+ architektur bauphysik 17

Das Magazin für den Blick hinter die Fassade bedeutender Bauwerke

architektur + bauphysik · Nr. 17, Mai 2015 · ISSN 1611-2237 · 7,- EUR. Ein Produkt der Ingenieurbüro Axel C. Rahn GmbH. Die Bauphysiker.

:envihab

Forschungsgebäude des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin

Stabile Forschung unter schwebendem Dach

Herausforderungen der Tragwerksplanung beim Forschungsgebäude :envihab

Von Dipl.-Ing. / Dipl.-Wirt.-Ing. Guido Kirsch
Der Autor ist Prokurist und technischer Leiter Tragwerksplanung des Ingenieurbüros IDK Kleinjohann GmbH & Co. KG Köln, das beim Neubau des Forschungsgebäudes :envihab (environment & habitat) mit der Tragwerksplanung in den Leistungsphasen 1-6 und 8 beauftragt. war. Damit trug es einen wesentlichen Teil zur Realisierung des Entwurfs der Architekten bei. Die Arbeitsschwerpunkte des Büros liegen in der Tragwerksplanung anspruchsvoller und komplexer Bauvorhaben, der Betoninstandsetzung und Bauphysik sowie in der Beratung und Zertifizierung nach DGNB Kriterien.

Das :envihab stellt architektonisch gesehen die gewohnten Raumsituationen auf den Kopf. Von außen betrachtet nimmt der Besucher zuallererst nur das Dach des neuen Forschungsgebäudes wahr – allerdings ohne wissen zu können, was es damit tatsächlich auf sich hat. Wie eine massive Scheibe scheint das Dach zu schweben. Alle lastableitenden Elemente der mächtigen Konstruktion bleiben vorerst verborgen. Die zweite Überraschung dann im Innenraum. Tief in das Erdreich eingegraben ergibt die Nutzungsebene einen 5,20 m hohen, beinahe stützenfreien Raum. Darin verteilen sich wie in einer unterirdischen Landschaft insgesamt acht eigenständige Gebäude. Das darüber förmlich schwebende Dach ist optisch nur durch ein umlaufendes Glasband auf Höhe des umgebenden Geländes getrennt. Dieses Glasband betont deutlich die Leichtigkeit der Konstruktion.

Hohe Anforderungen durch Nutzung und Architektur

Dieses neue Forschungsgebäude des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin mit seinen Grundrissabmessungen von 90 mal 47 m stellte aufgrund der besonderen Nutzungsbedingungen besondere Anforderungen an die Tragwerksplanung. Im :envihab soll die Forschung erlebbar werden und für die Öffentlichkeit zugänglich sein, ohne dass dabei der Wissenschaftsbetrieb mit seinen zum Teil abgeschlossene Simulationsprozessen beeinträchtigt wird. Geplant war, in einer großen Nutzungsebene variable Forschungszellen anzuordnen, die einen möglichen Nutzungswechsel in der Zukunft erlauben sollten. Die Aufgabe der Planungsbeteiligten war es, diese Forschungszellen

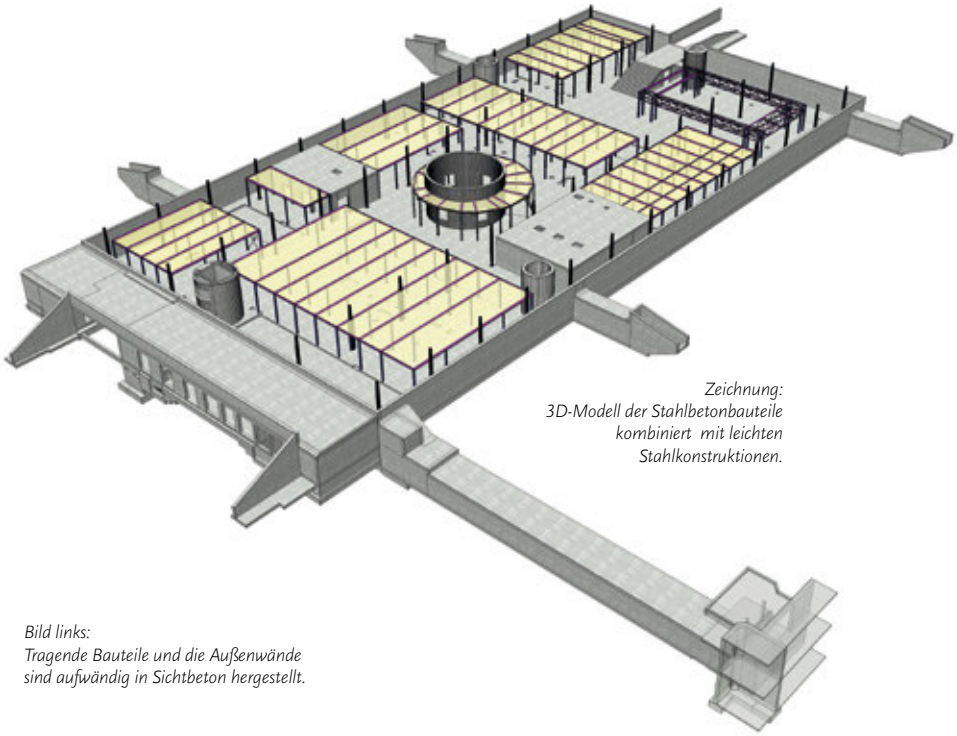
mit höchster Funktionalität und aller nötigen Technik zu integrieren und außerdem ein optisch ansprechendes Umfeld für Besucher, Mitarbeiter und Probanden zu schaffen.

