

International Workshop

Conservation Technology for wooden constructions
of Chinese traditional Architecture
Ningbo, Zhejiang

Examinations of the BAOGUO TEMPLE

Hefei University

Deutsche Hochschule Hefei

HAWK Hildesheim/Germany

Tongji University - Architecture Conservation Laboratory

Ningbo University



BAOGUO TEMPLE NINGBO

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens sind zur Untersuchung von historischen Tempeln in Hinblick auf die Dauerhaftigkeit durchzuführen. Hierbei sollen Instandsetzungsmöglichkeiten und Konservierungskonzepte für diese Kulturobjekte entwickelt werden und Vorgaben für Ersatzbaustoffe gegeben werden. Untersuchungsgegenstand sind die historischen Temperanlagen der Song Dynasty in der Zhejiang Provinz in China.

“The Baoguo Temple (Chinese: 保国寺; pinyin: Bǎoguó sì) is a Mahayana Buddhist temple located in the Jiangbei district, 15 kilometres (9.3 mi) north of Ningbo, in Zhejiang Province, People's Republic of China. It is noted as the second oldest surviving wooden structure in southern China since the main hall of the present temple dates back to 1013 AD during the Northern Song dynasty.”

作为研讨会的一部分，Baoguo寺庙在宁波的损害评估和故障分析要执行。湿度技术研究/水分行为计算补充车间。

在这里，要回答的问题，加热空气的程度和污染结构技术上潮湿或因大量或雨衰减。这导致对象和空气之间的相互作用（热/吸湿/占空比）。这些相互作用导致的后果，以体积和尤其冰或盐形式的变化（冻融），以在该材料的结构应力，这可能会导致该材料的复合材料的本身或破坏的破坏。该系统中的组件穿透水分大大借记这个加法。

本研究着重于宋代浙江省中国历史脾气植物。

“在报国寺（中国：保国寺；拼音：Bǎoguó sì）是大乘佛教寺庙位于江北区15公里（9.3英里），北接宁波，浙江，中国的人民共和国。由于本寺庙的正殿北宋时期的历史可以追溯到公元1013应该注意到在中国南方第二现存最古老的木结构”。

Ningbo Exkursion

Untersuchung der Baogou Tempelanlage
Ningbo
Architektur

Gruppe 1

YangQinyu, NBUT

WuQunying, NBUT

Sören Buck, HAWK

Myriam Schüler, HAWK

Wu HaoRan 1410081014 Uni HF

Du XingLong Uni HF

Zhu S houWen, Uni HF

Wu Hao, Uni HF

Allgemein 概览

- Erbaut 1013 (Song Dynastie) auf dem Gelände der alten, bestehenden Tempelanlage
- Älteste bestehende hölzerne Anlage in China
- Erweiterung und Reparatur während der Qing Dynastie/Mischen der Stile



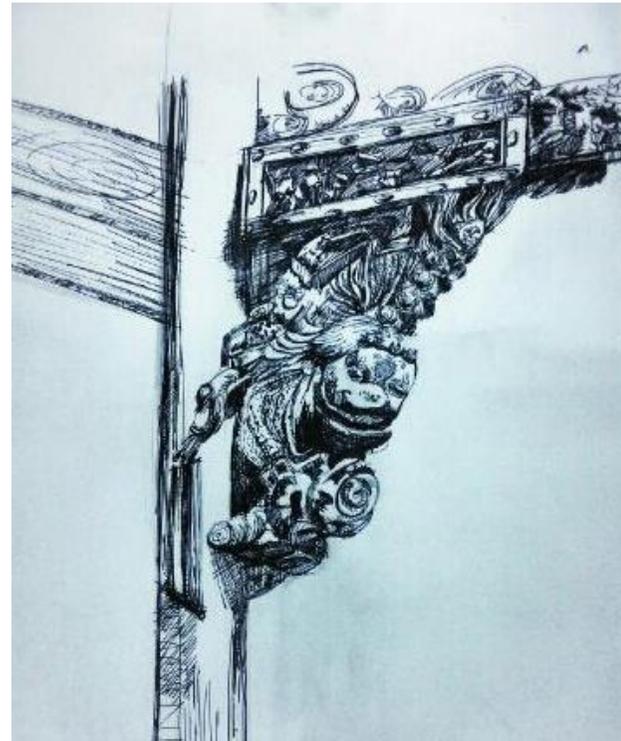
- 宁波报国寺建成于1013年（宋朝），是一座年代久远却依然伫立的寺庙建筑。
- 是中国现存的最早的木结构建筑之一
- 在清朝时经历了修葺与扩建，并混合了宋清两代的建筑风格

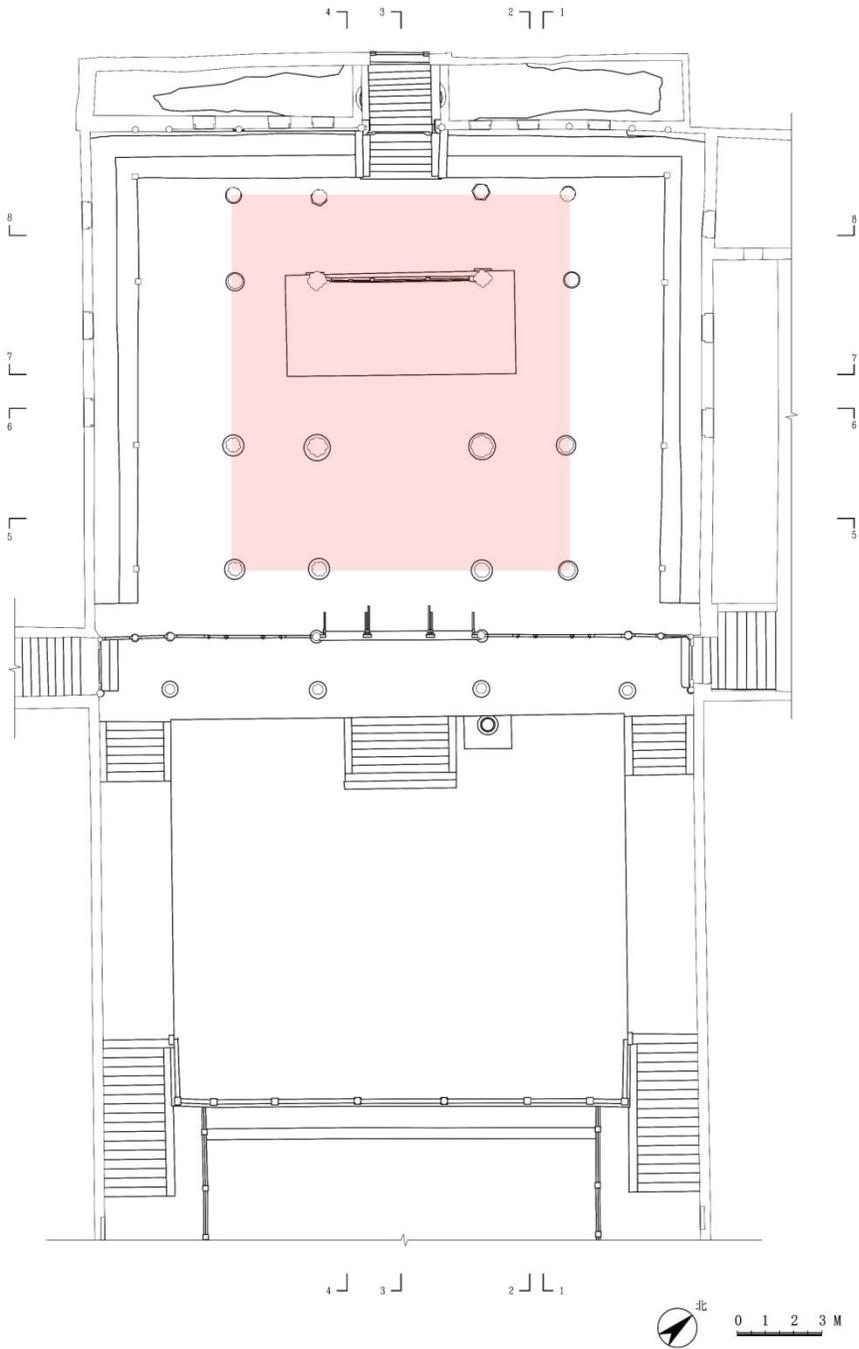


Das Gebäude 建筑尺寸

- Ursprüngliche Maße:
11,91m * 13,35m = 3*3 Räume
- Aktuelle Maße:
21,80m * 19m = 5*3 Räume
- Hauptgebäude der Anlage
- Gebäude umrahmt von Fujiezhouzha zur Dekoration

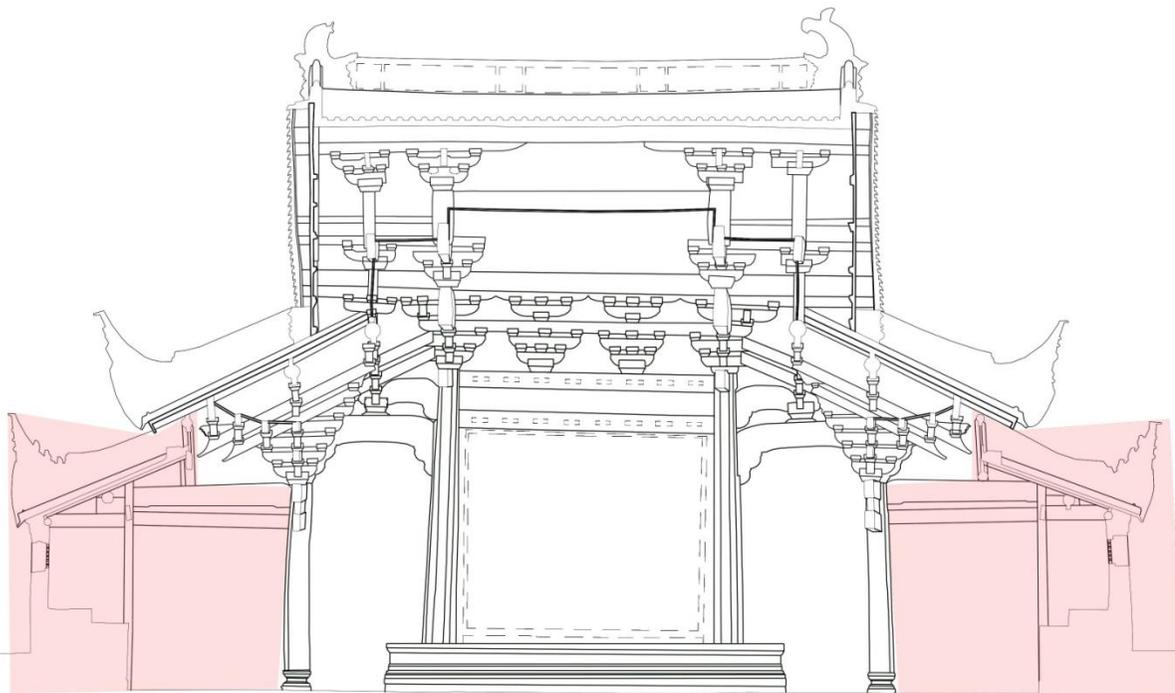
- 最初的尺寸 11,91m * 13,35m 三开间
- 扩建后的尺寸 21,80m * 19m 五开间





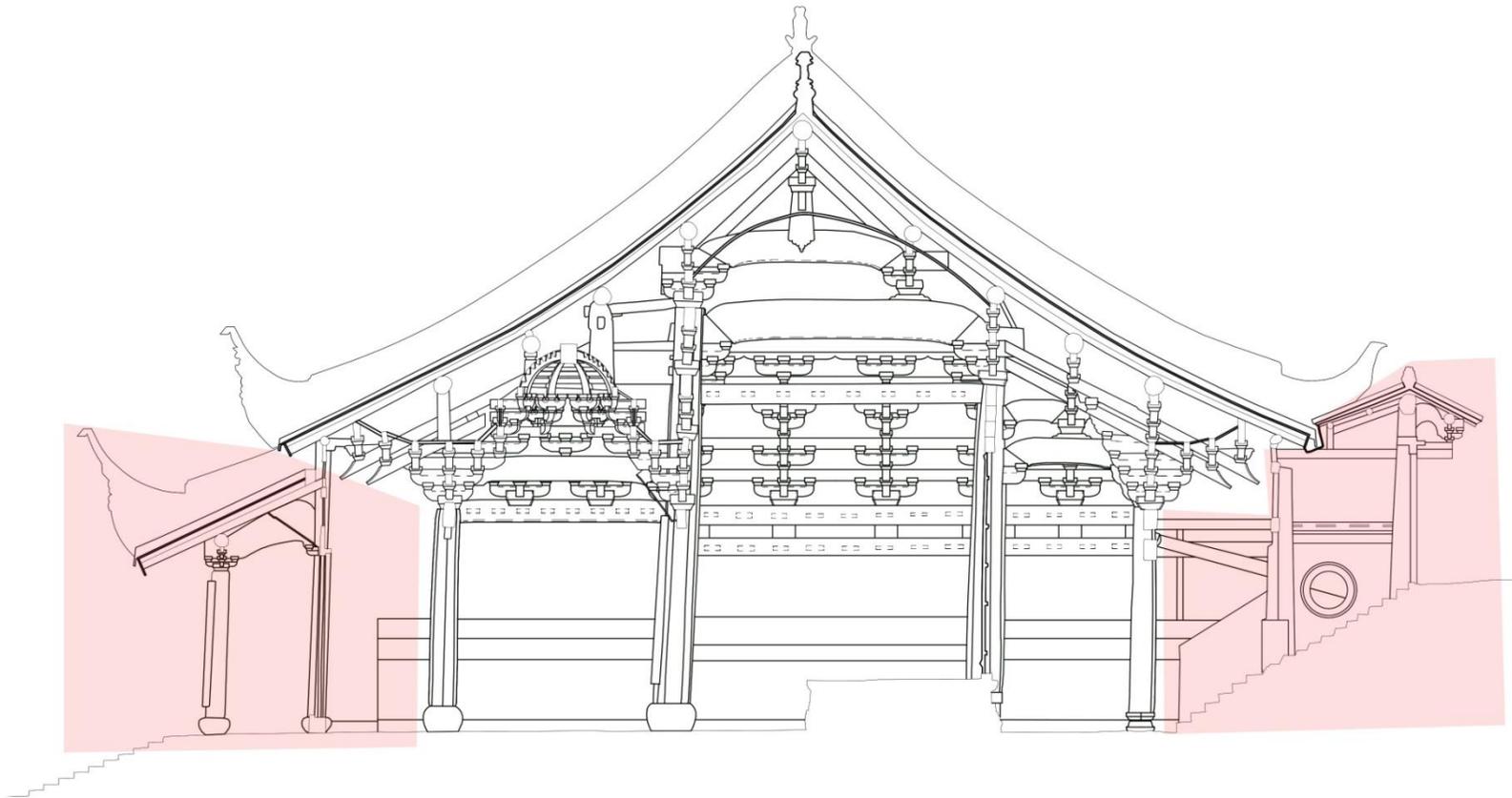
Grundriss
平面图

Schnitt A-A



0 1 2 3 M

Schnitt B-B



0 1 2 3 M

Song Dynastie 宋朝

- Grundrissplanung
 - Breite > Länge
 - Ausgebauter Vorplatz des Gebäudes (Qiancao) für religiöse Nutzung
 - Symmetrie, teilweise im Detail gebrochen
 - Geordnetes Stützenraster
 - Unterschiedliche Höhe im vorderen und hinteren Raum
 - Zaojing - Gewölbe
- 平面图
 - 进深大于面宽
 - 建筑物前部的扩建部分（前槽）用于宗教用途
 - 对称性，在细节上有部分的违反
 - 柱网规整，不求对称
 - 前后空间有不同的高度

Qing Dynasty 清朝

- Betonung des Hauptgebäudes
- Dachform Xieshan
- Dekoration des Dachs
 - Firstfiguren
 - Dachgratkappen mit Figuren
- Fangshui gewinnt an Bedeutung
- Naturverbundenheit und einbeziehen der Landschaft
- Vorgabe der Farben
 - Schwarz
 - Schwarz-Grün
 - Braun
 - Rot als Ausnahme (Kaiserfarbe)
- 佛殿变成建筑群主体，体型高大，歇山顶
- （建筑群：佛殿、经堂、山门、僧舍、佛塔等）
- 屋顶形制:注重装饰性处理（eg.屋脊雕饰、檐口等）
- 讲究风水（eg.建筑开口等）
- 亲近自然（注重景观园林等）
 - 色彩运用
 - （黑色、黑绿、棕色
 - 红色（受允许可用））

Gebäudeform 建筑形制

- Breite > Länge
Hangsituation wird als Schutzfunktion genutzt
 - Merkmal der Song und Yuan Dynastie in der Zhejiang Provinz
 - Erweiterung in die Breite – Verstärkung der Betonung des Buddhas durch Vergrößerung des mittleren Raums
 - Fangshui
- 进深大于面阔
 - 这种建筑形式主要起保护与稳定的作用
 - 面宽的扩大——增大了当心间的空间，强调并突出佛像
 - 防水作用

Dach 屋顶

- Nicht Luftdicht
 - Durchlüftung und Zirkulation
 - Verhinderung von Wärmestau
 - Vermeidung von Schwitzwasser
- Zaojing
 - Dekoration

