



1) Castel del Monte, von Ost. Foto Rafael Cardenas, 1997

Der Grundriss von Castel del Monte und der Silberne Schnitt

Das in Apulien gelegene Castel del Monte (um/nach 1240?)¹ gilt nicht nur als Höhepunkt der vielen unter dem Bauherrn Kaiser Friedrich II. von Hohenstaufen in Auftrag gegebenen Bauten in Süditalien und eine der schönsten Burgen des Mittelalters, sondern darüber hinaus als Architektur von weltweiter Bedeutung.² Diese Eigenschaften leiten sich vor allem aus dem einzigartigen Grundriss des Gebäudes ab, der dreifach von der Form des regelmäßigen Achtecks bestimmt ist: von dem zentralen Innenhof, dem Hauptbaukörper und den an dessen Ecken angeordneten Türmen.³

Für die Forschung stellt dieses Gebäude eine große Herausforderung dar, denn zu dessen Geschichte liegen bis auf eine einzige Ausnahme keine schriftlichen Quellen aus der Bauzeit

¹ Wie so vieles ist an Castel del Monte auch die Datierung umstritten. Vgl. u.a. Meckseper 1970. 211; Ambruoso 2018. 40 ff.

² Licino 2001. 12, 75; King, Jarzombek u. Prakash 2011. 424; Fallacara u. Occhinegro 2012. 23. Das Gebäude hat seit 1997 den von der UNESCO verliehenen Status eines Weltkulturerbes.

³ Die vorliegende Untersuchung hat mit der Analyse des Grundrisses also eine klare und angemessene Grenze.

vor.⁴ Aber selbst die Interpretation dieser einzigen, in mittelalterlichem Latein verfassten Schriftquelle von 1239-1240 ist umstritten.⁵ Entsprechendes gilt für die vielen anderen Rätsel, die das Gebäude aufwirft.⁶ So ist vor allem auch die zentrale baugeschichtliche Frage bisher noch nicht plausibel beantwortet worden: Wie ist das Gebäude und vor allem der dieses in hohem Maße bestimmende Grundriss entworfen worden?

Bisher vorliegende Versuche zur Deutung der Genese des Grundrisses

Ein früher Anlauf, die Genese der Grundrissfigur von Castel del Monte zu deuten, stammt von Antonio Thiery (1980).⁷ Dieser entwickelte das Achteck des Innenhofs und des Hauptbaukörpers aus je einem Quadrat mit Umkreis, einer Streckenhalbierenden und einer Diagonalen (Abb. 2a). Antonio Thiery spekulierte ferner, die Einteilung von Castel del Monte sei entsprechend der nach Leonardo von Pisa genannt Fibonacci (1170/80 – nach 1240)⁸ bezeichneten Zahlenreihe bzw. mit im Goldenen Schnitt eingeteilten Strecken konzipiert worden und die Grundrissfigur stelle die Quadratur des Kreises dar.⁹ Die Streckenverhältnisse an dem Gebäude und die Theorie der Mathematik geben solche Behauptungen aber nicht her.

Aldo Tavolaro geht dagegen bei seiner vermuteten Entwurfsfigur von zwei sich rechtwinklig kreuzenden Rechtecken aus.¹⁰ Diese bestimmen die Innenseiten des Hauptbaukörpers (Abb. 2b). Eine entsprechende Genese kann jedoch mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Bei einem Schnurgerüst wird das Gebäude in der Regel von der Außenseite angelegt, damit die Maurer von der Innenseite aus arbeiten können, wo sie nur ein kleines, auf Böcken stehendes Gerüst brauchen, mit dem entsprechend dem Baufortschritt von Stockwerk zu Stockwerk nach oben weitergezogen werden kann. Architekten planten ihre Gebäude zumindest in vorindustrieller Zeit entsprechend von der Außenkante her. Wie Antonio Thiery behauptet im übrigen auch Aldo Tavolaro fälschlicherweise, die Strecken des Grundrisses stünden im Verhältnis des Goldenen Schnittes bzw. der sogenannten Fibonacci-Zahlenfolge.¹¹

⁴ Die Menge an Literatur zu Castel del Monte ist beträchtlich, aber nicht immer substantiell und für die vorliegende Untersuchung nicht immer hilfreich. Deshalb mussten hier vor allem nicht den Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens entsprechende, keinen nennenswerten eigenständigen Beitrag aufweisende, anders als die vorliegende Untersuchung fokussierte, ohne ein genügendes Mindestmaß an Plausibilität auskommende Veröffentlichungen, ikonologische und ikonographische Spekulationen etc. von der näheren Betrachtung weitgehend ausgeschlossen werden. Vgl. zum Forschungsstand zu dem Gebäude insgesamt bis in die jüngere Zeit: Leistikow 2005. Zur Einordnung von Castel del Monte in die Architektur der mittelalterlichen Adelsburg in Europa: Meckseper 1970, passim. Zur Interpretation der genannten Schriftquelle: Leistikow 1993; Licino 2001. 25; Maselli 2015. 128 ff.; Ambruso 2018. 22 ff. und die jeweils dort angegebene Literatur.

⁵ Vgl. Fallacara u. Occinegro 2015. 22 ff.; Ambruso 2018. 22 f. und die dort angegebene Literatur.

⁶ Die Klärung aller das Gebäude betreffender offener Fragen kann nicht der Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sein.

