Neubau der PTT-Mehrzweckanlage auf dem Titlis: das neue Fernmelde-Mehrzweckgebäude

Autor(en): **Wahlen, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 37

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75518

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Neubau der PTT-Mehrzweckanlage auf dem Titlis

Der Bau der Mehrzweckanlage (MZA) Titlis bot für alle Beteiligten ein vielfältiges Spektrum an nichtalltäglichen Bauaufgaben. Es werden daraus die besonderen Probleme bei der Erschliessung und der Ausführung im Hochgebirge beschrieben. Weiter behandelte Aspekte sind die Umsetzung von Pflichtenheft in das Baukonzept und die beiden ingenieurmässig wichtigsten Projektierungsgrundlagen, nämlich die Fels-, Eis- und Schnee-Situation und das daraus sich ergebende Belastungsbild auf das Bauwerk.

Das neue Fernmelde-Mehrzweckgebäude

Von Hans Wahlen, Bern

Zweck und Standortwahl

Die neue Station schafft neue Richstrahlverbindungen

Der stetig und rasch anwachsende *Telefonverkehr* zwingt die Fernmeldedienste der PTT zur Schaffung neuer Verbindungswege. Seit rund 30 Jahren ergänzen sich die Übertragungen über Fernkabel und über das drahtlose Richtstrahlnetz.

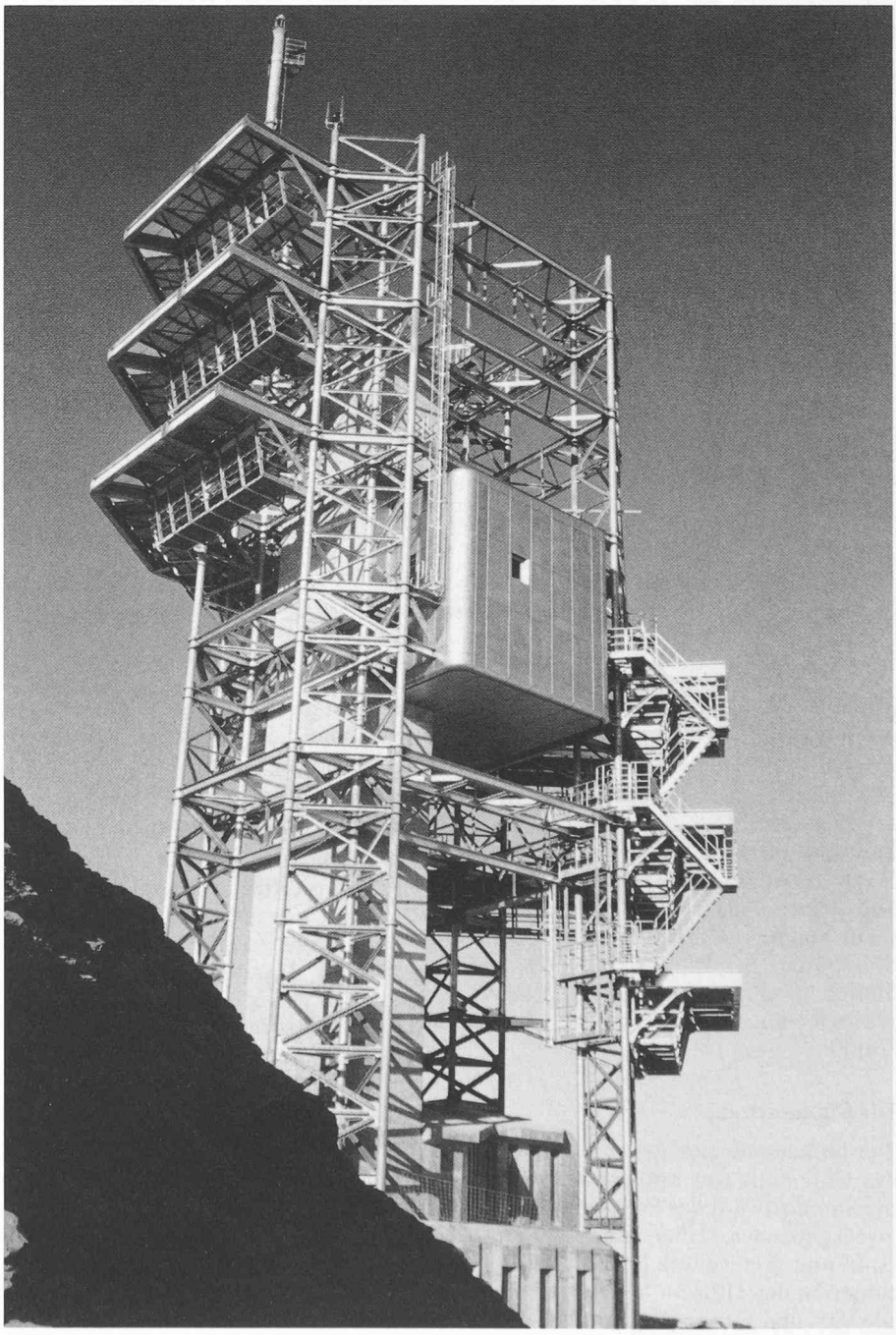
Aus Sicherheitsgründen werden die Fernleitungsbündel auf *Kabel- und Richtstrahlverbindungen* aufgeteilt: Auf Koaxialkabeln können auf einem metallischen Leiterpaar bis zu 10 800 Gespräche gleichzeitig übertragen werden. Moderne Richtstrahlanlagen arbeiten ausserordentlich wirtschaftlich, können sie doch gleichzeitig bis zu 2700 Sprechkreise je Breitenbandkanal übertragen. Die Mikrowellen, d.h. die Richtstrahlen, lassen sich, ähnlich den Scheinwerferstrahlen, auf einfache Weise durch Parabolantennen bündeln und - bei Sichtverbindung - auf eine Gegenstation richten. Deshalb kommt man mit kleinen Sendeenergien aus. Die ausnutzbare Reichweite der Richtstrahlen liegt bei etwa 130 km, wobei die Wetterverhältnisse die Übertragung in tieferen Frequenzbändern nicht wesentlich beeinflussen.