- 通风
- 主要起通风与空气循环的作用
- -预防热量堆集
- 顶部的藻井-装饰作用



Dachverzierung 屋顶装饰物

- First Elemente
 - Drachen-Eule
Glück, Vermögen,
Reichtum
- Gratkappen
 - Verzierung mit Tier Figuren
 - Nur bei Teilen der Qing

- 首要元素 龙-仙鹤
- 是一种吉祥，好运与财气的象征
- 脊柱
- 运用动物的形象进行装饰
- 只运用在清朝扩建的部分上





Dachsteine 瓦当

- Dekoration der Traufstücke
 - Unterscheidung alt/neu durch Bildsprache
 - Bsp.: Neu – Blume
 - Alt –
 - Drachen
 - Unterscheidung Song/Qing
 - Bsp.: Song – Drache, Lotus, Schriftzeichen
 - Qing – Drachen, Blume
- 飞檐的装饰
 - 新老部分的区别
 - 例：新-花朵纹
 - 老-龙纹
 - 宋清部分的区别
 - 例：宋-龙纹，莲花纹，汉字
 - 清-龙纹，花朵纹



Stützen 柱子

- Alte Stützen
 - Form geprägt von Materialmangel (Querschnitt Kürbisform)
 - Schrägstellung
 - Unterschiedliche Basen
 - LuDou als Kapitell
- Neue Stützen
 - Quadratischer Querschnitt
 - Ohne Verzierung
 - keine Basen
- 老的柱子
 - 由于材料的短缺采用这种形状（瓜棱柱）
 - 形状是倾斜的
 - 不同的柱础
 - 栌斗作为柱子的顶端支撑
- 新的柱子
 - 横截面为正方形
 - 没有装饰物
 - 没有柱础

Schriftzeichen am Gebäude 建筑物上的汉字

- Dachsteine
„Doppeltes Glück“
- Zierelement
„Langlebigkeit“
- Schrifftafel

- 瓦当 双喜
- 装饰件 表达长寿的含义
- 匾额



Dachfuge 屋顶结合处

- Verbindung altes und neues Dach
- Neues Dach unterhalb des alten Dachs befestigt
- Materialwechsel sichtbar – innen
- Äußerer Übergang kaum wahrnehmbar
- 将新老屋顶接合在一起
- 新屋顶在老屋顶的下方，起加固作用
- 内部建材的变化很明显，是可见的
- 外部建材的变化基本上不可见



Elemente buddhistischer Tempel 佛教寺庙的元素

- Hauptgebäude mit Anordnung der Nebengebäude und Gärten
- Türschwelle
- Podest und Holzwandelement
- Schrift
- Betonung der Horizontalen
- Symmetrie
 - im Detail gebrochen

- 由主建筑，附属建筑和花园共同组成
- 门槛
- 楼梯平台和木质走廊
- 突出并强调地平线和建筑物的线条
- 对称性-在细节上有违反

Erhalt und Schutz des Tempels

Variante 1

报国寺保存与保护的方法一

- Abbau des Originals
 - Nachbildung des Originals unter Berücksichtigung der Vermeidung neuauftretener Bauschäden
 - Behandlung und Trocknung der original Substanz
 - Wiederaufbau des Originals in klimatisch geschützter Atmosphäre (Halle, Museum o.ä.)
- 原始部分的分解
 - 对原始结构的防治要考虑避免可能产生的新的破坏
 - 处理并烘干原始的材料
 - 在有保护的气候中对原始部分进行重建（比如大厅，博物馆等场所）

Erhalt und Schutz des Tempels
Variante 2
报国寺保持与保护的方法二

- Materialgerechte Behandlung und regelmäßige Pflege der Konstruktion
- Austausch der beschädigten Teile
 - Verhinderung Funktionsausfall

- 合理的处理方法并定期对建筑结构进行维护
- 将损坏的部件进行替换
- -预防功能失灵





Holztragwerk Baoguo Tempel

Gruppe 2

- 1 Cao Jie; Hefei Universität; 1410081008
- 2 Xie Qin; Heifei Universität; 1410081006
- 3 FanMengbiao; HefeiUniversität; 1410081013
- 4 ChenRuobin; HefeiUniversität; 1410081018
- 5 Yannick Wolfgardt; HAWK Hildesheim; 641553
- 6 Jesco Kruse; HAWK Hildesheim; 643865
- 7 Huang Qingqing; Ningbo Universität
- 8 Chen Jialei; Ningbo Universität

Ablauf

目录

Deutsch

1. Baustoff Holz
2. Stützen
3. Haupttempel
4. Verbindungen
5. Außere Halle
6. DouGong
7. Dachkonstruktion
8. Schiefstellung der Konstruktion
9. Deckenkonstruktion

Chinesisch

1. 木材
2. 柱子
3. 大雄宝殿
4. 连接结构
5. 大厅外观
6. 斗拱
7. 屋顶结构
8. 结构的倾斜
9. 天花板构造

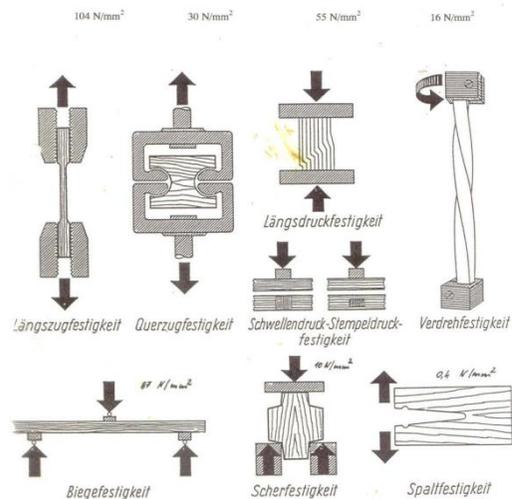


Abb. 54. Schematische Darstellung der Prüftechnik sowie der Prüfkörperformen zur Ermittlung der verschiedenen statischen Festigkeiten im Rahmen der Holzwerkstoffprüfung

Deutsch

Holz ist ein organischer anisotroper Baustoff.

Der Widerstand gegen einwirkende Kräfte ist stark abhängig von der Faserrichtung die durch den Wuchs in Stammrichtung vorgegeben ist.

Druck- und Zugfestigkeit sind parallel zur Faser größer als senkrecht zur Faser. Die Abnahme der Festigkeit steigt etwa proportional mit dem Neigungswinkel der einwirkenden Kraft. Biegefestigkeit ist jedoch senkrecht zur Faserrichtung größer, da parallel zur Faser beanspruchte Bauteile entlang der Fasern „auseinander reißen“.

Zudem hat Holz ein sehr gutes Verhältnis von seiner Festigkeit zu seinem Gewicht.(Reißlänge)

Im Baoguo Tempel wurde hauptsächlich Zedernholz verwendet.

Baustoff Holz 木材

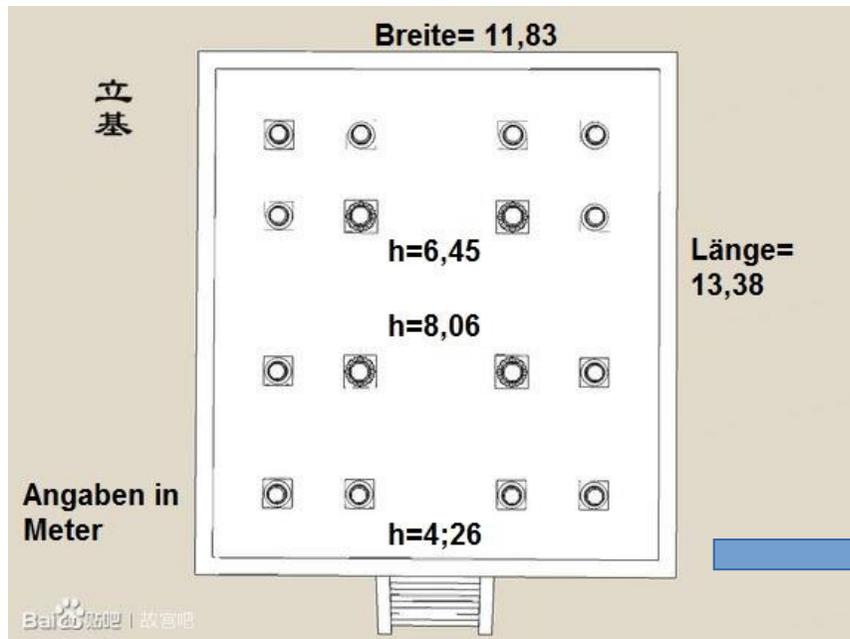
Chinesisch

木材是一种各相异性的建筑材料。木材受力而产生的应力大小与其木纹方向有很强的关联性，而木纹方向则是由树干生长方向所决定的。

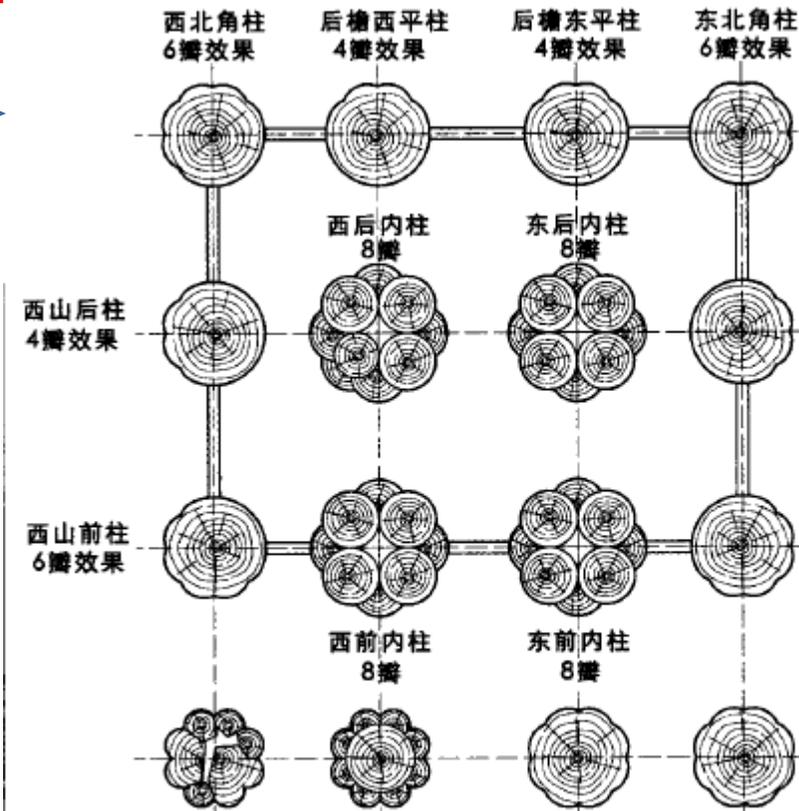
顺纹受力时的抗压和抗拉强度比横纹受力时更高。木材强度随着力与木纹交角的增大而降低。

而弯曲强度则是在横纹受力时更高，因为在顺纹受力时，沿着木纹方向的各个受力部分之间会相互拉扯。另外，木材的比强度也相当不错（比强度是抗拉强度与其密度之比）

在保国寺的建造中就大量使用了黄桧木。



Stützen 柱子



Deutsch

- 16 Stützen
- Symmetrischer Aufbau der Stützen
- Vier Hauptstützen in der Mitte
- Die Hauptstützen sind nicht aus einem Stamm.
- Sie sind aus mehreren Stämmen zusammengefügt.
- Entstehung ungleichmäßiger Tragfähigkeit

Chinesisch

16根柱子被放置在不同的石基上，通过荷载保证了柱子的稳定性。在建造时，遵循了先中间四根，再两边最后四角的原则。其中四根中心柱子是由八根树干组成。

Stützen 柱基

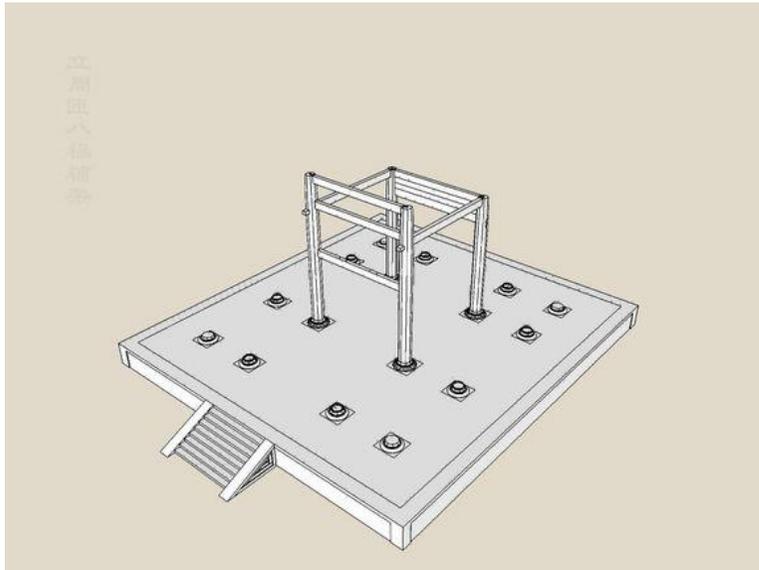
Deutsch

- Die Holzstützen stehen lose auf auf Steinsockeln. Die Lagesicherheit wird allein durch die Auflast gewährleistet.
- Zudem wird verhindert das die Stützen im Wasser stehen und Schäden entstehen.

Chinesisch

在大殿中，有六种形式的柱础。
柱础部分为石墩，有防潮作用。柱身与柱础之间完全没有粘结，仅靠大殿屋顶自重使得两者连接。





Hauptempel 大雄宝殿

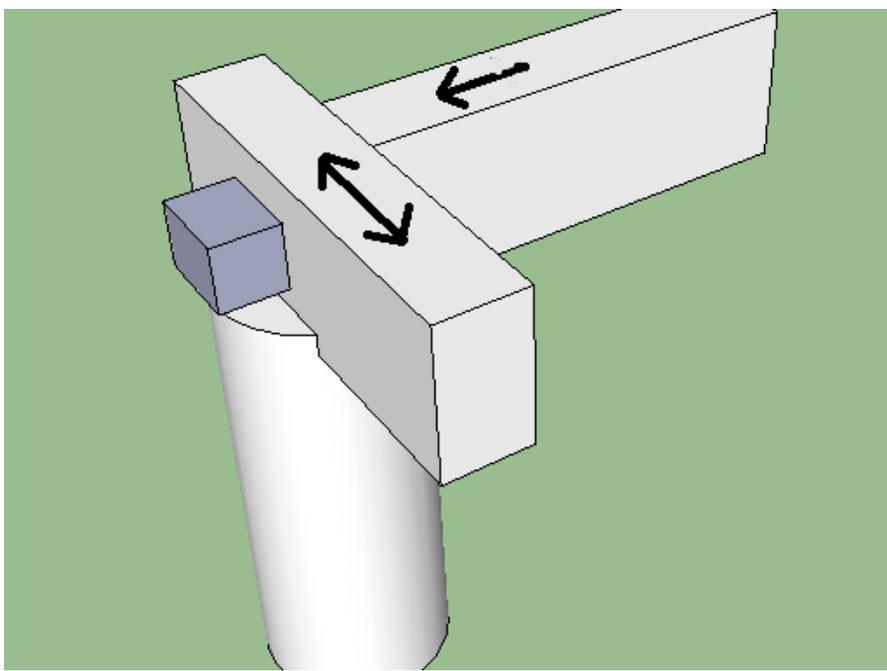
Chinesisch

- 四根中心柱子通过几种不同的横梁连接。
- 横梁与柱子之间的这种固定结构阻碍了建筑的移动
- 所有的连接都没有钉子，螺丝和粘合剂
- 榫和卯的连接

Deutsch

- Vier Hauptstützen durch mehrere Riegel verbunden.
- Die Riegel halten die Stützen im Winkel und verhindern ein Verschieben der Konstruktion.
- Alle Verbindungen ohne Nägel, Schrauben oder Leim.
- Schlitz und Zapfen Verbindungen.





