reichsstadt Nürnberg die Anforderungen an die Meisterstücke der Steinmetze bis ins späte 18. Jahrhundert gleichblieben. Ausserdem verweist er in Bezug auf den Planriss aus der Sammlung Nicolai auf den Nachlass des Ratsbaumeisters Wolf Jacob Stromer (1561–1614), der ebenfalls in Nürnberg tätig war.

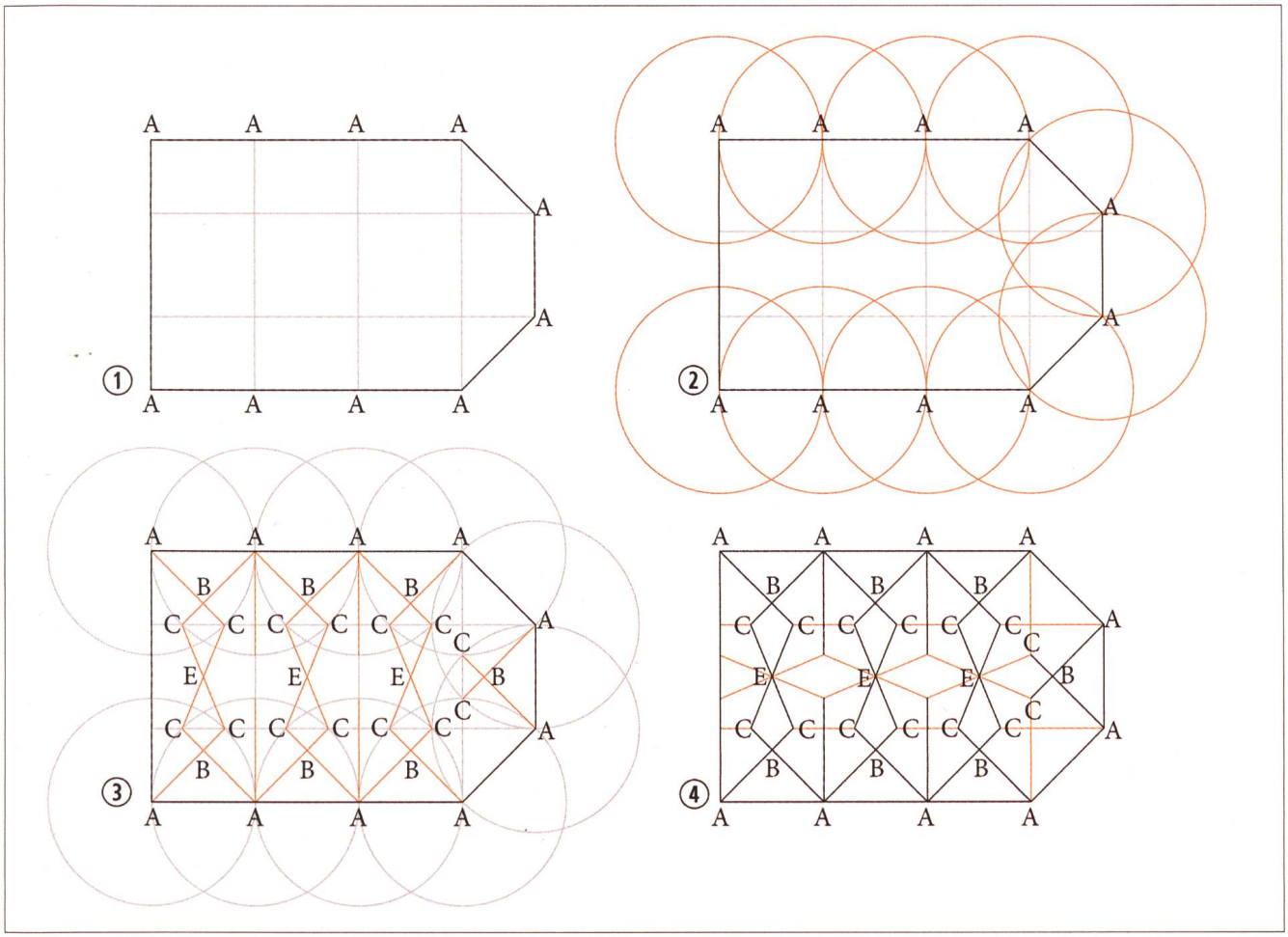

Abb. 25: Mögliche Rekonstruktion der Planung eines Haspelsterngewölbes im Grundriss.

lässt sich die Form eines Haspelsterngewölbes leicht aus mehreren Quadraten entwickeln. Der Entwurf eines solchen Gewölbes mittels Quadraturverfahren konnte bereits von Maria Brykowska anhand des Chorgewölbes der Pfarrkirche St. Sigismund in Szydłowiec (Polen) eindrücklich aufgezeigt werden, da sich an der nördlichen Langhauswand eine bauzeitliche Ritzzeichnung im Massstab 1:1 erhalten hat (Abb. 24). Die Ritzzeichnung besitzt die zum Entwurf benötigten Hilfslinien und liess sich allein durch Zirkel und Richtscheit ausführen. Als Grundlage dient hierzu ein Quadrat, dessen Seite der lichten Weite des Chores entspricht. In dieses Quadrat wird ein gleichgrosses Quadrat um 45° gedreht eingezeichnet, sodass ein gleichseitiges Oktogon entsteht. Durch immer kleiner werdende Quadrate wird der Grundriss weiter unterteilt, woraus schliesslich der charakteristische Haspelstern entsteht.[110]

Im Gegensatz zu vielen spätgotischen Rippenfigurationen besitzt das Haspelsterngewölbe jedoch ein spezielles Charakteristikum, womit der Entwurf theoretisch noch weiter vereinfacht werden kann: Die komplette Rippenfiguration besteht nur aus einem sich wiederholenden und immer gleichen Rippenzug, der vom Anfänger über einen Knick zum Schlussstein verläuft. Da es zu der folgenden Vorgehensweise keine gesicherten Quellen gibt, sind die anschliessenden Ausführungen nur als Rekonstruktion einer möglichen Entwurfsvariante zu verstehen und nicht als allgemeingültiges Prinzip. Für die Rekonstruktion (Abb. 25) ist die Dimensionierung des Grundrisses von massgeblicher Bedeutung: Gezeichnet wird ein Fünfachtelchor mit konstanter Jochbreite AA, wodurch innerhalb des Grundrisses durch Verbinden der Jochgrenzen (Anfänger) ein grobmaschiges Raster entsteht. In der Mitte des Rasters entstehen so automatisch drei quadratische Flächen, deren

110 Eine leichtverständliche Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Entwurf eines Haspelsterngewölbes in der Pfarrkirche von Szydłowiec nach dem Quadraturverfahren findet sich bei Brykowska (1992), S. 103–105.

