

Zum Entwerfen mit Hilfe von Hängemodellen

Autor(en): **Graefe, Rainer**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **70 (1983)**

Heft 11: **Modell : ein architektonisches Medium = La maquette : un milieu architectural = Model : an architectural medium**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53542>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zum Entwerfen mit Hilfe von Hängemodellen

Antoni Gaudis Modell für die Kirche der Arbeitersiedlung Güell

1670 fand Robert Hooke heraus, dass die Kettenlinie, jene Kurve, die eine an beiden Enden aufgehängte Kette oder Schnur unter Eigengewicht beschreibt, umgekehrt dazu verwendet werden kann, auf Druck beanspruchte Wölbungen zu finden. Damit schuf er die Grundlage zu einer neuen Entwurfsmethode, bei der Architektur- und Konstruktionsform in einem einheitlichen Prozess, als Einheit entwickelt werden. Es war Antoni Gaudi, der in seinem berühmten Fadenmodell für die Kirche der Arbeitersiedlung Güell nicht nur die Wölbkonstruktion, sondern die gesamte, komplizierte Tragstruktur des Gebäudes darstellte. Wir zeigen die anlässlich der Ausstellung «Der Hang zum Gesamtkunstwerk» errichtete Rekonstruktion von Gaudis Hängemodell.

Antoni Gaudi, maquette de l'église de la Colonie ouvrière Güell

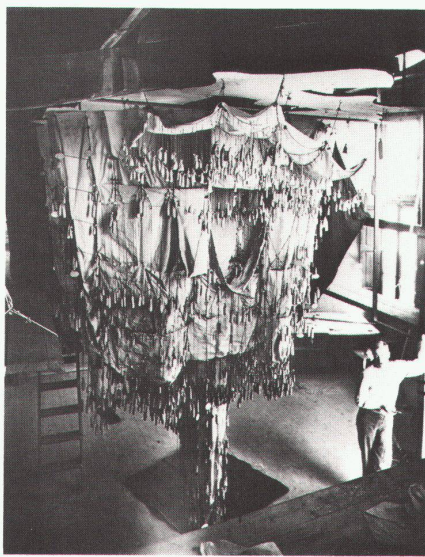
En 1670, Robert Hooke découvrit que la ligne de chaînette, cette courbe décrite par une chaîne ou un cordon suspendu entre les deux extrémités, pouvait être inversement utilisée pour définir des surfaces courbes travaillant à la compression. Ce faisant, il établissait les bases d'une nouvelle méthode de projet permettant de développer conjointement les formes de l'architecture et celles de la construction par un seul processus, comme une unité. Avec sa célèbre maquette en nappes de fils pour l'église de la colonie ouvrière Güell, Antoni Gaudi a pu représenter non seulement la courbure des voûtes, mais aussi la structure portante complexe de tout le bâtiment. A l'occasion de l'exposition «Der Hang zum Gesamtkunstwerk», nous présentons ici la reconstruction de la maquette en nappes suspendues de Gaudi.

Antoni Gaudi's model for the church in the workers settlement in Güell

In 1670, Robert Hooke realized that a chain line, that is, the curved line made by a chain or a string fixed at both ends under the influence of its own weight, may – in reverse – be used to find vaulted forms under the strain of pressing weight. Thus he created the basis of a new method of design, combining the development of architectural and construction shapes in one single process. It was Antoni Gaudi who did not only demonstrate the vaulted construction of his church for the workers' settlement in Güell with his now famous twine model, but also the entire and complicated support structure of the building. We shall show you a reconstruction of Gaudi's suspension model that was executed for the sake of the exhibition: "Der Hang zum Gesamtkunstwerk".

