

Glas- und Metallbau ohne rechten Winkel

Die aussergewöhnliche Geometrie, die schwierigen Transportwege und das winterliche Klima auf dem Gipfel des Pilatus stellen höchste Herausforderungen an Mann und Material. Mit einer optimierten Vorfertigung, einem ausgeklügelten Logistikkonzept und grossem Engagement hat die Altdorfer Metallbauunternehmung Ruch AG die Montagearbeit auf dem Gipfel minimiert und somit grösstmögliche ökonomische Effizienz erzielt. Text: Redaktion, Bilder: Ruch AG

Das Hotel Pilatus Kulm, auf dem 2132 m hohen Luzerner Hausberg, bietet eine fantastische Sicht über die Zentralschweiz und den Vierwaldstättersee. Die einheimischen Architekten Niklaus Graber & Christoph Steiger Architekten in Luzern realisierten beeindruckende, in die Silhouette des Berges integrierte Ergänzungsbauten. So ist über dem bestehenden Dienstgebäude eine riesige, mit Panoramafenstern versehene geschlossene Galerie entstanden. Und über der Galerie manifestiert sich eine rund 1000 m² grosse Terrasse. Seit dem vergangenen Sommer können die Gäste von hier aus den spektakulären Ausblick geniessen. In metallbautechnischer Hinsicht beeindruckend sind die Panoramafenster aus Glas und Metall. Sie zu bauen war eine Herausforderung eigener Art, denn die Fassade besitzt keinen einzigen rechten Win-

kel. Da die fragilen Komponenten der rauen Bergwelt ausgesetzt sind, müssen Glas und Metall perfekt ineinander übergehen. Um eine höchstmögliche ökonomische Effizienz zu erzielen, musste die Montagearbeit auf dem Gipfel so weit wie möglich minimiert werden. Die in jeder Hinsicht extreme Herausforderung gemeistert hat die auf Glas- und Metallbau spezialisierte Firma RUCH AG, in Altdorf. Dabei hat sie schwierigen Umständen die Stirn geboten und das Projekt mit einem Top-Montageteam realisiert.

Galerieverglasung mit höchsten Ansprüchen

Wie einleitend erwähnt weisen die Aluminium-Fensterfronten (System Wicline 77) tatsächlich keinen rechten Winkel auf. Die südseitig rund 90 m langen und nordseitig 60 m messenden Fronten verlaufen im Grundriss gesehen im Zickzack. Betrachtet man die Fenster in der Ansicht, so verjüngen und verbreitern sie sich abwechselnd zu jeder Richtungsänderung hin. Im Grundsatz sind die Fensterelemente mit 3-fach-Isolierglas vollflächig verglast. Einzelne integrierte RWA-Drehflügel gewähren die notwendige Entlüftung im Brandfall.

Auch raumseitig wirken die automatisch angetriebenen Lüftungsflügel äusserst elegant, denn schliesslich sind keine störenden Antriebseinheiten zu sehen. Die Flügel sind mit je zwei im Rahmen integrierten Kettenmotoren ausgestattet, welche sie im geschlossenen Zustand sehr diskret erscheinen lassen. Die polygonalen Formen der Fenster verlaufen stets parallel mit den Betonbrüstungen und der äusseren strukturierten Beton-Element-Fassade. Im unteren Bereich gewährt eine - mit den Fenstern parallel verlaufende - CNS-Fensterbank den Schutz vor grossen Schneemengen und somit auch die Dichtigkeit. Hierbei soll erwähnt sein, dass sich das Anforderungsprofil dieser Fenster im Bezug auf Wind- und Schneelasten keineswegs mit solchen im Flachland vergleichen lässt.

