

Gläsernes Juwel am Bauernhaus

Äusserst leicht und transparent wirkt die gläserne Pergola am steinernen Wohnhaus. Die edle Erscheinung ist geprägt von Innovationsgeist, modernster Glastechnik und höchster Präzision. Text: René Pellaton / Bilder gemäss Hinweisen



Bild: Mario Russi

Die gläserne Pergola wirkt edel und äusserst transparent am stattlichen Wohnhaus. Die – noch eingerollten – textilen Segel gewähren einen effizienten Sonnenschutz.

La pergola vitrée est élégante et extrêmement transparente sur cette imposante maison d'habitation. Les voiles textiles encore enroulés assurent une protection solaire efficace.

TECHNIQUE DU VERRE

Un joyau de verre à la ferme

La pergola vitrée de la maison en pierre donne une impression de légèreté et de transparence. Son apparence élégante est marquée par un esprit d'innovation, une technique de verre ultramoderne et une précision extrême.

La pergola vitrée de l'imposante maison en pierre datant de 1850 est légère, transparente et élégante. Porté par 13 piliers, le toit vitré protège la terrasse recouverte de quartzite du Rhin postérieur ainsi que l'accès latéral de la pluie et du vent. Deux techniques de construction

totalement opposées, issues d'époques très différentes, se sont rencontrées ici : la construction existante âgée de près de 170 ans et la technique du verre ultramoderne et tournée vers l'avenir.

Tandis que la ferme en pierre naturelle rappelle des rochers marins,

l'annexe vitrée se niche discrètement à ses côtés. Si les différentes têtes en verre ne paraissent pas un peu plus sombres et si les éléments de liaison arrondis ne reflétaient pas le ciel, l'annexe de 65 m² formant l'angle du bâtiment passerait presque inaperçue

Outre une apparence légère et élégante, les maîtres d'ouvrage ont accordé une grande importance aux considérations fonctionnelles. Ils ont délibérément renoncé à des piliers de toit continus sur la face avant et voulu que les vitres du toit soient légèrement orientées vers



Alle Glasteile sind aus Weissglas hergestellt und haben einen edlen, leicht bläulichen Charakter. Toutes les pièces en verre sont fabriquées en verre blanc, ce qui leur confère un caractère élégant et légèrement bleuâtre.

Bautafel / Panneau de chantier

Objekt / Projet:

Wohnhaus Schweiz

Architektur, Statik, Entwicklung /

Architecture, statique, développement:

Cladding AG, Landquart mit Bauherr

Metallbau und Gesamtmontage /

Construction métallique et montage complet:

Merkle Metallbau AG, Chur

Glaserstellung / Fabrication du verre:

Glas Trösch AG, Gossau SG

Leicht, transparent und edel wirkt die gläserne Pergola am stattlichen Steinhaus aus dem Jahr 1850. Getragen von 13 einzelnen Glasstützen schützt das Glasdach den mit Hinter Rhein-Quarzit belegten Sitzplatz sowie den seitlichen Zugang vor Regen und Wind. Tatsache ist, dass hier zwei völlig gegensätzliche Bautechniken aus unterschiedlichsten Zeitepochen zueinandergefunden haben. Einerseits der rund 170 Jahre alte Bestand, andererseits modernste und zukunftsweisende Glastechnik.

Während das aus Natursteinen gebaute Bauernhaus den Fels in der Landschaft manifestiert, schmiegt sich der gläserne Anbau diskret an seine Seite. Würden da nicht die einzelnen Glasstirnen etwas dunkler erscheinen und die runden Verbindungselemente am Himmel spiegeln, könnte man den 65 m² grossen und sich um die Gebäudeecke formierenden Anbau beinahe übersehen.

