



Entdeckungen im Kölner Dom

Entdeckungen im Kölner Dom

Fast 800 Jahre nach der Grundsteinlegung hat der Kölner Dom viele seiner Geheimnisse noch nicht preisgegeben. Wer diese berühmte Kathedrale auf sich wirken lässt, fragt sich vielleicht, woher die Baumeister des Mittelalters ihre kühnen Ideen genommen haben, mit welchen Techniken sie arbeiten ließen und was wir heute tun müssen, um den Dom für kommende Jahrhunderte zu erhalten.

"Quarks & Co" hat versucht, einige dieser Fragen zu beantworten. Bereits im Jahr 1997, anlässlich des 750 jährigen Jubiläums, haben wir mit unseren Zuschauern eine Entdeckungsreise in den Dom unternommen. Und 15 Jahre später, im Frühjahr 2012, sind wir staunend dorthin zurückgekehrt.

Mit Hilfe von Computeranimationen rekonstruieren wir die Baugeschichte des Doms. Wir berichten über die Tricks und Herausforderungen der alten und der heutigen Dombaumeister und wir untersuchen die Reliquien der Heiligen Drei Könige.

Und wenn wir den Kölner Dom irgendwann erneut besuchen, wird es bestimmt wieder Neues zu entdecken geben.



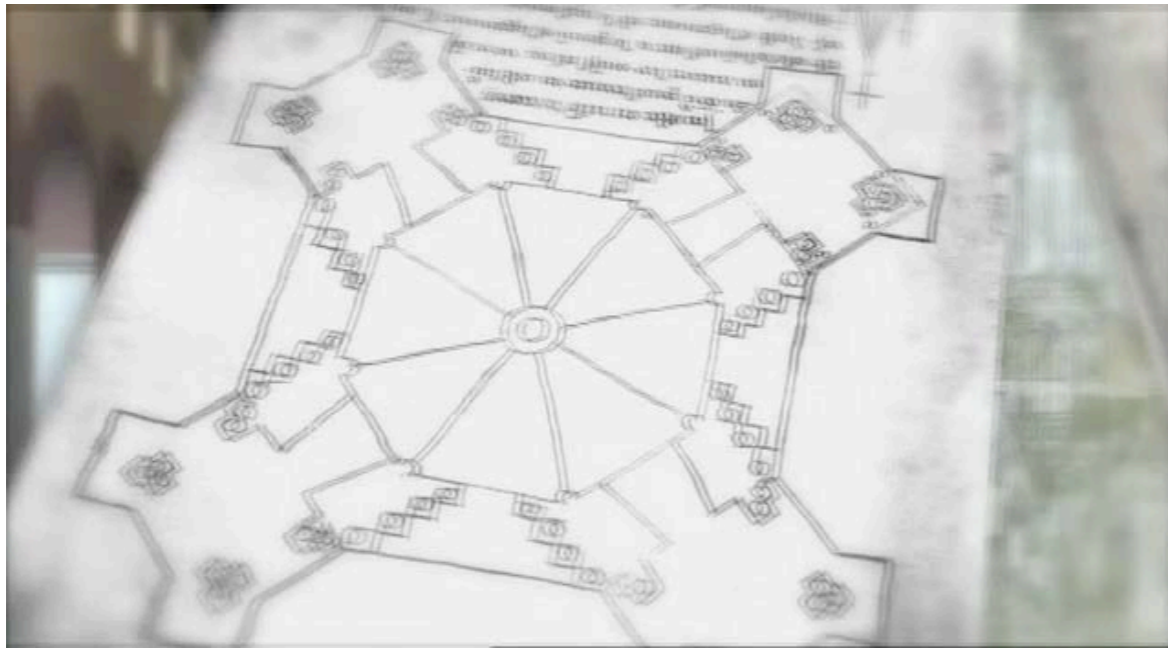
Kapitel 1

Was lange währt

Der Bau des Kölner Doms

Zweieinhalb Meter unter dem Fußboden des Kölner Doms liegt seine Vergangenheit begraben. Laien können die unzähligen Spuren dort nur schwer entziffern. Aber Archäologen sind hier seit Jahrzehnten zu Hause und kennen die Geschichten, die diese Steine erzählen. Sie lesen darin, wie die Vorgänger des Doms ausgesehen haben und in welchen Etappen der jetzige Dom gebaut wurde.

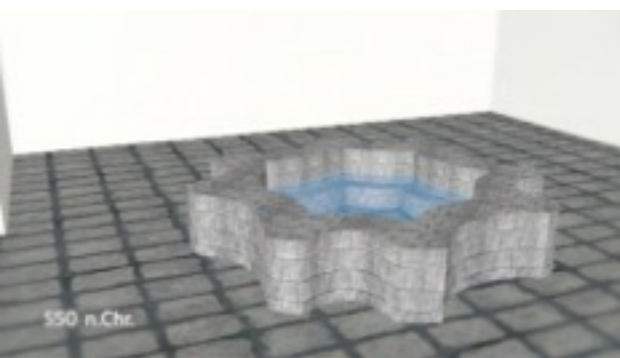




Film 1.1 Der lange Weg zur Kathedrale

Die Geschichte des Kölner Doms beginnt zur Zeit der Römer. Dort wo heute die Kirche steht, ist vermutlich schon zu Beginn des 4. Jahrhunderts ein Versammlungsort der ersten Kölner Christen.

Der Bau des Kölner Doms – die Etappen



Um 550 n.Chr. - 825 n.Chr.

Auf dem späteren Baugrund des Kölner Doms steht eine frühchristliche Kirche. Von ihr ist nur der Grundriss bekannt. Dahinter eine Kapelle mit Taufbecken. In der

Kirche steht eine Kanzel, ein so genannter Ambo. Der Ambo weicht um 700 n.Chr. einer neuen Kanzel - einer Schola

Cantorum. Die Kirche wächst nach Westen. Dort wird um 825 n.Chr. ein Umgang nach einem St. Galler Klosterplan angebaut. Diese Kirche weicht dem Bau des ersten Kölner Domes.

Um 873 n.Chr. - 1248 n.Chr.

