

KONRAD HECHT

Zur Maßstäblichkeit der mittelalterlichen Bauzeichnung

Die Bauzeichnung gibt über Gestalt und Konstruktion eines Bauwerks Auskunft in orthogonaler Projektion, denn nur in dieser vom zufälligen Augenpunkt eines Betrachters abstrahierenden Darstellung kann sie Strecken als feststehende Bruchteile der wirklichen Abmessungen darstellen und derart auch über die Abmessungen des Ganzen und seiner Teile Auskunft geben. Die zwischen der Zeichnung und der Wirklichkeit bestehende Größenrelation, also den 'Maßstab' der Zeichnung, geben wir in Verhältniszahlen an. Die auf einer Meßlinie angetragenen, im Maßstab reduzierten Einheiten des Längenmaßes – eine solche Meßlinie bezeichnen wir in der Umgangssprache ebenfalls als 'Maßstab' – erlauben, mit dem Stechzirkel jede Strecke der Zeichnung ohne Umrechnung in Baumaße zu übersetzen. Die in die Zeichnung selbst eingefügten Maßzahlen entheben uns der Mühe des Umrechnens oder Abstechens. Sie vermitteln die am Arbeitsplatz benötigten Auskünfte in der exaktesten Form.

Die Maßstäblichkeit ist demnach eine unerläßliche, weil notwendigerweise im Begriff 'Bauzeichnung' eingeschlossene Eigenschaft jeder Bauzeichnung. Sie wird einer Bauzeichnung nicht nachträglich verliehen durch Hinzutreten von Verhältniszahlen, Meßlinien oder Maßzahlen. Allerdings geht der Maßstab einer Zeichnung aus den Verhältniszahlen eindeutig hervor. Auch läßt er sich aus einer Meßlinie, sofern die Größe der Maßeinheit bekannt ist, ableiten. Genauso läßt er sich ermitteln aus einer Gegenüberstellung von Planmaß und Baumaß.

Verkleinern oder vergrößern wir eine Bauzeichnung nach einem der fotomechanischen Verfahren, wie dies in der Lichtbildprojektion oder im Buchdruck alltäglich geschieht, so geht der Zeichenmaßstab der Bauzeichnung verloren. Doch bleibt die Zeichnung in allen Stücken proportional der Wirklichkeit. Derart kann eine Bauzeichnung über wirkliche Größen nur Auskunft geben, sofern die zwischen der derzeitigen Größe der Zeichnung und der Wirklichkeit bestehende Relation bekannt ist oder eine Meßlinie Strecken der Zeichnung in wirkliche Größen zu übersetzen erlaubt. Leider wird im Buchdruck die zwischen der Abbildung und der Wirklichkeit bestehende Größenrelation allzu oft verschwiegen oder nur mit runden, d. h. nicht zutreffenden Verhältniszahlen angegeben. Werden Meßlinien, offenbar weil es unschön empfunden, überdies unterdrückt, so hat eine derart veränderte Bauzeichnung einen wesentlichen Teil des ihr per definitionem zukommenden Charakters eingebüßt. Nun ist sie zu einem Schaubild geworden, das über die Größe des Ganzen und seiner Teile keine Auskunft mehr geben kann.

So seltsam uns dies auch anmuten mag: Als Schaubilder dieser Art erweisen sich die

Bauzeichnungen des Mittelalters auf den ersten Blick. Weder sind wir in der Lage, den Maßstab dieser Zeichnungen, wie wir es bei modernen Bauzeichnungen gewohnt sind, auf Anhieb zu benennen, noch finden wir auf ihnen jemals Verhältniszahlen angegeben, mit denen wir die zwischen Zeichnung und Bauwerk bestehende Größenrelation zu bestimmen pflegen¹. Meßlinien, die uns auf Bauzeichnungen des Mittelalters selten genug begegnen², helfen uns, wenn wir den Maßstab der Zeichnung bestimmen wollen, so lange nicht weiter, als wir die Größe der angerissenen Maßeinheit nicht mit Gewißheit kennen³. Schließlich sind Maßzahlen, für die dasselbe gilt, in mittelalterlichen Bauzeichnungen nur ganz ausnahmsweise angegeben; sie sind zudem niemals markiert, so daß wir über Anfang und Ende der bemaßten Strecke, wenn uns nicht ein Glücksfall zu Hilfe kommt, im Ungewissen bleiben⁴.

Genau dies war der Ausgangspunkt der Forschung.

Soweit ich sehe, hat Karl Staatsmann 1910 als erster für mittelalterliche Bauzeichnungen eine Größenrelation – wir wollen sie künftig als faktischen Maßstab bezeichnen – berechnet und in der uns geläufigen Weise angegeben⁵. Angesichts der Risse des Straßburger Frauenhauses erklärte er allerdings⁶, auffallend sei bei allen diesen Plänen das Fehlen eingezeichneter Meßlinien oder eingeschriebener Maßzahlen, was zur Annahme führe, die Zeichner dieser Pläne hätten ausgiebig von jenen Proportionschemata Gebrauch gemacht, in denen man seit den Tagen der Romantik den Inhalt des gotischen Hüttengeheimnisses entdeckt zu haben glaubte.

Was für Staatsmann noch eine Vermutung war, hat Karl Witzel 1914 mit einiger Be-

¹ In die Abteikirche des St. Galler Plans ist in der Bauachse eine Beischrift eingetragen, die die Länge der Kirche zu 200' feststellt. Diese Beischrift sollte nicht als Angabe des Maßstabs 1 : 200 gedeutet werden.

² Frankfurt a. M. Dom, Turm Aufriß A (Frankfurt a. M. Hist. Museum); Freiburg i. Br. Münster, Turm Aufriß Replik (Berlin Kupferstichkabinett); Straßburg Münster, Orgel (Straßburg Frauenhaus); Ulm Münster, Turm Aufriß B Kopie (ehem. Ulm Münsterbauamt); Wien St. Stephan, Erdgeschoßhalle des Südturms Schnitt (Wien, Stadtarchiv 146 f). Mit Ausnahme des Frankfurter Risses sind alle diese Zeichnungen erst gegen oder nach 1500 entstanden. Der Frankfurter Riß selbst, den Madern Gertener 1414/15 gezeichnet hat, besitzt außer der neben dem Turmhelm wohl von späterer Hand hinzugefügten Meßlinie auch eine in Sockelhöhe auf der Mittelachse des Turmes angetragene Fußteilung. Solche nicht auf einer gesonderten Meßlinie, sondern auf einer Hilfslinie des Risses selbst, angetragenen Fußteilungen finden sich bereits auf Zeichnungen des 13. und 14. Jahrh.: Augsburg Dom, Chor Grundriß (Wien Akad. 1 16846); Köln Dom Westbau, Grundriß der Südhälfte (Wien Akad. 16873); Straßburg Münster, Westfront Riß A (Straßburg Fh 1). Auch Villard de Honnecourt hat bereits Maßeinheiten auf diese Art in seinen Skizzen angegeben (H. R. Hahnloser, Villard de Honnecourt [Wien 1935] Taf. 29, 63). – S. Boisserée berichtete von 'einem alten, nicht mehr vorhandenen, mittelalterlichen Baurisse des Kölner Domes, auf dem der Maßstab in römischen Fuß angegeben war' (S. Boisserée, Geschichte und Beschreibung des Domes zu Köln, 2. Ausgabe [München 1842] 114; vgl. Durach 21 und Booz 76). Wie bereits Arens (S. 73) festgestellt hat, ist der von Hermann Grombach in der *Historia trium Regum* (Köln 1654) im Kupferstich veröffentlichte Grundriß mit einer als *Scala pedum Romanorum* bezeichneten Meßlinie versehen. Bei Grombach ist auch der große Fassadenriß des Kölner Domes (Riß F) mit dieser Meßlinie samt Beischrift ausgestattet, obwohl von beidem auf dem Originalriß nichts zu sehen ist.