Schlitz und Zapfen Verbindungen 榫卯连接

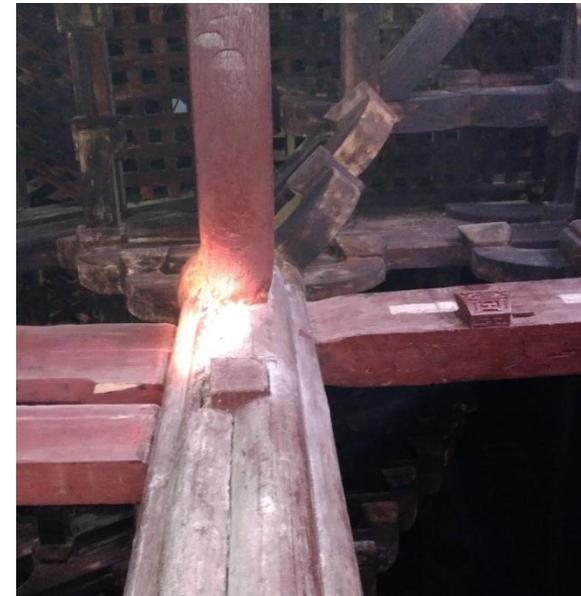
Chinesisch

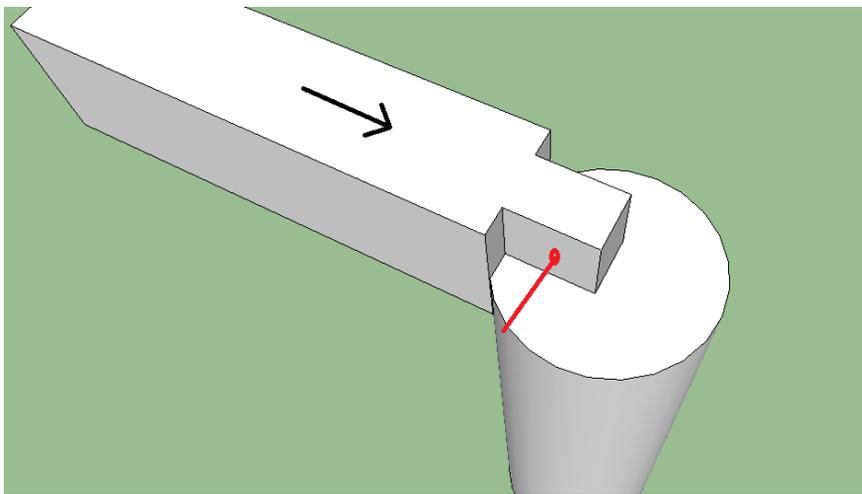
柱梁交接较多的使用了直榫。是将木材的榫头与榫卯部分做成矩形的结合方式。按照接合外观可以分成暗榫和明榫。

图中我们看到的是明榫

Deutsch

- Druck und Zugfeste Verbindung der Riegel.
- Verbindung relativ biegesteif, ein Übertragen von Momenten aus den Riegeln in die Stützen ist möglich





Schlitz und Zapfen Verbindungen 榫卯

Deutsch

- Druckfeste Verbindung. Übertragung von horizontalen Schubkräften die Momente in den Stützen erzeugen.
- Relativ biegesteif, jedoch auch hier keine Festeinspannung.
- (rot) Könnten durch Holznägel gesichert werden. Im Tempel jedoch nicht vorhanden.
- wahrscheinlich konischer Zapfen.

Chinesisch

- 密闭连接。水平推力的传递在支撑物体上产生力矩。
- 相对而言不易弯折，但是这里也不存在固定的紧绷状态。
- 可以通过木栓被锁住，但是在寺庙里不存在此结构。
- 极有可能是锥形的栓子。



Deutsch

Wenige Zapfen wurden durch Holznaegel vor und nach der Stuetze gesichert.

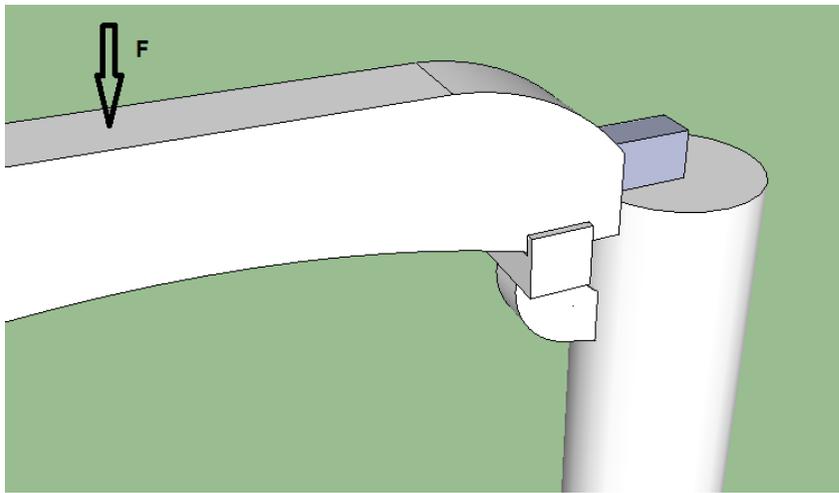
Dadurch entsteht eine Zug- und Druckfeste Verbindung. Der Holznaegel wird senkrecht zur Faser belastet. Die aufnehmbaren Horizontalkraefte werden durch den Widerstand der Holznaegel bestimmt.

Schlitz und Zapfen Verbindungen

榫卯

Chinesisch

保国寺大殿西顺栿串南端入前内柱，柱子和横梁之间通过榫进行连接，通过插销的方式防止晃动，从而加强稳定性。



Auf Biegung beanspruchte Riegel
弯矩力作用于横梁

Deutsch

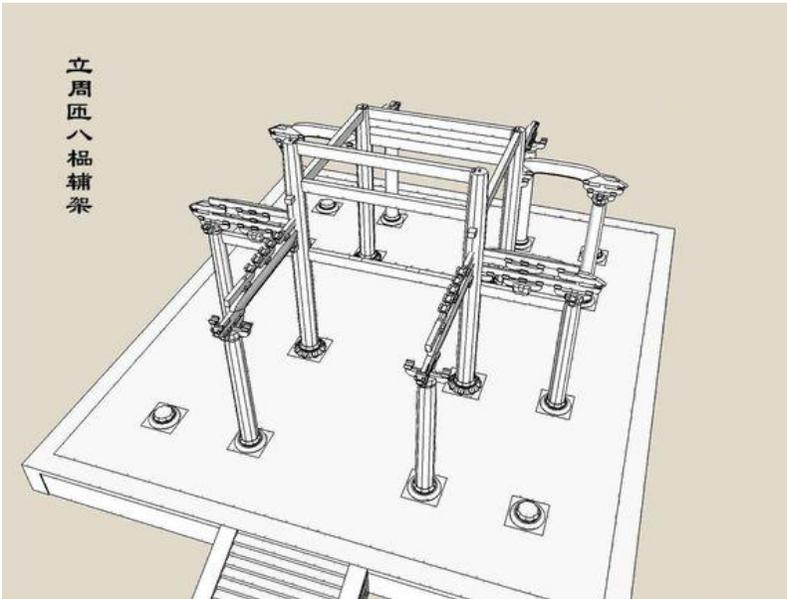
- Bogentragwirkung
Auflast wird direkt in die Stütze als Normalkraft übertragen. Relativ geringe horizontale Schubkräfte
- Teilweiser Lastabtrag über Bögentragwirkung und teilweise über Zapfen als Moment in die Stütze.

Chinesisch

- 弯曲承载作用 荷载在支撑物体上直接转化为标准水平推力会相对较小
- 部分负载消除通过弯曲承载作用，导致梁产生一定程度的变形，部分通过栓作为力矩在支撑物体上



立周匝八楹辅架



Deutsch

Weitere Stützen mittels Dougong Verbindungen über Riegel an das Tragwerk angeschlossen.



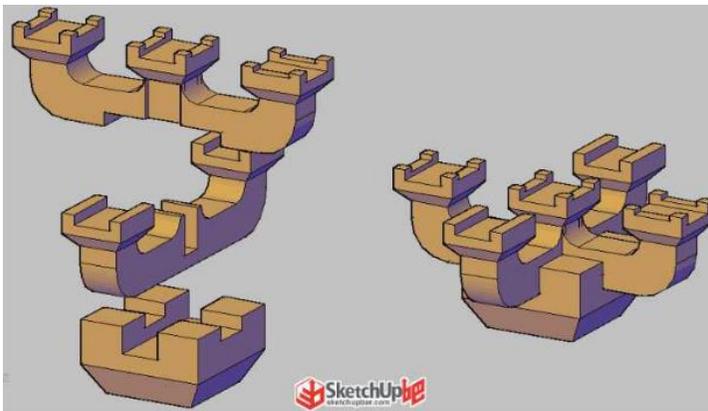
Äußere Halle
大厅外观

Chinesisch
其他柱子和梁通过斗拱连接



Deutsch

DouGong ist eine traditionelle chinesische Art Holzbauteile ohne Nagel, Schrauben oder Leim zu verbinden. An den Kontaktstellen von Stützen und Balken gibt es eine U-Förmige Verbindungsart. Diese Konstruktion heißt Gong. Der Quadratische Holzblock zwischen Gong und Balken heißt Dou.



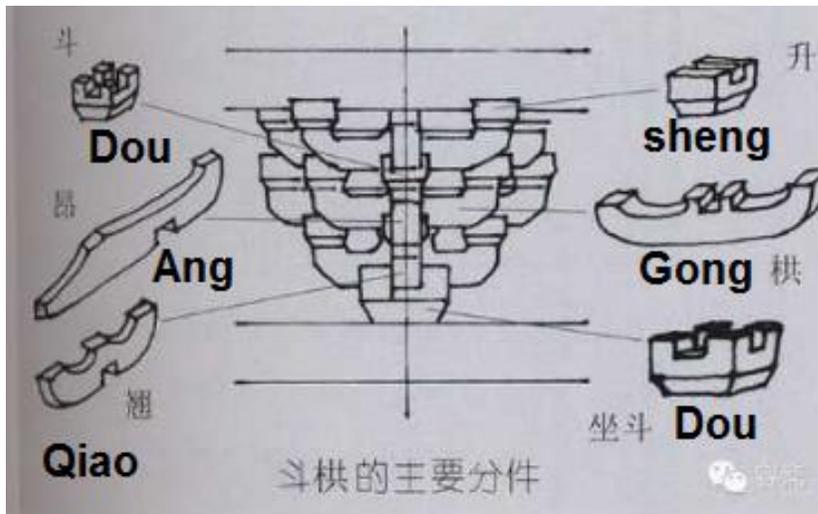
DouGong (traditionelle Holzverbindung)

斗拱 (传统的木质连接)

Chinesisch

中国建筑特有的一种结构。在立柱和横梁交接处,从柱顶上加的一层层探出成弓形的承重结构叫拱,拱与拱之间垫的方形木块叫斗。合称斗拱





DouGong (traditionelle Holzverbindung)

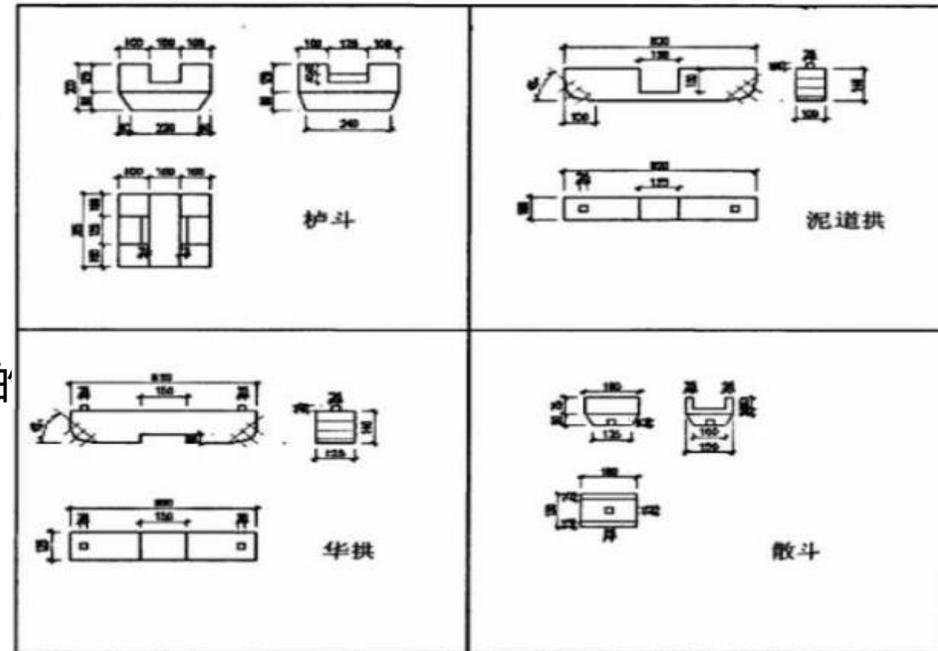
斗拱

Deutsch

DouGong besteht aus Dou, Gong, sheng, Qiao und Ang

Chinesisch

斗拱，是汉族建筑上特有的构件，是由方形的斗、升、拱、翘、昂组成。





Deutsch

Vielseitig einsetzbar zur Verbindung von z.B. Stützen, Riegeln und Sparren.

Sammelt lasten und überträgt Normalkräfte direkt in die Stützen oder Konzentriert Lasten auf Riegeln in denen Momente entstehen.

Verringert die Durchbiegung von Riegeln geringer Querschnitte. Zum Teil nur optische Aspekte



DouGong (traditionelle Holzverbindung)

斗拱

Chinesisch

一、它位于柱与梁之间，由屋面和上层构架传下来的荷载，要通过斗拱传给柱子，再由柱传到基础，因此，它起着承上启下，传递荷载的作用。

三、它构造精巧，造形美观，如盆景，似花篮，又是很好的装饰性构件。

三、榫卯结合是抗震的关键。

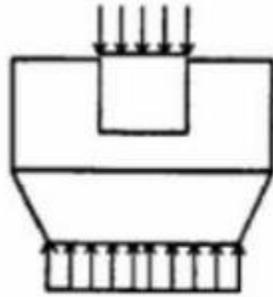


图 2-5. 栌斗受力分析

Fig.2-5 mechanical analysis of ludou

Deutsch

- Das LuDou ist das Fußstück des DouGong Systems. Die gesammelten Druckkräfte werden über das Bauteil in die Stützen oder Reigel abgetragen.
- Innerhalb des DouGong Systems ist dieses Bauteil am Stärksten auf Druck beansprucht.

DouGong (traditionelle Holzverbindung)

斗拱

Chinesisch

在斗拱系统中，栌斗是主要的受压构件，它在斗拱中承受的压力最大，将上部的所有压力传递到下部的柱以及与之连接的阑额和枋

DouGong (traditionelle Holzverbindung)

斗拱

Deutsch

Das HuaGong sind übereinander gelagerte Querbalken, die die Druckkräfte über Normalkräfte und Momente an das nächste Glied weiterleiten.

Chinesisch

横向的华拱是个构件中承受弯矩最大的构件，它主要承担着结构上部传下来的压力，且压力集中在华拱的中间和两端。

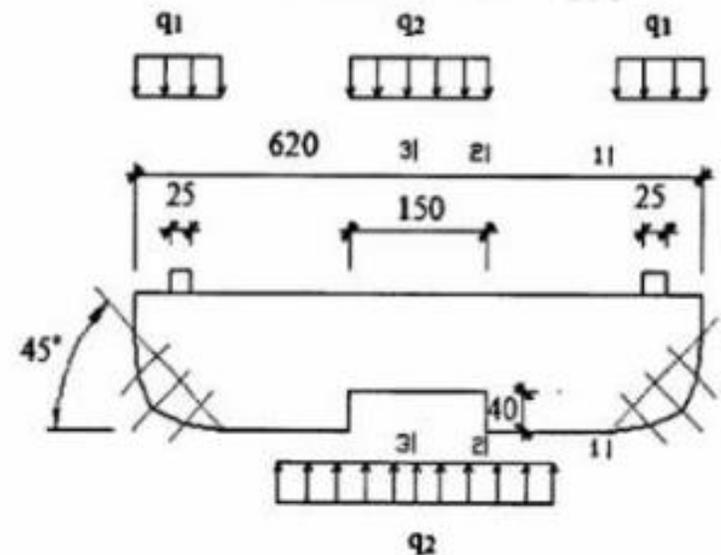
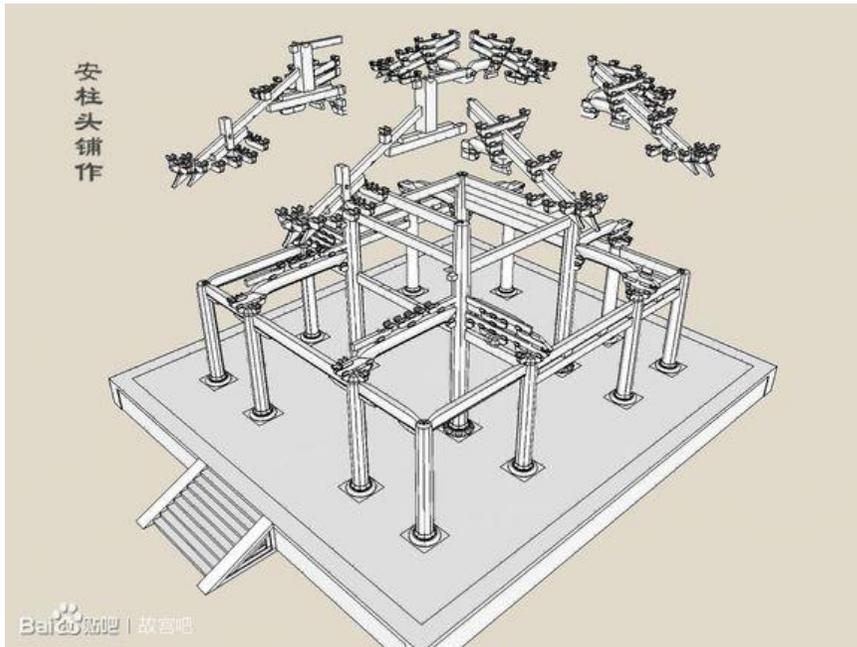


图 2-6. 华拱受力分析

Fig.2-6 mechanical analysis of huagong



Dachkonstruktion 屋顶结构

Chinesisch

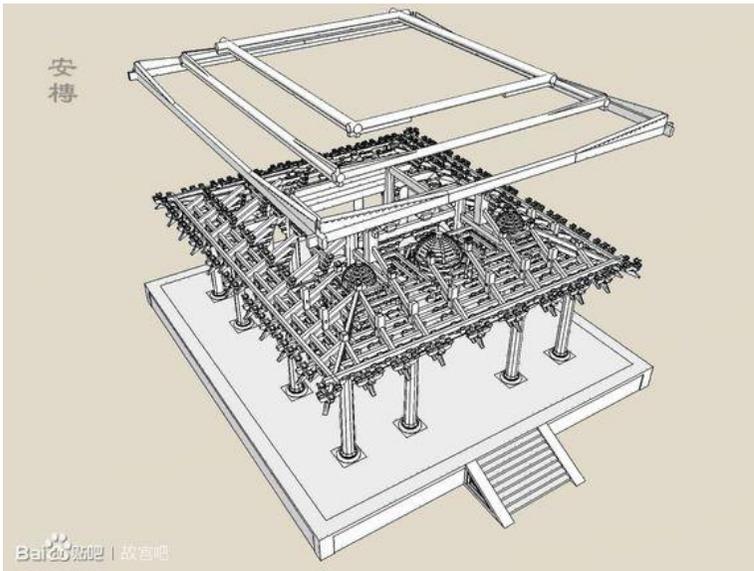
中间的横梁与4根主要承重柱通过斗拱相连接，斗拱起到传递屋面荷载到柱身的作用。

Deutsch

-Auf die mittels Riegel verbundenen Stützen sind durch weitere Dougong Steckverbindungen Balken (Funktion wie Sparren) aufgesetzt. Sie bilden die Unterkonstruktion für die „Pfetten“ der unteren Dachebene.