Der alte Dom wird um 873 nach Christus eingeweiht - ein fast 95 m langes Gebäude mit zwei Querhäusern und zwei Seitenschiffen. Bald darauf werden

zwei weitere Seitenschiffe angebaut. Hierher gelangen am 23. Juli 1164 die Gebeine der Heiligen Drei Könige. Der Alte Dom ist damals weltberühmt. Dennoch beschließt man, einen neuen Dom zu bauen.



1248 n.Chr. - 1322 n.Chr.

Für den Bau des Neuen Doms soll zunächst der Ostteil des Alten Doms mit Hilfe eines Feuers abgebrochen werden. Mit einer Brandschutzmauer will man den Westteil schützen. Aber durch ein Missgeschick wird der gesamte Alte Dom im April 1248 von den Flammen geraubt.



Im Westen steht jetzt eine Ruine. Im Osten aber ist Platz für den neuen Dom.

Am 15. August 1248 beginnt Baumeister Gerhard die Arbeiten am Fundament des Chors. Innerhalb von 74 Jahren wird er in vielen Abschnitten gebaut. 1322 ist er fertig gestellt. Er wird über 43 m hoch.



1325 n.Chr. - 1560 n.Chr.

Kurz nach 1325 n.Chr. wird der mittlerweile provisorisch wieder hergerichtete alte Dom endgültig abgerissen. Der neue Dom braucht Platz. Die südlichen Seitenschiffe

werden gebaut. Und ab 1350 wächst der Südturm. Für ihn wird ein Kran aus Holz gebaut - ein technisches Wunderwerk seiner Zeit.

Und dennoch: der Bau bleibt unvollendet. Der Südturm erreicht nur 56 m Höhe. Die Westfassade ist 6 m hoch. Der Nordturm bleibt ein Fundament.

1560 stellt das Domkapitel die Bauarbeiten ein, die Gründe dafür sind unbekannt. Damit hat Köln die größte Bauruine der Welt. Nicht der Dom, sondern der Baukran wird für fast 300 Jahre zum Wahrzeichen der Stadt.

1842 n.Chr. - 1880 n.Chr.

Nach 282 Jahren der Weiterbau: Es geht schnell voran. 21 Jahre nur wird an Fassaden, Dächern und dem Dachreiter gebaut. Noch einmal 17 Jahre benötigen die beiden Türme, um eine Höhe von 157 m zu erreichen.

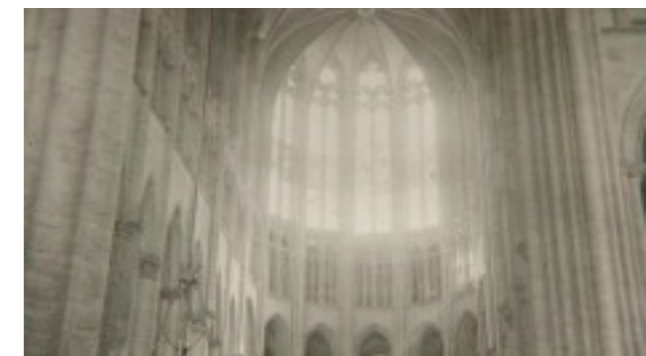


Und am 15. Oktober 1880 wird der Kölner Dom vollendet.

Der Dom – ein statisches Experiment

Von den Gesetzen der Statik war zur Zeit der Grundsteinlegung im Jahr 1248 nichts bekannt. Auch der erste Dombaumeister, Meister Gerhard, wusste noch nichts davon. Als fundierte Wissenschaft konnte sie sich bei den Baumeistern erst ab dem 17. Jahrhundert durchsetzen.

Trotzdem entstand in Köln ein waghalsiger Steinbau von noch nie dagewesener Höhe. Die raffinierten Tricks der gotischen Architektur entwickelten sich allein aus Fehlern an bereits erbauten Kathedralen.



Die wiederaufgebaute Kathedrale im französischen Beauvais

Die Planer der Kathedrale im französischen Beauvais wollten zu hoch hinaus. Den dünnen Strebewänden fehlte eine seitliche Aussteifung. Inzwischen wieder aufgebaut, stürzte 1284 die Gewölbedecke ein.



Film 1.2 Lernen durch Versuch und Irrtum

Die Bauweise der Gotik beeindruckt heute noch jeden Bauingenieur. Wie gelang es den Baumeistern im Mittelalter Kathedralen so hoch, so hell und trotzdem so stabil zu bauen?

In Köln dagegen stimmen die Proportionen; der Dom steht sicher. An ihm kann man das perfekte Beispiel eines gotischen Steinskelettbaus studieren. Innen leitet ein durchlaufendes Strebewerk die Last der Gewölbe nach unten ab. Die mächtigen Türme seiner Stirnseite stützen die Pfeiler der dahinter liegenden Gewölbe. Außen stemmen sich Strebebögen gegen Seiten des mächtigen Mittelschiffes. Sie nehmen die Kräfte des Windes und den Druck der Gewölbe auf und leiten sie über Strebepfeiler in die

Fundamente. Erst diese Technik ermöglichte den Einbau wuchtiger Fensterfronten, weil man die Wände nicht so massiv bauen musste. Die Gotik hatte die Skelett-Bauweise erfunden. So wurde der Kölner Dom im letzten Jahrhundert zum bewunderten Vorbild der ersten Wolkenkratzer in Amerika.

Die Tricks der alten Baumeister

Die Baumeister des Mittelalters besaßen ein ebenso einfaches wie geniales Werkzeug, das es ihnen ermöglichte, Mauern und Säulen exakt im rechten Winkel zueinander zu bauen: ein Seil mit 13 Knoten.

Das Seil konnte unterschiedlich lang sein. Wichtig war, dass es 13 Knoten im immer gleichen Abstand besaß. Zuerst verknoteten sie den ersten und den dreizehnten Knoten miteinander und befestigten ihn dort, wo der rechte Winkel entstehen sollte. Zählten sie jetzt zu einer Seite drei und zur anderen vier Knoten ab und zogen das Seil stramm, erhielten sie ein rechtwinkliges Dreieck. Die Erklärung dafür liefert der Satz des Pythagoras: In einem rechtwinkligen Dreieck gilt: $a^2 + b^2 = c^2$.