Die unterhalb der erhöhten Geländekante liegenden Außenwände wurden aufwändig als Sichtbetonwände geplant.

Neben der durchgängig 60 cm dicken Bodenplatte bilden die fugenlosen, 35 cm dicken Stahlbetonaußenwände den Raumabschluss der großen Nutzungsebene. Diese Außenwände dienen der dauerhaften und sicheren Umschließung gegen das Erdreich und wurden mit hohem gestalterischen Aufwand als Ortbetonbauteile in Sichtbetonklasse 4 geplant. Um die gewünschte Sichtbetonqualität sicherzustellen, mussten die Schalungs- und Schalhautauswahl, Betonzusammensetzung, Schalungsmusterplan, Abstandhalter, Schalungsfugenausbildung, Ankerkronen und verwendete Trennmittel präzise abgestimmt werden. (Die so genannte Schalung stellt bei Ortbetonbauteilen – also vor Ort hergestellten Betonbauteilen – die Form zur Aufnahme des noch flüssigen Betons dar.)

Durch die fehlende konstruktive Verbindung zur Decke nehmen die Außenwände den Erddruck auf und sind angesichts ihrer Länge auf höchste Rissesicherheit ausgelegt.

Eine massive Verbindung der Nutzebene zum Dachgeschoss existiert nur über zwei Aufzugskerne und zwei Treppenhäuser sowie den zylindrischen Zentrifugenraum. Auch an diese Massivbauteile wurden die gleichen hohen Sichtbetonanforderungen gestellt. Zur Vermeidung von Schwingungsübertragung aus der Kurzarmhumanzentrifuge in die Forschungseinheiten wurde das Fundament der Zentrifuge von der restlichen sonst fugenlosen Bodenplatte getrennt. Zwei Forschungsmodule, der Unterdruckraum, bei dem bis



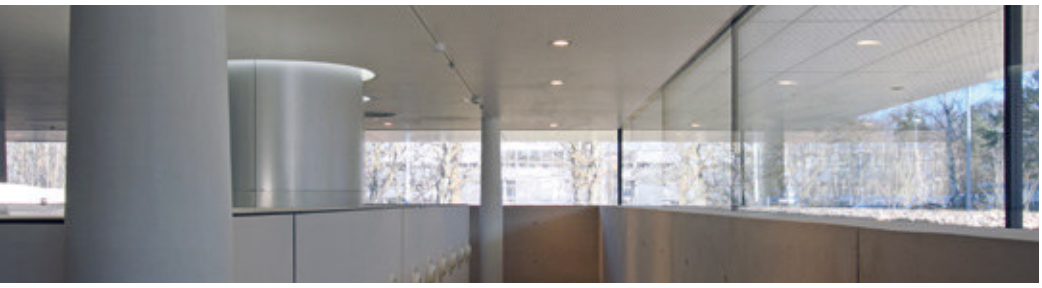
Zeichnung:
3D-Modell der Stahlbetonbauteile kombiniert mit leichten Stahlkonstruktionen.

Bild links:
Tragende Bauteile und die Außenwände sind aufwändig in Sichtbeton hergestellt.

zu 70 kN/m² atmosphärischer Druck auf die raumbegrenzenden Bauteile wirken, und die Humanzentrifuge sind in Stahlbeton konstruiert worden. Die restlichen Module wurden als leichte Stahlkonstruktionen geplant, die jeweils in sich abgeschlossene, vom Haupttragwerk unabhängige Haus-in-Haus-Lösungen darstellen und so bei Bedarf einen flexiblen Umbau ermöglichen. Alle Einheiten werden über sogenannte Tubes mit der erforderlichen Technik aus dem Dachgeschoss versorgt.

