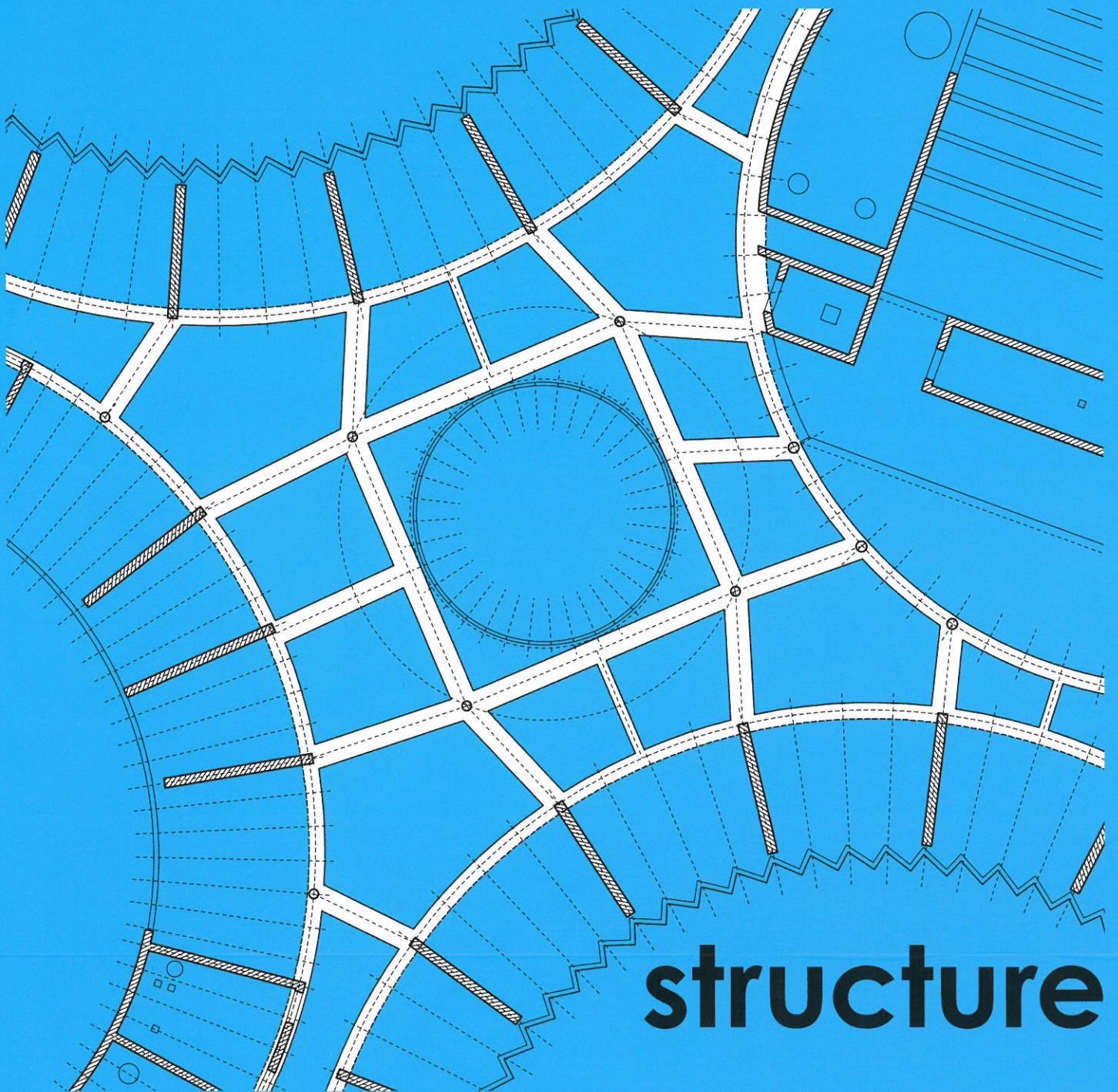


Tragende Konstruktionen aus Laubholz
Standard-Walzprofile für ein elegantes Hallentragwerk
Bauingenieure an der Schnittstelle zur Kunst

DETAIL

Zeitschrift für Tragwerksplanung und Architektur
Review of Structural Engineering and Architecture



structure

Verwaltungs- und Konferenzgebäude in Garching

Administration and Conference Building in Garching

Bauherr/Client:
ESO (European Southern Observatory) - Europäische Südsternwarte Garching

Architekten/Architects:
Auer Weber, München

Mitarbeiter/Team:
Martin Klomp (Projektleitung/Project management), Christian Richardt (stellv. Projektleitung/Vice project management)

Tragwerksplanung/Structural engineer:
Mayr | Ludescher | Partner Beratende Ingenieure, München

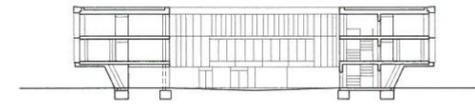
Mitarbeiter/Team:
Günter Mayr (Tragwerksentwurf/Structural design), Hubert Busler und Lars Schiemann (Projektleitung/Project management)

(siehe auch DETAIL 9/2016, Heftthema Bürogebäude) (see also DETAIL 9/2016, issue office buildings)

