

Wegen des leicht konischen Verlaufs beider Seilachsen und der Zugkräfte beim längsten Spannfeld hat Stütze Nummer drei kolossale Ausmasse. Rechts ist die Bergstation der 1979 gebauten Pendelbahn zu sehen. Schwindelfrei müssen die Arbeiter sein für die Montage der Seilreiter an dieser besonders exponierten Stelle.

Dreiseilumlaufbahn

Klein Matterhorn als künftiger Höhepunkt für Europareisende

Die neue 3S-Bahn beim Klein Matterhorn setzt technisch neue Masstäbe. Herausforderungen boten die Höhenlage mit wechselnden Wetterverhältnissen und die Logistik, die vor allem über Italien abgewickelt wurde. Zermatt erweitert mit der Bahn das Angebot für Kundengruppen in Italien und für Europatouristen.

Von Stefan Schmid

Auf einer Seite der Bahn sind die Tragseile bereits fixiert. In schwindelerregender Höhe montieren Arbeiter zwischen Bergstation und Stütze Nummer drei an diesem Tag den ersten Seilreiter. 30 sind es pro Fahrtrichtung. Über sie wird das Förderseil der neuen Dreiseilumlaufbahn geführt, die ab Herbst Touristen aufs Klein Matterhorn bringen wird. Nach der Montage kann das Zugseil mit einem Durchmesser von 46 Millimetern über die Rollen zur Bergstation gezogen werden, wo es vorläufig verankert wird. Noch im Verlaufe des Monats wird das Zugseil bei der Talstation zu einer Einheit verspleist.

«Schlimmstes Szenario»

Die Bauarbeiten kommen gut voran, was in den Vormonaten nicht immer der Fall war. Denn das Wetter folgt bei der höchstgelegenen Grossbaustelle Europas auf 3821 Metern eigenen Gesetzmässigkeiten. Schneestürme fegten diesen Winter übers Klein Matterhorn und deckten die Baustelle mit Schneeverfrachtungen zu, auch Zermatt war tagelang nur auf dem Luftweg zu erreichen. «Verhältnisse wie im letzten Winter hätten wir uns nicht in den schlimmsten Szenarien vorstellen können», erinnert sich Anton Lauber, Geschäftsleitungsmitglied und Leiter des Bereichs Bau bei der Zermatt Bergbahnen AG (ZBAG), an die schwierige Bauphase. «Deshalb mussten wir tagelang Schnee schaufeln.» Sechs bis sieben Meter hohe Verfrachtungen seien das jeweils gewesen. Nachdem die Baustelle endlich wieder hergerichtet war, konnte es passieren, dass am nächsten Tag wieder meterhoch Schnee lag.

Seit Beginn der Bauarbeiten 2016 waren die Wetterbedingungen praktisch durchgehend ideal. Doch bereits letzten November fielen die Temperaturen, oft lagen diese bis im Mai bei minus 20 Grad. Ohnehin ist es auf dieser Höhe selten wärmer als fünf Grad, im Sommer bewegen sich die Temperaturen oft zwischen minus und plus fünf Grad. Um die Qualität des Betons gewährleisten zu können, waren daher besondere

Massnahmen beim Mischvorgang erforderlich. Gemäss Vorgaben der Ingenieure muss der Flüssigbeton beim Giessen eine Mindesttemperatur von fünf Grad aufweisen. Deshalb wurde das Mischwasser auf 70 Grad und das Betonmaterial auf 35 Grad vorgewärmt und danach innerhalb

Giessen ein allzu schnelles Auskühlen der Masse verhindert. «Die Betonqualität war eine der grössten Herausforderungen», stellt Lauber deshalb rückblickend fest.

