

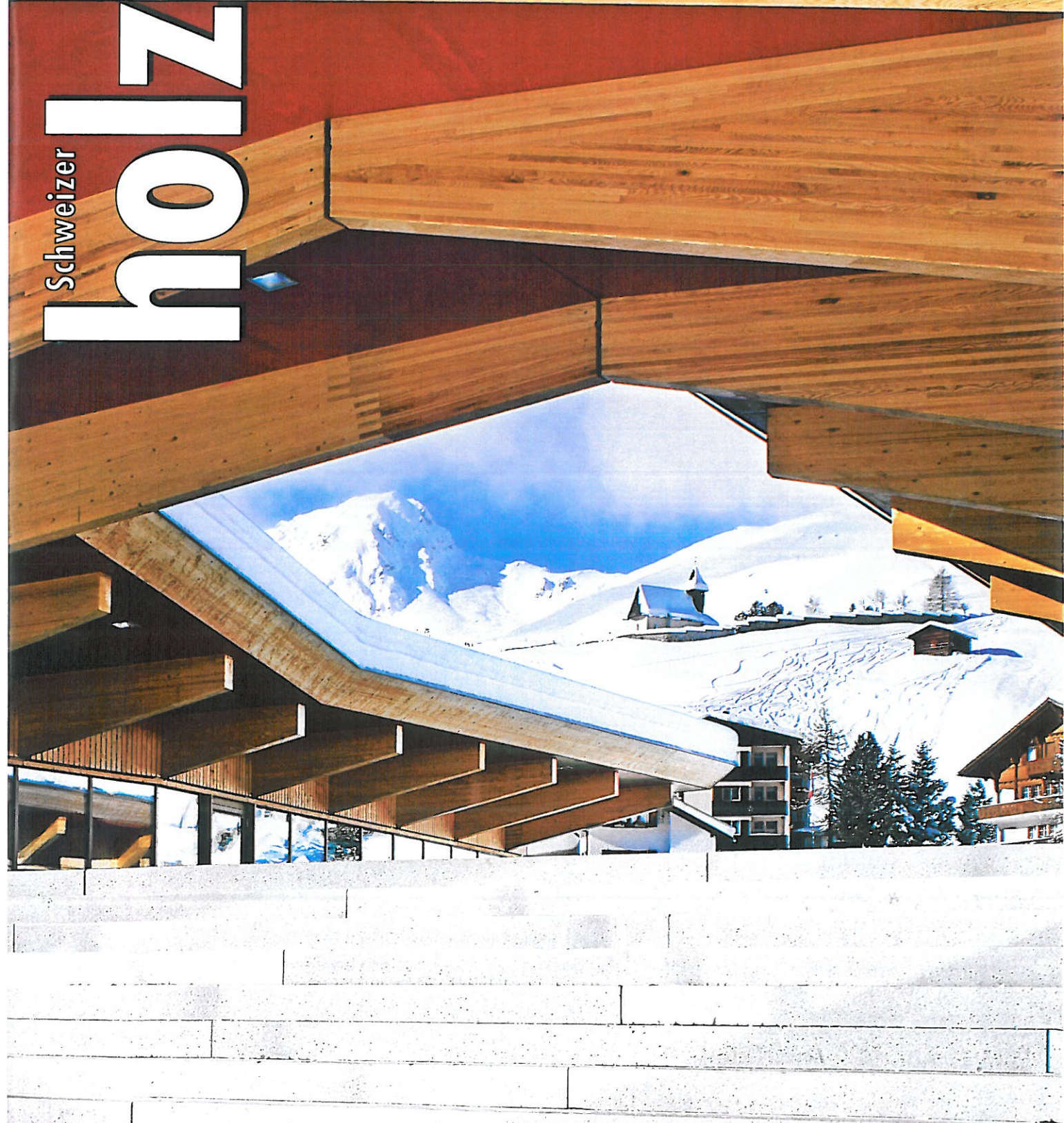
1/2011

# Schweizer holzbau

Ausdruckstarkes  
Bauen mit Laubholz

IHF Garmisch 2010

Das Plusenergie-  
haus im Aufwind





Harmonisch eingepasst in die gebaute und natürliche Umgebung von Innerarosa tritt das weiträumige «Portal» in Erscheinung (rechts). Das weitgespannte Holztragwerk bildet den Raumabschluss über den beiden Baukörpern (siehe Situation, unten): der Kinderskischule (kleines Gebäude) und dem Trakt (großes Gebäude) der Arosa Bergbahnen AG und der Skischule.



Rechtzeitig zum Beginn der Wintersaison 2010/2011 ist am Standort Innerarosa ein markantes touristisches Bauvorhaben fertiggestellt worden: das Einstiegsportal ins Schneesportgebiet mit 300 gedeckten Parkplätzen und integriertem Skischulenzentrum. Als Überdachung der Anlage gelangte gemäss