N° 03 — HDA
WERKBERICHT ARCHITEKTEN BERNHARDT + PARTNER

HAUS DER ASTRONOMIE HEIDELBERG

—

Faszination wecken
awaking fascination



FASZINATION WECKEN
awaking fascination

HAUS DER ASTRONOMIE

Zentrum für astronomische Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit in Heidelberg

—

Centre for Astronomy Education and Outreach, Heidelberg

RANDBEDINGUNGEN
— *BOUNDARY CONDITIONS*

Die Bedeutung der Stadt Heidelberg als eines der führenden astronomischen Zentren wird seit Jahrzehnten sichtbar durch die Präsenz auf dem Heidelberger Königstuhl.
Hier befinden sich mit der Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl (LSW) als historisch bedeutsame Forschungssternwarte und dem Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) zwei wissenschaftliche Forschungseinrichtungen der Astronomie in direkter Nachbarschaft hoch oben über der historischen Heidelberger Altstadt.
Seit dem Jahr 2005 ist die Landessternwarte Teil des Zentrums für Astronomie (ZAH) der Universität Heidelberg. Das Max-Planck-Institut für Astronomie bildet gemeinsam mit dem Zentrum für Astronomie und der Abteilung Astro- und Teilchenphysik des MPI für Kernphysik in Heidelberg einen weltweit beachteten Schwerpunkt der astronomischen Forschung.

—

Heidelberg has long been one of the leading centres for astronomical research. A highly visible outward sign of this are two neighbouring institutions located on the Königstuhl mountain, high above Heidelberg's historical city centre: the Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl (LSW) with its long history, and the Max Planck Institute for Astronomy (MPIA).
Since 2005, the Landessternwarte is part of the »Centre for Astronomy« of the University of Heidelberg. That centre, the Max Planck Institute for Astronomy and two departments at the Max Planck Institute for Nuclear Physics specializing in astroparticle physics and high-energy physics, respectively, are responsible for Heidelberg's standing as an internationally acclaimed centre for astronomy and astrophysics.

VISION

ENGAGEMENT
— *COMMITMENT*

Das Haus der Astronomie (HdA) wurde Ende 2008 von der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. und der Klaus Tschira Stiftung gGmbH gegründet. Ziel des Hauses ist es, die Faszination der Astronomie in die breite Öffentlichkeit und in die Schulen zu tragen und den Austausch der Astronomen untereinander und mit den Kollegen angrenzender Wissensgebiete zu fördern. Das HdA bietet dazu u.a.Veranstaltungen für die allgemeine Öffentlichkeit sowie Workshops für Schüler oder Lehrer an, unterstützt Schülerforschungsprojekte, und engagiert sich bei der Visualisierung astronomischer Phänomene. Die Klaus Tschira Stiftung war Bauherr des Gebäudes und stiftete dieses der MPG. Die Max-Planck-Gesellschaft ist Betreiberin des Hauses (Leitung durch das Max-Planck-Institut für Astronomie). Weitere Partner sind die Universität Heidelberg und die Stadt Heidelberg. Das HdA wird durch das Wissenschafts- und durch das Kultusministerium des Landes Baden-Württemberg unterstützt.

—

Haus der Astronomie, literally ›House of Astronomy‹ (HdA), Heidelberg's Center for Astronomy Education and Outreach, was founded in late 2008 by the Max Planck Society for the Advancement of Science and the Klaus Tschira Foundation. Its mission is to share the fascination of astronomy with a broad audience and, in particular, with schoolchildren; to foster the exchange of knowledge between scientists; and to communicate the results of astronomical research to the media and to the public. Among other activities, HdA staff organize public events as well as workshops for pupils and teachers, support research projects undertaken by high school students and develop visualizations of astronomical phenomena and concepts. The Klaus Tschira Foundation commissioned the construction work and, upon completion, gifted the building to the MPG. The HdA is operated by the Max Planck Society, with the Max Planck Institute supervising operations. Additional partners are the University of Heidelberg and the City of Heidelberg. HdA operations are supported by the ministries for science and for education of the state of Baden-Wurttemberg.

HAUS DER ASTRONOMIE

Zentrum für astronomische Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit in Heidelberg

—

Centre for Astronomy Education and Outreach, Heidelberg

HERAUSFORDERUNG
— *CHALLENGE*

Der Wunsch des Bauherrn, mit dem Gebäude eine Galaxie architektonisch zu interpretieren, stellte die Architekten vor eine besondere Herausforderung. Was genau ist eine Galaxie, wie wird sie definiert? Und vor allem: Wie baut man eine Galaxie? Wie kann man diese Sternenformationen in Form eines Gebäudes architektonisch interpretieren? Um diese ebenso spannenden wie außergewöhnlichen Fragen beantworten zu können, analysierten die Architekten die verschiedenen, wissenschaftlich bekannten Galaxieformen. Hier half natürlich die Nähe zu den Wissenschaftlern des Max-Planck-Institutes für Astronomie, um die komplexen Strukturen allgemein verständlich erklärt zu bekommen. Die Erkenntnis kam schnell, dass dieses komplexe Thema ausschließlich dreidimensional erfasst und bearbeitet werden musste.
Eine geeignete Galaxie, die als Pate für das Haus der Astronomie dienen konnte, war in diesem Analyseprozess auch schnell gefunden: Die Königin unter den Galaxien im Sternbild der Jagdhunde, nur 31 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt, die Whirlpool-Galaxie M 51.

—

The extraordinary task presented the architects with a special challenge. What, after all, is a galaxy? How is it defined? And, most importantly: How does one go about building one, about translating systems of billions and billions of stars into a down-to-earth building?
The architects started their quest by analysing the different types of galaxies, as classified by astronomers. In close cooperation with scientists at the Max Planck Institute for Astronomy, they developed their own understanding of the complex structures involved. Soon, it emerged that only a fully three-dimensional approach would do justice to galactic structure.
A short analytic process converged on one particular galaxy suitable for serving as source of inspiration for the HdA building: The stately Whirlpool Galaxy M 51, located in the constellation of Canes Venatici, the hunting dogs, a few dozens of millions of light-years from Earth.

HAUS DER ASTRONOMIE

Zentrum für astronomische Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit in Heidelberg

—

Centre for Astronomy Education and Outreach, Heidelberg

INHALT — *CONTENT*

VISION
Engagement & Herausforderung — *Commitment & challenge*

03 — 10 INSPIRATION
Entwurfsherleitung und Formfindung
— *Deriving the design and finding the form*

11 — 26 KONSTRUKTION
Bauphase und Entstehung — *Construction phase and genesis*

ORGANISATION
Das digitale Bauen — *Building digitally*

27 — 58 IMPRESSION
Das fertiggestellte Gebäude — *The finished building*

INTERPRETATION
Neue Anforderungen an den Bauablauf
— *New construction phase demands*

59 — 74 PRÄZISION
3D-Planung im Gesamtmodell
— *3D-planning in an overall model*

75 — 82 FASZINATION
Wissensvermittlung — *Knowledge transfer*

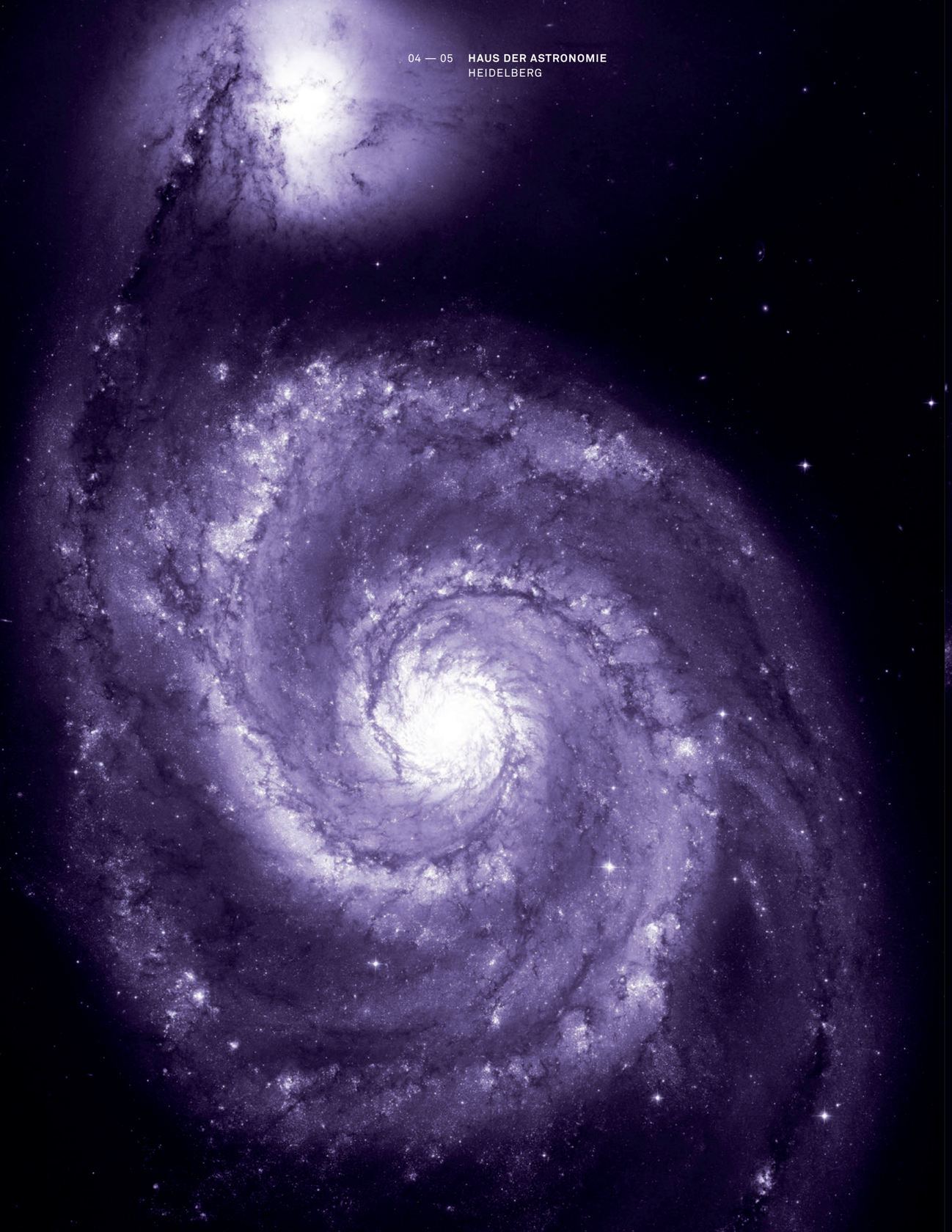
83 — 84 INFORMATION
Projektbeteiligte — *Project participants*

REZENSION
Pressestimmen — *Press citations*



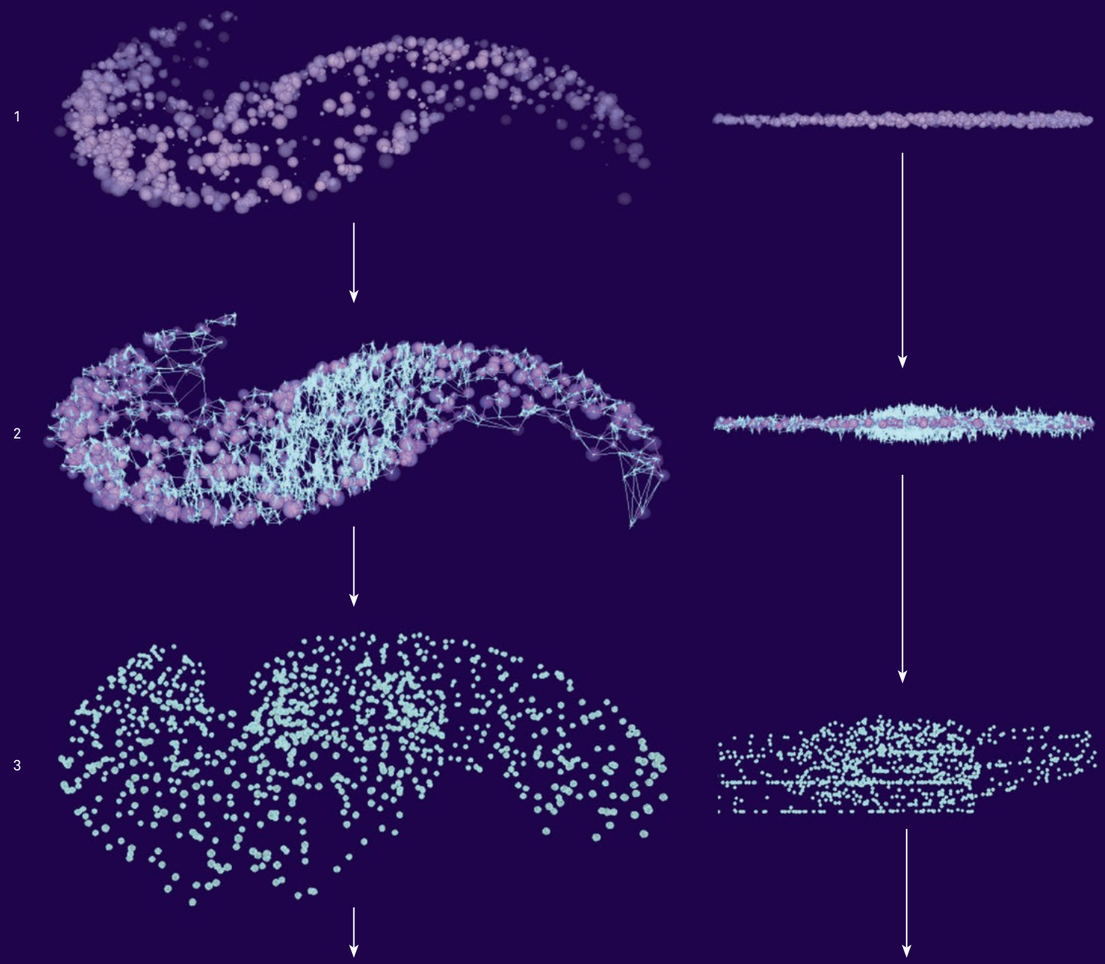
INSPIRATION

Beispiele verschiedener Galaxien — *Examples of different galaxies*

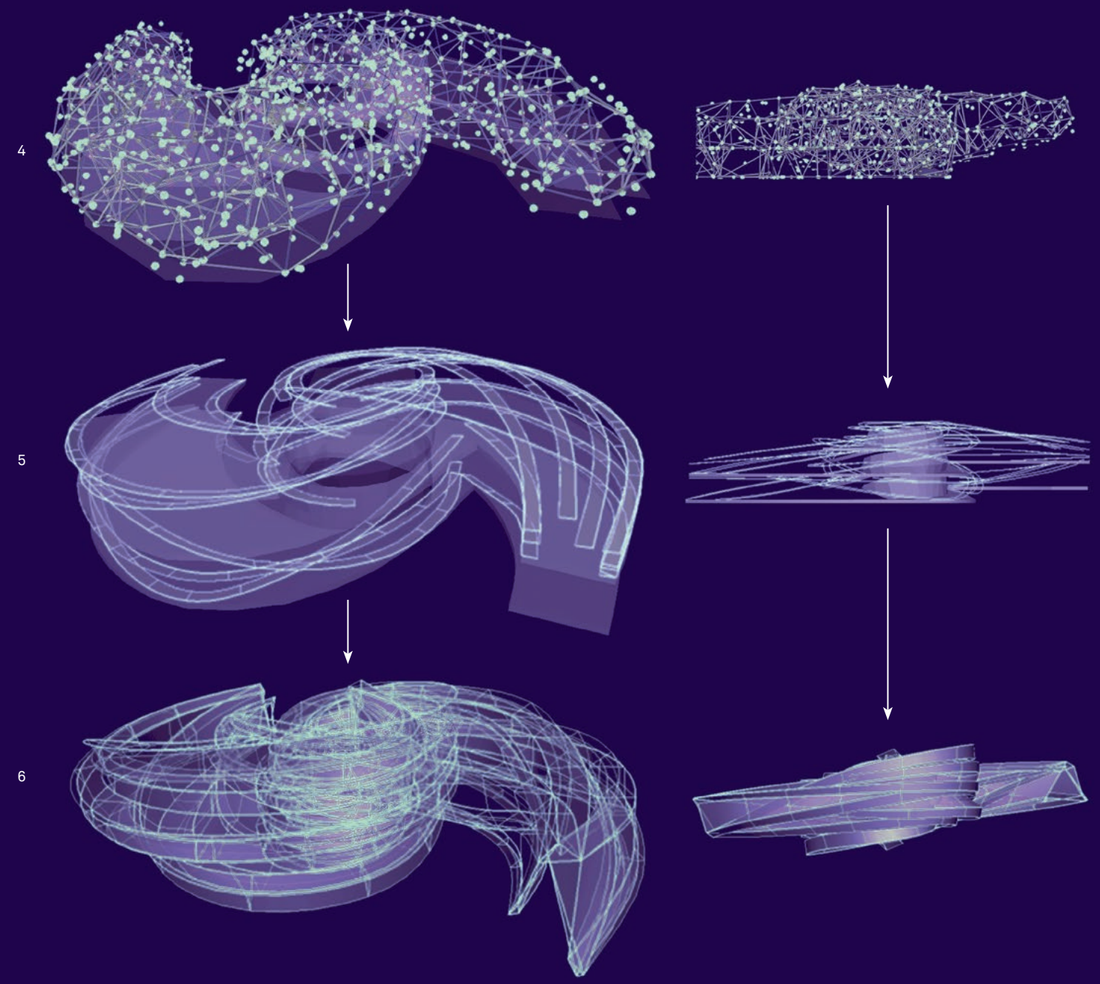




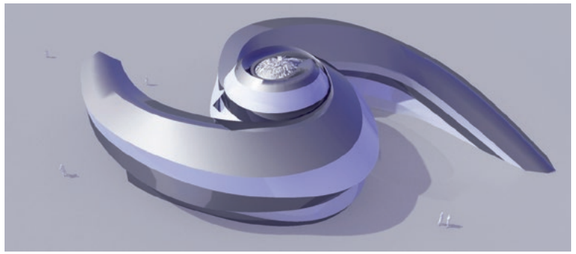
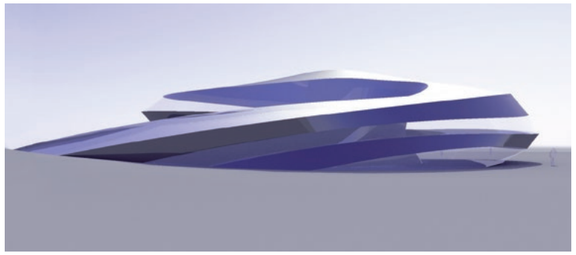
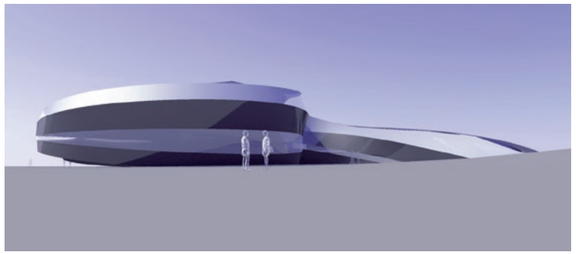
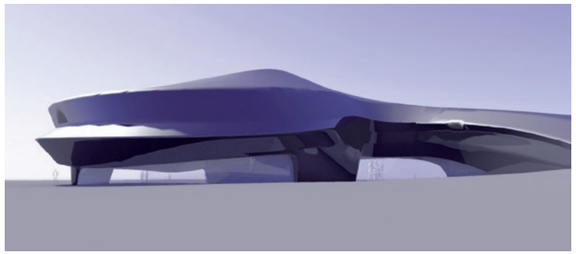
Eine architektonische Interpretation einer Galaxie war mit herkömmlichen Arbeitsweisen nicht zielführend, denn das räumliche Erscheinungsbild ist mit der Beschränkung auf die Zweidimensionalität nicht zu verstehen.
—
Conventional methods proved unsuitable for creating an architectural interpretation of a galaxym as the spatial structure of a galaxy cannot be understood in a two-dimensional framework.