So waren beispielsweise Windlasten von 2,0 kN/m² und horizontale Schneelasten von 4,5 kN/m² zu berücksichtigen. Die hohen Horizontal-lasten können da auftreten, wo der Fels auf der Aussenseite der Fenster ansteigt und sich somit eine richtige Schneemuße bilden kann. Sollte zusätzlich noch Regenwasser in die erwähnte Mulde fließen, entstehen höchste Kräfte, welche horizontal auf die Fenster wirken. Der geforderte

Bautafel

Objekt:	Pilatus Kulm, Kriens
Bauherrschaft:	Pilatus-Bahnen AG, Kriens
Architekt:	Niklaus Graber & Christoph Steiger Architekten
Fassadenplanung:	Metallprojekt GmbH, Kriens
Metallbau:	Ruch AG, 6460 Altdorf

ART DE VIVRE ENTRE CIEL ET TERRE

Construction en verre et en métal sans angle droit

La géométrie particulière, les voies d'accès difficiles et le climat hivernal au sommet du Pilate constituent des défis considérables pour les hommes et les matériaux. Avec une préfabrication optimisée, un concept logistique astucieux et un engagement majeur, l'entreprise de construction métallique Ruch AG à Altdorf a minimisé le travail de montage au sommet, assurant ainsi une efficacité optimale sur le plan économique.

L'hôtel Pilatus Kulm, situé à 2132 m d'altitude, domine la ville de Lucerne et offre une vue exceptionnelle sur la Suisse centrale et le lac des Quatre-Cantons. Les travaux d'agrandissement impressionnants, intégrés à la silhouette de la montagne, ont été réalisés par les architectes locaux Graber & Steiger Architekten S.à.r.l. de Lucerne. Une gigantesque galerie fermée pourvue de fenêtres panoramiques a ainsi vu le

jour au dessus du gîte existant, dont les pièces sont utilisées pour des séminaires et des conférences. Et au-dessus de la galerie se trouve une terrasse d'env. 1000 m². Depuis l'été dernier, les clients peuvent y admirer la vue panoramique spectaculaire. Impressionnantes en termes de construction métallique, les fenêtres panoramiques en verre et en métal ont constitué un défi majeur, la façade ne possédant pas un seul angle

droit. Les éléments montagneux étant exposés, verre et métal doivent parfaitement s'imbriquer l'un dans l'autre. Afin de garantir une efficacité économique optimale, il a fallu minimiser autant que possible le travail de montage au sommet. Le défi, extrême à tous points de vue, a été relevé par la société RUCH AG à Altdorf, spécialisée dans la construction en verre et en métal, qui a notamment bravé les conditions

difficiles et exécuté le projet avec une brillante équipe de montage.

Des exigences élevées pour les vitrages de la galerie

Comme évoqué en introduction, les fenêtres en aluminium (système Wicline 77) ne présentent en effet aucun angle droit. Les façades, qui mesurent env. 90 m de longueur au sud et 60 m au nord, zigzaguent sur le plan.



Südseite der Panoramagallerie: Die polygonalen, hochisolierten Verglasungen weisen keinen einzigen rechten Winkel auf.
Côté sud de la galerie panoramique : les vitrages polygonaux ultra-isolés ne comportent pas un seul angle droit.

Widerstand bei den Vertikalsprossen ist mit den handelsüblichen Verstärkungsprofilen von Wicona und zusätzlichem, stählerne Einschiebling erreicht worden. Auch die Auswahl der Dichtfolien stellte seine Ansprüche: Schliesslich musste mit Verarbeitungstemperaturen unter 0 °C gerechnet werden. Hier entschied sich die Ruch AG für die Folie «SikaMembran», welche Verarbeitungen bis -10 °C ermöglicht, jedoch Aushärtungszeiten von 10 Tagen bei Plus-Temperaturen erfordert.