Alle Zugänge zum Gebäude konnten nahezu unsichtbar in die Geländetopografie integriert werden.

Sowohl die Besucherzugänge als auch die Verbindungen zu den umgebenden Gebäuden des DLR wurden als massive Rampen- und Tunnelkonstruktionen in Stahlbeton in das Gelände gegraben. Sie stechen als Zugangsarme aus dem Gebäude heraus, bleiben aber von außen zunächst unsichtbar.



Die umlaufende Glasfuge hat keine tragende Funktion.

Komplexes Tragsystem in der Dachebene

Im :envihab sollen sich Besucher frei zwischen den Forschungszellen bewegen können. Dies brachte zwei für das Tragwerk wesentliche Anforderungen mit sich. Zum einen sollte die Anzahl der Stützen, die das Dach tragen, minimiert werden, zum anderen sollten aufwändige Technikeinbauten möglichst wenig sichtbar sein. Aus diesem Grund wurde die gesamte Technik des Gebäudes unsichtbar im Dachgeschoss angeordnet. Das Tragwerk des rund 4 m hohen Dachgeschosses wurde aus Stahlfachwerkbindern konzipiert, die mit der raumabschließenden Stahlbetondecke des Nutzgeschosses eine Verbundkonstruktion bilden. Unterhalb der Binder sind im Nutzgeschoss je Binderachse nur 4 Stahlstützen angeordnet, so dass sich zwei kürzere Endfelder und ein Innenfeld mit bis zu 21 m Spannweite ergeben. Über die Außenstützen kragt die Dachkonstruktion noch ca. 5 m aus.

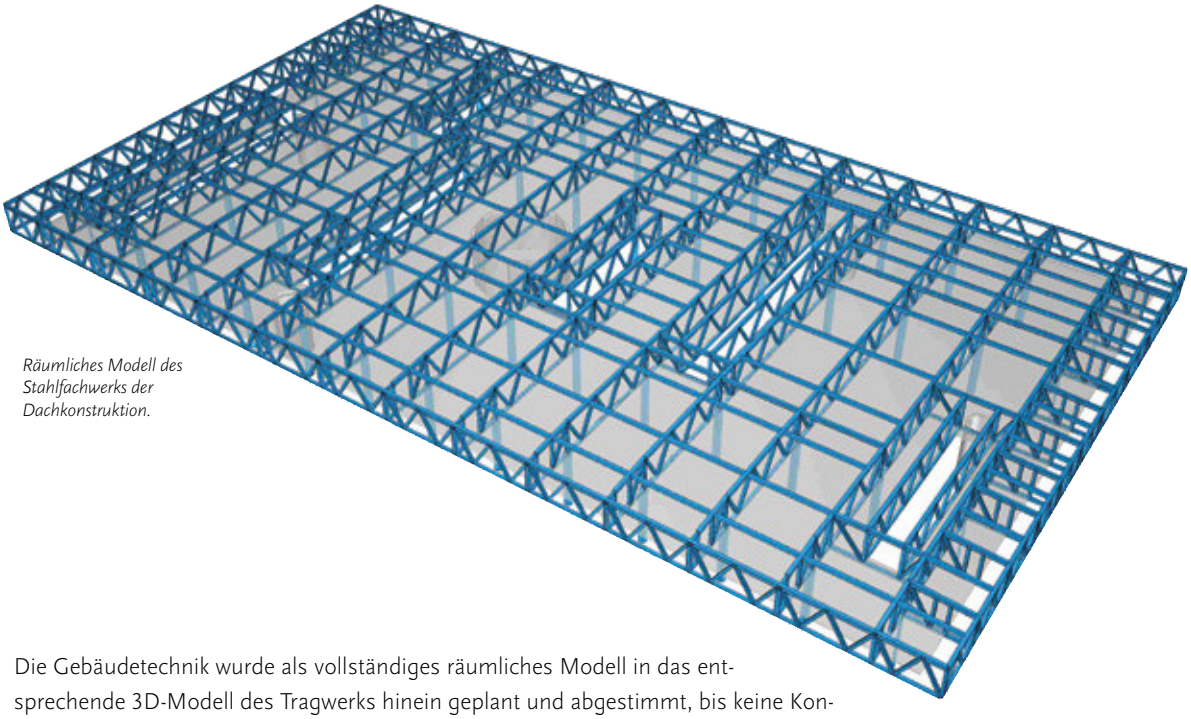
Nahezu die gesamte Dachebene wird für die umfangreiche Technik des Forschungsgebäudes genutzt.