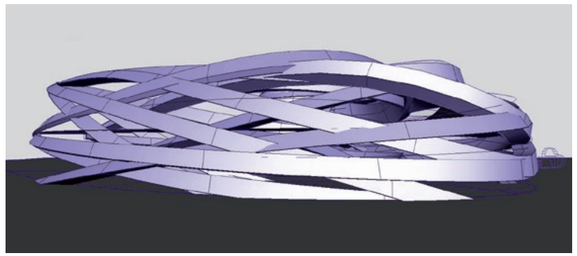
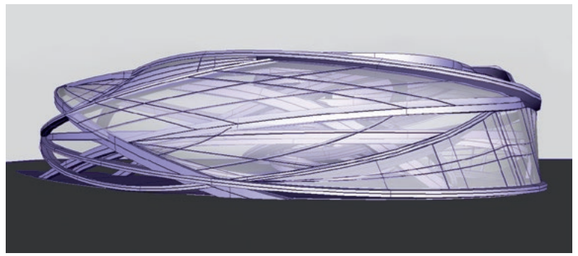
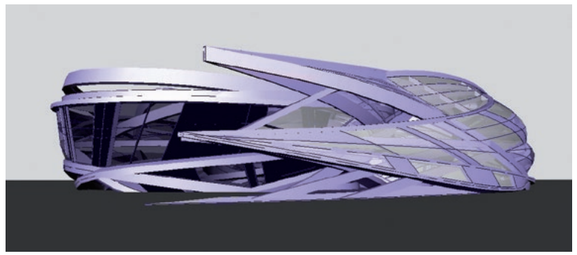
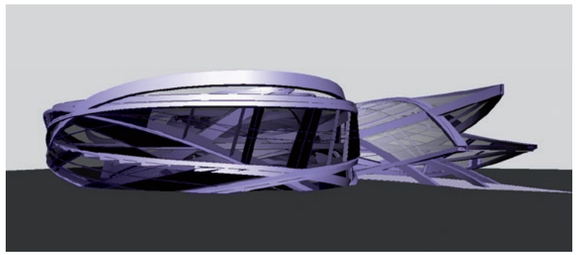


1 – 3
Die Architekten experimentierten mit einem selbst erstellten Galaxienmodell, um die räumlichen Zusammenhänge innerhalb einer Galaxie verstehen zu können. Dabei wurden über 1000 Himmelskörper miteinander verknüpft und um ein Zentrum rotiert.
—
In order to attain a deep understanding of galactic structure, the architects created their own model of a galaxy. It comprises over a thousand interconnected celestial bodies rotating around a common center.

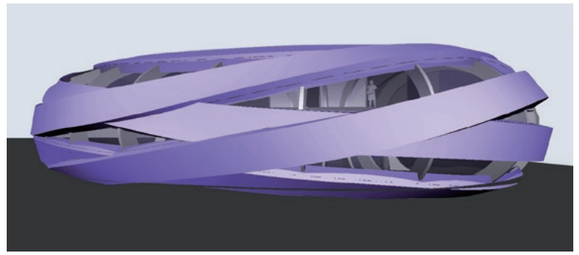
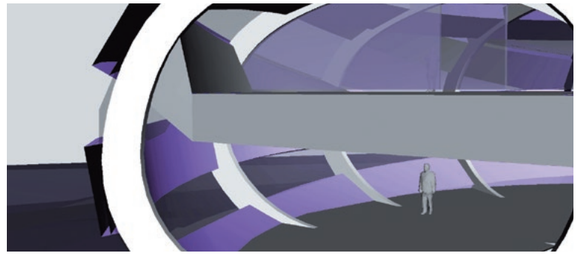
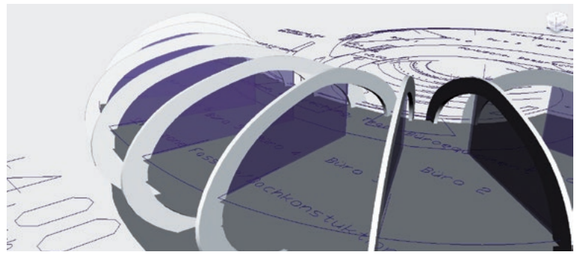
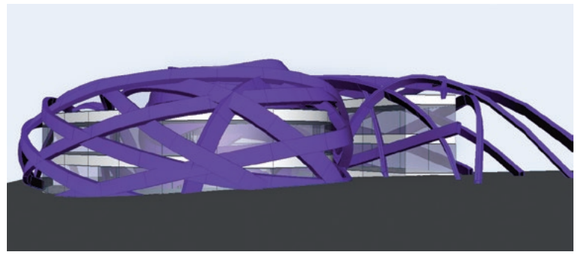


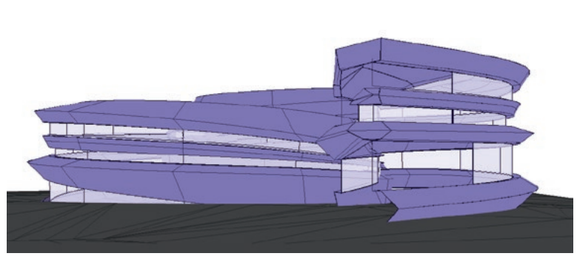
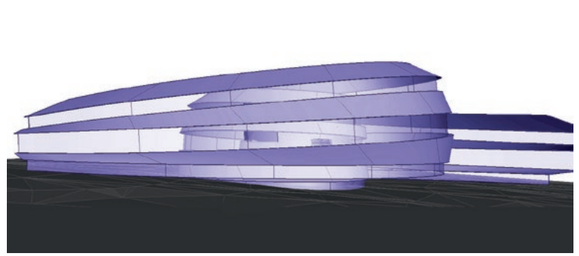
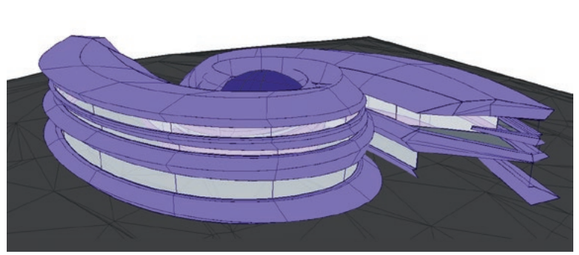
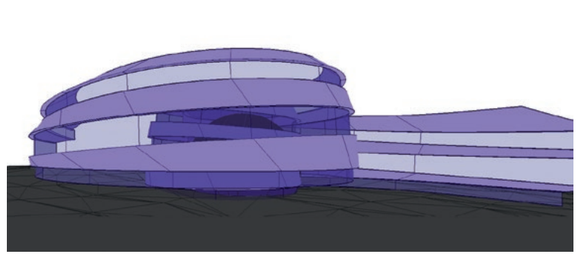
4 – 6
Beim Ausblenden der Himmelskörper wurden innerhalb des Galaxienmodells Spuren der Bewegung sichtbar. Ein gestalterisches Motiv für die architektonische Interpretation war gefunden.
—
Remove the representations of the celestial bodies, and what remains are traces of movement within the galaxy model. A design motif for the architectural interpretation was found.

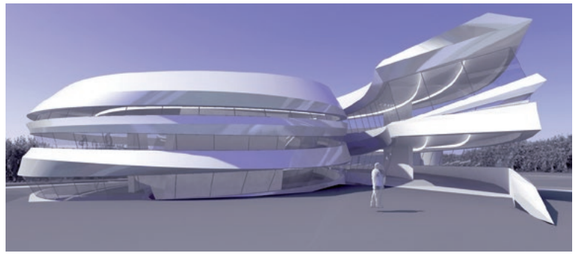





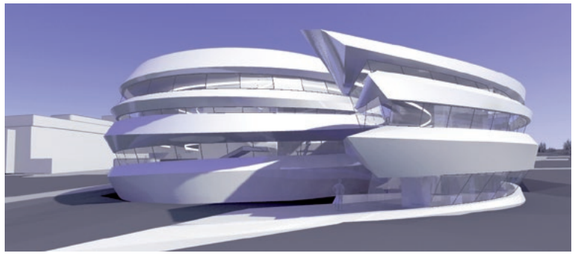
7 | 8
Auf der Grundlage der Modellgalaxie wurde die Grundform des Baukörpers abgeleitet und ein Gebäudevolumen definiert. (7)
Die Versuche, die Spuren der Bewegung an der Gebäudehülle deutlicher ablesbar zu machen, führten zu recht unterschiedlichen Ergebnissen. (8)
—
The building's basic shape and form was derived from the model galaxy, defining the building's spatial extent. (7)
Different explorations of visual manifestations of the model galaxy's dynamics led to a variety of potential building designs. (8)

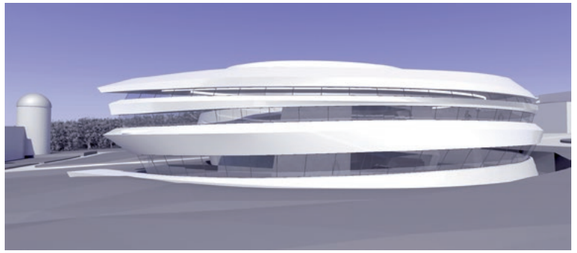





9 | 10
Verschiedene konstruktive Überlegungen zur Gebäudestruktur wurden untersucht. Die Bänder wurden gebündelt und stark vereinfacht. (9)
Die Fassadenbänder, deren Querschnitt sich im Verlauf der Spiralkurven verändert, sollten das Erscheinungsbild des Gebäudes prägen. (10)
—
The consequences of various guiding principles for the building's basic structure were examined. The stripes were bundled and strongly simplified. (9)
It was decided that the stripes of the façade, whose thickness varies as they trace the shape of the building, should define the building's appearance. (10)

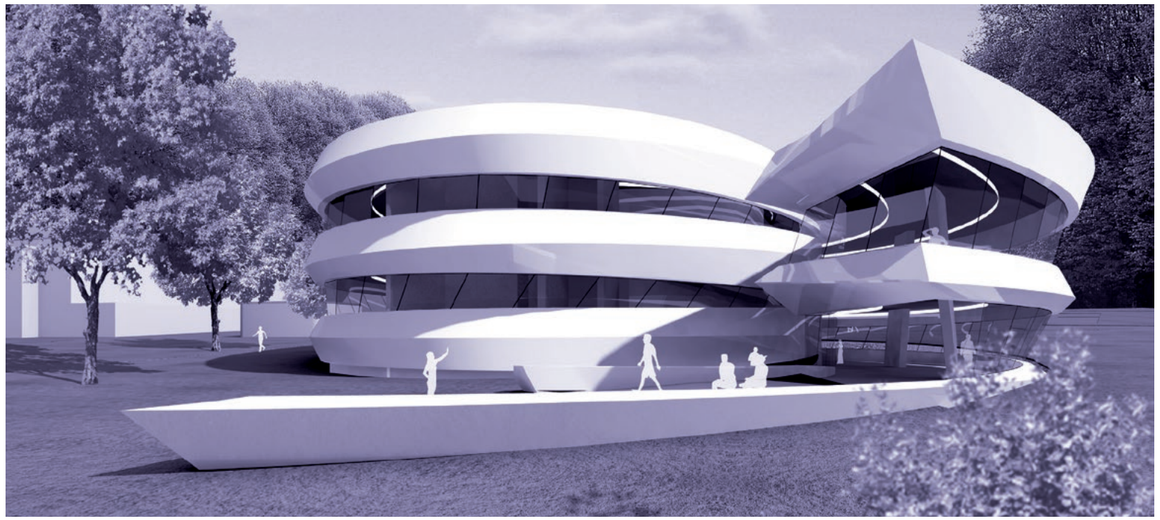








11



12

11 | 12
Die Nutzungsanforderungen und Geschossigkeit mussten im Modell abgebildet werden. Aussagen zur Materialität der Gebäudehülle wurden ablesbar. (11)
Durch Vereinfachung der Ergebnisse der Vorüberlegungen entstand das Gebäudemodell, welches am 10.12.2008 auf der Pressekonferenz der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. (12)
—
The user's requirements were applied to the model, and floor levels defined. At the same time, specifications for the building material emerged. (11)
A further round of simplifications resulted in the design that was presented to the public at the inaugural press conference on December 10th, 2008. (12)

KONSTRUKTION



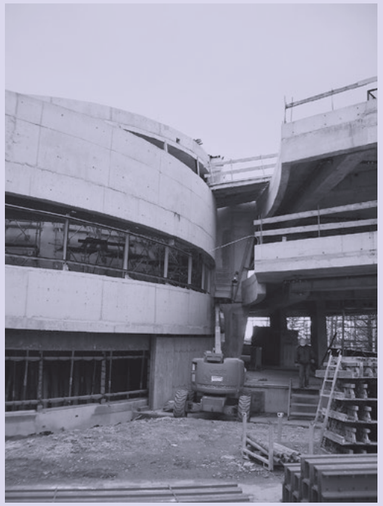


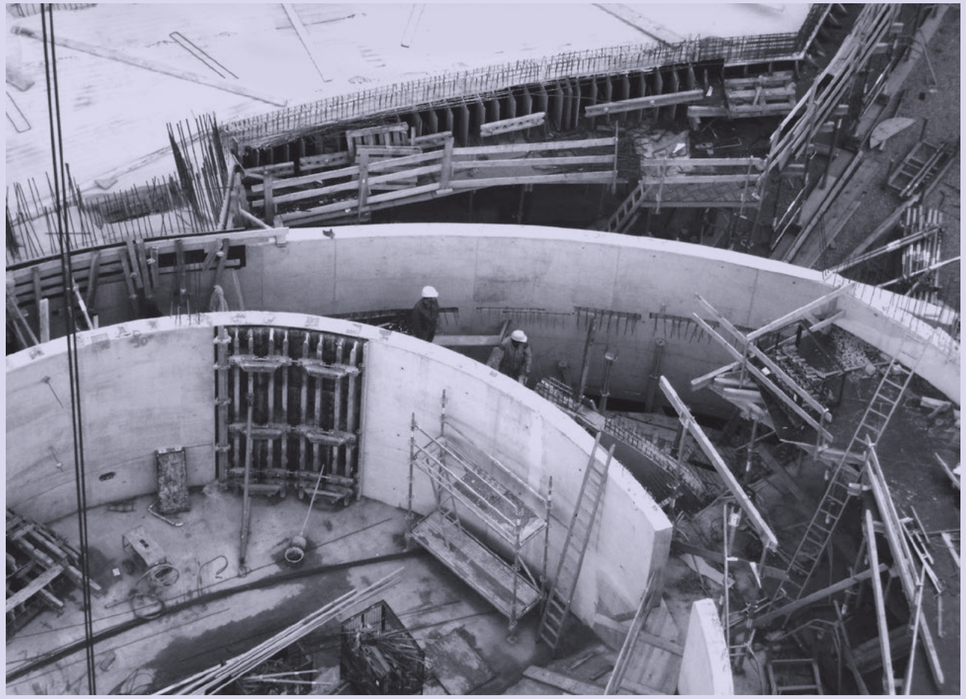
13

13 | 14
Montage der Stahlbetonkuppel aus Fertigteilsegmenten
—
Assembly of the reinforced concrete dome from precast elements

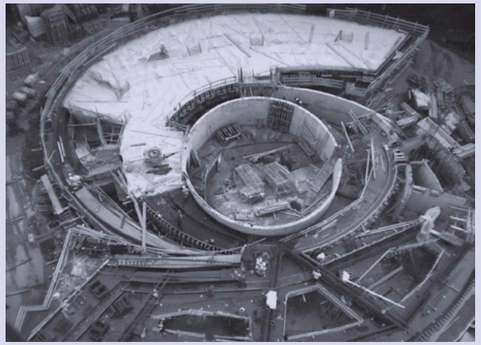
15 | 16
Ortbetonwände mit stetig wechselnden Krümmungsradien
—
Cast-in-place concrete walls with continuously changing radii of curvature