Wenn man wie beschrieben vorgeht, ergeben sich beim 13-Knoten-Seil für die drei Seiten drei, vier und fünf gleiche Abstände, also $3^2 (9) + 4^2 (16) = 5^2 (25)$. Mit diesem einfachen Mittel gelang es den Baumeistern, auf den Millimeter genau zu konstruieren.



Film 1.3 Ranga erklärt das 13-Knoten-Seil

Geheimnisvolle Knochen

Seit dem 12. Jahrhundert liegen die Reliquien der Heiligen Drei Könige im Dreikönigenschrein, einer der bedeutendsten Goldschmiedearbeiten des Mittelalters in Europa. Künstler haben 40 Jahre lang an dem mit über Tausend Edelsteinen und Perlen besetzten Werk gearbeitet.





Film 2.1 Die Reliquien im Dreikönigenschrein

Zu den beeindruckendsten Kunstwerken im Kölner Dom zählt der Schrein der Heiligen Drei Könige. Er soll ihre Gebeine beherbergen. Doch was weiß man über die Herkunft der berühmten Reliquien?

Die Geheimnisse der Heiligen Drei Könige

Die Gebeine der Heiligen Drei Könige waren 1248 der Anlass, den Kölner Dom zu bauen. Denn sie lockten so viele Pilger in die Stadt, dass der alte Dom dem Ansturm nicht mehr stand halten konnte.

Um den Ursprung der Reliquien ranken sich viele Legenden. Eine davon besagt, dass die Heilige Helena die Knochen Anfang des vierten Jahrhunderts im Orient gefunden habe und dass sie dann über Konstantinopel nach Mailand gelangt seien. So zeigen es auch Kirchenmalereien im Domchor. Doch es gibt keinerlei Dokumente, die diese Legende belegen. Viele Historiker glauben

vielmehr, dass die Geschichte erst im 12. Jahrhundert erdacht und aufgeschrieben wurde, um die Echtheit der Reliquien glaubhaft zu machen.

Dass an der Geschichte der Heiligen Drei Könige vieles Legendenbildung ist, zeigt auch ein Blick in die Bibel. Dort steht zwar, dass „Weise aus dem Morgenland“ und Jesus Geschenke brachten, aber genauer sind sie nicht beschrieben.

DA JESUS GEBOREN WAR ZU BETHLEHEM IM JÜDISCHEN LANDE,
ZUR ZEIT DES KÖNIGS HERODES, SIEHE, DA KAMEN DIE WEISEN
VOM MORGENLAND NACH JERUSALEM UND SPRACHEN:
WO IST DER NEUGEBORENE KÖNIG DER JUDEN? WIR HABEN
SEINEN STERN GESEHEN IM MORGENLAND UND SIND
GEKOMMEN, IHN ANZUBETEN.

....

DA SIE DEN STERN SAHEN, WURDEN SIE HOCH ERFREUT UND
GINGEN IN DAS HAUS UND FANDEN DAS KINDLEIN MIT
MARIA, SEINER MUTTER, UND FIELEN NIEDER UND BETETEN ES
AN UND TATEN IHRE SCHÄTZE AUF UND SCHENKTEN IHM GOLD,
WEIHRUCH UND MYRRHE.

MATTHÄUS - KAPITEL 2

Dass sie zu dritt waren, dass sie Könige waren, wie alt sie waren und wie sie hießen, all das ist Teil der vielen Ausschmückungen, die dieser Geschichte in den folgenden Jahrhunderten zu hinzugefügt wurden. Aber die Knochen, die ihre Gebeine sein sollen, haben viele Pilger nach Köln gezogen und viel Geld in die Stadt gebracht.

Das Geschäft mit den Pilgern

Im 17. Jahrhundert verkaufte man sogenannte „Schluckbilder“.

Sie sollten heilende Kräfte haben und wurden wie eine Arznei verwendet. Bei Krankheit oder anderen Nöten schnitt man ein Bildfeld aus und verzehrte es. Auch das Vieh bekam solche Bildchen ins Futter gemischt, um es vor Erkrankungen zu schützen.



Ab 1665 konnten die Pilger in Köln ebenfalls den Dreikönigenzettel erwerben. Er hätte, so steht es aufgedruckt in französischer Sprache, die Häupter der Heiligen Drei Könige berührt.

Dadurch würde deren besondere Kraft auf den Zettel übertragen. Er sollte Reisende vor Krankheiten und jeder Art von Übel sowie dem plötzlichen Tod schützen.

Man nähte ihn zum Beispiel in die Kleidung ein oder befestigte ihn auf Kisten für den Warentransport.



Ranga Yogeshwar und sein Team bei der Aufzeichnung von "Quarks & Co"



Kapitel 3

Hört, hört

Klänge und Glocken im Kölner Dom

Eine Kirche wie der Kölner Dom lebt nicht nur von seinen imposanten Konstruktionen, sondern auch von der Wirkung der Stimmen und der Musik auf die Besucher. Und durch das Läuten der Glocken ist er im ganzen Stadtgebiet präsent.





Film 3.1 Gotische Höreindrücke

Quarks & Co hat Diakon Dominik Meiering für Testmessungen ausnahmsweise einmal ohne Mikrophon predigen lassen.

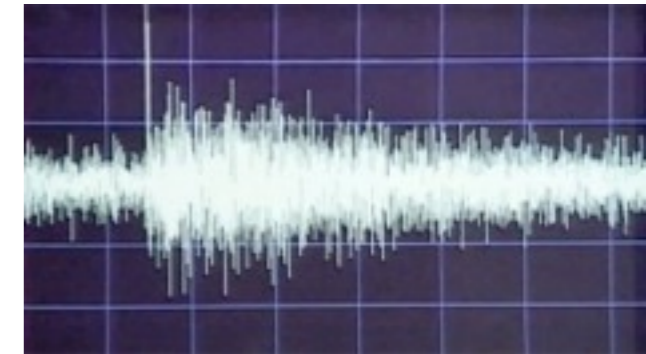
Ein akustisches Experiment

Wer heutzutage den Kölner Dom besucht und dem Orgelspiel, den Gesängen und den Worten des Priesters lauscht, der fragt sich vielleicht, wie eine Predigt geklungen haben mag, als es noch keine Mikrofone und Verstärker gab, die das Wort heute in jeden Winkel der Kathedrale tragen.

