

Wie haben die das gemacht? Tipps von den mittelalterlichen Baustellen

Mathias Polster

Manchmal ist die Antwort so einfach wie verblüffend. An dieser Stelle sollen einige der Techniken erklärt werden, mit denen das eine oder andere Problem gelöst wurde. Natürlich gab es auch andere Möglichkeiten, um Kirchen ins rechte Lot zu bringen oder Steine zu versetzen. Über die reden wir dann das nächste Mal.

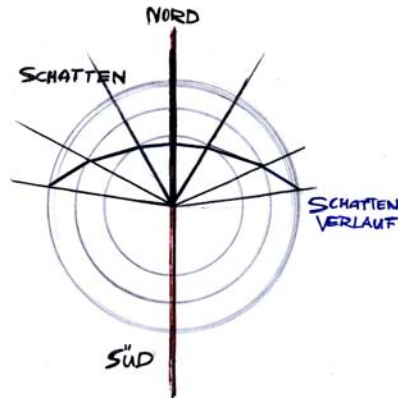


Geostete Münsterkirche und Johanniskirche in Herford

Einige Regeln mussten beim Kirchbau beachtet werden. Vielleicht ist Ihnen das noch nicht aufgefallen, aber fast alle Kirchen sind geostet. Durch diese Orientierung stand der Altar im Osten, entsprechend mussten auch die Gläubigen auch in diese Richtung blicken. Dort vermutete man Jerusalem, die heilige Stätte. Dort würde der Herr am Tag des Jüngsten Gerichtes erscheinen. In dem Wort Orient steckt das Wort orientieren, die Menschen orientierten sich nach Osten.

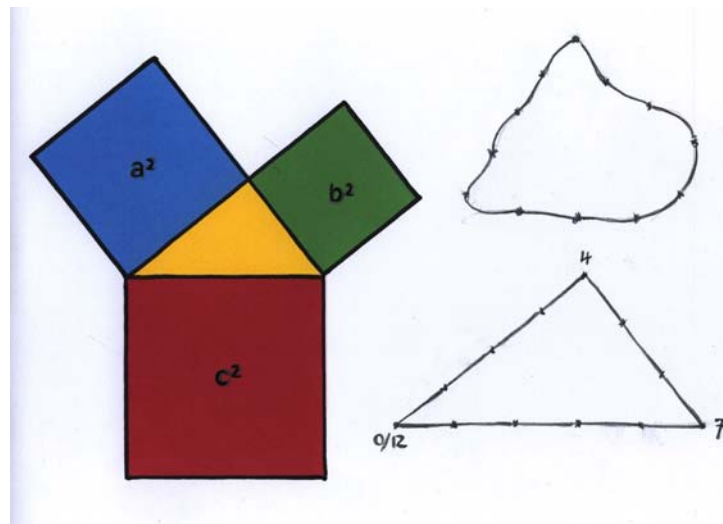


Der Schattenstab



Messung über den Schattenverlauf

Um die Kirche nach Osten einrichten zu können, wurde meist mit einem Gnomon, dem Schattenstab, die Süd-West Richtung festgelegt. Der Stab stand den ganzen Tag und über verschiedene Schattenpunkte konnte die genaue Himmelsrichtung ausgemessen werden. Manchmal richtete man sich auch nach dem Punkt, an dem die Sonne am Namenstag des Titularheiligen aufging. Das gab zwar etwas Spielraum, die grobe Richtung hatten jedoch alle Kirchen.

