

FILIPPO BRUNELLESCHI

DIE KUPPEL DES FLORENTINER DOMS

von Michael Fuchs, Juni 2011

die vorliegende studienarbeit wurde
im fachbereich architektur der srh-hochschule heidelberg,
lehrgebiet geschichte und theorie der architektur
als leistungsanweis im prüfungsfach baugeschichte I
von dr. dipl.ing. upw nagel betreut.

www.gta-fh-heidelberg.de

Inhaltsverzeichnis

-Einführung.....	03
-Zeittafel.....	04
-Biographie Filippo Brunelleschi.....	05-06
-Baptisterium.....	07
-Campanile.....	07
- Der Dom vor dem Bau der Kuppel bis 1420.....	08
- Das Modell Brunelleschis	09
- Baustoffe.....	10
- Arbeitskräfte und Organisation der Bauarbeiten.....	11
- Konstruktionsphasen.....	12-13
- Holz- und Steinketten (Ringanker).....	14
- Einrichtung der Baustelle und Baumaschinen Brunelleschis.....	15-16
- Brunelleschis Nachwirkung.....	17

Einführung

Die Kathedrale in Florenz ist eines der größten Gotteshäuser der Welt. Nach der Fertigstellung der Kuppel 1436 und der Kuppellaterne im Jahre 1470 wurde der Dom Santa Maria del Fiore vollendet. Die Bürger von Florenz verfolgten die Angelegenheiten während der Planung und Bauzeiten stets mit großem Interesse. Die Kathedrale, insbesondere die imposante Kuppel, gilt als Wahrzeichen der Stadt Florenz. Filippo Brunelleschi, welcher verantwortlich für den Bau des Doms war, setzte durch dieses Projekt ein Zeichen in einer neuen Weltsicht, der Renaissance.

Aber der Bau des Doms von Florenz brachte nicht nur ein neues Wahrzeichen welches von großer Bedeutung ist, sondern auch neue Innovationen beim Verarbeiten von Baustoffen, wie auch neuer innovativer Baumaschinen, welche das Bauen deutlich vereinfachten. Auch Brunelleschi spielt hierbei eine sehr große Rolle denn er ist der, der als Architekt und Ingenieur dem ganzen nicht nur sein Aussehen verleiht sondern diesen komplizierten Bau auch konstruktiv realisieren kann.

Zeittafel

1059	Weihe des Baptisteriums durch Papst Nikolaus
1059-1150	Umbauarbeiten des Baptisteriums, Aufsetzen der Laterne
1220-1330	Mosaikausstattung des Baptisteriums
1296	Grundsteinlegung für den Dom und Beginn der Bauarbeiten unter Arnolfo di Cambio
1334	Beginn des Baus des Campanile unter der Leitung Giotto's (Fertigstellung 1359)
1436	Konstruktion der Domkuppel unter der Leitung von Filippo Brunelleschi
1436	Domweihe durch Papst Eugen IV.
1468	Beendigung der Bauarbeiten am Dom mit dem Aufsetzen der vergoldeten Kugel auf der Kuppellaterne
1572-1579	Freskierung der Kuppel durch Giorgio Vasari und Federico Zuccari

Biographie Filippo Brunelleschi



Im Jahr 1377 wurde Filippo Brunelleschi in Florenz als Sohn des Notars Ser Brunellesco Lippi und dessen Frau Giuliana Spini geboren, er erhielt aufgrund seiner Eltern eine sehr gute Allgemeinbildung, die Familie war sehr wohlhabend.

Filippo Brunelleschi arbeitete als Goldschmied und Bildhauer, jedoch war er auch als Stadtplaner, Maler, Theoretiker und Dichter tätig. Letztendlich jedoch war er Architekt und Ingenieur.

Das Ansuchen Brunelleschis im Jahr 1398 um Aufnahme in die Zunft der Seidenweber als Goldschmied, stellt die erste urkundliche Erwähnung seiner Person dar.

Erst im Jahr 1404 wird er aufgenommen, ein Jahr, in dem er zugleich in die Kommission, welche für den Bau des Florentiner Doms verantwortlich war, berufen wurde. Brunelleschi hatte um 1404 eine Reise nach Rom zum Zwecke des Studiums der Antike unternommen. Diese Reise wiederholte Brunelleschi zwischen 1411 und 1413. Seine Arbeit als Ingenieur hebt ab 1412 an, nachdem er nach Pistoia gerufen wurde, um dort als Gutachter für Bauwerke, d.h. militärische und technische Anlagen tätig zu sein. Im Jahr 1418 nahm er an der Ausschreibung für die Domkuppel teil, jedoch erst nach einem zweiten Wettbewerb konnte er mit seinem Modell überzeugen. Brunelleschi und der Bildhauer Lorenzo Ghiberti (1378-1455) erhalten schließlich den Auftrag für das Projekt, jedoch war die Bereitschaft Brunelleschis mit seinem Konkurrenten Ghiberti zusammen zu arbeiten nicht sonderlich groß.

