

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Mittelalter : Zeitschrift des Schweizerischen Burgenvereins = Moyen Age : revue de l'Association Suisse Châteaux Forts = Medioevo : rivista dell'Associazione Svizzera dei Castelli = Temp medieval : revista da l'Associazion Svizra da Chastels |
| Herausgeber: | Schweizerischer Burgenverein |
| Band: | 5 (2000) |
| Heft: | 1 |
| Artikel: | Die Schnurvermessung im mittelalterlichen Bauwesen |
| Autor: | Moosbrugger-Leu, Rudolf |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-165007 |

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: 24.12.2025

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

Die Schnurvermessung im mittelalterlichen Bauwesen

von Rudolf Moosbrugger-Leu



Im spätgotischen Polygonalchor der Chrysanthakirche ob Bettingen, der Berggemeinde des Kantons Basel-Stadt, kam bei den Ausgrabungen 1974 der Abdruck des zentralen Messpflockes zum Vorschein. Er lag mitten unter dem Altar¹ (vgl. Abb. 19). Sensibilisiert durch andere Beobachtungen im Kantongebiet² fand dieser Befund jene Beachtung, welche letztlich dann die vorliegende Betrachtung ausgelöst hat.

Die Schnur als Messinstrument

Es wird viel zu wenig beachtet, dass die Schnur nicht nur ideales Messgerät zum korrekten Abstecken von Bauvorhaben, sondern zugleich auch Kontrollinstrument ist, ohne das ein sach- und fachgerechtes Bauen schlechterdings sich nicht vorstellen lässt. Sie bürgt für ein sauberes Mauergerüste, garantiert für das senkrechte Aufführen der Wände wie die Horizontale der Böden, Tür- und Fensterstürze sowie der Mauerlager.

Mit Hilfe des Senkels³, auch *Lot* genannt, bringt der Baumeister den

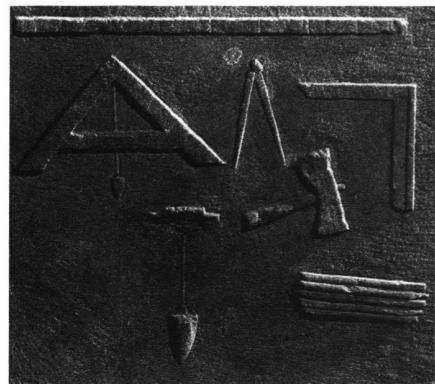
Bau ins «Blei». Davon die allgemeine Redewendung für eine sauber geordnete Sache: «Es ist alles im Blei.»

Als Wasserwaage fungierte im Mittelalter wie in der Antike die Setzwaage. Dabei handelte es sich um einen gleichschenkligen Holzwinkel, kombiniert mit einem an der Spitze befestigten Senkel. Steht dieser auf der Mittelmarke, so bilden die beiden Winkelfüsse die Waagrechte. Diese beiden sich so schlicht präsentierenden Instrumente sind auch im Mittelalter noch die gleichen (Abb. 1).

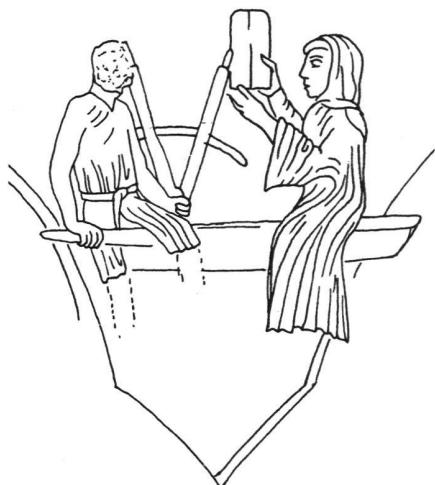
Das einzige echte Werkzeug auf der abgebildeten Grabplatte ist der Steinmetzhammer; alle übrigen Instrumente gehören in erster Linie zum Besteck des Bauplaners. Es umfasst Zirkel, Lineal und Winkel. Genau besehen handelt es sich auch hier ursprünglich um Schnureinrichtungen, die für den Umgang am Sandkasten sich herausgebildet haben.

Beim Lineal handelt es sich im wahrsten Sinne des Wortes um eine versteifte Schnur. Der Pflanzename *linum* ist unschwer herauszuhören: Linnen–Leinen–Lineal. Dieser Begriffsentfaltung liegt die Vorstellung von der straff gestreckten Schnur zugrunde; davon leiten sich auch Begriffe wie «Strecke» oder «Abschnitt» her.

In diesem Sinne – als Strecken-Abmesser – ist auch der Zirkel zu verstehen, d.h., mit diesem Instrument kann der Planer jedes gewonnene Mass – sehr oft handelt es sich um Wurzelwerte – aufgreifen (ablängen) und übertragen (Abb. 2). Dabei vollzieht sich die Bewegung sehr oft im Sinne eines Bogenschlages, ohne dass dieser aufgerissen werden müsste. Im freien Umgang mit dem Zirkel steckt ein Grossteil der Begabungsfantasie des Bauplaners. Nicht von ungefähr wird den Architekten auf bildlichen Dar-



1: Römischer Grabstein eines Baumeisters mit seinen Arbeitsinstrumenten.



2: Architekt und Baumeister: Die Masse des Planentwurfs werden baulich umgesetzt.

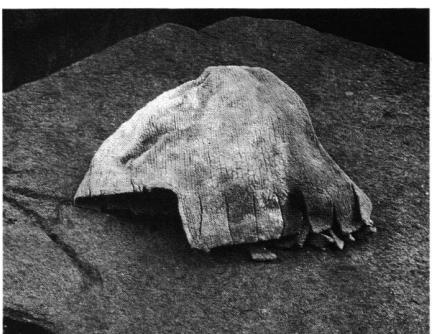
stellungen ein Zirkel in die Hand gegeben (Abb. 2)⁴. Die gebündelten Stifte (vgl. Abb. 1) dienten wohl dazu, das Schnurgerüst abzustecken.

Nur bei aufwändigen Planvorhaben und Grossbauten dürfte die Architektur ein selbsttragender Aufgabenbereich gewesen sein; ihm oblag dann auch die Bauleitung. Bei kleineren Aufträgen vereinten sich alle Fäden in der Hand des Baumeisters, getragen von einer erprobten Belegschaft.

Zur Ausrüstung des Steinmetzes gehört der Hammer, je nach Aufgabe von ganz unterschiedlicher Gestalt und unterschiedlichem Gewicht. Die Hilfswerkzeuge sind Li-



3: Zeitgenössische Darstellung eines Steinmetzen und Baumeisters auf einem Schlussstein im Berner Münster.



4: Satt gestrickte, rot gefärbte Schutzkappe, gefunden im Lettnergewölbe der Leonhardskirche Basel.



5: Zimmermann beim Einrichten eines Werkstückes mit der eingeschwärzten Schnur⁵.



6: Zimmerleute beim Schlichten eines aufgebockten Stammes. Dies ermöglichte ein präzises Einhalten der Schnur. Man beachte, wie der Baumeister auf die Schnur und das Schwärzfässlein hinweist, als wolle er die Gesellen zur Exaktheit mahnen⁶.

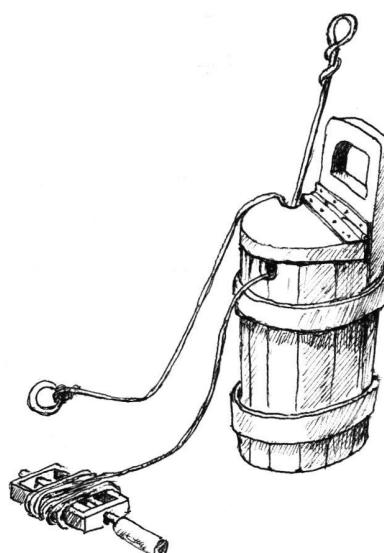
neal und Winkel. Das Lineal dient zur Begradigung der Steinkante und diese wiederum dem Winkel als Anschlag. Die sauber geformten Steinquader sind elementare Voraussetzung eines statisch sicheren Bauens. Lineal und Winkel können damit Hilfsinstrumente in der Entwurfsphase sein wie in handfesterer Form Grundwerkzeuge des einfachen Steinhauers. Abgesehen von gewissen typologischen Unterschieden ist das Instrumentarium der Bauleute im Mittelalter⁵ das gleiche geblieben wie in der Antike. Der Steinmetz – sofern er nicht zugleich als Baumeister oder Architekt fungierte – präsentiert sich als stolzer Berufsstand (Abb. 3 und 4)⁶.

Zusammenfassend darf festgehalten werden: Im Bau beherrscht die Schnur – wenn auch nicht immer direkt erkennbar – vom Entwurf bis zum einzelnen Stein die Denkweise und den Arbeitsgang aller Beteiligten. Am besten beleuchtet der Umstand, dass *funem ducere* «die Schnur führen» den Sinn von «befehlen, anordnen» gewinnen konnte und dass umgekehrt *funem sequi* «der Schnur folgen» die Bedeutung von «sich unterordnen, gehorchen» angenommen hat.

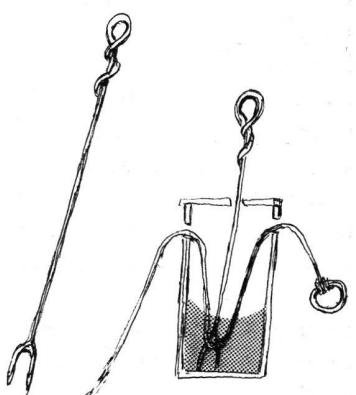
Die Axt im Haus erspart den Zimmermann

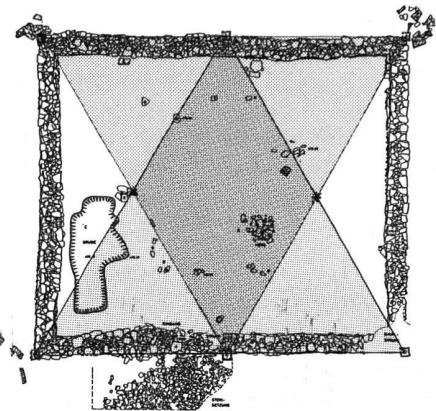
Genau so wie oben sich die Ausdrücke *funem ducere* und *funem sequi* weiten, gewinnt auch der Begriff *amussis* – womit das Lineal des Zimmermanns gemeint war – über *ad amussim* die überhöhte Bedeutung von «regelrecht, fachgerecht» und «genau». Ohne näher auf den Profanbau einzugehen, wo Holzbau und Lehmfachwerk eine dominierende Rolle spielten, sei lediglich auf die verballhornte Redewendung «schlecht und recht» hingewiesen. Ursprünglich meinte sie die mit der Axt «geschlichteten» Balken und das «rechtwinklig» gefügte Holzgerüst des Zimmermanns.

Die Abbildung 5⁷ zeigt, wie der Zimmermann die Schnur über dem Werkstück ausspannt. Zuvor wurde sie im Schwärzkübel (Abb. 7)⁸ mit Russ – selten mit Rötel – eingefärbt und straff über das Werkstück gespannt, dann angehoben. Herunterschnellend schlug sie sich als farbiger Strich nieder. Bildhaft übersetzt: Die Leine wird zur Linie. Davon leitet sich für übermütiges Benehmen die Redewendung «über die Schnur hauen» ab. Der rechte Winkel mit der Anschlagleiste gehört – wie gesagt – zusammen mit Schnur und Senkel genauso zum Instrumentarium des Zimmermanns wie zu jenem des Steinmetzen und Architekten.

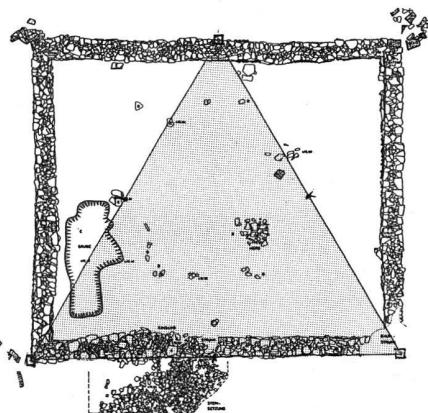


7: Frei umgezeichnetes Schwärzfässlein (vgl. Abb. 6). Mit einer Gabel wurde die Schnur in den Russ getaucht und durchgezogen⁹.





8: Riehen BS – Maienbühl. Römerzeitliches Mauer-geviert, wohl Teil eines gallorömischen Vierecktempels. Seine Proportionen bauen auf einem gleichseitigen Dreieck auf⁹.



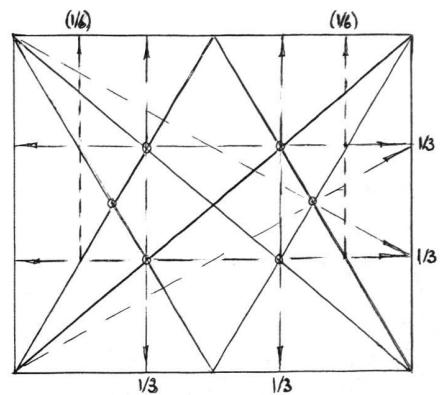
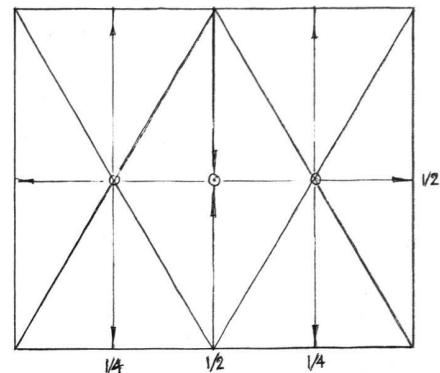
9: Die Umkehrung des gleichseitigen Dreiecks ergibt ein Rechteck mit rechten Winkeln und dem Seiten-verhältnis $1:\sqrt{3}/2$. Die Seitenmitten (*) werden zu Kontrollpunkten des Schnurgerüstes.

tenverhältnisse. Das gleichseitige Dreieck darf als die stabilste geometrische Grundform bezeichnet werden. Das Beispiel stellt zudem klar, dass sich mit Schnüren durchaus Winkel von bestimmter Grösse im Gelände ohne andere Hilfsmittel aufgerüsten lassen¹⁰. Mit diesem Tipp war das Thema Schnurvermessung eingeleitet.

Die drei Schnüre lassen sich durch Falten mühelos halbieren und mit Laufmaschen markieren. Diese Markierungen erlauben es, das Dreieck umzukehren und auf diese Weise ein Rechteck abzustecken (Abb. 9).

Zugleich stellte sich aber auch eine weitere Beobachtung ein, nämlich dass die Vernetzung des Schnurgerüstes ohne besonderes Dazutun eine Binnengliederung des Rechteckes mit sich bringt (Abb. 10).

In den ersten Darstellungen¹¹ sah ich darin so etwas wie «Binnen-geometrie». Als sachgerechter erscheint mir heute der Ausdruck *Ordometrie*, denn es geht nicht ums Erfassen einer vorgegebenen Grösse – wie der Begriff Geometrie besagt –, sondern um die Selbstentfaltung einer inneren Ordnung, die ihre eigenen Wege geht.



10: Ordometrische Darstellung des Maienbühl-Schemas. Die Bezugslinien erbringen eine laufend sich verfeinernde Binnenteilung.

Dem Begriff *Ordometrie* liegt die Vorstellung des *ordo*, des Zettelbespanns beim Webstuhl, zugrunde (vgl. Kasten ①). Entsprechend fasst sie ein Rechteck und vorab das

Die Anfänge der Schnurvermessung oder der Einstieg in die Ordometrie

Ausgelöst wurde die Betrachtung über die Schnurvermessung durch den schlichten Grabungsbefund auf dem Maienbühl in der Gemeinde Riehen (BS). Zutage kam ein rechteckiges Mauergeviert aus römischer Zeit (Abb. 8)⁹.

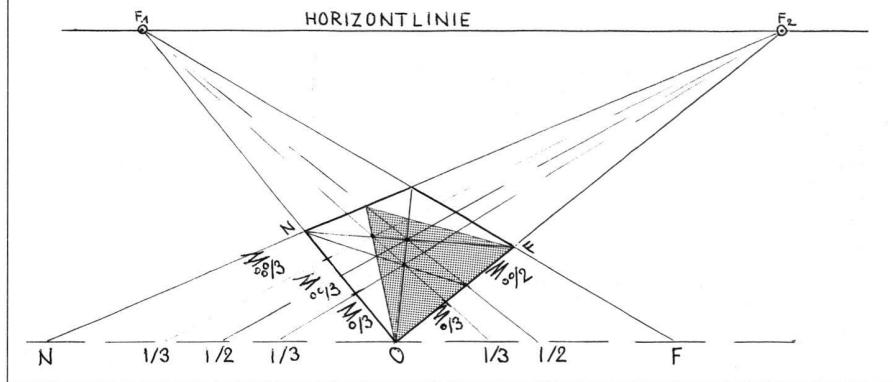
Die Längsseite stand zur Schmalseite im Verhältnis 1 zu $\sqrt{3}/2$, d.h., das Rechteck baute auf einem gleichseitigen Dreieck auf. So weit so gut. Nur beantwortet diese Feststellung die Frage «warum» nicht. Die Antwort war verblüffend einfach: «Nehmt drei gleichlange Schnüre und knotet ihre Enden zusammen.» Die Anregung kam vom Mathematiker E. Batschelet (Washington). Diese geometrische Urform erbringt nicht nur geregelte Winkel-, sondern auch klare Sei-

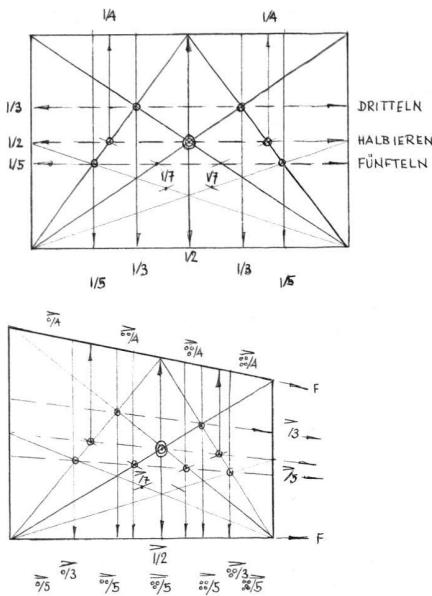
Ordo und ordometrische Vermessung ①

Das zu *ordo* gehörende Verb *ordior* gehört in die Familie der Deponentia. Seine Endung auf -or verleiht ihm nach aussen hin passive Gestalt; es wird aber im aktiven Sinn «ich beginne, ich zettle an» gebraucht. Hinter diesen Deponentia verbirgt sich die scharfe Beobachtung, dass jegliches Tun – wie das Aufspannen des Zettels auf dem Webstuhl – letztlich auch den Menschen in diesem Sinne formt, eben im Sinn von «ordnen».

Das Partizip *orsus* substantiviert erneut zu *orsa*, *orsorum* mit der Bedeutung «das Beginnen», darüber hinaus aber mit dem Gehalt «Wörter», wohl im Sinn von «Artikulation».

Die ordometrische Teilung bleibt dank ihrer Elastizität auch im unregelmässigen Viereck erhalten. Die Werte scheinen verzerrt zu sein, lösen sich aber in der Parallelie zur Horizontlinie wieder auf. Die Verzerrung ist nur scheinbar; sie entspricht der perspektivischen Verschiebung.





11: Darstellung eines arithmetischen Teilungsprozesses anhand ordometrischer Bezüge. Er bleibt sich in jedem Rechteck gleich und gilt auch für perspektivisch verzogene Rechtecke. Die Verzerrungen sind durch übergeordnete Perspektiv-Winkel markiert.

gleichseitige Dreieck als ein Spannungsfeld auf, die Diagonalen und Halbdiagonalen als «Bezugslinien» im wahrsten Sinne des Wortes. Von lateinisch *ordo* leitet sich der deutsche Begriff «Ordnung» ab, eine Art innerer Ordnung, die *eo ipso* in den Dingen selber steckt (Abb. 11). Ohne zu messen und zu rechnen, stehen damit dem planenden Architekten exakte Binnenwerte wie das Drittel, das Viertel ... das Siebtel zur Verfügung; er kann sie jederzeit mit dem Zirkel aufgreifen und anderweitig einsetzen (vgl. Abb. 2).

Zudem lassen sich diese Werte im Feld in jeder gewünschten Grösse

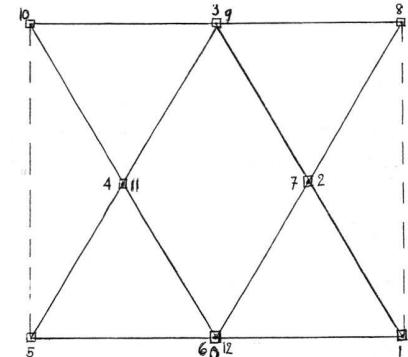
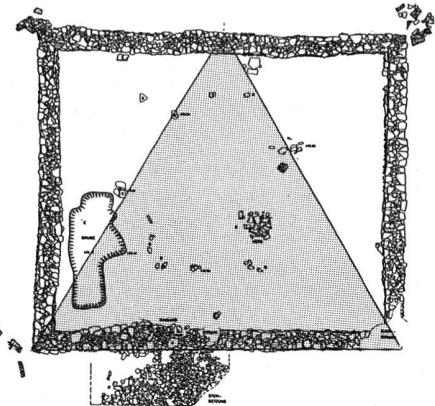
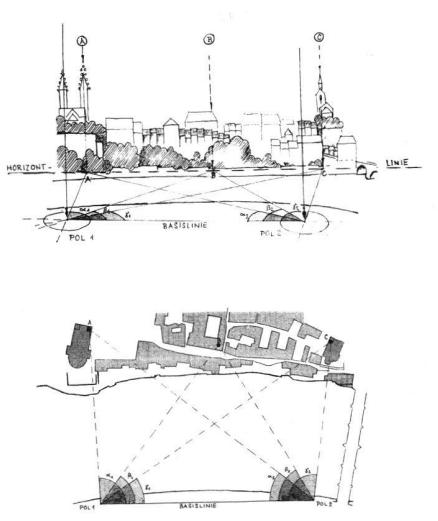
umsetzen; sie sind an kein Festmass wie Elle, Fuss, Meter oder Schritt gebunden mit ergänzenden Restmassen wie Finger-, Handbreiten oder Zoll und Millimeter. Entscheidend für die Aufschlüsselung des Bauplanes ist zu erkennen, wo das Ausgangsmass verborgen liegt. Bei Riehen-Maienbühl ist es eindeutig die Längsseite (vgl. Abb. 8). Schon die Breite weist einen irrealen Streckenwert auf. Damit ist der Themenkreis klar abgesteckt:

- Mit Schnurvermessung ist hier der Planentwurf und seine Umsetzung im Feld gemeint. Hier ist der Architekt¹² am Werk. Er sucht nach der ordometrisch vorgegebenen Harmonie.
- Anders der Geometer: Er versucht die Gestalt der Erde zu vermessen. Auch er bedient sich der Schnur; über sie peilt er die Geländepunkte ein (vgl. Kasten ②). Von seiner Tätigkeit leitet sich der übergeordnete Begriff *geometria* (Erdvermessung) ab.
- Den Agrimensoren (römische Landvermesser) geht es um die Parzellierung des fruchtbaren Ackerbodens, der dann in Landlos vergabt wird. Ihr Instrument ist die *groma*, womit ein rechteckiger Raster über die Felder gelegt werden kann (vgl. Kasten ③). Bei all diesen Vermessungsarten spielt die Schnur eine dominante Rolle; sie wird aber auf ganz unterschiedliche Art gehandhabt und eingesetzt.

Erdvermessung oder Geometer ②

Sie geht von zwei Punkten (Pol 1 und 2) aus, die in einem festen Abstand zueinander stehen (Basis), seien dies 1000 Fuss, Schritt oder Meter. Über beiden Polen steht ein Senkel oder ein Jalon. Über diese werden die Geländemerkmale einvisiert und die Peilwinkel markiert. Je nach Verkürzung der Basislinie um das Hundert-, Tausend- oder Zweitausendfache erhält man einen Plan 1:100, 1:1000 oder 1:2000.

Das Vermessen mit Visierstäben führt in gebirgigem Gelände nicht nur zu erheblichen Schwierigkeiten, sondern auch zu empfindlichen kartographischen Fehlmessungen, da sie den Höhenwinkel mit einbeziehen.



12: Riehen BS – Maienbühl. Spontanes Abstecken des Grundrisses mit einer Zwölfknotenschnur.

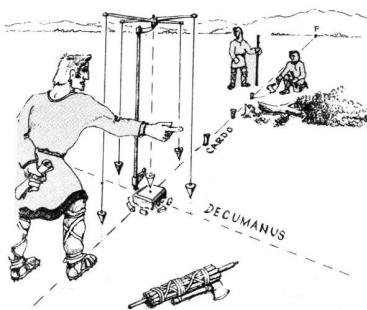
Die Zwölfknotenschnur

Nicht jeder Bau ist so kunstvoll konzipiert wie das römische Heiligtum Riehen-Pfaffenloch¹³ oder so feinsinnig gegliedert wie das gallo-römische Heiligtum Sichelen II in Augst¹⁴. Für einfache Gebäu- de wurde man sich routinemässig einer Zwölfknotenschnur, die von Fall zu Fall in der gewünschten Länge angefertigt wurde. Mit einer Zwölfknotenschnur konnte ein einfaches Gebäude geviertet wie Riehen-Maienbühl in einem Wurf ausgespannt werden (Abb. 12).