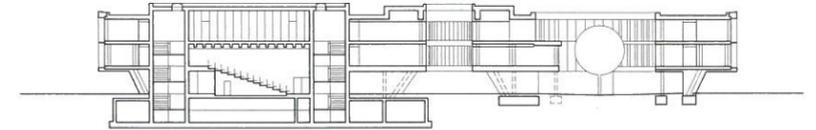
Aufgrund der steigenden Zahl an Mitarbeitern und Mitgliedsstaaten der Europäischen Südsternwarte (ESO) sollte der Verwaltungssitz im Garchinger Forschungszentrum der TU München erweitert werden. Das bestehende Gebäude der Architekten Fehling+Gogel aus den 1980er-Jahren basiert auf einer komplexen Gebäudegeometrie aus Kreissegmenten, in denen Büroeinheiten um freie Gemeinschaftszonen angeordnet sind. Für die Erweiterung greifen Auer Weber auf dieses architektonische Vokabular zurück und interpretieren es neu: Drei kreisrunde Gebäude - in den Obergeschossen miteinander verschmolzen - beherbergen an der Fassade umlaufende Zellenbüros, sowie einen Konferenzsaal, eine Cafeteria und Besprechungsräume. Über eine Verbindungsbrücke im 1. Obergeschoss wird Neu und Alt miteinander verknüpft. Ein separates Technikgebäude dient der Forschung und Entwicklung. Mit raumhoch verglasten

Büros für ca. 270 Arbeitsplätze ist das Bürokonzept ausgelegt auf die Bedürfnisse des Auftraggebers. Eingebettet in den Grüngürtel im Münchener Norden bieten die Räume eine inspirierende, ruhige Arbeitsatmosphäre mit weiten Ausblicken. Die dreigeschossige Bebauung am Rand des Forschungszentrums bildet einen sanften Übergang in das umliegende Grün. Die beiden oberen Etagen sind von der Erdgeschosssebene abgehoben - dort entstehen Eingangsbereiche. Diese stützenfreien Eingangszonen mit begrünten Licht- und Innenhöfen dienen den Forschern unter anderem als Aufenthalt für die Pausen. Eine umlaufende, großzügige Auskragung von ca. 5 m gibt den Baukörpern eine gewisse Leichtigkeit. Das anspruchsvolle, effiziente Tragwerk geht Hand in Hand mit dem architektonischen Konzept und wurde bereits in der Wettbewerbsphase in enger Zusammenarbeit beider Disziplinen entwickelt.

AO

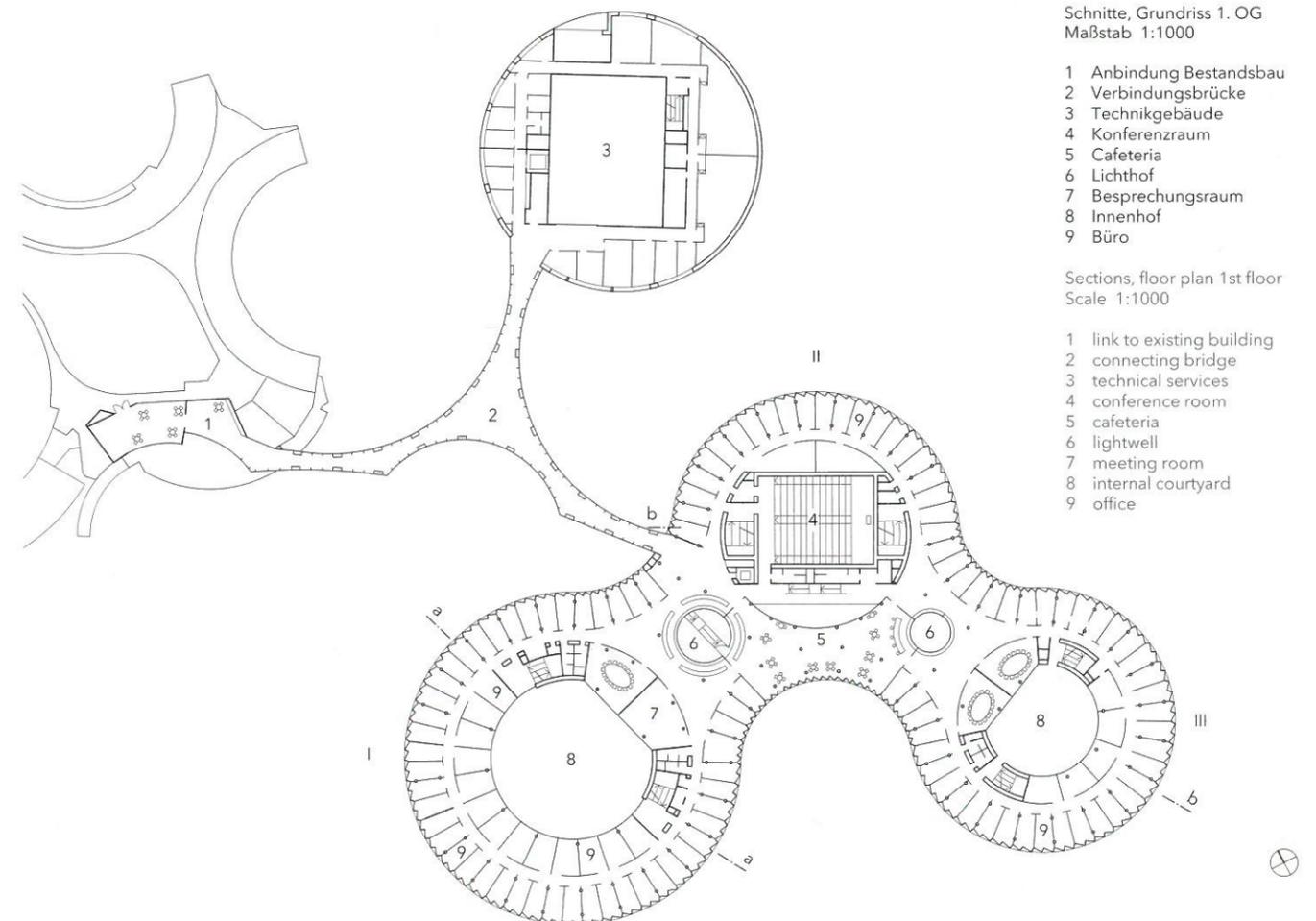


aa



bb

Rising numbers of staff and member states of the European Southern Observatory (ESO) required an extension of the administrative headquarters of the Garching Research Centre, TU Munich. The existing Fehling+Gogel building built in 1980 comprised segments of a circle in which office units are arranged around open-plan, common-use zones. Auer Weber returned to and re-interpreted this architectural vocabulary for the 270-workplace extension: three circular buildings - amalgamated on the upper floors - accommodate continuous cellular offices at the façade, a conference chamber, a cafeteria and meeting rooms. A large continuous edge cantilever of about 5 m gives the building a perceptible lightness. The sophisticated, efficient load-bearing structure goes hand in hand with the architectural concept and was developed during the competition phase by close cooperation between the two disciplines.



