Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 136 (2010)
Heft: 7: Vom Baum zum Raum

Artikel: Geflochten und geformt
Autor: Büren, Charles von
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-109564

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

01

GEFLOCHTEN UND GEFORMT

Der japanische Architekt Shigeru Ban hat in den letzten Monaten zwei neue Projekte vorgelegt: Ein Clubhaus bei Seoul in Südkorea wurde Ende 2009 fertig gestellt, das Centre Pompidou im französischen Metz wird im Mai 2010 eröffnet. Beide Bauten haben ein filigran geflochtenes, frei geformtes Holzdach. Konstruiert haben es die Schweizer Ingenieure Franz Tschümperlin (SJB Kempter Fitze) und Hermann Blumer (Création Holz).

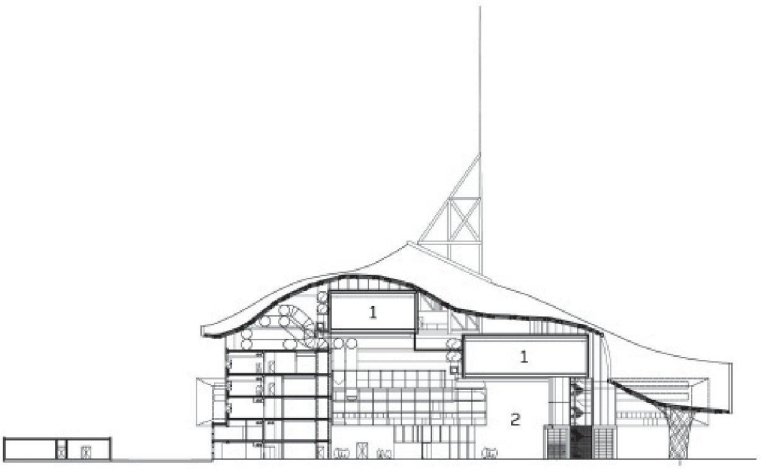
Titelbild
Clubhaus Hasley – Nine Bridges in Yeoju, Südkorea (Foto: Hermann Blumer)

Auch wenn traditionelle Erzeugnisse aus Asien – ein Sonnenhut bzw. ein Kissen aus geflochtenem Bambus – die netzartige Dachkonstruktion der Bauten in Metz und Yeoju inspiriert haben, ist das gebaute Ergebnis in beiden Fällen eine Hochleistung moderner Holzbautechnologie. Die Dächer wirken leicht, ausgewogen und organisch gewachsen; doch ohne digitale Hilfsmittel wären weder Planung noch statische Berechnung, Fertigung, Transport oder Baukoordination denkbar gewesen.

CENTRE POMPIDOU, METZ (F)

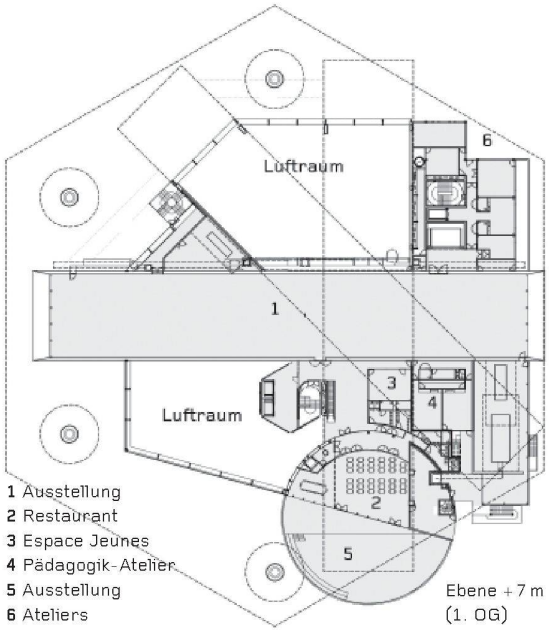
Der Neubau liegt im Quartier Amphithéâtre beim TGV-Bahnhof am Rand des Stadtzentrums von Metz. Es bildet das Kernstück eines ambitionierten Plans des Architekten und Urbanisten Nicolas Michelin, den Stadtraum aufzuwerten. Der Neubau enthält nebst zahlreichen Ausstellungsräumen auch ein Studio für Aufführungen und künstlerische Aktionen, ein Auditorium, eine Buchhandlung, ein Restaurant und ein Café. Der Standort Metz wurde gewählt, weil er nahe bei Luxemburg, Belgien, Rheinland-Pfalz und dem Saarland liegt; über TGV und Autobahnen erschlossen, kann die Hauptstadt von Lothringen eine internationale Ausstrahlung entwickeln. Der internationale Architekturwettbewerb für das Projekt wurde im März 2003 ausgeschrieben. Aus 157 eingegangenen Dossiers wurden sechs für die engere

01 Centre Pompidou, Metz: Visualisierung
(Bild: CA2M, Shigeru Ban Architects Europe)
02 Schnitt
(Pläne: CA2M, Shigeru Ban Architects Europe)
03–06 Grundrisse



1 Ausstellung 2 Halle

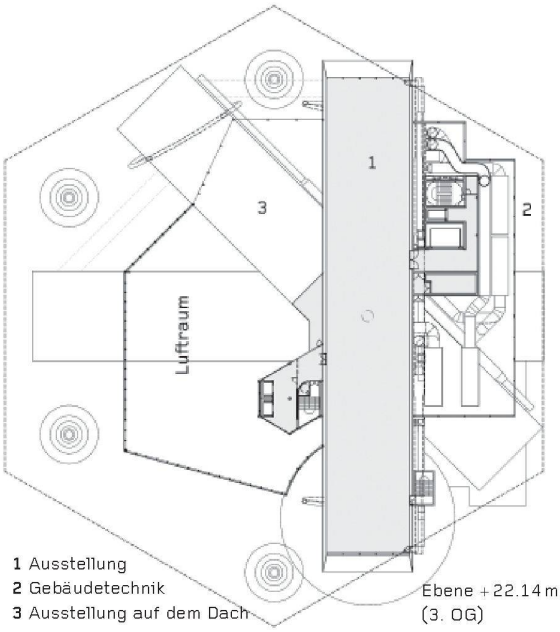
02



1 Ausstellung
2 Restaurant
3 Espace Jeunes
4 Pädagogik-Atelier
5 Ausstellung
6 Ateliers

Ebene +7 m
(1. OG)

