

CHRISTOF THOENES

PROPORTIONSSTUDIEN AN BRAMANTES ZENTRALBAU-
ENTWÜRFEN

Mi rendo certissimo, che sempre le saperete proportionare con li vostri acomodati strumenti, circino e libella, cioe mediante la linea recta e curva, con le quali, come sopra fo detto, ogni operatione a degno fine se conduce.

Fra Luca Pacioli, De architectura

Es handelt sich um einen Stil, bei welchem das wirkliche Leben nicht in der (wenn auch an sich sehr schönen) Einzelbildung der Formen, sondern in der Proportionalität zum Ganzen liegt. Wer dieses Gesetz nicht wenigstens nachempfinden kann, der wende sich vom Stil der Renaissance ab und suche sein Ergötzen anderswo.

Jakob Burckhardt, Geschichte der Renaissance

Zu den Fragen, die in der St. Peter-Forschung immer wieder erörtert werden, gehört das Problem der Maßverhältnisse im Grundriß des Baus. Vor allem Bramantes „Pergamentplan“, der früheste der erhaltenen Neubau-Entwürfe, hat seit je auf die Proportionstheoretiker eine eigentümliche Faszination ausgeübt, und es hat nicht an Versuchen gefehlt, das Geheimnis seiner Schönheit mathematisch zu ergründen. Überzeugende Lösungen sind dabei nicht gefunden worden. Dies liegt nicht zuletzt an den spezifischen Schwierigkeiten des Materials. Die Stellung der einzelnen Zeichnungen in der Planungs- und Baugeschichte ist vielfach umstritten und die Maße, um die es geht, sind oftmals den Plänen selbst gar nicht unmittelbar zu entnehmen, sondern müssen aus anderweitig gegebenen Daten und Fakten rekonstruiert werden, eine Mühe, der die Forschung lange Zeit aus dem Wege gegangen ist. Erst die Arbeiten Graf Wolff Metternichs haben hier einen verlässlichen Grund gelegt¹. Ihr Ergebnis läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß die St. Peter-Entwürfe von Anfang, d. h. vom Pergamentplan an auf die spezielle Topographie des Bauplatzes zugeschnitten waren; die Hauptmaße können durchweg auf lokale Konstanten (Petersgrab, alte Basilika, Chorfundament Nikolaus' V. etc.) zurückgeführt werden. Dies scheint proportionale Beziehun-

gen zwischen ihnen weitgehend auszuschließen: es ist schwer einzusehen, wie derart vorgegebene Größen in einer geometrischen Konstruktionsfigur aufgehen sollten. Auf der anderen Seite gehört es zu den charakteristischen Leistungen gerade der Kunst Bramantes, daß Widerstände, die die Realität dem entwerfenden Architekten entgegensetzt, in der Logik des Werkes wie aufgehoben erscheinen; äußere Nötigung wird in der Planungsarbeit in künstlerische Notwendigkeit umgesetzt². Nicht zufällig hat erst die neueste Forschung im Pergamentplan die Maße des alten Chorfundamentes erkannt: so fügenlos ist das Gegebene hier absorbiert, daß der Eindruck des reinen „Idealplans“ zunächst unvermeidlich scheint³. So wäre immerhin denkbar, daß Bramante auch die am Ort vorgefundenen Maße als Elemente eines Kalküls zu benutzen verstand, das zumindest den Schein autonomer Proportionalität zu erzeugen vermochte^{3a}.

Im Folgenden werden einige Beobachtungen mitgeteilt, die geeignet sind, diese Annahme zu unterstützen. Beabsichtigt ist zunächst nicht mehr als ein methodischer Versuch; die Formulierung des Ganzen ist mehr oder minder skizzenhaft, die Ergebnisse sind nur als vorläufige zu bewerten. Vor allem mußten wir uns für diesmal mit der Analyse einiger weniger, besonders wichtiger Pläne begnügen; die Heranziehung weiteren Materials aus dem reichen Bestand der St. Peter-Entwürfe könnte wesentliche Verschiebungen bringen. Auch wäre die Technik der Analyse bei entsprechendem Zeit- und Materialaufwand bedeutend zu verfeinern. Mit der Literatur sowohl zu St. Peter im allgemeinen wie auch zu unserem Spezialproblem können wir uns hier nicht in wünschbarer Breite

¹ Der vorliegende Versuch ist gedacht als Ausdruck des Dankes an Graf Metternich, nicht nur für von ihm empfangene Kenntnisse und Arbeitsimpulse, sondern auch für die seltene Aufgeschlossenheit gegenüber neuen und abweichenden Ideen, auf die seine Mitarbeiter stets zählen konnten. Für unsere Arbeit war grundlegend: F. Graf Wolff Metternich, Gedanken zur Baugeschichte der Peterskirche im 15. und 16. Jahrhundert, in: Festschrift O. Hahn, Göttingen 1954, II, 6/7 (auch als Sonderdruck); idem, Bramantes Chor der Peterskirche zu Rom, in: RömQs 58 (1963), 271–291; idem, Le premier projet pour St-Pierre de Rome, Bramante et Michelange, in: The Renaissance and Mannerism, Studies in Western Art (Acts of the 20th Inter. Congr. of the Hist. of Art), Princeton 1963, II, 70–81; idem, Über die Maßgrundlagen des Kuppelentwurfs Bramantes für die Peterskirche in Rom, in: Essays in the History of Architecture presented to Rudolf Wittkower, London 1967, 40–52. Vgl. auch L. H. Heydenreich, Bramantes „Ultima maniera“, *ibid.* 60–63. Die Kenntnis dieser Arbeiten muß hier vorausgesetzt werden, obgleich sie bisher von der deutschen Forschung kaum rezipiert worden sind (vgl. etwa die Darstellung der Baugeschichte von Neu-St. Peter in der Propyläen-Kunstgeschichte, Bd. 8, Berlin 1972, 335 ff.).

² Vgl. die ungedruckte Habilitationsschrift des Verf.: Studien zum römischen Werk Bramantes, Berlin 1972, 82 f., 118 f.

³ „Bramante hat hier, wie schon im Chor von S. Maria presso S. Satiro, die Realitäten exakt kalkuliert, nicht um auf sie einzugehen, sondern um sie virtuell zum Verschwinden zu bringen; was faktisch nicht zu ändern ist, wird vom *ingegno* des Künstlers scheinhaft verwandelt. Gerade das ungeweinte Geschick im Rechnen mit den bedingenden Faktoren bringt am Ende den Schein des Unbedingten hervor“ (*ibid.*, 119).

^{3a} Über den gleichen Vorgang beim Tempietto vgl. H. Günther in *Atti del congresso internazionale di studi bramanteschi*, Rom 1974, 498 und 500.

auseinandersetzen. Ganz fragmentarisch behandelt werden die Beziehungen zur zeitgenössischen Theorie; wir behalten uns vor, diesen Aspekt unseres Themas in anderem Zusammenhang systematisch aufzuarbeiten.

I

Über die Bedeutung geometrischer Proportionierungsverfahren in der Architektur der Renaissance im allgemeinen kann hier nicht gehandelt werden⁴. Betont werden sollte nur, daß es in erster Linie um praktische Fragen geht; untersucht wird nicht die ästhetische Wirkung oder die symbolische Bedeutung der Proportionen, sondern ihre Funktion im Entwurfsprozeß, vor allem bei der Ermittlung kommensurabler und jederzeit reproduzierbarer Maße. Über die hierbei gebräuchlichen Techniken ist literarisch so gut wie nichts überliefert; sie gehörten wohl auch in der Renaissance noch weitgehend in den Bereich des „Brauchs“, der nicht theoretisch gelehrt, sondern in der Werkstattausbildung weitergegeben wurde⁵. Demzufolge handelt es sich für uns nicht um die Deduktion der in Bramantes Entwürfen auftretenden Verhältnisse aus irgendwelchen „Proportionsgesetzen“, sondern vielmehr um die Erforschung der Entwurfspraxis selbst: wir fragen uns, wie die Pläne entstanden sind, und die beste Methode zur Beantwortung dieser Frage liegt in dem Versuch, sie mit Lineal und Zirkel nachzukonstruieren. Als heuristisches Prinzip soll dabei gelten, daß wir den einfachsten Weg zur Lösung der auftretenden Probleme suchen; erreicht werden soll nichts anderes als die größtmögliche *conformitas* aller wichtigen Maße und Elemente.

Die scheint kein sehr hohes Ziel, bedenkt man die weit- ausgreifenden philosophischen, theologischen, geistesgeschichtlichen Zusammenhänge, in denen die Proportionslehre der Renaissance schon gesehen und interpretiert wor-

den ist⁶. Allein in der zeitgenössischen Fachliteratur (die den hochtrabenden Namen „Architekturtheorie“ ja nicht durchweg verdient) figuriert die Geometrie weniger als Vehikel metaphysischer Gehalte denn als eine für den Architekten nützliche und in der alltäglichen Praxis anzuwendende Wissenschaft – so wie etwa auch die Typologie des christlichen Kirchenbaus bei einem Autor wie Serlio stets nur formal erörtert und nicht als „Bedeutungsträger“ behandelt wird⁷. Vielleicht war – ungeachtet fortlaufender theoretischer Spekulationen – das Denken der Architekten selbst schon weit stärker von rein praktischen, professionellen Fragen okkupiert, als die heutige Deutung wahrhaben will. In jedem Fall scheint es angezeigt, zunächst den Entwurf für sich zu betrachten und die konkreten Probleme ins Auge zu fassen, die im Proportionierungsgang zu lösen waren.

Die Nachkonstruktion eines Grundrisses beginnt zweckmäßigerweise mit der Ermittlung von Grundmaßen, die überall in der Zeichnung wiederkehren und aus denen sich somit jenes Quadratnetz aufbauen läßt, über dem, wie wir wissen, architektonische Entwürfe im allgemeinen gezeichnet wurden⁸. Im Normalfall kann man ein solches Maß aus den Abständen zwischen parallel verlaufenden Mauern oder Stützenfolgen (Schiffen) gewinnen, wobei entweder von Achse zu Achse oder auch von Wand zu Wand (d. h. im Lichten) gemessen wird. Bei den Zentralbauten Bramantes jedoch ist dieser Weg nicht gangbar; und zwar einmal, weil in ihren Pfeilermassen und Mauerzügen gar keine Achsen erkennbar sind, zum anderen aber, weil auch die Lichtmaße durchaus schwanken. Weder sind durchgehende Wandfluchten festzulegen, noch gibt es Reihen von Stützen, aus denen etwa feste Schiffsweiten sich bestimmen ließen; vielmehr trifft man überall auf vor- und zurücktretende, frei modellierte Konturen, die beliebig viele Meßpunkte bieten (und damit den Proportionsforscher in Versuchung führen, sich den jeweils „passenden“ auszusuchen). Was demgegenüber eindeutig festliegt, ist das räumliche Achsensystem des Baus, d. h.

4 Wir verweisen auf die umsichtige und vorzüglich dokumentierte Darstellung des Problems bei P. Tigler, *Die Architekturtheorie des Filarete*, Berlin 1963, 36ff., 57ff. und passim (mit weiterführender Literatur); wichtig ferner G. Soergel, *Untersuchungen über den theoretischen Architekturentwurf von 1450–1550 in Italien*, Diss. Köln 1958 (Dissertationsdruck), 59ff.

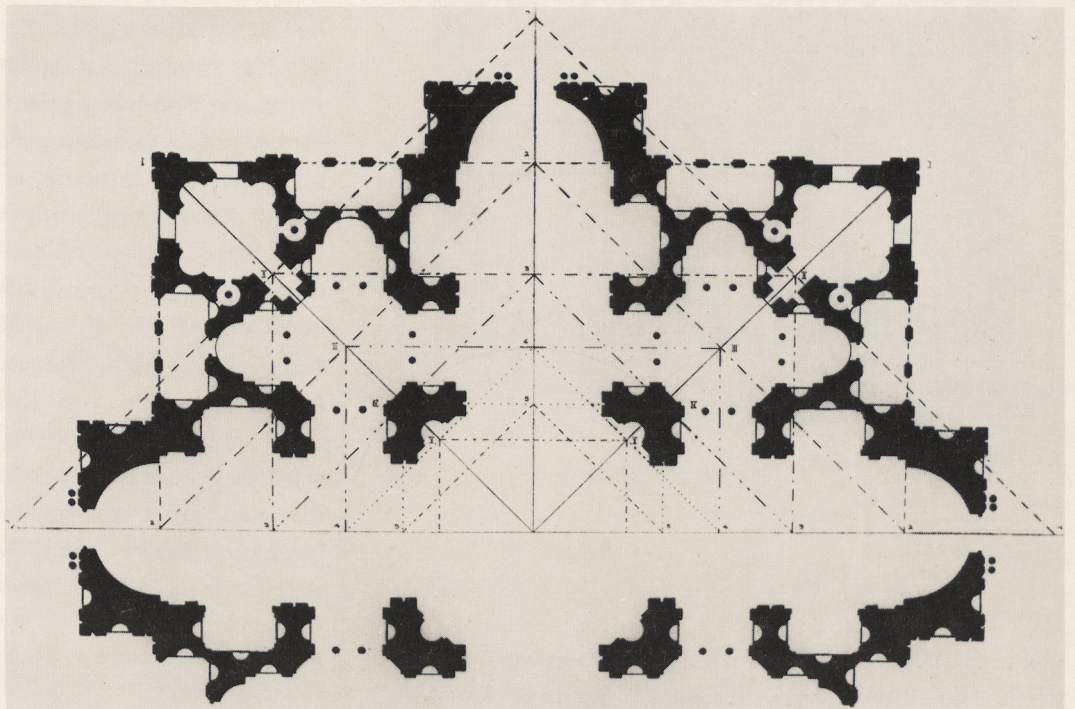
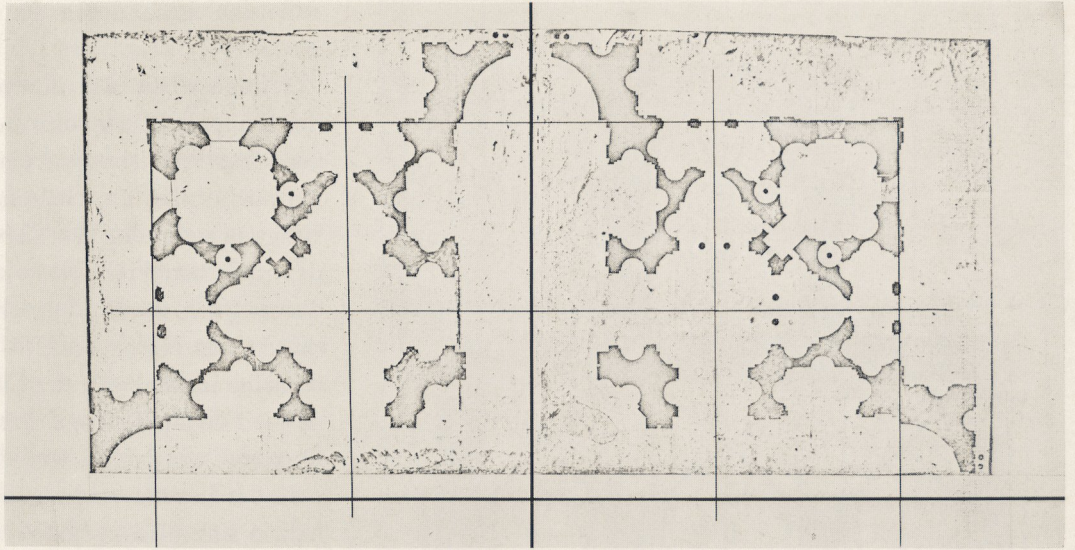
5 Vgl. die erhellenden Untersuchungen H. Juneckes über eine „Meßfigur“ zur Herstellung rechter Winkel, die, obgleich literarisch nirgends belegt, noch in Grundrissen des endenden 18. Jh. nachweisbar ist: H. Junecke, *Die Meßfigur*, in: *Archäol. Anzeiger* 1970, 544–574; idem, *Die Meßfigur in den Entwürfen für S. Agnese in Piazza Navona*, in: G. Eimer, *La fabbrica di S. Agnese in Navona*, Stockholm 1971, II, 577–619. Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung nicht zuletzt einer langjährigen Korrespondenz mit Hans Junecke, die den ersten Anlaß zur Formulierung unserer Beobachtungen bot.