Schnitte, Grundriss 1. OG
Maßstab 1:1000

- 1 Anbindung Bestandsbau
- 2 Verbindungsbrücke
- 3 Technikgebäude
- 4 Konferenzraum
- 5 Cafeteria
- 6 Lichthof
- 7 Besprechungsraum
- 8 Innenhof
- 9 Büro

Sections, floor plan 1st floor
Scale 1:1000

- 1 link to existing building
- 2 connecting bridge
- 3 technical services
- 4 conference room
- 5 cafeteria
- 6 lightwell
- 7 meeting room
- 8 internal courtyard
- 9 office

Lars Schiemann

Lars Schiemann ist Professor für Tragwerksplanung und Konstruktives Entwerfen an der Hochschule München. Er war bei Mayr | Ludescher | Partner als projektleitender Ingenieur für die Tragwerksplanung des Gebäudes verantwortlich.

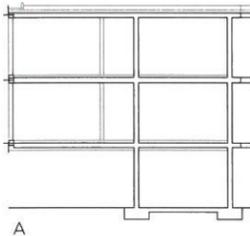
Lars Schiemann is Professor of Structural Engineering and Design at the University of Applied Sciences, Munich. As the project manager at Mayr | Ludescher | Partner, he was the engineer responsible for the structural planning.

Auskragende Geschosse - effiziente Lösung durch räumliches Tragverhalten

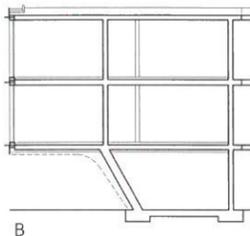
Wesentliche Entwurfskriterien des neuen Büro- und Konferenzgebäudes der ESO waren die kreisförmige Grundrissgeometrie mit der umlaufenden zweigeschossigen Auskragung (Abb. A) sowie die stützenfreien Bereiche zwischen den drei Gebäudeabschnitten I, II und III (siehe Grundriss S. 31).

Der gestalterisch beabsichtigte Eindruck eines über dem Gelände schwebenden Gebäudes sollte durch das eingerückte Sockelgeschoss als trichterförmige Aufständerung erzielt werden. In diesen Kontext musste ein entsprechendes Tragsystem integriert werden.

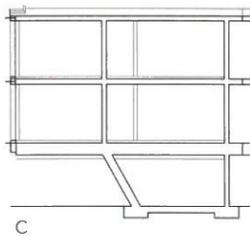
Im Zuge der Entwicklung des Tragsystems wurden unterschiedliche Varianten zur Realisierung der zweigeschossigen Auskragung untersucht. Um die Auskragungslänge zu reduzieren, erfolgte in einem ersten Optimierungsschritt die Schrägstellung der Stützen im Erdgeschoss (Abb. B). Zur Lastabtragung der verbleibenden Auskragung von ca. 4,60 m ergaben sich drei unterschiedliche Tragwerksvarianten mit einem zwei- bzw. dreidimensionalen Tragverhalten.



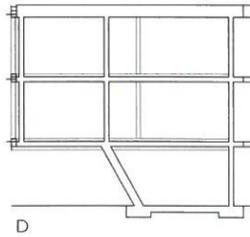
A



B



C

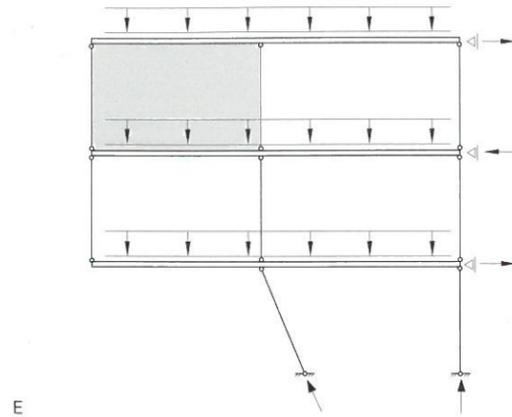


D

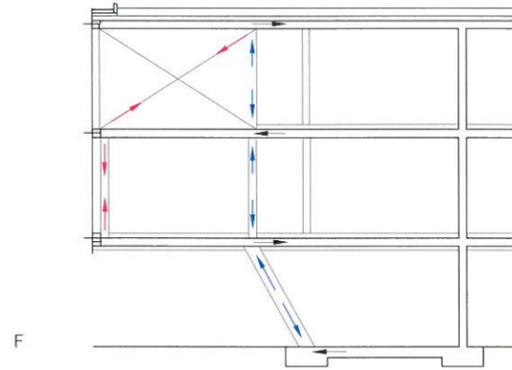
Zweidimensionales Tragverhalten: »Tischtragwerk« und »Dachtragwerk«

Bei den Tragsystemen mit einer zweidimensionalen Lastabtragung muss das Kragmoment der zweigeschossigen Auskragung jeweils von einer verstärkten Deckenplatte aufgenommen werden.

