



Der Traum von der grossen Kuppel (1420–1546)

Stefan M. Holzer, ETH Zürich



Florenz

Die „gotische“ Domkuppel (1420–36)

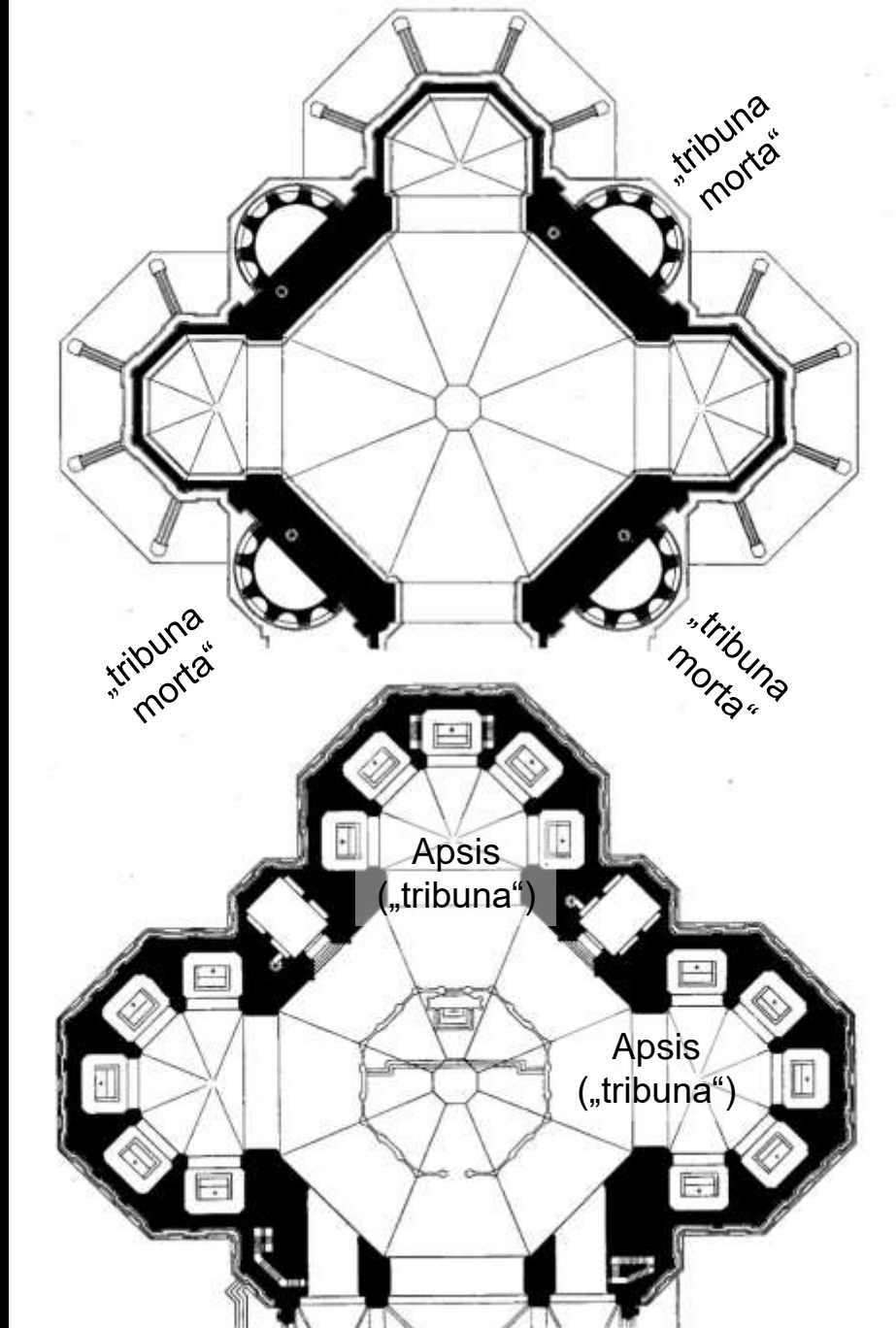
Realisierung eines Jahrhunderttraums durch Brunelleschi



Florenz, Idee des Doms mit tambourloser Kuppel (Fresko, Santa Maria Novella, Spanische Kapelle, um 1365)



Florenz, Dom. Kuppel, vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi)



Florenz, Dom. Grundrisse auf Bodenniveau und auf Emporenniveau (Laspeyres 1882)



Taglio del medesimo Tempio fatto Sulla Linea JK della Figura II.

Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi). Schnitt (Sgrilli 1733, ETH-Bibliothek)



Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi). Schnitt (Sgrilli 1733, ETH-Bibliothek)



Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi).



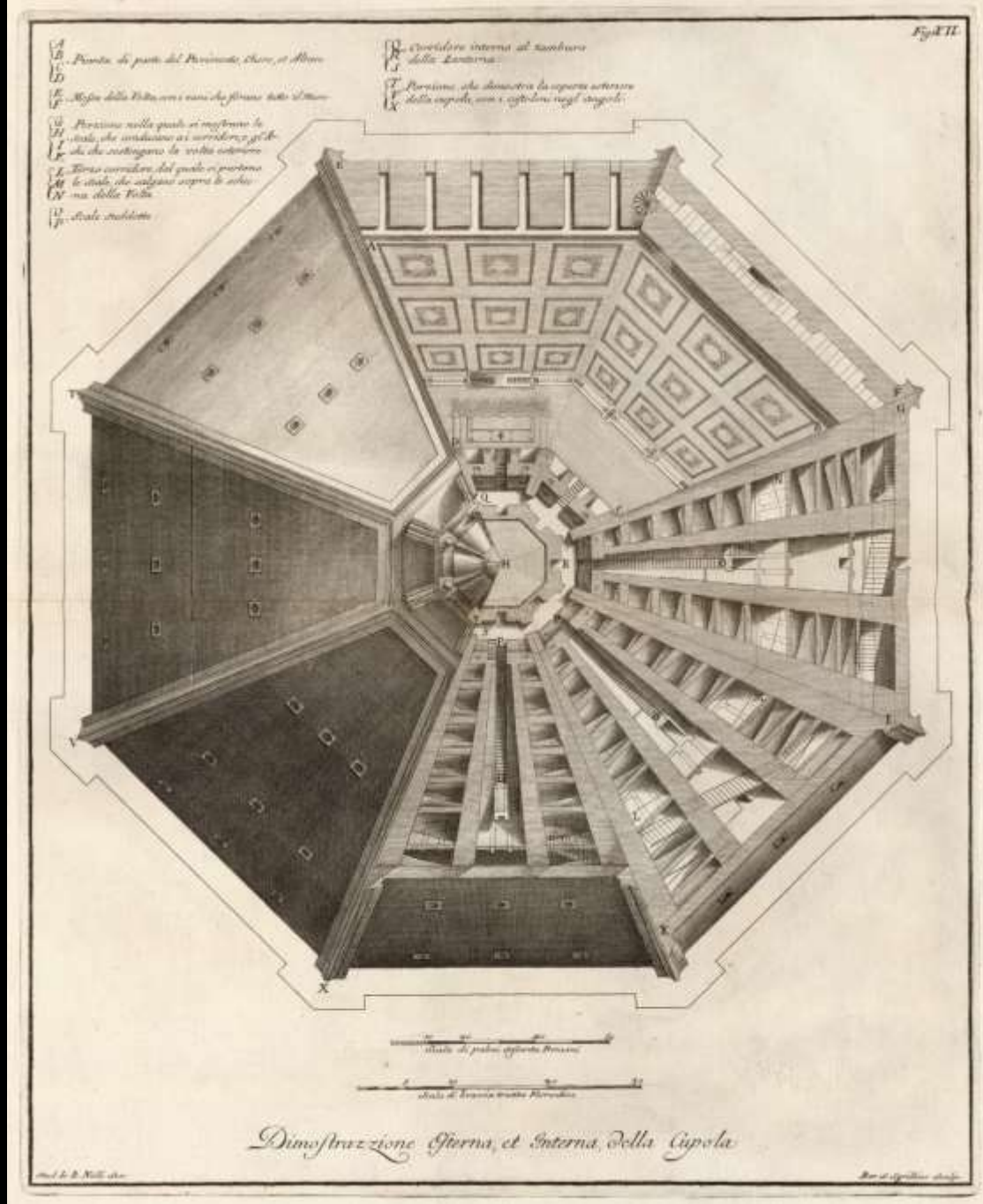
Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi).



Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi).



Florenz, Dom. Modell der Laterne von Filippo Brunelleschi. Rippensystem der Kuppel.

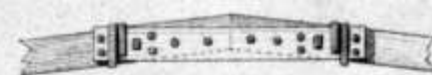


Florenz, Dom. Rippensystem der Kuppel (Sgrilli 1733, ETH-Bibliothek)

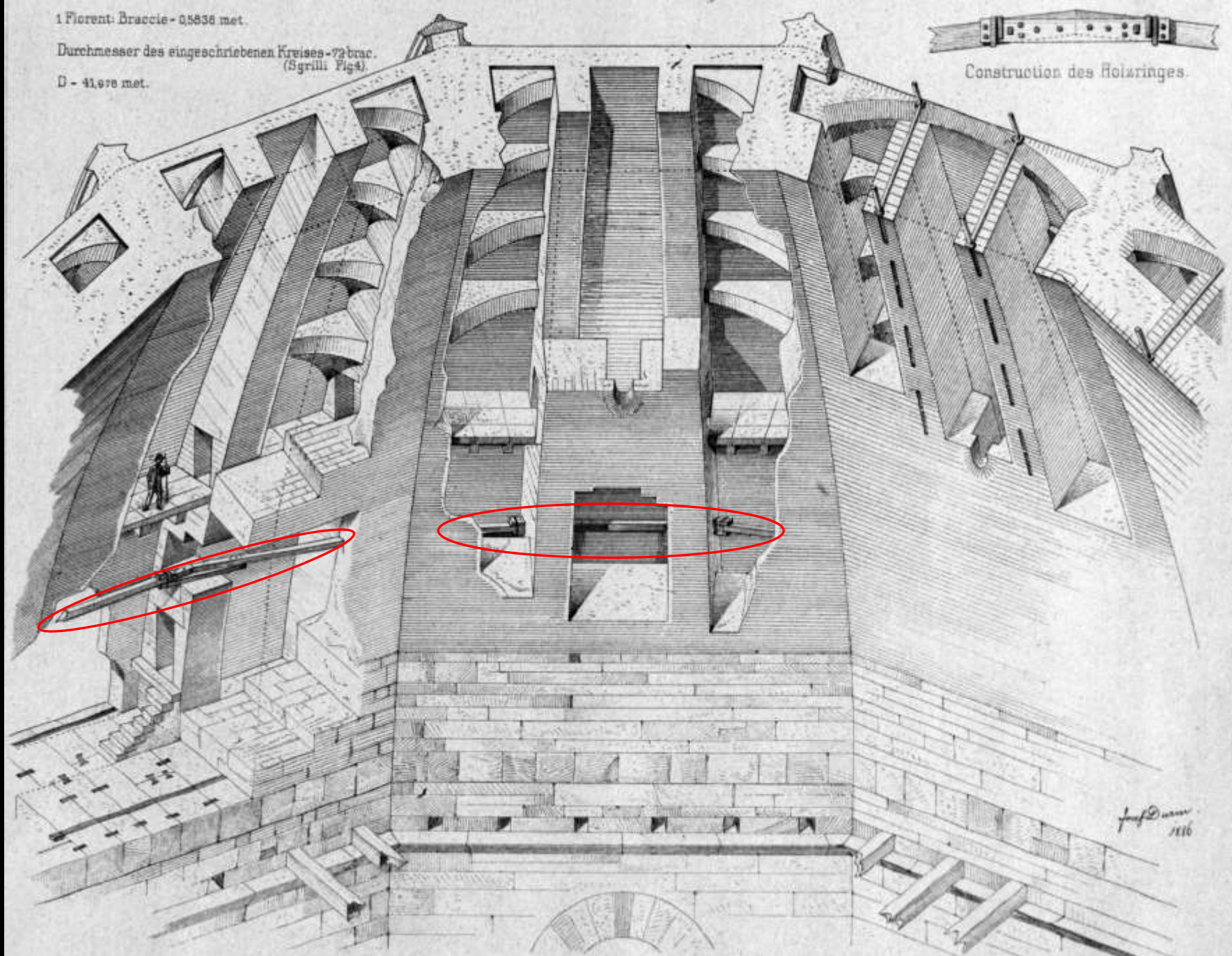
1 Florent: Braccio - 0,5836 met.

Durchmesser des eingeschriebenen Kreises - 72 bracc.
(Sgrilli Fig 4)

D - 41,976 met.



Construction des Holzringes.

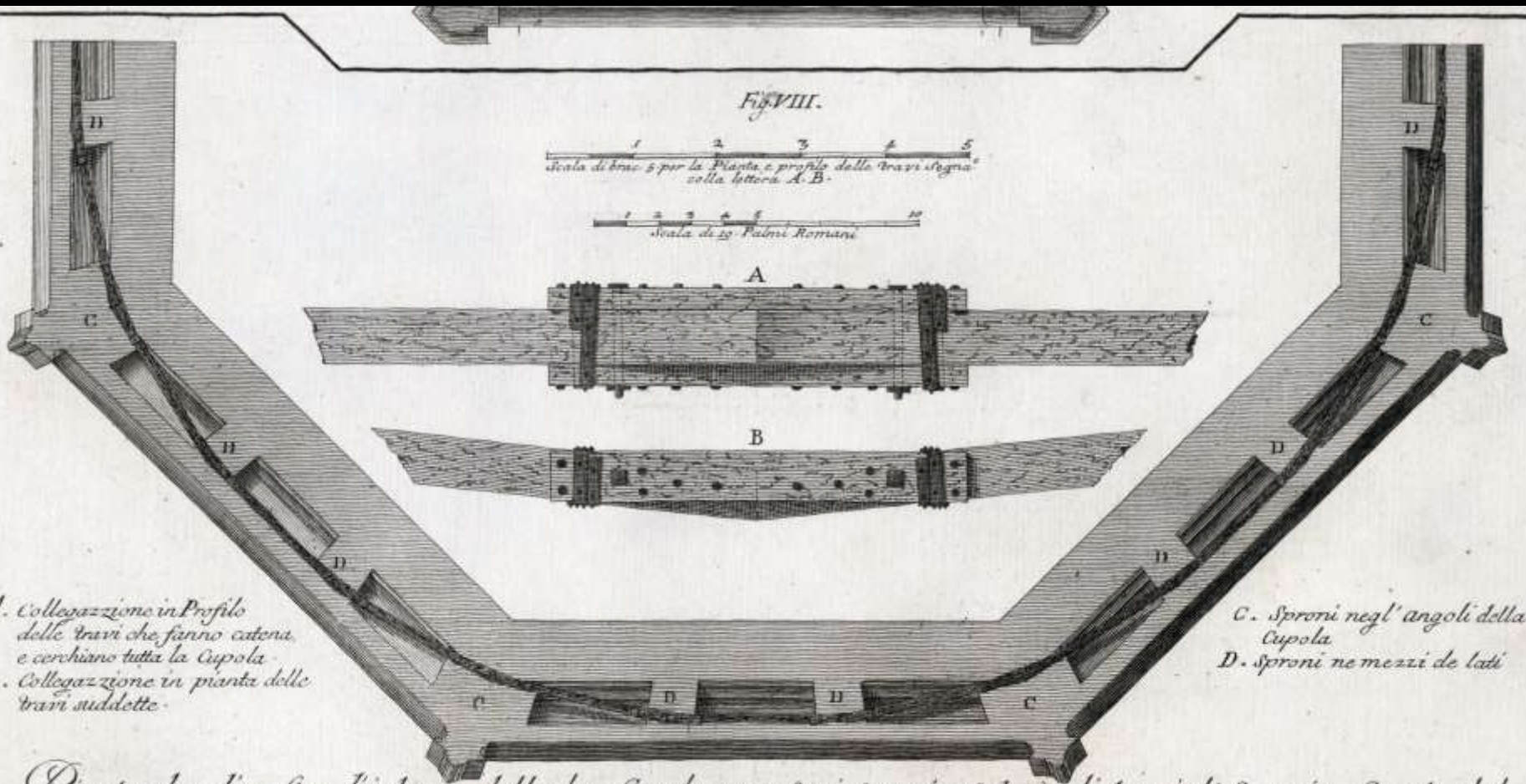


Florenz, Dom. Kuppel vollendet 1436 (Filippo Brunelleschi). Schnitt (Durm 1887)

Fig. VIII.

Scala di braccia per la Pianta, e profilo delle travi segnata
colla lettera A. B.

Scala di 20 Palmi Romani



A. Collegazione in Profilo
delle travi che fanno catena,
e cerchianno tutta la Cupola.

B. Collegazione in pianta delle
travi suddette.

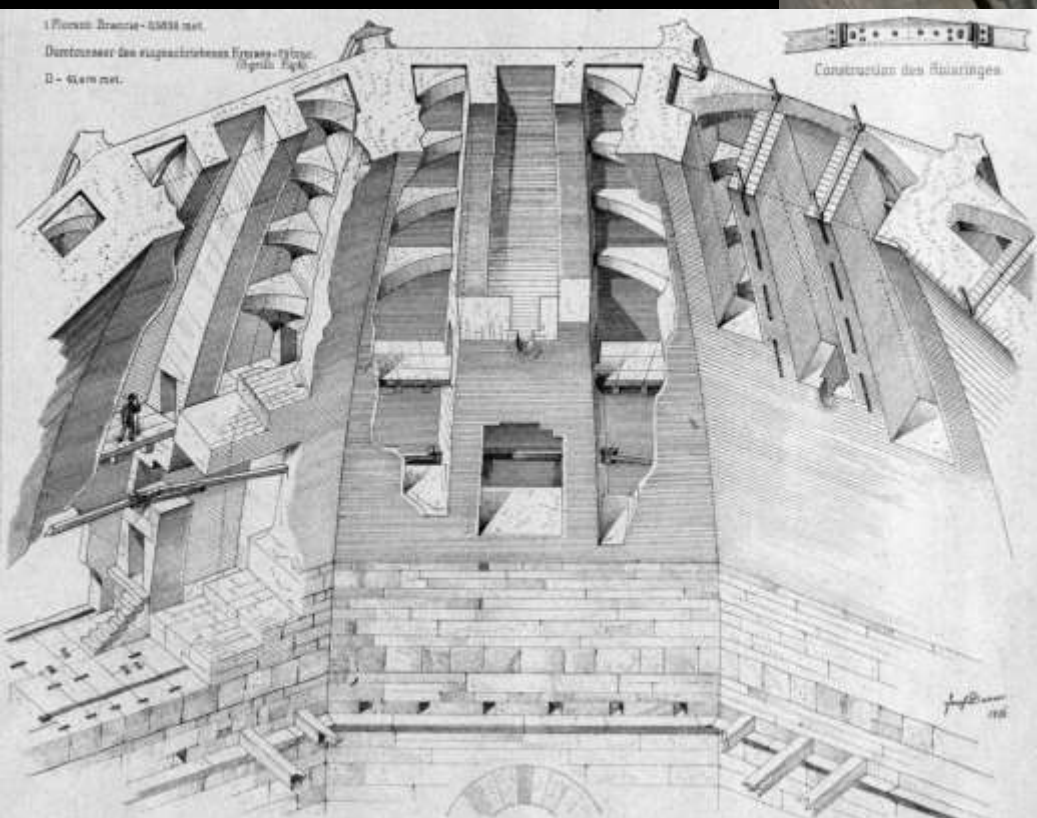
C. Sproni negl' angoli della
Cupola.

D. Sproni ne mezzi de lati

Pianta che dimostra l'interno delle due Cupole con suoi sproni e catena di travi di Quercia, Cavata dal
Profilo della Figura IX. Sulla Linea Q. R.

Stud. I. B. N. Sen.

B. S. S. S.



Florenz, Dom, Kuppel. Hölzerner Ringanker



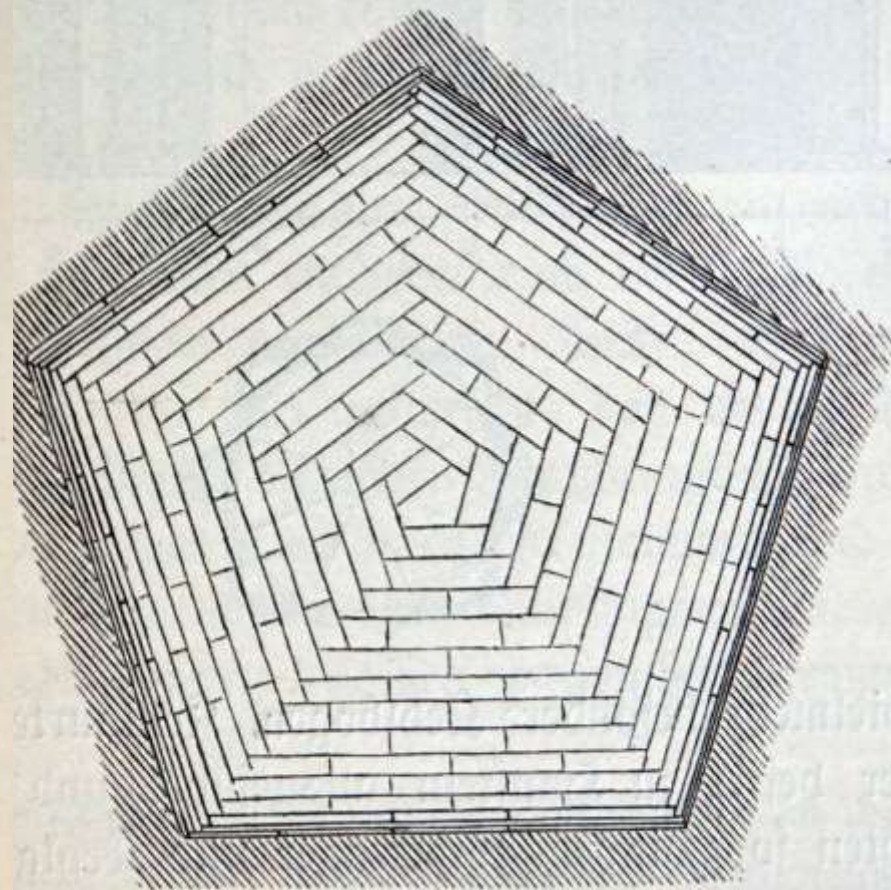
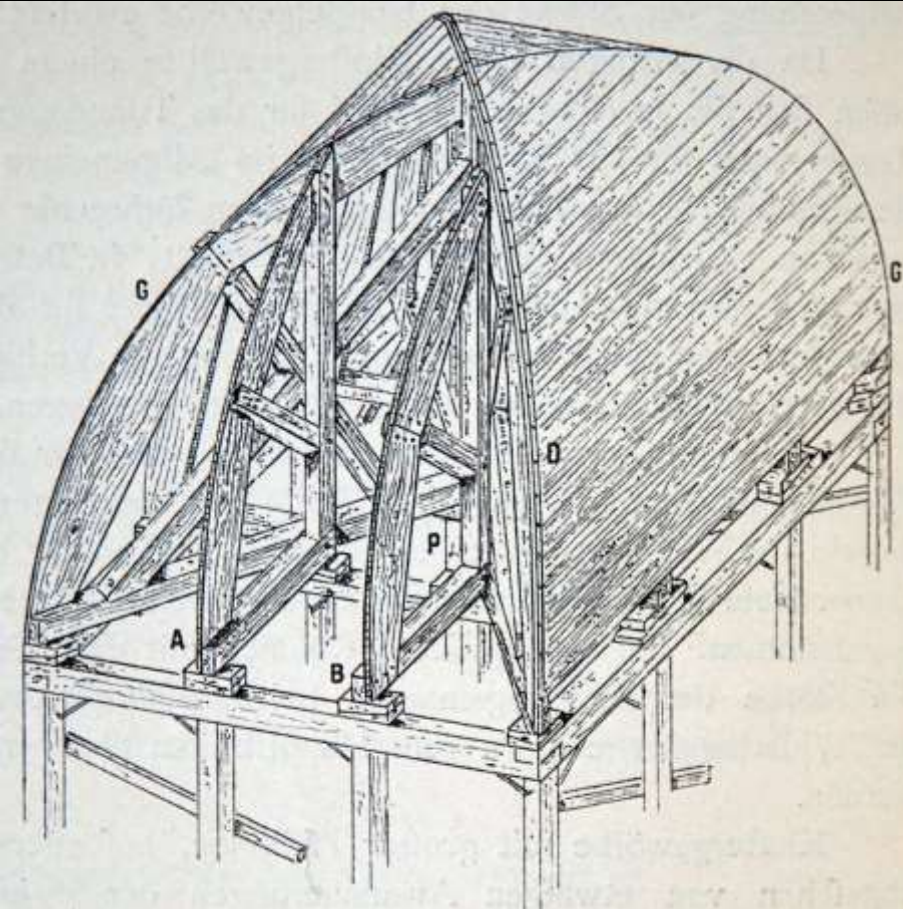
Florenz, Dom, Kuppel. Hölzerner Ringanker



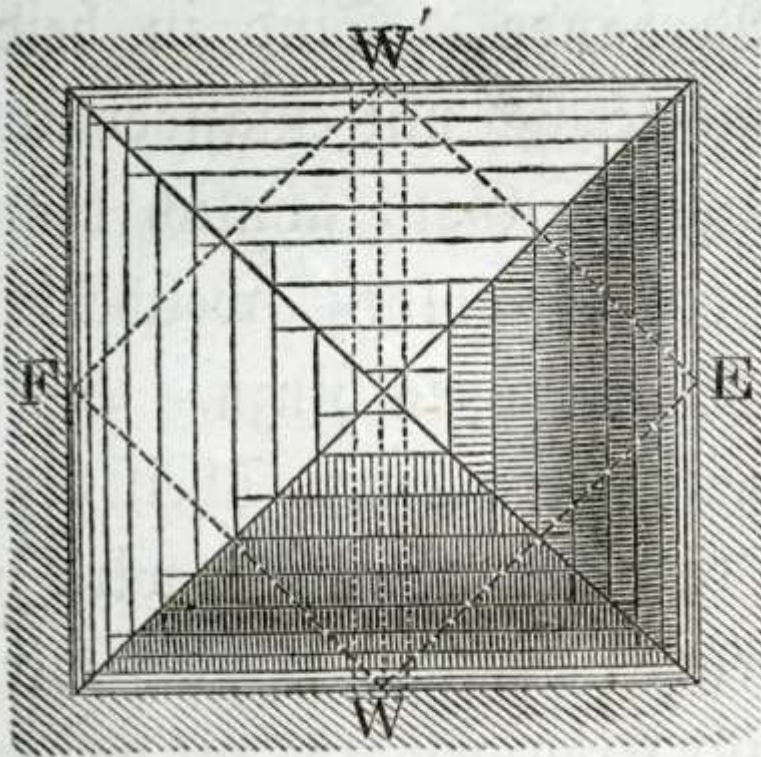
Florenz
Die Domkuppel (1420–36)
Die schalungsfreie Ausführung



