

# Glas und Metall soweit das Auge reicht

In unmittelbarer Nähe zum weltberühmten Olympiagelände ist nach vier Jahren Bauzeit, Ende 2007, das Automobil-Auslieferungszentrum «BMW Welt» eröffnet worden. Beinahe grenzenlos scheinen sich die modernsten Glas-Metall-Konstruktionen des Auto-Erlebnistempels aneinanderzureihen. Text: Wolf D. Prix / W. Dreiholz & Partner ZT GmbH, Fotos: Coop Himmelb(l)au, Wien, und Hans Ege, Luzern

**Rund 500 Millionen Euro** hat das Unternehmen in den Neubau an der Unternehmenszentrale und den Umbau des BMW-Museums direkt daneben investiert. Dominiert wird die Front des Gebäudes aus Glas und Stahl von einem Doppelkegel. Die eigentliche Halle selbst hat sieben Stockwerke und ist 180 Meter lang sowie 130 Meter breit. Architekt Wolf D. Prix vom Wiener Büro Coop Himmelb(l)au konzipierte das Dach als «schwebendes Wolkenfeld». Bis zu 80 Meter werden ohne Stützpfeiler überspannt. Innen ist die Halle von mehreren Rampen und Stegen durchzogen.

## Dach aus kissenförmigen Trägerrosten

Die Dachkonstruktion besteht in ihrem Grundsystem aus einer oberen und einer unteren Trägerrostlage mit einem Grundraster von 5,0 x 5,0 m. Der obere Trägerrost wurde durch negatives Eigengewicht kissenförmig nach oben gewölbt, auf den unteren wurden Kräfte aufgebracht, die aus den darunter liegenden Flächen und Baukörpern

hergeleitet wurden. Die entstehenden Formen wurden auch im Hinblick auf die Sinnhaftigkeit des Lastabtrags kontrolliert und optimiert. Die unterschiedlichen Höhen des Tragwerks sind an die Beanspruchung angepasst. Das Zusammenwirken der beiden Trägerlagen als räumliches Tragwerk entstand durch das Hinzufügen diagonalen Fachwerkstreben. Zur Entzerrung der Knoten und zur Reduzierung der freien Längen der Ober- bzw. Untergurte werden die Verbindungspunkte der Diagonalen bei den sich kreuzenden Fachwerkträgern versetzt angeordnet. So entstand ein leichtes und effizientes Tragwerk, das trotz grosser Spannweiten mit geringem Materialverbrauch realisierbar ist.

## Doppelkegel - eine verdrehte Konstruktion

Der Doppelkegel hat die Form zweier schiefer Kegelstümpfe mit einem ausgerundeten Übergangsbereich. Als Tragwerk ist er eine zum Stabwerk aufgelöste Schale mit horizontalen Ringen >



## CONSTRUCTION MÉTALLIQUE INTERNATIONALE

# Du verre et du métal à perte de vue

Après quatre ans de construction, le centre de livraison de véhicules « le Monde de BMW » a été inauguré fin 2007 juste à côté du parc olympique connu mondialement. Les constructions de verre et de métal très modernes de ce temple de l'événement automobile semblent s'enchaîner presque à l'infini.

**L'entreprise a investi environ 500 millions d'euros** directement dans la nouvelle construction près du siège de l'entreprise, et dans la transformation du musée BMW. Un double cône domine sur la face avant du bâtiment en verre et en acier. Le hall lui-même s'élève sur sept étages et s'étend sur 180 mètres de longueur et sur 130 mètres de largeur. L'architecte Wolf D. Prix du bureau Coop Himmelb(l)au de Vienne a conçu le toit comme « un champ de nuages flottants ». Jusqu'à 80 mètres sont reliés sans pilier de soutien. A l'intérieur, le

hall est traversé par plusieurs rampes et passerelles.