Bei der Variante »Tischtragwerk« (Abb. C) erfolgt dies durch eine verstärkte Decke über dem Erdgeschoss. Bei der Variante »Dachtragwerk« (Abb. D) übernimmt die Dachdecke diese Funktion. Die Geschossdecken sind hierbei über Zugstützen am Ende der Kragarme an die Dachdecke angeschlossen. Beide Varianten erfüllen nur bedingt den angestrebten schwebenden Eindruck des



E



F

Cantilevering storeys - efficient 3D solution

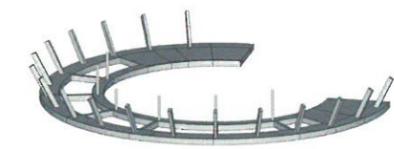
The important design criteria were the circular layout in plan, the continuous 2-storey cantilever (ill. A) and the column-free intermediate areas. The intended architectural impression of a building floating above the ground was to be achieved with a recessed plinth storey and a funnel-shaped support arrangement. A suitable loadbearing system had to be integrated into this scenario. A number of different design options for the 2-storey cantilever were explored: inclined ground floor columns (ill. B) to reduce the cantilever and three different 2D and 3D structural actions.



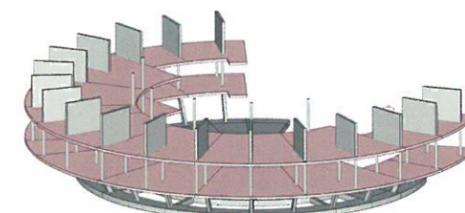
Gebäudes mit schlanken Deckenaußenkanten. Die verstärkten Stahlbetondecken über dem Erdgeschoss bzw. in der Dachebene führen außerdem zu einem hohen Materialverbrauch mit großen ständigen Eigenlasten und einer wuchtigen Fassadenansicht mit Deckenstärken inklusive Dämmung von bis zu 80 cm.

Dreidimensionales Tragverhalten: »Schottwandtragwerk«

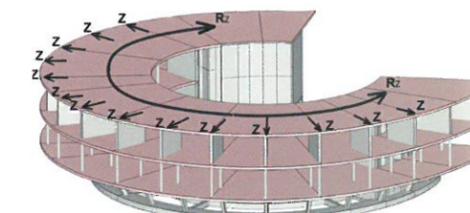
Bei der Variante »Schottwandtragwerk« (Abb. F) erfolgt im Gegensatz zu den beiden vorherigen Varianten eine Lastabtragung über ein räumliches, dreidimensionales Tragsystem, bestehend aus Decken, Zug- und Druckstützen im 1. Obergeschoss und Schottwänden im 2. Obergeschoss. Die um 50 cm eingerückten Zugstützen (rot) im 1. Obergeschoss schließen am Kragarmende die auskragende Decke über dem Erdgeschoss an die darüber positionierten Schottwände des 2. Obergeschosses an. Die Schottwände als wandartige Träger lagern innenseitig auf den Druckstützen des 1. Obergeschosses sowie auf den schräggestellten Stützen im Erdgeschoss auf (blau). Mit der Verbindung der Dachdecke und der Geschossdecke des 2. Obergeschosses durch Schottwände wird ein räumliches Tragsystem erzeugt. Das Kragmoment der Schottwände kann als horizontales Kräftepaar durch die beiden kreisförmigen Decken aufgenommen und zu den aussteifenden Treppenhauswänden geleitet werden. Effiziente Tragsysteme erfordern immer auch eine materialgerechte Konstruktionsweise. Die ausgeführte Stahlbetonskelettbauweise ermöglicht die optimale, kraftschlüssige Verbindung der Tragelemente untereinander. Diese Lastabtragung wird durch die kreisförmige Gebäudegeometrie zusätzlich begünstigt. Die radialen Beanspruchungen der Decken infolge der Auskragung können durch die Deckengeometrie in Ringrichtung abgetragen werden. Mithilfe der Kesselformel für kreisförmige Tragstrukturen lassen sich aus den radialen Beanspruchungen Z und dem Krümmungsradius r der Decken die resultierende Ringzugkraft R_z ermitteln (Abb. I). Die Bewehrungsführung der Decken folgt diesem Kraftfluss in radialer und ringförmiger Richtung.



G



H



I

Systems with 2D structural action

In both 2D options, the moment from the cantilever is carried by thickened slabs. In the case of the "table structure" option (ill. C), this is done by the ceiling slab over the ground floor storey while in the "roof structure" option (ill. D), the roof slab performs this function. Tension columns at the end of the cantilever connect the intermediate storey slabs to the roof slabs. Both options only partially create the desired impression of a floating building with thin exposed external faces to the slabs.

System with 3D structural action: "bulkhead wall structure"

Unlike the other two options, the "bulkhead wall structure" (ill. E) uses a 3D system consisting of the deck slabs, the tension and compression columns on the 1st floor and the bulkhead walls on the 2nd floor to transmit the loads to the foundations. The tension columns (red) on the 1st floor are set back 50 cm at the end of the cantilever and connect the cantilevering ceiling slab above the ground floor to the bulkhead walls positioned above on the 2nd floor to transmit the loads to the foundations. The bulkhead walls act as deep beams inside the building and rest on the 1st floor compression columns and on the inclined columns of the ground floor (blue). Connecting the roof slab to the 2nd storey floor slab by bulkhead walls creates a 3D structural system. The cantilever moment of the bulkhead wall is picked up as a horizontal couple by the two circular slabs and transmitted to the stiffening stairwell walls. This load

Kostenplanung und Ausschreibung / Cost planning and tender:

Wenzel + Wenzel
Freie Architekten, München

Landschaftsplanung / Landscape architect:

Gesswein Landschaftsarchitekten, Ostfildern
naturaplan, Gauting

Lichtplanung / Lighting design:

Schmidt König, München

Bauakustik / Acoustics:

Müller-BBM, Planegg

Haustechnik, Energie- und Fassadenplanung, Bauphysik / Building services, energy and façade design, building physics:

DS-Plan Ingenieurgesellschaft für ganzheitliche Bauberatung und Generalplanung, Stuttgart