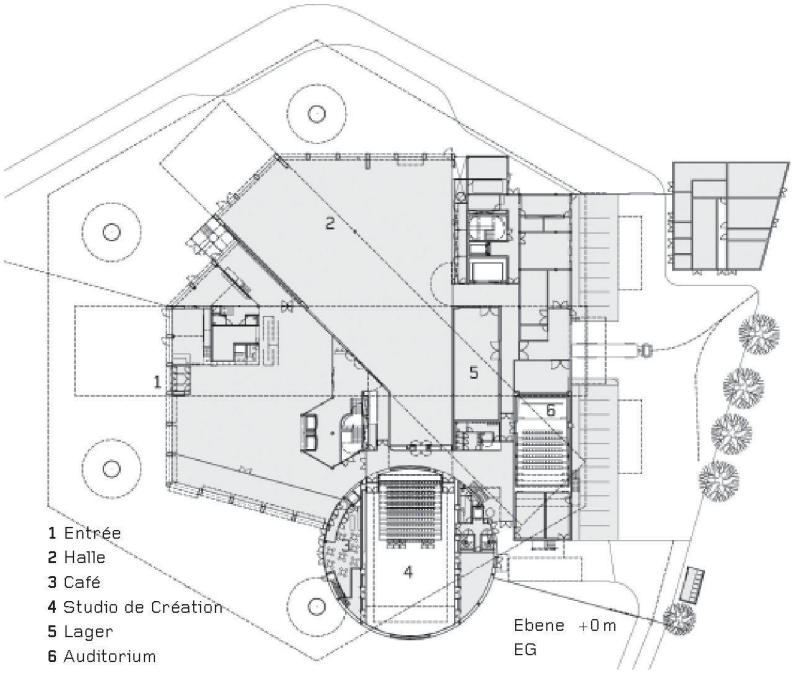
03



1 Ausstellung
2 Gebäudetechnik
3 Ausstellung auf dem Dach

Ebene +22.14 m
(3. OG)

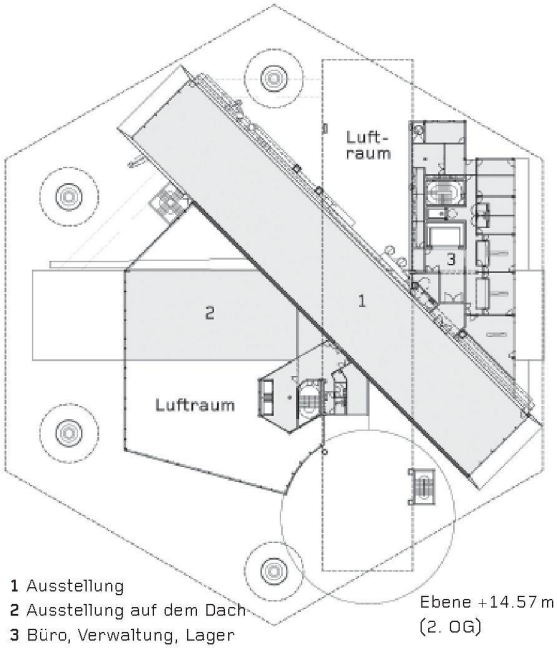
04



1 Entrée
2 Halle
3 Café
4 Studio de Création
5 Lager
6 Auditorium

Ebene +0 m
EG

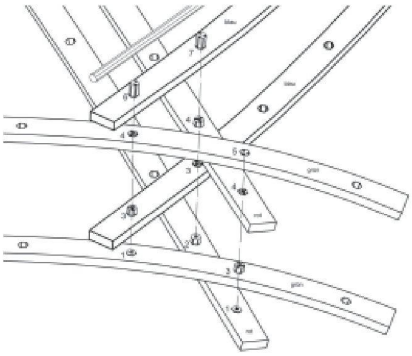
05



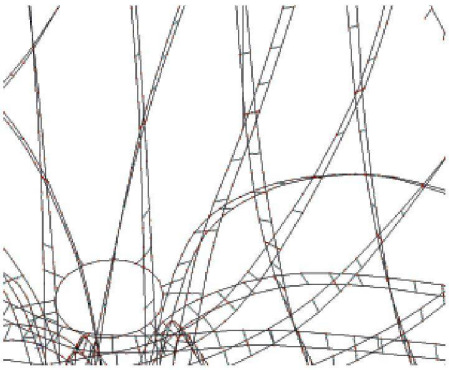
1 Ausstellung
2 Ausstellung auf dem Dach
3 Büro, Verwaltung, Lager

Ebene +14.57 m
(2. OG)

