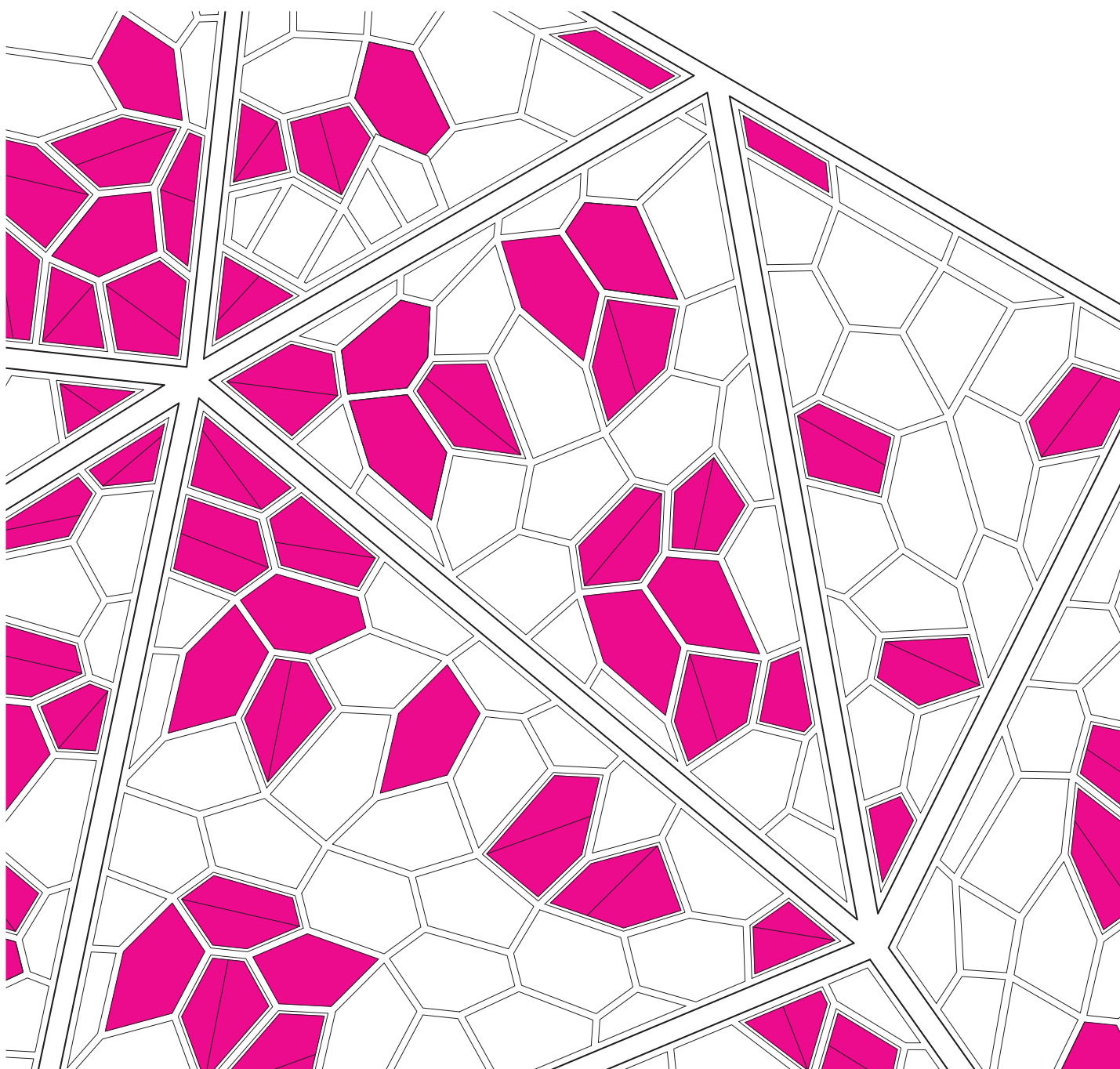


DETAIL

Zeitschrift für Architektur + Baudetail · Review of Architecture · Revue d'Architecture



Betriebsrestaurant in Ditzingen

Company Cafeteria in Ditzingen

Architekten:

Barkow Leibinger Architekten, Berlin

Mitarbeiter:

Lukas Weder (Projektleitung),

Johanna Doherty, Philipp Heidemann,

Caspar Hoesch, Christina Möller,

Mathias Oliva y Hausmann, Dagmar Pelger,

Klaus Reintjes, Jason Sandy

Tragwerksplaner:

Werner Sobek Ingenieure, Stuttgart

Holz-Stahl-Konstruktion:

Holzbau Amann GmbH




Das Betriebsgelände der Firma Trumpf wurde in den letzten zehn Jahren stetig erweitert und umgebaut. Nach mehreren Produktions- und Verwaltungsgebäuden entstand zuletzt ein Betriebsrestaurant für die 2000 Mitarbeiter im Zentrum der Anlage. Als flacher Pavillon mit fünfeckiger Grundform hebt es sich sichtlich von den umliegenden Firmengebäuden ab und verweist so auf seine besondere Funktion als Gemeinschaftsraum und Treffpunkt. 700 Personen können hier gleichzeitig essen; darüber hinaus kann der Raum für Veranstaltungen genutzt werden. Das notwendige große Volumen ist unauffällig in das Gelände integriert: Die Nebenräume verbergen sich im Erdreich, und die Haupt-

ebene des Restaurants ist gegenüber der Geländeoberkante um 4 Meter abgesenkt. Dadurch ist ein direkter Zugang von dem unterirdischen Fußgängertunnel möglich, der die einzelnen Firmengebäude miteinander verbindet. Den Übergang zum Straßenniveau bilden angrenzende Terrassen und Senkgärten sowie die Galerieebene, die sich über den Nebenräumen befindet und über großzügige Freitreppen erreichbar ist. Markantestes architektonisches Element ist zweifellos das Dach, das den hohen, durchweg verglasten Raum mit Leichtigkeit zu überspannen scheint (siehe auch S. 78ff.). Die prägnante wabenartige Holzstruktur verleiht dem Innenraum eine angenehme räum-

liche Tiefe und Maßstäblichkeit. Zudem entsteht durch das integrierte Belichtungskonzept ein akzentuiertes Wechselspiel aus hellen und dunklen Flächen: Teils durchstoßen die Holzwaben die Dachfläche als Oberlichter, teils nehmen sie die künstliche Beleuchtung auf. Die restlichen Waben sind mit gelochten Holzelementen ausgesteift, die zugleich für eine angenehme Akustik sorgen. Getragen wird die Holzstruktur von Stahlhohlprofilen, die auf insgesamt nur neun Stützengruppen ruhen. Durch die Auflösung in jeweils drei schlanke, teils schräg stehende Stützen erscheint die Konstruktion leicht und spielerisch – der Raum wirkt nahezu stützenfrei.