Im gleichen Jahr errichtete Brunelleschi die heute zerstörte „Capella Schiatta Ridolfi“ in der Kirche San Jacopo Soprarno, um zu zeigen wie mit Hilfe des so genannten „*Spinapesce Systems*“ (Fischgräten System) bei der Ziegelmauerung die Wölbung einer Kuppel ohne Verwendung von Rüstbögen möglich sei.

Parallel zur Arbeit an der Kuppel in Florenz mit der er sich intensiv beschäftigte, arbeitete er auch an einigen anderen Projekten. Mit Unterbrechungen beteiligte er sich auch im Zeitraum von 1419 und 1427 an den Arbeiten am Ospedale degli Innocenti. Im Jahr 1425 entstand das Fresko der Trinität in Santa Maria Novella, welches er in Zusammenarbeit mit Masaccio fertigte. Dieses gilt als eines der epochalen Meisterwerke der Renaissance.

Auch Misserfolge bleiben Brunelleschi bei seiner tätig als Ingenieur nicht aus. Ein Beispiel für Brunelleschis Erfindungsreichtum als Ingenieur, war die Idee des „Badalone“, eines Transportschiffs mit welchem Marmorblöcke im Jahr 1428 zum Dom transportiert werden sollten. Doch aufgrund seines zu großen Tiefgangs sank das Schiff an einer Untiefe des Arno. Dieses Projekt führte zu einer immensen Verschuldung des Konstrukteurs.

Der eher misstrauische Einzelgänger Brunelleschi involvierte offenbar niemand mehr als unbedingt notwendig in seine Planungen. Um die alleinige Bauleitung zu erhalten, meldete er sich mehrere Monate krank, so dass die Baustelle unter Ghiberti ins Stocken geriet und er die Kommission zwingen konnte ihm die alleinige Bauleitung zu geben. Seine schroffen Umgangsformen dürften dazu beigetragen haben das seine Mitbürger, seinen Projekten sehr skeptisch gegenüberstanden.

Brunelleschis Hauptwerk jedoch, ist die Kuppel von Santa Maria del Fiore welche 1436 vollendet wurde und von Papst Eugen IV. geweiht wurde. Zu diesem Zeitpunkt war die Kuppellaterne noch nicht fertig gestellt, erst 1446 wurde der erste Marmorblock versetzt, 1470 wurde der Bau fertig gestellt, diesen Zeitpunkt erlebte Filippo Brunelleschi allerdings nicht mehr, denn er verstarb Mitte April 1446 kurz nach Beginn der Bauarbeiten an der Laterne.

In Santa Maria del Fiore wurde ihm ein Grabmal mit seinem naturgetreuen Abbild gewidmet.

Baptisterium

An der Wende zum 13. Jahrhundert erlebte Florenz eine Zeit politischer Macht und kultureller Blüte. Der Wunsch nach architektonischem Ausdruck dieser Periode des wirtschaftlichen Aufschwunges mündete in dem Bau des Palazzo dei Priori (seit dem 16. Jahrhundert Palazzo Vecchio) an der Piazza della Signoria, die damals wie heute das politische Zentrum der Stadt markiert. Daran anschließend wurde auch das sakrale Zentrum, das sich im Nordwesten der damaligen Stadtbegrenzung befand, ausgebaut. Hier lag als ältester Bau das Baptisterium San Giovanni.



Campanile

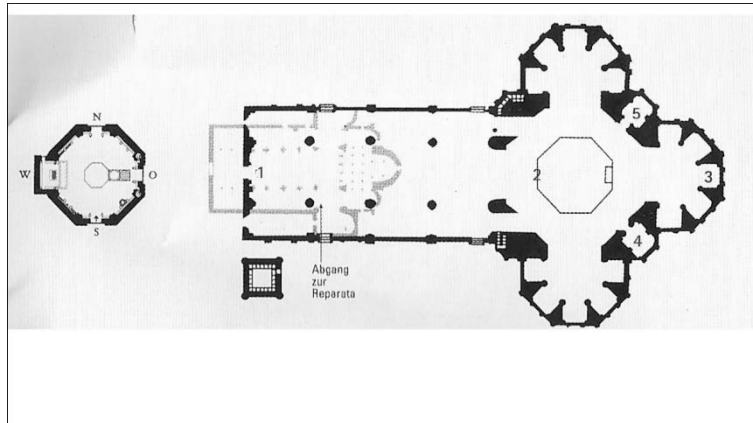
Nachdem Giotto 1334 zum Caputmagister (Hauptmeister von Bauprojekten) ernannt wurde, begann mit dem Bau der Campanile. Nach seinen Plänen sollte der Turm eine Höhe von 122 Metern erreichen, bis zu seinem Tod 1337 war jedoch nur das erste Geschoss auf einem quadratischen Grundriss von 15x15 Meter errichtet worden. Francesco Talenti schließlich beendete 1359 den Bau der Campanile, der eine Höhe von 84 m erreichte. Der Dombaumeister setzte zwei weitere Geschosse mit jeweils zweigotischen Biforien (zweifach gekuppelte Rundbogenfenster) auf. Das letzte erhöhte Geschoss besticht durch seine Triforien (dreifach gekuppelte Rundbogenfenster) mit gotischem Giebelfeld. Der Turm wird bekrönt mit einer auskragenden Galerie. Die dreifarbige Marmorverkleidung verbindet sich mit derjenigen des Doms und unterstreicht einmal mehr die Gesamtanlage des sakralen Zentrums von Florenz.



