

Gläserne Wellen formen den Berner Baldachin

Die Realisation des Baldachins - der riesigen gläsernen Haut - im historischen, denkmalgeschützten Stadtteil von Bern stellte höchste Ansprüche auf verschiedensten Ebenen. Das Zusammenspiel von weichem, duktilem Stahl und sprödem Glas sowie die hochkomplexe Geometrie überzeugen auf einzigartige Weise. Autor: Tuschmid AG, Frauenfeld, Bilder: Hans Ege, Luzern

Als ein neues Wahrzeichen Berns wurde 2008 der Baldachin am Bahnhofplatz eröffnet. Die drei erstplatzierten Teams (marchwell, BSR Architekten, und Atelier 5) des Architekturwettbewerbs zur Neugestaltung des Bahnhofplatzes und dessen Umgebung erarbeiteten das ambitionierte Projekt.

Die städtebauliche Idee thematisiert drei Hauptpunkte: den Platz, die Wege und das Tor.

Eine neue Verkehrsführung - anstatt diagonal, wird der Verkehr nun an den Platzrändern entlanggeführt - hat Raum geschaffen für einen vielfältig genutzten Bahnhofplatz.

Die Wege am zweitwichtigsten Bahnhof der Schweiz sind als städtische Aussenräume auf

zwei Ebenen - die Christoffelunterführung und der Platz mit dem Baldachin - erlebbar. Die vertikale Beziehung verbindet sie räumlich und funktional miteinander.

Der Baldachin erreicht seinen höchsten Punkt über den Tramhaltestellen, am einstigen Standort des Christoffelturms und nimmt so die Funktion des Tors zur Altstadt wieder auf.

Die vor der Umgestaltung eher willkürlich verlaufenden Stadträume werden durch den Baldachin neu gegliedert. In seinen Dimensionen bezieht er sich räumlich auf die Nachbargebäude. Die Glashaut ist dominant genug, um den öffentlichen Raum zu definieren, und so transparent, dass die historische Umgebung mit dem

Bürgerspital und Heiliggeistkirche auch unter dem Baldachin immer präsent ist.

Geschwungene Formen - anspruchsvolle Geometrie

Aus der Distanz betrachtet hat der Baldachin drei unterschiedliche Gesichter: Von der Spitalgasse und vom Bubenbergplatz aus nimmt man nur eine fein geschwungene Linie wahr. Zurückhaltend wirkt er aus der Richtung des Bahnhofs. Überraschend ist die Perspektive aus der Christoffelgasse, da hier die Stahlkonstruktion mit den am tiefsten Punkt zusammenlaufenden und frei über den Platz hängenden Trägern dominiert. >>



An der Unterseite der geschwungenen Sekundärträger sind die Tertiärträger angeschweisst. An diesen, aus Flachstahl hergestellten Balken sind die Punkthalterungen für das Glas befestigt.

Les poutres tertiaires sont soudées au niveau de la face inférieure des poutres secondaires arquées. Les supports par points pour le verre sont fixés au niveau de ces poutres constituées d'acier plat.



Zwölf eingespannte Stahlstützen bilden mit den daran verschweissten Primärträgern die Tragkonstruktion. Darüber schlängeln sich die gebogenen Sekundärträger.

L'ossature porteuse est constituée de douze montants en acier encastrés et des poutres primaires qui y sont soudées. Les poutres secondaires arquées s'entrelacent par-dessus.

DU VERRE ET DU MÉTAL DANS UN LIEU PUBLIC

Le baldaquin de Berne : des vagues de verre

La réalisation du « baldaquin », gigantesque revêtement en verre dans le quartier historique classé de Berne, a imposé les exigences les plus élevées à différents niveaux. La combinaison alliant de l'acier doux et ductile avec du verre cassant ainsi que la géométrie ultra complexe sont extrêmement convaincantes.



Die punktgehaltene gläserne Haut bestehend aus 528 Glasplatten, welche alle unterschiedliche Abmessungen aufweisen.

Le revêtement en verre fixé par points est constitué de 528 panneaux de verre, dont chacun présente différentes dimensions.