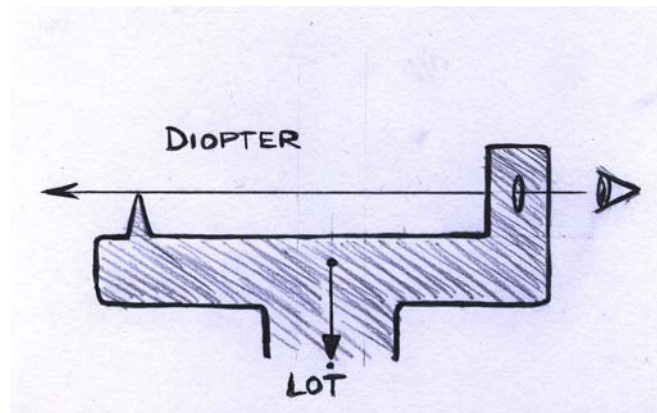


Flächenverhältnisse beim Satz des Pythagoras

Die Zwölfknotenschnur

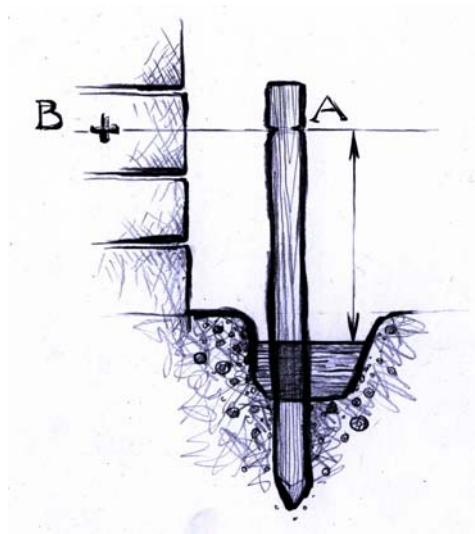
Mit dem Gnomon hatte man die Flucht in Süd-West Richtung bestimmt. Die nun abgehenden rechten Winkel wurden mit der berühmtesten Schnur des Mittelalters, der Zwölfknotenschnur, vermessen. Grundlage ist der Satz des Pythagoras, oder genauer gesagt seine Umkehrung, wonach ein Dreieck einen rechten Winkel besitzt, wenn das Quadrat über der längsten Seite die gleiche Fläche hat wie die Quadrate über den beiden kürzeren Seiten zusammen. Alles klar? Ganz einfach. Man nahm eine Schnur mit 12 Knotenabschnitten. Spannte man diese in 3, 4 und 5 Knotenabschnitte, ergab sich ein rechter Winkel. Manchmal wurden für die Vermessung auch Bretter verwendet.

Viele Bauelemente mussten in Waage versetzt werden. War es bei einigen Teilen, wie Profilen, Fenstern oder Zierelementen nur aus ästhetischen Gründen nötig, betraf es oft auch statisch wichtig Bauteile. Für die Nivellierung gab es verschiedene Möglichkeiten. Eine davon war der Einsatz des Diopter.



Diopter

Dabei legt man zuerst ein Punkt fest, nach dem alle anderen Bezugspunkte ausgerichtet wurden. Die Waagerechte musste nun über ein Lot ausgerichtet werden. Dann visierte der Vermesser das Ziel über eine Zielvorrichtung an, die aus einer Öffnung und einem Dorn bestand. An der auszumessenden Stelle stand nun ein Team, das ein Holz bis auf die gewünschte Höhe einschlug. Letztendlich wird noch heute so ähnlich vermessen.



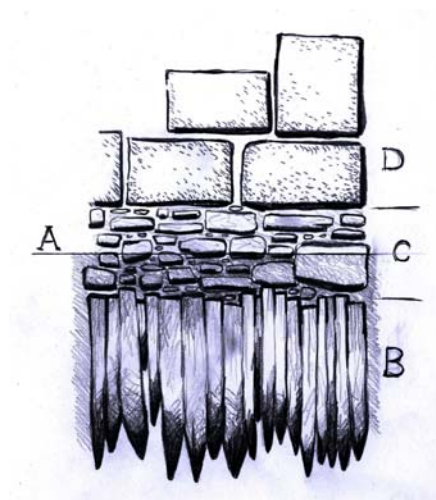
Die Wasserwaage



Baumarkierungen Höhenzeichen Kreuz

Oft wurde jedoch eine andere, verblüffend einfache Methode angewandt – der Vorläufer der Wasserwaage. Das Prinzip ist das gleiche, da Wasser unabhängig vom Untergrund immer den gleichen Oberflächenstand hat. So wurden im Bereich der Baustelle Gräben gezogen und mit Wasser geflutet. An verschiedenen Stellen wurden anschließend Pfähle eingeschlagen und immer vom gleichen Abstand zur Wasseroberfläche Markierungen (A) angebracht. Im heutigen Baugewerbe nennt man diese Markierung Meterriss, unabhängig wie hoch sie tatsächlich ist. Von dieser Markierung wurden die ersten Messungen (B) zum Bau übernommen. Mit dieser Methode wurden schon Bauten im alten Ägypten eingelotet.