Neben einem leichten, edlen Erscheinungsbild spielten für die Bauherrschaft funktionale Überlegungen eine grosse Rolle. So wurde bewusst auf einen frontseitig durchlaufenden Dachträger verzichtet und die Dachgläser gegen aussen leicht ansteigend gerichtet. «Diese beiden Massnahmen gewährleisten, dass die unter dem Glasdach aufgewärmte Luft ungehindert abziehen kann und sich kein Wärmestau bildet», erklärt Mario Russi, Inhaber und Geschäftsführer der Cladding AG. Russi war für die technische Entwicklung, die Statik und – zusammen mit dem Bauherrn – auch für die optischen Aspekte zuständig. Als primäres Beschattungselement dient ein sich automatisch ausbreitendes Textilsegel.

Glasdimensionen am Limit

Betrachtet man die Dachfläche von oben, lässt diese im erweiterten Sinn auf eine L-Form schliessen. Während die Dachform gebäudeseitig einen Winkel von 90° aufweist, verlau-

fen die beiden Aussenkanten des 9,3 m breiten und 12,40 m tiefen Dachs in einem wesentlich engeren Winkel zueinander und die Dachfläche zum seitlichen Eingang hin reduziert sich linear.

Primär besteht die ganze Glaskonstruktion aus 13 Glasstützen und ebenso vielen Glasträgern. Darauf lagern 12 einzelne Glasscheiben, die zum Teil wesentlich unterschiedliche geometrische Formen aufweisen. Die grössten Gläser sind 5,90 m lang und 1,75 m breit und loten das technisch Machbare für eine derartige >

«Der Anspruch an Gelenkigkeit sowie die Möglichkeit eines zerstörungsfreien Glasersatzes bildeten wichtige Komponenten bei der Konstruktionsentwicklung. Dies war unter anderem auch der Grund, weshalb wir auf statische Verbindungen aus beispielsweise Giessharz verzichtet haben.»

Mario Russi

l'extérieur. «Ces deux mesures permettent à l'air réchauffé sous le toit vitré de s'échapper librement et de ne pas former d'accumulation thermique», explique Mario Russi, propriétaire et directeur de Cladding SA. m. Russi était responsable du développement technique, de la statique et, en collaboration avec le maître d'ouvrage, des aspects visuels. Un voile textile qui se déploie automatiquement sert d'élément d'ombrage primaire.

Dimensions du verre à la limite

Si l'on considère la surface du toit depuis le haut, on discerne une forme en L au sens large. Tandis que la forme du toit présente un angle de 90° du côté du bâtiment, les deux bords extérieurs du toit de 9,3 m de large et de 12,40 m de profondeur sont nettement plus étroits l'un par rapport à l'autre et la surface du toit en direction de l'entrée latérale se réduit linéairement. L'ensemble de la construction vitrée se compose de 13 piliers et d'autant de traverses. Douze vitres indivi-

duelles, dont certaines présentent des formes géométriques très différentes, y reposent. Les plus grands vitrages mesurent 5,90 m de long et 1,75 m de large et permettent d'étudier ce qui est techniquement faisable sur une telle construction. Toutes les arêtes vitrées extérieures et toutes celles du côté du bâtiment sont horizontales, ce qui conduit, associé au rétrécissement de la surface de la toiture, à un pli correspondant de la ligne de faîte, qui est également soutenue par un pilier. Les eaux pluviales sont dirigées vers le

bâtiment et évacuées par la rigole installée sur la façade dans le tube de renfort situé à l'angle du bâtiment.

Différentes structures vitrées

Les fonctions des éléments en verre sont aussi variées que les qualités et les structures du verre. Le vitrage feuilleté de sécurité en verre flotté de 2×12 mm et un film statique PVB résistant au cisaillement ont été utilisés pour les vitres de toit. Un verre feuilleté de sécurité en VPP 4×12 mm, également associé à un >