Trotz dem Siebdruck gewährt das Glas eine hohe Transparenz, so dass die freie Sicht auf die Heiliggeistkirche erhalten bleibt.

Malgré le motif imprimé en sérigraphie, le verre garantit un niveau de transparence élevé de manière à conserver une vue dégagée sur l'église du Saint-Esprit.

Nouveau symbole de la ville de Berne, le baldaquin de la place de la gare a été inauguré en 2008. Ce projet ambitieux a été élaboré par les trois équipes les mieux classées (marchwell, BSR Architekten et Atelier 5) à l'issue du concours d'architecture, dont

l'objectif était la remise à neuf de la place de la gare et des alentours.

Ce concept urbanistique est axé sur trois points clés : la place, les voies de circulation et la porte.

Un nouveau plan de circulation - le trafic contournera désormais la

place au lieu de la traverser en diagonale - a fait de la place pour les multiples utilisations de la place de la gare.

Les voies de circulation de la deuxième gare de Suisse sont comme des espaces urbains extérieurs sur

deux niveaux : le passage souterrain Christoffel et la place avec le baldaquin, reliés verticalement sur un plan spatial et fonctionnel.

Le baldaquin atteint son point le plus élevé au-dessus des arrêts de tram, où se trouvait jadis la tour >>

GLAS UND METALL IM ÖFFENTLICHEN RAUM

> In Anlehnung an die historische Torsituation schwingt sich der Baldachin von 3 m auf seine maximale Höhe von 10 m. Der Baldachin bildet eine anspruchsvolle Geometrie, welche durch die Krümmungen einerseits sowie durch die nicht parallel und auf unterschiedlicher Höhe verlaufenden Achsen der Hauptträger andererseits definiert wird.

Zwölf eingespannte Stahlstützen bilden mit den daran verschweissten Primärträgern aus Kastenprofilen eine Rahmenkonstruktion. Die Sekundärträger – ebenfalls Kastenprofile – sind in Längsrichtung mit den Primärträgern verschweisst. Wiederum in Querrichtung sind die Tertiärträger zwischen die Sekundärträger als einfacher Balken gehängt.

Der Baldachin erreicht mit den an den Tertiärträgern abgehängten Gläsern eine Ausdehnung von 85 m Länge, 11 bis 41 m Breite und eine Höhe zwischen 3 m und 10 m. Die Glasfläche beträgt gesamt 2350 m².

230 Tonnen Stahl tragen das Glas

Der Stahlbau besteht aus geschweissten, konischen Kastenträgern. Die sechs Primärträger sind von unterschiedlicher Dimensionierung. Die Sekundärträger – welche in zwei Ebenen gekrümmt sind – verkörpern eine sich linear verjüngende und vergrößernde Konstruktion von sehr hoher Genauigkeit. Zur Herstellung der Tertiärträger wurde 30 mm starker Flachstahl mit einer Länge von bis zu 6 m verarbeitet. Ebenfalls als Kastenprofile sind die zwölf eingespannten Stützen gefertigt. Somit nimmt die Stahlkonstruktion analog dem Grundriss und dem Querschnitt die sich verändernden Dimensionen auf.

Diese Geometrien ergeben zusammen mit der Neigung des Daches von bis zu 20° keine orthogonalen Schnittpunkte bzw. lassen nur eine punktuelle Bündigkeit an den Trägerunterkanten zu. Insgesamt wurden rund 230 t Stahl verbaut, dessen Langlebigkeit ein Korrosionsschutz mit einem dreifachen Aufbau von 200 µm Gesamtschichtstärke garantiert. >>



Zur Ermittlung der Glasstärke sind Schnee- und Windlasten nach Norm berücksichtigt und zudem Glasbruchtests unter zweifacher Normbelastung durchgeführt worden.

Afin de déterminer la résistance du verre, il a fallu d'une part tenir compte de la charge standard due à la neige et à l'action du vent et d'autre part, des tests de bris de glace ont été effectués avec deux fois la charge standard.

DU VERRE ET DU MÉTAL DANS UN LIEU PUBLIC

> Christoffel, et fait donc à nouveau office de porte donnant sur la vieille ville.