6 Vgl. R. Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, London 1952, bes. 23f. (über Bramantes St.-Peter-Plan) und 24ff. (*The Religious Symbolism of Centralized Churches*).

7 Dementsprechend tritt der hier besprochene Zentralbautyp bei Bramante und seinen Schülern in allen möglichen ikonographischen Zusammenhängen auf (vgl. Anm. 48); dies macht die Herleitung des St. Peter-Plans aus der Zweckbestimmung als „Martyrium“, wie sie zuletzt im Anschluß an Wittkower P. Murray vertreten hat, etwas problematisch (P. Murray, *Observations on Bramante's St. Peter's*, in: *Essays in the History of Architecture presented to Rudolf Wittkower*, London 1967, 53–59).

8 Vgl. Tigler, 154ff. und passim; Soergel, 32ff.

1. St. Peter, Uff. A1 – Achsen-
system



2. St. Peter, Uff. A1 – Propor-
tionsschema nach O. H. Förster

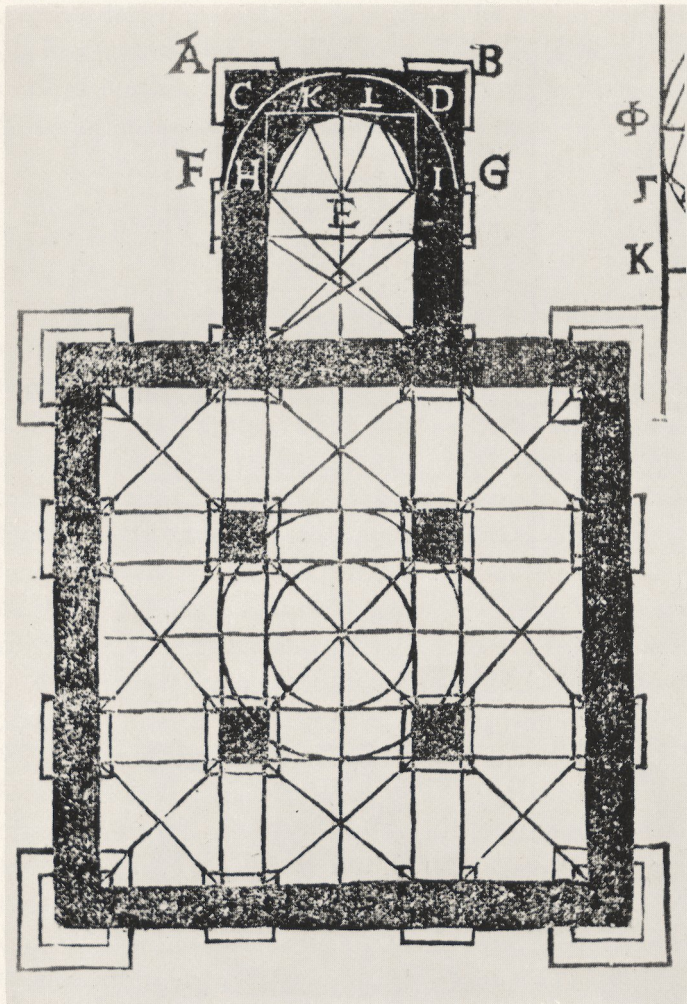
einmal das große Achsenkreuz in der Mitte, zum andern die vier kleinen der Nebenarme und -kuppeln. Von ihnen aus muß der Entwurf konzipiert worden sein, und sie müssen das Ausgangsmaß des Quadratnetzes liefern⁹.

Versucht man nun, dieses Verfahren auf den Pergamentplan Bramantes anzuwenden, so ergibt sich, daß das so

⁹ Diese Umdeutung des Koordinatengitters vom „Körper-“ zum „Raumachsennetz“ läßt sich auch an anderen Bauten Bramantes, etwa am Kreuzgang von S. Maria della Pace, nachweisen; sie ist für die Stilwende von der Früh- zur Hochrenaissance von grundlegender Bedeutung. Vgl. die in Anm. 2 zitierte Habil.-Schrift, 66 ff.

gewonnene Netz exakt mit dem Außenmaß des Baus koinzidiert, d. h. mit der einzigen durchgezogenen Geraden, die auf dem Plan überhaupt zu erkennen ist¹⁰. Daraus läßt sich für die Nachkonstruktion des Entwurfs ein einfaches Ausgangsschema gewinnen: ein Quadrat wird viertelt, in den vier Unterquadranten wird die gleiche Operation wiederholt (Abb. 1). Auf diese Art werden zunächst die fünf Kuppelzentren fixiert, d. h. die Lage der Kuppeln zueinander und ihr Verhältnis zum Ganzen des Grundriß-

¹⁰ Über Fragen der Meß- und Zeichentechnik beim Pergamentplan s. u. S. 48.



3. Cesare Cesariano, *Amphiprostylos*

quadrates bestimmt. Schon hier stoßen wir auf eine stilistische Eigentümlichkeit, die uns im Folgenden noch mehrfach beschäftigen wird: das hohe Maß an Selbständigkeit, das in Bramantes Zentralbauentwürfen den Kuppeln zukommt. Sie bilden im Wortsinne deren zentrales Motiv; ihre Maße – aus den Plänen leicht und eindeutig zu ersehen – sind nicht durch „Vierungen“ präformiert, sondern wirken umgekehrt auf deren Gestaltung zurück. So muß ihnen auch im Entwurfsgang die Priorität zukommen: ihre Einzeichnung in das Achsennetz ist der nächste notwendige Schritt, von dem, wie sich zeigen wird, alle weiteren Maßverhältnisse abhängen, und auch geringfügige Änderungen an dieser Stelle haben weitreichende Folgen für das ganze System. (Dagegen ist etwa die Bemessung der Gurtbogenspannung durchaus sekundär; sie kann durch Verlängern oder Verkürzen der betreffenden Pfeilervorlagen ohne weiteres manipuliert werden, ohne

daß sich in anderen Partien des Plans etwas ändern müßte^{10a}.)

Wie also läßt sich nun aus dem Quadratnetz das Maß der Kuppelkreise gewinnen? An dieser Stelle möchten wir zunächst die Diskussion eines Proportionschemas für den Pergamentplan einschalten, das in die Bramanteliteratur Eingang gefunden hat (Abb. 2)¹¹. Es beruht auf dem aus der gotischen Architektur bekannten Verfahren der „Quadratur“, d. h. der Verdoppelung bzw. Halbierung von Quadraten mit Hilfe von Um- oder Inkreisen oder, was auf dasselbe hinausläuft, der Drehung des Grundquadrats um 45°¹². Die Seitenlänge der dabei entstehenden größeren Quadrate entspricht, wie leicht einzusehen ist, der Diagonale des jeweils vorhergehenden; die Quadratseiten verhalten sich also zueinander wie $1:\sqrt{2}:2:2\sqrt{2}:4\dots$. Diese Operation muß tatsächlich auch in der Architektenpraxis der Renaissance eine Rolle gespielt haben. Das Verhältnis $1:\sqrt{2}$ ist an zahllosen Bauten nachzuweisen; den Theoretikern ist es durchweg geläufig. Die Aufgabe der Verdoppelung von Quadraten und Kreisen gehört zum Pensum der elementaren Geometrie, wie es etwa von Serlio gelehrt wird; Anwendung findet sie bei der Konstruktion bestimmter dekorativer Details (Säulenbasen und -kapitelle), aber auch in der Grundrißplanung bei der Ermittlung von Mauerstärken. In diesem Zusammenhang ist für uns von Interesse der „Amphiprostylos“ im Vitruvkommentar des Cesare Cesariano von 1521 (Abb. 3)¹³. Die Kuppel erscheint hier als Inkreis des Vierungsquadrats, die Pfeilerstärke wird durch dessen Umkreis bestimmt¹⁴. Vergleicht man dies mit dem Pergamentplan – und hält man sich die bekannten Beziehungen Cesarianos zu Bramante vor Au-

10a Man vergleiche als Gegenbeispiel einen Fünfkuppelbau des fortgeschrittenen 16. Jh., S. Maria di Carignano in Genua von G. G. Alessi: dort wird – wie an anderer Stelle ausführlich dargelegt werden soll – das Grundquadrat in 5×5 Unterquadrate eingeteilt, woraus sich zunächst das Kreuz der vier Hauptarme (lichte Weite zwischen den Pilastern) ergibt; erst danach werden die Kuppeldurchmesser bestimmt, die in keinem rationalen Verhältnis mehr zueinander stehen. Die optische Wirkung des Grundrisses ist schlagend anders.

11 O. H. Förster, *Bramante*, Wien–München 1956, Abb. 96. Ein ähnliches Schema für Uff. A 20 bei G. Hellmann, 166. Förster hat die Entstehung seiner Figur nicht näher erläutert; vielleicht geht sie ebenfalls auf G. Hellmann zurück. Vgl. auch Soergel, 109.

12 Vgl. Hellmann, 158 Anm. 3; Soergel, 59 ff.; die wichtigsten Quellen bei W. Überwasser, *Nach rechtem Maß*, in: *JbPrKs* 56 (1935), 250–272.

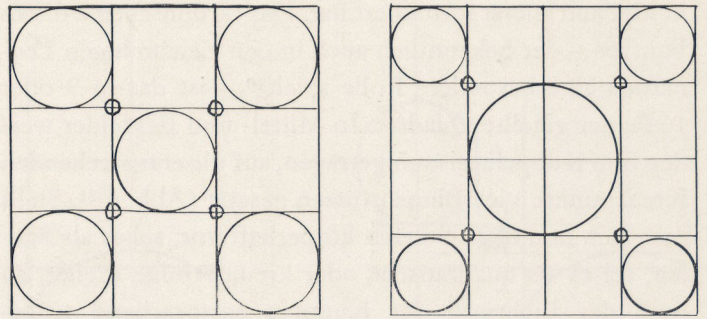
13 Lib. III, fol. LII v; vgl. Überwasser, 264, und die ausführliche Diskussion des Plans bei Carol H. Krinsky, *Cesare Cesariano and the Vitruvius Edition of 1521*, New York University, Ph.D., Fine Arts (Univ. Microfilms Inc., Ann Arbor, Michigan), 188–191.

14 Jedenfalls ist dies die Interpretation Soergels, 83. In der Abbildung Cesarianos ist der äußere Kreis etwas größer.

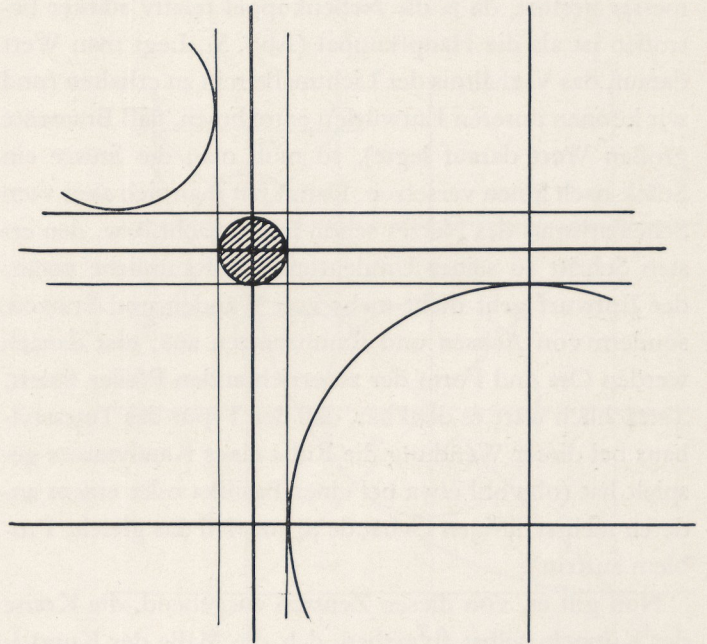
gen – so scheint der Schlüssel zu unserem Problem schon gefunden: der Grundrißtyp ist der gleiche, die Konfiguration von Quadraten und Kreisen bildet hier wie dort das formale Thema des Entwurfs, die Ermittlung der Pfeilerstärken im Verhältnis zum Kuppeldurchmesser mußte das Hauptproblem des Architekten sein.

Tatsächlich hat G. Soergel wahrscheinlich machen können, daß St. Peter-Pläne Peruzzis und Serlios auf diese Art konzipiert worden sind¹⁵. Allein, gerade der Pergamentplan läßt sich so nicht nachkonstruieren. Wie immer man das Koordinatennetz unterteilt, es ist unmöglich, die Kuppeln als In- oder Umkreise eines Vierungsquadrates darzustellen. Insofern erweist sich das „Quadratur“-Schema als ganz nutzlos für das Verständnis des Plans. Die einzigen charakteristischen, bei der Nachkonstruktion hilfreichen Punkte, die es liefert, sind die Zentren der Nebenkuppeln, und die lassen sich, wie wir gesehen haben, auf viel einfachere Weise gewinnen¹⁶. Dagegen versagt das Schema gerade dort, wo es seinen eigentlichen Sinn hervorkehren müßte: in der Regelung der Beziehungen zwischen Kreis und Quadrat, d.h. in der Bestimmung der Kuppelmaße. Zwar sind die Kuppeln untereinander durchaus vergleichbar: der Radius der Hauptkuppel beträgt das Doppelte, ihr Flächeninhalt mithin das Vierfache dessen der Nebenkuppel¹⁷; doch stehen sie offenbar in keinem kommensurablen Verhältnis zum Grundmaßsystem des Baus¹⁸.

Nun steht natürlich keineswegs fest, daß ein solches Verhältnis vorliegen muß. Die Bemessung der Kuppeln könnte ja auch ganz willkürlich erfolgt bzw. äußeren Gegebenheiten angepaßt worden sein, ohne daß irgendwelche Berechnungen dabei hätten stattfinden müssen. Indessen gibt



4.



5.

15 Soergel, 107ff. Doch darf nicht etwa aus der Bemerkung Serlios, Raffaels Petersplan sei *ben proportionato*, so daß man aus einem Teilmaß das Ganze „herausziehen“ könne (*da una parte de le misure si potra trarre il tutto*), auf das Fortleben gotischer Praktiken geschlossen werden (Soergel, 110); gemeint ist nur, daß die beigegebene Holzschnitt-Illustration maßstäblich korrekt ist.

16 Es zählen also in Försters Schema eigentlich nur die Punkte I und III; aber erst der dazwischen liegende Wert (oder irgendein anderer aus der geradzahlgigen Reihe) hätte Beweiskraft für die Anwendung der „Quadratur“. Das Gleiche gilt für die genannte Zahlenreihe $1: \sqrt{2}: 2 \dots$, wenn nur die rationalen Werte gezählt werden. Vgl. auch Anm. 34.

17 Vgl. u. S. 48.

18 Vgl. Metternich, Maßgrundlagen, 42: „Wenn auch normales Augenmaß genügt, zu erkennen, daß die Durchmesser der Nebenkuppeln dem Radius der Hauptkuppel entsprechen ... so geben weder Proportionslehre noch Augenschein eine Erklärung für das mathematisch nicht erfassbare Problem des maßstäblichen Verhältnisses zwischen Kuppelraum und Kreuzarmen. Das Rätsel, welches uns Bramante hinterlassen hat, ... erweist sich demnach als mit theoretischen Mitteln nicht lösbar.“

es ein Faktum, das dieser Annahme widerspricht: Bramante hat in einem späteren, völlig frei entwickelten Grundriß, dem von SS. Celso e Giuliano, das hier zu beobachtende Verhältnis von Kreis und Quadrat exakt wiederholt (vgl. Abb. 16 und 23). Dies läßt darauf schließen, daß doch eine *ratio* dahintersteckt. Wir wollen versuchen, sie herauszufinden.

