

04/18 steeldoc

Seilbahnen



Editorial



Die Geschichte der Seilbahnen hat ihren Ursprung in der Schweiz. 1866 nahm am Rheinfall die erste Seilschwebebahn der Welt ihren Betrieb auf, und bis heute stieg die Anzahl der Seilbahnen in der Schweiz auf gut 1700. Natürlich erschliessen Seilbahnen die Bergwelt für den Tourismus, sie helfen aber auch dabei, die Arbeit in den Bergen, zum Beispiel auf Alpen und Berghütten, zu erleichtern. Die erste touristisch genutzte Seilbahn entstand im Sommer 1879 am Brienzersee und erschloss das Hotel Giessbach. Im Wesentlichen förderten zwei Tendenzen den Seilbahnbau in der Schweiz. Der Pioniergeist der englischen Bergsteiger, die Alpen zu bezwingen, brachte den Alpentourismus in Schwung, und auch die Erschliessung der Alpentäler mit der Eisenbahn lockte Scharen von Touristen in die Berge. Es keimte der Wunsch auf, auch grössere Steigungen überwinden zu können, denn der Eisenbahn waren bezüglich Steigung enge Grenzen der Physik gesetzt. Dieser Herausforderung stellten sich Unternehmer und Ingenieure und entwickelten praktikable Konzepte. Zuerst wurden Standseilbahnen konstruiert, doch bereits 1904 wurde die erste Schwebeseilbahn in Grindelwald eingeweiht. Plötzlich ging es also quer durch die Luft übers Tal und nicht mehr bodennah über Brücken und Gleise. Dieses neue Erlebnis fand viele Nachahmer. Der Skiboom in den 1950er-Jahren förderte den Seilbahnbau zusätzlich. Beispielsweise eröffnete 1928 die Corvigliabahn, die speziell für Skifahrer entwickelt und gebaut wurde. In der Folge entstanden dann erste Ski- und Sessellifte. Und der erste Buggellift wurde 1934 am Bolgen in Davos in Betrieb genommen.

Die Seilbahnen erlebten in den letzten Jahren einen neuerlichen Boom und wurden zu wichtigen touristischen Attraktionen. Der Sommertourismus in den Alpen hat neue Akzente gesetzt, und die alpinen Regionen haben in neue Anlagen investiert. Moderne und leistungsfähige Seilbahnen sind das Ergebnis anspruchsvoller Ingenieurskunst und engagierter Unternehmensleistungen. Arbeiten am Abgrund auf über 3000 m ü. M. bedingen gute Planung, eine hervorragende Logistik und mutige Handwerker.

Die Tal- und Bergstationen werden nicht mehr als reine Zweckbauten geplant, sondern gezielt in Szene gesetzt. Die Architektur dieser Bauten im Spannungsfeld zwischen archaischem Alpenraum und hochpräziser Technik wird entsprechend inszeniert. Aus Sicht des Stahlbaus sind nicht nur die Stationen der Seilbahnen von Interesse, sondern auch die Masten, die die Trag- und Zugseile tragen. Kürzlich wurde die weltweit höchste Stahlbaustütze für Pendelbahnen mit 127 m an der Zugspitze eingeweiht. Diese Bahn, die vom Schweizer Hersteller Garaventa gebaut wurde und mit vielen Superlativen aufwartet, ist zwar nicht Teil der hier dokumentierten Beispiele, aber ein wichtiges Beispiel für die Leistungsfähigkeit von Schweizer Unternehmungen. Dafür zeigen wir in dieser Ausgabe eine Bandbreite von klassischen Seilbahnen für den Tourismus über Werkseilbahnen bis hin zu einem momentan zunehmend interessanten Einsatzgebiet für Seilbahnen – nämlich dem Nahverkehr im urbanen Stadtraum.

Vielleicht vermögen die gezeigten Beispiele zu einer Wochenendreise zu animieren, um sie persönlich zu erleben.