Les espaces urbains, plutôt dispersés de façon arbitraire avant les travaux de remise à neuf, sont restructurés par le baldachin. Ses dimensions sont calquées sur celles des bâtiments adjacents. Le revêtement en verre domine suffisamment pour délimiter l'espace public. De par sa transparence, les alentours historiques avec l'hôpital public et l'église du Saint-Esprit sont toujours présents, y compris lorsque l'on se trouve sous le baldachin.

Des formes galbées – une géométrie exigeante

De loin, le baldachin offre trois points de vue différents : ne laissant apparaître qu'une petite courbe à partir de la Spitalgasse et du Bubenberglplatz, son aspect est discret à partir de la gare et le point de vue de la Christoffelgasse est surprenant, car la construction en acier y est prédominante avec les poutres qui se rencontrent au point le plus bas, surplombant la place.

À l'instar de l'emplacement historique de la porte, le baldachin part de 3 m pour s'élever jusqu'à 10 m de hau-

teur en son point le plus haut. Le baldachin est doté d'une géométrie exigeante, définie d'une part par les courbures, et de l'autre par les axes des poutres principales qui ne sont pas parallèles et qui s'étendent sur différentes hauteurs.

L'ossature porteuse est constituée de douze montants en acier encastres et des poutres primaires constituées de profils en caissons qui y sont soudées. Les poutres secondaires, également des profils en caissons, sont soudées dans le sens longitudinal aux poutres primaires. Dans le sens de la largeur, en revanche, les poutres ter-

tiaires sont fixées entre les poutres secondaires en tant que simples supports.

Avec les panneaux de verre fixés aux poutres tertiaires, le baldachin a une longueur de 85 m, une largeur allant de 11 à 41 m et une hauteur allant de 3 à 10 m. La surface totale de la partie en verre s'élève à 2350 m².

230 tonnes d'acier supportent le verre

L'ossature métallique est composée de poutres en caissons soudées de forme conique. Les six poutres primaires présentent différentes dimensions. >>

GLAS UND METALL IM ÖFFENTLICHEN RAUM

Montage eines der gewundenen Sekundärträger.
Assemblage de l'une des poutres secondaires
galbées.



Technische Daten Baldachin

Verbauter Stahl	ca. 230 t
Glasfläche	2350 m ² (528 Gläser)
Länge	85 m
Breite	11 m bis 41 m
Höhe	3 m bis 10 m
Montagedauer	September 2007 bis Mai 2008
Eröffnung	2008

Caractéristiques techniques du baldaquin

Acier utilisé	env. 230 tonnes
Surface du verre	2350 m ² (528 panneaux de verre)
Longueur	85 m
Largeur	11 à 41 m
Hauteur	3 à 10 m
Durée de l'assemblage	de sept 2007 à mai 2008
Inauguration	2008

Bautafel

Projekt	Baldachin Bern Neugestaltung Bahnhofplatz Bern
Bauherrschaft	Tiefbauamt Stadt Bern, Stadtbauten Bern, Fonds für Boden und Wohnbaupolitik der Stadt Bern, BERNMOBIL, SBB Immobilien, Energie Wasser Bern
Architekten	marchwell, BSR Architekten, Atelier 5 Planergemeinschaft Bahnhofplatz Bern
Ingenieure	Ove Arup Facade Engineering, London (Konzeptphase) Ernst Basler + Partner AG, Zürich (Vorprojekt/Baupunkt/Vordimensionierung)
Ausführungsplanung	Walt + Galmarini AG, Zürich (Stahlbau) Dr. Lüchinger + Meyer Bauingenieure AG, Zürich (Glas)
Gesamtprojektleitung	Emch + Berger AG, Bern
Totalunternehmer	ARGE TU- Neuer Bahnhofplatz WALO Bertschinger AG, Stucki AG, Ramseier AG, Wirz AG, Furrer + Frey AG, alle Bern
Stahl/Glasbau	Tuchs Schmid AG, Frauenfeld (Baldachin)
Glaslieferant	Glas Trösch AG Swisslamex, Bützberg

DU VERRE ET DU MÉTAL DANS UN LIEU PUBLIC

> Les poutres secondaires, arquées sur deux niveaux, se rétrécissent et s'élargissent de façon linéaire avec une précision extrême. Pour fabriquer les poutres tertiaires, de l'acier plat de 30 mm d'épaisseur et d'une longueur atteignant jusqu'à 6 m a été usiné. De même, les profils en caissons sont constitués de douze supports encastres. L'ossature métallique reprend ainsi les différentes dimensions de la coupe horizontale et de la coupe transversale.