Kabel- und Richtstrahlnetz verbinden in Parallelführung die *wichtigsten Städte* miteinander. Hauptgründe für parallele Führung sind das ständig steigende Bedürfnis nach neuen Verbindungswegen und die unbedingte Vermeidung von Ausfällen. Bei unterbrochenen Koaxialkabeln halten beispielsweise Richtstrahlverbindungen einen Teil des sonst ausgefallenen Verkehrs aufrecht. Das schweizerische Fernverbindungsnetz hat eine Länge von 8,3 Mio. Sprechkreiskilometern, davon rund 2,27 Mio. über Richtstrahlen.

Die *günstigen topographischen Gegebenheiten* unseres Landes legten es nahe, die Vorteile von Richtstrahlverbindungen auszunützen. So sind in den letzten drei Jahrzehnten zahlreiche Fernmeldeanlagen entstanden, u.a. auf dem Albis, Säntis, Piz Corvatsch, Bantiger, Ulmizberg, Chasseral, Mont-Pèlerin, La Dôle, Jungfraujoch, Monte Generoso und jetzt auf dem Titlis. Dank der ausserordentlich günstigen topographischen Lage gewannen die *Verbindungen via Titlis-Station* an Bedeutung, so dass die derzeitige provisorische Anlage auf der Bergstation der Titlisbahnen den Ansprüchen nicht mehr zu genügen vermochte.

Der Bau einer neuen Anlage drängte sich auf. Ihr Standort ist der *Chli Titlis*,

Bild 1. November 1983: Die aussen nahezu fertige Anlage aus SW. Es fehlen noch die Fernmeldeeinrichtungen.