Viel Spass bei der Lektüre wünscht Ihnen
Patric Fischli-Boson

Ein Steinwurf vor der Staumauer

Bauherrschaft

ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich

Architektur

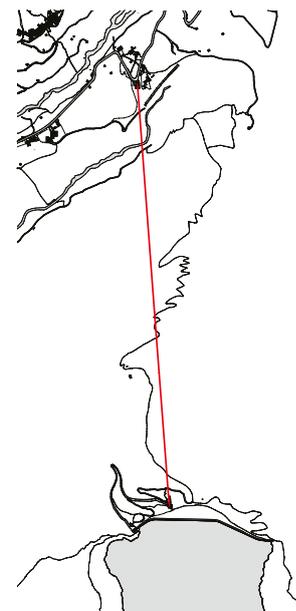
Alder Clavuot Nunzi Architekten GmbH
ETH SIA, Soglio

Tragwerkskonzept

AF Toscano AG, Pontresina

Bauzeit

2015–2016



Situation, M 1: 40 000.

Seit Sommer 2016 ist die einzige allwettertaugliche Verbindung vom Talboden zur Staumauer Albigna im Bergell wieder in Betrieb. Alder Clavuot Nunzi Architekten haben gemeinsam mit der AF Toscano AG und der Wetter Gruppe die neue Tal- und Bergstation in derselben architektonischen und konstruktiven Sprache erstellt. Dafür fassen sie alle Funktionen unter einer Stahlhülle zusammen und fügen die Neubauten als unverkennbar neue Bausteine in die Topografie ein.

Die Albigna-Seilbahn wurde 1955 zur Erschließung der Baustelle der Albigna-Staumauer gebaut. Der Speichersee hinter der Mauer kann bis zu 67 Millionen Kubikmeter Wasser aufnehmen und ist nach dem Lago Bianco am Berninapass der höchstgelegene Stausee Graubündens. Das ewz (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich), Betreiber der Bergeller Kraftwerke und der Seilbahn, produziert hier im Schnitt 490 Gigawattstunden Strom im Jahr. Die Stadt Zürich deckt ihren Elektrizitätsbedarf zu rund einem Fünftel mit Strom aus dieser Region. Seit der Fertigstellung der Schwergewichtsstaumauer im Jahr 1959 diente die Bahn bis zu ihrer Demontage während der Gesamterneuerung Anfang 2016 als Werkseilbahn, beförderte in den Sommermonaten aber auch Wanderer und Touristen den Berg hinauf. Nach 60 Jahren Betrieb waren viele Teile der Bahn instandsetzungsbedürftig und mussten erneuert werden. Die Bahn entsprach nicht mehr den heutigen Sicherheitsvorschriften für Seilbahnen, und das Tragwerk der alten Stationen enthielt keine Tragreserven, um die Mehrlasten einer neuen Seilbahn aufzunehmen. Das ewz entschied sich deswegen für eine Kompletterneuerung, um auch langfristig wieder den Personen- und Güterverkehr zur und von der Staumauer gewährleisten zu können.

Für die Gestaltung der Tal- und Bergstation lobten die Betreiber einen Wettbewerb aus, zu dem sie vier regionale Architekturbüros einluden, drei davon aus

dem Bergell. Diesen Wettbewerb gewann das junge Büro Alder Clavuot Nunzi Architekten aus Soglio. Mit der Bauingenieurleistung der Talstation und der Seilbahn-mastenfundamente beauftragte das ewz das Ingenieurbüro AF Toscano AG (zuvor Edy Toscano AG). Die ingenieurtechnische Planung für die Bergstation übernahm die Wetter Gruppe. Den Seilbahnbau realisierte die Doppelmayr/Garaventa Gruppe, die durch eine öffentliche Ausschreibung für die Erstellung der Seilbahnanlage (Anfang 2015) den Zuschlag bekam.

Auf den Bestand gebaut

Die neue Seilbahn ist an 365 Tagen im Jahr rund um die Uhr einsatzbereit. Von Mitte Juni bis Mitte Oktober steht sie darüber hinaus dem Tourismus offen. Die neuen, grösseren Kabinen können nach wie vor maximal acht Personen oder bis zu 1,2 t Material transportieren. Mit den leistungsfähigeren Motoren kann die Bahn die knapp 900 Höhenmeter zwischen der Talstation (auf 1202 m ü.M.) und der Bergstation (auf 2101 m ü.M.) in 7,6 Minuten Fahrzeit überwinden – der Fussmarsch bergauf nimmt rund zwei Stunden in Anspruch. Da sie für den Personenverkehr und als Werkseilbahn genutzt wird, verfügt sie über eine speziell entwickelte Schnellwechsellkupplung, mit der sie in kurzer Zeit von einer Materialtransportanlage für Schwerlasten bis zu 5000 kg zu einer Personenbahn umfunktioniert