³ Die in die Nachschlagewerke übergegangenen Äquivalente der 'alten' Fußmaße reichen in aller Regel nicht über das frühe 19. Jahrh. zurück (Alberti 54. 57 ff. 81 und 229 ff.). Die alten Normalmaße, die man an Stadtkirchen und Rathäusern noch immer findet, sind bisher nicht gesammelt. Die Größe eines einstens gebrauchten Längenmaßes aus den Abmessungen eines Bauwerks abzuleiten, ist für die Romanik nicht leicht. Vor einem gotischen Bau ist dieses Bemühen hoffnungslos, wenn nicht die gesuchte Maßeinheit bereits näherungsweise bekannt ist.

⁴ St. Galler Klosterplan (St. Gallen Stiftsbibliothek); Augsburg Dom, Chor Grundriß (Wien Akad. 16846); Frankfurt a. M. Dom, Turm Riß C (Frankfurt a. M. Hist. Museum); Prag Dom, Chor Grundriß (Wien Akad. 16864); Ulm Münster, Turm Riß C (Ulm Stadtmuseum); Wien St. Stephan, Empore (Wien Akad. 16851). Dazu einige Risse, die bisher mit keinem ausgeführten Bauwerk in Verbindung zu bringen sind: Querschnitt der Außenmauer eines sakralen Saalraumes (Wien Akad. 116844), Portal (Wien Akad. 16968 r), Sakramentshaus (Nürnberg Germ. Nat.-Museum 2434).

⁵ A. a. O. 105: 'Der Maßstab der in Straßburg befindlichen gut erhaltenen Pläne ist etwa 1 : 75 bis 1 : 20'.

⁶ A. a. O. 106.

stimmtheit ausgesprochen⁷: 'Obgleich man wenig darüber weiß, ob und wie die alten Meister ihre Baurisse gezeichnet haben . . . so muß man doch annehmen, daß zeichnerische Unterlagen auf irgendeine Weise auch in frühester Zeit schon angefertigt wurden. Dabei darf man nicht das, was für uns heutzutage selbstverständlich ist, wie z. B. das Aufreißen in bestimmtem Maßstab, als ein schon im Mittelalter bekanntes Hilfsmittel betrachten. Die Alten wußten wohl, mit Zirkel und Lineal gut umzugehen, aber wie es mit dem Maßstab stand, das ist sehr zweifelhaft. Man kann sogar mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten, daß ein maßstäbliches Zeichnen in unserem Sinn nicht bekannt war und daß die Bauten nach unmaßstäblichen Zeichnungen, vielleicht überhaupt nur nach Handskizzen ausgeführt wurden. In beiden Fällen erkennt man sofort die weitere Notwendigkeit und den praktischen Wert des gleichseitigen Dreiecks . . . als Ähnlichkeitsfigur zwischen Zeichnung und Bau'.

Eben diese These hat Otto Kletzl 1939 zur Gewißheit erhoben: 'Selbst den vollständig erhaltenen Werkrisen . . . fehlt ein besonderer Maßstab oder eine Maßstabverhältniszahl, wie sie für Bauzeichnungen in jüngeren Epochen allgemein üblich geworden sind. Aber auch die Bauzeichnungen der Gotik sind in bestimmten Maßverhältnissen gezeichnet. Diese Verhältnisse entwickeln sich hier nur . . . so sicher aus geometrisch fundierten Regeln, daß in der Tat die unmittelbare Angabe eines einzigen Haupt- oder Grundmaßes genügt, um den einheitlich proportionalen Aufbau des Entwurfs in Grund- und Aufriß sowohl als auch im Querschnitt zu sichern'⁸. In die mittelalterliche Bauzeichnung, sollte sie in diesem Sinn zu verstehen sein, wären demnach neben Auskünften über Gestalt und Konstruktion nicht auch Auskünfte über die Größe von Abmessungen unmittelbar eingegangen. Der Werkriß hätte vielmehr als Träger eines die Proportionierung regelnden geometrischen Verfahrens zu gelten, in dessen übergreifender Gesetzmäßigkeit Gestalt, Konstruktion und Abmessungen eines Bauwerks gleichermaßen beschlossen waren. Folglich wäre der faktische Maßstab eines Risses – Kletzl bestimmte ihn für das Stuttgarter Fragment des Prager Langchores zu 'etwa 1 : 36' und für die beiden Krefßberger Fragmente zu 'fast 1 : 36' und '1 : 29'⁹ – 'nur vom Standpunkt nachmittelalterlichen Bauzeichnens her gesehen . . . unerklärlich'¹⁰.

Im Katalog der Ausstellung 'Plan und Bauwerk', die 1952 in München gezeigt wurde, hat Günter Gall die faktischen Maßstäbe von 5 Rissen angegeben¹¹.

Paul Booz nahm 1956 die faktischen Maßstäbe, die Staatsmann und Kletzl ermittelt hatten, wieder auf und bestimmte zudem die entsprechenden Werte für den Grundriß der Kathedrale zu Orléans (1 : 105) und für den Chorgrundriß der Notre Dame zu Paris (1 : 108). Auf die Frage, wie diese 'merkwürdigen Verhältnisse' zu erklären seien – eine Frage, die Booz als erster stellte –, kam er zu dem Schluß, die Verhältnisse 1 : 36, 1 : 72 oder 1 : 108 seien abhängig vom Duodezimalsystem. Weniger klar seien Maßstäbe wie 1 : 29, da die Zahl 29 eine Primzahl sei, während die Verhältnisse 1 : 20

⁷ A. a. O. 12.

⁸ Prag 16 f.; im gleichen Sinn Krefßberg 134.

⁹ Prag 23; Krefßberg 134.

¹⁰ Krefßberg 134.

¹¹ Straßburg Münster, Westfront Riß C (Nürnberg Germ. Nat.-Mus. 3093) ca. 1 : 76; Freiburg Münster, Turm (ebenda 3818) im Unterteil ca. 1 : 94; Ulm Münster, Turm Riß A (Ulm Stadtmuseum) ca. 1 : 41; Prag Dom, Treppenturm am Südquerarm (ebenda) ca. 1 : 28,5; Eßlingen Frauenkirche, Turm (München Nat.-Museum 1028) ca. 1 : 32; Ulm Münster, Dreisitz (Ulm Stadtmuseum) ca. 1 : 9,5. Diese Werte stimmen mit den in die folgenden Tabellen aufgenommenen faktischen Maßstäben nicht überein.

oder 1 : 105 teils auf das Dezimalsystem, teils auf eine gewisse Kombination ($3 \times 5 \times 7 = 105$ o. ä.) hinwiesen¹².

Der Ulmer Münsterbaumeister Karl Friederich gab in einem schon in den dreißiger Jahren erwarteten, posthum 1962 erschienen Aufsatz für die Risse des Ulmer Münsters folgende Maßstäbe an: 1 : 36 seien die Grundrisse 1, 2 und 3 gezeichnet, ebenfalls 1 : 36 die Aufrisse A und B, 1 : 48 dagegen die Aufrisse C und D. Friederich nannte auch die Maßstäbe für drei Straßburger Risse: Der heute in Bern aufbewahrte Ensinger-Riß (Durchzeichnung Straßburg Fh 9) 1 : 30, der Grundriß von Oktogon und Helm des Straßburger Nordturms (damals Ulm, Münsterbauhütte) 1 : 24 und der aus Ulm stammende, in London verwahrte Riß desselben Oktogons 1 : 40. Für die hier anstehende Frage ist vor allem von Bedeutung, daß Friedrich erstmals faktische Maßstäbe auf theoretische Maßstäbe zurückgeführt und diese in Fuß und Zoll ausgedrückt hat¹³. Die zwischen den faktischen Maßstäben der Risse A und C des Ulmer Münsters und diesen theoretischen Maßstäben bestehende Differenz erklärte er aus 'der Art des Pergaments . . . , das beim Austrocknen stark geschwunden ist'¹⁴.

Wir fragen nun: Ist die Größenrelation der mittelalterlichen Bauzeichnungen abhängig von der gewählten Größe des einem Proportionsschema zugrunde gelegten Hauptmaßes? Ist sie also beliebiger und zufälliger Art? Oder sind die faktischen Maßstäbe dieser Zeichnungen auf das Duodezimalsystem, das Dezimalsystem und gewisse Kombinationen dieser Systeme unmittelbar zurückzuführen? Oder sind die faktischen Maßstäbe als eine im Schwinden des Pergaments begründete Verzerrung von Maßstäben anzusehen, die der Zeichner in Fuß und Zoll ausgedrückt hatte?