„Quarks & Co“ hat dazu ein einzigartiges akustisches Experiment gemacht. Mitarbeiter des Institutes für technische Akustik der RWTH Aachen halfen uns dabei.

Eine künstliche Schallquelle wurde dort platziert, wo früher einmal die Kanzel stand. Das Messgeräusch wurde an verschiedenen Positionen aufgenommen und dann ausgewertet.

Schall wird in einem komplizierten Raum wie dem Dom vielfach reflektiert und durchläuft deshalb viele Umwege. Jeder lange Umweg wird „Hall“ genannt. Er entspricht einem Ausschlag auf dem Messdiagramm. Sprache wird durch zu großen Hall unverständlich.



Zusätzlich zum künstlichen Geräusch haben wir deshalb einen „echten“ Prediger getestet. Ein Kunstkopfmikrofon gab genau den Höreindruck auf einem hinteren Platz wieder.



Unsere Messungen zeigten, dass sich direkter und reflektierter Schall vermischen und dadurch die Konturen des Gesprochenen verwischen. Erstaunlicher Weise ist diese Position vor einer Wand günstiger, obwohl sie noch weiter entfernt ist.

Hier ist der zeitliche Unterschied zwischen direktem und indirektem Schall viel geringer, denn die reflektierende Wand liegt ganz nah am Hörer.

Störungen durch indirekten Schall sind hingegen in der ersten Reihe gar kein Problem. Hier ist die Versorgung mit direktem Schall so gut, dass der Hall kaum eine Rolle spielt.

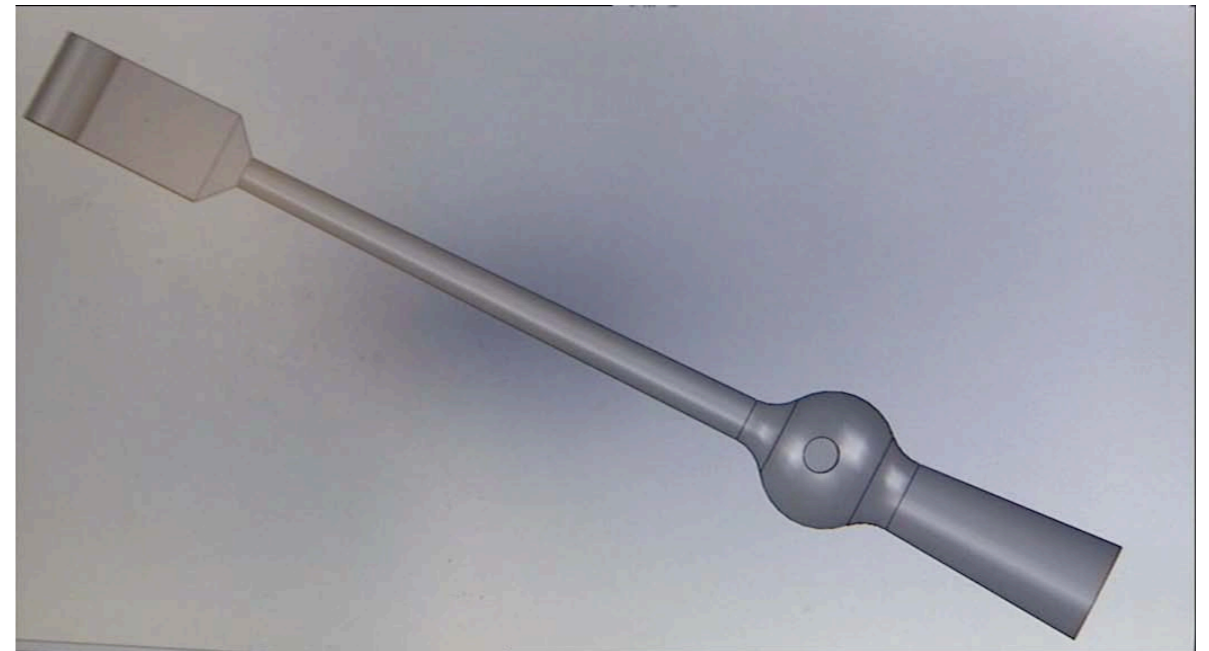
Um aber noch besser anzukommen, brachten die Prediger über der Kanzel einen Deckel an. Genau das haben wir bei unserer improvisierten Kanzel auch getan. Der Deckel reflektierte die Schallwellen, die sich sonst gen Himmel verflüchtigen würden.

Die Messung ergab, dass der gewünschte Effekt aber nur ganz in der Nähe der Kanzel zum Tragen kommt. Der größte Erfolg war deshalb nur dem sicher, der den besonderen Redestil erlernt hatte, die die Domprediger anzuwenden wussten:

Langsames Tempo, akzentuiertes Sprechen und eine kraftvolle Stimme. Unsere Messung zeigte: Wahrscheinlich konnten einer solchen Predigt auch damals schon alle Gläubigen folgen – ohne Mikrofon.

Der dicke Pitter

Die Petersglocke im Dom, in Köln auch „Der dicke Pitter“ genannt, ist eine der größten Glocken der Welt. Am Dreikönigstag 2011 verstummte sie plötzlich. Der Klöppel war abgebrochen. Wissenschaftler des Europäischen Kompetenzzentrums für Glocken in Kempten im Allgäu wurden zu Rate gezogen. Sie



Film 3.2 Ein neuer Klöppel für den „dicken Pitter“

Der dicke Pitter ist eine der größten Glocken der Welt. Als im Jahr 2011 ihr Klöppel abgebrochen ist, sollen Wissenschaftler helfen, den alten Klang wieder herzustellen.

fanden heraus, dass Rillen an der Bruchkante die Ursache für den Bruch waren. Diese waren offensichtlich beim Einbau des Klöppels in den 50er Jahren entstanden. Damals wurden Löcher für die Aufhängung geweitet, um sie passend zu machen. Das beschädigte das Material, so dass es Jahrzehnte später zum Bruch kam. Die Kemptener Forscher hatten dann die Aufgabe, einen neuen Klöppel zu konstruieren und der Glocke ihren unvergleichlichen Klang wiederzugeben.

Am 2. Dezember 2011 wurde der neue Klöppel in die Glockenstube hochgezogen, fünf Tage später wurde die Glocke wieder geläutet.

