DBZ
DEUTSCHE BAUZEITSCHRIFT
05 | 2020 DBZ.de



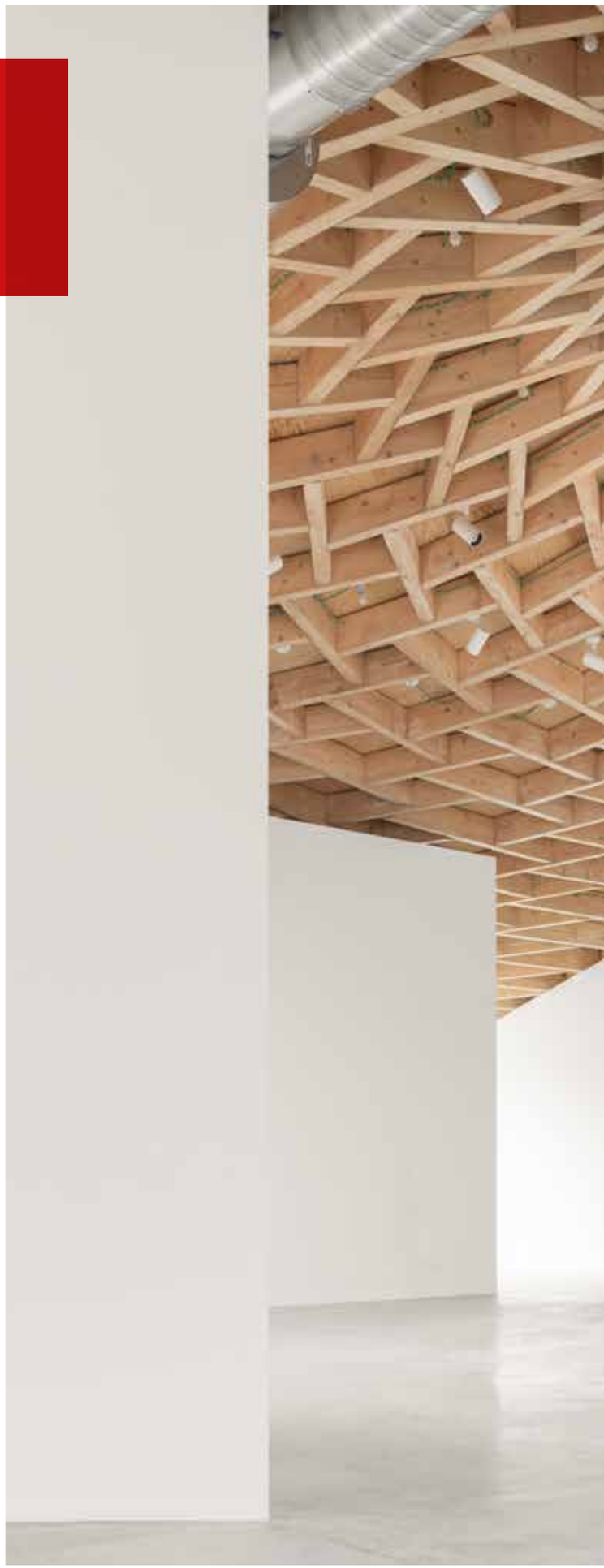
Dächer

DBZ HEFTPARTNERIN
AGNES WEILANDT, BOLLINGER + GROHMANN INGENIEURE,
Frankfurt a. M.

»Die Fügung der Elemente spielt immer eine wesentliche Rolle für das Tragwerkssystem«

Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure e.V.

» Ein **kleines Dach mit einem besonderen Ansatz**. Die alte Bauform der reziproken Rahmen wurde mit den **Mitteln moderner Tragwerksplanung und Optimierungsprozessen** neu interpretiert.« *DBZ Heftpartnerin Agnes Weilandt, Bollinger + Grohmann*



Frans Masereel Centre, Kasterlee/BE

Kreiskegel mit Holztragwerk

Parametrisches Design machte es den Tragwerksplanern von Bollinger + Grohmann/Paris möglich, die Ideen von LIST Architcture Urbanisme und Hideyuki Nakayama Architecture mit einem Dachtragwerk über dem Erweiterungsbau des Frans Masereel Centre in Kasterlee/BE ohne großen konstruktiven, logistischen und maschinellen Aufwand zu realisieren.