Eine Antwort auf diese Fragen wird nicht zu gewinnen sein, wenn wir von einigen wenigen oder gar von einem einzigen Riß ausgehen. Nur eine statistische, auf eine möglichst breite Basis sich stützende Untersuchung wird ein gesichertes Ergebnis erhoffen lassen.

Den faktischen Maßstäben der im folgenden genannten Bauzeichnungen liegen Planmaße zugrunde, die aus der in Veröffentlichungen genannten Gesamtlänge oder Gesamtbreite der Pläne an Hand von Fotos errechnet wurden. Diese nicht von den Zeichnungen selbst genommenen Planmaße können auf letzte Genauigkeit keinen Anspruch erheben. Einer Überprüfung dieser unserer Ausgangsgrößen ist folgendes vorzuschicken:

1. Die Träger der Zeichnungen sind Pergament oder Papier. Beide Materialien sind nicht völlig größenkonstant, sondern ändern ihre Größe je nach der relativen Luftfeuchtigkeit. Bei Pergament macht diese Größenänderung beim Übergang von etwa 50% zu 58% relativer Luftfeuchtigkeit etwa 0,8 % aus¹⁵.

2. Diese Instabilität der Abmessungen – wir nehmen nun ein Ergebnis der folgenden Untersuchung vorweg – wird überlagert von einer Reduktion der Planabmessungen, die als Folge eines Alterungsprozesses zu gelten hat, dem Pergament und Papier gleicher-

¹² A. a. O. 76.

¹³ Ulm Riß A: faktischer Maßstab 1 : 37,7; theoretischer Maßstab 1 : 36, dieser entsprechend $\frac{1}{3}$ Zoll = 1 Fuß der Wirklichkeit. Ulm Riß C: faktischer Maßstab 1 : 50,5; theoretischer Maßstab 1 : 48, dieser entsprechend $\frac{1}{4}$ Zoll = 1 Fuß der Wirklichkeit. Ebenso der in Bern aufbewahrte Ensingerriß des Straßburger Münsters (Durchzeichnung (Straßburg Fh 9): theoretischer Maßstab 1 : 30 entsprechend $\frac{2}{5}$ Zoll = 1 Fuß der Wirklichkeit.

¹⁴ Friederich 20 ff. 26 f. 30 f. 33 und 36.

¹⁵ Die Materialeigenschaften mittelalterlicher Pergamente und Papiere wurden in der Literatur bisher nicht behandelt. Anfragen bei zwei Forschungsinstituten brachten dasselbe negative Ergebnis.

maßen unterworfen sind. Diese Reduktion, die ein Mehrfaches der feuchtigkeitsabhängigen Größenänderung ausmacht, ist innerhalb gewisser Grenzwerte unterschiedlich je nach Qualität, Herkunft und Behandlung des Zeichenmaterials. Sie ist bei Pergament im Durchschnitt größer als bei Papier.

3. Diese beiden Größenänderungen sind bei Pergament genauso wie bei Papier für die Längs- und für die Querachse jedes Blattes ungleich. Die größeren Pergamentpläne sind aus mehreren Blättern zusammengesetzt. Aus jedem über eine Blattgrenze hinausreichenden Planmaß errechnet sich demnach ein Schwindmaß, das von den Schwindmaßen der einzelnen Blätter erheblich abweichen kann.

4. Die Schwindmaße, wie sie sich für die beiden Achsen jedes Blattes berechnen lassen, sind Näherungswerte, im besten Fall Mittelwerte, denn von den in derselben Richtung an den Blatträndern ermittelten Schwindmaßen ist das eine kleiner, das andere größer als das in der Blattmitte für die gleiche Richtung ermittelte Schwindmaß. Anders gesagt: Ein Quadrat, das der Zeichner auf seinem Pergament oder Papier aufgerissen hat, ist durch das Schwinden der Zeichenflächen verformt zu einem quadratähnlichen Viereck, dessen Seiten näherungsweise gleich lang, näherungsweise parallel und näherungsweise gerade sind.

Für Planmaße, deren Länge – wenn auch in engen Grenzen – je nach der Luftfeuchtigkeit variiert, läßt sich ein absolut und jederzeit zutreffendes Maß nicht angeben. Gewiß wird man von möglichst vielen und möglichst exakten Planmaßen ausgehen müssen, wenn es gilt, dem Schwindmaß vollends auf die Spur zukommen. In dieser Voruntersuchung geht es aber noch nicht um das Schwindmaß als solches, hier geht es zunächst um die Frage nach der Maßstäblichkeit der Bauzeichnung. In die Antwort auf diese Frage ist das Schwindmaß seiner Größenordnung nach eingeschlossen. Sobald diese Größenordnung bekannt ist, wäre die Frage nach dem Maßstab dieses und jenes Risses nochmals zu stellen und an Hand gemessener, nicht errechneter Planmaße zu beantworten.

Inwieweit errechnete Planmaße hier als ausreichend zuverlässig gelten dürfen, wurde an den im Ulmer Stadtmuseum und im Straßburger Frauenhaus gezeigten Rissen überprüft. Die Differenz zwischen errechneten und gemessenen Planmaßen lag, auf das Schwindmaß bezogen, innerhalb $\pm 1\%$. Diese enge Fehlergrenze wird sich in einigen der hier mitgeteilten Werte bestätigen. Sie steht einer ins einzelne gehenden Untersuchung des Schwindmaßes gewiß im Wege, für die Frage nach der Maßstäblichkeit der Risse ist sie aber von untergeordneter Bedeutung.

Ehe wir die aus solchen Planmaßen ermittelten faktischen Maßstäbe einer Skala möglicher Maßstäbe gegenüberstellen, müssen wir in einer allzu simpel erscheinenden Frage Klarheit schaffen. Wie zeichnen wir eigentlich maßstäblich? Dividieren wir das Baumaß durch 50 oder 20, wenn wir im Maßstab 1 : 50 oder 1 : 20 zeichnen? Tatsächlich benützen wir doch am Reißbrett ein Kleinmaß, das Dezimeter, mit dem wir die Einheit des Großmaßes in der Wirklichkeit meinen, also 1 dm – 1 m entsprechend 1 : 10, 0,5 dm – 1 m entsprechend 1 : 20, 0,1 dm – 1 m entsprechend 1 : 100. Sind die verfügbaren Einheiten nicht Meter und Dezimeter, sondern Fuß und Zoll, geht der Zeichner nicht anders vor. Allerdings: Unsere Maßeinheit ist dezimal geteilt, der Fuß enthält aber 12 Zoll. Die auf Fuß und Zoll beruhende Skala der Maßstäbe muß daher anders lauten als die uns gewohnte. Bis heute sind in den angelsächsischen Ländern folgende Maßstäbe üblich, denen wir die 'Übersetzung' ins dezimale System gleich beifügen:

1 '' – 1'	entsprechend	1 : 12
$\frac{3}{4}$ '' – 1'		1 : 16
$\frac{1}{2}$ '' – 1'		1 : 24
$\frac{3}{8}$ '' – 1'		1 : 32
$\frac{1}{4}$ '' – 1'		1 : 48
$\frac{1}{8}$ '' – 1'		1 : 96
$\frac{1}{16}$ '' – 1'		1 : 192

Die ins dezimale System übersetzten Maßstäbe erscheinen uns fremdartig. Sinnvoll, weil aus ihrem Ursprung verständlich, sind sie, sobald wir sie auf das duodezimale System zurückführen. Noch eines: Jeder Maßstab des duodezimalen Systems läßt sich in unserem System durch Verhältniszahlen (1 : x) wiedergeben, aber nur gewisse Verhältniszahlen unseres Systems haben ein Äquivalent in der Skala der auf dem duodezimalen System beruhenden Maßstäbe.