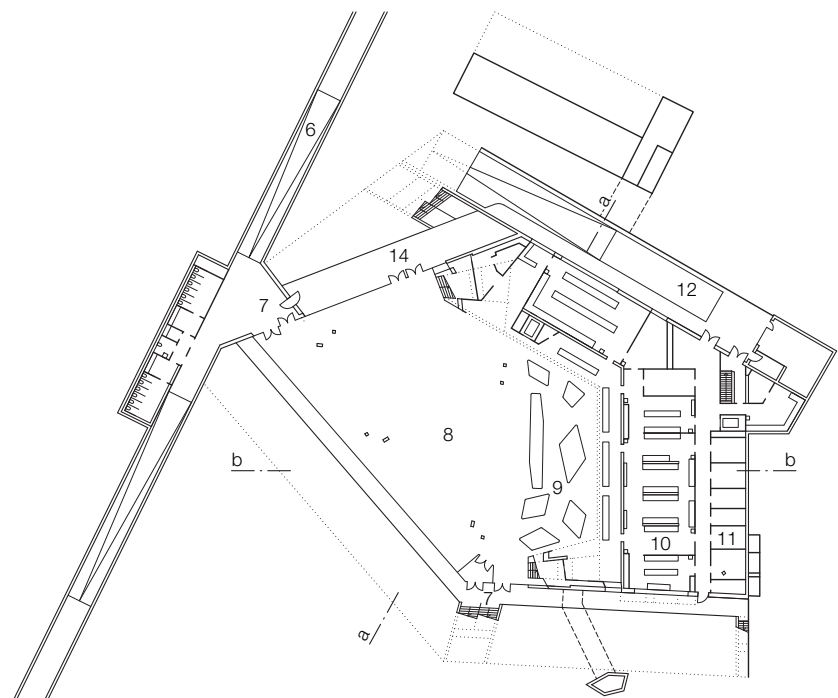
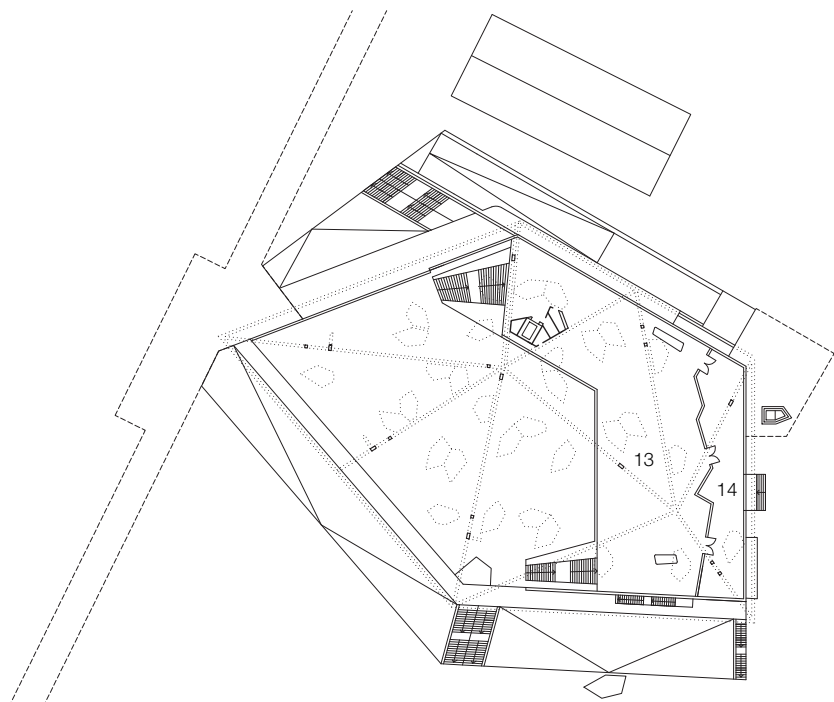
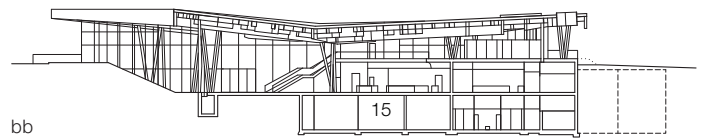
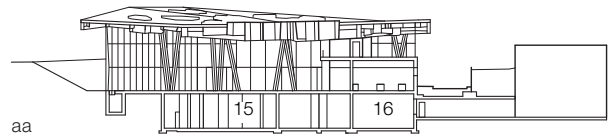