Der verletzliche Riese

Am Kölner Dom nagt der Zahn der Zeit. Verwitterung und Umwelteinflüsse setzen ihm zu: Steine zerbröseln und Metalle rosten durch. Gegen diesen Verfall kämpfen die Experten der Dombauhütte.

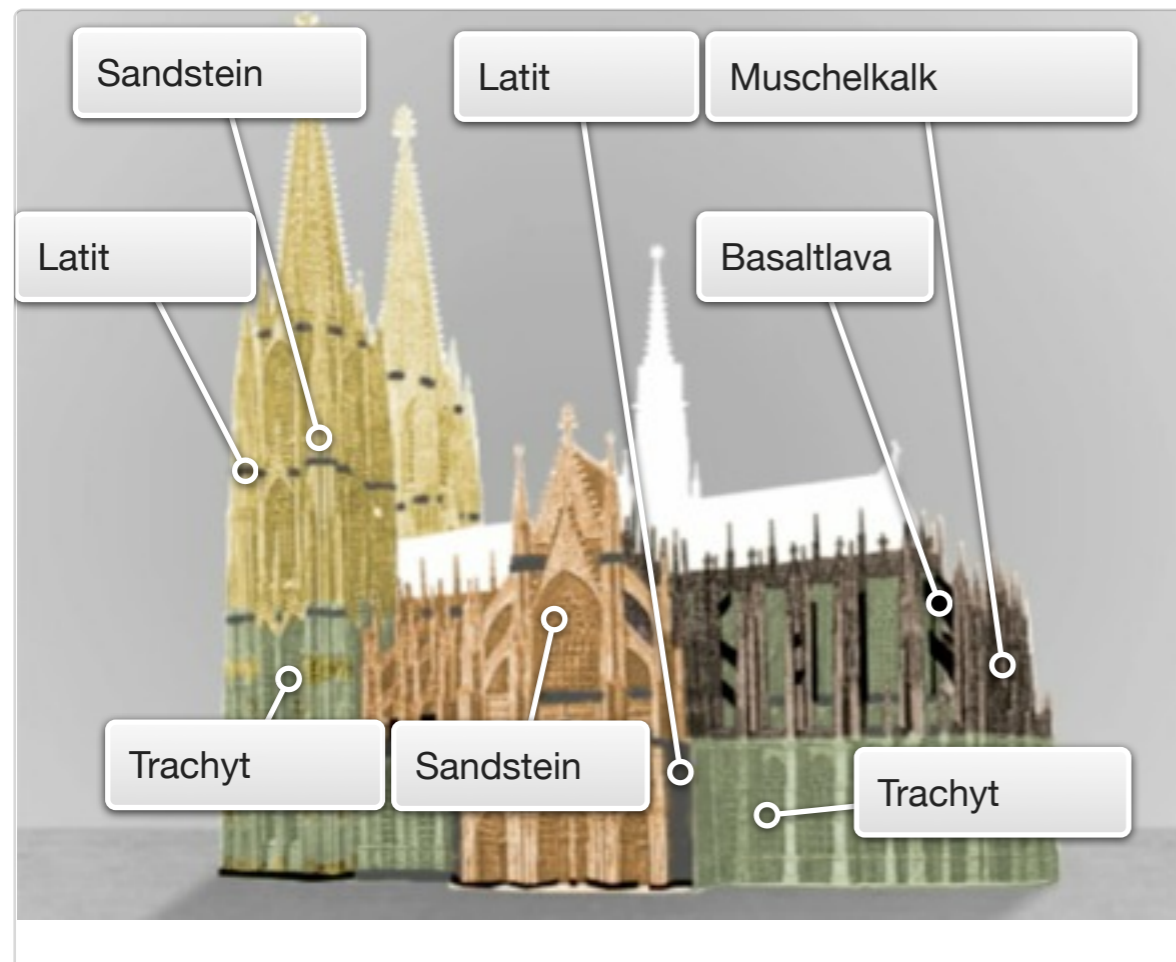


Der Kampf gegen den „Steinfraß“

Der Naturstein, aus dem der Dom erbaut wurde, verwittert schneller als die Steinmetze arbeiten können. Nur ein Schutz der alten Steine kann hier auf Dauer helfen.

Der Dom wurde aus einer Vielzahl von Steinarten erbaut. Das macht es schwierig, dem Steinfraß mit einem Allheilmittel zu begegnen. Geeignete Schutzmittel werden schon seit Jahrzehnten getestet, vor allem wasserabweisende und stein festigende Substanzen, aber auch deren Kombinationen.

Die Steine des Doms



Film 4.1 Nie ohne Baugerüst

Am Kölner Dom nagt der Zahn der Zeit. Verwitterung und Umwelteinflüsse setzen ihm zu: Steine zerbröseln und Metalle rosten durch. Gegen diesen Verfall kämpfen die Experten der Dombauhütte.

1995 wanderten die ersten Würfel vom Dach des Doms ins Labor. Damals galt das Schwefeldioxid in der Stadtluft als der Hauptfeind der Steine. In der Verbindung mit Wasser bildet sich daraus Schwefelsäure, die die Mineralien des Steins angreift.

Wie schnell Wasser in die verschiedenen behandelten Steintypen eindringt, ist dabei ganz besonders wichtig. Denn mit dem Wasser dringen auch die Schadstoffe in den Stein und zerstören ihn von innen. Bis die Experten ein Wundermittel gegen die verschiedenen Ursachen des „Steinfraßes“ gefunden haben, müssen die Steine des Doms ständig repariert werden. Die Gerüste am Dom werden deshalb nicht verschwinden, sondern nur ihre Standorte verändern.



Film 4.2 Haarfeine Risse in historischen Fenstern

Das Glas aus dem 19. Jahrhundert ist durch Mikrorisse beschädigt und droht zu zerbrechen.

Fenster – auch nicht für die Ewigkeit

Im Mittelalter waren Quarzsand, Kalk und Pottasche die wesentlichen Rohstoffe für die Glasproduktion. Quarz besteht aus Siliciumdioxid, das geschmolzen wird und beim Erstarren ein Silicium-Netzwerk bildet, die Glasmatrix. Siliciumdioxid schmilzt aber ohne Zusätze erst bei über 2000 Grad Celsius. So genannte Flussmittel wie Calcium (aus dem Kalk) und Kalium (aus der Pottasche) senken den Schmelzpunkt, und zwar umso mehr, je höher ihr Anteil im Verhältnis zu Silicium ist.