Auch im Mittelalter waren Fuß und Zoll als nicht dezimal geteilte Längeneinheiten in Gebrauch. Wie ein Architekt des späten 15. Jahrhunderts zu seinen Maßstäben kam, berichtet uns Lorenz Lacher in seiner 'Unterweisung'. Auch er benützte am Reißbrett das Kleinmaß stellvertretend für das Großmaß der Wirklichkeit: 'Item willst Du aber das Werk groß machen, so mußt Du es mit dem großen Schuh messen, willst Du aber das Werk klein machen oder zeichnen, so mußt Du den (aus der Teilung des großen Schuh gewonnenen) kleinen Schuh nehmen'¹⁶. Die Maßstäbe 1 : 72 und 1 : 144 stellte Lacher auf folgende Art dar: 'Wer gewinnen will den jungen Maßstab (entsprechend der Meßlinie der Zeichnung) aus dem alten Maßstab (entsprechend der Teilung des Zollstocks), der nehme 3 Zoll des alten Maßstabs und teile die 3 Zoll in 9 Teile und achte darauf, daß die Neuntel untereinander gleich groß seien (halbiere jedes Neuntel), so sind 72 junge Schuhe gleich einem alten Schuh; halbiere diesen jungen Schuh, so kommen 144 junge Schuh auf einen alten Schuh. Diesen jungen Maßstab sollst Du benützen, wenn Du einen Riß zeichnen willst'¹⁷. Die entsprechende Anweisung für den Maßstab 1 : 24 lautet: 'Wer den Entwurf zu einem Kirchenchor oder zu einer Kapelle zeichnen will . . . der soll an einem Zollstock 1 Schuh abnehmen und soll diesen Schuh in 24 Teile teilen; in jeder dieser Teile bedeutet einen jungen Schuh, und mit diesem jungen Schuh soll er den Entwurf zeichnen zu einem Bauwerk nach seiner Wahl'¹⁸.

Lacher gewann diese seine Maßstäbe aus dem 12-teiligen Fuß, indem er den Zoll wiederum in 12 Teile zerlegte. Obwohl er sich in seiner Schrift mehrfach auf Brauch und Herkommen beruft¹⁹, können wir die Möglichkeit der 16-Teilung von Fuß und (oder) Zoll nicht ausschließen²⁰. So haben wir die Wahl zwischen diesen 4 Skalen (Tabelle 1):

¹⁶ Reichensperger 148.

¹⁷ A. a. O. 146.

¹⁸ A. a. O. 148. – Auch das Musterbuch der Albertina macht Angaben zur 'Gewinnung und Verjüngung des Maßstabs', vgl. K. Rathe, Ein Architektur-Musterbuch der Spätgotik, in: Festschrift der Nationalbibliothek in Wien (Wien 1926) 667.

¹⁹ Reichensperger 136.

²⁰ Für ein dezimal aufgebautes Maßsystem hat sich der niederländische Mathematiker Simon Stevin 1585 als erster eingesetzt. Die dezimale Teilung des Klafters war im 18. Jahrh. nur im Vermessungswesen bekannt. Die dezimale Relation von Fuß, Zoll und Linie, die nach 1800 in Baden, in Württemberg und in der Schweiz eingeführt wurde, stützt sich auf das in Frankreich durch Gesetz vom 7. 4. 1795 eingeführte metrische System (Alberti 37. 64. 81. 126 und 241). Es besteht demnach kein Anlaß, eine dezimale Teilung des Fußmaßes für das Mittelalter vorauszusetzen.

$1' = 12''$ $1'' = 12'''$	entspr.	$1'' = 16'''$	entspr.	$1' = 16''$ $1'' = 12'''$	entspr.	$1'' = 16'''$	entspr.
$1/12''-1'$	1 : 144	$1/16''-1'$	1 : 192	$1/12''-1'$	1 : 192	$1/16''-1'$	1 : 256
$2/12''-1'$	1 : 72	$2/16''-1'$	1 : 96	$2/12''-1'$	1 : 96	$2/16''-1'$	1 : 128
$3/12''-1'$	1 : 48	$3/16''-1'$	1 : 64	$3/12''-1'$	1 : 64	$3/16''-1'$	1 : 85,33
$4/12''-1'$	1 : 36	$4/16''-1'$	1 : 48	$4/12''-1'$	1 : 48	$4/16''-1'$	1 : 64
$5/12''-1'$	1 : 28,8	$5/16''-1'$	1 : 38,4	$5/12''-1'$	1 : 38,4	$5/16''-1'$	1 : 51,2
$6/12''-1'$	1 : 24	$6/16''-1'$	1 : 32	$6/12''-1'$	1 : 32	$6/16''-1'$	1 : 42,66
$7/12''-1'$	1 : 20,57	$7/16''-1'$	1 : 27,43	$7/12''-1'$	1 : 27,43	$7/16''-1'$	1 : 36,57
$8/12''-1'$	1 : 18	$8/16''-1'$	1 : 24	$8/12''-1'$	1 : 24	$8/16''-1'$	1 : 32
$9/12''-1'$	1 : 16	$9/16''-1'$	1 : 21,33	$9/12''-1'$	1 : 21,33	$9/16''-1'$	1 : 28,44
$10/12''-1'$	1 : 14,4	$10/16''-1'$	1 : 19,2	$10/12''-1'$	1 : 19,2	$10/16''-1'$	1 : 25,6
$11/12''-1'$	1 : 13,09	$11/16''-1'$	1 : 17,45	$11/12''-1'$	1 : 17,45	$11/16''-1'$	1 : 23,27
$12/12''-1'$	1 : 12	$12/16''-1'$	1 : 16	$12/12''-1'$	1 : 16	$12/16''-1'$	1 : 21,33
		$13/16''-1'$	1 : 14,77			$13/16''-1'$	1 : 19,69
		$14/16''-1'$	1 : 13,71			$14/16''-1'$	1 : 18,28
		$15/16''-1'$	1 : 12,8			$15/16''-1'$	1 : 17,06
		$16/16''-1'$	1 : 12			$16/16''-1'$	1 : 16

Tabelle 1

Die Maßstäbe der dritten Skala sind mit denen der zweiten identisch, reichen aber nur bis 1 : 16. Stellen wir die Maßstäbe der vierten Skala den faktischen Maßstäben der Risse gegenüber, so erzielen wir nur dort Ergebnisse, wo Werte der vierten Skala mit solchen der ersten oder zweiten übereingehen. Wir werden demnach die dritte und vierte Skala aus den weiteren Überlegungen ausscheiden.

In Bild 1 sind die beiden ersten Skalen samt der metrischen Maßstabsskala den faktischen Maßstäben der Risse gegenübergestellt. Vor allem im unteren Abschnitt der Abbildung sind die faktischen Maßstäbe und die Skalenmaßstäbe offenkundig aufeinander bezogen, allerdings derart, daß die faktischen Maßstäbe jeweils um etwa 6% kleiner sind als der ihnen benachbarte Skalenmaßstab. Im mittleren und im oberen Abschnitt der Abbildung, wo die Zahl der erhalten gebliebenen Risse größer ist, liegen die faktischen Maßstäbe zu Gruppen vereinigt, zwischen denen jeweils Lücken klaffen. Je größer die faktischen Maßstäbe werden, um so undeutlicher ist die zwischen ihnen und den Skalenmaßstäben bestehende Relation, denn die faktischen Maßstäbe folgen hier, genau wie die Skalenmaßstäbe, immer dichter aufeinander.