Von der Technikzentrale in der Dachebene werden die darunter liegenden Forschungszellen über röhrenartige Verbindungen, sogenannte Tubes, versorgt. Notwendige Verbindungsgänge zwischen den einzelnen Technikbereichen sowie Wartungszonen führten dazu, dass unterschiedliche Bereiche der Fachwerkbinder ohne aussteifende Diagonalen ausgeführt werden mussten. Zudem wird die gesamte Dachkonstruktion an mehreren Stellen durch bis in

Die Dachkonstruktion ruht auf schlank bemessenen Stützen und wenigen Stahlbetonbauteilen wie dem Aufzugskern im Hintergrund.

die Nutzebene reichende Lichthöfe unterbrochen, die statisch gesehen eine weitere Unregelmäßigkeit im Tragwerk darstellen. So entstand ein sehr komplexes räumliches Tragwerk mit vielen unterschiedlichen Details und Knotenpunkten.

Das Dachtragwerk wurde in enger Abstimmung mit der Gebäudetechnik geplant.



Räumliches Modell des Stahlfachwerks der Dachkonstruktion.

Die Gebäudetechnik wurde als vollständiges räumliches Modell in das entsprechende 3D-Modell des Tragwerks hinein geplant und abgestimmt, bis keine Konfliktpunkte mehr vorlagen. Der oberste Abschluss des Gebäudes besteht aus Trapezblechen, die mit den Pfetten auf den Hauptbindern eine aussteifende Scheibe bilden. Für die Gesamtaussteifung des Gebäudes mussten auch die üblichen Anforderungen für Bauwerke in der Erdbebenzone 1 berücksichtigt werden. Beim Forschungsgebäude :envihab konnten die Auflagen durch die beschriebene Dachscheibe, die Aussteifung zwischen den einzelnen Bindern über Diagonalen, die Verbunddecke sowie die fünf damit verbundenen Kerne auf der Bodenplatte realisiert werden.

Im Dach des :envihab befindet sich die aufwändige Technik der Forschungsmodule

Das anspruchsvolle Tragwerk des :envihab wurde mit dem Preis des Deutschen Stahlbaues ausgezeichnet.

Planung für wirtschaftlichen Materialeinsatz

Eine wesentliche Herausforderung war es, für die räumliche Aussteifung des Stahltragwerkes, die üblicherweise über Diagonalen realisiert wird, möglichst gleiche Stahlprofile für unterschiedliche Belastungssituationen zu bemessen und dabei wirtschaftliche Profile zu planen. Durch die großen Abmessungen des Gebäudes bewirken geringe Profilveränderungen schnell große Stahlmengenveränderungen.

> *Bei den Forschungsmodulen waren die Anforderungen an die Stahlprofile bei weitem nicht so hoch wie für Außenwände, Bodenplatte und Dachtragwerk.*

Für die gesamte Stahlbetonkonstruktion wurde eine Bewehrungsstahlmenge von rund 900 t verbraucht. Vor allem hohe Anforderungen an die Rissebeschränkung haben zu hohen flächenbezogenen Bewehrungsgraden der Bodenplatte und der Außenwände geführt. Für die Forschungsmodule war eine Baustahlmenge von ca. 22 t erforderlich, für das Dachtragwerk wurden knapp 600 t Baustahl verbraucht, zusätzlich wurden rund 77 t Trapezbleche auf der Dachfläche verlegt.

So schuf die Tragwerksplanung beim :envihab nicht nur die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Materialeinsatz. Es konnten auch die gewünschten Funktionen des Forschungsgebäudes sowie die Vorstellungen der Architektur vollständig umgesetzt werden, so dass der Gedanke des schwebenden Daches über einer erlebbaren Forschung erhalten bleibt.

KOMPETENZ. INTEGRATION. VERTRAUEN.
Mit Innovation im Planungsprozess setzen wir Ihre Idee erfolgreich um

- NEUBAU
- REVITALISIERUNG
- BETONINSTANDSETZUNG
- NACHHALTIGKEIT
- BAUPHYSIK
- BERATUNG

IDK KLEINJOHANN · KÖLN
Beratende Ingenieure für das Bauwesen · VBI

IDK KLEINJOHANN GmbH & Co. KG Köln
Sechtemer Straße 5 · 50968 Köln
T: 0221 . 921 63 7 . 0
F: 0221 . 921 63 7 . 59
E: info@idk-koeln.de
W: www.idk-koeln.de

WSK Ingenieure GmbH

WSK Ingenieure GmbH
Zimmerstraße 90 · 10117 Berlin
T: 030 . 226 055 6 . 60
F: 030 . 226 055 6 . 69
E: info@wsk-ingenieure.de
W: www.wsk-ingenieure.de