Wind und Eis getrotzt

Für die Eröffnung im Mai 2011 war vorgesehen,

dass der Innenausbau während den kalten Wintermonaten – geschützt durch die fertig gestellte Aussenhaut, wozu auch die Panoramaverglasungen zählen – vorgenommen werden kann. Doch es kam anders als gedacht: Da die Betonier- und Verankerungsarbeiten mehr Zeit in Anspruch nahmen als vorgesehen, verlagerte sich die Montage und Verglasung der Fensterelemente von der angenehmen und vorwiegend trockenen spätsommerlichen Zeit in die nasse und eisige Frühwinterzeit. Als die ersten – seit Wochen im Werk der Ruch AG bereitgestellten – Aluminiumrahmen auf den Pilatus geflogen werden konnten, herrschte dort

bereits tiefster Winter. «Die Tatsache, dass wir erst so spät und bei winterlichen Verhältnissen mit der Montage beginnen konnten, machte mir bewusst, dass sich hier eine besondere Anforderung für unsere Firma anbahnte», erklärte Andreas Ruch, Inhaber und Geschäftsführer des Urner Unternehmens gegenüber der «metall» und fügte an: «Einerseits wollten wir alles daransetzen, um die Fenster so schnell wie möglich montieren und verglasen zu können und somit der Bauherrschaft Hand zu bieten und den Raum für den Innenausbau trocken zu legen. Andererseits waren wir natürlich gefordert, trotz all den winterlichen Hindernissen >

Les fenêtres semblent tour à tour se rétrécir et s'élargir selon le sens. Elles sont par principe entièrement pourvues d'un triple vitrage isolant. Certains battants de désenfumage intégrés assurent la ventilation requise en cas d'incendie. Côté pièces, les impostes d'aération automatisées sont aussi particulièrement élégantes, aucune motorisation gênante n'étant visible. Les battants sont équipés de 2 moteurs à chaîne intégrés dans le châssis, qui les rendent extrêmement discrets une fois fermés. Les fenêtres polygonales sont toujours parallèles aux appuis en béton et à la façade extérieure bétonnée. En bas, un rebord en acier au nickel-chrome parallèle aux fenêtres protège des importantes quantités de neige et assure l'étanchéité. Le profil requis de ces fenêtres eu

égard aux charges dues au vent et à la neige n'est en aucun cas comparable à celui des fenêtres qu'on trouve dans la plaine. Il a ainsi fallu prévoir par ex. des charges dues au vent de 2,0 kN/

m² et des charges de neige horizontales de 4,5 kN/m². Des charges horizontales importantes peuvent se manifester au niveau des rochers du côté extérieur des fenêtres et former de véritables

congères. De l'eau de pluie s'écoulant dans de telles congères engendrerait des forces horizontales importantes sur les fenêtres. La résistance requise au niveau des meneaux verticaux a été garantie >

Intégration dans la montagne

Propos de l'architecte Niklaus Graber & Christoph Steiger

La silhouette marquante et cristalline du massif du Pilate a été reprise dans le projet de nouvelle galerie panoramique et développée sous forme architectonique. Blottie délicatement contre le décor alpin, la nouvelle pièce rapportée forme une topographie artificielle entre les constructions existantes et les nez rocheux saillants du sommet du Pilate, harmonisant topographie naturelle avec topographie artificielle. Le plan polygonal sinueux et la modélisation discrète de l'agencement deviennent une stratégie spatiale permettant de créer des lieux spécifiques pittoresques et des transitions discrètes entre paysage artificiel et paysage naturel. En même temps, la stratégie choisie permet de définir une modélisation polygonale, des points de raccordement naturels et des jonctions avec l'existant, et ainsi de relier de façon optimale les différents niveaux, chemins et constructions. La volumétrie sculpturale des nouveaux éléments rapportés s'intègre parfaitement dans le paysage et entre les complexes hôteliers de différentes époques, tout en développant une expression reconnaissable de la renaissance sur le Pilate, renforçant ainsi l'esthétique de l'ensemble du site.



Auf der Nordseite ist – zwischen Fels und Glas – mit Horizontalkräften durch angestauten Schnee zu rechnen. Deshalb berücksichtigte die statische Dimensionierung Kräfteinwirkungen bis $4,5 \text{ kN/m}^2$.