Wunsch der Bauherrschaft ein Holztragwerk zur Ausführung, wobei auch Träger aus Brett-schichtverleimtem Eschenholz eingebaut wurden.

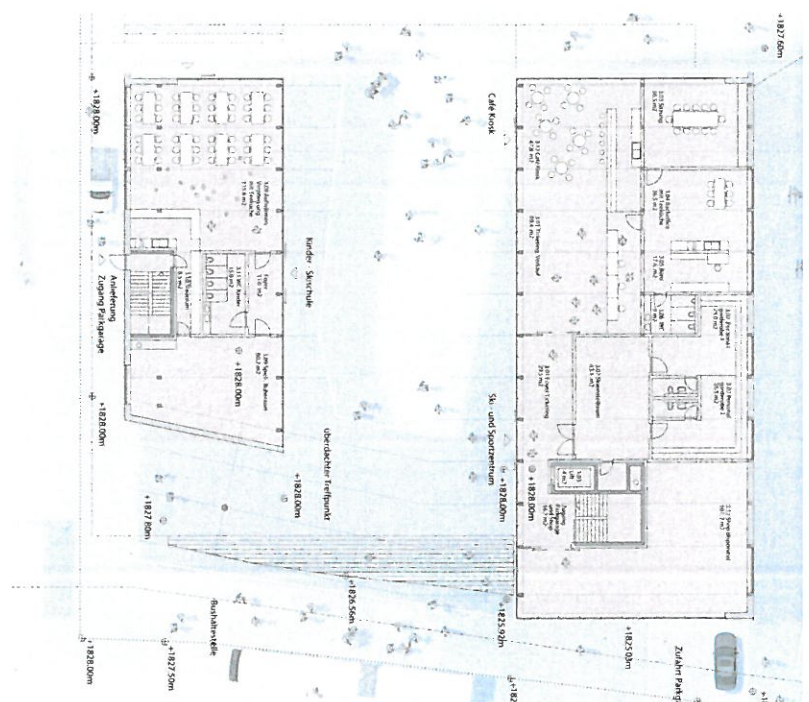
### Das architektonische Konzept und seine Umsetzung

Die von Berghängen eingerahmte Anlage des Portals ähnelt einem Naturtheater, dessen «Bühne» auf einer Ebene mit der angrenzenden Kantonsstrasse liegt und von dort ebenerdig zu betreten ist. Die Baukörper bilden eine Passage und fassen damit den Besucherstrom. Sie akzentuieren den Übergang vom geschäftigen Treiben des Dorfes in die Natur. Im Hauptgebäude befinden sich die Dienstleistungsräume der Arosa Bergbahnen AG und der Skischule. Der kleinere Baukörper ist der Kinderskischule vorbehalten. Die zweigeschossige Tiefgarage ist als massiver Sockel in das Gelände eingebettet.