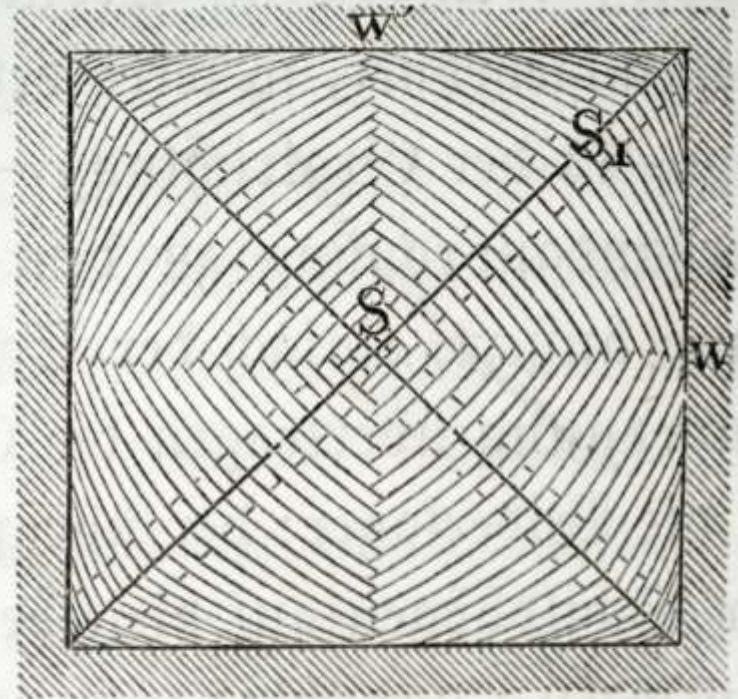
Klostergewölbe im „Kufverband“ (Baptisterium Cremona, um 1200)



Ausführung eines Klostergewölbes auf Schalung im Kufverband
(Zeichnungen: Handbuch der Architektur 1895 und Breymann/Warth 1903)

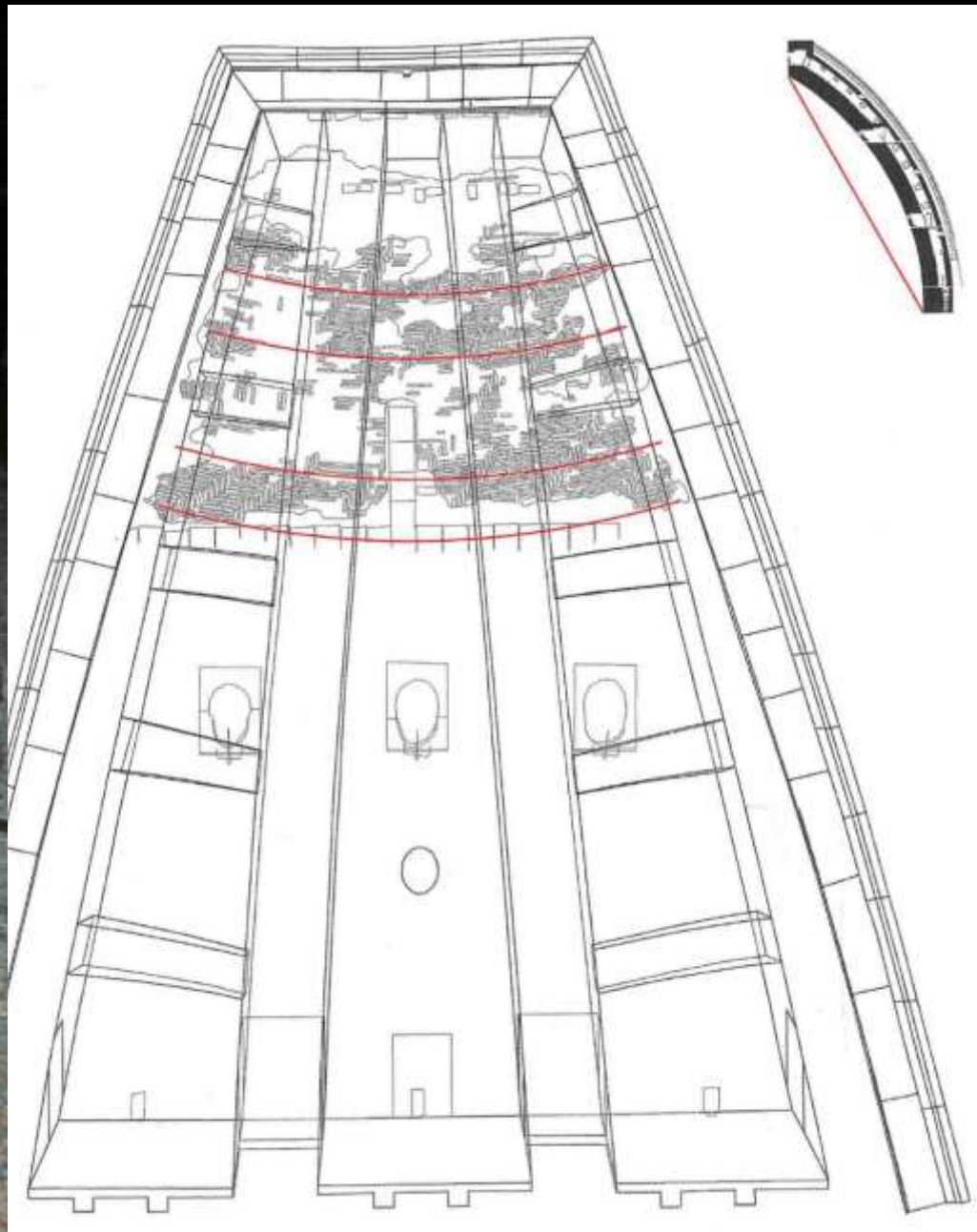


Klostergewölbe im Verband
„auf Kuf“.

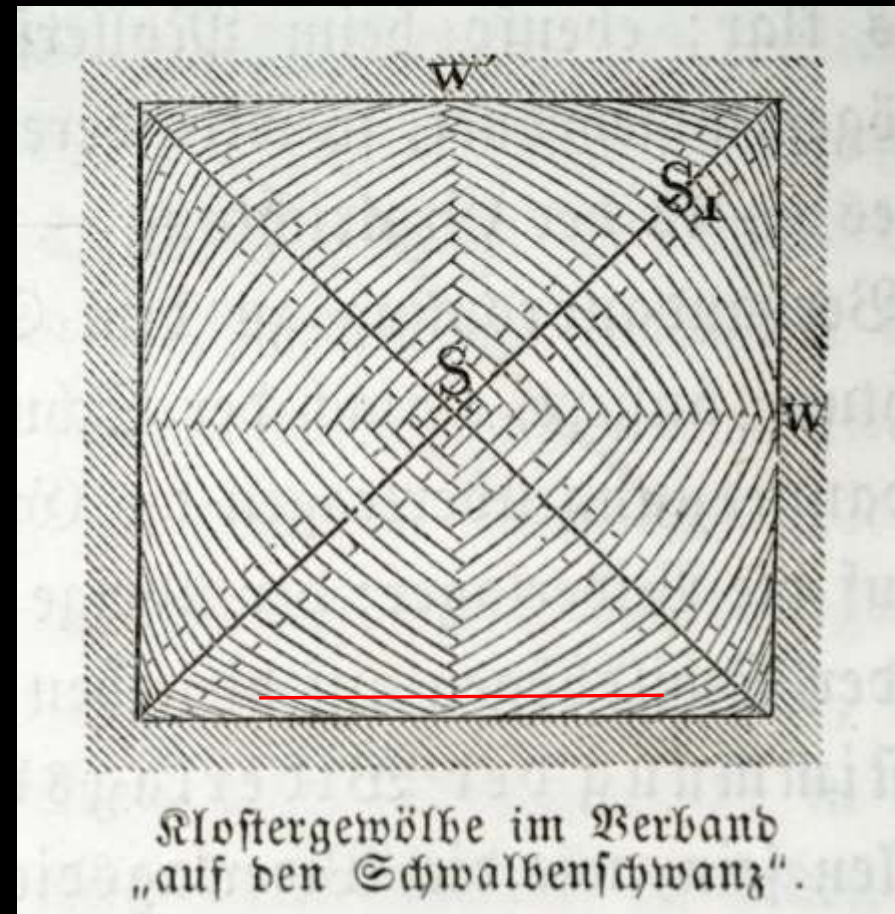


Klostergewölbe im Verband
„auf den Schwalbenschwanz“.

Ausführung eines Klostergewölbes auf Schalung im Kufverband oder schalungsfrei im Schwalbenschwanzverband
(Zeichnungen: Scheffers 1865)



Florenz, Dom. „Durchhängende“ Mauerschichten (rechts: Rocchi Coopmans de Yoldi 2006)



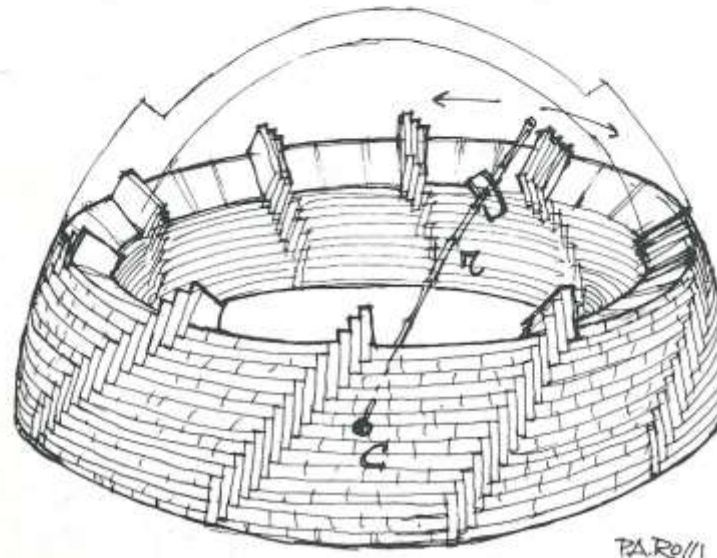
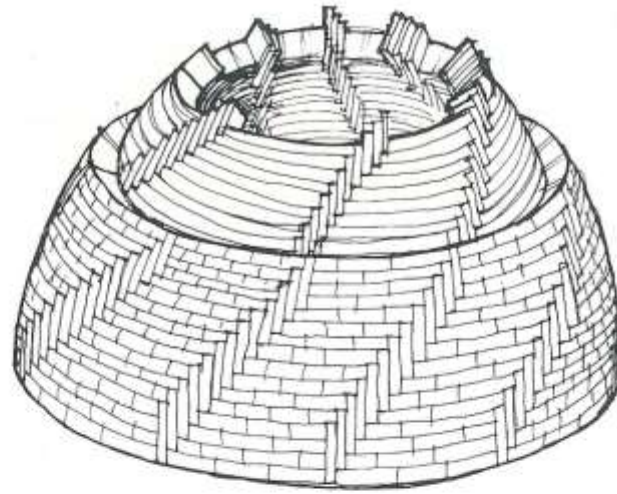
Florenz, Dom. „Durchhängende“ Mauerschichten (Zeichnung: Scheffers 1865)



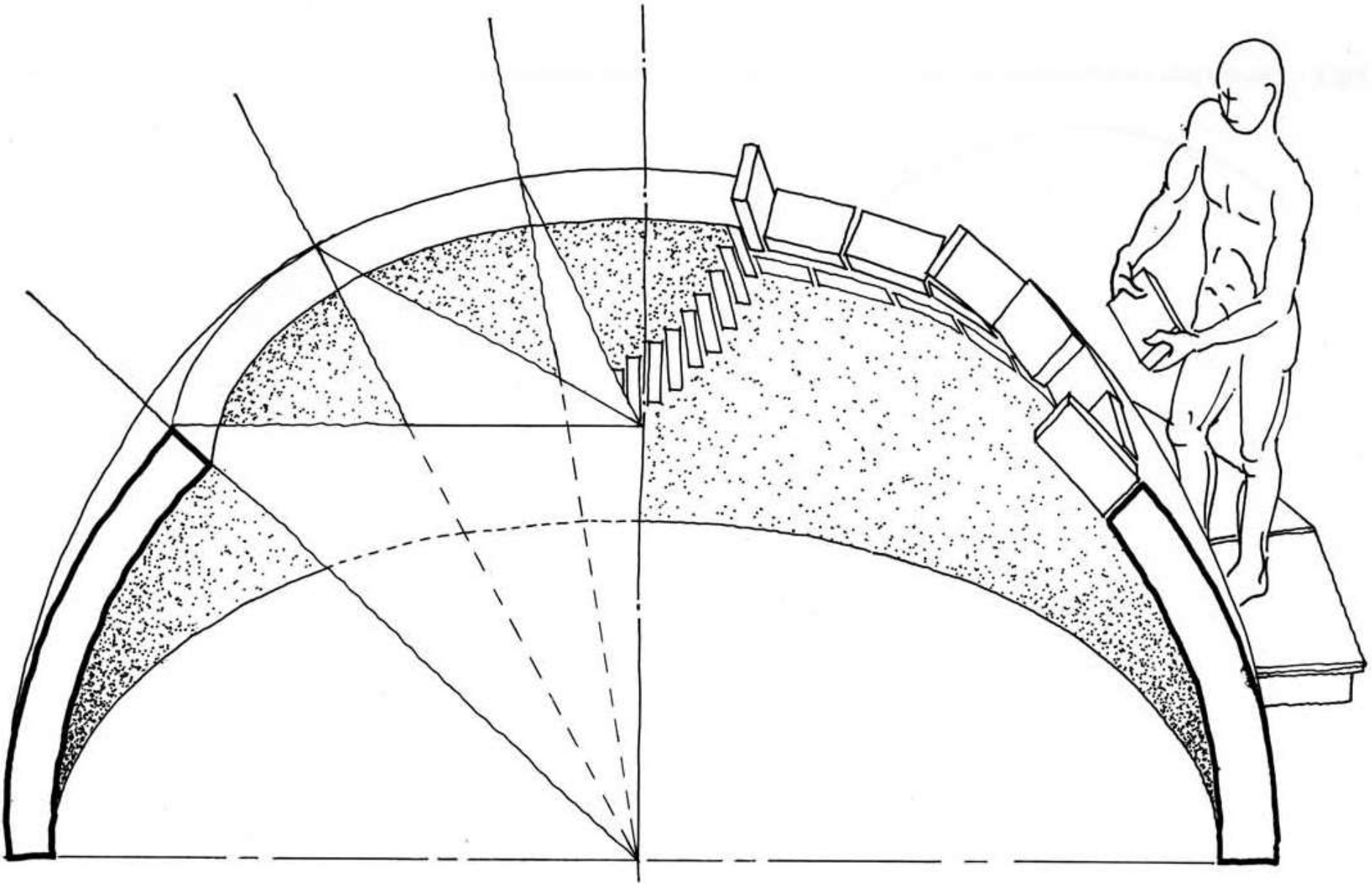
Florenz, Dom. Demonstrativer „Spinapesce“-Mauerwerksverband an den Laufgängen



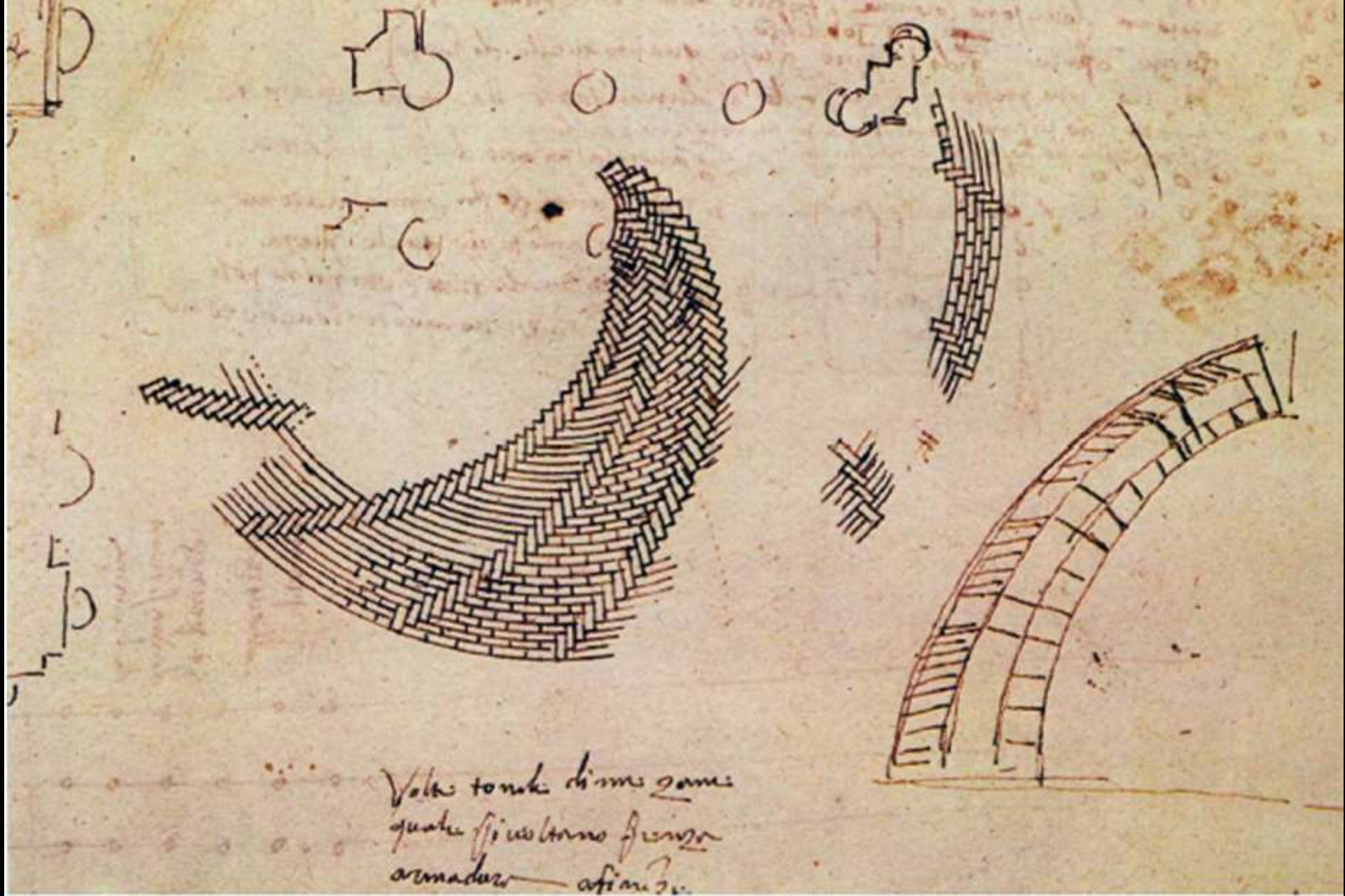
Florenz, Dom. „Spinapesce“-Mauerwerksverband in der Kuppelschale



„Spinapesce“-Verband in einer Rotationskuppel: Im oberen Kuppelabschnitt werden Steine gegen Abrutschen gehalten (Zeichnung: Rossi 1982)

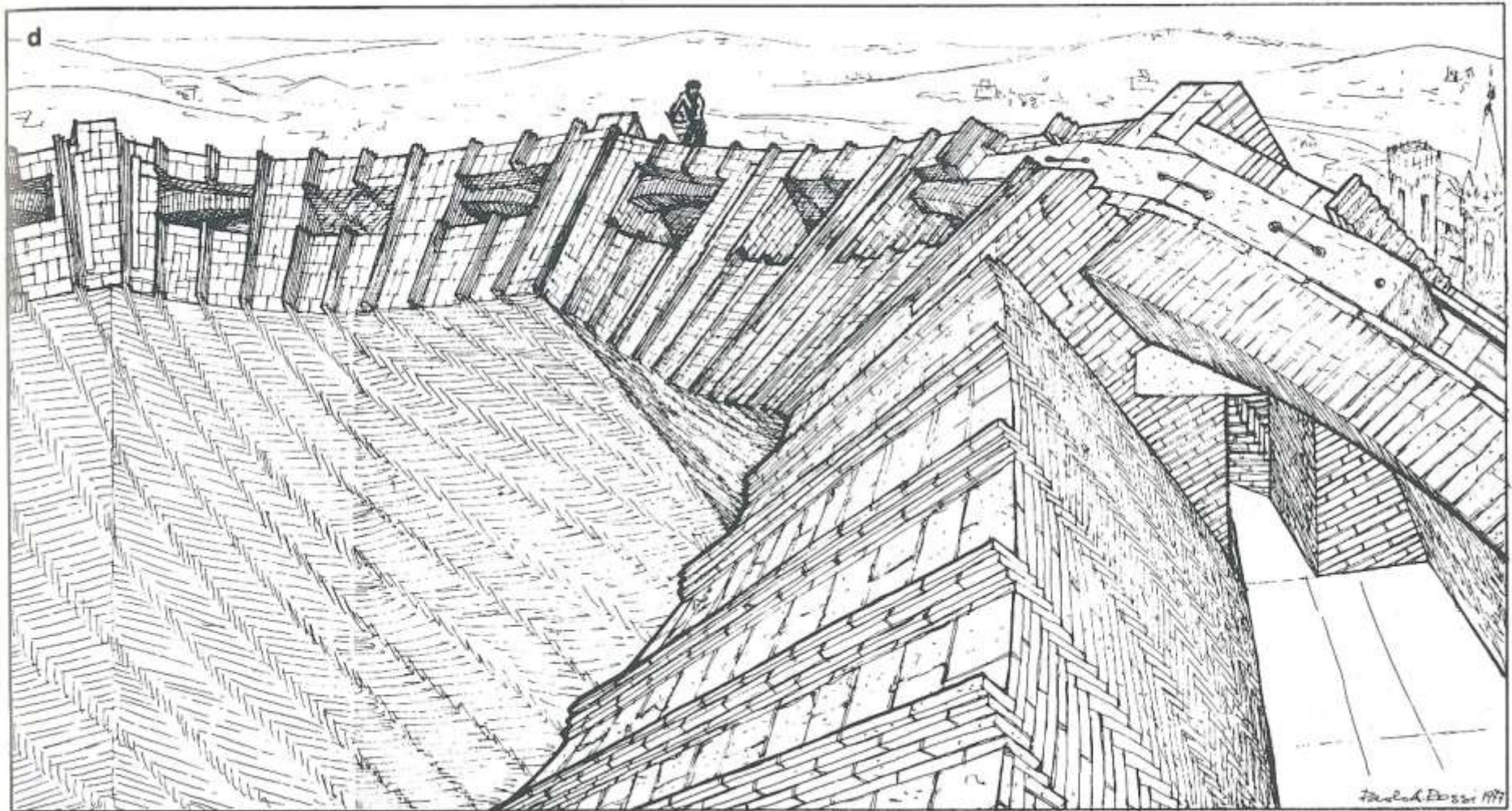


„Spinapesce“-Verband in einer Rotationskuppel: Einsatz beim freihändigen Mauern
(Zeichnung: Docci/Migliari 1989)



Volta tonda di mezza gamba
quale si voltano senza armatura
a Firenze

Antonio da Sangallo d. J. (um 1510): „Spinapesce“-Mauerwerksverband
„volta tonda di mezza gamba quale si voltano senza armatura a Firenze“
(Uffizien, Florenz, GDSU 900 A).



