

ESO Supernova in Garching

ESO Supernova in Garching



Architekten/Architect:

Bernhardt + Partner,
Darmstadt

Mitarbeiter/Team:

Axel Müller (Projektleiter),
Benjamin F. Bockstette

Tragwerksplanung/ Structural engineers

Bollinger und Grohmann,
Frankfurt/München/Wien

Mitarbeiter/Team:

Mark Fahlbusch, Moritz
Heimrath, Adam Orłinski,
Rainer Pum, Matthew Tam

Schalung/Formwork:

Doka, Maisach

Fassade und Kuppel/ Facade and dome:

Frener & Reifer, Brixen

Bauherr/Client:

ESO European Southern
Observatory, Garching

Die Europäische Südsternwarte ESO ist die führende zwischenstaatliche Organisation für Astronomie in Europa und, eigenen Aussagen zufolge, »das produktivste astronomische Observatorium der Welt«. Auf ihrem Gelände vor den Toren Münchens, umgeben von Feldern und in direkter Nachbarschaft zum Campus Garching der TU München, ist im April 2018 die ESO Supernova, ein Planetarium mit Besucherzentrum, eröffnet worden. Sie ist eine Schenkung der Heidelberger Klaus Tschira Stiftung an die ESO und nach der Idee des Physikers und SAP-Mitbegründers Klaus Tschira (1940–2015) geplant.

Das hochmoderne Planetarium mit 109 Plätzen und eine 2200 m² große, interaktive Ausstellung auf drei Ebenen sollen der Öffentlichkeit Faszination und Bedeutung von Astronomie und Astrophysik vermitteln. Die besondere Form des Gebäudes steht für ein verschmelzendes Doppelsternsystem kurz vor der Explosion. Die aufbrechende Außenhülle symbolisiert den beginnenden Massenaustausch. Ihre Oberfläche besteht aus 1400 unterschiedlichen, 4 mm starken Aluminiumpaneelen, die zweiseitig, teils dreiseitig gekrümmt sind. Die präzise vorgefertigten Bleche wurden mit Abstandshaltern auf den

Stahlbetonrohbau montiert. Die beiden Glasfassaden des Foyers unterzogen die Architekten einem digitalen Formfindungsprozess, sodass die gewünschte Freiform aus ebenen Scheiben konstruiert werden konnte.

Die vertikalen raumbildenden und tragenden Elemente bestehen aus gekrümmten Betonstreifen, die sich, dem gestalterischen Prinzip der Supernova folgend, zu freigeformten Schalen und Schalensplittern entwickeln. Verschieden große Öffnungen und Spalte, die durch Versetzung entstehen, ermöglichen Blickbeziehungen zwischen den Ausstellungsräumen sowie Ein- und Ausblicke zur Umgebung. Der Besucher erschließt sich das Gebäude vom Foyer im Erdgeschoß aus. Sein Weg führt ihn spiralförmig über Rampenwege und Galerien zwischen den beiden Kernen im Gebäudeinneren und der Außenschale entlang. So umwindet er die Rotations Schwerpunkte der beiden Kerne: das Planetarium und den 15 m hohen Luftraum unter einer Glas-Gitterkuppel mit 250 m² und 264 verschieden großen Scheiben. In deren Unteransicht sind Leuchten in die Verbindungsknoten integriert. Kuppelstruktur und Lichtkonzept sind an Konstellationen des südlichen Sternhimmels angelehnt. **HK**