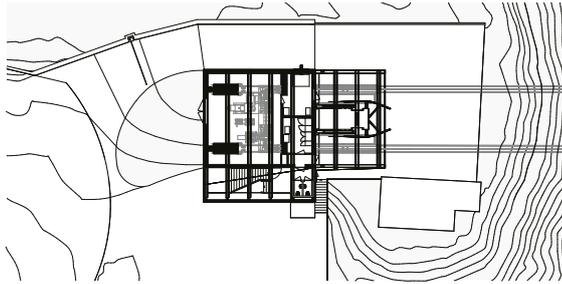


werden kann. Die beiden neuen Stationen sprechen die gleiche formale Architektursprache, unterscheiden sich jedoch in ihrer Ausformulierung voneinander. Beide bestehen aus einem Betonsockel, auf dem eine Stahlkonstruktion aufbaut. Der Stahlbau der Talstation erscheint dabei als leichter, gefalteter Überwurf; jener der Bergstation wirkt hingegen als steife Haube, der dem Sockel scharnierartig aufgesetzt ist.

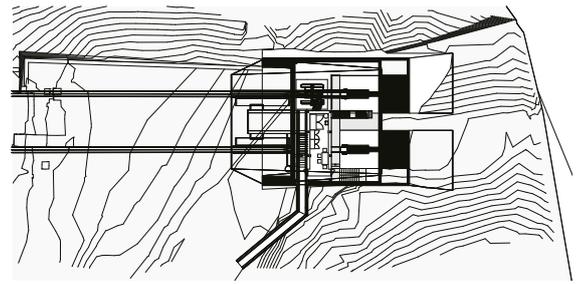
Die alte Talstation – nach einem Entwurf des regional bedeutenden Architekten Bruno Giacometti erstellt, die Tragstruktur plante das Ingenieurbüro Richard Coray aus Chur – liegt an einer Spitzkehre der Hauptstrasse H3b im Talboden. Lediglich das Untergeschoss des Altbaus blieb als Sockel der neuen elektromechanischen Anlage erhalten, für den Besucher jedoch kaum noch erkennbar. Darauf baut die neue Talsta-

tion mit ihrem Stahlüberbau auf. Der Maschinenraum bildet dabei das Zentrum des Neubaus. Der massive Kern ist von einer Haut aus grauem Wellblech umhüllt, die auf einer Stahlkonstruktion montiert ist. Die Haut wirkt wie eine Decke, die über den kubischen Körper geworfen wurde. In ihrem Entwurf hoben die Architekten die Wellblechdecke am Saum an. Unter dem so entstandenen Faltenwurf verorteten sie die Erschliessung und die Nebenräume. Die ankommenden Besucher betreten die Talstation unter dieser Deckenfalte auf einer Betontreppe, die sich nach oben verjüngt und in eine Stahlkonstruktion übergeht. Zwischen dem massiven Maschinenraum und der filigranen Stahlhülle eröffnet sich ein Bereich, der an die schmalen, sakral anmutenden Hohlräume der Staumauer erinnert, wie es die Architekten beschreiben. Über dem Eingang ist die ansonsten geschlossene

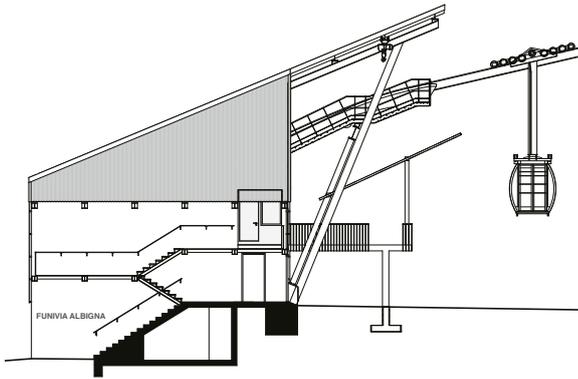
Oben: Gegensatz der Massstäbe – zwei winzig wirkende Wanderer betreten die Bergstation der Albigna-Seilbahn. Hinter dieser ragt die wuchtige Albigna-Staumauer in die Höhe. Die eindrücklichste Vergleichsgrösse bilden jedoch die gigantischen Bergmassen, die sich im Hintergrund erheben.