Da man mit der mittelalterlichen Technik nur Temperaturen bis zu 1200 Grad erreichen konnte, mussten die Gläser also siliciumarm sein und viele Flussmittel enthalten. Das ist auch der Grund dafür,

dass sie empfindlicher sind als modernes Glas (s.u.). Heutige Gläser werden bei 1400 Grad geschmolzen, außerdem werden noch Stabilisatoren gezielt hinzugefügt (z.B. Aluminium oder Phosphor), die im Mittelalter nur zufällig als Verunreinigung hineinkamen.

Jede Glasoberfläche wird durch Wasser angegriffen, das Fachwort dafür ist Korrosion. Dabei tritt eine so genannte Ionenaustausch-Reaktion auf: Aggressive Bestandteile des Wassers, die sauren Protonen, wandern in das Glas, Alkali-Ionen (aus den Flussmitteln) verlassen die Netzstruktur. Je mehr Flussmittel das Glas enthält, desto mehr kann also auch vom Wasser ausgewaschen werden, wodurch das Glas letztlich instabil wird. Durch die Einwirkung des Wassers entsteht eine protonen- und wasserhaltige Gelschicht an der Oberfläche. Diese Gelschicht ist eigentlich ein Schutz für die Glasoberfläche. Leider wird diese Schutzschicht durch natürliche Prozesse und durch Abgase beschädigt. Schadgase wie Schwefeldioxid lösen sich zum Beispiel in Wasser; dort bilden sie Säuren; dadurch beschleunigt sich die Ionenaustauschreaktion immer mehr.

Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede erzeugen dann Spannungen in der angegriffenen Glasoberfläche, die Mikrorisse zur Folge haben. Dadurch gelangen die Schadstoffe noch tiefer in das Glas rein und beschädigen es weiter.

Die Schadgase heizen nicht nur die Ionenaustauschreaktion an; sie bilden auch mit den herausgelösten Substanzen der

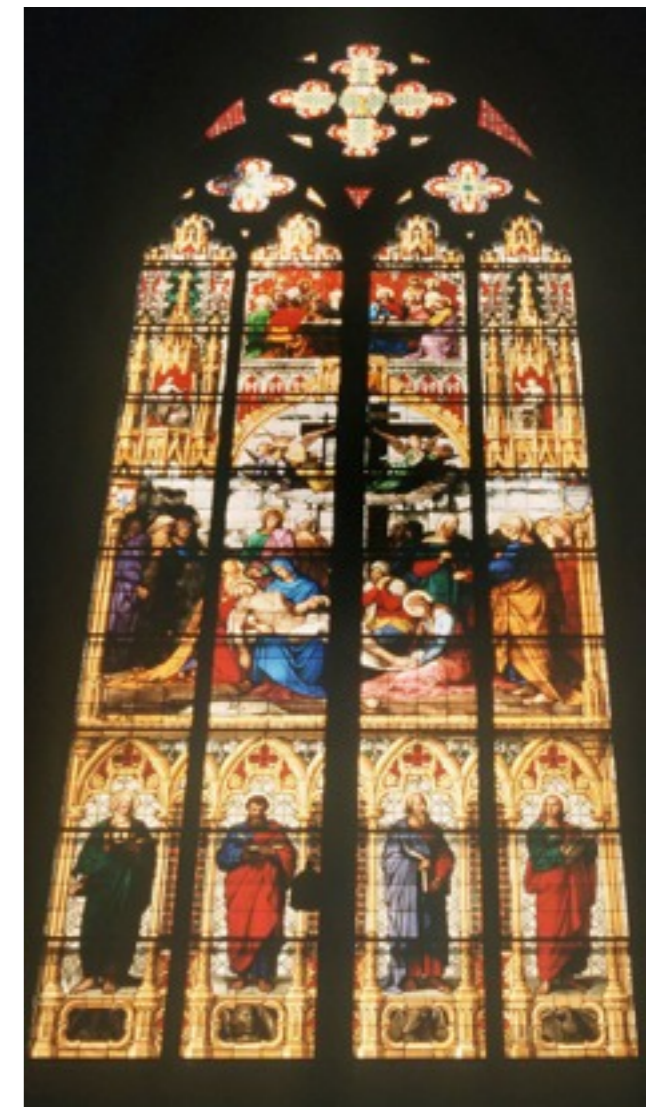
Flussmittel Sulfhydrate wie Gips oder Syngenit; diese lagern sich auf der Glasoberfläche ab und bilden die als „Wetterstein“ bezeichnete Kruste.

Daneben lagern sich auf den Scheiben natürlich auch einfach Staub und Dreck ab. Eine besondere Rolle spielen die Pilze: Sie können die Kationen der Flussmittel (Kalium und Calcium) und die Färbereagenzien (z. B. Mangan-Ionen) als Spurenelemente für ihren Stoffwechsel benützen und gedeihen deshalb besonders gut auf mittelalterlichen Gläsern. Zudem können sie sich auf deren rauherer Glasoberfläche besser anheften als an heutiges Glas. Pilze scheinen besonders rosafarbenes Glas zu mögen. Denn es enthält reichlich Mangan-Oxid, was der natürlichen Umwelt der Pilze sehr selten ist. Dabei bilden sie einen dicken Film auf der Oberfläche des Glases. Ein Problem, das es übrigens auch heute mit den modernsten Gläsern gibt - zum Beispiel in der Weltraumstation "Mir", wo ein Fenster von Pilzen befallen wurde.

Auf verwitterten Gläsern, auch dem Kirchenglas, gibt es also mehrere Schichten: zuerst das Glas selbst, dann die Gelschicht, die das Glas schützt, solange sie nicht Risse bekommt (dann allerdings wird immer mehr Glassubstanz weggefressen von den eindringenden Säuren) und dann der Belag aus Wetterstein, Mikroorganismen und Schmutz. Dieser Belag absorbiert Licht - Man sieht also viel weniger durch das Fenster. Die Kunst des Restaurierens besteht nun darin, so viel Belag abzunehmen wie nur möglich, ohne die Gelschicht zu verletzen - denn dann geht

die Glassubstanz verloren. Dabei handelt es sich um tausendstel Millimeter, die den Unterschied zwischen Restaurierung und Zerstörung ausmachen. Dies ist das Dilemma der Restauratoren und der Grund dafür, dass eine Restaurierung manchmal mehr schadet als nützt.

