

# KUNSTCHRONIK

MONATSSCHRIFT FÜR KUNSTWISSENSCHAFT  
MUSEUMSWESEN UND DENKMALPFLEGE

MITTEILUNGSBLATT DES VERBANDES DEUTSCHER KUNSTHISTORIKER E.V.  
HERAUSGEGEBEN VOM ZENTRALINSTITUT FÜR KUNSTGESCHICHTE IN MÜNCHEN  
VERLAG HANS CARL, NÜRNBERG

45. Jahrgang

Februar 1992

Heft 2

## Bauforschung

### DAS MASSYSTEM DER ABTEIKIRCHE EBRACH

#### ERGEBNISSE EINES FORSCHUNGSPROJEKTES DER ANGEWANDTEN INFORMATIK

#### II.

(mit vier Figuren)

*Der erste Teil dieses Beitrages mitsamt Fig. 1—9 erschien in Kunstchronik 45, 1992, S. 1—17. In derselben Zeitschrift waren Vorberichte erschienen, auf die im folgenden Bezug genommen wird: Bd. 35/1982, 422—443; Bd. 43/1990, 55—62.*

#### *Das Maßsystem der Abteikirche*

In Gestalt der Michaelskapelle liegt nun erstmals das nach obigen Verfahrensgrundsätzen ermittelte Maßsystem einer mittelalterlichen Kirche vor; es war, soweit die bisherigen Daten erkennen lassen, auch zumindest für den Grundriß der Hauptkirche maßgebend. Im folgenden sollen die wichtigsten Befunde skizziert werden, ohne auf deren datenanalytische Begründung einzugehen.

Bei dem Ebracher Maßsystem handelt es sich mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit um ein baugometrisches System: Geometrische Figuren, und demnach auch Entwurfsverfahren, bestimmen wesentlich die Proportionierung des Baukörpers, wobei — ein überraschender Befund — bereits Anfang des 13. Jahrhunderts der gesamte klassische Formenschatz der Polygone angewendet wurde. Die Proportionierung erfolgte jedoch nur zum Teil durch Abbildung dieser Figuren in der Baugestalt, im übrigen durch freie Kombination auch der geometrisch hergeleiteten Maße. Die Maße des Bauwerks stellen dabei — ein weiteres wichtiges Ergebnis — nicht einfach die Summe einzelner geometrischer und numerischer Verhältnisse dar, sondern bilden gemäß den obigen theoretischen Modellen ein zusammenhängendes, erstaunlich differenziertes,

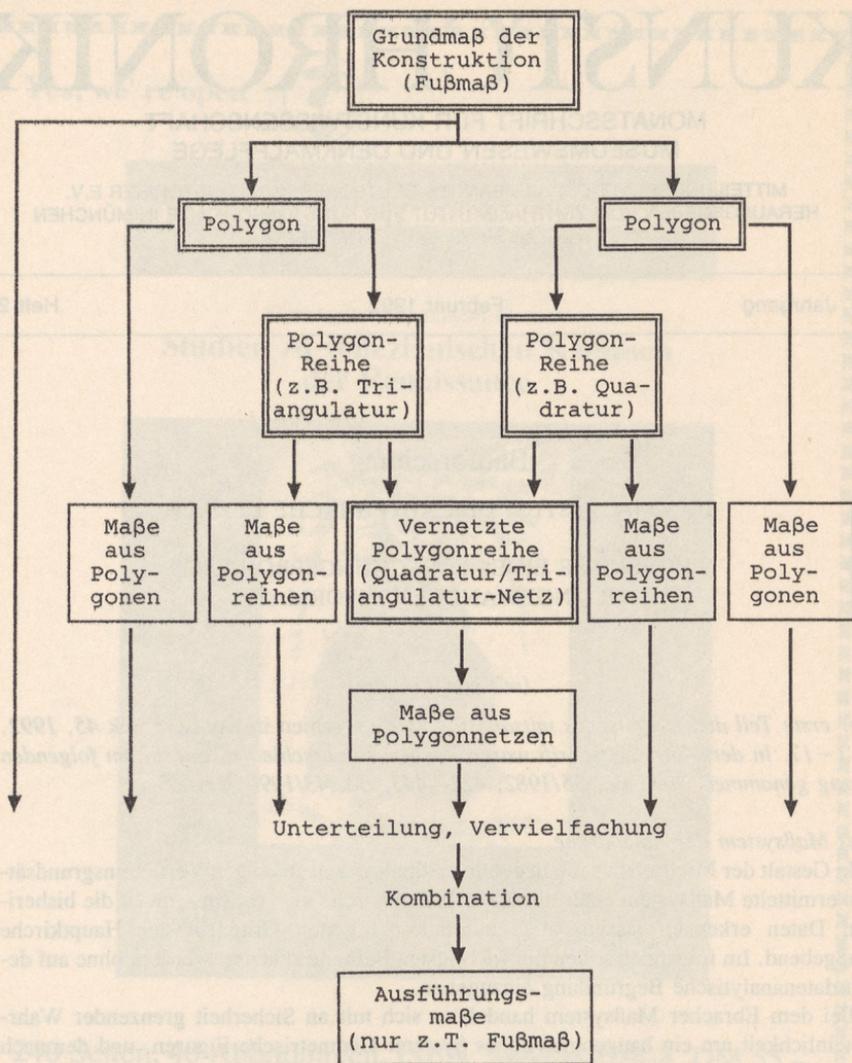


Fig. 10 Schema des Maßsystems der Ebracher Kirche.

nach mittelalterlichen Kriterien „gelehrtes“ System. Es weist gemeinsame Bezugsstrecken („Module“) für die Ableitung von Polygonfiguren, Quadratur-Triangulatur-Netze, schließlich Unterteilungen, Vervielfachungen, Kombinationen der daraus abgeleiteten Hauptmaße auf (Schema der Fig. 10). Dementsprechend enthält die Liste der „harmonischen“ Proportionen dieser Kirche nahezu den Gesamtkatalog der einschlägi-

gen numerischen und geometrischen Maßverhältnisse der mittelalterlichen Proportionslehre, darunter — dies sei hervorgehoben — auch alle prominenten rationalen Proportionen. Einen Vorgeschmack dieser Liste (die hier nicht vorgestellt werden kann) gibt Tab. 1 der Veröffentlichung von 1982. Von der Komplexität des daraus resultierenden Proportionsgefüges haben, wie sich nun zeigt, die bisherigen Untersuchungen keine zureichende Vorstellung vermittelt. Manche Zusammenhänge erwiesen sich als nicht klärbar; auch darin sehe ich die grundsätzliche Richtigkeit des vorliegenden methodischen Ansatzes bestätigt.