Der Dom vor dem Bau der Kuppel bis 1420

Der Entwurf Arnolfo di Cambios war Grundlage für den Bau des Doms, den man ca. zwischen 1296 und 1298 begonnen hatte. Dabei war der Bau des Doms von Anfang an keineswegs eine rein religiöse Unternehmung, sondern bezog auch die gesamte Bürgerschaft und die öffentlichen Einrichtungen des Stadtstaates mit ein.

Die Kathedrale Santa Maria del Fiore teilt sich zusammen mit zwei weiteren Gebäuden den



Platz auf dem sie errichtet ist. Zum einen ist dies das Baptisterium, welche durch Papst Nikolaus dem zweiten im Jahr 1059 geweiht wurde und nochmals im Zeitraum von 1059-1150 umgebaut wurde, und der Campanile dem

Glockenturm, welcher unter der Leitung Giottos entstand und im Jahr 1334-1359 errichtet wurde. Die Komposition der drei Gebäude fügt sich zwischen niedrigen Häusern, Türmen und winkligen Gassen im dicht besiedelten mittelalterlichen Stadtkern ein.

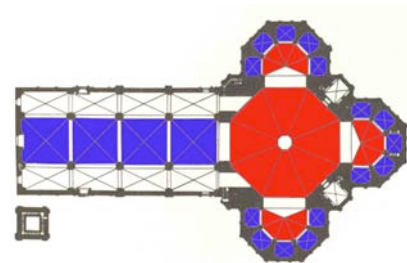
Die Aufgabe des Doms war der neuen politischen und ökonomischen Bedeutung der Stadt zu entsprechen und 30.000 Gläubigen Platz zu bieten. Zudem sollte er ein neues Wahrzeichen der Stadt Florenz werden um das Ansehen der Stadt zu steigern.

Die einflussreichen Zünfte spielten eine wichtige Rolle beim Bau der Kathedrale. Jährlich wechselte die Bauleitung zwischen den Konsuln der fünf hohen Zünfte (Händler,

Geldwechsler, Wollwirker, Seidenhändler, Ärzte und Apotheker) ab. Nach einem Beschluss von 1357 sollte die

Kathedrale als dreischiffiges Bauwerk mit einer Gesamtlänge von ca. 95 Meter errichtet werden. Die Leitgeometrien welche als vorlagen dienten sind das

Quadrat hier blau markiert und das Oktogon hier rot markiert.



Das Modell Brunelleschis

Die Form der Kuppel als Spitzbogenkonstruktion mit einem $4/5$ Krümmungsradius stand schon durch die früheren Entwürfe und den oktogonalen Grundriss der Dom-Vierung vor Brunelleschi weitgehend fest. Es ging also im Wesentlichen um die Bewältigung der Probleme, die die technische Ausführung mit sich bringen würde.

Das Dombauamt schrieb deshalb einen offenen Wettbewerb für die Kuppel aus. Es bot eine Lohn- und Materialkosten-Erstattung für die Bewerber und dem Sieger die stattliche Prämie von 200 Goldflorinen. Brunelleschi als auch Ghiberti fertigen je ein Modell der Kuppel an. Beide greifen jedoch dabei nicht nur auf das übliche Konstruktionsmaterial Holz zurück,



sondern auch auf Mauerwerk.

Ghiberti verwendete kleine Rohziegel wohin gegen Brunelleschi auf herkömmliche Ziegelsteine (deren Format entsprach dem der Hälfte der anderen). zurückgriff.