Côté nord (entre le rocher et le verre), il faut tenir compte des forces horizontales dues à l'accumulation de neige. Le dimensionnement statique a donc prévu des sollicitations allant jusqu'à $4,5 \text{ kN/m}^2$.

Integration am Berg

Kommentar von Niklaus Graber & Christoph Steiger Architekten

Die einprägsame, kristallin wirkende Silhouette des Pilatus-Massivs wird im Entwurf für die neue Panoramagaleries aufgenommen und in architektonischer Form weiterentwickelt. Subtil schmiegt sich das neue Passstück der alpinen Kulisse an und entwickelt sich zur künstlichen Topografie zwischen den bestehenden Bauten und den markanten Felsnasen des Pilatus-Gipfels. Natürliche und künstliche Topografie werden dabei in einen wohl ausgeloteten Einklang gebracht. Die polygonale, mäandrierende Grundrissform, aber auch die sanfte Modellierung im Schnitt wird zur räumlichen Strategie, um charaktervolle, spezifische Orte zu generieren und sanfte Übergänge zwischen künstlicher und natürlicher Landschaft zu schaffen. Gleichzeitig gelingt es durch die Strategie der polygonalen Modellierung, selbstverständliche Anschlusspunkte und Schnittstellen zum Bestehenden zu definieren und so die unterschiedlichen Niveaus, Wege und Bauten optimal miteinander zu verknüpfen. Die skulptural geformte Volumetrie der neuen Eingriffe fügt sich respektvoll und vermittelnd in die Landschaft und zwischen den Hotelkomplexen unterschiedlicher Epochen ein, entwickelt gleichzeitig aber auch einen einprägsamen Gestus, der für den Neuaufbruch am Pilatus steht und damit die Gesamtanlage veredelt und schärft.

> höchste Effizienz zu erreichen, denn schliesslich ist uns der Auftrag zu festgelegten Konditionen übertragen worden. Es standen sich hier effektiv zwei gegensätzliche – jeglicher Logik widersprechende – Zielsetzungen gegenüber. Schlussendlich ist es uns aber aufgrund technischer Lösungen, einer umsichtigen Logistik – auch im Bezug auf die Helikoptertransporte – und einem topmotivierten Team gelungen, die « vereisten Hürden » zu nehmen und die gesetzten Ziele zu erreichen.» Was Andreas Ruch unter « vereisten Hürden » genau versteht, erläuterte der verantwortliche Projektleiter der Ruch AG, Mario Baumann, etwas vertiefter: « Als wir die Grundkonstruktionen eingemessen und angeschlagen haben, war ein grosser Teil der Betonbrüstungen bereits vereist. Es blieb uns nichts anderes übrig als die Vereisungen mit Gasbrennern zu schmelzen. Auch >

ART DE VIVRE ENTRE CIEL ET TERRE

> à l'aide des profilés de renforcement de Wicono et d'un insert supplémentaire en acier. Le choix des films d'étanchéité impliquait aussi certaines exigences : il a notamment fallu prévoir des températures de traitement inférieures à 0°C . La société Ruch AG a ainsi opté pour le film « SikaMembran », qui permet une mise en œuvre jusqu'à -10°C , mais requiert des temps de durcissement de 10 jours par des températures positives.

Pari tenu malgré le vent et la glace

Pour l'inauguration en mai 2011, il était prévu d'effectuer l'agencement intérieur pendant les mois d'hiver, à l'abri, une fois l'enveloppe extérieure terminée (notamment les fenêtres panora-

miques). Mais les choses n'étaient pas si simples : les travaux de bétonnage et d'ancrage ayant pris plus de temps que prévu, la mise en place et le vitrage des fenêtres ont été décalés de la fin de l'été au début de l'hiver. Lorsque les premiers cadres en aluminium, prêts depuis plusieurs semaines à l'usine de Ruch AG, ont pu être transportés sur le Pilate, l'hiver, rigoureux, était déjà bien installé. « Le fait de commencer le montage aussi tard et dans des conditions hivernales m'a fait comprendre que notre société allait devoir faire face ici à des exigences particulières, expliquait à Metall Andreas Ruch, propriétaire et gérant de l'entreprise, avant d'ajouter : d'un côté, nous voulions tout mettre en