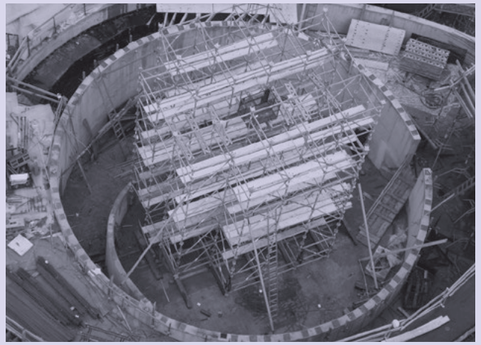


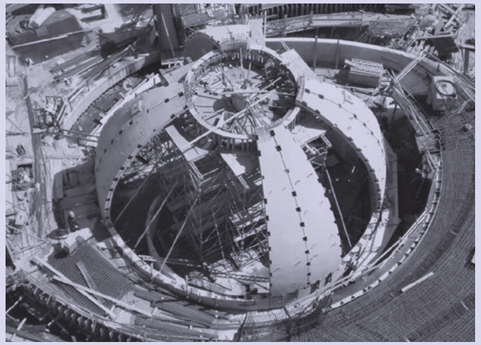


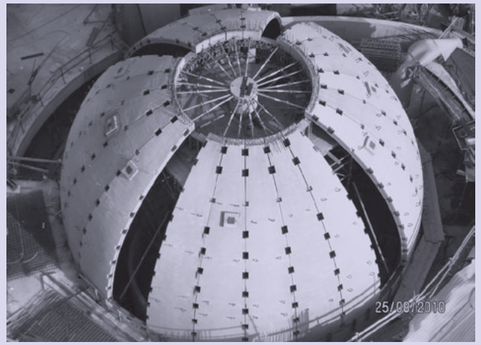


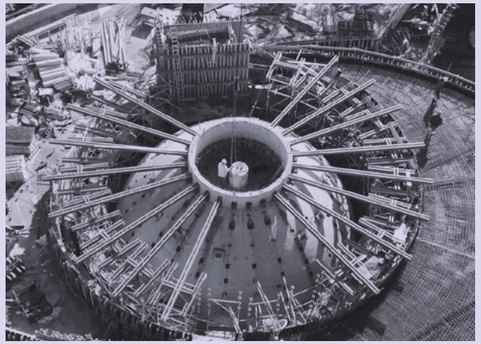
14 | 15
16

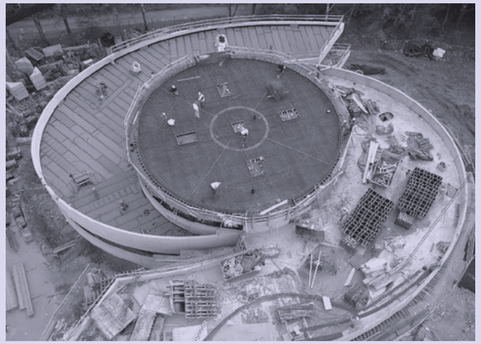














17 | 18
19 | 20
21 | 22
23

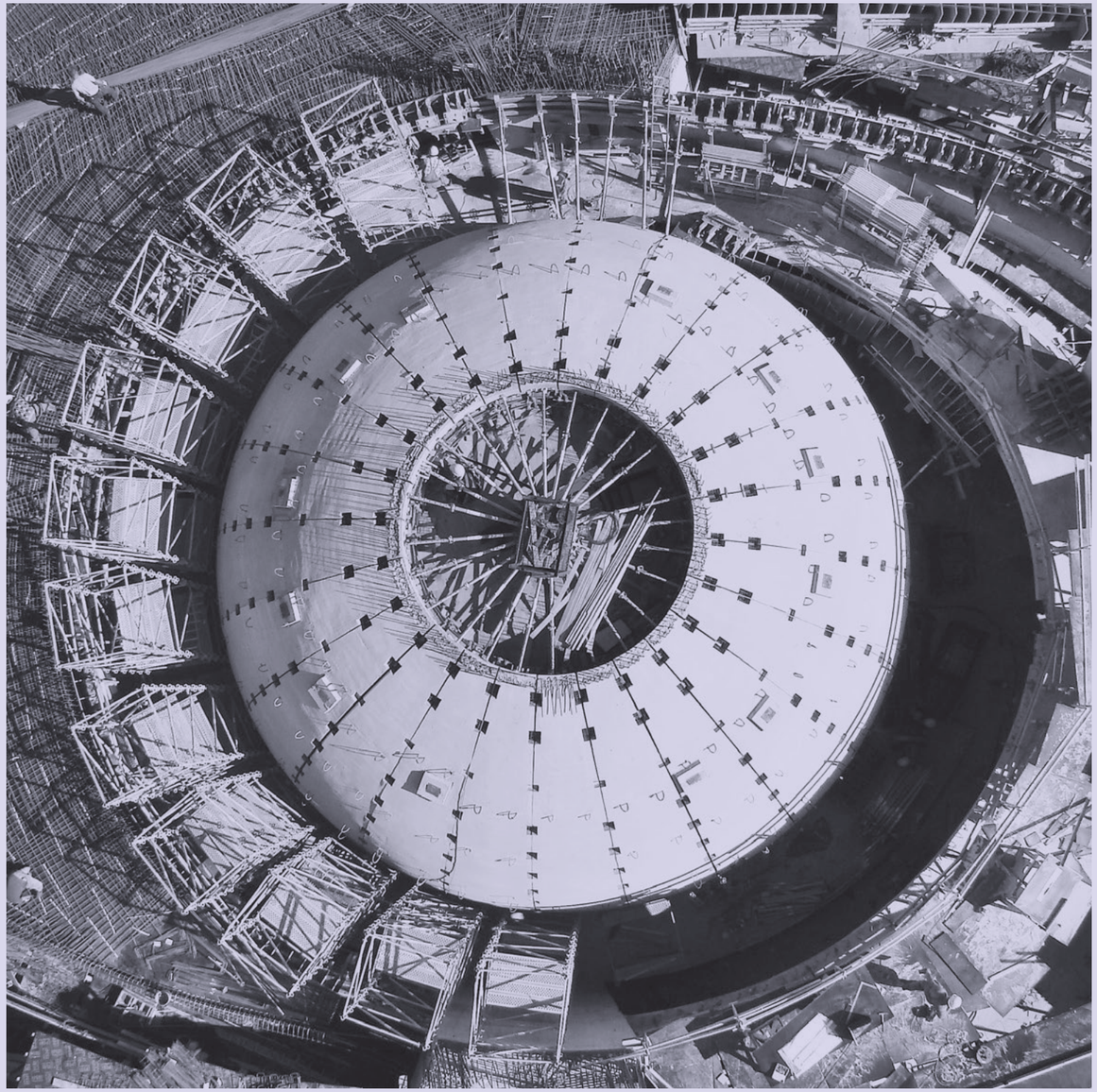
17
Schalung und Bewehrung der Decken über Erdgeschoss
—
Formwork and reinforcement of the ceiling above ground level

18
Raumgerüst zur Montage der Fertigteilkuppel
—
Scaffolding for the assembly of the dome's precast elements

19 | 20
Montage der Fertigteilsegmente
—
Assembly of the reinforced concrete dome

21 | 22 | 23
Schalung, Bewehrung und Einbringen des Betons der Dachebene über der Kuppel
—
Formwork, reinforcement and casting of concrete for the roof level above the dome

24
Nach Abschluss der Fertigteilmontage war die Kuppel statisch selbsttragend
—
After completion of the assembly of precast elements the dome was structurally self-supporting



24





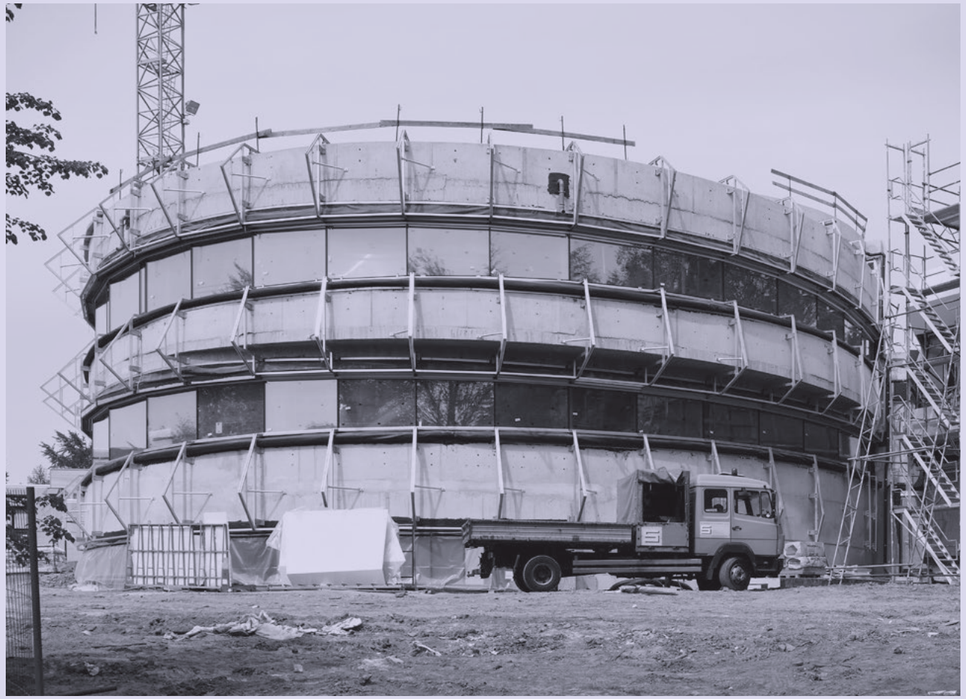


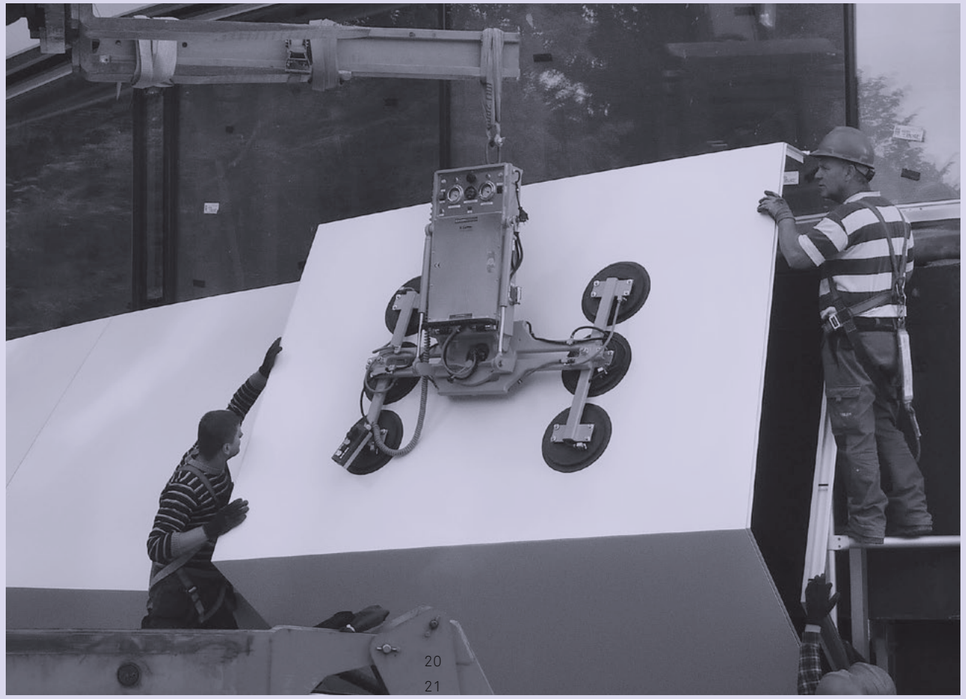


25 | 26
Die Fassadenelemente kommen montagefertig als Großelemente auf die Baustelle.
—
The façade's elements arrive at the construction site as large ready-to-be assembled elements.

27 | 29
Jeder der Unterkonstruktionsrahmen hat eine eigene Geometrie. Die exakte Montage erforderte jeweils zuvor angebrachte Fixpunkte des Fassadenvermessers.
—
Every single frame of the substructure has its own geometry. The exact assembly required specific checkpoints previously provided by a façade surveyor.

28 | 30
Einhängen und Fixieren der Fassadenelemente an der Unterkonstruktion
—
Mounting the façade elements on the substructure





31
Die Montage der Fassadenelemente erfolgte zum Schutz der Metallfassade von oben nach unten.
—
The assembly of façade elements was carried out from top to bottom in order to protect the metal.

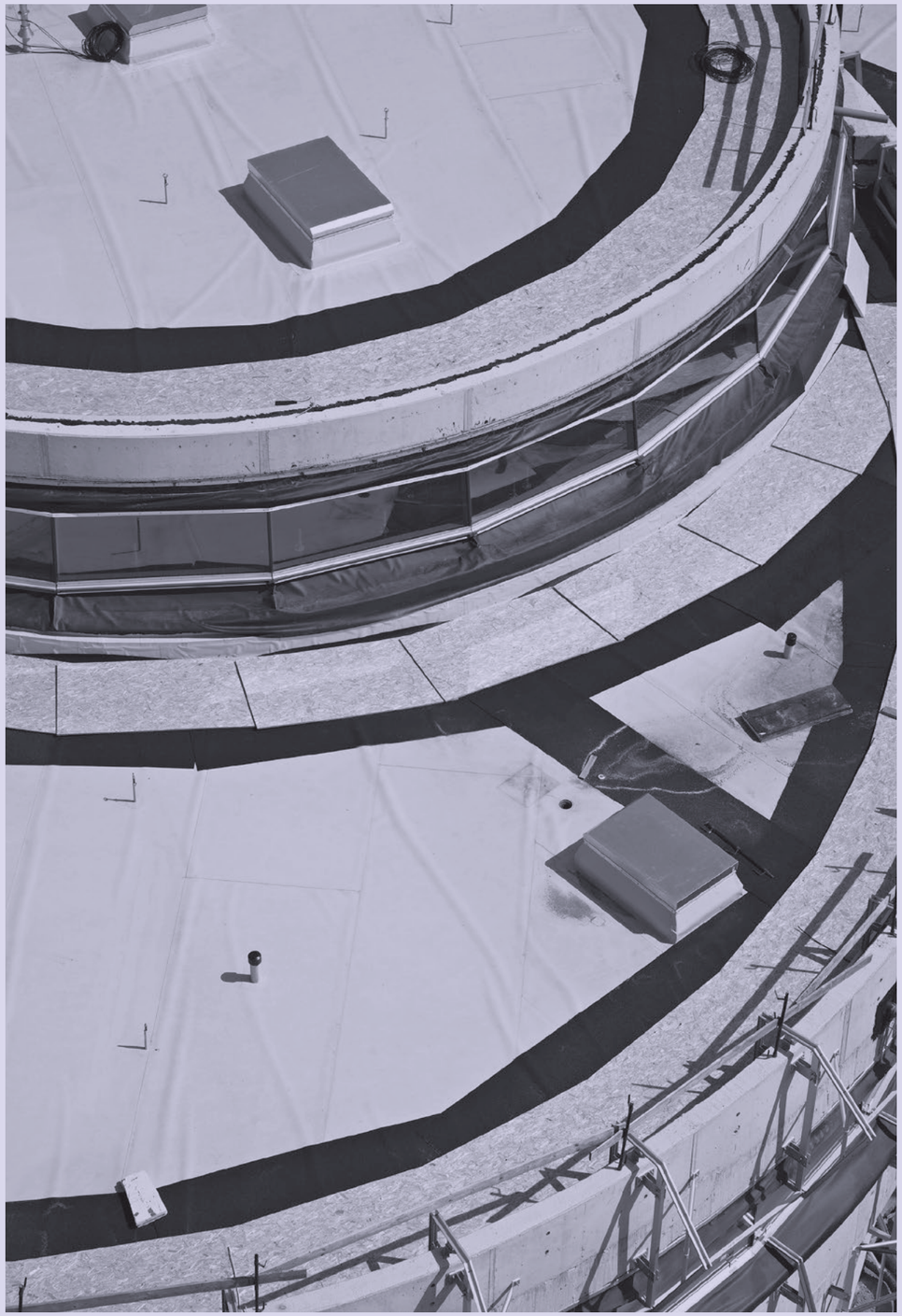
32
Dachaufsicht mit Unterkonstruktion und montierter Fassade
—
View of the roof with substructure and assembled façade





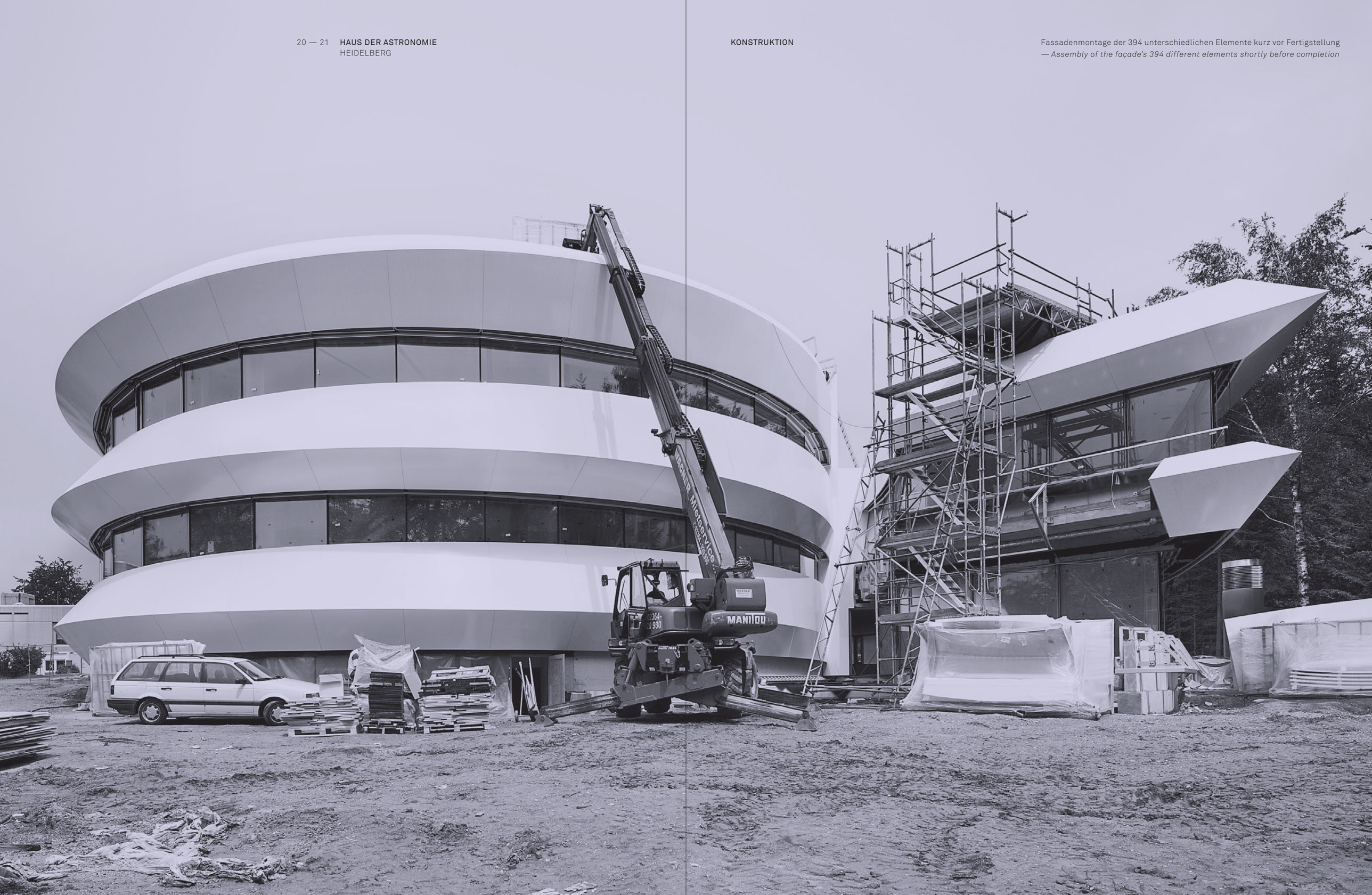
31
32

33
Auch die Attika wurde in die Fassadengeometrie integriert.
—
Even the roof's parapet was integrated into the façade's geometry.