Ein weiteres Problem der Restauratoren ist, dass man häufig erst einige Jahrzehnte später feststellen kann, wie sich eine Schutz- oder Reinigungsmaßnahme auswirkt. Es gibt zum Beispiel Klebstoffe, die sich nach zwanzig Jahren plötzlich braun färbten und hässliche Flecken hinterlassen. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung in Bronnbach bei Würzburg hatten eine clevere Idee: Sie stellten spezielle Probegläschen her, mit denen man schon nach kurzer Zeit Hinweise darauf bekommt, wie sich eine Restaurierungstechnik auswirken wird. Durch spezielle Zusätze haben sie das Probenglas extrem empfindlich gemacht. Bei Kontakt mit Wasser reagiert es sofort und beginnt mit dem Korrosionsprozess. Setzt man die Gläschen an die frische Luft oder deponiert sie gar in



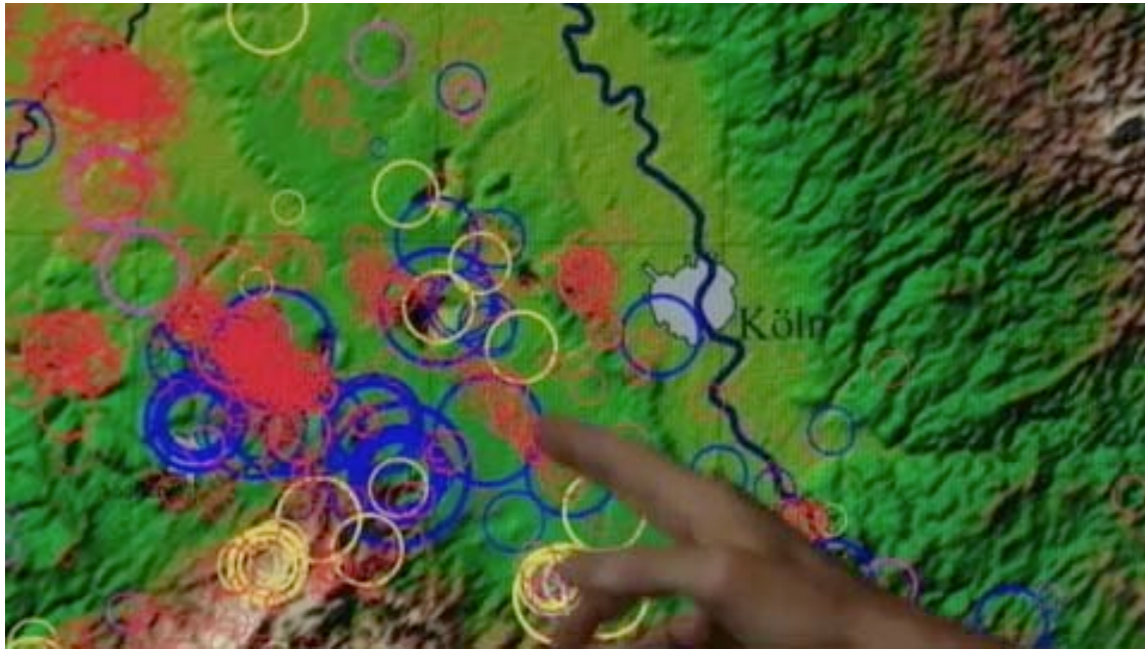
einem Klimaschrank, dann hat man nach Monaten bzw. Tagen eine dicke Korrosionsschicht auf der Oberfläche - ähnlich wie bei den alten Kirchenfenstern. Jetzt kann man mit diesen Gläschen Versuche machen, anstatt mit den wertvollen Scheiben. Die Ergebnisse sind relativ ernüchternd: Chemische Reinigungsmittel sind entweder zu aggressiv, sie zerstören die Gelschicht und tragen damit zum Glasabbau bei. Oder sie sind zu kompliziert in der Anwendung oder zu teuer. Deshalb wird in der Dombauhütte heute so wenig wie möglich mit chemischen Mitteln gereinigt, stattdessen kommen vorzugsweise Pinsel zum Einsatz.

Auch für den Schutz der Fenster hat man auf eine einfache Lösung zurückgegriffen: eine Schutzverglasung. Dabei wird eine Scheibe aus modernem Glas vor die alten Scheiben gesetzt. Damit werden Abgase, Wasser und Dreck abgehalten.

Auch hierbei waren die Testgläschen der Fraunhofer-Forscher nützlich. Als Sensor kann man sie nämlich nicht nur bei Laborversuchen einsetzen, sondern auch an der Kirche selbst. Man befestigt sie an der zu prüfenden Stelle und sieht nach einigen Monaten nach, wie stark das Testglas korrodiert ist. Ist es noch weitgehend unbeschädigt, dann hat die zu prüfende Schutzmaßnahme geholfen. Damit war es zum Beispiel möglich, die optimale Belüftung der Schutzverglasung herauszufinden.

Viele Requisiten im Quarks-Studio, unter anderem ein großes Modell des Kölner Doms