Ces géométries ne présentent aucun point d'intersection orthogonal avec l'inclinaison du toit, qui atteint jusqu'à 20°, ou plus exactement elles n'affleurent que ponctuellement sous les poutres. Au total, ce sont environ 230 tonnes d'acier qui ont été utilisées, dont la longévité est garantie par une protection contre la corrosion avec une triple structure de 200 µm d'épaisseur totale.

Étant donné que la totalité de l'ossature porteuse du baldaquin se trouve au-dessus de la surface en verre, les plaques de verre forment ensemble une membrane très fine d'une transparence appréciable. Cet espace urbain couvert est empreint de l'homogénéité du revêtement en verre fixé par points, constitué de 528 panneaux de verre.

Chaque panneau de verre est unique
Pour la suspension en verre, des armatures ont été fixées au niveau des poutres tertiaires, percées au préalable. Une console articulée a été fabriquée pour intégrer l'ajustement idéal au niveau des différents angles des inclinaisons de la toiture. Le dispositif de blocage, également nécessaire d'un point de vue statique, est obtenu par la transmission de la friction d'un boulon HR.

Afin d'obtenir un tracé discret

pour la membrane de verre, en raison des surfaces inclinées, la répartition a nécessité d'un point de vue géométrique 528 panneaux de verre différents. Ces panneaux de verre se sont vus conférer une coupe de forme trapézoïdale afin d'absorber la torsion au niveau de la zone centrale.

Les 150 tonnes de verre sont maintenues par environ 3'900 supports (en moyenne huit par panneau).

Pour les panneaux, qui mesurent en moyenne 1,3 x 4 m et pèsent env. 300 kg, du verre de sécurité feuilleté a été utilisé : deux plaques partiellement trempées de 12 mm d'épaisseur pour chaque panneau. Entre ces deux couches, quatre feuilles garantissent que tout panneau cassé présente une force portante résiduelle d'au moins 48 heures.

Afin de déterminer la résistance du verre, il a fallu d'une part tenir compte de la charge standard due à

la neige et à l'action du vent et d'autre part, des tests de bris de glace ont été effectués avec deux fois la charge standard et une force portante résiduelle de 50 %.

Le motif subtil imprimé en sérigraphie au niveau de la face inférieure du verre avec une trame de 25 % sert à atténuer les reflets et fait office d'isolation thermique en période estivale. Malgré ce motif imprimé en sérigraphie, le verre garantit un niveau de transparence élevé de manière à conserver une vue dégagée sur l'église du Saint-Esprit.

Le toit est praticable afin d'effectuer des travaux de nettoyage et d'entretien.

Pour garantir la sécurité des passants, y compris l'hiver, les bords des panneaux de verre sont pourvus d'un câble chauffant qui évite toute formation de stalactites. La protection contre les intempéries prévue au >>



Die gelenkigen Glashalterungen hängen an den Tertiärträgern.
 Les supports articulés pour le verre sont fixés aux poutres tertiaires.

> Da die Tragstruktur des Baldachins komplett über der Glasfläche liegt, verbinden sich die Glasscheiben zu einer hauchdünnen Membran von beachtlicher Transparenz. Die punktgehaltene gläserne Haut, bestehend aus 528 Glasplatten, prägt in ihrer Homogenität den überspannten städtischen Raum.

Jedes Glas ein Unikat

Für die Glasaufhängung sind Bügel an die vorgebohrten Tertiärträger geschraubt worden. Eine Konsole mit Gelenk wurde gefertigt, um die ideale Anpassung an die verschiedenen Winkel der Dachneigungen aufzunehmen. Die wieder-

um aus statischer Betrachtung notwendige Arretierung wird durch die Reibübertragung einer HV-Schraube erreicht.