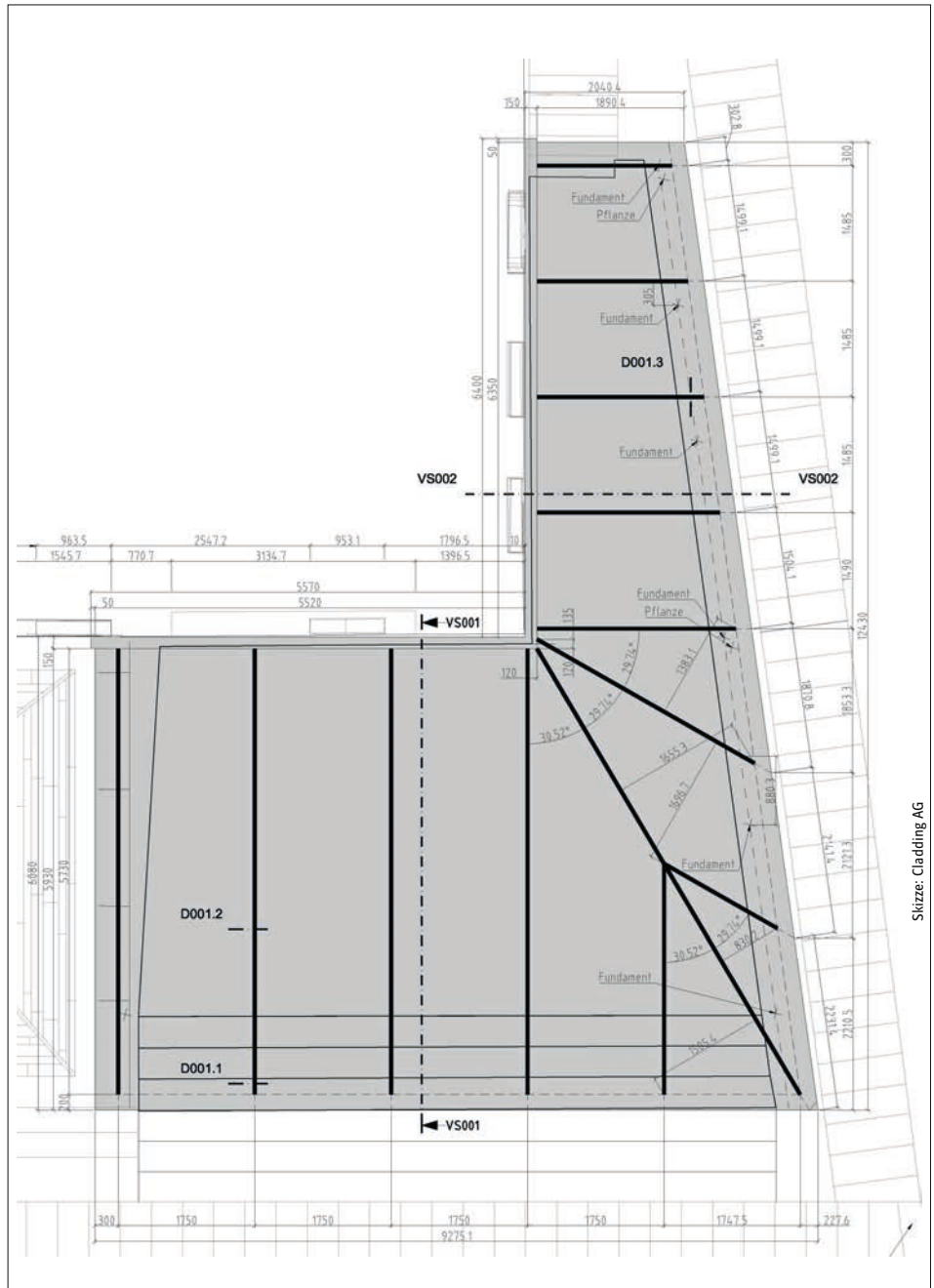
Seitenteil über dem Eingang. Verspielte Wirkung der runden Edelstahl-Glasverbindungen am Himmel.

Partie latérale au-dessus de l'entrée. Effet fantaisiste des assemblages de verre arrondis en acier inoxydable dans le ciel.