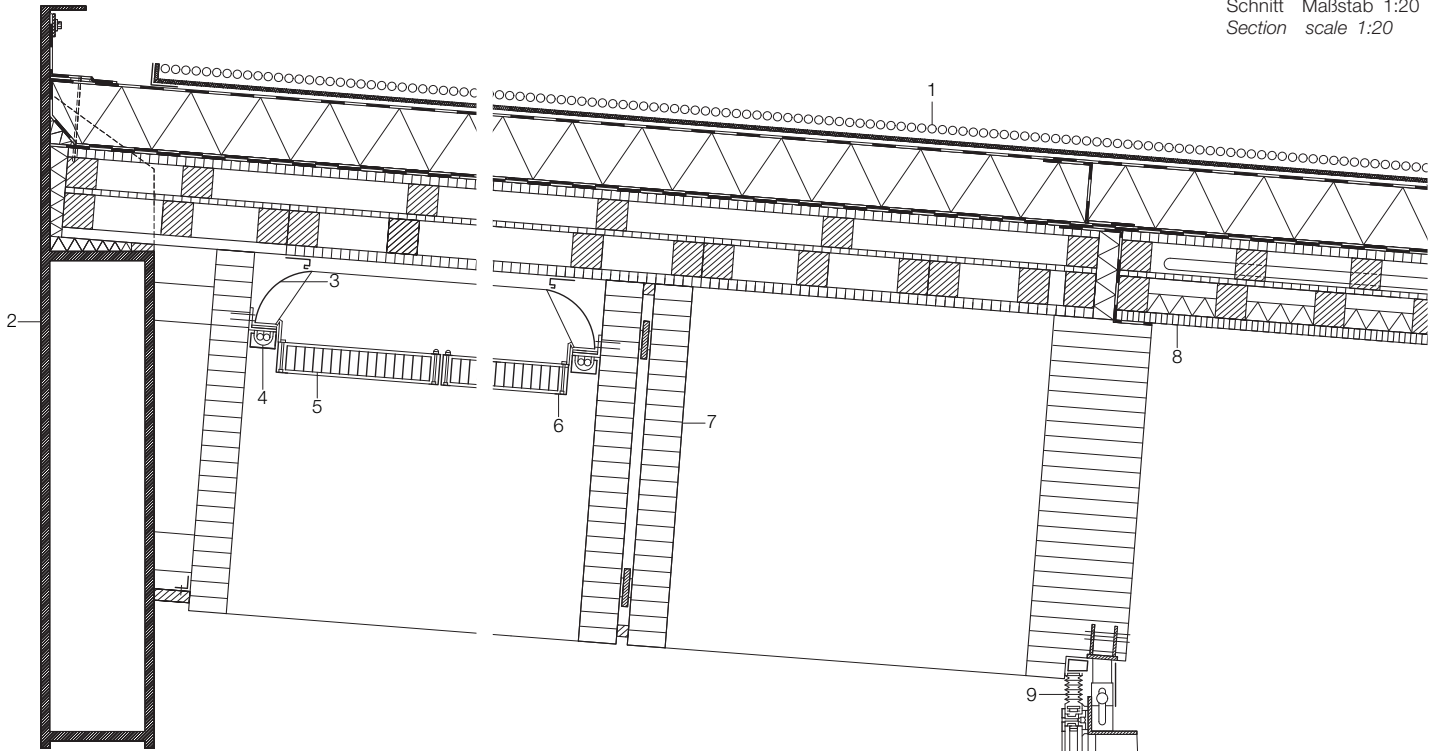
 DETAILplus: Film:
www.detail.de/0123

Lageplan
Maßstab 1:6000
Schnitte • Grundrisse
Maßstab 1:1000

Site plan
scale 1:6000
Sections • Floor plans
scale 1:1000

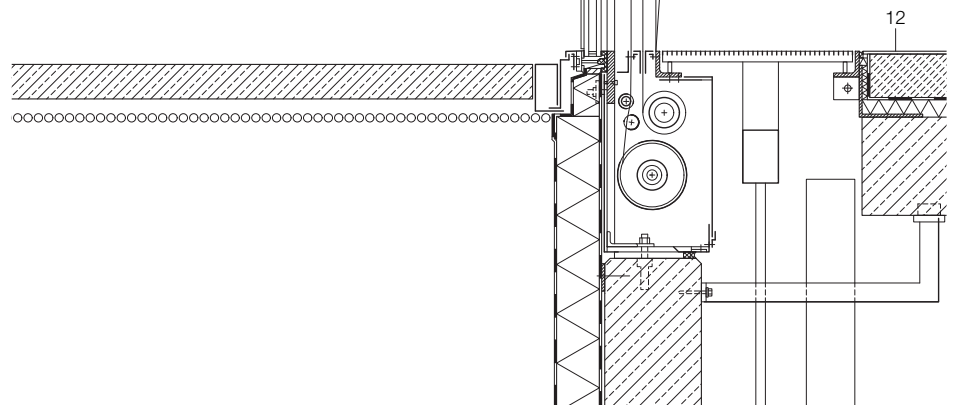
- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Produktion/ Entwicklung | 1 Production/ Development |
| 2 Haupteingang Firmengelände | 2 Main entrance to the campus |
| 3 Dienstleistungs- zentrum | 3 Service centre |
| 4 Betriebsrestaurant | 4 Company cafeteria |
| 5 Vertriebs- und Servicezentrum | 5 Distribution and service centre |
| 6 Tunnelverbindung | 6 Tunnel connection |
| 7 Eingang | 7 Entrance |
| 8 Restaurant/ Auditorium | 8 Dining hall/ Auditorium |
| 9 Essensausgabe | 9 Cafeteria counter |
| 10 Küche | 10 Kitchen |
| 11 Lager | 11 Storage |
| 12 Anlieferung | 12 Delivery |
| 13 Cafeteria/Galerie | 13 Cafeteria/Gallery |
| 14 Terrasse | 14 Terrace |
| 15 Technik | 15 Services |
| 16 Heizungszentrale | 16 Heating facility |



Schnitt Maßstab 1:20
Section scale 1:20

- 1 Basaltschotter, Basaltspalt
Dränmatte 10 mm
Dachdichtung Polyolefin
Wärmedämmung Mineralwolle 160 mm
Bitumschweißbahn zweilagig
OSB-Platte 25 mm
Hohlraum für Installationen 80 mm
OSB-Platte 15 mm
Konstruktionsvollholz 80/93 mm
Dreischichtplatte 27 mm
- 2 Stahlträger Hohlkastenprofil 300/800–1500 mm
- 3 Reflektor Aluminium hochglänzend
- 4 Gehäuse für Leuchte abnehmbar
- 5 Wabenblech Aluminium 50 mm
- 6 Aluminiumprofil L 80/30/3 mm
- 7 Träger BSH Fichte lasiert 100 mm
- 8 Dreischichtplatte gelocht 27 mm
Akustikvlies
Mineralwolle 50 mm
- 9 Faltenbalg zur Aufnahme von Dachverformungen
- 10 Isolierverglasung ESG 12 mm + SZR 20 mm +
ESG 12 mm
- 11 Fassadenpfosten Stahlprofil T 80/250–350 mm
- 12 Beschichtung Polyurethan 3 mm
Calciumsulfat-Estrich 110 mm
PE-Folie zweilagig
Dämmung PS-Hartschaum 40 mm
Bodenplatte Stahlbeton WU 260 mm

- 1 basalt gravel, basalt grit
10 mm drainage mat; polyolefin roof sealant
160 mm mineral wool thermal insulation
welded bitumen sheeting, 2 layers
25 mm oriented-strand board
80 mm cavity for installations
15 mm oriented-strand board
80/93 mm massive timber (structural)
27 mm lumber-core plywood (3-ply)
- 2 300/800–1500 mm steel box girder
- 3 high-gloss aluminium reflector
- 4 housing for luminaire, removable
- 5 50 mm aluminium honeycomb panel
- 6 80/30/3 mm aluminium angle
- 7 100 mm glue-laminated softwood beam,
scumbled finish
- 8 27 mm lumber-core plywood (3-ply),
perforated acoustic mat
50 mm mineral wool
- 9 gaiter to take up roof deformation
- 10 double glazing: 12 mm toughened glass + 20 mm
cavity + 12 mm toughened glass
- 11 80/250–350 steel T-section facade post
- 12 3 mm polyurethane coating
110 mm calcium sulfate screed
polythene sheeting, 2 layers
40 mm polystyrene rigid foam ins.; 260 mm water
proof reinforced-concrete slab on grade



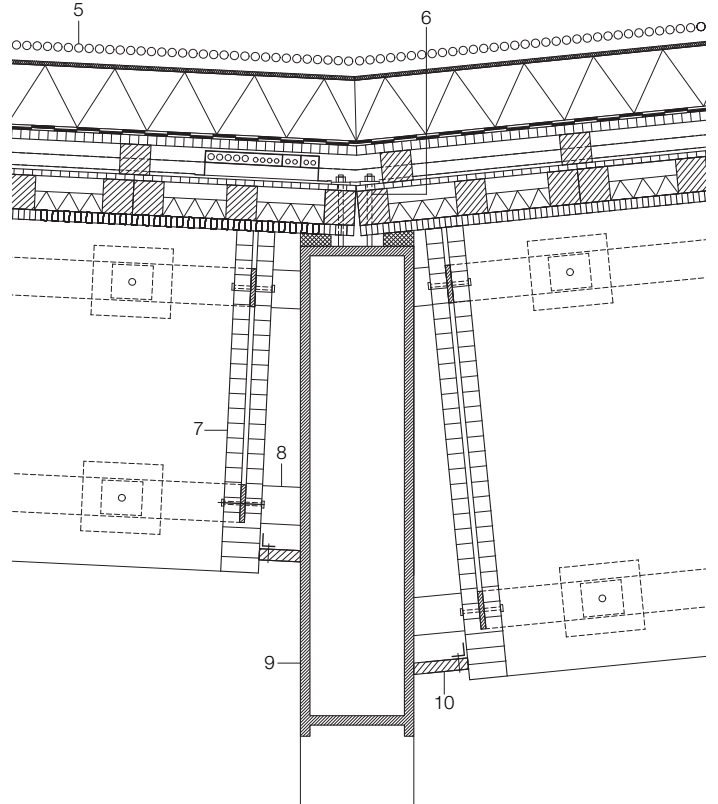
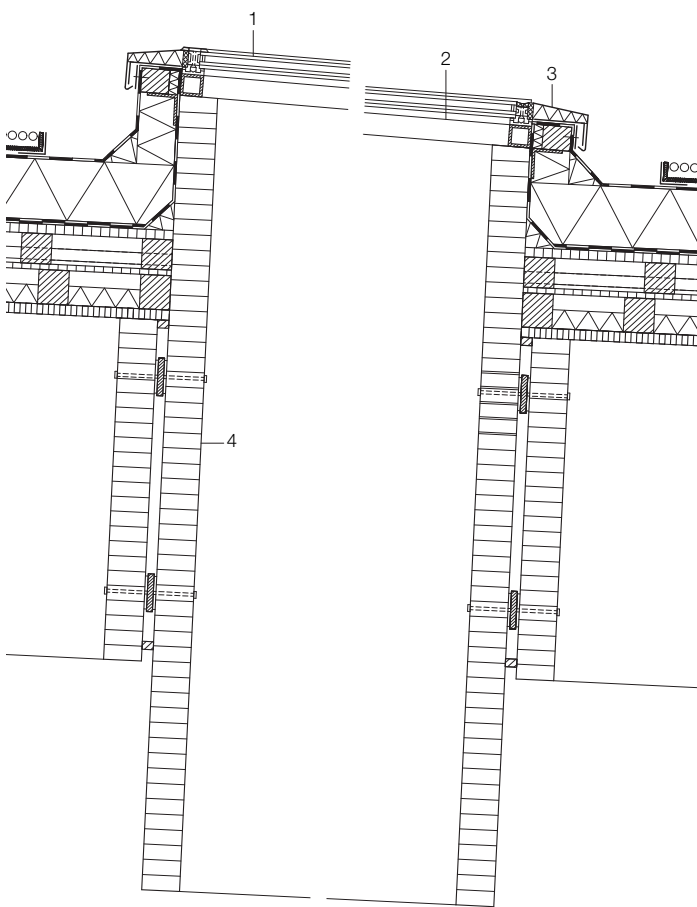