Geologie / Geology:

mplan, München

Baufirma / Contractor:

BAM - Deutschland, Stuttgart

A-D Entwurfsvarianten zur Realisierung der zweigeschossigen Auskragung

E statisches System des Schottwandtragwerks

F Schottwandtragwerk mit dem Verlauf der Lastabtragung

Axonometrien aus dem 3D-Berechnungsmodell

G Fundamentzone und schräge Druckstützen

H Schottwände 2. OG

I resultierende Ringzugkraft R_z und Kurzschluss der Kräfte

A-D design options for the 2-storey cantilever

E structural system bulkhead wall structure

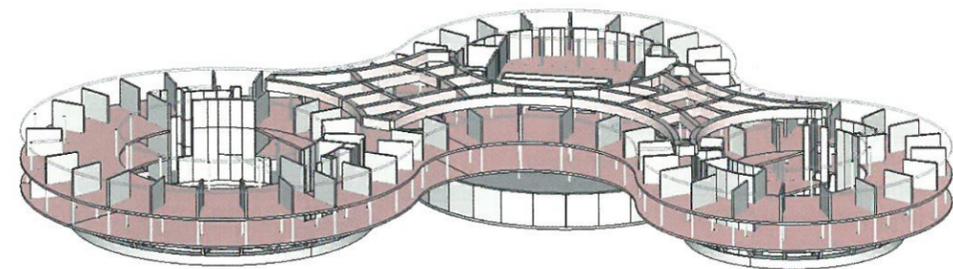
F bulkhead wall structure showing flow of forces

axonometrics from 3D structural analysis model

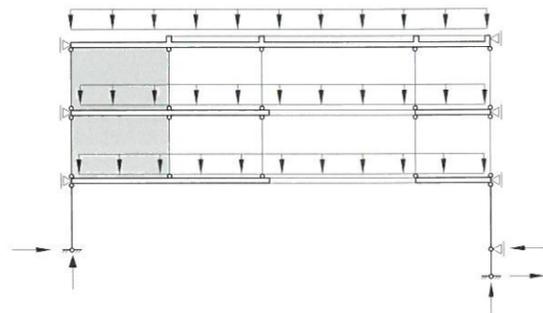
G foundation zone and inclined compression columns

H bulkhead walls 2nd floor

I resulting hoop force R_z and cancellation of forces



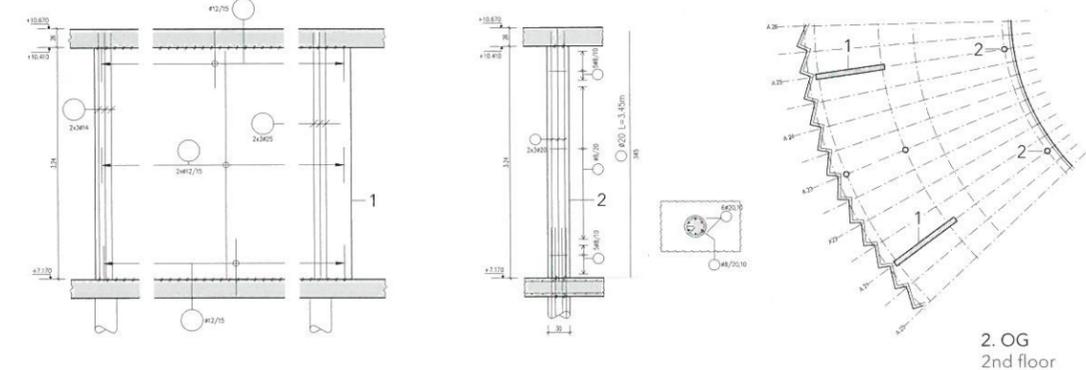
J



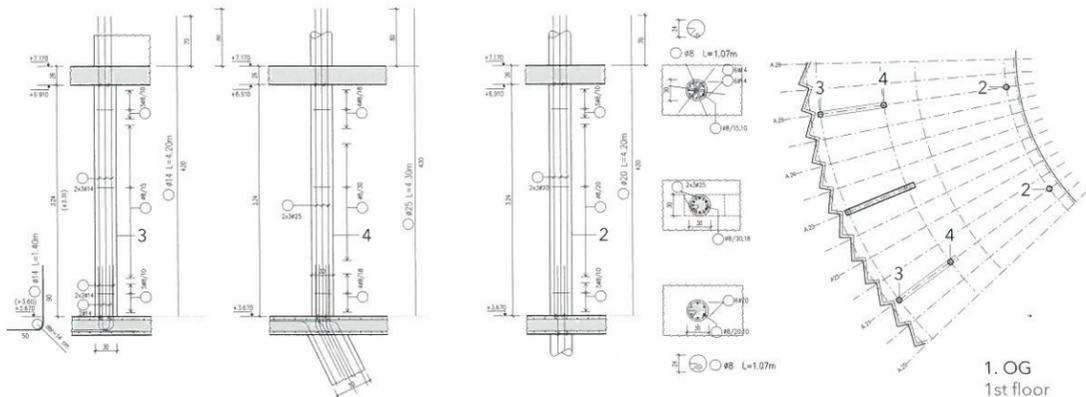
cc statisches System des
Rippentragwerks und der
stützenfreien Bereiche