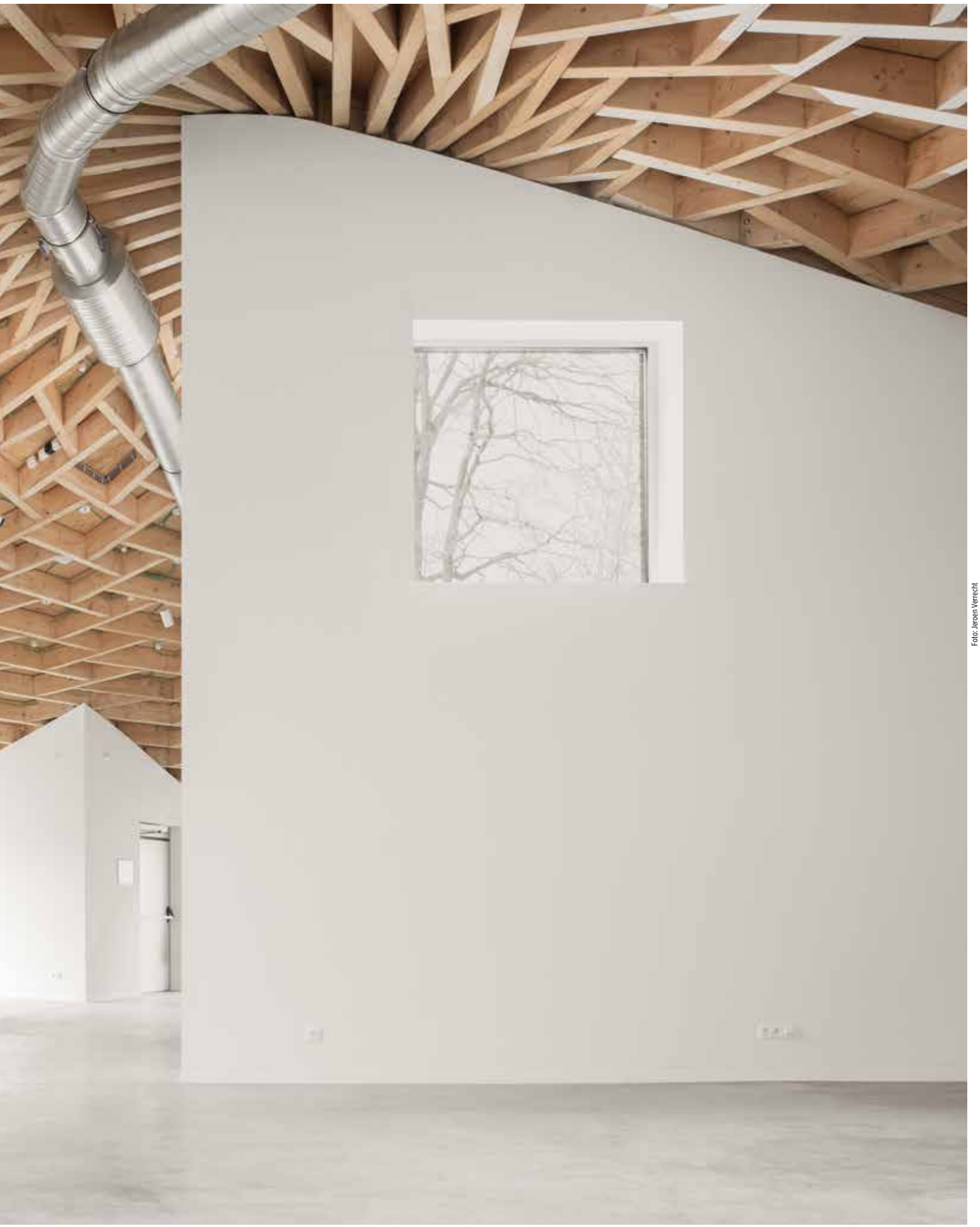
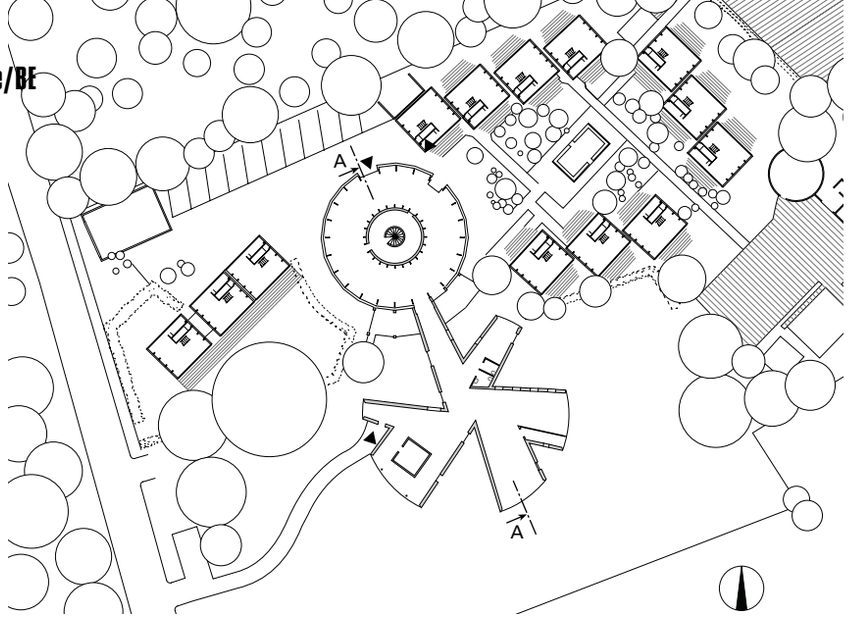