Um ein zurückhaltend gestaltetes Glasmembranenbild zu erhalten, war die Einteilung aufgrund der verwundenen Flächen so zu bestimmen, dass geometrisch bedingt 528 unterschiedliche Gläser notwendig waren. Die Gläser erhielten einen trapezförmigen Zuschnitt, damit die Verdrehung im Mittelbereich aufgenommen werden konnte.

Rund 3900 Glashalter - im Mittel acht Stück pro Glas - halten die ca. 150 Tonnen Glas.

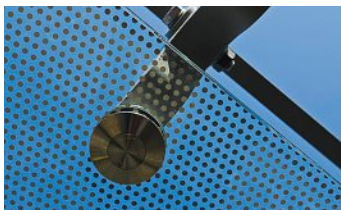
Für die durchschnittlich 1,3 x 4 m grossen, ca.

300 kg schweren Scheiben wurde Verbund-sicherheitsglas aus jeweils zwei 12 mm starken, teilvorgespannten Gläsern verwendet. Dazwischen liegen vier Folien, welche dafür sorgen, dass allenfalls gebrochene Gläser eine Resttragfähigkeit von mindestens 48 Stunden aufweisen.

Bei der Ermittlung der Glasstärke wurden einerseits Schnee- und Windlasten nach Norm berücksichtigt und andererseits Glasbruchtests unter zweifacher Normbelastung und einer Resttragfähigkeit von 50% durchgeführt.

Der feine Siebdruck auf der Glasunterseite mit 25 % Punktanteil dient zur Entspiegelung der >>

GLAS UND METALL IM ÖFFENTLICHEN RAUM



VSG 24/4 mit Siebdruck. Die Punkthalterungen erforderten absolute Präzision.

Verre de sécurité feuilleté 24/4 avec motif imprimé en sérigraphie. Les fixations par points exigent un niveau de précision extrême.



Für Reinigungs- und Wartungsarbeiten ist das Dach begehbar. Zum Schutz der Passanten wurde am Glasrand ein Heizkabel installiert, das die Bildung von Eiszapfen verhindert.

Le toit est praticable pour effectuer des travaux de nettoyage et d'entretien. Afin de garantir la sécurité des passants, les bords des panneaux de verre sont pourvus d'un câble chauffant qui évite toute formation de stalactites.

DU VERRE ET DU MÉTAL DANS UN LIEU PUBLIC

Panneau de chantier

Projet	Baldaqin de Berne Remise à neuf de la place de la gare de Berne
Maître d'ouvrage	Office des ponts et chaussées de la ville de Berne, service municipal des constructions de Berne, fonds pour la politique des terrains et de l'aménagement de la ville de Berne, BERNMOBIL, CFF Immobilier, Energie Wasser Bern
Architectes	marchwell, BSR Architekten, Atelier 5
Ingénieurs	Union des planificateurs de la place de la gare de Berne Ove Arup Facade Engineering, Londres (phase de conception) Ernst Basler + Partner AG, Zurich (avant-projet / projet de construction / dimensionnement préalable)
Planning d'exécution	Walt + Galmarini AG, Zurich (construction métallique) Dr. Lüchinger + Meyer Bauingenieure AG, Zurich (verre)
Direction générale du projet	Emch + Berger AG, Berne
Entrepreneur général	ARGE TU- Neuer Bahnhofplatz WALO Bertschinger SA, Stucki AG, Ramseier AG, Wirz AG, Furrer + Frey AG, tous de Berne
Construction métallique/verre	Tuchs Schmid AG, Frauenfeld (baldaqin)
Fournisseur du verre	Glas Trösch AG Swisslamex, Bützberg

> niveau des bords évite tout déversement de pluie ou de neige au-dessus du bord.

