

Schaufenster zur Wissenschaft in Braunschweig

Neues Institutsgebäude kombiniert verschiedene Materialien, Bauweisen und Brandschutzkonzepte

Auf dem Campus der TU Braunschweig entsteht derzeit ein gemeinsames Kompetenzzentrum des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), und des Instituts für Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig (iBMB), das Zentrum für leichte und umweltgerechte Bauten (Zeluba). Es ist ein konzeptioneller Bau in Hybridbauweise mit einer Kombination von konventionellen und regenerativen Baustoffen, repräsentativ für die Forschungsarbeit der ihn nutzenden Institute. Neben Stützen und Bindern aus Brettschichtholz, Holz-Beton-Verbunddecken und Holzrahmenbau-Elementen kommen auch Stahl und Stahlbeton entsprechend ihrer Stärken und Eigenschaften zum Einsatz.

Auf dem Campus der Technischen Universität Braunschweig entsteht derzeit ein neues Forschungsgebäude: Das Zentrum für leichte und umweltgerechte Bauten, kurz Zeluba. Der Neubau besteht aus einem dreigeschossigen Labor- und Bürotrakt, einer Werkhalle sowie einem Zwischenbau, der beide miteinander verbindet. Das Gebäudeensemble ist als gemeinsames Kompetenzzentrum des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung (Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI) der Technischen Universität (TU) Braunschweig sowie des Instituts für Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig (iBMB) geplant. Im Fokus steht die Entwicklung von Materialien und Technologien, die eine hybride Bauweise sowie die Kombination konventioneller und regenerativer Baustoffe für mehrgeschossige Bauten ermöglichen. In diesem Sinne vereint der Neubau hybride und nachhaltige Baustoffe – er nutzt insbesondere Holz als konstruktiven Baustoff – und setzt damit auch selbst die Idee des Zeluba um.

Das Konzept der Architekten der Arge Zeluba von den Büros DGI Bauwerk aus Berlin und Schneider und Schumacher aus Frankfurt gibt eine Antwort auf die Anforderungen der Bauherrschaft, in hybrider, modularer Bauweise ein die Forschungsarbeit repräsentierendes Gebäude zu schaffen. Die konstruktive Herangehensweise spiegelt den experimentellen Charakter der Nutzung wider. Dabei wird der Gedanke der Hybridi-

dität baulich und konstruktiv in ein zusammengesetztes Ganzes übersetzt, und die Prinzipien einer leichten, umweltgerechten und modularen Bauweise in die Konstruktion integriert. Das heißt, die Konstruktion folgt dem zentralen Prinzip, nachwachsende Rohstoffe in Kombination mit anderen Werkstoffen zu nutzen.

Das Konzept für das neue Forschungsgebäude sieht daher keine reine Holzkonstruktion vor. Im Gegenteil: Die Vorgaben des Bauherrn bzw. Nutzers besagen eindeutig, dass alle Baustoffe entsprechend ihrer Stärken und Eigenschaften eingesetzt werden sollen, und damit war Hybridbau das logische Ergebnis. Eingesetzt wurden etwa Stahlbeton als Brandwand, Stahl für die Kranbahn oder ein Holz-Beton-Verbund für die Geschosdecken, die im Hinblick auf die baulastdynamischen Anforderungen (Schwingungen) nicht als reine Holzdecken hätten ausgeführt werden können. Hier brachten die Verbunddecken die notwendigen und besseren Werte.

Die Demontierbarkeit der Konstruktionen hat bei der Planung keine Rolle gespielt. Vielmehr sollten sie modular aufgebaut und schnell zu errichten sein, um sie zum Beispiel mit Containern in Krisengebiete transportieren und dort einfach aufbauen zu können. Daher entschieden sich die Planer schon sehr früh für 2D-Platten-Module und gegen 3D-Raum-Module. Und zu guter Letzt spielten natürlich auch Investitions-



Das neue Zeluba-Forschungsgebäude besteht aus drei Teilen: Einer Halle (links), einem Zwischenbau (Mitte) und einem dreigeschossigen Büro- und Laborgebäude (rechts). Die leichte Verdrehung und Verschiebung der Halle zum Dreigeschoss öffnet den Gebäudekomplex zur Straße hin und schafft einen großzügigen Vorplatz. Das Foyer im Zwischenbau dient als Aufenthalts- und zentraler Zugangsbereich.