Foto: Jeroen Verrecht



Lageplan, M 1:1250

Ido Avissar und Hideyuki Nakayama entwickelten einen kleinmaßstäblichen Baukörper als Ergänzung zum bestehenden. Im Gegensatz zu konventionellen Museen, bei denen die Künstlerateliers von den Ausstellungsräumen getrennt sind, entwarfen die Architekten hier eine Hybridform, bei der die Produktionsstätte gleichzeitig der Ausstellungsort ist



Foto: Jeroen Verrecht

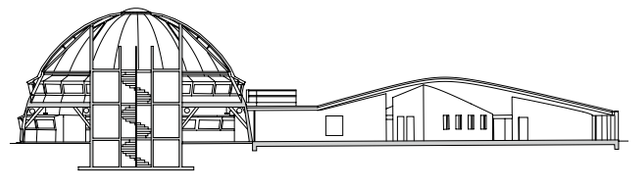
Das Frans Masereel Centre wurde 1972 im flämischen Kasterlee als Arbeitszentrum für KünstlerInnen ins Leben gerufen. Die kleinformatige Struktur besteht aus einem kreisrunden Hauptgebäude, das 1967 vom belgischen Architekten Lou Jansen entworfen wurde, und dreizehn dreiecksförmigen Wohnhäusern für die KünstlerInnen.

2014 lobte der Architekt der flämischen Landesregierung (Vlaams Bouwmeester) einen Wettbewerb für den Entwurf eines Ausstellungs- und Ateliergebäudes aus, um die den KünstlerInnen zur Verfügung stehende Fläche durch einen Anbau zu vergrößern und das Areal für BesucherInnen und Kunstinteressierte zu öffnen. Das Pariser Architekturbüro LIST und sein Tokioer Partnerbüro Hideyuki Nakayama Architecture konnten den Wettbewerb für sich entscheiden.

Hybrides Raumkonzept

Ido Avissar und Hideyuki Nakayama entwickelten einen kleinmaßstäblichen Baukörper, der den Volumen der bereits bestehenden Bauten entspricht. Im Gegensatz zu konventionellen Museen, bei denen die KünstlerInnenateliers von den Ausstellungsräumen getrennt sind, entwarfen die Architekten hier eine Hybridform, bei der die Produktionsstätte gleichzeitig der Ausstellungsort ist und die BesucherInnen die KünstlerInnen direkt bei der Arbeit beobachten können.