## Un toit en treillis de poutres en forme de coussin

Le système de base de la construction du toit est constitué d'un treillis de poutres inférieur et d'un treillis de poutres supérieur avec une grille de base de 5,0 m x 5,0 m. Le treillis de poutres supérieur a été voûté vers le haut dans la forme de coussin. Sur le treillis inférieur ont été appliquées des forces qui ont été dérivées des surfaces et des éléments de construction se trouvant

au-dessous. Les formes qui en résultent ont été également contrôlées et optimisées conformément aux exigences statiques. Les différentes hauteurs de la structure porteuse sont adaptées à la sollicitation. La conjonction des deux poutres formant une structure porteuse de l'espace résulte de l'ajout d'étréteaux de treillis en diagonale. Pour l'égalisation des nœuds et la réduction des longueurs libres des membrures inférieures et supérieures, les points de jonction des diagonales où se croisent les poutres en treillis sont placés en quinconce. Il en résulte

une structure porteuse légère et efficace, qui, malgré de très grandes portées, a pu être réalisée avec une faible consommation de matériau.

## Double cône - une construction vrillée

Le double cône a la forme de deux troncs de cône inclinés avec une zone de jonction arrondie. Sa structure porteuse est une enveloppe décomposée formant la poutre avec des cercles horizontaux et deux socs s'élevant en diagonale. Ces deux socs sont tournés dans la même direction



## Bautafel

Bauherrschaft: BMW AG, München, Deutschland  
 Entwurf und Planung: COOP HIMMELB(L)AU  
 Wolf D. Prix/W. Dreibholz & Partner ZT GmbH

500 Mio. Euro hat BMW in den 180 m x 130 m messenden Glas-Metall-Komplex investiert. BMW a investi 500 millions d'euros dans ce complexe de métal et de verre mesurant 180 m x 130 m.

sous forme de spirale pour renforcer l'impression de dynamique. L'ouverture des mailles du double cône était orientée initialement vers l'ouverture des mailles du toit.

La couverture en verre a été réalisée au moyen d'une construction secondaire. Le double cône constitue un support principal du toit et contribue essentiellement au renforcement horizontal en introduisant par sa base les charges horizontales dans la construction massive au-dessous du double cône. Au cours d'une phase ultérieure, l'ouverture des mailles a été diminuée de moitié pour réduire la superficie des panneaux à la superficie utilisable des vitres et pour placer les vitres triangulaires directement sur les profilés creux rectangulaires de 300 x 100 mm. Afin d'obtenir la portance d'une enveloppe de poutraison résistante à la

flexion, tous les nœuds ont été soudés pour qu'il ne fléchissent pas. L'extrémité supérieure du double cône forme un toit suspendu avec des supports tangentiels et radiaux et qui est accroché sur une poutre triangulaire circulaire résistante à la flexion.

### Déformation permise par la courbure de la façade

La façade a été conçue comme un système poteau-poutre modifié. Le poteau est plié sur une hauteur de 7,50 m et incliné verticalement de moins de dix degrés. L'avantage d'une construction pliée réside dans la possibilité d'absorber les déformations verticales du toit grâce à une flexion élastique des poteaux. Les joints de dilatation du toit peuvent donc être supprimés. Les poteaux sont couplés à la construction du toit à la fois au >



Die riesige Dachfläche ist zu einem grossen Teil mit Solaranlagen bestückt. L'immense surface de toit est en grande partie équipée d'installations solaires.



**Der wie ineinander verschraubt wirkende Doppelkegel ist ein Hauptauflager des Daches.**  
Le double cône dont chaque partie paraît vissée l'une dans l'autre constitue un support principal du toit.



**Detailansicht der Dachabdeckung.**  
Aperçu détaillé du revêtement du toit.

> niveau de la membrure supérieure et de la membrure inférieure. Dans la mesure où l'arête de toit se déroulant irrégulièrement est plus haute, la façade est, à une hauteur de 15 m, également étayée contre le toit. Cela permet de réduire les portées libres de telle sorte que de faibles sections de poteau sont suffisantes par rapport à la hauteur de la façade. Les poteaux de la façade ont un écart de 5 m. Les sections des façades sont composées de deux aciers plats couplés afin de cacher la conduite des câbles et que ces derniers soient facilement accessibles sur les poteaux pour la technique du bâtiment. Les vitres sont directement calées sur les poutres et collées dans les joints. Elles ont été disposées le plus près possible du bord

afin de minimiser les contraintes de flexion survenant sur la poutre.

**Le hall, une boîte porteuse**

Les éléments de construction du hall se trouvent directement sur le « premier plateau » - le cœur du Monde de BMW - au niveau des étages supérieurs E2 à E4, de telle sorte qu'il soit vraiment enveloppé par la construction du nuage de toit. Le niveau E4 a, en raison du volume de toit plus important à cet étage, un plan plus grand et s'élève ainsi environ 6 mètres au-dessus de l'étage se trouvant au-dessous. L'ensemble du corps de bâtiment, avec des dimensions de 70 m x 34 m au niveau E3 et de 70 m x 40 m au niveau E4, devrait, en raison du « premier plateau » se trouvant au niveau E1, ne re-

poser que sur cinq points. Ces conditions annexes ont entraîné le développement d'une « boîte porteuse » avec des parois et des verres porteurs formés par les plafonds et par les treillis de poutres circulaires sur la hauteur de l'étage. Quatre des cinq points d'appui se trouvent sur les côtés longitudinaux au niveau des treillis de poutres circulaires. Le cinquième point d'appui est le noyau qui se trouve à l'intérieur dont la section résiste à la torsion et qui garantit en même temps aussi le renforcement. Le toit du hall et le plafond au-dessus du niveau E3 sont réalisés en poutres composites et sont adaptés à une trame mesurant 5,0 x 10,0 m. Ils prennent appui sur les poteaux mixtes, sur les treillis de poutres circulaires et directement sur le noyau.

Les charges des poteaux mixtes sont amorties par les grilles des treillis de poutres du ventre de poisson dont la membrure supérieure est également assemblée au plafond en béton armé se trouvant au-dessus. Le treillis circulaire partiellement vitré et le noyau se trouvant à l'intérieur prennent appui au nord sur deux grands supports en béton armé et au sud sur des constructions composites en acier, penchées, de type console. Il résulte de ce raccordement « incliné » des points d'appui et de ces importantes forces d'appui (jusqu'à 12 000 KN) de grandes forces horizontales qui ont dû être diminuées dans le noyau au moyen des plafonds en béton au-dessus du niveau du ventre du poisson. ■

> und zwei aufstrebenden Diagonalenscharen. Beide Scharen sind schraubenförmig in die gleiche Richtung verdreht, um den Eindruck von Dynamik zu verstärken. Die Maschenweite des Doppelkegels orientierte sich ursprünglich an der Maschenweite des Daches.

Die Glaseindeckung erfolgte über eine Sekundärkonstruktion. Der Doppelkegel ist ein Hauptauflager des Daches und trägt wesentlich zur Horizontalaussteifung bei, indem über seine Fusspunkte die Horizontallasten in die Massivkonstruktion unterhalb des Doppelkegels eingeleitet werden.

In einer späteren Phase wurde die Maschenweite halbiert, um die Feldgröße auf die einsetzbaren Scheibengrößen zu verringern und die dreieckigen Glasscheiben direkt auf Rechteck-Hohlprofile in den Abmessungen 300 x 100 mm aufzulegen. Alle Knoten wurden zur Erzielung der Tragwirkung einer biegesteifen Stabwerksschale auch biegesteif verschweisst. Den oberen Abschluss des Doppelkegels bildet ein Hängedach mit radialen und tangentialen Trägern, das in einen biegesteifen ringförmigen Dreigurtträger eingehängt ist.

**Fassadenknick erlaubt Verformung**

Die Fassade wurde als modifiziertes Pfosten-Riegel-System konzipiert. Unter zehn Grad zur Vertikalen geneigt ist der Pfosten auf einer Höhe von 7,50 m geknickt. Der Vorteil der abgelenkten Konstruktion besteht darin, dass Vertikalverformungen des Daches durch elastische Biegeverformungen der Pfosten aufgenommen werden können.

Bewegungsfugen am Dach können so entfallen. Die Pfosten sind sowohl in der Untergurt- als auch in der Obergurtenebene mit der Dachkonstruktion gekoppelt. Sofern die variabel verlaufende Dachkante höher ist, wird die Fassade auf einer Höhe von 15 m zusätzlich gegen das Dach abgesperrt. Dadurch werden die freien Spannweiten so reduziert, dass im Verhältnis zur Fassadenhöhe geringe Pfostenquerschnitte ausreichend sind. Die Fassadenpfosten haben >



Die Verkleidungen sind aus perlgestrahlten Edelstahlblechen gebaut.  
Les revêtements sont construits en tôle d'acier inoxydable sablées.

> einen Abstand von 5 m. Die Fassadenquerschnitte bestehen aus zwei gekoppelten Flachstählen, um eine verdeckte Führung und gute Zugänglichkeit der Leitungen für die Haustechnik in den Pfosten zu gewährleisten.

Die Verglasung ist direkt auf die Riegel geklemmt und in den Stossfugen geklebt. Sie wurden möglichst randnah geklotzt, um auftretende Biegebeanspruchungen des Riegels zu minimieren.

#### Die Lounge als tragende Kiste

Der Baukörper der Lounge befindet sich direkt über dem Premiereteller, dem Herzstück der BMW Welt, auf der Höhe der obersten Geschosse

schosdecken und der umlaufenden geschosshohen Fachwerkträger entwickelt. Vier der fünf Auflagerpunkte befinden sich auf den Längsseiten im Bereich der umlaufenden Fachwerkträger. Der fünfte Auflagerpunkt ist der innenliegende Kern mit torsionssteifem Querschnitt, der gleichzeitig auch die Aussteifung gewährleistet.

Das Dach der Lounge und die Decke über der Ebene E3 sind als Verbundträger, abgestimmt auf ein Rastermass 5 x 10 m, ausgeführt. Diese sind auf den Verbundstützen, den umlaufenden Fachwerkträgern und direkt auf dem Kern aufgelagert. Die Lasten der Verbundstützen werden vom Fachwerkträgerrost des Fischbauchs abgefangen, dessen Obergurtebene ebenfalls im

## Die Kunden können ihren neuen Wagen gegen einen bescheidenen Aufpreis in der Halle vorfahren lassen und gleich mitnehmen.

E2 bis E4, so dass er von der Konstruktion der Dachwolke förmlich eingehüllt wird. Die Ebene E4 hat aufgrund des grösseren Dachvolumens in diesem Geschoss einen grösseren Grundriss und krägt somit ca. 6 Meter über das darunterliegende Geschoss. Der gesamte Baukörper mit den Abmessungen von 70 m x 34 m in Ebene E3 und 70 m x 40 m in Ebene E4 sollte aufgrund des in der Ebene E1 liegenden Premieretellers nur auf fünf Punkten aufliegen. Aus diesen Randbedingungen heraus wurde eine «tragende Kiste» mit tragenden Scheiben und Wänden in Form der Ge-

Verbund mit der darüberliegenden Stahlbetondeckenscheibe steht. Das umlaufende, zum Teil verglaste Fachwerk und der innenliegende Kern ist im Norden auf zwei grossen Stahlbetonstützen und im Süden auf geneigte konsolartige Stahlverbundkonstruktionen in den Aufzugscheiben aufgelagert. Durch diese «schrägen» Anbindungen der Auflagerpunkte und die grossen Auflagerkräfte (bis 12 000 kN) entstanden hohe Horizontalkräfte, die durch die Betondeckenscheibe über der Fischbauchebene in den Kern abgetragen werden mussten. ■



Bild: Himmelbr/au

**Von der Lounge kann der Kunde verfolgen, wie sein neuer Wagen vorgefahren wird.**  
Depuis le hall, le client peut voir comment sa nouvelle voiture est avancée.