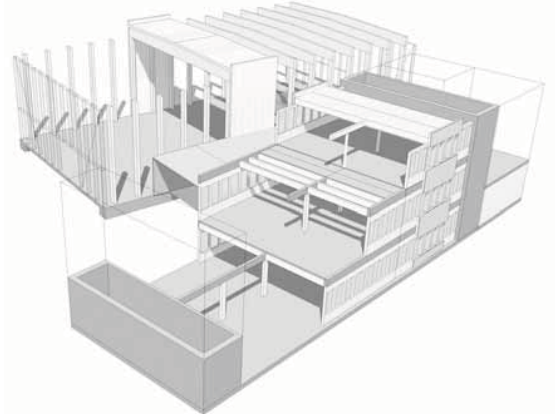
Grafiken (2): Arge Zeluba (Architekten DGI Bauwerk/Schneider+Schumacher)

und Unterhaltskosten eine Rolle für die gewählte Bauweise.

Die Anordnung des Neubaus auf dem Grundstück ist optimiert und erfolgt entlang der Grundstücksgrenzen und der Straße. So entsteht ein prominenter Vorplatz. Dabei bildet die Pfosten-Riegel-Fassade der Versuchshalle mit Erdbebenprüfstand stirnseitig zum Vorplatz ein „Schaufenster zur Wissenschaft“.

Forschungsspezifisches Raumprogramm in jedem Geschoss

Die Forschungseinrichtung umfasst auf 1700 m² Büros, Labore, das Foyer, einen Seminarraum sowie die Prüfhalle. Im Erdgeschoss des Institutsgebäudes befinden sich ebenengleich die Bereiche Erdbebenprüfstand in der Werkhalle, Foyer und Seminarraum im Zwischenbau und der Großteil der Labore im dreigeschossigen Gebäude. Aufgrund des Gewichts der Laborgeräte und deren Schwingungsempfindlichkeit lag es nahe, die Labore im Erdgeschoss unterzubringen und die Bodenplatte als solide Aufstellfläche zu nutzen.



Für die Tragkonstruktionen nutzen die Planer verschiedene Baustoffe, vor allem aber Holz mit anderen Materialien kombiniert. Während die Halle ein klassischer Holzbau ist, ist der Dreigeschossiger ein Hybridbau aus Holz und Beton. Der Zwischenbau ist ein reiner Stahlbetonbau.



Satteldach-Binder auf B5-Holz-Stützen überspannen die knapp 20 m breite Halle im Abstand von 2,80 m. Mit der Satteldachform konnte die Dachentwässerung sichergestellt werden. Fotos (4): DGI Bauwerk Gesellschaft von Architekten mbH



An die 15 cm hohe Aufkantung des Streifenfundaments schließt die Bewehrung für den 85 cm hohen Betonsockel an. Die spezielle Stahlkonstruktion für die Stütznivellierung wird mit einbetoniert.



Eine Stahlplatte mit Loch auf der Binderunterseite und eine am Stützenkopf mit einem Stahlstift – samt Elastomerlager dazwischen – stellen den Anschluss am Auflagerpunkt Balken/Stütze her. Zwei seitliche Hölzer sichern sie während der Montage gegen Kippen.



Die Kranbahnträger nutzen die ausgeklinkten Stützen als Auflagerkonsole. Sie sind zusätzlich horizontal an den Stützen angeschlossen ... Foto: osd – office for structural design



... über durchgeschraubte Gewindestangen. Diese halten sie gegen Kippen und leiten die Lasten in die Stützen und die Längswandscheibe ein.

Balken auf zwei Stützen in Reihung als statisches System

Bei der fast 10 m hohen Halle mit Außenabmessungen von knapp 20 m Breite und 42 m Länge handelt es sich um eine Versuchshalle. Sie steht auf einer klassischen Stahlbeton-Bodenplatte mit Grube für den Erdbebenprüfstand und einem umlaufenden Streifenfundament. Die darauf anschließenden knapp 7 m hohen Brettschichtholz (BSH)-Stützen sind in einem 85 cm hohen Betonsockel eingespannt. Dieser war erforderlich, weil der versehentliche Anprall von Gabelstaplern berücksichtigt werden musste.