„durchhängende“ Mauerschichten zur Eckverzahnung am „Klostergewölbe“ von Florenz
Im Gegensatz zur Zeichnung binden die „Spinapesce“-Verbände *nicht* durch die ganze Schalenstärke!
(Zeichnung: Rossi 1982)



Florenz

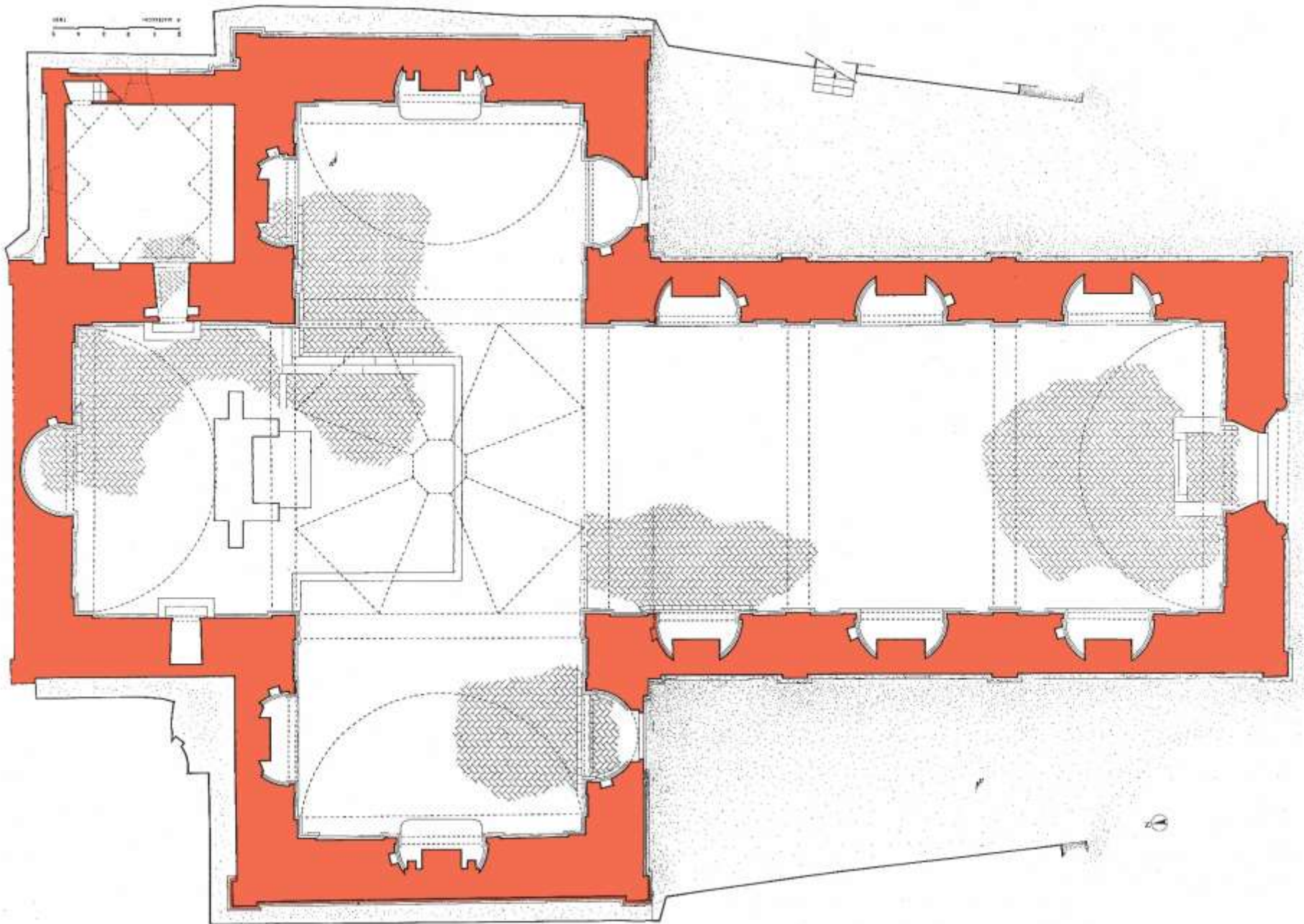
Imitationen und Weiterentwicklungen in kleinem Massstab



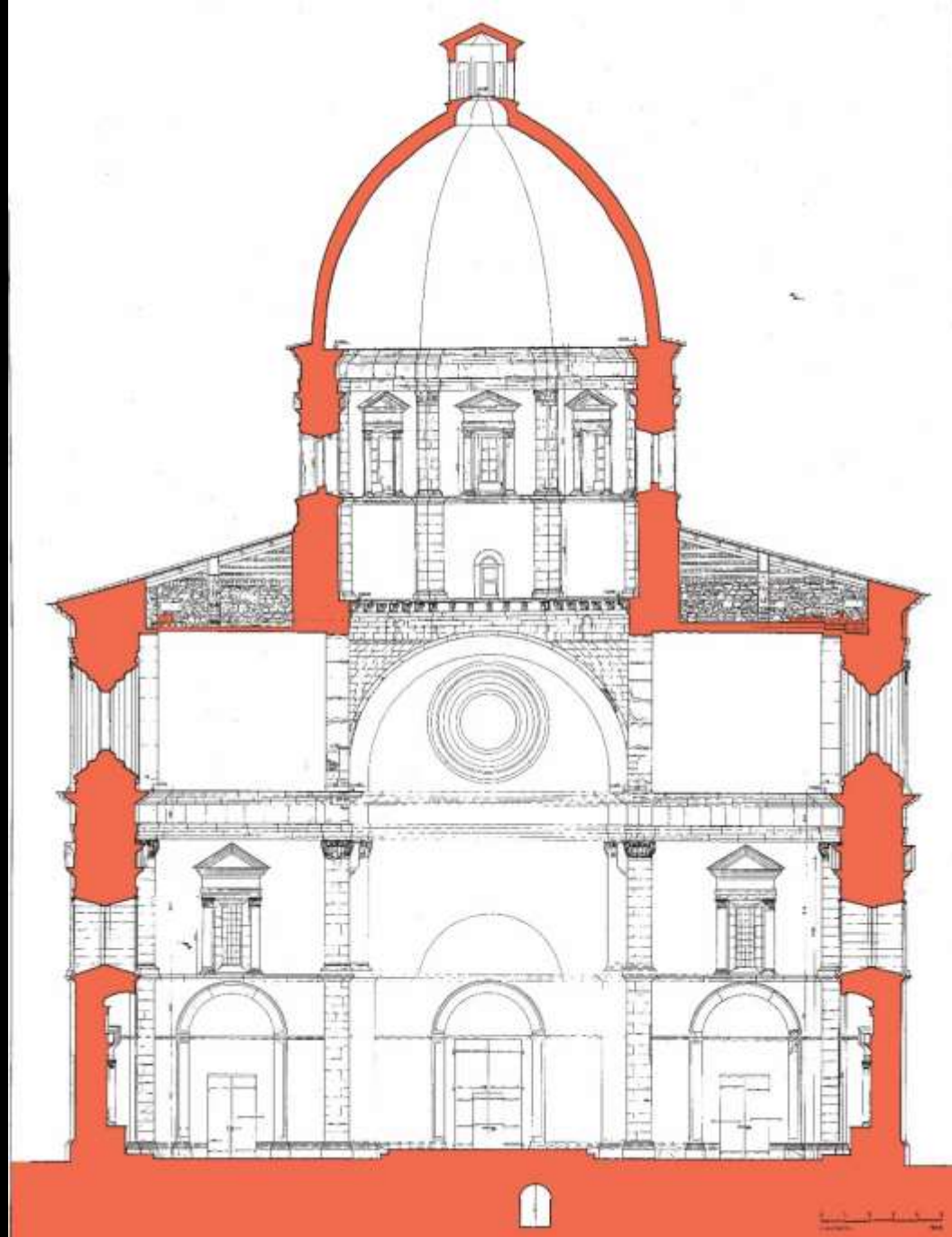
Vierungskuppeln in mittelalterlicher Tradition



Cortona, Santa Maria delle Grazie al Calcinaio. Verkleinerte „Florentiner“ Kuppel als Vierungskuppel (1508–14)
(Foto: Stefano Sansavini, CC BY 4.0)



Cortona, Santa Maria delle Grazie al Calcinaio, Grundriss (Francesco di Giorgio Martini?)
(Zeichnung: Matracchi 1992, bearb.)



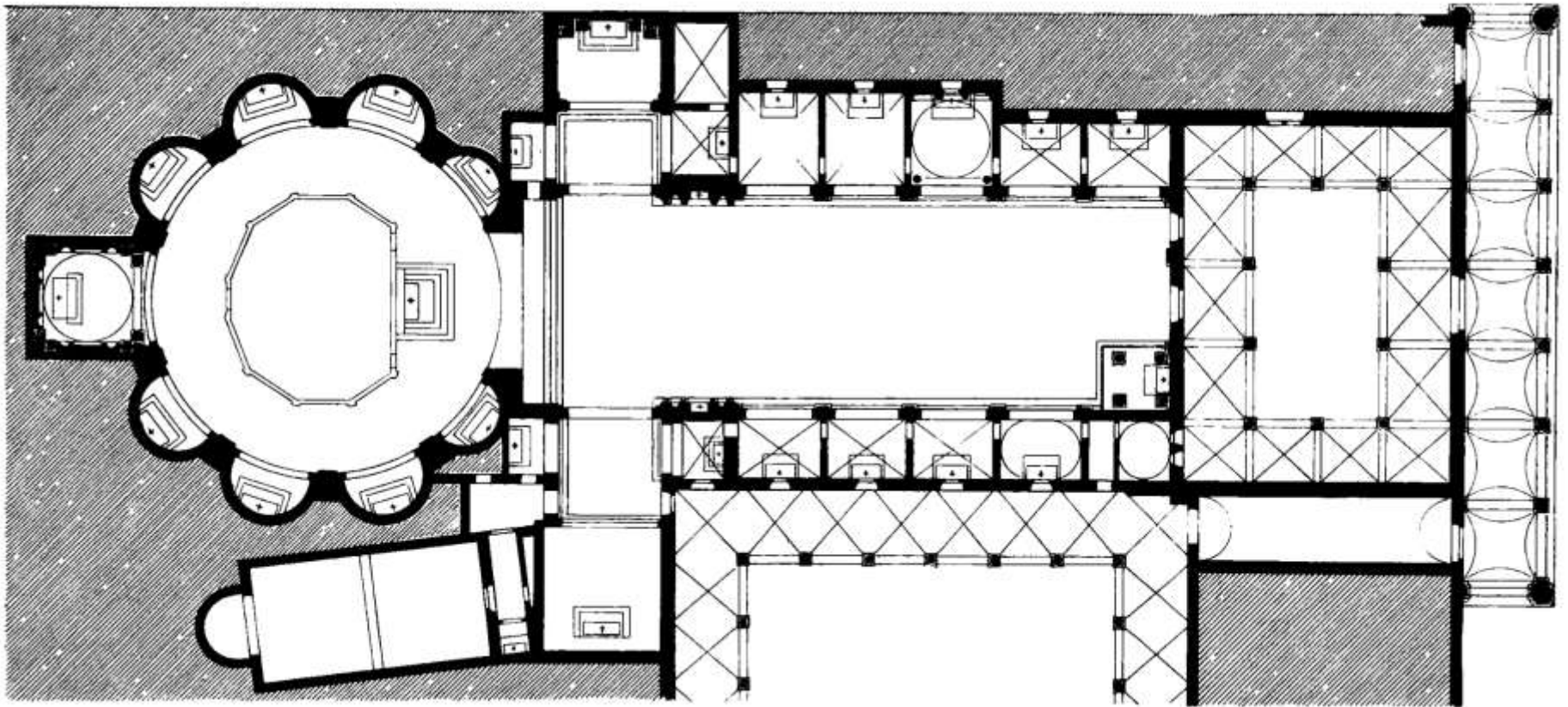
Cortona, Santa Maria delle Grazie al Calcinaio, Schnitt durch die Kuppel (Zeichnung: Matracchi 1992, bearb.)



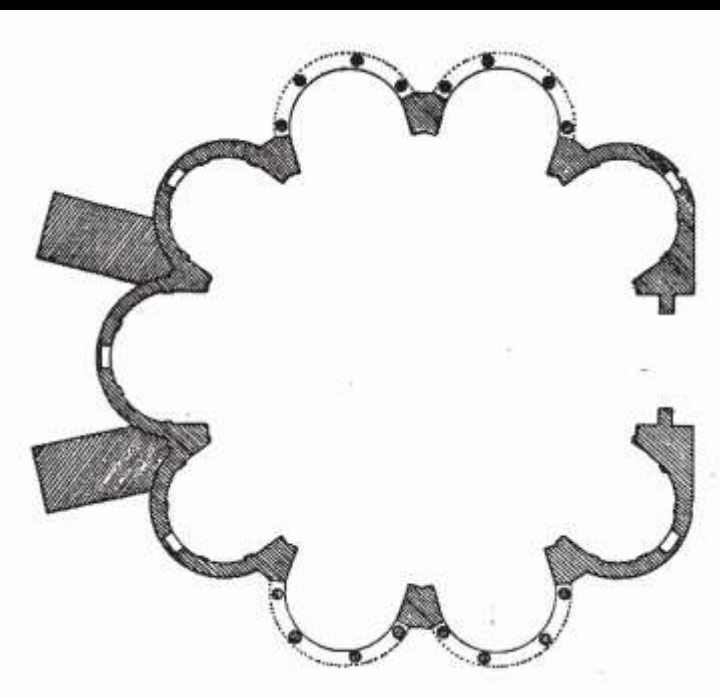
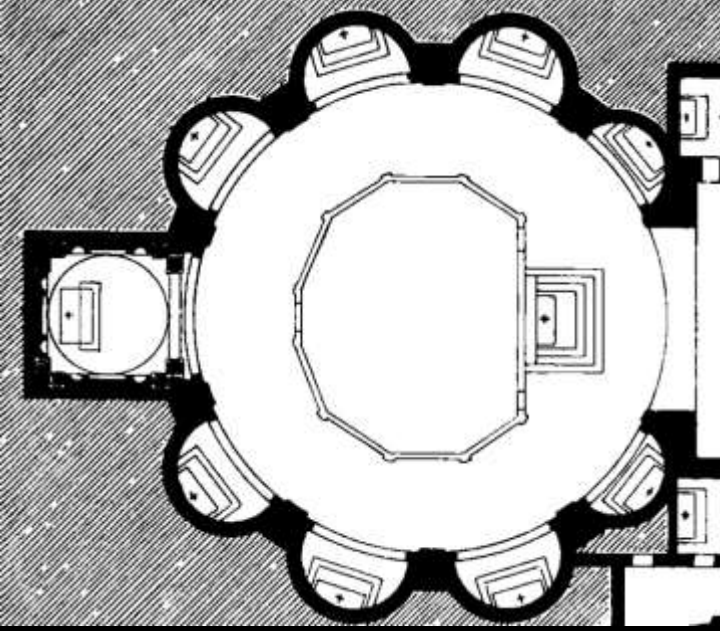
Rom, Pantheon, Kuppel



Rimini, Tempio Malatestiano. Von Alberti projizierte Kuppel
(Matteo de'Pasti, Medaille zur Grundsteinlegung 1450)



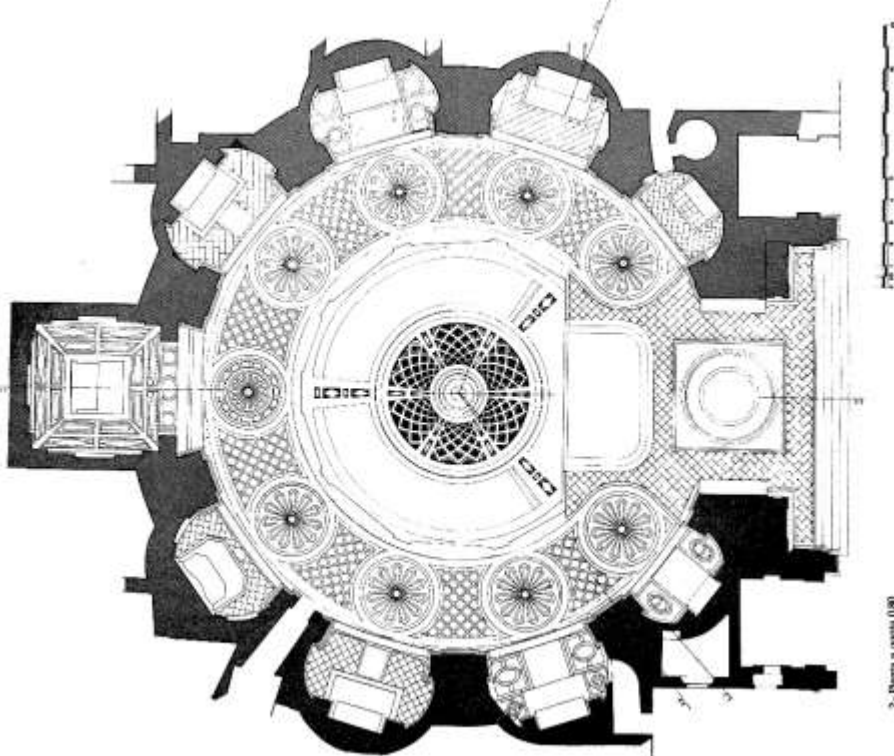
Florenz, Santissima Annunziata (Michelozzo ab 1444)
(Grundriss: Laspeyres 1882)



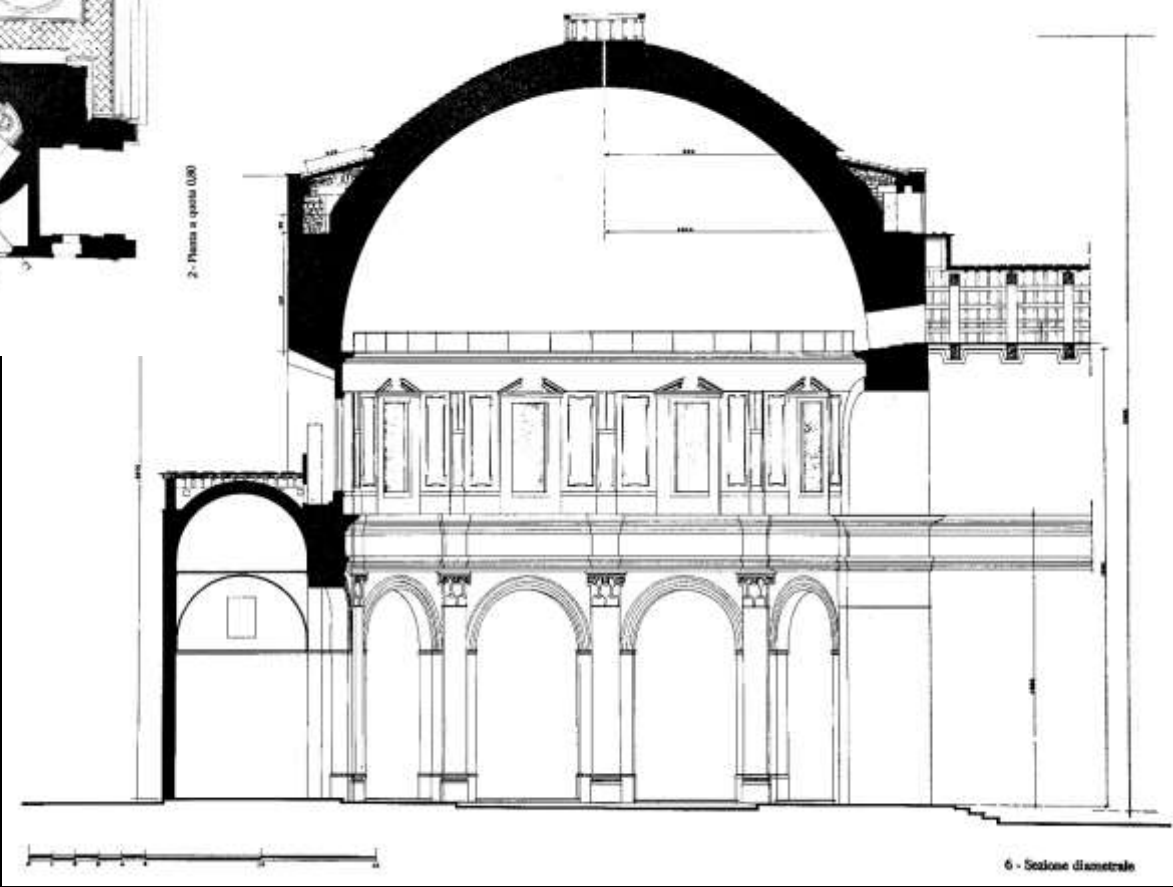
Santissima Annunziata. Zum Vergleich: Tempel der Minerva Medica, Rom
(Grundriss: Rivoira 1925; Ruinenansicht: Giambattista Piranesi 1756, Graph. Sammlg. ETH Zürich)



Florenz, Santissima Annunziata. Kuppel nach Entwurf von Michelozzo, verändert ausgeführt ab 1470 von Alberti.
Zum Vergleich: Rom, Pantheon

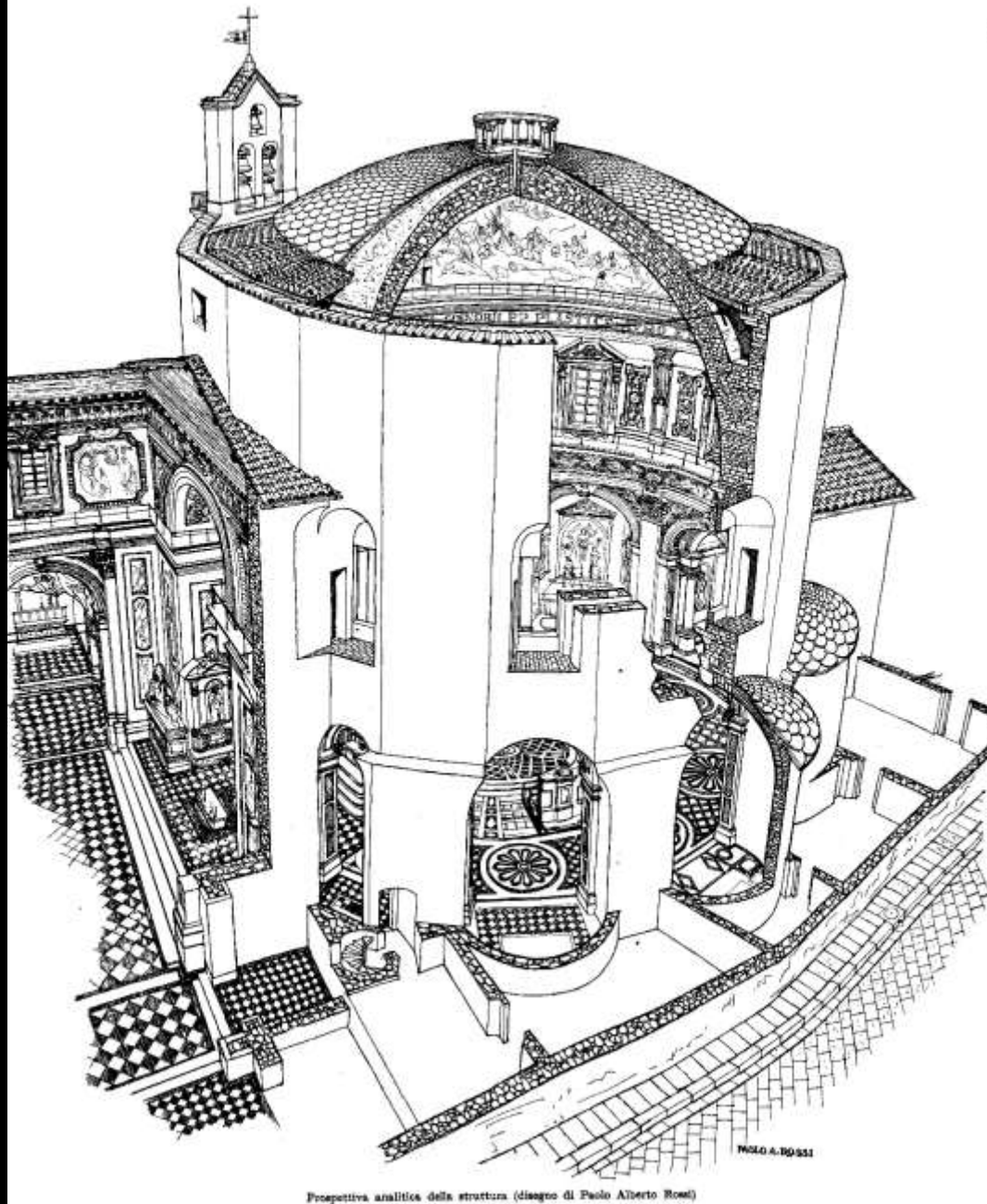


2 - Planus a quota 0,80



6 - Sezione diametrale

Florenz, Santissima Annunziata. Kuppel nach Entwurf von Michelozzo, ausgeführt ab 1470 von Alberti.
(Grundriss und Schnitt: Roselli 1971)

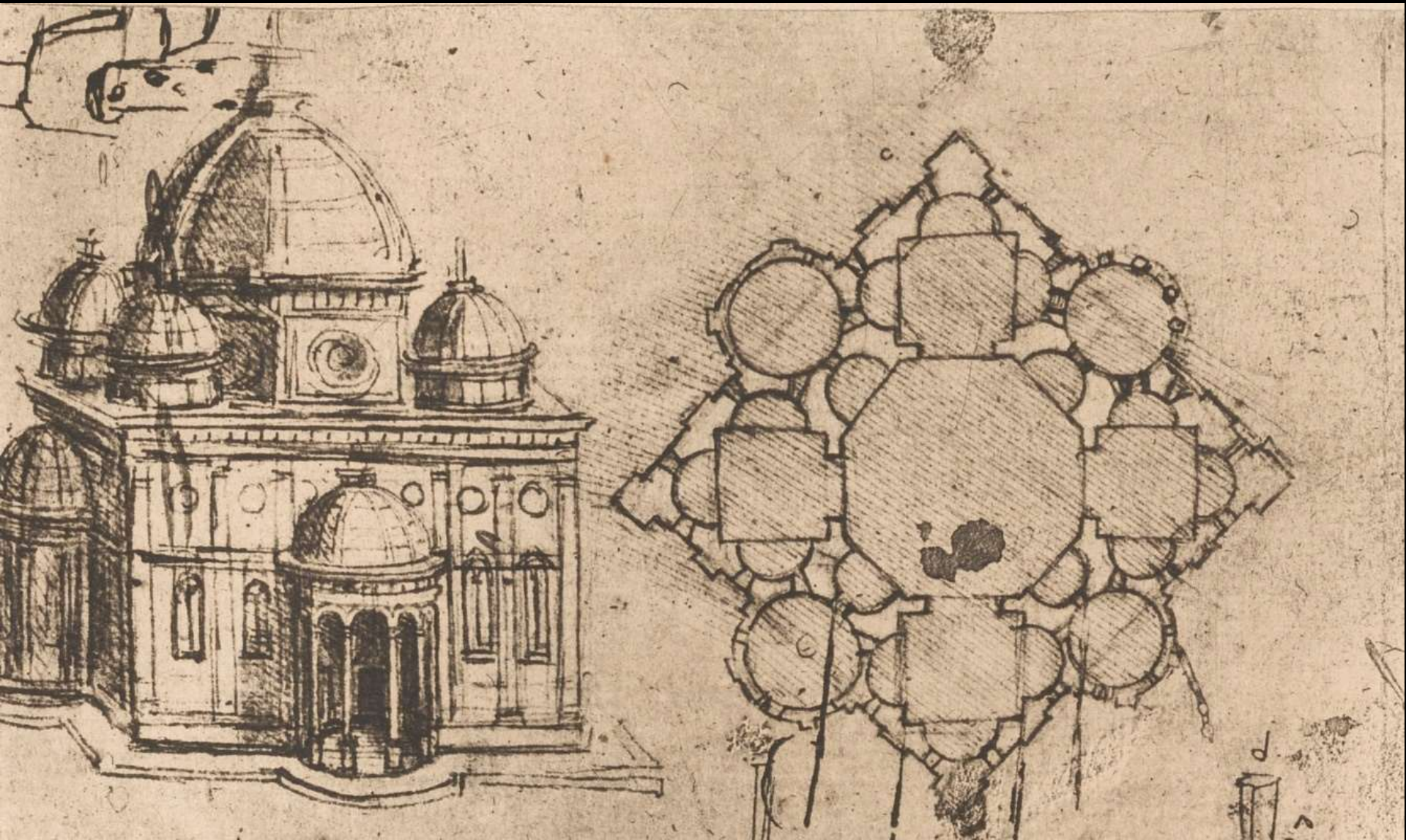


Prospettiva analitica della struttura (disegno di Paolo Alberto Rossi)