Grundrisse

Maßstab 1:1000

EG und 2. OG

- 1 Eingang und Foyer
- 2 Planetarium
- 3 Luftraum
- 4 Rampenwege

Längsschnitt

Maßstab 1:1000

5 Glaskuppel

- 6 Dachterrasse
- 7 Seminarräume

plan

scale 1:1000

GF and 2nd basement

- 1 entrance and foyer
- 2 planetarium
- 3 under-roof void
- 4 ramps

longitudinal section

scale 1:1000

5 glass dome

- 6 roof terrace
- 7 seminar rooms



ESO/P. Horálek

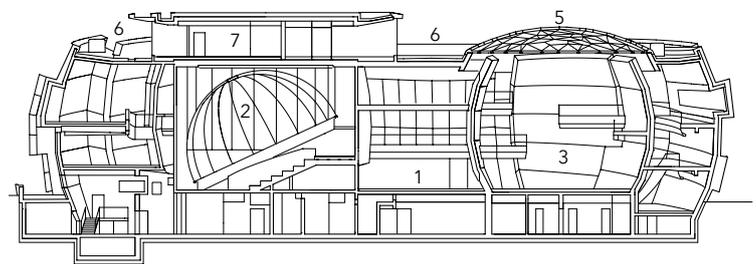


ESO/P. Horálek

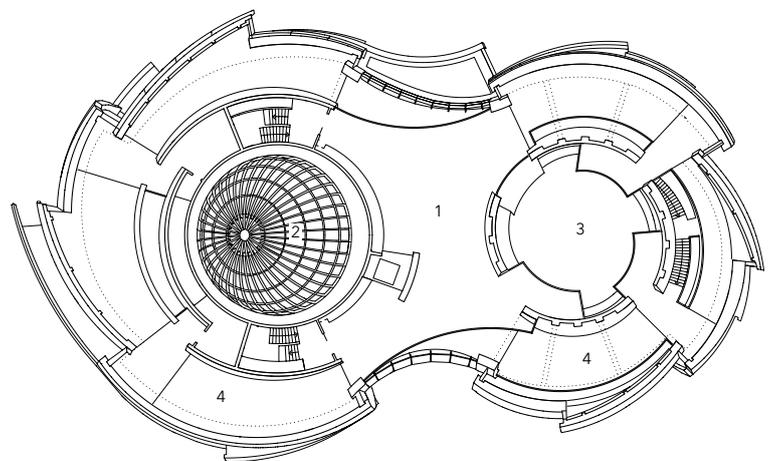


ESO/P. Horálek

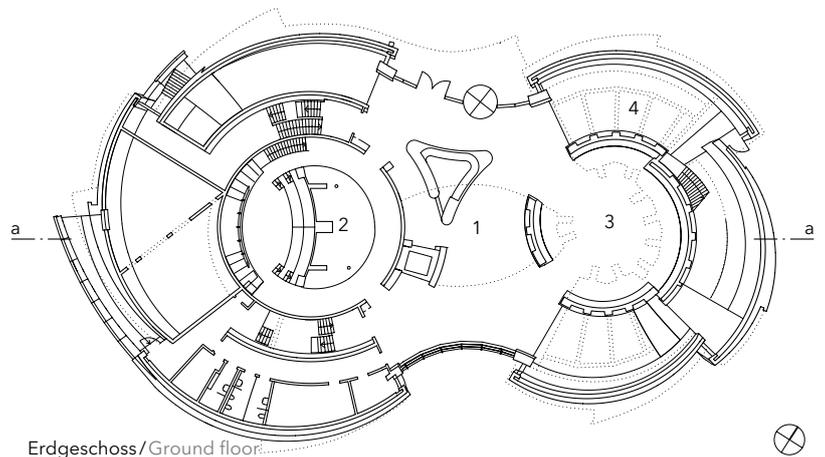
The European Southern Observatory (ESO) is the leading intergovernmental organisation for astronomy in Europe and, according to its own literature, “the most productive astronomical observatory in the world”. The ESO Supernova, a planetarium and visitor centre, stands in fields at the gateway to Munich on the outskirts of TU Munich’s Garching Campus and was opened in April 2018. Supernova is an endowment from a Heidelberg charitable foundation, the Klaus Tschira Stiftung, and was based on an original idea of the physicist and SAP co-founder Klaus Tschira (1940–2015). The state-of-the-art planetarium with 109 seats and a 2,200 m² interactive exhibition on three floors, is intended to communicate the fascination and importance of astronomy and astrophysics to the public. The special shape of the building represents a merging double star system shortly before it explodes. The breaking open of the outer skin symbolises the start of the mass exchange. Its surface consists of 1,400 different 4 mm thick aluminium panels that have double, and in some cases triple curvature. The precisely prefabricated sheets were installed with spacers onto the reinforced concrete building carcass. The architects arrived at the design for the two glazed facades of the foyer through a digital form-finding process that would allow the desired free-form shape to be constructed using flat glass panels. The vertical room-defining and load-bearing elements consist of curved concrete strips that follow the architectural principle of the supernova and join together to create free-form shells and part-shells. Various large openings and gaps arising from the offsetting of components allow views between the exhibition rooms and into and out of the building. Visitors access the building from the foyer on the ground floor. HK