Die meisten historischen Gewölbe sind aus geometrischen Formen – vor allem aus Kreisen, Kreissegmenten und Kugelabschnitten – entwickelt. Durch diese statisch an sich unrichtige Formgebung traten in bestimmten Wölbungsbereichen Probleme (Beulen, Reissen) auf. Und diese Probleme löste man nicht etwa durch eine Änderung der Gesamtform, sondern durch konstruktive Änderungen und durch Hilfskonstruktionen nur an diesen, erfahrungsgemäss gefährdeten Stellen – beispielsweise durch Aufbringen von mehr Material, mehr Gewicht im unteren Wölbungsbereich, durch die Verwendung leichterer Baustoffe im oberen Wölbungsbereich, durch das Anbringen von Strebbögen oder von Zugankern oder auch einfach durch das Weglassen des problematischen Teils der Wölbform.

Erst 1670 stellte Robert Hooke überhaupt die Frage nach der richtigen Form von Wölbungen. Die von ihm gefundene Lösung kann als die Grundlage einer neuen Formfindungsmethode angesehen werden, bei der Architektur- und Konstruktionsform in einem einheitlichen Entwurfsprozess, als Einheit entwickelt werden. Hooke fand heraus, dass die Kettenlinie durch ihre Umkehrung

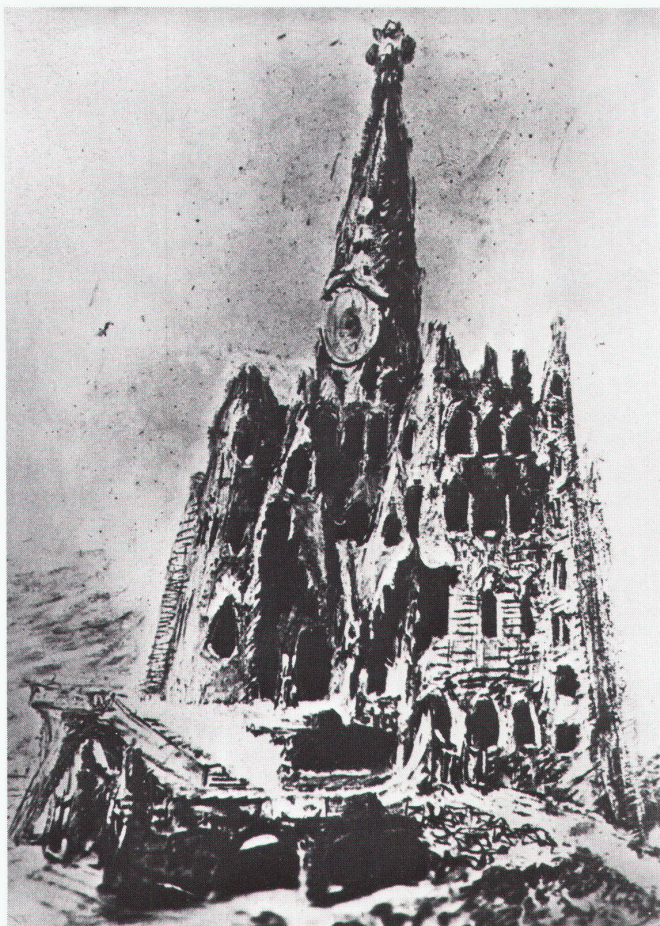


Original-Hängemodell von Gaudi. Aussenansicht der Kirche von Süden mit Treppenaufgang und Haupteingang. Im Foto ein Mitarbeiter Gaudis / Maquette en nappes de Gaudi. Vue extérieure sud de l'église avec l'escalier d'accès et l'entrée principale. Sur la photo, un collaborateur de Gaudi / The original suspension model by Gaudi. Exterior view of the church seen from the south, including its main entrance and the stairs leading to it

zur Auffindung nur auf Druck beanspruchter Wölbungen dienen kann. Mit der Kettenlinie wird diejenige Kurve bezeichnet, die eine an beiden Enden hängende Kette oder Schnur unter Eigengewicht beschreibt. Ebenso wie bei der hängenden Kette nur Zugkräfte auftreten, treten bei Bögen und Gewölben, die der auf den Kopf gestellten Kettenlinie folgen, nur axiale Druckkräfte auf. In derart geformten Wölbungen treten unter Eigengewicht also keine Biegekräfte auf, so dass sie mit wenig Material und ohne Hilfskonstruktionen auskommen.