Nach den Feldbeobachtungen muss die Zwölfknotenschnur ein uraltes Vermessungsinstrument gewesen sein (vgl. Kasten ④). Zu den frühesten Beispielen, wo Schnurvermessung vermutet werden darf, gehören die Zelthütten von *Lepenski Vir* (in Jugoslawien, am Ufer der Donau beim Eisernen Tor). Die Siedlung mit rautenförmig angeordneten Gassen dürfte im 6. Jahrtausend v. Chr. entstanden sein. Das Paradebeispiel ist Haus 37¹⁵. Der Grundriss baut auf einem

Limitation

(3) Einen Einstieg in den Themenkreis der Limitation bietet die jüngste Arbeit von Meyer 1998, 83; mit sorgfältig zusammengestellter Bibliographie. Bei der Zumessung der Landlose geht es um das tägliche Brot. Die Messschnur für das Landlos gilt als gottgegebenes Mass. Vgl. dazu Gandz 1931, 267. Der Begriff «Schnur» wird auch im Sinn von «Erbteilung» verwendet (Gandz 1931, 265), bis hin zur Enteignung (Amos 7,17). Bei den Ägyptern hatten selbst die Toten Anrecht auf ein Landlos. Vgl. dazu Hornung 1991, 51, Abb. 32. Die Vermesser dieser Landlose waren die Agrimensoren. Vgl. dazu Cantor 1875. Ihr Hauptinstrument war die Groma: ein Visierinstrument mit zwei im rechten Winkel überkreuzten Armen mit vier Senkeln.

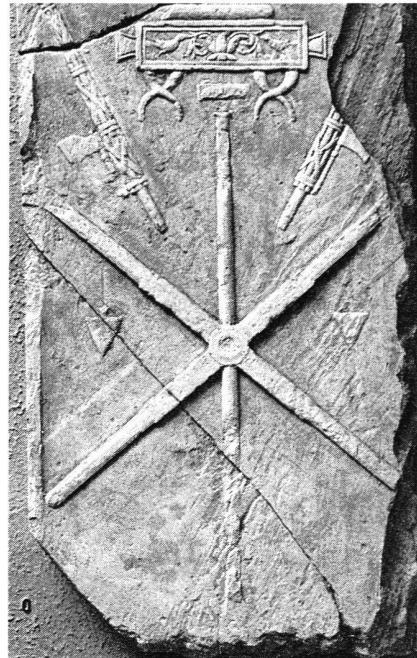


Die Groma erlaubt es, im Gelände den *cardo* und *decumanus* abzustecken und dieses in vier Sektoren, die Quadrata, zu teilen. Das gilt genauso für die Stadtplanung wie für die Errichtung eines Feldlagers. Dieser Ort trug offiziell den Namen «Groma». Im Sinne dieser sektorien Vierteilung ist auch der Ausdruck *roma quadrata* zu verstehen. Dazu Naredi-Rainer 1986, 68.

Nach meinem Dafürhalten präsentieren die Liktoren die Landvermesser, welche das staatliche Territorium vermessen – handle es sich nun um ein Heerlager, um die Anlage von Gründerstädten oder um Ackerland. Das Liktorenbündel umfasst das ganze Instrumentarium: In der Mitte steckt die zerlegbare Groma, darum gruppiert die *virgae*, die Messpflöcke, zusammengehalten vom Band der *fascia* und daran montiert eine Axt, die *asci*. Das Ensemble der *fascis* wurde zum Emblem der Faschisten.

Für diese Deutung des Liktorenbündels spricht der Stein von Ivrea. Man beachte zwischen den eingeschobenen Liktorenbündeln den Messtisch in Form einer *tabula ansata* mit der Darstellung körnerpickender Vögel, darüber wohl eine Planrolle. Die Wertung der Wortbegriffe scheinen die Ansicht zu bestätigen. *Virga* zu *virgator* der «Büttel und Scharfrichter». *Ascia – ascio* – *ascisco* «annehmen, sich aneignen, für sich beanspruchen». *Lictor* – *lictori* – *lictatio*

«bieten auf etwas, das Angebot bei einer Steigerung». Noch eine Anschlussfrage: Könnte *fascia* «das Band» nicht zugleich auch «Messband» gewesen sein? Zur Abtragung der Masseinheiten, beachte den knienden Gehilfen. Hierhin gehört auch der Ausdruck «Faszikel» als eine gebündelte Teileinheit.



gleichseitigen Dreieck auf. Weitere Pfostenlöcher finden sich in der Mitte jeder Seite. Dies lässt an die Verwendung einer Sechsknotenschnur denken, also quasi an eine einfachere Vorgängerin der Zwölfknotenschnur. Auch bei der schllichten Maienbühlfigur ist die Verwendung einer solchen Sechsknotenschnur in Erwägung zu ziehen (Abb. 13).

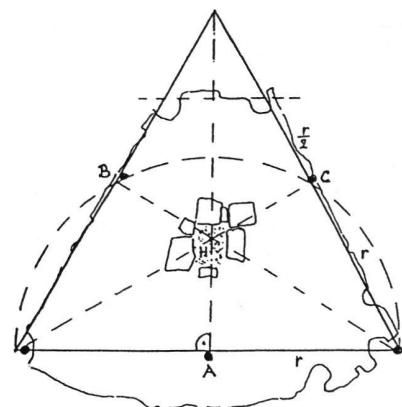
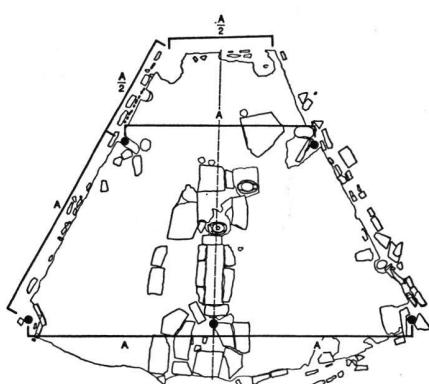
Die Herdstelle bildet den Mittelpunkt der Hausgemeinschaft; sie liegt zugleich aber auch im Zentrum des Schnurgerüstes. Es werden jedoch noch Jahrtausende verstreichen, bis Leute wie Pythagoras, Euklid oder Thales dieses einfache Schnurgerüst geometrisch oder eben ordometrisch aufzuschlüsseln vermögen¹⁶. Dessen ungeachtet darf aber ein Umstand herausgehoben werden: Es ist das unmittelbare Erleben, dass sich ein Ort oder eine bestimmte Stelle mit architektonischen Mitteln auszeichnen lässt. In den Zelthütten

von Lepenski Vir ist es die Herdstelle. Dieses Kunstmittels – der architektonischen Auszeichnung – wird sich der Mensch in zunehmendem Maße bedienen; es ist der Schritt in die Hochkultur, wenn auch nicht der einzige. Aus diesem Blickwinkel wollen wir die Architektur und die Schnurvermessung des Mittelalters sehen und verstehen.

Anwendung der Knotenschnur

Eine Zwölfknotenschnur kann in beliebiger Länge angelegt werden, der Vermessungsvorgang bleibt stets der gleiche. Den Gebrauch von Knotenschnüren von alters her belegt das Vasenbild auf einem Skyphos des Penelope-Malers (Abb. 14)¹⁷.

Setzen wir die Darstellung in Szene:

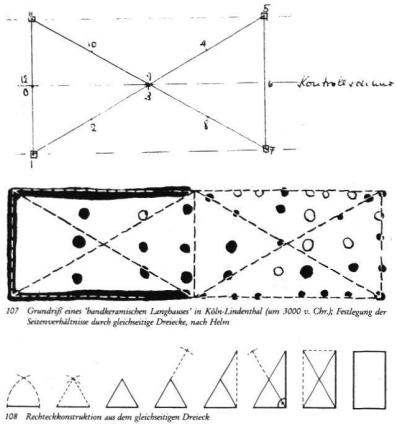


13: Lepenski Vir (Ju). Grundriss der Zelthütte 37 (6. Jahrtausend v. Chr.). Das Zentrum der Hütte bildet die Herdstelle H, lateinisch focus: «Brennpunkt»¹⁸.

Der rechte Winkel

④

Das Wissen um den rechten Winkel ist eine uralte Erfahrung, herausgewachsen aus dem praktischen Umgang mit der Zwölfknotenschnur. Dieser Schnurentwurf war bereits den Indern und Babylonier bekannt. Vgl. Naredi-Rainer 1986, 39 Anm. 32. Die von R. Helm (1952, 69) vorgeschlagene Vermessungsmethode mit dem Zirkel für das bandkeramische Langhaus von Köln-Lindenthal (um 3000 v. Chr.) vermag mich nicht zu überzeugen.



Diese Vorstellung ist dem Geometriunterricht entwachsen. Mit einer Zwölfknotenschnur lässt sich der Lindenthal-Grundriss in einem Wurf abstecken (Abb. 15.C).

Dominante Figur ist Athene als Schutzgöttin Athens. Sie dreht sich, in reiche Gewänder gehüllt, einem bewegten Pflanzengeschlinge zu. Ihr Blick geht in unendliche Ferne; ihre Rechte hat sie aber befleidend zum Horizont erhoben. Mit den Zeigefingern weist sie auf das bewegte, geometrisierte Leben der Pflanzenwelt, als wäre die Lösung der Planidee dort zu suchen. Die beiden Architekten stehen bei einem abgedornten Baum und schauen gebannt auf ein Schnurgeschling, das der eine in seiner vorgestreckten Rechten hält, als würde

daraus die Planidee erwachsen. Bei Athene ist es das natürlich bewegte Geschlinge des Lebens, bei den Architekten ist es das locker hängende Schnurgeschlinge, das sich zur normgebenden Richtschnur spannen wird. Noch dienen ihnen die Befehlsstäbe und Messruten als Stütze. Der Athene gegenüber schleppt Phigyas bereits die ersten Bausteine an. Hochbeladen schreitet er voll Eifer voran, als wolle er seine Energie auf die zögerlichen Planer übertragen. Sein rechter Fuss ist noch in der eingekringelten Pflanzenwelt verhaftet, von wo er kommt. Der Schritt von der Planung zur Ausführung könnte dem Betrachter wohl kaum lebendiger vor Augen gestellt werden. Das entscheidende Moment ist aber die zentrale Vorstellung, dass die Planidee letztlich göttlichen Ursprungs ist und einer natürlich vorgegebenen Ordnung – *Harmonie* genannt – entspringt. Sie schlägt sich in wohlgesetzten Proportionen nieder (Abb. 15.A).

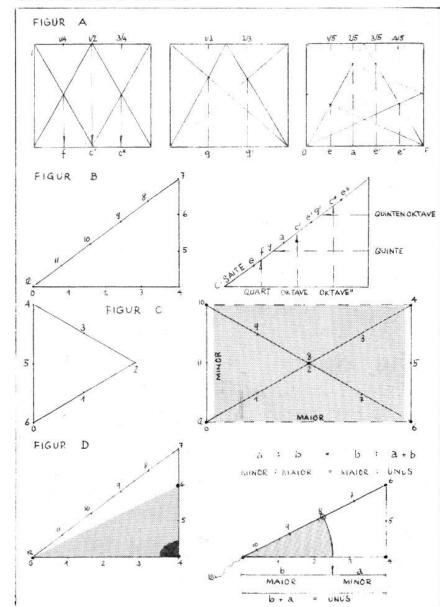
Betrachten wir einmal den Lehrsatz des Pythagoras (vgl. Abb. 15.B) aus dem Blickwinkel der Harmonie (vgl. Kasten ⑤). Sieht man das Dreieck als Klangkörper, d.h. die Seiten als einheitlich gespannte Saiten; und ist die Hypotenuse auf c gestimmt, so ertönt die längere Kathete als grosse Terz ($e = 5:4$), die kürzere als grosse Sext ($a = 5:3$). Um im historischen Umfeld zu bleiben, muss mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen werden, dass eine rein algebraische Darstellung des Lehrsatzes $a^2 + b^2 = c^2$ von den Zeitgenossen des Pythagoras nicht verstanden worden wäre, da sie α als 1 verstanden, β als 2, γ als 3. Die Formel $\alpha\alpha + \beta\beta = \gamma\gamma$ hätte die widersinnige Gleichung $1 + 4$

Die Saite und der Pythagoreische Dreiklang

⑤

Wohl tönt jede Schnur, wenn sie straff gespannt ist. «Ton», von lateinisch *tonus*, griechisch *tonos* (teinein), heißt eigentlich nichts anderes als «Spannung». Normalschnüre geben zwar Töne von sich, eignen sich aber wegen des raschen Erlahmens nicht zum Bespann von Musikinstrumenten, anders Schnüre aus tierischem Material. Hierhin gehört der Begriff «Saite»; herauswachsend aus *sei* «binden» wie «Sehne» und «Seil». Die *chorda*, die Darmschnur, ist vertraut durch den Begriff «Akkord».

ZWÖLFKNOTEN-SCHNUR



15: Anwendungsmöglichkeiten der Zwölfknotenschnur. Bei Figur C ist aufgezeigt, wie relativ nahe ein Rechteck, gebildet aus zwei gleichseitigen Dreiecken und jenem des goldenen Schnittes (gerastert) liegen.

= 9 ergeben. Erst die Veranschaulichung der über den Dreiecksseiten angeordneten Quadrate verdeutlichten den Inhalt des Lehrsatzes. Die mathematischen, geometrischen, ordometrischen Erkenntnisse wuchsen aus den bildhaften Vorstellungen heraus und formulierten sich erst allmählich aus. Die Art, wie sich mit einer Zwölfknotenschnur saubere Grundrisse abstecken lassen, wurde ebenfalls schon aufgezeigt (vgl. Abb. 12).

Der goldene Schnitt lässt sich mit der Zwölfknotenschnur in drei Schlägen ebenfalls aufreissen (Abb. 15.D). Die Gleichung lautet $a:b$ wie $b:(a+b)$.



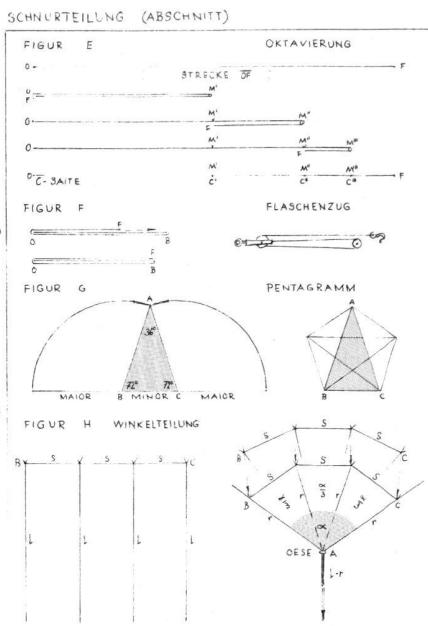
14: Die beiden Architekten planen den Athene-Tempel. Der eine von ihnen hält eine Knotenschnur in Händen, als liesse sich daraus der Plan ablesen. Darstellung auf einer Vase des 5. Jhs. v. Chr.¹⁷

Die Schnur als Teiler und Mass

Bei der Knotenschnur handelt es sich genau besehen um ein Messinstrument. Seine Eigenart besteht darin (Abb. 16):

- dass seine Länge beliebig frei gewählt werden,
- dass es wegen seiner Beweglichkeit variabel eingesetzt werden
- und auf diese Art sogar elementare Winkel erbringen kann.

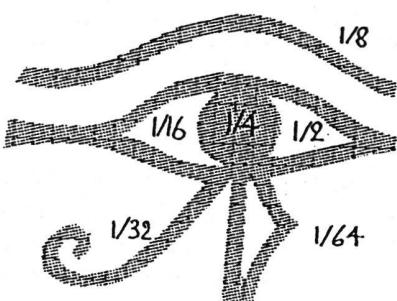
Was vielfach gar nicht wahrgenommen oder als Selbstverständlichkeit hingenommen wird, ist die Möglichkeit der *Selbstteilung* der Schnur. Mit einer Schnur lässt sich jede Strecke ablängen. Durch Zusam-



16: Knotenschnüre lassen sich je nach Planansicht in verschiedener Gestalt anlegen.

Das Halbieren ⑥

Für die Bemessung von Nahrungsmitteln bestimmt das fortlaufende Halbieren noch immer die Grundeinheiten, z.B. beim Fleischer: Kilo – Pfund – Halbfund – Vierling; in ländlichen Gaststätten: Liter – Halbeli – Vierteli (Römer) – Achteli. Bei den Ägyptern ist der Prozess der fortlaufenden Halbierenden im Mythos des Udjat-Augen, des heiligen Auges, fassbar: Im Kampf gegen Seth zersplittert das eine Auge des falkenköpfigen Horus. Toth, der Gott der Weisheit und Heilkunst, setzt es wieder zusammen. Die einzelnen Teile des Adjektiv Auges repräsentieren die Werte $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$.



Das fehlende Vierundsechzigstel wird durch den wunderwirkenden Kitt ersetzt, der dem «toten Auge» zugleich den «Glanz des Lebens» wieder gibt. Zum Udjat-Auge vergleiche Davies 1978, 155. Bei diesem Mythos hat man sich zu vergegenwärtigen, dass just Horus, der Gott des Horizontes, die Welt mit zwei verschiedenen Augen sieht: Mit einem ganzheitlich schauenden und mit einem teilend messenden, das in seiner Grundanlage gromatischen Charakter hat (vgl. Kasten ③ und Tafel 1).

menlegen lässt sich dieses Schnurstück halbieren und wieder halbieren (Abb. 16.E).

Auf einer Saite abgegriffen, ertönt dieser Teilungsprozess als Oktavenabfolge $c-c'-c''-c'''$. Es handelt sich dabei um eine wohl seit Urzeiten geübte Erfahrung (vgl. Kasten ⑥). Die Dreiteilung gestaltet sich etwas komplizierter (Abb. 16.F). Hier wird das eine Ende am verankerten Punkt 0 fixiert. Die Schnur umläuft den beweglichen Punkt und umschlingt Punkt 0. Das freie Ende F wird gegen B hin bewegt, das als beweglicher Punkt langsam einwandert. Wenn F und B auf gleicher Höhe angelangt sind, ist die Dreiteilung vollzogen. Aus dieser Übung dürfte die Idee des Flaschenzuges hervorgegangen sein, der die Zugkraft verdoppelt.

Diese beiden so einfachen Schnuroperationen sind die ersten augenfälligen Divisionen, unbeschwert von jedem Zahlenballast. Die Zahlen werden nach «geraden» und «ungeraden» geschieden. Und genau besehen nicht einmal dies, denn wir sprechen ja von «halbieren», was nichts anderes meint als «spalten, schneiden», bzw. den «Abschnitt».

Neben der Zwölfknotenschnur lassen sich je nach Bedarf auch weitere Spezialschnüre ausbilden. So zum

Beispiel eine Schnur zum Einsatz des goldenen Schnittes (Abb. 16.G). Wie ihre Streckenmasse ermittelt werden, ist in Abbildung 15.D aufgezeigt worden. Die Strecken des *minors* wird mit zwei Pflöcken B und C markiert, ebenso die beiden Schnurenenden (*). Nach diesem Manöver werden die beiden *maiores* um B und C abgedreht, bis sie sich bei A zu einem gleichschenkligen Dreieck schliessen. Sobald Punkt A fixiert ist, ist die Schnur zu weiterem Einsatz frei. Dieses Beispiel will uns soviel zeigen, dass sich von Fall zu Fall spezielle Schnüre anfertigen lassen, die auf ein Sonderproblem zugeschnitten sind.

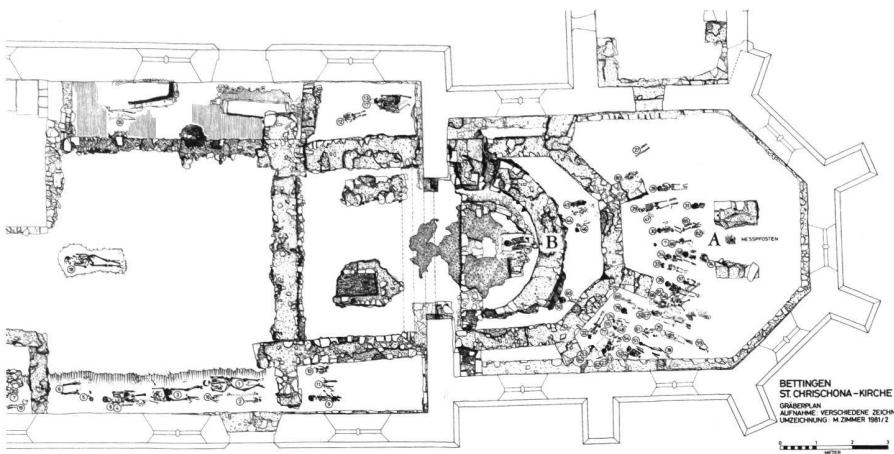
Wie Abbildung 16.H zeigt, ist die Schnur sogar in der Lage, einen beliebigen Winkel dreizuteilen; mit geometrischen Mitteln ist dies nicht möglich. Die Schnurinstallation besteht aus drei gleich langen Schnurabschnitten s. An den vier Enden sind vier Laufschnüre l angebracht. Vorgegeben ist ein Winkel α (gerastert); seine Spitze A wird durch eine Öse markiert. Durch diese werden die Laufschnüre bis an die Knoten eingezogen; drei lose Schlaufen markieren die Schnurabschnitte. Nun wird dieser Ordo ausgespannt, wobei die beiden Endschlaufen B und C den Winkelschenkeln folgen. Dabei gilt darauf zu achten, dass die Laufschnüre gleichmäßig auslaufen. Das Manöver ist vollendet, wenn die drei Abschnitte s gespannt sind:

- sie bilden die drei Sektoren $\alpha/3$,
- die ausgescharten Laufschnüre repräsentieren die Radian,
- die restliche Länge der noch freien Laufschnüre misst $l-r$.

Das Manöver kann – wie dargestellt – auch umgekehrt ausgeführt werden.

Das Chorpolygon der Chrischonakirche ob Bettingen (BS)

Wie eingangs vorgestellt, wurde bei den archäologischen Untersuchungen mitten unter dem spätgotischen Altar der Negativabdruck



17: Bettingen BS – Chrishonakirche. Die Gräber sind fächerförmig um den hochgotischen Altar angeordnet, der bei B auf dem Scheitel des romanischen Rundchores stand. Der spätgotische Chor von 1509 zieht darüber hinweg; beim Altar der im Text erwähnte Messpflock A (vgl. Abb. 19).

des zentralen Messpflockes entdeckt, von dem die ganze Vermessung des Chores von 1509 ausgegangen ist (Abb. 17).

Ich erlaube mir, den Absteckvorgang in ein übergeordnetes Geschehen einzubauen, ihn gleichsam liturgisch in Szene zu setzen, denn nur aus diesem Blickwinkel erwächst das Erkennen dafür, was das Wesen dieser Architektur ist.

Wahl des Ortes

Die Wahl des Ortes, gemeinhin *genius loci* genannt, wird eindrücklich beschrieben in der Jakobsgeschichte (1. Moses 28):

«11. Und kam an einen Ort, da blieb er über Nacht; ... und er nahm einen Stein des Ortes und legte ihn zu seinen Häupten und legte sich an dem Ort schlafen.

12. Und ihm träumte: und siehe, eine Leiter stand auf der Erde, die rührte mit der Spitze an den Himmel. Und siehe, die Engel Gottes stiegen daran auf und nieder.

13. Und der Herr stand oben darauf ...

16. Da nun Jakob von seinem Schlaf aufwachte, sprach er: Gewiss ist der Herr an diesem Ort, und ich wusste es nicht.

17. Und fürchtete sich und sprach: Wie heilig ist diese Stätte! Hier ist nichts anderes denn Gottes Haus und hier die Pforte des Himmels.

18. Und Jakob stand des Morgens früh auf und nahm den Stein, der zu seinen Häupten gelegen hatte, und richtete ihn

auf zu einem Mal und goss Öl oben drauf.

19. Und hiess die Stätte BETH-EL (Haus Gottes), zuvor aber hiess die Stadt Lus. »

Beredter als der Mosaner Psalter aus dem 12. Jahrhundert könnte man das Geschehen nicht schildern (Abb. 18): Das entscheidende Erlebnis vollzieht sich traumhaft im Schlaf. Der Berührungsplatz zur göttlichen Welt ist der Scheitel, der ja existenziell gesehen nichts anderes ist als Zenit und Pol.

Bei aufrechter Haltung versinnbildlicht der Scheitel einerseits die «Selbst-Ständigkeit» des Menschen, als Pol zugleich aber auch die freie Wahl der Wegrichtung. In der horizontalen Lage des Schlafes hingegen wird der Scheitel zum elementaren Richtungsweiser.

Hinter der Leiter entrollt sich wie ein Teppichläufer ein Wellenband. Es trennt nicht nur die beiden Bildinhalte, sondern umschliesst auch das Haupt des Träumers. Ein Strahlenbündel fasst die Folgeszene zusammen: Der mittlere Strahl steht senkrecht über dem Altar, dem aufgerichteten Stein; ein zweiter zeichnet Jakob aus; über den dritten ergiesst sich der göttliche Segen aus dem Ölkrug als Weiheakt über den Altar, eine Metapher zum Schriftband in der Hand Gottes.

Den Stifter des Neubaus der Chrishonakirche kennen wir nicht¹⁸. Auslöser war hier wohl ein Grund-

strom allgemeiner Frömmigkeit nach der Auffindung des Grabs der Heiligen durch Kardinallegat Perandi. Das Einschlagen des Messpflockes (Abb. 19) war aber sicherlich von feierlichen Zeremonien begleitet (vgl. Kasten ⑦).