## Entwicklungsschritt: Dachtragwerk mit BSH-Bindern aus Esche

Das von der Gemeinde Arosa in Auftrag gegebene, architektonisch gelungene Bauwerk deckt die schon seit vielen Jahren bestehenden Bedürfnisse der umliegenden Beherbergungsbetriebe und Ferienwohnungseigentümer nach Autoabstellplätzen ab. In der Tiefgarage stehen auf zwei Etagen 300 Parkplätze zur Verfügung. Darüber schafft das ebenerdige, weiträumige Portal einen modernen Zugang zu den Transportangeboten der Arosa Bergbahnen AG (neu: 4er-Gondelbahn auf den Tschuggen) und den Dienstleistungen der Schweizer Ski- und Snowboardschule Arosa.

Publikationsvorlagen:  
ARGE LutzBuss/masKarade (Architekturbericht),  
Wolfram Kübler (Tragwerkkonzept),  
Dominic Graf (Transport- und Montageabläufe)  
Fotos: Daniele Portanome;  
Walt + Galmarini AG; Brunner Erben AG





Einen architektonischen Akzent bei der neuen Portalanlage setzt das grosszügig angelegte Holzdach, das über den Gebäuden liegt. Es bildet den Auftakt des Weges in die Berge und schafft einen geschützten Aussenraum, der zum Verweilen einlädt. Das imposante Dachtragwerk, das sich einerseits zu den Bergen öffnet und andererseits der Strasse zuwendet, vereint die Bauten, schliesst den Naturraum zur Strasse hin ab und leitet den Weg und den Blick des Wanderers vom Dorf in die Berge. Es gibt dem Ort ein charaktervolles Gesicht. Das raumgreifende Holzdach liegt, getragen von hohen Brettschichtholzbindern, auf schlanken Stahlbetonstützen. Der Rhythmus der Binder gliedert den Innenraum und bleibt auch im Aussenraum sichtbar. In der Passage zwischen den Gebäuden sind die Fassaden geschosshoch verglast. Dahinter zeichnen sich die Stahlbetonstützen ab, und der Innenraum öffnet sich den Besuchern. Sie werden eingeladen einzutreten.

Beide Parkgeschosse im Sockelbau sind mit Wendelrampen erschlossen. Die grosszügig bemessene lichte Raumhöhe lässt die beiden Parkdecks als grosse, klar gegliederte Hallen erscheinen, zumal auch die Decken frei von Installationen sind. Betonstützen mit Flachpilzen tragen die Geschossdecken der Parkgarage. Diese bestehen aus einem System von vorgefertigten Filigranelementen.

### BSH-Träger aus Esche im hohen Belastungsbereich

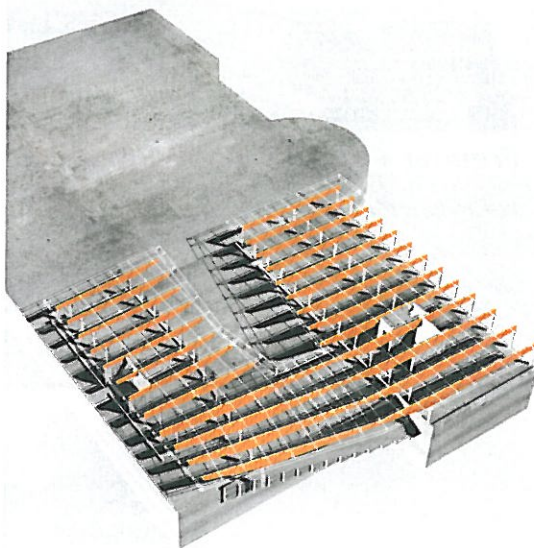
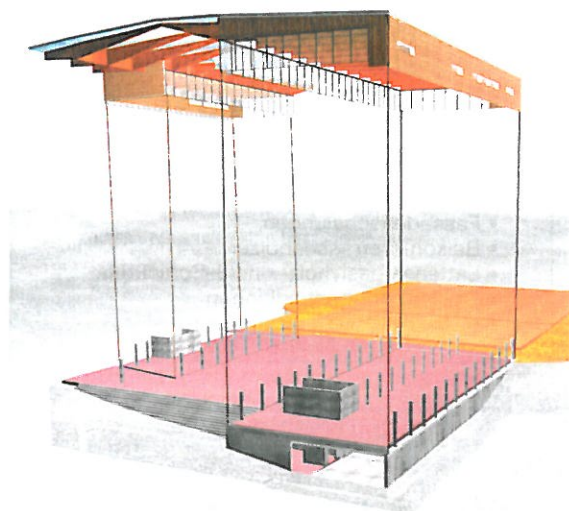
Auch wenn es auf den ersten Blick oder von Weitem nicht erkennbar ist, so folgt die gewählte Dachform der beiden Gebäudeteile statischen Überlegungen und Prinzipien: Die aus den hohen Schneelasten (1 t/m<sup>2</sup>) resultierenden vertikalen Lasten werden über sehr schlanke Ortbetonstützen abgetragen, die so angeordnet wurden, dass mehrheitlich statisch unbestimmte Systeme mit Kragarmen entstehen. Dies führt dazu, dass nicht – wie im Holzbau üblich – die Durchbiegungen, sondern die Tragfähigkeitsnachweise massgebend