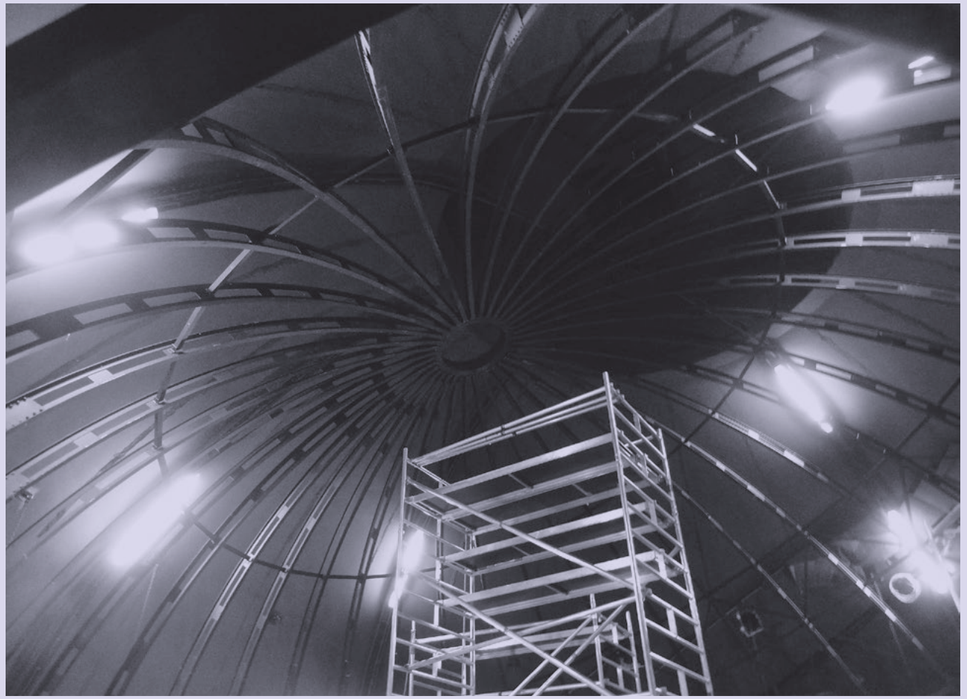


33

Fassadenmontage der 394 unterschiedlichen Elemente kurz vor Fertigstellung
— Assembly of the façade's 394 different elements shortly before completion



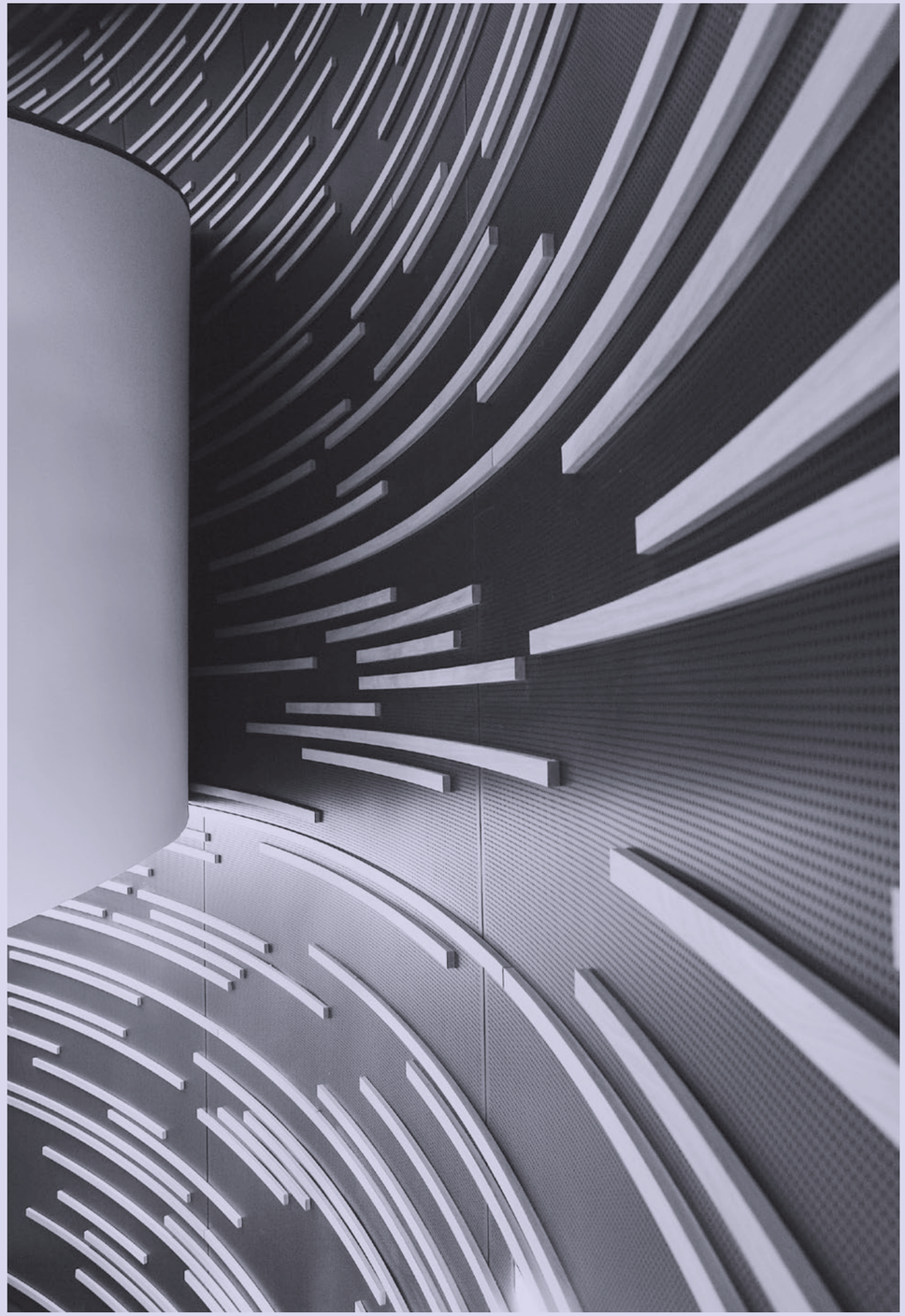
35 | 36
Tragrippen der Projektionskuppel wurden zu einer selbsttragenden Konstruktion verbunden und anschließend mit präzise vorgekrümmten mikroperforierten Blechtafeln bekleidet. Die gesamte Projektionskuppel hängt, an 18 Stahlketten befestigt, frei im Raum.
—
The structural ribs of the projection dome were joined to form a self-supporting structure before being covered with precisely pre-bent micro-perforated metal sheets. The entire projection dome is freely suspended on 18 steel chains.





35
36

37
Die Wandverkleidung im Hörsaal ist durch die gelochten Wandpaneele akustisch wirksam. Die gekrümmten Holzleisten nehmen analog zur Außenfassade das Thema der Sternenbewegungen innerhalb der Galaxie auf.
—
The auditorium's wall cladding gains acoustic effectiveness through its perforated panels. The curved wooden stripes echo the stellar motion theme of the façade.



37

38
Der formgebende Trockenbau führt die dynamische Form der gekrümmten Außenfassade im Innenbereich fort.
—
The dry walling defines the shape and extends the dynamic form of the curved exterior façade into the interior of the building.

39
Einbringen des heißen Gussasphaltes
—
Casting of the molten asphalt

40
Glastrennwände bringen Transparenz und Tageslicht bis ins Gebäudeinnere.
—
Partition walls made of glass provide transparency and allow daylight to pass into the building.





38 | 39
40



41
Präzision der fertig montierten Metallfassade: Kein Teil musste auf der Baustelle angepasst werden.
—
Proof of extraordinary precision of the completed metal façade: Not a single part needed adjustments at the construction site.

NEUE ANFORDERUNGEN AN DEN BAUABLAUF

—

A new construction workflow

**Neben dem geometrisch wie bautechnisch komplexen Rohbau war die außergewöhnliche Form der Fassade in Planung und Ausführung eine Herausforderung für die beteiligten Planer und ausführenden Firmen.
Aus gekrümmten Einzelblechen wurden 394 unterschiedliche Großelemente bis zu einer Größe von 250 cm x 450 cm zusammengefügt. Diese sind in ihrer Querschnittform bis zu fünffach geknickt und formen so, die sich im Fassadenverlauf stetig verändernden Fassadenbänder. Keines der Bleche weist einen rechten Winkel auf, nur eine geringe Anzahl kommt in der Fassadengeometrie zwei Mal vor.**

—

***In addition to the geometric and structural challenges of the concrete shell, the extraordinary shape of the façade taxed the planning and construction skills of the planners and companies involved to the limit.
Numerous single-curved metal sheets needed to be joined to create over 394 different façade elements measuring up to 250 cm by 450 cm. Their shape is bent in up to five independent ways, and hardly any two elements are the same. Together, these elements form the flowing, ever-changing linear structures that gird the HdA.***

IMPRESSION





VORFERTIGUNG AUF HÖCHSTEM NIVEAU

Pre-fabrication at the highest level

Alle Elemente wurden bei einer Fassadenfirma in Brixen / Südtirol vorgefertigt. Keines der Elemente konnte an der Baustelle angepasst werden, denn alle waren zur Verringerung der Verschmutzung mit einem empfindlichen Nano-Lack beschichtet. Dies zeigt, mit welchem Einsatz an handwerklicher Präzision, trotz maschinellem Zuschnitt, die Produktion der Fassadenbleche erfolgte. Handwerklich herausfordernd war auch die Fugenbreite: Nach Vorgabe der Architekten sollte diese genau 10 mm bei 18° Außentemperatur betragen. Die Fassade gleicht in ihrer Komplexität und ihrer Fertigungspräzision einer überdimensionalen Autokarosserie. Im Unterschied dazu wurde die Fassade jedoch nicht in unzähligen Prototypen zur Perfektion gebracht – sie ist ein Unikat.

—

All façade elements were prefabricated by a company in Brixen / South Tyrol. No on-site customization was possible, due to the elements having been coated with a special nano-varnish in order to reduce staining. The façade's near-perfect fit is a testament to the manufacturer's level skill and precision, combining traditional craftsmanship with modern mechanical cutting tools. The gap width posed additional technical challengis, as the architects required an exact width of 10 mm at an outdoor temperature of 18° Celsius. The complexity of the façade and its demands on precision are only matched by those of manufacturing the body of a car. Yet where car manufacturers get to build numerous prototypes, this façade had to come out right on the first try!

DAS NEUE MESSEN AM BAU

A new form of on-site measurements

Nicht nur die Fassade als permanent wahrnehmbare und gestaltgebende Außenhaut ist vielfach gekrümmt. Bereits die Rohbaukonstruktion formt die spätere, komplexe Zielgeometrie vor. Gerade, linear angeordnete Wände sind hier selten – nahezu alle konstruktiven Bauteile sind in unterschiedlichen und permanent wechselnden Radien gekrümmt. Die präzise Übertragung der Bauwerkskoordinaten war mit herkömmlichen Messwerkzeugen nicht möglich. Dies erforderte den permanenten Einsatz des Vermessers.

—

Multiple curves dominate not only the building's skin. They also permeate its underlying structural framework, encoding the building's complex geometry. Hardly any of the walls are straight, or arranged in a linear fashion. Almost all structural elements are curved, their radii constantly changing. Given these conditions, construction cannot be based on two-dimensional plans. Instead, the precise positioning of the formwork necessitated the constant presence of surveyors.





GESAMTFORM ERLEBBAR

A shape to experience

Die dynamischen Formen der Außenfassade werden im Innenraum vom formgebenden Trockenbau geometrisch weitergeführt. Selbst die Form der verglasten Aufzugskabine oder die Möbel in den Teamzonen der Büroflächen, nehmen Bezug auf die gekrümmten Fassadenbänder und unterstützen somit das ganzheitliche Raumerlebnis im Haus der Astronomie.

—

The dynamic shapes of the building's façade are mirrored by the geometry of the shape-defining interior dry walls. Even the transparent shape of the elevator car and the furniture in the multi-purpose area adjoining the offices refer directly to the façade's flowing lines. Interior and exterior complement each other, allowing the visitor to experience the building as a unified whole.

Eingangssituation — *Entrance area*

Fassade im Zugangsbereich — *Façade stripes in the entrance area*

Übergang zum Max-Planck-Institut für Astronomie
— Passage to the Max-Planck-Institut for Astronomy



links: Balkon im Obergeschoss – der Sonnenschutzbehang aus filigranen Edelstahlprofilen sowie die Ganzglasbrüstung sind in die Metallfassade integriert.
—
left: Upper-level balcony – the sunscreen made of blinds of stainless steel micro-slats as well as the glass parapet are integrated into the metal façade.

IMPRESSION

Seminarbereich mit vorgelagerter Terrasse
— *Workshop area with terrace in front of it*

Südfassade — *Southern façade*

Auditorium im Zentrum des Hauses — *The central auditorium*



Fulldome-Projektion im Auditorium
— Full-dome projection within the auditorium

Die Dynamik der Gebäudeform ist auch im Innenbereich erlebbar.
— The building's dynamic form can be experienced inside and outside.

Eingangsebene mit Shop — *Entrance level with shop*



links: Rampe als zentrales Erschließungselement
—
left: The ramp serves as the building's central connective element.



Luftraum um das zentrale Auditorium
— Air space surrounding the central auditorium

Vorraum des Sanitärbereiches — *Vestibule of the sanitary area*



links: Aufgang zur Büroebene
—
left: Access to the office level via the central ramp



links: Innenansicht Aufzugskabine
—
left: Interior view of the elevator car

Verglaste Aufzugskabine als schwebende Konstruktion ohne Fahrschacht
— The all-glass elevator car is suspended in space, without an elevator shaft

IMPRESSION

Transparenz der Büros und Teamzone in den Obergeschossen
— Transparency of the offices and interaction spaces in the upper levels



links: Teamzone im Obergeschoss
—
left: Interaction spaces in the upper level

Transparenz der Gebäudestruktur am Abend
— Transparency of the building's structure in the evening







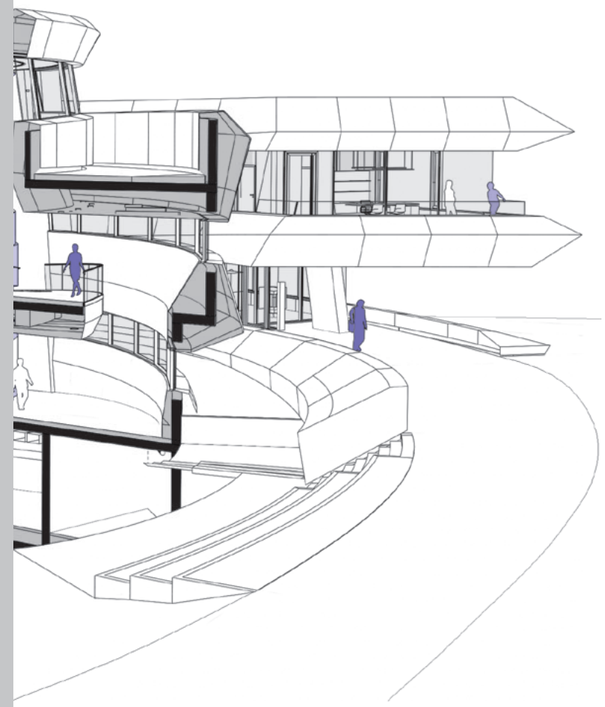
NEUE INTERPRETATION DER PLANUNG

A new interpretation of planning

Den technologischen Übergang vom analogen Planen am Zeichentisch zum computergestützten, digitalen Planen bildete das vektorbasierte CAD. Da sich mit Vektoren Krümmungen nur als Polygonzug beschreiben lassen, fehlt für exakte Krümmungen die maschinenlesbare Schnittstelle. Deshalb waren die in der Architektur verwendeten CAD-Programme für die Planung des HdA unbrauchbar.

—

Architecture has long moved away from the traditional drawing board, and towards computerized digital planning tools, in particular vector-based CAD software. The creative range of architectural design has expanded along with the ever-increasing functionality offered by modern drafting tools. Even so, the traditional CAD software used in the trade proved woefully unequal to the complex three-dimensional task of planning the HdA.



DATEN UND FAKTEN — *FACTS AND FIGURES*

Bruttogeschossfläche — *Gross floor area:* 3.171 m²
Bruttorauminhalt — *Gross cubic volume:* 14.952 m³
Planungszeitraum — *Planning period:* 05.2008 – 05.2010
Bauantrag — *Building application:* 04.2009
Ausführungszeitraum — *Construction phase:* 03.2010 – 09.2011



MODELLIERUNG DER FREIEN FORM

Free-form modelling

Für den Entwurf des HdA wurde eine Software erforderlich, die mit Kurven und Flächen arbeitet. Diese sogenannten NURBS beschreiben Geometrie auf einer parametrischen Grundlage, die für eine computergestützte Fertigung notwendig ist. Eine Software zur Freiformmodellierung, welche sich mit dieser Funktionalität im Maschinen- und Schiffsbau bereits einen Namen gemacht hat, wurde für das Projekt als grundlegender Planungsstandard festgelegt.

—

The HdA's design required software capable of working with complex curves and surfaces. The solution: NURBS-based software, which models geometry on a parametric basis, and is common in computer-based manufacturing. A free form modelling software, state-of-the art in mechanical and naval engineering where similarly high demands are made on the precise mathematical representation of irregular shapes, was chosen as the project's standard planning tool.

INTERPRETATION

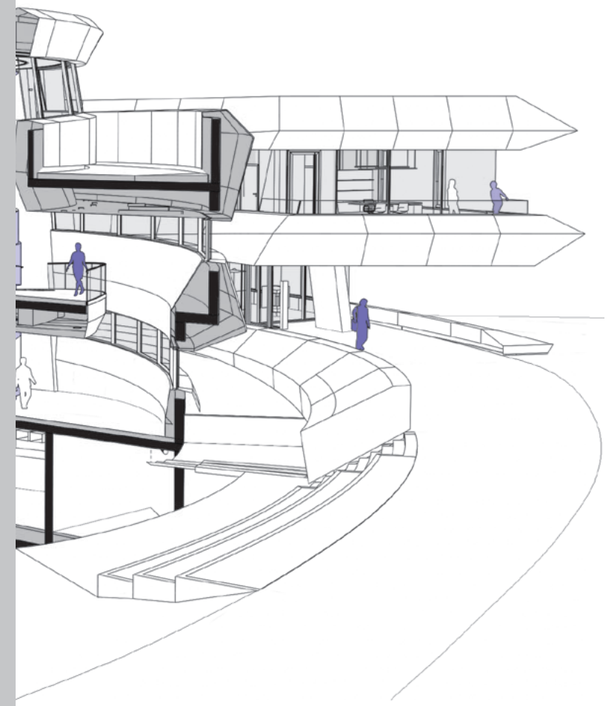
BESONDERHEIT DER GEOMETRIE

A special kind of geometry

Die Bearbeitung von NURBS unterscheidet sich stark vom Arbeiten mit Vektoren und Polygonen, die in der klassischen Werkplanung zum Einsatz kommen. Begriffe aus der Differentialgeometrie wie Krümmung, Stetigkeit und Mannigfaltigkeit werden notwendig, um eine Form eindeutig zu beschreiben.
Für die bauliche Umsetzung dieser komplexen Geometrie war neben den vielfältigen Bearbeitungswerkzeugen vor allem auch der Export mit möglichst geringem Informationsverlust ein entscheidender Vorteil. Die gewählten Dateiformate ermöglichten eine direkte Schnittstelle zwischen der digitalen Planung und der maschinellen Fertigung.

—

The NURBS workflow is radically different from the traditional drafting of construction plans with its vectors and polygons. It makes use of the concepts of diferential geometry, the uniqueness of a shape's parametric descriptions shored up with curvature and continuity conditions. For the transition from complex geometry to tangible structure, the planning tools' versatility and the possibility for exporting data with no loss in information proved a key advantage. With the chosen data formats, it was possible to establish a direct interface between digital planning and automated manufacturing.