Orientierung des Kultbaus

Hierbei geht es um die Einordnung ins allgemeine kosmische Geschehen. Sie vollzieht sich über die Senkelschnur, lateinisch *regula* oder



18: Darstellung des Traumerlebnisses des flüchtigen Jakob. Psalterfragment des 12. Jh.s.



19: Bettingen BS – Chrishonakirche. Abdruck des Messpflockes unter dem Altar. Ringsum die Keilsteine.

Die Grundsteinlegung

(7)

Ein eindrückliches Beispiel aus Mesopotamien findet sich in den Staatlichen Museen Berlin (VA. 3056). Es stammt aus der Regierungszeit des Gudea von Lagaš, 2143–2124 v. Chr. Die Inschrift auf dem Pfahl lautet: «Dem ... hat Gudea, der Fürst von Lagaš, alles kultisch Gehörige strahlend erscheinen lassen (und) seinen Tempel <E-ninnu (weisser Adler)> hat er ihm gebaut (und) an seinem Ort wiederhergestellt.» Der Brauch geht durch alle Zeiten, vgl. Haselbeck 1990, 181.



Selbst Grundsteinlegungen von heute stehen in dieser alten Tradition, oft verbunden mit der Deponierung von Urkunden. Bei antiken Anlagen geschah es auch in Form von Platten.



Ein solches Beispiel aus Syrien bringt Fortin 1999, Abb. 283. Der Nagel, womit diese Platte im Boden förmlich verankert wurde, deutet darauf hin, dass dieser Ort auch Ausgangspunkt des Vermessungsnetzes war. Auch das «zinen Plätte» der Klosterkirche von Traunstein gehört zu diesem Thema (vgl. Haselbeck 1990).

Regula und Norma

(8)

Es gibt wohl kein zweites Wort von dersart bedeutsamem Gehalt wie Regula. Es können hier nur die Richtungen angedeutet werden, in welche sich die Wortfamilie ausweitet:

Regula: Regel, Regal, regulieren, Reglement.

rego: regieren, Regiment, Region (bis dorthin, wo der Blick über die Regula reicht).

rex(i): König.

rectus: recht, richtig, Recht, Gerechtigkeit, Richter, Rektor. Von «richten» wiederum Schattierungen wie «aufrichten, errichten, unterrichten, hinrichten, Vorrichtung».

Das lateinische Verb *regō* meint alles Tun, was im Entferntesten bedeutet «auf die Schnur bringen».

Über die Regula ist es möglich, alles auf eine Gerade zu bringen. Vergleiche den Einsatz der Groma (vgl. Kasten (3)).

Von lateinisch *norma* leiten sich die deutschen Begriffe «Norm» und «normal» ab, wobei es sich beim lateinischen Ausdruck auch schon wieder um ein über das Etruskische vermitteltes, griechisches Lehnwort handelt mit der ursprünglichen Bedeutung «Winkelmaß». Nach meinem Dafürhalten sind darunter die Eckpunkte des Schnurgerüstes zu verstehen, dort wo die *virgæ* (franz. «virgules» = Kommata) gesetzt werden. Dass die Bedeutung des Ausdruckes im Verlauf der Zeit zu «Richtschnur, Regel, Massstab» verschliffen wurde, liegt allgemein im unsorgfältigen Umgang mit der Sprache. Für einen Aussenstehenden war es einfach «Schnur». Er konnte nicht erkennen, in welchem Sinne sie verwendet wurde. Auch dem Senkel, dem Kanon und der Richtschnur ging es nicht besser.

über einen Schattenstab (Abb. 20.A).

In der *regula* objektiviert sich der Mensch in seiner senkrechten Körperhaltung (vgl. Kasten (8)). Der Senkel bietet ihm die Möglichkeit, jeden Merkpunkt einzuvizieren. Zugleich mit diesem Akt visiert er sich aber auch selber ein und verankert damit über den Pol des Grundsteines hinweg seine Ausrichtung auf ein geistiges Ziel. Dies äussert sich in der Bethaltung der Mohammaner gegen Mekka und Medina. Bei den Christen finden wir dies in der Ausrichtung der Gotteshäuser mit dem Chor gegen Sonnenaufgang, zum Beispiel am Tag ihres Schutzpatrons oder des längsten Tages (21. Juni) bei den Marienkirchen wie dem Basler Münster oder dem Grossmünster in Zürich. Es handelt sich dabei um direkte Beobachtungen über den Schattenstab bzw. die Regula und nicht um einen Rechenschieberakt.

Die Senkrechte mit «oben und unten» ist zudem die einzige in sich klar definierte Richtung; alle anderen Richtungen bedürfen eines Merkpunktes, über den sie in einem System verankert sind.

Ins Bildhafte umgesetzt repräsentieren die über dem Altar anstehende Regula mit ihrem klaren «oben–unten» den Glauben und die auf den Altar ausgerichtete Bezugslinie das Bekenntnis. Dieses bestimmt die Achse des Kultgebäudes (vgl. Kasten (9)).

Die Kultachse und Grabachse

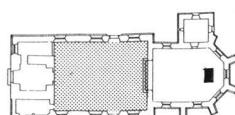
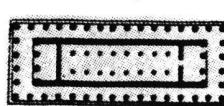
(9)

Beim Heratempel von Olympia ist nicht das Tempelgebäude der Schwerpunkt des kultischen Geschehens, sondern der davorliegende Altar. Das Standbild der Göttin im Tempelinnern bestimmt lediglich die Ausrichtung der Gemeinde.

Die älteren Gräber im Chorbereich der Chrischonakirche (Abb. 17) ordnen sich radial um das Zentralgrab (B), als stünde dort eine *regula* an. Bei der Martinskirche in Riehen (BS) liegen die Gräber mehr oder weniger parallel zur «Bekenntnis-

achse» der Dorfkirche. Eine Besonderheit dieser Gräber sind die einfachen Feldsteine, die zu Häupten der Bestatteten anstehen. Sie erinnern an die Traumsituation Jakobs; damit stellt sich die Frage, ob diese Steine nicht als Beth-El-Steine verstanden werden dürfen (vgl. Abb. 18).

Die Abweichungen der Grabachsen deuten wohl den wechselnden Stand des Sonnenaufgangs während des Jahres an, bestimmt durch das «Stündlein» des Be treffenden.



Mit der Installation dieses ideell zentralen Messpunktes beginnt lautlos der Lauf der Zeit. Zugleich ist er auch *gnomon*, Zeigestab des Schattenlaufes. Der Begriff «*Stunde*» – wie auch immer er zu sehen sein mag – ist aufs Engste mit dem Verb «*stehen–stand* (altermütliche Form <*stund*>) – *gestanden*» verwandt.

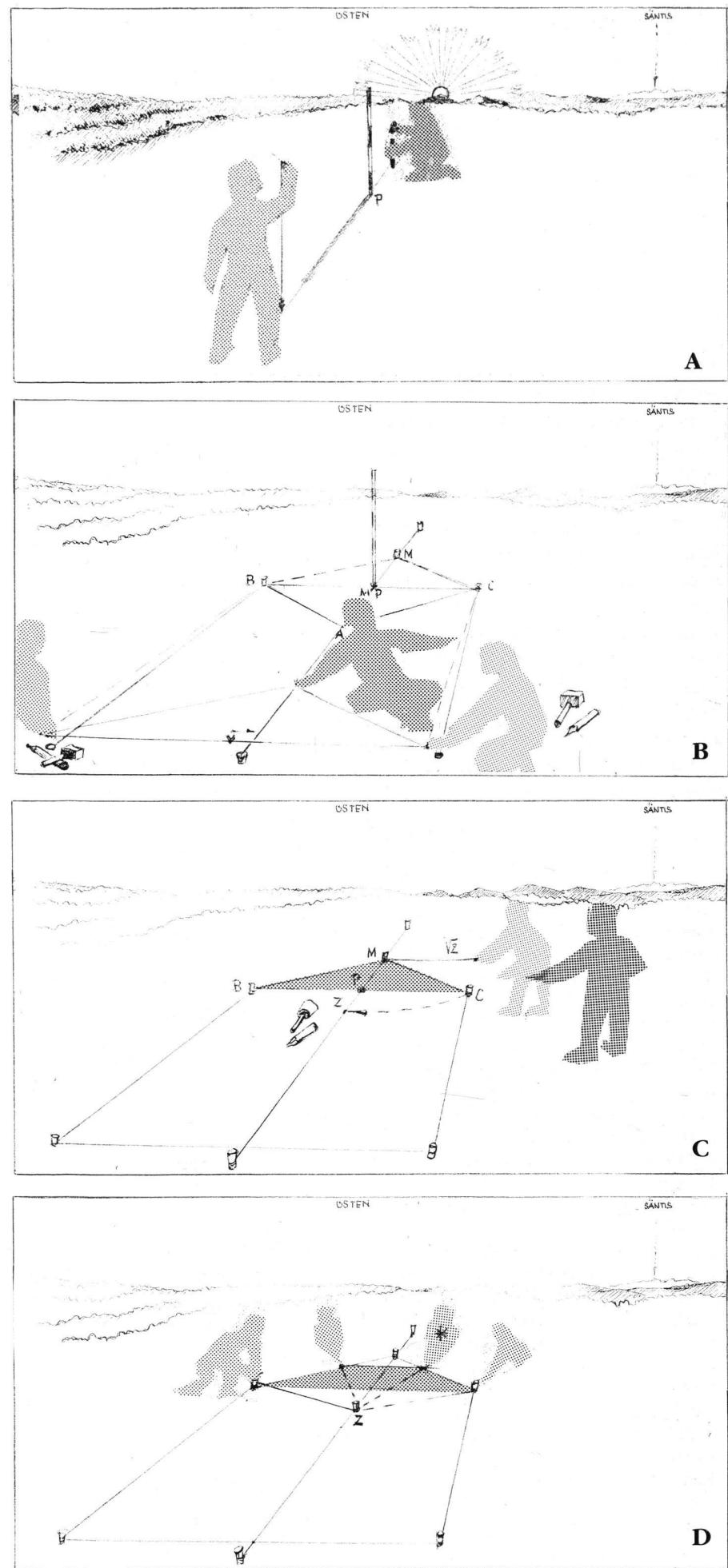
Ein Sakralbau wird zwar zu Ehren Gottes errichtet, zugleich stellt er aber auch das heroische Bemühen des Menschen dar, anhand der Vergänglichkeit der Tage und Stunden die Unermesslichkeit der Ewigkeit zu fassen oder zumindest zu erahnen. Durch diesen Visierakt ist die Grundachse der Kirchenanlage festgelegt. Sie wird mit der Richtschnur im Gelände abgesteckt (Abb. 20.B).

Das Schnurgerüst

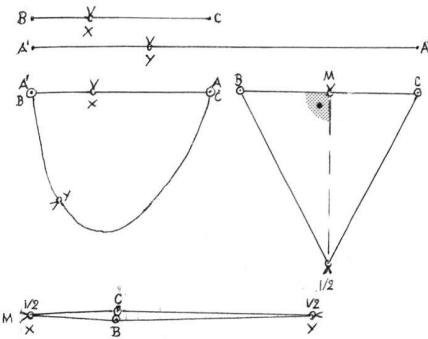
Das Schnurgerüst oder die *norma* dient den Bauleuten als Richtlinie (vgl. Kasten ⑧). Voraus geht eine Grobeinmessung für das Fundament, das ja ohnehin entschieden breiter angelegt ist als das aufgehende Mauerwerk, um die Tragfähigkeit zu erhöhen. Die eigentliche Norma wird erst abgesteckt, wenn das Fundament bis zum zukünftigen Circagehniveau aufgeführt ist.

Die Finanzkraft des Auftraggebers¹⁹ bestimmt die Grösse des Bauwerkes; bei der Schnurvermessung kann sie beliebig gewählt werden. Die Länge des *canon* (vgl. Kasten ⑩) ist an kein Masssystem wie Fuss, Elle, Rute oder Schritt gebunden, kann aber über solche Masseneinheiten vertraglich fixiert werden.

1. Akt: Das Grundmass, der Kanon, ist in der Breite der Choranlage zu suchen (Abb. 20.B). Es gilt, dieses Mass zu beiden Teilen der Richtschnur abzutragen, und zwar im rechten Winkel dazu. Zu diesem Zweck wird ein Behelfsgespann an-



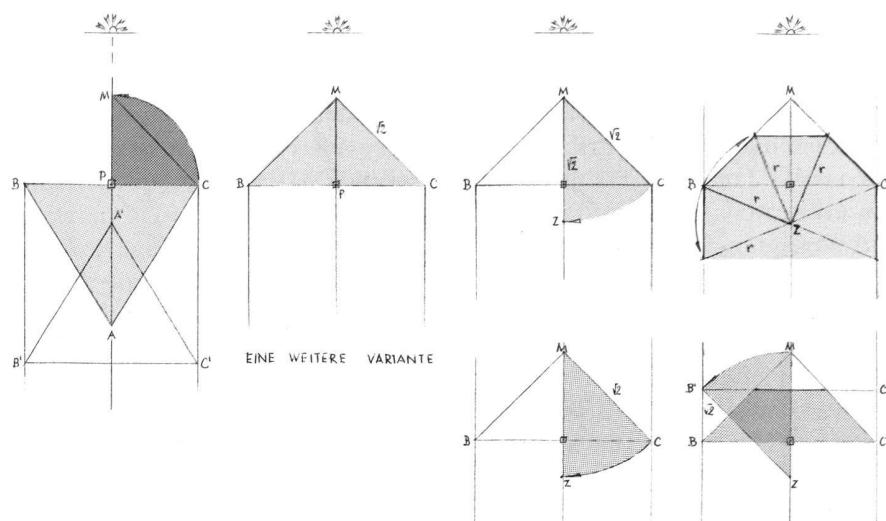
20: Bettingen BS – Chrischonakirche. Rekonstruktion des Absteck-Vorganges.



21: Spezielles Schnurgespann zum korrekten Ausspannen der Chorbreite.

gefertigt: Ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis BC der Länge des vereinbarten Kanons entspricht (Abb. 21).

Die beiden Enden B und C werden mit einer Schnur A, die erheblich länger ist, verknotet. Beide Schnüre werden mit einer Laufmasche versehen (V). Nun werden die beiden Knoten B und C aufeinander gelegt und die beiden Schnüre gestrafft. Dies erlaubt es, die beiden Laufmaschen in die Schnurmitte zu verschieben. Zum Dreieck ausgespannt bildet das Gespann ein gleichschenkliges Dreieck. Der Ka-



22: Bettingen BS – Chrischonakirche. Schematische Darstellung des Schnurvermessungsktes. Im unteren Register eine Variante dazu.

non BC – er ist jetzt zu einem «gestreckten Winkel» geworden – wird in M halbiert.

Zusammen mit A liegt M auf der Symmetriechse des Dreiecks und bildet so mit dem Kanon einen rechten Winkel. Dieses Behelfsgespann erlaubt es, die Breite des Chores korrekt abzustecken. A und M müssen exakt auf die Richtschnur eingebracht werden. Dabei gilt es, die Grundregel des *noli me tangere* einzuhalten.

Es bedarf einer grossen Erfahrung und eines ausgebildeten Fingerspitzengefühls, um über der Richtschnur gleitend den Mittelpunkt M exakt auf den Messpunkt P einzubringen.

Den Knoten A der Dreieckspitze führt der erfahrenste Geselle. Der Architekt steht bei P(+) und überwacht mit scharfem Auge den Vermessungsakt; er nimmt die Korrekturen vor, er ist der «Polier», der «Palierer». Sobald die Messpunkte verpflockt sind, kann die Flucht der Seitenwände ausgespannt werden.

2. Akt: Jetzt wird mit dem bestehenden Schnurgespann von P aus eine halbe Kanonlänge auf der Richtschnur abgetragen (Abb. 20.C). Mit Schnüren ausgespannt endet die Norma in einem über Eck gestellten rechten Winkel. Damit hat das Behelfsgespann (Abb. 21) ausgedient. Es führt aber in seiner letzten Phase zum irrealen Wert

$\sqrt{2}$. Dieses Beispiel zeigt, wie sehr der Versuch, über Seitenvergleiche das Grundmass eines Gebäudes herausdividieren zu wollen, ins Leere geht. Gerade bei der Schnurvermessung können unversehens Wurzelwerte hineinspielen, ohne dass solches sonderlich auffallen würde.

3. Akt (Abb. 20.D): Die Kunsthistoriker sprechen beim Bettinger Chorpolygon von einem $\frac{1}{8}$ -Chorabschluss, da sie die beiden in die Längswand des Chores integrierten Achtelabschlüsse mitzählen (Abb. 22 rechts oben).

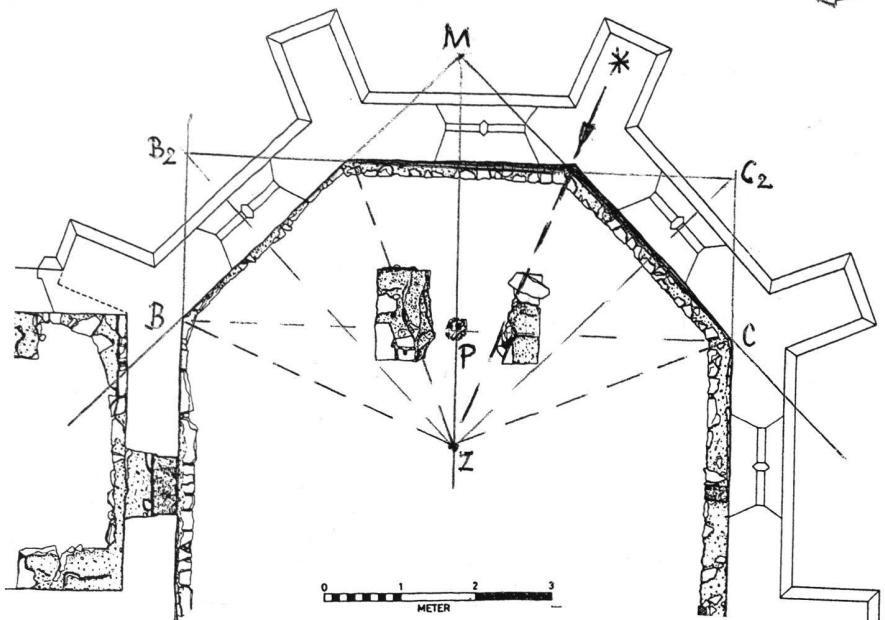
Die Strecke MC mit dem Wert $\sqrt{2}$, von M aus auf der Richtschnur abgetragen, führt zum Mittelpunkt Z des übergeordneten Quadrates, welches das Achteck des Chorabschlusses umschliesst.

Die neugewonnene Strecke ZB stellt den Radius r zum Umkreis des eingeschlossenen Achteckes dar. Dieser Streckenwert von Z aus, auf die beiden Katheten BM und MC ausgerichtet, bestimmt die Eckpunkte des Chorpolygons. Die fünf Seiten des Achteckes treten nun deutlich hervor, ebenso das umschliessende über Eck gestellte Quadrat. Der hier aufgezeichnete Absteckvorgang ist nicht die einzige Lösungsmöglichkeit (vgl. Abb. 22 unten). Auf Abbildung 23 wird der Absteckvorgang mit dem Befund konfrontiert.

Der Kanon ⑩

Der Begriff *canon* leitet sich vom Namen eines Schilfrohres ab; es steht im ganzen Mittelmeergebiet längs feuchter Bachläufe an. Die im Mittelalter gebräuchlichen Begriffe sind *perdica*, *virga*, *regula*, vgl. Binding 1987, 14. Wie diese verschiedenen Bezeichnungen für den Massstab im Mittelalter zeigen, gingen die Dinge arg durcheinander. Die Problematik der zunehmenden Verschleifung der Fachausdrücke hat von Oppel (1937) nicht erkannt. Den Wert seiner Untersuchung macht das reichhaltig zusammengetragene literarische Quellenmaterial aus.

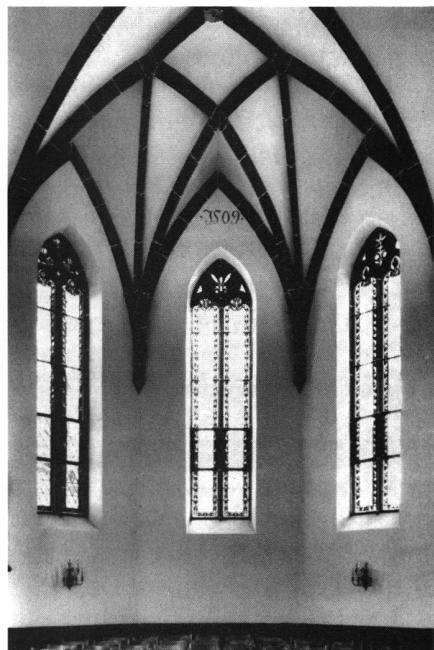
Zu beachten gilt, dass die Messlatte nur dem Gängelband der Schnur folgend angelegt werden kann. Dieser auffällige Akt entspricht dem Wechselgesang, der wohl nicht von ungefähr «Kanon» genannt, bisweilen auch als «Kett(en)gesang» bezeichnet wird. Dahinter steht das Bild einer Messkette mit Ringen, welche die Masseinheiten angeben, und stabartig gestreckten Bindegliedern. Kanonisieren (Heiligsprechen) meint «in den Kanon (Register) der Heiligen» aufnehmen, worüber die Kanoniker wachen.



23: Bettingen BS – Chrischonakirche. Vermessungsschema des Chores. Der Stern (*) markiert den Punkt der Fehlmessung.

Bei der Chrischonakirche muss ein ungeübter Helfer mitgewirkt haben. Er wollte es besonders gut machen und straffte im Übereifer die Schnur zu fest, was bei der Elastizität der Schnur zu einer Fehlmesung von 5 cm geführt hat. Was die Bauleute auf Erden vollzogen, ist im Himmel vorgegeben,

veranschaulicht durch das Muster der Gewölberippen (Abb. 24). Der Schlussstein steht nicht über dem Altar, sondern über Z, dem Mittelpunkt des Achtecks bzw. über dem Messpflock. Bei der vorausgegangenen hochgotischen Anlage trug der Schlussstein als Relief das Antlitz Christi. Der Stein, der beim Abbruch argen Schaden nahm, wurde im Gewölbe der Sakristei eingesetzt (vgl. Kasten ⑪). Ihn sorgfältig zu bergen, hätte wohl bedeutet, den alten Chor wieder voll einzugerüsten. Man liess ihn aber offensichtlich zusammen mit dem Gewölbe einstürzen. Gerade dieser Umstand macht deutlich, dass der Schlussstein im Zenit des Gewölbes scheinbar schwebend ansteht, als sei die Schwerkraft der Erde überwunden²⁰.



24: Bettingen BS – Chrischonakirche. Blick in den Chor von 1509. Im kunstvollen Netzgewölbe ist gleichsam die himmlische Weltordnung zu sehen, die über dem Altar steht.

Das Basler Münster und sein Kreuzgang

Durch Bauanalysen des ehemaligen Münsterbaumeisters sind wesentliche Vorarbeiten geleistet²¹. Als zünftiger Architekt spürte er nur die Plangeometrie auf, ohne der Frage nach der Umsetzung im Gelände nachzugehen. Unter dem Aspekt der Schnurvermessung ge-

Schlussstein

Der Schlussstein aus dem Chor der hochgotischen Chrischonakirche ist als Spolie im Gewölbe der Sakristei der spätgotischen Anlage eingesetzt worden.



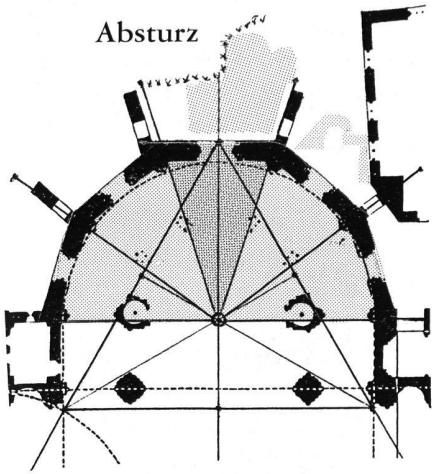
Durch den Sturz beim Abbruch der älteren Anlage ist er arg beschädigt worden. Welch freudiger Akt ist es aber, den Schlussstein in das Gewölbe einsetzen zu können, stellt er doch nichts anderes dar als die himmlische Weltordnung (vgl. Anm. 20). Bei antiken Tempeln – am bekanntesten wohl das Pantheon – wies das Dach über dem Götterstandbild mittunter eine Lücke auf.

winnt der Befund in mancher Hinsicht ein anderers Gesicht. Bevor wir an diese Aufgabe gehen, sollen zwei Details erörtert werden:

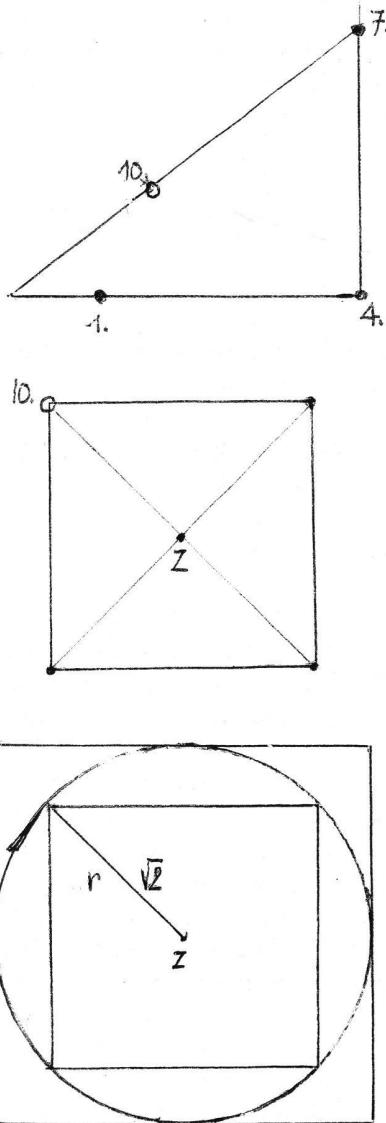
Die Choranlage

Anders als das Chorpolygon der Chrischonakirche handelt es sich beim Chor des romanischen Münsters um fünf Seiten eines Zehnecks (Abb. 25).