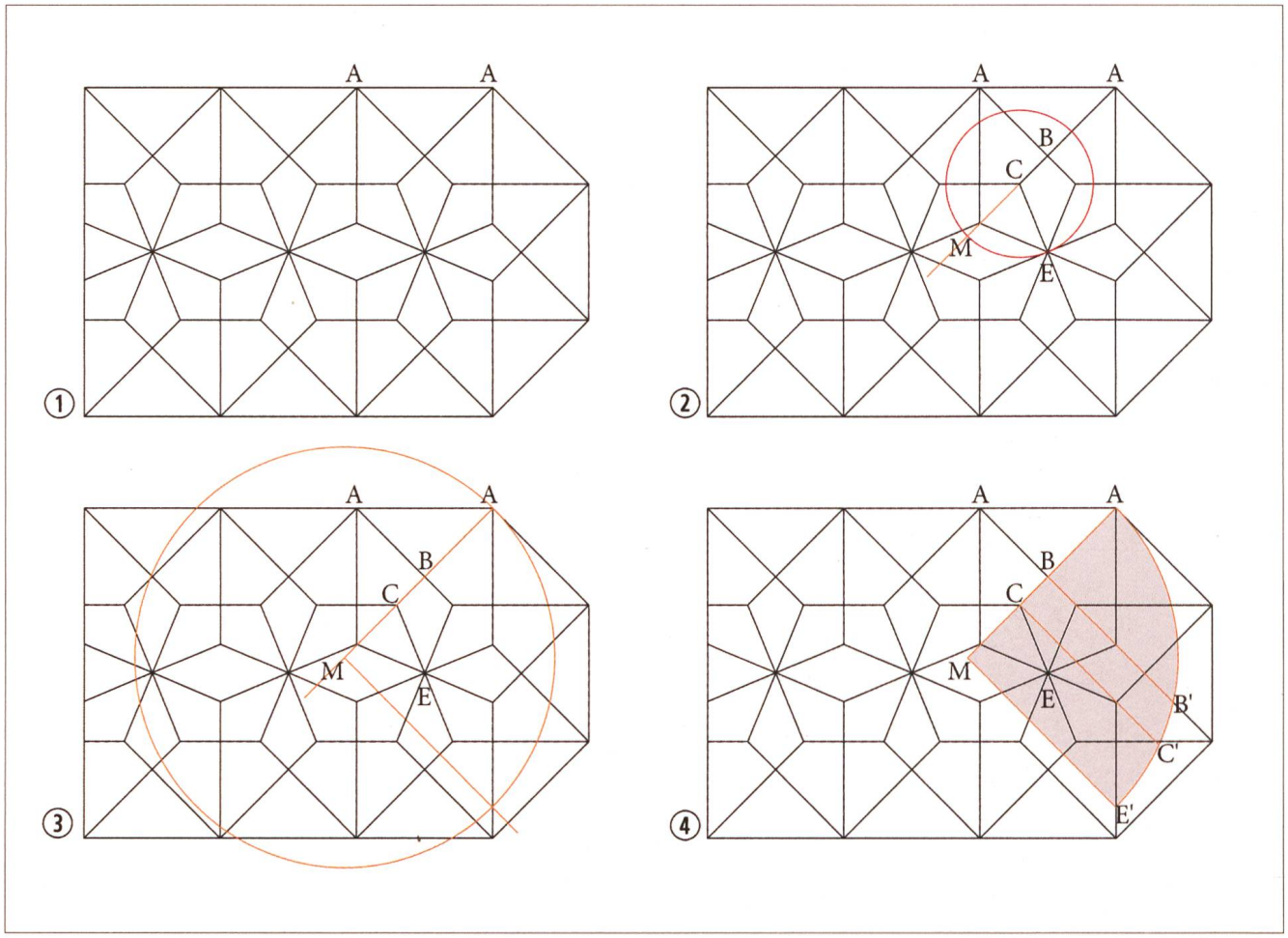

Abb. 26: Planung der Bogenaustragung eines Haspelsterngewölbes aus dem Grundriss.

Seitenlängen ebenfalls der Jochbreite AA entsprechen und die gleichzeitig die Tiefe der Stichkappen bestimmen. Beidseitig dieser Quadrate schliessen sich rechteckige Felder an, deren Dimensionen durch das mittlere Quadrat vorgegeben werden. Zu beachten ist bei diesem rekonstruierten Haspelsterngewölbe, dass die Strecke AC genau der Jochbreite AA entspricht. Der Entwurf eines Haspelsterngewölbes im Grundriss kann also vereinfacht durchgeführt werden, indem die Jochbreite AA mit dem Zirkel wiederholt von allen Anfängern A aus abgetragen wird, wodurch an den Schnittpunkten mit dem inneren Raster die Punkte C entstehen, die nun über Kreuz mit dem Richtscheit zu einem Haspelstern verbunden werden können. Der Entwurf eines Haspelsterngewölbes lässt sich, wie schon in den Anleitungen in den Werkmeisterbüchern umschrieben, komplett aus der Jochbreite des Chorraums ableiten und mittels wenigen Zirkelschlägen ausführen.

Dass die Haspelsternfiguration aus der Wiederholung eines identischen Rippenzugs besteht, hat nicht nur Vorteile für den Entwurf im Grundriss, sondern auch für die Planung der Bogenaustragung, denn identische Rippenzüge können als einheitliche Viertelkreise ausgeführt werden. Dies bedeutet also, dass dadurch die Anfänger A, die Kreuzungssteine bei B und C sowie die Schlusssteine bei E jeweils auf der exakt gleichen entsprechenden Höhe zu liegen kommen. Der dazu benötigte Viertelkreis lässt sich demgemäss wie folgt bestimmen: Zuerst wird die längste Strecke vom Anfänger bis zum Schlussstein gesucht, was hier durch die Strecke ACE gegeben ist. Dieser geknickte Polygonzug wird nun abgewickelt, weshalb der Rippenzug von A über C hinaus verlängert und darauf die fehlende Strecke CE abgetragen wird, wodurch der Mittelpunkt M entsteht (Abb. 26). Von M aus wird nun ein Viertelkreis mit dem Radius AM = ACE gezogen, wodurch sich die Gewölbehöhen durch Senkrechte in den jeweiligen Punkten auf AM ergeben. Die Höhe des Kreuzungssteins C lässt sich also durch eine Senkrechte an den Viertelkreisbogen ermitteln, wodurch C' entsteht und die Höhe als CC' herausgemessen werden kann. Die Höhe des Schlusssteins E entspricht dadurch

der Senkrechten am Mittelpunkt M, also dem Einheitsradius AM = ME'.[111]

Die Planung der Bogenradien mittels Projektion scheint auf den ersten Blick äusserst komplex, wurde aber in der spätgotischen Gewölbeplanung in dieser Form angewendet, wie Zeichnungen im Musterbuch des Hans Hammer belegen.[112] Die angeführten Erklärungen sollen im Folgenden durch einige grundlegende Hinweise zum praktischen Gewölbebau verdeutlicht und später auf verschiedene Sakralbauten in Graubünden angewendet werden.

1.3.4. Herstellung und Versatz von Gewölberippen

Nicht nur der Entwurf eines Gewölbes war ein komplexer Prozess, sondern auch dessen praktische Ausführung stellte die spätgotischen Werkmeister und Steinmetze vor diverse Probleme, angefangen bei der Übertragung des Planrisses auf den tatsächlichen Massstab, über die Herstellung der Gewölberippen bis hin zum Versatz der Werkstücke im Bauwerk. Abschliessende Aussagen über die praktische Ausführung zu treffen, erweist sich jedoch als schwierig, da zum eigentlichen Baubetrieb kaum schriftliche Quellen vorliegen und deshalb für unser heutiges Verständnis dieser Vorgänge nur das Bauwerk selbst als gesichertes Zeugnis betrachtet werden kann.

Die immer komplexer werdenden Bauteile in der Spätgotik verlangten eine saubere Werkplanung, also den Übertrag des Entwurfs auf einen 1:1-Massstab inklusive aller geometrischen Konstruktionshilfen sowie des exakten Steinschnitts.[113] Die Werkplanung eines figurierten Gewölbes bildete dabei natürlich keine Ausnahme. Die in vollem Massstab ausgeführte Werkplanung konnte auf verschiedenen Trägermaterialien angebracht werden, wie Holzplatten für kleinere Bauteile, Holz- oder Gipsböden für grössere Elemente oder, wie bereits aus der Pfarrkirche St. Sigismund in Szydłowiec bekannt (vgl. Abb. 24), auf den Wänden des entstehenden Bauwerks selbst. Auch diese Werkrisse wurden lediglich mit Richtscheit, Winkel und Reiss- oder Schnurzirkel ausgeführt; im Vergleich zu der hohen Anzahl noch existierender Planrisse auf Pergament haben sich von den Werkplanungsrissen aber nur wenige erhalten.[114] Eine der seltenen schriftlichen Quellen zu einem Reissboden wird im «St.-Vinzenzen-Schuldbuch» in Bern überliefert, in dem nicht nur eine «Risskammer», sondern ebenfalls eine «klein Rissstüblin» erwähnt wird.[115] Leider fehlen ergänzende Angaben zur Funktion dieser Räume, weshalb auch nicht erschlossen werden kann, ob die Reissstube dem Baumeister als Arbeits- und Planungsraum diente oder nicht. Ähnliche Reisskammern, genannt «tracing houses», können in einigen englischen Sakralbauten, beispielsweise in der St. Mary's Church in Scarborough (York) oder in der St. Stephen's Chapel in Westminster (London), nachgewiesen werden – vor wenigen Jahren wurde ausserdem ein weiterer erhaltener Reissboden im Strassburger Münster entdeckt.[116]