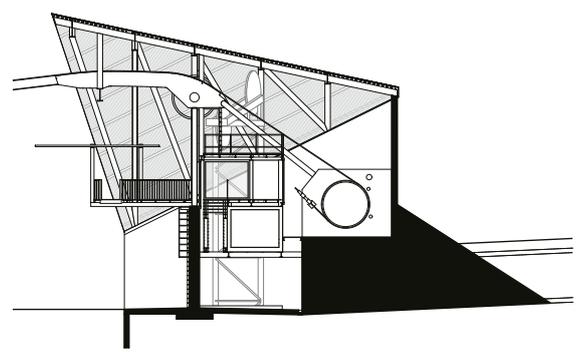
Rechts: Grundriss OG
Niveau Perron Albigna-
Talstation, M 1:300.



Ganz rechts: Grundriss OG
Niveau Eingang Albigna-
Bergstation, M 1:300.



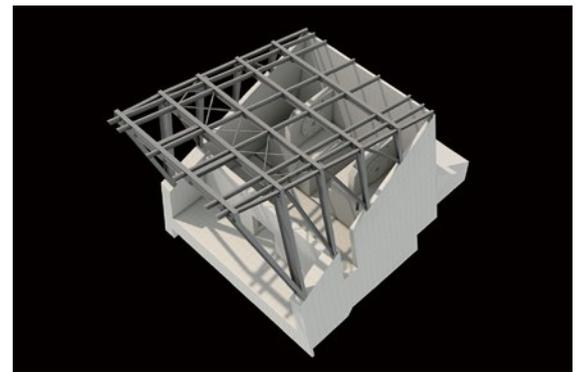
Rechts: Schnitt Albigna-
Talstation, M 1:130.



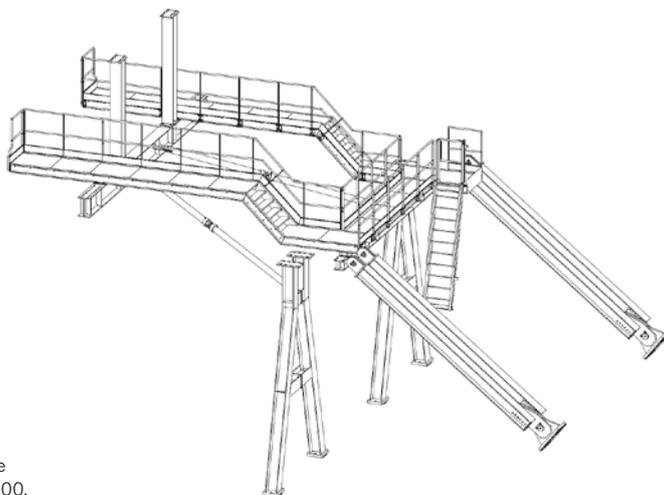
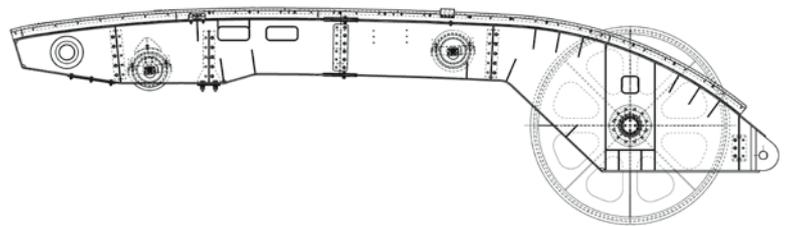
Ganz rechts: Schnitt Albigna-
Bergstation, M 1:130.



Rechts: Axonometrie
Albigna-Talstation.



Ganz rechts: Axonometrie
Albigna-Bergstation.



Rechts: Stahlhalle Berg
(u. a. mit Abstützung/
Anbindung des Stations-
seilschuhs, der hier
nicht eingezeichnet ist).

Oben rechts: Schnitt des
Stationsseilschuhs Berg
(Umlenkung der Tragseile
und des Zugseils), M 1:200.

Daten Seilbahn:

- Hersteller Fahrzeuge** CWA Constructions SA/Corp., Olten
- Seillieferant** Fatzer AG, Romanshorn
- Steuerungslieferant** Frey AG, Stans
- Seilbahntechnik, Projektierung, Planung, Ausführung**
Garaventa AG, Rotkreuz
- seilbahntechnische Beratung** Histec engineering AG, Buochs
- Fahrzeugkapazität** 8 Pers./1200 kg
- Schräge Länge** 2440 m
- Höhenunterschied** 899 m
- Tragseildurchmesser** 39 mm
- Zugseildurchmesser** 30 mm
- Fahrtgeschwindigkeit max.** 7,0 m/s
- Fahrzeit** 7,5 min
- Anzahl Stützen** 3
- Nennleistung Antrieb** 192 kW



Stahlhaut auf einer Dreiecksfläche perforiert, um Licht in den Erschliessungsraum zu bringen. Von einer weiteren verglasten, bergseits angeordneten Aussparung in der Ummantelung können die Besucher einen Blick auf ihr Ziel werfen.