Für den Anschluss der Stützen an diesen Sockel entwickelten die Tragwerksplaner eine spezielle Stahlkonstruktion mit eingeschlitzten Blechen. Über einen Schraubmechanismus ließen sich die Stützen nach der Montage in alle Richtungen nivellieren. Diese Möglichkeit zur nachträglichen Ausrichtung war für die Gesamtkonstruktion entscheidend, da bei einer Stützhöhe von fast 7 m die kleinste Lotabweichung zu einer unzutraglichen Auslenkung des Stützenkopfes (Exzentrizität) geführt hätte.

Als statisches System wählten die Tragwerksplaner Balken auf zwei Stützen in Reihung. So überspannen BSH-Satteldachbinder im Abstand von 2,80 m die knapp 20 m breite Halle. Mit dieser Binderform ließ sich vor allem das erforderliche Gefälle zur Dachentwässerung ausbilden, eine statische Funktion hat die Form nicht.

Zur Auflagerung der Kranbahnträger wurden die BSH-Stützen auf etwa 6 m Höhe ausgeklinkt und über rund einen Meter mit schlankem Querschnitt nach oben weiter geführt. Am Stützenkopf sind die Dachbinder aufgelegt.

Fortsetzung auf Seite 406

Schaufenster zur Wissenschaft

Fortsetzung von Seite 405

Stahlplatten mit Dorn und Loch sorgen am Stützenkopf und an der Auflagerfläche der Binderunterseite für die Lagesicherung; ein Elastomerlager dazwischen nimmt minimale Bewegungen auf und sorgt für eine gleichmäßige Lastverteilung. Da die Halle mit Holzwerkstoffplatten eingehaust ist, werden die Dachbinder oberseitig durch die kontinuierliche Verschraubung mit der Dachscheibe gehalten und auf diese Weise über die gesamte Länge gegen Kippen gesichert. Auch steifen die zur Dachscheibe bzw. zu Längswandscheiben verbundenen Furnierschicht-holz(FSH)-Platten („Kerto-Q“) die Halle in Längsrichtung so aus, dass Auskrenzungen entfallen konnten.

In detaillierter Feinabstimmung entwickelten Architekten und Tragwerksplaner gemeinsam die Lösung für die Queraussteifung in Form von eingespannten BSH-Stützen sowie Zugstreben in der Stahlkonstruktion der Giebelwände. So ließ sich eine maximale Transparenz der Giebel als „Schaufenster zur Wissenschaft“ realisieren.

Holzstruktur nimmt dynamische Lasten der Kranbahn auf

Die Stahlträger der Kranbahn spannen sich über die konsolenartigen Auflager der ausgeklügelten BSH-Stützen. Dabei nimmt die Holzstruktur die dynamischen Horizontallasten durch Anfahren und Abbremsen ebenso auf wie die Vertikallasten aus dem Kranhub. Dies geschieht durch die Einleitung der Kräfte über die Stützen in die aussteifenden, öffnungsfreien Wandscheiben der Längswände.

Stirnseitige Stahlbetonbauten mit eingefügtem Holzskelett

In der sehr heterogenen Umgebung orientiert sich der Neubau mit seinem 14 m hohen Dreigeschoss an der Höhe der umgebenden Institutsbauten und fügt sich städtebaulich ein. An den Stirnseiten des etwa 14,50 m breiten und rund 46 m langen Labor- und Bürogebäudes befindet sich jeweils ein Massivbau aus Stahlbeton. Sie übernehmen zum einen die vertikale Erschließung, erfüllen aber auch Brandschutzaufgaben (F90) und sorgen für die Aussteifung des Holzskeletts, das über eine Länge von 30 m dazwischen eingefügt ist. Dieses Holzskelett besteht aus BSH-Stützen sowie Trägern, für die nicht nur BSH, sondern auch Buchen-FSH („Baubuche“) oder Stahlbeton-Fertigteile zum Einsatz kamen – je nach statischen Erfordernissen. Für die Decken kam eine Holz-Beton-Verbund(HBV)-Konstruktion aus BSH-Balken und Beton-Halbfertigteil-Elementen zum Einsatz, die je nach Geschoss unterschiedlich dimensioniert sind. So etwa im ersten Obergeschoss, wo weitere Labore untergebracht sind, für die erhöhte Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit in statischer und dynamischer Hinsicht gelten.