Annahme: Aufgrund von Materialmangel mussten kleinere (kürzere und schmalere) Balken zusammengefügt werden.

整个斗拱大小不一，因为构造的原因，必须分成多个较小的构件，然后再通过不同的方式拼装。



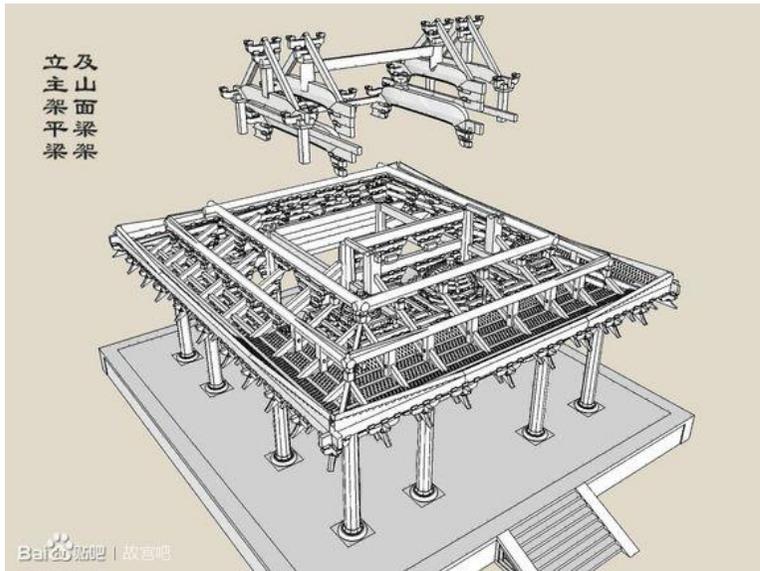
Deutsch

- “Pfetten/Ringanker“
- Oberhalb der unteren Dachkonstruktion sind drei Rahmen angeordnet.
- Leiten keine Lasten in Giebelwände, sondern verbinden „Sparren“.
- Umfassen das Gebäude und können somit Horizontalkräfte aufnehmen.

Dachkonstruktion 屋顶结构

Chinesisch

- 桁条
- 下屋顶的上方由三个框架组成
- 桁条不会传递荷载到山墙上，而是连接椽木
- 桁条包围了整个建筑，使得水平方向的推力得到很好的分散。



Dachkonstruktion 屋顶结构

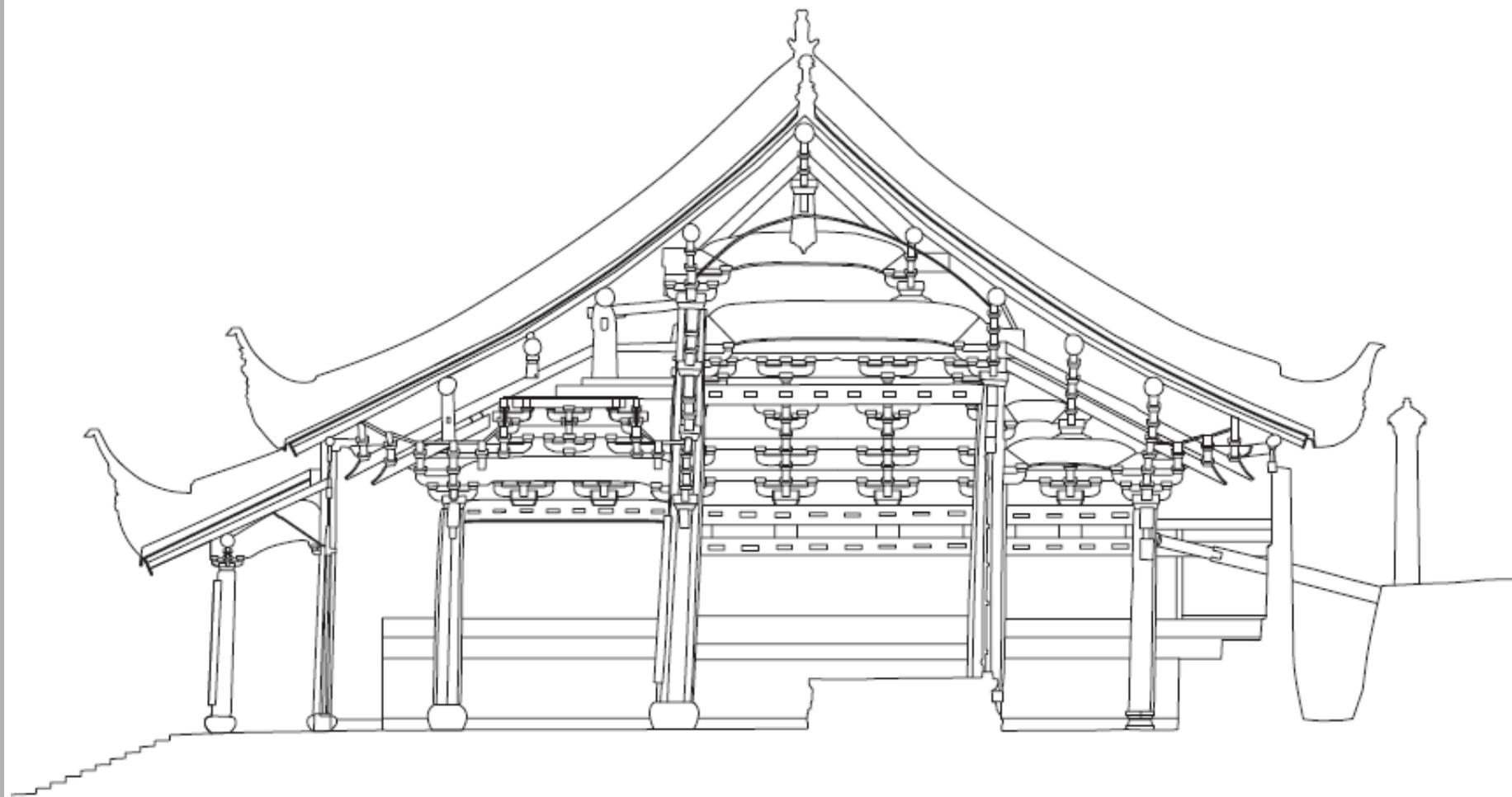
Chinesisch

—在中国古代建筑屋顶样式很多，主要由屋面屋脊等部分组成。保国寺运用了重檐歇山顶，它既有最疾奔形式的单檐歇山顶，以及变化形式的二层、三层或多层屋顶的重檐歇山顶。

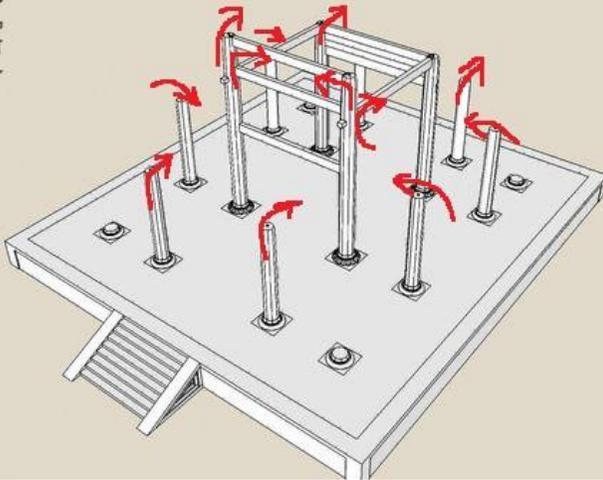
Deutsch

-Auf die Hauptstützen ist ein Giebeldach gesetzt (zweite Dachebene) welches mit der unteren Ebene ein Fußwalmdach bildet.





立周匠八楹辅架



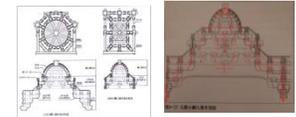
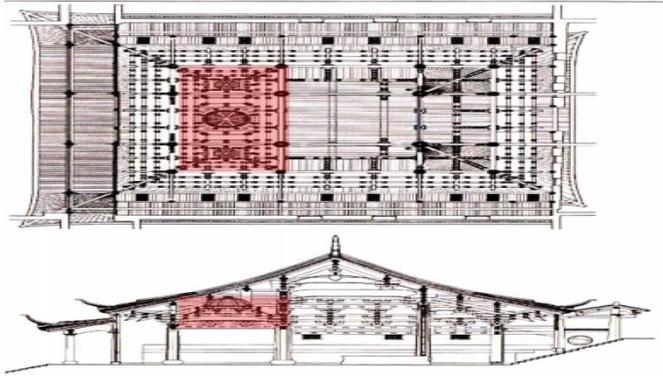
Gefährdung der Konstruktion 结构的稳定性

Deutsch

Die Haupthalle neigt nach Nordosten. Durch Messungen der Ninbo Universität wird der Vortschritt der Neigungswinkel Dokumentiert. In den letzten Jahren wurden zur Verstärkung / zum stützen der Konstruktion vier Druckglieder im Norden montiert. Leider ist die Ursache der schiefstellung noch unbekannt und es werden lediglich die Auswirkungen bekämpft.

Chinesisch

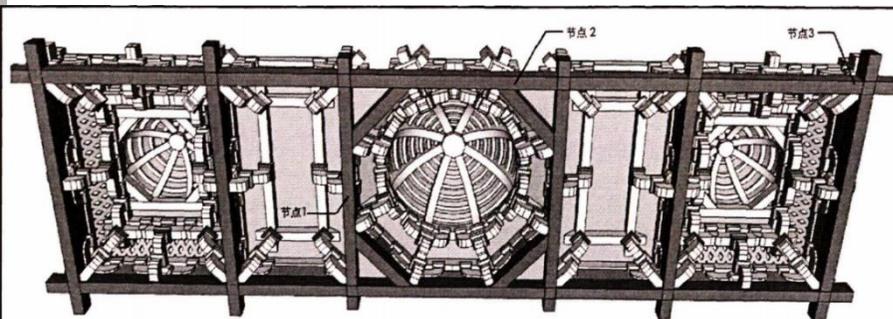
大殿整个是向东北方向倾斜，东北方有山。在殿后，隐藏有依山而斜撑殿身的四根木柱，正是这四根斜着支撑的木柱子才使整个殿得以千年巍然不动：由于倾斜，整个结构向东北方向挤压，在自重力的作用下，这反而形成自锁受力，相比于仅是垂直受力状态更加牢固。大殿内部的两旁柱向中柱倾斜，以降低重心，使建筑更稳固。



Deckenkonstruktion 天花板构造

Deutsch

Im vorderen Teil des Tempels gibt es drei Gewölbe aus Holz. Diese Konstruktion gehört jedoch nicht zum Tragwerk, sie ist lediglich eine „abgehängte“ Decke. Auf ihr liegen keinerlei Lasten aus der Dachkonstruktion auf.



Chinesisch

藻井是中国传统建筑中室内顶棚的独特装饰部分。一般做成向上隆起的井状，有方形、多边形或圆形凹面，周围饰以各种花藻井纹、雕刻和彩绘。多用在宫殿、寺庙中的宝座、佛坛上方最重要部位。如下图是保国寺的藻井

保国寺有一个当心大藻井，和两个次间小藻井

它们的位置如图所示，它们的作用相当于现代建筑室内的吊顶

Structural damages-mineral materials

结构损坏-矿物材料

Gruppe 3

1 Yannick Massafra HAWK D161522029

2 Sachar Demtschenko HAWK D161522031

3 Nicole Hefei Universitaet 1410081020

4 Mandy Hefei Universitaet 1410081007

5 Oonagh Hefei Universitaet 1410081001

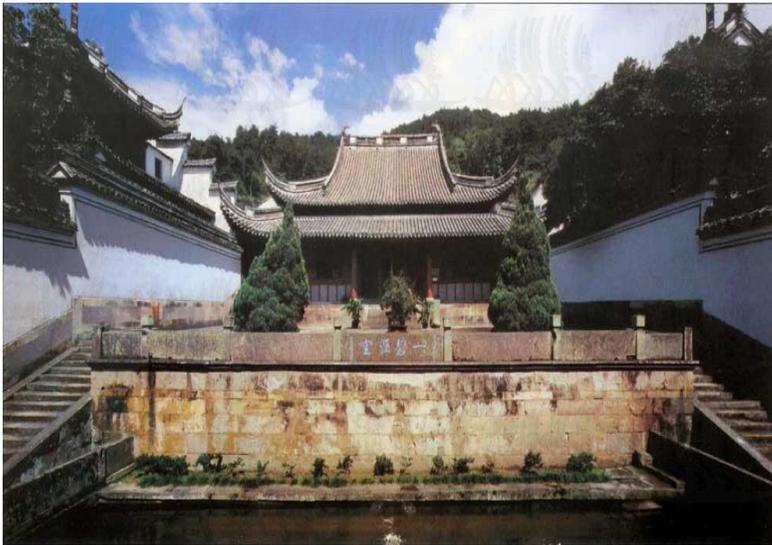
6 Jona Hefei Universitaet 1410081012

7 Christian Nie Ningbo University of Technology 13404140117

8 Guotao Chang University of Technology 13404140130

er





Einfuehrung

Baoguo Tempel ist ein Kloster am Stadtrand von Ningbo, das eine von Chinas ältesten Holzkonstruktionen darstellt, sowie eine zum groesten Teil erhaltene und vollständige Holzkonstruktion aus der Song-Dynastie, welche in der Qing-Dynastie restauriert wurde..