Station an der Bergflanke

Bestimmt werden Lage und Gestalt der Bergstation durch die Einbindung in die Zugangspassagen der bestehenden Pendelbahn, zu denen von der Ausstiegsplattform eine 10 Meter lange Galerie führt. Die Bergstation der Pendelbahn wurde 1979 grösstenteils in den Felsen gebaut. Für eine zweite Station wäre im Granitzacken des Klein Matterhorns demnach kein Platz mehr gewesen. Zudem müssen die Seilachsen beider Bahnen einen bestimmten Mindestabstand aufweisen. Die Bergstation der 3S-Bahn musste deshalb auf die stark abschüssige Westflanke des Klein Matterhorns verlegt werden. Nach Felsicherungen und der Montage von Steinschlagnetzen mit einer Gesamtfläche von 3500 Quadratmetern hoben Arbeiter der Gasser Felstechnik AG die Baugrube aus. Für die Entfernung des Granits waren Sprenglöcher von jeweils 3,2 Metern Länge notwendig. 8800 Kubikmetern beträgt das Aushubvolumen des Einschnitts insgesamt. Nach den Sprengungen wurde die Baugrube laufend mit verklebten Felsnägeln gesichert. Fünf Meter lang sind diese in der Regel, je nach Felskonstellation sind es sogar acht Meter. Insgesamt ist die Umgebung der Bergstation mit 750 Verankerungen stabilisiert.

Trotz des Aushubvolumens sind die Platzverhältnisse bei der Bergstation beschränkt. Raum beansprucht neben den Aus- und Zustiegszonen auch das integrierte Berg- und Rettungskonzept. Da bei Schlechtwetter im Störfall eine Rettung aus der Luft nicht möglich ist, müssen wichtige Komponenten wie Antriebssysteme, Generatoren, Notstromaggregate und Hilfsmotoren zwingend in zweifacher Ausführung vorhanden sein. Um bei Eventualitäten wie Bränden Risiken aufgrund von Kausalketten möglichst auszuschliessen,



Der Ausfahrtsattel ist einen Meter breit. Wegen des grösseren Abstands der Tragseile liegt das Fahrwerk der Gondeln breiter auf, was die Windstabilität erhöht. Für Bauleiter Anton Lauber ist das ein wichtiger Grund, dass man sich für diesen Bahntyp entschieden hat.

von 14 Minuten von der Talstation der Materialseilbahn zur Baustelle geführt. Drei Kubikmeter konnten pro Fahrt zur Bergstation geführt werden. Um nach dem Transport eine permanente Verarbeitung zu ermöglichen, stand bei der Baustelle ein sieben Kubikmeter fassender Betonmischer bereit. Abdeckungen sollten nach dem



Die Bergstation befindet sich auf der Ebene der Zugangspassage zur bestehenden Pendelbahn, zu der eine Galerie führt (unten). Oben rechts ist der Ankerpunkt der Materialseilbahn zu sehen und links die Umlenkvorrichtung der neuen 3S-Bahn. Der gesamte Bereich ist mit Stahlnetzen gesichert.

müssen die Elemente zudem räumlich strikt getrennt werden. Und nicht zuletzt muss die Bergstation ein Gegenlager bieten für die enormen Zugkräfte, die von den Trag- und Zugseilen sowie den Kabinen ausgehen.

Überwachte Vorspannanker

Die bautechnische Lösung bildet ein zweistöckiges Gebäude. Im Untergeschoss ist die 50 Zentimeter dicke Platte direkt auf den Felsen betoniert und längsseits mit acht und breitseits mit vier überwachten Vorspannankern gesichert. Einen Durchmesser von 150 Millimetern haben die Anker jeweils, die Bohrlochtiefe beträgt 17,5 Me-

ter. Gespannt sind die vorinjizierten Anker auf eine Zugkraft von 1750 Kilonewton. Massive Betonwände verbinden das Untergeschoss, wo sich die getrennten Räume für die technischen Anlagen befinden, mit der darüber liegenden Plattform. Diese wird von auskragenden Wandscheiben getragen, was Platz schafft für den Ausstiegsbereich. Um die Zugkräfte besser zu verteilen, ist die Tragstruktur der Umlenkstation in Längsrichtung mit einem Riegel verbunden.