DATEN UND FAKTEN — *FACTS AND FIGURES*

Bruttogeschossfläche — *Gross floor area:* 3.171 m²
Bruttorauminhalt — *Gross cubic volume:* 14.952 m³
Planungszeitraum — *Planning period:* 05.2008 – 05.2010
Bauantrag — *Building application:* 04.2009
Ausführungszeitraum — *Construction phase:* 03.2010 – 09.2011



DATENAUSTAUSCH ZWISCHEN DEN BETEILIGTEN

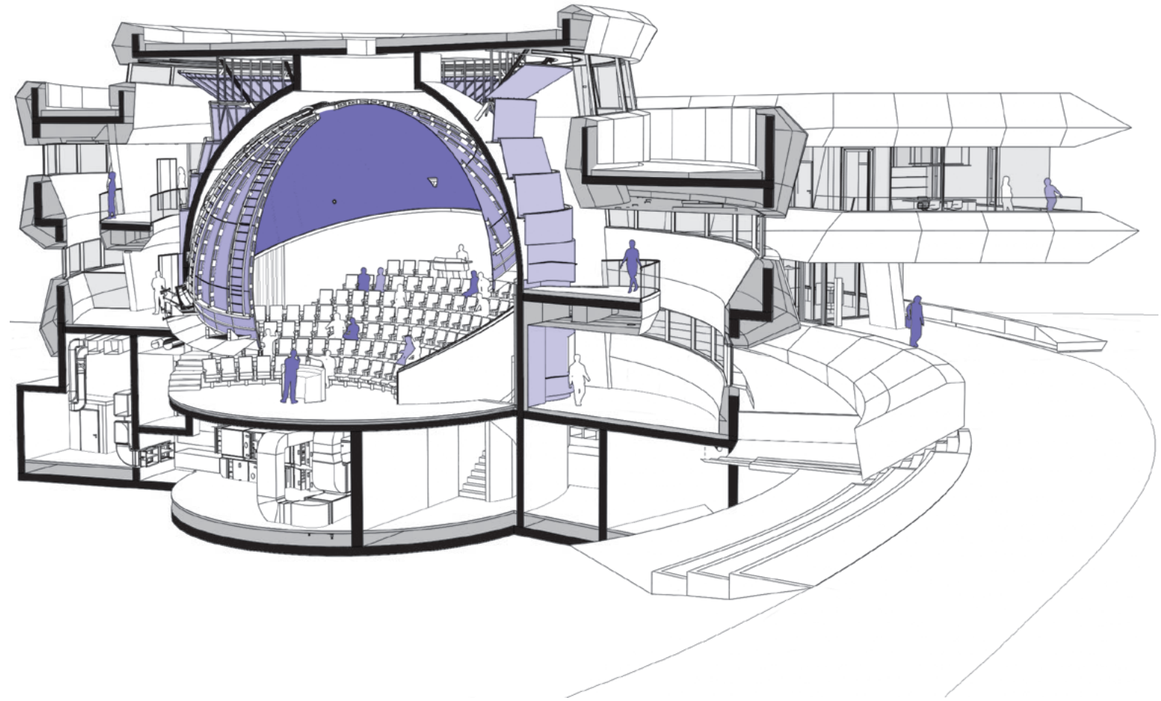
—

Exchanging data between the participants

Die Übergabe der Planungsdaten für die Gewerke Rohbau, Fassade, technischen Ausbau, Schlosser und den gesamten formgebenden Trockenbau erfolgte weitestgehend über dreidimensionale, digitale Daten.
Gedruckte, zweidimensionale Papierpläne, die das Gebäude auf einen horizontalen oder vertikalen Schnitt an jeweils einer bestimmten Stelle reduzieren, werden nur noch als analoges Präsentationsmedium benötigt. Für den Informationsaustausch im Planungs- und Bauprozess des HdA spielten sie eine untergeordnete Rolle.

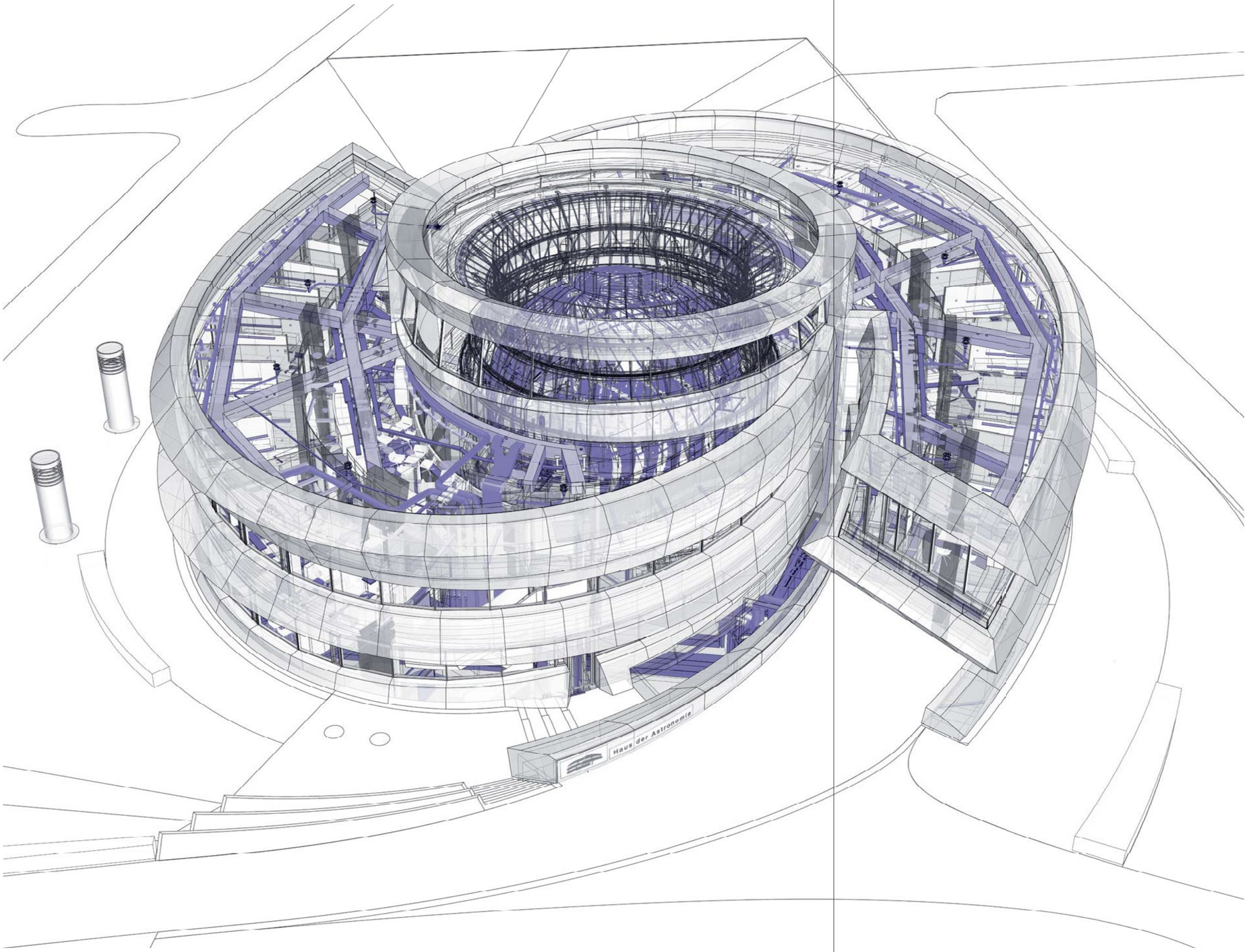
—

Information flow between the architects and the various companies responsible for the structural framework, the façade, electrical engineering and plumbing, metal works and drywalling was almost exclusively in the form of three-dimensional digital data. Printed two-dimensional plans, showing various cross-sections, played a supporting role only.



DATEN UND FAKTEN — *FACTS AND FIGURES*

Bruttogeschossfläche — *Gross floor area:* 3.171 m²
Bruttorauminhalt — *Gross cubic volume:* 14.952 m³
Planungszeitraum — *Planning period:* 05.2008 – 05.2010
Bauantrag — *Building application:* 04.2009
Ausführungszeitraum — *Construction phase:* 03.2010 – 09.2011



43

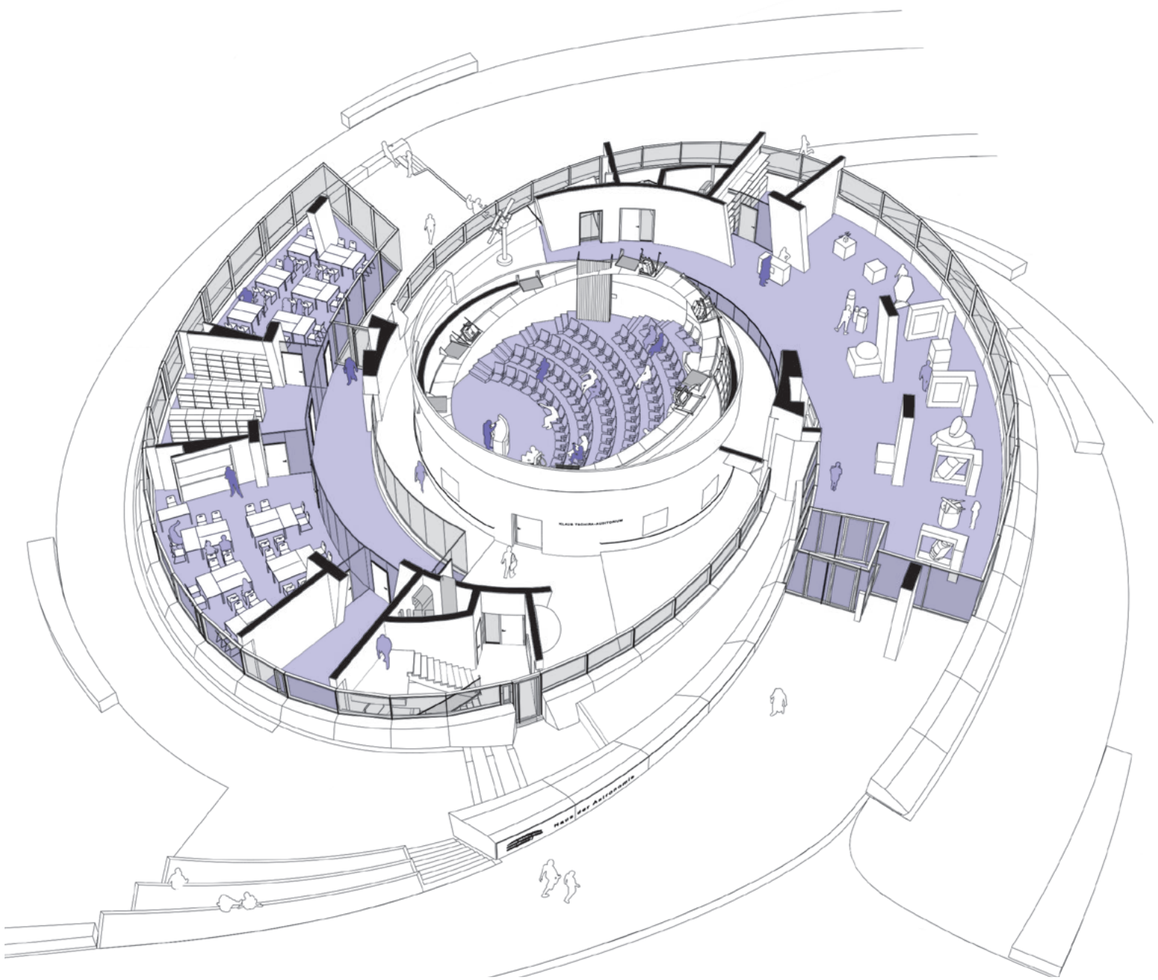
Der Entwurf des Gebäudes lässt sich mit zweidimensionalen Plänen nicht mehr eindeutig beschreiben. Alle Planer arbeiteten deshalb in einem gemeinsamen dreidimensionalen Datenmodell.
Mehrere der beteiligten, ausführenden Firmen nutzten bereits die Vorteile des Datenbestandes und produzierten Ihre Bauteile direkt nach den zur Verfügung gestellten Planungsdaten.

Die Zusammenarbeit in einem gemeinsamen Datenmodell bietet den Architekten die Möglichkeit einer Kollisionskontrolle. Damit kann die vernetzte Planung verschiedenster Gewerke bereits im frühen Planungsstadium effektiv koordiniert und für alle Gewerke optimiert werden. Ein zeit- und kostenintensives Spät-erkennen von Kollisionen auf der Baustelle wird somit vermieden – der Bauab-lauf bleibt für alle Beteiligten fassbar.
Die Informationen des Gesamtmodells wurden auch für diverse haustechnische, raumakustische und lichttechnische Simulationen sowie zur Optimierung der Bedarfsermittlung herangezogen. Durch die besondere Geometrie des Gebäudes konnten herkömmliche Berechnungsmethoden gewerkeübergreifend nicht mehr eingesetzt werden.

—

The building's design is impossible to specify using two-dimensional drawings. Instead, all the planners worked in a collaborative data model. In fact, several of the firms tasked with the execution of building tasks used this virtual model as direct input for their manufacture of construction elements.

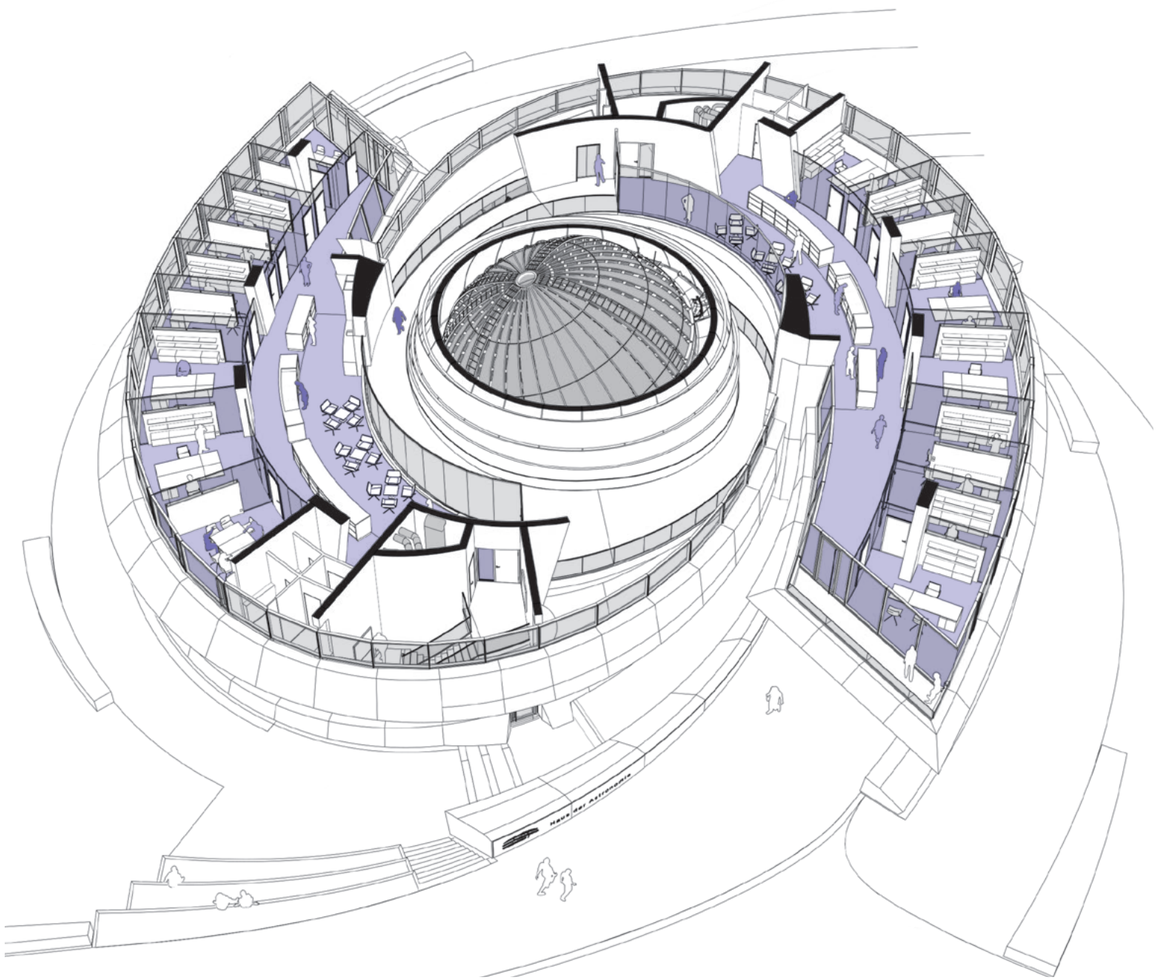
The collaborative data model also allows the architects to avoid planning conflicts as, say, electrical wiring and plumbing compete for the same limited space. This makes for highly effective optimization and coordination of the contributions by the different building trades, and for the prevention of time- and cost-intensive conflicts. In virtual data space, it is easy for all participants to stay informed about all current developments.
The virtual model also served as the basis of various technical, acoustical and lighting simulations, as well as for simulations for the purpose of demand assess-ment. Conventional methods of calculation and estimation, on the other hand, proved woefully inadequate for this complex a design.



44

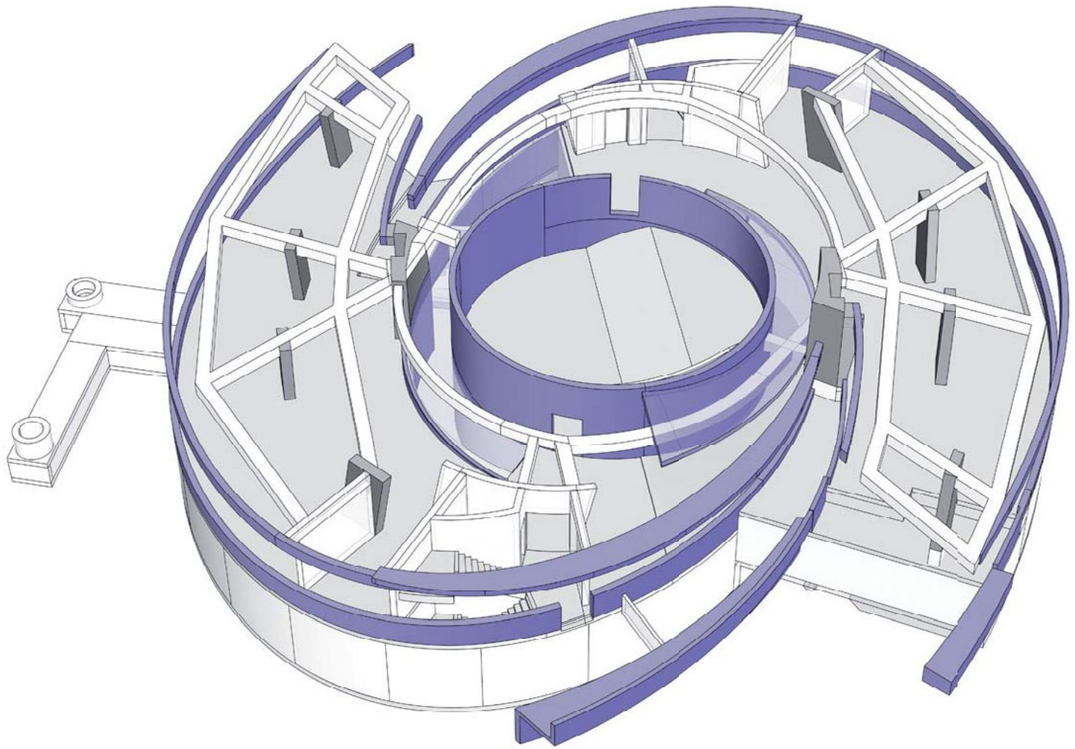
44
In der Erdgeschossebene befinden sich die zentralen Funktionen des Hauses: Sowohl das Foyer mit Ausstellungsobjekten und der Seminarbereich als auch die Erschließungsrampen umlagern den Kern. Zentrum des Hauses der Astronomie bildet das Auditorium, das auch digitale Planetariumsprojektion bietet und mit modernster, multimedialer Technik ausgestattet ist.
—
The main functional areas of the house are located at ground level: The foyer, which includes an exhibition area, the workshop area and the winding ramp surround the central core. This, in turn, houses the central auditorium, which features a digital planetarium projection system and state-of-the-art multimedia equipment.