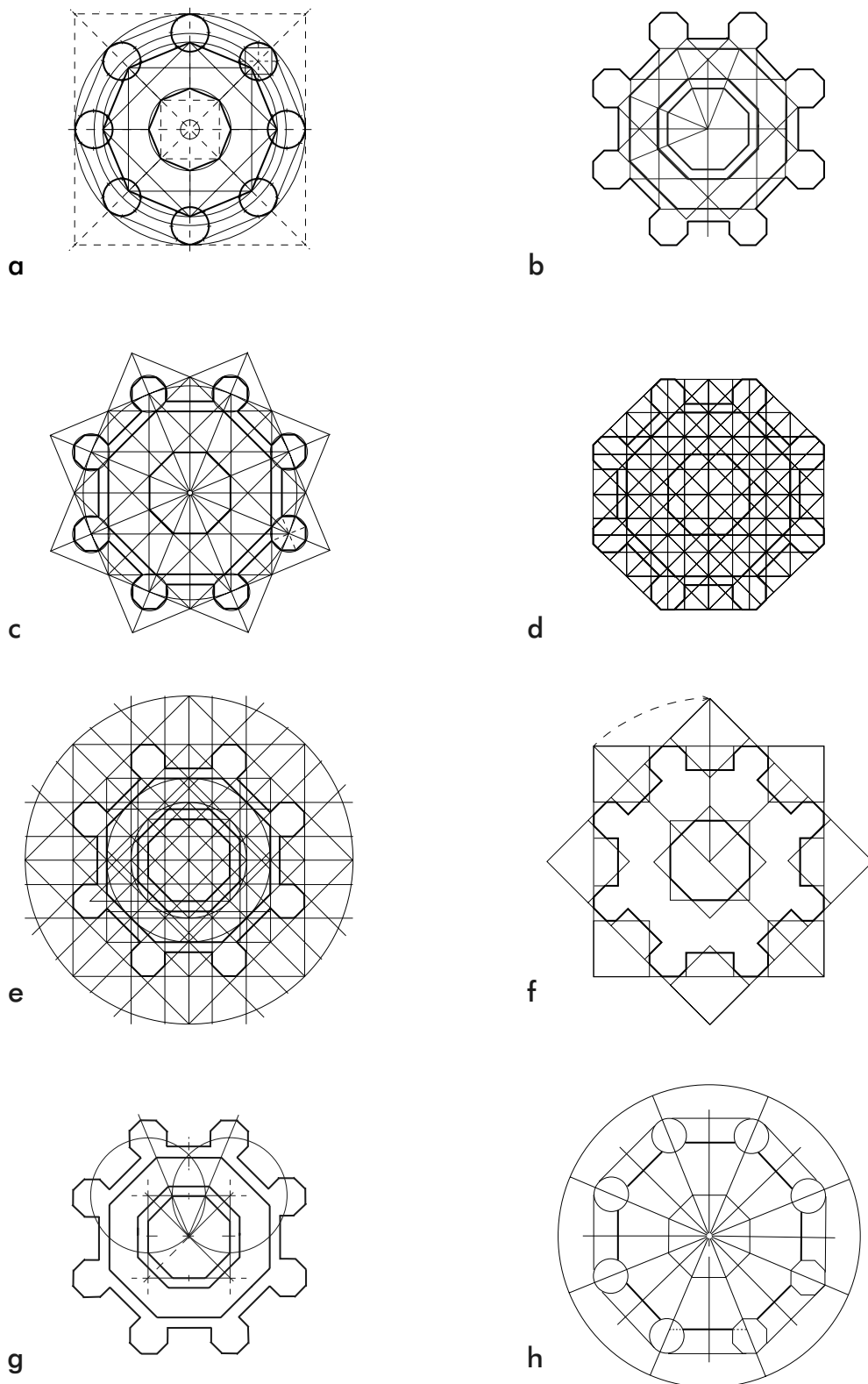
⁷ Thiery 1980.

⁸ Gericke 1990. 97.

⁹ Thiery 1980. 284 f. u. 292. Vgl. Musca 1981. 36.

¹⁰ Tavolaro 1994. 29. Vgl. Ambruso 2018. 123 ff. Zu weiteren Beiträgen aus dem Feld der Esoterik siehe Ambruso 2018. 139 ff.

¹¹ Tavolaro 1994. 29.



2) Versuche zur Deutung der Genese des Grundrisses; a) Antonio Thiery, 1980. Appendix, Abb. 3; b) Aldo Tavolaro, 1994. 29; c) Heinz Götze, 1991. 157 (a); d) Michael Erné, in Götze 1991. 159 (a); e) Alexander Knaak, 2001. 117; f) Rudolf Moosbrugger-Leu, 2000. 18; g) Dankwart Leistikow, 1993. 29; h) Wulf Schirmer, 2000. 85. Zeichnung Ann-Christin Stolz.

Bei dem Versuch von Heinz Götze spielen bei der Rekonstruktion der Genese des Grundrisses dagegen die Mittelpunkte der Türme eine bestimmende Rolle.¹² Sie werden durch zwei um 45° gedrehte Quadrate, deren Diagonalen und zusätzlich einem Kreis erzeugt (Abb. 2c). Die Lage der Außenmauer ist von zwei kleineren um 45° gedrehten Quadraten bestimmt. Ferner ergibt sich das Hofoktagon aus je zwei parallel zur Außenmauer verbundenen Turmmittelpunkten. Bei diesem Vorschlag bleibt vor allem die Frage nach der Antragung eines solchermaßen generierten Grundrisses auf der Baustelle offen. Die von Heinz Götze im Zusammenhang mit der oben genannten Schriftquelle ins Spiel gebrachte Aufschüttung einer ebenen Fläche auf Erdgeschossniveau zur Antragung des Grundrisses entbehrt zumindest jeglicher Plausibilität.¹³ Denn bei der Anlage der Fundamente wäre die Grundrisszeichnung wieder verloren gegangen und hätte danach zur Errichtung der Mauern nicht mehr zur Verfügung gestanden.

In seiner ausgiebigen Beschäftigung mit dem Castel del Monte hat sich Heinz Götze auch sogenannter interdisziplinärer Zuarbeit durch die Mathematik bedient. Dieses Fach hat dem studierten Kunsthistoriker und Archäologen sowie praktizierenden Großverleger sogar eine Festschrift besorgt. Dort ist Max Koecher mit der rechnerischen Methode an den Grundriss von Castel del Monte herangegangen. Max Koecher setzte die Türme in Bezug zum Innenhof und Hauptbaukörper. Dabei stellte er jeweils ein Verhältnis der Strecken von $1+\sqrt{2}$ fest.¹⁴ Dieses Ergebnis führte aber nicht weiter, weil Max Koecher es nicht bis zur Rekonstruktion des Entwurfsvorgangs verfolgte (was auch nicht sein Metier war) und Autoren anderer Provenienz offensichtlich die in sich geschlossene Sprache der Mathematik nicht verstanden und das Resultat als Selbstverständlichkeit abtaten.¹⁵ In einem Achteck stünden die Seiten zum umgebenden Quadrat nun einmal in diesem Verhältnis.¹⁶ Ein weiterer Vorschlag von Seiten der Mathematik kam von Michael Ern .¹⁷ Dieser schlug für Castel del Monte als Entwurfsgrundlage ein kompliziertes Rastersystem vor, das jeglicher Plausibilität entbehrt (Abb. 2d).