*Geometrische Grundmaße, Module:* Die meisten konstruktiv relevanten Maße der Michaelskapelle und des bisher untersuchten Teiles der Hauptkirche lassen sich von drei geometrisch zusammenhängenden Bezugsmaßen („Modulen“) herleiten, die als Kreisradien in der Bestimmungsfür des Grundrisses erscheinen (Fig. 11 und Maßmatrix der Fig. 3): Der erste Kreis ist der Umfassungskreis von Chor und Querschiff der Hauptkirche ( $R/HKa = 9b$ ), der zweite der Umfassungskreis der Innenfigur des daraus konstruierten Fünfecks (8b) und zugleich Außenkreis der Konstruktionsfigur des kreuzförmigen Ostteiles der Michaelskapelle; letztere Figur enthält schließlich als Innenkreis den dritten Kreis ( $R/MKa = 7b$ ). Sein Radius ist das eigentliche Modul der Michaelskapelle.

*Polygone:* Eine erste Gruppe von Maßen, die mit dem obigen Kreissystem in systematischer Beziehung stehen, sind Strecken von Polygonen, die direkt aus diesen Kreisen konstruiert sind (Fig. 3, dazu Fig. 5—8, 11): bei der Hauptkirche aus dem Kreis  $R/HKa$  (9b) die Dreieckseite (12a), Fünfeckseite (13a) und Zehneckseite (nicht ausgewiesen), bei der Michaelskapelle aus dem Kreis  $R/MKa$  (7b) die Dreieckseite (7c), Fünfeckseite ( $11a = 7b^*$  in Fig. 4) und Achteckseite (10a), jeweils mit weiteren polygonespezifischen Strecken. Dazu kommen Polygone des Bauschmucks, die aus Unterteilungen dieser Maße abgeleitet sind: Dreieck und Quadrat (Piscinen der Kapelle), Sechs- und Zwölfeck (Fensterrose der Kapelle, vgl. Fig. 13), Achteck (östliches Querhausportal der Kapelle). Zehn- und Zwanzigeck sowie Zwölfeck bilden auch die Konstruktionsgrundlage der (nicht analysierten) Fensterrosen der Hauptkirche.

*Geometrische Reihen, Quadratur-Triangulatur-Netz:* Eine weitere Gruppe von Maßen stammt offensichtlich aus geometrischen Reihen, die aus den obigen Hauptmaßen abgeleitet sind. Besonders ausgeprägt sind die Quadraturketten (horizontale Strecken der Fig. 3 und 4). Solche Ketten sind u. a. von der Seite des dem Kreis  $R/MKa$  umschriebenen Achtecks ( $6d^*$ ) abgeleitet ( $1d^* - 8d^*$ , zur Schwierigkeit der Differenzierung von einer entsprechenden Kette der Fünfeckseite vgl. oben), ferner direkt von diesem Kreisradius (Kette  $1b - 8b$ ), auch von dessen dreifachem Wert (7d, Kette  $1d - 8d$ ). Bei den letzteren beiden Reihen sind Maße aus bis zu 14 Quadraturstufen nachzuweisen, die sich noch weit über den in Fig. 3 dargestellten Bereich fortsetzen; zu ihnen gehören auch die Strecke  $8d$ , die gleichzeitig die Fünfeckseite zum Umfassungskreis der Achsmaße  $R/HKm$  (9d) darstellt, sowie die Strecke  $8b$ , die den Radius eines der Kreise der Grundfigur bildet. Diese Quadraturketten sind wiederum untereinander durch Maßverhältnisse

vom Typ  $\sqrt{3} : 1$  (erste Form der Triangulatur = vertikale Verbindungen der Fig. 3, z. B. Spalten 7, 5, 2) und  $\sqrt{3}/2$  (zweite Form der Triangulatur, diagonale Stufen) miteinander verbunden. Dadurch entsteht ein in Teilen vollkommen geschlossenes Quadratur-Triangulatur-Netz mit einer Fülle von Maßen, deren Beziehungen sich ebenfalls zum Teil als Quadrate und Dreiecke in der Baugestalt abbilden (s. u.).

*Unterteilungen, Vervielfachungen, Kombinationen:* Eine dritte Gruppe ist schließlich dadurch charakterisiert, daß ihre Maße rationale Unterteilungen oder Vervielfachungen der obigen darstellen. Der Übergang zur obigen Gruppe ist fließend, da solche Verhältnisse bereits Bestandteile des Quadratur-Triangulatur-Netzes sind, hier typischerweise mit den Koeffizienten 2 bzw.  $1/2$  bei Quadraturreihen, 3 bzw.  $1/3$  bei Triangulaturreihen. Außerdem kommen (in Fig. 3 und 4 nicht ausgewiesene) Maße vor, die mit anderen im Verhältnis der Zahlen 7 : 1 und 5 : 1 bzw. deren Kehrwerte oder Vielfache stehen; ein Beispiel ist die Gesamtlänge des Langhauses der Hauptkirche, deren Achsmaß das Siebenfache des aus dem Quadratur-Triangulatur-Netz stammenden Maßes  $2e$  beträgt (Fig. 5). Schließlich sind auch komplette arithmetische Reihen von Maßen nachzuweisen (z. B. 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1, 5 : 1, 7 : 1, vgl. die unten beschriebene Höhengliederung der Kapelle). Die Proportionen der letzteren Art sind nicht aus geometrischen Konstruktionen abzuleiten; sie stellen eine eigene Kategorie primär numerisch konzipierter Maßverhältnisse dar, auch wenn sie sich aus geometrisch definierten Komponenten aufbauen. In den Entwurf der Ebracher Kirche sind demnach nicht nur geometrische, sondern eindeutig auch numerische Proportionierungsaspekte eingegangen. Diese Zahlenverhältnisse sind im Einzelfall — etwa der Siebenzahl der Langhausjoche — auch unmittelbar augenfällig; nicht ohne weiteres erkennbar ist dagegen ihre Integration in das geometrische Gesamtsystem — im Fall des Langhauses durch die geometrisch bestimmte Jochtiefe und Einpassung des gesamten Bauteils in den Umfassungskreis.

Eine weitere, relativ kleine Gruppe von Maßen läßt sich zwar direkt weder in die geometrischen noch obigen arithmetischen Bezüge einordnen; da sich jedoch diese Maße jeweils aus der Summe von zwei Einzelmaßen der obigen Gruppen bilden lassen, sind sie vermutlich als Kombinationsmaße aufzufassen.

*Proportionierung des Baus durch Abbildung geometrischer Figuren:* Ein Teil der aus Polygonen und Polygonreihen ableitbaren Maßverhältnisse erscheint als direkte Abbildungen geometrischer Figuren in der Gestalt des Grundrisses, des Aufrisses, der Wölbungsgliederung sowie des Bauschmucks. Da diese Figuren insbesondere den Umriß des Bauwerks bestimmen, finden sich ihre „Leitmaße“ gehäuft in den Außenmaßen. Eine wesentliche Rolle bei diesen Abbildungen spielen die Konstruktionskreise der betreffenden Polygone, die als Umfassungskreise der Ecken, auch als Tangentenkreise von Stirnmauern (Fig. 7) erscheinen; ihnen kommt zweifellos ebenfalls symbolische Bedeutung zu.