Grundrissmodelle Erdgeschoss und Obergeschoss
— Plan models of ground and upper levels



45

45
In den Obergeschossen der beiden Spiralarme befinden sich Büroräume, die neben den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Hauses auch die Redaktion der Zeitschrift für Astronomie »Sterne und Weltraum« aufnehmen. Die zentralen Erschließungsrampen um den Kern verbinden die Nutzungsbereiche in den halbgeschossig versetzten Ebenen der Spiralarme.
—
The two upper levels of the spiral arms provide office space not only for the house's own scientific staff, but also for the editorial team of »Sterne und Weltraum« (literally »Stars and Space«), Germany's largest popular astronomy magazine. The central ramp connects the spiral arms' different levels as it spirals from the uppermost office level down to the service area.



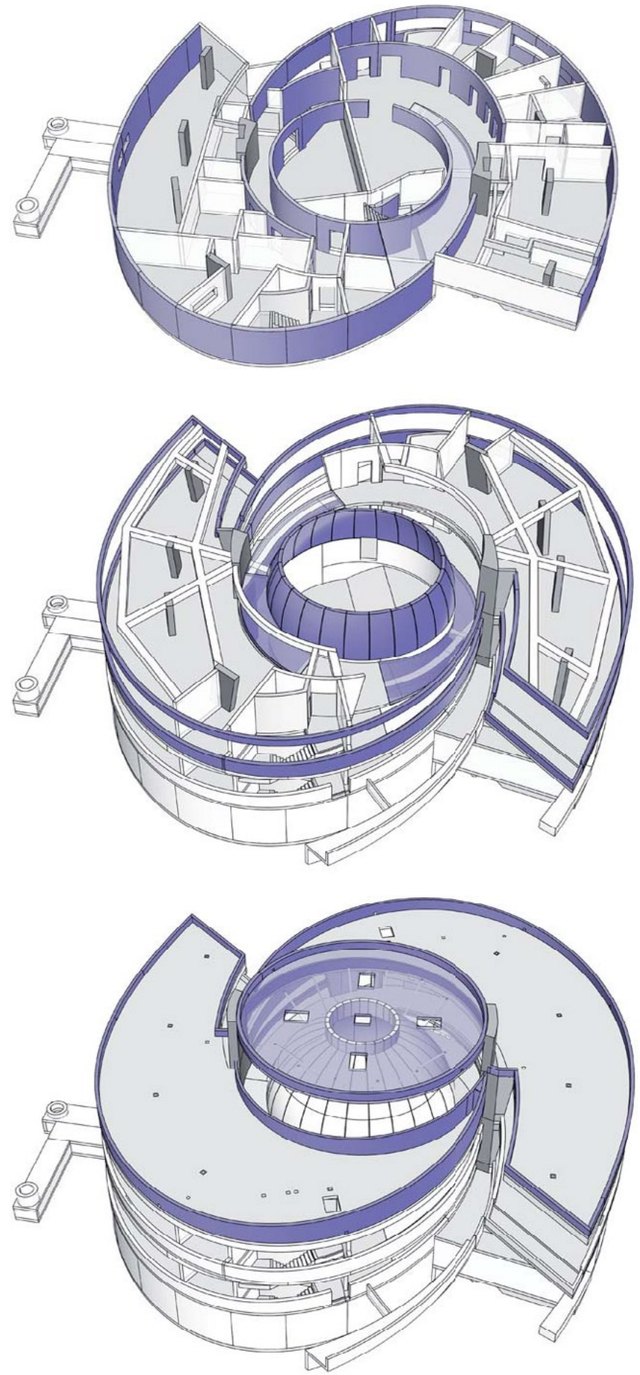
46

46 | 47 | 48 | 49

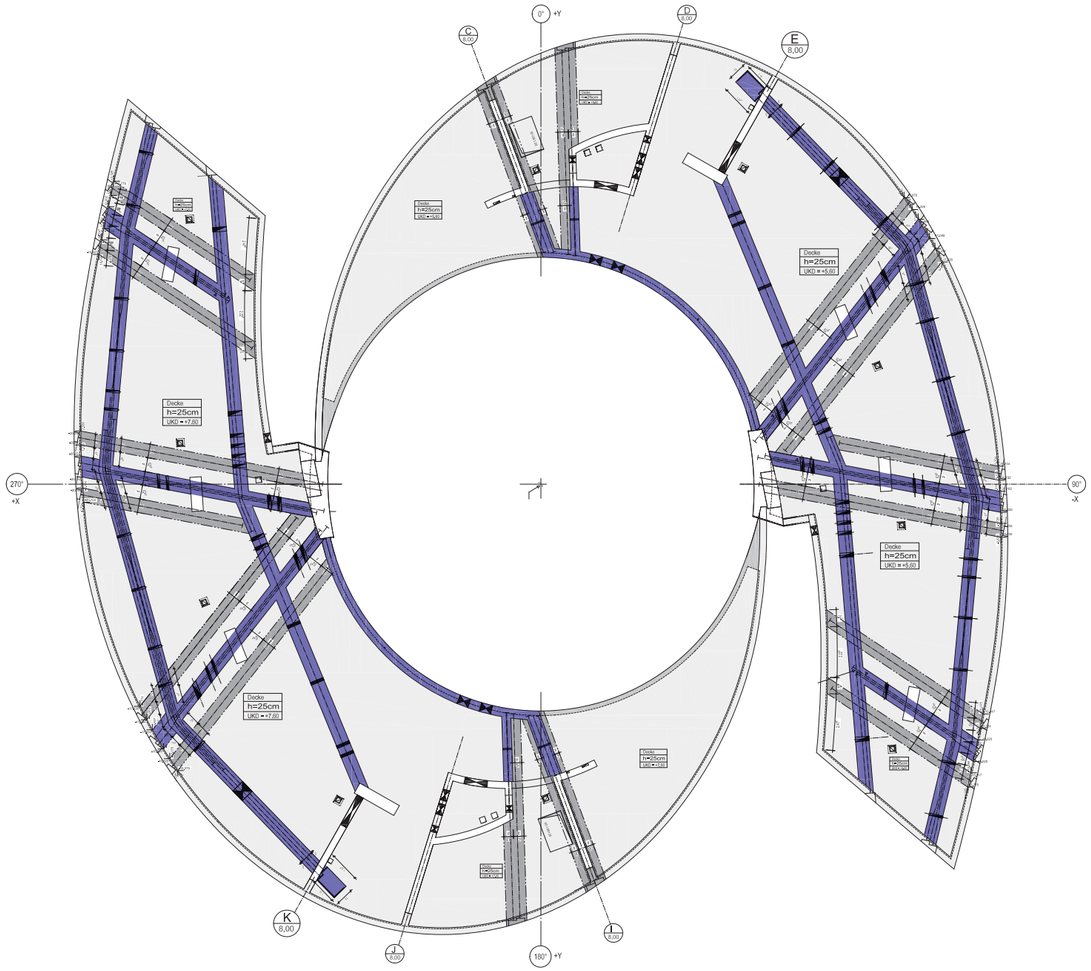
Eine Vielzahl der statischen Bauteile wie Wände, Unterzüge und Deckenränder folgen der gekrümmten Geometrie mit permanent wechselnden Radien. Nur wenige Wände sind linear angeordnet. Für die Rohbauarbeiten war dies sehr aufwendig, da nahezu alle Maße vor Ort präzise Messpunkte erforderten. Das klassische Abtragen der Maße mit Zollstock oder Bandmaß war nicht möglich.

—

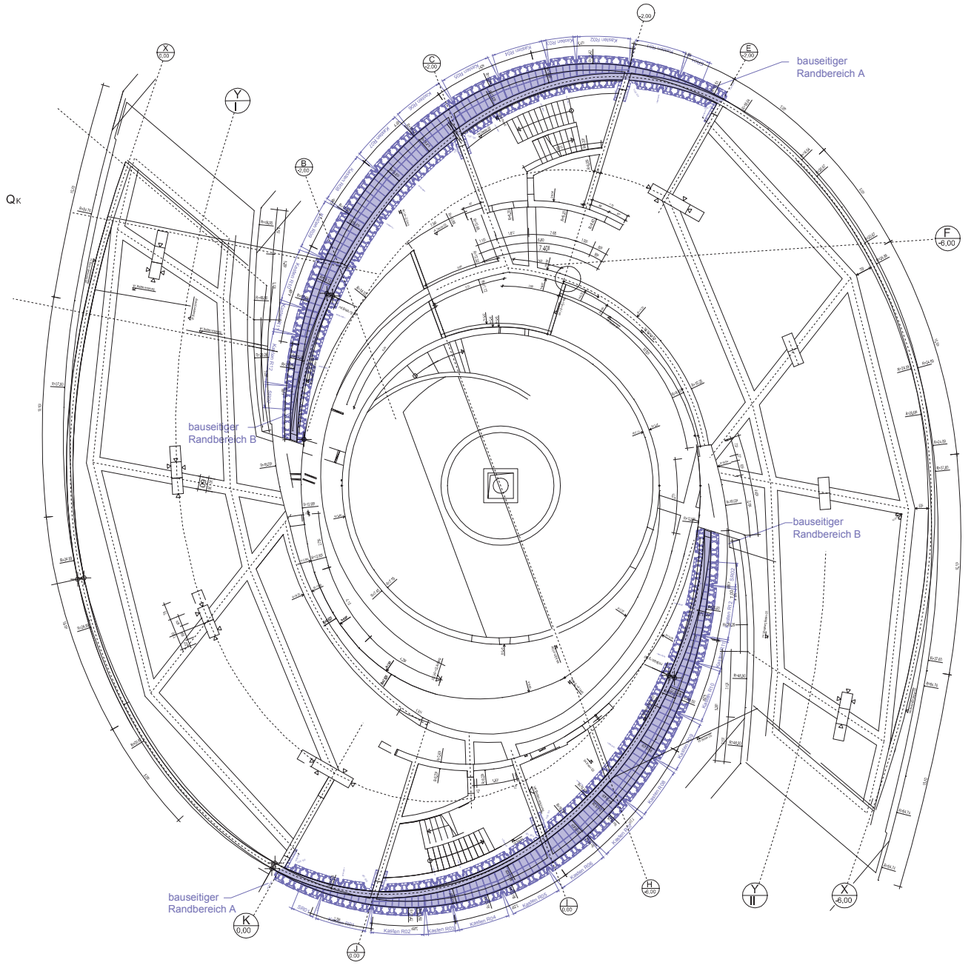
A large number of structural elements like walls, beams and slab edges follow the curved geometry with constantly changing radii. Only a few walls have a straight orientation. This caused very extensive preliminary work because almost all dimensions required on site needed precisely surveyed measurement points. Conventional measuring with yardsticks or rulers was not possible.



47
48
49



50



51

50

Die komplexe Geometrie des Gebäudes erforderte ein ebenso außergewöhnliches Tragwerk: Die vier Kragdecken beider Gebäudeteile lasten jeweils nur auf fünf Stützen (die zudem noch um 10° geneigt sind), sowie dem Treppenkern. Um einer Deckenverformung vorzubeugen, wurden die Decken vorgespannt. Insgesamt wurden 600 t Bewehrungsstahl verlegt, 1175 m Spannstahl eingebaut und rund 3000 m³ Ortbeton gegossen.

—

The building's complex geometry required an equally exceptional structure: Each of the four cantilever ceiling slabs merely rests on five columns (which are slanted by 10°) and the stairwell. The floor slabs were prestressed to prevent deformation. A total of 600 tons of reinforcing and 1175 m of prestressing steel were deployed, as well as about 3000 m³ of concrete.

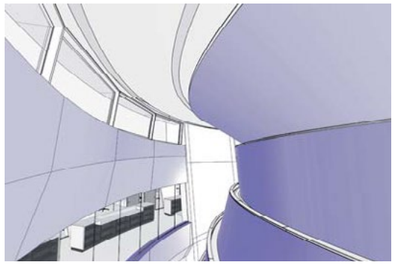
51

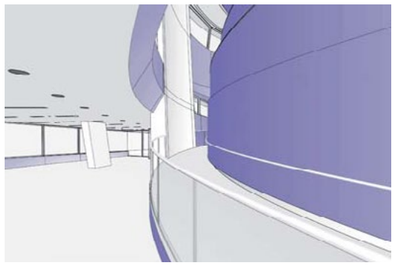
Die beiden Träger entlang der Lufträume spannen bei einer Gesamtlänge von 25 Meter stützenfrei über eine Länge von 17 Meter. Besonders in Hinblick auf die Arbeitsvorbereitung, Rüstung und Ausführung waren die einachsig gekrümmte Form sowie der Z-förmige Trägerquerschnitt mit wechselnder statischer Höhe, eine besonders anspruchsvolle Aufgabe für den Tragwerksplaner.

—

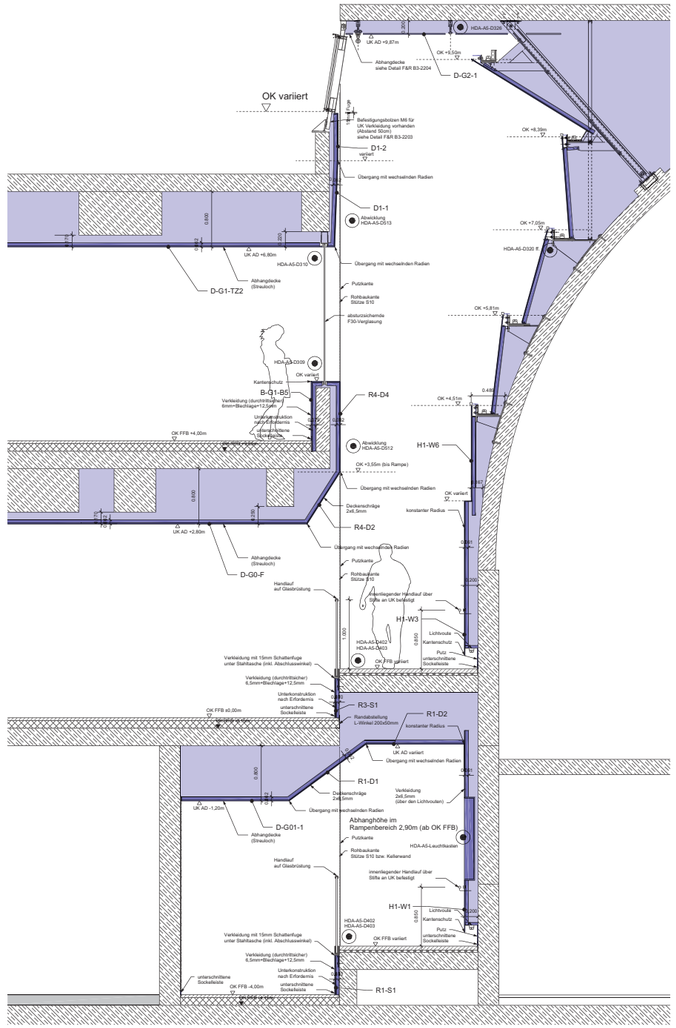
The two 25 metre long girders alongside the voids have a column-free span of 17 metres. Particularly with regard to preparation, scaffolding and final execution of the construction work, the uniaxially bent and Z-shaped cross-section of the girders with alternating statically elevation proved to be a special challenge for the construction company.

Optimierung von Arbeitsvorbereitung und Ausbauplanung im 3D-Gesamtmodell
— Optimizing work preparation and planning in the 3D overall model

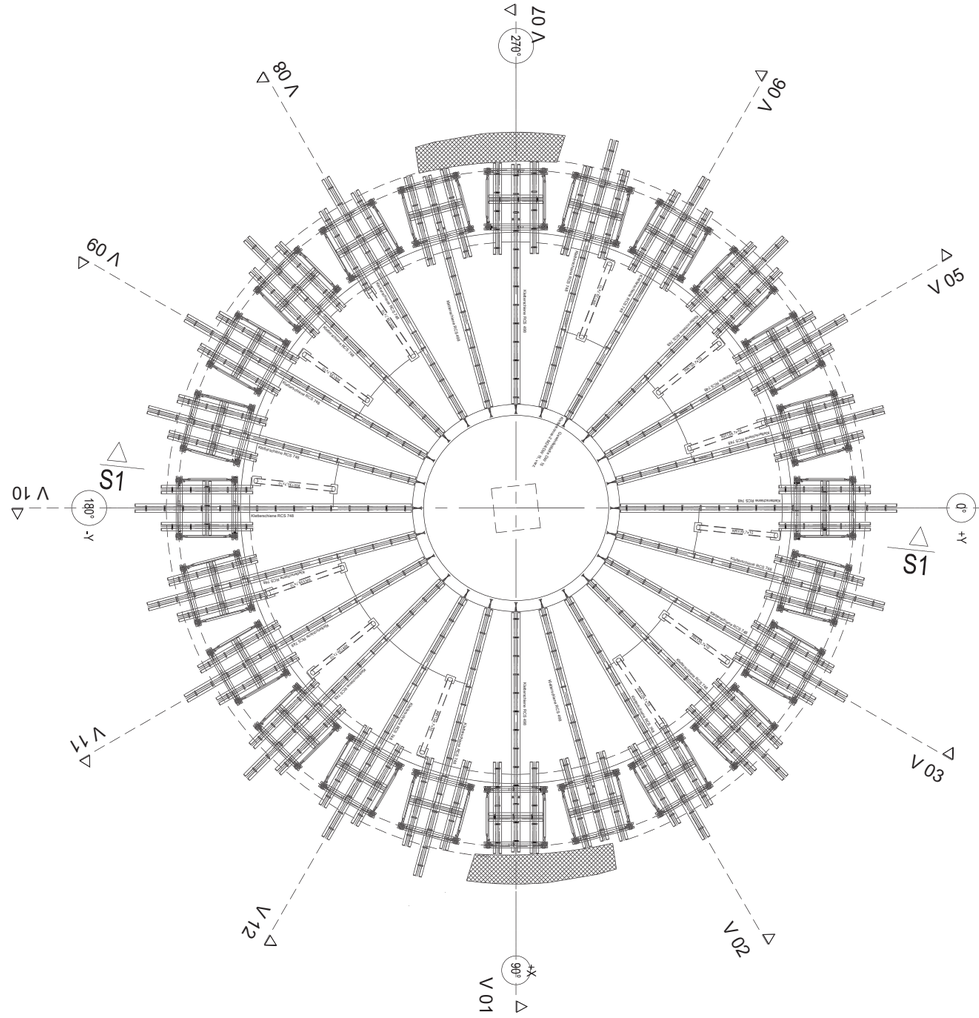




52
53



54



55

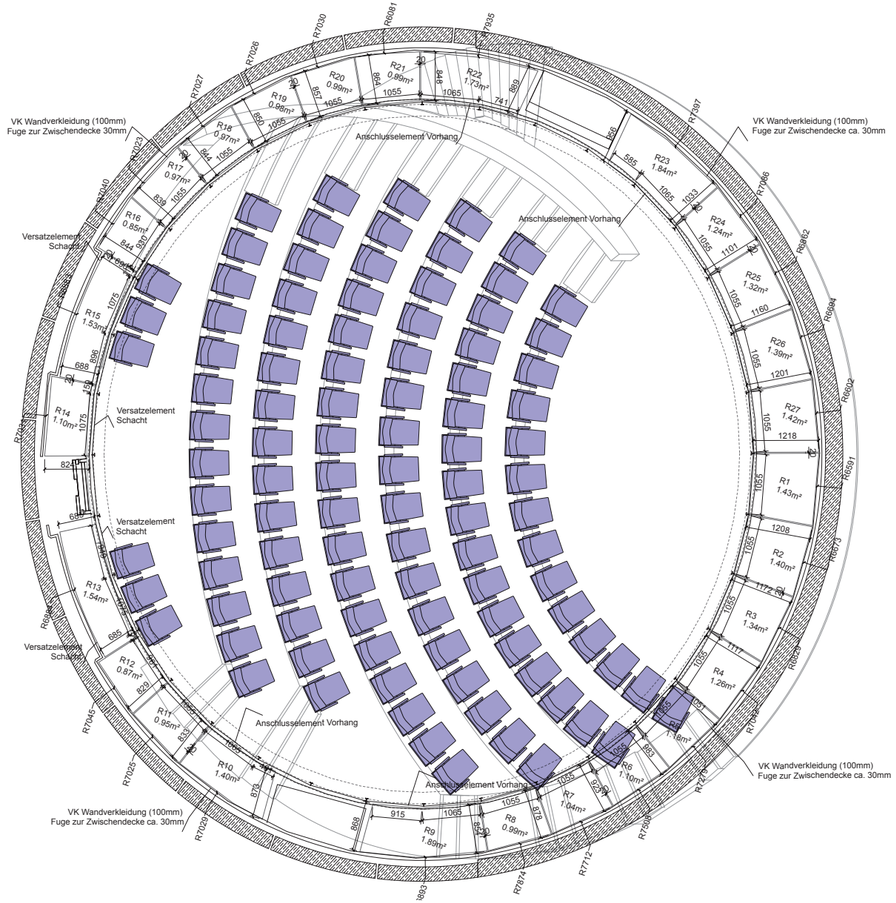
56



52 | 53 | 54
Der formgebende Trockenbau führt die dynamische Form der gekrümmten Außenfassade im Innenbereich fort. Flächen mit wechselnder Neigung verbinden Kurven stetig ändernder Radien – eine umfangreiche Aufgabe für das traditionelle Trockenbauhandwerk. Aufgrund der sich jeweils ändernden Geometrie war die Arbeit mit Formteilen hier nicht möglich.
—
The shape-defining dry walling continues the dynamic form of the curved exterior façade into the interior. Surfaces with alternating inclinations connect curves with constantly varying radii – a substantial task for the craft of conventional dry walling. Owing to the ever changing geometry it was not possible to work with similarly formed moulds.