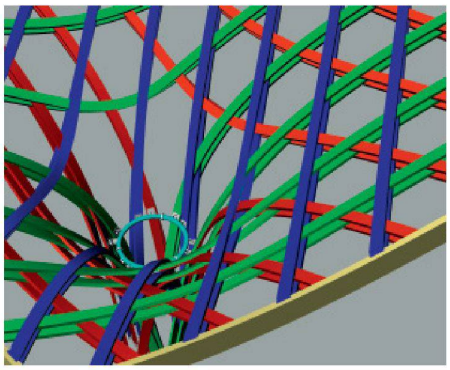
06



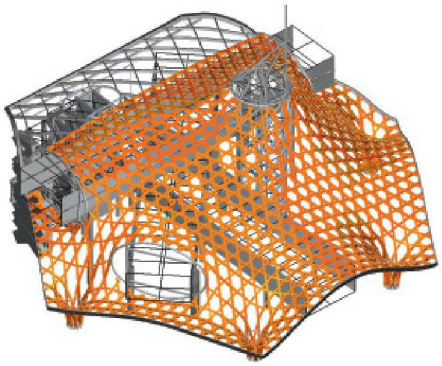
07



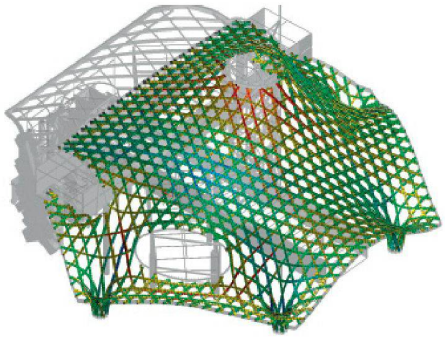
08



09



10



11

12

13

14

15

07 Skizze der räumlichen Verbindung der sechs Holzbänder mit Dollen
(Bilder 07–15: Création Holz, SBJ)
08 Modellbildung mit Stabwerk und Federn
09 Geometrie des Gitterwerks, Übergang Dachstütze mit stählernem Ring und Anschlussteilen
10 Digitales Gesamtmodell der Statik
11 Digitales Modell der Beanspruchungen der Stäbe
12 Anschlussdetail beim stählernen Ring
13 Die Holzbänder wurden nicht wie üblich gerade hergestellt und anschliessend in Form gezwungen, sondern dreidimensional gefräst
14 Montage des Werkstattmodells mit realen Stabquerschnitten bei der Firma Ammann
15 Baustelle Centre Pompidou, Metz
16 Blick von der grossen Halle nach oben
(Foto: Hermann Blumer)

Wahl bestimmt. Das Projekt von Shigeru Ban, Jean de Gastines (Paris) und Philip Gumuchdjian (London) in Zusammenarbeit mit Cecil Balmond (Arup, London) erhielt einstimmig den Zuschlag. Bereits im Juni 2004 wurde das Vorprojekt erstellt, im September 2005 die Baubewilligung erteilt und im November 2006 der Grundstein gelegt. Die Eindeckung mit dem Holzdach und den Membranen begann 2009.
Gemäss Shigeru Ban soll der Neubau leicht und gleichzeitig stark erscheinen und das Publikum dazu einladen, unter sein Schutzdach zu kommen. In der Tat beruht die Wirkung der Architektur vorwiegend auf dem wie ein riesiger Strohhut gebauten Holzdach mit seiner transluziden Membran – doch ist dieser Strohhut 8000 m² gross. Das Dach besteht aus Holzstäben mit einem Querschnitt von 14 × 44 cm; 18 000 Laufmeter davon wurden auf CNC-gesteuerten Maschinen zugeschnitten. Diese Holzstruktur wurde in der Schweiz berechnet. Ingenieur Hermann Blumer arbeitete eineinhalb Jahre daran, bestimmte die Flächengeometrie und berechnete die Vorstatik mit den notwendigen, neuartigen Verbindungen. Fabian Scheurer von designtoproduction (Erlenbach ZH) verfeinerte diese Vorgaben zur Dachgeometrie und verschaffte so der Produktionsfirma die notwendigen CAD-Tools, um die Details