(Modell Brunelleschi)

Er konzipierte eine zweischalige Kuppel die dazwischen begehbar war, über eine Distanz von ca. 56 Metern spannt, und bis zu 110 Metern hoch sein sollte. Die Kuppel an sich, ist mit seinen 58 Metern höher als der eigentliche Dombau, welcher nur 52 Meter hoch ist. Das Höhenverhältnis zwischen Kuppel und Dom ist also nahezu 1:1. Das Modell sah acht Eckrippen und 16 Mittelrippen vor. Auch die Überlegung wie mit den Wettereinflüssen wie Regen und starkem Wind umzugehen ist hatte Brunelleschi einen Lösungsansatz, zum einen brachte er Regenrinnen an der Außenseite an und plante runde Öffnungen in die äußere Kuppel, um den Druck des Windes zu verteilen.

Baustoffe

Filippo Brunelleschi war ein überaus gründlicher Bauleiter und Architekt. Er legte sehr viel Wert auf Qualität und Verarbeitung der Baustoffe. Die Qualität der Ziegelsteine lag ihm sehr am Herzen. Er überwachte nicht nur die Verarbeitung der Steine, sondern überprüfte die Herstellung vom Mischen des Löschkalks bis hin zum Brennen der Ziegelsteine. Denn nur durch die perfekte Geometrie der Steine konnte man das Fischgräten System ordentlich verbauen. Es wurden mehrere Millionen dieser Steine verbaut. Schon zwei Jahre vor dem eigentlichen Bau der Kuppel 1420 gab es einen Vertrag mit *Pardo d` Antonio* der einen großen Teil der Steine lieferte. Auch die anderen Baumaterialien waren von bester Qualität, so kam beispielsweise der weiße Marmor aus den Marmorbrüchen von Carrara und Campiaglia , auch der „macigno“ bezeichnete Stein kam aus dem Steinbruch von Trassinaia. Das Bauholz aus dem die ersten Hölzernen Ringanker hergestellt wurden, waren sehr große Weißtannen. Diese stammten vor allem aus den Wäldern von Casentino, und musste mit Ochsen aus der Hochebene im Zweiergespann bis ins Tal nach Pratovecchio gezogen werden. Dort wurde es schließlich zersägt und für das Dombauamt gekennzeichnet, um es dann anschließend als Holzbündel auf dem Arno nach Florenz zur Anlegestelle des Hafens zu transportieren. Dieses Holz war eine Schenkung der Stadtregierung als Beitrag zum Bau der neuen Kathedrale. Holz minderer Qualität, Buchen und Kastanien Holz bezog man meist bei Holzhändlern aus der Umgebung der Stadt.

Als Metall wurde vorwiegend Eisen verwendet, welches man für die Ringanker, Stangen, Nägel Eisenelemente, Klammern, Schablonen für Marmorelemente und Werkzeuge brauchte. Das Mineral wurde vor allem aus den reichen Eisenvorkommen der Insel Elba gewonnen. Die Seile für die Baumaschinen bezog Brunelleschi aus Pisa, wo diese schon lange erfolgreich hergestellt wurden.

Beim Mörtel benutzte er eine Spezialmischung, den regulären Zuschlägen wie Sand und Kalk, mischte man noch gemahlene Ziegel oder Dachpfannen hinzu. So wurde dieser gewissermaßen „hydraulisch“ und behielt seine Bindefähigkeit auch bei der Berührung mit Wasser, was unter anderem ein Grund dafür ist, das die Domkuppel so standhaft den Belastungen der Zeiten trotze.

Arbeitskräfte und Organisation der Bauarbeiten

Das Privileg an einem solchen Bauwerk mit zu arbeiten war sehr groß, demnach erfolgt die Einstellung von Arbeitskräften durch eine Auslosung, unter den eingetragenen Bewerbern, die sich in spezielle Listen eingeschrieben haben.

Es gab so genannte zwei Arbeitssemester (Sommer und Winter) für die man sich bewerben konnte. Viele der Arbeitskräfte die an dieser Baustelle tätig waren bestanden immer aus einem festen Kern und besaßen eine Festanstellung. Jedoch gab es auch viele wechselnde und auch jene die von Jahr zu Jahr immer wieder neu eingestellt wurden. Es gibt also eine Kontinuität von spezialisierten Fachkräften. Die Entlohnung der Arbeiter wurde nach den gearbeiteten Stunden abgerechnet. Auch die Höhe des Lohnes hatten sie in gewissermaßen selbst in der Hand so waren Risikofreudige und schwindelfreie Arbeiter dementsprechend im Vorteil. Je weiter unten sie arbeiteten, desto weniger Lohn gab es.

Brunelleschi hatte eine genaue Vorstellung über das Zeitmanagement wie auch über sein Personal. Zur Vermeidung von Zeitverlust und um die Arbeiter besser beaufsichtigen zu können, war es ihnen nicht erlaubt die Gerüste zu verlassen. Jedoch mussten diese aber auch ausreichend versorgt werden, so ordnete Brunelleschi an, Verkäufer von Wein, Brot und Köche auf die Gerüste zu schicken. So kam auch der Schmied auf die Gerüste um die Werkzeuge zu holen um diese dann in der für sie eigens eingerichteten Werkstatt zu reparieren. Im Beschluss von 1426 mussten so genannte Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden, so wurden die Brettergerüste mit Schutzgeländer versehen und der Genuss von unverdünnten Wein wurde auch untersagt.