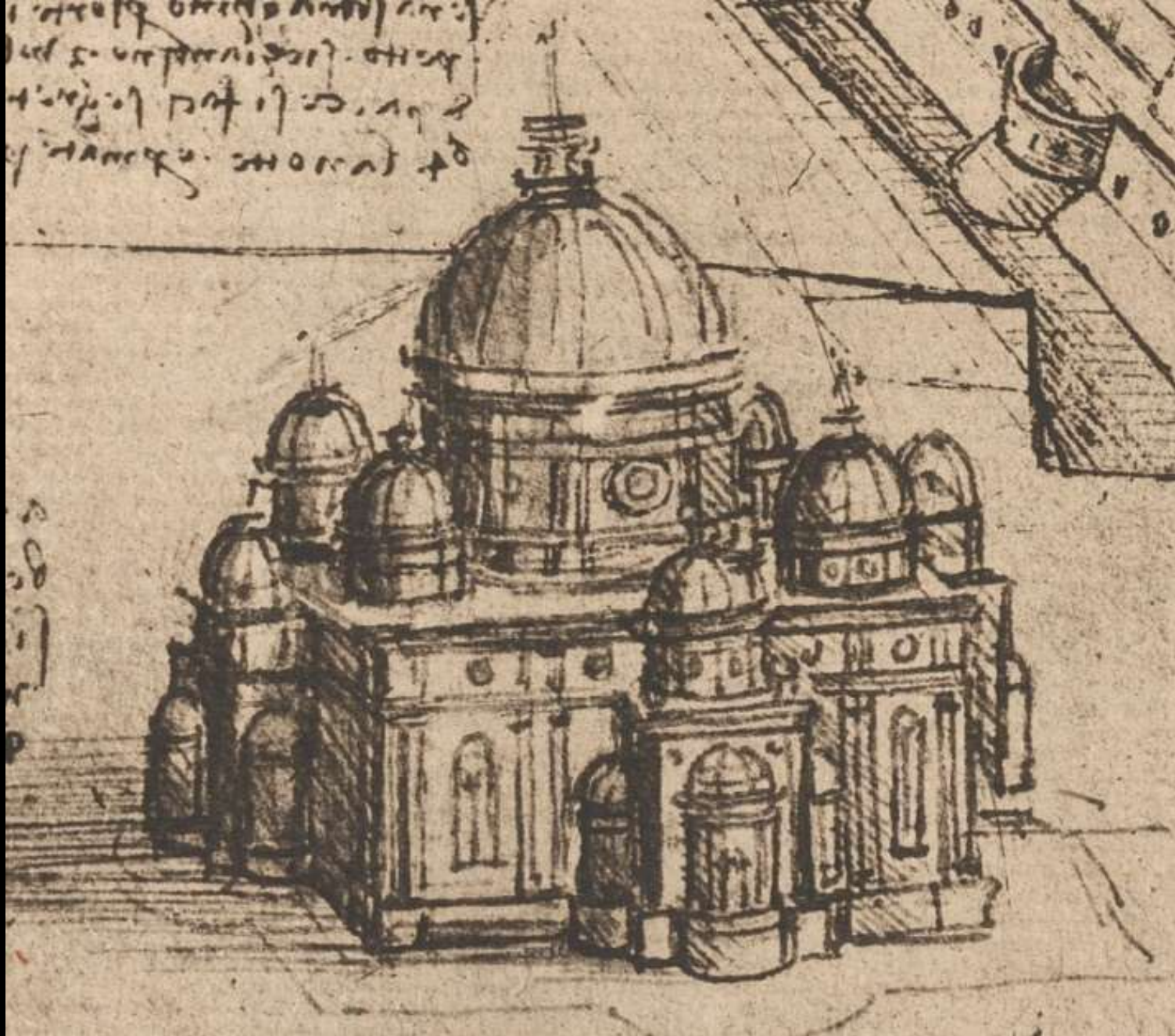
Florenz, Santissima Annunziata. Kuppel nach Entwurf von Michelozzo ausgeführt ab 1470 von Alberti.
(Zeichnung: P.A. Rossi in Roselli 1971)



Leonardo, Donato Bramante und der erste Plan für St. Peter in Rom
Von der Phantasiearchitektur über die Miniatur bis zur monumentalen Form
1505–14



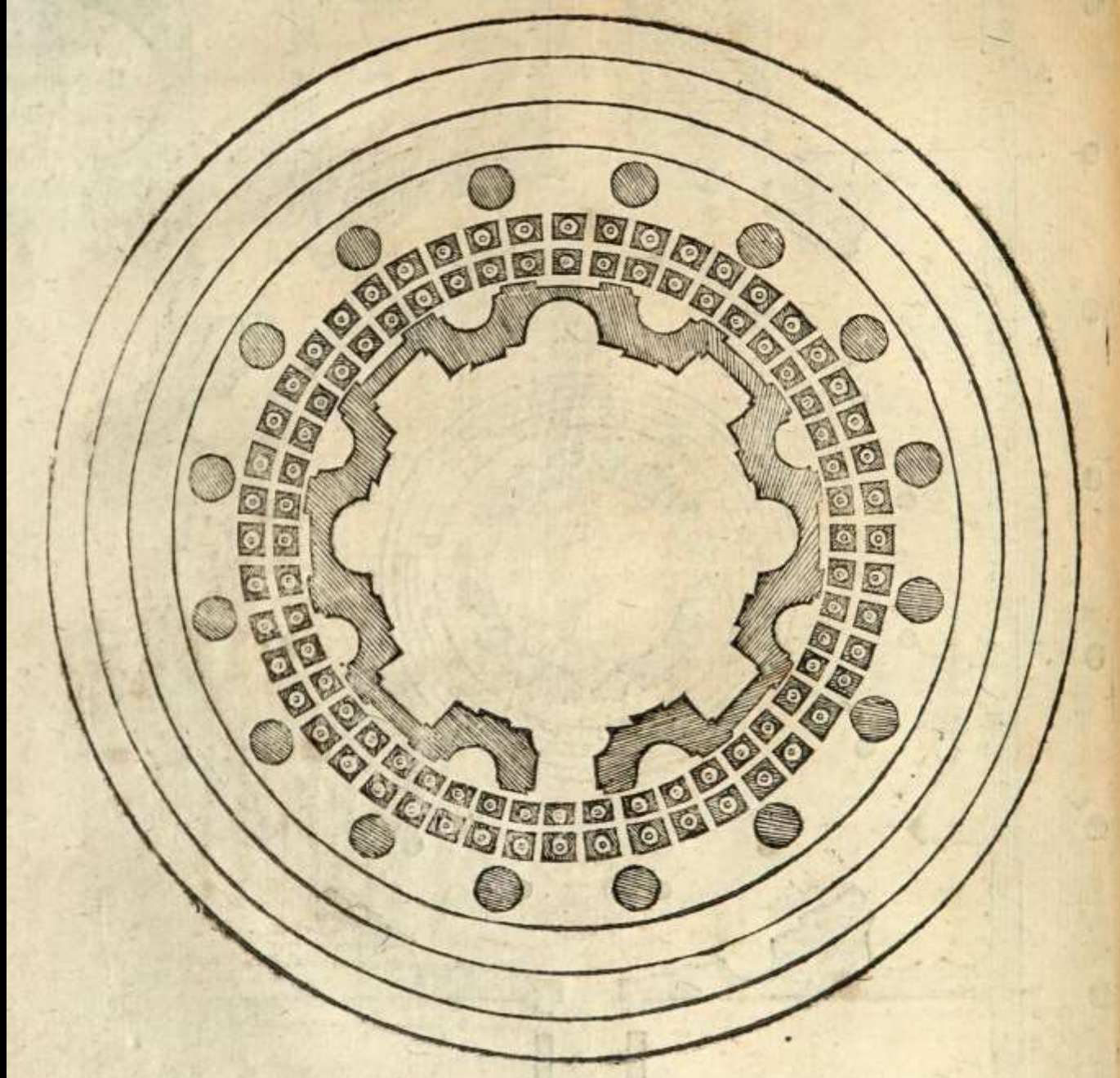
Leonardo da Vinci, Zentralbauentwürfe ca. 1480–1500
(Manuskript im Institut de France, Paris; Abb. aus Geymüller 1875).



Leonardo da Vinci, Zentralbauentwürfe ca. 1480–1500
(Manuskript im Institut de France, Paris; Abb. aus Geymüller 1875).



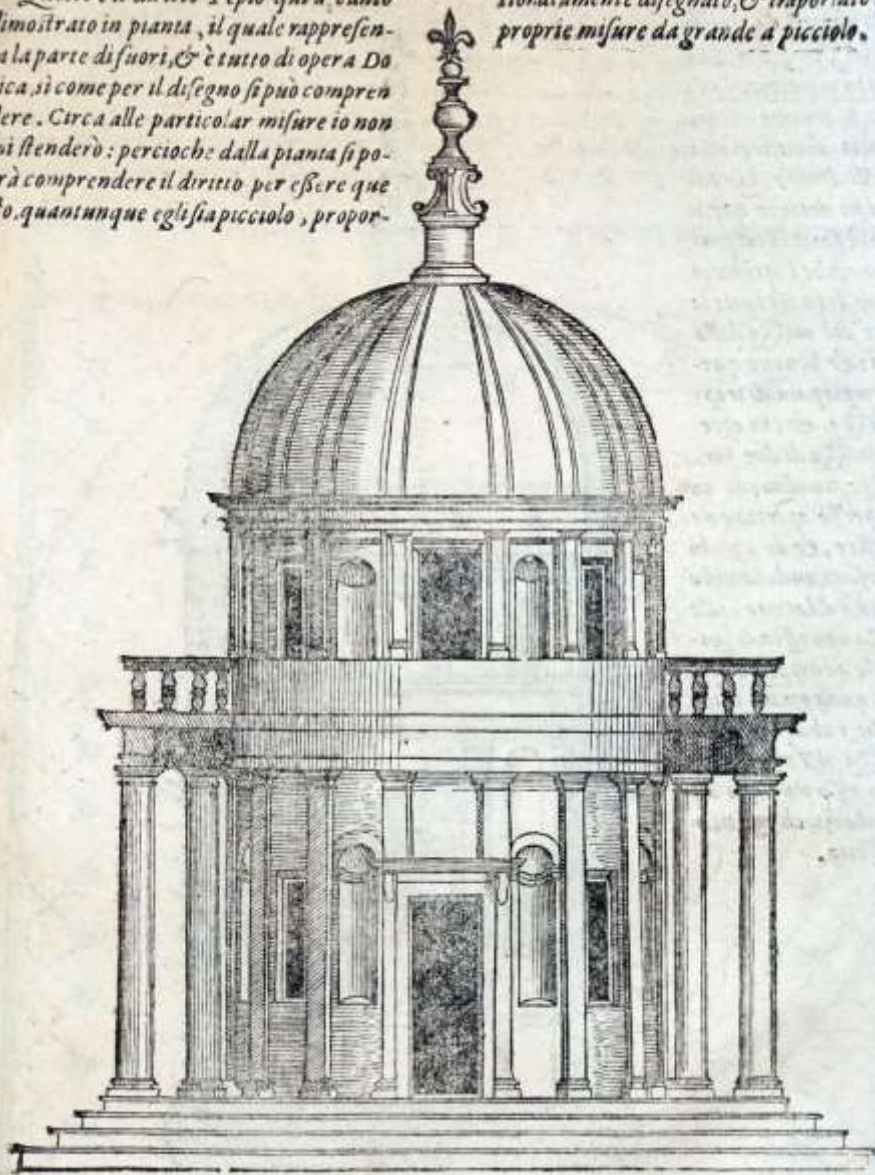
Rom, San Pietro in Montorio, Tempietto (Bramante ab 1502)



Rom, San Pietro in Montorio, Tempietto (Bramante ab 1502), Grundriss
(Sebastiano Serlio, Terzo Libro, 1540/1600)

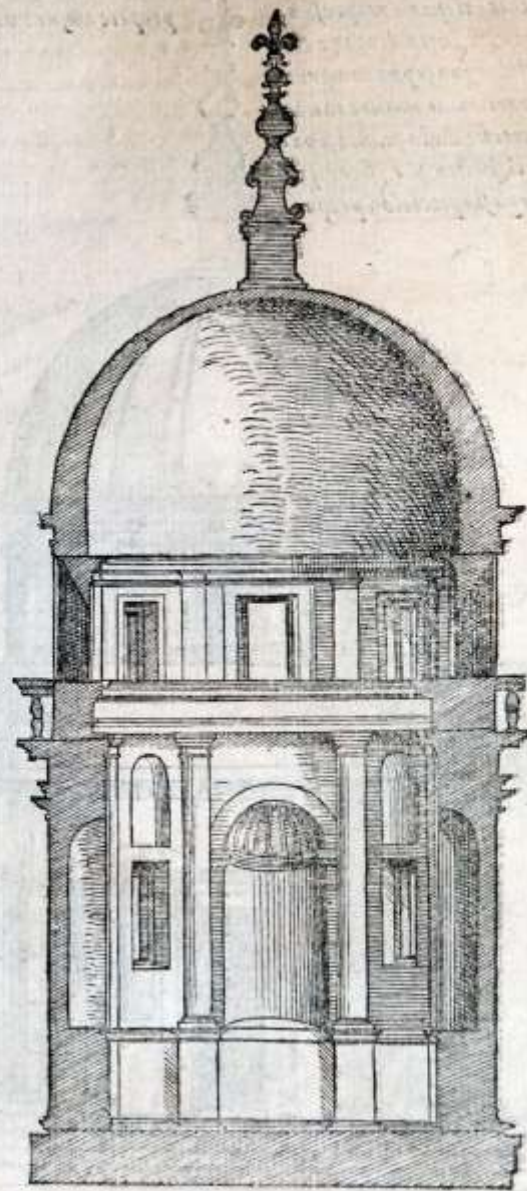
Questo è il diritto Tempio qui à canto dimostrato in pianta, il quale rappresenta la parte di fuori, & è tutto di opera Dorica, si come per il disegno si può comprendere. Circa alle particolar misure io non mi stenderò: perciocchè dalla pianta si potrà comprendere il diritto per essere questo, quantunque egli sia picciolo, propor-

tionatamente disegnato, & riportato con proprie misure da grande à picciolo.



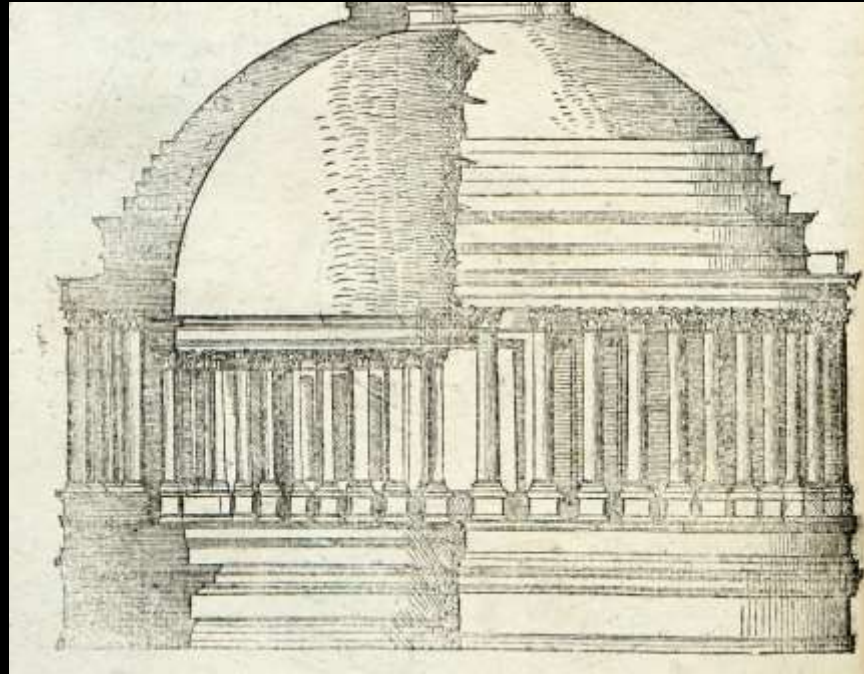
I 4 H3

Ho dimostrato nella passata carta la parte di fuori del Tempio di San Pietro in Montorio, il quale fece Bramante. Hora qui sotto dimostrerò la parte di dentro, laqual (come ho detto io qui à dietro) è fatta cō tal proportion, che l'Architetto potrà tronare tutte le misure col mezzo della pianta: & benchè questo Tempio paia di troppo altezza, & che ecceda l'altezza di due larghezze: nondimeno in opera per le aperture delle finestre, & de i nicchi che vi sono, onde la vista si viene à dilatare, tale altezza non offende, anzi per le addoppiate cornici, lequali girano intorno, che rubano assai de l'altezza, il Tempio si dimostra assai più basso à riguardanti, ch'egli non è in effetto.



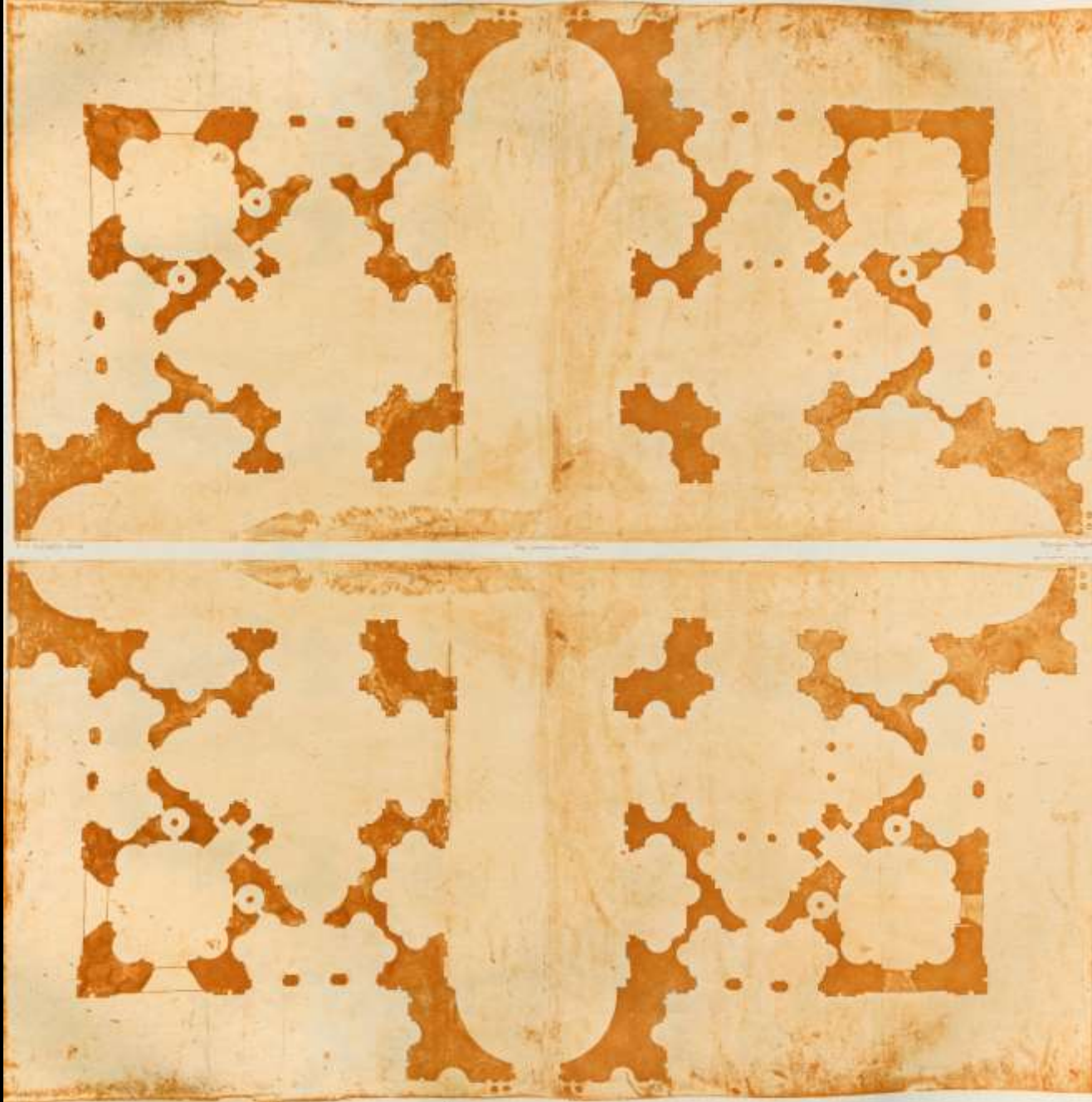
Questo

Rom, San Pietro in Montorio, Tempietto (Bramante ab 1502)
(Sebastiano Serlio, Terzo Libro, 1540/1600)

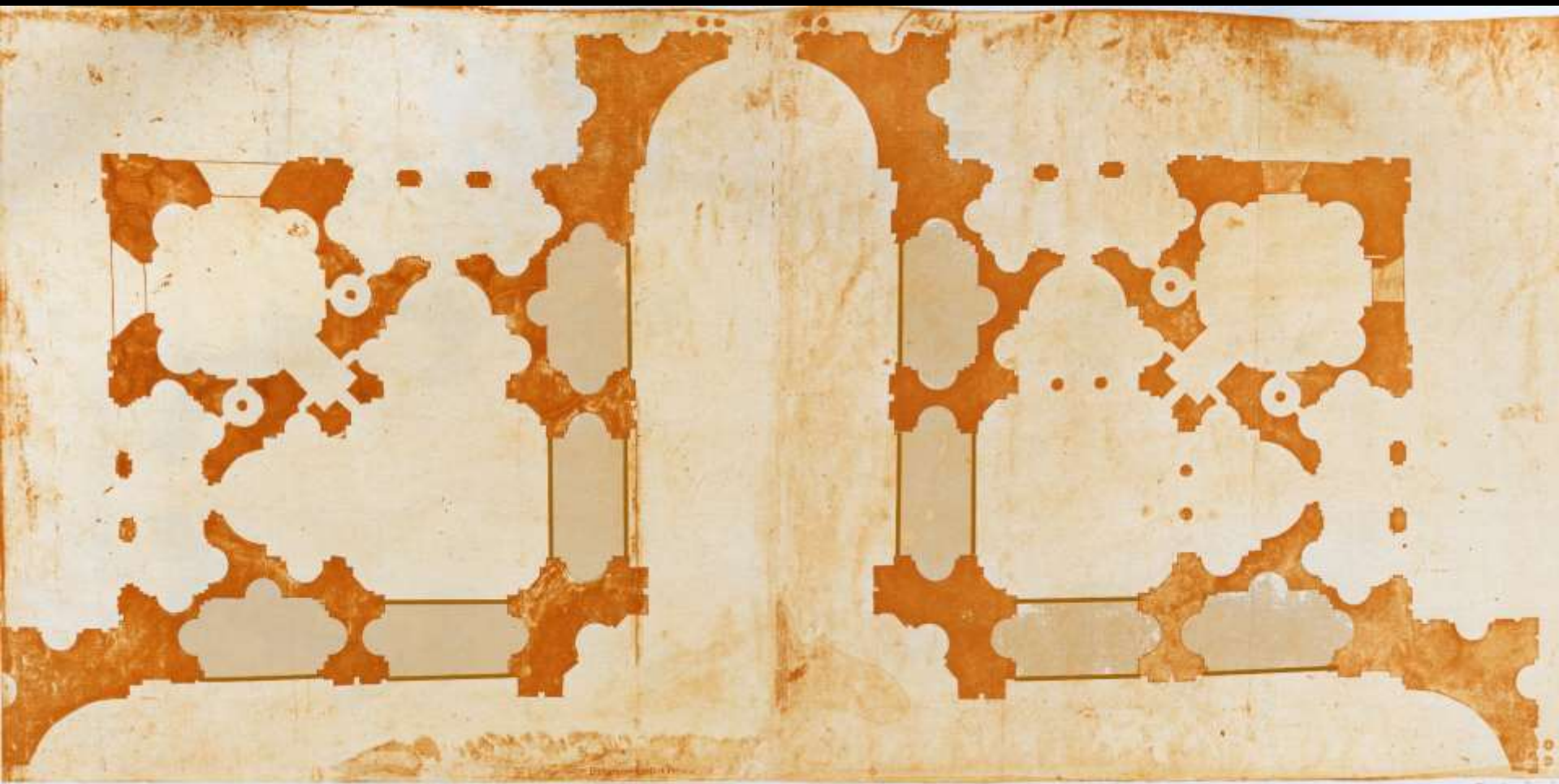


Rom

Der Petersdom von Bramante bis Antonio da Sangallo d.J.
Ideen, Umfeld, Ausstrahlungen, Baufortschritt
(1506–46)