Die Bauhauptarbeiten bei der Bergstation führte ein Konsortium aus, bestehend aus der Imboden AG in Visp und der in Aosta domizilierten Cogeis S.p.A. Die Arbeitsgemeinschaft war auch

zuständig für den Bau von Stütze Nummer drei, die mit einer Höhe von 44 Metern und einer Stahlkonstruktion mit einem Gewicht von 220 Tonnen kolossale Ausmasse aufweist. Die Stütze bildet zugleich das obere Ende des längsten von vier Spannfeldern. 740 Kubikmeter Beton flossen in die Stützenfüsse, deren Fundamente bis zu 18 Meter tief in den Boden reichen. Zusätzliche Stabilität verleihen dreizehn vertikal und horizontal verlaufende Vorspannanker mit einem Durchmesser von 150 Millimetern. Diese sind 17 Meter lang, die Spannkraft beträgt 1750 Kilonewton. Die Bahn führt über drei Masten, wobei speziell die Topografie bei Stütze Nummer zwei Planern und Bauleitung zu schaffen machte.

Tiefes Fundament bei Stütze

An dieser Stelle ist der abschüssige Felsen mit einer Moräne überdeckt. Aufgrund von Kriechbewegungen mit Gefrier- und Schmelzvorgängen ist ein solcher Untergrund für Fundamente dieser Grössenordnung ungeeignet. Geologische Gutachten und Sondierschlitze legten im Vorfeld den Schluss nahe, dass für ein Fundament auf felsigem Baugrund ein Aushub von 24 Metern Tiefe erforderlich ist. Doch der Felsen unter der Moräne wies eine grössere Neigung auf als angenommen. Bei einem der Stützensfüsse beträgt die Aushubtiefe deshalb 35 Meter. Erst in dieser Tiefe stiess man auf Felsen für einen stabile Untergrund. Für die Freilegung des Fundaments bei Stütze Nummer zwei wurde ein Aushubvolumen von 10 000 Kubikmetern verschoben, gesamthaft sind es bei der Bahn 27 500 Kubikmeter. Bei den vier Stützenfüssen, die zur Stabilisierung mit einem Riegel verbunden sind, umfasst das verbaute Betonvolumen 884 Kubikmeter. Insgesamt benötigt wurden 6850 Kubikmeter Beton und 835 Tonnen Bewehrung. Dank guter Zusammenarbeit über die Landesgrenzen hinweg fand das Bau-

Aktien der ZBAG

Die Zermatt Bergbahnen AG (ZBAG) haben seit 2002 annähernd eine halbe Milliarde Franken in Bahn- und Beschneidungsanlagen investiert, inklusive der projektierten Anschlussbahn.

Die Namen- und Inhaberpapiere der ZBAG werden auf der ausserbörslichen Handelsplattform OTC-X der Berner Kantonalbank gehandelt. Bedeutende Aktionäre der Gesellschaft sind gemäss Geschäftsbericht die Bürgergemeinde Zermatt (23,6%), die BVZ Holding AG (22,0%) und die Einwohnergemeinde Zermatt (18,3%). (sts)

material ausschliesslich über Italien den Weg zu den Baustellen. Denn nur im Gebiet von Breuil-Cervinia führen die Strassen bis in hohe Lagen.

Logistik über Grenze hinweg

Dabei zogen Bergbahnbetreiber und Behörden auf italienischer Seite, wo man die Initiative der ZBAG auch als grosse Chance sieht, von Beginn weg mit. «Ohne die gute Zusammenarbeit über die Landesgrenzen hinweg wäre es nicht gegangen», lobt Lauber. Eine Anlieferung des Baumaterials über das verkehrsfreie Zermatt sei wegen der Menge und der Transportgewichte nie ein Thema gewesen. Die gute Zusammenarbeit zeigte sich auch bei der speditiven Abwicklung der Zollformalitäten, denn die Talstation der Materialseilbahn steht in Cima Bianca auf italienischem Staatsgebiet, die Bergstation in der Schweiz. Der Betrieb der Materialbahn erforderte beispielsweise die Bewilligungen von Behörden zweier Länder. Auch die Organisation von Durchfahrtsrechten oder des Bezugs von Strom sowie von Vereinbarungen über die Nutzungsrechte von Gebäuden im Vorfeld des Baustarts habe hervorragend geklappt.