II

Zunächst eine theoretische Überlegung. Die Idee des St. Peter-Entwurfs läßt sich zurückführen auf den Typus des Tetrastyl-Kuppelbaus, wie ihn Bramante im „Prevedari-Stich“¹⁹ am Beginn seiner architektonischen Laufbahn

19 Vgl. Metternich, Prevedari-Stich.

in Mailand zuerst formuliert hat. Das Grundschema dieses Bautyps – der bekanntlich auch in den Zeichnungen Leonardos eine besondere Rolle spielt²⁰ – ist das in 9 oder 16 Felder geteilte Quadrat. In Mittel- und Eckfelder werden fünf Kuppelkreise eingetragen, auf die entsprechenden Kreuzpunkte vier Binnenstützen gesetzt (Abb. 4)²¹. Stellt man sich nun diese Stützen körperhaft vor, sei es als Säulen, sei es als quadratische oder kreuzförmige Pfeiler, so muß das Lichtmaß der Kuppeln entsprechend eingeschränkt werden. Dies brächte im 9-Felder-Quadrat keine weiteren Probleme mit sich; im Fall des 16-Felder-Quadrates jedoch wird das 2:1-Verhältnis der Kuppeldurchmesser gestört, da ja die Nebenkuppel relativ stärker betroffen ist als die Hauptkuppel (Abb. 5). Legt man Wert darauf, das Verhältnis der Lichtmaße rein zu erhalten (und wir können unseren Entwürfen entnehmen, daß Bramante großen Wert darauf legte), so muß man die Stütze ein Stück nach innen versetzen. Damit hat man sich aber vom Schematismus des Netzes schon freigemacht bzw. den ersten Schritt zu seiner Umdeutung ins Räumliche getan: der Entwurf geht nicht mehr von Wänden und Stützen, sondern von Achsen und Raumzentren aus; erst danach werden Ort und Form der zu errichtenden Pfeiler fixiert. Tatsächlich wäre es denkbar, daß der Typus des Tetrastylbaus bei dieser Wendung die Rolle eines Katalysators gespielt hat (obwohl etwa bei einer Basilika oder einem anderen mehrschiffigen Gebäude prinzipiell das gleiche Problem auftritt).

Nun gilt es, von diesen Zentren ausgehend, die Kreise der Kuppeln selbst zu ziehen, d. h. die Maße der Kuppelradien zu finden. Dies kann auf folgende Weise geschehen. Wir setzen die Mittelpunkte der Kuppeln in unser Quadratnetz ein und zeichnen – vorläufig – die Hauptkuppel als Umkreis eines Quadrats, dessen Seitenlänge dem ortho-

gonalen Abstand zwischen den beiden Kuppelachsen entspricht. Eine Tangente dieses Kreises denken wir uns als Begrenzung der Nebenkuppel (Abb. 6). Diese, zu stark zusammengedrängt, übt nun gewissermaßen eine Art Gegendruck aus: wir umgeben sie mit einem Quadrat und ziehen darum den Umkreis, der nun seinerseits die tangentielle Begrenzung der – endgültigen – Hauptkuppel liefert (Abb. 7). Auf diese Art sind zwei Kuppelkreise entstanden, deren Radien sich wie 2:1 verhalten und zwischen denen (bzw. zwischen deren Tangenten) Raum genug für die Bildung eines Pfeilers bleibt. Wir nennen diese in Abb. 8 entsprechend markierte Zone im Folgenden den „Pfeilerkern“²².

Die Beziehung der derart gefundenen Radien zum Gitternetz des Entwurfs läßt sich in einer algebraischen Formel ausdrücken. Nennen wir den orthogonalen Abstand zwischen den Kuppelachsen a , dann wäre in Abb. 6 der

$$\text{Radius der Hauptkuppel } r_1 = \frac{a}{2} \sqrt{2},$$

$$\text{der der Nebenkuppel } r_2 = a - \frac{a}{2} \sqrt{2};$$

$$\text{in Abb. 7 wird } r_1 = a - (a\sqrt{2} - a) = 2a - a\sqrt{2}.$$

Es ergibt sich also:

$$r_1 = 2a - a\sqrt{2}$$

$$r_2 = a - \frac{a}{2} \sqrt{2}$$

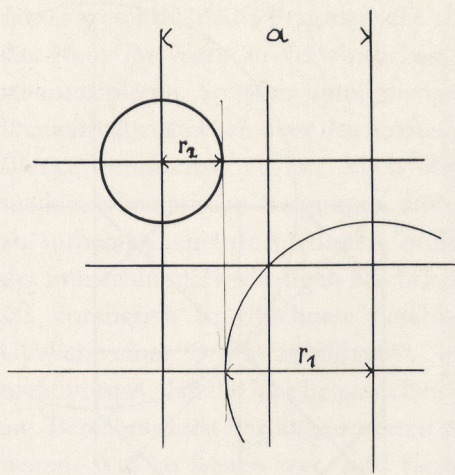
$$r_1 : r_2 = 2 : 1$$

Geht man von diesen Formeln aus, so lassen sich die gesuchten Radien auch auf weniger umständliche Weise darstellen, indem man durch einen einfachen Zirkelschlag jeweils die halbe Diagonale eines entsprechend gewählten Quadrats von dessen Seitenlänge abzieht. Abb. 9 und 10 zeigen zwei geeignete Konstruktionen.

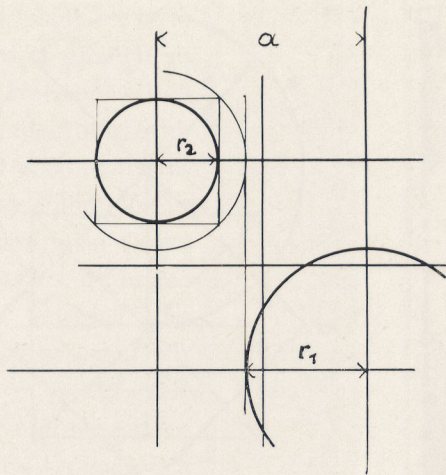
20 Das Problem des Zusammenhangs der St. Peter-Architektur mit den Skizzen Leonardos, vor allem des Cod. B – zuerst behandelt von L. H. Heydenreich, Zur Genesis des St. Peterplans, in: Forschungen und Fortschritte 10 (1934), 365–367 – kann hier nicht verfolgt werden; doch möchten wir wenigstens andeuten, wo wir die entscheidende Differenz sehen: Bei Leonardo laufen die Idee des Vier-Stützen-Baus (Quadratnetz, punktförmige Stützen) und die einer durch Nischen gegliederten, kontinuierlich den Raum umhüllenden Wandmasse (nach dem Vorbild von Brunelleschis St. Maria degli Angeli) unverbunden nebeneinander her; erst im St. Peter-Pfeiler, der Wandmasse und zugleich Freistütze ist, werden die beiden Motive zu einer Synthese gebracht.

21 In dieser Form, d. h. ausgehend vom 16er-Quadrat, ist das Schema der Fünfkuppelkirche bekanntlich in der venezianischen Baukunst des ausgehenden Quattrocento mehrfach verwirklicht worden; das beste Beispiel ist S. Giovanni Crisostomo von Mauro Codussi, 1497 bis 1504.

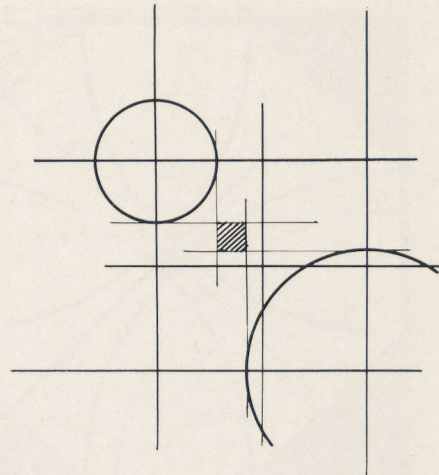
22 Er bildet statisch gesehen denjenigen Kern des Vierungspfeilers, der durch die angrenzenden Gurte der Nebenkuppeln verstrebt wird, die auf ihn wirkenden Schubkräfte also geradlinig nach außen weitergeben kann. Diese rein theoretische Rechnung verliert in Bramantes Plänen ihre Bedeutung, wenn auf einer späteren Planungsstufe der tatsächliche Pfeilerumriß entwickelt wird, der über den Kern weit hinausgreift und mehr oder minder als homogene Masse wirkt (s. auch Anm. 35). Daß ein struktureller Kern dieser Art quasi nachträglich mit Massensubstanz umkleidet wird, scheint uns bezeichnend für die Denkweise Bramantes. Man vergleiche dagegen den St. Peter-Entwurf Giulianos da Sangallo (s. u. S. 52), der seine Pfeiler vom Umriß her als solide Blöcke konzipiert und dann durch Vorsetzen von Pilastern und Aushöhlen von Nischen gliedert. Wir haben diesen Aspekt von Bramantes Stil in unserer Habil.-Schrift ausführlich behandelt; vgl. einstweilen Ch. Thoenes, Bramante und die *bella maniera degli antichi*, in: Sitzungsberichte der Kunstgesch. Gesellschaft zu Berlin, N.F. 20, 1971/72, 3f., und: Atti del congresso internazionale di studi bramanteschi, Rom 1974, 391–396.



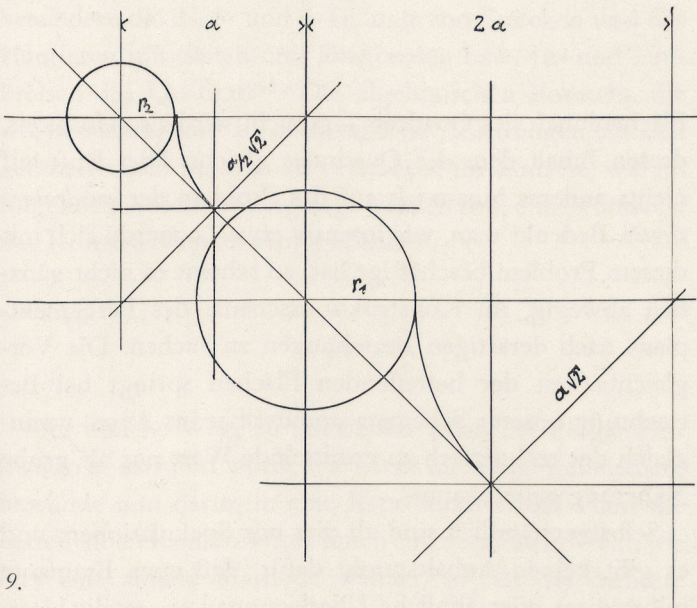
6.



7.



8.

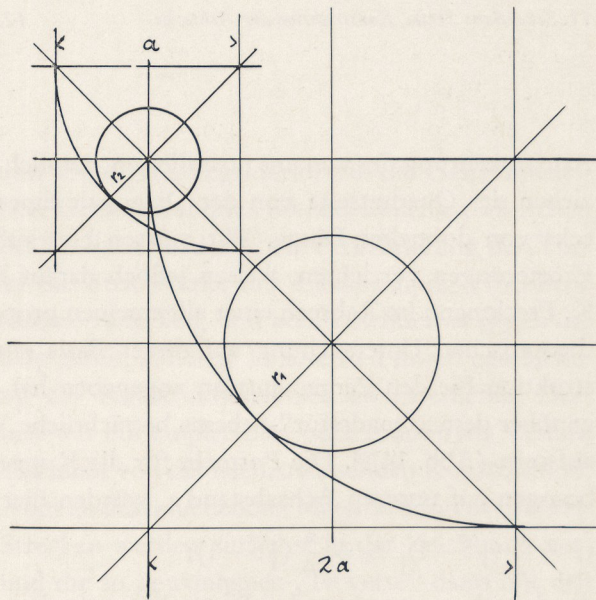


9.

III

Ehe wir nun auf die Frage der Anwendbarkeit unserer Formeln auf den Pergamentplan und den Plan von S. Celso zu sprechen kommen, wollen wir wenigstens andeutungsweise ihr Verhältnis zur zeitgenössischen Baugeometrie untersuchen. Zunächst kann man davon ausgehen, daß die Operation des Abziehens der halben Diagonale von der Quadratseite den Architekten vertraut war von der Konstruktion des regelmäßigen Achtecks aus dem Quadrat, wie sie etwa bei Serlio gelehrt wird. Ein Blick auf die Illustration Serlios (Abb. 11) und die Zeichnung Leonardos, die offenbar Serlios Quelle bildet (Abb. 12)²³, erspart umständliche Erläuterungen; wir haben in Abb. 12a die

23 Vgl. Soergel, 102; Les Manuscrits de Léonard de Vinci – Le Manuscrit A de la Bibliothèque de l'Institut, ed. Ch. Ravaisson-Mollien, Paris 1881, fol. 12r; S. Serlio, Tutte l'opere d'architettura ..., ed G.D. Scamozzi, Venetia 1619, fol. 14r.

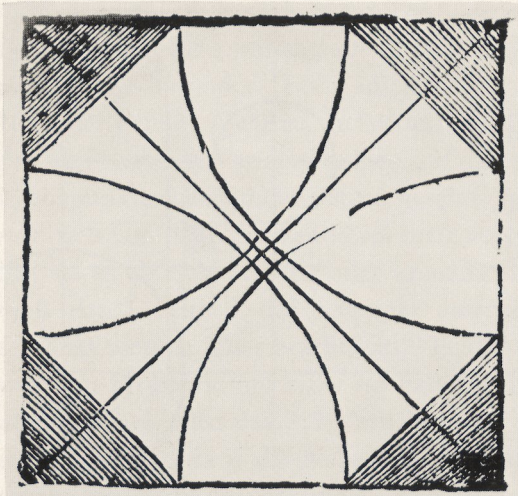


10.

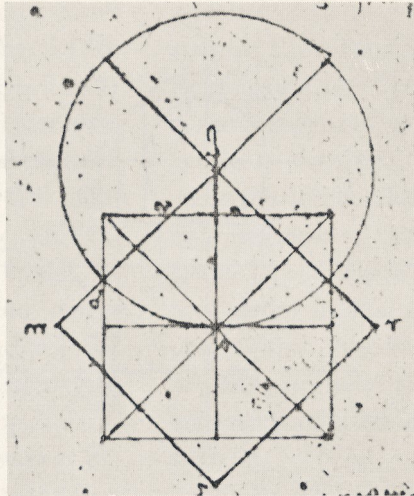
Figur Leonardos so umgezeichnet, daß die Identität der Konstruktion mit unserer Abb. 9 deutlich wird. Die Analogie der Aufgaben liegt in der Teilung der Grundstrecke a in zwei Abschnitte, die sich zueinander wie $1:\sqrt{2}$ verhalten²⁴. Eine ähnliche Aufgabe stellt sich bei der Konstruktion des Zehnecks, die schon bei Alberti vorkommt²⁵. Sie führt bekanntlich auf die *divina proportio* der Theoretiker, den Goldenen Schnitt. Die Grundoperation ist hier eine

24 Der Kuppelradius teilt die Seite des Grundquadrats im Verhältnis $1:\sqrt{2}$, die Diagonale im Verhältnis $\sqrt{2}:1$ – d. h. er bildet die mittlere Proportionale der beiden Restabschnitte (Abb. 13). Die Teilung von Strecken und die Auffindung des Mittelwerts zwischen diskreten Größen sind für den Gebrauch der Proportionen in der Renaissance charakteristische Aufgaben, im Gegensatz zu den ins Unendliche verfließenden Reihen der gotischen „Quadratur“. Vgl. die Bemerkungen K. Borinskis über die Bedeutung des „Mittelwerts“ für die Proportionslehre L. B. Albertis: Die Antike in Poetik und Kunsttheorie, I, Leipzig 1914, 152f.

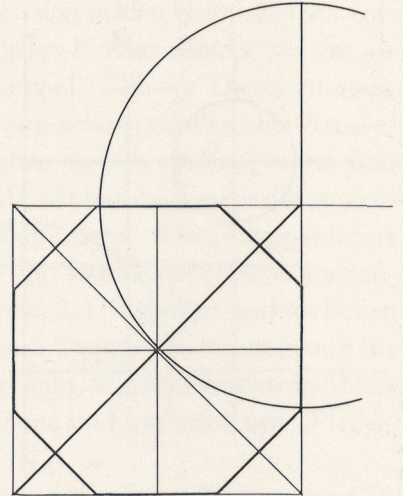
25 L. B. Alberti, De re aedificatoria, VII, 4, ed. G. Orlandi/P. Portoghesi, Milano 1966, II, 551.