55
Selbst temporäre Rüstungen für die Dachdecke forderten eine präzise Planung der Arbeitsvorbereitung und Baustellenlogistik.
— Even temporary scaffolding for the roof slab required a precise planning of the preparation and site logistics.

56
Untersuchungen zur Optimierung der Raumakustik im Auditorium
— Analysis to optimize the auditorium's room acoustics



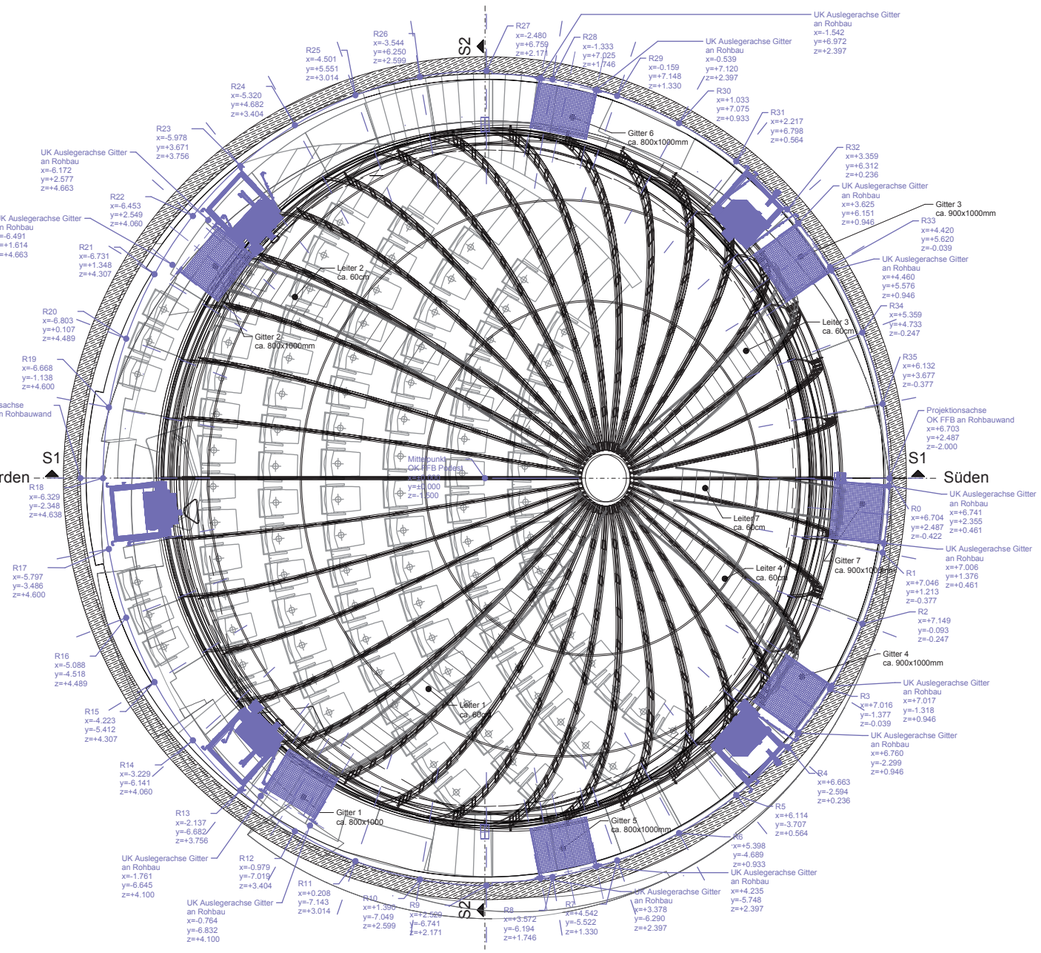
57

57 | 58 | 59

Die 101 Sitzplätze sind für eine optimale Sicht radial angeordnet. (57)
Die um 20° geneigte Projektionskuppel folgt der optimierten Höhenstaffelung der Stuhlreihen. Die Projektionskuppel hängt an 18 Stahlketten über den Zuschauern frei im Raum. Für eine nahtlose Projektion mussten die powerdome®-Velvet-Projektoren millimetergenau positioniert werden. (58 | 59)

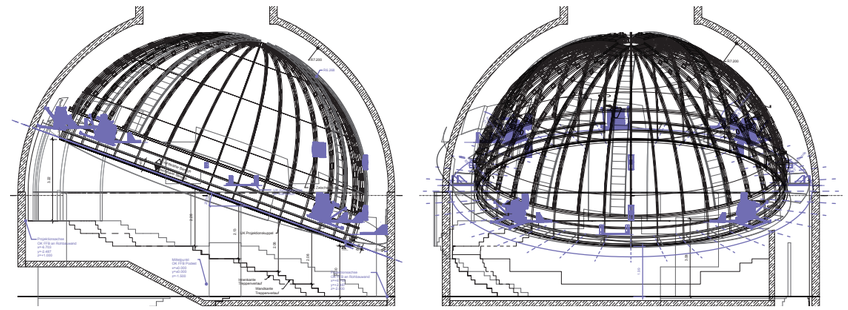
—

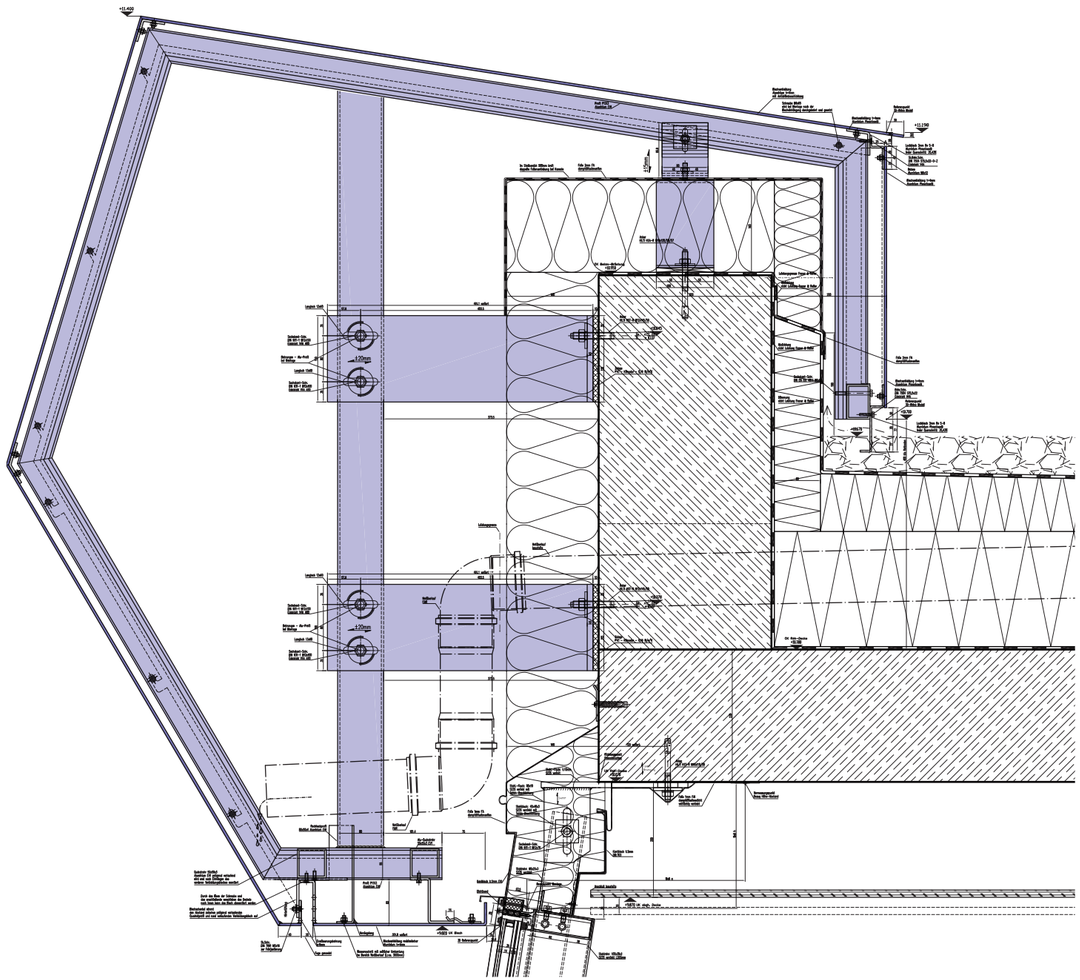
The 101 seats are arranged radially for optimal viewing conditions. (57)
The projection dome, which is inclined by 20°, follows the optimized staggered heights of the seating rows. The dome is suspended freely over the audience, hanging from 18 steel chains. In order to ensure a seamless projection the powerdome®-Velvet-Projectors needed to be positioned with millimetre accuracy. (58 | 59)



58

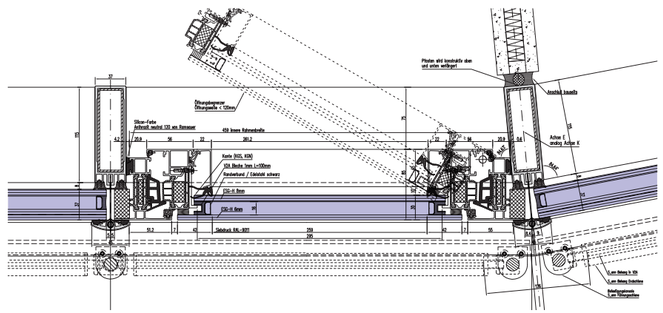
59

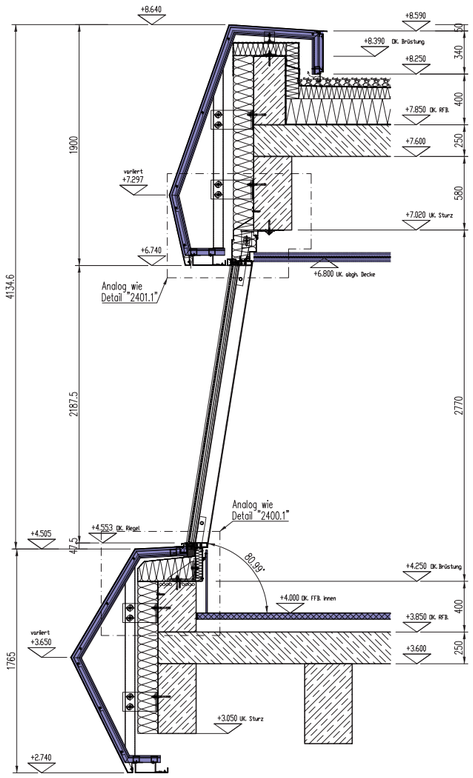


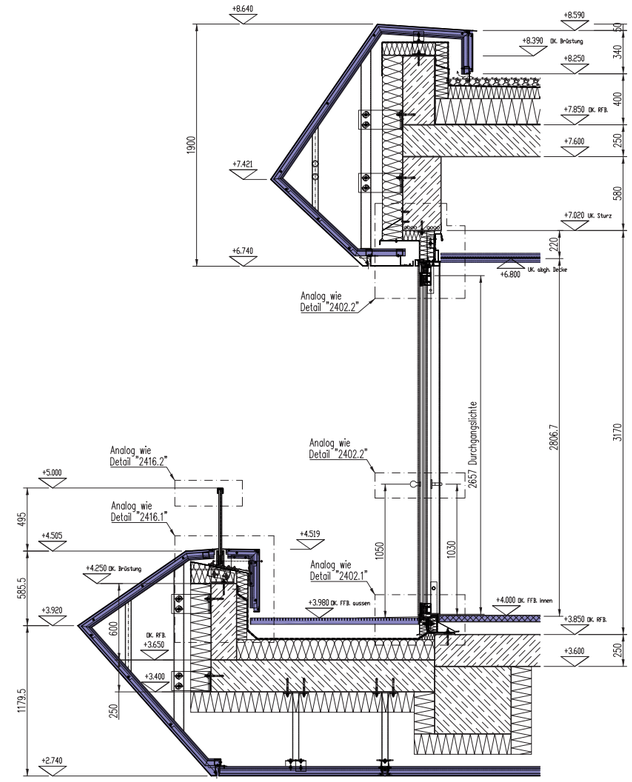


60

61







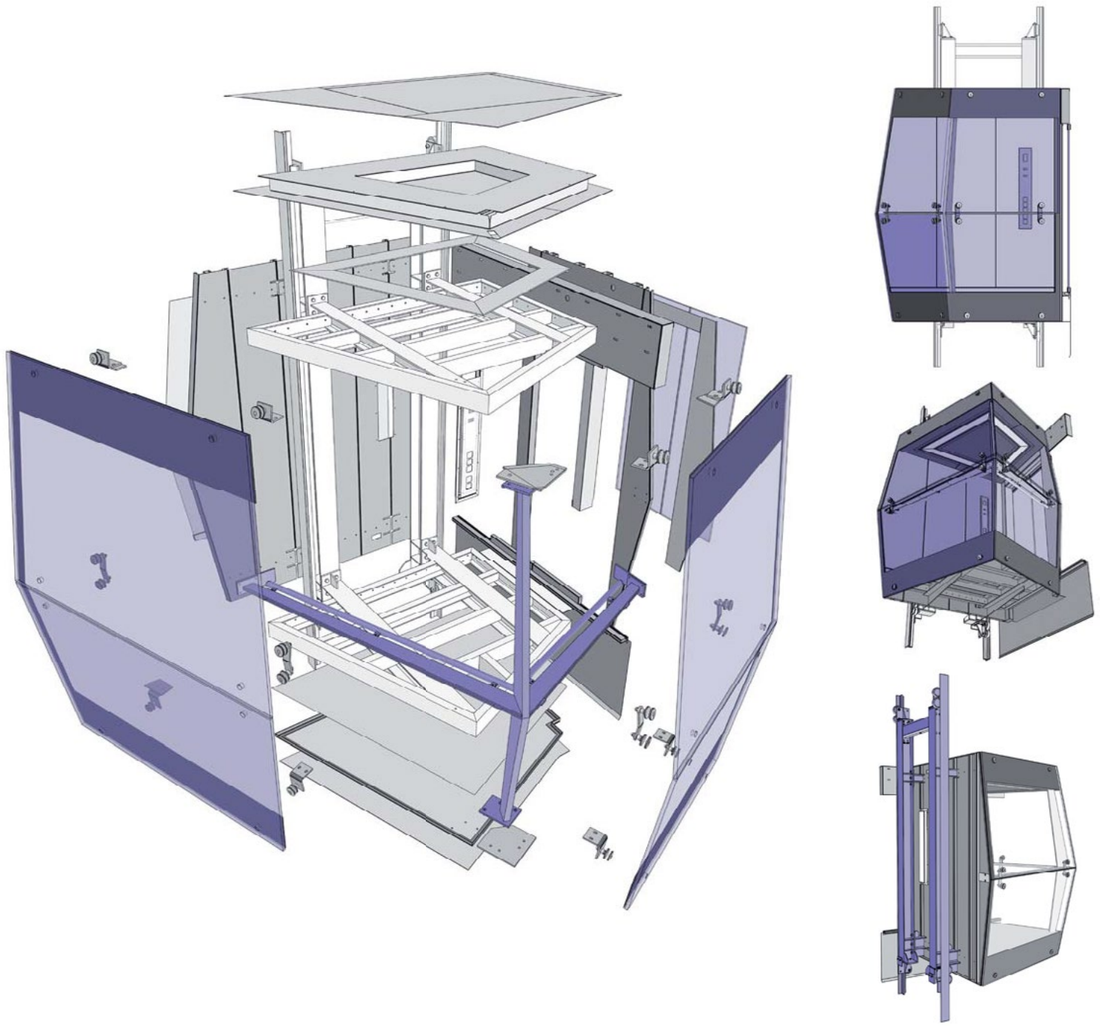
62

60 | 62

Der Querschnitt der formgebenden Außenfassade sowie der korrespondierenden Glasfassade ändert sich im Fassadenverlauf permanent. Die Fassadenunterkonstruktion sowie die Elemente aus 4 mm dicken Aluminiumblechen wurden mit höchster Präzision nach den Daten des 3D-Gebäudemodells gefertigt. Ein Nacharbeiten auf der Baustelle war nicht möglich.

—

The cross-section of the form-defining exterior façade as well as that of the corresponding glass façade change permanently in the course of the façade. The façade's substructure and the elements made of 4 mm thick aluminum sheets were manufactured with highest precision based on data from the 3D building model. Subsequent changes at the construction site were not possible.



63

63

Die besondere technische Konstruktion der zweiseitig vollverglasten Aufzugskabine benötigt keinen Fahrschacht und scheint völlig frei im Raum zu schweben. Für die technische Ausführungsplanung und Produktion verwendete der Aufzugshersteller die Modelldaten der Architektenplanung.