Des travaux précis à tous les niveaux

L'ossature métallique tout entière a exigé un niveau de précision extrême lors du montage des panneaux de verre fixés par points. La tolérance d'usage dans le domaine de la construction métallique, soit jusqu'à 1/1000 de l'envergure de la construction, aurait garanti pour l'envergure de 22 m une tolérance potentielle de max. ± 22 mm. Les panneaux de verre percés à l'usine ne présentaient cependant qu'une tolérance de ± 3 mm.

Par conséquent, des travaux à faible tolérance et d'une précision extrême se sont avérés nécessaires dès la fabrication à l'atelier de la so-

> Glasunterseite sowie als sommerlicher Wärmeschutz. Trotz dem Siebdruck gewährt das Glas noch immer eine hohe Transparenz, so dass die freie Sicht auf die Heiliggeistkirche erhalten bleibt. Für Reinigungs- und Wartungsarbeiten ist das Dach begehbar.

Um den Passanten auch im Winter Sicherheit zu gewährleisten, ist am Glasrand ein Heizkabel installiert, welches die Bildung von Eiszapfen verhindert. Der im Randbereich angebrachte Verwehschutz schützt davor, dass Regen oder Schnee über den Glasrand geweht wird.

Präzises Arbeiten auf allen Ebenen

Die gesamte Stahlkonstruktion erforderte für die Montage der punktgehaltenen Gläser absolute Präzision. Die im Stahlbau übliche Toleranz von bis zu 1/1000 der Spannweite hätte bei der 22-m- Spannweite eine mögliche Toleranz von max. ± 22 mm ergeben. Für die werkseitig gebohrten Gläser stand jedoch nur eine Toleranz von ± 3 mm zur Verfügung.

So erforderte bereits die Fertigung im Werk der Firma Tuchs Schmid AG ein höchst genaues und toleranzarmes Arbeiten. Aufgrund der speziellen Geometrien konnten auch keine Serien produziert werden, sondern eine Vielzahl von Einzelanfertigungen standen an.

Die doppelt gekrümmten Sekundärträger - deren horizontaler und vertikaler Querschnitt nicht konstant sind - wurden in einer komplexen Abwicklung geplant und gefertigt. Beim Einbau der Tertiärträger durfte keine Druckspannung in den Profilen erzeugt werden.

Um die Laschen zur Befestigung für die Tertiärträger horizontal anschweißen zu können, sind die Sekundärträger beispielsweise im Werk in die genaue Endposition gebracht worden.

Eine besondere Herausforderung stellte der vordere Teil, die «Zeh», aufgrund seiner Auskrägung und den daraus resultierenden Toleranzen und Bewegungen dar. Deshalb ist dieser Bauteil in der Werkhalle komplett vormontiert und optimiert worden.

Um vor Ort den täglichen Trambetrieb uneingeschränkt aufrechtzuerhalten und eine uneingeschränkte und sichere Montage der Gläser gewährleisten zu können, ist zwischen den Stromdrähten der Trams und der Stahlkonstruktion eine Arbeitsbühne, welche dem Verlauf des Baldachins folgte, errichtet worden. ■

ciété Tuchs Schmid AG. En raison des géométries spécifiques, aucune production en série ne s'est avérée possible : un grand nombre de pièces ont été fabriquées sur mesure.

La planification et la fabrication des doubles poutres secondaires arquées - dont la section horizontale et verticale n'est pas constante - se sont avérées complexes. Lors de l'assemblage des poutres tertiaires, aucune tension de compression ne devait être générée au niveau des profils.

Afin de pouvoir souder horizontalement les colliers de fixation pour les poutres tertiaires, les poutres secondaires ont par exemple été amenées dans leur position définitive à l'usine.

La partie avant (« l'orteil ») a constitué un défi tout particulier en raison de sa disposition en porte-à-faux ainsi que des tolérances et des mouvements qui en découlent. C'est pourquoi cet élément a été entièrement assemblé et optimisé au préalable à l'atelier.

Pour garantir un fonctionnement quotidien ininterrompu du tram ainsi qu'un assemblage sans restriction et en toute sécurité des panneaux de verre, une plate-forme de travail suivant le tracé du baldaquin a été mise en place entre les câbles d'alimentation du tram et la construction métallique. ■