BSH, FSH und Beton-Fertigteile als Stützen-Träger-System

Das Holzskelett hat drei Haupttragachsen: Zwei Fassaden-Achsen und ei-



Baustellen-Luftbild vom März 2019: Im Hintergrund sind die beiden schmalen Stahlbeton-Erschließungstürme zu sehen. Der am linken Turm anschließende Massivbau ist die Technik-Zentrale. Sie ist durch eine Gebäudefuge statisch und brandschutztechnisch autonom.



22. November 2019: Das Zeluba-Forschungszentrum steht kurz vor der Fertigstellung. Ab Herbst 2020 kann die Arbeit in dem multifunktionalen Gebäude beginnen. Fotos (2): WKI/Stephan Thiele

ne mittlere Achse. Entsprechend spannen die Deckenelemente als Einfeldträger von den Außenwand-Achsen zur Mittelachse, einmal mit 6,40 m und einmal mit 7,40 m Länge.

In den Außenwänden folgt der Achsabstand der quadratischen Stützen, die als Pendelstützen ausgeführt wurden, mit 1,25 m dem Raster der Fassadeneinteilung. Die BSH-Innenstützen dagegen sind im Achsabstand von 5 m (4 x 1,25 m) platziert und variieren je Geschoss in ihren Querschnittsabmessungen: Im Erdgeschoss und ersten Obergeschoss kommen rechteckige BSH-Stützen zur Ausführung, im zweiten Obergeschoss sind es Rundholzstützen. Auch die Längsträger der Außen- und Mittelachsen variieren in Material und Abmessungen je Geschoss: Im Erdgeschoss und ersten Obergeschoss kommen in allen drei Achsen Beton-Fertigteil-Träger zum Einsatz. Das zweite Obergeschoss besitzt dann in der Mittelachse einen Längsträger aus Buchen-FSH, während die Randträger in BSH ausgeführt wurden.

Die Planer haben überall dort, wo es zu sehr großen Lasten kommt, wie in den Kreuzungspunkten von Längsträgern und Stützen, die Zwischenelemente aus Beton gewählt. Bei Längsträgern aus BSH wäre die Materialspannung senkrecht zur Faser für diese Belastung zu gering gewesen. Dass die Planer außerdem Beton-Fertigteile gewählt haben, liegt darin begründet, dass man alles, was extreme Feuchtigkeit ins Gebäude bringt, vermeiden wollte. Zudem sparte man sich aufwändige Abdeckungen mit Plastikfolien und ähnlichem.

Drei verschiedene Deckenausbildungen in einem Gebäude

Die HBV-Decke über dem ersten Obergeschoss setzt sich aus BSH-Balken und einer knapp 14 cm dicken Decken-Platte zusammen. Mit 1,25 m Achsabstand liegen die Balken im Raster der Fassaden-Stützen. Diagonal eingedrehte Vollgewindeschrauben koppeln sie schubfest mit der Betondecke. Dabei schließen die 1,25 m breiten Fertigteil-Platten jeweils ein Balkenfeld. Vor Ort wurden sie zu einer Deckenscheibe verbunden, indem man die Stoßfugen nach dem Einlegen von Zugbewehrung mit Beton vergossen hat.

Die Decke über dem Erdgeschoss ist nach demselben Prinzip ausgeführt, aufgrund der Labore im ersten Obergeschoss aber in modifizierter Form, da



Blick ins erste Obergeschoss: Die 30 m lange Holzskelett-Konstruktion, die zwischen den Beton-Erschließungskernen eingefügt ist, hat drei Haupttragachsen: Zwei Außenwand-Achsen und eine mittlere Stützen-Achse.



Für die Mittelstützen-Reihe im zweiten Obergeschoss kamen Rundholzstützen zum Einsatz. Für den hochbelasteten Längsträger der Mittelachse nutzten die Planer in diesem Geschoss Buchen-Furnierschichtholz anstelle eines Stahlbeton-Fertigteil-Trägers. Die Dachdecke ist eine Holzbalkendecke. Die Stützen erhielten zur Leitungsführung raumseitig zusätzlich zwei Stege.