So sind beim Grundriß der Hauptkirche (Fig. 11) sowohl der Umriß von Chor und Querschiff als auch der des Langhauses aus einem Kreis entwickelt (9b), der diese Bauteile umschließt; eine Seite des einbeschriebenen Fünfecks (13a) bestimmt die Außenbreite des Chors, eine Seite des Dreiecks (12a) die Außenlänge der Hochwand des Querschiffs, eine Seite des Zehnecks mit ihrem Maß die Außenbreite des Querhauses (nicht dargestellt); der Umkreis der Innenfigur des Fünfecks

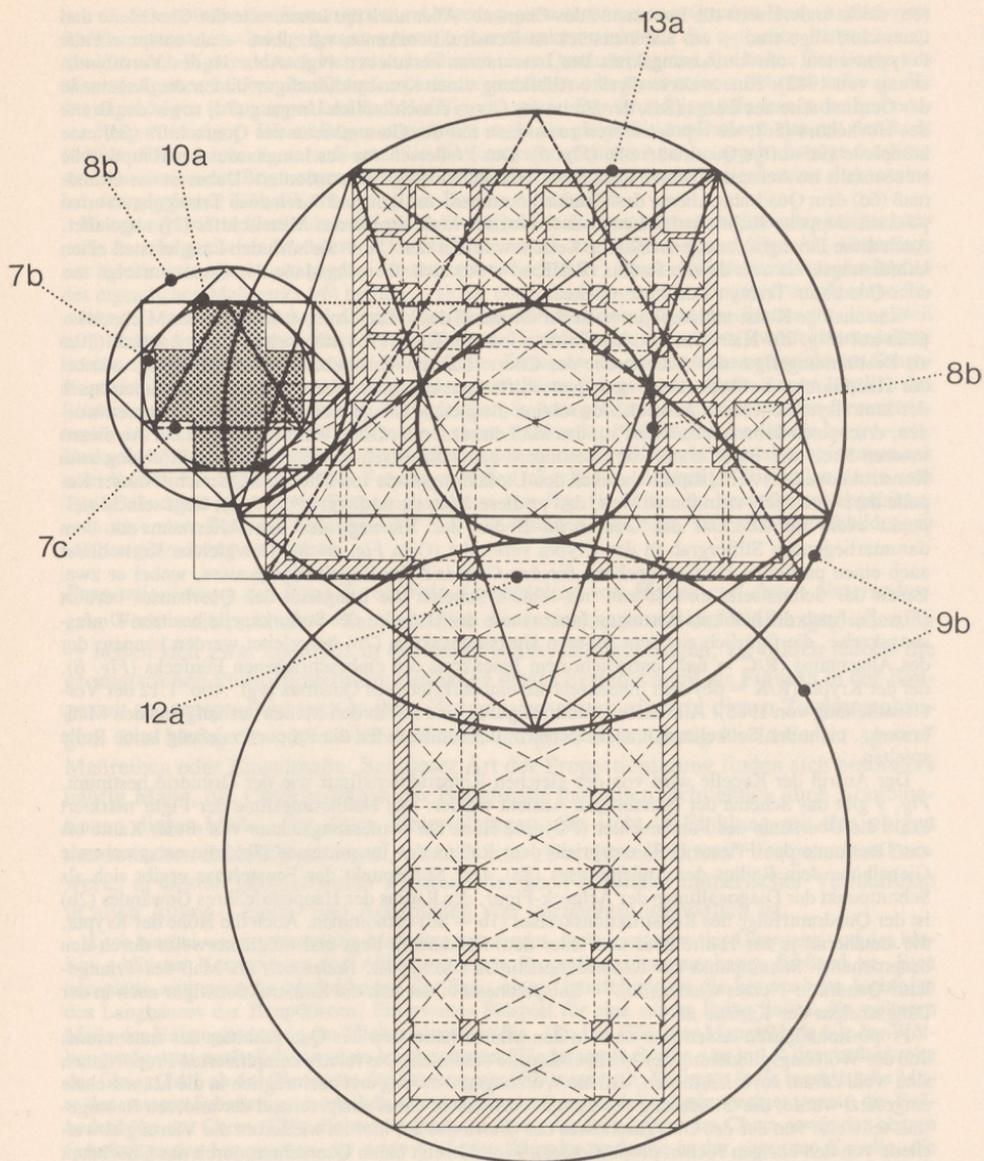


Fig. 11 Schematischer Grundriß der Abteikirche mit der geometrischen Grundfigur der Proportionsbeziehungen.

(8b) steckt andererseits die Innenmaße des Chors ab. Aber auch die Innenmaße der Chorbreite und Querschifflänge sind — ein Kabinettstück an Konstruktionskunst, vgl. oben — als entsprechende Polygonseiten vom Umfassungskreis des Innenraums herzuleiten (vgl. Abb. 1b der Veröffentlichung von 1982). Eine weitere direkte Abbildung einer Konstruktionsfigur bilden die Achsmaße der Gesamtbreite des Chors (8d), der Breite des Chors einschließlich Umgang (7d) sowie der Breite des Hochchors (5d); sie repräsentieren zusammen mit der Gesamtbreite des Querschiffs (6d) eine komplette vierstufige Quadraturreihe (Fig. 5). Das Pfeilerschema des Langhauses der Hauptkirche ist ebenfalls im Achsmaß, jedoch nach einer Triangulaturfolge proportioniert. Dabei ist das Grundmaß (6d) dem Quadratarschema des Chors entnommen, aus ihm sind durch zwei Triangulaturstufen  $\sqrt{3}/2$  die doppelte Jochtiefe des Langhauses (4e) sowie die Breite des Mittelschiffs (2f) abgeleitet. Auch diese Innengliederung der Kirche weist sowohl für den Chor- als auch den Langhausteil einen Umfassungskreis auf, dessen Radius ( $R/HK_m = 9d$ ) sich über die Maße der Quadraturfolge aus dem Quadratur-Triangulatur-Netz ableitet.