Die Versuche von Alexander Knaak¹⁸ und Rudolf Moosbrugger-Leu¹⁹ dürfen als Varianten des beschriebenen Vorschlags von Heinz Götze verstanden werden, bei denen die beiden um 45° gedrehten Quadrate allerdings die Außenseiten der Türme bestimmen (Abb. 2e u. f). An der die Gestalt des Gebäudes wesentlich bestimmenden Rolle der Mittelpunkte der Türme kann jedoch wie unten ausgeführt kein Zweifel bestehen. Um die Bandbreite der bis ins Hochspekulative reichenden Versuche aufzuzeigen, darf hier auch noch der in jüngster Zeit erschienene Vorschlag von Gaetano Mongelli genannt werden. Dieser geht von der entwurfsbestimmenden Figur der 'Vesica Piscis' aus. Und dies nicht nur beim Castel del Monte, sondern auch gleich noch unter anderem bei altägyptischen Tempeln, dem Jerusalemer Felsendom und der Kathedrale von Chartres.²⁰

¹² Götze 1991. 84 ff.

¹³ Vgl. Götze 1991. 33 u. 149; Schirmer 2000. 84; Knaak 2001. 125.

¹⁴ Koecher 1991. 227.

¹⁵ Götze 1991. 10 (b); Schirmer 2000. 84. Dem Mathematiker Aldo Kiem gilt herzlicher Dank für die Übertragung der Ausführungen von Max Koecher in das Allgemeinverständliche sowie generell für seine grundlegenden Beiträge für das gute Zustandekommen dieser Untersuchung.

¹⁶ Schirmer 2000. 84 f.

¹⁷ Vgl. Götze 1991, 159.

¹⁸ Knaak 2001, 125 ff.

¹⁹ Moosbrugger-Leu 2000. 17-19.

²⁰ Mongelli 2019. 37 f.

Mit seiner Beschäftigung mit den Entwurfsmethoden mittelalterlicher Baumeister geht Dankwart Leistikow über die bisher angeführten beliebigen Proportionsstudien hinaus.²¹ Er beschreibt ein Quadrat um das Achteck des inneren Hofes, wobei die Verlängerungen des Quadrats wie bei Heinz Götze in die Turmmitten zu liegen kommen (Abb. 2g). Ferner schlägt er Kreise mit dem Radius der halben Diagonalen um jede Ecke des genannten Quadrats, wobei die Schnittpunkte der Kreise mit dem Quadrat das innere Oktagon ergeben und die Schnittpunkte mit vom Mittelpunkt ausgehenden Strahlen im Abstand von 45° die Mittelpunkte der Türme ergeben. Allerdings lässt das ausgesprochen zielgerichtete Vorgehen in der Rekonstruktion von Dankwart Leistikow hier die Frage nach dem grundlegenden Entwurfsgedanken aufkommen. Die Frage nach der Antragung eines solchermaßen generierten Grundrisses auf der Baustelle bleibt ebenfalls offen.

Zur Genauigkeit des ausgeführten Grundrisses

Die bisher vorgestellten, auf zeichnerischen Methoden basierenden Versuche zur Rekonstruktion der Genese des Grundrisses von Castel del Monte müssten bei der entsprechenden zeichnerischen Gewinnung der Maße im Maßstab 1 zu 1 auf der Baustelle im Rahmen der Ausführung des Gebäudes systemisch zu deutlich ablesbaren Maßabweichungen geführt haben. Diese sind bei der Festlegung von Punkten mit schleifenden Schnitten, gedrehten Quadraten, mit sich verziehenden Schnüren konstruierten Kreisbögen und entsprechend angetragenen Längen nämlich nicht zu vermeiden. Zur Klärung der Genauigkeit der ausgeführten Achtecke ist hier die von Wulf Schirmer im Jahr 2000 publizierte präzise Bauaufnahme der Architekturfakultät der Universität Karlsruhe von grundlegendem Belang.²² Dort zeigt sich, dass die Regelmäßigkeit des idealen Grundrisses von Castel del Monte nur an einigen wenigen Stellen gestört ist.

Eine Abweichung von der Regel lässt sich eindeutig auf die offensichtlich nachträglich beschlossene Verbreiterung des Abstandes der beiden seitlich des Haupttores gelegenen Türme um 20 cm in Zusammenhang bringen, wobei gleichzeitig auch noch die dazwischenliegende Außenwand etwas nach innen versetzt wurde.²³ Die Ursache für diese bauliche Maßnahme darf aller Wahrscheinlichkeit nach im Zusammenhang mit der Torumrahmung gesehen werden, die entweder etwas zu groß gefertigt wurde, vielleicht, weil sie in einer anderen Maßeinheit als das Gebäude ausgeführt wurde, oder in der ursprünglichen Planung kein Platz für den seitlichen Anschlag einer Zugbrücke vorgesehen war. In jedem Fall sind die genannten Abweichungen vom Ideal so vorgenommen worden, dass sie mit bloßem Auge nicht offensichtlich sind. An einem dem ausgeführten Bauwerk zugrunde liegenden idealen Plan kann kein Zweifel bestehen.²⁴

Abgesehen von diesen wenigen Unregelmäßigkeiten fällt auf, dass das Gebäude in Anbetracht seiner geometrisch anspruchsvollen Figur mit einer für die Zeit außergewöhnlich

²¹ Leistikow 1993. 28 ff.

²² Castel del Monte ist inzwischen durch Gabriele Rossi und Domenica Constantino von der Universität Bari mit modernster Lasertechnik neu vermessen worden. Diese Dokumentation gestattet es inzwischen, das Gebäude umfassend virtuell zu errichten. Für die hier vorgenommene Untersuchung hat die Bauaufnahme von Wulf Schirmer den Vorteil, dass die hier relevanten Längenmaße – bei ausreichender Genauigkeit – direkt gemessen wurden und auch publiziert sind. Vgl. Schirmer 2000; sowie Rossi u. Constantino 2015.

²³ Vgl. Schirmer 2000. 19.

²⁴ Meckseper 1970. 227.

hohen Präzision ausgeführt wurde. So reichen die Strecken vom Mittelpunkt des Gebäudes zu dem Mittelpunkt der Türme in dem ungestörten Bereich von 23,80 bis zu 23,82 m, abgesehen von zwei Ausnahmen von 23,78 und 23,85 m. Die Breite der Türme reicht von 7,79 bis 7,80 m und der Abstand zwischen den Türmen beträgt 10,35 m, bis auf eine Ausnahme von 10,38 m. Ferner weisen alle acht Seiten der jeweiligen Figur in sich die gleiche Länge auf: 18,15 m bei dem Oktogon um die Mittelpunkte der Türme, 7,40 m bei den ungestörten Seiten des Hofoktogons und 3,23 m bei den Türmen.