保国寺，是宁波郊区
灵山之麓的一座寺院
，它是中国现存最古
老的木结构建筑之一
，也是中国江南幸存
的最古老最完整的木
结构建筑，为中国重
点文物保护单位。

Sohle

Aufbau:

Grundgestein

Sand, Ton und Tonscherben bis 3,60m

Erde ca. 50cm

Natursteinquader ca. 20cm

Stütze

Aufbau:

Zedernholzstämme

Mineralputz

Farbanstrich

Dach

Aufbau:

Holzsparren

Tonziegel mit Dachfurst geklinkert und verputzt

Mineralische Bauteile

矿物材料建筑构件

Chinesisch

底部构造

根基

沙, 黏土, 陶片

土壤大约50厘米

天然石料厚度大约20厘米

支柱构造

黄桧木

矿物泥浆

涂料

顶部构建

木檩条

黏土砖瓦

屋顶上烧制完成并抹灰的黏土砖瓦

Sohle

Bohrungsplan 不同位置的定点钻孔图



Sohle – Bohrproben 地基钻孔测试

ZK3 编号



①	素填土	67.10	0.50	0.50		素填土：杂色，主要由粘质土、砾砂及少量瓦片组 Erde
②	含砾砂质粘土	63.40	4.20	3.70		Sand %—3 %，切面粗糙，中干强度，中等韧性，无摇振反应，可塑。
③ ₁	熔结凝灰岩	62.80	4.80	0.60	Fels 组成，结构、构造基本破坏，全风化。 熔结凝灰岩：黄褐色，主要矿物成份为长石、石英组成，熔结凝灰结构，块状构造，节理、裂隙发育，锤击易碎，强风化。 熔结凝灰岩：红褐色，主要矿物成份为长石、石英组成，熔结凝灰结构，块状构造，节理、裂隙发育，锤击声清脆，中等风化。	
③ ₂	熔结凝灰岩	62.10	5.50	0.70		
③ ₃	熔结凝灰岩	59.00	8.60	3.10		

Festgestellte Schäden – Sohle 底部的固定损坏

zu Natursteinquader:

● Abplatzungen

● Risse

天然石料体
脱落

断裂



Festgestellte Schäden – Sohle 底部的固定损坏

zu Natursteinquader:

● Setzungen

● Algenablagerung

天然石料体

沉降

水藻附着



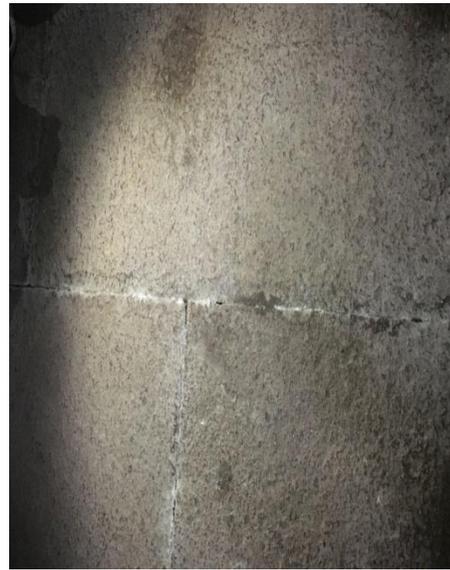
Festgestellte Schäden – Sohle 底部的固定损坏

zu Natursteinquader:

- Witterungs-
abnutzng



- Verfärbungen



天然石料体
回潮 变色

Festgestellte Schäden – Stütze 底部的固定损坏

zu Mineralputz:

- Abplatzungen



- Verformungen



天然石料体
脱落

变形

Festgestellte Schäden – Stütze 支柱的固定损坏

zu Mineralputz:

- Risse



矿物质泥浆
裂缝

Festgestellte Schäden – Dach 屋顶的固定损坏

zu Tonziegel:

- Aushöhlung



- Brüche



黏土砖瓦
水的侵蚀

断裂

Festgestellte Schäden – Dach 屋顶的固定损坏

zu Tonziegel:

- Bewuchs



- Verfärbung



黏土砖瓦
水藻

变色

Festgestellte Schäden – Dach 屋顶的固定损坏

zu Dachfuerst:

- Auswaschung



- Kristallisierung



屋脊

雨水冲蚀形成的孔洞 结晶

Mögliche Ursachen –Sohle 底部损害原因的可能性

zu Natursteinquader:

- Risse durch permanente statische Belastung
- Absetzungen durch Setzung des Berges auf Grund von Unterspülung von Wasser
- Algenbildung und grünliche Verfärbung durch drückendes Wasser
- Abplatzungen, Witterungsabnutzung und weißliche Verfärbung durch Kristallbildung aufgrund von eindringendem Wasser

对于天然石料体

1. 由于长期静荷载产生裂纹
2. 雨水的冲刷导致碎石的堆积
3. 由于寺庙非常潮湿，适于藻类生长，并导致屋面的变色
4. 破损，回潮，褪色是由于水汽因毛细作用进入建筑构件内部侵蚀材料，水分蒸发残留的盐分也会对建筑材料产生不同程度的破坏

Mögliche Ursachen – Stütze 支柱损害原因的猜想

- Risse durch andauernde statische Belastung
- Abplatzungen und Verfrbung durch Salzkristallisation
- Feuchtigkeit im Tempel durch drckendes Grundwasser

裂缝是由于长期的荷载
脱落是由于盐的溶胀
寺庙里地下水的湿气

Mögliche Ursachen - Stütze 支柱损害原因的可能性

zu Mineralputz:

- Abplatzungen und Risse durch Kristallbildung aufgrund eindringender Feuchte
- Tragwerksverformungen führen ebenfalls zu Abplatzungen, Rissen, sowie zu Verformungen

对于矿物质涂层

1. 由于泛潮现象形成的结晶导致的脱落和裂缝

2. 受力结构的变形同样导致了脱落，裂缝，以及柱体的变形

Mögliche Ursachen – Dachfuerst 屋脊损坏原因的猜想

zu Mineralputz:

- Freilegung der Klinker durch schlechte Entwässerung
- Zerstörung der Dachziegel durch tropfendes Wasser
- Zerstörung des Putz durch Kristallisation

天然石料体
引流不畅

瓷砖的滴水

结晶石膏的破坏

Mögliche Ursachen – Dach 屋面损害原因的可能性

zu Tonziegel:

- Aushöhlungen, Bewuchs und Verfärbungen durch defekte Entwässerung (Tropfen)
- Brüche aufgrund von Tragwerksverformungen

对于黏土砖瓦

1. 由于排水设施的缺陷，产生了一个适合藻类生长的环境同时雨水的冲刷腐蚀了墙面
2. 主题的变形导致了飞檐的折断

Instandhaltungsmethoden 保护的方法

- Funktionsfähige Zustand muss erhalten bleiben
- Kulturelle Werterhaltung von Baudenkmalen
- Bei Reparatur sind qualitative und hochwertige Materialien zu verwenden, sowie historische Materialien und Techniken. Diese sind für lange Lebensdauer historische Bauwerke verantwortlich

1. 操作状态必须保留
2. 文物古迹的文化价值
3. 使用高质量高品质的材料替换之前的材料和技术进行维修。这些对于延长古建筑的使用寿命是有重大意义的。

Instandhaltung – Sohle

底部维护

Hydrophobierung:

- Hydrophobierung und versiegelung mit Cyclododecan
- Silicane setzen sich auf den Oberflächenbereich der Kapilare

Kieselsäureesterfestigung:

- Mittel Injektionsspritze oder Pinsel auf Gesteinsoberfläche aufgetragen und dringt in das Oberflächennahe Porengefüge ein
- Hydrolyse aufgrund von Reaktion mit der Feuchte. Entstehung amorpher Kieselsäure
- Sogenannte Kieselgel setzt sich als dünner Film im Porenraum ab und stellt verloren gegangene Festigkeit wieder her

填充剂

1. 将填充剂注射进石头内的孔洞
2. 将外部产生裂缝的地方密封起来
3. 将原先的受力结构重新分布

Instandhaltung – Sohle 底部维护

Drainage:

- Verlegung einer Drainageleitung oberhalb des Tempels zur Abführung des Hangwassers

排水管寺庙上面铺设用于
排出水坡

Instandhaltung – Risse 裂缝维护

- Verfüllung der Risse mit Materialangepassten Mörtel
- Bindemittel dieser Mörtel enthält auch Kieselsäureester

1.用相对应的水泥对裂缝进行回填

2.添加水泥灰土为了增强抗渗性和防水性

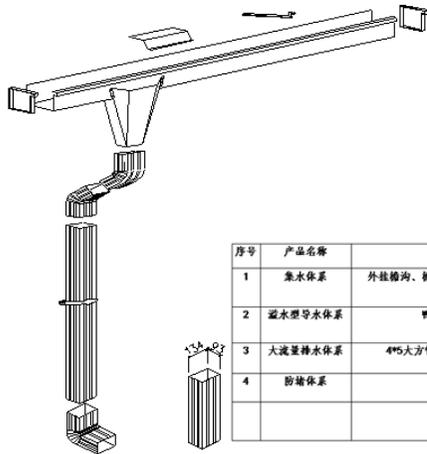
Instandhaltung – Putz 粉刷层的维护

- Kieselsäureesterfestigung
- Der Putz geht mit dem Holz keine chemische Verbindung ein, einziger Halt ist mechanisch durch Oberflächenrauheit
- Abgeplatzten Stellen müssen mit ursprungsnahe Material verfüllt werden
- Oberfläche wird durch Methylester hydrophobiert

1. 硅酸酯的巩固
2. 木头表面的涂层和木头本身没有化学联系，仅仅通过木头本身的摩擦力
3. 脱落的部分必须被原材料回填
4. 顶部必须使用甲酯，使其具有不透水性

Instandhaltung – Ton 砖瓦的维护

- Zerstörte / Zerbrochene Ziegel müssen mit ursprungsnahem Material ersetzt werden
- Es ist ein Entwässerungskonzept für das Dach zu erstellen
- Bewuchs ist zu entfernen



序号	产品名称	组成部分
1	集水体系	外挂檐沟、檐沟封板、钢结构固定件
2	溢水型导水体系	鸭嘴型雨水斗
3	大流量排水体系	4*5大方管、高堵管卡、弯头
4	防堵体系	挡叶罩

1. 已经破损的材料必须用原始的材料替换
2. 通过顶部排水系统的建造
3. 清除顶部的苔藓

Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit

Die Beschädigung des Material von dem Holz

材质损坏-木质

Group X

UNIVERSITY HEFEI1

Mitglieder: Ilan 2

Timo 3

Robin 4

Jennifer 5

Cai Zhiwei 6

Zhao Shilin 7

Frau Chen8



古剎重禪

靈山情氣蘊持一方淨土

寶殿神構留存千古匠德

温馨提示

Querschnitt(概括)

Deutsch

Die Arten und Struktur von der Stuetze

Die Beschaedigung der Stuetze und die
Grunde

Die Temperatur und Feuchtigkeit im Tempel

Die Schritte der Vermessung

Die Analyse der Daten von dem

Wassergehalt

Die Massnahmen des Schutz von der
Stuetze

Chinesisch

柱子的类型及其结构)

柱子的损害及其原因)

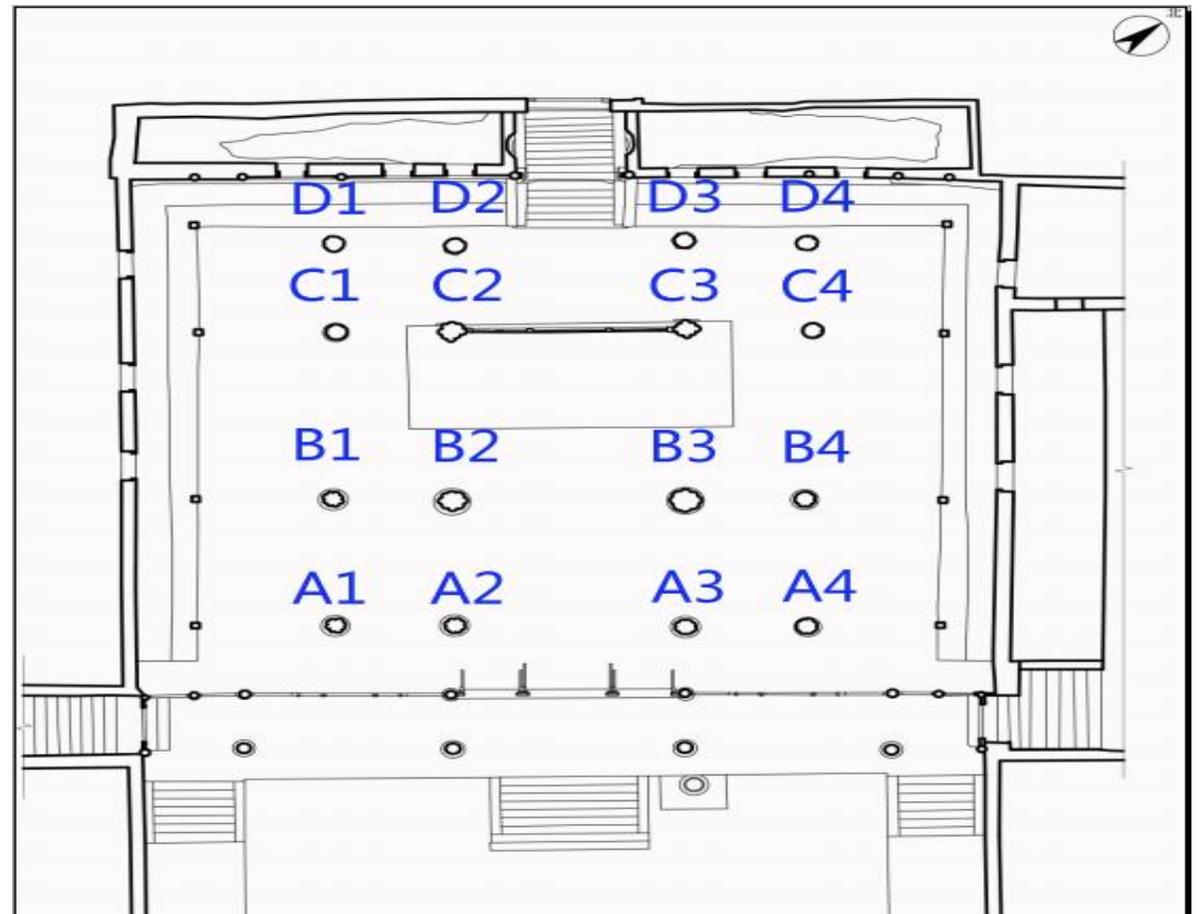
大殿内温、湿度)

测量步骤

含水量数据分析)

保护措施)

Der Grundriss von einem Teil des Tempel
(大殿的平面图)

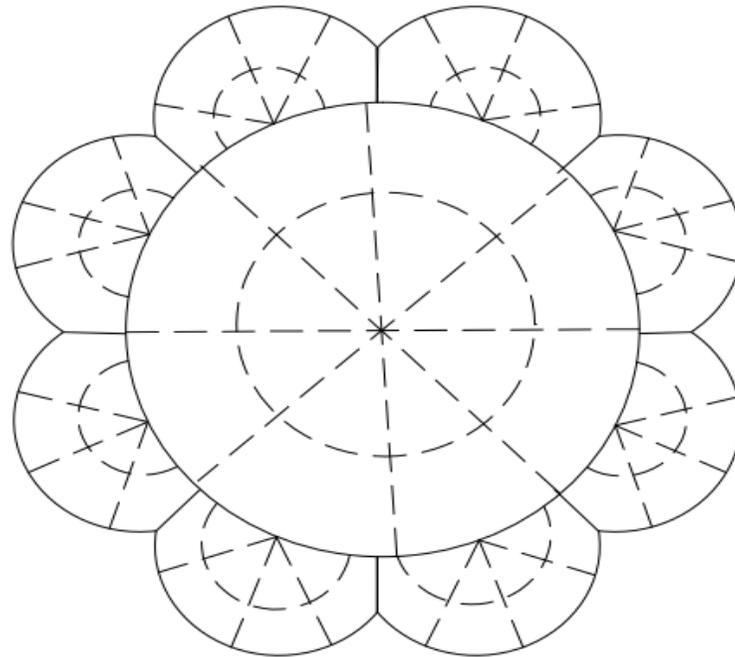


Die Arten der Stuetze (柱子类型)

Acht Abschnitte Stuetze	八段包镶柱
Vier Abschnitte Stuetze	四段合柱
Eine ungeteilte Stuetze	整木柱

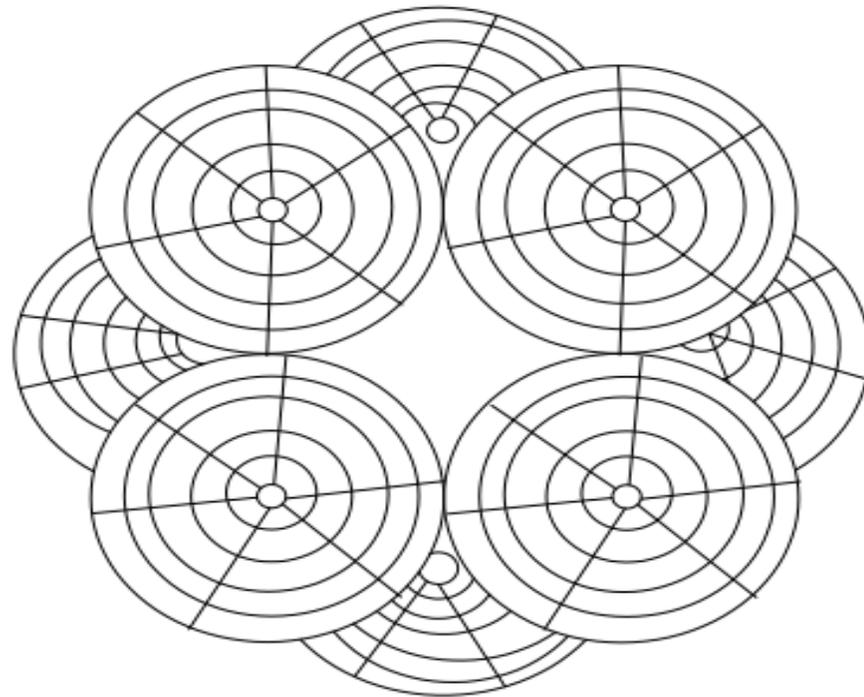
Die Struktur von diesen Arten
(三种类型的结构图)