œuvre pour monter et vitrer les fenêtres aussi vite que possible et ainsi donner un coup de main au maître d'ouvrage en lui laissant des pièces sèches pour les travaux d'agencement intérieurs. D'un autre côté, nous étions bien entendu obligés de fournir une efficacité optimale malgré les obstacles de l'hiver, le mandat nous ayant été confié sur la base de conditions précises. En effet, deux objectifs contraires défiant toute logique s'opposaient ici. En fin de compte, des solutions optimales sur le plan technique, une logistique prudente, y compris en ce qui concerne les transports en hélicoptère, et une équipe ultra-motivée nous ont finalement permis de surmonter les « obstacles gelés » et de tenir les

objectifs fixés ». Mario Baumann, chef de projet responsable chez Ruch AG, a expliqué plus en détail ce qu'Andreas Ruch entendait par « obstacles gelés » : « lors du relevé des cotes et de l'évaluation des constructions de base, une grande partie des appuis en béton étaient déjà verglacés. Il n'avions pas d'autre choix que de faire fondre la glace à l'aide de brûleurs à gaz. Echafaudage, sols, voies de livraison : absolument tout était verglacé et recouvert de neige. Et le vent froid et fort sur la montagne ne facilitait pas le montage pour notre équipe ». L'exemple suivant illustre l'imagination dont la société Ruch AG a dû faire preuve pour ce montage. Il est évident qu'installer les quelque 800 kg de vitrages à la main



Die Topografie des Geländes forderte auch die Gerüstbauer.

La topographie du terrain a aussi constitué un défi pour les constructeurs d'échafaudages.



Ein weiteres Juwel der Ruch AG auf der Terrasse: Die Dachaufbauten dienen als Kiosk. Ein mit Blech verkleideter Holzbau und eleganteste SSG-Verglasungen zeichnen das Werk aus.

Un autre bijou de Ruch AG sur la terrasse : les toitures servent de kiosque. Une construction en bois revêtue de tôle et d'élégants vitrages VEC mettent l'ensemble en valeur.

dans la feuillure à partir du côté pièces n'était pas une mince affaire. Il existe pour cela des systèmes de ventouses à manier avec de petits véhicules. Mais la plupart de ces systèmes courants ne sont pas adaptés aux niveaux de pression atmosphérique rencontrés à 1200 m au dessus du niveau de la mer. À la recherche de solutions au salon Glas-tec, à Düsseldorf, les chefs monteurs de Ruch AG ont finalement rencontré la société Pannkoke Flachglastechnik GmbH de Lübeck, qui était en mesure de fournir un quadruple système de ventouse avec la force d'aspiration requise pour cette altitude. Ruch a décidé d'en faire l'acquisition. Le système d'aspiration, fixé à un chariot élévateur,

répondait parfaitement aux exigences. Mais la mise en œuvre du verre restait malgré tout une étape stressante. Les contraintes spatiales étaient tout sauf idéales. Les sols gelés, les plafonds bas et les différences de niveau importantes du sol ont continué à mener la vie dure aux monteurs. La pose des différents vitrages a ainsi nécessité par exemple la construction d'une rampe pour le chariot élévateur. Par ailleurs, chaque vitrage devait être libéré de la glace à l'aide de l'aspirateur et séché avant d'être mis en place.

Des vitrages partiellement trempés

Les fenêtres panoramiques sont composées de triples vitrages isolants de >



Montagebeginn: Bevor die Montage der Grundkonstruktionen erfolgen konnte, mussten Gerüst und Brüstungen – zum Teil mit dem Gasbrenner – von Eis und Schnee befreit werden.