In Anbetracht dieses mit hoher Präzision ausgeführten Grundrisses sind sämtliche bisher vorgelegten Versuche zur Deutung von dessen Genese zumindest als Konzept für die Antragsung auf der Baustelle als nicht plausibel zu betrachten.²⁵ Dies gilt auch für die von Wulf Schirmer selbst vorgeschlagene Übertragung der Maße mittels Winkelmessung und Fluchtstangen, die systemisch ebenfalls zu deutlichen Maßabweichungen geführt hätte (Abb. 2h).²⁶ Im Übrigen zeigt die nähere Untersuchung der Genese des Grundrisses wie unten ausgeführt auch, dass die bisher unternommenen Versuche zur Deutung des Entwurfsprozesses allenfalls die Oberfläche tangieren.

Zur Mathematik am Hof von Kaiser Friedrich II.

Die Spur zu den Grundlagen des komplex entworfenen und für die Zeit mit völlig außergewöhnlicher Präzision ausgeführten Grundrisses von Castel del Monte führt zum Hof des Bauherrn Kaiser Friedrich II. Dies betrifft vor allem diesen selbst als an den Wissenschaften höchst interessierten und in der Mathematik außergewöhnlich gebildeten Bauherrn. Er hatte den bedeutendsten Mathematiker seiner Zeit, Leonardo von Pisa genannt Fibonacci, im Jahr 1226 zusammen mit seinem Hofmathematiker persönlich getroffen und konnte deren Unterhaltung über ungelöste Fragen der Mathematik folgen. Man stand bei Hofe mit Fibonacci in regelmäßiger Verbindung. Dort besaß man auch dessen Bücher, in denen das globale mathematische Wissen jener Zeit aus griechischen, byzantinischen, arabischen und in letzteren eingeschlossenen indischen Quellen publiziert war.²⁷ Unter diesen Werken war das 'Liber quadratorum'²⁸ dem Kaiser selbst gewidmet. Ferner hielten sich mit u.a. Michael Scotus und seinem Nachfolger Theodor von Antiochia am Hof des Kaisers mathematikaffine Gelehrte auf, darunter mit Johannes von Palermo auch der genannte Hofmathematiker. Es darf davon ausgegangen werden, dass man in diesem Kreis im abendländischen Vergleich auf einem außergewöhnlich hohen Stand der Mathematik war. Man konnte dort also Wurzeln ziehen,²⁹ man kannte Zahlenreihen³⁰ und man wusste, dass die Seite eines Achtecks zu der Seite des ihn umgebenden Quadrats im Verhältnis 1 zu $1+\sqrt{2}$ steht. Das heißt, man konnte geometrische Probleme mit rechnerischen Methoden lösen.³¹

²⁵ Vgl. als weiteres Beispiel auch noch Goebel 1987. Passim.

²⁶ Vgl. Schirmer 2000. 84, 90 f.

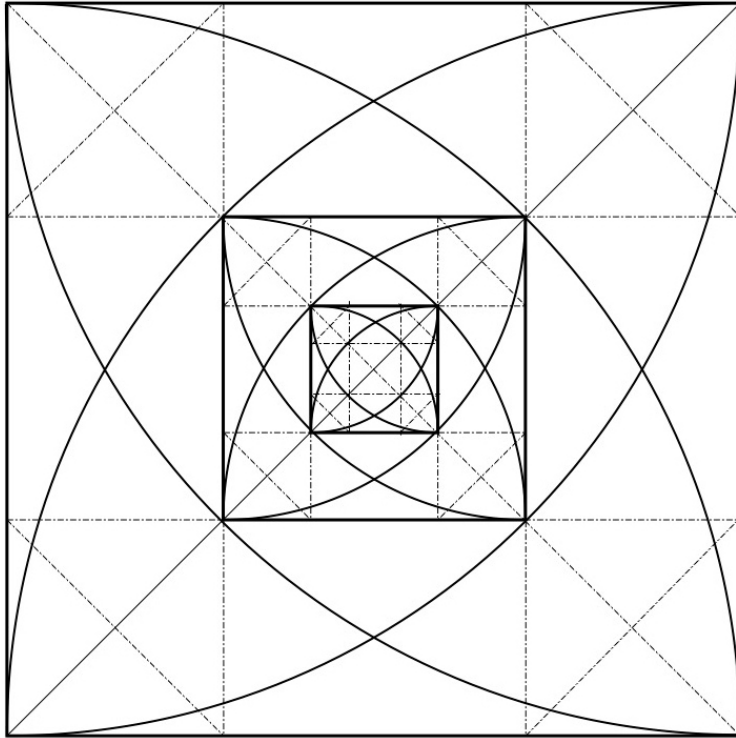
²⁷ Stürner 2000. 385 ff.; Wußing 2009. 313 ff.; Barrow-Green e.a. 2019. 265 ff.; Rader 2019. 282.

²⁸ Sigler 1987.

²⁹ Sigler 2002. 489; Hughes 2008. 35.

³⁰ Sigler 2002. 265; Hughes 2008. 256.

³¹ Barrow-Green e.a. 2019. 267.

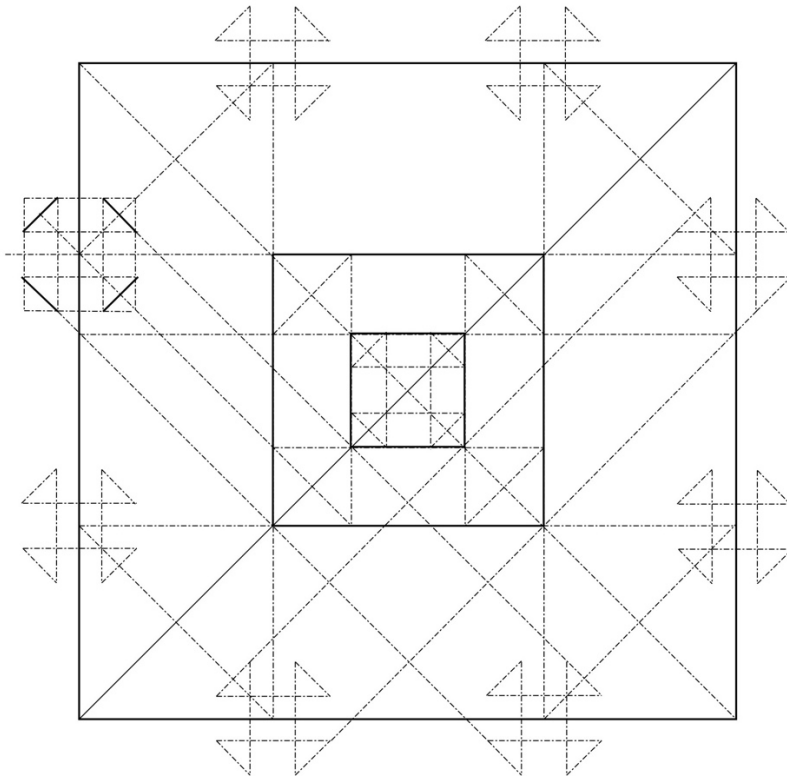


3) Zeichnerische Konstruktion von drei im Silbernen Schnitt zu einander stehenden regelmäßigen Achtecken. Zeichnung Verf.