11. Sebastiano Serlio, Konstruktion des Achtecks



12. Leonardo da Vinci, Konstruktion des Achtecks



12a.

Art Umkehrung der von uns postulierten, nämlich das Abziehen der Quadratseite von der Diagonale eines Rechtecks von doppelter Länge. Wir müssen hier auf nähere Erörterungen verzichten, weisen jedoch darauf hin, daß K. Freckmann im Rahmen einer allgemeinen proportions-theoretischen Untersuchung auf dieser Basis eine Konstruktion für den Pergamentplan angegeben hat, die gegenüber dem „Quadratur“-Schema beträchtliche Vorzüge aufweist (Abb. 14)²⁶. Die Formeln für die Kuppelradien, bezogen auf unseren Achsabstand a , würden hier lauten:

$$r_1 = \frac{a}{2} (\sqrt{5} - 1), \quad r_2 = \frac{a}{4} (\sqrt{5} - 1);$$

die danach zu errechnenden Werte kommen den am Pergamentplan gemessenen etwa ebenso nahe wie die aus unserer Konstruktion hervorgehenden. Wenn wir gleichwohl dieser den Vorzug geben, so hängt dies einmal mit der einfacheren Herstellung, zum zweiten mit den größeren Entwicklungsmöglichkeiten des Verfahrens zusammen, die bei der Behandlung der späteren St. Peter-Pläne zutage treten werden.

Schließlich muß auf eine weitere Deutungsmöglichkeit unserer Konstruktion hingewiesen werden. Man kann das Problem der Ermittlung des richtigen Kuppelradius auch auffassen als Suche nach einem Mittelwert zwischen dem – zu kleinen – Inkreis und dem – zu großen – Umkreis des betreffenden Grundquadrates. Die Flächeninhalte dieser Kreise verhalten sich wie 1:2, zwischen ihnen liegt der

Flächeninhalt des Quadrats – gesucht wird also ein Kreis, dessen Inhalt dem des Quadrates gleicht. Dies läuft auf nichts anderes hinaus als auf das Problem der *quadratura circuli*. Bedenkt man, wie intensiv etwa Leonardo sich mit diesem Problem beschäftigt hat, so scheint es nicht gänzlich abwegig, im Konstruktionsschema des Pergamentplans nach derartigen Beziehungen zu suchen. Die Vergleichbarkeit der betreffenden Flächen springt bei Betrachtung unserer Schemata unmittelbar ins Auge, wenn gleich der rechnerisch zu ermittelnde Wert nur als grobe Näherung gelten kann²⁷.

Selbstverständlich sind all dies nur Spekulationen, und es gibt keinen Anhaltspunkt dafür, daß etwa Bramante selbst diese oder ähnliche Überlegungen angestellt hätte. Von seiner Denkweise besitzen wir überhaupt kein anderes Zeugnis als seine Bauten und Entwürfe bzw. das, was davon sich rekonstruieren läßt²⁸. Gleich den Meistern der eigentlichen Hochrenaissancegeneration scheint sein Cha-

26 K. Freckmann, *Proportionen in der Architektur*, München 1965, 56–60. Freckmanns Resultat: „Der Durchmesser der Peterskuppel ist die Zehneckseite des Umkreises, der durch die vier Apsidenmittelpunkte gelegt werden kann.“ Die nach Geymüller zugrunde gelegten Maßzahlen sind falsch.

27 Für die Zahl π ergäbe sich nach unserer Formel ein Wert von 2,9. Das korrekte 3,14 liegt dem arithmetischen Verfahren zugrunde, das Luca Pacioli unter Berufung auf Archimedes in Kapitel LXII (*Del modo a mesurare tutte sorte colonne e prima dele rotonde*) seines Traktates *De Divina Proportione* mitteilt (ed. C. v. Winterberg, Quellenschriften f. Kunstg., N.F. II, Wien 1889, 106 ff.). Architekten scheinen sich lieber einer etwas weniger genauen geometrischen Konstruktion bedient zu haben, die sich u. a. in Dürers *Underweysung der Messung* findet: „Der Kreis mit dem Durchmesser 8 sei flächengleich dem Quadrat mit der Diagonale 10“ (Soergel, 81 f.). Sie kommt auch in Scamozzis *Idea dell'Architettura* vor. Ein entsprechendes Konstruktionsschema notierte sich Borromini als *Regola per ridurre una forma circolare in quadrato* auf einer Zeichnung für S. Ivo della Sapienza (Albertina 508; vgl. *Disegni di Fr. Borromini*, a cura di Portoghesi, Roma 1967, Nr. 51). Der Wert für π belief sich hier auf 3,13 (Abb. 15).

28 Zum Folgenden vgl. Metternich, *Prevedari-Stich*, 68 ff.

rakter wesentlich aufs Pragmatische ausgerichtet, sucht er das Neue im Werk zu verwirklichen, statt es theoretisch zu antezipieren. So ist es unmöglich, den Horizont seines Denkens abzustecken über das hinaus, was die Analyse der Werke unmittelbar ergibt. Auch über Bramantes eventuelle mathematische Neigungen und Fähigkeiten fehlt es an authentischen Informationen, es sei denn, man wollte der immerhin merkwürdigen Nachricht Vasaris, Bramante sei vorzüglich im Rechnen beschlagen gewesen, das Gewicht einer Quelle zubilligen²⁹. Jedenfalls setzen wir nicht voraus, daß die hier behandelten Zentralbauentwürfe aus Berechnungen der angedeuteten Art hervorgegangen wären. Was zu leisten war, sind elementare Operationen mit „Zirkel und Richtscheit“, wie sie beim Aufreißen architektonischer Pläne immer wieder gefordert werden, insbesondere die 2-, 3- und 4-Teilung von Strecken und das Hantieren mit Seiten und Diagonalen bzw. In- und Umkreisen des Quadrats³⁰. Die algebraischen Formeln, die wir benutzen, sind als nachträgliche Ableitungen aus den geometrischen Figuren zu verstehen; ihr Sinn ist, wie im folgenden Abschnitt dargelegt werden soll, eine Kontrolle der Konstruktion zu ermöglichen^{30a}.

IV

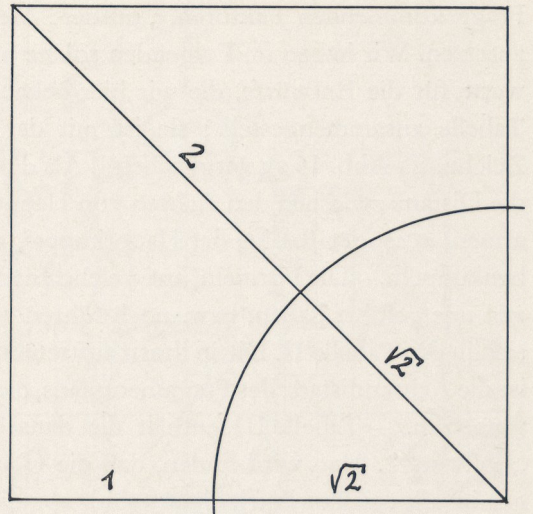
Der übliche Weg, zu „beweisen“, daß der Pergamentplan so konstruiert wurde wie wir es hier dargestellt haben, bestünde nun darin, in eine Reproduktion des Plans die betreffenden Konstruktionslinien einzuzeichnen. Wenn wir hier eine andere Methode wählen, so hat das mehrere Gründe. Der erste ist, daß wir nicht wissen, welche der möglichen Konstruktionen angewandt wurde; die Einzeichnung wäre also in jedem Falle ganz willkürlich. Der

29 VasMil IV, 147. Vgl. die Diskussion der Stelle bei Metternich, Prevedari-Stich, 73f.

30 Die Bedeutung der Quadratwurzel für Proportionsrechnungen wird expressis verbis erläutert bei Pacioli, Div. Prop., cap. VIII ff. Dagegen werden die Architekten zur Vermeidung der irrationalen Zahlen auf die Zeichenpraxis mit Lineal und Zirkel verwiesen: ... *se non costretti dala irrationalita come fra el diametro del quadro e sua costa: aloro segnarete con vostra squadra e sexto lor termini in linee con vostro disegno. Peroche auenga che non sempre per numero se possino nominare, ma mai fia impedito che per linea superficie non se possino assegnare, conciosa che la proportione sia molto piu ampla in la quantita continua che in la discreta; peroche laritbmico non considera se non della rationalita, el Geometra della rationalita e irrationalita.* (De architectura, cap. XIX; ed v. Winterberg, I. c., 47 ff. und 159).

30a Entsprechend dem von Piero della Francesca und Leonardo da Vinci in mathematischen Texten geübten Verfahren, der geometrischen *dimostrazione* die arithmetische *prova* folgen zu lassen. Vgl. Leo S. Olschki, Geschichte der neusprachlichen Wissenschaftlichen Literatur, I, Heidelberg 1919, 148.

13.



zweite, und wichtigere, liegt darin, daß der Genauigkeitsgrad solcher Demonstrationen oft bedenklich zu wünschen übrig läßt. Bei der erforderlichen Verkleinerung der Vorlage kann die Strichstärke der Einzeichnung erhebliche Fehlerprozent zudecken, und kein Zeichner ist gegen die Versuchung gefeit, allfällige Differenzen durch geschickte Placierung der Konstruktionslinien zu kaschieren. Deshalb ziehen wir ein empirisches oder induktives Verfahren vor, das nicht von der nachzuweisenden Konstruktion, sondern vom zu untersuchenden Material ausgeht: die kritischen Strecken werden zunächst in der Zeichnung vermessen und die so gewonnenen „Istwerte“ dann mit den errechneten „Sollwerten“ verglichen. Daß dabei Abweichungen zutage treten, liegt in der Natur der Sache. Zunächst einmal ist es so, daß die Pläne das von uns gewünschte Maß an Exaktheit oft gar nicht hergeben. Es handelt sich ja nicht um Werkzeichnungen, sondern um Übersichtspläne, bei deren Auftragung vollkommene Detailgenauigkeit weder angestrebt noch realisiert wurde. Verlässlicher wirken im allgemeinen die Aufnahmen fertiger Bauten, wie wir sie etwa von A. da Sangallo besitzen (vgl. Abb. 22). Andererseits sind sie vom eigentlichen Entwurf, auf den es uns ankommt, am weitesten entfernt, und in dem oft komplizierten Prozeß der Bauausführung muß mit erheblichen Toleranzen gerechnet werden. Dazu kommt, daß Pergamentblätter, wie sie für große Pläne nicht selten verwendet wurden, sich im Laufe der Zeit verziehen. So erhält man für Strecken, die theoretisch einander gleichen müßten (wie die Radien der Nebenkuppeln), an verschiedenen Stellen desselben Plans abweichende Werte. Dies nötigt dazu, möglichst zahlreiche Messungen auszuführen und dann, unter Berücksichtigung aller in

Frage kommenden Faktoren, „mittlere Meßwerte“ festzusetzen. Wir haben im Folgenden solche mittleren Meßwerte für die Entwürfe, die wir hier behandeln, in einer Tabelle zusammengestellt; sie ist mit der synoptischen Zeichnung Abb. 16 zu vergleichen³¹. Als d bezeichnen wir die Distanz zwischen den Achsen von Haupt- und Nebenarmen; r_1 ist der Radius der Hauptkuppel, r_2 der der Nebenkuppeln. – Die Formeln, auf welche unsere Überlegungen uns geführt haben, bzw. noch führen werden, finden sich in der Tabelle II. Die in ihnen auftretende Konstante a ist die Achsendistanz des Pergamentplans, die wir auf 138 p. festsetzen. – Tabelle III enthält die danach errechneten „Sollwerte“. Man wird finden, daß die Übereinstimmungen im allgemeinen befriedigend sind, vor allem wenn man sie in Relation zu den Gesamtausmaßen des Baus sieht; absolut exakte Werte sind schon deshalb nicht zu erwarten, weil in fast allen Formeln irrationale Zahlen auftreten. Auffällige Abweichungen werden in den folgenden Abschnitten kommentiert.

Tabelle I

Mittlere Meßwerte

	Uff. A 1	Uff. A 20	Ausführungsplan	SS. Celso e Giuliano
d	138	196	165	38
r_1	84,5	98	93	22,5
r_2	40,5	49	33	11,5

Tabelle II

Konstruktionsformeln

	Uff. A 1	Uff. A 20	Ausführungsplan	SS. Celso e Giuliano
d	a	$a\sqrt{2}$	$\frac{5}{6} a \sqrt{2}$	a
r_1	$2a - a\sqrt{2}$	$\frac{a}{2}\sqrt{2}$	$\frac{2}{3} a$	$2a - a\sqrt{2}$
r_2	$a - \frac{a}{2}\sqrt{2}$	$\frac{a}{4}\sqrt{2}$	$\frac{a}{6}\sqrt{2}$	$a - \frac{a}{2}\sqrt{2}$
$r_1:r_2$	2:1	2:1	$2\sqrt{2}:1$	2:1

Tabelle III

Errechnete Werte

	Uff. A 1	Uff. A 20	Ausführungsplan	SS. Celso e Giuliano
d	138	194,58	162,15	38
r_1	81,42	97,29	92	22,42
r_2	40,71	48,64	32,43	11,21

St. Peter: $a = 138$ p.SS. Celso e Giuliano: $a = 38$ p.

Maße in palmi romani – 1 p. = 0,2234 m (vgl. den Exkurs am Schluß des Textes).

Eine Maßanalyse des Pergamentplans Uff. A1 war bisher vor allem dadurch erschwert, daß in der Zeichnung selber kein Maßstab eingetragen ist. Einen Ausweg aus diesem Dilemma weist die Entdeckung Graf Metternichs, daß der Chorarm des Plans mit dem Chorfundament Nikolaus' V. identifiziert werden kann. So läßt sich aus dem lichten Durchmesser der Apsis leicht eine 100 p.-Skala herstellen³². Natürlich ist dieses Verfahren bis zu einem gewissen Grade hypothetisch und es können beim Ansatz des Maßstabs selbst Fehler sich einschleichen, die dann auf alle Ergebnisse zurückwirken würden. Allein die Maßrelationen, um die es uns hier vor allem geht, würden dadurch sich ja nicht ändern. Leider ist aber dies nicht die einzige Schwierigkeit, ja man muß sagen, daß die im vorigen Abschnitt angedeuteten Probleme bei diesem wichtigsten aller Pläne sich in besonderem Maße häufen. Nicht nur die Verziehung des Pergaments scheint hier besonders ausgeprägt, auch die Zeichentechnik ist auffallend flüchtig. Dazu kommt das Fehlen markierter Achsen und Zentren, hinderlich vor allem deshalb, weil nur die eine Hälfte des Grundrisses dargestellt ist. Offenbar ist die Zeichnung nicht selbst konstruiert, sondern von anderweitigen Vorlagen Maß für Maß übertragen worden. Die empfindlichste der Unklarheiten, die hieraus resultieren, betrifft den Durchmesser der Hauptkuppel. Er kann nur aus dem Abstand zwischen den wenig korrekt umrissenen Vierungspfeilern ermittelt werden. Geht man nun davon aus, daß der Radius der Hauptkuppel das Doppelte dessen der Nebenkuppeln betragen soll – und diese Voraussetzung haben alle Autoren, die sich bisher mit dem Pergamentplan beschäftigt haben, gemacht – so erweist sich, daß der gemessene Wert um ca. 3,5 p. „zu groß“ ist; er müßte um dieses Maß nach unten korrigiert werden, was angesichts der gegebenen Umstände wohl zu rechtfertigen wäre^{32a}.

31 Um die Übereinstimmung der Proportionen in Uff. A1 und S. Celso zu veranschaulichen, haben wir in unserer Zeichnung den Plan von S. Celso im Verhältnis zu St. Peter um etwa das 3,6fache vergrößert. In Wahrheit hätte der ganze Bau bequem in der Vierung der Peterskirche Platz gefunden. Der Hinweis Giovannonis auf eine „Bramante-Zeichnung“ (Uff. A3?), die in *palmi* gemessen auf S. Celso, in *braccia* aber auf St. Peter zu beziehen wäre – was einer Relation von 1:2,5 entspräche – muß auf einem Rechenfehler beruhen (G. Giovannoni, *Saggi sulla architettura del rinascimento*, 2. Aufl. Milano 1935, 90). Zum Verhältnis von S. Celso und St. Peter vgl. im übrigen S. 56, Anm. 56.