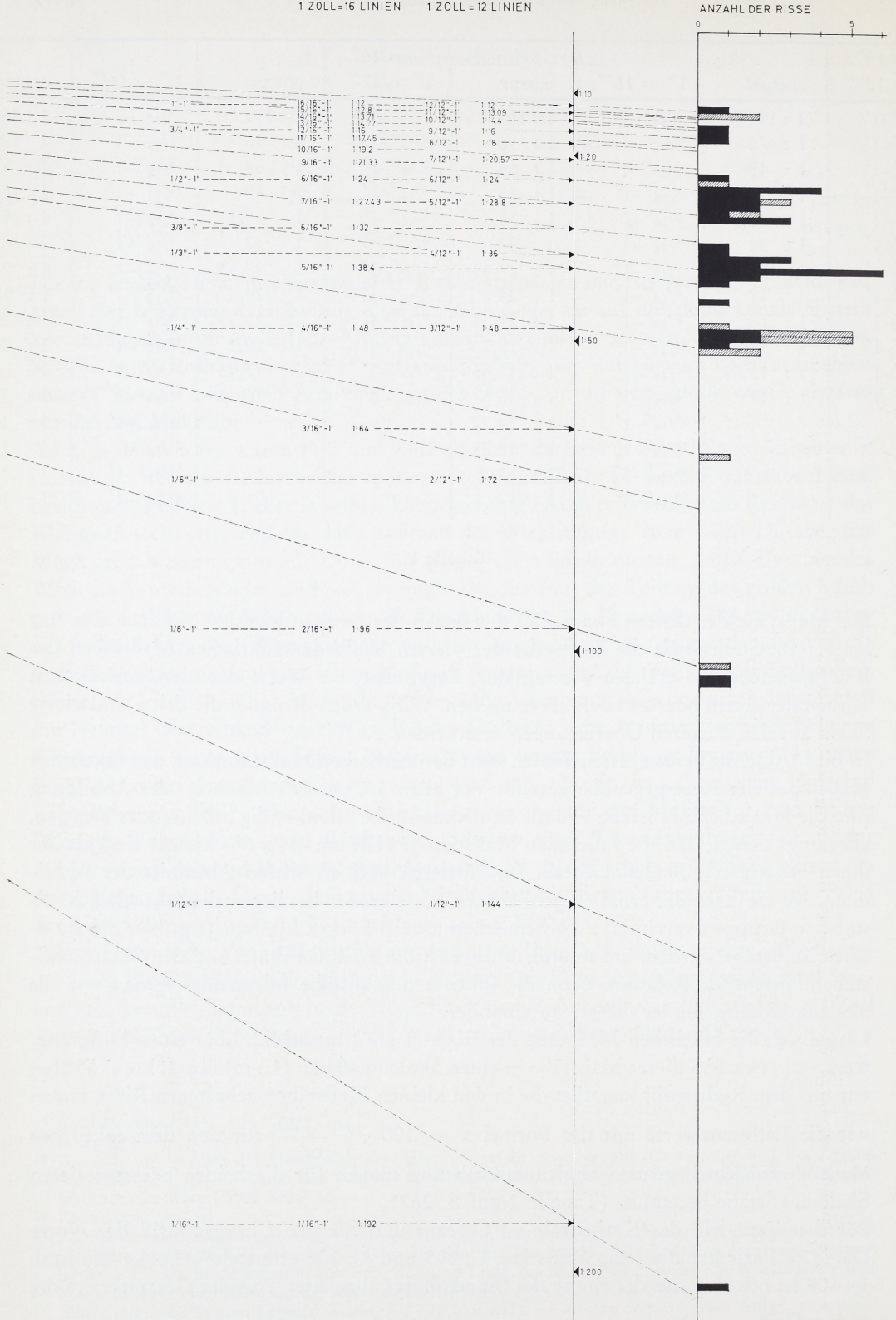
Lassen sich die faktischen Maßstäbe der Risse ($1 : m'$) tatsächlich über einen Differenzwert von etwa 6% dieser Maßstäbe in einen Skalenmaßstab ($1 : m$) überführen? Prüfen wir mit dem Rechenstift zunächst die in den kleinen Maßstäben gehaltenen Risse, wobei wir die Differenzwerte mit der Formel $x = 100 - \left(\frac{m \cdot 100}{m'}\right)$ für den dem faktischen Maßstab zunächstliegenden Skalenmaßstab und zudem für die beiden nächstgrößeren Skalenmaßstäbe berechnen (Tabelle 2 auf S. 262).

Für den Grundriß der Kathedrale zu Orléans und für den Chorgrundriß der Notre Dame zu Paris hat Booz die Maßstäbe 1 : 105 und 1 : 108 ermittelt²¹. Dieser Maßstab 1 : 108 ist offenbar aus der Breite des Binnenchores abgeleitet. Aus der Gesamtbreite des

²¹ A. a. O. 76.

Maßstäbe im System
 1 FUSS = 12 ZOLL
 1 ZOLL = 16 LINIEN 1 ZOLL = 12 LINIEN

Faktische Maßstäbe



1 Rechts die faktischen Maßstäbe der Pergamentrisse (schwarz) und der Papierrisse (schraffiert), links Maßstabsskalen im dezimalen System und im 12-zölligen Fuß, den Zoll zu 12 bzw. 16 Linien gerechnet.

Chores – die Planmaße stimmen mit den Baumaßen nicht völlig überein – folgt 1 : 100. In die Tabelle ist der Mittelwert 1 : 104 eingegangen. – Die im frühen 16. Jahrhundert gefertigte Kopie des Ulmer Turmrisses B hat Friederich als ein höchst subtiles Blatt beschrieben, das den Originalriß in $\frac{1}{4}$ seiner Größe wiedergebe²². Leider ist die Größe dieses seit 1945 verschollenen Blattes nicht bekannt. Einen faktischen Maßstab anzugeben, ist daher nicht möglich. Dennoch sollte dieser Riß hier nicht übergangen werden, da er einstweilen als einziger den von Lorenz Lacher genannten Maßstab 1 : 144 vertritt.

Wie Bild 1 erwarten ließ, ist die Differenz zwischen den faktischen Maßstäben und den ihnen jeweils benachbarten Skalenmaßstäben in der Tabelle mit etwa 6% ausgewiesen. Bereits der nächstfolgende Differenzwert ist um so vieles größer, daß der Skalenmaßstab, für den er berechnet wurde, mit dem faktischen Maßstab dieses Risses nicht in Verbindung zu bringen ist. Mit den ermittelten, in der Tabelle durch fetten Druck hervorgehobenen Werten können wir nun die Charakteristik dieser Differenz – wir werden sie künftig als Schwindmaß bezeichnen – etwas genauer fassen, als in Bild 1 geschehen:

Pergament	Mittelwert 5,3%	Grenzwerte 1,2 und 11,5%
Papier	3,3%	0,4 und 7,3%

Führen wir diese Berechnung auch für jene Risse durch, die im mittleren Abschnitt von Bild 1 angezeigt sind, so ist uns diese erste und vorläufige Eingrenzung des Schwindmaßes eine Hilfe, zwischen den faktischen Maßstäben und den nun einander näher-rückenden Skalenmaßstäben die jeweils zutreffende Verbindung herzustellen (Tabelle 3 auf S. 267).

Für einige dieser Risse erhalten wir Schwindmaße, die sich in 2 benachbarten Spalten innerhalb der ermittelten Grenzwerte halten, da beide Skalenmaßstäbe mit dem faktischen Maßstab des Risses innerhalb dieser Grenzwerte korrespondieren. Diese Risse mit Sicherheit auf einen der beiden Skalenmaßstäbe zurückzuführen, ist einstweilen nicht möglich. Für die überwiegende Mehrzahl der aufgeführten Risse ist die Relation zwischen faktischem Maßstab und Skalenmaßstab nicht zweifelhaft.

Das Ergebnis bestätigt die These, nicht aber die Werte, die Friederich für die Ulmer Risse mitgeteilt hat. Würde der Grundriß 1 des Ulmer Münsterturms auf den Maßstab 1 : 36 zurückgeführt, so wäre das Schwindmaß dieses Pergaments mit 0,8% derart gering, daß es einer besonderen, hier nicht vorliegenden Begründung bedürfe (wir werden auf diese Frage zurückkommen). Ein gleiches gilt für den Berner Riß des Straßburger Münsterturms (Durchzeichnung Straßburg Fh 9), der im Maßstab 1 : 30 gezeichnet, ein Schwindmaß von 0,6% aufweisen würde. Kommt hinzu, daß dieser Maßstab, den Friederich mit $\frac{2}{5}$ ''–1' übersetzt, sich der dezimalen Teilung des Zoll bedient, einer Teilung also, die bisher für keinen zweiten mittelalterlichen Riß zu belegen ist. Den Ulmer Turmriß B mit dem Maßstab 1 : 36 in Verbindung zu bringen, hieße anzunehmen, dieses Pergament sei nicht wie jedes andere geschwunden, sondern habe sich um 1,1% gestreckt.