Fotos (2): DGI Bauwerk Gesellschaft von Architekten mbH

diese Nutzung höhere Anforderungen an die Schwingempfindlichkeit der Decken „gegenüber menscheninduzierter Erregung“ stellt – wie es im Erläuterungsbericht heißt. Gemeint ist, dass die hochempfindlichen Laborgeräte nicht im Geringsten erschüttert werden dürfen, wenn sich Personen auf dem Geschoss bewegen. Entsprechend steif musste die Decke sein. Es galt so viel Masse zur Verfügung zu haben, dass die Schwingungen unterhalb eines kriti-

schen Bereichs bleiben. Ein Schwingungsgutachten lieferte die entsprechenden Vorgaben für die Planung. Die HBV-Decke konnte diesbezüglich aber aufgerüstet werden: Mit einer statischen Auslegung von 10 kN/m² ließ sich die erforderliche Masse erreichen. Die BSH-Balken wurden daher entsprechend dimensioniert und die Dicke der Decken-Platte auf 16 cm vergrößert.

Fortsetzung auf Seite 407



Der Anschluss der BSH-Deckenbalken an den Buchen-FSH-Längsträger erfolgt über Stahlplatten in Einführungen.



Fertigteil-Platten von 1,25 m Breite schließen die Balkenfelder. Diagonal in die Balken eingedrehte Vollgewindeschrauben sowie Zugbewehrung in den Stoßfugen verbinden Platten und Balken nach dem Vergießen mit Beton schubfest zu einer Deckenscheibe. Foto: WKI/Stephan Thiele



Die 10 m langen Außenwand-Elemente kommen samt Fenstern und dem kompletten Außenwandaufbau mit Unterkonstruktion und Dämmung fix und fertig auf die Baustelle.

Fotos (2): Rubner Holzbau

BAUTAFEL

Zentrum für leichte und umweltgerechte Bauten (Zeluba)

- ◆ Bauherr: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung, München
- ◆ Nutzer: Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Braunschweig
- ◆ Bauweise: Holzmassiv- und -skelettbau sowie Stahl- und Stahlbetonbau
- ◆ Bauzeit: 2018 bis 2020
- ◆ Baukosten (KG 200-700 ohne Erstaussstattung): 10,2 Mio. Euro
- ◆ Bruttogeschossfläche (BGF): 3 096 m²
- ◆ Bruttorauminhalt (BRI): 21 691 m³
- ◆ Architekten: Arge Zeluba (DGI Bauwerk, Berlin, und Schneider + Schumacher, Frankfurt), www.dgi-bauwerk.de, www.schneider-schumacher.de
- ◆ Tragwerksplanung: OSD GmbH office for structural design, Frankfurt a.M., www.o-s-d.com
- ◆ Holzbauer: Rubner Holzbau GmbH, Augsburg, www.rubner.com/holzbau
- ◆ Brandschutzplanung: HHP Berlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Braunschweig, www.hhpberlin.de
- ◆ Baudynamik: Baudynamik Heiland & Mistler GmbH, Bochum, www.baudynamik.de
- ◆ Rohbau: Carl Schumacher GmbH, Wolfenbüttel, www.carl-schumacher.de
- ◆ Fachplanung technische Ausrüstung: Kofler Energies Ingenieurgesellschaft mbH, Braunschweig, www.koflerenergies.com
- ◆ Fachplanung Ausrüstung Elektro: Ingenieurgesellschaft Meinhardt Fulst GmbH, Goslar, www.i-rmf.de
- ◆ Objektplanung Freianlagen: Planungsbüro Hoffmann Landschaftsarchitektur GmbH, Braunschweig, www.planungsbuerohoffmann.de
- ◆ Bauphysik: BBS Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Wolfenbüttel, www.bbs-ingenieure.de
- ◆ Geotechnik: GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Braunschweig, www.ggu.de

Schaufenster zur Wissenschaft in Braunschweig

Fortsetzung von Seite 406

Lediglich die Decke über dem zweiten Obergeschoss (Dachdecke) ist als Holzbalkendecke ausgeführt. Den Träger der Mittelachse (b/h = 24 cm x 40 cm) haben die Tragwerksplaner als Mehrfeldträger ausgelegt und als Material hochtragfähiges Buchen-FSH (GL70) gewählt. Die Balken erhielten oberseitig eine 45 mm dicke Beplankung aus FSH-Platten. Zu einer aussteifenden Scheibe verbunden, sorgt sie wie die anderen Geschossdecken für den horizontalen Lastabtrag auf die Stahlbeton-Erschließungskerne.