Ähnlich wie bei den Planrissen auf Pergament ergeben sich durch die experimentelle Nachstellung einer Werkplanung realistische Einblicke in die zeitgenössischen Prozesse und es werden Interpretationen möglich. Zuletzt entstand so eine genaue Untersuchung des 1521 ausgeführten Gewölbes im Waffensaal der Albrechtsburg in Meissen (Abb. 27) unter der Leitung von David Wendland, wobei eine Werkzeichnung im Massstab 1:1 auf einem Gipsboden rekonstruiert wurde, um den «Informationsfluss vom Entwurf bis zur Konstruktion zu verstehen».[117] Das Vorgehen unterscheidet sich dabei nicht vom Entwurf eines Planrisses auf Pergament: Zuerst werden die Rippenzüge im Grundriss gezeichnet bzw. gerissen und danach die Austragung der Bögen im Aufriss. Nach Fertigstellung der Werkzeichnung sind alle Dimensionen des Bauteils im richtigen Massstab bekannt und können auf die vorzubereitenden Werkstücke übertragen werden.

Die Übertragung der vorgezeichneten Dimensionen auf die noch unbehauenen Werksteinblöcke konnte durch das Abstecken von Distanzen mittels Reisszirkel oder Schnüren erfolgen, was für die

---

111 Eine Veranschaulichung der Konstruktion in der dritten Dimension nach der gleichen Vorgehensweise findet sich in Brändle (2010), S. 236–237.

112 Fuchs François-Joseph (1992), S. 47. Das Musterbuch des Hans Hammer wird heute unter der Signatur Cod. Guelf. 114.1 Extrav. in der Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel aufbewahrt und kann in deren Handschriftendatenbank als Digitalisat eingesehen werden.

113 Völkle (2016), S. 22.

114 Eine Zusammenstellung von 45 erhaltenen Werkrissen findet sich bei Schöller (1989), S. 47–61.

115 Mojon (1967), S. 34.

116 Salzman (1967), S. 21 sowie zum Strassburger Reissboden Wendland (2019), S. 167–169.

117 Wendland / Degenève (2017), S. 164–166 sowie Wendland (2019), S. 100–157.

Abb. 27: Schlingrippengewölbe im Wappensaal der Albrechtsburg in Meissen bei Dresden.

Krümmung der Rippenstücke und den Steinschnitt jedoch zu ungenau war. Für die Übertragung der geometrischen Informationen gekrümmter oder komplexer Rippenstücke wurden Schablonen verwendet, was bei Philibert de l'Orme und François Derand bereits beschrieben wurde und wohl zur gängigen Praxis der Steinmetze gehörte.[118] Zum Übertragen der Geometrie gerade verlaufender Rippenstücke werden zwei Schablonen benötigt: Eine Schablone für das Profil des Rippenquerschnitts und eine weitere für die Krümmung im Aufriss. Bei einem Schlingrippengewölbe mit doppelt gekrümmten Rippen bräuchte es dagegen je zwei Schablonen für die Bogenaustragung im Grund- und Aufriss.[119]

Für die Ausarbeitung der Rippenstücke war ausserdem die exakte Definition der Endpunkte wichtig, damit später die Fugen korrekt aufeinanderpassten und der Druck ungehindert übertragen werden konnte. Je nach Gewölbefiguration können die Teilstrecken zwischen den Kreuzungspunkten aus einer einzelnen oder aus mehreren Rippenstücken (voussoir) bestehen, die vorab genau zugeschnitten und aufeinander angepasst werden mussten. Das dafür nötige Wissen des exakten Steinschnitts, der sogenannten Stereotomie, wird bei Philibert de l'Orme und noch ausführlicher bei François Derand behandelt. Bei im Grundriss gerade verlaufenden Rippenfigurationen war dies kein aufwändiger Prozess – sogar bei den Bogenrippen gelang die Übertragung der benötigten Geometrie durch flexible Holzstäbchen.[120] Waren alle benötigten Dimensionen, Krümmungen und Profile übertragen, konnten die Rippenstücke oder Kreuzungssteine zugehauen und ausgearbeitet werden.[121] Die Komplexität oder Einfachheit der Herstellung solcher Rippenstücke war natürlich direkt vom Entwurf abhängig – je weniger Parameter zum Entwurf nötig waren, desto einfacher war auch die Steinbearbeitung. Der Hauptparameter zur Vereinfachung der Produktion war dabei der Radius: Wurde für das ganze Gewölbe ein einheitlicher Radius gewählt, so konnten alle Rippenstü-

118 De l'Orme (1567), Fol. 117r–121v sowie Derand (1643), S. 3.

119 Wendland (2019), S. 172–185. Für die Übertragung der geometrischen Informationen doppelt gekrümmter Rippen wurden bei der experimentellen Rekonstruktion Schablonen aus Kupfer verwendet, die flexibel auf den Werkstein angelegt werden konnten.

120 Wendland / Degenève (2017), S. 167. Im Gegensatz zu im Grundriss geraden Rippen können Bogenrippen nur an ihrer definierten Position innerhalb der Figuration eingesetzt werden und müssen daher entsprechend exakt gekennzeichnet werden.

121 Zur Steinbearbeitung siehe Völkle (2016), S 96–139.

Abb. 28: Lehrgerüst, wohl aus dem 14. Jahrhundert, im Turm der Kirche von Lärbro auf Gotland (Schweden).

cke mit derselben Schablone vorgezeichnet und «seriell» hergestellt werden.

Waren die Rippenteilstücke hergestellt, konnte mit dem Versatz der Werkstücke im Bauwerk selbst begonnen werden. Damit die Rippen im Raum versetzt und verbunden werden konnten, wurde ein stabiles Lehrgerüst benötigt, das die Form und den Verlauf vorgab sowie die Rippenteilstücke bis zum Versatz des letzten Steins an Ort und Stelle hielt. Da es sich hierbei um eine rein temporäre Holzstruktur handelt, gibt es kaum erhaltene Exemplare solcher Gerüste. Eine seltene Ausnahme bildet ein erhaltenes Lehrgerüst aus dem 14. Jahrhundert in der Kirche von Lärbro auf Gotland[122] (Abb. 28). Obwohl das darüberliegende Gewölbe keine Rippen besitzt, wurden hier die Grate direkt gestützt, wobei zwischen diesen Bögen die Schalungsbretter für das Bruchsteinkappenwerk befestigt werden konnten. Die wichtigste Eigenschaft eines Lehrgerüsts ist seine Formstabilität, die bis zum Versetzen des Schlusssteins – also bis sich die Gewölberippen selbst tragen – unbedingt erhalten bleiben muss. In der Forschungsliteratur werden öfters Lehrgerüste rekonstruiert, deren Bögen, Stangen und Bretter mit Seilen verbunden werden, was keine Formstabilität garantiert: Die einzelnen Elemente des Lehrgerüsts mussten zwingend mit zimmermannsmässigen Holzverbindungen[123] abgebunden werden, damit sich die auftretenden Kräfte durch die massive Auflast des noch nicht geschlossenen Gewölbes nach unten ableiten liessen. Die in zeitgenössischen Rechnungen häufig auftauchenden Seile wurden laut Christian Mai eher für den Bau einfacher Arbeitsgerüste verwendet, wobei Mai weiter auf die grossen Mengen an Nägeln, Schienen und Eisenreifen verweist, die vielmehr für den Bau von Lehrgerüsten verwendet wurden.[124] Auch freigesprengte Lehrgerüste, also Lehrgerüste aus schmalen Lehrbögen, die auf Wandkonsolen aufliegen und nicht direkt von unten gestützt werden, sind unrealistisch.[125] Weiter mussten auch die Rippenteilstücke auf den Lehrbögen seitlich gestützt werden, damit keine Bewegungen in den bereits versetzten Rippen auftreten konnten – die Ausarbeitung eines Lehrbogens muss man sich also wie

122 Utas (1990), S. 280–285.

123 Holzer (2021), S. 116–117.

124 Mai (2014), S. 162–163.

125 Holzer (2021), S. 144. Stefan M. Holzer verweist an dieser Stelle auf die Absenz jeglicher Quellen solcher freigesprengter oder mit Seilen verbundener Lehrgerüste im Gewölbebau.