Das Material für Stützen und Stationen wurde über Cervinia zur Talstation der Materialbahn in Cima Bianca angeliefert und von dort zu den Bestimmungsorten transportiert. Bei den Stahlelementen für den Bau der Talstation kamen Speziialschlitten zum Einsatz, gezogen von Pistenfahrzeugen. In der Regel fanden die Transportfahrten in der Nacht statt, weil tagsüber der Schnee für zu weich gewesen wäre.

Eine spezielle Lösung erforderte auch der Transportweg von Trag- und Zugseilen, die gesamthaft ein Gewicht von 380 Tonnen ausmachen. Wie so oft in den Bergen, sind die letzten Kilometer die schwierigsten. Mehrere Transportvarianten wurden evaluiert. Wegen des Gewichts des Tragseils von 80 Tonnen war der Transport der Kabelrolle über den Gletscher nicht möglich. An einer Gehängevorrichtung auf provisorischen Stützen wurde das Seil daher von Cima Bianca auf den Furgsattel gezogen und danach unter Einsatz einer Bremswinde kontrolliert hinunter zum Trockenen Steg geführt. Dreieinhalb Monate beanspruchte allein der Transportvorgang für das Förderseil und die Tragkabel.

Doch auch der Materialvorrat erforderte bei der Logistik eine vorausschauende Planung. Denn ein früher Wintereinbruch kann im Hochgebirge den Fortgang der Bauarbeiten gefährden. Die Zufahrtsstrasse zur Materialseilbahn, über die der grösste Teil des Transports zu den Baustellen erfolgte, wäre dann für die Anlieferung unpassierbar gewesen. Zudem werden auf italienischer Seite die Strassen wegen der Nut-



Bei der Bergstation bilden vorkragende Wandscheiben die Basis für die Ausstiegsplattform. Die Gestaltung der Station nutzt die beschränkten Platzverhältnisse optimal aus. Im Vordergrund rechts wird die Bergstation der Anschlussbahn in Richtung Italien entstehen.

zung der querenden Pisten erst spät vom Schnee geräumt. Die Verfügbarkeit des Baumaterials musste deshalb schon früh geplant und im Spätsommer sichergestellt werden. «Im Herbst muss man für sieben Monate Material vorrätig haben, sonst baut man hier nichts mehr», gibt Lauber zu bedenken. Für die Lagerhaltung und den Materialumschlag steht bei der Talstation der Materialseilbahn in Cima Bianca eine Halle mit einer Fläche von 650 Quadratmetern bereit. Material, das nicht beim Montageort deponiert werden kann oder das vor Witterungseinflüssen geschützt werden muss wie Elemente für den Holzbau, wird hier gelagert. In der Halle befindet

sich auch eine Betonanlage mit einem Vorrat an Zuschlagsstoffen und Zement. Die Bauhauptarbeiten sind weit fortgeschritten. Neben dem Seilzug und der Installation der elektronischen Anlagen steht bei der Bergstation noch die Installation der Aussenhülle an.

Photovoltaik und Holz im Innern

Diese wird grösstenteils aus Photovoltaik-Elementen bestehen. Die Holzträger stehen bereits. Die Stahlkonstruktion als Träger des Aluminiumaufbaus für die Photovoltaik-Anlage wird demnächst montiert. Bei der Talstation ist sie schon seit Ende Januar in Betrieb. 157 000

Kilowattstunden Strom pro Jahr ist dort die Ausbeute der 753 Quadratmeter grossen Aussenfläche. Wegen der Intensität und Dauer der Sonneneinstrahlung wird es bei der Bergstation trotz der sehr viel kleineren Fläche rund die Hälfte davon sein.

Die Talstation ist im Innern funktionell gestaltet, hebt sich aber architektonisch von herkömmlichen Umsteigeterminals ab. Denn die Halle soll technische Betriebsstätte für die Parkierung und Wartung von Kabinen, Ein- und Ausstiegsbereich und Warteraum in einem sein. Um auch für Wartezeiten eine angenehme Atmosphäre zu schaffen, fand neben der Innenverkleidung auch bei statischen Elementen Holz Verwendung anstelle von Stahl.