Der beschriebene hohe Stellenwert der Mathematik am Hof von Friedrich II. lässt es jedenfalls völlig unplausibel erscheinen, dass der Grundriss von Castel del Monte wie bisher allgemein vorgeschlagen mit den Mitteln der Grundschulgeometrie erstellt und auf die gleiche Weise auf der Baustelle umgesetzt worden sein soll. Vielmehr darf der Grundriss auf das Basieren auf einem mathematisch anspruchsvollen System untersucht werden.³² Dies gilt vor allem hinsichtlich der Frage, in welchem Verhältnis die drei Achtecke Turm, Innenhof und Hauptbaukörper zu einander stehen. Für eine entsprechende Untersuchung stellen wir versuchsweise einen der Türme in die Mitte des Innenhofes. Dann lässt sich feststellen, dass alle drei Achtecke nicht nur wie von Max Koecher festgestellt im Verhältnis $1+\sqrt{2}$ zu einander stehen, sondern dass das Umquadrat des kleineren Achtecks mit der Verlängerung seiner Seiten jeweils die Ecken des nächstgrößeren Achtecks bestimmt.

Die zeichnerische Konstruktion zur Erzielung der entsprechenden drei Achtecke geht von einem Quadrat aus, um dessen vier Ecken jeweils ein Kreisbogen mit dem Radius der Seitenlänge des Quadrats geschlagen wird, wobei der Schnittpunkt zwischen der Diagonale des Quadrats und dem Kreisbogen jeweils sowohl die Abmessung des nächstkleineren Quadrats als auch die acht Ecken innerhalb des größeren Quadrats bestimmt. Dieses Verfahren lässt sich bis zur Unendlichkeit fortsetzen. Der Grundriss von Castel del Monte besteht also nicht aus Achtecken willkürlicher Größe, sondern aus einem System von unmittelbar aufeinander bezogenen Achtecken.

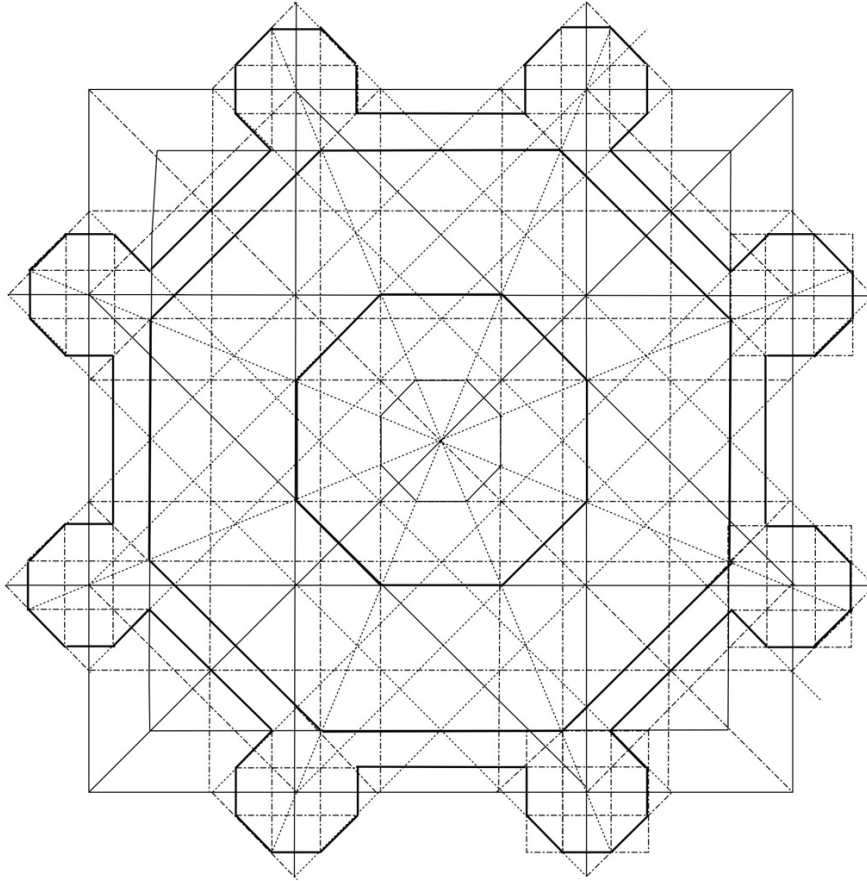
³² Vgl. Kiem 2018. Passim.



4) Verschiebung des inneren Achtecks an die Ecken des Hauptbaukörpers bei im Silbernen Schnitt zu einander stehenden regelmäßigen Achtecken. Zeichnung Verf.

Bei der entsprechenden Figur stehen alle Strecken zueinander im Verhältnis 1 zu $1+\sqrt{2}$ beziehungsweise 1 zu 2,414213 usw. und damit im Verhältnis des Silbernen Schnitts. Es darf davon ausgegangen werden, dass das Wissen um dieses Verhältnis unter den Mathematikern und Mathematikaffinen am Hof von Kaiser Friedrich II. bekannt war. Die allgemeine Empfindung des Castel del Monte als besonders harmonisch angelegtes Gebäude darf jedenfalls auf die vollkommene Einteilung des Grundrisses im Silbernen Schnitt zurückgeführt werden.

Das beschriebene Entwurfskonzept führt zu einer ganzen Reihe von Kongruenzen innerhalb der Geometrie des Grundrisses. Eine von ihnen ist bereits bei dem Versuchen von Heinz Götze und Dankwart Leistikow deutlich geworden. So treffen sich die Verlängerungen der Seiten der beiden Umquadrate des Achtecks des Innenhofes in den Mittelpunkten der Türme. An der Rolle der die äußere Peripherie des Gebäudes bestimmenden Mittelpunkte der Türme kann also kein Zweifel bestehen. Alle Versuche, die von einer anderen Bestimmung des Hauptbaukörpers, wie z. B. von den Außenseiten der Türme oder den Innenseiten der Außenmauer ausgehen, wie die von Antonio Thiery (Abb. 2a), Aldo Tavolaro (Abb. 2b), Alexander Knaak (Abb. 2e) und Rudolf Moosbrugger-Leu (Abb. 2f), dürfen deshalb von vorne herein als irrelevant betrachtet werden.