cc structural system for
ribbed slab and column-
free areas

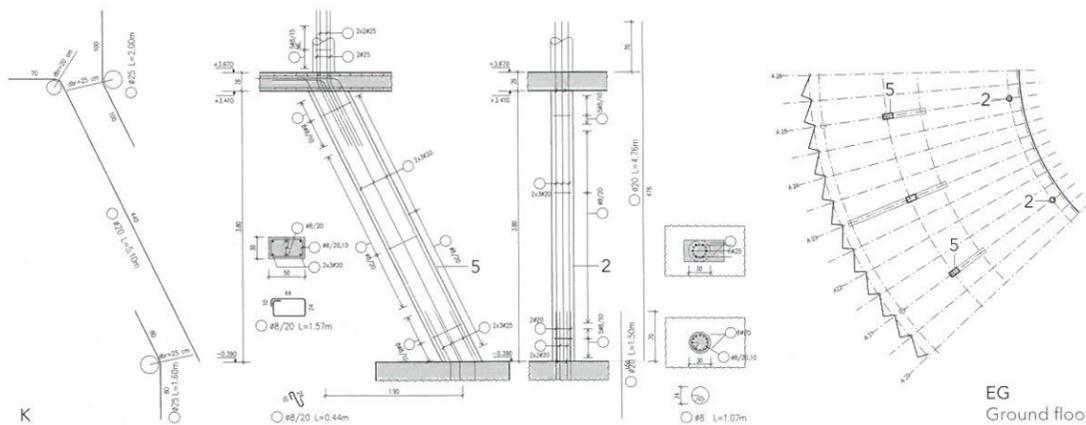
cc



2. OG
2nd floor



1. OG
1st floor



EG
Ground floor

- J dreidimensionales
Tragwerksmodell mit
Rippentragwerk
K Bewehrungspläne
Schottwandtragwerk
Maßstab 1:100/1:400
L Bewehrungspläne
Rippentragwerk
Maßstab 1:100/1:400

- 1 Schottwand
2 innenliegende Stütze
3 Zugstütze
4 Druckstütze
5 schräggestellte Stütze
6 Randrippenträger
7 Rippenträger

- J 3-dimensional structural
model with ribbed slab
K reinforcement drawings
bulkhead wall structure
scale 1:100/1:400
L reinforcement drawings
ribbed slab structure
scale 1:100/1:400

- 1 bulkhead wall
2 interior column
3 tension column
4 compression column
5 inclined column
6 edge ribbed slab
7 ribbed slab

Mit der symmetrischen Anordnung der Schottwände erfolgt eine weitere Optimierung des Tragsystems. Die durchgehende, fugenlos hergestellte Deckenplatte führt zu einem weitgehenden »Kurzschluss« der radialen Deckenbeanspruchungen.

Im Endergebnis ergibt sich ein räumliches, äußerst effizientes Gesamtragssystem mit sehr schlanken Deckenquerschnitten ($d = 26 \text{ cm}$), das die Umsetzung der Entwurfsidee eines »schwebenden« Gebäudekomplexes ermöglicht. Darüber hinaus wurde der Materialverbrauch gegenüber den alternativen Varianten deutlich reduziert.

Tragsystem für die stützenfreien Bereiche im Erdgeschoss

Ein weiteres Entwurfsziel war es, das gesamte Büro- und Konferenzgebäude auf nur drei Bereiche aufzulagern - jeweils im Zentrum der Gebäudeabschnitte I, II und III. Die Bereiche zwischen den Gebäudeabschnitten I/II und II/III sollten zudem im Erdgeschoss stützenfrei ausgebildet werden. Die maximale Spannweite der stützenfreien Bereiche beträgt zwischen den Abschnitten I und II ca. 22 m.

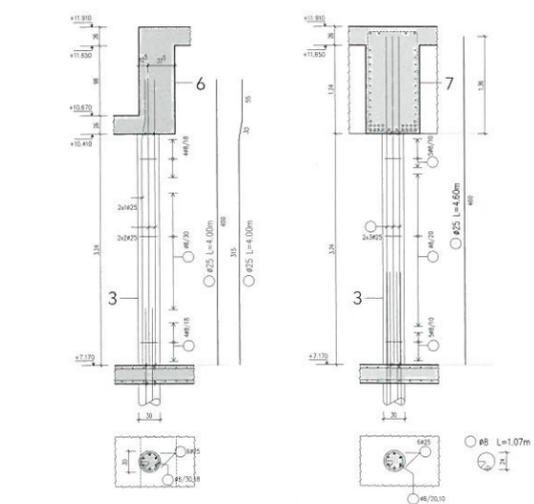
Zur Realisierung dieser stützenfreien Lagerung der Decken wird zwischen den Gebäudeabschnitten in der Dachebene ein Rippentragwerk aus Stahlbeton ausgeführt. Durch Zugverankerungen der Stützen und der Schottwände an den Geschossdecken werden die vertikalen Deckenlasten in das Rippentragwerk der Dachebene eingeleitet.

In Längsrichtung lagert das Rippentragwerk mit einer trägerrostartigen Struktur auf vertikalen Stützen und Wänden in den Randbereichen der Gebäudeabschnitte I, II und III auf (siehe Schnitt cc). In Querrichtung erfolgt die Lastabtragung der Auskragung über ein Vierendeeltragwerk, bestehend aus Schottwänden, Zugstützen und Rippentragwerk. Die Rippen weisen inklusive der Dachdecke eine Höhe von 1,50 m und eine Breite von 0,75 m auf.