> Konstruktion aus. Alle äusseren und alle gebäudeseitigen Glaskanten verlaufen horizontal. Diese Tatsache, in Kombination mit der sich verjüngenden Dachfläche, führt zur entsprechend geknickten Scheitellinie, welche ebenfalls von einem Glasträger unterstützt wird. Das Meteorwasser wird gegen das Gebäude geführt und über die an der Fassade angebrachte Rinne im Stützrohr an der Gebäudecke abgeleitet.

Unterschiedliche Glasaufbauten

So unterschiedlich die Funktionen der einzelnen Glasbauteile sind, so unterschiedlich sind auch die Glasqualitäten und Glasaufbauten. Für die liegenden Dachgläser kam Verbund-sicherheitsglas aus 2×12 mm Floatglas und einer schubsteifen PVB-Statikfolie zur Anwendung. Für Stützen und Träger ein Verbund-sicherheitsglas aus 4×12 mm TVG, ebenfalls mit PVB-Sta-



Draufsicht: Gut zu erkennen sind die L-Form sowie die Verjüngung gegen den Eingang hin. Auch ersichtlich ist die diagonal verlaufende, geknickte Scheitellinie.

Vue de dessus: la forme en L et le rétrécissement vers l'entrée sont bien visibles. On visualise aussi la ligne supérieure pliée en diagonale.

TECHNIQUE DU VERRE

> film statique PVB, a été employé sur les piliers et les traverses. Pour des raisons esthétiques, le maître d'ouvrage a décidé de n'utiliser que du verre blanc, ce qui, associé aux films, crée un effet très clair et légèrement bleuâtre. Les effets grisâtres sur la surface du toit semblent provenir de reflets de l'environnement. «Je pense qu'avec le choix du vitrage, nous avons assez bien répondu aux attentes du maître d'ouvrage», déclare Mario Russi lors de la visite du site. «Les différentes ombres projetées dans la zone des

composants en acier inoxydable dégageant un certain jeu. Il s'est avéré une fois de plus qu'un échantillonnage préalable de différents verres était recommandé, voire indispensable.»

Lors de la commande des verres feuilletés de sécurité, les arêtes doivent être réalisées avec soin en garantissant un décalage minimal. Glas Trösch a parfaitement satisfait à cette exigence, car aucun décalage du verre n'est constaté sur les éléments de construction en verre. Le processus de laminage de ces verres

s'est déroulé de manière atypique dans un sac sous vide.

Ancrage dans un mur en pierre naturelle

Du fait de la liaison avec le bâtiment, une grande partie des charges de toit sont transférées au mur en pierre naturelle derrière la façade par des sabots en acier inoxydable et des consoles locales. Il est difficile de dimensionner les ancrages aux murs en pierre naturelle avec fiabilité, car la grande inconnue réside dans la pierre individuelle et la stra-

tification des pierres. Même si l'ancre est solidement ancrée dans la pierre, il est impossible de savoir avec certitude dans quelle mesure la pierre est reliée à l'ensemble de la maçonnerie. Pour faire face à de telles situations, m. Russi a appliqué une méthode d'essai spéciale et vérifié tous les ancrages sur site (metall a publié des informations détaillées sur cette méthode dans l'édition d'août 2021).

Les consoles de base ont été fixées sur cet édifice à l'aide d'ancrages en acier inoxydable de



Bild: Redaktion

Spitzwinklige Anschlüsse – ebenfalls aus Edelstahlprofilen – an den Glasträgern unter der Scheitellinie.

Raccordements à angle droit, également en profilés en acier inoxydable, sur les piliers sous la ligne de faîte.



Bild: Mario Russi

Anschluss an die Fassade. Alles aus Edelstahl: die Glasschuhprofile, die Verkleidungen der Wasser-
rinne und die Verkleidung des Dachwasserrohrs, das auch eine stützende Funktion wahrnimmt.