CENTRE POMPIDOU, METZ

AM BAU BETEILIGTE

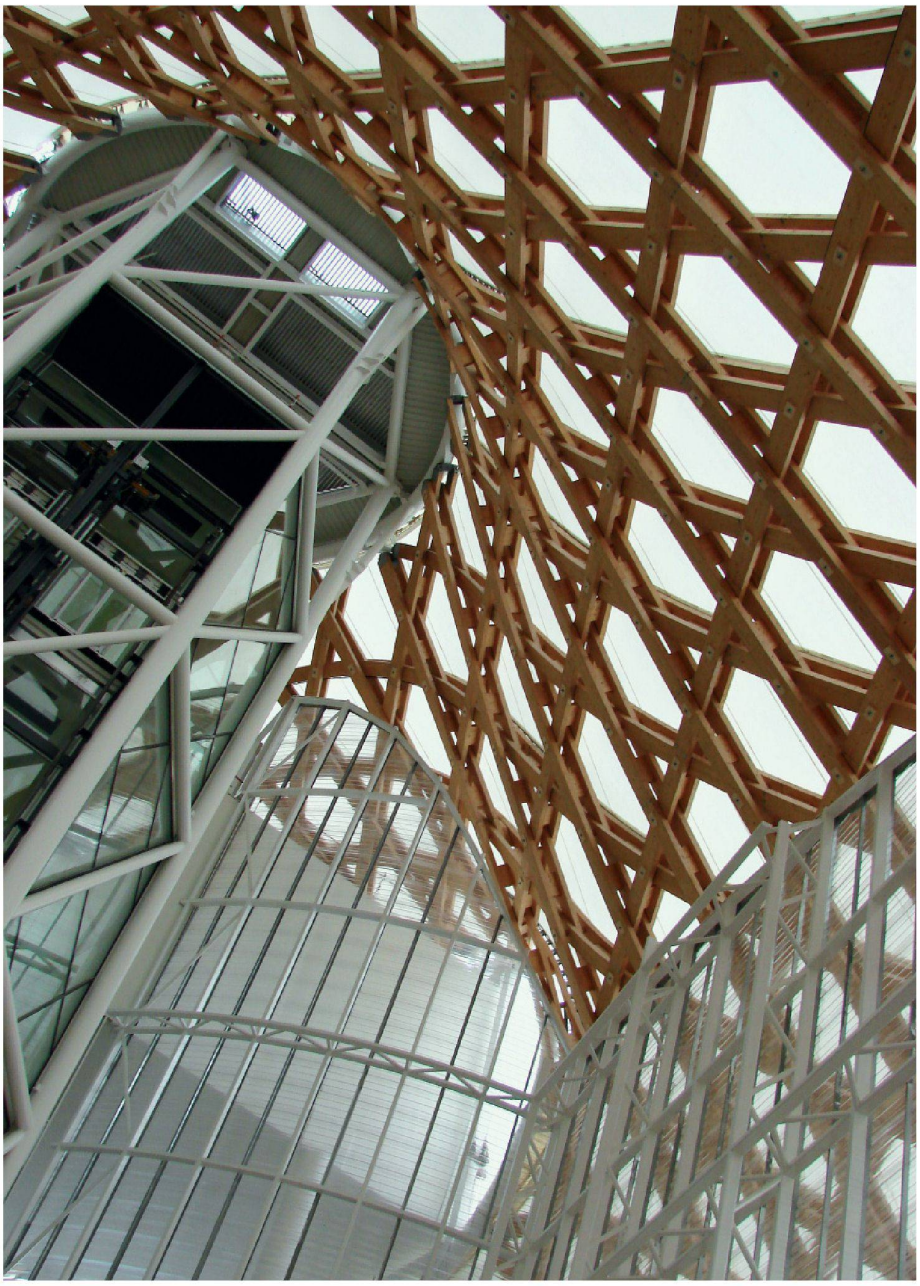
Bauherrschaft: Communauté d'Agglomération de Metz Métropole (CA2M)
Beauftragte der Bauherrschaft: Ville de Metz
Partner der Bauherrschaft: Centre Pompidou, Paris
Architektur: Shigeru Ban Architects, Tokio / Paris; Jean de Gastines, Architecte, Paris; Philip Gumuchdjian Architect, London (Wettbewerbsphase)
Tragkonstruktion Wettbewerb/Ausschreibung: Arup, London
Tragwerksplanung Stahlbeton: CTE sa, Riedisheim (F)
Tragwerksplanung Stahlbau allg.: ETI sa, Echirolles (F)
Planung Stahlbau, Ringe und Anschlüsse: SJB Kempter Fitze, Herisau
Tragwerksplanung Holzbau: SJB Kempter Fitze, Herisau
Beratung Tragwerksplanung Holzbau: Création Holz, Hermann Blumer, Herisau
Geometrieanalyse Holzdach: designtoproduction, Fabian Scheurer, Erlenbach ZH
Prüfingenieur Bauherrschaft Holzbau: Dominique Calvi, Avignon (F)
Prüfingenieur Gegenmodellierung Gesamtstruktur: Socotec sa, Paris
Prüfingenieur für die Bauherrschaft: Terrell, Boulogne-Billancourt (F)
Amtsprüfer: Dekra, Paris
Prüfingenieur für die Versicherung: Cabinet Guillermain, Boulogne-Billancourt (F)
Generalunternehmung: Demathieu & Bard, Montigny-lès-Metz (F)
Stahlbau: Fa. Viry, Eloyes (F)
Holzkonstruktion: Holzbau Ammann, Weilheim-Bannholz (D)
Membrane: Taiyo Europe, München
Quartierplanung: Agence Nicolas Michelin & Associés (ANMA), Paris
Umgebungsplanung: Paso doble, Villette (F)

TECHNISCHE DATEN

Nutzfläche: gesamt 10 700 m², davon Ausstellungsfläche 5000 m²
Fundament: 405 Rammpfähle mit Durchmessern von 50 bis 100 cm, Tiefe: 11 m
Materialien: Beton für Fundament und Rohbau: 12 000 m³; Armierungsstahl: 1500 t; Stahl für Fassade und zentralen Turm: 970 t; Holz für Dachkonstruktion: 650 t, total 16 000 Einzelteile und 18 km Bretter; Membrane: 8500 m² Glasfasergewebe mit Teflonbeschichtung (PTFE)
Baukosten: 69.33 Millionen Euro, davon 51 Millionen Baukonstruktion und 18.3 Millionen Honorare, Möblierung, Innenausstattung, Umgebungsarbeiten und Diverses

ERÖFFNUNGSTAGE: 12.–16. MAI

Die Eröffnung erfolgt am 12. Mai, anschliessend findet ein fünftägiges Fest für alle mit freiem Eintritt statt. Die erste Ausstellung heisst «Chefs-d'œuvre?» und versammelt 500 Werke, die meisten aus dem Stammhaus in Paris.
www.centrepompidou-metz.fr



16

zu den rund 18000 doppelt gekrümmten Brettschichtholzteilen zu erarbeiten. Für die Holzbaustatik war SJB Kempter Fitze mit Hermann Blumer, Création Holz (Herisau), verantwortlich. Die Membran wurde in Japan produziert und besteht aus Glasfasern mit einer Teflonbeschichtung (PTFE Poly-Tetra-Fluoro-Ethylen). Sie lässt 15 % des Tageslichts durch und schützt Dach und Fassade vor Wind und Wetter. Nachts scheint das Bauwerk wie eine Laterne zu glühen.

Die Form von Grundriss und Dach basieren auf einem Sechseck. In der Mitte steht ein 77 m hoher Turm, über den die drei Ausstellungsebenen erschlossen sind und der die Dachstruktur trägt. Die Ausstellungsebenen wirken wie rechteckige, übereinander geschobene Riesenschachteln. Ihre Enden durchbrechen die Dachstruktur, sind verglast und geben den Blick über die Stadt frei. Die Innenräume sind hell: Die Wände sind weiss gestrichen, die Böden aus perlgrauem Beton, das Dach aus hellem, natürlich belassenem Holz und mit der lichtdurchlässigen Membran versehen. Die Räume sind vielseitig nutzbar. Insgesamt weicht die Architektur des Centre Pompidou Metz weit vom Herkömmlichen ab und erinnert kaum an bereits Gebautes.