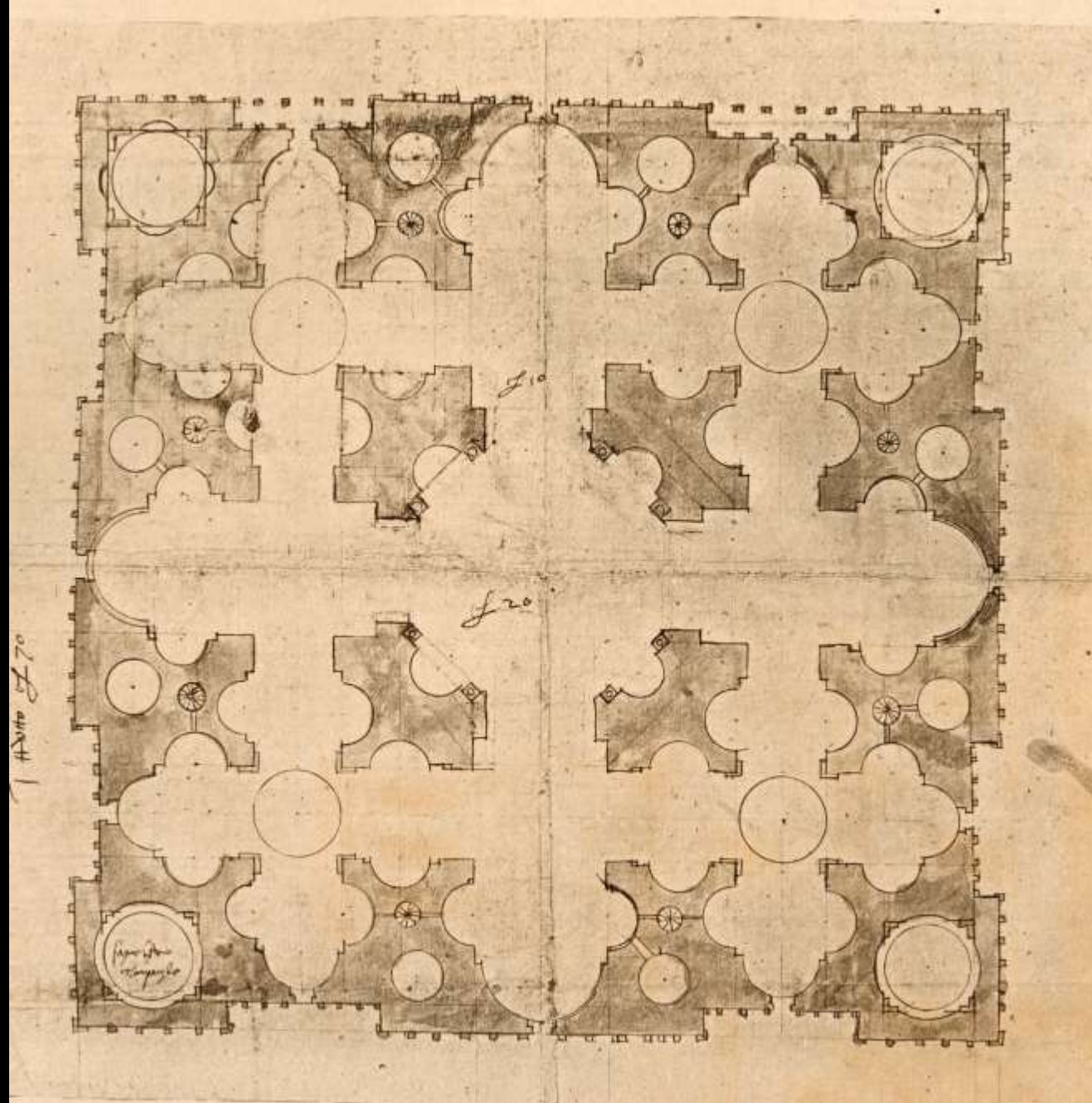
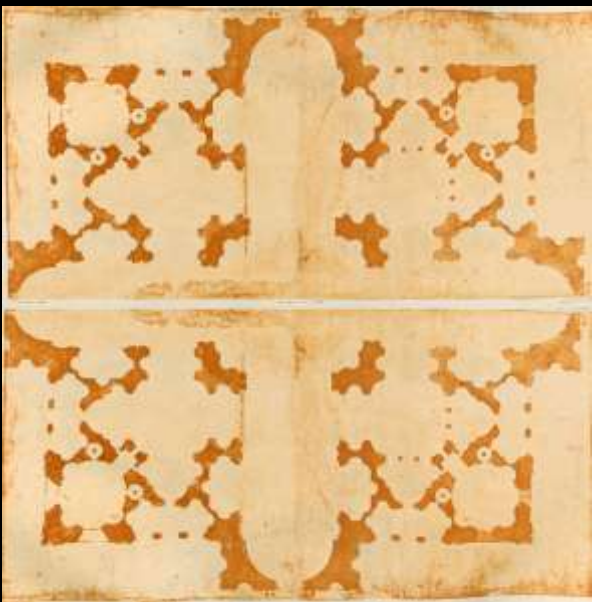
Rom, St. Peter, Entwurf von Bramante 1505/06 für Papst Julius II (Giuliano della Rovere)
(Uffizien Florenz, GDSU 1 A, durch Spiegelung nach unten ergänzt; aus Geymüller 1875)



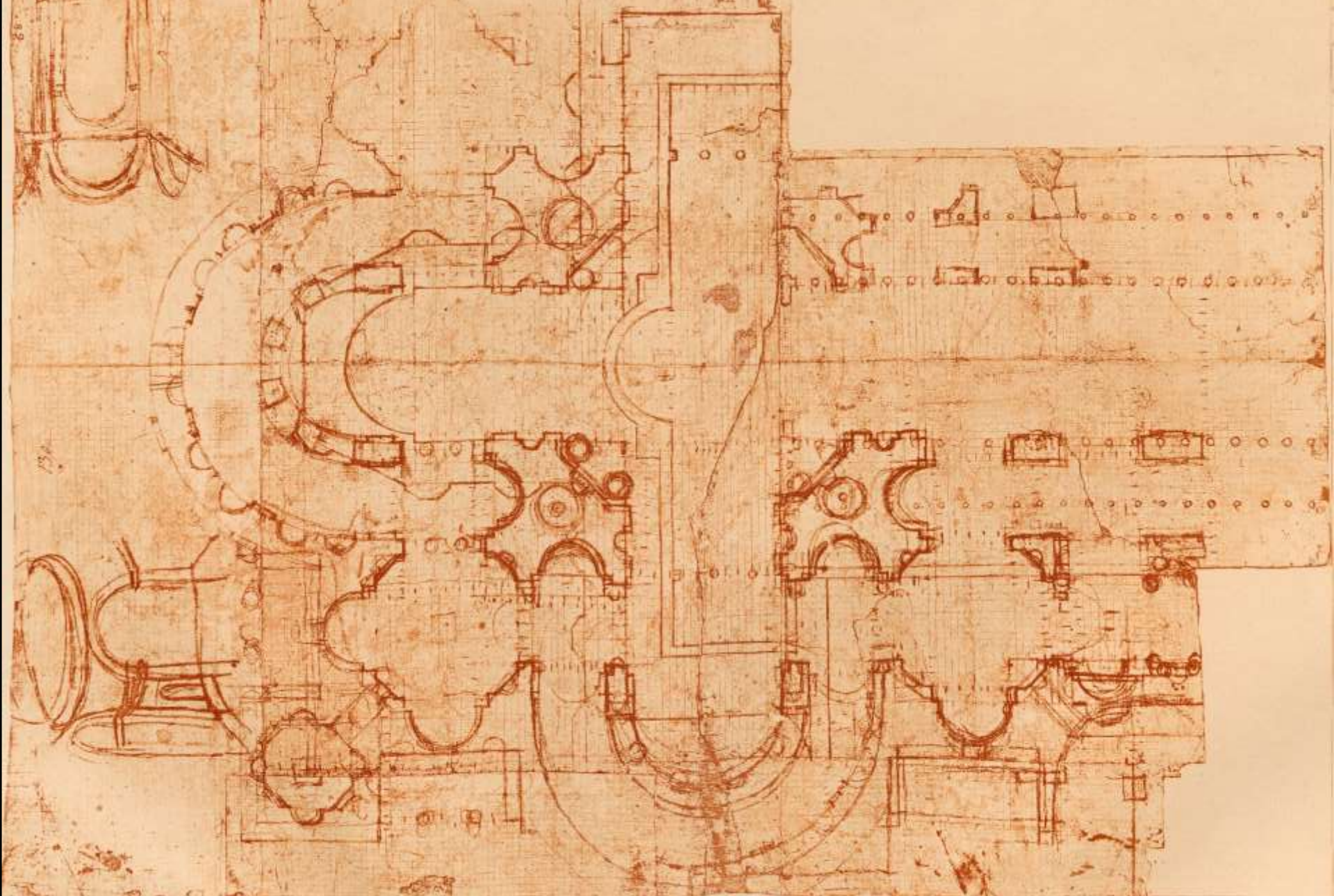
Rom, St. Peter, Entwurf von Bramante , System der Gewölbewiderlager
(Uffizien Florenz, GDSU 1 A, aus Geymüller 1875, bearb.)



Rom, St. Peter, Entwurf von Bramante
(Medaille zur Grundsteinlegung 1506 von Cristoforo Foppa genannt Caradosso, aus Geymüller 1875)



Rom, St. Peter, durch Giuliano da Sangallo veränderter Bramante-Entwurf mit stärkeren Kuppelpfeilern
(Uffizien Florenz, GDSU 8 A r., aus Geymüller 1875)



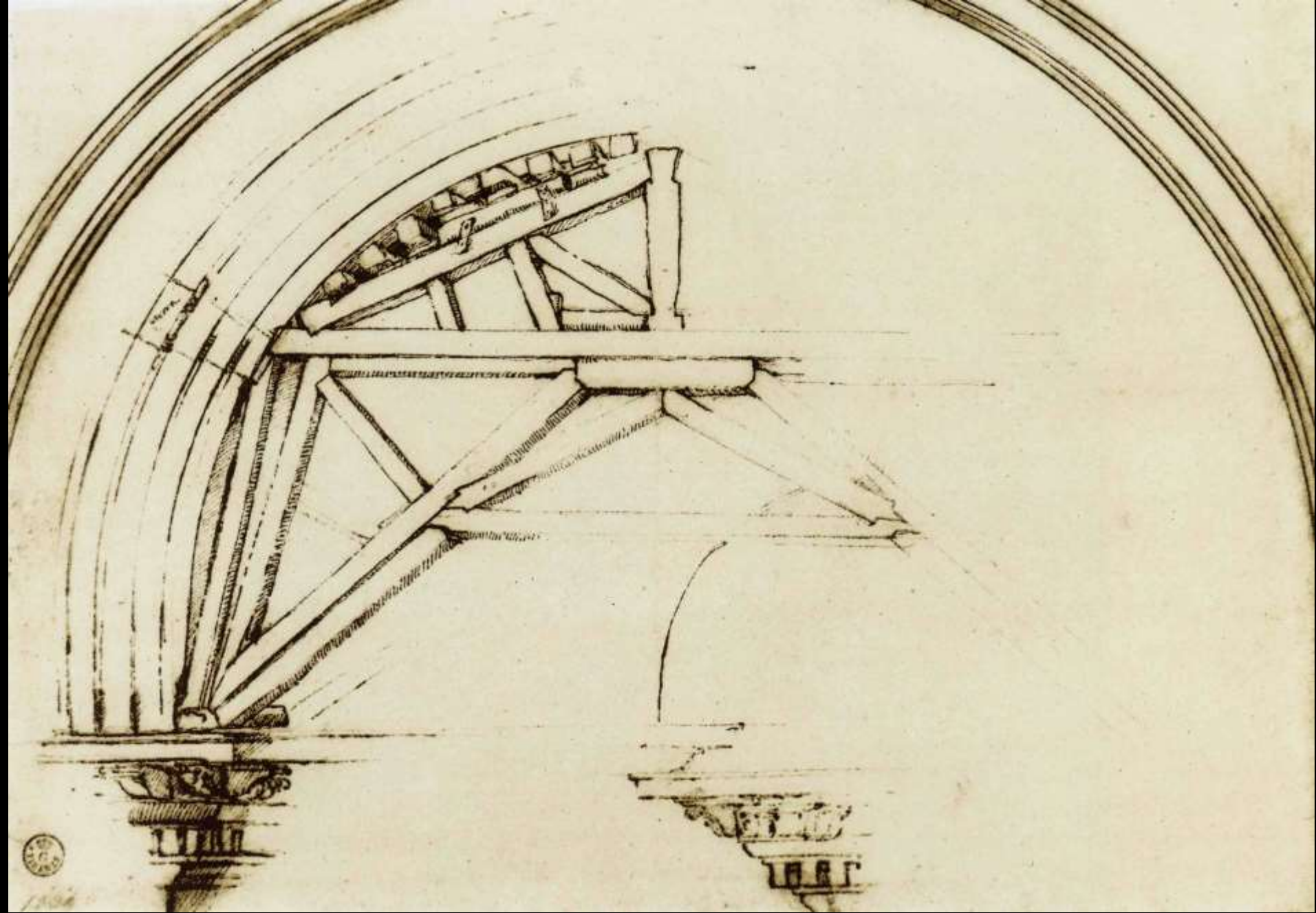
Rom, St. Peter, neuer Entwurf Bramantes:
Der Zentralbau wird mit einem Langhaus verbunden, die Kuppelpfeiler verstärkt.
(Uffizien Florenz, GDSU 20 A, aus Geymüller 1875)



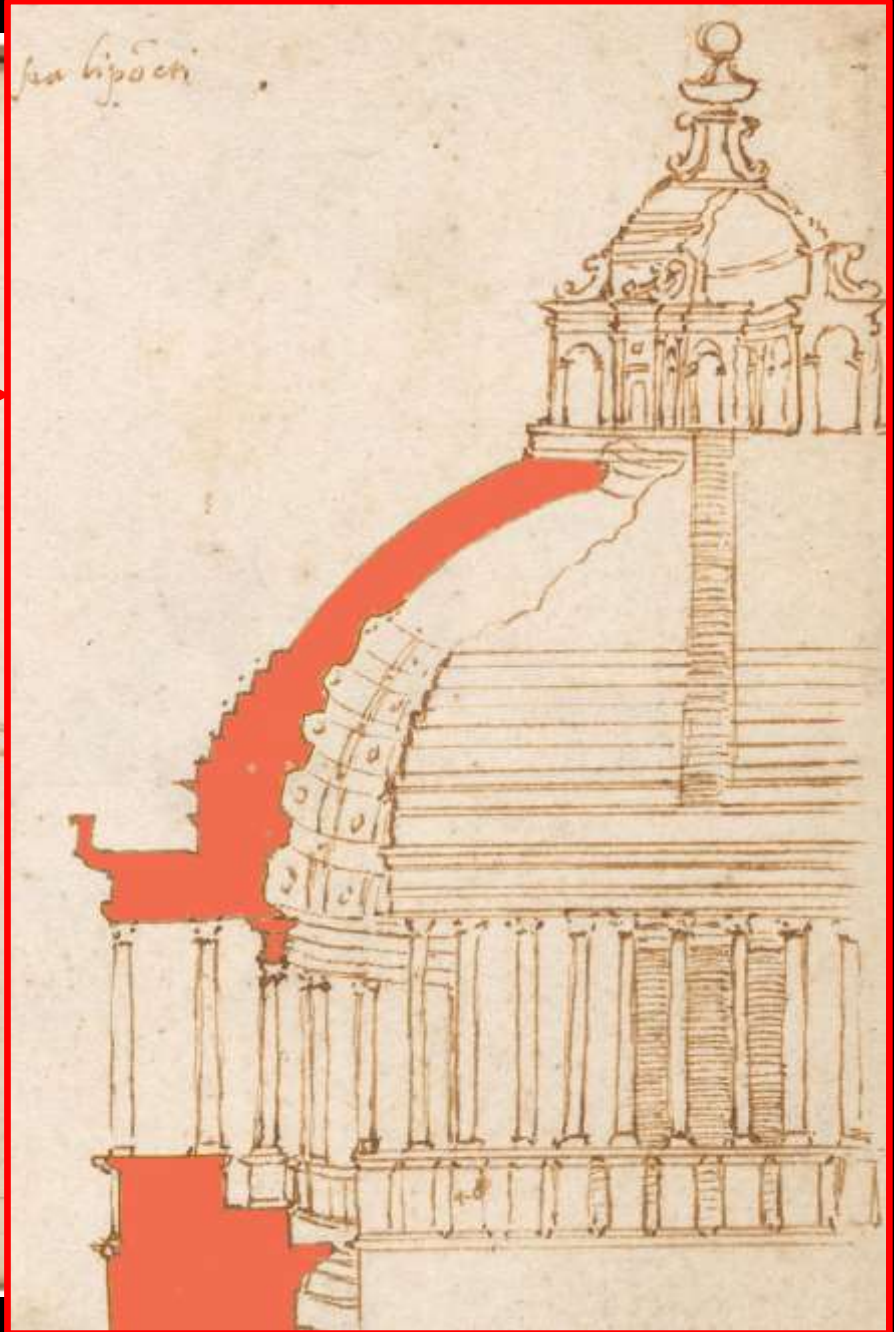
Rom, Petersdom. Kuppelpeiler Bramantes.



Rom, Petersdom. Die grossen Kuppelbögen (24 m Spannweite) wurden schon 1510/11 errichtet.
(Zeichnung Maarten van Heemskerck, um 1535, aus Geymüller 1875)



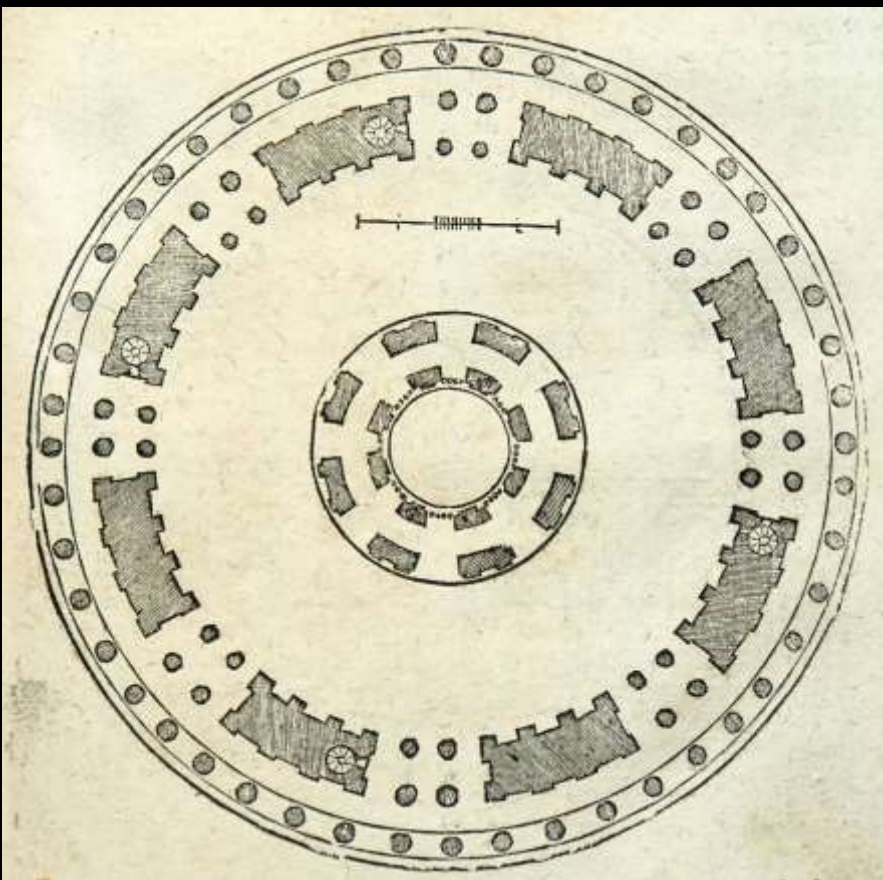
Rom, Petersdom, Gerüst für die Kuppelbögen, entworfen von dem Zimmermann Antonio da Sangallo d. J. 1510
(Uffizien, Florenz, GDSU 226 A)



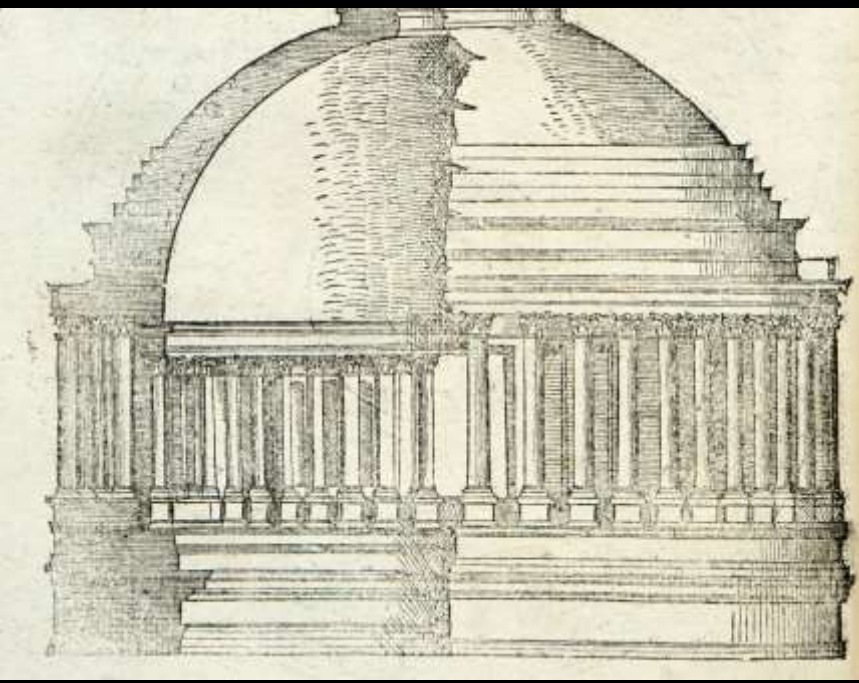
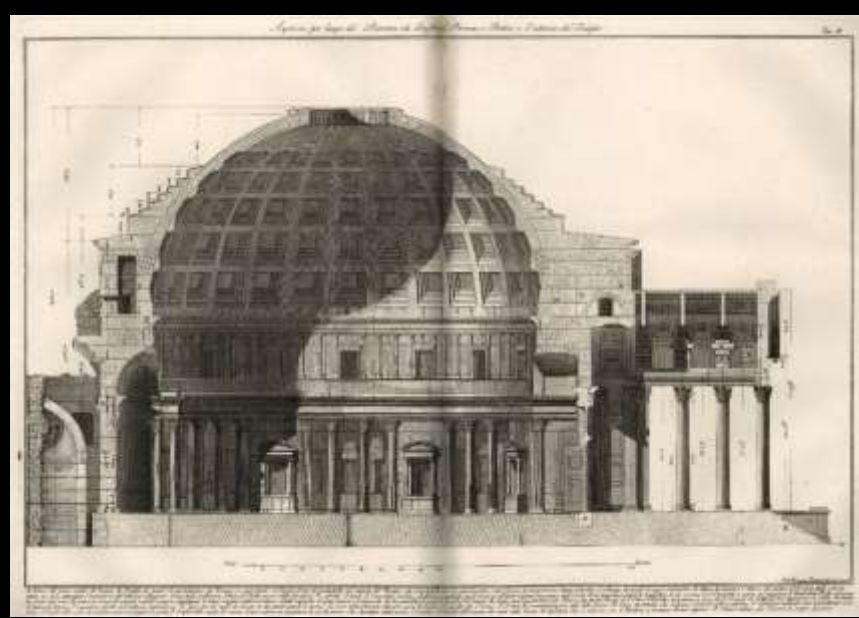
Rom, St. Peter, Entwurf von Bramante: dickschalige „Pantheon“-Kuppel (New York, Pierpont Morgan Library, Codex Mellon, fol. 71 v., um 1513)

Questo è il diritto di dentro, e di fuori della pianta passata, dal qual si può comprendere la gran massa, & il gran peso che sarà questo edificio sopra à quattro pilastri di tanta altezza: la qual massa (siccome io distanti) doueria mettere pensiero ad ogni prudente Architetto a farla al piano di terra, non che in tanta altezza: & però io giudico, che l'Architetto dee esser più presto alquanto timido che troppa animoso: perché se sarà timido, egli sarà le sue cose ben sicure, & anco non sdegerà di volere il consiglio d'altri, e così facendo rare volte perirà: ma se sa-

rà troppo animoso, egli non vorrà l'altri consiglio: anzi si confiderà solamente nel suo ingegno, on spesso volte precipitaranno le cose da lui fatte, & però io concludo che la troppa animosità procede dalla profunzione, & la profunzione dal poco sapere: ma che la timidezza sia cosa virtuosa, dandosi sempre à credere di sapere è nulla poco. Le misure di questa opera troueranno con i palmi piccioli che sono qui à dietro.