Raccordement à la façade. Tout est en acier inoxydable: les profilés de sabots de verre, les revêtements de la rigole et le revêtement du tuyau d'eaux pluviales, qui joue également un rôle de soutien.



Bild: Mario Russi

Während der Konsolenverankerungen im Naturstein wurde jeder einzelne Anker unter Zug gesetzt und auf die erforderlichen Zugkräfte geprüft.

Au cours de la réalisation des ancrages des consoles dans la pierre naturelle, chacun d'eux a été soumis à une traction et les forces de traction requises ont été contrôlées.



Bild: Bauherrschaft

Edle Wirkung des Übergangs Glasstütze / Schuhprofil im Hinterrhein-Quarzit.

Effet noble de la transition entre le support de verre et le profilé du sabot dans le quartz du Rhin postérieur.

tikfolie. Aus optischen Gründen entschied sich die Bauherrschaft, ausnahmslos Weissglas zu verwenden, was in Kombination mit den Folien die sehr helle, etwas bläuliche Wirkung generiert. Die gräulichen Wirkungen in der Dachfläche scheinen von Spiegelungen aus der Umgebung zu stammen. «Ich denke, dass wir mit der getroffenen Glaswahl die Vorstellungen der Bauherrschaft ziemlich gut getroffen haben», sagt Mario Russi bei der Ob-

jektbegehung. «Auch die einzelnen Schattenwürfe im Bereich der eingesetzten Edelstahlkomponenten generieren eine gewisse Verspieltheit. Einmal mehr erwies sich auch bei diesem Objekt, dass eine vorgängige Bemusterung von verschiedenen Gläsern empfehlenswert, wenn nicht gar unabdingbar ist.» Bei der Bestellung der Verbundsicherheitsgläser wurde eine sorgfältige Kantenausarbeitung mit möglichst minimalem Glaskantenversatz

gefordert. Glas Trösch hatte diese Anforderung offenbar bestens erfüllt, denn an sämtlichen Glasbauteilen sind kaum Glasversätze festzustellen. Der Laminierungsprozess bei diesen Gläsern erfolgte untypischerweise in einem Vakuumsack.

Verankerung in Natursteinmauer

Aufgrund der Anbindung an das Gebäude wird ein grosser Teil der Dachlasten über Edel- ➤

500 mm de long. Pour ce faire, des perçages ont été réalisés, puis le forage et les cavités correspondantes ont été remplis d'une mousse rigide. Un nouveau perçage circulaire a été pratiqué après séchage, ce qui a permis de garantir que le mortier-colle destiné à la tige d'ancrage adhère de manière ciblée à la pierre et qu'il n'y a pas de cavités excessives à combler. Une fois le temps de durcissement des ancrages écoulé, chacun a été soumis à un test d'arrachement. Ils ont tous résisté aux sollicitations exigées, ce qui témoigne de la solidi-

té de la maçonnerie en pierre naturelle.

Appui sur le sol

La reprise des forces d'appui verticales est assurée par des profilés de sabot individuels en acier inoxydable. Il faut savoir que tous les profilés de sabot sont articulés et offrent au verre une certaine liberté de mouvement. «Les exigences en matière d'agilité et la possibilité de remplacer le verre sans l'endommager ont été des éléments importants du développement de la construc-

tion. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons renoncé aux assemblages statiques en résine moulée, par exemple», explique m. Russi.

La combinaison de verre feuilleté a été mise en place afin d'assurer un positionnement solide et esthétique du verre dans le profilé du sabot. Les deux vitres intérieures sont ainsi plus longues que les vitres extérieures. Les plus longues sont guidées dans le profilé et fixées mécaniquement. Les deux vitres extérieures plus courtes ne s'étendent

que jusqu'à 10 mm sur le profilé en acier inoxydable et assurent ainsi un joint en silicone propre. Les deux vitres intérieures ont été enduites d'un mastic d'étanchéité noir à utiliser pour les vitrages de façade structuraux (VS) juste avant leur introduction, ce qui évite la vue disgracieuse sur le profilé du sabot et permet de délimiter clairement le verre du métal. Cette procédure a d'ailleurs été appliquée pour toutes les pénétrations de verre, y compris pour les balustrades.