Fortsetzung Seite 35

HOHE KOMPLEXITÄT – ERFAHRUNGSBERICHT DER INGENIEURE

Das Umsetzen eines architektonischen Entwurfs bis zum fertigen Werk ist eine schöpferische Tätigkeit. Die Aufgabe besteht darin, einem System eine geforderte Funktion, Form und Sicherheit zu geben. Dabei setzt der Ingenieur sein Wissen, seine Erfahrung und seine Werkzeuge ein; er muss den geeigneten Baustoff evaluieren und dessen Stärken gekonnt ins Spiel bringen. Ein Engpass bei der Entwicklung eines Systems ist oft die Zeit: Meist befinden sich die Planungsarbeiten aufgrund ihrer Komplexität bereits vorgängig im Rückstand. So muss sich der Ingenieur in der Praxis mit Lösungen zurechtfinden, deren Optimierungsprozesse parallel noch laufen, obwohl bereits Massgebendes freizugeben und qualitativ zu verantworten ist. Die zwei Holzdächer, die wir für Shigeru Ban verwirklicht haben, illustrieren die Schwierigkeiten und Chancen dieser Ausgangslage.

Das Netz in Metz – ein gesellschaftlicher, organisatorischer und technischer Hochseilakt

Als wir erstmals mit dem Wettbewerbsprojekt für das Centre Pompidou in Metz konfrontiert wurden, hatten wir eine Skizze eines hexagonalen Netzes vor uns, basierend auf einem Sechseckgrundriss mit einer Diagonalen von 100 m. Vier Stützen, ebenfalls als verflochtenes Netz ausgebildet, sollten die Kräfte des zeltartigen Daches in die Fundamente leiten. Angesichts der grossen Aussparungen im Netz war unsicher, ob es gelingen würde, die Konstruktion ins Gleichgewicht zu bringen. Eine wichtige Frage war auch: Wie können wir die Geometrie der Fläche mathematisch exakt formulieren, wie dies für die statische Berechnung, die massgenaue Herstellung und die schnelle Montage nötig sein würde? Die Vorgabe des Architekturbüros und der seit Projektbeginn beteiligten Ingenieure war eine Entwurfsskizze mit von Knoten zu Knoten gerade verlaufenden Einzelstäben.

Ein Besuch von Shigeru Ban bei der Firma Amann Holzbau in Weilheim (Schwarzwald) brachte den Architekten, die Holzbauunternehmung und uns neu beigezogene Ingenieure zusammen. Ab diesem Moment begannen wir, uns intensiv mit der Konstruktion zu beschäftigen, die damals fast unmöglich zu realisieren schien. Das Projekt war durch Ungewissheiten blockiert: Gegensätzliche Vorstellungen über die Geometrieerfassung, das anzunehmende statische Modell, die Herstellung der gekrümmten und verdrillten Holzbänder, die geeignete Verbindungstechnik, den konfliktfreien Montageablauf und eine auf das Nötigste reduzierte Gerüstung verhinderten das Vorankommen. Unklar war auch, wie die Membran auf der Holzkonstruktion gespannt und befestigt werden sollte. Hinzu kamen Überlegungen zur Verträglichkeit der darunterliegenden Beton- und Stahlkonstruktion mit dem Holzdach. Aus verständlichen Gründen waren viele Fachspezialisten daran interessiert, an diesem Bauwerk mitwirken zu können und ihre Meinungen kundzutun.

Bei Pionierbauten in dieser Komplexität besteht die Gefahr, dass die Entscheidungsträger überfordert werden. In Metz waren das die Bauherrschaft, die Architekten, die Ingenieure aller Spezialgebiete, der GU, die Einzelunternehmungen, die Versicherer und die Prüfstatiker. Die Folge war ein unmethodisches Kooperieren der vielen mitbestimmenden Akteure. Sie beherrschten zwar ihr jeweiliges Teilgebiet, hatten aber Mühe, die Mosaiksteine zu einem Ganzen zusammenzufügen. Alle Beteiligten hätten sich mutiger mit der eigenen Aufgabenstellung und verständnisvoller mit den Anliegen anderer befassen sollen; stattdessen lähmte mangelnde Entscheidungsfreude der Einzelnen den Planungsprozess fast vollständig. Die Projektsteuerung gab keine klaren Strukturen vor. Unterlassungen in der Planung wurden den ausführenden Unternehmern zum Albtraum. Die Lehre, die wir daraus gezogen haben, ist: Wenn Architekten in Zukunft vermehrt so komplexe Strukturen planen, werden die Führungs- und Entscheidungsfähigkeiten der Ingenieure – neben ihrem technischen Können – in hohem Mass gefordert sein.

Verbindung jenseits bestehender Normen

Vor allem aus Sicht der Montage war uns klar, dass für das Verflechten der sechs Bänder und die Koppelung von jeweils vier sich treffenden Bändern eine neuartige Lösung notwendig war. Da die Bänder gekrümmt und verdreht sind, mussten wir uns die Verbindungen räumlich zurechtlegen. Der Lösungsansatz bestand aus einer eigenen Ingenieurvariante mit selbstzentrierenden Dollen und einer lageweisen Montage (Abb. 7). Damit wurde auf einen Schlag alles sehr einfach – allerdings hatten wir noch keine Gewissheit, ob die Schnittkräfte übertragen werden könnten und wie steif diese Dollenknotenpunkte in sich und im Verbund sein würden. Daher galt es, diese Ungewissheiten mit einer ausgedehnten Versuchsreihe an der Hochschule für Architektur, Bau und Holz in Biel zu beseitigen.

Normen haben den Anspruch, Regeln für alle möglichen Baukonstruktionen aufzustellen; in diesem Fall jedoch halfen sie nicht weiter, weil die normativen Standardverbindungen unsere Anforderungen betreffend Herstellung und Montage nicht erfüllen konnten. Es mussten somit neue Anschlüsse entwickelt werden. Diese wurden über Versuche in Biel abgesichert, statistisch ausgewertet und die Tragfähigkeit ermittelt. In unserer Verantwortung als Statiker mussten wir die Berechnungsergebnisse laufend auf ihre Plausibilität prüfen. Dabei war es auch mehrere Male notwendig, einen Schritt zurückzugehen und den einen oder anderen Aspekt noch einmal grundsätzlich zu hinterfragen. Kritische Einwände aus dem externen Projektumfeld waren dabei ebenfalls hilfreich und wurden auf sachlicher Basis von uns angenommen.