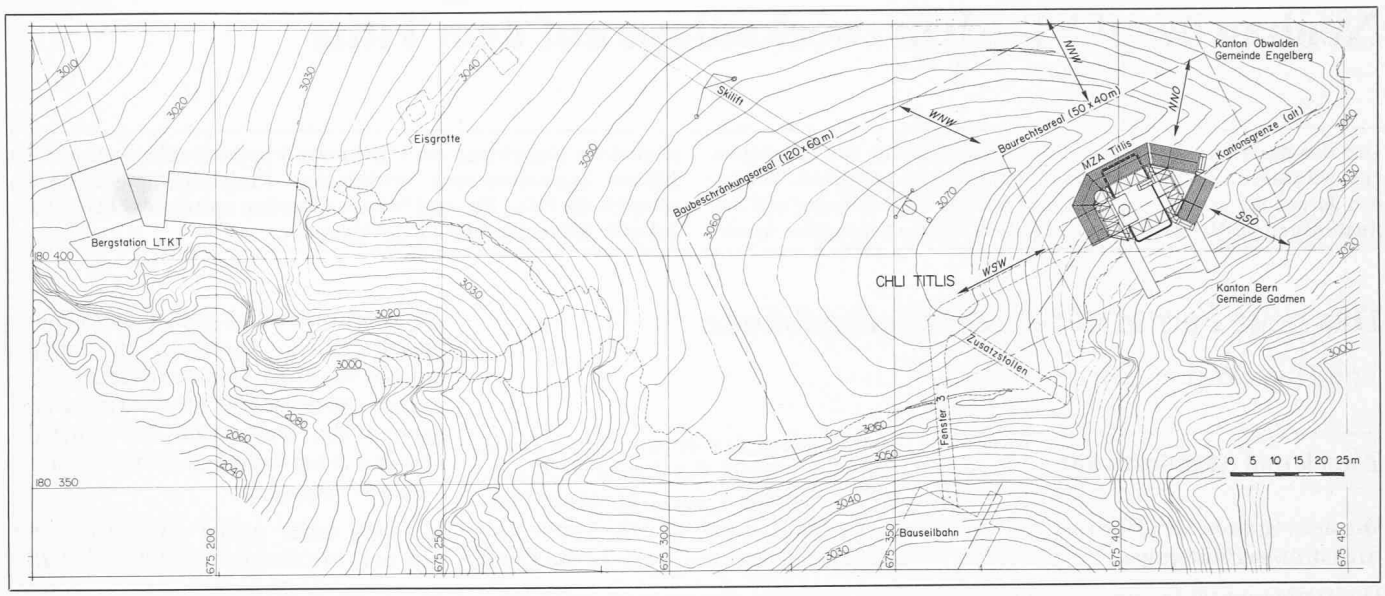
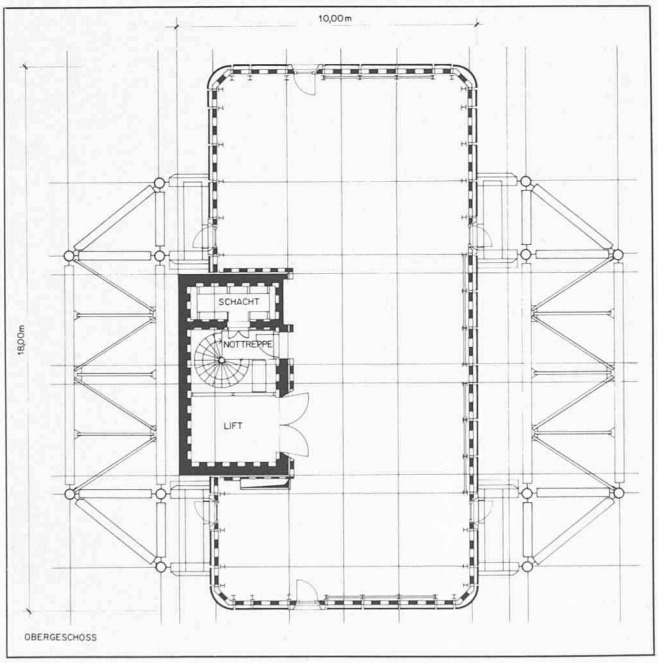


Bild 2. Situation mit Standort und Zugängen ab Stationsgebäude/Restaurant der Luftseilbahnen-Trübsee-Klein Titlis (LTKT) bzw. Bergstation Bauseilbahn