Rom, St. Peter, Entwurf von Bramante: Kuppel
(Serlio 1540/1600)



Rom, Petersdom. Fazit des Bramante-Projektes (Quatremere de Quincy 1800):
«élever dans l'Église de Saint-Pierre le Panthéon d'Agrippa sur les voûtes du Temple de la Paix»



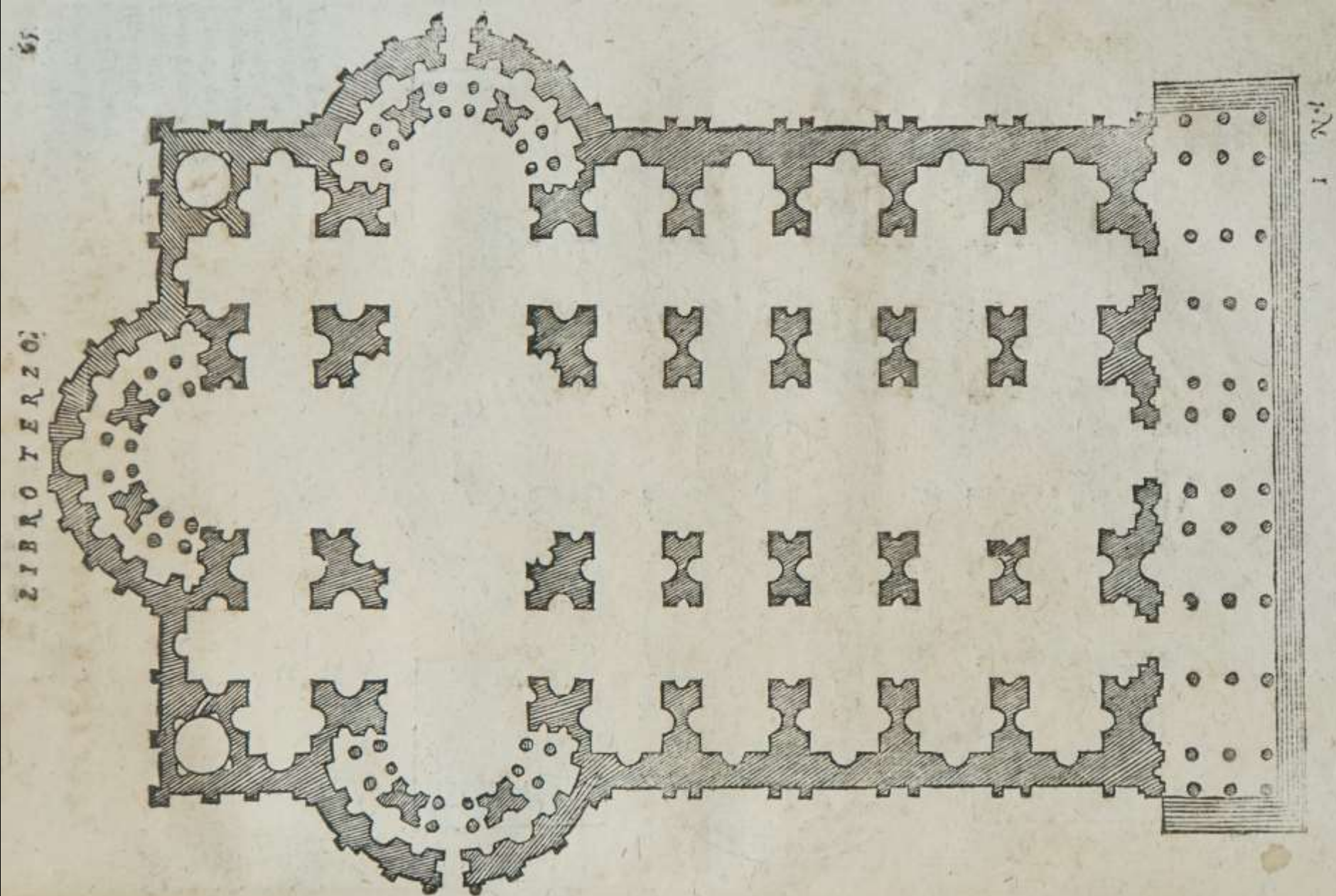
Die ersten Echos auf Bramantes Petersdom-Plan



Rom, Chigi-Kapelle an Santa Maria del Popolo (Raffael, ab 1513)
(Schnitt: Rossi 1721)



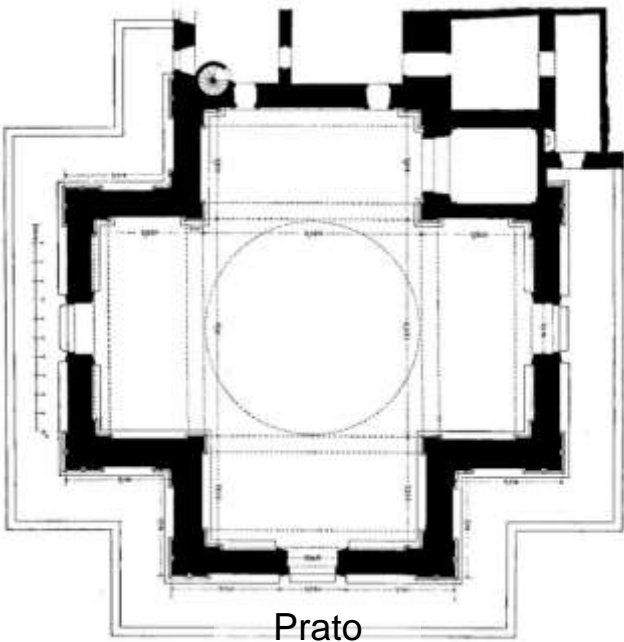
Rom, Chigi-Kapelle an Santa Maria del Popolo (Raffael, ab 1513). Kuppelpfeiler, Echo von Bramantes St. Peter (Schnitt: Rossi 1721)



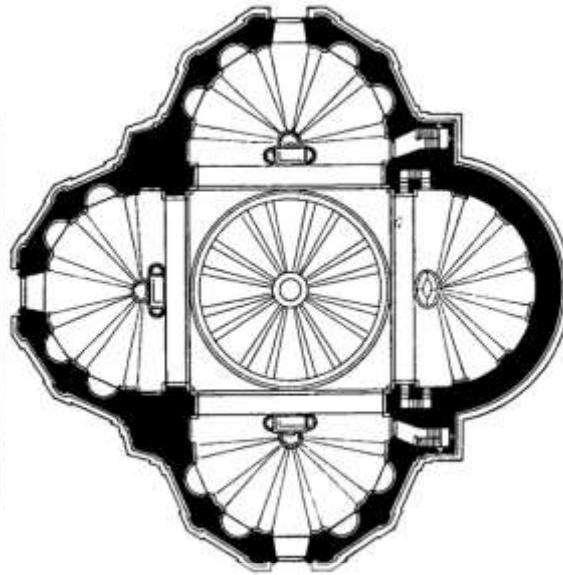
Rom, St. Peter. Planung unter Raffael (1514–1520) mit massiv eingewölbtem Langhaus
(Entwurf ca. 1518; Grundriss: Serlio 1540/1600)



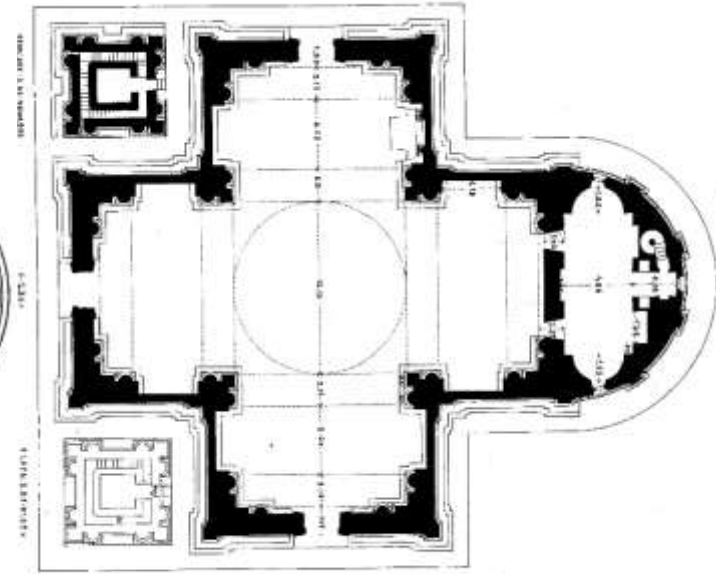
Verona, San Bernardino, Cappella Pellegrini (Michele Sanmicheli 1527)
direktes Echo von Bramantes Tambourgestaltung für St. Peter



Prato

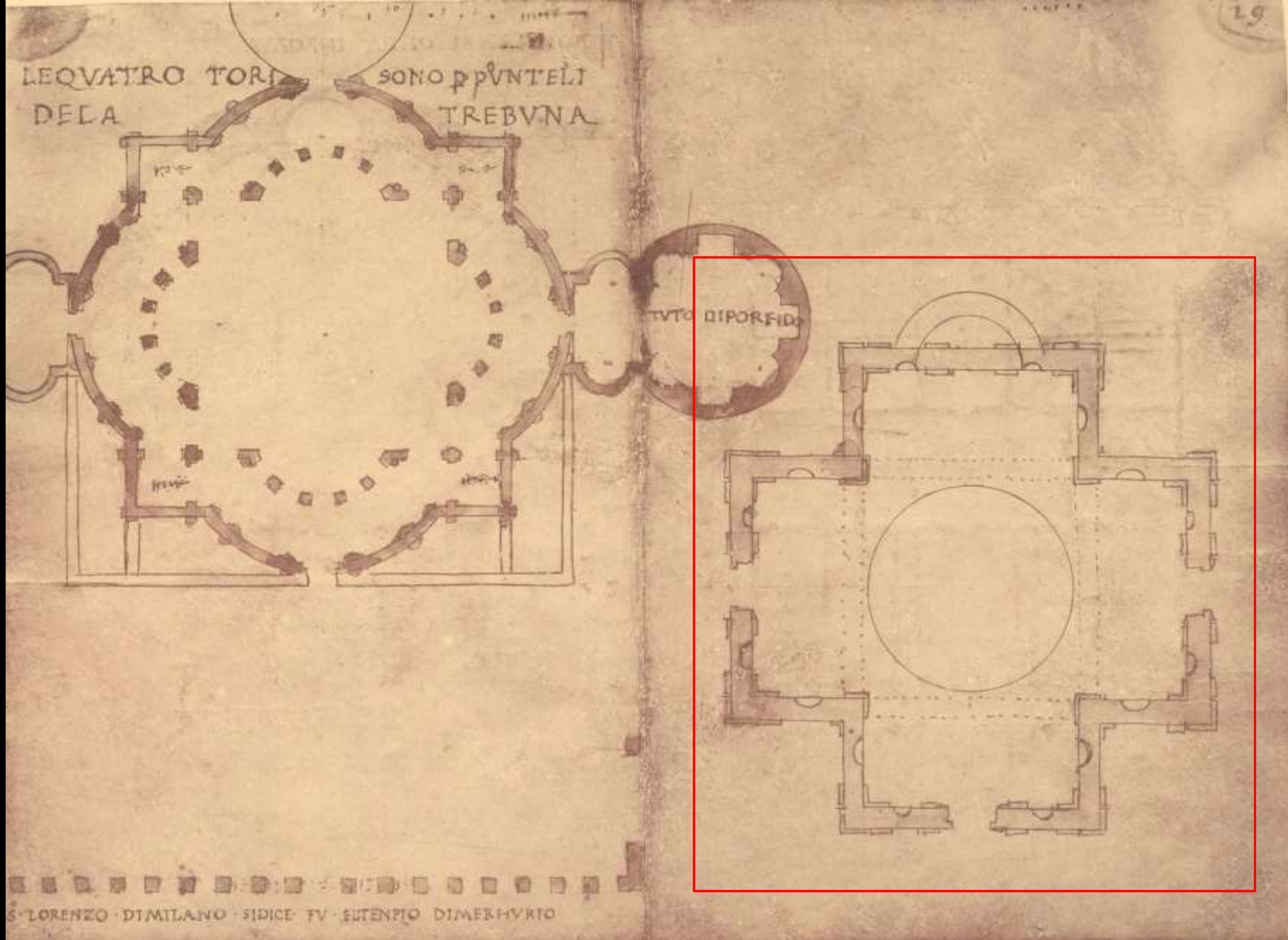


Cortona

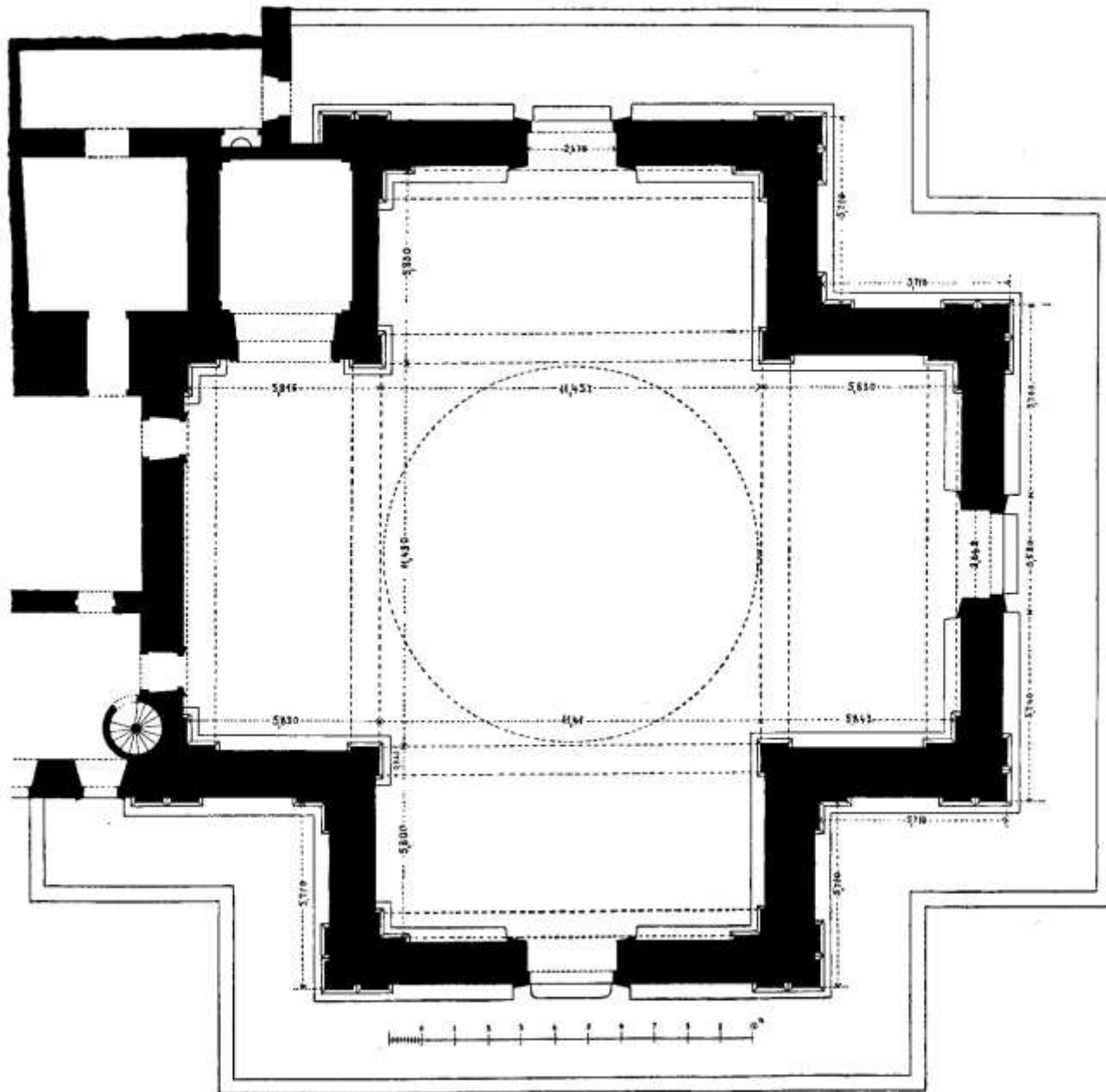


Montepulciano

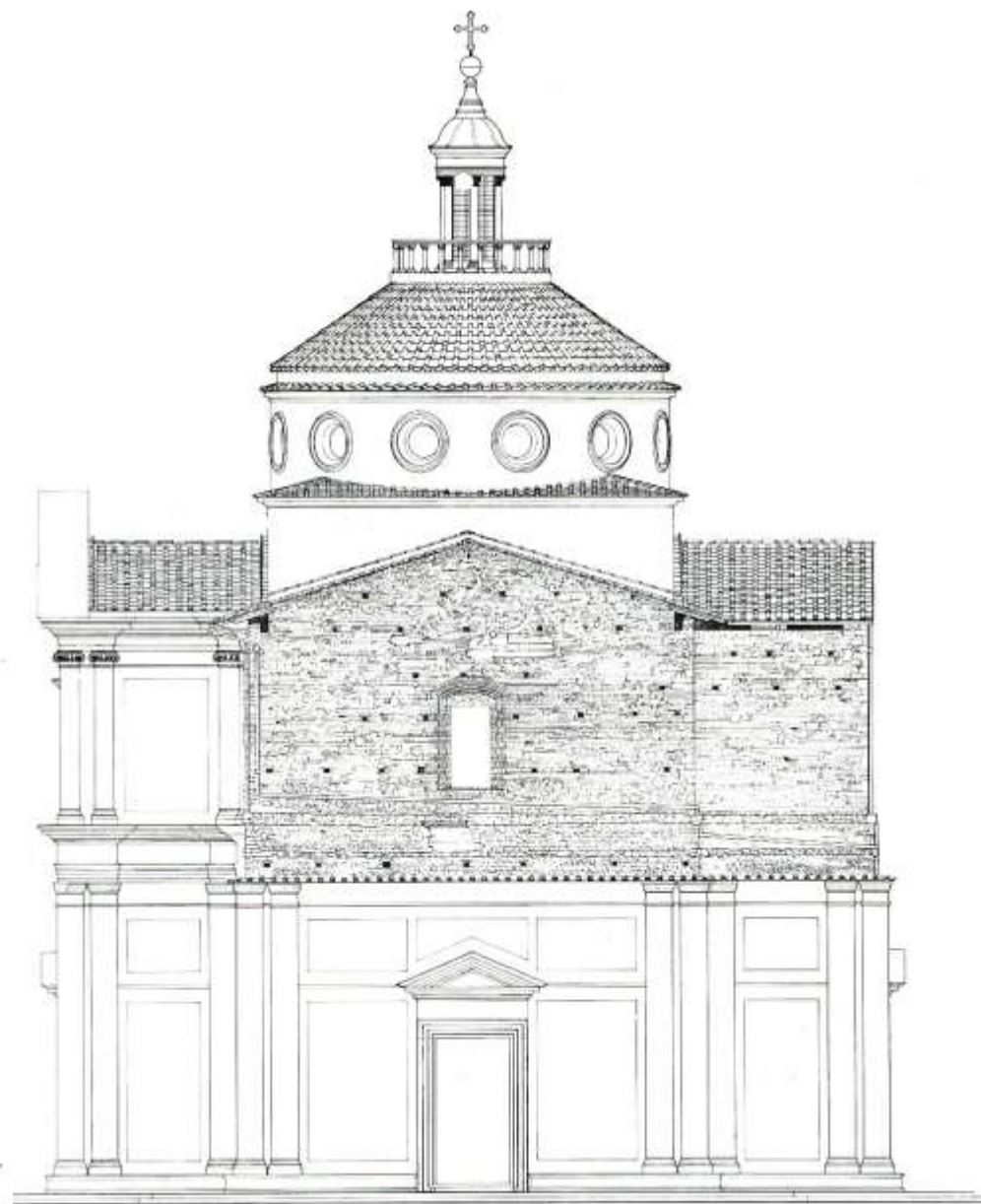
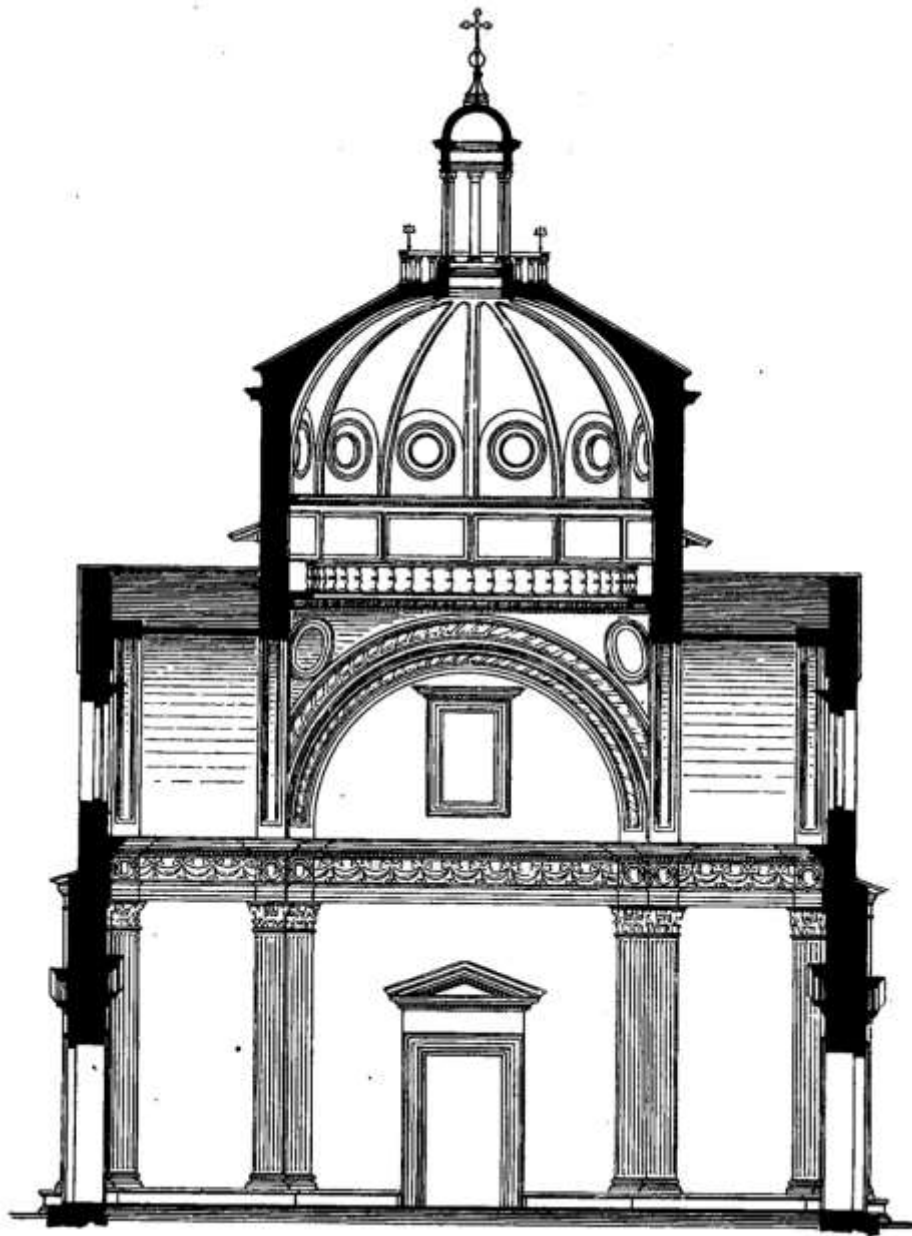
Intermezzo:
Drei monumentale Realisierungen des perfekten Zentralbaus
1485–1546



Prato, Santa Maria delle Carceri (Entwurf von Giuliano da Sangallo, 1485)
(Zeichnungen: Giuliano da Sangallo, Taccuino Senese; links Grundriss von San Lorenzo, Mailand)



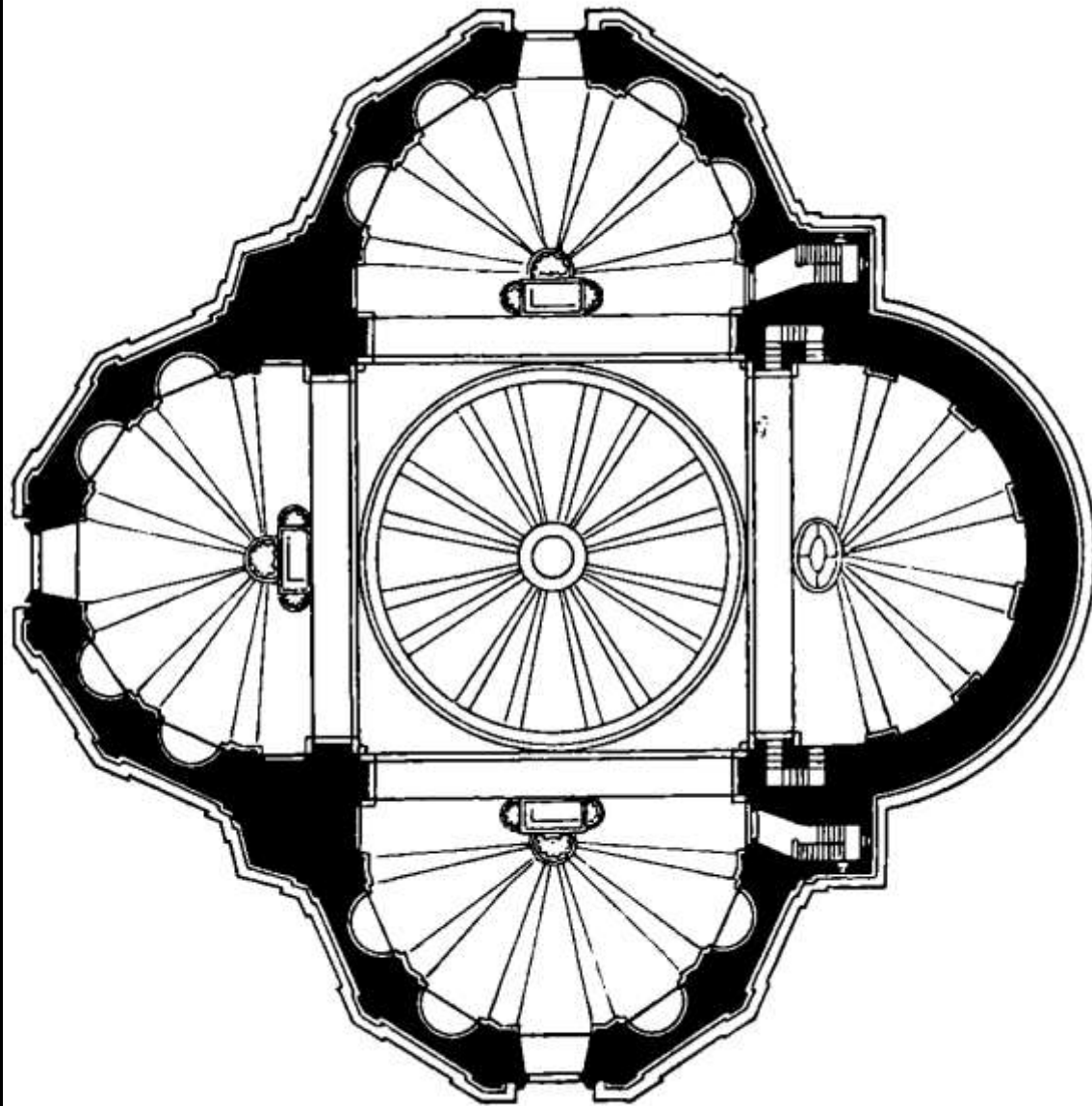
Prato, Santa Maria delle Carceri (Entwurf von Giuliano da Sangallo, 1485). Grundriss des griechischen Kreuzes (Grundriss: Stegmann/Geymüller 1885–1908)



Prato, Santa Maria delle Carceri (Entwurf von Giuliano da Sangallo, 1485). „Tiburio“-Kuppel (Schnitt: Laspeyres 1882; Aufriss: Morselli/Corti 1982)



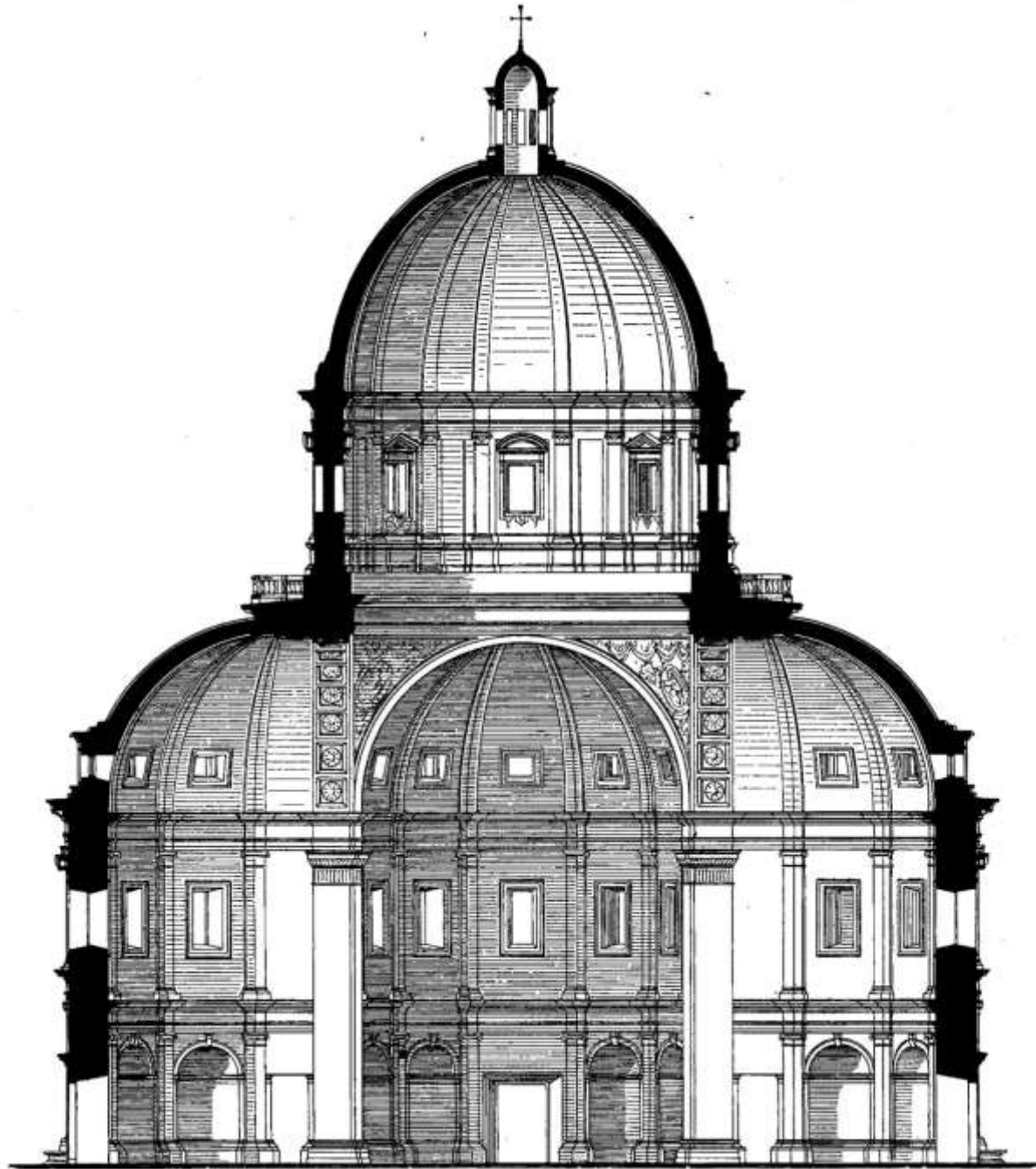
Todi, Santa Maria della Consolazione (ab 1506)