Planerische Ingenieurleistung und Datenfluss

Als Ingenieure waren wir bei diesem Projekt vom Anfang bis zum Schluss eingebunden. Unsere Arbeit war mit der Übergabe der Statik an die Prüfingenieure keineswegs abgeschlossen. Auch während der Herstellung und der Montage wurden wir immer wieder mit neuen Fragestellungen konfrontiert, auf die es sofort zu reagieren galt. Gerade in der Freiformtechnologie ist es wichtig, dass der digitale Datenfluss (z. B. Produktionsnummern, Materialisierung etc.) über die verschiedenen Schnittstellen reibungslos läuft. Ständige Anpassungen an neue Gegebenheiten waren auch während der Ausführung gefordert. Einen Spielraum für manuelle Anpassungen gab es kaum – zu gross war die Gefahr, mit der Korrektur eines Fehlers eine ganze Fehlerkette zu provozieren.

Der Kristallisationskern aller geometrischen Daten war beim Dach die mathematisch exakt definierte Masterfläche, die Mittelfläche der insgesamt 900 mm starken Netzwerkkonstruktion. Über eigene und von der Firma designtoproduction generierte Programme konnten Daten aus dieser Fläche in die Bereiche Statik, Fertigung und Montage verlustfrei übertragen und in beide Richtungen genutzt werden. Die Menge der Daten, die aus den embryonalen «Stammbytes» generiert wurden, war gigantisch. Änderungen in der Geometrie der 18 000 Laufmeter Stäbe konnten dank der Digitalisierung bis zum Schluss berücksichtigt werden. Die Datenmenge überstieg alles, was wir bis anhin kannten: Immerhin musste mit gegen zweihundert Lastfällen für 30 000 Knoten und 45 000 Stäbe gerechnet werden. Hinzu kam die Integration der Unterkonstruktionen in Stahl und Beton in unsere Berechnung mit dem Ziel, die Gewerke verträglich zusammenzubringen.

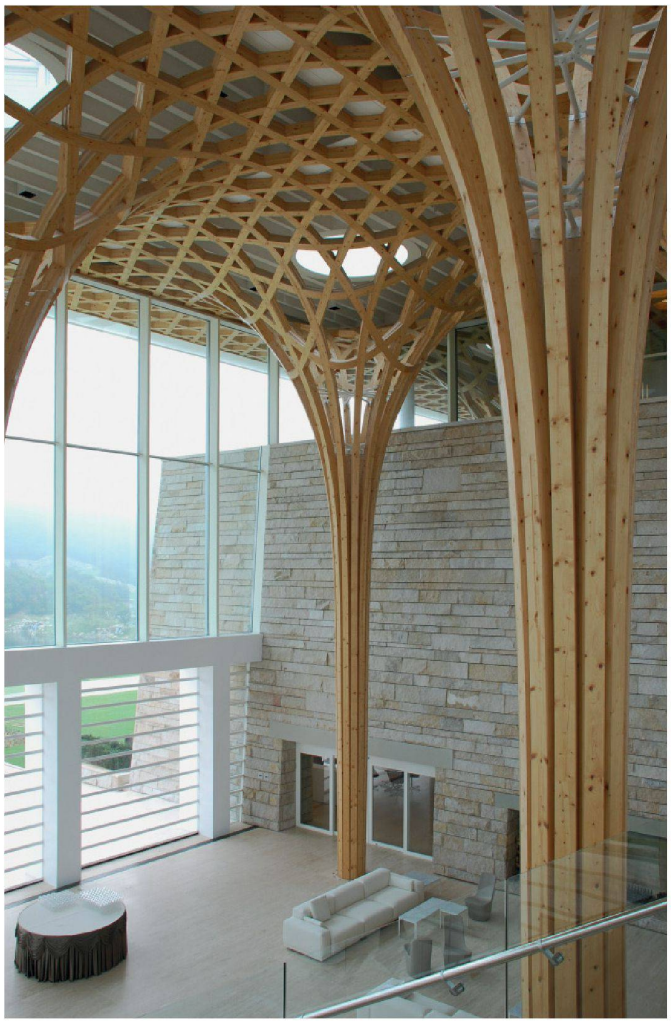
Dank dem Einsatz von ultraschnellen, parallel laufenden Rechnern konnte das statische Modell stark detailliert werden. Es war nur bedingt möglich, mit Vereinfachungen zu rechnen, da sich diese aufsummiert von der Realität entfernten. Die Dollen wurden auch als Stababschnitte modelliert und deren Enden mit Federn versehen. Selbst die Montagestösse bei den Bändern und die Schubverbindungen wurden nachgiebig in die Berechnungen eingebracht. Dadurch gelang es, das Verhalten der Konstruktion rechnerisch präzise abzubilden. Ein Versuch mit einem grösseren Dachausschnitt erbrachte eine Übereinstimmung von wenigen Prozenten. Mit dem abstrahierten, aber sehr detaillierten Tragwerk-Statikmodell (Abb. 10–11) waren wir in der Lage, während des ganzen Projektverlaufs prompt auf die im Planungsumfeld ständig auftauchenden Detailfragen Antworten zu liefern.