Wenn die aufgehenden Mauern hoch genug waren, wurde die Höhenmarkierung, das Urmaß, auf den Bau direkt übertragen. Von hier wurden nun alle relevanten Messungen vorgenommen. Diese Markierungen wurden meist in Kreuzform ausgeführt.



Aufbau des Fundaments



Fundamente der Johanniskirche Herford, 13. Jh.

Stellt man die Tiefe von Fundamenten mittelalterlicher Kirchen fest, kommt es immer wieder zu unglaublichen Erkenntnissen. So ist die romanische Stiftkirche in Gernrode gerade einmal 50 cm tief gegründet, die Nikolaikirche in Lemgo nur wenige Zentimeter mehr. Die Techniken bei der Fundamentierung des Mauerwerkes wurden dem jeweiligen Untergrund angepasst. Bei felsigem Untergrund konnte sofort mit Steinen begonnen werden. Bei problematischen Baugründen wurde zur Verstärkung des Fundaments ein Holzrost eingeschlagen (B). Dafür wurden überwiegend Eichen- und Erlenpfähle verwendet. Oft wurden die Hölzer zusätzlich angekokelt, da sich Holz dann noch besser hält. Bleibt das Grundwasser (A) konstant über dem Holz, kann ein solches Fundament ohne Probleme Jahrtausende überstehen. Darüber wurden bis über das Erdreich Lagen mit nicht kapillaren Steinen (C) ausgeführt. Dadurch stieg das Grundwasser kaum im Mauerwerk. Erst über dem Spritzwasserbereich wurde Sandstein verbaut (D).

1907 musste der Turm der gotischen Johanniskirche in Herford bis auf das Fundament abgetragen werden. Durch Grundwasserabsenkung waren Hölzer des Fundaments verfault, der Turm geriet in Schiefelage und drohte einzustürzen. Deutlich sind auf dem Foto die Fundamenthölzer im nassen Untergrund zu sehen. Das Querholz hinter dem Arbeiter zeigt das Bodenniveau.

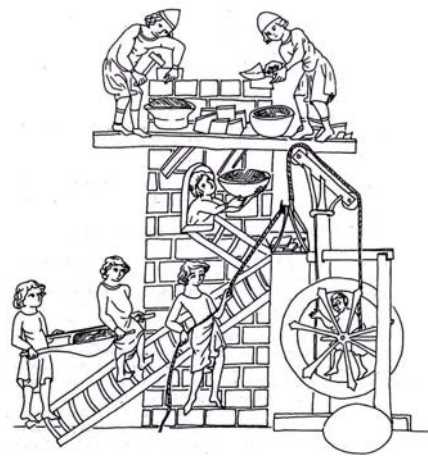


Ausblühungen von Leichensalzen, Münsterkirche Herford 13.Jh.

Kirchen, bei denen in diesem Bereich schon hochkapillarer Sandstein verbaut wurde, haben meist Probleme mit aufsteigender Feuchtigkeit. Dadurch werden sehr oft Salze aus dem Untergrund transportiert, die dann aus dem Mauerwerk ausblühen. Dabei handelt es sich nicht immer um Salpeter. Jahrhunderte wurden an Kirchen uriniert. Auch Leichensalze befinden sich im Untergrund, nachdem oft tausende Menschen direkt an der Kirche beerdigt wurden.



Gerüste an der Kirche in Häver, Kirchlengern 1911



Fliegendes Gerüst 1340

Am Gerüstbau hatte sich über Jahrhunderte nicht viel geändert. Im unteren Bereich wurden Stangengerüste gesetzt. Dabei wurde der Querholm, auf dem die Laufbretter lagen, auf der Mauerwerkseite mit eingemauert. Wurde der Holm nicht mehr benötigt, zog man entweder das Holz heraus und vermauerte das Loch oder das Holz wurde einfach abgesägt. Im Laufe der Jahrhunderte verwitterte das Holz und ließ Öffnungen zurück. Vor allem im Ziegelbau, bzw. der Backsteingotik, sind oft gleichmäßig verteilte Löcher zu sehen, die schon dekorativen Charakter haben.

Je höher es ging, desto abenteuerlicher wurden die Gerüstbauten. Eine Illustration in der Welislaw-Bibel von 1340 gibt einen leichten Eindruck von den Konstruktionen, die heute jedem Handwerker den Schweiß auf die Stirn treiben würden. Damals war das normal. Diese Konstruktion bekam zu Recht den Namen „fliegendes Gerüst“. Die Abbildung zeigt eine weitere Herausforderung. Je höher es ging, desto aufwändiger wurde der vertikale Materialtransport.