Schnitte Maßstab 1:20

Sections scale 1:20

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 Isolierverglasung ESG 10 mm + SZR 16 mm + VSG 16 mm, $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, Neigung 8,3% 2 Stahlprofil umlaufend \square 60/60 mm 3 Abdeckung Aluminiumblech 3 mm 4 2x Träger BSH Fichte lasiert 100 mm, durch Knotenbleche und Bolzen miteinander verbunden, Fuge 30 mm 5 Dachaufbau s. S. 74 6 Bolzen auf Stahlträger geschweißt 7 Träger BSH Fichte geschlitzt 100 mm 8 Knotenblech biegesteif an Stahlträger geschweißt 9 Stahlträger Hohlkastenprofil weiß lackiert 300/800–1500 mm 10 Leiste Fichte 30 mm, mittels Winkel an Träger BSH befestigt | <ol style="list-style-type: none"> 1 double glazing: 10 mm toughened glass + 16 mm cavity + lam. safety gl., $U_g = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, inclined 8.3% 2 60/60 mm steel SHS, perimeteric 3 3 mm aluminium sheet coping 4 2x 100mm glue-laminated softwood beam, scumbled finish, joined with junction plates and bolts 30 mm gap 5 roof construction: see p. 74 6 bolts welded to steel beam 7 100 mm glue-laminated softwood beam, slotted 8 junction plates welded to steel beam 9 300/800–1500 mm steel box girder, painted white 10 30 mm softwood moulding, attached with angle to glue-laminated timber beam |
|--|--|

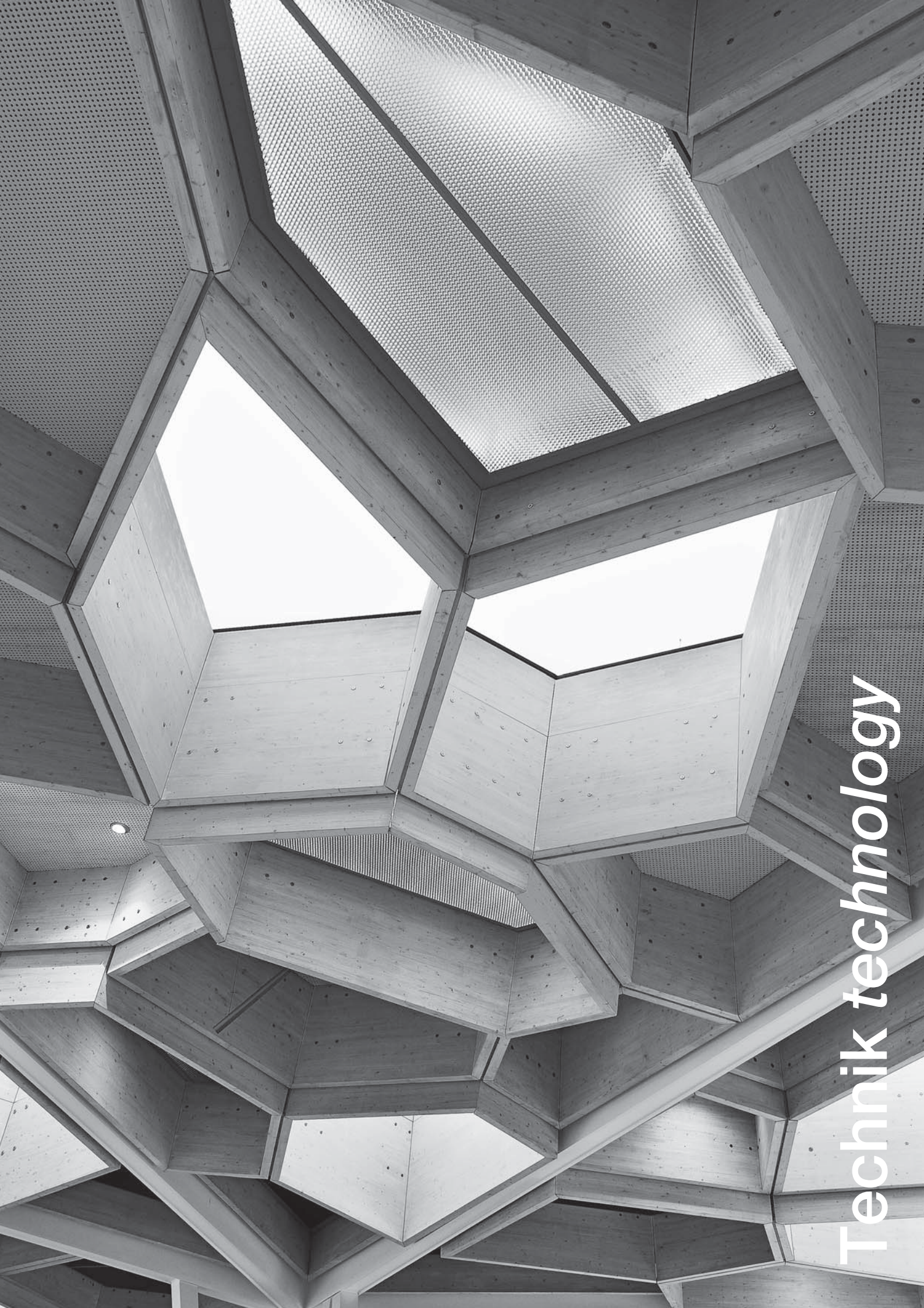


Over the last ten years, the German high-tech firm Trumpf has expanded and renovated the company's campus. After constructing a number of buildings accommodating production and administration, its most recent addition is a company cafeteria, located at the centre of the compound, for the 2000 employees. The low-slung pavilion with hexagonal footprint stands out from the surrounding company buildings and makes reference to its special function as commons and meeting place. The space can hold up to seven hundred guests; in addition, it will be used for special events. The volume required was substantial, yet it is integrated inconspicuously in the terrain: the auxiliary spaces are concealed

below ground, and the restaurant's main level is situated four metres below grade. As a result, there is direct access from the subterranean pedestrian tunnel, the campus's most important circulation system connecting the separate buildings. The transition to street level is made by employing adjacent terraces and sunken gardens as well as via the gallery level, which is above the auxiliary spaces and accessible from a generously scaled outdoor stairway.

The most striking architectural element is without a doubt the roof – which, despite its heft, appears to be lightweight – spanning the lofty, continuously glazed space (see also p. 78). The striking honeycomb-like timber struc-

ture imbues the interiors with a pleasant spatial depth and scale. In addition, the integrated lighting concept provides an accentuated interplay of dark and light surfaces: Some of the timber honeycombs penetrate the roof surface as skylights, others contain the artificial lighting. The remaining honeycombs are stiffened with perforated timber elements which also play a role in the acoustics concept. The timber structure is supported by hollow steel sections which rest on a total of only nine column groups. Because each of these groups is broken down into three slender, partially inclined columns, the structure makes a light-hearted and playful impression – and the space seems to be almost free of columns.