➤



Bild: Mario Russi

Vor der Einführung in das Schuhprofil erfolgte die Bestreichung mit schwarzem SG-Silikon. Er verhindert den Einblick in das Schuhprofil.

Le verre a été enduit de silicone VS avant son introduction dans le profilé du sabot, ce qui masque le profilé.



Bild: Bauherrschaft

Die Geländerrohre durchdringen die Glasstützen. Die Glasbohrungen sind ebenfalls mit schwarzer Dichtmasse ausgestrichen. Die Abschlüsse werden durch Edelstahl-Manschetten gebildet.

Les tubes de balustrade traversent les piliers. Les trous dans le verre sont également enduits d'un mastic d'étanchéité noir. Les extrémités sont formées de manchettes en acier inoxydable.



Bild: Mario Russi

Glasstützen bei der Vorbereitung im Werk der Glas Trösch AG. Gut zu erkennen sind die halbrunden Ausschnitte sowie die unterschiedlichen Glaslängen (innen / aussen) für einen passenden Sitz in den Schuhprofilen.

Piliers lors de la préparation dans l'usine de Glas Trösch SA. Les découpes semi-circulaires ainsi que les différentes longueurs de verre (intérieur/extérieur) pour un ajustement approprié dans les profilés des sabots sont bien visibles.

> stahl-Schuhprofile und örtliche Konsolen auf die Natursteinmauer hinter der Fassade abgetragen. Verankerungen an Natursteinmauern lassen sich kaum verlässlich dimensionieren, da die grosse Unbekannte im einzelnen Stein und in der Schichtung der Steine liegt. Auch wenn der Anker fest im Stein sitzt, kann nicht verlässlich beurteilt werden, wie stark der einzelne Stein mit dem gesamten Mauerwerk verbunden ist. Zur Sicherstellung solcher Situationen hat Russi eine spezielle Prüfmethode angewandt und sämtliche Verankerungen vor Ort überprüft (die «metall» hat in der Ausgabe vom August 2021 ausführlich über diese Prüfmethode berichtet).

Die Befestigung der Grundkonsolen erfolgte an diesem Objekt mit 500 mm langen Edelstahlankern. Hierfür wurden entsprechende >

TECHNIQUE DU VERRE

>

Rondelles en acier inoxydable entre piliers et traverses

La liaison entre les piliers et les traverses horizontales respecte également le principe des saillies. Mais les deux vitres extérieures des piliers et des traverses sont découpées ici en demi-cercle. Un trou dans les vitres à assembler assorti de douilles filetés permet de serrer solidement les rondelles en acier inoxydable des deux côtés à l'aide de vis à tête fraisée. Des joints VS noirs périphériques empêchent l'eau de pénétrer

et délimitent clairement les pièces métalliques du verre.

Verre de toit

Les verrières jointes entre elles reposent d'un côté sur les piliers, soutenus par un profilé en caoutchouc rigide (dureté de 80 Shore). Un scellement continu contre les intempéries assure l'étanchéité en haut et une adhésion SSG périphérique garantit la liaison entre la traverse et le verre en bas.