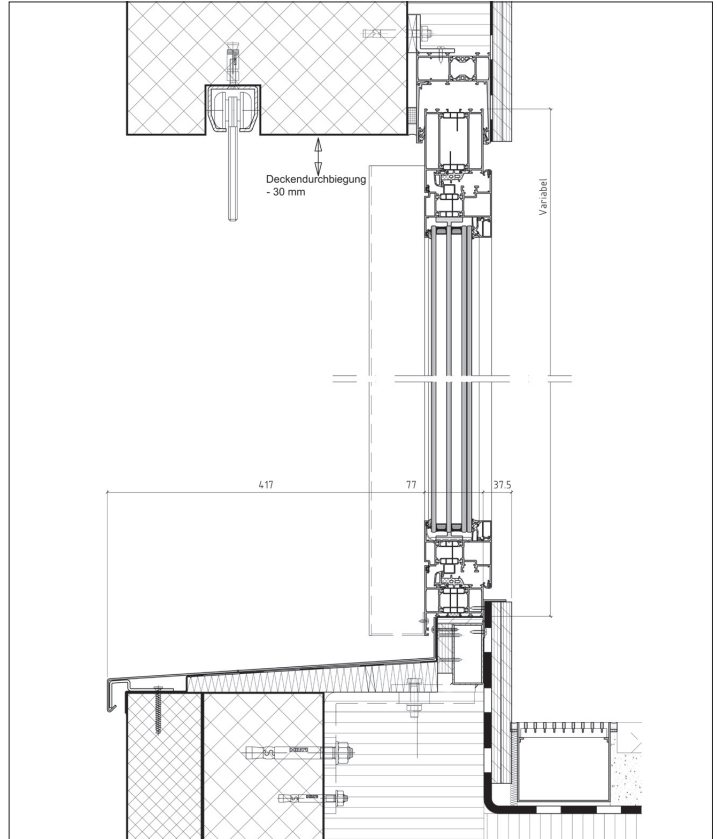
Début du montage : avant de pouvoir procéder au montage des constructions de base, il a fallu éliminer la glace et la neige de l'échafaudage et des garde-corps, en partie à l'aide du brûleur.

> das Baugerüst, die Böden, die Zulieferwege, einfach alles war vereist und mit Schnee bedeckt. Dazu machte der kalte, starke Wind die Montage auf dem Berg für unsere Männer nicht einfacher.» Dass sich die Ruch AG für diese Montage einiges einfallen lassen musste, erklärt das folgende Beispiel des Glaseinsatzes. Dass sich die rund 800 kg wiegenden Gläser von der Raumseite her nicht einfach von Hand in den Glasfalz stellen liessen, versteht sich von selbst. Hierfür gibt es Glassauganlagen in Kombination mit Kleinfahrzeugen. Doch die meisten handelsüblichen Sauganlagen sind nur für Luftdruckverhältnisse bis 1200 Meter über Meer geeignet. So machten sich die Chefmonteur der Ruch AG an der Glastec in Düsseldorf auf die Suche nach Lösungen und trafen schlussendlich auf die Lübecker Firma Pannkoke Flachglastechnik GmbH. Diese Unternehmung war in der Lage, ein 4-Kreis-Saugsystem mit der für diese Höhe notwendigen Vakuumkraft zu liefern, worauf sich Ruch für eine Beschaffung entschied. Die Vaku-

umanlage, befestigt an einem Gabelstapler, erfüllte die Anforderungen bestens. Doch trotzdem blieb der Glaseinsatz ein Nervenspiel. Die räumlichen Verhältnisse waren alles andere als ideal. Nach wie vor vereiste Böden, tiefliegende Decken und grosse Höhenunterschiede im Bodenbereich machten den Monteuren das Leben schwer. So musste beispielsweise für den Einsatz jedes einzelnen Glases eine für den Stapler befahrbare Rampe gebaut werden. Zudem war jedes Glas vor dem Andocken mit der Sauganlage von Eis zu befreien und zu trocknen.