Die Bäume in Yeoju – Exploit im Teamwork

Mit den Erfahrungen des Centre Pompidou in Metz konnten wir beim Clubhaus in Yeoju neue Ufer betreten. In weniger als acht Monaten gelang es uns, die Masterfläche zu definieren, die Konstruktion zu entwickeln, die statische Berechnung durchzuführen, eine neue CNC-Anlage zu bauen und zu programmieren, die Holzteile in der Schweiz abzubinden, diese in einem sechswöchigen Schifftransport nach Korea zu bringen und dort die Montage fristgerecht durchzuführen. In diesem Fall konnten wir auf ein optimal eingespieltes Team mit bewährten Spezialisten bauen. Die Zusammenarbeit mit der Bauherrschaft, den Architekten und den Ingenieuren vor Ort war hervorragend. Solche Projekte sind Glücksfälle in einem Ingenieurleben!

Die Projekte in Metz und Yeoju haben die Konstruktion von Freiflächen mit Holz ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt; es ist absehbar, dass solche Freiflächen Architekturschaffende inspirieren werden. Mit dem neuen Ansatz, die Holzstäbe dreidimensional zu fräsen – und nicht etwa in Form zu zwingen, sodass es zu Rückstellungen kommt –, konnte die Präzision über die Vorfabrikation essenziell verbessert werden (Abb. 13). Diese Präzision der Formgebung im Zehntelmillimeterbereich ermöglichte es, die Montagen beider Bauwerke schnell und zwängungsfrei durchzuführen. Diese Methode hatte auch entscheidende finanzielle Vorteile; noch mehr Wirtschaftlichkeit ist in Zukunft dank der Weiterentwicklung der Technologie bei der Datenbereitstellung und dem CNC-Bearbeiten möglich. Auch bei der Herstellung der Rohlinge wird man bald mit weniger Zumass auskommen.

Hermann Blumer, dipl. Ing. ETH/SIA,
Création Holz, mail@hermann-blumer.ch
Franz Tschümperlin, dipl. Holzbauingenieur FH,
SBJ Kempter Fitze AG, f.tschuemperlin@sjb.ch



17

18

19

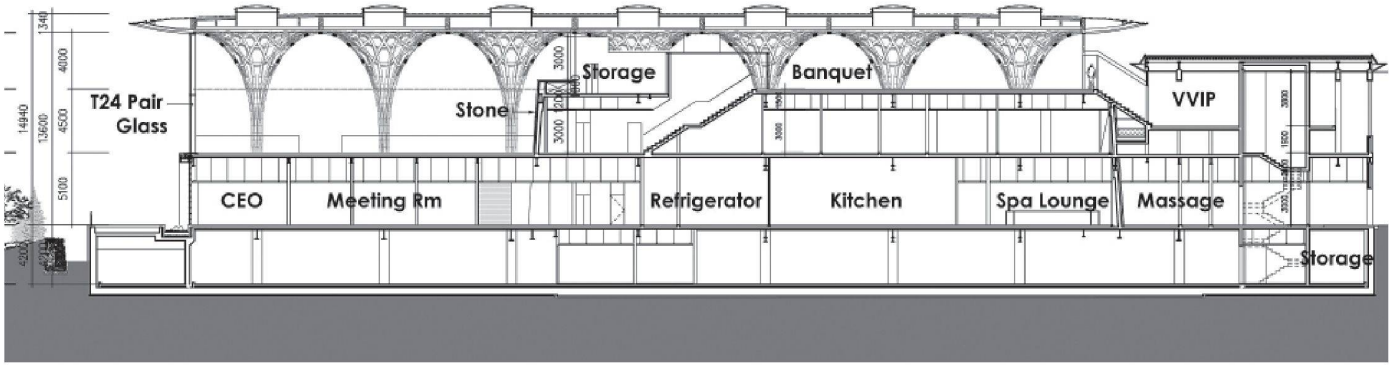
17–18 Clubhaus Hasley, Halle und Aufenthaltsraum im 3. Geschoss (Fotos: Hermann Blumer)
19 Clubhaus Hasley, Baustelle
(Foto: Création Holz, SBJ)

CLUBHAUS HASLEY – NINE BRIDGES, YEOJU (SÜDKOREA)

Der Hasley Country Club in Yeoju, eine Fahrstunde südlich von Seoul, ist ein 18-Loch-Privatplatz, der dereinst zu den Top Ten der Golfclubs weltweit gehören will. Deshalb wurde auch für die Architektur eine besondere Gestaltung gesucht. Shigeru Ban setzte aus ökologischen und bautechnischen Gründen vor allem auf Holz (wobei die Vorzüge des Materials und der Vorarbeiten in der Schweiz trotz dem langen Transportweg überzeugt haben).

Die Anlage besteht aus drei Gebäudekomplexen: einem Clubhaus für reguläre Mitglieder, dem Trakt für VIP-Mitglieder und den Empfangsräumen für VIP. Jeder Bauteil ist unterschiedlich konstruiert. Das baulich prägende Clubhaus besteht aus einer Holzkonstruktion, die in ihrer Grundform auf das traditionelle, aus Holzspänen geflochtene, «bamboo wife» genannte Sommerkissen zurückgeht. Der VIP-Teil ist weitgehend eine Stahlkonstruktion, im VIP-Clubhaus finden sich zudem Betonstrukturen. Alle Bauten beziehen sich in zeitgemässer Sprache auf tradierte Architekturformen Koreas.

Das Clubhaus ist grosszügig angelegt und dreigeschossig. Die Empfangshalle erstreckt sich über die gesamte Gebäudehöhe von über 13 m (Abb. 17). Im Erdgeschoss finden sich eine Restaurantzone, Konferenzräume, ein Spa, kleine Appartements für Mitglieder und technische Räume wie Küchen, Vorratsräume und Büros. Die zweite Etage enthält weitere Räume des Spa, eine VIP-Lounge und Appartements. Im dritten Geschoss liegt ein Aufenthalts- und Esssaal mit Bar. Hier ist die Holzstruktur aus nächster Nähe sichtbar (Abb. 18); deshalb galt für die gesamte Konstruktion ein strikter Anspruch auf höchste Qualität der Detailausbildung und der Passgenauigkeit der Holzverbindungen. Die einzelnen vorgefertigten und als grosse Strukturen zusammengefügten Teile mussten sich wie ein Designermöbelstück in die Innenarchitektur integrieren.