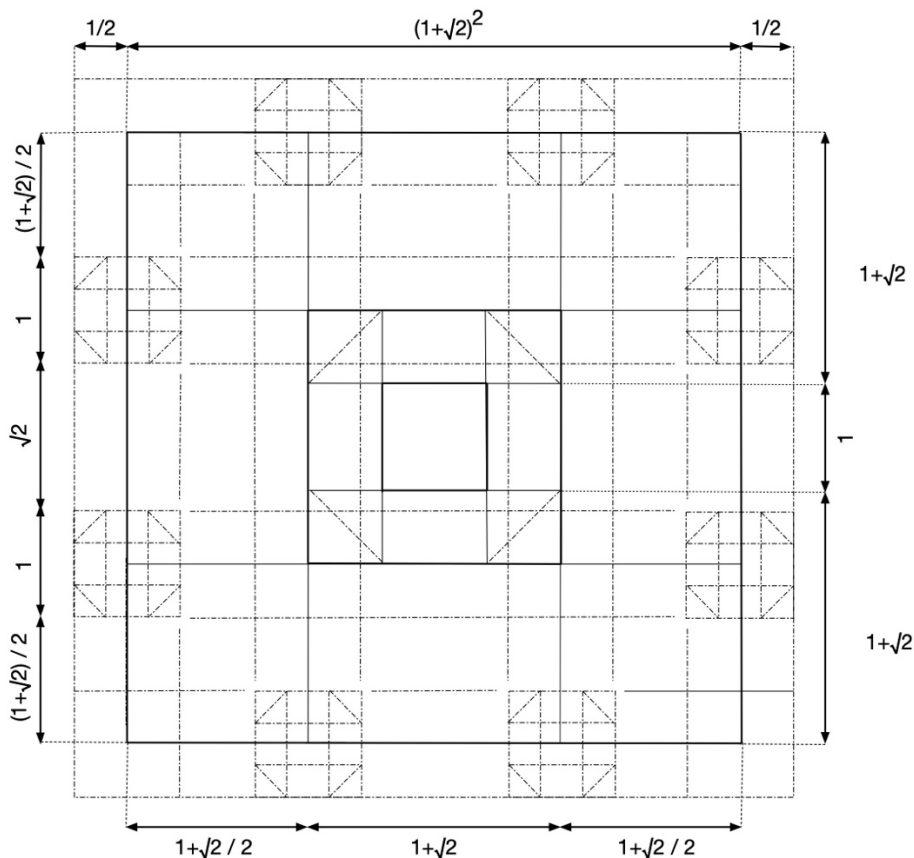


5) Der Grundriss in seiner idealen Form mit all seinen Kongruenzen. Zeichnung Verf.

Die sich aus dem beschriebenen Entwurfsprinzip ergebenden Kongruenzen betreffen in der Grundrisszeichnung auch die Türme. Die Diagonale des Quadrats in der Ecke zwischen dem Umquadrat des kleinen Achtecks zu dem Umquadrat des mittleren Achtecks hat nämlich die Breite der Türme. Auf Grund dieser Tatsache können diese zeichnerisch jeweils diagonal nach außen an alle Ecken des großen Umquadrats verschoben werden. Anschließend ist es möglich, anhand der Verwendung der beiden inneren Seiten des Achtecks der Türme, den Durchmesser, die Lage und den Verlauf der Außenwand des Hauptbaukörpers zu bestimmen. Alle Formen des idealen Entwurfs des Grundrisses von Castel del Monte sind also auf komplexe Weise mehrfach auf einander bezogen.

Mit der beschriebenen Anordnung der Türme ist letztlich der gesamte Entwurfsprozess für den Grundriss von Castel del Monte von den ersten konzeptionellen Überlegungen bis hin zum realisierbaren Entwurf rekonstruiert. Das gilt im Prinzip auch für das achteckige marmorne Wasserbecken, das wahrscheinlich im Zentrum des Hofes gestanden hat.³³ Es darf davon ausgegangen werden, dass die Dimensionierung dieses Bauteils ebenfalls im Silbernen Schnitt erfolgte, womit es dieselbe Größe wie die Türme gehabt und so einen Verweis auf die Konzeption des Grundrisses gebildet hätte.

³³ Licino 2001. 12; Fallacara u. Occhinegro 2015, 51 ff.; Fallacara u. Occhinegro; De Muro Fiocco 2015, 205. Im Widerspruch dazu (wie so oft) Ambruoso 2001. 101 u. 2018. 196 ff.