Die auf den Arbeitsgerüsten tätigen Maurer und Steinmetze, waren in von einem Maurermeister geführte Gruppe eingeteilt worden. So gab es für jede der acht Schalsegmente eine Gruppe, um so gleichzeitig und koordiniert entlang der gesamten Kuppel zu arbeiten.

Konstruktionsphasen

Mit der Konstruktion der Kuppel beginnt man nach Brunelleschis Bauprogramm auf der Ebene des inneren Rundgangs am oberen Tambourrand, an dieser Stelle wird die Baustelle mit der dazugehörigen Plattform, welche den Arbeitern und Maschinen genügend Bewegungsfreiraum lässt, installiert. Diese Information, an welcher Stelle das Gerüst stand, zeigen uns heute die quadratischen Gerüstlöcher unmittelbar am Kuppelansatz, die damals nach Beendigung der Bauarbeiten offen gelassen wurden.

Ab April des Jahres 1420 werden die aus *Macigno-Stein* zurechtgeschnitten Quadern angefertigt. Diese Quader werden mit Hilfe von Metallklammern zusammengehalten und bilden den ersten Ringanker. Wie auch die weiteren sorgen diese dafür, dass das allgemeine Gleichgewicht alle Bereiche des Bauwerks mit einbezieht und das Auseinanderschieben der Kuppel verhindert.

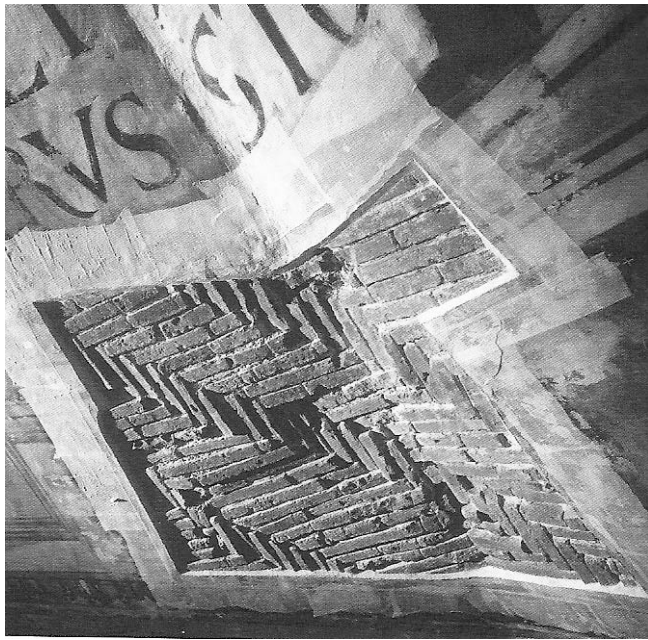
Im Juni begibt sich eine Abordnung nach Casentino um dort das Holz für die Schablonen, Arbeitsgerüste und Maschinen, welche eigens für die speziellen Arbeiten entworfen wurden, auszuwählen. Noch im selben Monat sind bereits die ersten Schablonen aus Tannenholz angefertigt um die Eckprofile des ersten Abschnittes der Kuppel zu fixieren.

Im Verlauf der Konstruktion der Kuppel muss man von der ursprünglichen Planung des Bauprogramms von 1420 abweichen. Nicht lange nach Baubeginn wird klar, dass das Gewicht der Kuppel verringert werden muss.

1422 beschließt man den Abschnitt der Mittelrippen zu reduzieren und bereits ab einer Höhe von 12 Ellen und nicht, wie ursprünglich vorgesehen, von 24 Ellen die Steine durch Ziegel zu ersetzen. Im Juni 1425 nach Vollendung des zweiten Ringankers hat die Auflagefläche der Ziegel in Richtung Zentrums des Oktagons eine kritische Neigung erreicht, sodass die Bauarbeiten erst einmal unterbrochen werden mussten.