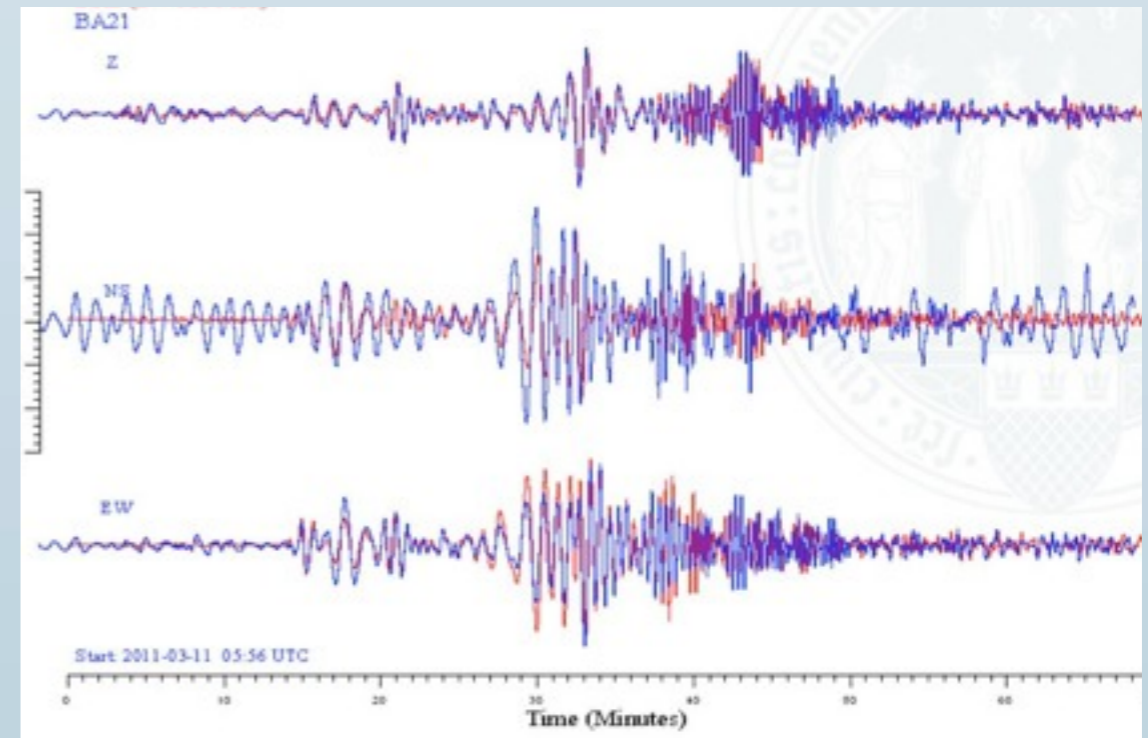
Film 4.3 Droht Gefahr durch Erdbeben?

Forscher der Universität zu Köln haben den Dom mit Schwingungsmessern ausgestattet. Die Daten sollen zeigen, ob die Kathedrale tatsächlich so stabil ist, wie es scheint.

Der Dom in Schwingung

Ungefähr 120.000 Tonnen wiegt der Dom über der Erde und mindestens noch mal so viel wiegt sein Fundament. So viel Gewicht steht felsenfest, sollte man meinen. Doch schon ein vorbeifahrender Zug versetzt die gotische Kathedrale in Schwingung. Wissenschaftler der Universität Köln haben den Dom mit fünf Seismografen ausgestattet, verteilt vom Fundament bis hoch in die Türme. Sie interessiert vor allem eine Frage: Wie erdbebensicher ist der Dom gebaut? Denn Köln liegt in einem der erdbebenreichsten Gebiete in Deutschland.

Erfahren Sie, wie verschiedene Ereignisse den Dom in Schwingung versetzen.



Erdbeben in Japan, März 2011

Der Dom schwingt vom Fundament (rote Kurve) bis in die Türme (blaue Kurve) fast gleich und zwar um 1,5 Zentimeter. Auslöser dafür sind extrem langsame Bodenbewegungen, die durch das weit entfernte Erdbeben verursacht werden.



Kapitel 5

Der Dom-Steckbrief

Das Bauwerk in Zahlen

Der Kölner Dom ist ein Gebäude der Superlative. Bei seiner Fertigstellung im Jahr 1880 war er das höchste Bauwerk der Welt. Auch heute ist es immer noch die dritthöchste Kirche weltweit.





Film 5.1 Überraschendes zum Weitersagen

Der Kölner Dom ist ein Gebäude der Superlative. Bei seiner Fertigstellung im Jahr 1880 war er das höchste Bauwerk der Welt. Auch heute ist es immer noch die dritthöchste Kirche weltweit.

Der Dom in Zahlen

20.000 Besucher werden durchschnittlich pro Tag gezählt.

157 Meter hoch ist der Kölner Dom. Bei seiner Fertigstellung 1880 war er das höchste Gebäude der Welt. Allerdings nur für vier Jahre. Dann wurde er vom Washington Monument überholt.

7.914 Quadratmeter misst die Grundfläche – mehr als ein Fußballfeld.

10.000 Quadratmeter ist die Fensterfläche. Mit allen Kirchenfenstern zusammen könnte man ein 30-stöckiges Hochhaus komplett verglasen.

120.000 Tonnen schwer ist der Dom, so viel wie 600 Einfamilienhäuser. Mindestens noch mal so viel wiegt das Fundament.

600 Tonnen schwer ist das Dach aus Blei. Beim Bau des Dachs im 19. Jahrhundert gab es viel Streit um das Material fürs Dach. Schließlich entschied man sich für brandsicheres Blei anstatt für Holz.

752 Jahre alt (Stand 2012) ist das älteste Fenster, das Bibelfenster von 1260 aus der Anfangszeit des Domes.

5 Jahre alt (Stand 2012) ist das jüngste Fenster, das Richterfenster von 2007, entworfen von dem Kölner Künstler Gerhard Richter.

24 Tonnen wiegt die größte Glocke, so viel wie fünf Elefanten. Die Petersglocke ist eine der größten freischwingenden Glocken der Welt. Sie misst 3,22 Meter im Durchmesser.

11 Millionen € pro Jahr kosten der Erhalt und der tägliche Betrieb des Kölner Doms.

Impressum:

Herausgeber: Westdeutscher Rundfunk Köln

Verantwortlich: Quarks & Co - Thomas Hallet

Redaktion: Monika Grebe

Autoren: Frederike Buhse, Reinhart Brüning, Ulrich Grünewald,
Stefan Hoeren, Mike Schaefer, Til Stempel, Jo Siegler

Gestaltung: Designbureau Kremer & Mahler, Köln

Bildnachweis:

Titel - imagebroker/ christophe vandercam,

S. 2 - akg Images, S. 6 - INTERFOTO/ ARTCOLOR, S. 9 -

dapd/ Pfeil, Roberto, S. 12 - dpa Picture-Alliance/ Florian M

S. 18 - picture-alliance/ Eibner-Presse

alle anderen Bilder: WDR

© WDR, 2012