Abb. 29: In die Seitenwände einbindende Schildrippen im Kreuzgang der Klosterruine Limburg an der Haardt.

eine Art Rinne oder Schiene vorstellen, in welche die Rippenwerkstücke gelegt werden konnten.[126]

Die Komplexität des Lehrgerüstes hing wiederum direkt vom Gewölbeentwurf ab, was bedeutet, dass die gleichen Entwurfsparameter der Gewölbeplanung auf das Lehrgerüst angewendet werden mussten: Wurde die Bogenaustragung des Rippenintrados im Entwurf mit einem einheitlichen Radius geplant, konnte auch der Extrados der Lehrbögen einfacher gebaut werden. Die Form des Lehrgerüsts war somit durch den Rippenverlauf sowie die Position und Höhe der Kreuzungssteine vorgegeben. Die grössere Herausforderung war die Aussteifung und Abstützung des gesamten Lehrgerüsts in grossen Sakralbauten; jedoch muss auch hier davon ausgegangen werden, dass jeder Kreuzungsstein direkt durch einen hölzernen Ständer unterstützt wurde, wie es auch im Bamberger Lehrgerüstmodell ausgeführt worden war (vgl. Abb. 22).[127] Für den spätgotischen Gewölbebau in Graubünden stellte dies hingegen keine besondere Herausforderung dar, da die Gewölbescheitel nur selten über einer Höhe von 10 m liegen. Die Kreuzungssteine konnten also einfach direkt vom Boden aus durch Ständer unterstützt und in Position gehalten werden, bis das Rippennetz vollständig geschlossen war – die Kreuzungs- und Schlusssteine wurden somit zuerst versetzt und erst danach die Rippenwerkstücke.[128] Bei der hohen Anzahl in kurzer Zeit errichteter Gewölbe in Graubünden drängt sich dabei auch die Vermutung auf, dass zumindest Teile der Lehrgerüste mehrmals wiederverwendet wurden. Dazu gibt es jedoch keine schriftlichen Quellen oder andere direkte Belege.

Die Montage des Gewölbes war einer der letzten konstruktiven Arbeitsschritte beim Bau einer Kirche und geschah erst, nachdem das Dach bereits aufgerichtet war, damit auf einer trockenen Baustelle gearbeitet werden konnte. Dies hing einerseits damit zusammen, dass bei auftretendem Regen die Fugen ausgespült werden oder die bereits ausgemauerten Gewölbezwickel sich mit Wasser füllen konnten, womit das statische Gleichgewicht der gesamten Gewölbekonstruktion gefährdet gewesen wäre. Andererseits hatte die Auflast des Dachs auf die Aussenmauern einen Einfluss auf das statische Gleichgewicht des oberen Raumabschlusses, wie später noch aufgezeigt

126 Der experimentelle Nachbau von spätgotischen Lehrgerüsten wurde von der Forschungsgruppe um David Wendland durchgeführt und kann in Wendland (2019), S. 13–18 nachgelesen werden.

127 Ein weiteres imposantes Gerüstmodell hat sich von der nachträglichen Einwölbung des Langhauses in der Kirche St. Anna in Augsburg erhalten. Es zeigt bis ins kleinste Detail die zimmermannsmässigen Holzverbindungen sowie die Ausspriessungen und Verstrebungen der Lehrbögen. Vgl. hierzu Holzer (2021), S. 155–158.

128 Holzer (2013), S. 165 sowie Wendland (2019), S. 146–148.

Abb. 30: Bleifuge mit Dübel aus dem Gewölbe der Marktkirche Unser Lieben Frauen in Halle/Saale (1529–1554).

werden soll. Nicht zuletzt konnten im Dach auch Hebevorrichtungen angebracht werden, um die für den Gewölbebau erforderlichen Materialien nach oben zu befördern. Da das Gewölbe erst im letzten Bauabschnitt errichtet wurde, mussten die Gewölbeanfänger, die immer in die Wände einbinden, schon beim Mauern eingepasst werden. Ebenfalls häufig am Bauwerk zu beobachten ist, dass auch die Schildrippen in ausgesparte Vertiefungen der Wände einbinden. Beides lässt sich beispielsweise im Kreuzgang der Ruine des Klosters Limburg an der Haardt beobachten, da hier das Mauerwerk freigelegt und das Einbinden der Anfänger und der Schildrippen zu erkennen ist (Abb. 29).

Für die Verbindung der Rippenteilstücke miteinander sowie der Rippenzüge mit den Kreuzungs- und Schlusssteinen wurde in der Regel ein mit Ziegelmehl oder anderen Zusätzen angereicherter hydraulischer Kalkmörtel verwendet, der auch unter Luftabschluss abbindet. Max Haase schrieb in seinem Handbuch «Der Gewölbebau», dass die Stossfugen auch aus Bleiplatten bestehen konnten und die Rippenstücke miteinander durch «Messingröhren oder Kupferröhren von 2 bis 3 cm Durchmesser und etwa 10 cm Länge»[129] verbunden waren. Beides kann an Bauwerken beobachtet werden. Wie oft diese beiden Techniken tatsächlich angewendet wurden, bleibt jedoch Spekulation. Für die Verwendung von Bleiplatten als Stossfugen finden sich in der Marktkirche Unser Lieben Frau in Halle (Saale) ausgeführte Belege (Abb. 30), die sogar zusätzliche Bleidübel aufweisen. Auch in der Schweiz finden sich Belege für die Verwendung von Bleidübeln im Gewölbebau: Im beeindruckenden Kreuzganggewölbe des ehemaligen Klosters Marienberg in Rorschach (heute Pädagogische Hochschule St. Gallen) fehlt im Joch

Abb. 31: Aussparung für eine Bleiausgiessung im nördlichen Kreuzgang des ehemaligen Kloster Mariaberg in Rorschach.

Abb. 32: Kurzes Rippenteilstück mit Bleidübel im Lapidarium der Stiftsbibliothek St. Gallen.

vor dem früheren Refektorium ein Übergang im Schlingrippengewölbe, wodurch die Sicht auf die bereits vorgefertigten Gusskanäle der Bleiverbindung freigelegt ist (Abb. 31). Gleich mehrere Belege für die Verwendung von Dübeln oder Ausgiessungen aus Blei finden sich ausserdem im Lapidarium der Stiftsbibliothek St. Gallen, wobei die hier ausgestellten Rippenstücke alle eher kurz sind (Abb. 32) und vielleicht gerade deshalb stärker verankert werden mussten.

129 Haase (1900), S. 118.

Abb. 33: Abdrücke von Schalungsbrettern in der Halle des Rathauses in Chur.

1.3.5. Konstruktion der Gewölbekappen

Erst nachdem die letzten Rippenzüge mit den Schlusssteinen verbunden wurden und die Gewölberippen eine statische Einheit bildeten, konnte mit dem Bau der Kappen begonnen werden. Für den Bau der Kappen kamen in der mitteleuropäischen Spätgotik hauptsächlich zwei Materialien[130] zum Einsatz: Backsteine oder Bruchsteine mit viel Mörtel vermischt. Die dabei dominierende Bauweise war in praktisch allen Regionen das Backsteingewölbe, nicht so jedoch in Graubünden: Im ganzen Kanton sind nur drei spätgotische Backsteingewölbe in der Martinskirche, in der Regulakirche und in der Hieronymuskapelle im Domdekanat auf dem bischöflichen Hof in Chur bekannt.[131] Wie bereits in den Ausführungen zum Baubetrieb angesprochen, gab es nur im Grossraum von Chur grössere Tonvorkommen, was die Absenz von Backsteingewölben in den anderen Regionen erklären könnte. Beim Bau der kleineren Dorfkirchen setzten die Baumeister also auf Bruchsteingewölbe, die sich mit lokal verfügbaren Materialien bauen liessen und keine weiten und dadurch kostspieligen Transporte erforderlich machten.