Technik technology

Betriebsrestaurant in Ditzingen – Zur Konstruktion des Dachs

Company Cafeteria in Ditzingen – The Construction of the Roof

Lukas Weder, Wolfgang Müll

Architekten: Barkow Leibinger Architekten, Berlin
Tragwerksplanung: Werner Sobek Ingenieure,
Stuttgart

Bereits in den ersten Studien zum Entwurf des neuen Betriebsrestaurants war das bestimmende Thema ein weit spannendes Dach, das den gemeinschaftlich genutzten Raum charakterisiert. Die aus dem gebauten Bestand abgeleitete polygonale Grundform legte eine Untersuchung verschiedener Strukturen und Konstruktionsweisen nach Vorbildern aus der Natur nahe: Analysiert wurde der Aufbau von Blättern, Schwämmen, Waben und verschiedenen Zellsystemen (Abb. 1, 2). Zunächst erschienen vor allem die Schwammtypen interessant, da sie von sich aus eine gewisse räumliche Tiefe besitzen, aber gleichzeitig durchlässig wie ein Filter wirken. Bei weitergehenden konstruktiven Untersuchungen – ab diesem Zeitpunkt in enger Zusammenarbeit mit Werner Sobek – rückten die an Blattstrukturen angelehnten Systeme mehr in den Mittelpunkt des Interesses. Ergebnis der gemeinsamen Überlegungen war schließlich eine Konstruktion aus Stahl und Holz, welche die jeweiligen Vorteile der beiden Typen miteinander kombiniert: In der Horizontalen ist das Tragwerk dem Aufbau eines Blattes mit Hauptadern und kleineren Verästelungen nachempfunden; in der Vertikalen wird das Prinzip der räumlichen Tiefe von Schwämmen in Form von unterschiedlich hohen Holzwaben übertragen. Im weiteren Verlauf der Planung wurde klar, dass das große Volumen des Baukörpers abgesenkt werden sollte, sodass das Restaurant und das als Haupteinschlussung des Firmenareals genutzte Tunnelsystem auf einer Ebene liegen. Denn nur so war es möglich, die großflächigen, für eine Großküche erforderlichen Funktions- und Technikräume auf elegante Weise zu verbergen. Schließlich fügten sich die zwei Entwurfsansätze zu einem konkreten Bild zusammen: Ein räumlich ausgebildetes Dach würde – möglichst stützenfrei – über einem in das Gelände hineinmodellierten Amphitheater schweben.

Stahlkonstruktion

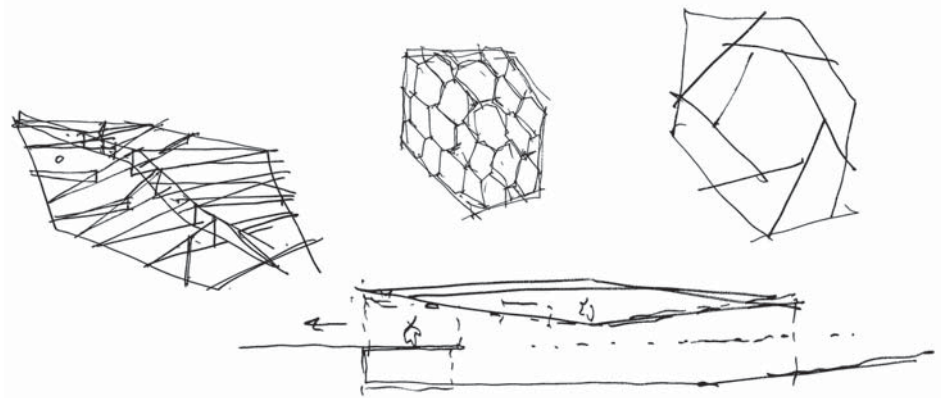
Die polygonale Dachstruktur wurde als Verbundkonstruktion aus Stahl und Holz realisiert – auf diese Weise war eine im Vergleich

zu einer reinen Holzkonstruktion deutlich höhere Spannweite möglich. Die Primärkonstruktion aus weiß lackierten Stahlträgern lastet auf neun Stützenformationen und teilt die fünfeckige Dachfläche in neun Dreiecke; diese wiederum werden von wabenförmig verbundenen Brettschichtholzträgern als Sekundärstruktur gefüllt (Abb. 3). Die Stahlträger wurden zunächst als einzelne, werkseitig zusammengeschweißte Hohlkastenträger auf die Baustelle transportiert und dort auf Gerüsttürmen abgesetzt (Abb. 11a). Aufgrund der durch die Dachlast zu erwartenden vertikalen Verformung wurden die Träger gekrümmt hergestellt, so dass sie unter der Dachlast die gewünschte Form annehmen. Dies wurde durch das Anhängen von Ballastgewichten (insgesamt 140 Tonnen) vorweggenommen, damit die Holzkonstruktion zwangungsfrei angeschlossen werden konnte. Die Hohlkastenprofile sind je nach statischer Auslastung in unterschiedlicher Wandstärke ausgeführt – in der Zugzone des Trägers beträgt sie auf-

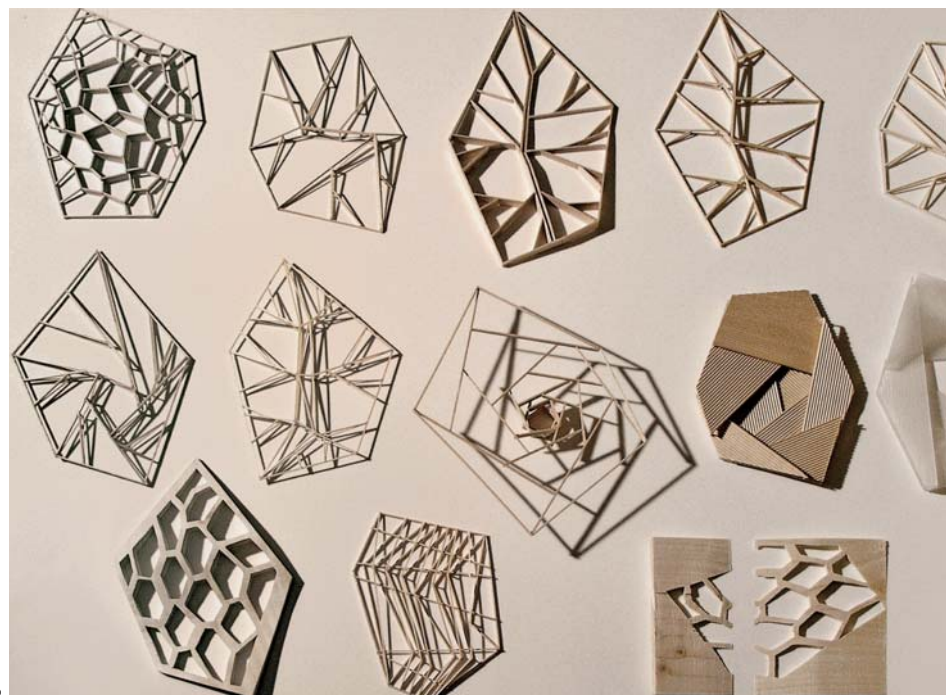
grund der hohen Spannweiten bis zu 6 cm. Für die Stahlbaufirma waren die multiplen Geometrieverschnidungen der Stahlträger eine besondere Herausforderung. Durch das Zusammentreffen von bis zu sechs Trägern ergaben sich geometrisch komplexe Schweißknoten, die statisch hoch beansprucht sind. Diese wurden ebenfalls werkseitig vorgefertigt und auf der Baustelle mit den Trägern verbunden. Nach dem Verschweißen der bis zu 40 Meter langen Einzelträger wurden im letzten Montageschritt die schräg stehenden neun Stützenformationen eingepasst.