Acht Abschnitte Stuetze



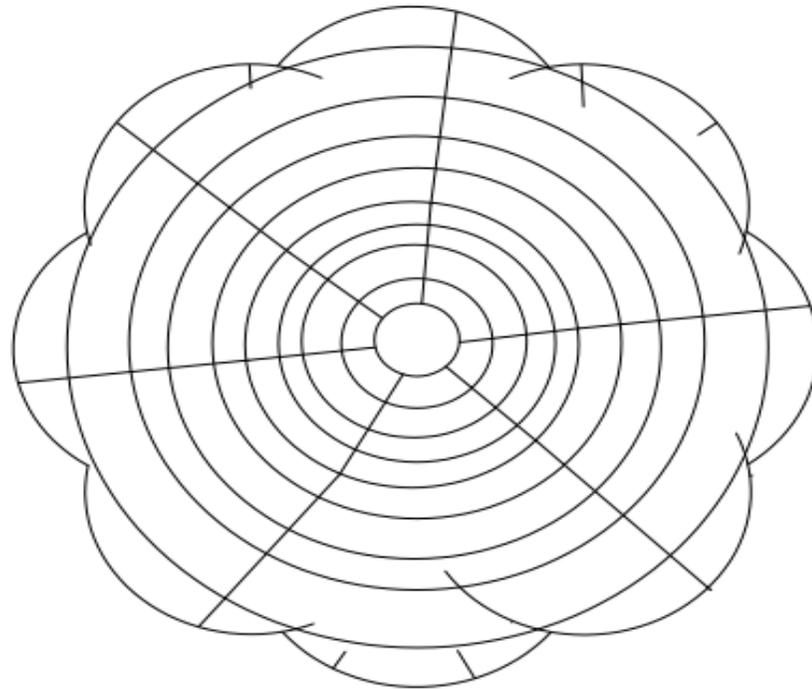
Die Struktur von diesen Arten

Vier Abschnitte Stuetze



Die Struktur von diesen Arten

Eine ungeteilte Stuetze

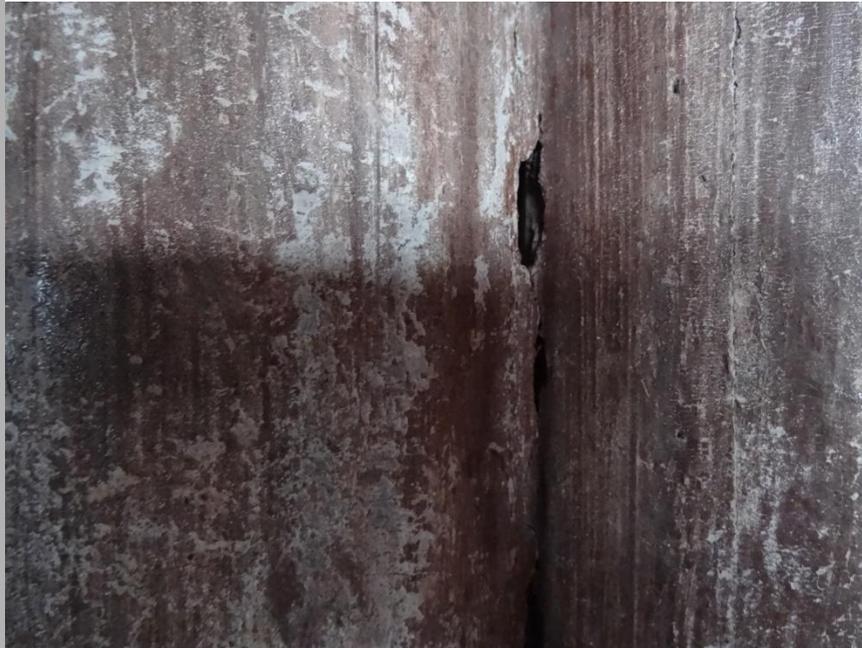


Die Beschädigung der Stuetze und die Gruende

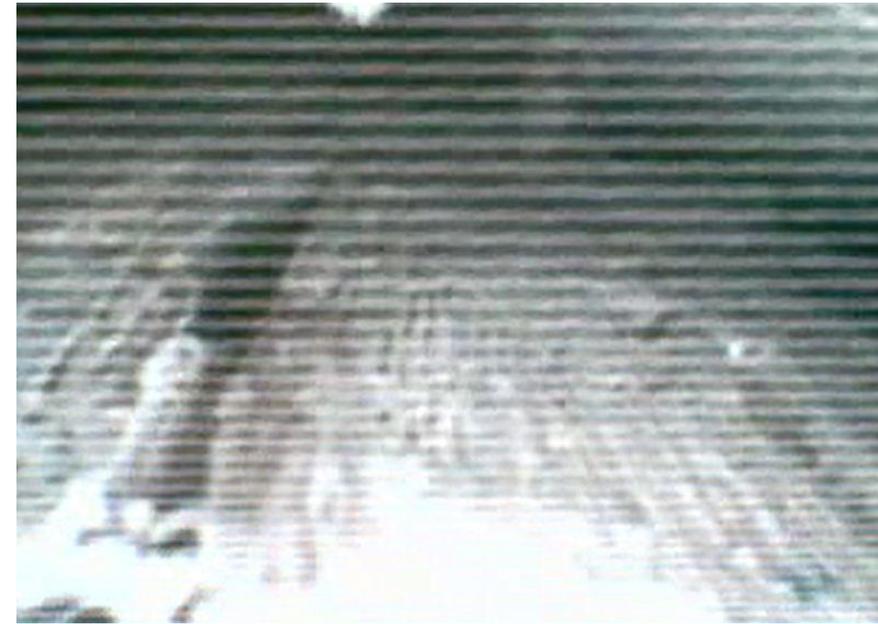
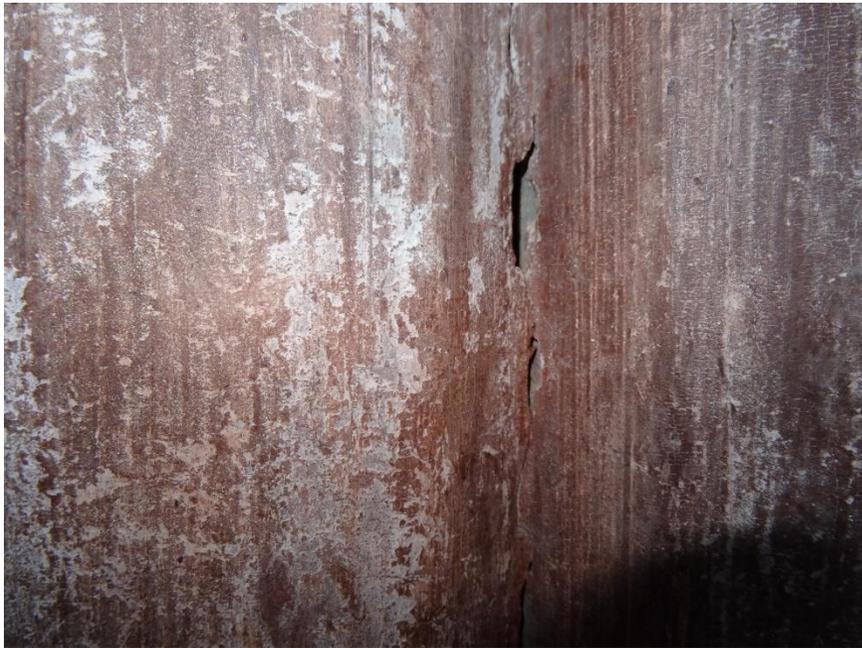


Die Beschädigung der Stue und die Gruende

Risse 裂縫

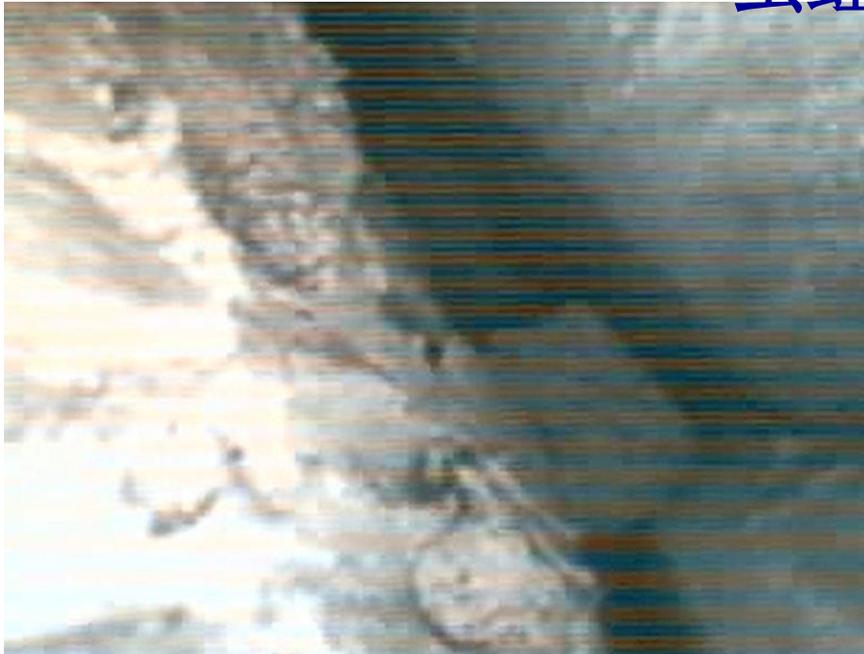


Die Beschädigung der Stuetze und die Gruen
(损害及其原因)



Die Beschädigung der Stuetze und die Grue

Wurmig
虫蛀



Die Temperatur und Feuchtigkeit im Tempel
(室内温、湿度)

16.06	15:00	27.3 Grad	77.8%
17.06	11:45	26.7 Grad	72.1%

Die Schritte der Vermessung (测量步骤)

Numerieren

Wir wählen zwei Stützen pro
ein Art

Wir markieren Merkmale pro
0.3 Meter

Der Wassergehalt messen

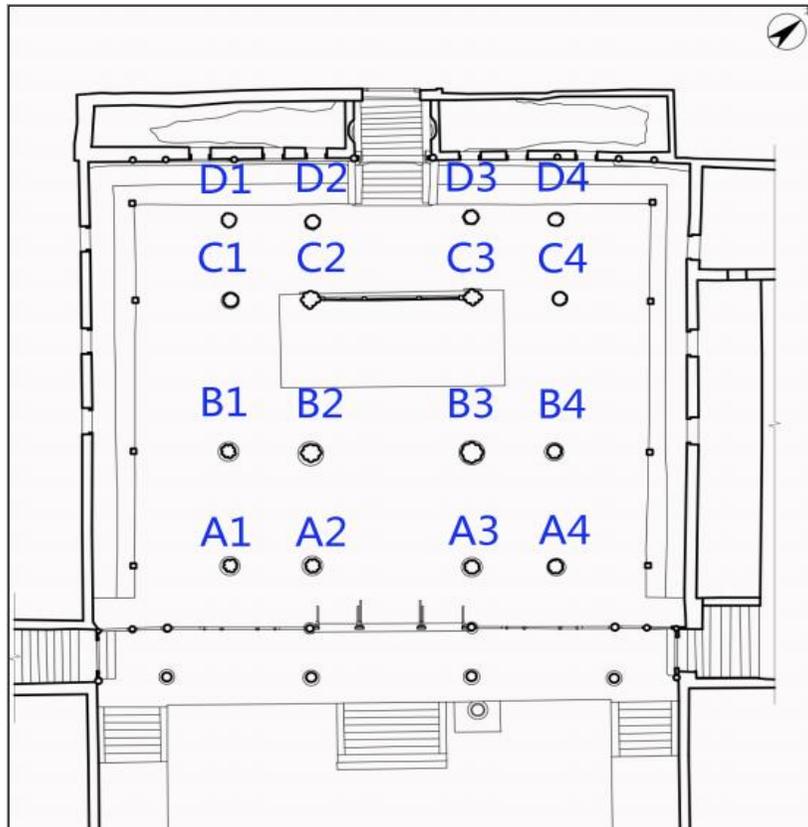
编号

每种类型选两根柱子

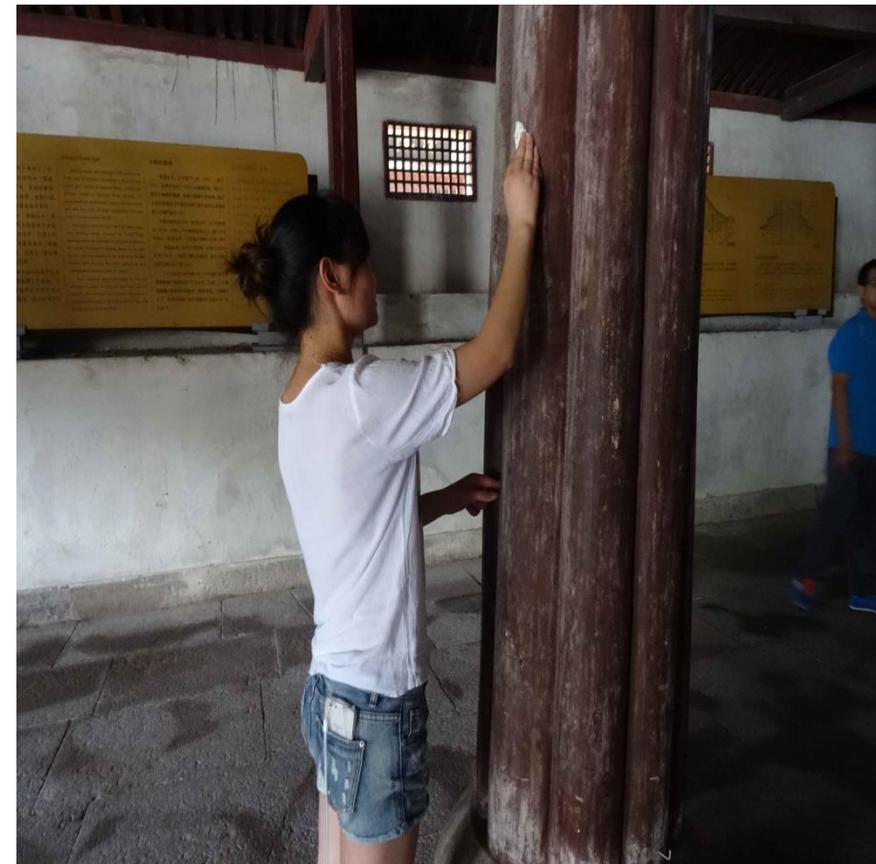
每三十厘米做一下标
记

含水率的测量

Die Schritte der Vermessung



Die Schritte der Vermessung



Die Schritte der Vermessung



Die Lage der Stuetze von der Vermessung
(被测量的柱子所在的位置)

B-1



B-2



Die Lage der Stuetze von der Vermessung

C-2



C-4



Die Lage der Stuetze von der Vermessung

A-1



A-4



Die Analyse des Wassergehalts (含水率的数据分析)

Die Kontrolle der Variablen
(控制变量法)

Annahme-1: Wenn die Lage、
das Wetter und die Art der
Stuetze gleich und die Hoehe
ungleich sind, wie verandert der
Wassergehalt? (假设位置
，天气，朝向，柱子的类型
相同，比较高度对含水率
的影响)

Annahme-2: Wenn die Lage、
das Wetter und die Hoehe des
Stuetze gleich und die Art der
Stuetze ungleich sind, wie ist
wieder der Wassergehalt? (假
设位置，天气，朝向，高
度相同，分析柱子的类型
不同所带来的含水率的变化)

Die Analyse des Wassergehalts

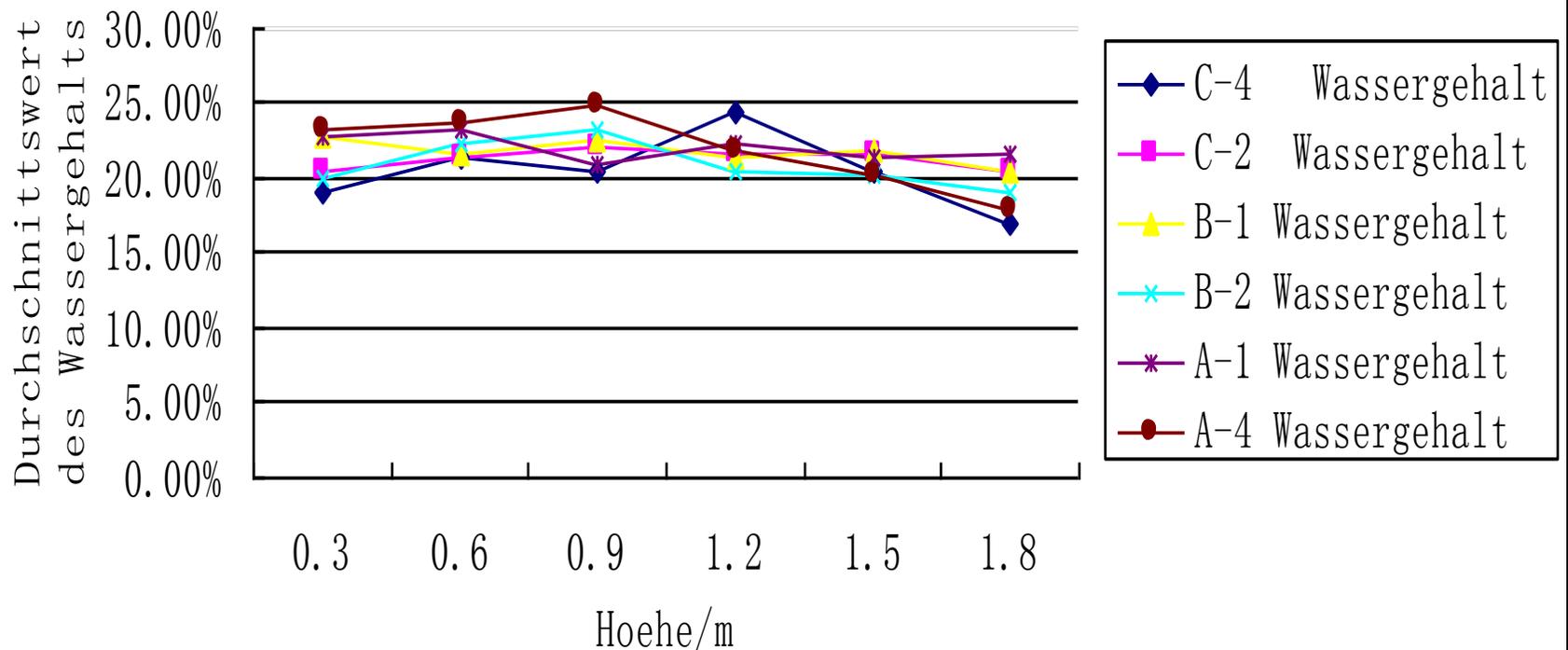
Annahme-3: Wenn die Lage...