Die Konstruktion einer Gewölbekappe mit Backsteinen brachte verschiedene Vorteile mit sich, die auch deren bevorzugte Verwendung erklären. Zunächst handelt es sich bei den Backsteinen um ein gleichbeschaffenes Baumaterial, das sich ausserdem einfach verwenden lässt. Der grösste Vorteil von Backsteinen im Gewölbebau liegt jedoch darin, dass zum Mauern der Kappen keine Schalung benötigt wurde. Die Technik des freihändigen Wölbens wurde durch den feinmaschigen Aufbau der figurierten Gewölbe der Spätgotik weiter erleichtert, da die zu wölbende Fläche zwischen den Rippenzügen deutlich verkleinert wurde. Dabei diente das bereits gemauerte und geschlossene Rippennetz den Maurermeistern, die beim Mauern auf einer unterhalb der Gewölbekappen liegenden Arbeitsplattform standen, als formgebende Unterstützung des Kappenmauerwerks. Der Mauerverband musste so gewählt werden, dass jede Schicht in sich stabil war und einen Bogen bildete.[132] Jede unvollständige Schicht des Mauerverbands blieb also bis zur Ausbildung des Bogens instabil und wurde nur von einem Mörtelbett zusammengehalten, wobei sich laut Georg Gottlob Ungewitter mit einem guten Kalkmörtel ein Backstein an eine senkrechte Wand kleben liess.[133] Die für den Gewölbebau verwendeten Backsteine waren nicht so spröde wie heutige Ziegel und besassen eine Länge von 30–35 cm, eine Breite von 12–15 cm und waren ca. 6–8 cm hoch. Die wichtigste Eigenschaft dieser spätmittelalterlichen Backsteine war ihre Porosität, wodurch sich die Haftwirkung zwischen Backstein und Mörtel verstärkte. Bis zum vollständigen Schliessen der Kappen lastete noch das volle Gewicht der Mauerschichten auf den Gewölberippen, weshalb diese weiter direkt von unten gestützt werden mussten: Das Lehrgerüst unter den Gewölberippen blieb also auch beim freihändigen Mauern der Gewölbekappen stehen, bis diese vollständig geschlossen waren und sich selbst trugen. Erst nachdem der Kalkmörtel ausreichend hatte abbinden können, wurde das Lehrgerüst entfernt.[134] Dies war ein kritischer Moment, denn das Gewölbe trug sich zum ersten Mal vollständig selbst und erstmals baute sich der Druck zwischen den Rippenteilstücken auf. Wie wir später noch sehen werden, traten dabei bereits die ersten unvermeidbaren Risse im Gewölbescheitel auf. Die Technik des freihändigen Wölbens hielt sich durch ihre einfache Anwendbarkeit bis weit in die Neuzeit hinein.[135]

Ähnlich kritisch war auch die Konstruktion eines Gewölbes aus Bruchsteinen mit viel Mörtel. Die in der älteren Forschungsliteratur auch «Gussgewölbe» genannte Bauweise liess sich nicht ohne eine stabile vollflächige Schalung ausführen (vgl. Abb. 28) und war deshalb zumindest in der Vorbereitung deutlich aufwändiger als die eben vorgestellte Methode des freihändigen Wölbens. Der Bau eines Bruchsteingewölbes ist am ehesten mit der römischen Bauweise *opus caementitium* zu

130 In England oder Spanien trifft man auch auf flache Werkstein- oder Backsteinplatten in den Gewölbekappen – vor allem die englischen Fächergewölbe wurden in der Regel mit exakt zugeschnittenen Steinplatten eingewölbt. Vgl. hierzu Willis (1842), S. 42–43 und Plate II.

131 Es ist sehr wahrscheinlich und plausibel, dass auch die Kappen der verlorenen Gewölbe des ehem. Klosters St. Nicolai aus Backsteinen gemauert wurden. Da sich nur Rippenstücke und Kreuzungssteine aus Backstein erhalten haben, kann dies aber nicht mit letzter Sicherheit bestimmt werden. Zu den erhaltenen Formbacksteinen siehe ADG / Stadtarchiv Chur (2002), S. 31–62 sowie Müller-Fulda (2004), S. 27–30.

132 Wendland (2017), S. 125.

133 Ungewitter / Mohrmann (1892), S. 104. Im darauf anschliessenden Kommentar nimmt Karl Mohrmann an, dass beim freihändigen Wölben mit einem Neigungswinkel von mindestens 45° zu rechnen ist.

134 Zum Vorgang des Ausrüstens siehe Holzer (2021), S. 158–160.

135 Siehe hierzu Wendland (2008).

Abb. 34: Bruchsteingewölbe in der ref. Kirche von Küblis, Blick aus dem Dachraum in den südöstlichen Zwickel am Chorbogen.

vergleichen, die ebenfalls auf einer vollflächigen Schalung ausgeführt wurde, was heute an vielen Beispielen noch am Abdruck der Schalungsbretter beobachtet werden kann. Bei den spätgotischen Kirchengewölben sind diese Abdrücke der Schalungsbretter unter einer sauberen Putzschicht verdeckt, im Profanbau der Spätgotik lassen sich aber solche Beobachtungen häufiger machen, wie zum Beispiel in der gewölbten Halle im Erdgeschoss des Churer Rathauses (Abb. 33). Beim Bau eines Bruchsteingewölbes wurden die unregelmässigen Steine schichtweise in ein Mörtelbett gedrückt und mit zusätzlichem Mörtel übergossen. Auch hier musste ein guter Kalkmörtel verwendet werden, denn die Festigkeit der Gewölbekappen hing direkt von den Mörteleigenschaften ab – je besser der Mörtel, desto geringer konnte die Kappenstärke bemessen werden. Noch wichtiger als beim freihändigen Wölben mit Backsteinen war bei einem Bruchsteingewölbe die Einhaltung des Gleichgewichts während der Konstruktion der Kappen; damit das Lehrgerüst und die Schalung gleichmässig belastet wurden und Verformungen durch Bewegungen verhindert werden konnten, musste idealerweise immer ein ganzes Feld oder Joch möglichst gleichzeitig von allen Seiten her geschlossen werden. Diese schichtweise Konstruktion lässt sich in den steil ansteigenden unteren Partien der Stichkappen am Extrados teilweise nachvollziehen (Abb. 34); da Bruchsteingewölbe häufig noch mit einer letzten Schicht Kalkmörtel versigelt wurden, ist es meist jedoch schwierig die Schichten ohne Streiflicht zu erkennen.

Auch die Stärke der Gewölbekappe musste genau proportioniert werden, damit alle Druckkräfte innerhalb des Kappenmauerwerks verliefen. Es musste also eine bestimmte Stärke gefunden werden, die nicht zu dick, da sonst durch das Eigengewicht der Schub auf die Wände vergrössert wurde, und nicht zu dünn bemessen war, damit sich das Gewölbe selbst tragen konnte. Je nach Wahl des Materials für die Gewölbekappen musste deren Stärke angepasst werden, wobei die Backsteingewölbe dünner ausgeführt werden konnten. Aus den erhaltenen Werkmeisterbüchern erfahren wir leider keine Proportionierungsregeln für die Kappenstärke, möglicherweise deshalb, weil in den meisten Regionen mit Backsteinen gearbeitet wurde. Backsteingewölbe sind in der Regel halbsteinstark, das heisst, die Backsteine werden radial zur Krümmungsfläche angeordnet, wodurch die Breite der Backsteine die Kappenstärke vorgibt. Je nach Backsteinformat kann somit eine halbsteinstarke Gewölbekappe im Bereich von 12 bis 15 cm Stärke liegen. Damit liessen sich auch Spannweiten von über 10 m überwinden, für grössere Spannweiten von über 14 m wurden laut Ungewitter aber Dreiviertelsteine verwendet.[136]