Holzkonstruktion

Bei der Holzkonstruktion handelt es sich statisch gesehen um eine Trägerrostfläche aus Einzelstäben, die biegesteif an die Stahlträger angeschlossen ist. Die Waben bestehen aus 10 cm breiten, zweiteiligen Brettschichtholzquerschnitten, die Kästen mit drei verschiedenen Höhen (90, 120 und 150 cm) ausbilden und in den Knoten-



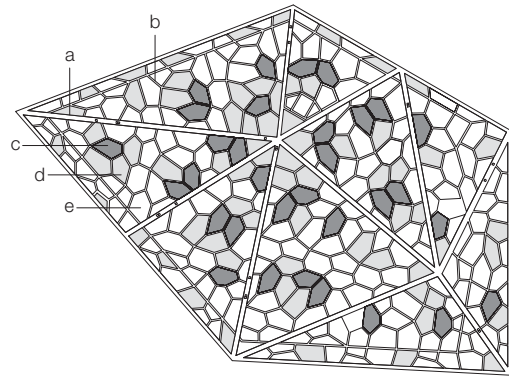
1



2

- 1 Entwurfsskizzen
- 2 Modellstudien zur Dachstruktur
- 3 Dachkonstruktion Maßstab 1:1000
 - a Primärtragwerk Stahlträger
 - b Sekundärtragwerk Brettschichtholz
 - c Waben mit Oberlicht
 - d Waben mit künstlicher Beleuchtung
 - e Waben mit perforierten Holzplatten
- 4 Dachuntersicht mit unterschiedlichen Waben

- 1 Design sketches
- 2 Model studies for the roof structure
- 3 Roof structure, scale 1:1000
 - a Primary structure: steel girders
 - b Secondary structure: glue-laminated timber
 - c Honeycomb with skylight
 - d Honeycomb with artificial lighting
 - e Honeycomb with perforated timber board
- 4 View of underside with different honeycombs



3

punkten in der Winkelhalbierenden gestoßen sind. Die Kraftübertragung am Knoten erfolgt über zwei innen liegende, sternförmige Stahlbauteile (Abb. 10), deren Fahnen mittels einer Bolzenverbindung und innenseitig aufgenagelter Lochbleche mit aufgeschweißter Lochrandverstärkung an das Holz angeschlossen sind (Abb. 5, 7 und 8).

Demselben Prinzip folgt der Anschluss der Holzwaben an den Stahlträger – mit dem Unterschied, dass die Fahnenbleche biegesteif an den Hohlkastenträger angeschweißt wurden. Dadurch konnten die Höhen der Wabenkästen unabhängig vom Momentenverlauf und somit rein nach gestalterischen Gesichtspunkten gewählt werden, sodass eine spielerisch wirkende Dachuntersicht möglich war.

Die Ausbildung des Knotens war technisch anspruchsvoll, da dieser statisch hochbelastet ist und Montagetoleranzen weitgehend vermieden werden sollten. Die Anzahl an Stahlknoten war anfangs überproportional hoch, was sich deutlich auf die Kosten auswirkte. Aus diesem Grund wurden die Abmessungen der Wabenkästen vergrößert, wodurch die Zahl der Knoten verringert werden konnte; die Größe der Waben orientiert sich nun an dem größtmöglichen produzierbaren polygonalen Oberlicht. Auch der Materialanteil des Stahls im Knoten wurde bei der weiteren Entwicklung der Konstruktion reduziert, um Gewicht und Kosten zu sparen. Letztlich wurden insgesamt 295 Wabenknoten mit zwei bis vier Anschlüssen hergestellt. Da alle Gehrungsfugen im fertigen Bauwerk sichtbar sind, erforderte die Ausführung ein hohes Maß an Fertigungstoleranz und Montageerfahrung.

Für das analog zur Natur unregelmäßige Wabenraaster waren Hölzer mit unterschiedlichen Abmessungen erforderlich, die mithilfe von CNC-Fräsen und CNC-Sägen zugeschnitten wurden. Die Wabenhölzer werden auf der Oberseite durch tragende Hohlkastenelemente aus Holz ausgesteift. Diese sind teilweise als Mehrfeldträger ausgebildet, wobei die Längsstöße verdeckt auf den Wabenhölzern angeordnet wurden.

Planung und Fertigung

Für die Optimierung des Fertigungs- und Montageprozesses der Waben und insbesondere der Verbindungsknoten wurde in der Werkstatt ein 1:1-Modell von drei Wabenfeldern hergestellt (Abb. 6), das im Verlauf der Planung wichtige Erkenntnisse lieferte. Zum einen konnten die beobachteten Eigenverformungen des Brettschichtholzträgers infolge von Schüsseln durch die Produktionsrichtung vermindert werden. Zum anderen gelang es, das Fugenspiel der Bolzen deutlich zu verringern, indem die Nagelbleche für die obere bzw. untere Knotenfahne gegeneinander verschoben wurden. Darüber hinaus wurden die Schweißrückstände auf den Knotenblechen, die ebenso zu unerwünschten Toleranzen im Fugenspiel führten, rechtzeitig entdeckt und vor dem eigentlichen Einbau entfernt.

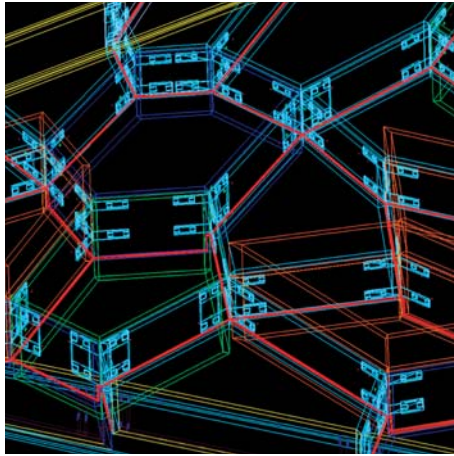
Durch die Polygonalität und Verschiedenheit der Waben sowie die Neigung der Dachflächen untereinander war die compu-

tergestützte Planung der Dachkonstruktion nur mit 3-D-Software möglich. Damit ließen sich auch die Massen von Holz und Stahl für die Ausschreibung einfach bestimmen. Auch die ausführende Firma bediente sich der 3-D-Daten, baute jedoch zusätzlich ein eigenes Modell, um für die moderne CNC-Anlage die maschinenbedingten Eingaben berücksichtigen zu können und um Geometriefehler zu beseitigen. Aus dem 3-D-Plan erstellte die Firma 2-D-Maschinen-, Prüf- und Einbaulistenpläne, die als Grundlage für die Bauleistungen vor Ort dienten.

Für den Planer bietet die CNC-gesteuerte Fertigung viele Vorteile: Zum einen ermöglicht sie einen direkten Zugang zu Herstellungslogistik und Maschinensteuerung; zum anderen können Montagezeichnungen und Stücklisten automatisch generiert werden. Darüber hinaus versetzt die Planung am 3-D-Modell den Ausführenden in die Lage, dem Planungsprozess räumlich über das Programm zu folgen.



4



- 5 CAD-Modell der Holzwabenzstruktur
- 6 1:1-Modell
- 7 Knotenpunkt Holzwabenz
- 8 Horizontalschnitt Knotenpunkt Maßstab 1:20
 - a Wabenträger BSH Fichte lasiert 100 mm
 - b Stahlplatte 280/66/8 mm
 - c Stahlknoten Flachstahl geschweißt 15 mm
 - d Nagelblech 354/114/2 mm
 - e Mittelstab \varnothing 25 mm
 - f Fuge 2–6 mm
 - g Fuge 30 mm
 - h Bolzen \varnothing 24 mm
- 9 Bauprozess

Lukas Weder ist Projektleiter und Associate bei Barkow Leibinger Architekten; Wolfgang Müll hatte die Projektleitung bei Holzbau Amann inne.

