

# Die Schilthornbahn: eine Luftseilbahn im Berner Oberland. 1. Teil: Die seilbahntechnische Ausrüstung

Autor(en): **Zuberbühler, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85 (1967)**

Heft 26

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69485>

## **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.

## Die Schilthornbahn

DK 625.57

Eine Luftseilbahn im Berner Oberland

Die Entwicklung des Fremdenverkehrs und des Skisportes hat die Kurorte veranlasst, günstige Wintersportgebiete und beliebte Aussichtsberge mittels Bahnen zu erschliessen. Zu Beginn des Tourismus, also in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts, kamen hierfür nur schienegebundene Zahnrad- und Standseilbahnen in Betracht. Das änderte sich in den letzten Jahrzehnten dank den grossen Fortschritten auf dem Gebiet der Luftseilbahntechnik. Diese erlaubt heute den Bau von Personenbahnen grosser Leistung an Orten mit topographisch schwierigen Verhältnissen.

Die Schilthornbahn ist am 14. Juni 1967 bis auf den Gipfel eröffnet worden. Sie erschliesst nicht nur einen hervorragend schönen Aussichtspunkt, sondern auch ein für Wintersport und Sommer-

wanderungen gleichermaßen interessantes und reizvolles Gebiet. Darüber hinaus verbindet sie das Dorf Gimmelwald mit dem allgemeinen Verkehrsnetz und verschafft dem weltbekannten Kurort Mürren neue touristische Möglichkeiten. Dass sich der Ausgangspunkt im Talgrund nur eine Autostunde von Bern und nur 14 km von Interlaken entfernt befindet, sichert der Bahn einen starken Zustrom von Wochenend- und Freizeitgästen.

Die nachfolgende technische Beschreibung gliedert sich in einen ersten Teil, der die seilbahntechnische Ausrüstung umfasst, und in einen zweiten Teil, in welchem interessante bautechnische Probleme behandelt werden.

### I. Teil: Die seilbahntechnische Ausrüstung

Von P. Zuberbühler, dipl. Masch.-Ing., von Roll AG, Bern

Die Schilthornbahn wurde aufgrund der verkehrstechnischen Wünsche der Bauherrschaft von der von Roll AG, Werk Bern, entworfen, die später auch die seilbahntechnische Ausrüstung geliefert hat. Die Bahn verbindet das Dorf Gimmelwald auf 1386 m ü. M. einerseits mit einem Ort im Talgrund, der genügend Raum für die Parkierung von Motorfahrzeugen bietet und in der Nähe von Stechelberg auf 867 m ü. M. liegt, und andererseits mit dem Kurort Mürren auf 1638 m ü. M. Zu diesen ersten beiden Sektionen kommen zwei weitere, nämlich Mürren-Birg (2677 m ü. M.) und Birg-Schilthorn (2960 m ü. M.). Bild 1 zeigt den Lageplan, Bild 2 das Längenprofil. Vorgängig der Beschreibung der gelieferten Ausrüstung seien einige Bemerkungen grundsätzlicher Art über das Vorgehen bei der Projektierung bekanntgegeben.

#### 1. Über das Vorgehen bei der Projektierung von Seilbahnen

Bei der Projektierung einer Seilbahn grosser Leistung für öffentlichen Verkehr legt zunächst die Bauherrschaft die gewünschten Endpunkte generell fest. Dann bestimmt der Projektverfasser an Hand von verschiedenen Längenprofilen die seilbahntechnisch günstigste Linienführung und den Standort allfälliger Zwischenmasten. Anschliessend prüft man unter Beizug der ortsansässigen Sachverständigen, d. h. Kenner der Lawinverhältnisse, Skilehrer, Förster usw., des Bauingenieurs und gelegentlich auch eines Geologen, ob die für die Zwischenmasten bestimmten Standorte zulässig sind oder ob sie anders gewählt werden müssen.

Ist die Linienführung festgelegt, so wird abgeklärt, ob die Durchfahrtsrechte und die für die Stützenstandorte und Stationsgebäude benötigten Bodenparzellen gegebenenfalls erworben werden können. Dann muss ein Konzessionsgesuch an das Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschafts-Departement eingereicht werden, dem ausser der technischen Beschreibung auch eine allgemeine Begründung des Zweckes der Bahnanlage, eine Kostenschätzung und eine Rentabilitätsrechnung des vorgesehenen Betriebes beizulegen sind.