Mit Bruchsteinen lassen sich keine weitgespannten Gewölbe herstellen und auch für eine mittlere Spannweite musste die Gewölbekappe stärker ausgeführt werden. In der romanischen und gotischen Gewölbearchitektur konnten Bruchsteinkappen eine Stärke von 0.4 bis 0.6 m erreichen, in der römischen Wölbkunst mit *opus caementitium* konnten sie sogar noch dicker sein.[137] Die in Graubünden vermessenen und analysierten Bruchsteingewölbe spannen alle über kleine oder mittlere Distanzen von 7 bis 10 m, weshalb auch die Kappenstärke nicht ganz so stark dimensioniert werden musste. In der Regel besitzen die spätgotischen Bruchsteingewölbe in Graubünden eine Stärke von ca. 0.3 m, was wiederum ziemlich genau 1 Churer Werkschuh entspricht. Selbst die beiden am weitesten gespannten Bruchsteingewölbe in Graubünden, die ref. Kirche von Ramosch mit 11.5 m und die Stiftskirche San Vittore Mauro in Poschiavo mit ca. 12 m Spannweite, besitzen dünne Gewölbekappen, wobei die Gewölbe in Ramosch sogar nur knapp über 0.2 m stark sind. Viele der Bruchsteingewölbe besitzen daher ein Verhältnis von Spannweite zu Dicke $L/t > 20$, was

136 Ungewitter / Mohrmann (1892), S. 102–103 sowie Haase (1900), S. 102. Haase nennt eine eigenartige Zwischenform bei Spannweiten von um 10 m, wobei hier die Kappenstärke am Widerlager einen vollen Backstein beträgt und der Scheitel nur in Halbsteinstärke ausgeführt wird.

137 Holzer (2013), S. 130–131.

heute bereits allgemein als dünnes Schalentragwerk («Thin Shell») bezeichnet wird.

1.3.6. Stützende Bauteile

Die Backstein- und noch mehr die Bruchsteingewölbe drücken durch ihr hohes Gewicht von mehreren Tonnen auf die seitlichen Aussenwände, was durch verschiedene stützende Bauteile ausgeglichen werden musste, damit das Tragwerk im Gleichgewicht stand. Ein Grossteil der zum Ausgleich des Gewölbeschubs benötigten stützenden Bauteile wurde vom aufgehenden Mauerwerk der Aussenwände sowie den innen- oder aussenliegenden Pfeilern gebildet. Bei grösseren Sakralbauten, wie den französischen Kathedralen, nehmen diese aussenliegenden Verstrebungen riesige Dimensionen an und stützen die Hochschiffwände über die Seitenschiffe hinweg. Bei den Saal- und Hallenkirchen sind die eigentlichen «Seitenschiffe» in den Langhausbau integriert, weshalb die Streben direkt an die Aussenwände gebaut werden konnten. Aus wirtschaftlicher Sicht ist hier auch die Frage nach dem verwendeten Material wichtig, denn zwischen mehrschaligem Bruchsteinmauerwerk, Backsteinen und exakt zugehauenen Werksteinen ergaben sich im Transport, in der Bearbeitung und Ausführung der Mauer grosse Unterschiede. Wie Stefan M. Holzer jedoch treffend schreibt, war «zu allen Zeiten das arbeitsintensivste, teuerste, aber auch begehrteste Mauerwerk das Werksteinmauerwerk».[138] In den spätgotischen Sakralbauten in Graubünden finden sich exakt zugehauene Werksteine nur an markanten Stellen, die sich mit Bruchsteinen nicht sauber realisieren liessen, wie an den Chorbögen, den Fenster- und Türöffnungen oder den Pfeilern und Säulen. Die Langhaus- und Chormauern wurden dagegen meist als einschaliges Bruchsteinmauerwerk ausgeführt, das ohne eigentlichen Kern gebaut und zum Schutz gegen die Witterung immer verputzt war – die Struktur kann im Dachraum über dem Gewölbe beobachtet werden.

Im Vergleich mit einem komplexen Gewölbe scheint die Konstruktion einer Aussenwand ein Leichtes gewesen zu sein, doch auch hier gab es relevante Punkte zu berücksichtigen. Für die Standsicherheit des Gebäudes am wichtigsten war dabei die Dimensionierung der Wand: Eine genügend dicke Wand auf einem stabilen Fundament hält durch das eigene Gewicht den auftretenden Wind- und Schublasten stand, ist jedoch aufgrund des hohen Materialaufwandes teuer zu bauen. Dagegen mag eine dünn bemessene Wand zwar ebenfalls unter normalen Bedingungen halten, besitzt jedoch kaum Spielraum in Bezug auf die Sicherheit. Die ideale Lösung dieses Problems zwischen Sicherheit und Kosten war die gezielte Vergrösserung des Wandquerschnitts an den kritischen Stellen, an denen die grössten Kräfte auftraten. Diese Kräfte kommen bei den Saal- und Hallenkirchen grösstenteils von den Windlasten auf das Dach, vor allem aber vom Gewölbeschub, der nicht gleichmässig auf die Aussenwände trifft, sondern vorwiegend an den Jochgrenzen knapp oberhalb der Anfänger. An genau diesen Stellen unterhalb des Dachs und auf der Höhe der Anfänger setzten die gotischen Strebebögen der französischen Kathedralen an und ebenso wurden auch die spätgotischen Aussenstreben positioniert.[139] An den spätgotischen Kirchen in Graubünden befinden sich aussen am Chorraum oftmals Dreiecklisenen (Abb. 35), die in der Literatur immer wieder als rein rhythmisierendes oder bloss ästhetisches Zierelement angesehen wurden.[140] Gegen eine rein schmückende Funktion spricht jedoch die Positionierung und Dimensionierung dieser Dreieckslisenen, die ähnlich dem traditionellen Strebewerk jeweils knapp über die Höhe der Gewölbeanfänger reichen. Da die Dreieckslisenen an diesen entscheidenden Stellen mit dem grössten Gewölbeschub ebenfalls den Mauerquerschnitt leicht vergrössern, kann ihnen auch eine geringe statische Funktion zugesprochen werden.

Korrespondierend zu den äusseren Verstrebungen befinden sich auf der Innenseite der Wände die Dienstsäulen, die von den Gewölbeanfängern zum Boden verlaufen. Die Dienste nehmen optisch die Rippenzüge des Gewölbes auf und verlängern sie nach unten, wodurch sie ebenfalls den Kräfteverlauf aufzeigen. Andererseits vergrössern auch die meist relativ schmal ausgeführten Dienste den Wandquerschnitt, weshalb ihnen auch in dieser Hinsicht eine geringe statische Funktion zum Ausgleichen des Gewölbeschubs zugeschrieben werden kann.[141] Dieser Effekt wird in vielen Kirchen verstärkt, indem zwischen Wand und Dienst noch breitere Pfeiler eingeschoben werden, die ebenfalls zu den aussenliegenden Strebepfeilern

138 Ebd. S. 257.

139 Heyman (1995), S. 83–84.

140 Vgl. beispielsweise Caviezel (2006), S. 225.

141 Heyman (1995), S. 86.

Abb. 35: Dreieckslisenen am Chor der ref. Kirche von Luzein.

nochmals den Wandquerschnitt vergrössern. Dieses Merkmal wird in den späteren Kapiteln der vorliegenden Arbeit wichtig, sobald das nachträgliche Einwölben bestehender Kirchen in den Fokus rückt.

Ähnlich wie bei den monumentalen französischen Kathedralen gab es also auch bei den kleineren Saal- und Hallenkirchen eine skelettartige Tragwerkskonstruktion, die letztendlich im Gleichgewicht stehen musste, damit die Standsicherheit der Kirche für die kommenden Jahrhunderte gegeben war. Der Eingriff in eine solche Tragstruktur, beispielsweise die Entfernung eines direkt anschliessenden Anbaus und die damit einhergehende Schwächung des Widerlagers auf einer Seite, kann auch heute noch grosse Probleme verursachen.