Das Tragwerk der umhüllenden Stahlkonstruktion besteht aus Standard-H-Profilen. Das gegen den Berg auskragende und mit Windverbänden ausgesteifte Dach steht auf zwei etwa 15 m langen, schlanken Schrägstützen (HEB 240). An den im Eingangsbereich seitlich auskragenden Dachträgern sind schräge Hängestäbe (HEB 260) befestigt, die an den Füßen respektive rund 2 m darüber gegen den Massivbau über die Plattformen gehalten bzw. abgestützt sind. Die resultierenden Lasten aus den Trageseilen der Bahn werden über eine Pollerkonstruktion und Fundamentverstärkungen in den Baugrund abgetragen.

Teil der Mauer

Die Bergstation, rund 900 Höhenmeter und knapp 2500 m Seildistanz entfernt, ist das Pendant zur Talstation. Im «Anflug» auf die Bergstation wächst die Albigna-Staumauer zu einer immer grösseren, eindrucksvollen grauen Wand heran. Vor ihr wirkt die Bergstation geradezu wie ein Zwerg, ganz zu schweigen von der Seilbahngondel. Die Bergstation haben die Architekten mit den gleichen gestalterischen Mitteln ausformuliert, um der Talstation das passende Gegenstück gegenüberzusetzen.

Der Betonsockel verankert das Gebäude im steinigen Gelände und bildet ebenso eine Reminiszenz zur eindrucksvollen Massivität der Albigna-Staumauer. Da die neue Bergstation ausserhalb des Bereichs der bestehenden erstellt wurde, konnte auf eine Etappierung im Grundriss verzichtet werden. Das Tragwerk ist in seiner Konstruktionsweise mit demjenigen der Talstation vergleichbar. Auch hier fängt ein Sockel aus Ortbeton die wirkenden Seilkräfte über eine Pollerkonstruktion ab – als Gegengewicht der Seilkräfte widerspiegelt sie in expressiver Weise die gleich dahinter emporsteigende Schwergewichtsstaumauer. Als Besonderheit wird der Zwischenraum der Pollerfundamente als neuer, direkter Zugangsstollen zur Staumauer genutzt. Und ebenso haben die Architekten hier dem Betonsockel eine Stahlkonstruktion aufgesetzt. Diese öffnet sich zum Tal hin und verjüngt sich zur Staumauer auf die Höhe ihrer Dachträger. Die ankommende Gondel legt am Podest an, das über Hängestäbe an der Dachkonstruktion befestigt ist und unter den Seilen direkt in den Maschinenraum übergeht. Eine Treppe führt in den Bauch des massiven Sockels und durch eine Aussparung in der abgeschrägten Betonseitenwand in die Berglandschaft am Fuss der Staumauer.

Gemäss Schneegutachten war für die exponierte Lage in diesem Hochgebirge ein charakteristischer Wert der Schneelast von 13,2 kN/m² mit entsprechendem Schneeüberhang für auskragende Dachteile

Unter dem Faltenwurf der Stahlhaut der Albigna-Talstation befindet sich der Eingang zur Seilbahn.



Vor der Fahrt ins Tal kann man den Blick nochmals über die beeindruckende Bergkulisse schweifen lassen.

zu berücksichtigen. Eine biegesteife, mehrheitlich gelenkig gelagerte Rahmenkonstruktion mit sich nach unten verjüngenden Rahmenstützen leitet die hohen Lasten in die bis zu 12 m hohen Betonwände ein. Der Portalrahmen ist unten eingespannt.