Zur Auflagerung der Deckenbalken wurden die Fertigteil-Längsträger mit Auflagertaschen versehen, in die die ausgeklinkten BSH-Balken oberkantenbündig eingehängt werden konnten. So erhielten die Auflagerpunkte der Balken nur Druck senkrecht zur Faser, was statisch gut zu beherrschen war. Die Längsträger selbst liegen auf den BSH-Stützen auf. Stählerne Kopf- und Fußplatten sorgen für eine gleichmäßige Lastverteilung.

Vorgefertigte Außenwand-Elemente für schnelle Montage

Die geschosshohen, 10 m langen Außenwände wurden bereits im Werk vorgefertigt. Sie bestehen aus zwei Ebenen: Der Wandebene aus BSH-Elementen und der Fenster-Ebene davor, in der außer den Fenstern auch die Fassadenunterkonstruktion samt Dämmung liegt. Die Massivholz-Elemente setzen sich zusammen aus den BSH-Stützen (mit vorgesetzten Stegen zur Leitungsführung) sowie Brüstungs- und Sturzelementen aus BSH.

Eigenes Brandschutzkonzept für jeden Gebäudeteil

Das Brandschutzkonzept für das Gebäudeensemble sah folgende Einteilung für die einzelnen Gebäudeteile vor: Nach Niedersächsischer Bauordnung (NBauO) ist das Gebäudeensemble als Gebäudeklasse (GK) 5 einzustufen. In Abstimmung mit der Bauaufsicht und der Feuerwehr wurde die Halle jedoch der GK 3 zugeordnet, der Labor- und Büroriegel dagegen der GK 4 (Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²).

So war es möglich, die Versuchshalle als feuerhemmende Tragkonstruktion auszuführen, wobei für die tragenden und aussteifenden Bauteile brennbare Baustoffe verwendet werden konnten. Das Büro- und Labor-Gebäude hatte eine Feuerwiderstandsklasse von F60, das Dach nur F30 und die Stahlbeton-Treppenhäuser als Fluchtwege F90 zu erfüllen, ebenso wie das Technikgebäude. Der in Stahlbeton ausgeführte Zwischenbau trennt Halle und Dreigeschoss und fungiert dabei als Brandwand. Seitliche Feuerüberschläge werden durch das 5 m weit auskragende Vordach und entsprechende Seitenwände über dem Haupteingang verhindert.

Dem gestalterischen Prinzip der Architekten folgend hat man die tragende Holzkonstruktion sichtbar, ohne eine Kapselung mit Gipsfaserplatten ausgeführt. Die nichttragenden Fassaden- bzw. Außenwand-Elemente durften aus brennbaren Baustoffen bestehen, und die HBV-Decken erfüllen die Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz ohne weitere Maßnahmen.

Zur Kompensation von Abweichungen von den Anforderungen der NBauO wurde eine flächendeckende Brandmeldeanlage mit automatischen und nichtautomatischen Brandmeldern und einer Aufschaltung zur Feuerwehr installiert. Über diese Anlage können auch im Haus anwesende Personen alarmiert werden.

Forschungszentrum auf der Zielgeraden in die Zukunft

Das Zeluba, das zu 50 % vom Land und zu 50 % vom Bund finanziert wurde, ist so gut wie fertiggestellt. Ab Sommer 2020 kann die langjährige Zusammenarbeit des Fraunhofer WKI und der TU Braunschweig in dem neuen Gebäudeensemble in eine neue Phase starten und vor dem Hintergrund der globalen Herausforderungen wie dem Klimawandel, dem Bevölkerungswachstum und den großen transnationalen Migrationsströmen neue Konzepte für modulare, hybride Konstruktionssysteme für leichte und umweltgerechte Bauten entwickeln, die den zukünftigen Anforderungen an Funktionalität und Umweltbilanz von Gebäuden gerecht werden.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe