

TRAGWERK

Wo sich Tradition und Präzision treffen

Für den neuen Firmensitz der Schokoladenmanufaktur Max Felchlin entwickelten Meili, Peter&Partner Architekten und die Ingenieure von Pirmin Jung Schweiz einen fünfgeschossigen Hybridbau. Dabei fallen vor allem die Dachhauben auf: Ihr Tragwerk knüpft an traditionelle Zimmermannsarbeiten an und besticht in Ausdruck und Ausführung.

Text: Clementine Hegner-van Rooden



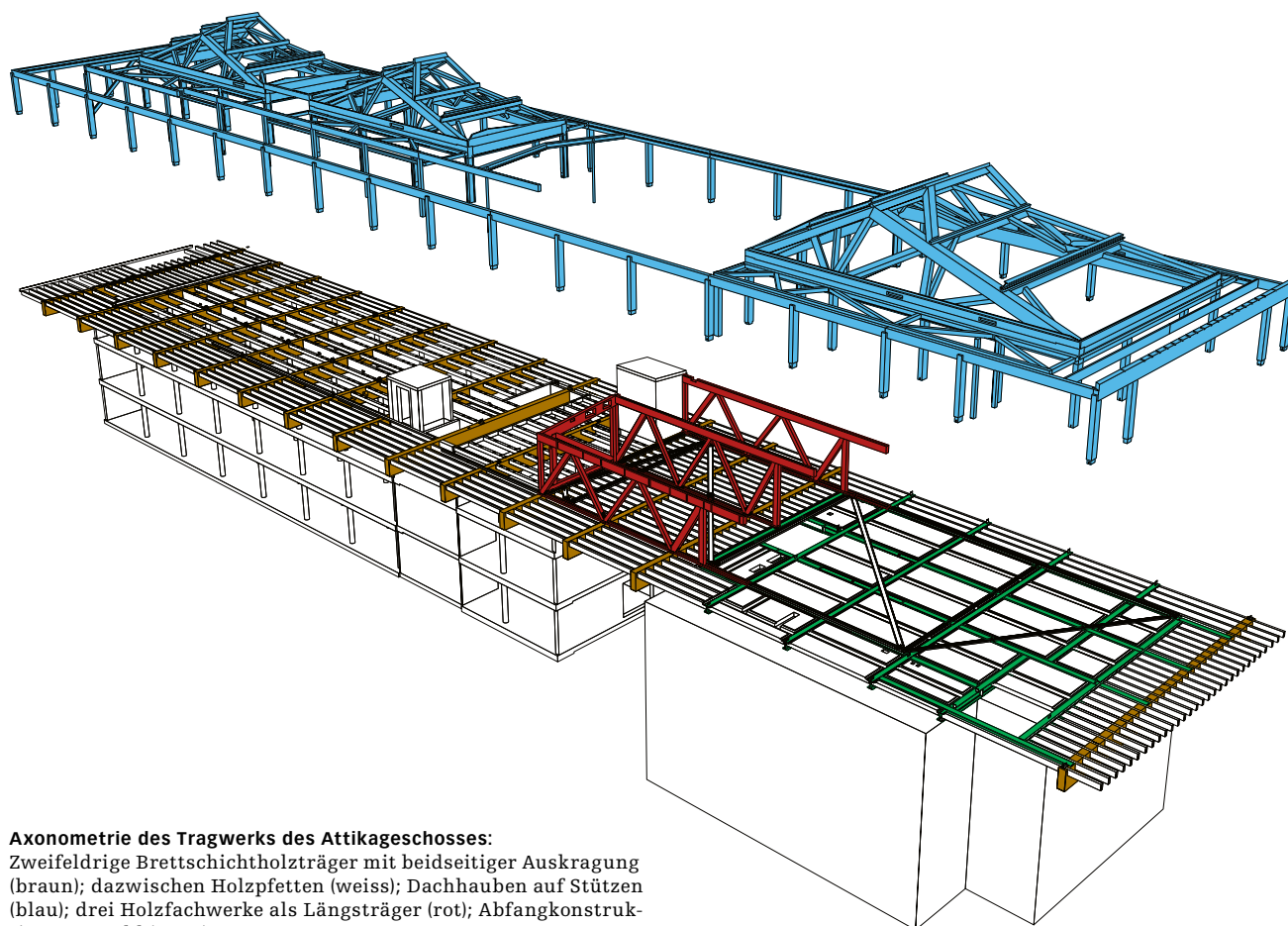
Die Montagevorgänge waren von komplexem Verflechten und Verzahnen geprägt. **Die Hauben konnten dennoch in einem in sich stabilen Ganzen eingehoben werden.**

Ü

ber 100 Jahre Familiengeschichte im Schokoladengeschäft – nun hat das Unternehmen Max Felchlin diese Historie in seinem neuen Gewerbebau auf dem 11 000 m² grossen Areal im schwyzerischen Ibach SZ sinnbildlich umgesetzt:

Bestand trifft auf Neubau, klassischer Holzbau auf moderne Verbundkonstruktionen und Zimmermannstradition auf zeitgenössische Präzision.

Dabei knüpften auch die Holzbauingenieure von Pirmin Jung Schweiz an die Dualität aus Alt und Neu an. Sie verflochten die althergebrachten, früher von Hand gefertigten Knotenverbindungen aus der Zimmerei mit der hochpräzisen maschinellen Herstellungsmethode der Gegenwart. So entwickelten sie die auf den Kräftefluss abgestimmten Holzverbindungen mit modernen Ausführungsmethoden weiter, behielten – oder bekräftigten – damit aber den architektonisch wertvollen Aus-



Axonometrie des Tragwerks des Attikageschosses:

Zweifeldrige Brettschichtholzträger mit beidseitiger Auskrägung (braun); dazwischen Holzpfetten (weiss); Dachhauben auf Stützen (blau); drei Holzfachwerke als Längsträger (rot); Abfangkonstruktion aus Stahl (grün).

druck der «Einfachheit» von Holzverbindungen. Mit dieser Einfachheit im Sinn von Schlichtheit entstand ein überraschend stringentes, klar strukturiertes und nicht von Knotenblechen verunklärtes Stabtragwerk.

Hybrid aus Beton und Holz

Für den neuen Firmensitz kombinierten die Architekten drei Volumen miteinander: Ein neuer fünfgeschossiger Hybridbau für die Administration steht mit 12 m Abstand quer zur bestehenden Produktionshalle von 2014 (vgl. Situation S. 29). Als eigenständiges architektonisches Element kommt ein Attikariegel hinzu, der die beiden Gebäude miteinander verbindet. So konnte man die drei Geschäftsbereiche Produktion, Verwaltung sowie Kunden- und Schulungszentrum an einem Ort bündeln.

Der Neubau mit dem Haupteingang in der Südfassade ist in Skelettbauweise konzipiert. Keller-, Erd- und die beiden ersten Obergeschosse sind in Ort beton erstellt. Rundstützen tragen Flachdecken mit bis zu 8 m Spannweite. Zwei betonierte Kerne ziehen sich im 13 m × 55 m grossen Grundriss durch alle Geschosse. Zusammen mit einer Querschotte am westlichen Ende steifen sie das gesamte Gebäude horizontal aus.

Zwischen drittem und viertem Obergeschoss wechselt die Tragkonstruktion von Massiv- zur Holzbauweise. Während die Stützen im 3. OG noch Beton-

fertigteile mit rundem Querschnitt sind, ist die Decke nun eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion (vgl. Abb. S. 5). Im Abstand von jeweils 5.44 m sind Brettschichtholzträger angeordnet, die südseitig 3.33 m und nordseitig rund 2 m weit über die Fassadenebene auskrägen (vgl. Axonometrie oben, braun). Diese Erweiterung des Grundrisses schafft Zusatzfläche, vor allem für die Schulungs- und Gastronomieräume im 4. OG. Wegen der für Holz typischen geringen Leitfähigkeit und der damit einhergehenden isolierenden Wirkung können die Träger nahtlos ohne thermische Brücken nach aussen geführt werden. Die beidseitige Auskrägung ist nicht nur architektonisch begründet, sie ist auch statisch vorteilhaft, weil so das Biegemoment in den beiden Feldern reduziert und der hölzerne Biegeträger über seine gesamte Länge effizienter ausgenutzt wird; Feld- und Stützmomente werden ausgeglichen.

Auf diesen zweifeldrigen Primärträgern mit beidseitiger Auskrägung liegen alle 1.25 m Pfetten längs zur Gebäudeachse auf (vgl. Abb. S. 35). Der Abstand dieser Sekundärträger verringert sich in der Auskrägung und somit in der von aussen sichtbaren unteren Fassade auf 0.625 m. Darüber wurden innerhalb des Sockelgrundrisses Filigranbetonelemente von 5 cm Stärke verlegt und mit 9 cm Überbeton ausgegossen. Die auskrägende Rippendecke ist nicht betoniert. Formschlüssige Schubkerven¹ gewährleisteten zusammen mit

eingeklebten Bewehrungsbügeln die statische Verbundwirkung der Rippen mit dem Beton. So entstand eine Holz-Beton-Verbund-Rippendecke, die effizient trägt und in sichtbar materialisierter Form den Übergang zum reinen Holzbau im obersten Geschoss bildet.

Wie die Tragkonstruktion ändert sich auch die Fassade im Übergang vom 3. zum 4. Obergeschoss. Die Ebene unter dem Attikageschoss ist mit selbsttragenden, vorgehängten Holzelementen eingefasst, die Attika hingegen geschosshoch verglast. Der verglaste Eingangsbereich und die repräsentativen Räume ganz oben verknüpfen sich so formal über die Geschosse hinweg.

Ein Riegel als Brücke

Eine Verbindung findet im obersten Geschoss auch über Geschäftsbereiche hinweg statt. So funktioniert der Riegel kommunikativ wie konstruktiv als Brücke.

Der 5.44-m-Rhythmus der quer zur Gebäudeachse tragenden hölzernen Primärträger wird beibehalten (vgl. Axonometrie S. 34, braun), ebenso der Rippenabstand der Sekundärträger und der Stützenabstand in der Attikafassade. Die Stützen stehen den Hauptachsen folgend direkt auf den Primärträgern (vgl. Axonometrie S. 34, blau). Der Kräfteverlauf allerdings verändert sich: Beim Administrationsgebäude erfolgt der Lastabtrag von den Fassadenstützen der auskragenden Attika in die Primärträger der Verbunddecke und von dort aus weiter in den Skelettbau. Beim Riegel dreht er sich: Primärträger sind hier drei geschosshohe Holzfachwerke mit einem Untergurt aus Stahl, die längs vom Neubau zum Bestand hinüberspannen (vgl. Axonometrie S. 34, rot). Die querspannenden Holzträger werden zu Sekundärträgern (vgl. Axonometrie S. 34, braun), die hier an den drei Fachwerken hängen. Und die Rippen sind nicht mehr Sekundär- sondern Tertiärträger.

Die Brücke spannt aber nicht nur als Einfacher Balken vom Neu- zum Bestandsbau, denn der Bestandsbau kann nicht alle Mehrlasten aufnehmen. Während die anfallenden Lasten des Attikageschosses in den Neubau geleitet werden können, kann der Bestandsbau nur vertikale, aber keine horizontalen Lasten aufnehmen. Ausserdem konnten die Auflagerkräfte nur an wenigen definierten Punkten abgegeben werden. Dies veranlasste die Ingenieure, eine Abfangkonstruktion in Form eines horizontalen Stahlfachwerks zu entwickeln, dessen liegende Gurte zugleich die Untergurte der beiden äusseren stehenden Fachwerke sind (vgl. Axonometrie S. 34, grün).

Die Abfangung überführt den Tragraster der Attika über zehn Auflagerpunkte und innerhalb einer beschränkten Bauhöhe in den Tragraster des Bestands. Dabei öffnete man die bestehende Dämmung, ertüchtigte die Abdichtung, verlegte die Lager und flockte den verbleibenden Hohlraum zwischen Stahlträgern und Bestand im Anschluss mit Zellulosedämmung aus. Alle zehn Auflager sind als Gleitlager ausgebildet und nehmen nur vertikale Lasten auf, sodass die Brücke vertikal als Einfacher Balken wirkt und horizontal als im Neubau eingespannter Kragarm.

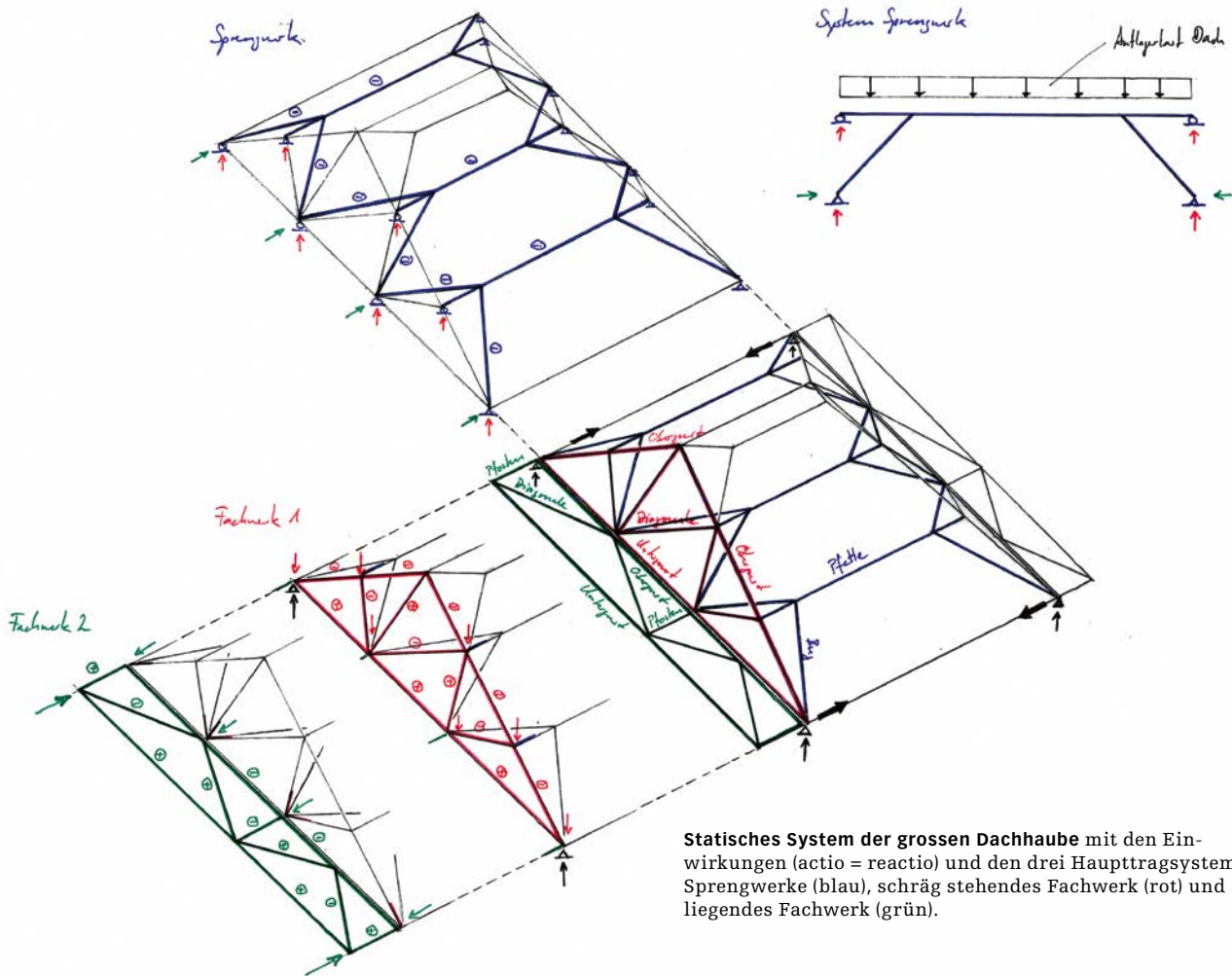


Komplexer Bauablauf und intensive Koordination zwischen Holzbau, Fassadenbau und Baumeisterarbeiten: **Für das 4. OG wurden zuerst die Stützen und die Fassadenelemente gestellt**, danach darauf mit kleinem Toleranzbereich die Träger montiert.

Die horizontalen Lasten werden über das liegende Fachwerk und weiter über Zugbewehrung in der Verbunddecke in die Kerne des Neubaus geleitet. Um trotz verändertem Lastabtrag und veränderter Materialisierung von Holz- zu Stahlträgern im Bereich der Brücke den gestalterischen Anforderungen eines rhythmisierten Tragwerks gerecht zu werden, liess man die Stahlträgerenden mit «Fingerspitzen» ergänzen: Man packte die Stahlträger an den sichtbaren Enden mit Dreischichtplatten ein. So blieb der architektonische Charakter über den gesamten Neubau einheitlich.

Krone aus Holz

Das Attikageschoss ist im Innern überwiegend in Holz ausgeführt. Dabei konnte das rohe Holz sichtbar bleiben und musste nicht mit Gipsplatten verkleidet werden, weil an das Tragwerk im Dachgeschoss gemäss Brandschutznorm keine baulichen Brandschutzanforderungen zu stellen waren.² So kommt vor allem im Aufenthaltsraum und in den beiden Schulungsräumen der visuelle Reiz der Tragwerke zur Geltung (vgl. Abb. S. 37). Diese Räume haben die Planenden mit Hauben versehen, in deren nördliche Fläche Oberlichter eingebracht sind – eine grosse über dem Aufenthaltsraum und zwei kleine über den Schulungsräumen. Sie formen das markante, sinusförmig geschwungene Dach des neuen Firmensitzes, das bis zu einer Firsthöhe von 20 m reicht. Alle drei Hauben besitzen dasselbe Tragsystem – eine achsymmetrische Überlagerung von Fach- und Sprengwerken. Deren Kräfteverlauf formt ein Gesamttragwerk, das gestalterisch überzeugt, statisch effizient ist und konstruktiv an alte Zimmermannstraditionen anknüpft.

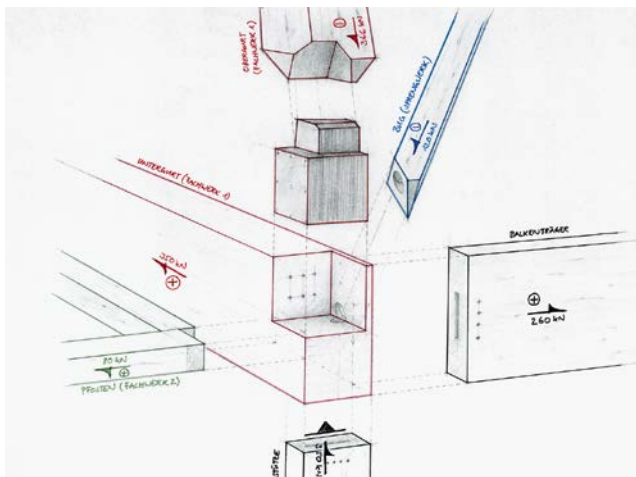


Statisches System der grossen Dachhaube mit den Einwirkungen (actio = reactio) und den drei Haupttragsystemen: Sprengwerke (blau), schräg stehendes Fachwerk (rot) und liegendes Fachwerk (grün).

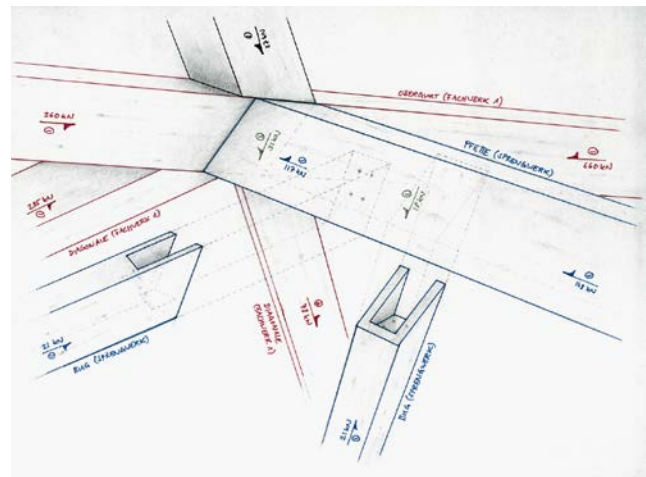
Die Ingenieure dimensionierten und bemessen zunächst die grosse Haube und reduzierten die Profilabmessungen für die kleinen Hauben nur leicht. Montiert wurden Letztere aber zuerst, um die dabei gesammelten Erfahrungen in den Aufbau der grossen Haube zu übernehmen (vgl. Abb. S. 33). Die Dachlasten des bei der grossen Haube

19.5 m x 12.5 m weit gespannten Dachstuhls werden über flächige Dachelemente (gedämmte Holzrahmenelemente) in ein Stabtragwerk geleitet.

Dieses ist statisch darauf ausgelegt, möglichst über Druck-, wenig über Biege- und kaum über Zugbeanspruchungen der einzelnen Traglelemente zu funktio-



Eckknoten im Tragwerk der grossen Haube: Hier treffen die Kräfte aus dem Sprengwerk (blau) und dem schräg stehenden Fachwerk (rot) auf die Stütze (schwarz) und das liegende Fachwerk (grün). Der horizontale Balken (schwarz) schliesst die Kräfte im System kurz.



Knotenpunkt im «First» der Dachhaube: Hier treffen die Kräfte aus dem Sprengwerk (blau) auf das schräg gestellte Fachwerk (rot).

nieren (vgl. statisches System, oben). Durch den Lastabtrag in einzelne stabförmige Elemente wirkt es trotz der grossen Kräfte (Schneelast = 1.46 kN/m²) filigran. Die Lasten werden vorerst zu den Pfetten geführt (vgl. statisches System S. 36, blau). Diese sind zusammen mit den an deren Enden angeordneten Bugstäben als Sprengwerke ausgebildet. Dadurch entlasteten die Ingenieure die Pfetten und konnten sie schlanker dimensionieren. Die an den vier Bugfüssen und den beiden Pfettenenden anfallenden vertikalen und wenigen horizontalen Lasten werden auf die beiden flankierenden dreieckförmigen Strebenfachwerke abgegeben (vgl. statisches System S. 36, rot). Da diese schräg gestellt sind, entstehen horizontale, nach aussen gerichtete Reaktionen. Sie fliessen als Aktionen wiederum in ein horizontales, jeweils auf Niveau Untergurt angeordnetes, parallelgurtiges Fachwerk (vgl. statisches System S. 36, grün). Über Längsträger am oberen und unteren Rand des Haubengrundrisses sind diese beiden liegenden Fachwerke miteinander verbunden. Der vierkantige Kräftezusammenschluss steift die Dachkonstruktion aus, sodass die gesamte Konstruktion in sich stabil ist. Vier Eckstützen übertragen ihre Last auf die darunter liegende Abfangkonstruktion – ein unbehinderter Panoramarundblick tut sich auf.

Abgestimmte Knoten

Die Vielzahl von Stäben mit teils rhombischen Holzquerschnitten fügt sich in komplexen dreidimensionalen Knoten zusammen – bis zu sieben Stäbe in einem einzelnen Knotenpunkt. Daraus formschlüssige Verbindungen zu entwickeln war eine Herausforderung – besonders, weil man sie vornehmlich in Holz ausbilden und nur dort Stahl einsetzen wollte, wo es notwendig war (vgl. Skizze Knoten S. 36). Das Tragwerk sollte als reine Stabform ohne verunklärend sichtbare Verbindungselemente erscheinen (vgl. Cover). Also setzten die Ingenieure auf Verbindungsmittel, die verdeckt im Knoteninnern stecken und spezifisch auf die rechnerisch als Gelenke funktionierenden Knoten abgestimmt sind: geklebte Gewindestangen bei Zugbeanspruchung, Schlitzbleche, wo sinnvoll und notwendig, Stab- und Holzdübel oder Bolzen für formschlüssige Verbindungen, Zapfen für die Sicherung der gegenseitigen Lage zweier Hölzer, Buchenwürfel für höhere Querdruckfestigkeit und Kontaktstösse bei vorhandenen Druckspannungen.

Die Holz-Holz-Verbindungen hatten dabei Priorität, denn sie wurden der Grundidee des reinen Holzstabtragwerks vollends gerecht. Dabei nutzten die Ingenieure das Wissen aus dem traditionellen Zimmermannshandwerk, ergänzt um die heute mögliche höhere Präzision in der Planung sowie neueste Erkenntnisse in Materialtechnologie und Montage. So vereinfachten beispielsweise der Einsatz von hochpräzisen, schwindfreiem expandierendem Vergussmörtel und die maschinelle Bearbeitung mit gewinkelten Bohrungen die Montagevorgänge wesentlich. Dieses Zusammenspiel ermöglichte letztlich erst das raumprägende Tragwerk im Aufenthaltsraum als dem Herzstück des Hauses.



Ein Stabtragwerk für die grosse Spannweite von fast 20 m und Hauben für Schulungsräume (oben) und den Aufenthaltsraum (vgl. Abb. S. 31) – Tragwerk und Architektur verflechten sich.

Essenz der Zusammenarbeit

Hier im Aufenthaltsraum, wo sich heute Firmensparten treffen, vernetzten sich während der Planung auch Erfahrung und Wissen aus Architektur und Ingenieurwesen. Der gemeinsame berufliche Hintergrund der Projektleiter wirkte verbindend: «Wir Ingenieure und die Architekten haben alle einen Holzbau-Hintergrund und waren einmal Schreiner oder Zimmermann», erklärt Oliver Bopp, Projektleiter bei Pirmin Jung Schweiz. Diese Affinität nahmen die Planenden gewinnbringend mit in die Umsetzung. So entstand ein Raum, der durch seine Aufenthaltsqualität besticht und geprägt ist von einem Tragwerk, das umfassend gestaltet, präzise durchdacht und stimmig verankert ist. •

Clementine Hegner-van Rooden, Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR und Korrespondentin TEC21; clementine@vanrooden.com

Anmerkungen

1 Als Kerbe bezeichnet man in der Zimmerei eine Auskerbung in einem Holzträger, in die sich ein zweiter Holzträger – oder wie hier der Überbeton – verzahnt. Eine Verbindung zweier Tragelemente entsteht, die Schub übertragen kann.

2 Vgl. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, «Brandschutzrichtlinie. Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte», Bern 2015, S. 8.