Turmbau mit einem Kran 1365

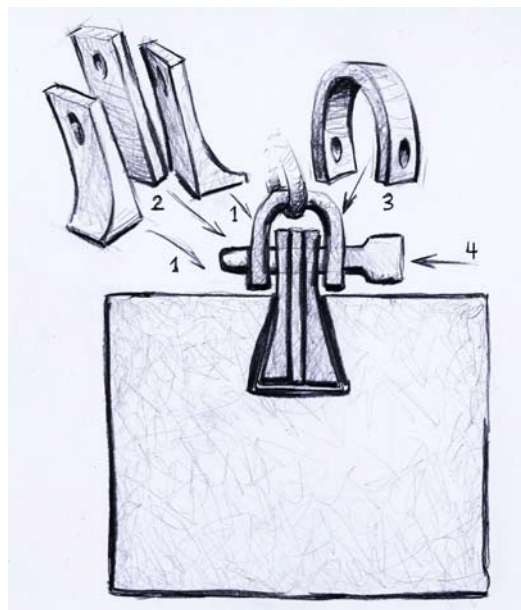


Löcher der Kranzangen, Minden Marienkirche 14. Jh.

Eines der zu lösenden Probleme war die Befestigung der Werksteine an dem Kranseil. Man konnte es schließlich nicht um ihn herum binden, da das Seil immer unter der abgesetzten Last eingequetscht werden würde. In der Weltchronik des Rudolf von Ems wird der Bau eines Turms mit Hilfe eines Kranes gezeigt. Die großen Steine werden mit einer Zange gehalten, die durch das Eigengewicht des Materials zusammengezogen wurde. Im Kirchenbau wurde diese Zange nicht so gern eingesetzt. Sollte das Äußere der Kirchen doch so sein, wie sich Gott den Mensch vorstellt- gerade; ohne Löcher, Ecken und Kanten. Manchmal fehlten jedoch Baumeistern und Handwerkern die Kenntnisse, um diese unschönen Löcher zu vermeiden. Dabei gab es eine Technik, mit der genau das möglich war, der Wolf.

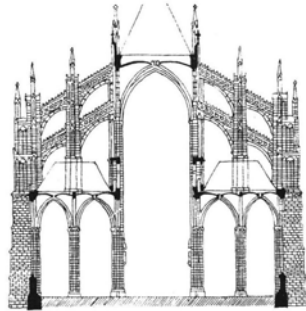
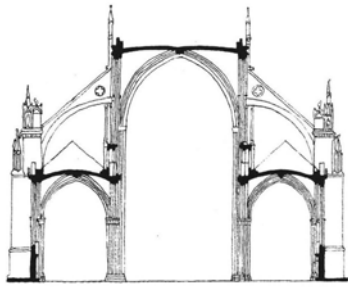


Kranzange



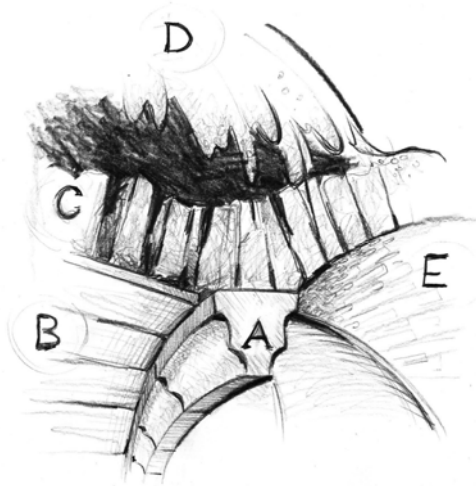
Wolf

Der Wolf bestand aus fünf einzelnen Metallteilen. Um ihn einsetzen zu können, wurde in den zu transportierenden Stein eine ca. 15 cm tiefe Öffnung schwalbenschwanzförmig eingeschlagen. Die als erstes eingeführten Seitenteile (1) drückte das Mittelteil (2) auseinander. Der Bügel (3), an dem man den Stein dann an einen Haken oder einer Schlinge befestigen konnte, wurde durch einen Splint gehalten. So konnte der Stein angehoben und an jeder beliebigen Stelle abgesetzt werden, ohne dass er in der Fläche beschädigt wurde. An statisch stark belasteten Stellen, etwa Säulen, wurden die Steine mit in Blei vergossenen Klammern untereinander verbunden. Dafür wurden anschließend auch diese Löcher benutzt.