Montage précis

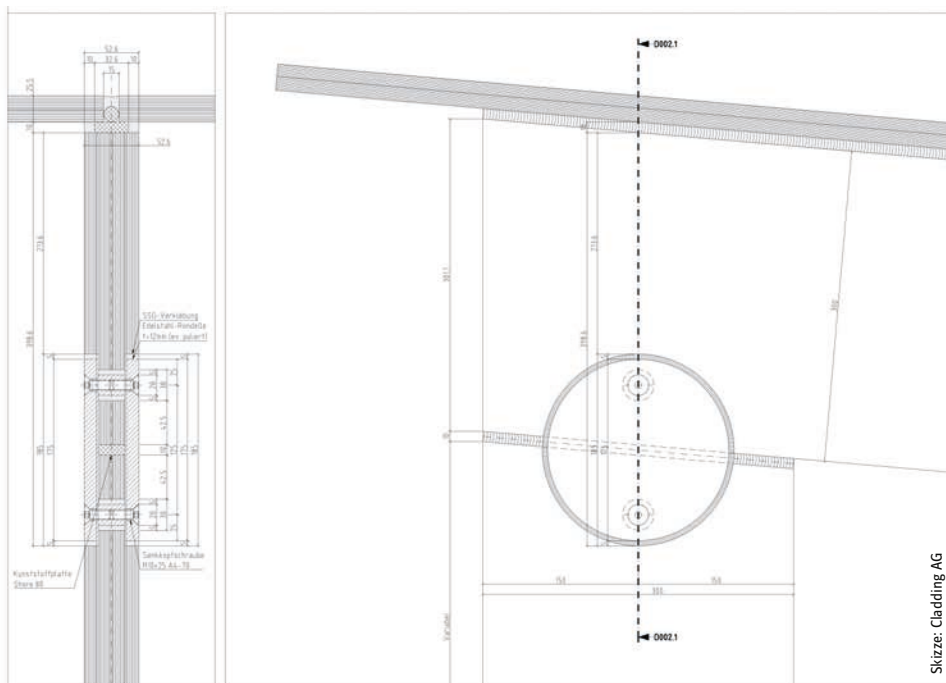
Le montage extrêmement précis de

cet ouvrage a été un défi de taille pour Merkle Metallbau AG à Coire, notamment parce que toutes les consoles et tous les profilés de sabot devaient être placés, alignés et ancrés devant le revêtement du verre. Un géomètre a pris les mesures afin de réduire au minimum les tolérances et les écarts. Pour un montage extrêmement précis des vitrages, les responsables de Merkle Metallbau AG ont décidé de planifier, de construire et d'installer une structure auxiliaire en bois avant la livraison du verre. Celle-ci était construite de manière à per-

mettre la mise en place des différents vitrages depuis les arêtes du bois.

L'étanchéification des joints de vitres horizontaux avec le mastic adhésif noir VS s'est elle aussi avérée complexe, car le produit ressemble davantage à un yaourt qu'à un mastic à base de silicone de construction typique.

L'étroite collaboration entre les entreprises impliquées et les idées claires du maître d'ouvrage ont donné naissance à un ouvrage extrêmement élégant et parfaitement réussi. ■



Vertikalschnitt (links) und Ansicht durch die Glasfügung. Oben der Glasträger, unten die Glasstütze. Als Verbindungs- und Stabilisationsplatten dienen Edelstahl-Rondellen.

Coupe verticale (à gauche) et vue à travers les joints du verre. En haut le pilier, en bas la traverse. Des rondelles en acier inoxydable servent de plaques de liaison et de stabilisation.

> Bohrungen getätigt, dann die Bohrung und insbesondere die entsprechenden Hohlräume mit einem Hartschaum zugefüllt. Nach der Austrocknung erfolgte eine wiederholte Ausbohrung des Rundlochs. So konnte gewährleistet werden, dass der Klebemörtel für die Ankerstange zielgerichtet am Stein haftet und keine übergrossen Hohlräume zu füllen waren. Nach verstrichener Aushärtezeit der Anker wurde jeder einzelne einem Auszugstest unterzogen. Erfreulicherweise hielten alle den geforderten Belastungen stand, was auch auf ein äusserst solides Naturstein-Mauerwerk hinweist.

Abstützung auf dem Boden

Auch die Abtragung der vertikalen Stützenkräfte wird über einzelne, aus Edelstahl gefertigte Schuhprofile gewährleistet. Wichtig zu wissen ist, dass sämtliche Schuhprofile gelenkig ausgebildet sind und dem Glas gewisse Bewegungsfreiheiten geben. «Der Anspruch an Gelenkigkeit sowie die Möglichkeit eines zerstörungsfreien Glasersatzes bildeten wichtige Komponenten bei der Konstruktionentwicklung. Dies war unter anderem auch der Grund, weshalb wir auf statische Verbindungen aus beispielsweise Giessharz verzichtet haben», so Russi.