Wie sich über eine Zwölfknotenschnur der goldene Schnitt gewinnen und ein korrektes Fünfeck erstellen lässt, wurde gezeigt (vgl. Abb. 15.D und 16.G). Das gleichschenklige Dreieck – bestehend aus *minor* als Basis und zwei *maiores* – erstellt die Innenwinkel 36° und 72° , d.h., die Winkel stehen zueinander im Verhältnis 1:2. Die auffällige Spreizung des Scheitelsegmentes dürfte als Rücksicht auf den dortigen Geländeabbruch zu deuten sein²²; man wollte kein zu grosses Risiko eingehen.



25: Basel – Münster. Das eine Widerlager im Chorscheitel weicht stark vom Riss des Zehnecks ab. Der Grund dafür darf im Baugrund (Pfälzabsturz) gesehen werden.



26: Basel – Münster. Das Kreuzgangschema: So kann es bereits auf dem St. Galler Klosterplan beobachtet werden. Das Binnenquadrat des Kreises markiert den Kreuzganghof, das Tangentenquadrat die Abschlusswand.

Der Kreuzgang

Die Kreuzgänge gehören zur Gruppe der Zentralanlagen; sie sind in sich geschlossen und haben keine Ausrichtung. Das heisst, ihre Symmetrien heben sich in ihrer Wirksamkeit gegenseitig auf; sie sind damit voll auf ihren Mittelpunkt konzentriert. Von dorther ist ihre Anlage zu verstehen.

Hier wäre eine *groma* das geeignete Messinstrument; doch lässt sich auch mit einer Zwölfknotenschnur ein Quadrat abstecken (Abb. 26). Das pythagoreische Dreieck, bei den Knoten 1', 4' und 7' verpflockt, gibt die restliche Schnur frei. Bei Knoten 10' aufgegriffen und gespannt, formt sich die Schnur zum Quadrat. Die Diagonalen führen zum Mittelpunkt Z, wo für gewöhnlich ein Sodbrunnen steht, gleichsam als Quell allen Lebens. Mit den Diagonalen ist zugleich aber auch der Radius des Umkreises gefunden. Die vier parallelen Tangenten markieren die Fluchten der einfriedenden Außenmauern. Die Arkaden im Innern des Kreuzganges geben den Blick auf die Wasserquelle frei. Die umschliessenden Außenmauern haben damit eine Länge von $2\sqrt{2}$.

Der Planentwurf

In der oberen Hälfte der Abbildung 27 findet sich die Auflösung nach Vischer. In der unteren Hälfte ist der Grundriss so entschlüsselt, wie der Plan sich mittels einer Sechs- oder Zwölfknotenschnur im Gelände abstecken lässt.

1. Phase: Über einen Schattenstab wird die Längsachse des Gotteshauses ermittelt und verpflockt. Es ist die Linie des Sonnenaufganges am 21. Juni, dem Tag der Sommersonnwende²³. Mit astronomischen Berechnungen im mathematischen Sinn hat dies nichts zu tun; es ist eine reine Feldbeobachtung, wobei die Merkpunkte am Horizont als Behelf dienlich sein können; entscheidend ist die Fixierung der Schattenlinie des Grundpfahles.

2. Phase: Auf dieser Richtlinie wird nun eine Sechs-knotenschnur zum gleichseitigen Dreieck ausgespannt, und über die Winkelhalbierenden der Brennpunkt Fermittelt (dunkel gerastert). Dieser wird zum Zentrum des Chorrundes, welches zum Zehneck gestaltet wird.

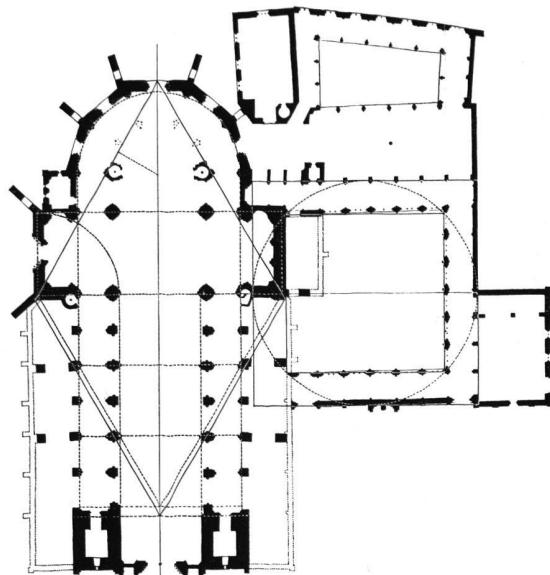
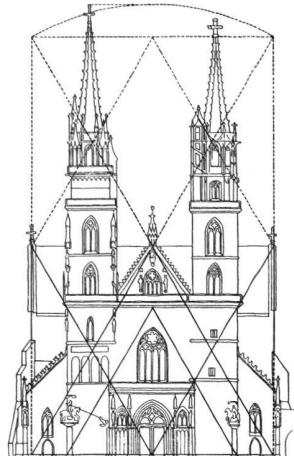
3. Phase: Die Proportionen des Langhauses in der lichten Weite werden durch eine Zwölfknotenschnur (Abb. 15.C) oder zwei Spitze gegen Spitze gestellte Sechs-knotenschnüre vorgegeben (hell gerastert). Die Mauern des dreischiffigen Langhauses vor Erweiterung zur fünfschiffigen Anlage durch Integration der Seitenkapellen sind angedeutet. Der Georgsturm ist von einem älteren Bau übernommen. Das Schnurgespann der gleichseitigen Dreiecke bestimmt auch die Binnengliederung.

4. Phase: Das Chorddreieck wird um ein Drittel vergrössert, damit legen sich gleichsam seitlich zwei kleine Dreiecke an; sie bestimmen die Länge der Querhausflügel. Die Basis dieses Grossdreiecks betont die Mitte zwischen Laienraum und Chor. Dort stand auch der den Kirchenraum gliedernde Lettner. Die Verlängerung dieser Querlinie gegen Osten führt zum Zentrum des Kreuzganges. Sie nimmt dabei das Grundmass des Münsters mit und bestimmt die Grösse des Kreuzganghofes. Sein Binnenkreis hat den gleichen Radius wie das Chor rund in seiner lichten Weite. Diese Beobachtung gilt es noch im speziellen zu würdigen. Die Gangbreite wird durch den Umkreis bestimmt.

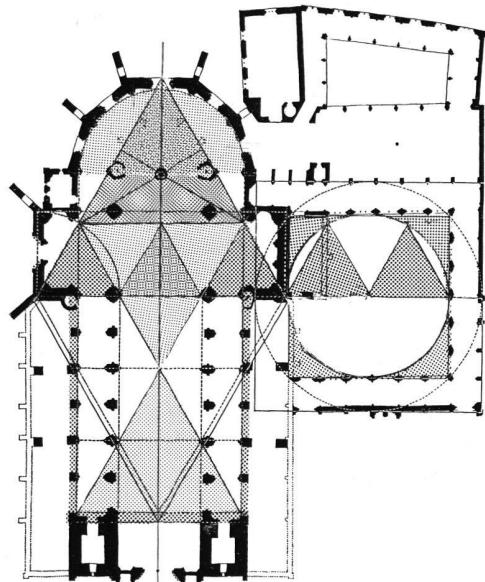
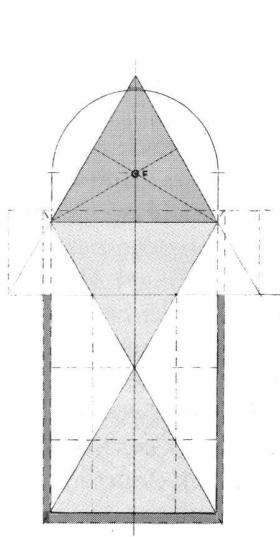
Chor und Kreuzgang

Mit der ordometrischen Herleitung allein ist es nicht getan; es gilt, den Akt ins damalige Weltbild einzutragen, will man ihn in seiner geistigen Dimension verstehen.

Die Quellen des Klosters Corvey von 822 am Ufer der Weser liefern ein eindrückliches Bild von einem solchen Gründungsakt: «Als sie (Adalhard und Wala) die Litanei und das Gebet beendet hatten, warfen sie die Richtschnur (*linea*), schlügen Pfölke



28: Gleich Jakob schaut Gunzo im Traum das Schnurgerüst zum Neubau von Cluny III²⁷.



27: Basel – Münster. Absteckplan, oben nach Vischer 1941, unten nach dem Verfasser.

ein und begannen auszumessen, erst natürlich die Kirche, dann die Wohngebäude der Brüder.»²⁴

Beim nachfolgenden Text geht es um die Grundsteinlegung eines Nonnenklosters in Herford: «Als sie die Messschnüre (*lineas*) mit der Hand für das Bauwerk spannten ..., da sah man wie sie ein Gebäude vermassen mit einer Struktur, die gemäss Ezechiel (40,2) nach Süden sich wendet, sodass sie Grundmauern und Giebel im Himmel errichteten.»²⁵

Auch hier stellt sich die Frage, ob *linea* nicht treffender mit «Richtschnur» zu übersetzen wäre, umso

mehr als weiter unten die Himmelsrichtung genannt wird. Die Ausschmückung «Giebel im Himmel» umschreibt das, was zu den Gewölben und zum Schlussstein der Chrischonakirche (vgl. Abb. 24) schon gesagt worden ist.

Der Versuch, einen Blick hinter die Kulissen zu tun, ist für das Verständnis des mittelalterlichen Kulturschaffens unabdingbar. Dies auch auf die Gefahr hin, mit unseren Betrachtungen fehlzugehen. Als weiteres Moment kommt hinzu, dass letztlich auch hier der Architekt die Inspiration zum Planentwurf aus göttlicher Hand empfängt, im eigentlichen Sinn nur

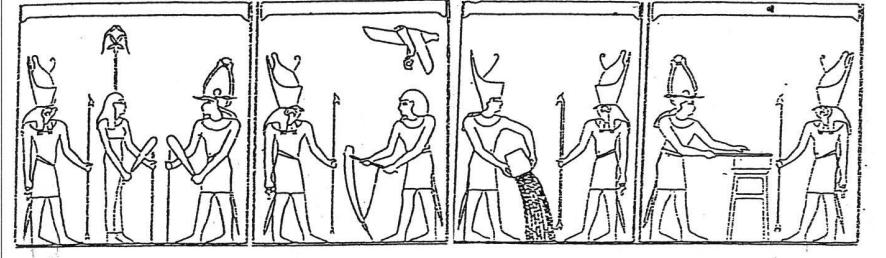
als Mittler gesehen wird und sich selber als solchen versteht (vgl. Kasten ⑫)²⁶. So sieht eine mittelalterliche Miniatur den schlafenden Mönch Gunzo in seinem Bett, wie er im Traum das Schnurgespann zum Neubau des Klosters Cluny schaut. Kein geringerer als Petrus leitet den Vermessungsakt (Abb. 28)²⁷. Die chaotische Faltung der abgelegten Mönchskutte steht in fröhlichem Kontrast zur Ordnung des Schnurgerüsts (vergleichbar dem Pflanzengeschlinge auf Abb. 14). Die Schnüre weisen hier keine Knoten auf, dafür aber die Heiligen scheine der Akteure. Hinter der Szene steht Psalm 127,2: «Den Seinen gibt es der Herr im Schlaf.» Kehren wir zum Entwurf des Basler Münsters zurück (Abb. 27): Wie sehr sich der mittelalterliche Architekt bemüht, die vorgegebene «himmlische Ordnung» in seinen Entwurf einzubringen, ist allenthalben spürbar. So wird es zur verpflichtenden Aufgabe, das architektonische Konzept nicht nur nach seiner äusseren Masshaltigkeit zu sehen, sondern auch seiner Sinnhaftigkeit nachzuspüren. Dies soll in der Gegenüberstellung der beiden Grundfiguren von Chor und Kreuzgang geschehen (Abb. 29). Beide Grundrisse entwickeln sich aus einem Kreis mit demselben Durchmesser. Beim Chor fällt das Zentrum des Kreises mit dem Schwerpunkt eines gleichseitigen Dreiecks zusammen. Die Seitenlängen des Dreiecks entsprechen dem

Ein ägyptisches Schnurspannfest ⑫

Das Szenario am Tempel von Edfu schildert den Akt eines Schnurspannfestes eindrücklich. Als Akteur steht der Pharao im Mittelpunkt; von Szene zu Szene trägt er eine andere Krone.

1. Szene: Im Zentrum steht Seshat, die Göttin der Schnurvermessung. Ihr Kopfschmuck ist ein Obelisk; über seinem Pyramidion steht ein fünfstrahliger Stern. Zusammen mit dem Pharao schlägt sie Messpfähle ein.

2. Szene: Der barhäuptige Pharao ritzt mit der Hacke den Grundplan ein. Über seinem Haupt steht der Horus-Falke.



3. Szene: Die Kultstätte wird mit Opfergeschenken geweiht (auch als Einfärbung der Bodenmarken gedeutet).

4. Szene: Der Pharao formt den ersten Lehmziegel; der Tisch kann als Modell des Tempels verstanden werden.

Auf allen Szenen wird der Gottkönig von Horus begleitet und geführt. Sein göttlicher Befehlssstab berührt aber die Erde nie. Vgl. Clarke 1930, Abb. 61.

Seshat, die Göttin der Schnurvermessung, ist Schutzpatronin der Maurer und gilt zugleich auch als Herrin der Schrift. Dass sich unter den Weihgeschenken zuweilen auch Hacken finden, erklärt Szene 2.

erwartet neue Erkenntnisse, die in ganz andere Dimensionen führen (Abb. 30).

Die Vierteilung der Seiten des Quadrates scheidet sechzehn Felder aus. Aufbauend auf den Mittellinien lassen sich in jeder Richtung ein Zwillingspaar gleichseitiger Dreiecke aufgerüsten. Ineinander geschoben bilden die Dreiecksspitzen ein perfektes Zwölfeck aus, worin unschwer die Vorlage zum Zifferblatt einer Uhr erkennbar wird. Die Quadratur zerlegt damit das ewige Kreisen der Zeit in menschlich fassbare Zeiteinheiten. Auf der Begegnung von Quadrat und gleichseitigem Dreieck baut der Entwurf der Fassade von Marmoutier (Marmotier F) im unteren Elsass auf (Abb. 31). Die Anlage stammt aus der Mitte des 12. Jahrhunderts²⁹.

Durchmesser des Kreises, was bewirkt, dass die Spitzen des Dreiecks den Kreis durchstossen. Am deutlichsten wird dies beim Chorscheitel spürbar, wodurch das Raumgefühl entsteht, als würde dort die Kirchenachse das Chorrund aufreissen.

Die ganze Choranlage ist aber auf den Kreismittelpunkt Z hin fokussiert; in ihm treffen sich sämtliche Bezugslinien (vgl. Abb. 13). Das Dreieck steht für die Göttlichkeit der Trinität: Jeder Ecke stehen zugleich zwei andere gegenüber; es ist nicht der direkte Bezug von der einen Ecke zur anderen, sondern das Spannungsfeld mit seinem Schwerpunkt. Der Umkreis wird damit zur Mandorla, zum magischen Kreis des Immunitätsbereiches²⁸. Der Lettner auf der Höhe des Vierungspfeilers trennte die *ecclesia*, die Gemeinde, vom *sanctuarium*, dem Altarbereich. Hier stand überhöht die goldene Altartafel Heinrichs II. Der heutige Besucher des Basler Münsters hat sich bewusst zu machen, dass sich das erhöhte Chorpodium einst über die ganze Vierung erstreckt hat. Die Zäsur im Gehhorizont vollzieht sich auf der Höhe des Triumphbogens.

Ganz anders das Raumerleben beim Kreuzgang. Er ist als *ambulatio*, als Wandelhalle, zu sehen, die sinnierend begangen wird, bis der Gedanke sich in Begriffe fassen lässt, gleichsam «greifbar» wird. Er artikuliert sich in den vier Ecken des Kreuzganghofes.

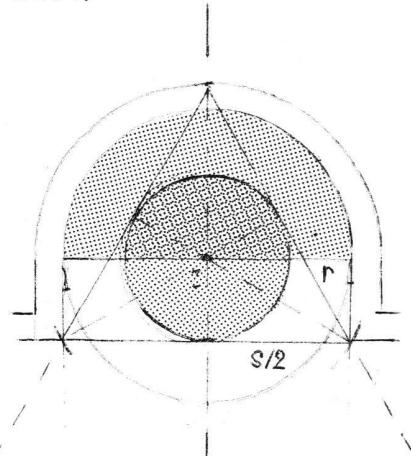
Der Denkakt bei der Planung wird als Quadratur des Kreises gesehen und verstanden. Wie bei der *roma quadrata* ist damit nicht eine Flächenteilung gemeint, sondern eine Flächengliederung. Der volle Sinn wird sich noch zeigen.

Der Radius des Binnenkreises steht in einem ganz anderen Verhältnis zu dem des Umkreises; es ist das Verhältnis 1 zu $\sqrt{2}$. Dieser imaginäre Kreisbogen bestimmt die Breite der Wandelhalle.

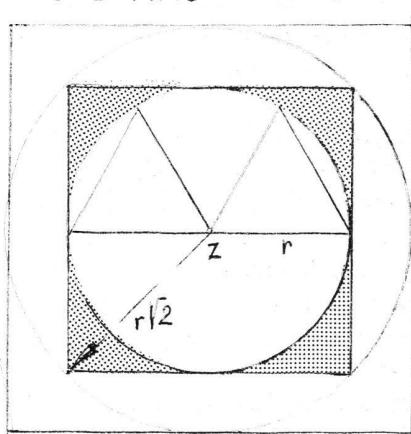
Das Köstliche des Basler Entwurfes ist, dass die Osttangente des Kreuzganghofes zusammen mit dem Durchmesser die Breite von Querhaus und Vierung bestimmt, als werde der Denkakt in den Chorbereich hinaufgenommen.

Die Quadratur des Kreises – sofern man sie nicht als untauglichen Versuch versteht, die irrationale Fläche des Kreises mit rationalen Mitteln berechnen zu wollen – eröffnet un-

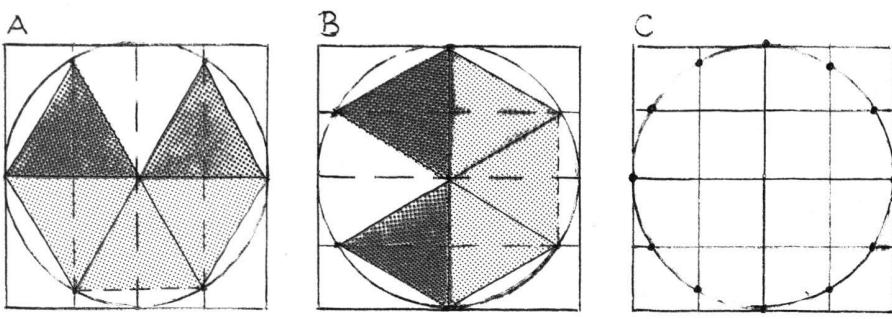
CHOR



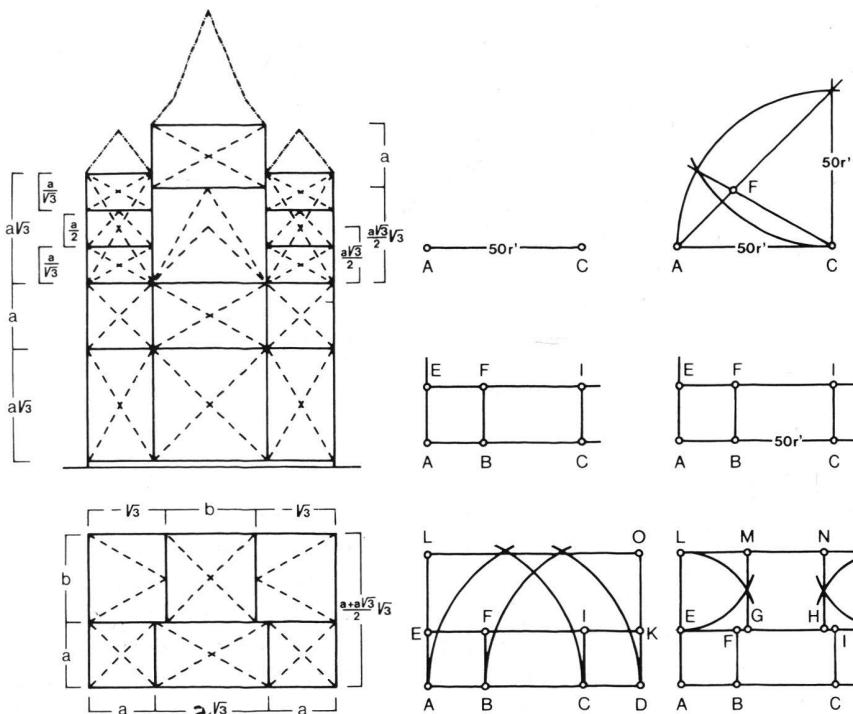
KREUZGANG



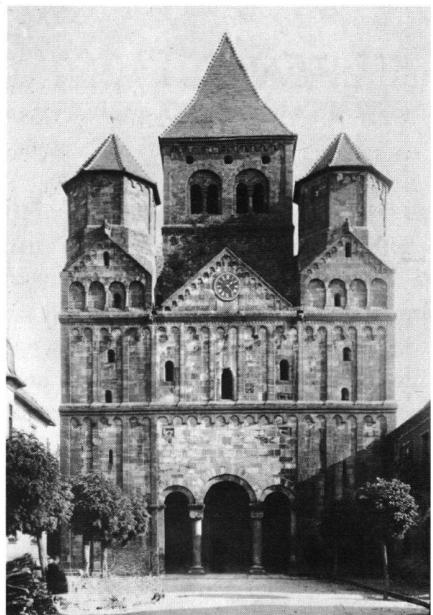
29: Basel – Münster. Beim Chor konzentriert sich das Raumerlebnis auf den Mittelpunkt Z. Beim Kreuzgang wird der Mittelpunkt Z wandelnd umkreist. Hier geht es um Dinge wie «Lebenswandel und Wandlung».



30: Die Quadratur des Kreises führt zu seiner Zwölfteilung und damit zum Zeitmass der «Stunde», womit schlicht der feste Standort gemeint ist. Vergleiche Tafel 1, Abb. 43.



31: Maursmünster (F). Die Zwölfteilung kann als Wechselspiel von gleichseitigem Dreieck und Quadrat verstanden werden. Es prägt die Fassaden der Klosterkirche von Maursmünster²⁹.

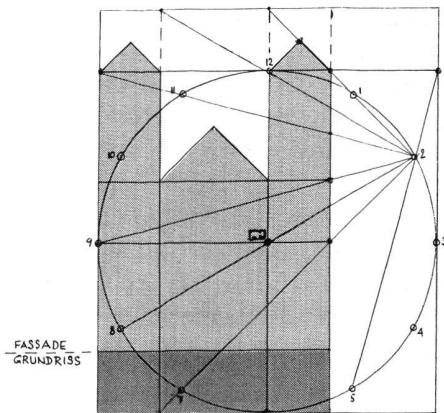


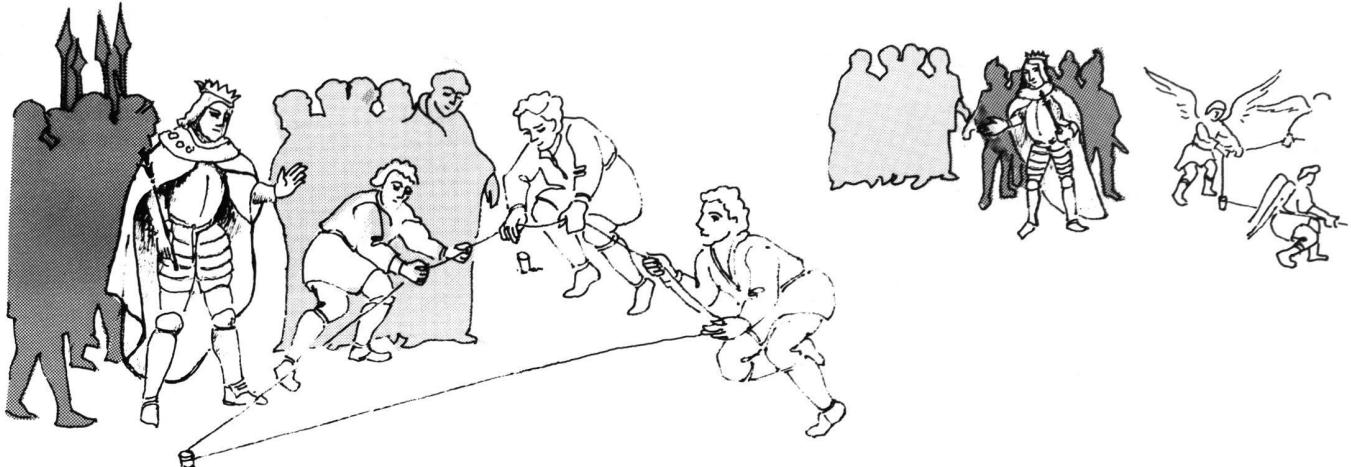
32: Maursmünster (F). Die Fassade kann als Teil eines Zifferblattes gelesen werden.