Annahme-4: Wenn die Lage...

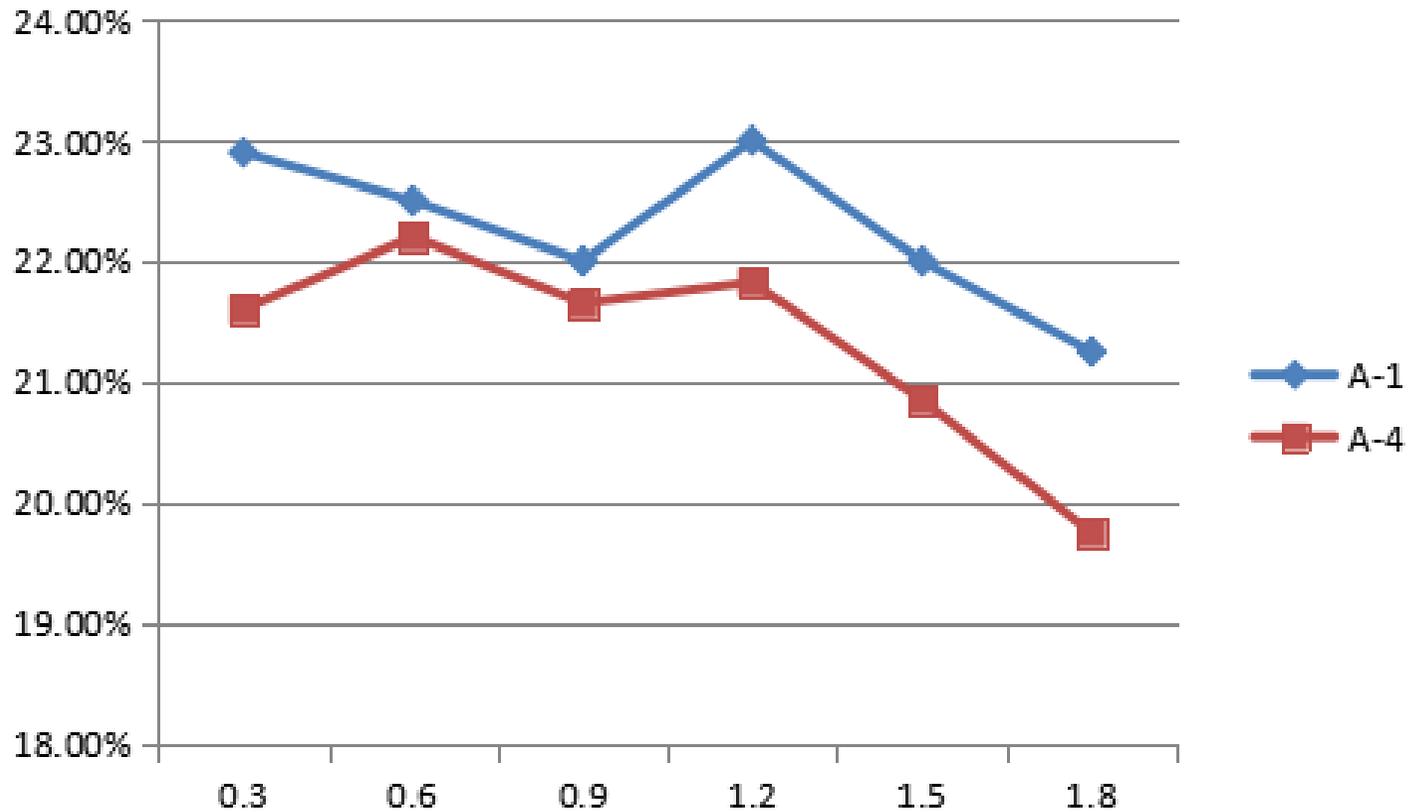
(假设.....以此类推)

Annahme-1

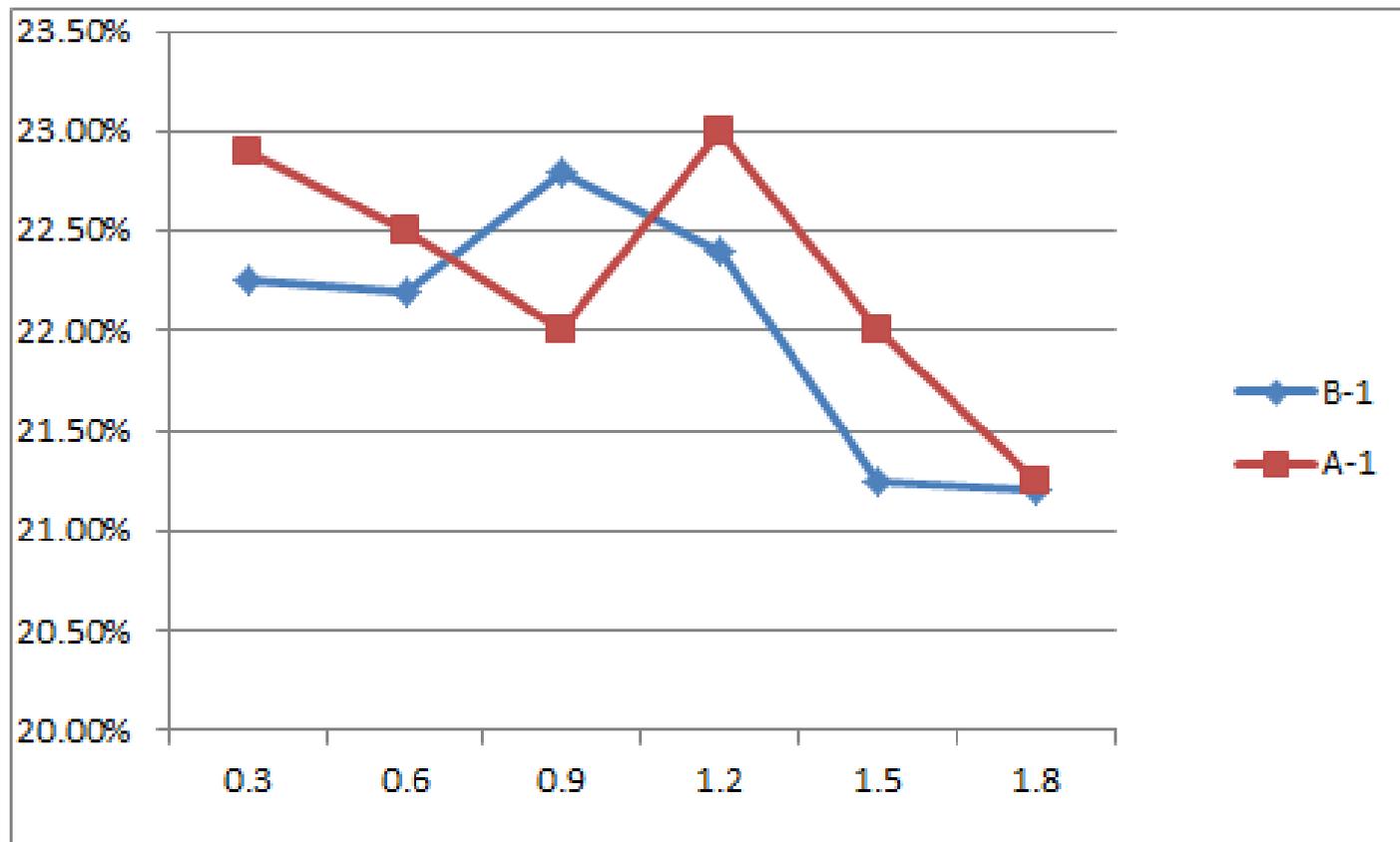
Die Veränderung des Wassergehalt folgt die Veränderung der Hoehe



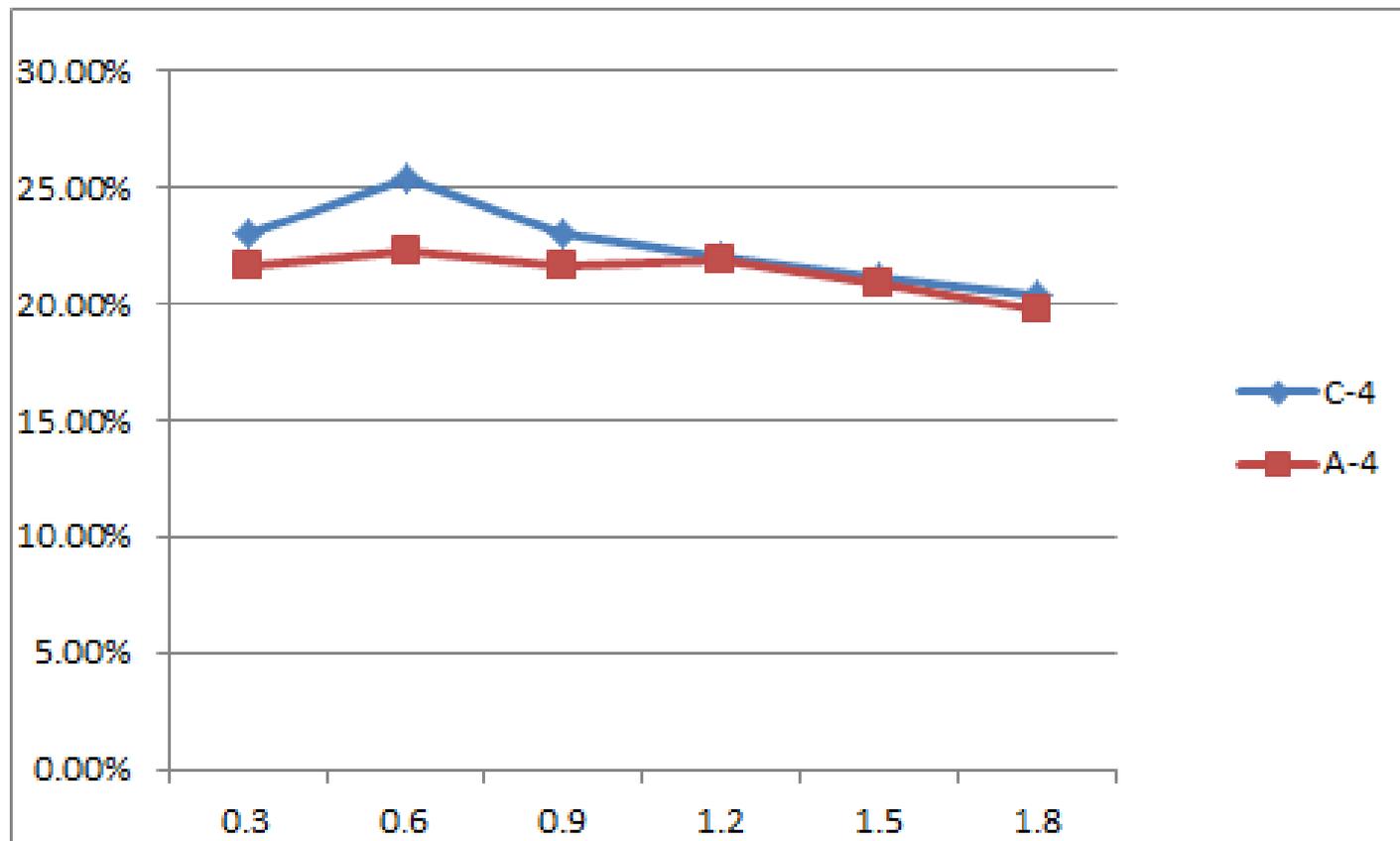
Annahme-2



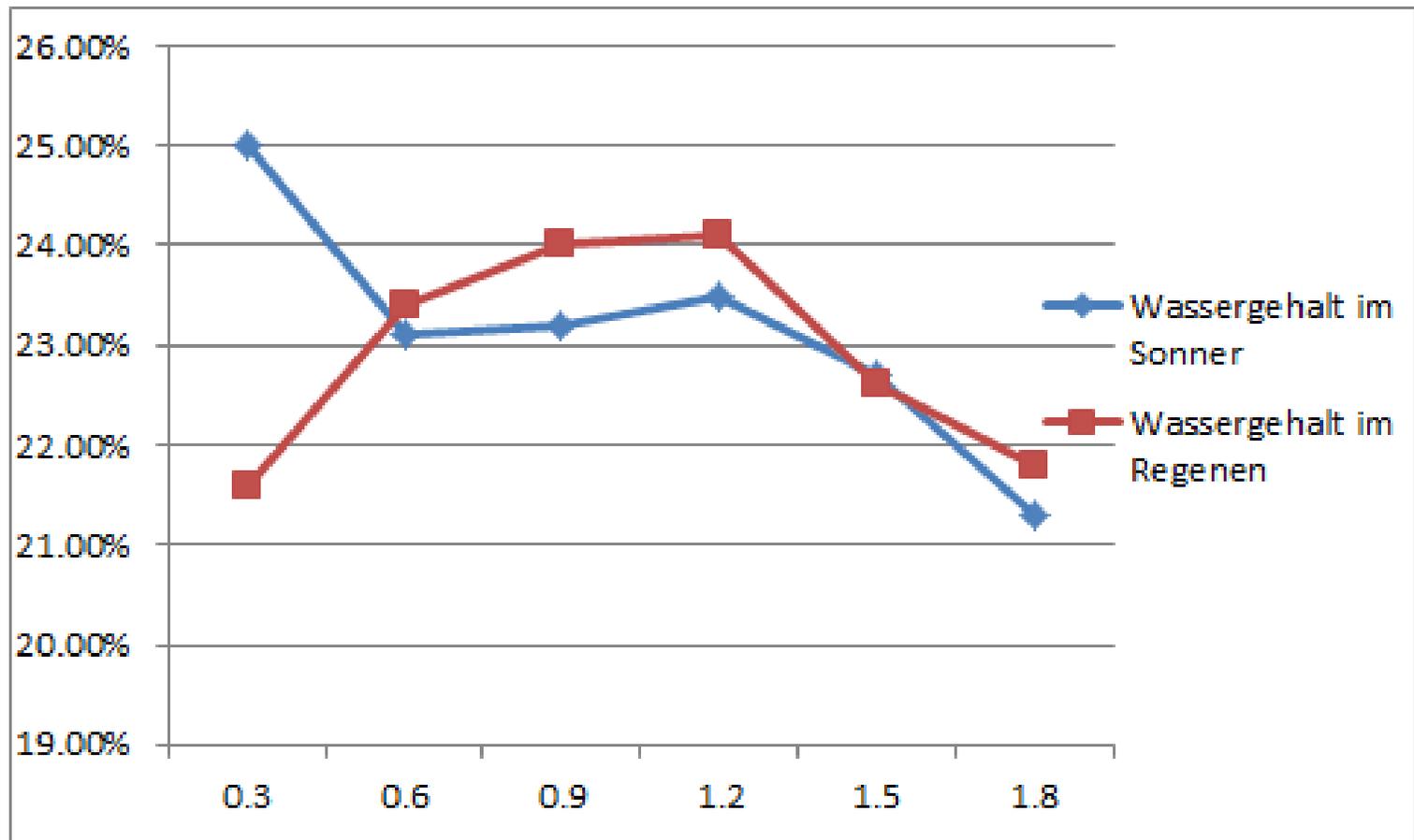
Annahme-3



Annahme-3



Annahme-4



Massnahmen(措施)

Fuer Dekadent: Belueftung
verstarken

Konservierungsmittel spruehen
(对于腐朽加强通风, 喷
涂防腐剂)

Fuer Motte: Umwelt-Gesundheit
verbesseren (对于虫蛀改善
环境卫生)

Zusammenfassung

Für das Holz ist die wichtigere Sache nicht Wartung, sondern Schutz. Und der Schlüssel ist Trocken zu bleiben fuer den Schutz. Wenn das Holz keines Wasser hat,

wird es nicht leicht beschaedigt werden. Schlisslich sollen wir darauf achten, dass Holz von Menschen beschaedigt wird, und auf den Feuerschutz und den Frassschaden. 对于木质材料来说, 更重要的是防护而不是维修。而针对防护关键是保持干燥, 没有水分的材料是不易损坏的, 而且要减少人为的破坏, 注意防火防蛀。



Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Workshop

International Workshop
The Baoguo Temple,
China

GRUPPE 5 BAUPHYSIK
Architecture and cultural
exhibitions
Conservation
technologies for the
historical buildings





Allgemein 概况

- liegt nordwestlich von Ningbo am Ling Berg -保国寺位于宁波市的西北方的灵山之麓
- Fläche 0,13 Quadratkilometer 古建筑群占地面积13280平方米
- Zerstört in der Tang Dynastie 被毁于唐朝年间
- Wiederaufbau im Jahre 1013 -重建于1013年，清朝重新修葺