Modellversuche mit hängenden Ketten, die diesem Prinzip folgen, sind erstmals von Giovanni Poleni 1748 überliefert. Poleni überprüfte mit ihrer Hilfe die Standfestigkeit der Kuppel der Peterskirche in Rom. Eine Kette wurde in Abständen mit Metallkugeln unterschiedlicher Grösse belastet, die den unterschiedlichen Gewichten der einzelnen Abschnitte eines Kuppelsegments entsprachen.

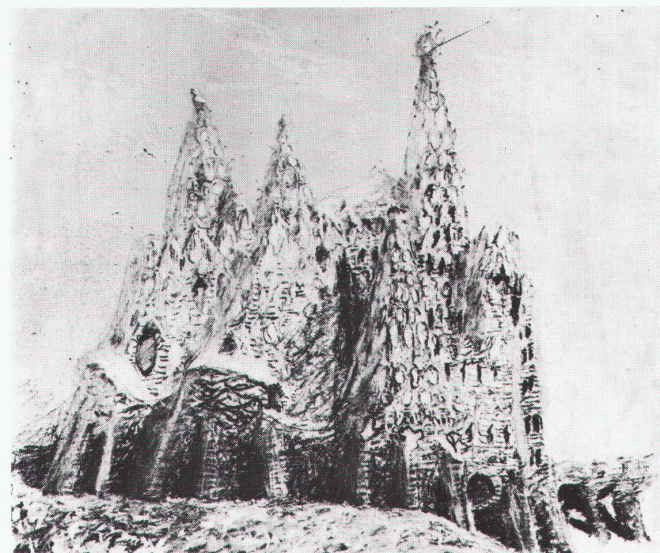
Für Entwürfe von Wölbkonstruktionen wurden gleiche einfache Hängemodelle verschiedentlich im 19. Jahrhundert verwendet, erstmals von Heinrich Hübsch, der mit dieser Methode mehrere



2



4



3

2 3 Südseite und Nordwestseite der Kirche. Übermalung des Hängemodell-Fotos von Gaudi / Le côté sud et nord-ouest de l'église. Retouche en couleurs de la photographie de maquette de Gaudi / The southern and north-western side of the church. Picture of the suspension model by Gaudi with superimposed painting

4 Innenraum der Kirche. Übermalung eines

Hängemodell-Fotos von Gaudi / L'intérieur de l'église. Retouche en couleurs d'une photographie de maquette de Gaudi / Interior of the church. Picture of the suspension model by Gaudi with superimposed painting