werden und damit die Querschnitte optimal ausgenutzt werden können. Durch die geneigten Binderoberkanten ergeben sich die höchsten Querschnitte bei den grössten Schnittgrössen, somit wird die Ausnutzung noch weiter optimiert und die Tragreserve weist nahezu in allen Nachweisschnitten die gleiche Grössenordnung wie die Beanspruchung auf. Dafür sind diverse geometrische (Neben-)Effekte im Vergleich zu parallelgurtigen Trägern bei den Spannungsnachweisen zu berücksichtigen: Die Schubspannungsverteilung erfolgt nicht mehr parabelförmig über die Querschnittshöhe, die bewehrten Lastenleitungsbereiche in die Stützen stellen eher Scheibenprobleme dar, das Firstgelenk wird über lokale Stabwerksmodelle nachgewiesen oder die Vertikalkomponenten der Biegerandspannungen sind mit den Schubspannungen zu überlagern, und für die Ermittlung der Momente in den Gabelagern gibt es keinerlei Norm- oder Literaturangaben. Aufgrund des U-förmigen Gesamtgrundrisses wurde für die Aussteifung in Querrichtung das sogenannte «Bürstenprinzip» gewählt, d. h., die Stahlbetonstützen tragen die Horizontalkräfte in diese Richtung als in die Betondecke eingespannte Kragarme ab. Dies führt dazu, dass – im Vergleich zur Aussteifung mit zum Schubmittelpunkt sehr exzentrisch liegenden Wänden – keine nennenswerten Torsionseffekte auftreten und die Fassaden zum Innenhof hin grosszügig verglast werden konnten. In Längsrichtung werden zwei kurze Betonwände der Treppenhauskerne zur Aussteifung herangezogen.

Aufgrund der Spannweiten und der extremen Schneelasten bot sich das Tragwerk als «Pilotprojekt» für die baulich-konstruktive Verwendung von Laubholz geradezu an. Herstellungs- und transportbedingt waren für drei Binderachsen brettschichtverleimte Trägerquerschnitte aus Nadelholz (Fi) nicht mehr sinnvoll, da zwei einzelne Träger mit einer Höhe von mehr als 2,0 m zu einem Querschnitt mit 300 mm Breite hätten verleimt werden müssen. Die Verwendung von Eschenholz eröffnete

aufgrund der mindestens 50 Prozent höheren Biege- und Schubfestigkeit, die Option, die Trägerquerschnitte um etwa 60 Prozent kleiner zu dimensionieren. Eine weitere Besonderheit stellen die Verbindungen zwischen Träger und Stützen dar, da diese zum einen nicht sichtbar sind und zum anderen eine im Holzbau noch selten realisierte Grössenordnung an Kräften übertragen können. So wurden mittels 12 eingeklebten Gewindestangen bis zu 150 t und zusätzlich noch das Moment aus den Stabilisierungslasten und Effekten II. Ordnung auf einer Fläche von lediglich 220 mm x 300 mm zwischen Träger und Stütze übertragen. Die erforderliche Referenzfläche bei Druck senkrecht zur Faser und der Ver-