Eine analoge Konstruktionsfigur weist der Grundriß des kreuzförmigen Osteiles der Michaelskapelle auf (Fig. 6). Hier dient jedoch ein dem inneren Kreis (7b) umschriebenes Achteck (10a) als Bestimmungfigur der Außenbreite des Chors. Das einbeschriebene Dreieck (7c) legt wie bei der Hauptkirche die Außenlänge des Querschiffs fest; die Querarme der Kapelle, die allein nach der zentralsymmetrischen Achteckkonstruktion die gleiche Länge wie das Chorhaupt besitzen würden, erscheinen demnach beidseits auf das Maß dieser Dreieckseite verkürzt (Fig. 6, 7). An diesen inneren Kreis der Figur knüpft sich besondere baugeometrische Symbolik: Er stellt analog zum Konstruktionskreis der Hauptkirche auch den Umfassungskreis von Chor und Querschiff dieser Kapelle dar; verschiebt man ihn so weit, daß er diese Bauteile umfängt (Fig. 7, 8), liegt sein Mittelpunkt exakt im Zentrum des Oculus im Boden der Vierung, der den Altarraum mit dem darunterliegenden Stiftergrab in der Krypta verbindet (O in Fig. 6—8). Der gleiche Kreis bildet auch einen partiellen Umfassungskreis für den Grundriß des Kapellenlanghauses, wobei er zwei Ecken der Schmalseite umfaßt und mit seinem Scheitel die Langseite des Querhauses berührt (Fig. 7). Auch die halbkreuzförmigen Innenräume des Osteiles der Stifterkapelle besitzen Umfassungskreise, die figürlich aus dem äußeren Umfassungskreis (7b) hergeleitet werden können; der des Altarraums ( $R/C = 6a^*$ ) entspricht dem Innenkreis des einbeschriebenen Fünfecks (Fig. 8), der der Krypta ( $R/K = 6b$ ) dem Innenkreis des einbeschriebenen Quadrats (vgl. Abb. 1.12 der Veröffentlichung von 1985). Alle diese Grundrißfiguren sind nur in den Maßen des aufgehenden Mauerwerks, nicht den Sockelmaßen nachzuweisen, die demnach für die Proportionierung keine Rolle spielen.

Der Aufriß der Kapelle wird von der gleichen Konstruktionsfigur wie der Grundriß bestimmt. Fig. 9 gibt das Schema der chorseitigen Ansicht wieder: Die Halbierungslinie der Figur markiert exakt die Oberkante des Fundamentes (FU); die Höhe der Umfassungsmauer von dieser Kante bis zur Oberkante des Frieses (FR) entspricht dem Radius des Innenkreises (7b), die entsprechende Giebelhöhe dem Radius des Außenkreises (8b). Der Mittelpunkt der Fensterrose ergibt sich als Schnittpunkt der Diagonallinien der Achteck-Figur; der Radius der Hauptstufe ihres Gewändes (2b) ist der Quadraturfolge des Konstruktionskreises (1b — 8b) entnommen. Auch die Höhe der Krypta, die annähernd je zur Hälfte über und unter dem Fundament liegt und möglicherweise durch den besprochenen Schnittpunkt der Konstruktionslinien bedingt ist, findet sich als Maß des Triangulatur-Quadratur-Netzes wieder (3c). — Entsprechend bildet sich die Konstruktionsfigur auch in der Längsansicht der Kapelle ab.

Proportionsfiguren lassen sich auch in den Maßverhältnissen des Querschnittes des Innenraums und der Wölbungsgliederung der Michaelskapelle erkennen. Die relativ komplizierten Proportionen sind wohl darauf zurückzuführen, daß die Wölbungsgliederung erst nachträglich in die Mauerschale eingesetzt wurde; die Gliederung des Langhauses weicht dabei entsprechend der anderen Raumgestalt teilweise von der des Obergeschosses des Chortheiles ab, hier ist wiederum die Vierung abweichend von den übrigen Jochen proportioniert. Fig. 12 zeigt einen Querschnitt durch das Chorhaupt mit dem Gurtenschema seiner Stirnwand (die identisch mit den Stirnwänden der Kreuzarme ist): Die lichte Deckenhöhe entspricht wie in der gesamten Kapelle der Oberkante des Frieses (FR), ihr Abstand von der Fundamentoberkante ist demnach wie bei Fig. 9 durch den Radius des Konstruktionskreises der Kapelle (7b) gegeben. Die Maße für den Abstand der Vierungsgurte (4b), der Gurte der Stirnwände (1d), die Raumhöhe (in Fig. 3 nicht mehr enthalten), die Raumbreite (2d), schließ-

lich die Scheitelhöhe der Kreuzrippen und Vierungsurte (3d) sind dem Quadrat-Dreiecks-Netz von RMKa entnommen. Infolgedessen weist die Raumstruktur nicht nur die typischen Proportionen, sondern auch Figuren dieses Netzes auf: Glieder einer Quadratreihe und Dreiecke. Der Bogen des Stirnwandgurtes ist über der Kämpferoberkante gestetzt und liegt mit seinem Scheitel tiefer als der der zugehörigen Kreuzrippen und auch der Vierungsurte. Der Grund liegt offenbar in der besonderen Proportionsfigur: Dieser Bogen umschreibt exakt ein gleichseitiges Dreieck, das mit der Basis (1d) der Kämpferoberkante aufliegt. Wie die fotogrammetrische Analyse ergab, beträgt der Konstruktionsradius des Bogensegmentes zwei Drittel (3b) der Länge dieser Dreiecksseite; dies machte bei der gegebenen Höhe die Stelzung des Bogens erforderlich.

Eine komplizierte Konstruktionsfigur stellt schließlich die Fensterrose im Chor der Michaelskapelle dar; ihr gotisches Maßwerk ist das früheste seiner Art in Deutschland (Fig. 13). Grundlage der Konstruktion sind zwei gegeneinander rotierte Sechsecke, die ein Zwölfeck bilden; der Radius des eigentlichen Maßwerks (r6) beträgt — sicher ebenfalls eine als bedeutungsvoll empfundene Beziehung — genau ein Sechstel der Chorbreite, so daß die Seitenlängen des Sechsecks (die gleich dem Radius sind) insgesamt diese Breite abbilden. Das Maßwerk ist aus dem Zwölfeck entwickelt: Position und Radien seiner Kreise (r21—r30, der Durchmesser des letzteren entspricht der Seitenlänge des Zwölfecks) sind in das Diagonalengitter dieses Polygons eingepaßt, das so letztlich das Schnittmuster für die Stege liefert. Zum gleichen System gehören auch die zentralen Symmetriekreise des Maßwerks (r7—r20) sowie die meisten Radien der Profilstufen des Gewändes (r1—r4). Umkreis (r6) und Inkreis (r9) der Sechseckkomponente des Zwölfecks bilden dabei zusammen mit zwei Radien von Profilstufen des Fenstergewändes (r3, r1) eine vierstufige Triangulaturkette vom Typ  $\sqrt{3}/2$ ; damit ist auch das Proportionsschema von Fig. 1b, Mitte, im Rosenfenster abgebildet. — Auch andere Teile des Bauschmucks, z. B. die Piscinen des Chors, sind teilweise Abbildungen solcher geometrischen Figuren.

*Proportionierung des Baus durch freie Kombination von Maßen und deren Unterteilungen:* Viele weitere Maße — hauptsächlich des Innenraums und der Wölbungsgliederung — lassen sich zwar ebenfalls in das obige Maßsystem einordnen; sie bilden jedoch die geometrischen Proportionszusammenhänge dieses Systems nicht als Figuren in der Baugestalt ab, entsprechen auch in ihrer Zusammenstellung oft nicht diesen Zusammenhängen. Das Maßsystem diene hier offenbar lediglich bausatzartig als Lieferant „guter“ Maßreihen oder Einzelmaße. Bei dieser Art der Proportionierung finden sich besonders häufig Maße, die Unterteilungen der Hauptmaße darstellen, schließlich auch Kombinationen dieser Maße oder deren Unterteilungen. Sie steht in Einklang mit den obigen theoretischen Schlußfolgerungen, wonach eine „Durchkonstruktion“ des gesamten Bauwerks in Gestalt geometrischer Figuren oder auch rationaler numerischer Verhältnisse in allen Außen-, Innen- und Achsmaßen von vornherein unmöglich ist.