20 Clubhaus Hasley, Querschnitt (Plan: Shigeru Ban Architects)

CLUBHAUS HASLEY, YEOJU

AM BAU BETEILIGTE

Bauherrschaft: Betreiber Golfclub Hasley Country Club, Yeoju, Südkorea
Auftraggeber: CJ Construction & Engineering, Seoul
Architektur: Shigeru Ban Architects, Tokio, mit Kevin S. Yoon, KACI International, Seoul
Tragwerksplanung Holzbau: SJB Kempter Fitze, Frauenfeld, Franz Tschümperlin
Beratung Tragwerksplanung: Création Holz, Hermann Blumer, Herisau
Geometrieanalyse: designtoproduction, Fabian Scheurer, Erlenbach ZH
Dachflächenausformung: iCapp GmbH, Zürich, Jürg Danzberg, Stefan Schmälzle
Holzbau (Entwicklung, Planung, Statik, Produktion, Vormontage und Montage der Dachkonstruktion): Blumer Lehmann AG, Gossau, Richard Jussel, Felix Holenstein, Martin Antemann

TECHNISCHE DATEN

Grundstückfläche: 1 132 871 m²
Bebaute Fläche: 5420 m²
Träger: 21 baumartig geformte Holzstützen
Dachelemente: 32 Kronenelemente, 5 Typen
Kronenelemente: 3490 Bauteile, 14 200 Laufmeter Trägerlänge, 14 824 Blattverbindungen, bis zu 3640 Abschnitte pro Element
Material: Holz: 315 m³ doppelt gekrümmtes, 215 m³ gerades Brettschichtholz; Stahl: 21 t für Grundplatten und Verbindungsmittel, 8 t für Stahlträger; Vollgewindeschrauben Krone: 75 000 Stück; Flickzapfen Krone: 35 000 Stück; Schraubzwingenspannungen: 23 000 ×
Personalaufwand: Arbeitsvorbereitung: 5119 Stunden, 14 Mitarbeitende; Programmierung: 2927 Stunden; Arbeiten im Werk: 40 Mitarbeitende; Baustelle: 39 Mitarbeitende
Montage: Beteiligt waren ein oben drehender Baustellenkran mit koreanischem Kranführer sowie 39 Fachleute aus der Schweiz. Montagezeit total: 10 Wochen. Das Versetzen der einzelnen, sehr grossen Kronen bedingte das gleichzeitige Einfahren von 24 Schlitzblechen.
Stabilisieren der Bauzustände: Das Gebäude kommt ohne diagonale Verstrebungen in den Fassaden aus. Nach jedem Montageschritt war die Konstruktion auszurichten und zu stabilisieren. Nur so liess sich die umlaufende Glasfassade präzise Einbauen. Das gesamte aufgebaute Tragwerk garantiert die Stabilität.

Das Golfhaus ist als geometrisch ausgerichteter «Wald» aus 21 Bäumen entworfen. Diese Baumstützen tragen die 36 × 72 m grosse Dachfläche. Das zweiseitig Last abtragende «Astgeflecht» der Kronen verläuft bis in das 4.50 m breite Vordach. Die gesamte Höhe der Konstruktion misst 13.6 m. Wie in der Natur, so ist auch bei dieser Konstruktion kein Stab gerade. Sämtliche Flächen sind mindestens einfach, meist zweifach gekrümmt. Auf den Kronen ruht ein Trägerrost mit Haupt- und Nebenträgern, in denen 21 Lichtkuppeln mit einem Durchmesser von 3 m integriert sind. Den oberen Abschluss der Holzkonstruktion bildet eine Dreischichtplatte. Ban betont, dass diese Holzkonstruktion aus ökologischen Gründen gewählt wurde, und bezieht sich auf Fachpublikationen von Klaus Richter, Leiter der Holzabteilung der Empa in Dübendorf. Gleichzeitig legte er Wert darauf, ausschliesslich mit smarten EDV-Programmen und hochpräziser Vorfertigung zu arbeiten.
Für die Planung und Berechnung der Raumgeometrie, die Ingenieurarbeiten und die Produktion wurden Firmen und Personen aus der Schweiz beigezogen. Im Juni 2008 stellte sich die Blumer Lehmann AG in Gossau anlässlich einer Betriebsbesichtigung einer koreanischen Delegation vor. Diesem ersten unverbindlichen Kontakt folgte die Anfrage nach einer Kalkulation. Der Auftrag sah einen ausserordentlich engen Zeitrahmen vor: Das Dach sollte Ende Februar 2009 gebaut sein. Innert kürzester Zeit (rund eine Woche) war aufgrund der Konzeptpläne aus Korea eine zweifach gekrümmte Dachkonstruktion zu gestalten, zu erfassen und in Zahlen auszudrücken.
Für die Geometrieanalyse, auf der die weiteren Berechnungen und die Produktionsplanung basierten, zeichnete die Firma designtoproduction verantwortlich. Die Berechnungen und die Parameter zur Optimierung zwischen Geometrie, Statik und Wirtschaftlichkeit bildeten richtungweisende Kernpunkte. Der eigentlich einfache, rechteckige Grundriss führte zu technisch vorteilhaften Wiederholungen von Ausführungsdetails. Die Dachkonstruktion liess sich in fünf Elementtypen aufteilen. Ein sechsstelliges Nummernsystem sicherte die Identifizierung aller Bauteile. Aufgrund der grossen Anzahl Elemente, für deren Transport insgesamt 26 Container verschifft und 9 Flüge notwendig wurden, sowie der 8000 km langen Distanz zwischen Produktionsort und Baustelle war diese präzise Identifizierung wesentlich.

Charles von Büren, Fachjournalist SFJ, bureau.cvb@bluewin.ch