32 Metternich, Maßgrundlagen, 43 Anm. 16.

32a Bei allen anderen untersuchten Plänen ist die Relation der Kuppelradien eindeutig zu bestimmen, und zwar in der Regel auf 2:1. Zur Ausnahme des Ausführungsplans s.u. S. 52. Da-

Die Frage der absoluten Maße des Plans ist wichtig für die Beurteilung seines Zusammenhangs mit den späteren St. Peter-Entwürfen. Wir haben dies dadurch ausgedrückt, daß wir die „Kuppeldistanz“ d des Pergamentplans als Konstante in alle Formeln unserer Tabelle eingesetzt haben. Die Zahl 138 läßt sich am leichtesten ermitteln, indem man die Gesamtbreite des Bauwerks (abzüglich der außen vorgelegten Pilaster) mißt und das Ergebnis – 552 p. – durch 4 teilt; Kontrollmessungen an verschiedenen Stellen des Plans bestätigen die Richtigkeit des Resultats. Wir haben unser Quadratnetz auf dem gleichen Wege entwickelt und so etwa dürfte auch Bramante vorgegangen sein. Die mögliche Breitenentwicklung des Baus war eingeschränkt durch den Abstand zwischen der Mittelachse, die ja mit Petersgrab und Chorfundament gegeben war, und dem vatikanischen Obelisken; dieser Abstand betrug nach einer Messung Peruzzis 290,5 p.³³ Mit 276 p. halber Breite hat Bramante diesen Spielraum etwa bis zur Grenze des Möglichen genutzt, und unsere „Schlüsselzahl“ 138 wäre also weitgehend aus den gegebenen Verhältnissen herzuleiten. Natürlich würde das Gleiche etwa auch für Zahlen wie 136 oder 140 gelten, die rechnerisch noch günstiger wären; überdies würde ein Wert von $a = 140$ in unseren Formeln für die folgenden St. Peter-Entwürfe z. T. noch bessere Annäherungswerte geben. Unsere Messungen haben jedoch einen mittleren Wert von 138 erbracht, und wir können uns mit der Feststellung zufrieden geben, daß wir damit in hinlänglicher Nähe der richtigen Zahlen sind; mehr ist beim Zustand des Materials nicht zu erwarten³⁴.

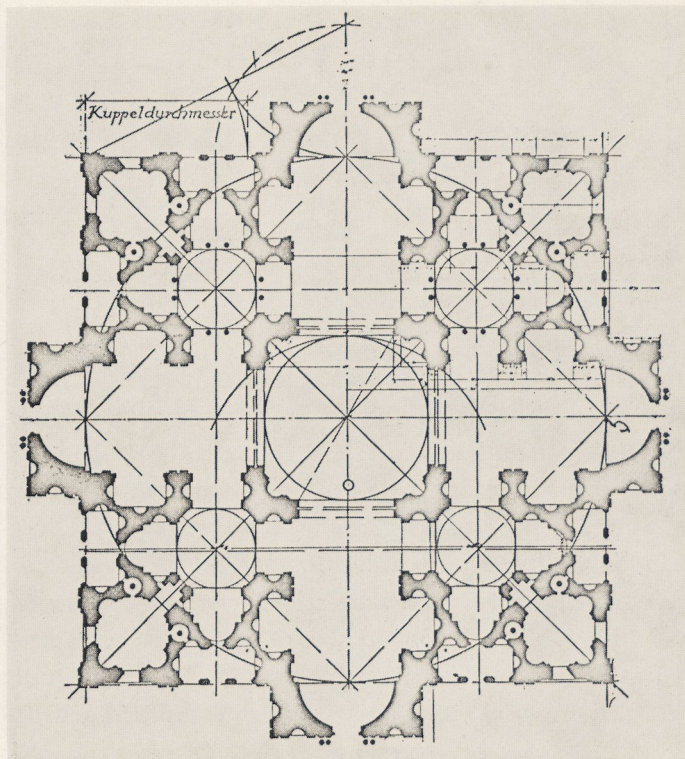
Was sich aus unseren Messungen für die Proportionen des Pergamentplans ergibt, ist weiter oben bereits erläutert worden. Den Vorrang im Proportionierungsgang hatte also die räumliche Disposition im Großen (Achsensystem, Kuppelkreise); erst danach konnten die einzelnen Raumformen detailliert und die Gliederungen der Pfeiler und Wände ausgearbeitet werden, ein komplizierter und langwieriger Prozeß, den wir hier nicht weiter verfolgen können³⁵. In ihm bildete sich jene Mannigfaltigkeit der Er-

gegen schwankt das Verhältnis der Gurtbogenspannung in Haupt- und Nebenschiffen zwischen 2:1 (Uff. A 20, S. Celso) und ca. 1,8:1 (Uff. A 1, Ausführungsplan).

33 Uff. A 119 v; vgl. auch Uff. A 20, wo der Standort des Obelisken unten links eingetragen ist.

34 Noch etwas größere und überdies irrationale Zahlen erhielt man, wenn man das Förstersche „Quadrat“-Schema zugrunde legte und nach dem Vorschlag G. Soergels, 109, von einem (in Abb. 2 nicht eingetragenen) Grundquadrat von 100 p. Seitenlänge ausginge. Für a ergäbe sich dann ein Wert von $100\sqrt{2} = 141,4\dots$ p., für die Gesamtbreite $400\sqrt{2} = 565,6\dots$ p.

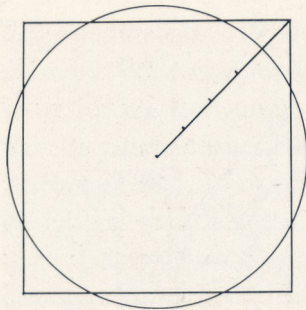
35 Spezielle Aufmerksamkeit verdient in diesem Zusammenhang das Problem der Pfeilerbildung. Daß der aus der Konstruktion



14. St. Peter, Uff. A 1 – Proportionsschema nach K. Freckmann

scheinung heraus, die das System des Pergamentplans so schwer beschreibbar macht – wird doch die charakteristische Konfiguration der Mittelgruppe – Oktogon, Kreuzarme, Apsiden – in den Nebenzentren gerade nicht wiederholt, sondern in neue, qualitativ verschiedene Raumbilder

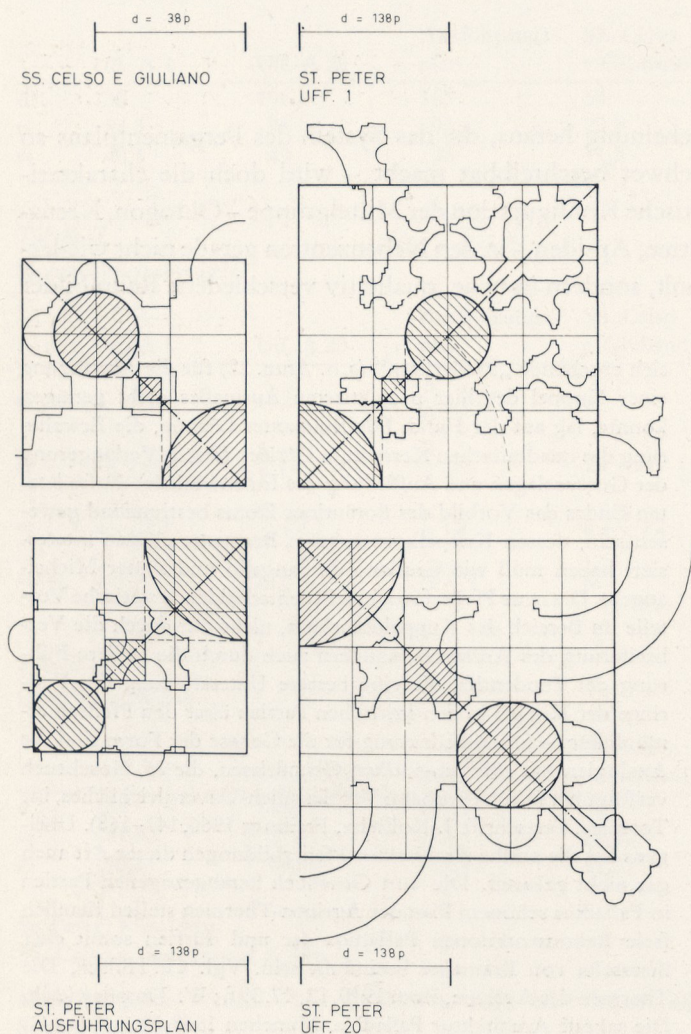
sich ergebende „Pfeilerkern“ (s. o. Anm. 22) für die Abstützung einer Kuppel des hier projektierten Ausmaßes nicht genügen konnte, lag auf der Hand. Für Bramantes Lösung, die Erweiterung des quadratischen Kerns zum Dreieck (durch Verlängerung der Gurtvorlagen und Auffüllung des Innenwinkels) dürfte letzten Endes das Vorbild des florentiner Doms bestimmend gewesen sein, dessen Kuppelkonstruktion Bramante ebenso interessiert haben muß wie Giuliano da Sangallo und später Michelangelo. Die neue Pfeilerform brachte entscheidende statische Vorteile im Bereich des Kuppelunterbaus, nicht nur durch die Verbreiterung des Auflagers, sondern auch durch die steilere Führung der Pendentifs, die eine bessere Unterstützung des Fußrings der Kuppel in den kritischen Partien über den Pfeilern ermöglichte. – Ohne Bedeutung für die Genese der Form sind die Analogien mit römisch-antiken Grundrissen, die M. Gosebruch verfolgt hat (Vom Pantheon Vergleichlich-Unvergleichliches, in: Tortulae, Festschrift J. Kollwitz, Freiburg 1966, 147–168). Übrigens hat die antike Architektur Pfeilerbildungen dieser Art auch gar nicht gekannt. Die von Gosebruch herangezogenen Partien in Palladios schönem Plan der Agrippa-Thermen stellen ziemlich freie Rekonstruktionen Palladios dar und dürften somit eher ihrerseits von Bramante beeinflusst sein. Vgl. Ch. Hülsen, Die Thermen des Agrippa, Rom 1910, 12, 17, 39f.; W. Timofiewitsch, Die sakrale Architektur Palladios, München 1968, 81.



15. Quadratur des Kreises
nach Borromini

umgewandelt³⁶. Um so bedeutsamer ist die Einsicht in die verborgene Mathematik, die das Ganze des Plans durchwaltet und reguliert. Sie erst vermittelt den Zugang zu seiner ursprünglichen Konzeption, macht den Charakter wie auch den besonderen Rang des Entwurfs voll verständlich. Die unvergleichliche „Eleganz, Heiterkeit und Leichtigkeit desselben“³⁷, das schwebende Gleichgewicht zwischen Kreis und Quadrat, das Grazile, latent Skeletthafte der Struktur und die Prävalenz der „leeren“ über die „soliden Massen“³⁸, die das wichtigste Stilmerkmal des

16.



50

Entwurfes bildet – all dies ist letztlich in seinen Maßverhältnissen festzumachen. Bramantes Schöpfung ist ein „konkreter, den technischen, topographischen, liturgischen und künstlerischen Forderungen gerecht werdender Plan“³⁹ und zugleich ein geometrisches Kunstwerk.

VI

Ist es möglich, die weitere Planungsgeschichte von St. Peter im Lichte dieser Erkenntnisse zu verstehen? Sind wesentliche Entscheidungen auf dem Weg vom Pergamentplan zum Ausführungsplan durch geometrische Proportionierungsverfahren bestimmt worden? Dies ist offenbar nicht der Fall; vielmehr sind, wie Graf Metternich dargelegt hat, alle Schritte dieses Prozesses eindeutig auf die Einwirkung anderer, äußerlicher Faktoren zurückzuführen. Trotzdem ist es nicht ohne Interesse, die Maßverhältnisse der folgenden Pläne mit dem System des ersten Entwurfs zu vergleichen; unsere Abb. 16 zeigt deutlicher als lange Beschreibungen, wo und in welchem Sinne die entscheidenden Wendungen erfolgt sind.

Die Entwicklung vom Pergamentplan zu der großen Rötelstudie Uff. A 20 (Abb. 18) ist zunächst durch eine bedeutende Ausweitung aller Maße gekennzeichnet. Sie läßt sich am besten ablesen an der Vergrößerung der „Kuppeldistanz“ von 138 p. auf 196 p. Das entspricht ungefähr einer Multiplikation mit $\sqrt{2}$, und unsere Zeichnung zeigt, wie dies geometrisch zu konstruieren wäre: die Seitenlänge des neuen Grundquadrats ist gleich der Diagonale des vorhergehenden. Obwohl nun die Nachrechnung dieser Operation recht brauchbare Näherungswerte ergibt⁴⁰, bleibt zumindest fraglich, ob dies der tatsächliche Gang der Planung war. Denn dem Plan Uff. A 20 geht zweifellos der

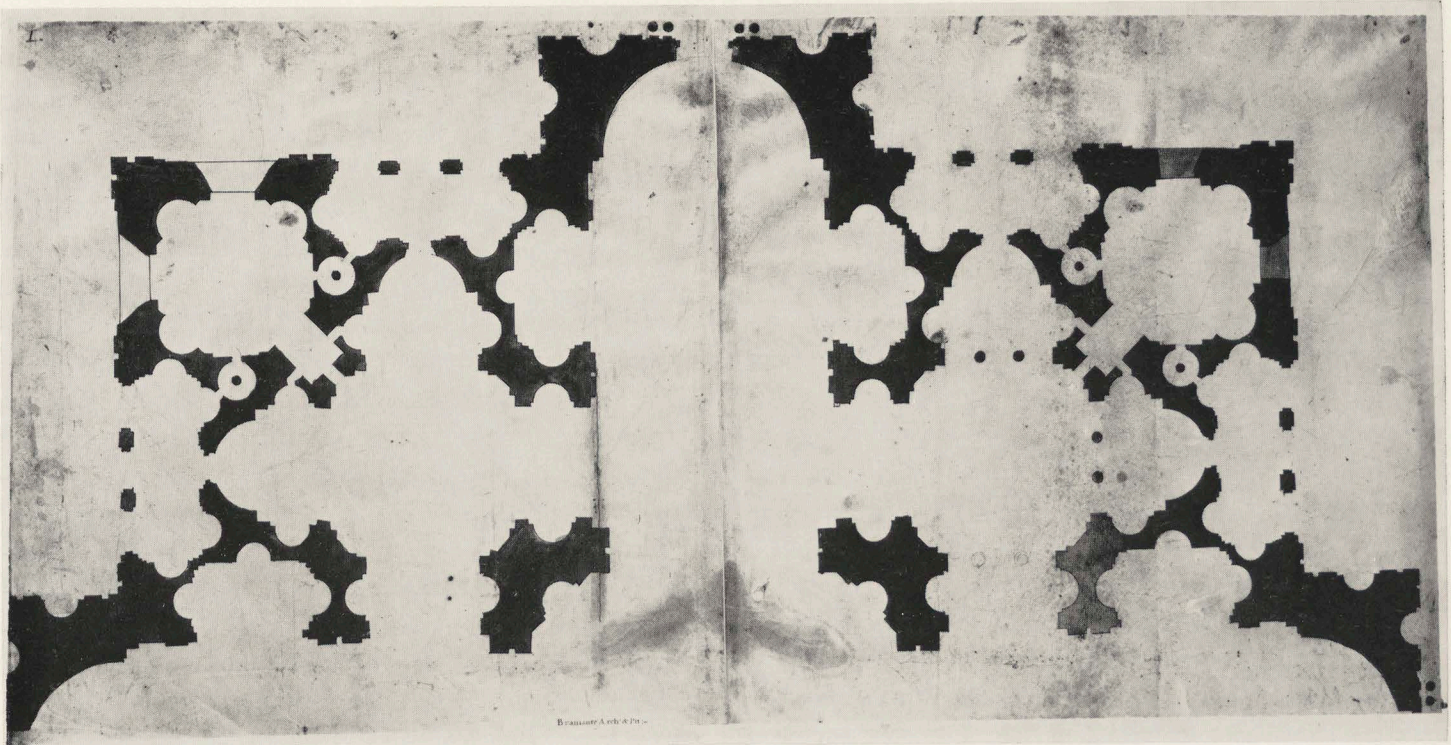
36 Im Gegensatz zu der mehr oder minder mechanischen, nachrechenbaren Variation und Vervielfältigung der Muster und Motive in den entsprechenden Skizzen Leonardos.