Auch hierbei werden komplette Maßsätze verwendet, wobei mitunter der Übergang von der bloßen additiven Verwendung zur Abbildung eines Proportionszusammenhangs fließend ist. Eine komplette arithmetische Maßreihe auf der Basis einer Unterteilung ist die besprochene Jochfolge des Langhauses der Hauptkirche. Ein zweites Beispiel für eine solche Reihe liefern die weiteren Maße der Höhengliederung der Michaelskapelle (Fig. 12): Die Höhe der Mauerschale wie der Wölbungsträger ist zusätzlich zur oben beschriebenen Gliederung in Stufen von je  $1/4$  der Außenbreite des Chors (2d\*) ab der Oberkante des Fundaments (FU) unterteilt: Die erste Stufe markiert die Mitte der unteren Schaftringe der Eckdienste des Langhauses und (allerdings weniger genau) die Fußbodenhöhe des Chors (CB), die zweite Stufe die Mitte der Schaftringe des Chors sowie der oberen Schaftringe des Langhauses, die dritte Stufe die Kämpferoberkante in der gesamten Kapelle, die vierte Stufe den Gewändescheitel einer Reihe von Fenstern in Chor und Langhaus, die fünfte Stufe die Oberkante der dem Fries aufgesetzten Traufquaderschicht (TR), die siebte die Traufhöhe der Giebelspitzen von Chor und Querschiff. Diese Höhe besitzt demnach zur Chorbreite das Verhältnis  $7 : 4$ ; da ferner die Höhe der Traufkante über dem Chorfußboden gleich der Außenbreite des Chors ist, erhält dieser in seinem Oberschoß einen quadratischen Umriß.

In den Grundrißmaßen des Langhauses der Michaelskapelle liegt demgegenüber eine fast vollständige geometrische Maßreihe vor, gebildet von den Strecken des aus dem Kreis R/MKA abgeleiteten Fünfecks (Fig. 4 und Fig. 8). Anders als beim Chorteil lassen sich diese (in Fig. 4 durch offene Quadrate gekennzeichneten) Maße, da größtenteils polygonspezifisch, nicht aus der Achteckfigur deuten. Jedes dieser Langhausmaße in Fig. 8 deckt sich zwar mit der zugehörigen Strecke der im Chorteil eingezeichneten Konstruktionsfigur; die Maßstrecken am Bau sind jedoch insgesamt mit der Polygonfigur nicht zur Deckung zu bringen, so daß hier ebenfalls eine „bausatzartige“ Anwendung vorliegt. Geradezu aufregend mutet das Ergebnis der Analyse des (stilistisch noch völlig der Romanik zuzurechnenden) Rundbogenportals an, das vom Querschiff der Hauptkirche in das Ostjoch des Kapellenlanghauses führt: Die Proportionierung seines Gewändes wurde zweifellos nach dem gleichen Achteck-Quadratreihen-Schema vorgenommen, das mehr als zweieinhalf Jahrhunderte später Matthäus Roriczer 1487 in seiner *Geometria Deutsch* als Konstruktionsgrundlage eines spätgotischen Wimpergs beschrieb.

Diese Maßsätze sind mitunter so raffiniert zusammengestellt, daß nicht nur beziehungsvolle Verhältnisse, sondern auch neue geometrische Muster entstehen, die so nicht in den Primärstrukturen des Maßsystems vorgegeben sind. So besitzt das beschriebene Gurtsystem der Stirnwände der Kapelle in der Breite drei Richtmaße: den lichten Abstand der Gurte (1d, gleichzeitig Abstand der Sockel der Säulenbasen), den — in Fig. 12 nicht dargestellten — lichten Abstand der Dienste (identisch mit der Breite der darunterliegenden Krypta) sowie den Abstand der Achsen dieser Dienste (4d\*, gleich der halben Breite des Außenchors). Diese Maße kehren in der Höhenstaffelung wieder: Die Höhe des Mittelpunktes der Fensterrose über dem Boden entspricht dem ersten, die entsprechende Höhe der Kämpferunterkante dem zweiten, die der Kämpferoberkante dem dritten Maß. Dadurch erhält der untere Raumquerschnitt eine virtuelle Rahmung durch drei entsprechend gestaffelte Quadrate. Errichtet man zusätzlich zu dem bereits beschriebenen Dreieck auf der Kämpferoberkante ein weiteres gleichschenkeliges Dreieck mit der Basislänge des obigen Achsabstandes der Gurtdienste, so zeigt dieses mit der Spitze auf den oberen Scheitel des Gurtbogens (Fig. 12); auch dieser Raumteil weist damit eine solche Rahmung, hier von der Art einer Triangulatur, auf.

Dazu kommen zahlreiche Maße des Systems, die einzeln oder in wechselnden Kombinationen mit anderen Maßen verwendet werden, ohne daß eine systematische Beziehung sichtbar wird. Dabei handelt es sich zum Teil um Maße, die wiederum an anderer Stelle im Bau im Figurenzusammenhang vorkommen. Bei solchen Wiederverwendungen als Einzelmaß wird das Bestreben erkennbar, durch „Zitate“ bedeutsame Assoziationen herzustellen: So entspricht in der Michaelskapelle, wie beschrieben, der Abstand der Dienste der Stirnwände der Breite der darunterliegenden Krypta, die lichte Höhe der Krypta (4b) andererseits dem Durchmesser der Hauptgewändestufe der Fensterrose; die Altartritte der Kreuzarme besitzen jeweils die halbe, insgesamt also die volle Außenbreite des Chors. Die Dachschräge des Westgiebels wiederholt mit ihrer Länge den Konstruktionsradius der Kapelle, die Blende der Chorgiebel mit ihren hauptsächlichen Stufen die Innenmaße der Langhaus-, Chor-, sowie Kryptabreite.

*Unsicherheitsquote:* In Übereinstimmung mit den theoretischen Voraussagen blieb ein Teil der Maßverhältnisse unklar, wobei teils die Zuordnung von Proportionen zu Figuren, teils von Maßen zu Proportionen, teils überhaupt von Maßen zum Maßsystem nicht geklärt werden konnte.