Für einen festen und ästhetisch ansprechenden Sitz des Glases im Schuhprofil erfolgte eine Aussattelung der Verbundglaskombination. So sind die zwei inneren Glasscheiben länger als die äusseren. Die längeren sind in das Profil geführt und mechanisch fixiert. Die beiden kürzeren, äusseren Scheiben laufen nur bis 10 mm an das Edelstahlprofil und ermöglichen so eine saubere Silikonfuge. Die beiden Innenscheiben wurden direkt vor der

Einführung mit einer schwarzen, für Structural-Glazing-Fassaden (SG-Fassaden) zu verwendenden Dichtmasse bestrichen. Dies verhindert den unschönen Ein- und Durchblick in das Schuhprofil und grenzt klar zwischen Glas und Metall ab. Diese Vorgehensweise kam übrigens bei allen Glasdurchdringungen – auch bei den Geländern – zur Anwendung.

Edelstahlrondellen zwischen Stütze und Träger

Auch die Verbindung zwischen den Glasstützen und den horizontal verlaufenden Glasträgern folgt dem Prinzip der Aussattelungen. Nur sind hier die beiden äusseren Scheiben von Trägern und Stützen örtlich halbrund ausgeschnitten. Je eine Bohrung in den zu fügenden Gläsern – mit eingesetzten Gewindebüchsen – lässt die beidseitigen Edelstahlrondellen mit Senkkopfschrauben fest zusammenziehen. Umlaufende schwarze SG-Fugen verhindern das Eindringen von Wasser und grenzen die Metallteile klar vom Glas ab.

Dachglas

Die mit Distanz aneinandergesetzten Dachgläser lagern je einseitig, gestützt von einem harten Gummiprofil (80 Shore), auf den Glasträgern. Oben sorgt eine durchlaufende Wetterversiegelung für die Dichtung, unten eine umlaufende SSG-Verklebung für die Verbindung zwischen Träger und Glas.

Präzise Montage

Eine nicht zu unterschätzende Herausforderung für die beauftragte Firma Merkle Metallbau AG, Chur, bildete zweifelsohne die höchst präzise Montage dieses Werks. Insbesondere auch darum, weil sämtliche Konsolen und



Ein vorgängig erstelltes, präzises Holzgerüst diente als Lehre bei der Glasmontage.

Un échafaudage en bois de précision réalisé au préalable a servi de gabarit pour le montage du verre.

Schuhprofile vor der Glasbelegung zu platzieren, auszurichten und zu verankern waren. Um Toleranzen und Abweichungen auf ein Minimum zu reduzieren, wurde für die Einmessarbeiten ein Geometer beigezogen. Für eine äusserst exakte Montage der Gläser entschieden sich die Verantwortlichen der Merkle Metallbau AG, eine Hilfskonstruktion aus Holz zu planen, zu bauen und vor der Glasanlieferung aufzurichten. Diese war so konstruiert, dass sich die einzelnen Gläser von den Holzkanten geführt einsetzen liessen. Als ebenfalls nicht ganz einfache Mission erwies sich das Ausfügen der liegenden, horizontalen Glasstösse mit der schwarzen SG-Klebmasse, denn diese erinnert in der Konsistenz eher an eine joghurtähnliche Masse als an ein typisches Bausilikon.

Die enge Zusammenarbeit der beteiligten Unternehmen und die klaren Vorstellungen der Bauherrschaft führten zu einem äusserst eleganten und bestens gelungenem Werk. ■

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk – Konstruktionstechnik enthält im Kap. 1.10 wichtige Informationen zum Thema «Konstruktiver Glasbau».