- 5 CAD drawing of the honeycomb structure
- 6 Mock-up (scale 1:1)
- 7 Node of timber honeycomb
- 8 Horizontal section of node, scale 1:20
 - a 100 mm glue-lam. softwood honeycomb beam
 - b 280/66/8 mm steel plate
 - c 15 mm steel-plate node, welded
 - d 354/114/2 mm nailing plate connector
 - e \varnothing 25 mm central rod
 - f 2–6 mm seam
 - g 30 mm seam
 - h \varnothing 24 mm bolt
- 9 Construction process

Lukas Weder, project architect and associate at Barkow Leibinger Architekten; Wolfgang Müll, project manager at Holzbau Amann.

Akustik

An die Akustik der Dachflächenunterseite wurden vom Bauherrn besonders hohe Anforderungen gestellt. In der früheren Kantine war die Geräuschkulisse mit vielen gleichzeitigen Gesprächen, klappernden Tablett und Geschirr als nachteilig empfunden worden. Der Neubau sollte in dieser Hinsicht eine möglichst angenehme Atmosphäre bieten, in der sich die Mitarbeiter für den kurzen Moment der Pause unbeeinträchtigt von äußeren Störungen erholen können.

Aufgrund der schallharten Böden und Fassaden durfte ein Schallabsorptionsgrad (α_s) von 0,75 nicht unterschritten werden. Dies wurde durch eine unterseitige Akustikklöschung der Holzelemente und einen darin integrierten Schallabsorber erreicht. Über eigens am Fraunhofer-Institut durchgeführte Versuche konnte ein Wert von $\alpha_s = 0,8$ nachgewiesen werden.

Licht

Das Lichtkonzept sah eine möglichst hohe Tageslichtnutzung bei Vermeidung von Blendeffekten durch Sonnenschutzverglasung vor. Die Überblendung der Tageslichtwaben mit so genannten Kunstlichtwaben ermöglicht einen fließenden Übergang zwischen Tag und Nacht. Die Kunstlichtwaben wurden zusammen mit dem Lichtlabor Bartenbach entwickelt und bestehen aus indirekt strahlenden Leuchten, die raumseitig mit einem sechseckigen Ausblendraster abgedeckt werden. Dieses Aluminiumraster stammt aus der Luftfahrt und wird für leichte Flächen-tragwerke verwendet. Bei Veranstaltungen können zusätzlich Spots auf Kardangelenken als Szenenbeleuchtung eingesetzt werden. Je nach Tageszeit und Lichtstimmung ergibt sich analog zur Dachstruktur auf dem Fußboden ein polygonales Lichtfleckenspiel.

Installationen

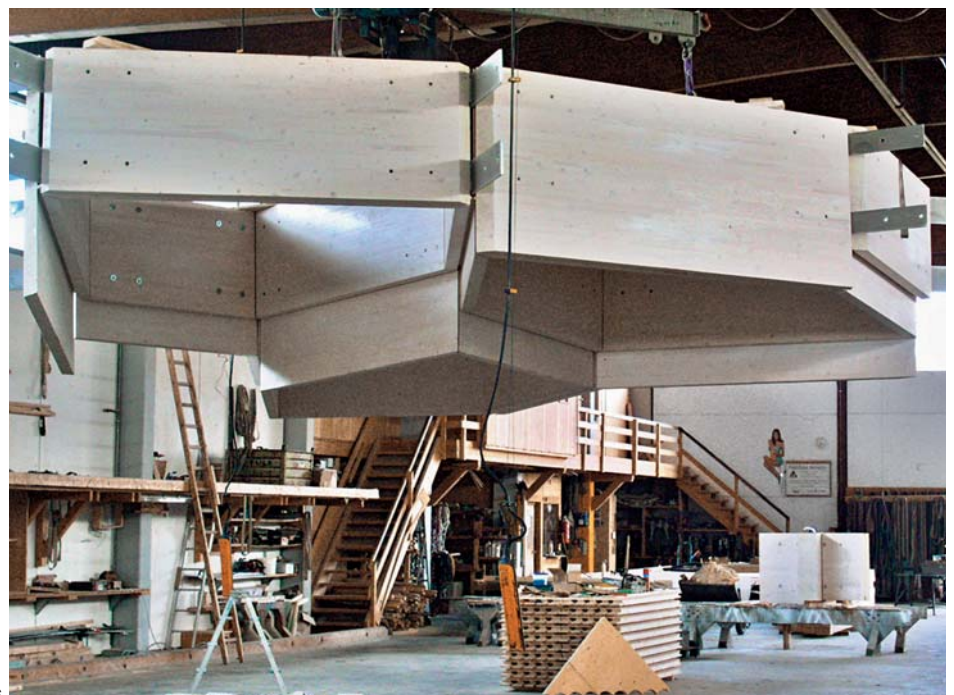
Über den fertig montierten Waben wurde eine Installationslage aufgebracht, in der die Elektrotechnik, das Rauchgasabzugssystem etc. verlegt sind. Da das Dach des Betriebsrestaurants unmittelbar im Blickfeld vieler Büros der benachbarten, höheren Gebäude

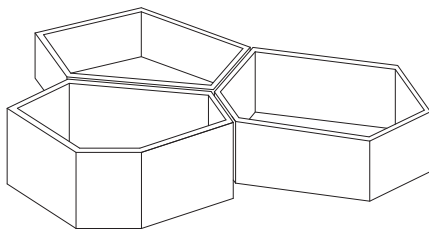
liegt, wurde großer Wert darauf gelegt, die in diesem Fall tatsächlich relevante »fünfte Fassade« möglichst frei von technischen Aufbauten zu halten. In der Blattstruktur zeichnen sich nur die Oberlichter, einige Rauch- und Wärmeabzugklappen und eine Ausstiegs Luke ab. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden ein Ansaugturm und ein Rückkühlwerk für die Lüftungstechnik separat neben dem Gebäude errichtet.

Resümee

Die maschinelle Fertigung maßgeschneiderter Einzelteile ist in anderen Bereichen längst etabliert und hält nun verstärkt Einzug in größere Bauprojekte. Das Beispiel Betriebsrestaurant Ditzingen zeigt, dass sich dadurch ganz neue Perspektiven eröffnen: Plötzlich lassen sich Konstruktionen realisieren, die vorher in technischer, zeitlicher und wirtschaftlicher Hinsicht nicht umsetzbar erschienen. Dies gilt umso mehr, wenn engagierte Fachplaner und ausführende Firmen an der Planung beteiligt sind.

From the earliest studies of the design for the new company cafeteria, a long-span roof was already the pivotal theme. The polygonal footprint, derived from the site's context, pointed to an exploration of different structures and construction methods with precedents in nature: The structure of leaves, sponges, honeycombs and different cell systems was analyzed (ills. 1, 2). At first, the sponge structures seemed the most promising, because, although depth is inherent to them, they are also porous and filter-like. After more in-depth structural explorations – from this point on, working closely with Werner Sobek – the focus shifted to systems inspired by leaf structures. The result of the teamwork was ultimately a structure employing steel and wood, combining the respective advantages of the two materials: horizontally the construction takes its cues from a leaf structure, with principal veins and smaller branches; vertically the principle of spatial depth of sponges is adopted in the form of honeycombs with varying depths.