Die erstgenannte Mehrdeutigkeit betraf Maßreihen, die sich als verschiedene geometrische Figuren in der Baugestalt, auch als verschiedene Strukturen in der numerischen Matrix abbilden lassen, ohne daß eine von ihnen eine eindeutig größere Plausibilität beanspruchen könnte. So ist z. B. die dritte Triangulaturstufe des Typs  $\sqrt{3}/2$ , aufgebaut auf der Seite eines Fünfecks, zwar mathematisch nicht gleich, aber sehr ähnlich dem Durchmesser des Umfassungskreises der inneren Fünfeckfigur; das Pfeilerschema der Achsmaße des Langhauses der Hauptkirche läßt sich daher nicht nur aus der Triangulatur der halben Chorbreite (Fig. 5), sondern auch aus dem Radius dieses Umfassungskreises ableiten (dargestellt in Fig. 5 der Mitteilung von 1982). Ein weiteres Beispiel sind die Außenmaße des Langhauses der Hauptkirche: Sie lassen sich einerseits ableiten aus einem Rechteck, das in den gleichen Umfassungskreis wie Chor und Querschiff eingeschrieben ist; die relevanten Maße

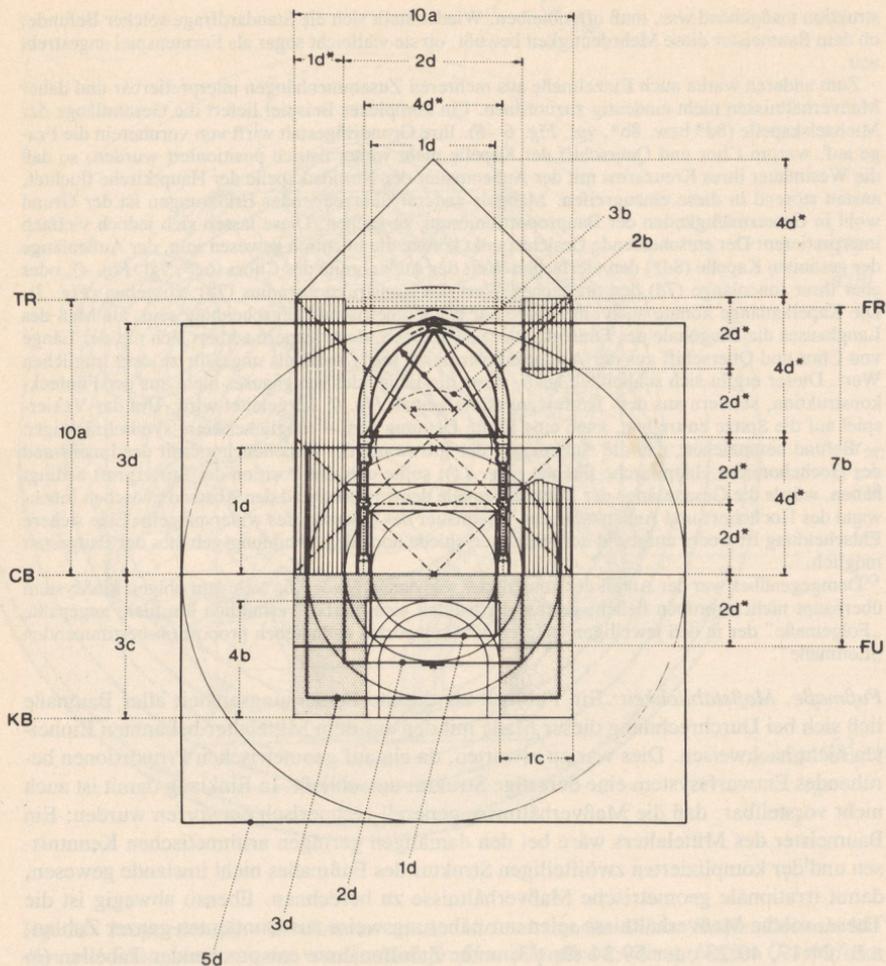


Fig. 12 Querschnitt des Chorhauptes der Michaelskapelle mit Stirnwandgurt, Hauptgewändstufe der Fensterrose (gestrichelter Kreis), Längsschnitt durch ein Fenster und Giebelumriß (Trauflinie). TR = Oberkante der Traufquaderschicht.

sind dabei die Außenbreite des Langhauses sowie seine Außenlänge bis zum Ansatz an die Hochwand des Querschiffes (Fig. 11). Andererseits entspricht die Außenlänge des Langhauses, diesmal gemessen als „Bruttomaß“ einschließlich des Trenngurtes zwischen Querhaus und Langhaus, der Höhe des in den gleichen Kreis einbeschriebenen Fünfecks (ha in Fig. 1b, links) — des gleichen Fünfecks, das auch die Außenbreite des Chors bestimmt (dargestellt in Abb. 1a der Veröffentlichung von 1982). Welche dieser beiden Proportionsbeziehungen — die wiederum mathematisch nicht identisch, aber anhand der Baumaße nicht zweifelsfrei zu differenzieren sind — für die Kon-

struktion maßgebend war, muß offenbleiben. Wieder stellt sich die Standardfrage solcher Befunde, ob dem Baumeister diese Mehrdeutigkeit bewußt, ob sie vielleicht sogar als Formenspiel angestrebt war.

Zum anderen waren auch Einzelmaße aus mehreren Zusammenhängen interpretierbar und daher Maßverhältnissen nicht eindeutig zuzuordnen. Ein komplexes Beispiel liefert die Gesamtlänge der Michaelskapelle (8d\* bzw. 8b\*, vgl. *Fig. 6–8*). Ihre Grundrißgestalt wirft von vornherein die Frage auf, warum Chor und Querschiff der Kapelle nicht weiter östlich positioniert wurden, so daß die Westmauer ihres Kreuzarms mit der Außenmauer der Nordostkapelle der Hauptkirche fluchtet, anstatt störend in diese einzugreifen. Mangels anderer überzeugender Erklärungen ist der Grund wohl in Gesetzmäßigkeiten der Bauproportionierung zu suchen. Diese lassen sich jedoch vielfach interpretieren: Der entscheidende Gesichtspunkt könnte die Intention gewesen sein, der Außenlänge der gesamten Kapelle (8d\*) den vierfachen Wert der Außenbreite des Chors (6d\*, vgl. *Fig. 4*), oder aber ihrer Innenlänge (7d) den dreifachen Wert des Konstruktionsradius (7b) zu geben (*Fig. 3*). Die Kapellenlänge könnte auch eine Folge der baugemessenen Entscheidung sein, als Maß des Langhauses die Diagonale des Fünfecks (9a\*) zu nehmen, denn letztere addiert sich mit der Länge von Chor und Querschiff aus der Achteckkonstruktion (6e\*) ebenfalls ungefähr zu dem fraglichen Wert. Dieser ergibt sich schließlich auch, wenn die Länge des Langhauses nicht aus der Fünfeckkonstruktion, sondern aus dem Umfassungskreis gemäß *Fig. 7* hergeleitet wird. Um das Vexierspiel auf die Spitze zu treiben, kann eine fünfte Deutung den — möglicherweise symbolträchtigen — Befund heranziehen, daß die Außenkante der Stirnwand des Kapellenchors mit der Innenwand des Hochchors der Hauptkirche fluchtet (*Fig. 11*); sollte dies die Position der Stiftergruft bedingt haben, würde die Gesamtlänge der Michaelskapelle dementsprechend den Abstand zwischen Innenwand des Hochchors und Außenkante der Westmauer des Querschiffes widerspiegeln. Eine sichere Entscheidung ist weder aufgrund der Maßunterschiede noch des Abbildungsgehaltes der Baugestalt möglich.