Ablauf 过程

- Feststellung der Schäden und deren Dokumentation
损害的发现和汇编材料
- Messungen durchgeführt
测量
- Holzfeuchte und die Kapillarewasseraufnahmefähigkeit von verschiedenen Materialien ermittelt
查明不同材料的木材的潮湿性和吸水能力
- Auswertung und Beurteilung
利用和评价



Ablauf 过程

- Information über Baumaterialien
建筑材料的信息
- Klimatendaten ermittelt
查明气候数据
- Simulation Wufi
用WUFI软件模拟
- Entwässerung der Tempelanlage
beschäftigt
寺里排水设计规划
- Maßnahmen für die Instandsetzung
修复的措施

Materialien 材料



-Gelbes Zedernholz 黄桧木

-Nadelholz 针叶材

-Starker Eigengeruch 有芳香气味

-Schwarze Ziegel 青砖

-Der Fasersättigungswert ist holzartspezifisch
liegt zwischen 24% und 32%

木材受潮后最终会残留24%~32%的水分



Schäden und Ursache 损害及原因

- Fehlende und kaputte Dachpfannen
缺失和损坏的屋面瓦
- Wassereinlauf in die Dachkonstruktion
屋顶结构上的入水口
- Zerstörung der Unterkonstruktion
基础设施的损坏

Schäden und Ursache 损害及原因



- Aufsteigende Feuchtigkeit
湿度的增加
- Algen- und Moosbewuchs
藻类和青苔植被的产生
- Abplatzungen am Mauerwerk
地砖的错位
- Ablauf des Regenwassers ist nicht gewährleistet
雨水的出水口不能正常使用



Schäden und Ursache 损害及原因

- Verwitterung des Holzes
木材的风化
- Rissbildung durch Feuchtdehnung und
Kristallisationsdrücke
结晶和潮湿导致开裂
- hohe Holzfeuchtigkeit → Pilz und
Schädigsbefall
木材高度潮湿会导致霉菌和有害物质的
产生
- Mangelhafter Anstrich
涂料和保护层的脱落

Messung 测量



- Wassereindringprüfung nach Karsten
含水率的测定
- Tragende Säule
支柱
- Fassade
墙立面
- Dachziegel
瓦片

Messung 测量



Dachziegel 瓦

- 0,0714 ml / (min*cm²)

Tragende Säule 支柱

- 0,03706 ml / min*cm²)

Fassade 房屋立面门面

- 0,0861 ml / (min*cm²)

Messung 测量



- Feuchte Messung der tragenden Säulen
圆柱湿度的测量
- Sockel 柱脚，基座
- 1,5 m
- 2,5 m

12,1%

15,5%

25,6%



Wassergehalt [kg/m³]

Schicht/Material	Anfang Rech.	Ende Rech.	Min.	Max.
Dachziegel außen	3,93	16,88	0,92	200,34
Dachziegel mitte	3,93	39,30	1,67	200,34
Dachziegel innen	3,93	50,21	2,27	200,34
Lehm	50,00	195,44	25,64	250,00
Zedernholz innen	100,00	199,67	80,40	247,64
Zedernholz Raum	100,00	68,73	61,34	100,00
Gesamtwassergehalt [kg/m ²]	3,12	7,66	2,07	14,19

Zeitintegral der Ströme

Wärmestrom, linke Seite [MJ/m ²]	-748,97
Wärmestrom, rechte Seite [MJ/m ²]	-763,73
Wärmequellen [MJ/m ²]	0,0
Feuchteströme, linke Seite [kg/m ²]	58,7
Feuchteströme, rechte Seite [kg/m ²]	11,77
Feuchtequellen [kg/m ²]	0,0

Wassergehalt [kg/m³]

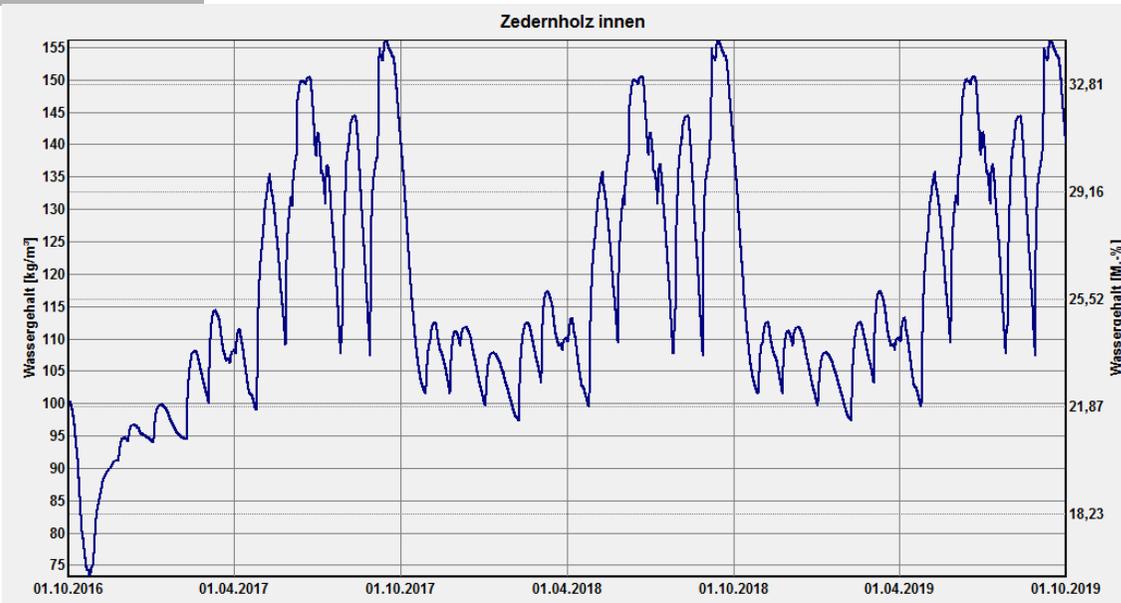
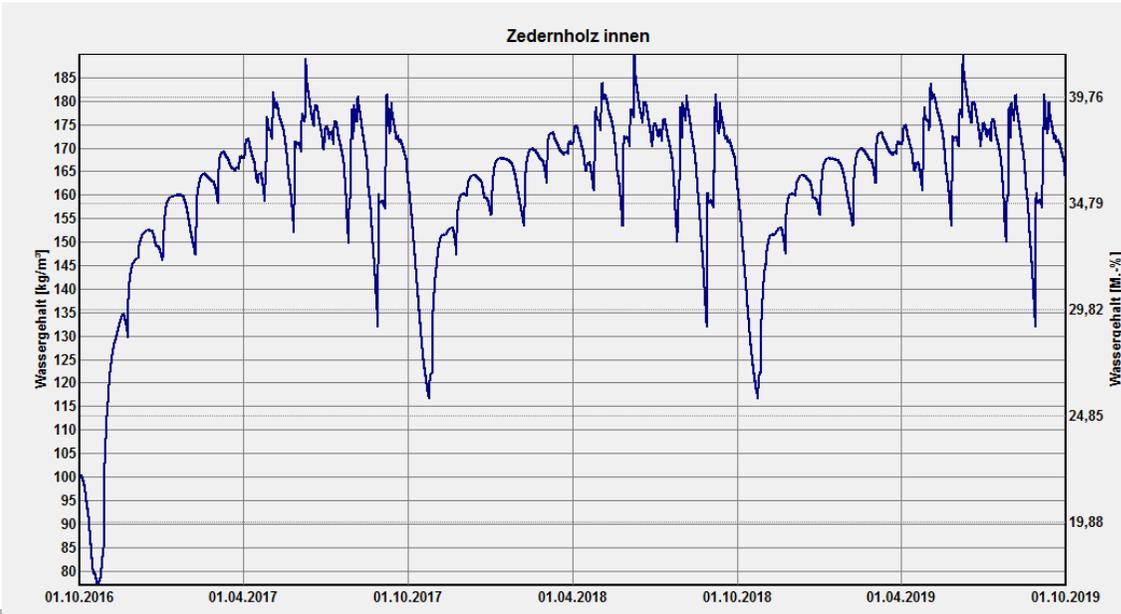
Schicht/Material	Anfang Rech.	Ende Rech.	Min.	Max.
Dachziegel außen	3,93	3,04	0,92	200,00
Dachziegel mitte	3,93	11,65	1,67	199,99
Dachziegel innen	3,93	25,10	2,27	199,99
Lehm	50,00	148,78	25,64	249,48
Zedernholz innen	100,00	140,28	73,23	156,17
Zedernholz Raum	100,00	65,79	56,75	100,00
Gesamtwassergehalt [kg/m ²]	3,12	5,43	1,96	13,14

Zeitintegral der Ströme

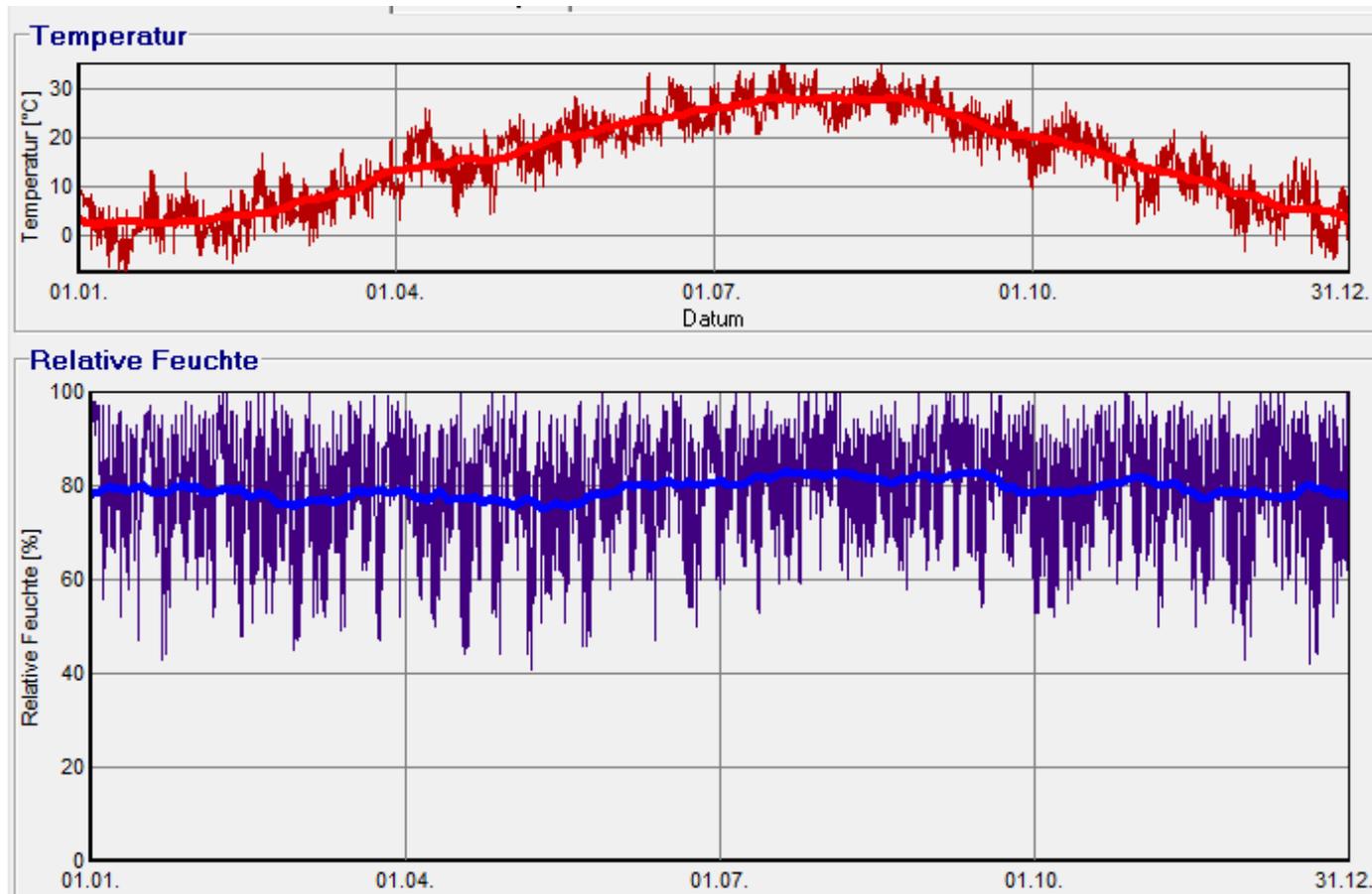
Wärmestrom, linke Seite [MJ/m ²]	-464,82
Wärmestrom, rechte Seite [MJ/m ²]	-472,17
Wärmequellen [MJ/m ²]	0,0
Feuchteströme, linke Seite [kg/m ²]	13,32
Feuchteströme, rechte Seite [kg/m ²]	10,92
Feuchtequellen [kg/m ²]	0,0

Feuchtberechnung

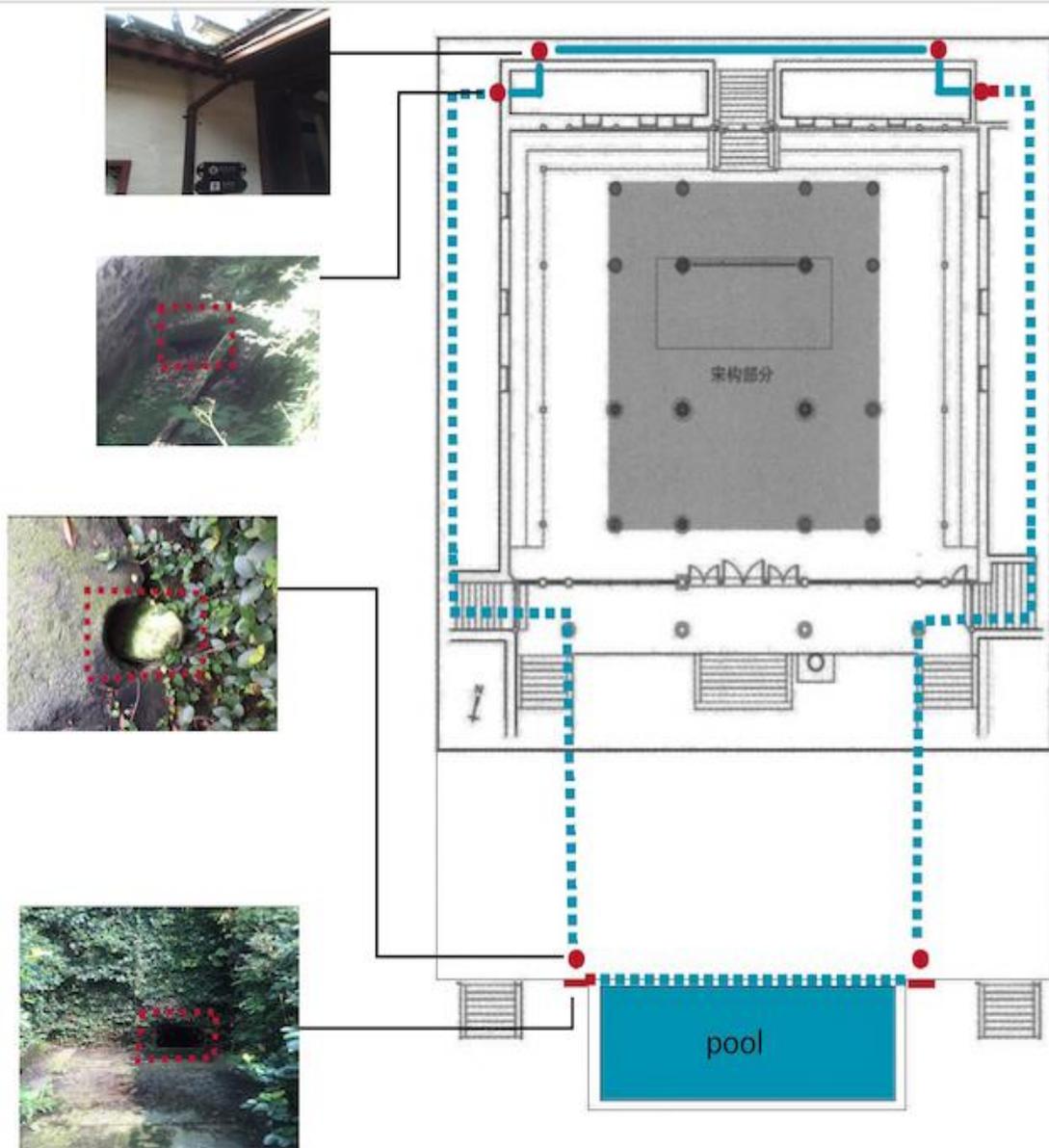
Feuchtberechnung



Klimadaten



Entwässerung 排水



- Entwässerung Richtung Tal von Becken zu Teich
排水方向：从水池到池塘
- Nord-Ost und der Süd – west Seite gibt es keine Abläufe
东北和西南面没有出水口
- Regenrinne
流水槽
- Fehler bei der Baukonstruktion der Entwässerungsplanung des Anbaues
附属建筑物排水规划的错误



Instandsetzung 修理

- Dach muss erneuert werden
- 屋顶需要重修
- Entwässerungssystem muss optimiert werden
排水系统需要优化
- Regelmäßig Pflege
定时保养和维修
- Begrünung vom entfernen
去除苔藓植被
- Holz- und Fassadenanstrich
给木材和立面涂上防护涂料