Teilvorgespannte Gläser

Für die Verglasung der Panoramafenster sind 3-fach-Isoliergläser mit einer Elementstärke von 62 mm verwendet worden. Wichtig zu wissen ist, dass Gläser, welche in höheren Lagen eingesetzt werden, im Glas-Innenraum auch über denselben, in der Höhe herrschenden Luftdruck verfügen müssen. Deshalb wurden diese Gläser in einer



Vertikalschnitt durch die Galeriefenster: Sämtliche Befestigungen sind für höchste Druck- und Sogkräfte ausgebildet.

Coupe verticale des fenêtres de la galerie : toutes les fixations sont conçues pour résister aux forces de compression et aux sollicitations les plus fortes.

Unterdruckkammer der Glas Trösch AG unter den auf dem Berg herrschenden Druckverhältnissen vorgespannt und gedichtet. Zu berücksichtigen war hierbei, dass die neu hergestellten Gläser dann innert 10 Tagen auch auf die Zielhöhe geliefert werden mussten.

Reinigung mit der Kletterausrüstung

Betrachtet man die Aussenaufnahmen der Galerieverglasung, so wird sofort klar, dass die Reinigung der Glas-Aussenseiten kaum mit herkömmlichen Mitteln wie Hebebühnen oder dergleichen vorgenommen werden kann. Auch hierfür haben sich die Luzerner Architekten etwas Spezielles einfallen lassen: Auf der Aussenseite haben sie im Betonsturz eine CNS-Tor-Laufschiene integriert. Das Reinigungs- und Unterhaltspersonal kann somit die notwendigen Arbeiten von der begehbaren Fensterbank aus durchführen. Mit Klettergättli gesichert, entspricht dies den Sicherheitsvorschriften. ■

ART DE VIVRE ENTRE CIEL ET TERRE

> 62 mm d'épaisseur. Il est important de souligner que l'interstice entre les vitrages des fenêtres doit présenter la même pression que celle rencontrée en altitude. Ces vitrages ont donc été trempés et rendus étanches dans une chambre à dépression de la société Glas Trösch AG dans les conditions de pression effectives rencontrées au sommet

de la montagne. Il a notamment fallu tenir compte du fait que les nouveaux vitrages devaient ensuite être livrés à ladite altitude dans un délai de 10 jours.

Nettoyage à l'aide de l'équipement d'escalade

En regardant les prises de vue extérieures des vitrages de la galerie, on

comprend tout de suite que le nettoyage des côtés extérieurs des vitrages peut difficilement être effectué à l'aide de moyens traditionnels tels que des plates-formes élévatrices ou autres systèmes équivalents. Là aussi, les architectes de Lucerne ont élaboré une solution spéciale : du côté extérieur, ils ont intégré un rail en acier au nic-

kel-chrome dans le linteau en béton. Le personnel chargé du nettoyage et de l'entretien peut ainsi effectuer les travaux requis à partir du rebord de fenêtre, équipé de harnais de sécurité conformément aux consignes de sécurité. ■



Anlieferung der vorgespannten Isoliergläser bei tiefsten Minustemperaturen mit dem Helikopter.

Livraison des vitrages isolants trempés, en hélicoptère, par des températures négatives.



Hubstapler-Akrobatik für den Glaseinsatz. Die spezielle Vakuumanlage verfügt über ein 4-Kreis-Saugsystem.

Acrobaties avec le chariot élévateur pour la mise en place du verre. Le système d'aspiration spécial est équipé d'un quadruple système de ventouse.



Montage der rund 120 m Glasgeländer auf der Terrasse: Auch hier weist kein Glas und kein Blech einen rechten Winkel auf.

Montage des 120 m de balustrades en verre sur la terrasse : là aussi, pas le moindre angle droit au niveau des vitrages et des tôles.