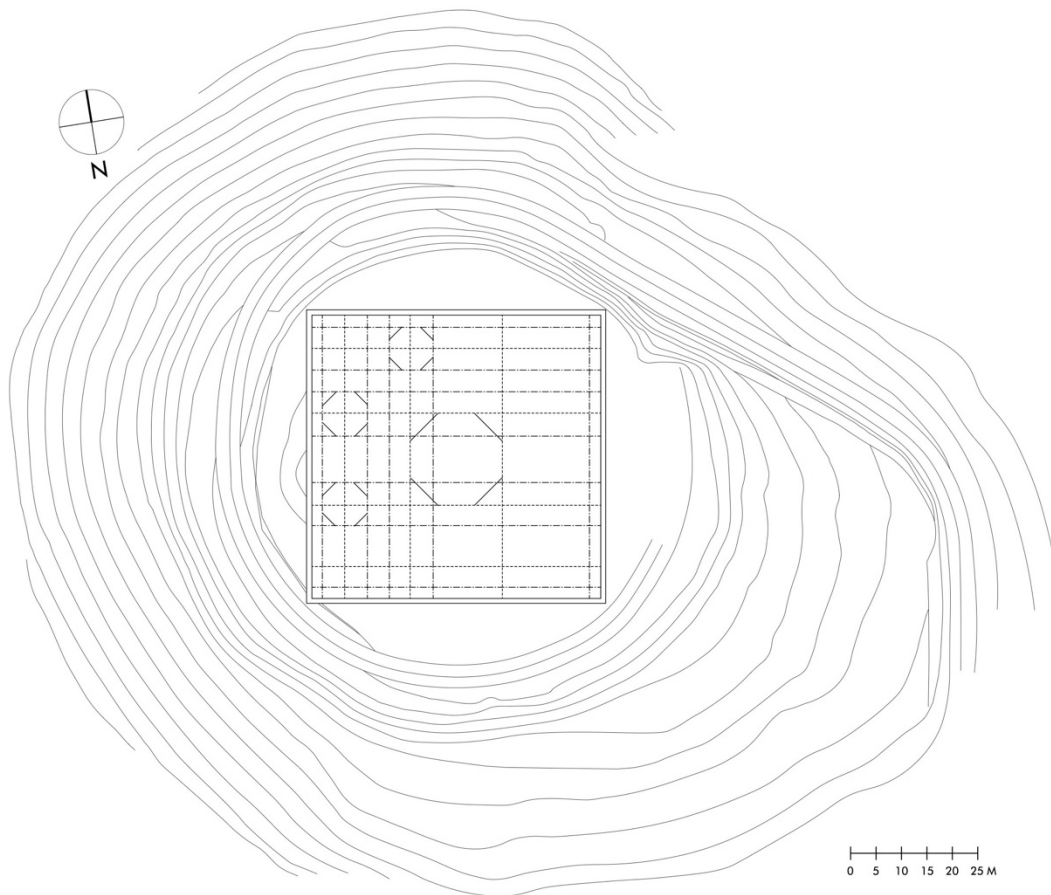


6) Rechnerische Bestimmung der Längen des Grundrisses. Maßangaben von Aldo Kiem, Zeichnung Verf.

Die Antragung dieses Entwurfs für den Grundriss auf der Baustelle muss ebenfalls mit einer Methode erfolgt sein, die auf dem beschriebenen besonders hohen Wissenstand auf dem Gebiet der Mathematik am Hof Friedrichs II. basiert. Diese Folgerung bedeutet, dass die Längen des Gebäudes für die Umsetzung des Entwurfs auf der Baustelle nicht durch zeichnerische, sondern durch rechnerische Verfahren bestimmt wurden. Bei diesen muss es sich auf Grund der in regelmäßigen Achtecken immanenten Verhältnissen um Wurzelberechnungen bzw. Rechenoperationen mit der Zahl 2,41421 handeln. Die gemäßige Methode mit sich daraus ergebenden irrationalen Zahlen ist in beiden Büchern von Leonardo da Pisa genannt Fibonacci, dem zunächst 1202 und 1228 in zweiter Auflage erschienenen, oben genannten 'Liber Abacci' und dem 1220 erschienen Buch 'Practica Geometriae'³⁴ beschrieben.

Entsprechende durch rechnerische Verfahren bekannte rechtwinklig verlaufende Längen konnten auf einem Schnurgerüst einfach angetragen werden. Zu Erstellung einer solchen Vorrichtung war die um das Gebäude herum auf der Höhe etwas über den Fundamenten noch heute vorhandene relativ plane Fläche gut geeignet. Diese bietet genau den Platz, den ein quadratisches Schnurgerüst zur Errichtung des Gebäudes benötigt. Das Gerüst musste um etwas über 3 Meter angehoben sein, damit die Schnüre über die Hügelkuppe hinweg frei gespannt werden konnten.

³⁴ Gericke 1990. 103.



7) Rekonstruktion des Schnurgerüstes (auf der Grundlage von Schirmer 2000, Beilage 1).
Zeichnung Ann-Christin Stolz.

Als tragende Konstruktion für ein solches Schnurgerüst kann man sich eine seit alters her übliche und bis um die Mitte des 20. Jahrhunderts angewendete einfache Bauweise mit zweiseitigen Stangen und einer oben angeordneten Lauffläche vorstellen. Von dort aus konnten alle Punkte des Grundrisses mit den von den Berechnungen bekannten Längen mit jeweils parallel zum Grundquadrat verlaufenden, sich rechtwinklig kreuzenden Schnüren in der hohen Präzision festgelegt werden, die das Gebäude zeigt. Die geringfügigen Abweichungen im Verhältnis der Achtecke von Turm, Innenhof und Hauptbaukörper lassen sich mit der Auf- und Abrundung der durch die Berechnung erzielten irrationalen Zahlen bzw. Maßeinheiten erklären.

Nebenbei bemerkt gibt diese Rekonstruktion der Antragung des Grundrisses Anlass zu einer neuen Bewertung der o.g. Schriftquelle. Denn bei der beschriebenen um das Gebäude herum angelegten relativ planen Fläche könnte es sich um den 'attractus' handeln, den Kaiser Friedrich II. in Auftrag gab. Nur kann diese Fläche nicht, wie von Heinz Götze behauptet, auf

die Höhe der Hügelkuppe aufgeschüttet, sondern muss um das zu errichtende Gebäude herum angelegt worden sein.³⁵

Die Rekonstruktion der Genese des Grundrisses von Castel del Monte zeigt, dass das Gebäude hinsichtlich seines Entwurfsprinzips als auch der Übertragung des Grundrisses auf der Baustelle nicht nur im Vergleich zu den auf einem strengen Quadratraster³⁶ basierenden anderen von Kaiser Friedrich II in Auftrag gegebenen Burgen, sondern überhaupt im Vergleich zum Bauwesen der Zeit herausragend war.³⁷ Der Entwurf wurde durch den hohen Stand der Forschung in der Mathematik bei Hofe und insbesondere durch die von Leonardo von Pisa genannt Fibonacci zusammengetragenen, aus aller Welt stammenden Erkenntnisse in der Mathematik angeregt.³⁸ Die Genauigkeit der Ausführung des Gebäudes im Zusammenhang mit einem durchdacht angelegten Schnurgerüst war durch Wurzelberechnungen überhaupt erst möglich geworden. Schließlich muss es am Hof des Kaisers einen an Mathematik interessierten und mit den neuesten Erkenntnissen auf diesem Gebiet vertrauten Architekten gegeben haben, der von seinem wissenschaftlichen Umfeld getragen wurde und einen kongenialen Bauherrn hatte.

³⁵ Vgl. Fußnote 5.

³⁶ Fallacara u. Occhinegro 2012. 33 ff.

³⁷ Vgl. Meckseper 1970. 214 ff.

³⁸ Vgl. Stürner 2000. 385 f.

Literatur

Ambruoso, Massimiliano: "Castel del Monte; un tempio «virtuale»", in: Raffaele Licino (Hg.) *Castel del Monte e il sistema castellare nella Puglia di Federico II*, Bari 2001. S. 77-113.