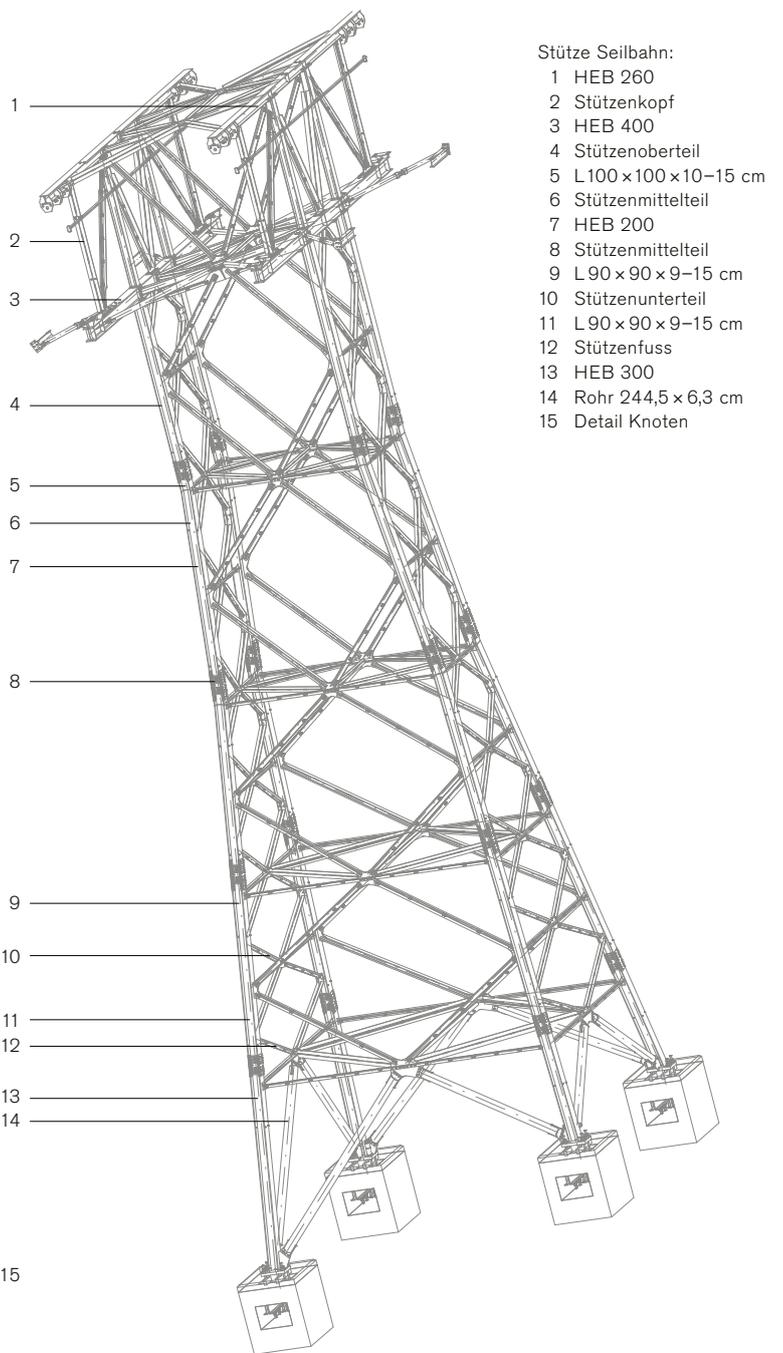
Aufgespannt

Drei Masten waren nötig, um die neue Seilbahn zwischen der Tal- und der Bergstation aufzuspannen. Die vier Füsse der Masten sind in Köcherfundamenten verankert. Die Köcher sind dabei exakt den Anker-garnituren angepasst und wurden erst ausbetoniert, als diese versetzt waren. Die vier Lagerpunkte pro Mast sind geometrisch so angeordnet, dass sie teilweise auf einem gemeinsamen Fundament stehen können. Die anfallenden Querkräfte an den Stützenfüssen konnten so gegenseitig als innere Fundamentkräfte zusammengebunden werden – dies wirkt sich vorteilhaft auf den Kipp- und Gleitsicherheitsnachweis aus. Die Stütze 1 steht in steilem und schwer zugänglichem Gelände in unmittelbarer Nähe eines Gewässerschutzbereichs. Die Ingenieure realisierten deshalb eine gedrungene Konstruktion, die den Aufwand für die Erdbauarbeiten minimierte. Das notwendige Betonvolumen wird bei einer gedrungenen Bauweise leicht grösser, die geböschte Baugrube bleibt

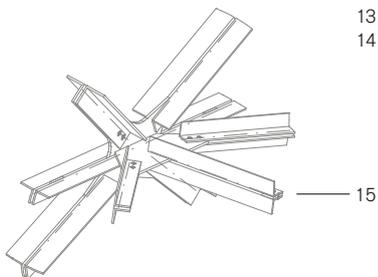
in sehr steilem Gelände möglich und entsprechend klein. Auf die Kräfte (äussere Lasten aus der Seilbahnkonstruktion) hat dies jedoch keine Auswirkungen.