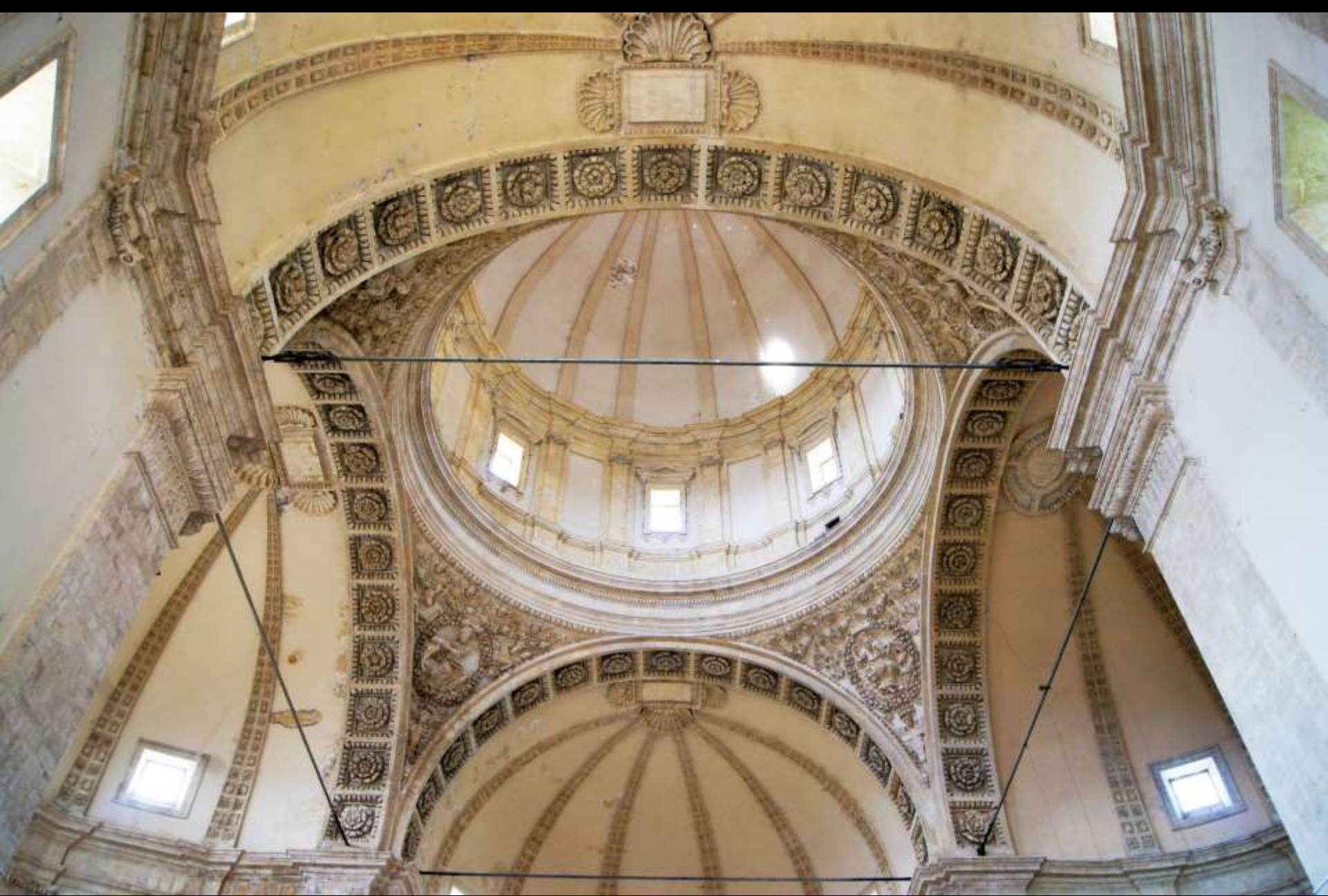
Todi, Santa Maria della Consolazione (ab 1506; Grundriss: Laspeyres 1882). Vierkonchengrundriss



Todi, Santa Maria della Consolazione (ab 1506, Kuppel erst 1606 errichtet)



Todi, Santa Maria della Consolazione (ab 1506, Kuppel erst 1606; Schnitt: Laspeyres 1882)



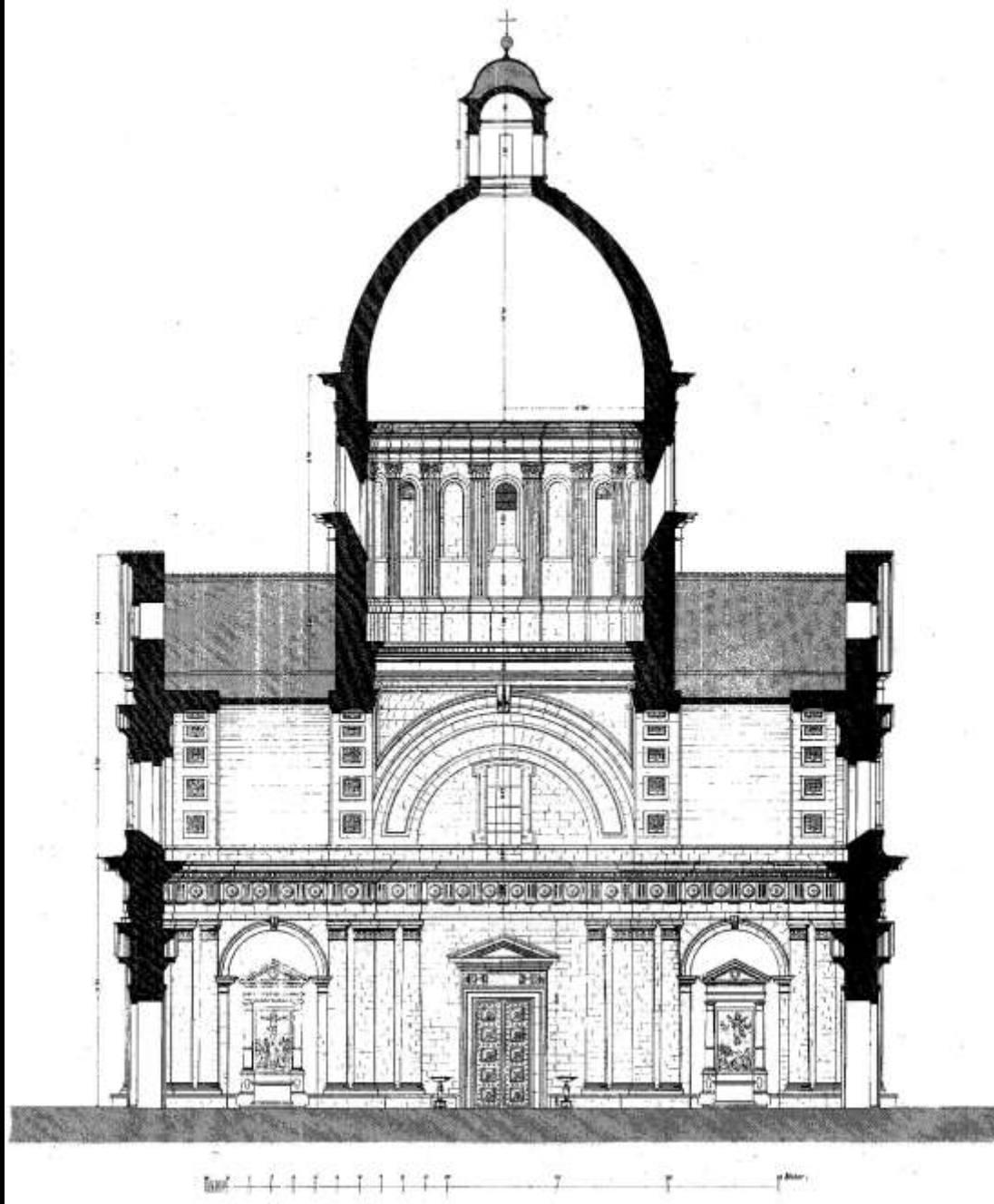
Todi, Santa Maria della Consolazione (ab 1506)
Bögen unter der Kuppel mit Eisenankern (1539, heute teils erneuert)



Montepulciano, Madonna di San Biagio (Antonio da Sangallo d.Ä., 1518–43)



Montepulciano, Madonna di San Biagio (Antonio da Sangallo d.Ä., 1518–43)



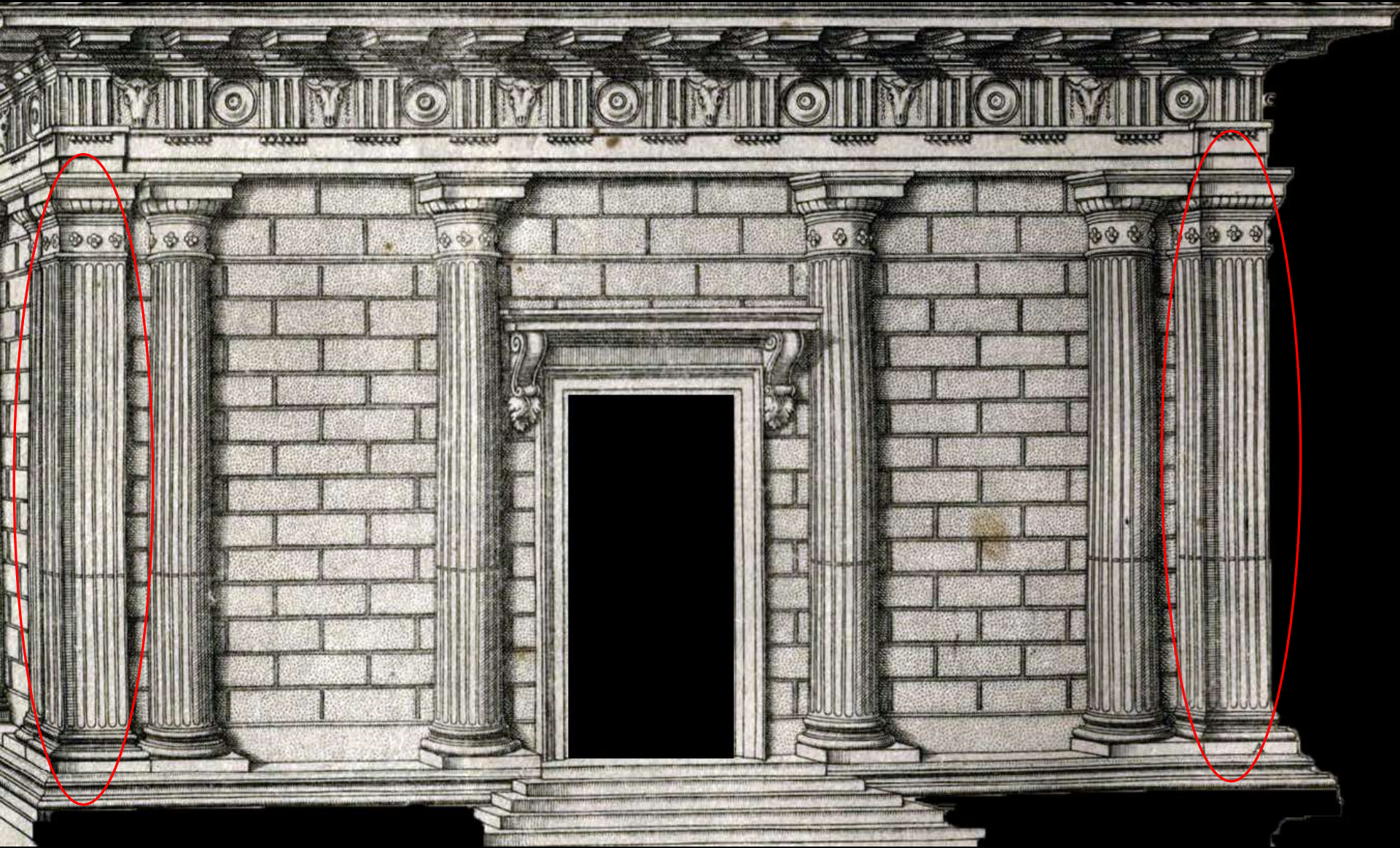
Montepulciano, Madonna di San Biagio (Antonio da Sangallo d.Ä., 1518–43)
(Schnitt: Förster 1870)



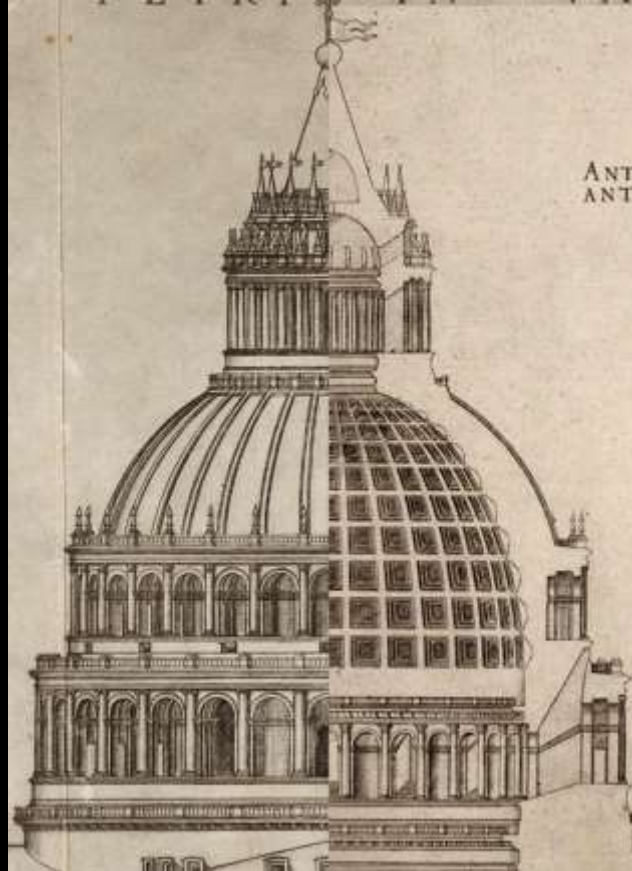
Montepulciano, Madonna di San Biagio, Kuppel (Antonio da Sangallo d.Ä., 1518–43)



Montepulciano, Madonna di San Biagio (Antonio da Sangallo d.Ä., 1518–43)



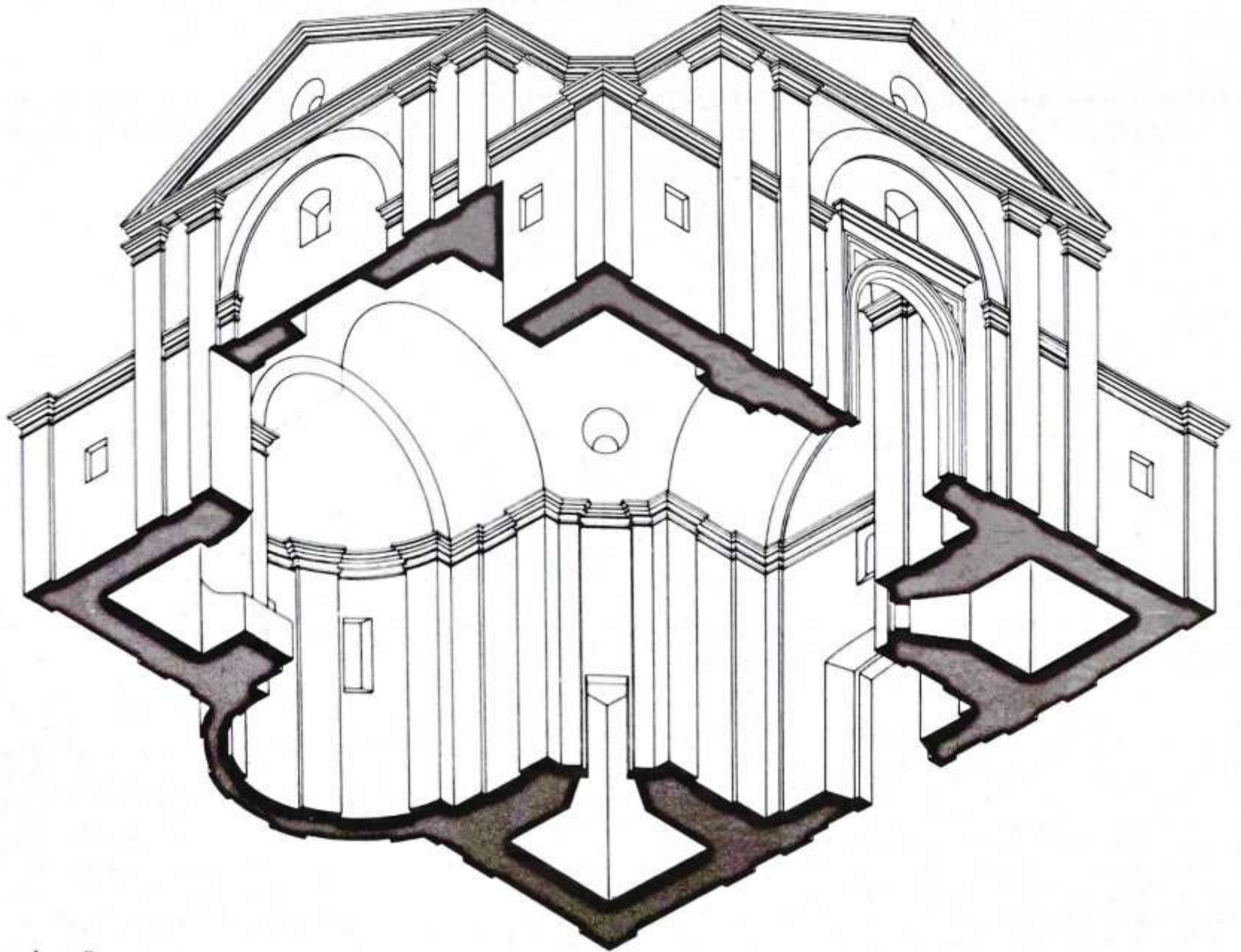
Rom, im 16. Jahrhundert noch sichtbare Reste der Basilica Aemilia mit dorischen „colonne quadrate“
(Stich von Antonio Labacco 1552, Ausschnitt)



Antonio da Sangallo d. J. und der Weiterbau am Petersdom
1520–1546



Cellere (Prov. Viterbo), Sant' Egidio (Antonio da Sangallo d.J., 1513)



Cellere (Prov. Viterbo), Sant' Egidio (Antonio da Sangallo d.J., 1513)
(Isometrie: Frommel 1986)



Cellere (Prov. Viterbo), Sant' Egidio (Antonio da Sangallo d.J., 1513), Inneres

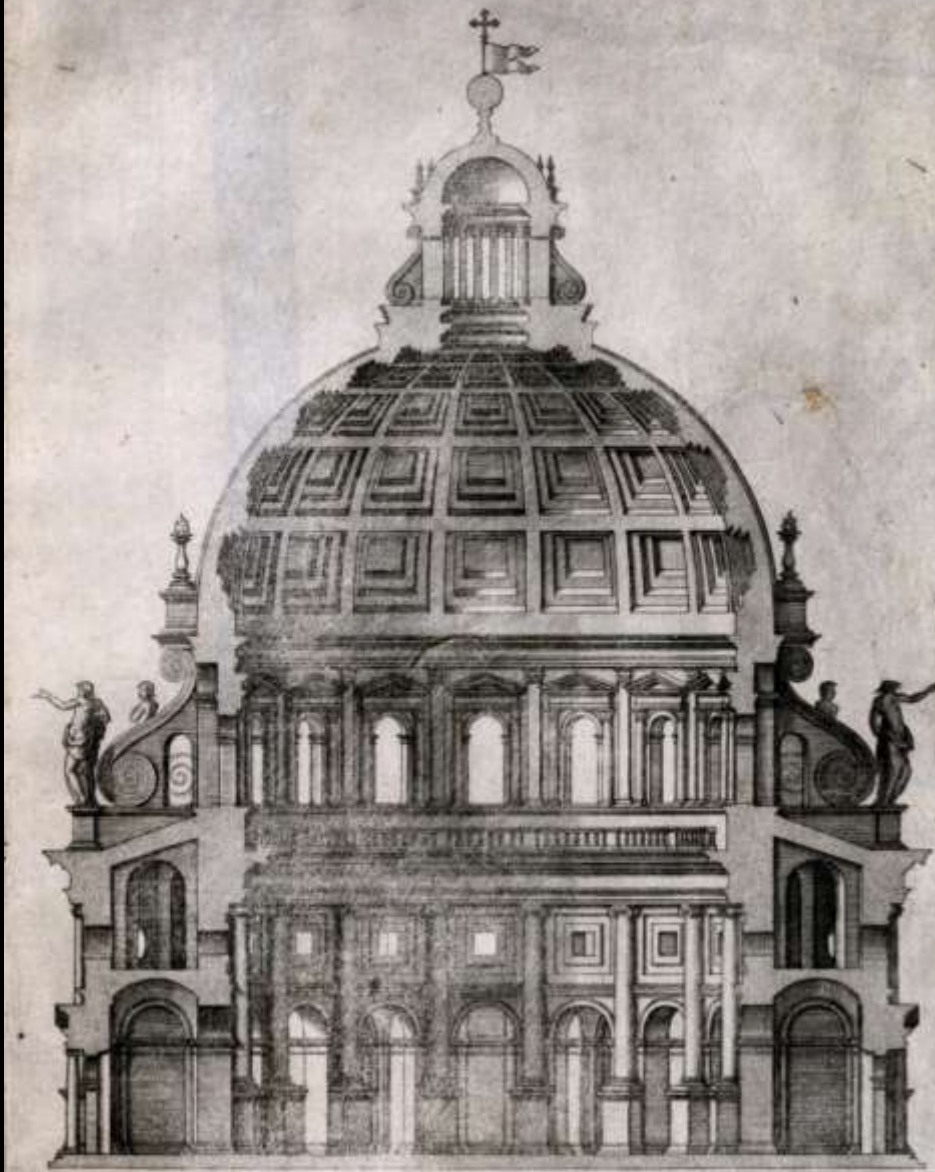


Cellere (Prov. Viterbo), Sant' Egidio (Antonio da Sangallo d.J., 1513), Inneres



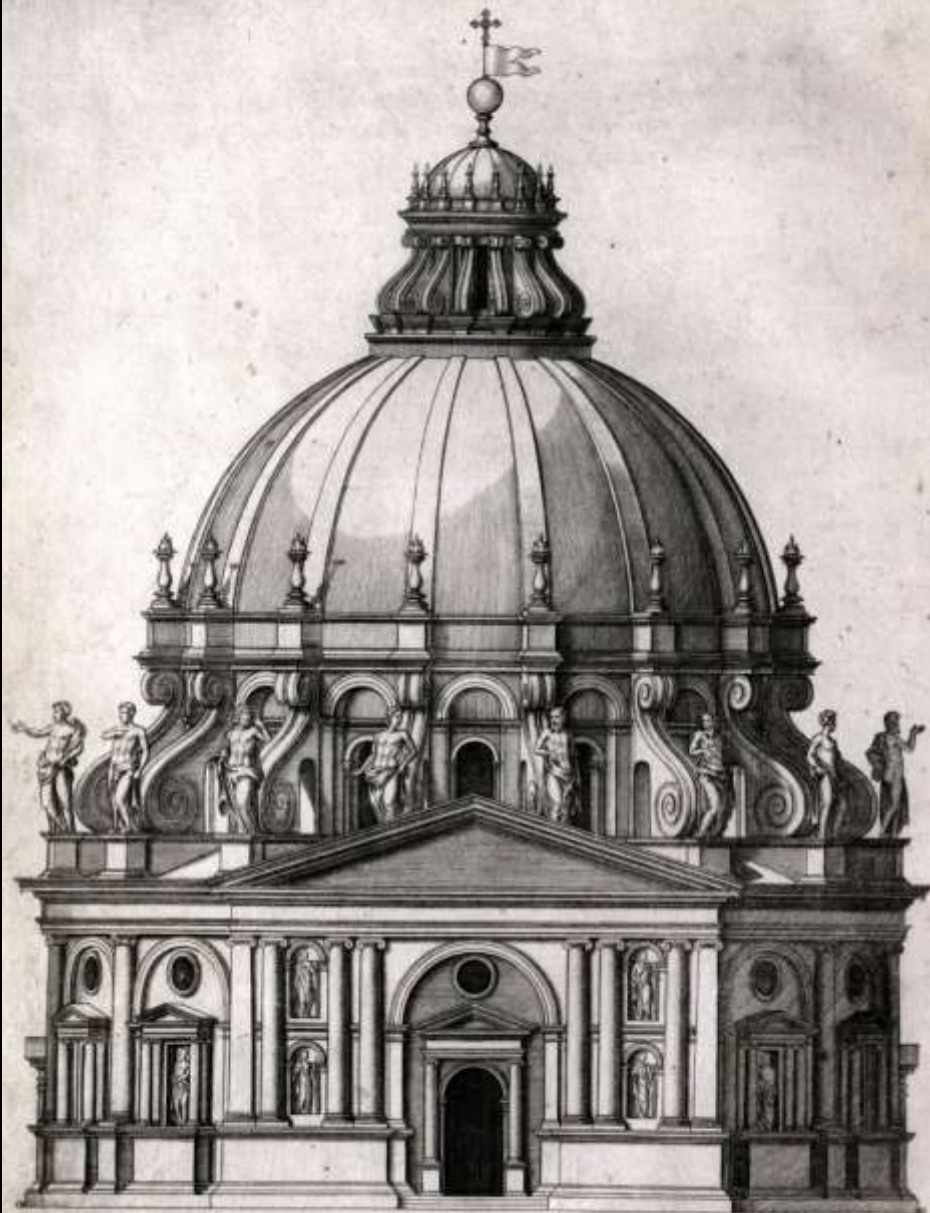
Cellere (Prov. Viterbo), Sant' Egidio (Antonio da Sangallo d.J, 1513), Wölbung eines Nebenraums in Bruchstein