²² A. a. O. 29.

	Faktischer Maßstab	Maßstäbe im 12-teiligen Fuß und zugehörige Schwindmaße								
		1 : 32 3/8''-1'	1 : 36 1/3''-1'	1 : 38,4 3/10''-1'	1 : 48 1/4''-1'	1 : 64 3/16''-1'	1 : 72 1/6''-1'	1 : 96 1/8''-1'	1 : 144 1/12''-1'	1 : 192 1/16''-1'
PERGAMENT										
St. Galler Klosterplan (St. Gallen Stiftsbibl.)	1 : 202,9							50,7%	29,0%	5,4%
Orléans Kath. Grundriß (Straßburg Fh 21 v)	1 : 105					39,1	31,4	8,6		
Paris Kath. Chor Grundriß (Straßburg Fh 21 r)	1 : 104					38,5	30,8	7,7		
Straßburg Münster Westfront Riß C (Durchzeichnung Straßburg Fh 17)	1 : 68,2			43,7	29,6	6,2				
Freiburg i. Br. Münster Chor Grundriß (Wien Ak. 16 821 r)	1 : 49,7		27,6	12,7	3,5					
Köln Dom Westbau Süd Hälfte Grundr. (Wien Ak. 16 873)	1 : 48,6		25,9	21,0	1,2					
Ulm Münster Turm Aufriß C (Ulm Stadtmuseum)	1 : 50,9		29,3	24,6	5,8					
Aufriß D (Stuttgart Landesmus.)	1 : 48,6		25,9	21,0	1,2					
Steyr Pfarrk. Grundriß (Wien Ak. 16 890)	1 : 49,3		27,0	22,2	2,1					
Wien St. Stephan Nordturm Grundriß (Straßburg Fh)	1 : 43,4	26,3	17,1	11,5						
PAPIER										
Ulm Münster Turm Kopie des Aufrißes B (chem. Ulm Münsterbaumt) ca.	1 : 144								x	
Prag Dom Chor Grundriß (Wien Ak. 16 820 r)	1 : 102,5					37,6	29,8	6,3		
Frankfurt a. M. Dom Turm Grundriß (Frankf. Hist. Mus.)	1 : 49,0		26,6	21,6	1,9					
Aufriß A (ebenda)	1 : 48,3		25,5	20,5	0,6					
Aufriß B (ebenda)	1 : 48,2		25,3	20,4	0,4					
Ulm Münster Turm Grundriß 4 (Wien Ak. 16 850 v)	1 : 48,5		25,8	20,9	1,1					
Wien St. Stephan Querhaus Grundriß (Wien Ak. 17 030)	1 : 51,2		29,7	25,0	5,8					
Nordturm Grundriß (Wien Ak. 16 820 v)	1 : 51,8		30,5	25,9	7,3					
Langhaus Grundriß (Wien Ak. 16 863)	1 : 49,8		27,7	22,9	3,6					
Empore Grundriß (Wien Ak. 16 851)	1 : 49,2		26,8	22,0	2,5					

Tabelle 2

Mit Hilfe der in der Tabelle 3 (S. 267) fett gedruckten Werte läßt sich das Schwindmaß nochmals und dieses Mal wiederum etwas genauer fassen:

Pergament	Mittelwert 6,6 ⁰ / ₀	Grenzwerte 0,7 und 12,7 ⁰ / ₀
Papier	4,0 ⁰ / ₀	0,4 und 12,4 ⁰ / ₀

Prüfen wir schließlich die im oberen Abschnitt von Bild 1 angezeichneten Risse (Tabelle 4 auf S. 268):

Hier sind jene Risse, deren Schwindmaß sich in mehreren Spalten der Tabelle innerhalb der ermittelten Grenzwerte halten, bereits in der Überzahl, da die Skalenmaßstäbe, von denen jeweils nur einer mit dem faktischen Maßstab des Risses zutreffend zu verbinden wäre, hier dicht beisammen liegen.

Für das Schwindmaß aller Risse, soweit es im Druck der 3 Tabellen hervorgehoben ist, ergibt sich abschließend folgende Charakteristik:

Pergament	Mittelwert 6,6 ⁰ / ₀	Grenzwerte 0,7 und 12,7 ⁰ / ₀
Papier	4,0 ⁰ / ₀	0,4 und 12,4 ⁰ / ₀

Das mittlere Schwindmaß aller in Bild 1 markierten Risse beträgt 6,1⁰/₀.

Mit der rechnerischen Überprüfung der in Bild 1 sichtbar gewordenen Relation von faktischem Maßstab und Skalenmaßstab sind wir zu Ende. Ehe wir das Ergebnis betrachten, wollen wir nochmals zum Ausgangspunkt der Überlegungen, das ist zu den errechneten Planmaßen zurückkehren, denn nun bietet sich eine Möglichkeit, die Zuverlässigkeit dieser Maße nochmals zu überprüfen. Sind nämlich jeweils zwei der hier genannten Risse auf die Vorderseite bzw. die Rückseite desselben Blattes gezeichnet, so müssen, falls die Planmaße zutreffen, die für dieselbe Blattachse ermittelten Schwindmaße übereinstimmen²³. Wir stellen einander gegenüber:

1. Straßburg Fh 21	v Orléans Kathedrale Grundriß 8,6 ⁰ / ₀ r Paris Notre Dame Chor Grundriß 7,7 ⁰ / ₀ ²⁴
2. Ulm Münsterbauamt	v Ulm Münster Turm Grundriß 11,5 ⁰ / ₀ r Straßburg Münster Oktogon und Helm Grundriß 9,8 ⁰ / ₀
3. Wien Akademie 16 817	v Prag Dom S-Front Aufriß 7,0 ⁰ / ₀ r Prag Dom Turm O-Seite 5,9 ⁰ / ₀
4. Wien Akademie 16 820	v Wien St. Stephan N-Turm Grundriß 7,3 ⁰ / ₀ r Prag Dom Chor Grundriß 6,3 ⁰ / ₀
5. Wien Akademie 16 821	v Prag Dom Chor Schnitt 2,4 ⁰ / ₀ r Freiburg Münster Chor Grundriß 3,5 ⁰ / ₀
6. Wien Akademie 16 865	v Wien St. Stephan N-Turm Aufriß 5,1 ⁰ / ₀ r Wien St. Stephan Barbarakapelle 4,8 ⁰ / ₀

Was die genannte Überprüfung der errechneten Planmaße ergeben hatte, bestätigt sich in dieser Gegenüberstellung: Die Fehlergrenze der Planmaße hält sich, auf das Schwindmaß berechnet, innerhalb $\pm 1\%$. Die Prämisse, diese Fehlergrenze sei für die Bestim-

²³ Abgesehen von der Möglichkeit einer geringen, in der erläuterten Art des Schwindvorgangs begründeten Differenz.

²⁴ Beide Werte gelten für die Querachse dieses Pergaments. In der Längsachse beträgt der Schwund nur etwa 1,8⁰/₀.

mung der Skalenmaßstäbe nahezu ohne Bedeutung, trifft zu, wie aus den Tabellenwerten deutlich hervorgeht. Für das Schwindmaß selbst ist diese Unsicherheit – sie beträgt immerhin etwa $\frac{1}{3}$ des mittleren Schwindmaßes – recht beträchtlich. Dennoch glauben wir, aus den vorliegenden Tabellenwerten 2 vorläufige Schlußfolgerungen ableiten zu dürfen.

1. Ihrer Häufigkeit nach verteilen sich die Schwindmaße der Tabellen folgendermaßen (Bild 2):

In beiden Figuren sind die Schwindmaße der Risse, die bis vor wenigen Jahren auf einer festen Unterlage aufgezogen waren oder noch aufgezogen sind, schraffiert, die übrigen schwarz dargestellt. Die Ausnahmestellung dieser minimalen Schwindmaße hat folgenden Grund: Ein Pergament oder Papier, das aufgezogen werden soll, wird zunächst angefeuchtet und dehnt sich dabei, kann sich aber, sobald es mit der Unterlage verbunden ist, nicht mehr auf das volle Schwindmaß zusammenziehen. Für das Krefßberger Fragment II, über dessen Maßstab in den Tabellen nicht entschieden wurde, könnte demnach mit 0,7% Schwund der Maßstab 1 : 28,8 weit eher in Frage kommen als der nächstgrößere Maßstab.