aa



2. Obergeschoss / Second floor



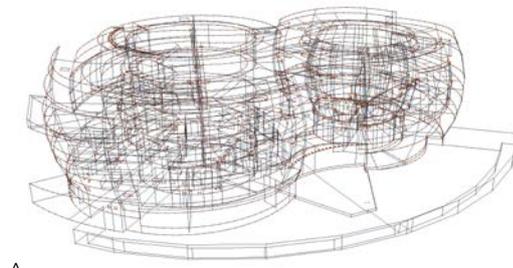
Erdgeschoss / Ground floor



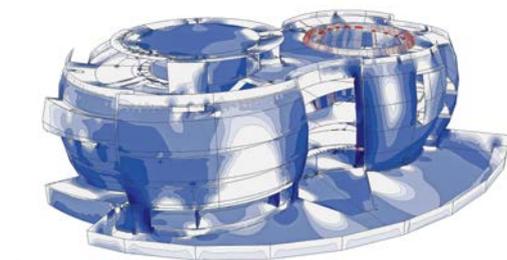
Text:
Moritz Heimrath,
Adam Orlinski

Die Architekten Moritz Heimrath und Adam Orlinski sind bei Bollinger + Grohmann in Wien tätig. Moritz Heimrath ist Büropartner. Die Spezialisten für parametrische Tragwerkplanung gehören zum Entwicklerteam der Statiksoftware »Karamba3d«.

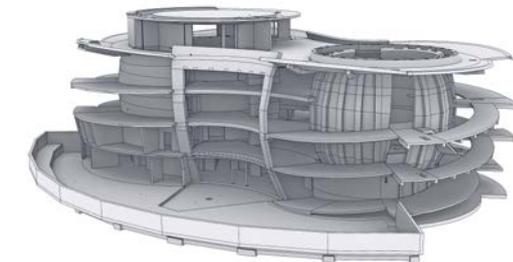
Architects Moritz Heimrath and Adam Orlinski work for Bollinger + Grohmann in Vienna. Moritz Heimrath is the office partner. The specialist in parametric structural design was part of the development team for the structural analysis software "Karamba3d".



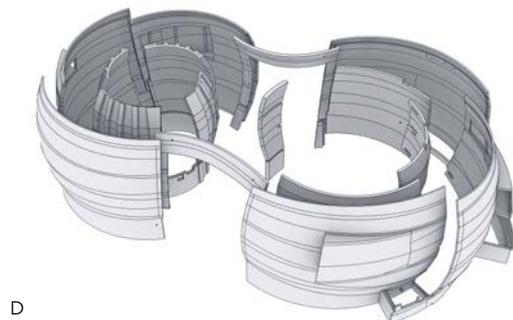
A



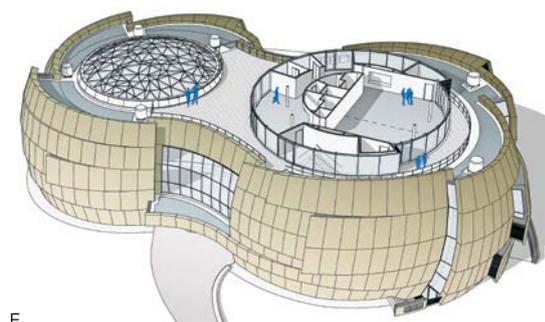
B



C



D



E

Digitales Modell

- A Begrenzungslinien im FE-Modell
- B Kraftfluss: Druckspannungen im FE-Modell
- C Rohbau: Innere Schalen, Rampen, Geschossdecken
- D Rohbau: Innen- und Außenschalen
- E Gesamtmodell

digital model

- A boundary curves in FE model
- B flow of forces: compressive stresses in FE model
- C structural model without outer shells
- D inner and outer shells
- E complete building model