Die Darstellung in Explosionsanimation wie auch die darunter wiedergegebene Modellaufnahme veranschaulichen die Anordnung der wichtigsten Objektbereiche – vom Massivsockel mit den Tiefgaragen über die Gebäudebereiche bis zum Dachtragwerk, bei dem drei Binderachsen in brettschichtverleimtem Eschenholz ausgeführt wurden.





wendung von BSH aus Fichte wäre 220 mm x 2000 mm gewesen. Um die gewählte Schraubverbindung einwandfrei montieren zu können, hatte der Baumeister die Vorgabe zu erfüllen, die 56 Stützenköpfe mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 2$  mm zu betonieren, da die BSH-Binder als Durchlaufträger gleichzeitig an bis zu drei Stützen montiert werden mussten.

Von besonderer Bedeutung sind bei der nicht genormten Verwendung von Bauteilen aus Brett-schicht-verleimtem Laubholz die Beschreibung der Qualitätssicherung mit Angaben der geforderten charakteristischen Festigkeiten (im vorliegenden Falle T40) und deren Nachweis mittels Zugerversuchen. Diese sind durch den Ingenieur bereits in der Ausschreibung zu definieren und gemäss entsprechendem Kontrollplan durch den Hersteller zu belegen. Aus dem Blickwinkel des Ingenieurs lässt sich abschliessend festhalten, dass es beim umgesetzten, integralen Tragwerkskonzept für das Neubauobjekt in Innerarosa gelungen ist, mit dem zielgerichteten Einsatz der Baustoffe Holz, Beton und Stahl eine optimale Lösung zu

erreichen. Trotz limitiertem Budget kann schön gebaut werden – bei konstruktiver Zusammenarbeit aller beteiligten Planer und Unternehmer ist vieles möglich.

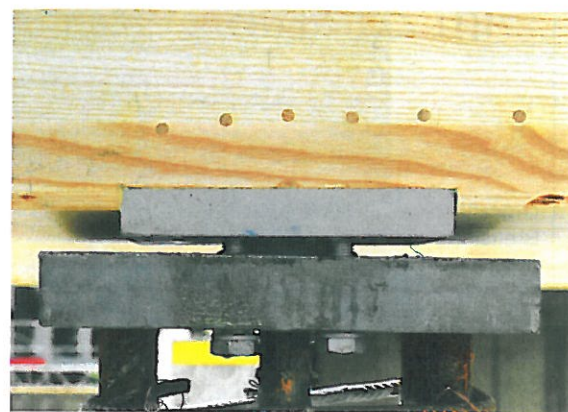
### Anforderungsreiche Transportlogistik und ...

Den Materialtransporten zur Baustelle waren verkehrstechnische Limiten gesetzt: Die Zufahrtsstrasse nach Arosa ist für eine Fahrzeugbreite von 2,30 m ausgelegt, bei einem maximalen Transportgewicht von 18 Tonnen. Zunächst erfolgte der Transport der BSH-Binder mit drei LKW bis Landquart, um von dort aus auf dem Schienenwege der Rhätischen Bahn weiter transportiert zu werden. Aufgrund der Binderlänge von 22,85 m ragte das Transportgut über den beladenen Bahnwagen hinaus, sodass jeweils vorne und hinten noch ein zusätzlicher RhB-Güterwagen mitgeführt werden musste. Nach den erforderlichen Bahntransporten (insgesamt 4), die grösstenteils in den Nachtstunden durchgeführt wurden, sind die BSH-Binder in Arosa wieder auf LKW umgeladen und zur Baustelle geführt worden.