Straßburger Münster, Kölner Dom, Gewölbeschnitte

Gewölbe bilden die Decke des Kirchenraumes. Sie gehören ohne Zweifel zu den großartigsten Leistungen der Kirchenbauer. Bekannt ist allgemein, dass dabei Steine bogenförmig über hölzerne Lehren geschichtet wurden, die sich, ähnlich eines Iglu, selbst stützten. Doch wie bekamen die Handwerker die Gewölbe so stabil, das sie beim Entfernen der Unterkonstruktion nicht krachend in sich zusammenstürzten? Schließlich wurden diese Steine nicht vermauert, sie lagen kraftschlüssig aneinander.



Gewölbeaufbau



Gewölbe in der Nikolaikirche, Lemgo 13.Jh.

Waren die Rippen (A) sternförmig zwischen den Säulen und Außenwänden eingezogen, wurden die einzelnen Joche der Kirche mit Brettern eingeschalt. Darüber wurden die Steine des zukünftigen Gewölbes geschichtet. Wenn das Gewölbe mit Bruchsteinen ausgelegt war, wurde der Bereich richtig eingenetzt, damit das anschließend darüber gegossene Sand-Kalk-Gemisch nicht aufbrannte, sondern bis in die letzte Ritze verlief. Jetzt gab es nach dem Abbau der Schalung kein Klappern mehr. Es gibt auch Backsteingewölbe, dort wurden die Steine vermauert.

Über jedem Gewölbe kann man noch sehr gut die wellige Oberfläche der verschiedenen Steine erkennen. Die meisten Decken haben eine Stärke von 30-40 cm. Hier oben bekommt man einen Eindruck von der Last, die auf den Säulen und Strebepfeilern liegt.



Maßwerkstoß, Münsterkirche Herford 14. Jh.



Exponat aus den Sandsteinmuseum Havixbeck

Zum Abschluss noch ein Tipp, wie man bei der Montage zerbrechlicher Teile, wie dem Maßwerk von Kirchenfenstern, aneinander stoßende Enden schützen kann. Manchmal wurden die einzelnen Maßwerkteile mit in Blei eingegossene Eisenzapfen verbunden. Es bestand jedoch immer die Gefahr, dass Teile am Stoß aus dem empfindlichen Sandstein ausbrachen. Deshalb wurde in jede Fuge ein Bleiplättchen gelegt. Und das macht man heute noch so.

Im Sandsteinmuseum, im münsterländischen Havixbeck, zeigt ein Exponat sehr schön, wie durch ein zwischen die kreuzförmig eingeschlagenen Kopfenden gegossenes Bleistück das Verrutschen der Stöße verhindert wird.

Fotos und Zeichnungen: M. Polster

Über der Kirchenbau des Hoch- und Spätmittelalter gibt es eine Reihe hervorragender Literatur.

Conrad, Dietrich, Kirchenbau im Mittelalter, Edition Leipzig 1990, ISBN 3-361-00466-7

Gimpel, Jean, Die Kathedralenbauer, Deukalion Verlag, ISBN 3-930720-18-3

Goecke-Seibach, Ohlemacher, Kirchenbaukunst, Anaconda Verlag 2007 ISBN 978-3-86647-085-9

Binding, Günther, Baubetrieb im Mittelalter, Wiss. Buchges. 1993 Darmstadt ISBN 3-534-10908-2

Macaulay, David, Es stand einst eine Burg, dtv, ISBN 3-423-79503-4

Macaulay, David, Sie bauten eine Kathedrale, dtv, ISBN 3-423-79500-X

Sandsteinbearbeitung:

<http://www.sandsteinmuseum.de>

Zur Ostung mittelalterlicher Kirchen:

<http://www.geologie.uni-freiburg.de/root/projekte/geophysik/muensterschwarzach/ostung/ostung.html>

Satz des Pythagoras:

<http://www.satzdespythagoras.de>

Zwölfknotenschnur:

http://www.geomatik.ch/fileadmin/download/2006/Fach/FA_1_2006_6.pdf