Mit Hilfe vieler Zeichnungen, Modellen und schriftlichen Berichten der Generalinspektoren wird nach einer Lösung gesucht dieses Problem zu beseitigen. Man entschließt sich dem ausgearbeiteten Plan von Brunelleschi, Ghiberti und Battista d'Antonio nachzugehen und unmittelbar einen Monat später nach der Lösungssuche können die Bauarbeiten fortgesetzt werden. Es folgten weitere Änderungen an der Planung: So ersetzte man die kleinen Tonnengewölbe durch Horizontalbögen, die zwischen den Eck- und den Mittelrippen als

Stütze der äußeren Schale fungierten. Auch die Einführung der übereinander liegenden



Ringanker aus Stein und Holz brachte diese Neuplanung mit sich. Jedoch die gravierendste Änderung dieses Vorhabens war die Verlegeart der speziell großen Ziegel welche im sogenannten Fischgräten-Verband verlegt wurden, um so den kritischen Neigungspunkt der Auflagerfläche der Ziegelsteine in Richtung Oktagonmitte zu überwinden. Um das System der Kuppel, welches aus Horizontalbögen, Mittelrippen,

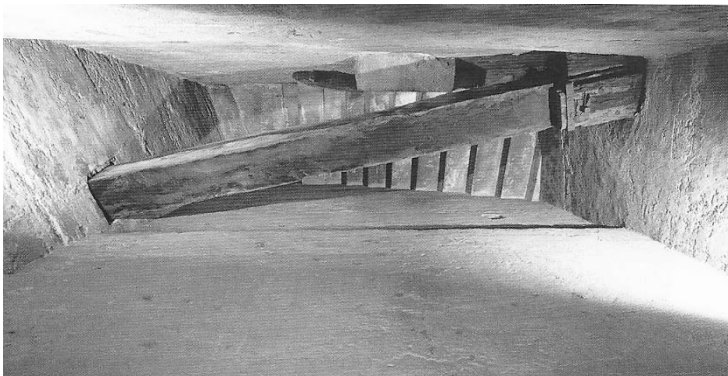
Ringankern und dem Fischgrätenverband besteht, wird im Jahr 1435 damit begonnen den Schlussring zu bauen. Dieser Bogenschluss am Scheitel der Kuppel bildet das Ende des strukturellen Systems und dient auch als Verbindungselement zwischen Kuppel und Laterne.

1436 segnete der Bischof von Fiesole die Schlusssteinlegung der Kuppel. Kurz nach Fertigstellung der Kuppel, beginnt man mit den Bauarbeiten für die von Brunelleschi entworfene Laterne, welche als Sieger aus dem Wettbewerb von 1436 hervorgegangen war. Die Laterne hatte nicht nur die vorteilhafteste Form, sondern hatte zudem die größte Stabilität. Ihre Leichtigkeit brachte die meiste Helligkeit ins Innere und sollte den Wettereinflüssen am besten standhalten. Die polygonale Typologie der Kuppel findet sich auch in der Laterne wieder. Diese ist in acht kantige Scheidewände gegliedert, die in einer Linie mit den Rippen der Kuppel liegen und diese mit dem Gewicht der Laterne belasten. Der krönende Abschluss dieses Werkes bildet die Kugel und das goldene Kreuz welches am 30. Mai 1471 angebracht wurde und den höchsten Punkt des Domes markiert. Diesen Moment erlebte Brunelleschi nicht mehr, er verstarb im April 1446 kurz nachdem die Bauarbeiten an der Laterne begonnen haben.

Holz- und Steinketten (Ringanker)

Die Kuppel musste aus statischer Sicht noch zusätzlich abgestützt werden obwohl diese bereits als Rippenkonstruktion ausgebildet wurde. Beim Bau der Domkuppel von Florenz verzichtete man auf ein äußeres Strebewerk, welches im gotischen Baustil ständig verwendet wurde und auch ein Merkmal dieser Epoche ist. Dies ist ein Zeichen der deutlichen Abkehr des gotischen Baustils wobei die Spitzbogenkonstruktion der Kuppel noch typisch gotisch ist.

Die Kuppel wurde einerseits vom Langhaus als auch von einem neuen System aus so genannten Steinketten gehalten. Deren Funktion war es die beiden Kuppelschalen zusammenzuhalten. Dieses Steinkettensystem, welches zum damaligen Zeitpunkt erstmals verbaut wurde, war eine bedeutende konstruktive Leistung Brunelleschis. Die an den Rippen ansetzenden Steinketten (auch Steinringanker genannt) sind mit Metallklammern verbunden, und waren in der Lage die enormen Zugspannungen der Kuppel aufzunehmen. Ohne diese würden die Rippen unter der Gesteinslast nach außen gedrückt werden.



1424 wurde noch zusätzlich eine Holzkette (Holzringanker) angebracht, welche ebenfalls dem gleichen Zweck dienen sollte wie der Stein-Ringanker. Diese aus Kastanienholz bestehenden sechs Meter langen und 30 mal 30 cm

starken Balken wurden ebenfalls mit Metallklammern verbunden. Jedoch diente dieser aus Holz bestehende Ringanker nicht primär dazu die Lasten der Kuppel abzuleiten, sondern sollte die Flexibilität bei schweren Erdbeben gewährleisten. Zudem war eine Unterstützung des Steinringankers während der Bauzeit um den zusätzlichen Lasten der schweren Baumaschinen gerecht zu werden.