Der Parallelbetrieb der Bahnen ermöglicht übers gesamte Jahr eine durchgehende Erreichbarkeit des bei Touristen beliebten Aussichtspunkts. Denn bisher musste die bestehende Pendelbahn wegen Pflichtrevisionen gerade dann den Betrieb einstellen, wenn Zermatt vor allem im Mai oder Oktober von vielen Reisegruppen frequentiert wird. Künftig soll der Personentransport prioritär über die neue 3S-Bahn abgewickelt werden, während die Pendelbahn den Materialtransport übernehmen wird oder als alternative Transportmöglichkeit bei Revisionsarbeiten.

Anschluss mit nächster Bahn

Nach der Einweihung der 3S-Bahn Ende September soll die Bergstation des Kleinen Matterhorns

zu einem Drehkreuz ausgebaut werden. Für den Bau der Anschlussbahn hinunter nach Italien wird die ZBAG nach Angaben nochmals zwischen 30 und 32 Millionen Franken investieren. Das Plan-genehmigungsverfahren für diesen Abschnitt liegt bereits vor. Entstehen soll die Bergstation dieser Sektion gleich neben der neuen Station. 2019 könnten die Baumeisterarbeiten für die Anschlussbahn des gleichen Typs hinunter nach Testa Grigia beginnen. Die Inbetriebnahme der Bahn könnte im Winter 2020/21 erfolgen. Damit ist von Zermatter Seite bei der Handreichung für eine touristische Weiterentwicklung des Gebietes ein wichtiges Etappenziel erreicht. Auf italienischem Gebiet sind durchgehende Bahnverbindungen bereits projektiert, um Gäste beispielsweise vom Flughafen in Mailand die Anreise zur Ferienregion zu verkürzen. Die ZBAG wird sich gemäss Aussage am Ausbau jenseits der Grenze allerdings finanziell nicht beteiligen.

Nach Abschluss der Bauarbeiten beidseits der Grenze entsteht mit 1200 Pistenkilometern das weltweit grösste zusammenhängende Skigebiet. Sommers wie winters sollen mit dem Angebot vermehrt auch Kundengruppen in Norditalien angesprochen werden und vor allem Reisegruppen auf ihrer Tour durch Europa. Als Route über die Hochalpen soll Alpine Crossing diesem Kundensegment ein spezielles Reiseerlebnis bieten. Milano, Zermatt, Paris könnte die Reihenfolge der Reisedestinationen dann dereinst lauten.

Seilzug bis Ende Juli

Noch aber laufen die Vorbereitungen für den Seilzug bei der Talstation, wo ein Helikopter der Air Zermatt im Einsatz ist. Mitarbeiter der Firma Zurbrügg lotsen den Piloten per Funk in die rich-

tige Position. Sowohl für den Piloten als auch die Einweiser eine knifflige Angelegenheit. Ziel ist es, auf der bereits bestehenden Seilbrücke ein Vorseil zu installieren. Bis zum Abend sollte dieses beim Masten Nummer zwei vorläufig fixiert werden können. Sind die Vorbereitungen abgeschlossen, kann dann der eigentliche Seilzug des Tragkabels beginnen. Wegen des Gewichts der Tragseile und des starken Gefälles müssen im oberen Bereich des dritten Spannungsfeld zwei Zugmaschinen eingesetzt werden. Sind die Tragseile platziert, werden diese für die Endmontage mit zwölfmal übersetzter Kraft gespannt. Lauber schätzt, dass der Seilzug bis Ende Juli abgeschlossen sein wird.

Aufgrund der widrigen Wetterverhältnisse im letzten Winter bestehen nur noch wenige Pufferzeiten für das Gesamtprojekt. Der Meilenstein für die Einweihung der neuen 3S-Bahn bleibt auf Ende September gesetzt. ■

Beteiligte Firmen

Bauingenieure

Labag Lauber Bauingenieure AG

Bauarbeiten

Imboden AG, Cogeis S.p.A.