Für den Transport der Dachelemente waren 18 LKW-Fuhren erforderlich – bis nach Chur als Anhängerzug und von dort nach Arosa mit einem Solofahrzeug. Im Voraus wurde eine Spezialbewilligung gelöst, um sicherzustellen, dass jene Bauteile, die eine maximale Breite von 2,49 m aufweisen, auch produziert und anschliessend transportiert werden können. Die kleineren Sturzelemente sowie die Baustelleninstallation wurden mit zwei firmeneigenen, 2,30 m breiten LKW transportiert. Um das erlaubte Transportgewicht nicht zu überschreiten, sind alle Elemente vor dem Verladen gewogen und protokolliert worden.

### ... die Abläufe der Montage

Vom Betonkern aus und mit diesem verbunden (Kippsicherung) erfolgte die Montage der ersten Binder. Abwechslungsweise wurden Binder und Sturzelemente montiert, um die Aussteifung fortlaufend zu gewähr-



Eine Besonderheit: die Verbindungen zwischen BSH-Träger und Betonstützen sind nicht sichtbar, kamen doch eingeleimte Gewindestangen zum Einsatz.



### Material-Hersteller/-Lieferanten

#### BSH-Tragwerk

(aus NH und Eschenholz):

neue Holzbau AG, Lungern

#### Verbindungsmittel:

Wilhelm Fehr AG, St. Gallen

#### Fassadenschalung (Engadiner Lärche 35/90 mm) sowie Holzschalung (27/150 mm)/ Blechunterlage:

Lüchinger Holz AG, Mels

#### Wärmedämmung

(Saglan SBR 240 mm):

Sager AG, Dürrenäsch

#### Farben:

Bosshard + Co. AG, Rümlang

#### Transporte:

Brühwiler Transport AG, Oberwangen;

Brunner Erben AG, Kreuzlingen



leisten. Anschliessend an die Montage der verschraubten Dachelemente sind Elektroleitungen gelegt und mit der vorkonfektionierten Unterdachfolie abgedeckt worden. Grosse Sorgfalt galt den sichtbaren, im Werk fertig gestrichenen Deckenuntersichten. Sämtliche Elektroerohre und Lampenausschnitte

wurden im Werk eingelegt bzw. ausgeschnitten. Die gesamte Dachfläche setzt sich aus sechs verschiedenen, windschiefen, ineinander laufenden Flächen zusammen. Für die beschriebenen Montagearbeiten, inkl. Verlegung der Unterdachfolie, wurde lediglich eine Woche benötigt.

-bo-



Der Rhythmus der Binder gliedert die Innenraumbereiche; er bleibt auch im Aussenraum sichtbar. In der Passage zwischen den Gebäuden sind die Fassaden geschosshoch verglast. Die Farbgebung der Deckenuntersicht ergibt in Kombination mit der natürlichen Ausstrahlung des verbauten Holzes ein erfrischendes Ambiente.



### Bautafel «Neubau Parkgarage und Skischule Innerarosa»

#### Bauherrschaft:

Politische Gemeinde Arosa

#### TU-Partner:

Brunold AG, Arosa; Waidacher AG, Arosa; Galmarini + Waidacher Ingenieure AG, Arosa

#### Projekt:

(in ARGE)

LutzBuss Architekten, Zürich; maskarade Sarl d'architecture et de scénographie, Montreuil-sous-Bois F

#### Ingenieurarbeiten:

Walt + Galmarini AG, dipl. Ingenieure ETH SIA USIC, Zürich; Projektleiter: Wolfram Kübler

#### Bauleitung:

Planungs- und Baumanagement AG, Zürich

#### Ausführung/Holzbau:

Brunner Erben AG, Zürich

#### Ausführung/Massivbau:

Brunold AG Bauunternehmung, Arosa