Demgegenüber war der Anteil der konstruktiv relevanten Maße, die sich dem obigen Maßsystem überhaupt nicht zuordnen ließen, gering. Es handelt sich hierbei vermutlich um nicht angepaßte „Folgemeaße“ der in den jeweiligen anderen Maßkategorien enthaltenen proportionsbestimmenden „Leitmaße“.

*Fußmaße, Maßstäblichkeit:* Ein Fußmaß als direkte Bemessungseinheit aller Baumaße ließ sich bei Durchrechnung dieser Maße mit den aus dem Mittelalter bekannten Einheiten nicht nachweisen. Dies war zu erwarten, da ein auf geometrischen Proportionen beruhendes Entwurfssystem eine derartige Struktur ausschließt. In Einklang damit ist auch nicht vorstellbar, daß die Maßverhältnisse generell rechnerisch entworfen wurden: Ein Baumeister des Mittelalters wäre bei den damaligen geringen arithmetischen Kenntnissen und der komplizierten zwölfteiligen Struktur des Fußmaßes nicht imstande gewesen, damit irrationale geometrische Maßverhältnisse zu berechnen. Ebenso abwegig ist die These, solche Maßverhältnisse seien nur näherungsweise aus Quotienten ganzer Zahlen, z. B. 24:17, 40:23 oder 59:34 für  $\sqrt{3}$ , unter Zuhilfenahme entsprechender Tabellen (in Form graphischer Raster oder „magischer Quadrate“) ermittelt worden; da die geometrischen Konstruktionsverfahren für die fraglichen Proportionen allgemein bekannt waren, bestand für solche ebenso komplizierten wie unvollkommenen Ersatzkonstruktionen gar kein Bedarf — zumal differenzierte Strukturen, etwa Maßwerke von Fensterrosen, damit überhaupt nicht darstellbar waren.

Eine andere Frage ist, ob den Ausgangsstrecken (Modulen) geometrischer Entwürfe Fußmaße zugrundelagen, und ob für deren Umsetzung in Ausführungsmaße wiederum bestimmte, besonders praktikable Maßstabverhältnisse bevorzugt wurden. In Ebrach ergab die Analyse der Längenmaße von Mauerquadern eine periodische Häufigkeitsverteilung mit Gipfelwerten, die meist bei Unterteilungen oder Vielfachen von 32 bis 33 cm

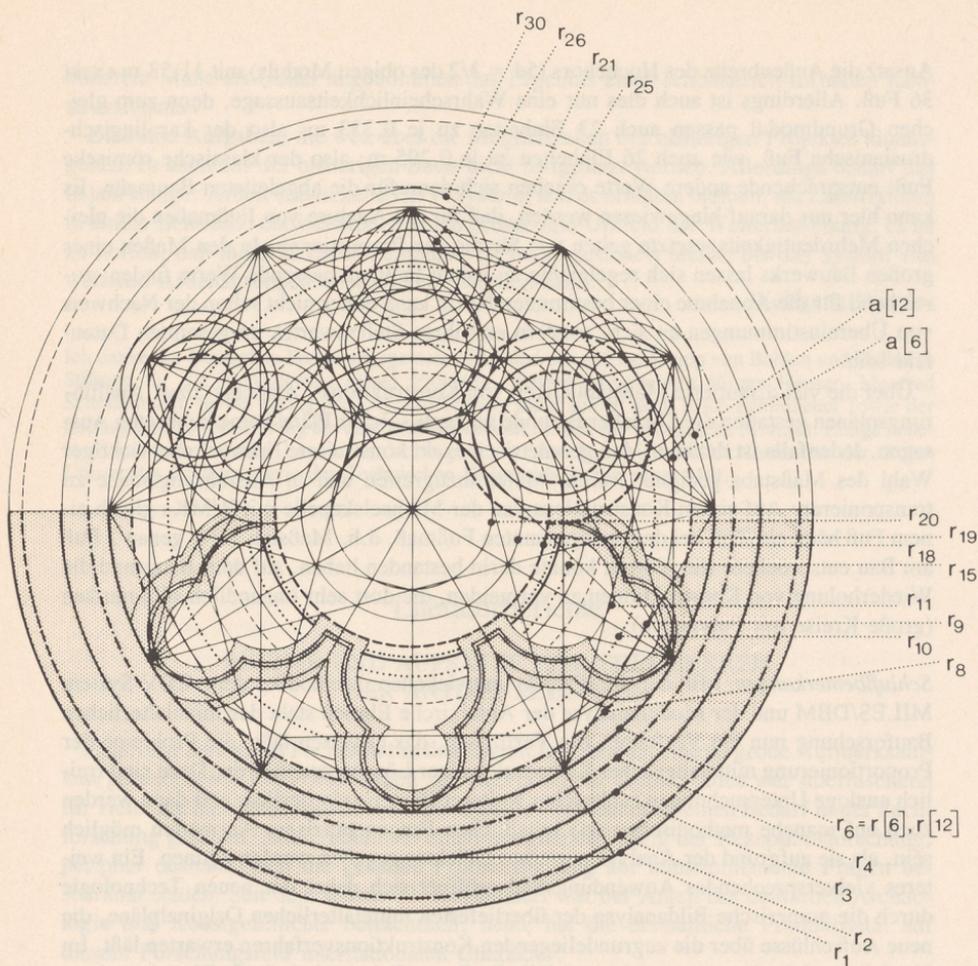


Fig. 13 Proportionsfigur der Fensterrose der Michaelskapelle. Untere Hälfte: Zentrale Radien und Triangulatschema von Gewändeprofil und Maßwerk. Obere Hälfte: Gesamtfigur der Maßwerkskonstruktion.

lagen; es liegt nahe, dies als Existenz von Richtmaßen für die Quaderherstellung zu interpretieren. Auch das 7,67 m messende Grundmodul R/MKa des geometrischen Maßsystems entspricht 24 Einheiten von je 0,32 m. Da das verbreitetste Fußmaß im Ursprungsland der Zisterzienser, der *Pied du Roi*, 0,324 m betrug, war das letztere Maß vermutlich das Fußmaß der Ebracher Bauhütte. Entsprechende Vielfache dieser Einheit weisen daher auch alle Maße auf, die sich aus dem Grundmodul durch ganzzahlige Multiplikationen und/oder Divisionen ableiten lassen, auch wenn sie primär aus geometrischen Konstruktionen hervorgegangen sind (vgl. Fig. 3); so entspricht nach diesem

Ansatz die Außenbreite des Hochchors ( $5d = 3/2$  des obigen Moduls) mit 11,53 m exakt 36 Fuß. Allerdings ist auch dies nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage, denn zum gleichen Grundmodul passen auch 23 Einheiten zu je 0,333 m, also der karolingisch-drusianische Fuß, wie auch 26 Einheiten zu je 0,295 m, also der klassische römische Fuß; entsprechende andere Werte ergeben sich dann für die abgeleiteten Baumaße. Es kann hier nur darauf hingewiesen werden, daß für die Analyse von Fußmaßen die gleichen Mehrdeutigkeitsgesetze gelten wie für die der Proportionen: In den Maßen eines großen Bauwerks lassen sich regelmäßig zu jedem Fußmaß passende Werte finden; ausreichend für die Annahme einer bestimmten Norm kann daher nicht schon der Nachweis von Übereinstimmungen an sich, sondern erst ihres Stellenwertes im gesamten Datenfeld sein.