5 Die ausgeführte Krypta der Kirche / La crypte de l'église réalisée / The already existing crypt of the church



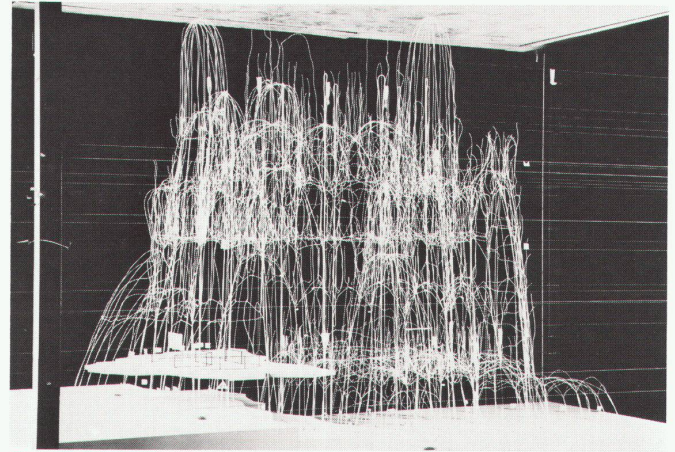
5



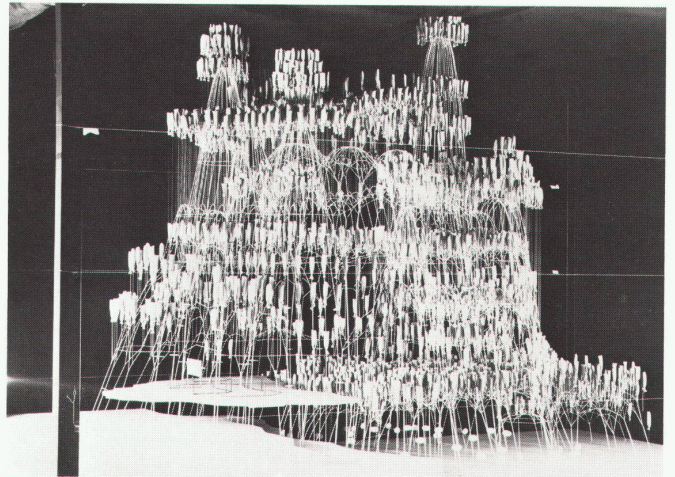
6

Kirchen entwarf. Als vorzeigbare Architekturformen wurden die derart gefundenen Wölbformen allerdings noch nicht akzeptiert. Man fand sie unschön und versteckte sie hinter herkömmlichen Bauformen.

Erst Antoni Gaudí brachte Architekturform und Konstruktionsform zusammen. Sein bekanntes Fadenmodell für die Kirche der Arbeitersiedlung Güell stellte nicht nur die Wölbkonstruktion, sondern die gesamte, überaus komplizierte Tragstruktur des Gebäudes vollständig dar. Die Lasten der einzelnen Bauteile wurden durch eingehängte Säckchen simuliert, die mit Bleischrot gefüllt waren. In einem aufwendigen und langwierigen Wechselspiel zwischen den Modellversuchen und den Ermittlungen des Eigengewichts der Bauteile wurden



7



8

die Gewichte der einzelnen Säckchen genauer bestimmt. Die hochsensible Gleichgewichtsfigur dieses Hängemodells konnte nur in einem ganzheitlichen Prozess verändert und verbessert werden.

Nach zehnjähriger Arbeit an diesem Modell begann Gaudí 1926 mit dem Bau der Kirche, der 1914 wegen Geldmangels eingestellt werden musste. Nur das Untergeschoss mit Krypta und Sakristei und der Treppenaufgang zum Haupteingang waren fertiggestellt worden. 1936 wurden das Modell, die Pläne und die meisten Unterlagen der Kirche vernichtet. Einer der wichtigsten Entwürfe des grossen katalanischen Architekten musste damit als verloren gelten.

Der Auftrag des Zürcher Kunsthauses, Gaudís Hängemodell für die

Ausstellung «Der Hang zum Gesamtkunstwerk» zu rekonstruieren, bot die Möglichkeit, den Gesamtentwurf der Kirche zurückzugewinnen. Rekonstruktion und Modellbau wurden vom Institut für leichte Flächentragwerke in Zusammenarbeit mit der Gaudí-Gruppe der TH Delft durchgeführt. Unter grossen Schwierigkeiten wurden erhaltene Fotos des alten Modells ausgewertet, wobei erstmals alle Teile des alten Modells sicher erfasst werden konnten.

Diese Rekonstruktion gab neue Einblicke in Gaudís Arbeitsweise, in den Entstehungsprozess seines Entwurfs und in seinen Umgang mit einer sich selbst bildenden Architektur- und Konstruktionsform, die nur begrenzt manipulierbar war. So war beispielsweise zu beobachten, dass Gaudí durch Aufbringen zu-

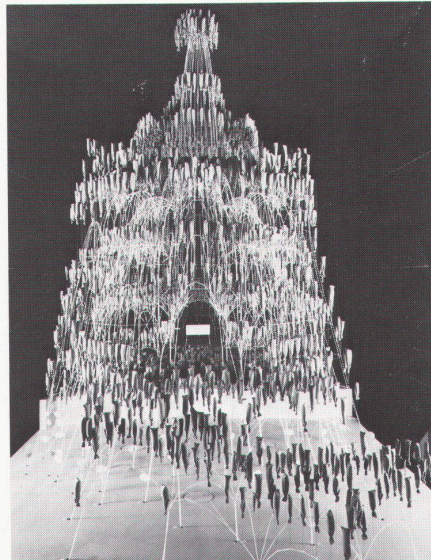
sätzlicher, an sich überflüssiger Gewichte die Formbildung noch im Sinne neugotischer Vorstellungen zu beeinflussen suchte. Charakteristisch für Gaudis Vorgehensweise ist übrigens, dass er anstelle üblicher Entwurfszeichnungen zunächst nur Übermalungen von Fotos seines Hängemodells anfertigte, welche den fertigen Bau vorstellten.