7

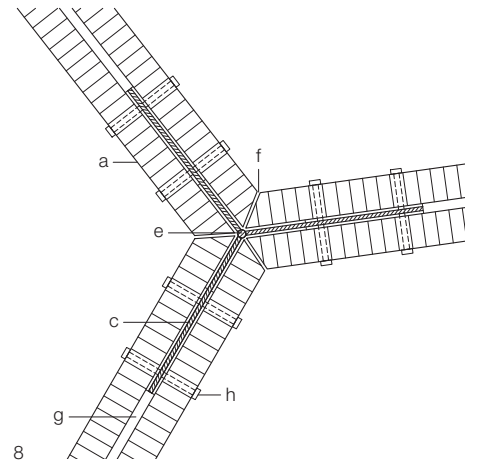
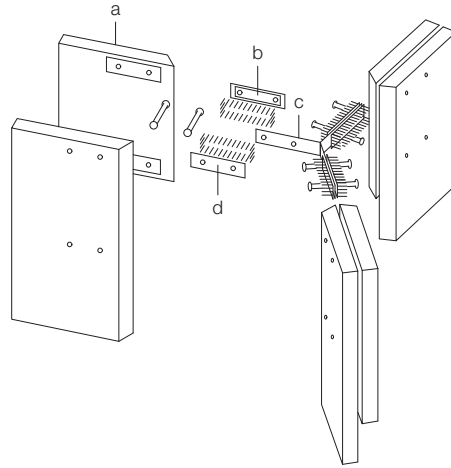
As the planning progressed, it became clear that the sizable building massing would best be partially situated below grade; the cafeteria's main space is on the same level as the campus's main circulation system, made up of tunnels. Only in this manner was it possible to elegantly accommodate the large, to a great extent unseen spaces – such as storage spaces – necessary to operate a cafeteria of this size. The two conceptual approaches were ultimately consolidated resulting in a roof articulated in three dimensions – with as few columns as possible – hovering above an amphitheatre integrated in the terrain.

Steel construction

The polygonal roof structure was realized as a composite system incorporating steel and wood. In comparison to a pure timber construction, this method makes it possible to achieve a much longer span. Steel girders, the primary structure, are supported by nine columns clusters, subdividing the pentagonal roof surface in nine triangles (ill. 3); these, in turn, were filled with glue-laminated timber beams joined in a honeycomb shape as secondary structural members.

The steel girders were first welded together offsite as individual box girders and then transported to the building site, where they were placed on scaffolding towers (ill. 11 a). Due to the expected vertical deformation stemming from the roof load, the girders were fabricated with a slight curve so that they would take on the desired form once fully loaded. This situation was simulated during construction by suspending ballast weights from the girders (at a total weight of 140 tons) so that the timber construction could be mounted without having to struggle with restraining stresses. The wall thicknesses of the box girders vary depending on the utilization – in the part of the beam under tension, due to the large spans, the steel plate is up to 6 cm thick.

The complex geometrical shapes necessary for the steel beams were a particular challenge for the steelwork firm. Because up to six beams intersect, the welded connections are subjected to enormous stresses. These junc-



8

tures were also prefabricated off site and connected to the girders on the construction site. Once these individual girders – which are up to forty metres long – were set in place, the nine column clusters were installed. All steel components were coated in an airless procedure, which fulfils fire-resistance category F30. In total, about 250 tons of steel was used.

Timber construction

From the structural perspective, the timber construction is a beam grid, made up of individual 'rods', which is attached – in a flexurally rigid connection – to the steel girders. Two-part, laminated-timber cross-sections ten cm thick are used to fashion the honeycomb boxes in three different heights (90, 120 and 150 cm); these intersect, in halved angles, at a node. The load transfer at the connection occurs via two concealed, star-shaped, steel building components (ill. 10), whose tabs are connected to the timber with bolts and with perforated sheet metal (with reinforcement

welded on to the edges), attached with nails (ills. 5, 7 and 8). The connection of the timber honeycombs to the steel girders follows the same principle: Both connections are flexurally rigid – but in this instance, it is a welded connection. As a result, the depths of the honeycomb boxes could be selected independently of the moment diagram – purely according to aesthetic considerations, and making it possible for the underside to appear playful and plastic.

Forming a node was challenging technically, because the loads are considerable, and the design required largely avoiding assembly tolerances. The number of steel nodes was at first out of proportion, which had a significant effect on the costs. For this reason the dimensions of the honeycomb boxes were increased, a measure which reduced the number of nodes; the size of the honeycombs is based on the largest polygonal skylight which could be fabricated. In the end, a total of 295 honeycomb nodes were produced, each with two to four connections. Because



9



10

all of the mitred connections are visible in the complete building, their fabrication required a high degree of fabrication tolerance and experience in assembly. Timbers with varying dimensions were required for the irregular honeycomb grid: These were cut to size with CNC milling and CNC sawing. The honeycombs are stiffened on the top side by structural box beams made of wood.

Planning and fabrication

To optimize the assembly processes, a mock-up of three honeycomb fields was produced in a workshop, paying particular attention to the connection nodes (ill. 6). This also supplied important findings, applied during the planning process, regarding how to optimize the structural system. On the one hand, the observed self-deformation of the glue-laminated timber beam due to cupping could be reduced through the production direction. And secondly, it was possible to reduce the play of the bolts by offsetting the plate fasteners of the upper and lower tabs.

Due to the polygonal geometry, the great variety of honeycombs, and the slope of the roof surfaces, the planning of the roof structure was only feasible with modelling software. This method also made it simpler to determine the quantities of wood and steel. The contractor made use of the three-dimensional data, as well, but also created its own model.

Acoustics

The clients required an unusually high acoustic standard for the ceiling surface. At the factory's previous canteen, which had become much too small for the company, the ambient noise which accompanies the function (multiple conversations at once, rattling trays and tableware) was problematic. In this respect, the new building seeks to provide a pleasant atmosphere in which the employees can relax during their breaks, unimpeded by external disturbances.

Due to the reverberant floors and facades, a sound absorptions coefficient of at least 0.75 was necessary. This was achieved by employing an acoustical perforation of the underside of the wood elements and an integrated sound absorber. Experiments carried out at the Fraunhofer Institute verified a coefficient of 0.8.

Light

The lighting concept called for maximum utilization of daylight and preventing glare prevention with sun protection glazing. Skylight honeycombs are teamed up with so-called lighting honeycombs to secure a seamless transition between day and night. The lighting honeycombs were developed in cooperation with Lichtlabor Bartenbach and incorporate indirect lighting. The aluminium latticework employed originates in aeronautics and is used for lightweight plate and shell structures. For special occasions, additional spotlights with Cardano joints can be employed. Depending on the time of day and the mood conveyed by the light, there may be dappled light – analogous to the roof structure, in the form of polygons – animating the floor surface.

Installations

Once the honeycombs were mounted, a layer was inserted above them which contains the electrical installations, the smoke venting system, etc. Because the cafeteria's roof is clearly visible from many of the offices located in the neighbouring, taller buildings, emphasis was placed on keeping the 'fifth facade' – in this case truly a relevant surface – as free of technical equipment as possible. The only elements visible in the leaf structure are the skylights, smoke-and-heat vents, and a maintenance hatch. To achieve this goal, the air-intake tower and closed-circuit cooling equipment for the ventilation systems were accommodated separately, next to the building.

Résumé

Mass customized mechanical production engineering is long established in other areas and is now increasingly being employed in the construction sector. The example shown here demonstrates that this approach opens new perspectives: Suddenly, structures can be realized which were previously – whether due to scheduling, costs or technology – unfeasible.



11 a



b

10 Stahlverbindungen für den Holzwabenknoten
11 Montage des Primärtragwerks

10 Steel connections for the honeycomb nodes
11 Mounting the primary structure



Unser Leistungsspektrum:

Mehrzweckhallen - Industriehallen - Ausstellungshallen - Schulbauten - Kindergärten - Sportbauten - Holzbrücken - Sonderbauten - Lignotrendfachbetrieb



Trumpf - Ditzingen



Elefantenhäuser - Köln



Centre Pompidou - Metz



AMAC Aerospace - Basel

www.holzbau-amann.de