Scheiden wir die minimalen Schwindmaße, soweit sie sich derart begründen, aus der Statistik aus, so erhalten wir zum Charakter des Schwindmaßes folgende Angaben:

Pergament	Mittelwert ca. 7%	Grenzwerte 1,2 und 12,7%
Papier	ca. 5%	1,1 und 12,4%

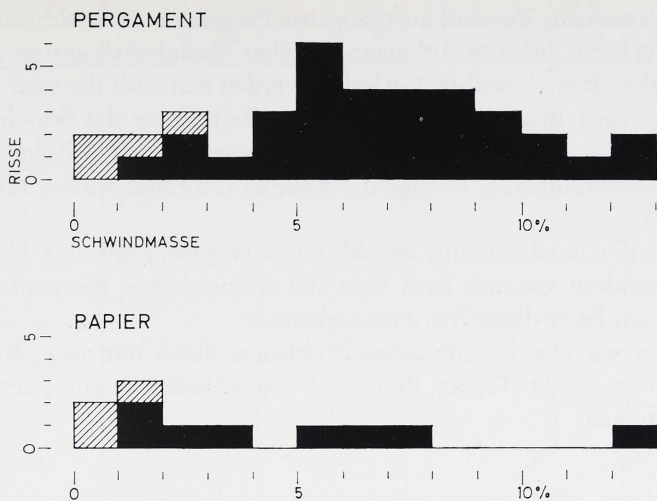
Stellen wir diesen berichtigten Werten die Feststellung gegenüber, daß für jene Pergamentrisse, deren Skalenmaßstab ungewiß blieb, das mittlere Schwindmaß ca. 7% beträgt, wenn wir sie in Maßstäbe des 16-teiligen Zoll und ca. 5%, wenn wir sie in Maßstäbe des 12-teiligen Zoll einweisen, so scheint sich im übereinstimmenden Schwindmaß von 7% eine Schlußfolgerung anzubieten.

2. Die zur Charakteristik des Schwindmaßes für Pergament und Papier berechneten Mittelwerte sind nicht gering. Sie sind sogar derart beträchtlich, daß sich angesichts der von jeder Bauzeichnung zu fordernden Maßhaltigkeit Bedenken einstellen. Kommt hinzu, daß die errechneten Schwindmaße sich nicht in der Nachbarschaft der Mittelwerte halten, sondern sich nach der einen wie nach der anderen Seite vom Mittelwert weit entfernen.

Betrachten wir diesen zweiten Anlaß zunächst: Das Schwanken der Werte kann vom Material her gesehen nicht überraschen, denn jede in Ziffern auszudrückende Charakteristik eines natürlichen, handwerklich verarbeiteten Rohstoffs weist derartige Schwankungen auf²⁵. In unserem Vorhaben waren diese Schwankungen kein Hindernis, die faktischen Maßstäbe der Risse zuverlässig auf Skalenmaßstäbe zurückzuführen. Die in die Tabellen eingegangenen Schwindmaße, die auf den nächstgrößeren Maßstab gerechnet, bereits deutlich außerhalb der Grenzwerte liegen, beweisen dies.

Und zur Größe des mittleren Schwindmaßes wäre zu erinnern, daß wir vollkommen maßhaltige Zeichenpapiere auch heute nicht besitzen. Unsere Transparentpapiere ändern ihre Größe, wenn die Luftfeuchtigkeit zwischen 30 und 90% wechselt, in der Längsrichtung bis etwa 1%, in der Querrichtung bis etwa 6%. Selbst die für den mehrfarbigen Kartendruck benützten Papiere sind nicht absolut maßhaltig. Für sie lauten die

²⁵ Pergament wurde im Mittelalter in unterschiedlichen Qualitäten gehandelt, vgl. Meder 169 und Lüthi.



2 Größe und Häufigkeit der Schwindmasse für Pergament- und Papierpläne.

entsprechenden Werte 0,15 bis 0,55% bzw. 0,24 bis 2,08%²⁶. Diese Werte sind unter extremen Bedingungen ermittelt. Im Alltag wird man immerhin mit der Hälfte dieser Werte rechnen müssen, und doch darf man sicher sein, daß mancher, der mit Zeichenpapier täglich umgeht, von diesen Größenänderungen nicht oder nur nebenbei Kenntnis nimmt.

Ein weiteres kommt hinzu: Auch der Architekt des Mittelalters hat auf einem Reißbrett gezeichnet²⁷. Hätte er ein Pergament so, wie es ihm zur Hand kam, auf dem Reißbrett befestigt, so wäre es in Wellen hochgestanden und jedesmal, wenn er mit seinem Zeichengerät eine solche Welle niedergedrückt hätte, wären nebenan neue Wellen entstanden. Der mittelalterliche Architekt wird sich genauso geholfen haben wie der Maler, der Pergament als Malgrund benützte²⁸. Beide bedienten sich eines Verfahrens, das jedem Architekten noch vor wenigen Jahrzehnten geläufig war: Zeichenkarton wurde bis dahin nicht mit Stiften oder Schienen auf das Reißbrett geheftet, sondern wurde angefeuchtet und rückseitig den Rändern entlang mit einem Leimstreifen versehen auf dem Reißbrett angepreßt. Wieder trocken geworden lag der Karton völlig eben und war so straff gespannt, daß keine Änderung der Luftfeuchtigkeit, nicht einmal Wasserfarbe, ein Verziehen der Zeichenfläche befürchten ließ. War die Zeichnung fertiggestellt, so wurde das Innenfeld des Bogens von den auf das Reißbrett geleimten Rändern mit dem Federmesser abgetrennt.

Genau nach diesem Verfahren hat auch der Architekt des Mittelalters sein störrisches Pergament gezähmt. Auch er mußte das Innenfeld seiner Zeichenfläche von den angeleimten Rändern trennen. Wie sollte man anders erklären, daß der Schnitttrand vieler Risse der Außenkontur der Zeichnung in geringstem Abstand folgt oder diese sogar

²⁶ Jordan-Eggert-Kneißl, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 1a (Stuttgart 1957) 110.

²⁷ Kletzl, Prag 16. – H. Reinhardt, La haute tour de la Cath. de Strasbourg, in: Bull. de la Soc. des amis de la Cath. de Strasbourg, se série Nr. 5, 1939, 22 Anm. – Am Südportal des Kolmarer Münsters ist Meister Humbert am Reißbrett sitzend dargestellt, ein anderer Meister, ebenfalls vor dem Reißbrett, in einem Dorsalzwinkel des Chorgestühls der Kathedrale von Poitiers.

²⁸ Meder 169.

anschneidet? In feuchtem Zustand aufgezogenes Pergament reckt sich, sobald es trocken wird. Fragmente von Pergamentplänen, die über Buchdeckel gezogen waren, haben diese Reckung über Jahre bewahrt²⁹. Ähnlich werden sich auch die vom Reißbrett abgenommenen Risse verhalten haben. Nach welcher Zeitspanne das Schwinden derart zunahm, daß die Benützung der Risse ernsthaft erschwert wurde, wissen wir nicht. Sicher ist nur, daß die Schwindmaße, solange die Risse in Gebrauch waren, nicht die heutigen Werte erreichten.

Die Gewißheit, die Bauzeichnung des Mittelalters gebe nicht nur über Gestalt und Konstruktion, sondern genauso auch über die Abmessungen des geplanten Bauwerks Auskunft, steht am Ende dieser Voruntersuchung.

Nun erst können wir uns den speziellen Problemen dieses und jenes Risses zuwenden. Eine Untersuchung des St. Galler Planes ist abgeschlossen³⁰, ein Turmriß des Ulmer Münsters wird folgen.