Weit fröhlicher entschlüsselt sich der Fassadenentwurf auf ordometrische Art, wenn ihm gleichsam das Zifferblatt einer Uhr unterlegt wird (Abb. 32). Im Rasterbild sind die Bezugslinien von 2 Uhr aus zu anderen Stunden eingeskizziert. Es sei dem Leser überlassen, das Bezugsnetz zu vervollkommen. Dass dies mehr als blosse Spielerei sein könnte, mag der Umstand andeuten, dass der Mittelpunkt des imaginären «Zifferblattes» wie kein anderer durch Fassadenschmuck ausgezeichnet ist und von hier aus überraschend eine mögliche Erklärung findet.

Castel del Monte

Baut der Entwurf des Basler Münsters auf dem gleichseitigen Dreieck auf, so soll mit Castel del Monte Friedrichs II. ein Bauwerk gegenübergestellt werden, das sich aus einem Quadrat entwickelt. Die Deutung dieses Bauwerkes, das einsam in der Landschaft steht, ist vielfach versucht worden. Sie reicht hin vom Jagdschloss mit Falkenturm bis zu Vergleichen mit vorbildhaften Bauwerken im Gelobten Land. Wenn F. Huber dieses Thema anschneidet³⁰, so geht es ihm nicht darum, direkte Bezüge nachzuweisen, sondern vor allem um die Frage der Königselle, welche die Normelle um eine Handbreite übertrifft. Nach seinem Dafürhalten passt sich das Achteck von Castel del Monte in ein Quadrat von 100 Tempellen zu 51,83 cm ein, wobei die Zahl 100 als *numerus perfectus* tief in der Geschichte wurzelt (Ezechiel 40,1–42,14). Darob soll aber der Umstand nicht übersehen werden, dass wir zwar den Bauherrn kennen, aber keine Ahnung haben, wer der Architekt war und woher die Bauleute kamen. Dieser Umstand wirft ein Schlaglicht auf die damalige Situation im Bauwesen. Es ist der Bauherr, der die Grundidee formuliert, gleichsam den geistigen Symbolgehalt umschreibt. Aufgabe des Architekten und Baumeisters ist es,





33: Alcobaça (P). Umzeichnung des Azulejo-Bildes in der Sala dos Reis. König Afonso Henriques und die Zisterziensermönche bei der Zeremonie des Aussteckens des Grundrisses.

diese Absicht in einem Entwurf und Konstruktionsprinzip augenfällig zu gestalten.

Der Stifter

Obwohl erst im 17. Jahrhundert gefertigt und in ganz anderem Zusammenhang, veranschaulichen die glasierten Fliesen im Königssaal des Zisterzienserklosters Alcobaça (Portugal) diese Situation aufs Eindrücklichste (Abb. 33)³¹.

Die Szene gliedert sich in zwei Register: Die Legende erzählt, dass Alfonso I. Henriques gelobt habe, im Tal von Alcobaça ein Kloster zu errichten, sofern es ihm gelinge, Santarem von den Mauren zu befreien. Dieses Gelöbnis spielt in entrückter Sphäre. Dort sind Engel schon eifrig daran, das himmlische Konzept auszuspannen. In der vorergründigen Szene wohnt der König dem Akt der Klostergründung bei. Sie zeigt die Bauleute beim Ausspannen des Schnurgerüsts. Erstaunlich ist, Welch klare Vorstellungen im 17. und frühen 18. Jahrhundert über solche Vermessungsakte des 12. Jahrhunderts noch vorhanden waren.

Die Entwurfsidee

Und damit zurück zu Castel del Monte, das um 1240 errichtet worden ist. Ausgangsinstrument ist eine Zwölfknotenschnur von viermal hundert Königsellen (Abb. 34).

1. Phase: Wie sich mit der Zwölfknotenschnur ein rechter Winkel abstecken lässt, wurde schon aufgezeigt (vgl. Abb. 26). Die Dreiteilung der Seiten bestimmt die lichte Weite des Innenhofes, die der Architekt um $\frac{1}{3}$ Elle aufs volle Mass von 34 Ellen vergrössert und die Gebäudeflügel zugleich auf 33 Ellen reduziert. Das Einziehen der Diagonalen liefert die willkommene Möglichkeit, die Genauigkeit der Absteckung zu überprüfen und zugleich den Mittelpunkt zu gewinnen. Die Vierteilung der Seiten, was sich durch einfaches Zusammenfalten der Messschnur ergibt, reduziert das Quadrat auf ein grossflächiges Kreuz mit Armen von einer Viertellänge und doppelter Breite.

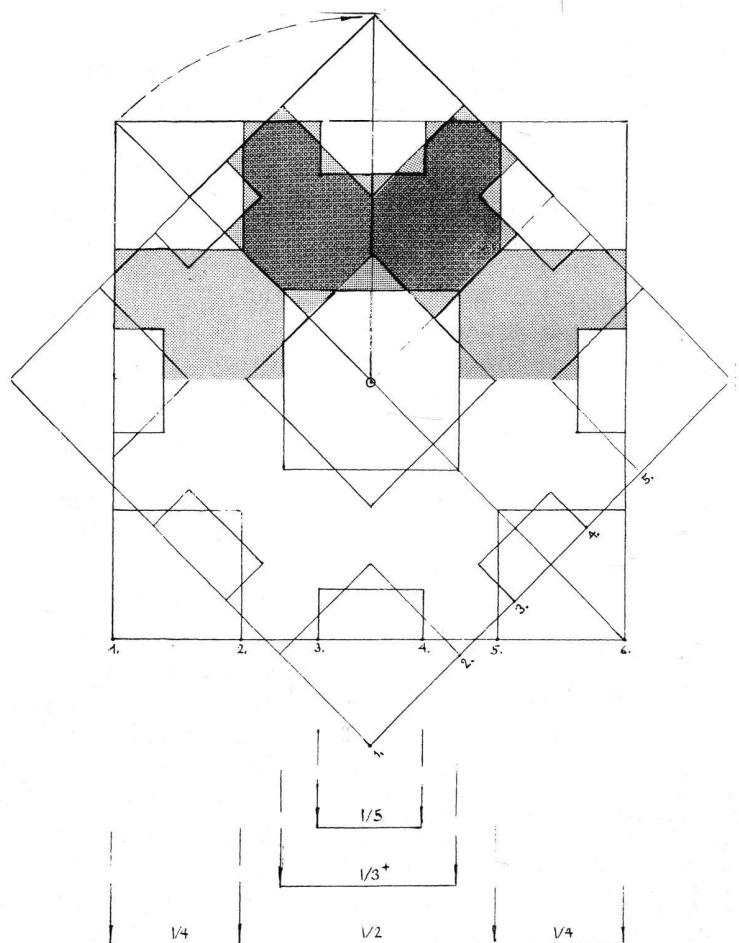
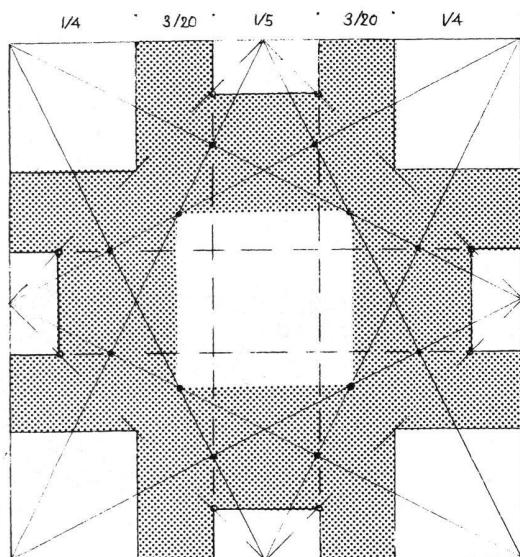
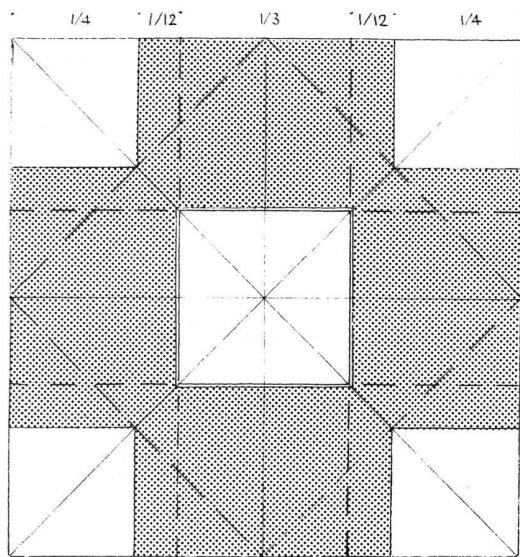
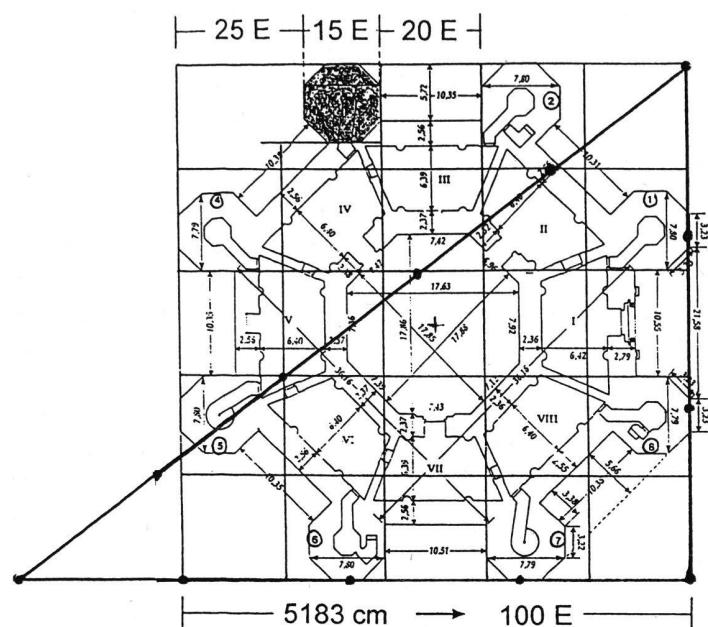
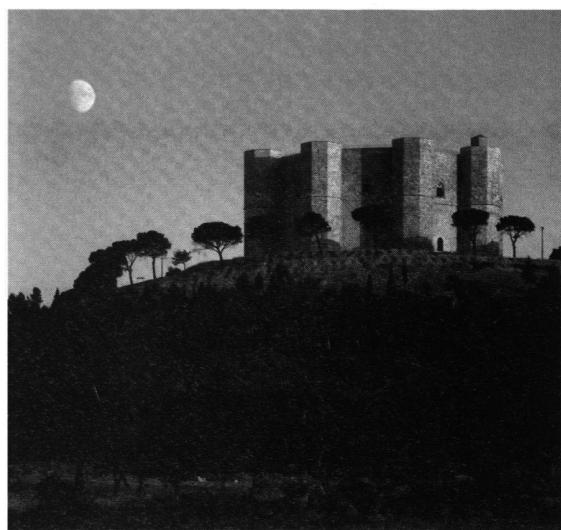
2. Phase: Der Einzug der Halbdiagonalen – sie zeichnen sich als gleichschenklige Dreiecke ab – führt zum Fünftel, das die Nischen zwischen den Türmen bestimmt. Die Kreuzarme erscheinen jetzt als gezahnt. Im gleichen Bezugsnetz erscheint das Drittel des Innenhofes nochmals. Der Architekt wird es, wie gesagt, aufs volle Ellenmass bringen.

3. Phase: Dreht man dieses Geviert um 45° , so wird der Innenhof achteckig. Die wechselseitige Abdeckung gibt auch den Türmen unversehens ihre achteckige Gestalt. Beim Entwickeln dieses genialen Entwurfes musste keine Zahl bemüht und kein Massstab beigezogen werden. Es musste weder ad-

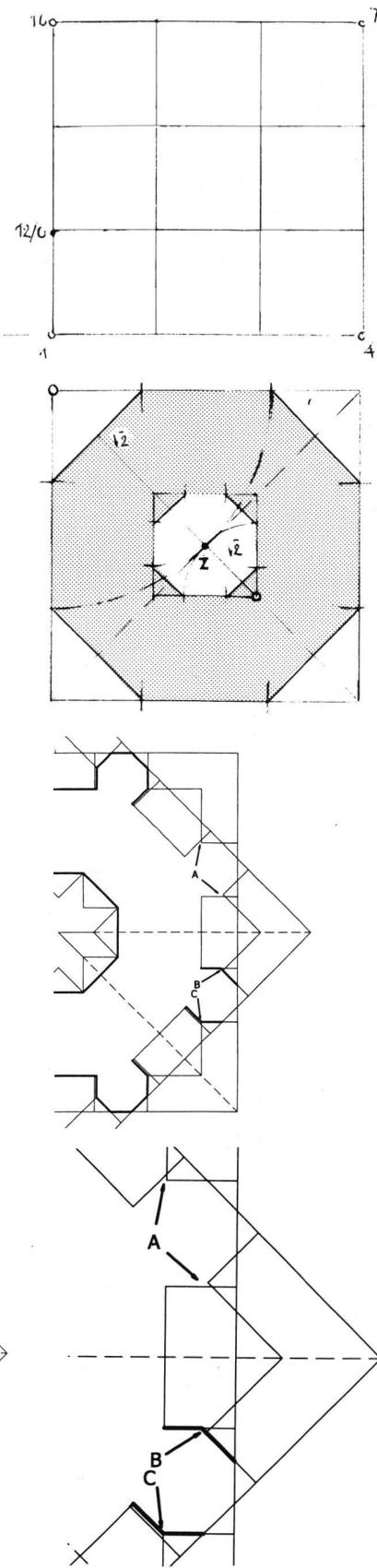
dert noch multipliziert werden. Allfällige Wurzelwerte lösten sich von selbst. Im Bezugsnetz verborgen sich die Werte $\sqrt{2}$ und $\sqrt{5}$ zur halben Seitenlänge von 50 Ellen. Die Gliederung zum Drittel, Viertel und Fünftel ergab sich allein aus dem Bezugsnetz; nur dort wurde gerechnet. Und «rechnen» meint ja ursprünglich nichts anderes als «richtig» und «recht» und geht aus dem Senkel, der *regula* (vgl. Kasten ⑧), hervor. Diesem Schnurgerüst kann jedes beliebige Mass unterschoben werden, das Endergebnis wird stets das gleiche sein. Dies ist die «unità di misura». Der Grundbezug zum Ganzen, zur «unità», geht nie verloren. Die innere Geschlossenheit verleiht diesen Entwürfen das Gepräge von Harmonie. Alles ist auf das Ganze abgestimmt. Statt mit den Brüchen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, und $\frac{1}{5}$ könnten bei Castel del Monte die Strecken auch mit Tonwerten bezeichnet werden, mit der Oktave c', der Quinte g, der Quart f und der grossen Sext a.

Der Entwurf

Ob der Begriff «Entwurf» sich von der Bildweberei ableitet, wo das Weberschiffchen durch das Kettengewebe, den *ordo*, geworfen wird, oder ob damit ursprünglich nicht das Auswerfen der Schnüre zum Abstecken der Grundrisse gemeint sein könnte, bleibe dahingestellt. Das französische «pro-jeter», das



34: Castel del Monte (I). Das Grundgeviert der Anlage geht von einer 400 Königsellen langen Zwölfknotenschnur aus.



35: *Castel del Monte (I).* Der Schritt vom Quadrat zum Achteck liesse sich auch über das Mass der Halbdiaagonalen ($\sqrt{2}$) gewinnen. Der Detailaufriß legt eine kleine Differenz offen (A); sie kann auf zwei Arten (B und C) bereinigt werden. In einem Fall erscheinen die Türme schlanker, im anderen trutziger. Nach den Vermessungen (Abb. 34 oben) wählt man mancherorts eine verschliffene Zwischenlösung. Diese minutiösen Unterlagen verdanke ich dem Vermessungsamt Basel (W. Messmer und R. Maiocchi).

«planen» bedeutet – aber genau genommen «voraus-werfen» heisst – passt besser zum Vermessungsakt. So oder so, der Begriff «Entwurf» ist und bleibt ein Schnur-Begriff.

Nun, was beim Entwurf von Castel del Monte, der auf acht Bezugspunkten aufbaut, so bestechend genial sich ausnimmt, würde beim Ausstecken im Feld zum unentwirrbaren Netz. F. Huber zeigt die gangbare Lösung auf: Er verlegt die gewonnenen Masse direkt auf die Seiten des Quadrates. Auch diese Vereinfachung des Absteckvorganges im Feld wird äusserste Disziplin erfordern (Abb. 35).

Man wird sich mit farbigen Schnüren beholfen haben. Hinter dieser Lösung kann nur jemand gestanden haben, der aufs Beste mit der altehrwürdigen Entwurfsmethode vertraut und daneben ein gewandter Mathematiker gewesen war. Dies lässt an Fibonacci denken³².

Das Zisterzienserkloster Eberbach

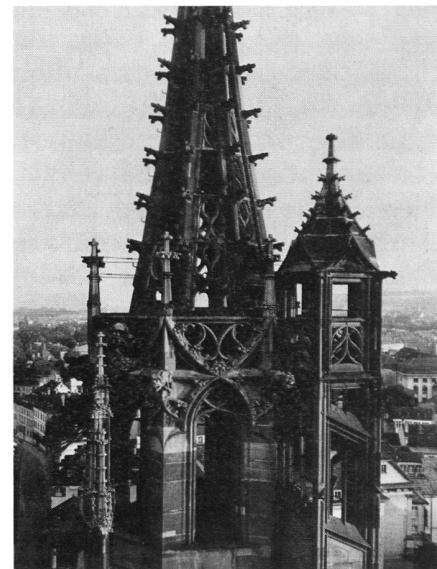
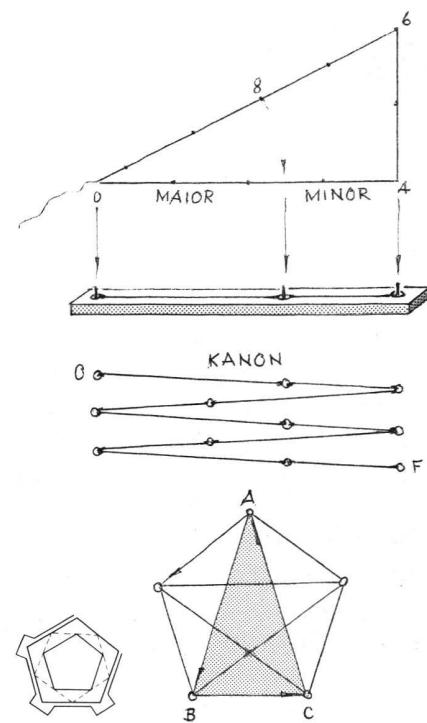
Sein Grundriss baut auf dem Fünfeck auf; dieses wiederum entwickelt sich aus dem goldenen Schnitt (vgl. Abb. 15.D und 16.G)³³. Er verlangt im Feld nach einer speziellen Zehnknotenschnur. Der Umgang mit dieser speziellen Messschnur soll anhand eines Beispiels dargestellt werden.

Die goldene Zehnknotenschnur

Zum obersten Podium des Martins-turmes führt beim Basler Münster ein kleines Treppentürmchen, wohl entworfen durch Hans von Nuss-dorf Ende des 15. Jahrhunderts. Es baut auf dem Fünfeck auf³⁴. Auch diese scheinbar heikle Aufgabe lässt sich über eine modifizierte Knotenschnur spielend lösen; doch diesmal ist es sachgemäss eine Zehnknotenschnur (Abb. 36).

Damit erhebt sich die praktische Frage: Wie lässt sich eine solche

Knotenschnur auf einfache Art herstellen? Als praktisch unmöglich erweist sich der Versuch, die Schnur selber knoten zu wollen. Am einfachsten geht es mit einem Brett, das man entsprechend mit Nägeln bestückt. Es stellt den Kanon dar. Bei den Messnägeln werden Ringlein eingehängt. Diese können nun mit Schnüren untereinander verbunden werden. Den letzten Ring dieses Abschnittes hängt man wie-



36: *Basel – Münster.* Fünfeckiges Treppentürmchen am Martinsturm, dessen Grundriss mit der Zehnknotenschnur abgesteckt wurde.

der in den ersten Nagel und bestückt die beiden anderen erneut mit einem Ring. Diese Operation führt zum zweiten «Abschnitt» usw. So wird eine spezielle Zehnknotenschnur erstellt³⁵, bestehend aus fünf Abschnitten je mit einem *maior b* und einem *minor a*. Mit diesem Kanon lässt sich in einem Wurf ein Pentagramm samt umgebendem Fünfeck aufspannen.

Rückblickend darf wiederum festgestellt werden, dass der «Entwurf» sich gleichsam aus sich selber entwickelt ohne jede Winkelberechnung und frei von jeder Zahlenschieberei. Solche Möglichkeiten müssen natürlich verlocken, das Netz des goldenen Schnittes weiter auszuspannen.

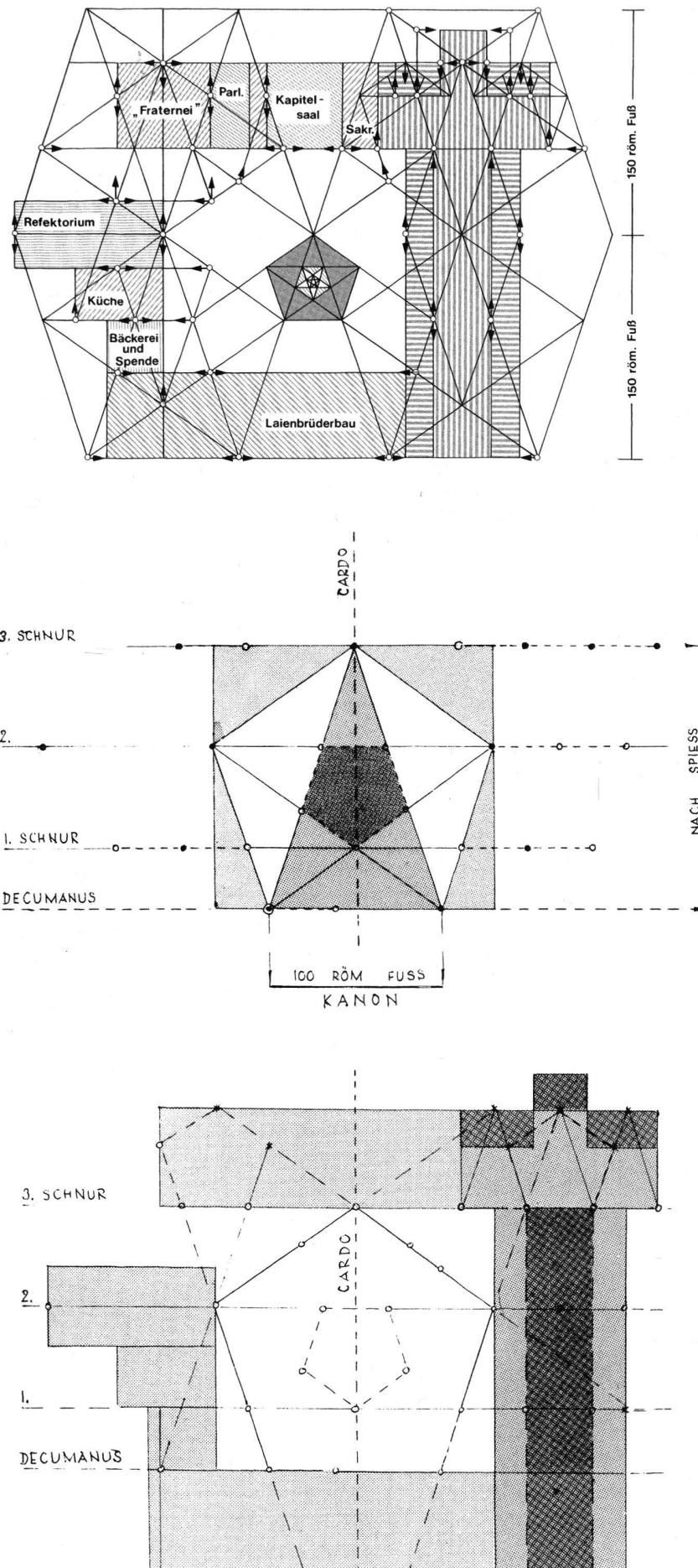
Eberbach

H. Spiess³⁶ gelang es, den Grundplan des Zisterzienserklosters Eberbach (Nähe Wiesbaden) anhand eines Fünfecknetzes zu entschlüsseln. Was dabei zu wenig augenfällig wird, ist der m.E. entscheidende Befund, dass der Kreuzgang nicht wie üblich auf einem Quadrat aufbaut, sondern auf den Proportionen eines Fünfecks (Abb. 37).

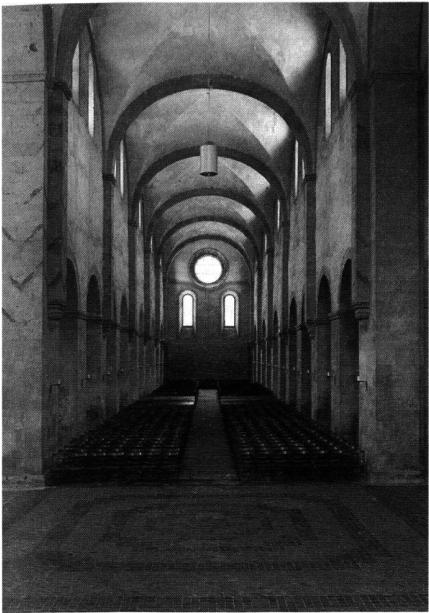
Um ihn gruppieren sich die Klosteranlage; entsprechend ist er der Ausgangsort des Schnurvermessungsaktes. Zur Verfügung steht die modifizierte Messschnur des goldenen Schnittes, hier basierend auf 100 römischen Fuss.