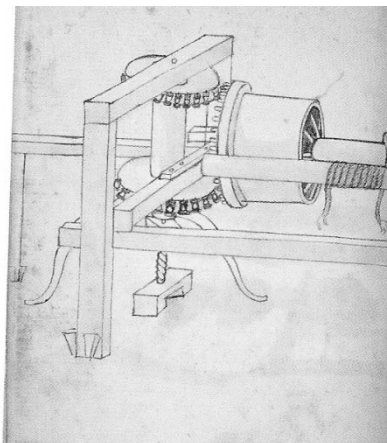
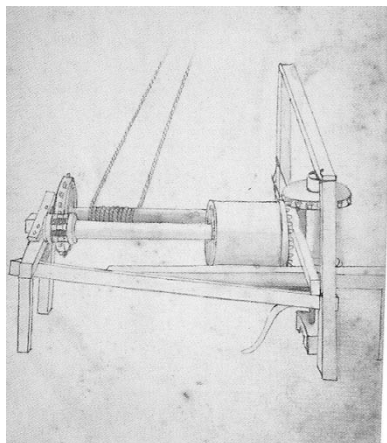
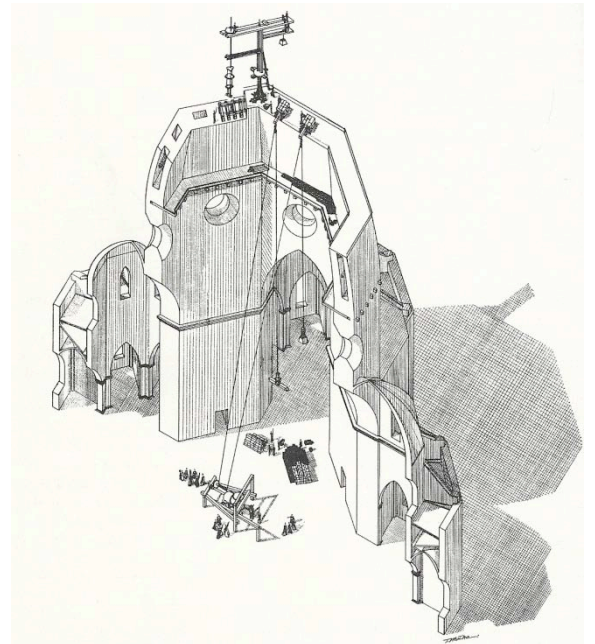
Einrichtung der Baustelle und Baumaschinen Brunelleschis

Es ist davon auszugehen das die Baustellen-Planung lange Zeit vor Arbeitsbeginn durchdacht und vorbereitet war. Dies beweist die penible Vorbereitung und Auswahl der Materialien, die Brunelleschi lang zuvor mit seinen Baumeistern bestellt und ausgesucht hat. Wie schon geschildert, machte er sich auch Gedanken über den Transport der Materialien zur Baustelle.

Täglich mussten viele schwere Lasten wie z.B. die Ziegelsteine vom Niveau des Bodens bis zu der Höhe, wo die Bauarbeiten gerade stattfanden, gebracht werden. Die konventionellen Methoden kamen dabei nicht in Frage. Dies veranlasste Brunelleschi speziell für dieses Bauvorhaben konzipierte Baumaschinen zu

entwickeln. So entwarf er insbesondere Maschinen zum Heben und Positionieren schwerer Lasten. Dies stellte eine Beschleunigung und Arbeitserleichterung der Bauarbeiten dar.

Als Hebevorrichtung verwendete er eine auf dem Boden montierte Winde, welche ein Seil

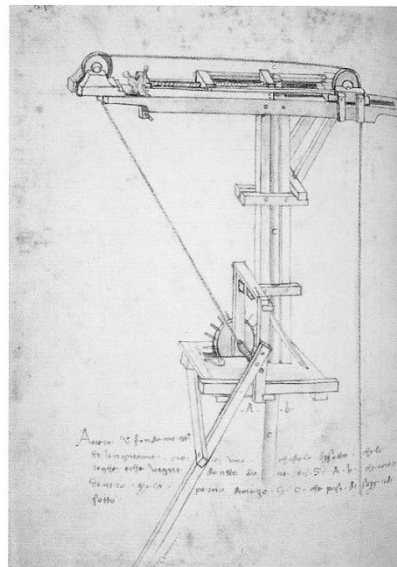
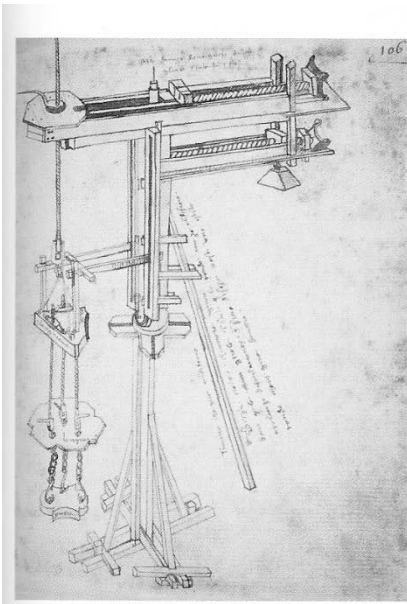