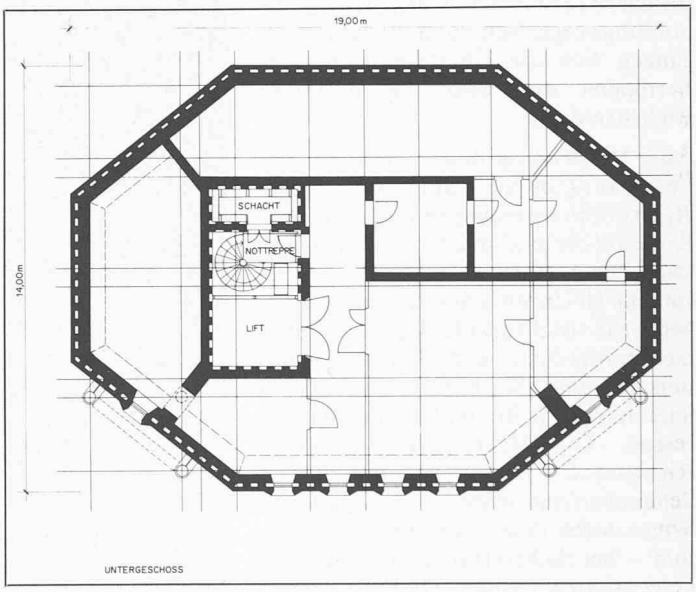


Bild 4 (oben). Grundriss 2. Untergeschoss

Bild 3 (links). Grundriss Apparategeschoss

der mit seinen guten Sicht- und Erschliessungsverhältnissen alle Anforderungen, die an den Standort einer Mehrzweckanlage gestellt werden müssen, erfüllt. Die Richtstrahltechnik kann mit dieser Anlage sowohl auf der West-Ost-Achse als auch auf der Nord-Süd-Achse angewendet werden. Sie dient folglich als Entlastung anderer Stützpunkte des Richtstrahlnetzes. Die Station wird zu Unterhalts- und Reparaturarbeiten mit Personal belegt (Bild 1).

Die Standortwahl

Der bestehende *gute Erschliessungsgrad* des Chli Titlis war mitbestimmend für die Standortwahl des Fernmelde-Mehrzweckgebäudes. Über eine Standseilbahn und drei weitere Luftseilbahnsektionen ist der Titlis mühelos erreichbar; die Ver- und Entsorgung von Wasser ist in der bestehenden Bergstation untergebracht, und die notwendige elektrische Energie der neuen Anlage wird über eine bestehende Freileitung geliefert.

Der *Standort Chli Titlis* ermöglicht dank der guten Sichtverhältnisse nebst den erforderlichen Nord-Süd- und West-Ost-Übertragungen noch weitere Verbindungen zu grösseren Städten im Mittelland. Zusammen mit den eidgenössischen und kantonalen Natur- und Heimatschutzorganisationen und mit den an der touristischen Erschliessung interessierten Kreisen wurde der heutige Standort unter Berücksichtigung von Landschaftsschutz und bau- und erschliessungstechnischen Bedingungen evaluiert.

Die Anlage liegt mehrheitlich im Bereich des Gletschers hinter der Krete des Chli Titlis und ist mit rund 150 m Distanz nicht in unmittelbarer Nachbarschaft der vorhandenen touristischen Gebäude. Der gewählte Standort berücksichtigt bezüglich Antennenprogramm auch die Minimalisierung der Höhenentwicklung der notwendigen Turmstruktur (Bild 2).

Vom Antennenprogramm zum Baukonzept

Die Beschreibung der Anlage

Die im Pflichtenheft gestellten Ansprüche an den Standort des Mehrzweckgebäudes bezogen sich vollumfänglich auf das *Antennenprogramm.* Dies bedeutet, dass Anzahl, Typen und Grössen der zur Realisierung der erwähnten Richtstrahlverbindungen benötigten Antennen vorgegeben waren. Aus technischen Gründen sollten zudem pro

Richtung zwei Antennenanlagen übereinander angeordnet werden können. Die Lage und die guten Sichtverhältnisse ermöglichen Verbindungen zu verschiedenen Destinationen, die zwischen West-Südwest über Norden und Ost-Südost liegen. Die genannten Bedingungen ergeben eine horizontale Abwicklung der Antennenplattformen.

Unter Einbezug der Distanzen zu den benachbarten Stationen und deren Elevationen sowie der Bestimmbarkeit von unmittelbar benachbarten Schnee-, Firn- und Gletscherkreten liessen sich die *Höhen der einzelnen Antennenebenen* errechnen. Die horizontale Abwicklung der Ebenen ermöglichte die Ableitung eines geometrischen Systems, welches als Basis für die Konstruktion der Turmstruktur herangezogen wurde.

Aus den Forderungen nach möglichst geringen Verlusten bei Antennenzuleitungen - insbesondere bei hohen Frequenzen - ergab sich die Anordnung der *Sende- und Empfangsanlagen* in unmittelbarer Nähe der Antennen. Diese technisch bedingten Räume mussten demnach im Schwerpunkt der Antennenebenen in die Turmstruktur integriert werden.