37 So die überaus glückliche Charakteristik Goethes in seinen Notizen nach Bonanni zur Vorbereitung der zweiten italienischen Reise, gemünzt allerdings auf Bramantes Ausführungsplan (Sophien-Ausg., 1. Abt., Bd. 34/2, Weimar 1904, 246).

38 Goethes Äquivalent für die unübersetzbare italienische Wendung *pieni e vuoti* (ibid.).

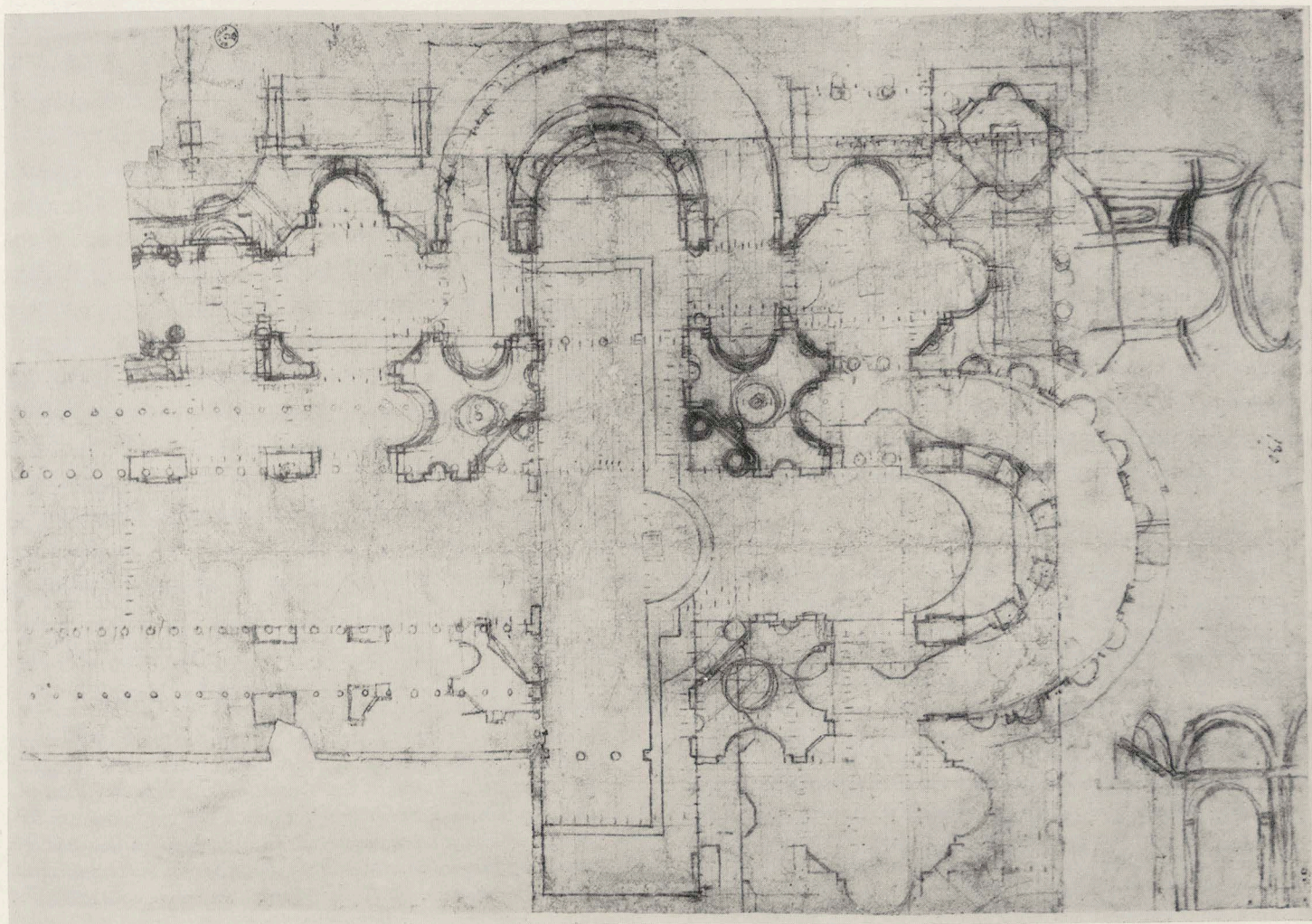
39 Metternich, Maßgrundlagen, 43.

40 Vgl. unsere Tabelle S. 48 f. Exakte Messungen auf Uff. A 20 werden besonders erschwert durch die skizzenhafte, tastende Zeichenweise; zudem ist die Zeichnung über einem in brauner Tinte ausgezogenen Gitter von 5-p.-Linien ausgeführt und die Maße scheinen teilweise im Sinne dieses Gitters „abgerundet“. Die Vermutung liegt nahe, daß auch das Achsennetz durch Abzählen von Gitterlinien festgelegt wurde und daher auf runden Zahlen aufgebaut ist – also etwa $d = 200$ p., $r_1 = 100$ p., $r_2 = 50$ p. Doch liegen unsere Meßergebnisse deutlich unter diesen Werten.



17. St. Peter, Uff. A1

18. St. Peter, Uff. A20



Gegenentwurf Giulianos da Sangallo voraus, der in Uff. A 8r überliefert ist, und vieles spricht dafür, daß das neue Hauptkuppelmaß von dort übernommen wurde und alle anderen Erweiterungen sich aus dieser Übernahme erklären⁴¹. Giulianos Plan aber war aus einer ganz anderen Denkweise hervorgegangen. Haupt- und Nebenschiffe sind dort von durchlaufenden, eindeutig festgelegten Wandfluchten begrenzt; die Nebenkuppeln sind als Inkreise in ihre Vierungsquadrate eingesetzt, die Hauptkuppel, wahrscheinlich als Klostergewölbe gedacht⁴², erhebt sich über einem regelmäßigen Oktagon; die Maßverhältnisse scheinen eher auf arithmetischem als auf geometrischem Wege bestimmbar, d. h., sie gehen unmittelbar aus einem geradzahligen Quadratnetz hervor (Durchmesser der Kuppeln 200 und 60 p., Weite der Schiffe 100 und 60 p., etc.⁴³). Das Problem der Proportionierung der Kuppelkreise, das wir als das entscheidende des Bramante-Plans erkannt haben, existiert also für Giuliano gar nicht.

Unser Maßschema macht nun klar, wie Bramante – als mutmaßlicher Zeichner von Uff. A 20 – auf diesen Entwurf reagiert. Zwar stellt er zunächst, durch Vergrößerung der Nebenkuppel, das 2:1-Verhältnis der Kuppelradien wieder her; zugleich aber regelt er ihr Verhältnis zum Achsensystem, indem er auch die Hauptkuppel als Inkreis des Quadratnetzes behandelt. Ihr Radius ist jetzt gleich der Hälfte der Distanz d , der der Nebenkuppeln gleich einem Viertel davon. Das dazwischen verbleibende Viertel wird zur Basis des „Pfeilerkerns“. Er ist gegenüber dem Pergamentplan am stärksten gewachsen und nimmt nun ein volles Quadrat des Netzes ein: dies dürfte ein Punkt gewesen sein, auf den die Kritik Giulianos sich konzentriert hatte, und hier ist Bramante ihm am weitesten entgegengekommen. Der entscheidende Gewinn aber liegt in der vollkommen rationalen, d. h. auf das Quadratnetz bezogenen Durchgestaltung des Plans im Ganzen. Mit genialer synthetischer Kraft wird Giulianos trockenes *piani-e-vuoti*-Schema ins Räumliche umgedeutet: die erste Linie

des Netzes, von den Tangenten der Hauptkuppel ausgehend, bildet die Achse der großen Pfeilernischen und damit der Umgänge bzw., im Ostarm, der Seitenschiffe des Langhauses (das auf diese Art in die Struktur des Zentralbaus hineinwirkt); die nächste Linie fixiert die Mittelpunkte der Nebenkuppeln, die übernächste die der Eck-sakristeien. Auch die Abmessungen der einzelnen Elemente sind jetzt so weit als möglich „genormt“ – die großen Pfeilernischen gleichen denen der Apsiden der Nebenkuppelräume, und anderes mehr. So hat das „schwebende Gleichgewicht“ zwischen partikularen Zentren, das den Pergamentplan kennzeichnete, sich verwandelt in ein straff organisiertes, ganz einheitlich durchgeführtes Raumsystem.

Die Ausführung dieses großartigen Plans scheiterte offensichtlich an einem Machtwort des Papstes, der, aus welchen Gründen immer, den Chorarm der Basilika baldmöglichst aufgerichtet sehen wollte. Dies konnte nur über den Fundamenten des Quattrocento geschehen, und damit trat die entscheidende Störung im Gefüge des Grundrisses ein, deren Folgen weder Bramante selbst noch einer der späteren Petersbaumeister mehr hat ausgleichen können. So haben wir uns (und hatte Bramante sich) mit der Tatsache abzufinden, daß die Reihe der „Reduktionsentwürfe“ eigentlich schon mit dem Ausführungsplan beginnt. Was in der Planung im einzelnen vor sich ging, ist wiederum durch Metternichs Forschungen vollkommen aufgeklärt worden⁴⁴. Offen bleibt dabei die genaue Bestimmung der neuen Kuppelradien, allerdings innerhalb sehr enger Grenzen, die durch hier nicht näher zu erörternde Umstände gezogen waren. Fest steht, daß das 2:1-Verhältnis der Radien von Haupt- und Nebenkuppeln jetzt nicht mehr aufrecht zu halten war, und es scheint als sei damit die konstituierende Proportion der ganzen Zentralbauidee überhaupt außer Kontrolle geraten. Allein ein Vergleich der betreffenden Strecken – $r_1 = 93\text{p.}$, $r_2 = 33\text{p.}$ (Abb. 19)⁴⁵ – zeigt an, daß auch das neue Verhältnis noch geometrisch geregelt ist: es kann mit bemerkenswerter Exaktheit in der Formel $r_1:r_2 = 2\sqrt{2}:1$ ausgedrückt werden. Die Flächeninhalte der Kuppelkreise verhalten sich jetzt also nicht

41 Das heißt, sie gingen letzten Endes, durch Vermittelung Giulianos, zurück auf die Forderung nach Überbauung des geweihten Grundes, worauf die Notiz *in tutto came* 70 auf Uff. A 8r anspielte (Metternich, Maßgrundlagen, 43f.). Erst damit kommt eigentlich jener Zug ins Utopische, Unvernünftige in die Planung, den man so gern dem Pergamentplan zuschreibt.

42 Metternich, Maßgrundlagen, 44. Eine Stütze für diese Annahme liefert das in die Hauptkuppel eingetragene Maß von *20 came*: es läßt sich am besten auf die lichte Weite zwischen zwei gegenüberliegenden Ecken, also den „großen“ Durchmesser des Oktagon bezichen; dagegen würde der Durchmesser eines einzuzeichnenden Kuppelkreises dem etwas kleineren Abstand zwischen zwei Seitenmittelpunkten entsprechen.

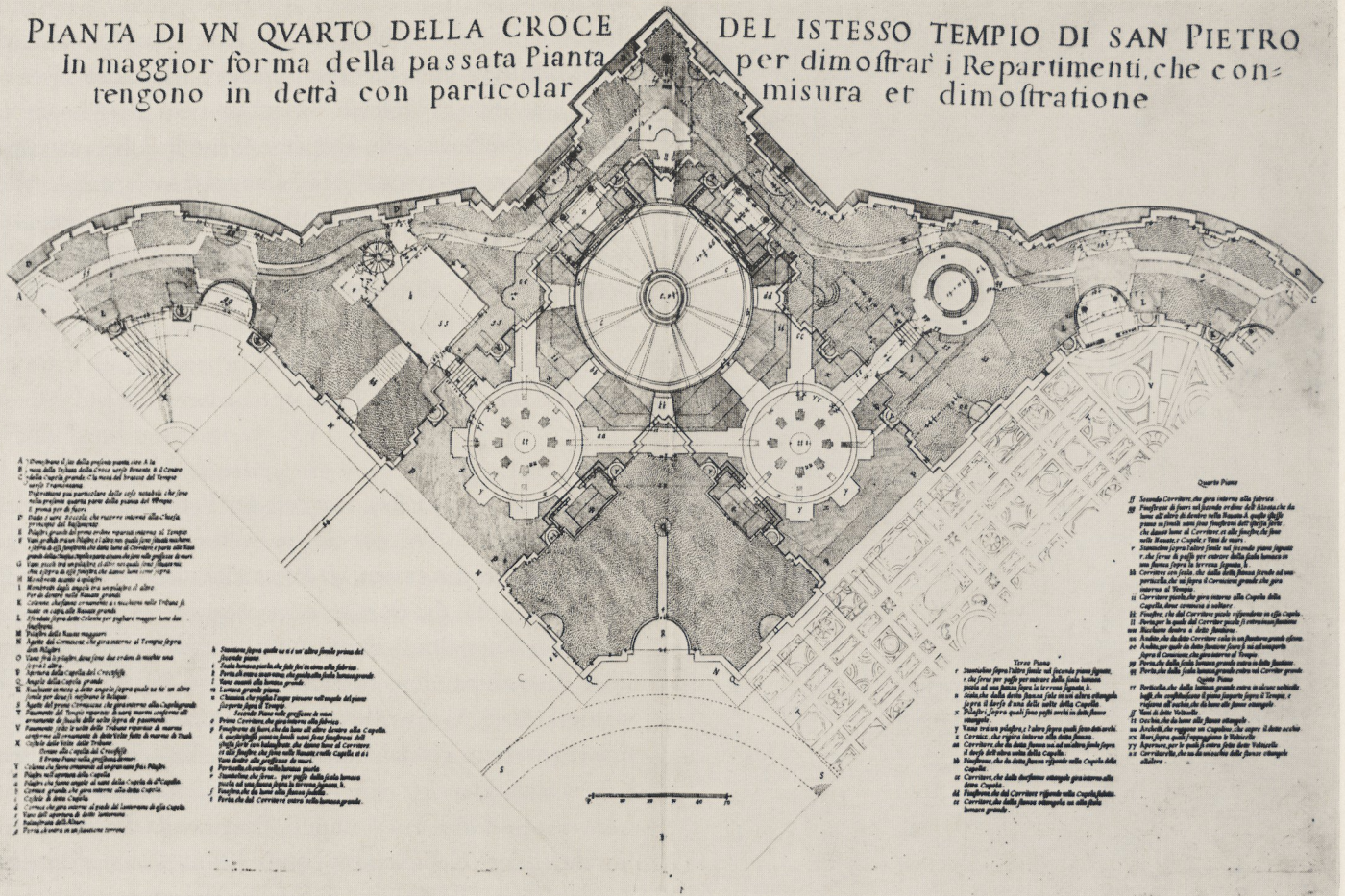
43 Die Schwankungen in der Zeichnung selbst sind beträchtlich.

44 Metternich, Maßgrundlagen, 49 ff.

45 Zu messen am besten auf den großformatigen, nach unserer Erfahrung sehr exakten Aufnahmen in M. Feraboscos *Libro de l'Architettura di S. Pietro nel Vaticano...*, Roma 1620. Zu beachten ist nur, daß Ferabosco irrtümlich die Maße des um 5 p. längeren Westarms (in unserer Abb. 19 rechts) auf den Südarm (links) übertragen hat; doch liegt die kritische Stelle außerhalb der uns interessierenden Zone. Der gleiche Fehler bei Letarouilly u. a.