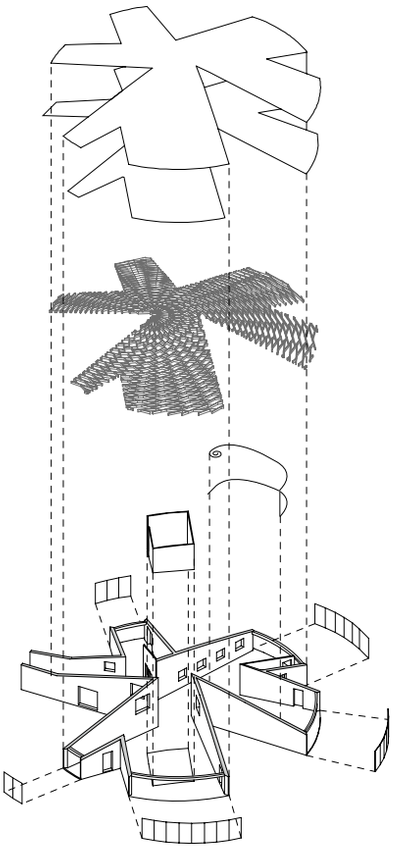
Geometrisch gesehen handelt es sich um einen geraden Zylinder, der durch einen schiefen Kreiskegel gekrönt wird. Figurativ gesehen wirkt der Baukörper wie eine Torte, aus der die Architekten Stücke herausschnitten. Mit diesen Ausschnitten schufen sie Gärten, die das Bauwerk in die umgebende Landschaft einbinden und gleichzeitig Arbeitsplätze unter freiem Himmel kreieren. Im Inneren entsteht durch diese Einschnitte eine Differenzierung der Arbeitsplätze mit unterschiedlichen Größen und räumlichen Qualitäten. Jedes Volumen wird nach außen durch eine gebogene Glasfront abgeschlossen.



Schnitt AA, M 1:750

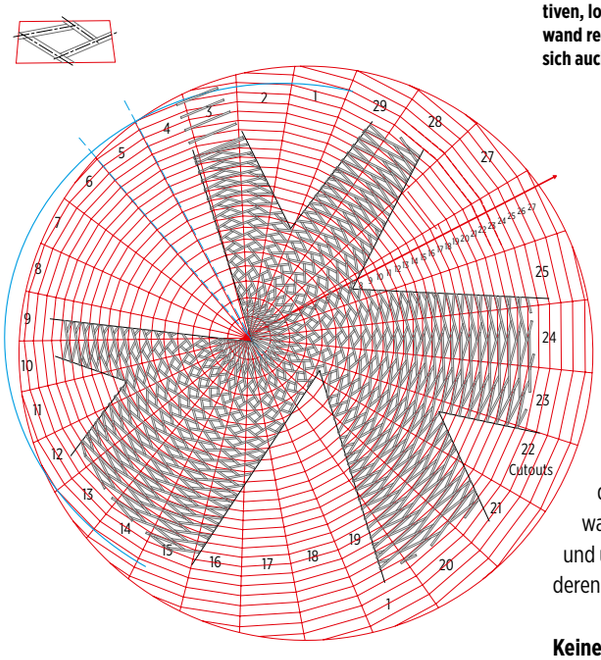


Foto: Jeroen Verrecht



Axonometrie

Das Anliegen der Architekten bestand darin, ein Bauwerk zu entwickeln, das ähnlich wie bei der Arts and Craft Bewegung lokal und ohne großen konstruktiven, logistischen und maschinellen Aufwand realisiert werden konnte. So ließen sich auch Kosten sparen



Schematischer Plan der Zellen und Verteilung der Ausschnitte

Der Grundriss des Bauwerks erinnert auf den ersten Blick an einen Stern. Bei genauerer Betrachtung wird allerdings deutlich, dass die Achsen der einzelnen Volumen nicht in einem Punkt zusammen laufen, sondern versetzt zueinander liegen. Durch diese Asymmetrie und die Verschiebung der Baukörper zueinander verändert sich die Erfahrung der Räume permanent. Je nach der Position der BetrachterInnen ergeben sich beim Durchwandeln der Räume ständig neue Aussichten nach draußen und unterschiedliche Blickwinkel von einem Raum in den anderen