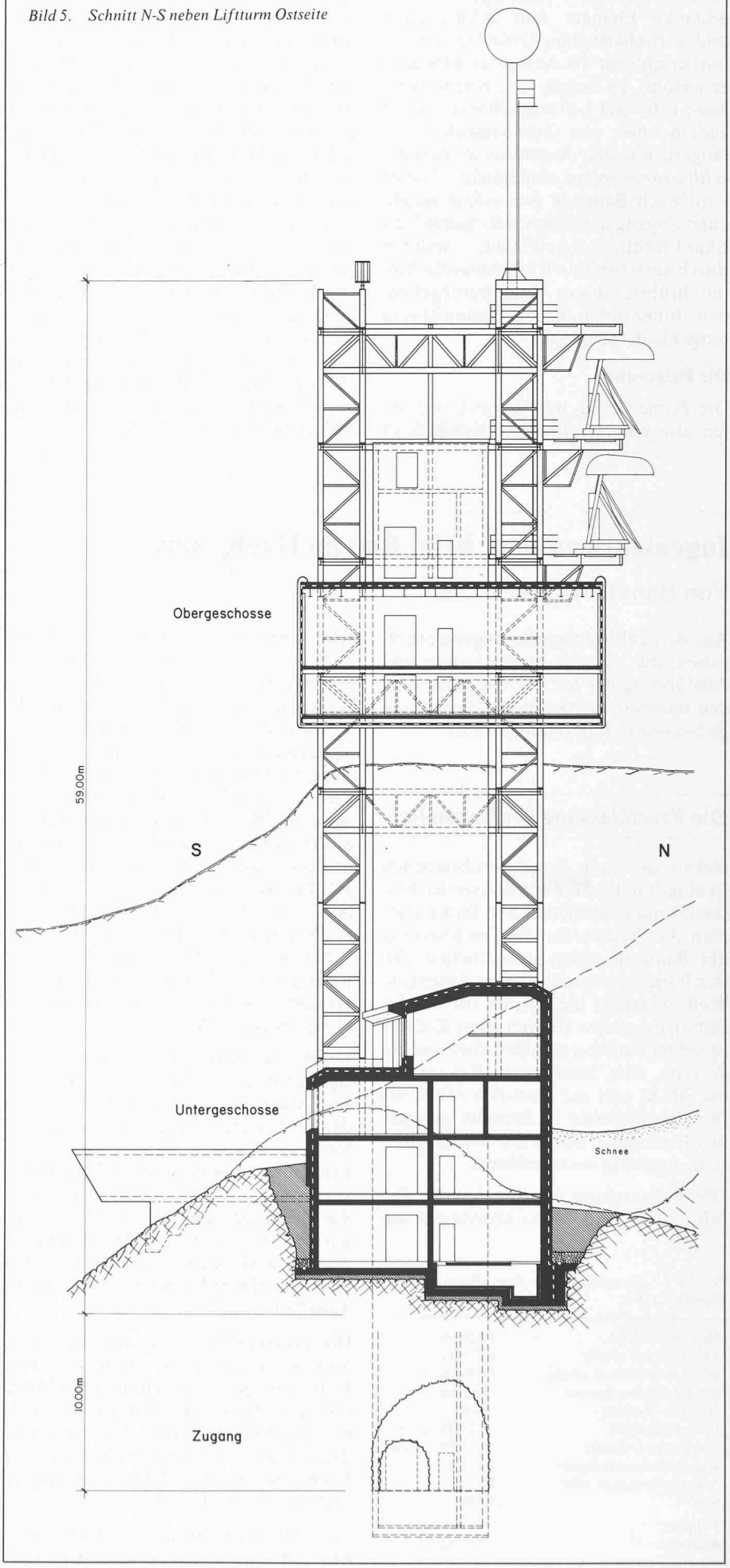
Die Apparateräume sind in einem Stahlskelett untergebracht, dessen Fassaden (inkl. Untersicht) aus vorfabrizierten, abisolierten Alu-Paneelen und aus einer vorgehängten, nicht-reflektierenden Chrom-Nickelstahl-Karosserie bestehen (Bild 3). Die vier *Hauptstützen* der Turmstruktur dienen auch als Vertikal-Erschliessungselemente von Antennenzuleitungen. *Hilfs- und Versorgungseinrichtungen* befinden sich in tiefer gelegenen Räumen.