1. Phase: Zum Abstecken der Grundfigur wird der Kanon um einen *major* verlängert. So wird es möglich, die fünf Ecken durch das Ausspannen eines Pentagramms zu fixieren. Es bestimmt die Dimensionen des Kreuzganges (gerasterter Quadrat).

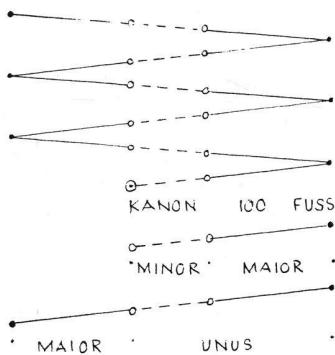
2. Phase: Nach diesem Akt wird die Schnur wieder auf den Kanon von 100 Fuss reduziert. Mit ihr lässt sich nicht nur das kleine Fünfeck ausspannen, sondern zugleich auch die Masshaltigkeit kontrollieren. Die Spitze des Fünfecks markiert den *cardo*; die Basis ruht auf dem *decumanus*.



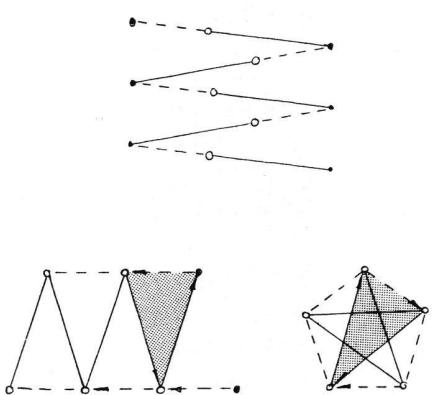
37: Eberbach (D).



DIE GROSSE SPEZIALSCHNUR



DIE KLEINE ZEHNKNOTEN-SCHNUR



Die Scharnierpunkte bzw. Schnurstückenden sind schwarz hervorgehoben, die Binnenmarke zwischen *maior* und *minor* durch ein weisses Ringlein. Bei beiden Grössen handelt es sich um irreale Messwerte, womit sich aber vorzüglich operieren lässt. Der *maior* misst bei 61,8 Fuss, der *minor* bei 38,2 Fuss.

3. Phase: Parallel zum *decumanus* werden über die markanten Punkte des Fünfecks Messschnüre ausgespannt: Die erste Schnur auf der Höhe der *minores* umfasst zwei Abschnitte, die an den Enden um einen *minor* verlängert werden. Die zweite Schnur auf der Höhe der seitlichen Ecken umfasst drei *canones* und einen *minor*. Die dritte Schnur auf der Höhe der Spitze umfasst zwei Einheiten und zwei *minores*. Damit ist eigentlich schon alles vorgegeben.

4. Phase: Die Knotenpunkte der drei Schnüre zeichnen ein Netzwerk schräg verlaufender Schnüre vor, das sich in der Randzone schneidet (*) und damit die Kontur der Klosteranlage fixiert. Dieses Netz liesse sich mit einfachen Schnüren ausspannen. Die Verwendung der Messschnur empfiehlt sich aber allein schon wegen der Kontrollmöglichkeit. Wie Abbildung 27 zeigen mag, lassen sich mit dieser verkürzten Messschnur auch komplizierte Detailfiguren mühelos abstecken. Die *minores* sind wiederum betont ausgezogen.

Schlussbemerkung: Wenn nicht alles täuscht, gerüstet sich der Kreuzgang des Zisterzienserklosters von Alcobaça ebenfalls auf einem Fünf-

eck auf. Welches Weltbild mag hinter diesem Konzept stehen? Als weiteres Rätsel kommt hinzu, dass dort der kirchenabseitige Wandelgang acht Gewölbeinheiten umfasst, die Verbindungsgänge deren neun. Der Wandelgang längs der Kirche weist hingegen zehn Kreuzgewölbe auf.

Nicht voll zurecht komme ich mit dem von H. Spiess der Anlage beigegebenen Massstab von 150 Fuss. So wie dargestellt entspräche er der Höhe des Fünfecks; dieser kommt aber beim Aufgerüsten des Bezugsnetzes keine konstruktive Funktion zu³⁷. Die Höhe des Fünfecks stellt einen überqueren Wert dar. Nach meinem Dafürhalten ist das Grundmass, der Kanon, in den Seitenlängen von 100 römischen Fuss des grossen Kreuzgang-Fünfecks zu suchen. Er beherrscht das ganze Bezugsnetz und vereint in sich *minor* und *maior*, die wiederum die Feinmaschigkeit bilden. Die Werte liegen nahe beieinander.

Das Wesen der mittelalterlichen Schnurvermessung

Darstellungen des erdvermessenen Gottes finden sich im Mittelalter recht häufig. F. Ohly nennt ihn *Deus geometra*, den Gott-Geometer³⁸. Dies würde nichts anderes heissen, als dass Gott die von ihm geschaffene und gestaltete Welt nochmals vermessen würde.

Die Kapitelüberschrift soll schlagwortartig auf eine andere Sicht des Bildinhaltes aufmerksam machen: Es geht jetzt nicht mehr um das Vermessen des äusserlichen Weltbildes, sondern um das Ermessen seiner inneren Ordnung, die in den Dingen verborgen ruht. Der *deus ordometra* ist nicht von ungefähr als Bild der Umschlagseite gewählt worden. Damit stellt sich die Frage: Wie sind Geometrie und Ordometrie gegeneinander abzugrenzen, arbeiten doch beide mit scheinbar gleichen Mitteln? Die geometrische Betrachtungsweise, wie die Griechen sie pflegten, geht vom

38: Der Begriff *Geometrie* bedeutet «Erd-Vermessung». Euklid schuf durch eine straffe Begriffshierarchie ihr operables Arbeitsinstrument. Es ist aber eine einseitige Betrachtungsweise. Wir stellen ihr hier die *ordometrische* gegenüber, die vom *Ganzen* ausgeht und wo der Punkt als Koordinate gesehen wird, d.h. als Kreuzungsstelle zweier gespannter Fäden.

Punkt aus, als der erdachten kleinsten Einheit, und endet im Ganzen, sei dies nun Körper oder Räumlichkeit (Abb. 38)³⁹.

Das schlichte Falten (Tafel 1: Abb. 39–44)

Abbildung 39

Die Betrachtungsweise der Ordnometrie geht umgekehrt vom Ganzen aus. Die korrekte Teilung erbringt die Fläche, die als Spannungsfeld zu verstehen ist. Die korrekte Teilung der Flächen wiederum führt zur Geraden. «Korrekt» meint in diesem Zusammenhang, dass der Abschnitt der Geraden – unabhängig von Form und Grösse der beiden Teilflächen – genau der gleiche ist. Mit der Geraden steht ordmetrisch die erste fassbare Grösse zur Verfügung. Ihre Halbierung führt rückwirkend zur «Quadrata» der Fläche⁴⁰. Das heisst, es bildet sich von selbst ein rechter Winkel aus und definiert zugleich die beiden Geraden – sie könnten als *cardo* und *decumanus* bezeichnet werden –, das Zentrum des Systems. Genau besehen ist der Mittelpunkt keine eigenständige, sondern eine fiktive Denkgrösse, die als Schnittstelle – Koordinate – zweier Geraden oder als Stossstelle von vier korrekten Teilflächen zu verstehen ist.

Alles ordnet sich aus sich selber heraus und findet dadurch seine Harmonie⁴¹. Es dürfte sich auf gut Glück als angzeigt erweisen, diese Spur noch zwei, drei Schritte beim Faltakt weiter zu verfolgen.

Abbildung 40

Faltet man nämlich die Figur nochmals zurück, so bietet sich die Gelegenheit, den Faltprozess weiterzutreiben, indem die Ecken zur Mittelline hin eingebogen werden. Es bildet sich erneut ein rechter Winkel, der aber aus zwei Winkeln zu je 45° gebildet wird.

Trennt man diese Figur mit einem Schnitt von der übrigen Fläche, so entfaltet sie sich zu einem vollendetem Quadrat, das durch Diagonalen in Winkel zu je 45° geachtelt

wird. Die Diagonalen⁴² erbringen zugleich auch den Wert $\sqrt{2}$. Damit sind aber die Möglichkeiten noch nicht ausgeschöpft. Falten wir das Quadrat wieder zurück zur Grundfigur.

Abbildung 41

Vor uns liegt wieder der halbierte rechte Winkel. Jetzt ergreift man die eingefalteten Ecken und schlägt sie bis zu den Aussenfalzen zurück. Damit wird der rechte Winkel in vier Winkel zu je $22,5^\circ$ gegliedert. Schneidet man die überzähligen Ecken weg, so entfaltet sich das einstige Quadrat zum Achteck. Selbst die weggeschnittenen Zwicken sind lehrreiche Elemente, die ohne grosse theoretische Betrachtungen dem Erkennen der «geometrischen» Zusammenhänge auf die Spur helfen.

Was hier mit wenigen Faltkniffen aus sich selber heraus klare Gestalt gewann, vollzieht sich auch im Schnurvermessungsakt: beim Polygonalchor der Chrischonakirche (vgl. Abb. 22) und bei Castel del Monte (vgl. Abb. 34). Durch das Zurückfalten der Ecken ist die Binnenteilung aber bereits vorausilend bei der Sechzehnerteilung des Kreises angelangt, d.h. auf dem Weg zum Sechzehneck.

Abbildung 42

Ganz anderer Natur sind die Figuren, die aus der Schrägfaltung herauswachsen. Ausgangsordnung ist und bleibt aber die Kreuz-und-quer-Faltung, die Quadrata.

Die Fläche ist bereits vorgefaltet und halbiert. Im ersten Arbeitsgang wird die Ecke B um A zur Mittellinie umgelegt und die Figur der Geraden entlang von der Fläche abgeschnitten. Zurückgelegt in die Ausgangslage wird jetzt die Gegencke A um B zur Mittellinie umgefaltet und die Figur längs der Geraden ausgeschnitten. Abgelöst und aufgeklappt liegt ein gleichseitiges Dreieck vom Typus Lepenski Vir (vgl. Abb. 13) vor uns mit all seinen Bezugslinien – den Mittelsenkrechten, den Winkel- und den Seitenhalbierenden. Sie zeichnen den Mittel- und Schwerpunkt aus.

Ihre Längen stellen den Wurzelwert $\sqrt{3}/2$ dar. Zudem erbringen sie die exakten Winkelmasse von 30° , 60° und 90° . Es bedurfte zum Erwerb dieser «geometrischen» Grösse keines Messinstrumentes, nicht einmal eines Lineals.

Abbildung 43

Durch einfaches Falten eines halben Quadrates ergibt sich die Zwölfeteilung des Kreises; sie findet sich in der Detailbetrachtung des Kreuzganges des Basler Münsters (vgl. Abb. 27) bereits vorgezeichnet. Das halbe Quadrat wird in zwei Reihen zu vier Quadratfelder unterteilt. Die Ecke A wird um den Zentralpunkt Z von Rasterfalte zu Rasterfalte umgefaltet bis hin nach B, dann umgekehrt die Ecke B um Z nach A. Das Endergebnis ist ein zwölfgeteilter Halbkreis. Horizontal ausgelegt und bei Z mit einem Schattenstab ausgerüstet, entsteht eine Sonnenuhr, abgestimmt auf den 21. März und 23. September, die Tagundnachtgleichen. Der Winkel des Mittagschattens zeigt dann zugleich auch den Breitengrad des Beobachtungsstandortes an. Eine Ordnung, die anhand ihrer 15° -Einteilung des Kreises sich selber zeitlich Stunde für Stunde zu vermessen beginnt.

Architekt und Ordnung

Der missverstandene Pythagoras: Wie bequem es sein kann, im Feld über das Verhältnis $3:4:5$ einen rechten Winkel abzustecken, wurde am Beispiel von Castel del Monte (Abb. 34) aufgezeigt. Der pythagoreische Lehrsatz ist aber kein Beweis für einen rechten Winkel, sondern baut auf dem rechten Winkel auf. Wie die Faltarbeiten offen legten, ist der rechte Winkel eine vorgegebene Grösse!

Abbildung 44 (Tafel 1)

Das Streckenverhältnis $3:4:5$ beruht auf einer einfachen Beobachtung im Umgang mit der Zwölfknotenschnur. Der geniale Inhalt des Lehrsatzes liegt aber in der Messbarkeit der Wurzelwerte.

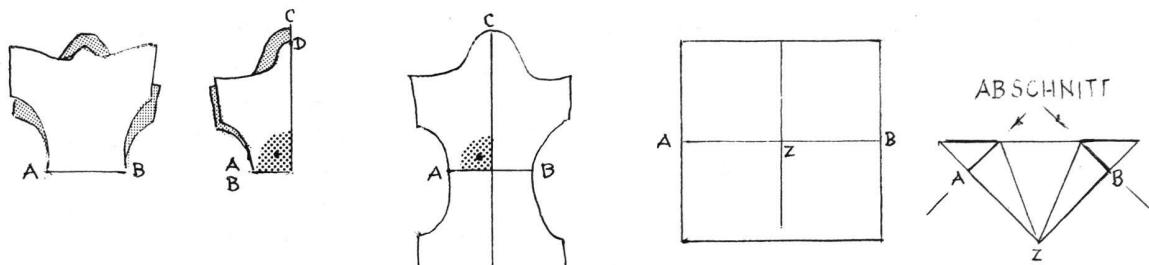
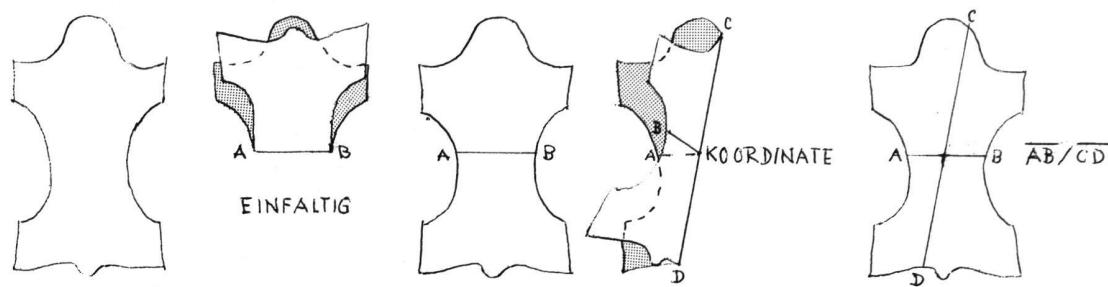


ABB. 39 (90°)

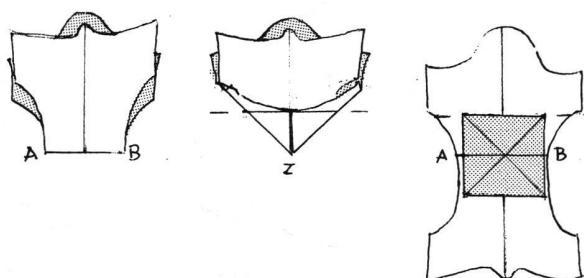


ABB. 40 ($45^\circ, \sqrt{2}$)

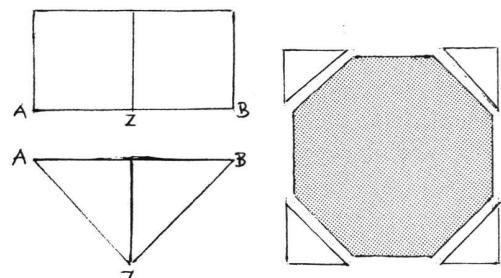


ABB. 41 (22.5°)

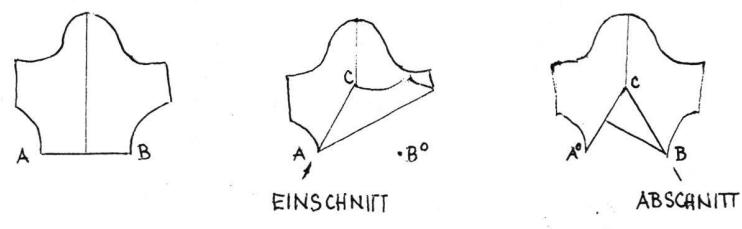
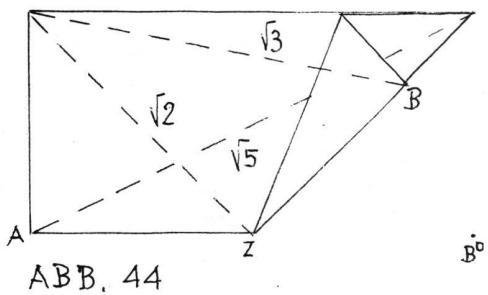
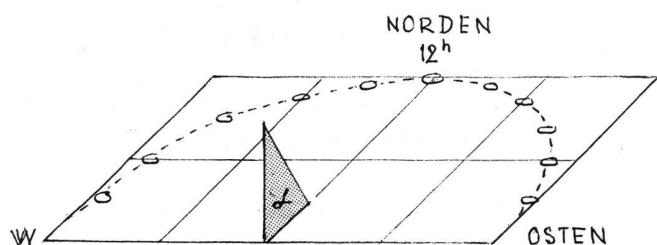
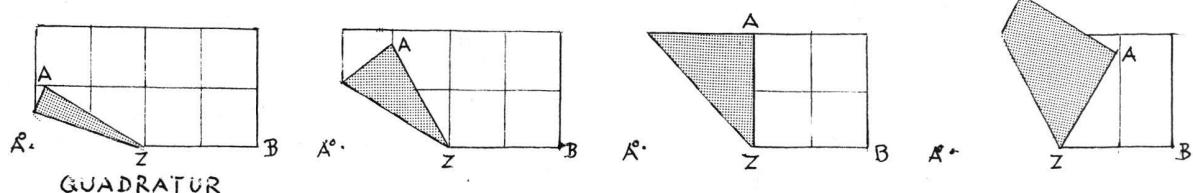
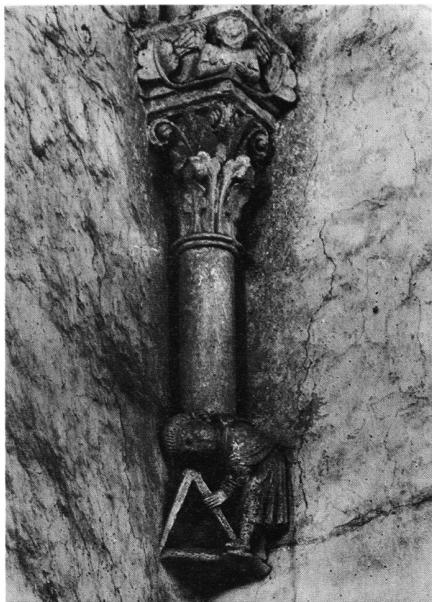


ABB. 42 ($90^\circ, 60^\circ, 30^\circ, \sqrt{3}$)



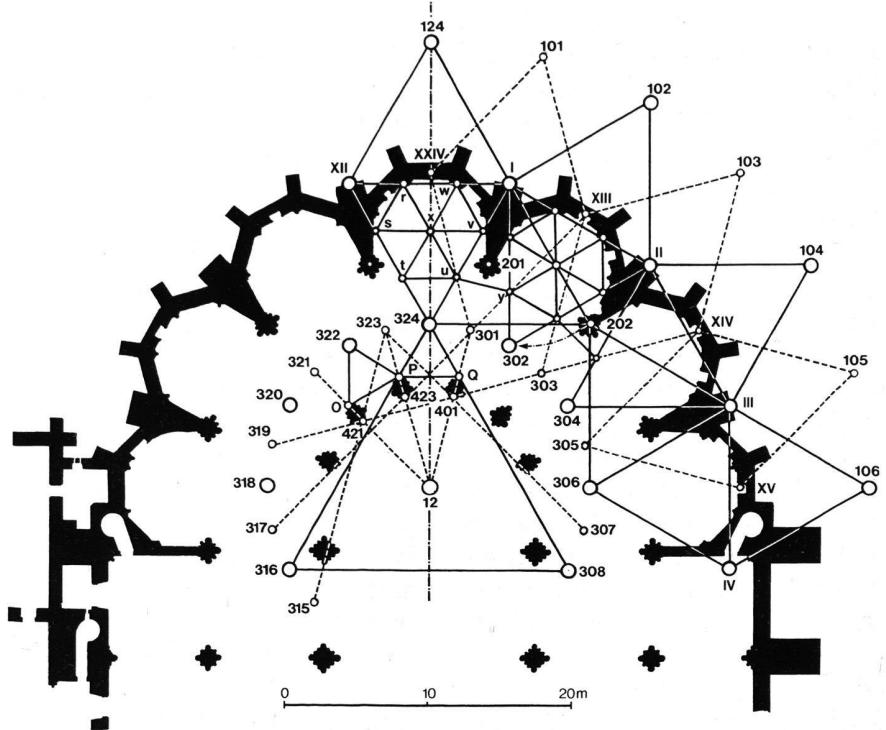
Tafel 1: Abb. 39–44. Das schlichte Falten. Jeder Falz kann auch als straff gespannter Faden gesehen werden.



45: Wer sich allein auf die Darstellung des Architekten (Zeichnung unten) beschränkt, erkennt ihn zwar in seiner äußerlichen Funktion, aber nicht in seiner vollen Verantwortung, in seiner Berufung. Sein Werk hat die Weltordnung zu tragen⁴⁵.

Schon bei einem Kanon von 10 cm erreicht man Wurzelwerte mit der Genauigkeit von einer Stelle hinter dem Komma. Bei einiger Übung lässt sich auch die zweite Stelle hinter dem Komma abschätzen, womit zugleich aber auch bereits die Grenze des Messbaren erreicht ist. Kurz: der Begriff von einem *deus geometra*⁴³, einem vermessenden Gott, trifft den Sachverhalt nicht. Es geht um mehr: Es geht um die Vorstellung von einer allen Dingen zugrunde liegenden inneren Ordnung und einem allgemein wirksamen Weltgesetz. Die Darstellung auf dem Umschlag stammt aus der Zeit um 1200⁴⁴. Christus ist als *deus ordometra*, als ordnende Kraft, zu verstehen und nicht als *geometra*, als vermessender Geometer.

Die Wandsäule auf Abbildung 45



46: Köln (D). Chor des Domes von 1248–1322⁴⁷. Das gleichseitige Dreieck dominiert den Entwurf immer noch, doch durch die Verfeinerung ist seine Ominpräsenz kaum noch erkennbar.

verkörper aufs Elementarste reduziert die Architektur, das korinthische Kapitell ihre Tragkraft. Der Engel auf dem Abakus⁴⁵ versinnbildlicht die himmlische Ordnung, von der die «Quadrata» des Kreuzrippengewölbes ausgeht. Gebeugt von seiner grossen Verantwortung versucht der Architekt die göttliche Weltordnung mit dem Zirkel zu fassen und zu erfassen. Eine allein auf die Figur des Architekten reduzierte Darstellung – ohne Säule (Architektur), Kapitell (tragende Kraft) und Abakus (rechnerische Weltordnung) – wird der inneren Bedeutung dieses Berufsstandes im Mittelalter nicht gerecht.

Im übertragenen Sinn greifen auch die Sprüche Salomons 8 dieses Phänomen einer vorgegebenen Weltordnung auf; sie wird dort «Weisheit» genannt:

8,1: «Ruft nicht die Weisheit vernehmlich?»

8,22: «Der Herr schuf mich, seines Waltens Erstling, als Anfang seiner Werke, vorlängst.»

8,23: «Von Ewigkeit her bin ich gebildet, von Anbeginn, vor dem Ursprung der Welt.»

8,24: «Noch ehe die Meere waren, ward ich geboren, noch vor den Quellen reich an Wasser.»

«Als er die Grundfeste der Erde legte (8,30) da war ich als Liebling ihm zur Seite ... (8,31) spielte auf seinem Erdenrund und hatte mein Ergötzen an den Menschenkindern.»

8,36: «Wer mich aber verfehlt, der schädigt sich selber.»

Ob Weisheit oder Weltordnung, Harmonie oder schlicht Schönheit genannt, in ihnen erkannte der gläubig Suchende des Mittelalters die Gegenwart des Göttlichen, das die ganze Schöpfung erfüllte⁴⁶. In diesem Sinne ist die Architektur des Mittelalters zu sehen und zu verstehen. Auch wenn sich im Verlaufe des Mittelalters die Architektur in rasch zunehmendem Mass bis in die äusserste Spitzte verfeinert (Abb. 46)⁴⁷. Die Fraktalen sind ja nichts anderes als letzte Reflexion zur Grundordnung.

Die Vermessenheit

Doch damit zurück vom *ordo*-Denken zur Schnurvermessung. So berichten die Chronisten zum Bau der Abtei Corvey von 822⁴⁸:

«Sie sei entstanden, um unter Anstrengung der Seele die Armut des diesseitigen Lebens zu lindern.» Und berichten

weiter: «(Dann) warfen sie die Schnur, schlügen Pflöcke ein und begannen zu messen, zuerst die Kirche, dann die Wohnungen der Brüder.»

Wie die kunstvolle Vernetzung der Choranlage des Kölner Domes (Abb. 46) schlaglichtartig die Situation erhellt, verästelt und verfeinert sich der Entwurf und entfernt sich immer weiter von der einfachen «Grundordnung». An der Stelle des Wissens um deren im Göttlichen ruhenden Ursprung gefällt sich der Mensch mehr und mehr in detailhafter Gliederung und spitzfindigen Rechenkünsten. Was einst praktische Übung war, wird zunehmend zur «reinen» Wissenschaft.