Effiziente Tragwirkung

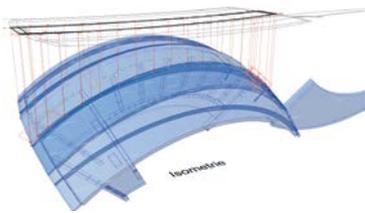
Schalen, Decken und Rampen bilden zusammen eine räumliche Struktur mit einer hohen Steifigkeit gegenüber Horizontal- und Vertikallasten. Um beide Kerne sind in zwei Reihen segmentierte Schalen angeordnet. Diese bilden die vertikale Tragstruktur. Zwischen innerer und äußerer Schalenreihe spannen Erschließungsrampen und die Decken der Ausstellungsräume. In das Innere der Kerne ragen Balkone. In den oberen Geschossen wird der Bereich zwischen den beiden Kernen zum Foyer bzw. zur Ausstellungs- und Versammlungsfläche. Teils sind Schalensegmente mit vertikalen Lisenen ausgesteift, im Raum zwischen den Lisenen ist die gesamte technische Ausrüstung des Gebäudes in die Schalengeometrie integriert. Hohlkörperdecken mit einem reduzierten Eigengewicht und einer Dicke von 0,5 m spannen zwischen den beiden Kernen bis zu 13 m weit. Alle tragenden Bauteile sind als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt.

Dreidimensional und parametrisch

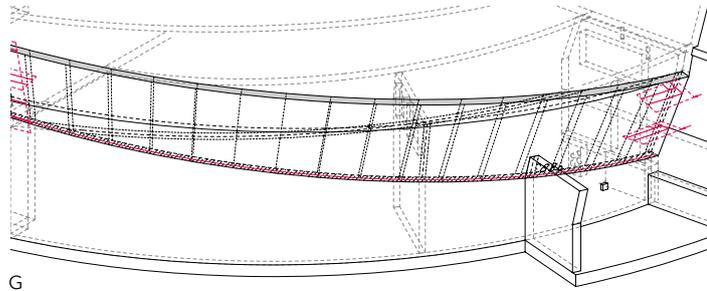
Aufgrund der hohen geometrischen Komplexität des Projekts wurde der komplette Rohbau - von der ersten digitalen Skizze bis hin zur Schalungsplanung - anhand eines 3D Modells entwickelt und kommuniziert. Mit dem NURBS-Modeller »Rhinceros« zum Modellieren von Flächen und Volumina und dessen grafischer Programmierschnittstelle »Grasshopper« wurde das architektonische Grundkonzept mit allen raumbildenden Elementen von Anfang an parametrisch aufgesetzt. Im Verlauf des Planungsprozesses fanden mehrere Anpassungen des Raumprogramms sowie der erforderlichen Flächen und Volumina statt. Die Dimensionen tragender Bauteile, Versorgungsschächte und Öffnungen wurden nach und nach präzisiert und koordiniert. Basierend auf den aktualisierten Parametern zu verändernder Rauminhalte und Dimensionen, generierte sich das 3D Modell entsprechend der zuvor programmierten Logik von selbst neu. Der Workflow mit einer visuellen Programmierumgebung ermöglichte auch die Verlinkung zwischen Gebäudegeometrie und Gebäudeinformation. Die interdisziplinäre Kommunikation und der Austausch zwischen den einzelnen Gewerken erfolgten ausschließlich über 3D Objekte mit entsprechenden Parametern, Attributen und Kommentaren. Schritt für Schritt wurde aus einer astronomischen

B + G (Abb. A-D)

B + P



F



G

B + G

Efficient structural action

Shells, decks and ramps together form a three-dimensional structure with high vertical and horizontal stiffnesses. Two series of segmented shells are arranged around the two cores to form the vertical structure. Circulation ramps and the decks of the exhibition spaces span between the inner and outer series of shells. Balconies project into the interior of the cores. Some of the shell segments are stiffened with vertical lesenes between which the building services installations are integrated. Hollow core slabs with reduced self-weight and a thickness of 0.5 m span up to 13 m between the two cores. All structural components are made from reinforced concrete.