Über die viel diskutierte Maßstäblichkeit von Konstruktions-, Ansichts- bzw. Ausführungsplänen gestatten die Ebracher Befunde mangels solcher Pläne keine konkreten Aussagen. Jedenfalls ist denkbar, daß geometrisch exakt konstruierte Entwürfe bei richtiger Wahl des Maßstabs geeignet waren, Maße abzugreifen und in Ausführungsmaße zu transponieren: Auf einem Konstruktionsplan der Michaelskapelle mit R/MKa gleich einem Fuß hätte ein Zoll bei dem erstgenannten Fußmaß, d.h. Maßstab 1:24, genau 2 Fuß am Bau entsprochen. Ein Vorteil könnte darin bestanden haben, auf dem Baugrund die Wiederholung von Konstruktionen zu vermeiden, die dort sehr unhandlich sein mußten (große Kreise mit Polygonen).

*Schlußbemerkungen* Mit der im Projekt entwickelten Methodik, dem EDV-System MILES/DBM und der Modellanalyse der Abteikirche Ebrach steht der mittelalterlichen Bauforschung nun ein Verfahren zur Verfügung, das erwarten läßt, die Probleme der Proportionierung mittelalterlicher Kathedralen einer Lösung zuzuführen. Dazu sind freilich analoge Untersuchungen zahlreicher weiterer Bauten erforderlich; erst dann werden auch auf manche methodischen wie inhaltlichen Fragen präzisere Antworten möglich sein, als sie aufgrund der Analyse nur eines Objektes gegeben werden können. Ein weiteres vielversprechendes Anwendungsfeld eröffnet sich dabei der neuen Technologie durch die numerische Bildanalyse der überlieferten mittelalterlichen Originalpläne, die neue Aufschlüsse über die zugrundeliegenden Konstruktionsverfahren erwarten läßt. Im Vordergrund des Interesses steht natürlich die Generalisierbarkeit des in Ebrach nachgewiesenen Entwurfsystems. Wie Untersuchungen von Grundrissen weiterer Zisterzienserkirchen (mit der numerischen Bildanalyse von publizierten Plänen) erkennen lassen, wurden geometrische Figuren des Ebracher Proportionierungssystems auch dort angewandt (vgl. Abb. 2 der Veröffentlichung von 1982); die postulierte, auf simplen Zahlenproportionen beruhende Klassifikation von Zisterzienserkirchen (Hanno Hahn, *Die frühe Kirchenbaukunst der Zisterzienser*, Berlin 1957) entspricht sicher nicht der Realität. Ganze Fragenkomplexe harren noch der Beantwortung: Fragen nach dem Zusammenhang zwischen Stilentwicklung und Baugeometrie im Mittelalter, nach regionalen und ordensspezifischen Besonderheiten, nach der Organisation der offensichtlich engen Vernetzung zwischen der „gelehrten“ Ebene in Kloster und Hochschule und der handwerklichen in der Bauhütte. Dabei stellt sich der Kunstwissenschaft erneut das Problem der adäquaten Rezeption der mittelalterlichen sakralen Architektur; diese ist offenbar in

höherem Maße als bisher angenommen das Ergebnis eines scholastisch-formalen Konstruktivismus.

Dies sind Aufgaben, die weit über die Möglichkeiten des bisherigen Projektes hinausgehen; es kann auf der bisherigen Basis nicht fortgesetzt werden. Allerdings bedarf das in jahrelanger Arbeit entwickelte EDV-System, soll es erhalten bleiben, als Laborsystem in einem sich rasch entwickelnden Hochtechnologie-Umfeld der Weiterbetreuung; es ist zu hoffen, daß diese in Essen zumindest so lange gesichert bleibt, bis das System von weiteren Arbeitsgruppen übernommen werden kann.

Wolfgang Wiemer

Ich danke der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung für die Finanzierung dieses Projektes, meinen Mitarbeitern Jürgen Heuser, Manfred Schmidtmann, Stefan Dylka und Gerhard Wetzel, nicht zuletzt auch Erich Schildheuer sowie der Leitung und Bauverwaltung der Justizvollzugsanstalt Ebrach für wesentliche Mithilfe. Einige neuere Ergebnisse wurden bereits in Vorträgen vor den kunsthistorischen Instituten der Ruhr-Universität Bochum sowie der Technischen Universität Berlin vorgestellt.

## Literaturberichte

### BÜCHER UND AUFSÄTZE ZUM THEMENKREIS DER ANTIKENREZEPTION

Kaum ein Zweig des Faches hat in den letzten Jahrzehnten eine so große Aufmerksamkeit gefunden wie die Forschungen zur Rezeption der Antike. Dies war überraschend für viele, die hier weder ein neues methodisches Problem noch einen Bedarf in der Sachforschung gesehen hatten, allenfalls einen marginalen Zweig der Rezeptionsforschung; peripher deshalb, weil die gesamte Problemstellung auf kunstinmanente Fragen beschränkt schien. Seit dem späten 19. Jahrhundert war der Anteil der deutschen Archäologie und Kunstgeschichte beträchtlich; heute hat die erstaunliche Produktivität auf diesem Forschungsfeld internationalen Charakter.

Die frühen Veröffentlichungen und Editionen sind das Fundament der Rezeptionsforschung geblieben. An erster Stelle ist das seit 1890 erscheinende *Corpus der antiken Sarkophagreliefs* zu nennen, das inzwischen selbst zum Forschungsgegenstand geworden ist (Henning Wrede, *Die Opera de' Pili* von 1542 und das Berliner Sarkophagcorpus. Zur Geschichte von Sarkophagforschung, Hermeneutik und klassischer Archäologie, *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 104, 1989, 373—414). Aber auch die Editionen von Zeichnungsbänden nach antiken Skulpturen, Baudenkmalen und Malereien gehören zu den wichtigsten Leistungen dieser Forschungsrichtung (Beispiele: Hermann Egger unter Mitwirkung von C. Hülsen und A. Michaelis, *'Codex Escorialensis': Ein Skizzenbuch aus der Werkstatt Domenico Ghirlandaios*, Sonderschriften des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien IV, 2 Bd., Wien 1906, oder C. Hülsen — H. Egger, *Die römischen Skizzenbücher von Marten van Heemskerck*, 2 Bd., Berlin 1913—1916).