Keine Hierarchie

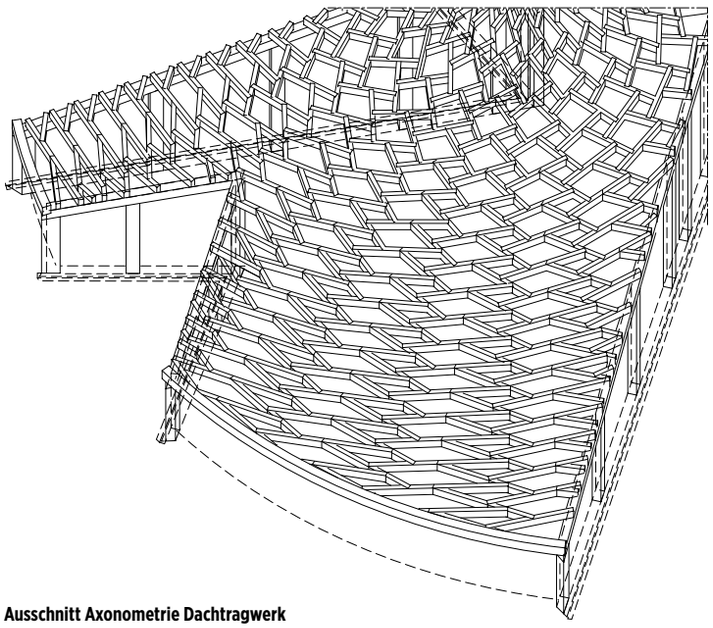
„Wir wollten ein Bauwerk entwickeln, das, ähnlich wie bei der Arts and Crafts Bewegung, lokal und ohne großen konstruktiven, logistischen und maschinellen Aufwand realisiert werden konnte“, bestätigt Ido Avisar, Gründer von LIST, „nicht zuletzt, um auch die Baukosten zu reduzieren.“

Erste Überlegungen mit den TragwerksplanerInnen von Bollinger + Grohmann für die Realisierung einer Betonkuppel wurden aufgrund der hohen Lasten für die Fundamente, des großen Schalungsaufwands und der letztlich damit verbundenen höheren Kosten bald wieder verworfen.

Die Entwicklung eines rautenförmigen Stabnetztragwerks nach dem Reciprocal Frame Prinzip, bei dem die Knoten zwischen den einzelnen Balken versetzt zueinander ausgeführt werden, brachte den Vorteil, dass die Einzelbalken von der Rückseite miteinander verschraubt werden konnten und für die Ausführung der Knoten keine aufwendigen Stahlknoten entwickelt und angebracht werden mussten



Foto: Jeroen Verrecht



Ausschnitt Axonometrie Dachtragwerk

Die Ingenieure schlugen daraufhin eine Holzkonstruktion vor. „Bei einer klassischen Sparren-Pfetten Dachkonstruktion“, erklärt Klaas De Rycke, Geschäftsführer B+G Paris und Brüssel, „wäre durch das Zerschneiden der Kreisform und die ungleiche Form der Baukörper eine jeweils voneinander abweichende Dachgeometrie in den Einzelvolumen und damit eine klare Hierarchisierung und Ausrichtung der Holzkonstruktion entstanden. Eine solche Hierarchisierung wollten Avissar und Nakayama aber bewusst vermeiden, um das Gefühl der Einheit und des ursprünglichen Kreises nicht zu verlieren.



Foto: Vanhout

Das realisierte Stabnetztragwerk der Dachschale besteht aus 762 verschiedenen Holzbalken. Es liegt einerseits auf den Seitenwänden auf, andererseits auf den gebogenen Stahlbetonbalken über den raumhohen Fensterfronten mit den Festverglasungen

Reciprocal Frame Prinzip für das Dachtragwerk

Klaas De Rycke stellte daraufhin ein Stabnetzwerk nach dem Reciprocal Frame Prinzip vor. Dieses Prinzip besteht aus einzelnen Balken, die so miteinander verschraubt werden, dass eine flächig wirkende Tragstruktur entsteht. Dieses Holztragwerk hat seiner Meinung nach entscheidende Vorteile:

– Erstens entsteht durch die flächig angeordneten Balken kein gerichtetes Tragwerk, es gibt keine Haupt-und Nebenträger;

– zweitens stellt es für derartig kleine Spannweiten aus Massivholzbalken mit geringen Querschnitten eine materialsparende Option dar und macht die Verwendung von verleimten Holzbindern überflüssig;

– drittens können dadurch ökologieschädliche Wirkungen geringgehalten werden, unter anderem durch die lokale Verarbeitung des Holzes und die Herstellung der Holzbalken;

– nicht zuletzt entspricht diese Konstruktionsmethode am besten dem Esprit der gesamten Anlage und wird dem menschlichen Maßstab gerecht.