Three-dimensional and parametric

The complex geometry of the project meant the design of the building carcass - from the first digital sketches to the formwork design - was completely based on and represented by a 3D model. Using the NURBS modelling package Rhinoceros to model areas and vol-

umes and the Grasshopper graphical programming interface, the basic architectural concept was expressed parametrically in all the room defining elements from the very beginning. Gradually, the dimensions of all the structural components, building services shafts and openings were precisely defined and coordinated. The 3D model was generated again following the preprogrammed logic on the updated parameters each time the structure changed. The visual programming environment allowed the workflow to link building geometry with building information. Interdisciplinary communication and exchange of information between the various trades was exclusively by 3D objects with appropriate parameters, attributes and annotations. Building carcass, building services installations, fitting out and facade were integrated into the same model.

Tailored interfaces

During the approval and detailed design phases, the visual programming environment

F automatisierte Planerstellung: Isometrie und Koordinatenpunkte

G Ausschnitt aus dem Rohbauplan mit Koordinatennummern

F automated drawing production: isometric views and coordinate points

G part of building carcass drawing with coordinate points



ESO/TUM-FSD&ESO supported by Autel Robotics



H



Doka

Doka

- H Trägerschalung mit aufgesetzten Formkästen und 8 mm Plexplatte
- I, N Schalung für geneigte und gekrümmte Außen-segmente
- M Bewehrungsanschluss: Rampe an Wandschale

- H load-bearing formwork frame supporting the form and 8mm plex board
- I, N formwork for inclined, curved outside segments
- M reinforcement connection at the wall shell



Mehr Informationen
further information

structure-magazin.de/
3-2018-eso

Struktur ein digitales Datenmodell, das mit den Anforderungen aus Architektur, Tragwerk und Gebäudetechnik »befüllt« wurde. Rohbau, Gebäudetechnik, Ausbau und Fassade wurden in das gleiche Modell integriert.

Maßgeschneiderte Schnittstellen

Während der Genehmigungs- und Ausführungsplanung ermöglichte die visuelle Programmierumgebung (Grasshopper) maßgeschneiderte Schnittstellen für die Übersetzung bzw. Übergabe der 3D Gebäudegeometrie zwischen Modellierungs- und Berechnungstools und den unterschiedlichen Programmen der beteiligten Planungsteams.

Um beim Einlesen von und im Umgang mit Freiformen nicht an die Grenzen der FE-Berechnungssoftware zu stoßen, wurde das komplette Achsflächenmodell für Schalen, Rampen und Decken für die Berechnung aus dem digitalen Rohbaumodell abgeleitet. Knoten, Punkte, Linien, Kurven, Flächen, Durchdringungen, Materialien und Bauteilstärken wurden in eine Exceltabelle geschrieben, die die komplexe Geometrie über reguläre Tabellenfunktionen exakt abbildete. Vordefinierte Regeln fixierten diese Informationen, um sie dann reibungslos in die Programmumgebung des Berechnungswerkzeugs übertragen und die Geometrie automatisch generieren zu können.

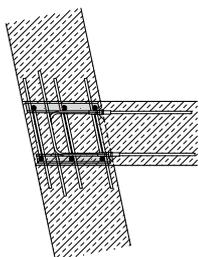
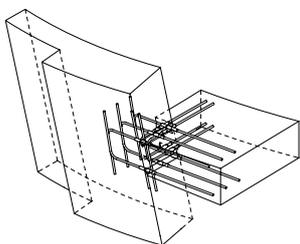
Sonderschalung: Jedes Element ein Unikat

Die Herausforderungen an die Schalung für die geneigten und gleichzeitig gekrümmten