Um die alte Seilbahn möglichst lang als Transportmittel für das Baumaterial der Bergstation und der Stützenfundamente in Betrieb zu halten und nach deren Rückbau die Bauzeit der Talstation zu minimieren, wurde das linke, ausserhalb der alten Talstation liegende Pollerfundament zuerst erstellt. Der angrenzende Gebäudeteil und das rechte Pollerfundament, das teilweise auf dem bestehenden Spansschacht liegt, konnten nach der Demontage der alten Seilbahntechnik und dem Rückbau der alten Talstation realisiert werden. Einige Teile der Bergstation mussten letztlich aber trotzdem mit einem Helikopter mit 5 t Hebevermögen transportiert werden.

Obwohl die Ausgangssituationen der beiden neuen Bergbahnstationen geografisch, betrieblich und seilbahntechnisch unterschiedlich sind, konnten die Architekten und Ingenieure die zwei Neubauten durch die formale Angleichung und die Materialisierung zu einem Ganzen zusammenfassen. Mit den Neubauten hat die Seilbahn eine repräsentative Adresse erhalten, die in die Bergeller Berglandschaft eingebettet ist.



- Stütze Seilbahn:
- 1 HEB 260
 - 2 Stützenkopf
 - 3 HEB 400
 - 4 Stützenoberteil
 - 5 L 100 × 100 × 10–15 cm
 - 6 Stützenmittelteil
 - 7 HEB 200
 - 8 Stützenmittelteil
 - 9 L 90 × 90 × 9–15 cm
 - 10 Stützenunterteil
 - 11 L 90 × 90 × 9–15 cm
 - 12 Stützenfuss
 - 13 HEB 300
 - 14 Rohr 244,5 × 6,3 cm
 - 15 Detail Knoten



Daten Stationsgebäude:

Projekt Seilbahn Albigna
Ort Pranzaira GR
Bauherrschaft ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
Architektur Alder Clavuot Nunzi Architekten GmbH
 ETH SIA, Soglio
Tragwerkskonzept AF Toscano AG, Pontresina
Bauphysik Martin Kant, Chur
Stahlbau-Unternehmung Talstation: Toscano Stahlbau AG, Cazis; Bergstation: Wetter AG, Stetten
Konstruktionsart Hauptstruktur in Stahlbeton (Sockel im Gelände/Pollerfundamente für Seilbahn) und Stahlfassadenverkleidung mit Wellbandprofilen
Vorfertigung, Montage Stahlstruktur, werkseitig vorbereitet
Stahlorten IPE und HEB: S235JR; Hohlprofile: S355J2H; Bergstation: IPE/HEB/HEBT/HEA/LNP/FLA: S235JR/S355J0; UPE/Hohlprofile: S355J2H
Gewicht Talstation: 45,5 t; Bergstation: 78,5 t

Tragsystem Talstation: hängendes und horizontal aufgeständertes Tragwerk im Zugangsbereich; auskragende Vordachkonstruktion mit geneigter Abstützung; Bergstation: in Querrichtung biegesteife Rahmentragwerke; Portalrahmen mit Einspannung am Rahmenfuss; Zugangsperron innen als Hängeträgerwerk
BGF Talstation: 375 m²; Bergstation: 624 m²
Nutzfläche Talstation: 263 m²; Bergstation: 258 m²
Abmessungen Talstation: L × B × H = 19,7 × 14,5 × 14 m; Bergstation: L × B × H = 19 × 16 × 12 m
Volumen Talstation: 2072 m³; Bergstation: 2936 m³
Nutzung Werkseilbahn (Nebennutzung: Tourismus)
Gesamtkosten BKP 1–9: 5,2 Mio. CHF (ohne Seilbahntechnik)
Bauzeit 18 Monate
Fertigstellung Juni 2016
Brandschutz Mit Brandabschnitten



Stahlbau Zentrum Schweiz
Centre suisse de la construction métallique
Centro svizzero per la costruzione in acciaio

Seefeldstrasse 25
CH-8008 Zürich
Tel. 044 261 89 80
Fax 044 262 09 62
info@szs.ch | www.szs.ch