—

The special technical construction of the elevator car, which is fully glazed on two sides, does not require a separate lift shaft and it appears as if the car hangs freely in space. Data from the model the architects created for their planning was used by the elevator manufacturer for detailed technical design and production.

FASZINATION

FASZINATION

Didaktische Arbeit mit einer Schulklasse
— Astronomy education in action



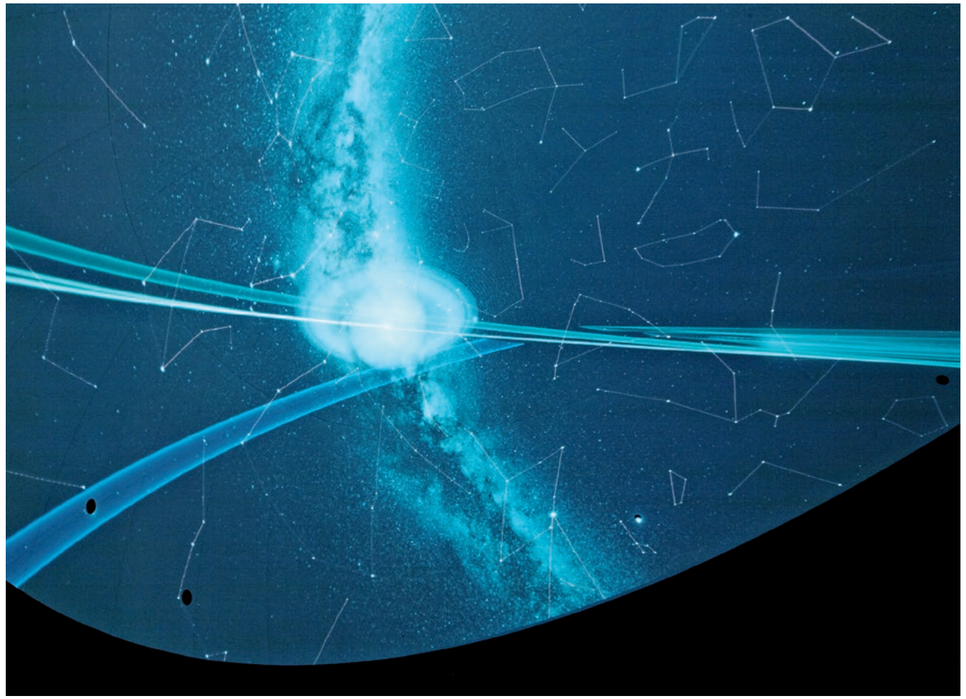






Visuelle Faszination während einer Planetariumsprojektion
— *Fascinating visuals during a planetarium presentation*

Auditorium mit 101 Sitzplätzen — *Auditorium with 101 seats*





Im multifunktionalen Auditorium können neben klassischer Vortragsnutzung auch Bilder und Fulldome-Visualisierungen astronomischer Phänomene und Konzepte eindrucksvoll gezeigt werden.
International besuchte Veranstaltungen im Haus der Astronomie zeigen die Bedeutung Heidelbergs als astronomisches Zentrum.
—
The multi-functional auditorium is suitable not only for traditional lectures, but also for impressive presentations using projected images or full-dome visualizations of astronomical phenomena.
International conferences in the Haus der Astronomie underline Heidelberg's role as a world-wide center for astronomy.



INFORMATION

Bauherr — *Client*
Klaus Tschira Stiftung gGmbH
Schloss-Wolfsbrunnenweg 33
69118 Heidelberg
www.klaus-tschira-stiftung.de

Träger — *Operated by*
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.
Hofgartenstraße 8
80539 München
www.mpg.de

Projektadresse — *Project address*
Haus der Astronomie
MPIA-Campus
Königstuhl 17
69117 Heidelberg
www.haus-der-astronomie.de

Vision — *Vision*
Dr. hc., Dr.-Ing. E. h. Klaus Tschira

Architektur — *Architecture*
Architekten Bernhardt + Partner
Birkenweg 13F
64295 Darmstadt
www.bp-da.de

Verantwortlicher Architekt — *Lead architect*
Dipl.-Ing. Manfred Bernhardt, Architekt BDA

Projektleitung — *Project management*
Dipl.-Ing. (FH) Axel Müller, Architekt

Konzept und 3D Datenmanagement — *Concept and 3D Data management*
Dipl.-Ing. Thomas Mrokon, Architekt

Planung — *Planning*
Dipl.-Ing. Christof Odrich, Architekt
Dipl.-Ing. (FH) Jens Huwe
Dipl.-Ing. (FH) Tina Spinnler

Freiflächenplanung — *Landscape planning*
Architekten Bernhardt + Partner, Darmstadt

Ausschreibung / Bauleitung — *Bidding / site surveillance*
Dipl.-Ing. (FH) Uwe Sachs, Architekt
Dipl.-Ing. Rainer Schneider, Architekt
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Bergmann
Dipl.-Ing. Jakob Lukas

Projektsteuerung — *Project Controlling*
Schumann Projektsteuerung, Darmstadt

Tragwerksplanung — *Structural engineer*
Bläß Ingenieure, Viernheim

Fassadenplanung — *Façade engineering*
Werner Sobek Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart

HLS-Planung — *HVACR-planning*
PSP – Planungsbüro Schmitt & Partner GmbH, Mauer

Elektroplanung — *Electric planning*
Planungsbüro Gantert und Braun GmbH, Oberhausen-Rheinhausen

Brandschutzplanung — *Fire protection planning*
BPK – Brandschutz Planung Klingsch GmbH, Frankfurt

Bauphysik — *Building physics*
Stahl + Weiß, Büro für SonnenEnergie, Freiburg

Bauvermessung — *Survey*
Vermessungsbüro Gebauer + Manser, Heidelberg

Fassadenvermessung — *Façade survey*
IU Plan GmbH, Hachenburg

Akustikwandverkleidung Hörsaal — *Acoustic wall panelling auditorium*
Schreinerei Fössel GmbH, Eppelheim
Akustikdämmung Hörsaal — *Acoustic insulating auditorium*
Gebr. Engler Stuckateure, Ubstadt-Weiher
Außenanlagen — *Landscape works*
Seip Garten- und Landschaftsbau GmbH, Nierstein

Beschriftung und Beschilderung — *Signs*
Xylo-Sign Prien GmbH, München
Boden, Estrich, Gussasphalt Bitu-Terrazzo — *Floors, floor screed, melted asphalt*
Schiefner & Schreiber Asphaltbau GmbH, Hanau
Boden, Estrich — *Floor screed works*
BBA Bodenbelags + Ausbau GmbH, Büttelborn
Stegmüller Estrich GmbH, St. Leon-Rot
Boden, Hohlraumboden / Doppelboden — *Floors, false floors*
Glös Doppelbodensysteme, Berlin
Boden, Hohlboden Hörsaaltribüne — *Floors, doubble floors auditorium stands*
Schuster Bestuhlungen GmbH, Kaiserslautern
Boden, Naturwerksteinarbeiten — *Natural stone works*
Klaus Heisig Natursteinarbeiten, Leimen
Boden, Teppichboden — *Carpeting works*
Rofloor GmbH, Mannheim
Brandschutzverglasung — *Fire Protection Glass System*
Schreinerei Koch GmbH, Otzberg

Dachabdichtung, Gründach — *Roofer and rooftop greening*
Flachdach Breivogel GmbH, Bad Kreuznach

Erdarbeiten — *Earthwork*
M. Engelhorn GmbH & Co. KG, Leimen
Einrichtung, Hörsaalbestuhlung — *Auditorium chairs*
Fa. Schuster / Fa. Mages
Einrichtung, Büromöbel, Seminarmöbel — *Office furniture*
Bürodesign Nejedly, Darmstadt
Einrichtung, Sitzmöbel — *Chairs, furniture*
KAHL GmbH, Mannheim
Elektroinstallation, Beleuchtung — *Electrical and lighting works*
Schweickert Elektrotechnik GmbH, Nußloch

Fassadenarbeiten — *Glass and aluminium façade works*
Frener & Reifer Metallbau GmbH / Srl, Brixen / Bressanone (BZ)
Fliesenarbeiten — *Tiling Works*
Kociok Fliesenbau GmbH & Co. KG, Rüsselsheim
Fördertechnik — *Lift technic*
Lochbühler Aufzüge GmbH, Mannheim
Horch Stahlbau, Neudenau

Geothermiebohrung — *Geothermal Drilling*
Gungl Bohrgesellschaft mbH, Renningen
Glastrennwände — *Glass partition walls*
Strähle Raum-Systeme GmbH, Waiblingen

Heizungsinstallation — *Heating installation*
Essenpreis Haustechnik GmbH, Östringen

Innentüren — *Doors*
Schreinerei Winter GmbH & Co.KG, Gedern-Niederseemen
Innenputzarbeiten — *Interior plaster works*
Gebr. Engler Stuckateure, Ubstadt-Weiher

Malerarbeiten — *Painter*
Herbert Müller GmbH & Co. KG, Wiesbaden
Medientechnik — *Media works*
Promedia GmbH, Hockenheim
MSR-Technik — *Measurement and control technology*
Grothues MSR-Technik GmbH, Leimen

Planetariumsausrüstung — *Planetarium dome*
Carl Zeiss Jena GmbH, Jena

Raumlüftungstechnik — *Air conditioning and ventilation works*
Julius Leibig Fabrik für lufttechnische Anlagen e.K.,
Oberhausen-Rheinhausen
Rohbauarbeiten — *Preliminary building works*
Altenbach Bauunternehmung GmbH & Co, Heidelberg

Sanitärinstallation — *sanitary installations*
Nauert Sanitärtechnik GmbH, Walldorf
Schlosser — *Locksmith*
MetallArt Metallbau Schmid GmbH, Saalach
Metallbau Menges GmbH, Rauenberg
Schlosserei Braun GmbH, Bruchsal
Schreinerarbeiten — *Joinery*
Schreinerei Salamon GmbH, Heidelberg

Trockenbauarbeiten — *Dry walling*
R&M Ausbau GmbH, Mannheim

»Bereits das Gebäude soll jeden Besucher faszinieren und Interesse an der Astronomie wecken.«

—

»The building itself shall fascinate each visitor and awaken curiosity for astronomy.«

Dr. hc., Dr. E.h. Klaus Tschira, Stifter und Bauherr des HdA

»Das Haus der Astronomie ist für uns ein weiterer, entscheidender Schritt hin zum digitalen Bauen.«

—

»For us, Haus der Astronomie is a key step on the way towards a completely digital construction workflow.«

Manfred Bernhardt, Architekt

»Das besondere an diesem Gebäude ist die Kombination aus einer ungewöhnlichen Form und den vielen Nutzungsmöglichkeiten, die es uns bietet.«

—

»What makes this building special is the combination of an uncommon shape outside a wealth of opportunities inside.«

Dr. Markus Pössel, Leiter Haus der Astronomie

Akustikwandverkleidung Hörsaal — *Acoustic wall panelling auditorium*
Schreinerei Fössel GmbH, Eppelheim
Akustikdämmung Hörsaal — *Acoustic insulating auditorium*
Gebr. Engler Stuckateure, Ubstadt-Weiher
Außenanlagen — *Landscape works*
Seip Garten- und Landschaftsbau GmbH, Nierstein

Beschriftung und Beschilderung — *Signs*
Xylo-Sign Prien GmbH, München
Boden, Estrich, Gussasphalt Bitu-Terrazzo
— *Floors, floor screed, melted asphalt*
Schiefner & Schreiber Asphaltbau GmbH, Hanau
Boden, Estrich — *Floor screed works*
BBA Bodenbelags + Ausbau GmbH, Büttelborn
Stegmüller Estrich GmbH, St. Leon-Rot
Boden, Hohlraumboden / Doppelboden — *Floors, false floors*
Glös Doppelbodensysteme, Berlin
Boden, Hohlboden Hörsaaltribüne
— *Floors, doubble floors auditorium stands*
Schuster Bestuhlungen GmbH, Kaiserslautern
Boden, Naturwerksteinarbeiten — *Natural stone works*
Klaus Heisig Natursteinarbeiten, Leimen
Boden, Teppichboden — *Carpeting works*
Rofloor GmbH, Mannheim
Brandschutzverglasung — *Fire Protection Glass System*
Schreinerei Koch GmbH, Otzberg

Dachabdichtung, Gründach — *Roofer and rooftop greening*
Flachdach Breivogel GmbH, Bad Kreuznach

Erdarbeiten — *Earthwork*
M. Engelhorn GmbH & Co. KG, Leimen
Einrichtung, Hörsaalbestuhlung — *Auditorium chairs*
Fa. Schuster / Fa. Mages
Einrichtung, Büromöbel, Seminarmöbel — *Office furniture*
Bürodesign Nejedly, Darmstadt
Einrichtung, Sitzmöbel — *Chairs, furniture*
KAHL GmbH, Mannheim
Elektroinstallation, Beleuchtung — *Electrical and lighting works*
Schweickert Elektrotechnik GmbH, Nußloch

Fassadenarbeiten — *Glass and aluminium façade works*
Frener & Reifer Metallbau GmbH / Srl, Brixen / Bressanone (BZ)
Fliesenarbeiten — *Tiling Works*
Kociok Fliesenbau GmbH & Co. KG, Rüsselsheim
Fördertechnik — *Lift technic*
Lochbühler Aufzüge GmbH, Mannheim
Horch Stahlbau, Neudenau

»Das Haus der Astronomie wird dazu beitragen, dass die Brücke von der Forschung in die allgemeine Öffentlichkeit breiter und tragfähiger wird.«

—

»The House of Astronomy will help to make the bridge from science to the general public broader and sturdier.«

Theresia Bauer,
Ministerin für Wissenschaft, Forschung & Kunst Baden-Württemberg

»Ein einmaliges Bauwerk, dem man von außen ansieht, was innen passiert.«

—

»A unique building whose outer appearance reflects the inner structure.«

Rhein-Neckar-Zeitung, 17.12.2011

»Raum für Sterndeuter.«

—

»Space for stargazers.«

Frankfurter Allgemeine Zeitung, 10.02.2012

»Das Ziel hier ist es, durch die Begegnung mit Wissenschaftlern der Wissenschaft zu begegnen.«

—

»The goal is to encounter science by encountering the scientists.«

Prof. Dr. Thomas Henning,
Direktor Max-Planck-Institut für Astronomie

»Wenn wir schon nicht die Sterne vom Himmel holen können, dann können wir die Sterne ein Stück näher bringen.«

—

»If we are not able to pick the stars from the sky, we can bring the stars a bit closer.«

Prof. Peter Gruss, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft

»Ein wunderschöner Ort, der jungen Menschen die Gelegenheit gibt, Neugier zu entwickeln und nach Lösungen zu suchen.«

—

»A beautiful place that provides young people the chance to develop curiosity and seek answers.«

Gabriele Warminski-Leitheußer,
Ministerin für Kultus, Jugend & Sport des Landes Baden-Württemberg

Akustikwandverkleidung Hörsaal — *Acoustic wall panelling auditorium*
Schreinerei Fössel GmbH, Eppelheim
Akustikdämmung Hörsaal — *Acoustic insulating auditorium*
Gebr. Engler Stuckateure, Ubstadt-Weiher
Außenanlagen — *Landscape works*
Seip Garten- und Landschaftsbau GmbH, Nierstein

Beschriftung und Beschilderung — *Signs*
Xylo-Sign Prien GmbH, München
Boden, Estrich, Gussasphalt Bitu-Terrazzo
— *Floors, floor screed, melted asphalt*
Schiefner & Schreiber Asphaltbau GmbH, Hanau
Boden, Estrich — *Floor screed works*
BBA Bodenbelags + Ausbau GmbH, Büttelborn
Stegmüller Estrich GmbH, St. Leon-Rot
Boden, Hohlraumboden / Doppelboden — *Floors, false floors*
Glös Doppelbodensysteme, Berlin
Boden, Hohlboden Hörsaaltribüne
— *Floors, doubble floors auditorium stands*
Schuster Bestuhlungen GmbH, Kaiserslautern
Boden, Naturwerksteinarbeiten — *Natural stone works*
Klaus Heisig Natursteinarbeiten, Leimen
Boden, Teppichboden — *Carpeting works*
Rofloor GmbH, Mannheim
Brandschutzverglasung — *Fire Protection Glass System*
Schreinerei Koch GmbH, Otzberg

Dachabdichtung, Gründach — *Roofer and rooftop greening*
Flachdach Breivogel GmbH, Bad Kreuznach

Erdarbeiten — *Earthwork*
M. Engelhorn GmbH & Co. KG, Leimen
Einrichtung, Hörsaalbestuhlung — *Auditorium chairs*
Fa. Schuster / Fa. Mages
Einrichtung, Büromöbel, Seminarmöbel — *Office furniture*
Bürodesign Nejedly, Darmstadt
Einrichtung, Sitzmöbel — *Chairs, furniture*
KAHL GmbH, Mannheim
Elektroinstallation, Beleuchtung — *Electrical and lighting works*
Schweickert Elektrotechnik GmbH, Nußloch

Fassadenarbeiten — *Glass and aluminium façade works*
Frener & Reifer Metallbau GmbH / Srl, Brixen / Bressanone (BZ)
Fliesenarbeiten — *Tiling Works*
Kociok Fliesenbau GmbH & Co. KG, Rüsselsheim
Fördertechnik — *Lift technic*
Lochbühler Aufzüge GmbH, Mannheim
Horch Stahlbau, Neudenau

IMPRESSUM — *IMPRINT*

HERAUSGEBER — *EDITOR*
Architekten Bernhardt + Partner

TEXT — *TEXT BY*
Manfred Bernhardt, Axel Müller, Thomas Mrokon

BILDAUSWAHL — *SELECTION OF PHOTOGRAPHS*
Architekten Bernhardt + Partner, Katrin Schacke

PLANÜBERARBEITUNG — *REFINEMENT OF DRAWINGS*
Thomas Mrokon, Tina Spinnler

ÜBERSETZUNG — *TRANSLATION*
Benjamin F. Bockstette, mit freundlicher Unterstützung
von Dr. Markus Pössel

GESTALTUNG — *GRAPHIC DESIGN*
Katrin Schacke – Konzeption & Gestaltung
www.katrinschacke.de

DRUCK — *PRINT*
VD Vereinte Druckwerke Frankfurt

ABBILDUNGSNACHWEIS — *PHOTOGRAPHIC CREDITS*

S. 03 – 05
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team STScI / AURA)-ESA / Hubble Collaboration — S.03, NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), and The Hubble Heritage Team STScI / AURA) — S.04, NASA, ESA and the Hubble Heritage Team STScI / AURA) — S.05
S. 06 – 10, 12 – 16, 17, 18 (oben), 22 (oben), 23, 25 (oben), 26
Architekten Bernhardt + Partner
S. 11, 17 (oben), 18, 19 – 22, 24, 25, 28 – 41, 44 – 45, 48 – 55
Swen Carlin Fotografie, www.swencarlin.com
S. 27, 42 – 43, 46 – 47, 56 – 58
Christoph Seelbach Fotografie, www.seelbachfotografie.de
S. 75 – 82
Jörg Baumann Fotografie, www.baumann-fotografie.de

KONTAKT — *CONTACT*

Architekten Bernhardt + Partner
Birkenweg 13F, 64295 Darmstadt
Fon 06151.36 20 0
www.bp-da.de, info@bp-da.de

© 2012 – ARCHITEKTEN BERNHARDT + PARTNER, DARMSTADT