DE LA PASSATA PIANTA



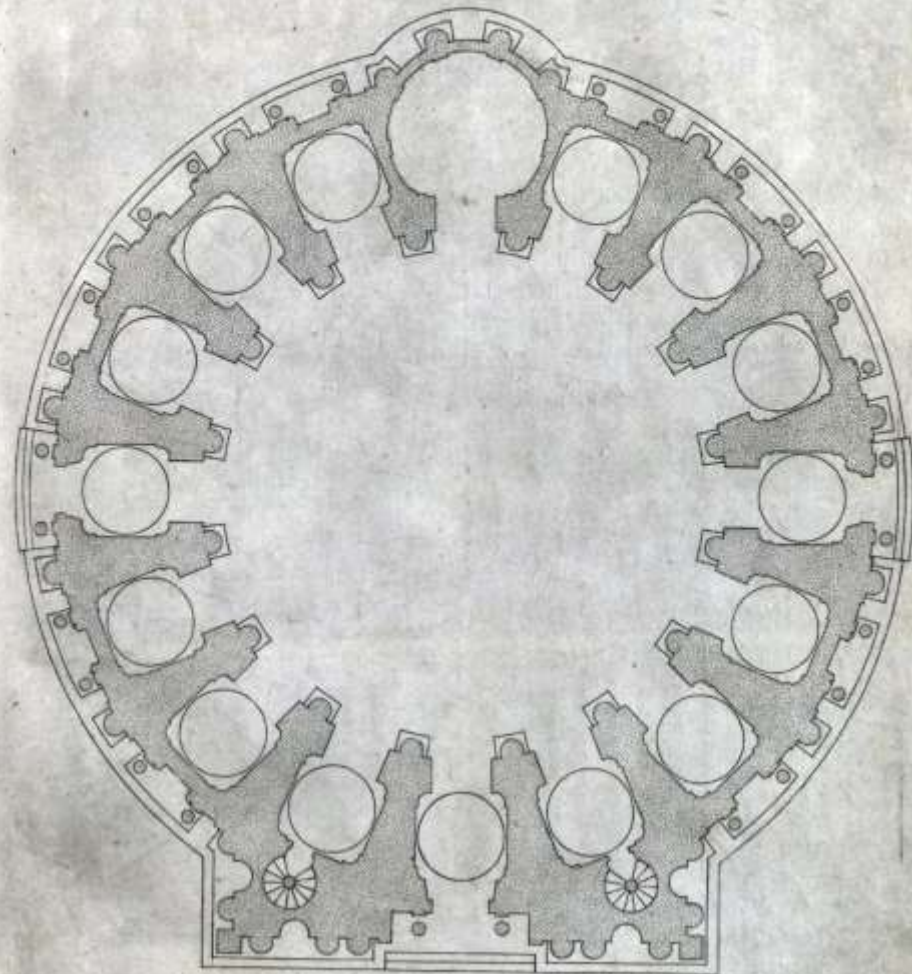
Entwurf für San Giovanni dei Fiorentini, Rom (Antonio da Sangallo d. J., 1518)
(Schnitt: Stich von Antonio Labacco 1557)

DIRITTO FVORI E DENTRO



PIANTA DEL TEMPIO SEGVENTE

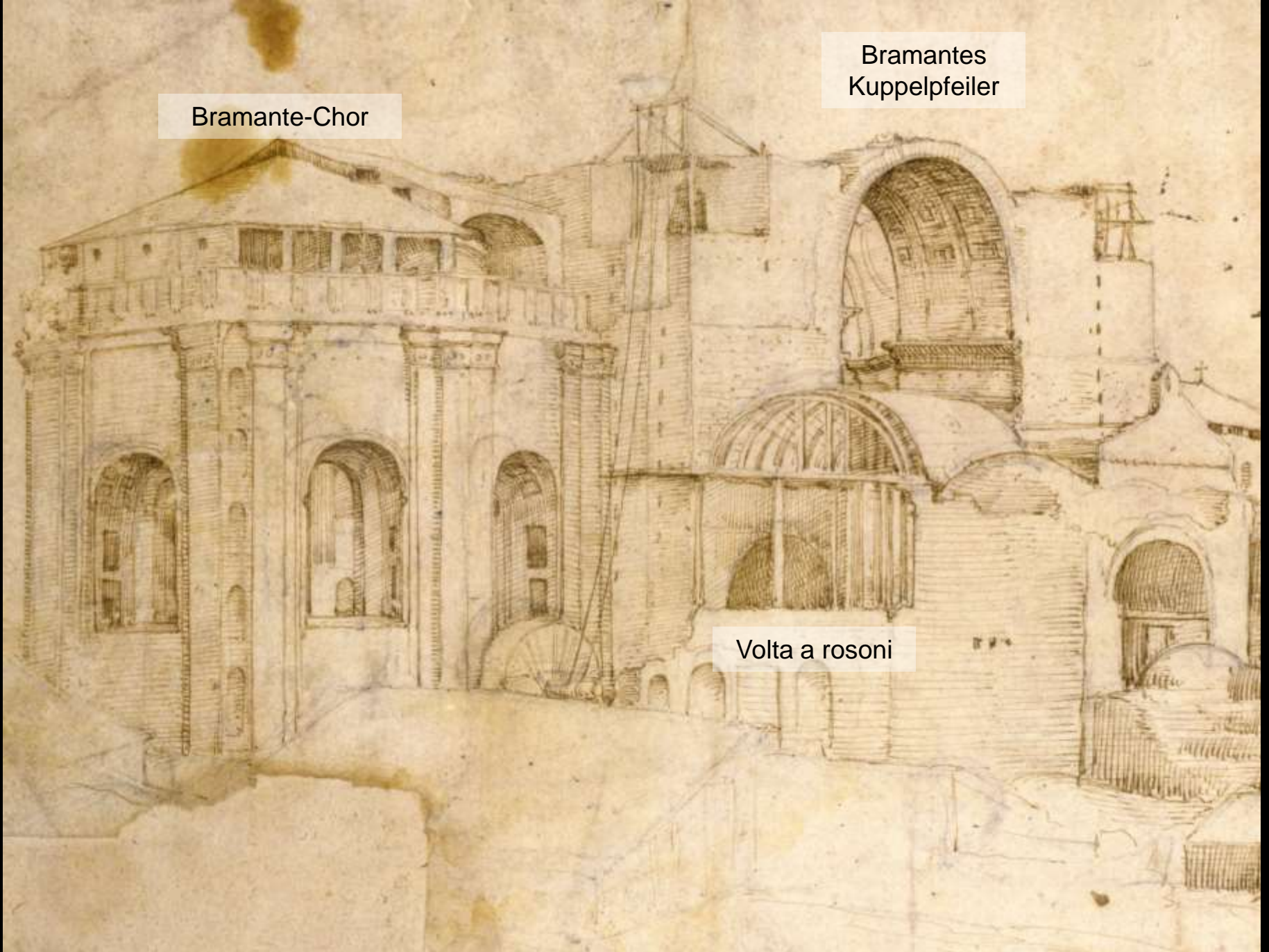
La Pianta qui sotto dimostrata è moderna, di nostra inuentione, insieme col suo diritto, qual si dimostra nella seguente carta: et benchè l'intention nostra fusse di trattar solo di cose antiche, nondimeno ci è parso notarlo insieme con l'altre cose, per uil e piacere di ciascuno studioso di quest' arte.

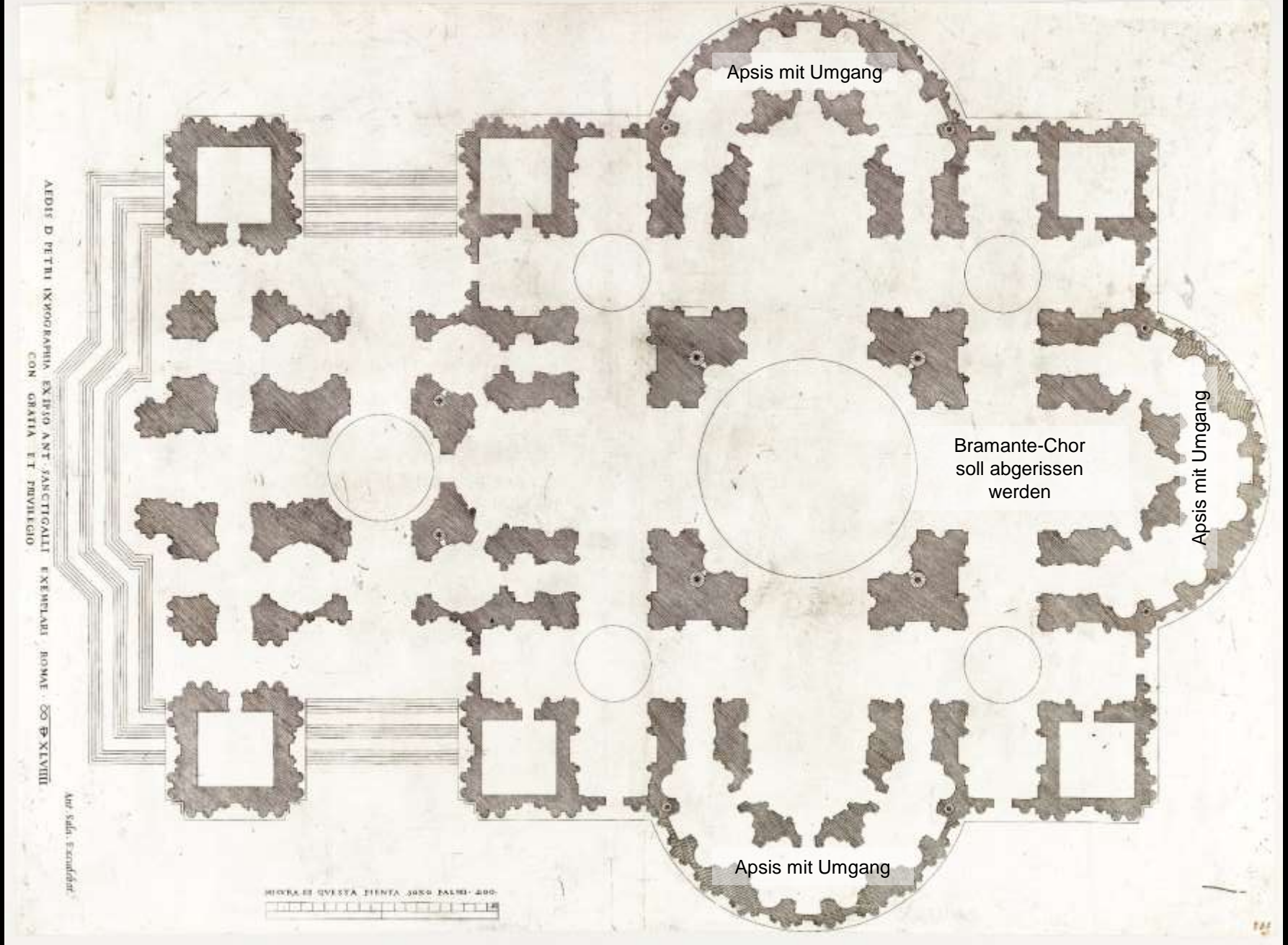


Bramante-Chor

Bramantes
Kuppelpfeiler

Volta a rosoni





Rom, St. Peter, Plan Antonios da Sangallo d.J. (bis 1546)
(Stich von A. Salamanca 1546, Metropolitan Museum, New York)

FORMA · TEMPLI · D · PETRI · IN · VATICANO



ANTONIVS · S · GALLI · INVENTOR
ANTONIVS · LABACCVS · EIVS · DISCIP ·
EFFECTOR



CVM · GRATIA · ET · PRIVILEGIO

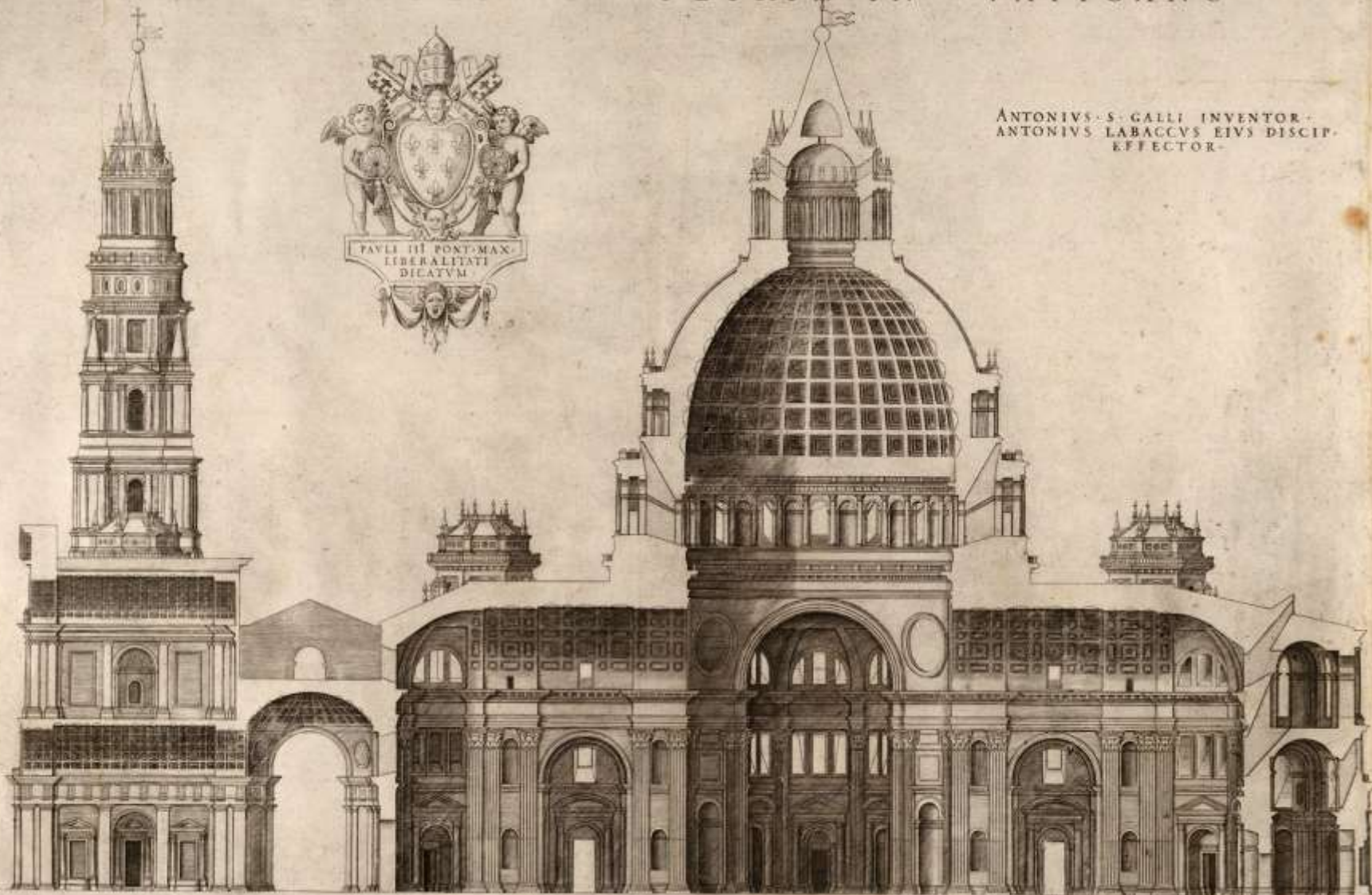
ANT · SALAMANCA · EX · CVR · SAT · ROMA

Entwurf für den Weiterbau von St. Peter (Antonio da Sangallo d. J., 1539)
(Stich: A. Salamanca um 1546 nach dem Modell von A. Labacco; Metropolitan Museum, New York)

FORMA TEMPLI D · PETRI · IN · VATICANO



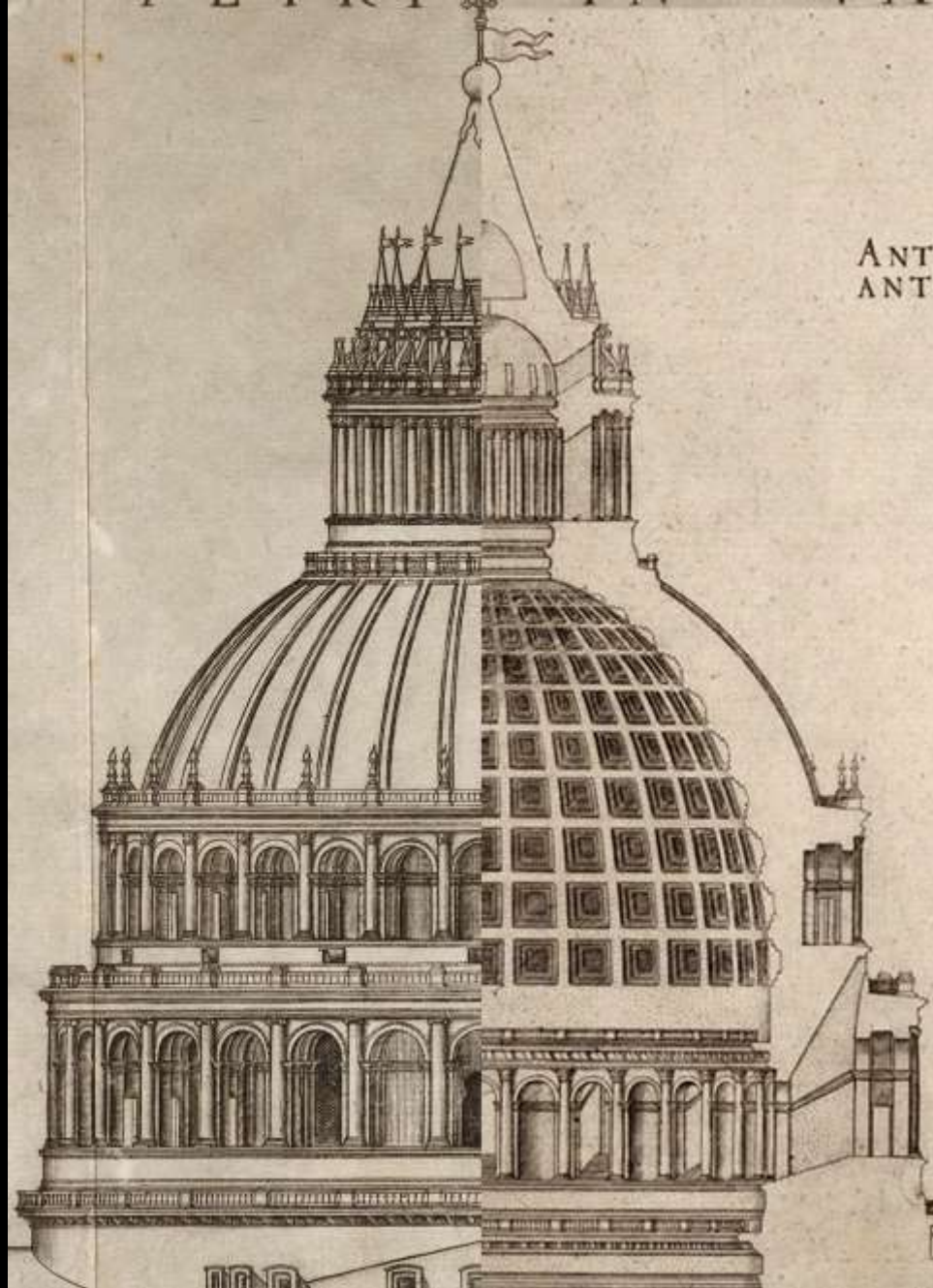
ANTONIUS · S · GALLI · INVENTOR ·
ANTONIUS · LABACCVS · EIVS · DISCIP ·
EFFECTOR ·



CVM · GRATIA · ET · PRIVILEGIO

ANT · DA · SANGALLO ·
ROMAE · 1539 ·

Entwurf für den Weiterbau von St. Peter (Antonio da Sangallo d. J., 1539)
(Stich: A. Salamanca um 1546 nach dem Modell von A. Labacco, Metropolitan Museum, New York)



Details zum Kuppelprojekt Antonios da Sangallo d. J. (1539–46): „Pantheon + Kolosseum“
(Stich: A. Salamanca um 1546 nach dem Modell von A. Labacco, Metropolitan Museum, New York)



Parma, Madonna della Steccata, Tambour mit „Theater-Motiv“
(Detail der Kuppel, vielleicht unter Beratung durch Antonio da Sangallo d. J., 1526)



Rom, Petersdom, Baustelle, Einwölben des südlichen Kreuzarms unter Antonio da Sangallo d. J. um 1546
(Fresko von Giorgio Vasari, Palazzo della Cancelleria, Rom, 1546)



Rom, Petersdom, Baustelle (Fresko von Giorgio Vasari, Palazzo della Cancelleria, Rom, 1546)
Für die Familie Sangallo wäre die Petersdombaustelle noch lange ein einträgliches Projekt geblieben:
«Quel modello era un prato, che non vi mancherebbe mai da pascere.» (Michelangelo nach Vasari 1568)

Abbildungsquellen (1)

Breymann/Warth 1903:

Breymann, Gustav Adolf: Allgemeine Baukonstruktionslehre. Bd. 1: Die Konstruktionen in Stein. 7. verb. u. erw. Aufl., bearb. v. Dr. O. Warth. Leipzig: Gebhard, 1903.

Docci/Migliari 1989:

Docci, Mario; Migliari, Riccardo: La costruzione della spinapesce nella copertura della sala ottagonale di Simon Mago nella Fabbrica di San Pietro. In: Palladio, n.s. 3 (1989), 61-79.

Durm 1887:

Durm, Josef: Die Domkuppel in Florenz und die Kuppel der Peterskirche in Rom. Zwei Grossconstructions der italienischen Renaissance. Berlin: Ernst & Korn, 1887.

Förster 1870:

Förster, Emil v.: Die Kirche Madonna di San Biagio in Montepulciano. In: Allgemeine Bauzeitung, 35 (1870), 312-315.

Frommel 1986:

Frommel, Christoph Luitpold: Raffael und Antonio da Sangallo der Jüngere: In: Frommel, Christoph Luitpold (Hg.): Raffaello a Roma. Il convegno del 1983. Rom: Winner, 1986, 261-304

Geymüller 1875:

Geymüller, Heinrich von: Die ursprünglichen Entwürfe für Sanct Peter in Rom von Bramante, Raphael Santi, Fra Giocondo, den Sangallo's u.a.m. Wien: Lehmann und Paris: Baudry, 1875.

Körner 1895:

Körner, Carl: Gewölbte Decken. In: Handbuch der Architektur, Teil 3, Bd. 2, Heft 3. Stuttgart: Bergsträsser, 1895.

Laspeyres 1882:

Laspeyres, Paul: Die Kirchen der Renaissance in Mittel-Italien. Berlin: Spemann, 1882.

Matracchi 1992:

Matracchi, Pietro: La chiesa di S. Maria delle Grazie al Calcinaio presso Cortona e l'opera di Francesco di Giorgio Martini. Cortona: Calosci, 1992.

Morselli/Corti 1982:

Morselli, Piero; Corti, Gino: La chiesa di Santa Maria delle Carceri in Prato: contributo di Lorenzo de' Medici e Giuliano da Sangallo alla progettazione (=Biblioteca dell'Archivio storico pratese, 6) Florenz: Edam, 1982.

Rivoira 1925:

Rivoira, Giovanni Teresio: Roman Architecture and its Principles of Construction Under The Empire. Oxford: Clarendon Press, 1925.

Rocchi Coopmans de Yoldi 2006:

Rocchi Coopmans de Yoldi, Giuseppe: S. Maria del Fiore: teorie e storie dell'archeologia e del restauro nella città delle fabbriche arnofiane (=Studi e rilievi di architettura medioevale e moderna, 6). Florenz: Alinea, 2006.

Abbildungsquellen (2)

Roselli 1971:

Roselli, Piero: Coro e cupola della Ss. Annunziata a Firenze. Rilievo a cura dell'Istituto di restauro dei Monumenti. Pisa: Nistri-Lischi, 1971.

Rossi 1721:

Rossi, Domenico de (Hg.): Studio d'Architettura civile. Sopra varie Chiese, Capelle di Roma. Bd. 3. Rom: Domenico de' Rossi, 1721.

Rossi 1982:

Rossi, Paolo Alberto: Le cupole del Brunelleschi. Capire per conservare. Bologna: Calderini, 1982.

Sanmicheli/Giuliani 1816:

Giuliani, Bartolommeo: Cappella della Famiglia Pellegrini esistente nella Chiesa di San Bernardino di Verona. Architettura di Michele Sanmicheli dedicata a sua Altezza Imperiale Giovanni d'Austria. Verona: Giuliani, 1816.

Scheffers 1865:

Scheffers, August: Handbuch des bürgerlichen und ländlichen Hochbauwesens mit besonderer Berücksichtigung der Bau-Constructionslehre. Leipzig: Seemann, 1865.

Serlio 1540/1600:

Serlio, Sebastiano: Tutte l'opere d'architettura e prospettiva. Venedig: Franceschi, 1600 [Erstausgabe des Terzo Libro 1540]

Sgrilli 1733:

Sgrilli, Bernardo Sansone: Descrizione e studj dell'insigne fabbrica di S. Maria del Fiore metropolitana fiorentina. Florenz: Bernardo Paperini, 1733.

Stegmann/Geymüller 1885–1908:

Stegmann, Carl v.; Geymüller, Friedrich v.: Die Architektur der Renaissance in Toscana. 11 Bde. München: Bruckmann, 1885–1908.

Scans von Kupferstichen stammen jeweils von der angegebenen Sammlung/Museum oder aus der Sammlung Holzer.

Alle anderen Abbildungen stammen vom Verfasser. Allfällige Bearbeitungen der fremden Abbildungsvorlagen sind angegeben.