Die in Abkürzungen zitierte Literatur:

- | | |
|--------------------|--|
| Arens, F. V. | Das Werkmaß in der Baukunst des Mittelalters, Diss. Bonn 1938 (Würzburg 1938). |
| Alberti, H. J. v | Maß und Gewicht (Berlin 1957). |
| Booz, P. | Der Baumeister der Gotik (München-Berlin 1956). |
| Durach, F. | Mittelalterliche Bauhütten und Geometrie (Stuttgart 1929). |
| Friederich, K. | Die Risse zum Hauptturm des Ulmer Münsters, in: Ulm und Oberschwaben 36, 1962. |
| Kletzl, O. – Prag | Planfragmente aus der deutschen Dombauhütte von Prag in Stuttgart und Ulm (Stuttgart 1939). |
| „ – Straßburg | Ein Werkriß des Frauenhauses von Straßburg, in: Marburger Jahrb. f. Kunstwiss. XI/XII, 1938/39. |
| „ – Krefßberg | Die Krefßberger Fragmente, in: Marburger Jahrb. f. Kunstwiss. XIII, 1944. |
| Lüthi, K. J. | Das Pergament, seine Geschichte, seine Anwendung (Bern 1938). |
| Meder, J. | Die Handzeichnung (Wien 1919). |
| Reichensperger, A. | Des Meisters L. Lacher Unterweisung, in: Vermischte Schriften über christliche Kunst (Leipzig 1856). |
| Staatsmann, K. | Das Aufnehmen von Architekturen, II. Teil (Leipzig 1910). |
| Witzel, K. | Untersuchungen über gotische Proportionsgesetze, Diss. München 1913 (Berlin 1914) |

²⁹ In den Tabellen das Fragment 1 des Stadtarchivs Stuttgart und das Krefßberger Fragment II im Staatsarchiv Stuttgart.

³⁰ Inzwischen veröffentlicht in den Abhandl. d. Braunschweig. Wissenschaftlichen Gesellschaft Bd. XVII (Braunschweig 1965).

	Faktischer Maßstab	Maßstäbe im 12-teiligen Fuß und zugehörige Schwindmaße								
		1 : 18 2/3''-1'	1 : 19,2 5/8''-1'	1 : 20,57 7/12''-1'	1 : 21,33 9/16''-1'	1 : 24 1/2''-1'	1 : 27,43 7/10''-1'	1 : 28,8 5/12''-1'	1 : 32 3/8''-1'	1 : 36 1/3''-1'
PERGAMENT										
Köln Dom Chor Aufriß (Köln Haus der Rhein. Heimat)	1 : 40							28,0%	20,0%	10,0%
Prag Dom Langchor Querschnitt (Wien Ak. 16821 v)	1 : 36,8							21,8	13,1	2,4
(Stuttgart Staatsarchiv 1r)	1 : 36,2							20,5	11,6	0,7
Straßburg Münster Westfront Riß B (Straßburg Fh 3)	1 : 38,4							25,0	16,7	6,3
Riß B 1 (Wien Stadtarchiv 145)	1 : 38,8							25,8	17,5	7,2
Grundriß (Stuttgart Staatsarchiv Kreßberger Fragment I)	1 : 36,9							22,1	13,4	2,5
Nordturm Aufriß (Durchzeichnung Straßburg Fh 8)	1 : 38,5							25,2	16,9	6,5
Nordturm Oktagon Grundriß (Straßburg Fh 12)	1 : 39,9							27,8	19,8	9,8
Nordturm Helm Aufrißfragment (chem. Ulm Münsterbauamt)	1 : 39,2							26,5	18,4	8,2
Südturm Aufriß (Straßburg Fh 7)	1 : 38,5							25,2	16,9	6,5
Südturm Oktagon Grundriß (Straßburg Fh 16)	1 : 37,7							23,6	15,1	4,5
Ulm Münster Turm Grundriß 2 (Lon- don, nach Durchzeichnung im Münsterbauamt Ulm)	1 : 38,0							24,2	15,8	5,3
Grundriß 3 (ebenda)	1 : 38,0							24,2	15,8	5,3
Aufriß A (Ulm Stadtmuseum)	1 : 37,7							23,6	15,1	4,5
Straßburg Münster Westbau Südhälfte Grundriß (Straßburg Fh 15)	1 : 34,8					21,2	17,2		8,1	
Ulm Münster Turm Grundriß 1 (chem. Ulm Münsterbauamt)	1 : 36,3						24,5	20,7	11,5	0,8
Aufriß B (London, nach Durchzeich- nung im Münsterbauamt Ulm)	1 : 35,6						23,0	19,1	10,1	
Köln Dom Westfront Aufriß F (Köln Dombauhütte)	1 : 30,82					22,1	11,0	6,5		
Straßburg Münster Westfront Nord- turm Aufriß (Bern Landesmus., hier nach Durchzeichnung Straß- burg Fh 9)	1 : 30,2						20,5	9,2	4,6	
Orgel (Straßburg Fh)	1 : 30,4						21,1	9,8	5,3	
Wien St. Stephan Südfront Aufriß (Stuttgart Staatsarchiv, Kreßber- ger Fragment II)	1 : 29,0					17,3	5,4	0,7		
Barbarakapelle Grundriß (Wien Ak. 16865 r)	1 : 28,8					16,7	4,8	0,9		
Nordturm Aufriß Fragment (Wien Ak. 16865 v)	1 : 28,9					17,0	5,1	0,4		
Prag Dom Turm und Querhaus Süd- front Aufriß (Wien Ak. 16817 v)	1 : 25,8			20,3	17,3	7,0				
Ostseite Aufriß (Wien Ak. 16817 r)	1 : 25,5			19,4	16,4	5,9				
Straßburg Münster Westfront Süd- hälfte Aufriß (Straßburg Fh 6)	1 : 26,4			22,1	19,2	9,1				
Nordturm Grundrisse (Straßburg Fh 10 v, r)	1 : 25,3			18,7	15,7	5,2				
Nordturm Grundriß (chem. Ulm Münsterbauamt)	1 : 26,6			22,7	19,8	9,8				
Wien St. Stephan Nordturm Grundriß (Wien Stadtarchiv 146a)	1 : 27,5			25,2	22,4	12,7				
Barbarakapelle Grundriß (Wien Ak. 16865)	1 : 25,8			20,3	17,3	7,0				
Nordturm Aufriß A (Wien Stadt- archiv, Depot der Steinmetzge- nossenschaft)	1 : 27,5			25,2	22,4	12,7				
Straßburg Münster Westfront Riß D (Straßburg Fh 4)	1 : 23,0	16,5	9,8	7,3						
PAPIER										
Kuttenberg St. Barbara Grundriß (Wien Ak. 16841)	1 : 29,5					18,7	7,0	2,4		
Prag Dom Treppe am Südquerarm (Ulm Stadtmuseum)	1 : 27,4			25,0	22,2	12,4	≈ 0			
Wien St. Stephan Langhaus Aufriß (Wien Ak. 16840)	1 : 24,4			15,7	12,6	1,6				

Tabelle 3

Faktischer Maßstab	Maßstäbe im 12-teiligen Fuß und zugehörige Schwindmaße							
	1 : 12 1''-1'	1 : 12,8 15/16''-1'	1 : 13,09 11/12''-1'	1 : 13,71 7/6''-1'	1 : 14,4 9/6''-1'	1 : 14,77 13/10''-1'	1 : 16 3/4''-1'	
PERGAMENT								
Straßburg Münster Westfront Zwischenbau Aufriß (Straßburg Fh 5)	1 : 17,4					17,3	15,1	8,1
Wien St. Stephan nördl. Turmvorhalle Wand- abwicklung (Wien Ak. 16872 v)	1 : 16,0			14,3		10,0	7,7	
Regensburg Dom Westportal Aufriß (Wien Ak. 16871)	1 : 15,7			12,7		8,3	5,9	
Straßburg Münster Westfront Treppe am Nordturm (Wien Ak. 16832)	1 : 12,5	4,0						
PAPIER								
Konstanz Münster Schnegg Grund- und Auf- riß (Wien Ak. 17028, 17055)	1 : 13,0	7,7	1,5					
Wien St. Stephan Westfenster Maßwerk (Wien Ak. 16998)	1 : 13,3	9,8	3,8	1,6				

Tabelle 4