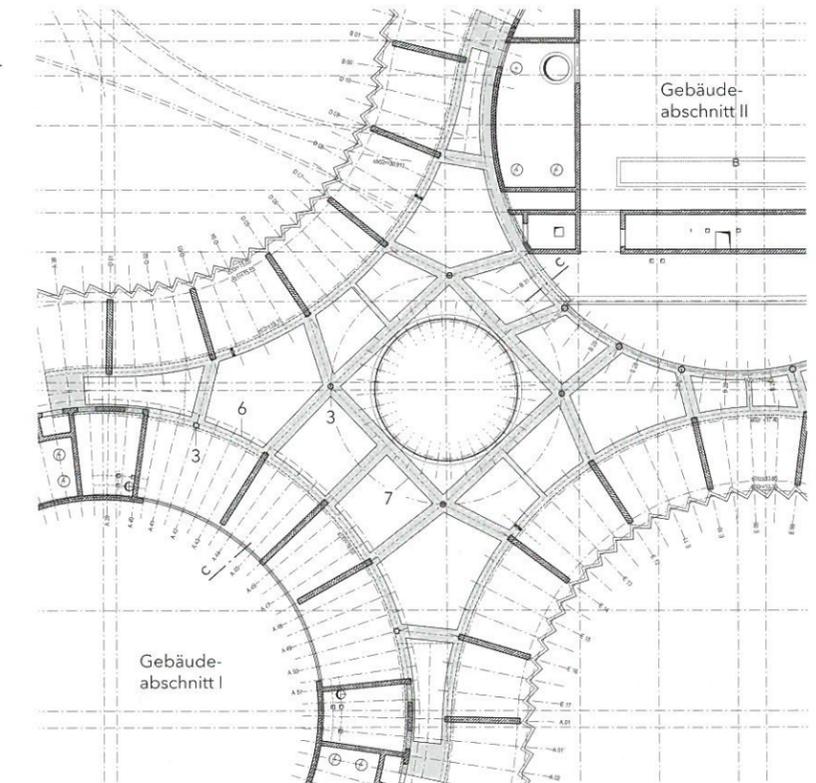
transfer is made even more efficient by the circular building geometry. Using the hoop stress formula for circular structures, the resulting annular tensile hoop force R_z in the slab can be calculated from the radial load Z and the radius of curvature r (ill. I). The symmetrical arrangement of the bulkhead walls allows the continuous floor slab, cast without joints, to cancel out the radial loads. The end result is an extremely efficient 3D system with very thin slabs ($d = 26 \text{ cm}$) that achieves the architectural effect of a "floating" building and uses the least material.

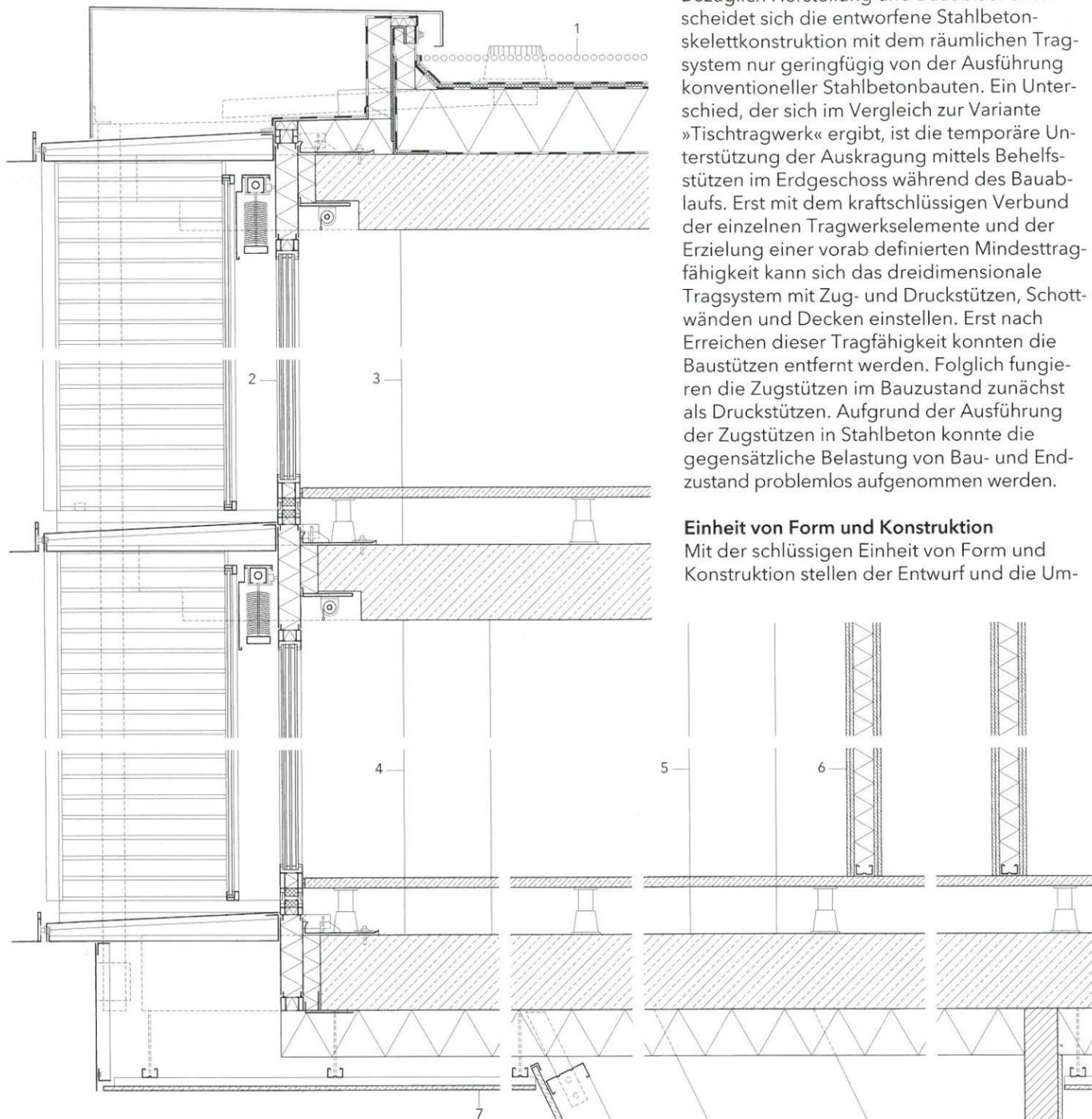
Structural system for the column-free areas on the ground floor

A further objective of the architectural design was to have the whole office and conference building supported in three concentrated areas only - all inside building sections I, II and III (see floor plan p. 31). A ribbed reinforced concrete slab structure spans a maximum of 22 m over the column-free area on the ground floor between building sections I/II and II/III. Tension anchors connecting the columns and the bulkhead walls to the floor slabs conduct the vertical loads from the slabs into the ribbed slabs at roof level. In the longitudinal direction, the ribbed slab with its grillage type structure rests on vertical columns and walls in the edge areas of building sections I, II and III (see section cc). In the transverse direction, the cantilever loads are transferred through a Vierendeel structure comprising the bulkhead slab, the tension columns and the ribbed slab. The ribs, including the roof slab itself, have a depth of 1.50 m and a width of 0.75 m.