Die Möglichkeiten der Formfindung mit Hängemodellen werden auch heute erst von wenigen Architekten und Ingenieuren genutzt. Heinz Isler entwickelte spezielle Modellbauverfahren mit hängenden Flächen, die aus einer flüssigen, aushärtenden Gussmasse auf einer Membrane hergestellt werden. Er verwendet derartige Hängemodelle bisher wohl als einziger routinemässig für seine zahlreichen ausgeführten Schalen. Am Institut für leichte Flächentragwerke werden zur Formfindung leichter, weitgespannter Wölbungen und Gitterschalen Hängemodelle aus gleichmaschigen Netzen entwickelt. Auch diese Methode ist schon verschiedentlich in der Baupraxis angewendet worden.

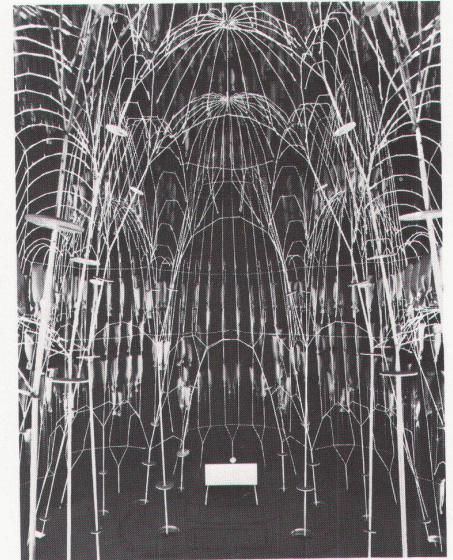
Es wäre zu wünschen, dass derartige Entwurfsmethoden, die eine Synthese von Formgebung und Konstruktion ermöglichen, eine weitere Verbreitung fänden.

R. G.

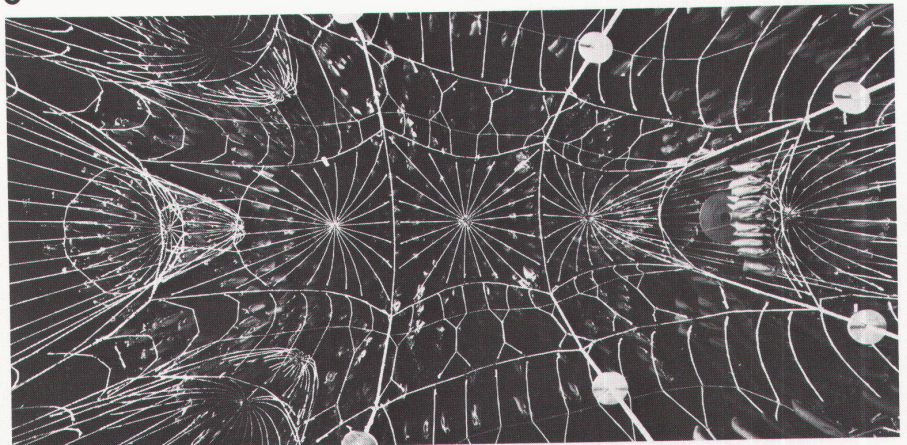
* Rekonstruktion des Hängemodells im Auftrag des Kunsthaus Zürich, gefördert von der Körber-Stiftung; Rekonstruktion des Hängemodells, Juni 1982–Januar 1983
 Masstab 1:15 (Gewichte: etwa 1:100 000)
 Abmessungen des Modellrahmens: Länge 3,8 m, Breite 2,1 m, Höhe 2,4 m
 ausgeführt am Institut für leichte Flächentragwerke (IL), Universität Stuttgart, unter der Leitung von Professor Dr. Ing. A. A. Frei Otto
 Rekonstruktion und Modellbau:
 ir. Jos Tomlow (Gaudi-Gruppe der TH Delft)
 Dr. Rainer Graefe (IL)
 cand. arch. Arnold Walz (IL)