Ambruoso, Massimiliano: *Castel del Monte; la storia e il mito*. Bari 2018.

Barrow-Green, June, Jeremy Gray u. Robin Wilson: *The History of Mathematics; A Source-Based Approach*. Volume 1, Providence, Rhode Island 2019 (AMS/MAA Textbooks, Vol. 45).

Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro: *Puglia; Castel del Monte; Nuova ipotesi comparata sull'identità del monumento/New comparative theory about the monument identity*. Roma 2012 (Reihe Archinauti | monografie | volume 35 / Archinauti monographs | volume 35).

Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro: "Castel del Monte, una ricerca continua e interdisciplinare", in: Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro (Hg.): *Castel del Monte; inedite indagini scientifiche*, Roma 2015. S. 17-57.

Fallacara, Giuseppe, Ubaldo Occhinegro u. Vincenzo De Muro Fiocco: "Sulle vasce ottagonali: dalle terme romane ai fonti battesimali", in: Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro (Hg.): *Castel del Monte; inedite indagini scientifiche*, Roma 2015. S. 205-218.

Gericke, H.: *Mathematik im Abendland, von den römischen Feldmessern bis zu Descartes*. Berlin, Heidelberg, New York 1990.

Goebel, G.: "Die wohlbemessene Ordnung von Castel del Monte", in: *architectura*, Heft 17, 1987. S. 129-133.

Götze, Heinz: *Castel del Monte; Gestalt und Symbol der Architektur Friedrichs II*. München 1984 (1. Auflage) sowie 1991 (a, 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage).

Götze, Heinz: "Die Baugeometrie von Castel del Monte", in: *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse*, Jg. 1991, Bericht 4 (b).

Hughes, Barnabas (Hg.): *Fibonacci's De Practica Geometrie*. Springer, New York (NY), 2008. (Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences).

Kiem, Karl: "High End im Mittelalter. Untersuchungen zur Geometrie des Grundrisses der Siegener Nikolaikirche". In: *Siegerland*, Jg. 95, Heft 2, 2018. S. 123-131.

King, Francis D. K., Mark Jarzombek, Vikramaditya Prakash: *A global History of Architecture*. Hoboken (New Jersey) 2011 (2. Auflage).

Knaak, Alexander: *Prolegomena zu einem Corpuswerk der Architektur Friedrich II. von Hohenstaufen im Königreich Sizilien (1220 - 1250)*. Marburg 2001.

Koecher, Max: "Castel del Monte und das Oktagon", in: Peter Hilton e.a. (Hg.), *Miscellanea Mathematica*. Berlin e.a. 1991. S. 221-233. [Festschrift für Heinz Götze]

Leistikow, Dankwart: "Castel del Monte – Baudenkmal zwischen Spekulation und Forschung", in: Gesellschaft für staufische Geschichte e.V. Göppingen (Hg.): *Staufisches Apulien*. Göppingen 1993. S. 15-56 [Schriften zur staufischen Geschichte und Kunst, Band 13].

Leistikow; Dankwart: "Versuch einer Bibliographie zur Architektur von Castel del Monte und seinem Umkreis", in: *Akten der 3. Landauer Staufertagung 2001*. Speyer 2005. S. 127-162.

Licino, Raffaele: "Castel del Monte: un castello medievale", in: Raffaele Licino (Hg.) *Castel del Monte e il sistema castellare nella Puglia di Federico II*. Bari 2001. S. 9-76.

Maselli, Giorgio: "Sull'Atractus richiesto da Federico II per Castel del Monte", in: Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro (Hg.): *Castel del Monte; inedite indagini scientifiche*. Roma 2015. S. 129-134.

Meckseper, Cord: "Castel del Monte: Seine Voraussetzungen in der nordwesteuropäischen Baukunst", in *Zeitschrift für Kunstgeschichte*, Bd. 33, H. 3 (1970). S. 211-231.

Mongelli, Gaetano: "Ars sine scientia nihil est; Castel del Monte e la "vesica picis": da simbolo del potere al potere del simbolo", in: Francesco Giuliani (Hg.), *Atti del Sesteo convegno di studi su Federico II di Svevia, Torremaggiore, 15 dicembre 2018*. Foggia 2019. S. 23-64.

Moosbrugger-Leu, Rudolf: "Die Schnurvermessung im mittelalterlichen Bauwesen". In *Zeitschrift des Schweizerischen Burgenvereins* 5, 2000, S. 1-30.
[<https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=mit-003%3A2000%3A5%3A%3A3#23>]

Musca, Giosuè: "Castel del Monte; Il reale e l'immaginario", in: Giorgio Saponaro (Hg.), *Castel del Monte*. Bari 1981. S. 25-62.

Rader, Olaf B.: *Friedrich II; Der Sizilianer auf dem Kaiserthron*. München 2019.

Rossi, Gabriela u. Domenica Constantino: "Dieci anni di esperienze di rilievo da Castel del Monte ad oggi", in: Fallacara, Giuseppe u. Ubaldo Occhinegro: *Castel del Monte; inedite indagini scientifiche*; Roma 2015. S. 315-326.

Schirmer, Wulf: *Castel del Monte; Forschungsergebnisse der Jahre 1990 bis 1996*. Mainz 2000.

Sigler, L. E. (translated by): *Leonardo Pisano Fibonacci, the book of squares. An annotated translation into modern English*. Boston 1987.

Sigler, L. E. (translated by): *Fibonacci's Liber Abaci; a translation into modern English of Leonardo Pisano's Book of Calculation*. Springer, New York (NY) 2002. (Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences).

Stürner, Wolfgang: *Friedrich II, Teil I.; Die Königsherrschaft in Sizilien und Deutschland, 1194-1220*. Darmstadt 1992; Teil II., *Der Kaiser 1220-1250*. Darmstadt 2000.

Tavolaro, Aldo: *Federico II di Svevia imperatore e Leonardo Fibonacci da Pisa matematico: 1194 - 1994, VIII centenario della nascita di Federico II di Svevia*. Bari 1994.

Thiery, Antonio: "Federico II e le scienze; Problemi di metodo per la lettura dell'arte federiciana", in: *Federico II e l'arte del Duecento italiano ... volume secondo*. Roma 1980. S. 277-286.

Wußing, Hans: *6000 Jahre Mathematik; eine kulturgeschichtliche Zeitreise – 1. Von den Anfängen bis Leibniz und Newton*. Berlin Heidelberg 2009.