L





Fassadenschnitt
Maßstab 1:20

- 1 Begrünung extensiv
Kies 100 mm, Filtervlies
Dränage, Abdichtung
Bitumenbahn zweilagig
Dämmung 180 mm
Abdichtung
Stahlbeton 260 mm
- 2 Dreifachverglasung in
Aluminiumrahmen 80 mm
- 3 Schottwand Stahlbeton
300 mm
- 4 Zugstütze Stahlbeton
Ø 300 mm
- 5 Druckstütze Stahlbeton
Ø 300 mm
- 6 Flurtrennwand:
GK-Platte 2x 12,5 mm

- Dämmung 75 mm
GK-Platte 2x 12,5 mm
- 7 zementgebundene Bau-
platte gestrichen 15 mm
Metallunterkonstruktion
Dämmung 120 mm
Stahlbeton 260 mm
Unterkonstruktion hö-
henverstellbar 170 mm
Zementestrich 35 mm
Teppich 10 mm
- 8 zementgebundene Bau-
platte gestrichen 20 mm
- 9 schräggestellte Stütze
Stahlbeton 500/300 mm
- 10 Mauerwerk verputzt
115 mm

Herstellung und Bauablauf

Bezüglich Herstellung und Bauablauf unterscheidet sich die entworfene Stahlbetonskelettkonstruktion mit dem räumlichen Tragsystem nur geringfügig von der Ausführung konventioneller Stahlbetonbauten. Ein Unterschied, der sich im Vergleich zur Variante »Tischtragwerk« ergibt, ist die temporäre Unterstützung der Auskragung mittels Behelfsstützen im Erdgeschoss während des Bauablaufs. Erst mit dem kraftschlüssigen Verbund der einzelnen Tragwerkselemente und der Erzielung einer vorab definierten Mindesttragfähigkeit kann sich das dreidimensionale Tragsystem mit Zug- und Druckstützen, Schottwänden und Decken einstellen. Erst nach Erreichen dieser Tragfähigkeit konnten die Baustützen entfernt werden. Folglich fungieren die Zugstützen im Bauzustand zunächst als Druckstützen. Aufgrund der Ausführung der Zugstützen in Stahlbeton konnte die gegensätzliche Belastung von Bau- und Endzustand problemlos aufgenommen werden.

Einheit von Form und Konstruktion

Mit der schlüssigen Einheit von Form und Konstruktion stellen der Entwurf und die Um-

setzung des Büro- und Konferenzgebäudes ein gelungenes Beispiel einer effektiven, interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Architekten und Tragwerksplanern dar. Gestaltung, Nutzungskonzept und Tragkonstruktion verbinden sich zu einem äußerst effizienten Gesamtsystem.

Dem architektonischen Konzept, die hochwertigen, umlaufenden Büroräume in den beiden Geschossen zellenartig auszuführen, wird mit dem dreidimensionalen Tragsystem entsprochen. Das räumliche Tragsystem erfordert bei der statischen Berechnung schon frühzeitig eine dreidimensionale Modellierung des Gesamtsystems. Anpassungen und Änderungen im Zuge des Entwurfsprozesses mussten in dieser Phase fortlaufend zwischen den Planern abgeprochen und berücksichtigt werden.

Die Zusammensetzung des Planerteams aus Architekten und Ingenieuren erfolgte bereits während des gemeinsamen Realisierungswettbewerbs. Dies ermöglichte eine frühzeitige Abstimmung der gestalterischen, nutzungstechnischen und konstruktiven Aspekte und gewährleistete die notwendige Kontinuität der planerischen Arbeit.

Construction method and sequence

The construction method for the 3D structural solution differs only slightly from that of conventional reinforced concrete buildings. One difference compared to the "table structure" is the temporary propping of the cantilever during construction. Only once all the structural members are effectively connected to one another and have achieved the minimum specified strength can the props be removed. In the meantime, the tension columns function as compression columns, which presents no problems because they are reinforced concrete.

Unity of form and construction

The design and implementation of the ESO of office and conference building in Garching provides a successful example of early, effective and sustained interdisciplinary cooperation between architects and structural engineers. The criteria relating to architecture, building use and loadbearing structure are combined into an extremely efficient overall system. The architectural concept, high-quality continuous cell office space on two floors, is integrated into the 3D loadbearing system.

Facade section
scale 1:20

- 1 planted roof 100 mm gravel bed, nonwoven filter drainage, 2-layered bitumen waterproofing 180 mm insulation waterproofing 260 mm reinforced concrete
- 2 80 mm triple glazing in aluminium frames
- 3 300 mm reinforced concrete bulkhead wall
- 4 Ø 300 mm reinforced concrete tension column
- 5 Ø 300 mm RC concrete compression column
- 6 corridor partition wall: 2x 12.5 mm GFRP panels 75 mm insulation 2x 12.5 mm GFRP
- 7 15 mm cementitious building board, metal subconstruction, 120 mm insulation, 260 mm RC 170 mm suspended floor with adjustable height subconstruction, 35 mm cement screed, 10 mm carpet
- 8 15 mm cementitious building board
- 9 500/300 mm inclined reinforced concrete column
- 10 115 mm plastered masonry