auf- und abwickelte und mit einer Scheibe, welche sich in Höhe des Kuppelansatzes befand, verbunden war. Diese Winde brachte eine wesentliche technische Neuerung mit sich. Sie war in ihrer Bewegung reversibel

was bedeutet dass für die Umkehrung der Richtung des Zugseiles die Zugtiere nicht mehr ausgespannt, umgedreht und wieder neu eingespannt werden mussten. Dies brachte eine erhebliche Zeitersparnis mit sich. Die Konstruktion des Lastenaufzuges bestand aus einem massiven 7 Meter hohen Holzrahmen.

Auch die einzelnen Komponenten der Winde, wie das Zugseil wurden speziell für dieses Bauvorhaben hergestellt. So wurde das Zugseil von Schiffsbauern aus Pisa gefertigt. Es war über hundert Meter lang und wog ca. 500 Kilogramm.

Eine der weiteren Entwicklungen Brunelleschis - neben dem Lastenaufzug - waren die Kräne zum Positionieren der schweren Lasten, welche entweder auch am Boden oder auf den bereits fertig gestellten Mauern zum Einsatz kamen. Die Positioniermaschinen verfügten über einen langen horizontalen Greifarm an dem ein Bronzeblock entlang gleiten



Konnte um dem Gewicht der zu hebenden last entgegenwirken zu können. Das Gegengewicht der Bronzeblock, wurde über ein Horizontales Gewinde eingestellt. Je nach Last, verschoben sie diesen Block in horizontaler Richtung nach vorn oder nach hinten.

Brunelleschis Nachwirkung

Schon zu Lebzeiten bekam Brunelleschi durch Zeitgenossen wie den Erzbischof, den florentinischen Schriftsteller Flavio Biondi oder den Staatsmann und Philosophen Matteo Palmieri besondere Anerkennung für den Bau der Domkuppel.

Die Kuppel Brunelleschis war Vorbild für berühmte Maler und Architekten. So entwarf beispielsweise der Architekt Giuliano da Sangallo seine Wallfahrtskirche Santa Casa di Loreto



nach Brunelleschis Vorbild..

Die Kuppel und der Tambour zeigen eine deutliche Ähnlichkeit mit der des Florentiner Doms.

Auch Leonardo da Vinci war vom Wirken Brunelleschis beeinflusst

(Wallfahrtskirche Santa Casa di Loreto)

Brunelleschis innovative Erfindungen machten ihn zum Wegbereiter der modernen Bautechnik. Nach der Fertigstellung griffen nachfolgende Kuppelbauer zunächst zu den konventionellen Seilwinden und Flaschenzügen zurück. Wie schon erwähnt, vermutet man das dies damit zu tun hatte, das Brunelleschi einziger *Know-How-Träger* war und so gut wie keine technischen Zeichnungen zurück ließ.

Brunelleschi war ein überaus begabter Künstler, Konstrukteur und Architekt. Er gilt zu den Hauptgründern der Renaissance-Architektur. Obwohl sein Hauptwerk die Domkuppel noch gotische Stilelemente aufweist, was daran liegen könnte das er gewisse Auflagen des Dombauamtes einzuhalten hatte, sind seine neuartigen innovativen Maschinen weit über das hinausgegangen, was bis zu seinem Bau technisch umgesetzt worden war. Die Kuppel ist über Jahrhunderte hinweg Objekt wissenschaftlicher Untersuchungen. Der Anlass hierfür war die Stabilität, die Interesse an der Erforschung und Gerüchte über vermeidliche Eisenketten dieser außergewöhnlichen Konstruktion.

Literatur- und Quellenhinweise

_Fanelli, Giovanni und Michele: Die Kuppel Brunelleschi Geschichte und Zukunft eines Großen Bauwerks, Verlag Schnell und Steiner 2004

_Pizzigoni, Attilio: Filippo Brunelleschi, Verlag Artemis und Winkler 1991

_Klotz, Heinrich: Filippo Brunelleschi. DVA 1990

_Schedler, Ute: Filippo Brunelleschi (1377-1446) Synthese von Antike und Mittelalter in der Renaissance, Verlag Imhof Petersberg 2004

_ http://de.wikipedia.org/wiki/Filippo_Brunelleschi

_ http://de.wikipedia.org/wiki/Santa_Maria_del_Fiore