Diese Fraktalisierung ist keine Sondererscheinung des Mittelalters. Ein schönes Beispiel bringt Gandz⁴⁹, wo Rabbi Josuā ben Hanania sinniert: «Es gibt nichts besseres zum Messen als eiserne Ketten, aber was können wir tun, wenn die Tora sagt: „Und in seiner (Gottes) Hand war ein Messeil.“» Wohl erkannte der Mensch die technische Unzulänglichkeit der Schnur – man denke nur an ihre Elastizität oder ihre

Wetterföhligkeit (Luftfeuchtigkeit) –, aber sie verkörpert eben ein übergeordnetes Prinzip. Greifen wir die Zwölfknotenschnur (Abb. 12 und 15) auf, so lässt sich ungefähr abschätzen, wie der Umgang mit der Schnur Zug um Zug in eine wissenschaftliche Betrachtungsweise hinübergeführt hat. Gandz bringt es auf den Punkt: «Bevor die Schriftkunst erfunden war, spielten die Knotenzeichen eine grosse Rolle als *memoria technica* ... So wurde das Seil von einem Instrument der Messkunst zu einem Werkzeug der Zählkunst und höchstwahrscheinlich auch der Rechenkunst.»⁵⁰

Es war nicht jedermanns Sache, diesen Schritt vom spontanen Umgang mit der Schnur hin zu Berechnungen ohne weiteres mittun zu können. Es ist ein anderlei, ein gleichseitiges Dreieck mit einer Zwölfknotenschnur auszuspannen oder sein Seiten-Höhe-Verhältnis anhand von $\sqrt{3}$ zu berechnen (Abb. 44). Dies führt dazu, dass gewandte Mathematiker ihren Kollegen mit Näherungswerten weiterhalfen. So empfahl Albert von Reims, der nachmalige Papst Silvester II., für das gleichseitige Dreieck als Näherungswert das Verhältnis 7 zu 6⁵¹. Dabei bleibt zunächst die Frage offen, ob der Wert von $\sqrt{3}$ auch tatsächlich errechnet oder nicht einfach nachgemessen (Tafel 1, Abb. 44) worden ist (vgl. Kasten ⑬).

nommen – nicht mehr operabel, kann nicht mehr als Ausgangsfigur zu einem Entwurf wie das Basler Münster genommen werden.

2. Die Ironie der Umstände will es, dass jeder Entwurf – egal auf welche Art er zustande kam – im Feld dann doch wieder nur mittels der Schnur abgesteckt werden kann. Kurz: Schon immer fehlte es nicht an Stimmen, die solch neuartigen Rechenkünsten skeptisch gegenüberstanden, nicht aus Angst vor dem Neuen, sondern aus Besorgnis, dass der Mensch in seiner Wesenhaftigkeit Schaden nehmen könnte. Man fürchtete vor allem die Gefahr der Selbstüberschätzung.

Wider die Vermessenheit

In seinem «Narrenschiff» (1494) geht Sebastian Brant das Thema frontal an⁵². Herausgegriffen sei der Geometer-Geograf: «Wer ausmisst Himmel, Erd und Meer, und darin suchet Lust, Freud und Le(h)r, der schau, dass er dem Narren we(h)r.» Bestürzend die Konzentration der Illustration (Abb. 47).

Der Akt findet in einem engen Hof statt. Über die Mauer tippt ein anderer Narr den Erdvermesser zaghaft an und deutet mit seiner Linken auf die Weite der Welt draussen vor der Mauer. Der Narrengeometer nimmt zwar die Mah-



47: Sebastian Brant macht den Narren, der sich als deus ordometra seben möchte, zum Gespött⁵².

Wurzelwerte für Computerleute ⑬

Beim Falten (Tafel 1, Abb. 39–44) treten nur «einfache» Wurzelwerte wie $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ und $\sqrt{5}$ auf. Es handelt sich um nachmessbare Werte, die sich durch einfache Nachrechnungen leicht verfeinern lassen.

$\sqrt{2}$: 1,41423562. Cesarianon empfiehlt den Näherungswert 17:12 = 1,41666. Hier muss die Nähe zum Sireneneton auffallen: Die «Naturalisten» errechnen den Tritonus mit 1,4068, die pythagoreische Schule mit 1,4238. Der ordometrische Wert liegt bei 1,4157. Vgl. Moosbrugger 1975, 349, Abb. 6.

$\sqrt{3}$: 1,732050807. Die Seite des gleichseitigen Dreiecks mit 7 veranschlagt, ergibt eine Höhe von 6,062177824. Der von Gerbert vorgeschlagene Näherungswert von 7:6 weist eine kleine Differenz auf, die aber im Entwurf von Auge durchaus erkennbar ist. Es ist ein mühsamer Weg, solche Werte rechnerisch anzugehen. Vgl. Hofmann 1925, 386.

$\sqrt{5}$: 2,236067977. Sie führt wie dargestellt über die Formel $\sqrt{5}-1:2$ zum minor von 0,618 und zum goldenen Schnitt 1,618.



48: Die freien Künste. Eine Darstellung von 1477.

nung kurz wahr; aber er begreift sie nicht. Der wohlgemeinte Tipp stört ihn nur in seinem eifrigen Tun. Er selber sieht sich – so sein Gebaren – als *deus geometra*. Hier trifft der Ausdruck vollumfänglich zu, denn es wird nur die äussere Gestalt der Erde vermessen. Ihre schöpferische Ordnung bleibt unerkannt. Charakteristischerweise fällt das gleichseitige Dreieck, welches die Dreieinigkeit symbolisiert, aus Geschichte und Traktanden mit der Spitze nach unten.

Die Darstellung der freien Künste von 1477 nimmt die Wissenschaften aufs Korn (Abb. 48)⁵³. Kaum am Erblühen, fängt schon die Spezialisierung an. Hier finden sich die verschiedenen Sparten der Rechenkunst noch im Halbkreis vereint. Mit eleganten Schritten schiebt jeder das Spielbein zur Mitte hin. Im Zentrum steht die Arithmetik und präsentiert das Rechenbrett, aber die Zahreihe läuft bereits verkehrt. Linkerhand will ein bäriger Weiser einem Studioso etwas erläutern. Dieser hört aber nicht hin, sondern steckt seine Nase eifrig in ein Buch, jetzt schon ein «Nase-Weiser». Rechterhand tritt der Geometer ins Bild; in Händen hält er Zirkel und Winkel. Er ist in diesem Verein der Einzige in wetterfestem, feldmarschützigem Habit. Fast schon mitleidig blickt sein Nachbar auf ihn hinunter, auf sein Buch verweisend. Darauf sitzt aber ein krähendes Hähnchen, das die Runde zum gackernden Hühnerhof macht. Und dann all die modischen Hüte – Welch eitle Geckerei! Im Hintergrund steht verloren und im Abseits des illustren Kreises ein

alter Weiser, barhäuptig, was ihn als Philosophen kennzeichnet. Seine Hand hält eine Haspel mit einem Schnurknäuel hoch. Seine Rolle hat er offensichtlich ausgespielt. Der Erscheinung nach könnte es Petrus sein, der Menschen-Fischer, der es versteht, aus dem Garn ein Netz zu knüpfen. Er repräsentiert die altherkömmliche Schnurvermessung.

Aber was sollen Hund und Esel? Der Hund dürfte wohl niemand anders sein als Diogenes, der Zyniker, der in Athen an jeder Haustüre ungeniert seine Duftmarke setzt und am helllichten Tag mit einer Laterne nach dem letzten Menschen sucht. Es ficht ihn nicht an, dass einer der Umstehenden ihm mit vor den Mund gehaltenem Finger andeutet, still zu sein. Ausser dem Esel beachtet niemand das Gekläff. Mit dem Esel wird aber ein ganz neuer Inhalt ins Bild gebracht. Es ist die alte Geschichte von Oknos, dem Seiflechter⁵⁴. Gleich einem Sisyphus ist Oknos dazu verdammt, bis in alle Ewigkeit ein Hanfseil zu drehen. Hinter seinem Rücken zermalmt aber ein Esel laufend seiner Hände Mühen. Schuldbewusst neigt der Esel sein Haupt.

vorausgegangenen Hochkulturen – eine Vorliebe, einfachste Zahlenwerte zu mystifizieren (1, 3, 7, 12 etc.), indem es sie zu geheimnisvollen Bedeutungsträgern macht. Zusammenfassend darf aber gesagt werden, dass das Mittelalter den Versuch wagt, *rational mit irrationalen Größen (Wurzelwerten und π) umzugehen*. Es ist der kühne Versuch, eine höhere Ordnung mit ordometrischen Mitteln zu fassen⁵⁵.

Wer hätte geahnt, wie viel Kulturgeschichte und Rechenkunst in einem Knäuel Schnur stecken!

Résumé

Les traités et essais mettant l'art de bâtir médiéval en relation avec la géométrie existent à profusion. Il n'en va pas ainsi à mon sens, et cet art doit d'abord être rattaché à l'«ordométrie», dont le point de départ est l'arpentage à la corde. C'est en relation avec cette corde que se sont développées les notions de ligne, de distance et de segment. D'ailleurs, le terme «projet» ne signifie rien d'autre que de tirer le cordeau pour tracer le plan au sol (fig. 20).

C'est à cette fin qu'est tôt apparue la corde à douze noeuds (fig. 15), définissant treize segments égaux (corde des Druides). Avec la disposition requise de ces noeuds, il est possible d'implanter à angle droit le plan d'un bâtiment, sans recourir au calcul ni à la mensuration.

Le compas, fréquent attribut de l'architecte dans les représentations médiévales (fig. 45), n'est pas tant un instrument servant à tracer des arcs de cercle qu'un outil dont les pointes permettent de mesurer et de reporter des distances (fig. 2).

Ces opérations n'appartiennent pas à l'ordre abstrait de la géométrie, mais à celui de l'«ordométrie» (fig. 11). Celle-ci constitue ainsi une tentative d'appréhender l'ordre inhérent au monde des origines.

Les maîtres d'œuvre du Moyen Age, grâce à cette simple corde à noeuds (fig. 33), étaient ainsi parfaitement

Schlussbetrachtung

Das Mittelalter wurde oft unbedarf als «dunkles Zeitalter» – dark age – abqualifiziert. Genau besehen dürfte sich die «darkness» weit eher auf die Grauzone beziehen, die zwischen der ganzheitlichen mittelalterlichen Betrachtungsweise der Welt und unserer heutigen, rein wissenschaftlichen Sicht der Dingen liegt, welche wir überheblich als die einzige richtige erachten.

Wie Abbildung 48 zeigt, geht schon Ende des 15. Jahrhunderts die Entwicklung voll in diese neue Richtung. Zugleich wird aber auch schon früh deren Fragwürdigkeit erkannt: Sebastian Brant versteht es, die damit verbundene Existenz-Problematik in einen kurzen Dreizeiler einzubringen. Wohl bekannt das Mittelalter – wie auch die

capables d'implanter sans calcul dans le terrain des valeurs correspondant à des nombres irrationnels comme les racines carrées de 2, 3 ou 5, ou encore au nombre π .

(François Christe, Lausanne)

Riassunto

Articoli e saggi che decodificano geometricamente il concetto di costruzioni medievali ne esistono in così gran quantità che sono difficilmente rilevabili. Secondo la mia opinione qui non si tratta in primo luogo di geometria, bensì di ordometria, la quale è radicata nella misurazione con la corda. In relazione con la «corda» si sono sviluppate delle terminologie come «linea», «corda» o «segmento». Persino un termine «progetto» non intende altro che «lanciare» le corde per segnare il tracciamento sul terreno, cioè la norma (fig. 20).

Come strumento molto affidabile si sviluppa già presto la corda a dodici nodi (fig. 15) con le sue dodici «tappe» simmetriche.

A seconda, di come i nodi vengono uniti tra di loro, la proiezione orizzontale di un edificio viene tracciata ad angolo «equo», senza aver prima dovuto calcolare e misurare l'angolo. Il compasso, che secondo le rappresentazioni medievali viene dato in mano all'architetto (fig. 45),

non è proprio da interpretare come compasso per la «costruzione» di archi, bensì di più come strumento con le cui «punte» si misurano le distanze e poi si trascrivono (fig. 2). Con questi procedimenti non si tratta di idee intellettuali sulla geometria, bensì dell'ordometria (fig. 11), cioè avvicinare e afferrare l'ordine che da sempre c'è nel mondo, infine coniata nella forma della linea del piombo, dal latino «regula», in francese «la règle». Assieme agli operai medievali cerchiamo di dare un'occhiata dietro le quinte (fig. 33). Difficilmente qualcuno è capace come loro di maneggiare sistematicamente con precisione misure irrazionali come $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ e π , che si lasciano tracciare tutte sul terreno con la semplice corda a dodici nodi, senza dover fare alcun calcolo.

(Christian Saladin, Origlio)

Resumaziun

Il concept geometric per decifrar la geometria d'edificis medievals è vegnì descrit en nundumbraivels artitgels e tractats. Tenor mes parrai na sa tracti dentant en emprima lingia da la geometria sezza, mabain d'ordometria cun sias ragischs en la mesiraziun a corda. L'avuronc cun la corda èn sa svilup-

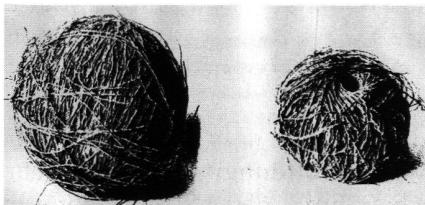
pads terms sco «Linie», derivant da «Leine», «Strecke» u «Abschnitt». Gea, schizunt in term sco «Entwurf» na signifitga nagut auter che bittar la corda per marcar il profil da cordas en il terren, la norma (ill. 20). Gia fitg baud è sa sviluppada la corda da dudesch nuvs cun ses tresdesch segments eguals sco med nizzaivel (ill. 15). Cun coliar a moda differenta ils nuvs pon ins profilari il bajetg tenor giavisch senza stuair quintar e mesirar ordavant ils anguls.

Il circul ch'ils architects tegnan enta maun sco attribut sin purtrets medievals (ill. 45) serva main per disegnar tschertgels che per mesirar e transportar cun ses dus pizs «distanzas» (ill. 2).

Questas operaziuns n'en betg da considerar sco in'occupaziun intellectuala da la geometria, mabain da l'ordometria (ill. 11). I sa tracta d'ina prova d'eruir l'urden fundamental da la stgaffiziun che sa manifesta finalmain en la furma dal plumin, latin «regula», franzos «la règle». A travers questa «corda dal plumin» pon ins definir e mesirar il lieu ed il temp.

Ils mastegnants dal temp medieval eran vaira maisters cun las grondezzas irraziunalas sco $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ e π ch'ins pudeva mesirar directamain sin il terren cun la corda simpla da dudesch nuvs senza las stuair calcular.

(Lia rumantscha, Cuira)



Anmerkungen

¹ Vgl. Moosbrugger 1985, 88 Abb. 68, Tf. 4C und Faltplan.

² Vgl. Moosbrugger 1968, 11: St. Leonhardskirche. Auf den als Unterlagslatten der hochgotischen Pfeiler wiederverwendeten sandsteinernen Sockelplatten (Tf. 12 oben) waren zum Teil noch messerscharfe Ritzlinien festzustellen, welche die Schnurlinien des Grundrisses markierten (vgl. Fotodokumentation E. Székely der Archäolog. Bodenforschung BS).

³ Der althochdeutsche Ausdruck *senchil* bezeichnete «Anker» wie «Schlepp- oder Zugnetz». Dahinter steht das Bewirkungszeitwort «senken», verwandt mit dem stark reflektierenden Zeitwort «sinken»; davon kommt «senkrecht». Mit «Lot» oder «im Lot» ist das Bleigewicht gemeint.

⁴ Binding 1987, Abb. 643.

⁵ Binding 1987.

⁶ Moosbrugger 1968, Tf. 14.

⁷ Binding 1987, Abb. 358.

⁸ Affolter 1990, Bd. 1, 208 Abb. 335.1.

⁹ Vgl. Moosbrugger 1966, XXVII und 1967, XXXIV; Moosbrugger 1972, 36.

¹⁰ Gandz 1931, 255. Er tritt der alten Meinung entgegen, exakte Winkel liessen sich mit Schnüren nicht aufreissen.

¹¹ Moosbrugger 1983, 51 und 88; 1983, 47.

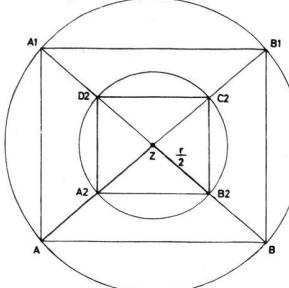
¹² Der Begriff wird erst im 16. Jh. aus dem Lateinischen *architectus* übernommen, der auf Griechisch *archi-* «Haupt, Führer» und *tékton* «Holzhandwerker» zurückgeht. Im Mittelalter pflegte er sich *Daidalos* zu nennen.

¹³ Moosbrugger 1983, 56 Abb. 12–14 und 1972, 73 Anm. 134. Das kleine Tempelchen

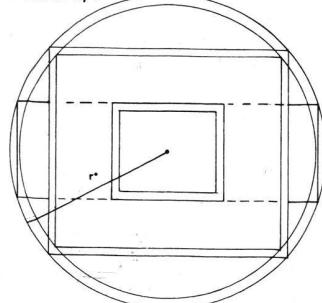
bildet den Schwerpunkt. Von dort aus entwickelt sich der Grundriss des umfriedenden Hofes. Bei Z dürfte ein Altar gestanden haben.

¹⁴ Bögli 1966, 209. Ferner Moosbrugger 1983, 57 Abb. 18–19.

PHASEN 4, 5



PHASEN 6, 7



¹⁵ Srejović 1975 und Rother 1981, 278.

¹⁶ Das Zentrum Z ist Brennpunkt in dreifacher Hinsicht:

Z ist erstens Schwerpunkt des Dreiecks, zweitens Mittelpunkt des magischen Umkreises und drittens Fokus des Binnenkreises, wie das Auseinandersetzen der verschiedenen Elemente an einem ungleichseitigen Dreieck deutlich macht. Kein Wunder, dass die Dreieinigkeit in Gestalt des Dreiecks symbolisiert wurde. Es wäre falsch, sie allein in den drei Eckpunkten erkennen zu wollen. Die «Göttlichkeit» ist als Spannungsfeld jedes Eckpunktes zum Gegenüber, d.h. zu den beiden

anderen zugleich zu verstehen. Die Bezugslinien fallen den Schwerpunkt aus.

¹⁷ Der Skyphos befindet sich im Louvre. Den Hinweis verdanke ich meinem Studienkollegen J. Dörig (Genf). Vgl. Furtwängler 1932, Tf. 168. In der Knotenschnur sind auch die Anfänge des Quipu, der Knotenschrift als Gedächtnishilfen zu sehen. Dies gilt nicht nur für die Inka – von dorther der Name «Quipu-Knoten» – sondern genauso auch für die Chinesen wie für die Ägypter. Vgl. Claiborne 1978, 16.

¹⁸ Moosbrugger 1985, 27 Anm. 28.

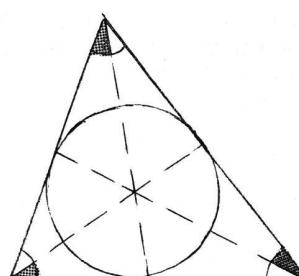
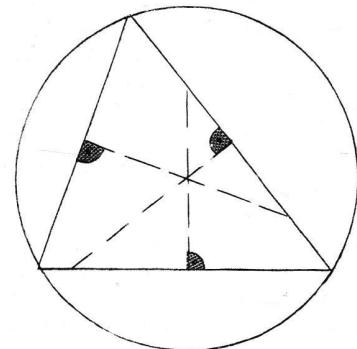
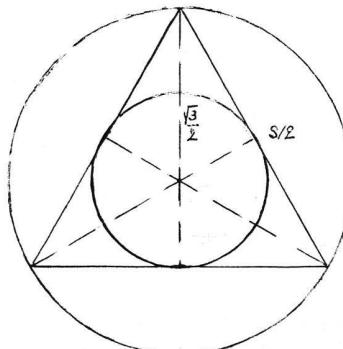
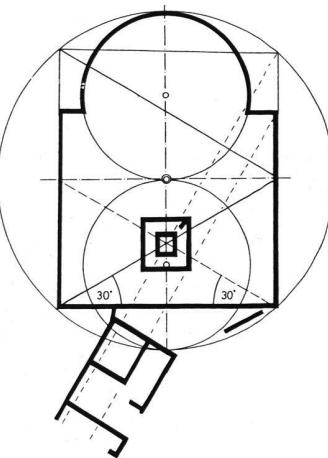
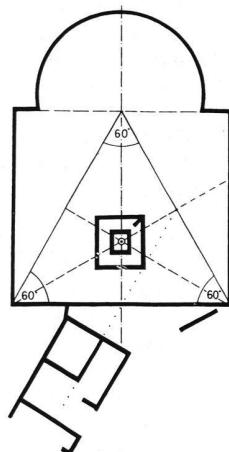
¹⁹ Auch die Bauzeit ist weniger abhängig von der Arbeitskraft der Bauhütte, sondern weit mehr von der Finanzkraft des Auftraggebers. So konnte die grosse dreischiffige Kirchenanlage von Kornelimünster bei Aachen zu Beginn des 9. Jh.s in drei Jahren verwirklicht werden. Dahinter stand Kaiser Ludwig der Fromme. Der Bau des Münsters Maria Laach im Dreieck zwischen Mosel und Rhein zog sich nach dem Tod des Stifterehepaars über 120 Jahre hin. Vgl. Rippke/Pallhuber 1984, 25 und 134.

²⁰ Binding 1987, Abb. 45. Darf die helfende weibliche Gestalt als die Kirchenpatronin verstanden werden? Auf jeden Fall ist der vierstrahlige Rippenansatz des Steins markant gezeichnet und erinnert deshalb unwillkürlich an den Kreuznimbus Christi.

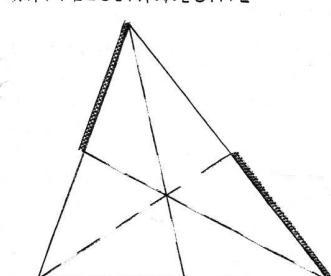


²¹ Vgl. Vischer 1941.

²² Jahresbericht der Archäologischen Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt. Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde 65/2, 1965, XXIV, Faltplan XXXVI.



WINKELHALBIERENDE



SEITENHALBIERENDE

²³ Das Basler Münster hat Maria zur Schutzpatronin, wie so viele andere Münster oder Dome. Der genaue Azimut (die Winkelabweichung von Norden aus über Osten) des Sonnenaufgangs ist am Tag der Sommersonnenwende (21. Juni): 52:39.

Wegen der Hügelketten am Horizont verzögert sich der Sonnenaufgang vom 21. Juni um eine Kleinigkeit und liegt damit um eine Spur weiter östlich. Eine anschauliche Einführung findet sich bei Schwegler 1992, 30.

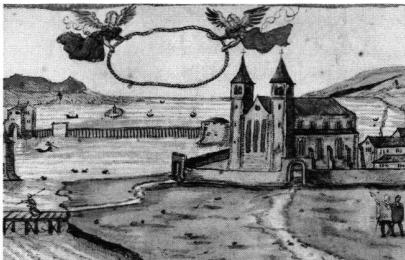
²⁴ Schmale-Ott 1979, 42. Den Hinweis verdanke ich K.H. Krüger (Münster/Westf.).

²⁵ Dümmler 1900, 44.

²⁶ Im Ägyptologischen Seminar Basel liegt ein unveröffentlichtes Manuskript von J. Parlebas zu «La déesse Seshat» (PPar).

²⁷ In Bezug auf die Masshaltigkeit von Cluny III vergleiche Naredi-Rainer 1986, 75 und Abb. 24. Gunzo, Abt von Baume, hatte sich nach Cluny zurückgezogen. Er galt als Musiker, *psalmista praecipitus*, was damals als Hinweis genommen werden darf, dass er sich auch mit Mathematik befasst hat. Es würdigen ihn auch Kaspar 1985, 90, Abb. 2; Braunfels 1985, 80, 105 und 295. Der Begleittext besagt: «Danach sah Gunzo Petrus selbst ein dünnes Seil spannen und selbst die Länge und Breite (der Klosterkirche) auszumessen.» Petrus beauftragt ihn, diese Vision zum Neubau Abt Hugo zu überbringen. Gunzo sträubt sich aber zunächst wie Jonas. Die Schnüre werden hier *funiculi* genannt.

²⁸ Die Unantastbarkeit bezieht sich zunächst auf das Allerheiligste, auf den Altar und den abgeschränkten Altarraum. Die Kirche selber ist aber ebenfalls von einem Immunitätsbereich umgeben, einst in Form eines ummauerten Hofes oder eingefasst mit einem Graben.



Bei der Stadt ist es der Stadtgraben, später die Bannmeile. Die Vedute des Fraumünsters fasst es ins Bild: Über dem Kloster schweben zwei Engel und halten einen Schnurkreis über die geplante Klosteranlage. Die Legende besagt: «(Gott) sant ein grun seil vom himel herab. Das lag ring wis uf der hofstat; darbi der küng (Ludwig der Fromme) sach und markt ... Dis seil niemand kond wüssten, von was matteri es gemacht was.» Das Seil steht hier für Entwurf und durch seine geschlossene Kreisgestalt zugleich auch für die Immunität. Vgl. Etter 1988, 40 und Abb. 15.