1.3.7. Zum Tragverhalten gotischer Gewölbe

Wird die Gewölbekappe von den Rippen getragen oder trägt sie sich selbst? Diese Frage mag aus heutiger Sicht trivial erscheinen – wobei man zu diesem Thema immer noch abweichende Meinungen findet –, doch sie stand ab der Mitte des 19. Jahrhunderts im Zentrum der Statik-Diskussion. Nach einigen Ansätzen im frühen 19. Jahrhundert[142] war es Robert Willis, der sich erstmals eingehend mit dem Verhältnis zwischen Rippe und Kappe beschäftigte. Willis kam bei seinen Ausführungen zum Ergebnis, dass die Rippen nicht unabhängig sind und die Gewölbekappen stützen.[143] Diese Ansicht hielt sich praktisch unverändert in den Traktaten des 19. Jahrhunderts und wurde so auch von Eugène Viollet-le-Duc oder Auguste Choisy aufgenommen und weiterverbreitet. Die erste ausführliche Beschäftigung mit dem Tragverhalten gotischer Gewölbe fand sich erst in der von Karl Mohrmann überarbeiteten dritten Auflage des «Lehrbuchs der gotischen Konstruktionen» von Georg Ungewitter, wobei auch Karl Mohrmann davon ausging, dass die Rippen das ganze Gewölbe tragen müssen.[144]

Erstmals von dieser scheinbar bereits fest etablierten Theorie abweichend schrieb Arthur Kingsley Porter 1911, dass die Rippen nur temporär beim Mauern der Kappen unterstützend wirken.[145] Die knappen Ausführungen von Porter öffnete die Diskussion in der Folge jedoch einem kritischeren Zugang und diese Kritik liess nicht lange auf sich warten. Der erste Angriff wurde von Victor Sabouret in einem 1928 publizierten knappen Text initiiert, worin er unter anderem darauf hinwies, dass das Profil der Rippen zu schmal sei, um die Kappe überhaupt zu tragen, und dass die Rippen durch Bewegungen im Gewölbe in einigen Fällen keinen direkten Kontakt zur Kappe haben, wodurch gar keine Kräfte aufgenommen werden können.[146] Aufbauend auf die Ausführungen von Sabouret folgte der schärfste Angriff auf die gängige Auffassung schon 1934 mit der Publikation der Dissertation von Pol Abraham. Die Kritik von Abraham traf, wie im Titel der Arbeit bereits angekündigt, vor allem Viollet-le-Duc und zu einem geringeren Teil auch Choisy, wobei Verweise auf englische oder deutsche Traktate bis auf die Kugelmodelle von Mohrmann fast komplett fehlen. Abrahams Kritik war umfassend – wenn auch nicht immer ganz korrekt – und lieferte wichtige Argumente für eine neue statische Beurteilung gotischer Gewölbe, wobei für ihn die Rippen rein dekorativ waren.[147]

Abrahams Schrift führte dazu, dass in der Folge die statische Notwendigkeit der Rippen zum Tragen der Gewölbekappe dementiert oder zumindest bezweifelt wurde. Neue Methoden, wie beispielsweise die Finite-Elemente-Methode (FEM), in den 1960er und 1970er Jahren führten zu einem besseren Verständnis des statischen Verhaltens eines gotischen Gewölbes.[148] Die Erkenntnisse wurden 1966 von Jaques Heyman in seinem bahnbrechenden Aufsatz «The Stone Skeleton» veröffentlicht, der überarbeitet und erweitert 1995 unter dem gleichen Titel als Buch gedruckt wurde. Heyman verliess in seinen Ausführung die Fixierung auf den Lastabtrag der Gewölbekappen und betrachtete das ganze Tragwerk, das in seiner Gesamtheit im Gleichgewicht stehen muss.[149] Wichtige Ergänzungen zu Heymans Ausführungen und neue Ansätze gab es in der Folge immer wieder; hervorzuheben sind dabei die Arbeiten von Robert Mark (1982) und die Dissertation von Rainer Barthel (1991), die beide ein Verständnis der Gewölbekappe als dreidimensionale Struktur vermitteln.[150] Des Weiteren werden bis heute immer präzisere Ansätze erfolgreich angewendet, um die Gewölbestruktur genauer analysieren zu können. 2012 konnte Stefan M. Holzer anschaulich nachweisen, dass die maximale Tragfähigkeit eines Bogens oder eines Gewölbes durch «Thrust Zone»-Analy-

142 Huerta (2009), S. 837.

143 Willis (1842), S. 24–25. «[...] instead of which the ribs really support the vault, and should appear to do so in the decorative as well as in the mechanical construction.»

144 Ungewitter / Mohrmann (1892), S. 45–46. Zu Mohrmanns vielen, bis heute gültigen Ausführungen zur Statik mittelalterlicher Tragstrukturen siehe ausführlich Holzer (2013), S. 202–205.

145 Porter (1911), S. 16. «[...] it is evident that economy of centering was a primary consideration with the builders of the transitional and Gothic periods. [...] that the great advantage of the rib vault, the reason it was adopted by the medieval builders, was the fact that it could be constructed without solid centering.»

146 Sabouret (1928), S. 205–206 sowie S. 209: «Dans une architecture de pierre taillée, qui tire toute sa décoration du renforcement des grandes lignes et de leur mouluration, on ne pouvait refuser une saillie profilée à une ligne aussi importante que celle de l'arêtier.»

147 Abraham (1934), S. 35 sowie S. 38–47.

148 Zur Diskussion nach Abraham siehe Huerta (2009), S. 841–842 sowie Holzer (2013), S. 205.

149 Heyman (1966), S. 258–260 sowie Heyman (1995), S. 62.

150 Mark (1982), S. 106–109 und S. 115 sowie Barthel (1991), S. 269–281.

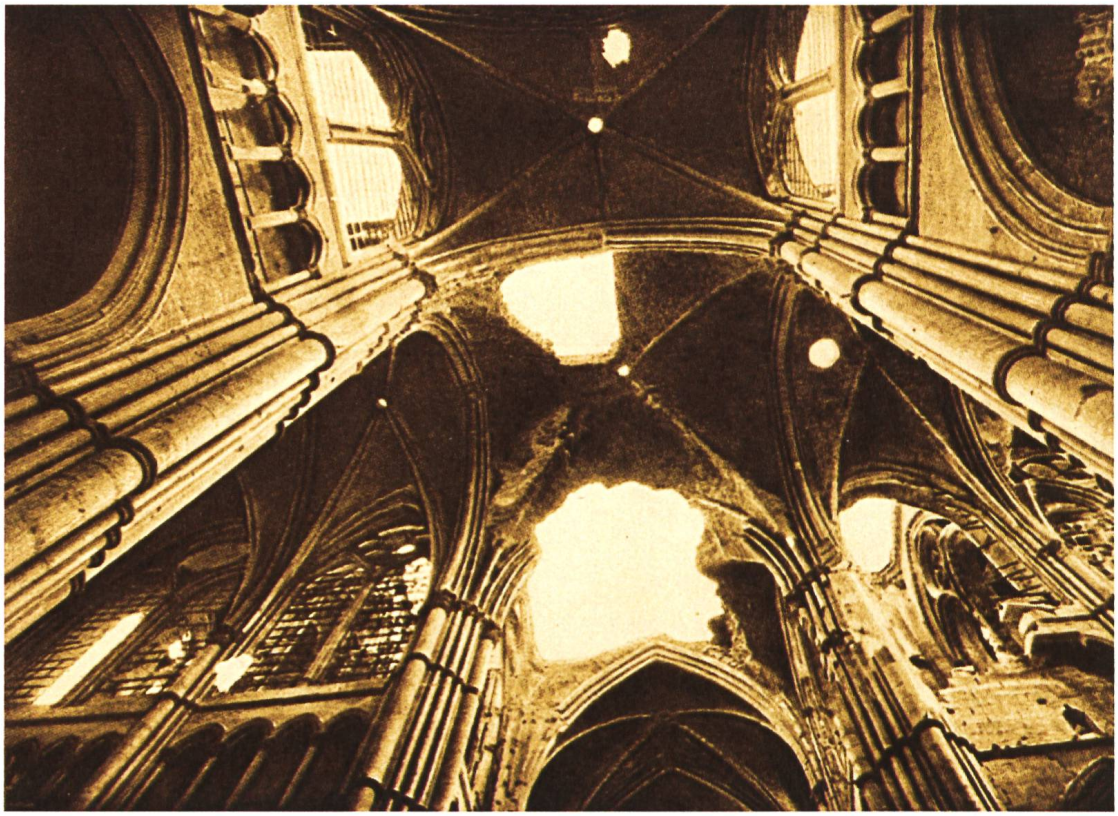

Abb. 36: Fotografie eines unbekannten Fotografen von der Kathedrale von Reims nach dem Beschuss im Ersten Weltkrieg, entstanden wohl um 1915–1918. Im Vierungsgewölbe fehlen die Kreuzrippen, während Teile der Kappe trotz starker Beschädigung noch stehen.