Bahntechnik

Leitner Ropeways

Seilmontage

Zurbrügg Seilbahnen und Montage GmbH

Seiltransport

Zingrich Cabltrans / Moosmair GmbH / Zurbrügg Seilbahnen und Montage GmbH

Seiltechnik

Fatzer AG

Architektur

Architektur und Design AG (Talstation)

Peak Architekten (Bergstation)

Holzbau

Indermühle Bauingenieure

Brawand Zimmerei

Design Kabinen

Pininfarina S.p.A.

Hersteller Gondeln

Sigma

Elektronik

Siemens Schweiz AG

Lüftungen

Imwinkelried Lüftung und Klima AG

Bahnmontage

Von Rotz & Wiedemar AG

(Talstation sowie Stütze 1 und 2)

Moosmair GmbH (Bergstation / Stütze 3)

Fassadenplaner

Buri Müller Partner GmbH

(sts)



Von der Raupenwinde rollt das Vorseil, das auf der Seilbrücke (Bildmitte) platziert werden muss. Eine knifflige Angelegenheit für den Helikopterpiloten. Links im Bild sind die bereits installierten Tragseile zu sehen. Ende Juli sollte der Seilzug abgeschlossen sein.

Bilder: Stefan Schmid



Links oben: Die Bremswirkung in der Station wird mit dem axial angeordneten Räderwerk erreicht, dessen Drehgeschwindigkeit automatisch mit der Umlaufgeschwindigkeit des Förderseils synchronisiert ist. Der Bremsvorgang entsteht, indem die weiter hinten liegenden Räder immer langsamer drehen. Umgekehrt verhält es sich bei der Beschleunigung. Wegen der physikalischen Kräfte der tonnenschweren Gondeln ist das Räderwerk entsprechend lang.

Rechts oben: Pro Fahrrichtung müssen 30 Seilreiter montiert werden. Über die Rollen führt später das Zugseil.

Links: Die Tragseile mit einem Durchmesser von 56 Millimetern werden in mehreren Windungen um den Abspannboller gewickelt und mit Klemmplatten fixiert.

Zwei Prinzipien, eine Bahn

Die Dreiseilumlaufbahn kombiniert Funktionalitäten von Pendel- und Gondelbahnen. Wie bei Pendelbahnen fahren die Rollen über fest installierte Tragseile, während die Kabinen analog zu Gondelbahnen an ein umlaufendes Förderseil geklemmt und entkoppelt werden. Der Vorteil des Bahnkonzepts zeigt sich vor allem bei der Windstabilität, was längere Betriebszeiten erlaubt. Während bei herkömmlichen Gondel- und Pendelbahnen für den Fahrbetrieb die Grenze der zulässigen Windgeschwindigkeit bei 65 Kilometern liegt, sind es bei Bahnen dieses Typs weit mehr. Bei der 3S-Bahn auf dem Kleinen Matterhorn liegt die vom Bundesamt für Verkehr erlaubte Grenze der Windgeschwindigkeiten bei 85 Kilometer pro Stunde. Erreicht wird die Windstabilität zum einen durch ein breit aufliegendes Fahrwerk, weshalb die Tragseile weit auseinander liegen müssen. Zum anderen sind die Kabinen an einer verhältnismässig kurzen Aufhängung befestigt.

In den Gondeln, die von der Designschmiede Pininfarina konzipiert wurden, ist Platz für 28 Personen. Alle 25 Kabinen sind mit beheizten Sitzplätzen ausgestattet. Vier Kabinen bieten als zusätzliche Attraktion einen Glasboden und eine mit Swarovski-Steinen geschmückte Aussenhülle. Ausgelegt ist die Bahn für eine maximale Beförderungskapazität von 6000 Personen. Da die Zubringeranlagen pro Stunde aber 2000 Personen zur Umsteigestation Trockener Steg transportieren, wird die Beförderungslast vorerst aber auf diese Anzahl von Personen beschränkt.

Technische Daten

Zugseillänge: 7930 m
Höhendifferenz: 900 m
Geschwindigkeit: 7,5 m/sec
Kapazität: 2000 Personen/h
Fahrzeit: 9 Minuten
Antrieb: Leitner DirectDrive

(sts)