PIANTA DI VN QUARTO DELLA CROCE
In maggior forma della passata Pianta
tengono in dettà con particolar

DEL ISTESSO TEMPIO DI SAN PIETRO
per dimostrar i Repartimenti, che con
misura et dimostrazione



19. St. Peter, Süd- und Westquerarm (M. Ferabosco)

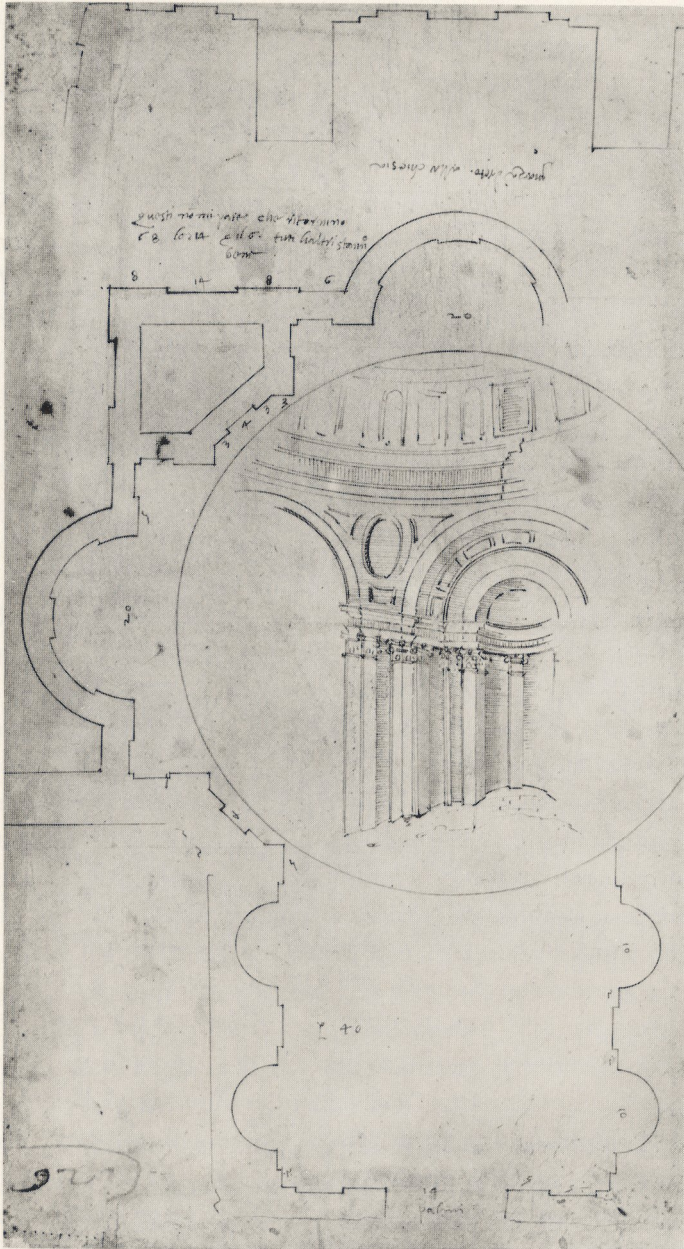
mehr wie 4:1, sondern wie 8:1; Bramante hätte es demnach fertiggebracht, das Verhältnis genau zu verdoppeln⁴⁶.

Der geometrische Weg zu diesem Ergebnis läßt sich in etwa rekonstruieren. In Abb. 16 und der zugehörigen Tabelle sind wir darauf ausgegangen, den Zusammenhang mit den vorhergehenden Entwürfen deutlich zu machen. Ausgangspunkt für die Konstruktion des Ausführungsplans wäre die „Kuppeldistanz“ d von Uff. A 20 (also, bezogen auf den Pergamentplan, $a/\sqrt{2}$). Sie wird in drei Teile geteilt und daraus das neue Quadratnetz entwickelt; die Hauptkuppel wird dem inneren Grundquadrat umgeschrieben, die Nebenkuppel in das äußere Quadrat eingeschrieben. Die Radien betragen also

$$r_1 = \frac{d}{3} \sqrt{2} = \frac{2}{3} a; \quad r_2 = \frac{d}{6} = \frac{a}{6} \sqrt{2}.$$

⁴⁶ Das gleiche Verhältnis scheint, bei stark reduziertem, Uff. A1 angenähertem Pfeilerkern, in der interessanten Skizze Uff. A3 aufzutreten, auf deren Analysen wir hier jedoch verzichten müssen.

Die Formeln (und d.h. die geometrische Konstruktion) sind, wie man sieht, überraschend einfach, die errechneten Werte allerdings nicht wirklich befriedigend. Sie lassen sich verbessern, indem man, unter Beibehaltung der geometrischen Konstruktion, den Abstand d (also Mittelachse bis Zentrum der Nebenkuppel) im Ausführungsplan neu vermisst und die so gewonnenen p . 165 in die Formeln $r_1 = \frac{2}{5} d \sqrt{2}, r_2 = \frac{d}{5}$ einsetzt. Die danach errechneten Werte $r_1 = 93,06 p$. und $r_2 = 33 p$. fallen praktisch mit den gemessenen zusammen. Auf den Entwurfsgang zurückbezogen würde dies heißen, daß Bramante bei der Herstellung des Ausführungsplans zwar von neuen Maßzahlen hätte ausgehen müssen, grundsätzlich jedoch auch jetzt noch an der Idee einer geometrischen Konstruktion des Grundrisses festhielt. Die geforderte Komprimierung des Entwurfs wurde durch andere Einteilung (Drittelerung bzw. Fünftelerung) der Grundstrecke zustande gebracht, die das neue Quadratnetz liefert. Die Kuppeldistanz d ist damit gegenüber



20. S. Biagio alla Pagnotta, München, Staatl. Graph. Slgn. (Aristotele da Sangallo)

Uff. A 20 wieder ein Stück zusammengeschrumpft, liegt aber noch wesentlich über dem Maß des ersten Entwurfs. Das Gleiche gilt von Hauptkuppelradius und „Pfeilerkern“, der auch im Verhältnis zur Hauptkuppel wieder an Gewicht verloren hat – ein kleiner aber bedeutsamer Schritt weg vom Giuliano-Plan. Das entscheidend Neue aber liegt in der Verteilung der Gewichte innerhalb des Netzes: die Nebenkuppeln sind nicht nur absolut kleiner geworden – kleiner auch als die des Pergamentplans – sondern sie werden auch näher an den Kern herangezogen⁴⁷, d. h. sie ver-

47 Die Distanzen zwischen den Peripherien der Kuppelkreise und den Ecken des Pfeilerkerns verhalten sich zueinander wie die

lieren ihre relative Selbständigkeit und geraten unter die Botmäßigkeit der Mittelgruppe. Jene Unterordnung der Nebenzentren unter das Hauptmotiv, die in der Literatur meist aus dem Vergleich zwischen dem Pergamentplan und dem Michelangelo-Dupérac-Grundriß herausgelesen und als „Barocktendenz“ Michelangelos interpretiert wird, war also in Wahrheit eine Entscheidung Bramantes – freilich wohl eher eine intelligent ersonnene Notlösung als etwa Ausdruck eines protobarocken persönlichen Spätstils.

VII

Wir haben uns bisher nur mit der Peterskirche beschäftigt, allein der Anlaß zur Suche nach einer geometrischen Konstruktion des ersten St. Peter-Entwurfs lag in der Beobachtung, daß die dort so schwer zu erfassende Relation zwischen Kuppelradien und Achsenetz in einem späteren Plan Bramantes, dem für SS. Celso e Giuliano, identisch wiederkehren. Wir wollen daher noch einen Blick auf Bramantes weitere Entwicklung werfen. Es sind im wesentlichen zwei Projekte, die hier in Betracht kommen: eben SS. Celso e Giuliano⁴⁸ und S. Biagio alla Pagnotta, die Kirche oder Kapelle des von Julius II. begonnenen Justizpalastes. Beide Bauten, für die Erkenntnis der Intentionen des späten Bramante von größter Bedeutung, sind von der Forschung lange Zeit kaum beachtet worden – wohl eine Folge des unglücklichen Verlaufs ihrer Baugeschichten, die, in merkwürdiger Parallele, beide Male mit der völligen Zerstörung der von Bramante begonnenen Teile endeten⁴⁹.

Ein Blick auf den Grundriß von S. Biagio (Abb. 20)⁵⁰ macht freilich klar, daß der Begriff der „Entwicklung“ auf

Kuppelradien – also in den früheren Entwürfen wie 2:1, im Ausführungsplan wie $2\sqrt{2}:1$.

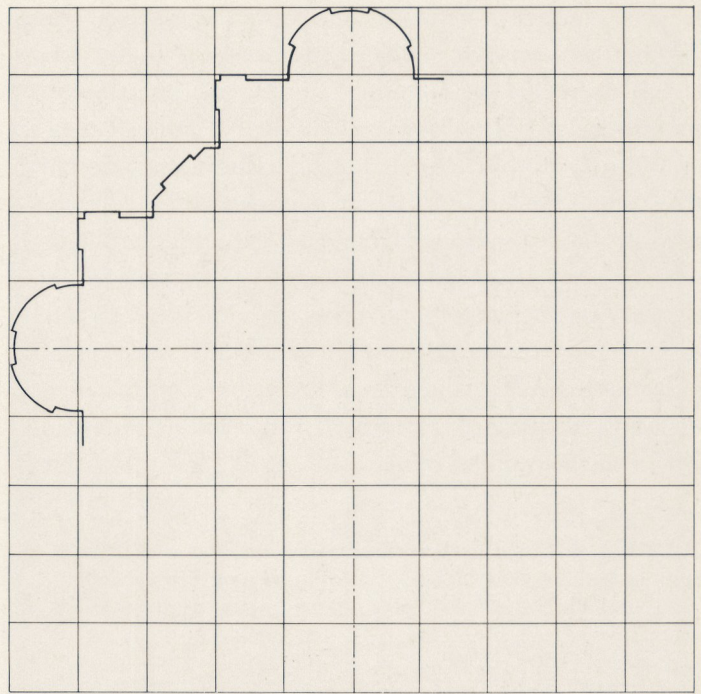
48 Den Typ von S. Celso zeigen, mit abweichenden Maßverhältnissen, noch einige Bauten aus dem Umkreis Bramantes: Rocca-verano, Pfarrkirche (Bruschi, 1047); Viterbo, S. Maria della Fortezza (Bruschi, 1055; vgl. auch die wohl auf Borromini zurückgehende Grundrißaufnahme im Cod. Spada, vat. lat. 11257, vol. 186f.); Rom, S. Maria dell'Orto (Bruschi, 1058f.).

49 Die betreffenden Partien von S. Celso verschwanden im 18. Jh. aus Anlaß des Neubaus der Kirche, die von S. Biagio im 19. Jh. bei der Anlage der Tiberkais; Geymüller hat sie noch gesehen, ohne indes eine Aufnahme anzufertigen. Die Geschichte beider Bauten möchten wir an anderer Stelle ausführlich darstellen.

50 Ch. L. Frommel, *Der römische Palastbau der Hochrenaissance*, Tübingen 1973, II, 327ff.; Bruschi, 946ff. Die abgebildete Zeichnung, wohl von Aristotele da Sangallo, zuerst publiziert von W. Lotz in *FlorMitt* 7 (1953–56), 223. Weitere Zeichnungen: Uff. A 109v (B. Peruzzi), 136 (Bramante?), 667 (S. Peruzzi), 790

die letzten Werke Bramantes nur bedingt anwendbar ist. Wären wir einzig auf unser stilistisches Urteil angewiesen, so würden wir sicher geneigt sein, den Entwurf für S. Biagio vor die St. Peter-Pläne zu setzen: die Planidee von Bramantes Hauptwerk scheint hier sich erst anzukündigen, die Herleitung von quattrocentistischen Bauten wie S. Maria della Pace in Rom und Bramantes eigenem Plan von S. Maria delle Grazie in Mailand ist noch ganz offenkundig. Indes kann der Bau kaum vor 1508 geplant worden sein⁵¹ – ein Indiz für gewisse retrospektive Neigungen, die sich auch anderwärts in Bramantes Spätwerk beobachten lassen⁵². Diese Einschätzung wird durch eine Maßanalyse überraschend bestätigt.

Der Plan des Kuppelraumes von S. Biagio mit seinen nischengegliederten Eckschrägen und breiten Gurtbögen zeigt starke Verwandtschaft mit dem von St. Peter, und nichts scheint natürlicher als die Annahme, er müsse aus einer vergleichbaren geometrischen Konstruktion hervorgegangen sein. Allein das Ergebnis der Untersuchung ist ein ganz anderes⁵³. Ausgehen kann man hier von der Gurtbogenspannung bzw. der lichten Weite des Schiffs, die mit dieser identisch ist und sich wie in einem Quattrocento-plan ohne weiteres fixieren läßt (auch das „Abziehen“ der Pilaster bereitet keinerlei Schwierigkeiten). Nimmt man sie als Grundstrecke des Quadratnetzes an, so ergibt sich für die Dimensionierung der Kuppel der einfache Sachverhalt, daß das Vierungsoktogon aus Seiten und Diagonalen der betreffenden Netzquadrate gebildet wird. Schiffs-



21. S. Biagio alla Pagnotta – Achsen-system

weite und Kuppeldurchmesser verhalten sich also wie 4:6 (Abb. 21). Damit erklärt sich zwar, einerseits, die optische Ähnlichkeit mit St. Peter, denn der oktogonale Umriß des Vierungsraumes ist in allen St. Peter-Entwürfen etwa durch die gleichen Zahlenwerte bestimmt. Nur ist dies dort ein ganz sekundäres Verhältnis, das erst bei der Detaillierung der Pfeiler festgelegt wird. In S. Biagio dagegen, wo ja nur ein von Wänden umgebener „Vierungsraum“ zu gestalten war, hat Bramante den Gang der Planung kurzerhand umgekehrt, d. h. er hat aus den Maßen des Oktogons das Quadratnetz entwickelt und die Wandfluchten auf dessen Linien gesetzt. Die einfachste Lösung war die beste. Man kann daraus folgern, daß die Entwicklung geometrischer Proportionierungsverfahren, wie eingangs vermutet, ursächlich zusammenhing mit der Ausarbeitung des tetrastylen Fünfkuppelbaus und mit der Schwierigkeit, einen so komplizierten Organismus von Räumen und Körpern proportional zu beherrschen. Es waren konkrete Probleme der Planung, nicht ästhetische oder symbolische Spekulationen, die die geometrischen Operationen bestimmten.

Die Summe seines Nachdenkens über dieses Problem hat Bramante gegen Ende seines Lebens im Entwurf für den Neubau von SS. Celso und Giuliano gezogen (Abb. 22)⁵⁴. Die scheinbare Simplizität des Plans hat die meisten

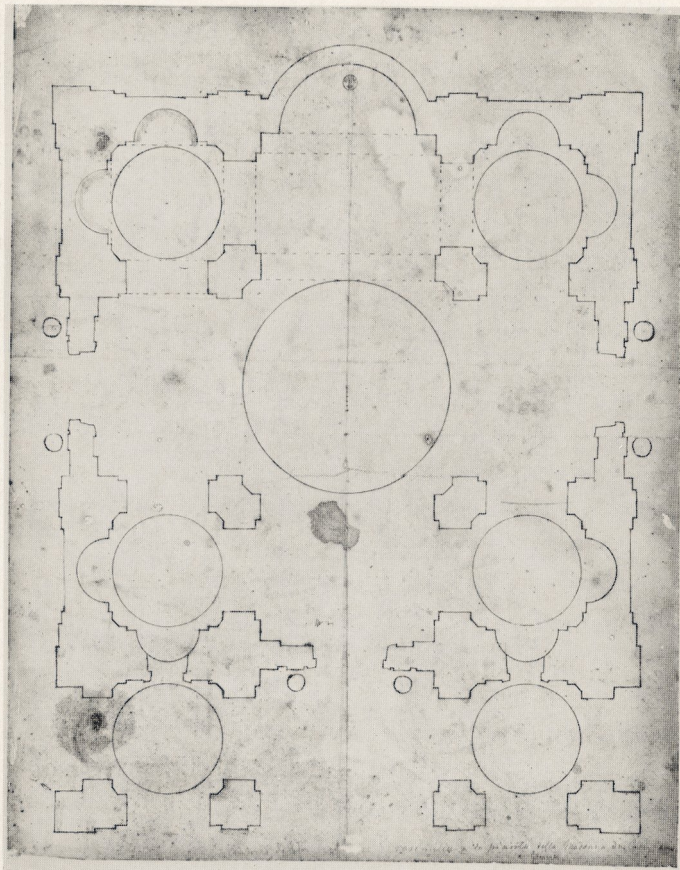
54 Vgl. vorläufig G. Segui, Ch. Thoenes, L. Mortari, SS. Celso e Giuliano, Roma 1966 (*Le chiese di Roma illustrate*, 88); danach im wesentlichen Bruschi, 980ff.