Die Geometrie der vier *Sockelgeschosse* wurde in jene der Turmstruktur integriert, was erlaubte, die Hauptstützen des Turmes über einen Betonkubus im Fels zu verankern. Dieser 4geschossige Fundamentkörper aus Ortbeton liegt zum grossen Teil in Fels und Firn; er ist mit einer Wasserhaut, einer Aussenisolation und, über Terrain, mit einer Betonschicht ummantelt, welche die Isolation vor Schnee- und Wasserdruck und vor Eisschlag schützt (Bild 4).

Nutzungen mit nur schwach temperierten Räumen werden in den dem Fels benachbarten Geschossen untergebracht. Die durch die überdurchschnittlich gut gedämmte Aussenwand (k = 0,25 W/m² K) abfliessende Wärme ist somit gering, und eine dadurch mögliche Veränderung der Felsstruktur im Permafrostbereich ist praktisch auszuschliessen.

Zur Erschliessung der hochliegenden Apparateräume mit den Versorgungseinrichtungen wurde ein *Vertikal-Ver-*

Bild 5. Schnitt N-S neben Liftturm Ostseite



bindungselement eingefügt. Dieses schlanke Element (aus klimatischen und wirtschaftlichen Gründen aus Beton) erschliesst die Anlage in ihrer ganzen Höhe. Es besteht aus einem Treppen-, Lift- und Leitungsschacht und ist zudem unter den Gebäudesockel verlängert, was den Anschluss an den *Erschliessungsstollen* ermöglicht. Dieser wird nach Bauende den einzig möglichen Zugang darstellen. Das ganze Vertikal-Erschliessungselement, welches durch verschiedene Klimabereiche hindurchführt, ist mit einer durchgehenden Innenisolation mit Dampfsperre ausgekleidet (Bild 5).

Die Folgerung

Die Forderungen der Technik bedingten also ein *turmförmiges Gebäude* in exponierter, freier Lage. Der Standort Titlis bringt nebst dem Konflikt Technik-Landschaftsschutz auch andere spezifische Probleme wie Rücksichtnahme auf bestehende touristische Anlagen mit sich. Der Versuch einer Anpassung der Turmsilhouette an den Charakter der Umgebung ruft aus verschiedenen Distanzen unterschiedliche Eindrücke hervor. Von der Bergstation der Bergbahnen Engelberg-Trübsee-Titlis her wirkt auf den Betrachter eine Baustruktur, deren Massstab den Bedingungen der Technik und nicht dem Menschen angepasst werden musste. Aus der Ferne, von den umliegenden Berggipfeln her, erscheint der Richtstrahlturm nur noch als kleines Orientierungszeichen zwischen Jurahöhen, Schwarzwald und Mischabelgruppe.

Ingenieurprobleme beim Bau im Hochgebirge

Von Hans Gut, Zürich

Aus den zahlreichen Bauingenieuraufgaben, die mit der Projektierung und Ausführung der MZA Titlis gelöst werden mussten, werden nachfolgend *einige besondere Kapitel* ausgewählt.

Die Erschliessung der Baustelle

Neben der vorstehend beschriebenen Evaluation des Standortes und der Projektierung des eigentlichen Baues nahmen die Studien für die Erschliessung der Baustelle einen wesentlichen *Teil der Vorbereitungsarbeiten* in Anspruch. Weil einerseits die Kosten für die Erstellung und den Betrieb einer Zufahrt in jedem Falle beträchtlich sind und anderseits eine bestehende Bahnanlage bis 200 m nah zur Baustelle führt, die für eine Variante in Betracht gezogen werden musste, waren die Abklärungen sehr sorgfältig vorzunehmen.

Die Verwendung der bestehenden Zufahrt zum «Chli Titlis» konnte aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommen. Diese öffentliche Bahnanlage umfasst ab Engelberg 4 Sektionen, 1 Standseilbahn und 3 Luftseilbahnabschnitte. Zusammen mit einem speziell zu erstellenden Bauzubringer ab Endstation müsste das Material viermal auf recht umständliche Weise umgeladen werden. Bei grossem Publikumsandrang hätten zusätzliche Fahrten frühmorgens und abends sowie in der Nacht geführt werden müssen, was zusätzliches Betriebspersonal, einschliesslich Ausbildung, erfordert hätte. Örtliche Störungen des Tourismus hätten in Kauf genommen werden müssen. Ausserdem standen noch privatrechtliche Hindernisse im Weg.