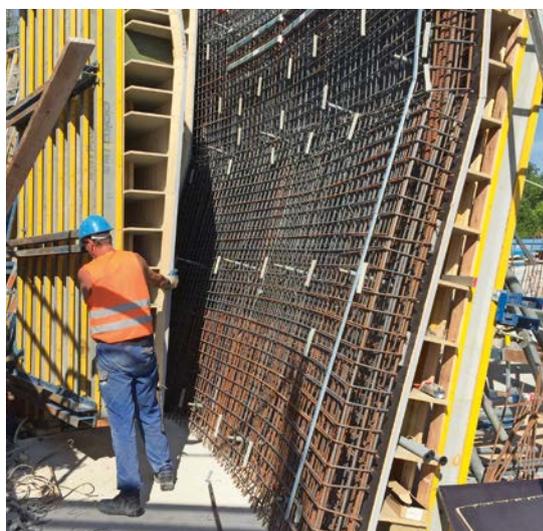
Wände waren hoch. Jeder Betoniertakt war verschieden, jedes Schalungselement ein Unikat. Eigens für die Schalpläne wurde ein digitaler Workflow entwickelt, der alle Außen- und Innenschalen in 2D Plänen abbildete. Jedes der insgesamt 200 Segmente ließ sich in einer isometrischen Darstellung samt Beschriftung und mit Abwicklung der inneren und äußeren Mantelfläche, Schnitten und komplexen Anschlüssen automatisch generieren. Für einen optimalen Prozessablauf wurden alle horizontal anschließenden Bauteile von Anfang an in die Bewehrungsplanung integriert und die, für die Abwicklung relevanten Informationen direkt auf den Schalenflächen dargestellt: tatsächliche Längen, Bewehrungsdurchmesser, Verankerungslänge, Geometrie der Muffenstäbe etc. Der Schalungsbauer erhielt die gesamte Geometrie inklusive der räumlich komplexen Arbeitsfugen als 3D Modell. Um die gekrümmte Schalform zu erzeugen, entstand zuerst eine Holzrippenkonstruktion mit Stahlrahmen. Die Rippen bildeten die formgebende Unterkonstruktion, auf die ein dünnes, beschichtetes Sperrholz gebogen aufgebracht wurde.

Bewehrung und Betontechnologie

Zuerst wurden die vertikalen Schalenelemente betoniert. Die horizontalen Bauteile – Rampen mit Unterzügen und Decken – wurden erst später über Muffenstöße und Rückbiegeanschlüsse kraftschlüssig angebunden. Die Schalelemente waren bereits im Werk mit Koordinatenpunkten, die auch in den Schalplänen erfasst waren, markiert worden. Über diese Punkte ließ sich jedes Element auf der Baustelle mittels Tachymeter einmessen. Um die Erstellung des Rohbaus zu optimieren und zu beschleunigen, wurden darüber hinaus Sensoren für die Echtzeitmessung der Temperaturentwicklung beim Abbinden und Aushärten des Betons in die Schalung eingelegt. So konnte die Zeit des Ausschalens gemessen und auf durchschnittlich drei Tage verkürzt werden. Unmittelbar nach dem Abschluss der Rohbauarbeiten montierte der Fassadenbauer die vorgefertigten Aluminiumbleche mit Abstandshaltern auf den Stahlbetonrohbau – völlig problemlos und absolut passgenau.



M



N

Bernhardt + Partner



Doka



B+G A. Hofbeck



ESG

(Grasshopper) enabled tailored interfaces to be used for the transfer of the 3D building geometry between the modelling and calculation tools and the various programs used by the participating design teams. So as not to exceed the size limits of the FE analysis software when importing and manipulating the free forms, the complete axial surface model for shells, ramps and decks was derived for the calculation from the digital building carcass model. Joints, points, lines, curves, penetrations, materials and component thicknesses are defined in an Excel table, which precisely depicts the complex geometry using ordinary spreadsheet functions. This information was calculated using predefined rules so that it could transfer smoothly into the programming environment of the calculation tool and generate the geometry automatically.

Special formwork: every element is unique

High requirements applied to the formwork for the inclined, curved walls. Every concrete pour was different, every formwork element unique. A digital workflow was developed specifically for the formwork design. Each one of the 200 segments was automatically generated as an isometric including lettering together with the development of their inner and outer surfaces, sections and complex connections. To achieve an optimum process flow, all horizontally connecting components were integrated into the reinforcement design and the relevant information required for their manufacture and fixing shown directly on the shell surfaces: actual lengths, reinforcement diameter, anchorage lengths, geometry of the sleeve connectors etc. Then the whole geometry including the complex, three dimensional working joints were transferred as a 3D model to the formwork manufacturer. Slatted timber and steel frame subconstructions were used to create the curved formwork panels. The slats defined the shape of the subconstruction to which a thin, coated plywood board was bent and attached.