(Ant. da Sangallo d. J.), 1191 (idem), 1893r (Arist. da Sangallo), 2026 (Dosio); München, Staatl. Graph. Sgn. (Arist. da Sangallo); Cod. Mellon, fol. 58r; Cod. Coner, fol. 11; Windsor, Royal Libr., A/12 (186), Nr. 10452 (C. Fontana). Ein Längsschnitt von einem Zeichner des Palladio-Umkreises als Aufnahme aus den römischen Thermen publ. bei G. Zorzi, *I disegni delle antichità di Andrea Palladio*, Venezia 1959, fig. 125; die Bestimmung als S. Biagio verdanke ich Gesine Asmus.

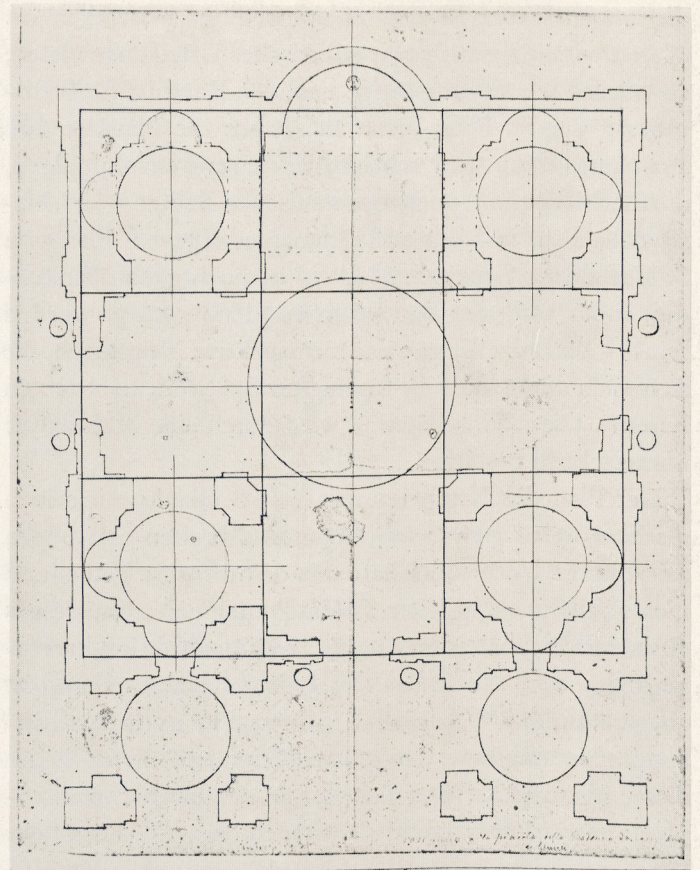
51 Vgl. Frommel, l. c.

52 Über retrospektive Tendenzen in Bramantes letzten Werken vgl. Ch. Thoenes, Note sul „Ninfeo“ di Genazzano, in: *Atti del congresso internazionale di studi bramanteschi*, Rom 1974, 575–583.

53 Wir halten uns an die runden Zahlenwerte, wie sie der Münchener Zeichnung zu entnehmen sind; Maßangaben auf anderen Zeichnungen weichen nur unwesentlich davon ab. Demnach beträgt die größte lichte Länge des Querarms (von einem Apsis-scheitel zum anderen) 100p., die Länge ohne Apsiden 80p., der Kuppeldurchmesser 60p., die Breite der Kreuzarme 40p. und die Weite der Apsis 20p. Die Kapellennischen des Schiffs haben 10p. Durchmesser, und 5p. scheint das Maß der Vollpilaster zu sein. Die Wandstärken werden außen angetragen und können bei der Proportionierung außer Betracht bleiben. – Ein weiteres Beispiel für dieses Entwurfsverfahren bietet der auch im Typus eng verwandte Zentralbaugrundriß im *Libro di Giuliano da Sangallo* (cod. vat. lat. barb. 4424), ed. C. Huelsen, Leipzig–Turin 1910, fol. 32v.



22. SS. Celso e Giuliano, Uff. A 4037 (Antonio da Sangallo d. J.)



23. SS. Celso e Giuliano – Achsensystem

Autoren über den Rang dieses Werkes getäuscht⁵⁵; zumal sein Verhältnis zur Architektur von St. Peter ist häufig falsch beurteilt worden. So haben etwa G. Giovannoni und D. Frey, in Unkenntnis der Baudaten, es als „Vor-

studie“ für die St. Peter-Entwürfe betrachtet⁵⁶. In Wahrheit handelt es sich um die letzte, von äußeren Einschränkungen ganz freie und abgeklärte Version des großen Hauptthemas von Bramantes Architektur.

55 Merkwürdig in diesem Zusammenhang das Fehlen des Werkes bei Vasari; die erste Erwähnung als Werk Bramantes bringt der Anonimo Gaddiano (C. de Fabriczy, *Il codice dell'Anonimo Gaddiano*, Firenze 1893, 93). Dagegen bekundet sich das lebhafteste Interesse der Architekten hier wie in S. Biagio in der großen Zahl von Zeichnungen: Florenz, Uff. 875r und v (Ant. da Sangallo d. J.), 1953r und v, 1954, 4037 (Ant. da Sangallo d. J.); Cod. Mellon, fol. 56 v und 57 r; Cod. Coner, fol. 12r; Kasseler Skizzenbuch (Staatliche Kunstsammlungen, Kassel, Kupferstichkabinett, Klebeband), fol. 49 v (freundl. Hinweis von Fritz Eugen Keller); Heemskerck, Röm. Skizzenbücher (ed. Ch. Huelsen und H. Egger, Berlin 1916), II, fol. 13 v; Windsor, Royal Libr., A/20 (182), Nr. 10113 (C. Fontana). Die Rekonstruktion G. Giovannonis (Saggi sulla architettura del rinascimento, 2. Aufl. Milano 1935, Abb. 70 und 71) stützt sich hauptsächlich auf Uff. A 1953 v, die wir nicht für eine Aufnahme des Bramante-Baus, sondern selbst bereits für einen Rekonstruktionsversuch aus der Zeit nach dem Umbau von 1535 ff. halten (vgl. die Beobachtungen A. Bartolis, *I Monumenti Antichi nei Disegni degli Uffizi di Firenze*, Roma 1914 ff., VI, 110 ff.).

Für die Auslegung des Grundrisses ging Bramante hier, über St. Peter hinaus, auf den Typus des Prevedari-Stichs zurück: als Ausgangsfigur läßt sich ein in neun Felder unterteiltes Quadrat von 120 p. Seitenlänge annehmen⁵⁷. In die Mittelpunkte der entsprechenden Felder werden die Kuppelzentren gelegt; danach werden die Achsen der Haupt- und Nebenkreuzarme eingezeichnet (Abb. 23).

56 G. Giovannoni, *Opere sconosciute di Bramante*, in: *Nuova antologia*, IV, 1923, 339; D. Frey, Ein unbekannter Entwurf Giuliano da Sangallos für die Peterskirche in Rom, in: *Miscellanea Francesco Ehrle*, Studi e Testi 38, Roma 1924, II, 432–447; und neuerdings noch P. Murray (vgl. Anm. 7), der S. Biagio, S. Celso und auch S. Eligio als “experiments directed towards the solution either of formal or of static problems” behandelt “the results of which could be applied on the grand scale of St. Peter’s itself”.

57 Wir gehen aus von der exakten Aufnahme Antonios da Sangallo Uff. A 4037 (Maßstab in *palmi romani* in der Kuppel eingetragen).

Für die Bemessung der Kuppelkreise gelten nun wieder die bekannten Bedingungen – Verhältnis der Radien wie 2:1, Aussparung eines tragfähigen Pfeilerkerns – und ganz folgerichtig ist Bramante so auf das Schema des Pergamentplans, als des eigentlichen Idealplans der Peterskirche, zurückgekommen. Die maßstäblich korrigierte Gegenüberstellung (Abb. 16) zeigt die vollkommene Übereinstimmung der Proportionen von Kreis und Quadrat; nur die Außengrenzen sind eingeschränkt worden, entsprechend der Reduktion des Raumprogramms (Verzicht auf Ecksakristeien, Vestibüle etc.). Die Detailbildung ist von äußerster Einfachheit. Dank der verringerten Kuppelast kann die Ausdehnung des Pfeilers auf ein Minimum zurückgenommen werden; die Gestalt des Vierungsraums hat sich damit vom 4:6-Oktogon der St. Peter-Pläne entfernt und stark dem Quadrat angenähert. Das Ausgangs-quadrat begrenzt die Apsiden der Nebenkuppeln; die

Hauptapsis greift darüber hinaus, aber auch dieses Maß ist nicht willkürlich gewählt: es ergibt sich aus der Vervielfältigung des Hauptkuppelradius. Der Außenbau durfte in der Planung vernachlässigt werden; S. Celso war als Kirche ohne Fassaden, ringsum eingeschlossen von Wohnhäusern und Ladenfronten, gedacht. Erst der jüngere A. da Sangallo erfand die Außenarchitektur, die auf unserer Abb. 22 erscheint. Ihren Höhepunkt hätte (wie in Sangallos St. Peter-Modell) eine triumphbogenartige Vorhalle bilden sollen, die die Maße von Kreuzarm und Nebenkuppeln exakt wiederholt⁵⁸. Daß eine solche Verdoppelung die subtile Balance von Bramantes Zentralplan entscheidend gefährden mußte, ist Sangallo schon nicht mehr bewußt gewesen.

58 Wie in dem Anm. 46 zitierten Text dargelegt, halten wir Uff. A4037 für ein Sangallo-Projekt für die Fertigstellung des von Bramante begonnenen Baus, aus der Zeit Pauls III. (ca. 1535).

EXKURS: ZUR BERECHNUNG DES „PALMO ROMANO“

Unseren Maßberechnungen liegt die in der römischen Architektur des 16. Jahrhunderts gebräuchliche Maßeinheit des *palmo romano* zugrunde; eine Umrechnung in Meter erübrigte sich, da Nachmessungen an vorhandenen Bauten nicht vorzunehmen waren. Als Umrechnungsrelation wird allgemein $1 \text{ p.} = 0,2234 \text{ m}$ angegeben. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß es sich hier um eine mehr oder minder konventionelle Größe handelt, auf die die neuere Forschung sich geeinigt hat, ohne sich weitere Gedanken über ihren Genauigkeitsgrad zu machen. Als Gewährsmann wird üblicherweise Th. Hofmann (Die Entstehungsgeschichte des St. Peter in Rom, Zittau 1928) genannt. Dessen Angaben gehen aber auf Geymüller zurück, und der wiederum besorgte sich seine Informationen bei Padre Secchi von der römischen Sternwarte (H. v. Geymüller, Die ursprünglichen Entwürfe für St. Peter in Rom, Wien–Paris 1875–80, 354). Es handelt sich um die amtlichen Umrechnungszahlen, die bei der Einführung des metrischen Systems in Italien durch Vergleich mit dem Pariser Urmeter gewonnen und auf zehn Dezimalstellen festgelegt worden waren. Ihr Gebrauch läßt sich bis auf Valadiers Maßtabelle der Peterskirche zurückverfolgen, die der 1812 erschienenen 3. Auflage des St. Peter-Werks von Ferabosco/Costaguti beiliegt. Dagegen kann aus den Tabellen bei P. E. Visconti, *Metrologia Vaticana*, Roma 1828, ein *palmo*-Wert von 0,2232 m errechnet werden. Ein *palmo* des frühen 18. Jahrhunderts wiederum, in Originalgröße reproduziert auf dem Titelblatt von A. Specchi, *Studio d'Architettura Civile*..., Roma 1702, zeigt eine Länge von 0,224 m, und es wäre zu fragen, ob bei einem Rückgang bis ins 16. Jh. nicht mit noch größeren Schwankungen gerechnet werden muß. So ist schon Ch. Huelsen aufgefallen, daß eine im *Libro* des Giuliano da Sangallo, fol. 39, eingetragene Strecke von 2 *soldi* einen *braccio* von nur 0,545 m ergeben würde, also erheblich weniger als der für den (rö-

mischen) *braccio* im allgemeinen angenommene Wert von 0,5585 m (wobei freilich auch mit der Schrumpfung des Pergaments gerechnet werden muß): vgl. Ch. Huelsen, *Il Libro...* (zit. Anm. 53), Textbd. S. XLV f. Der *palmo romano* in den Maßstabellen bei Philibert de l'Orme, *Architecture...*, Paris 1626, fol. 133 r mißt nur ca. 0,221 m; der *palmo* bei Antonio Labacco, *Libro appartenente all'Architettura*, ed. Joh. Bonus 1567, *Pianta del Molo di Adriano*, gar nur 0,215 m. Ebendort, *Pianta del Tempio nel Foro di Trajano*, ein *braccio* von 0,559 m. Starke Schwankungen und offenkundige Fehler zeigen die Maßangaben auf zahlreichen Blättern von Serlios lib. III (ed. 1566) und die Maßtabelle *ibid.* fol. 56 v (ed. 1619). Jedenfalls scheint es, solange einschlägige Spezialuntersuchungen nicht vorliegen, methodisch korrekt, beim Umrechnen von Maßen des 16. Jh. einigen Spielraum einzukalkulieren. Ein möglicher Weg zur exakten Bestimmung tatsächlich verwandter Werkmaße läge darin, die (von den unvermeidlichen Unschärfen der Mauertechnik nicht beeinflussten) Achsabstände ausgeführter Bauten zu vermessen und mit geradzahli- gen *palmo*-Werten gleichzusetzen. Wir haben dieses Verfahren in unserer Untersuchung des Kreuzgangs von S. Maria della Pace angewandt (vgl. die in Anm. 2 zitierte *Habil.-Schrift*) und sind auf eine Relation von $1 \text{ p.} = 0,2213 \text{ m}$ gekommen. Ähnliche Überlegungen haben drei italienische Autoren angestellt: L. Benevolo, St. Chieffi, G. Mezzetti, *Indagine sul Sto. Spirito di Brunelleschi*, in: *QuadArchit*, ser. XV, Fasc. 85–90, 1968, 2ff. Dabei ergibt sich für den (Florentiner) *braccio* Brunelleschis ein Wert von 0,586 m statt der im 19. Jahrhundert angesetzten 0,5836 m. Über die außerordentlich stark variierenden *braccio*-Maße in Rom und Florenz um 1500 vgl. im übrigen die gründliche Untersuchung von B. M. Peebles, *La „Meta Romuli“ e una lettera di Michele Ferno*, in: *AttiPacc Rend XII*, 1936 (ed. 1937), 43–45.

MEHRFACH ZITIERTE LITERATUR

- | | | | |
|---------------|--|-----------------|---|
| Bruschi | A. Bruschi, Bramante architetto, Bari 1969 | Metternich, | F. Graf Wolff Metternich, Der Kupferstich Bernardo de Prevedaris aus Mailand von 1481, in: RömJbKg 11 (1967/68), 9-108 |
| Hellmann | G. Hellmann, Proportionsverfahren des Francesco di Giorgio Martini, in: Miscellanea Bibliothecae Hertzianae, Wien-München 1961, 157-166 | Prevedari-Stich | |
| Metternich, | F. Graf Wolff Metternich, Über die Maßgrundlagen des Kuppelentwurfs Bramantes für die Peterskirche in Rom, in: Essays in the History of Architecture presented to Rudolf Wittkower, London 1967, 40-52 | Soergel | G. Soergel, Untersuchungen über den theoretischen Architekturentwurf von 1450-1550 in Italien, Diss. Köln 1958 (Dissertationsdruck) |
| Maßgrundlagen | | Tigler | P. Tigler, Die Architekturtheorie des Filarete, Berlin 1963 |