Tabelle 1. Hauptdaten der Bauseilbahn für die Erschliessung

Höhendifferenz	1 426	m
Gesamtlänge schräg	4 675	m
grösstes Spannfeld schräg	3 476	m (!)
grösster Bodenabstand	460	m
Nutzlast Material	3,8	t
Personenkabine	20	Personen
Kabine im Gehänge	3	Personen
Kapazität Kiestransport	6,5	t/h
Transportmengen: 1981	3 510	t
total	13 500	t
Fahrzeit	14	min
Bauzeit	12	Monate

Untersucht wurde die Führung einer *separaten Bauseilbahn für Personen- und Materialtransporte* auf 7 verschiedenen Trassen. Ausgeführt wurde die Variante Gadmen ab Sustenstrasse im Feldmoos. Eine einspurige Pendelbahn verbindet über vier Zwischenstützen die Talstation, dem Materialbasislager, auf 1600 m ü.M. mit der Bergstation auf 3026 m ü.M. am Gipfel des «Chli Titlis». Die Hauptdaten der Bahn sind in Tabelle 1 enthalten.

Die respektable Anlage mit einer der *längsten Spannweiten* wurde von *Von Roll Habegger AG*, Thun, projektiert und ausgeführt. Die Bahn steht noch bis zum Abschluss aller Bauarbeiten in Betrieb und wird voraussichtlich gegen Ende des nächsten Jahres demontiert und abgebrochen [1, 2].

Eine Trassee-Führung aus dem Raum Engelberg wäre noch etwas vorteilhafter gewesen, durfte aber aus Sicherheitsgründen wegen der Überfahrung von Skipisten nicht verwirklicht werden. Die Anlage Feldmoos liegt übrigens auf «historischem» Boden: Hier soll sich ein Barackendorf während des Baues der Sustenpass-Strasse vor rund 40 Jahren befunden haben (Bild 11).

Die Geologie

Die Standortwahl am Rande von Eis, Firn und Saison-Schnee führte zu zwei wichtigen *Vorabklärungen:* Einerseits die Feststellung des eigentlichen Felsverlaufes und Beurteilung des Gesteinsmaterials sowie anderseits die Untersuchung der Bewegungen des Eises in diesem Randbereich.

Felsverlauf

Zwei unabhängig voneinander durchgeführte Bestimmungen der *Felsoberfläche* - eine Thermosondierung und eine seismische Untersuchung - lieferten mittels fünf Profilen die erforderlichen Grundlagen. Die Aufschlüsse nach erfolgtem Schnee- und Eisabtrag wichen allerdings auf der Nordseite der Baugrube einige Meter von den vorausgesagten Höhenkoten ab. Der Grund dafür liegt im relativ grossen Interpretationsspielraum der seismischen Messresultate infolge der geringen Differenzen der Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit im alten, verfestigten Firn/Eis und im darunterliegenden Fels. Für die Situation «Chli Titlis» wurde im voraus mit einem Fehler bis zu ±2 m gerechnet.

Trotz der festgestellten Differenzen genügten die Resultate der beiden Untersuchungsmethoden für die Detailprojektierung. Der ursprüngliche Entscheid, in diesem Fall auf ein Netz von eigentlichen Sondierbohrungen aus Kostengründen zu verzichten, erwies sich als richtig.

Die Art der *Felsqualität*, ein vollständig verschieferter schwarzgrauer Örlikalk, dessen Schichtungen mit einer Neigung von 20-30° nach SSW bis SSE einfallen, und der von verschiedenen Kluftsystemen durchzogen ist, erforderte *einige bauliche Massnahmen:*

- Die Fundationskoten liegen unter einer Verwitterungszone von etwa 2-3 m Mächtigkeit und in einer Tiefe mit einer in südlicher Richtung genügend grossen Vorlagerung, weil der Abfall der Felsoberfläche südlich der Baugrube die Schieferungsneigung übersteigt.
- Eine auf der Fundationsfläche ausstreichende Kluft wurde mit dem Abbauhammer bis etwa 1 m Tiefe ver-