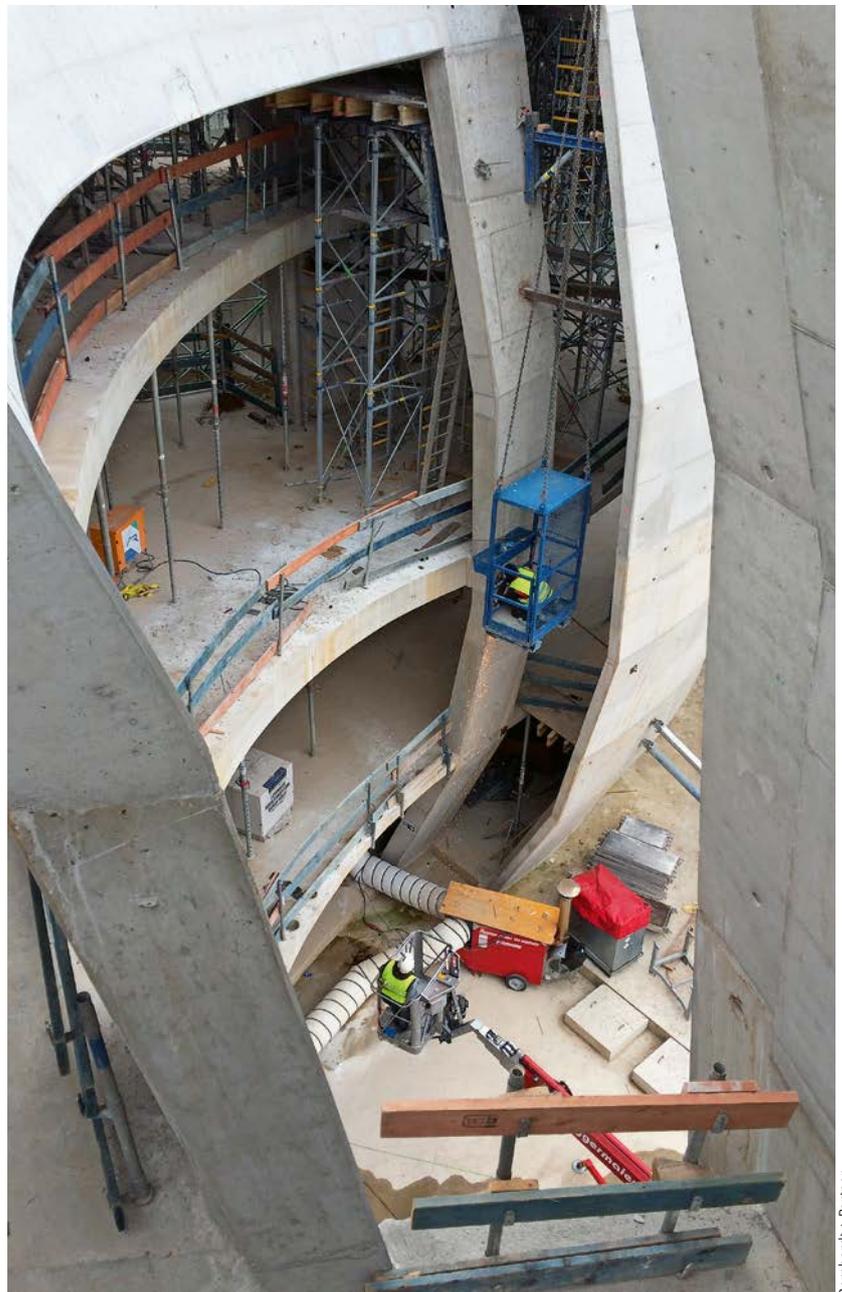
Reinforcement and concrete

The vertical shell elements were completed first. The horizontal components - ramps with beam and slab decks - were connected later using sleeve connectors and continuity reinforcement. The shell elements were marked in

the factory with coordinate points, which were also recorded on the formwork drawings. A total station correctly positioned every element on site using these coordinate points. Temperature sensors allowed the stripping time to be shortened to 3 days. Directly after the completion of the building carcass, the prefabricated aluminium panels and spacers were attached precisely and efficiently to the reinforced concrete.

- J Jedes Schalenelement ist individuell geformt
- K Einmessen der Elemente mittels Tachymeter
- L Stahlbetonrohbau mit Abstandshaltern für die Fassadenbleche

- J unique shell elements
- K use of total station
- L reinforced concrete with spacers for facade panels



Bernhardt + Partner