Die Entwicklung eines rautenförmigen Stabnetztragwerks nach dem Reciprocal Frame Prinzip, bei dem die Knoten zwischen den einzelnen Balken versetzt zueinander ausgeführt werden, brachte den Vorteil mit sich, dass die Einzelbalken von der Rückseite miteinander verschraubt werden konnten und für die Ausführung der Knoten keine aufwendigen Stahlknoten entwickelt und angebracht werden mussten. Die Untersicht des Tragwerks wurde dadurch homogener und schöner. „Ein weiterer Vorteil des Rastersystems ist, dass beim Nachlassen einer Verbindung oder eines Holzstabs die dadurch veränderten Kräfte durch das übrige Stabnetztragwerk aufgenommen werden können“, erklärt Klaas de Rycke.

Hunderte Modelle

Parametrisches Design und das Arbeiten mit Computerprogrammen wie Rhinoceros, Grasshopper, Karamba3D und Octopus ermöglichten Bollinger + Grohmann den Entwurf und die Berechnung unzähliger geometrischer Modelle und die Entwicklung komplexer Tragwerke, bis das Optimum für die größtmögliche Anzahl von Parametern gefunden wurde.

Die Höhe des Kegels, der gewünschte Kuppeleffekt, die Dichte des Netzes und die Anzahl der Knoten, die punktuellen und gesamten Dachkrümmungen und Spannungen, die Positionen und Anzahl der Auflager, die Holzquerschnitte und Verschnitte, die horizontale und vertikale Lastverteilung waren nur einige der Parameter, die das finale Holztragwerk bestimmten. Die Suche nach einer Pareto-Optimierung, also der Versuch, die ideale Form für so viele Parameter wie möglich zu finden, gestaltete sich aufgrund der vielen Möglichkeiten und Variablen allerdings schwierig. Als feste Parameter dienten in erster Linie die Seitenwände der Einschnitte und die Höhe des Kegels, selbst wenn auch dieses aufgrund funktioneller, ästhetischer oder tragwerkstechnischer Gründe einige Male angepasst wurden.

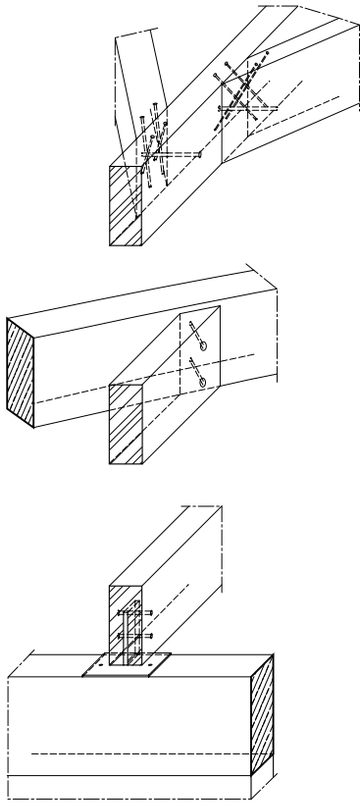
Die durch die Computerberechnungen entstandenen und von Bollinger + Grohmann erarbeiteten Modelle wurden in der Folge immer wieder von den ArchitektInnen geprüft und zum Teil in physische Modelle umgesetzt.

Das realisierte Stabnetztragwerk der Dachschale besteht aus 762 verschiedenen Holzbalken. Es liegt einerseits auf den Seitenwänden und andererseits auf den gebogenen Stahlbetonbalken über den raumhohen Fensterfronten mit den Festverglasungen auf. Die Seitenwände sind als zweischalige Außenwände ausgebildet. Die tragenden, innenliegenden Mauern sind aus Stahlbetonstützen mit einem Ringanker aufgebaut, die Zwischenräume wurden mit Beton Hohlblocksteinen ausgefacht. Davor wurde eine für Belgien typische Vormauerschale aus rotbraunen Klinkern gesetzt.