9



10



11

6 Original-Hängemodell / Maquette en nappes originale / The original suspension model

7 8 Entstehung der Rekonstruktion / Réalisation de la reconstruction / The developmental stages of the reconstruction

9 Blick auf die Südseite / Vue du côté sud / View of the southern side

10 11 Blick vom Haupteingang zum Chor / Le chœur vu de l'entrée principale / View from the main entrance towards the choir / Blick in die Wölbung / Vue vers la voûte / View into the vault

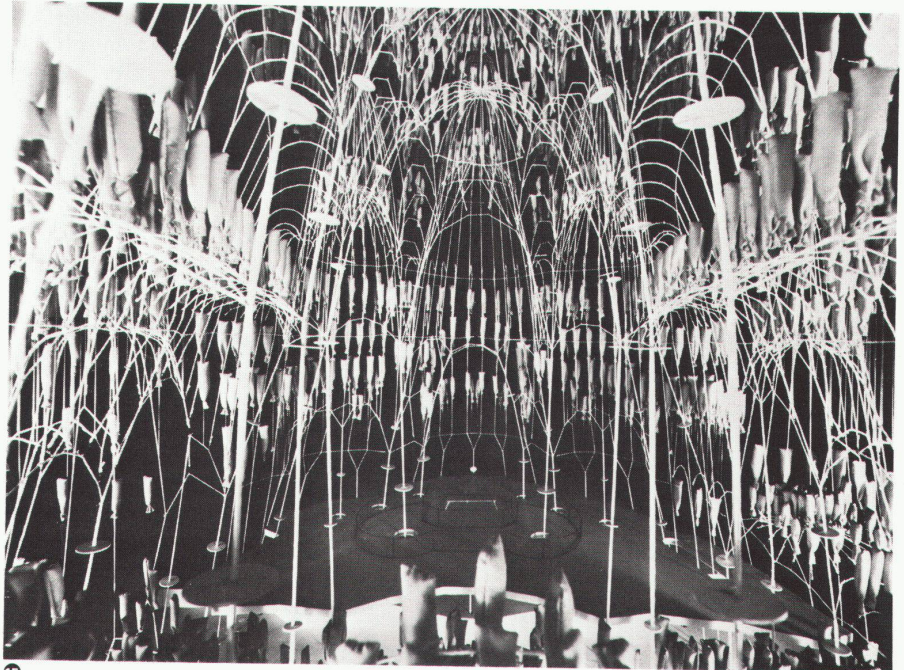
12 Südansicht des ausgeführten Teils / Vue du côté sud de la partie réalisée / View of the southern side of the constructed part



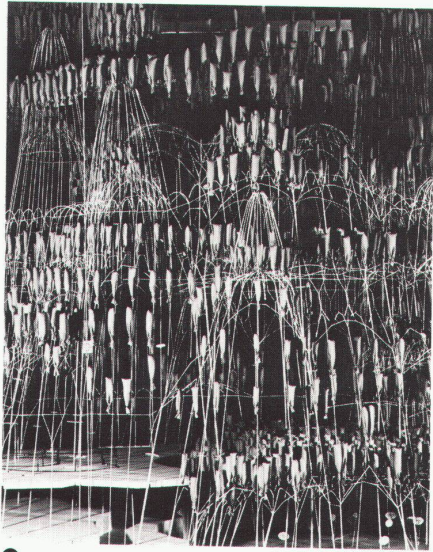
12



13



15



14



16

13 14
Details der Rekonstruktion / Détails de la reconstruction /
Details of the reconstruction work

15 16
Rekonstruktion, Innenraum, Blick zum Chor / Reconstruc-
tion, volume intérieur, vue vers le chœur / Reconstruction,
interior, view towards the choir