sen perfekt angenähert werden kann, was ebenfalls durch Philippe Block und Lorenz Lachauer mittels «Thrust Network Analysis» überprüft und bestätigt werden konnte.[151]

Die über ein Jahrhundert andauernde und immer noch anhaltende Debatte zur Lastabtragung gotischer Gewölbe führte ausserdem dazu, dass man sich intensiv mit der Riss- und Schadensbildung in den Kappen und Rippen beschäftigte. Risse können – wenn nicht kürzlich überputzt – in fast jedem Gewölbe beobachtet werden und *müssen* praktisch auftreten, denn «das Mauerwerk soll reissen».[152] Die ersten Risse erscheinen bereits kurz nach der Entfernung des Lehrgerüsts, wenn sich das Gewölbe zum ersten Mal selbst trägt und sich dabei setzt. Diese Risse entstehen durch leichte Verschiebungen im Widerlager meist entlang des Scheitels oder verlaufen in Längsrichtung durch die Schildkappen – man bezeichnet sie nach ihrem ersten Beobachter auch als Sabouret-Risse.[153] Eine Beeinträchtigung der Standsicherheit der gesamten Gewölbetragstruktur stellen diese Risse im Normalfall nicht dar, sondern zeigen den eigentlichen Gebrauchszustand auf.[154] Durch diese Verschiebungen können sich die Gewölbekappen sogar leicht von den Hochschiffwänden oder die Gewölberippen von den Kappen lösen, was häufig zu beobachten ist. Die Schadensbilder gotischer Gewölbe geben uns damit einen weiteren Hinweis auf den autonomen Lastabtrag der Kappen und Rippen.

Wird nun die Kappe von den Rippen getragen oder sind die Rippen nur reine Dekoration? Auch mit dem heutigen Wissenstand ist es nicht möglich, hierzu eine allgemeingültige Aussage zu treffen, da sich die Zustände der Traglast mit der Zeit verändern können, beispielsweise durch eine Verschiebung des Auflagers. Im Normalfall, also in einem standsicheren Gewölbe ohne grössere Ver-

151 Holzer (2012), S. 90–92 sowie Block / Lachauer (2014), S. 320–327.

152 Heyman (1995), S. 23. «Masonry is supposed to crack, and any cracks visible in a structure indicate merely that the building has at some time been subjected to imposed movements from the external environment.»

153 Sabouret (1928), S. 209. Zur Beurteilung von Rissen siehe ausführlich Barthel (1993), S. 393–400 sowie Holzer (2013), S. 189–202.

154 Barthel (1993), S. 400.

schiebungen oder Schäden in der Struktur, bilden die Rippen und die Kappen jeweils eine eigene Tragwirkung aus und sind als zwei voneinander unabhängige statische System zu betrachten. Die Rippen tragen somit nicht wesentlich oder gar nicht zur Standsicherheit eines Gewölbes bei; dafür ist ihr Querschnitt zu gering und sie binden nicht weit genug ins Kappenmauerwerk ein, um eine kraftschlüssige Verbindung herzustellen, womit ein Lastabtrag verhindert wird.[155] Dies gilt im Übrigen nicht nur für die Kreuz- sondern auch für die Gurtrippen: «Ohne starre Verbindung stellen sich zwei getrennte Lastabtragungen mit den entsprechenden Verschiebungen wie bei der Kreuzrippe ein.»[156] Dadurch ist es überhaupt erst möglich, dass bei einer sehr schweren Beschädigung eines Gewölbes, die in der Folge zum Verlust der Rippen führt, die Gewölbekappen trotzdem stehen bleiben können (Abb. 36).

155 Holzer (2013), S. 165.

156 Barthel (1991), S. 280–281
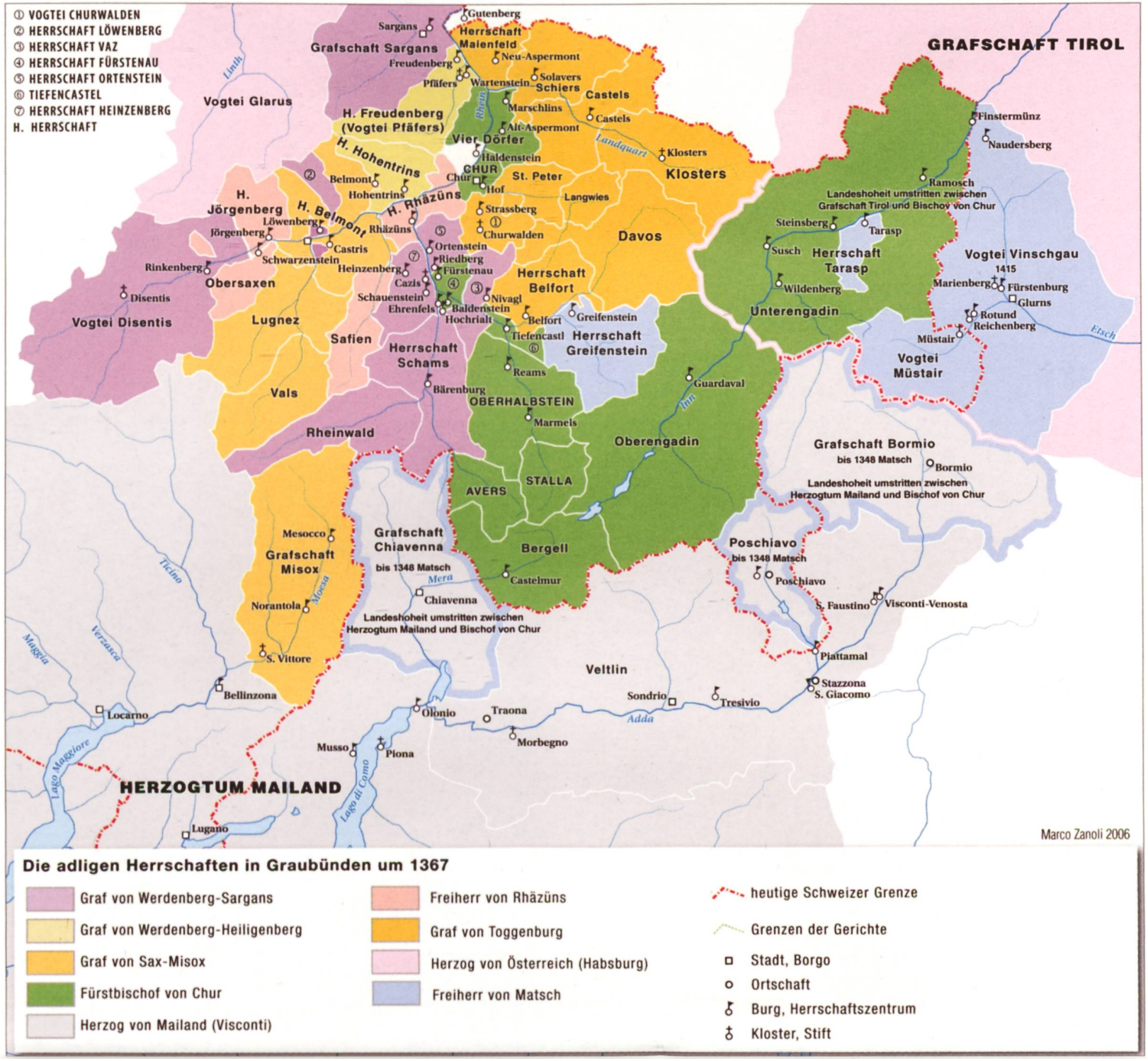
Abb. 37: Die feudalen Herrschaften in Graubünden