Alle Holzbalkenanschlüsse sind, je nach ihrer Position innerhalb des Tragwerks, unterschiedlich. Das Reciprocal Frame Prinzip mit den vorgefertigten Einzelelementen ermöglichte eine relativ einfache Ausführung. Die Kegelspitze wurde ursprünglich aus ästhetischen Überlegungen exzentrisch gesetzt, sodass sie auch von unten sichtbar bleibt und nicht genau auf einer Außenmauer zu liegen kommt. Durch mehrere Versuche stellte sich heraus, dass dies auch tragwerkstechnisch zu einer höheren Steifigkeit in den Auflagern und in der Schale und in der Folge zu einer besseren und gleichmäßigeren Lastenverteilung innerhalb des Tragwerks führte. „Durch die Kegelform und die gleichmäßige Abtragung der Horizontalkräfte nach allen Richtungen innerhalb des Stabnetztragwerks führen temperaturbedingte Verformungen nicht primär zu Bewegungen an den Auflagern, sondern bewirken ein leichtes Heben der Kegelspitze“, präzisiert Klaas De Rycke. Mit der belgischen Holzbaufirma Timberframing S.R.L., mit der Bollinger + Grohmann bei Projekten in Frankreich bereits gute Erfahrungen gemacht hatte, fanden die Architekten einen kompetenten Partner, der die von den TragwerksingenieurInnen vorbereiteten Ausführungspläne zur Realisierung weiterbearbeiten konnte.

Ido Avissar ist sich einer gewissen paradoxen Seite des Entwurfs sehr wohl bewusst: „Wir haben mit einfachen geometrischen Formen, wie dem Kreis, für den Grundriss des Zubaus gearbeitet, den wir danach durch die verschiedenen Einschnitte wieder zerstört haben. Die einzelnen Baukörper sind zwar konzentrisch aufgesetzt, durch ihre Verschiebung wollten wir aber ganz bewusst einen zentralen Platz verhindern. Die Dachkonstruktion entstand aus dem primären Wunsch, eine gleichmäßige und einfache Überdachung der Volumen zu erzeugen. Die exzentrisch gelegene Kegelspitze, die Vielzahl der Verschneidungen des Stabsystems und die Einschnitte durch die Außenwände lassen sie hingegen sehr komplex erscheinen.“

Michael Koller, Den Haag



Balkenverbindungen, o. M.

Baudaten

Objekt: Frans Masereel Centre
Standort: Kasterlee/BE
Typologie: Kulturzentrum (Ausstellungen, Atelier, Archiv)
Bauherr: Kulturministerium, Jugend, Medien
Nutzer: Frans Masereel Centre
Tragwerksplanung B + G Ingenieure Bollinger+Grohmann GmbH, Paris/FR, www.bollinger-grohmann.com/fr
Architektur: LIST Architcture Urbanisme, Paris/FR, www.list-oia.com; Hideyuki Nakayama Architecture, Tokio/J, www.hideyukinakayama.com
Projektteam: Ido Avisar, Emily Game, Quentin Madiot, Thais de Roquemaurel
Bauleitung: Vanhout.Pro, Turnhout/BE, www.vanhout.be
Bauzeit: Dezember 2017 – Februar 2019

Fachplanung:

Energie- und Elektroplanung: Bureau Bouwtechniek NV, Antwerpen/BE, www.b-b.be

Projektdaten

Grundstücksgröße: 3 250 m²
Grundfläche: 417 m²
Hauptnutzfläche: 370 m²
Baukosten gesamt: 1,1 Mio.€
Höhe Wände: 2,30 – 5,9 m
Radius Holzdach: 14,50 m
Konstruktionsart: Wände aus Kalksandstein mit Stahlbetonrahmen und Holzdach
Anzahl Träger: ca. 1 000
Querschnitt: 8 x 23 cm

Energiebedarf

Jahresheizwärmebedarf: 78,61 kWh/m²a

Energiekonzept

U-Wert Außenwand = 0,21 W/(m²K)
U-Wert Grundplatte = 0,24 W/(m²K)
U-Wert Dach = 0,21 W/(m²K)
Uw-Wert Fenster = 1,28 – 1,37 W/(m²K)
Ug-Wert Verglasung = 1,00 W/(m²K)

Hersteller

Fenster: Reynaers Aluminium, www.reynaers.com
Backsteinfassade: Nelissen, www.nelissen.be
Dämmung: DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG, www.rockwool.de
Beleuchtung: iGuzzini, www.iguzzini.com
Software/CAD/BIM: Vectorworks - Computerworks GmbH, www.computerworks.de; Revit - Autodesk GmbH, www.autodesk.de

B + G Ingenieure Bollinger + Grohmann GmbH
Klaas de Rycke
www.bollinger-grohmann.com/fr



Foto: Bollinger + Grohmann

LIST Architcture Urbanisme
Ido Avissar
www.list-oia.com



Foto: Dries Segers



Foto: Takashi Kato

Hideyuki Nakayama Architecture
Hideyuki Nakayama
www.hideyukinakayamacom