²⁹ Vgl. Spiess 1968. Die Abbildungen sind entnommen aus Naredi-Rainer 1986, 215. Er kommentiert den Befund wie folgt: «Vergleicht man die einfachen und leicht überschaubaren geometrischen Zusammenhänge mit den entsprechenden (modernen) algebraischen Formeln, wird man schlagartig der Tatsache bewusst, dass eine solche Proportionierung nur auf dem Weg geometrischer Konstruktion erfolgen kann. Obwohl der Vorgang der geometrischen Bemessung in jeder Phase ohne weiteres nachzuvollziehen ist,

folgt doch kein Schritt als konstruktionsimmanent einzige möglicher dem vorhergehenden, sondern wird jeweils von der übergeordneten *Kompositionsidee* bestimmt.» Die «Kompositionsidee» sehe ich bei Maursmünster in der «Quadratur des Kreises» (vgl. Abb. 30).

³⁰ Huber 1996, 45. Wenn ich es recht sehe, führt die Wurzel der Staufer letztlich zu den Eguisheimern, deren Stammburg einen achteckigen Bergfried aufgewiesen haben soll. Auch Dantes «Divina Commedia» ist nach dem *numerus perfectus* aufgebaut: Ihre 100 Gesänge verteilen sich mit 34 und zweimal 33 Gesängen auf die drei Bücher.

³¹ Umzeichnung anhand von Fotounterlagen, die mir C. Häring freundlicherweise zugeschickt hat: Nur der König ist im Detail gegeben; seine Garde, die Staatsmacht präsentierend, ist dunkel gerastert; der Konvent dagegen mit hellem Raster zusammengefasst. In der ersten Szene führt der König das Szepter mit der Linken, mit der Rechten weist er sich vorbeugend in die Richtung der späteren Stätte. Er wird von seiner Garde gerahmt. Die Mönche stehen noch außerhalb. Soweit auf der Foto bei all den Glanzlichtern erkennbar, tragen die Engel witzigerweise eine Art Feldstiefelchen. In der zweiten Szene steht der König zwischen Garde und Klosterbruderschaft. Genau besehen steht der Abt schon mitten im Klostergelände und seinem Immunitätsbezirk.

³² Fibonacci (1180–1228), auch Leonardo Pisano genannt, wuchs in Arabien auf. Er überbrachte als erster das indisch-arabische Zählensystem ins Abendland. Er stand dem Hofe Friedrichs II. sehr nahe.

³³ Zum goldenen Schnitt vgl. Spiess 1959, 30; Kottmann 1971, 18 mit Darstellung der Fibonacci-Kurve 1975, 240.

³⁴ Vgl. Naredi-Rainer 1986, 222 Abb. 124 und 125.

³⁵ Dies gilt für jede Art von Knotenschnur. Das Ringlein erlaubt ein präzises Setzen der Messnägel. Statt mit Schnüren lassen sich die Ringlein auch mit gestreckten Metallgliedern zu Messketten verbinden. Sie sind von alters her bekannt und galten gegenüber den elastischen Messschnüren als zuverlässiger; vgl. dazu Gandz 1931. Ein neuzeitliches Beispiel bei Schneebeli 1979.

³⁶ Spiess 1959 und Haas 1962, 73.

³⁷ Gegen die Theorie von H. Spiess wendet sich auch Kottmann 1981, 79. Er beschäftigt sich allerdings nur mit der Klosterkirche.

³⁸ Ohly 1982, 1.

³⁹ Naredi-Rainer 1986, 36.

⁴⁰ Der Begriff «*Quadrata*» ist hier als Aufteilung in vier Sektoren zu verstehen. Diese Verteilung leuchtet auch im Kreuznimbus auf, der Christus als Gottessohn auszeichnet. Der Kreuznimbus verherrlicht weit mehr die göttliche Weltordnung, als dass er an den Kreuzestod erinnern will. Gewiss trifft zu, wie es Naredi-Rainer 1986, 68 fasst: «... geht zurück auf die keltische Verteilung des Beobachtungsraumes durch die Auguren.» Dahinter steht aber die generelle Verteilung, wie sie sich bei jedem geordneten Faltakt beobachten lässt. Der Mensch dürfte schon früh diesen Akt als vorgegebenes Ordnungsprinzip erlebt und erkannt haben.

⁴¹ Naredi-Rainer 1986, 31 fasst die Situation wie folgt zusammen: «So spannt sich von

ihren mythischen Anfängen bis zu ihrem Ende in der Aufklärung über mehr als zwei Jahrtausende eine Harmonievorstellung, die in ihrer pythagoreisch-platonischen Fassung und deren Transposition ins Christliche im mittelalterlichen *ordo*-Denken zugleich Weltvorstellung war, der sich auch die Architektur einordnet.»

Hinter *ordo* verbirgt sich meines Erachtens mehr als ein Gedanke, nämlich eine eigenständige Disziplin, die – rein äußerlich betrachtet – sich sehr «geometrisch» ansnimmt. Die Ordometrie geht vom Ganzen aus und sucht nach inneren Proportionen. Da diese in Relation zum Ganzen stehen, werden sie von Auge und Ohr als harmonisch empfunden.

⁴² «Diagonal» meint heute einfach «schräg». Es ist ein griechisches Lehnwort, das sich zusammensetzt aus *dια* «durch» und *γωνία* «Ecke, Winkel» bzw. *γόνη* «Knie». Bemerkenswert erscheinen mir die Betrachtungen von Gandz 1931, 273 zu geometrischen Begriffen wie «Diagonal» und ihre operative Anwendung. Danach meint «Diagonale» das Messseil, «das ausgespannt wird, um die Entfernung zu messen». In diesem Sinne sehen wir primär die Funktion des Zirkels in der Hand des Architekten (vgl. Abb. 2).

⁴³ Ohly 1982, 1. Bei Binding 1987 finden sich zahlreiche Darstellungen.

⁴⁴ Titelbild der *Bible moralisée* von 1220 nach Ohly 1982, Tf. 1. Christus hält die scheibenförmige Erde mit ihren Kontinenten und den alles umfassenden Meeren in seiner Linken. Mit der Rechten führt er den Zirkel. Dieser hat zwei ungleiche Speichen, die kürzere sticht senkrecht ins Kreiszentrum, die längere nimmt den Kreisumfang ins Mass. Die ganze Szene hält sich im reich verzierten Rahmen; einzig der rechte Fuß greift mit den Zehen darüber hinaus und verbindet mit der Umwelt. Die zentrale Zirkelspeiche ist als Senkel zu verstehen, der über dem *genius loci* steht.

⁴⁵ Konsolfigur im nördlichen Querhausarm von Ste-Trinité in Vendôme, Trägerin des Kreuzgewölbes, 11. Jh. Naredi-Rainer 1986, Frontispiz. – *Abakus*: der Ausdruck meint das Rechen- und Spielbrett, nach Gandz 1931, 276 leitet es sich von hebräisch *ABAQ* «knüpfen, knoten» ab. Beim griechischen Tempel ist damit das Ausgleichsbrettchen zwischen Säulenkapitell und Querbalken gemeint.

⁴⁶ Vgl. das Kapitel «harmonia – ordo – concinnitas» bei Naredi-Rainer 1986, 11, besonders Seiten 21–23. Seite 31 endet es, wie bereits zitiert, im «*ordo*-Gedanken».

⁴⁷ W. Weyers, Das System des Kölner Chorgrundrisses. Kölner Domblatt 1959, 97.

⁴⁸ Bernhard 1995, 28. Freundlicher Hinweis von K.H. Krüger (Münster/Westf.).

⁴⁹ Gandz 1931, 267. Bei der Messkette handelt es sich um eine seltene Fundgruppe. Ein neuzeitliches Beispiel bringt Schneebeli 1979.



- ⁵⁰ Der Ausdruck «rechnen» – damit war ursprünglich der sorgfältige Umgang mit der *regula* gemeint – gewinnt mit der Zeit den Sinn von «Umgang mit Zahlen». Dazu gehört auch die Fehlrechnung des *Tohu wa bohu*. Interessanterweise greifen Jesaja 34,11 und Amos 7, 7–8 auf die Vorstellung von Richtschnur und Senkblei zurück, wenn sie die volle Vernichtungskraft von Chaos und Zerstörung darstellen wollen: «Und er wird darüberspannen das Seil des *Tohu* und das Senkblei des *Bohu*.» In die gleiche Denkvorstellung ordnet sich auch der Ausdruck «Nihilismus» ein. Ihm liegt das lateinische *nihil* zugrunde; die ältere und von den Dichtern gebrauchte Form *ni-hilum* legt den Inhalt «kein Fäserchen nicht», geschweige denn eine Schnur, offen.
- ⁵¹ In Anmerkung 162 geht Naredi-Rainer 1986, 72 der Frage nach, wie zwei gleichseitige Dreiecke Spitze gegen Spitze angelegt wurden (vgl. Abb. 27, Basler Münster). Der Umgang mit der Zwölfknotenschnur (Abb. 15.C) erwähnt er nicht. Erstellt über den Näherungswert 7:6 läuft der Entwurf aus dem Ruder.
- Brant 1986, 165.
- Binding 1987, 50 Abb. 28.
- Bachofen 1954, 352.
- Haase 1975, 249: «Dabei wird transparent, dass Mathematik offenbar doch mehr ist als blosse Erfindung des menschlichen Verstandes ... und dass auch die harmonikalnen Gesetze nur Teile einer umfassenden, höheren Ordnung sind.» Meines Erachtens sind sie in der Ordometrie zu suchen (Moosbrugger 1975, 349).
- Clarke 1930 – S. Clarke et al., *Ancient Egyptian Masonry* (Oxford 1930).
- Davies 1978 – V.L. Davies, *Wege zu den Göttern*. In: Ägypten, Schatzkammer der Pharaonen (Berlin/München 1990) (=National Geographic Society, Washington D.C. 1978).
- Dümmler 1900 – E. Dümmler, *Pascasius Radbertus, Epitaphium Arsenii. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Philosophisch-historische Abhandlungen* 11, 1900.
- Etter 1988 – H.J. Etter et al., *Die Zürcher Stadt-heiligen Felix und Regula* (Zürich 1988).
- Fortin 1999 – M. Fortin, Syrien – Wiege der Kultur (Quebec 1999).
- Furtwängler 1932 – A. Furtwängler et al., *Griechische Vasenmalerei* 3 (München 1932).
- Gandz 1931 – S. Gandz, *Die Harpedonapten oder Seilspanner und Seilknüpfer. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. B: *Studien* 1 (1931).
- Haas 1962 – W. Haas, Rezension H. Spiess. *Deutsche Kunst und Denkmalpflege* 1962.
- Haase 1975 – R. Haase, Der missverstandene goldene Schnitt. *Zeitschrift für Ganzheitsforschung NF* 19 (IV) 1975, 240.
- Haselbeck 1990 – F. Haselbeck, Der Grundstein der Traunsteiner Klosterkirche und sein «zielen Plätzle». *Das archäologische Jahr in Bayern* 1990.
- Helm 1956 – R. Helm, Massverhältnisse vorgeschichtlicher Bauten. *Germania* 30, 1952.
- Hofmann 1925 – J.E. Hofmann, Erklärungsversuche für Archimedes' Berechnung von $\sqrt{3}$. *Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik NF* III 12, 1925/1.
- Hornung 1991 – E. Hornung und E. Staehelin, Sethos – ein Pharaonengrab, *Ausstellungskatalog Antikenmuseum Basel* (1991).
- Huber 1986 – F. Huber, Der St.Galler Klosterplan, eine mathematisch-metrologische Analyse. *ARCUS, Zeitschrift für Architektur und Naturwissenschaft* 6, 1986.
- Huber 1996 – F. Huber, Jesi und Bethlehem, Castel del Monte und Jerusalem. Struktur und Symbolik der «Krone Apuliens». In: *Kunst im Reich Kaiser Friedrich II. von Hohenstaufen, Akten des internationalen Kolloquiums, Rheinisches Landesmuseum Bonn* 1994 (München/Berlin 1996).
- Kaspar 1985 – N. Kaspar, Mittelalterliche Planung und Vermessung zum Bau von Städten und Burgen. *Nachrichten des Schweizerischen Burgenvereins* 1986/5.
- Kottmann 1971 – A. Kottmann, Das Geheimnis romanischer Bauten: Massverhältnisse in vorromanischen Bauwerken (Stuttgart 1981²).
- Kottmann 1981 – A. Kottmann, Fünftausend Jahre messen und bauen. Planungsverfahren von der Vorzeit bis zum Ende des Barocks (Stuttgart 1981).
- Meyer 1998 – P. Meyer-Maurer, Römische Landvermessung in der Schweiz. *Helvetia archaeologica* 115/116, 29, 1998.
- Moosbrugger 1966/1967 – R. Moosbrugger-Leu, Jahresbericht der Archäologischen Bodenforschung Basel-Stadt. *Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde* 66, 1966 und 67, 1967.
- Moosbrugger 1968 – R. Moosbrugger-Leu, Die Ausgrabungen in der St. Leonhardskirche zu Basel: Der archäologische Befund. *Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde* 68, 1968.
- Moosbrugger 1972 – R. Moosbrugger-Leu, Die Ur- und Frühgeschichte. In: *Riehen, Geschichte eines Dorfes* (Riehen 1972).
- Moosbrugger 1975 – R. Moosbrugger-Leu, Perspektivische Bezüge: Musik und Harmonie oder die Babuschka-Figur. In: *Ordo et mensura* 3, 1975.
- Moosbrugger 1983 – R. Moosbrugger-Leu, Geschichte der Bautechnik: Schnurvermessung. *Schweizer Baublatt* 86 und 88, 1983.
- Moosbrugger 1985 – R. Moosbrugger-Leu, Die Chryschanakirche von Bettingen. Materialhefte zur Archäologie in Basel 1, 1985.
- Moosbrugger 1992 – R. Moosbrugger-Leu, Christus mit den zwei linken Händen. *Schriften des Vorarlberger Landesmuseums Reihe A* 5, 1992.
- Naredi-Rainer 1986 – P. von Naredi-Rainer, Architektur und Harmonie: Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst (Köln 1986).
- Ohly 1982 – F. Ohly, Deus geometra: Skizzen zur Geschichte einer Vorstellung von Gott. In: Tradition als historische Kraft; Interdisziplinäre Forschungen zur Geschichte des frühen Mittelalters 1 (Berlin 1982).
- Oppel 1937 – H. von Oppel, *KANΩN*: Zur Bedeutungsgeschichte des Wortes und seiner lateinischen Entsprechungen (*regula-norma*). *Philologus, Supplementband* 30 (Leipzig 1937) Heft 4.
- Reidinger 1999 – R. Reidinger, Die romanische Pfarrkirche in Bad Fischau. *Unsere Heimat, Zeitschrift für Landeskunde von Niederösterreich* 70, 1999, Heft 4.
- Rippke/Pallhuber 1984 – W. Rippke und J. Pallhuber, *Die Eifel. DuMont-Kunstreiseführer* (Köln 1984).
- Rother 1981 – F. Rother, Jugoslawien. *DuMont-Kunstreiseführer* (Köln 1981?).
- Rottländer 1995 – R.C.A. Rottländer, Zum Weiterleben antiker Maßeinheiten und Methoden der Bauplanung im Mittelalter. In: Kongressakten des 5. Symposiums des Mediävistenverbundes in Göttingen 1993 (Sigmaringen 1995).
- Schmale-Ott 1979 – I. Schmale-Ott, *Translatio sancti Viti martyris* (Münster 1979).
- Schmidchen 1987 – N. Schmidchen, das Mass aller Dinge. Messen als Element der Weltdeutung des Menschen, eine kulturgeschichtliche Betrachtung. In: *Ingenieurvermessung von der Antike bis zur Neuzeit* (Stuttgart 1987).
- Schneebeli 1979 – K. Schneebeli, die vergessene Messkette. *Der Bund vom 15.9.1979*.
- Schwegler 1992 – U. Schwegler, *Schalen- und Zeichensteine der Schweiz* (Basel 1992).
- Simek 1992 – R. Simek, Erde und Kosmos im Mittelalter. *Das Weltbild von Kolumbus* (München 1992).
- Spiess 1959 – H. Spiess, Mass und Regel. Diss. Aachen 1959.
- Spiess 1968 – H. Spiess, *Geometrie in Mauersmünster. Bulletin de la Société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs* 1968.
- Srejović 1975 – D. Srejović, Lepenski Vir: Eine vorgeschichtliche Geburtsstätte europäischer Kultur (Gladbach 1975²).
- Vischer 1941 – E.B. Vischer, Die Restauration des Basler Münsters. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 3, 1941/1 (Reprint in Jahresbericht 12, 1998 der Freunde der Basler Münsterbauhütte).

Bibliographie:

- Affolter 1990 – H.C. Affolter et al. *Die Bauernhäuser des Kantons Bern 1: Das Berner Oberland* (Basel 1990).
- Bachofen 1954 – J.J. Bachofen, Oknos der Seiflechter, ein Grabbild. *Gesammelte Werke* 4, 1954.
- Bernhard 1995 – M. Bernhard, Klöster: Hundert Wunderwerke des Abendlandes (Erlangen 1995).
- Binding 1985 – G. Binding, *Geometricis et arithmeticis instrumentis: Zur mittelalterlichen Bauvermessung*. *Jahrbuch der Rheinischen Denkmalfpflege* 30/31, 1985.
- Binding 1987 – G. Binding, Mittelalterlicher Baubetrieb Westeuropas: Katalog der zeitgenössischen Darstellungen (Köln 1987).
- Bissing 1932 – F.W. von Bissing, *Grundsteinbeigabe Sesostris' I.* aus dem Tempel von Dendere. *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 68, 1932.
- Bögli 1966 – H. Bögli, Ein Heiligtum der Civitas Rauracorum. In: *Helvetica Antiqua, Festschrift Emil Vogt* (1966).
- Brant 1986 – Sebastian Brant, Das Narrenschiff, nach der Erstausgabe (Basel 1494) sowie den Holzschnitten der deutschen Originalausgabe (Tübingen 1986/3).
- Braunfels 1985 – W. Braunfels, *Abendländische Klosterbaukunst*. Dumont Dokumente 5 (Köln 1985).
- Cantor 1875 – M. Cantor, Die römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmesskunst, eine historisch-mathematische Untersuchung (Leipzig 1875; Reprint Wiesbaden 1968).
- Claiborne 1978 – R. Claiborne, Die Erfindung der Schrift. In: *Die Frühzeit des Menschen* (Hamburg 1978).
- Davies 1978 – V.L. Davies, Wege zu den Göttern. In: Ägypten, Schatzkammer der Pharaonen (Berlin/München 1990) (=National Geographic Society, Washington D.C. 1978).
- Dümmler 1900 – E. Dümmler, *Pascasius Radbertus, Epitaphium Arsenii. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Philosophisch-historische Abhandlungen* 11, 1900.
- Etter 1988 – H.J. Etter et al., *Die Zürcher Stadt-heiligen Felix und Regula* (Zürich 1988).
- Fortin 1999 – M. Fortin, Syrien – Wiege der Kultur (Quebec 1999).
- Furtwängler 1932 – A. Furtwängler et al., *Griechische Vasenmalerei* 3 (München 1932).
- Gandz 1931 – S. Gandz, *Die Harpedonapten oder Seilspanner und Seilknüpfer. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. B: *Studien* 1 (1931).
- Haas 1962 – W. Haas, Rezension H. Spiess. *Deutsche Kunst und Denkmalpflege* 1962.
- Haase 1975 – R. Haase, Der missverstandene goldene Schnitt. *Zeitschrift für Ganzheitsforschung NF* 19 (IV) 1975, 240.
- Haselbeck 1990 – F. Haselbeck, Der Grundstein der Traunsteiner Klosterkirche und sein «zielen Plätzle». *Das archäologische Jahr in Bayern* 1990.
- Helm 1956 – R. Helm, Massverhältnisse vorgeschichtlicher Bauten. *Germania* 30, 1952.
- Hofmann 1925 – J.E. Hofmann, Erklärungsversuche für Archimedes' Berechnung von $\sqrt{3}$. *Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik NF* III 12, 1925/1.
- Hornung 1991 – E. Hornung und E. Staehelin, Sethos – ein Pharaonengrab, *Ausstellungskatalog Antikenmuseum Basel* (1991).
- Huber 1986 – F. Huber, Der St.Galler Klosterplan, eine mathematisch-metrologische Analyse. *ARCUS, Zeitschrift für Architektur und Naturwissenschaft* 6, 1986.
- Huber 1996 – F. Huber, Jesi und Bethlehem, Castel del Monte und Jerusalem. Struktur und Symbolik der «Krone Apuliens». In: *Kunst im Reich Kaiser Friedrich II. von Hohenstaufen, Akten des internationalen Kolloquiums, Rheinisches Landesmuseum Bonn* 1994 (München/Berlin 1996).
- Kaspar 1985 – N. Kaspar, Mittelalterliche Planung und Vermessung zum Bau von Städten und Burgen. *Nachrichten des Schweizerischen Burgenvereins* 1986/5.
- Kottmann 1971 – A. Kottmann, Das Geheimnis romanischer Bauten: Massverhältnisse in vorromanischen Bauwerken (Stuttgart 1981²).
- Kottmann 1981 – A. Kottmann, Fünftausend Jahre messen und bauen. Planungsverfahren von der Vorzeit bis zum Ende des Barocks (Stuttgart 1981).
- Meyer 1998 – P. Meyer-Maurer, Römische Landvermessung in der Schweiz. *Helvetia archaeologica* 115/116, 29, 1998.
- Moosbrugger 1966/1967 – R. Moosbrugger-Leu, Jahresbericht der Archäologischen Bodenforschung Basel-Stadt. *Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde* 66, 1966 und 67, 1967.
- Moosbrugger 1968 – R. Moosbrugger-Leu, Die Ausgrabungen in der St. Leonhardskirche zu Basel: Der archäologische Befund. *Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde* 68, 1968.
- Moosbrugger 1972 – R. Moosbrugger-Leu, Die Ur- und Frühgeschichte. In: *Riehen, Geschichte eines Dorfes* (Riehen 1972).
- Moosbrugger 1975 – R. Moosbrugger-Leu, Perspektivische Bezüge: Musik und Harmonie oder die Babuschka-Figur. In: *Ordo et mensura* 3, 1975.
- Moosbrugger 1983 – R. Moosbrugger-Leu, Geschichte der Bautechnik: Schnurvermessung. *Schweizer Baublatt* 86 und 88, 1983.
- Moosbrugger 1985 – R. Moosbrugger-Leu, Die Chryschanakirche von Bettingen. Materialhefte zur Archäologie in Basel 1, 1985.
- Moosbrugger 1992 – R. Moosbrugger-Leu, Christus mit den zwei linken Händen. *Schriften des Vorarlberger Landesmuseums Reihe A* 5, 1992.
- Naredi-Rainer 1986 – P. von Naredi-Rainer, Architektur und Harmonie: Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst (Köln 1986).
- Ohly 1982 – F. Ohly, Deus geometra: Skizzen zur Geschichte einer Vorstellung von Gott. In: Tradition als historische Kraft; Interdisziplinäre Forschungen zur Geschichte des frühen Mittelalters 1 (Berlin 1982).
- Oppel 1937 – H. von Oppel, *KANΩN*: Zur Bedeutungsgeschichte des Wortes und seiner lateinischen Entsprechungen (*regula-norma*). *Philologus, Supplementband* 30 (Leipzig 1937) Heft 4.
- Reidinger 1999 – R. Reidinger, Die romanische Pfarrkirche in Bad Fischau. *Unsere Heimat, Zeitschrift für Landeskunde von Niederösterreich* 70, 1999, Heft 4.
- Rippke/Pallhuber 1984 – W. Rippke und J. Pallhuber, *Die Eifel. DuMont-Kunstreiseführer* (Köln 1984).
- Rother 1981 – F. Rother, Jugoslawien. *DuMont-Kunstreiseführer* (Köln 1981?).
- Rottländer 1995 – R.C.A. Rottländer, Zum Weiterleben antiker Maßeinheiten und Methoden der Bauplanung im Mittelalter. In: Kongressakten des 5. Symposiums des Mediävistenverbundes in Göttingen 1993 (Sigmaringen 1995).
- Schmale-Ott 1979 – I. Schmale-Ott, *Translatio sancti Viti martyris* (Münster 1979).
- Schmidchen 1987 – N. Schmidchen, das Mass aller Dinge. Messen als Element der Weltdeutung des Menschen, eine kulturgeschichtliche Betrachtung. In: *Ingenieurvermessung von der Antike bis zur Neuzeit* (Stuttgart 1987).
- Schneebeli 1979 – K. Schneebeli, die vergessene Messkette. *Der Bund vom 15.9.1979*.
- Schwegler 1992 – U. Schwegler, *Schalen- und Zeichensteine der Schweiz* (Basel 1992).
- Simek 1992 – R. Simek, Erde und Kosmos im Mittelalter. *Das Weltbild von Kolumbus* (München 1992).
- Spiess 1959 – H. Spiess, Mass und Regel. Diss. Aachen 1959.
- Spiess 1968 – H. Spiess, *Geometrie in Mauersmünster. Bulletin de la Société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs* 1968.
- Srejović 1975 – D. Srejović, Lepenski Vir: Eine vorgeschichtliche Geburtsstätte europäischer Kultur (Gladbach 1975²).
- Vischer 1941 – E.B. Vischer, Die Restauration des Basler Münsters. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 3, 1941/1 (Reprint in Jahresbericht 12, 1998 der Freunde der Basler Münsterbauhütte).

Adresse des Autors:

Dr. Rudolf Moosbrugger-Leu
Wettsteinanlage 50, CH-4125 Riehen