Wenn die Erteilung der Konzession gesichert ist, kann die Beschaffung der für den Bau der Bahn benötigten Geldmittel begonnen und die Verträge für Durchfahrtsrechte usw. können abgeschlossen werden. Zur endgültigen Festlegung der Linienführung, der Maststandorte, Mastfundamente und Ausbildung der Stationsgebäude müssen die überfahrenen Geländestreifen genau vermessen werden. In enger Zusammenarbeit zwischen Seilbahningenieur, Bauingenieur und Architekt kann dann mit der Detailprojektierung begonnen werden.

Sehr oft wird ein Konzessionsgesuch abgelehnt; gelegentlich kommt es vor, dass trotz Konzessionserteilung das Projekt nicht finanziert werden kann. In diesen Fällen sind die von den Seilbahnerbauern kostenlos geleisteten, beträchtlichen Projektierungsarbeiten verloren.

Ein nicht leicht zu lösendes Problem bildet die Kostenschätzung, die für das Konzessionsgesuch und für die Finanzierung erforderlich

ist. Während sie sich bei der mechanischen und elektrischen Ausrüstung verhältnismässig genau durchführen lässt, bereitet sie bei den baulichen Arbeiten Schwierigkeiten, da zu diesem Zeitpunkt noch kein Bauherr vorhanden ist, der die Kosten von Terrain-Sondierungen, Detailprojekten mit Massenausügen zur Einholung von Unternehmer-Offerten usw. aufbringen will. Auf diesen Umstand sind die bei den meisten in den letzten Jahren gebauten Luftseilbahnen eingetretenen massiven Kostenüberschreitungen auf dem baulichen Teil zurückzuführen.

#### 2. Die Linienführung der Schilthorn-Seilbahn

Anfänglich war vorgesehen, die Verbindung von Gimmelwald mit Stechelberg und mit Mürren durch zwei von einander unabhängige Sektionen zu schaffen. Die Station Mürren wurde ganz am westlichen Ende des Dorfes angeordnet, auf der Höhe des Hauptverbindungsweges und unweit der bestehenden Talstation des Schiltgrat-Skiliftes. Sie liegt also, wie die Endstation der von Lauterbrunnen über Grütschalp nach Mürren führenden Standseil- und Schienenbahn, ausserhalb des bestehenden Dorfkernes und beeinträchtigt das Dorfbild nicht. Die Talstation wurde mit Rücksicht auf die Lawinverhältnisse und das für die Anlage eines Parkplatzes für mehrere tausend Motorfahrzeuge geeignete Gelände in der Nähe des Schulhauses Stechelberg angelegt.

Eingehende Studien machten es möglich, die Station Gimmelwald so anzuordnen, dass die Fahrbahnen der Sektionen Stechelberg-Gimmelwald und Gimmelwald-Mürren genau gleichlang wurden. Dies erlaubte es, die beiden Sektionen zusammenzuhängen, wobei eine Kabine zwischen Stechelberg und Gimmelwald und die andere zwischen Mürren und Gimmelwald verkehrt. Dabei werden beide Kabinen von den gleichen zwei Zugseilen mit Antrieb in Mürren und vom gleichen Gegenseil mit Spannvorrichtung in Stechelberg gezogen. Die Fahrgäste steigen beispielsweise in Stechelberg und Mürren in die Kabinen, diese kommen gleichzeitig in Gimmelwald an; die Durchreisenden steigen dort in die andere Kabine um und fahren weiter nach Mürren bzw. nach Stechelberg. Die Vorteile dieser Anordnung gegenüber zwei unabhängigen Sektionen mit je einer Kabine sind geringere Kosten, da nur ein einziger Antrieb und eine einzige Spannstation erforderlich sind. Verglichen mit einer Anordnung mit zwei unabhängigen Sektionen mit einem Pendelverkehr von je zwei kleineren Kabinen ergibt die gewählte Lösung schmalere, billigere Stationsgebäude und geringere Betriebskosten, da man mit nur zwei Wagenführern auskommt statt mit deren vier.

Zur Erreichung der gewünschten Stundenleistung von etwa 550 Personen in jeder Fahrrichtung wurden Kabinen für je 100 Fahrgäste mit Skis gewählt, die zurzeit mit den auf den von der von Roll AG erstellten Bahnen Zermatt-Trockener Steg und Davos-Pischaorn die grössten der Welt sein dürften.

Da zwischen Stechelberg und Mürren mit der Zeit ein beträchtlicher Gepäck- und Güterverkehr zu erwarten ist, wurde die ganze Anlage entsprechend bemessen. Schwere Einzellasten im Gewicht bis

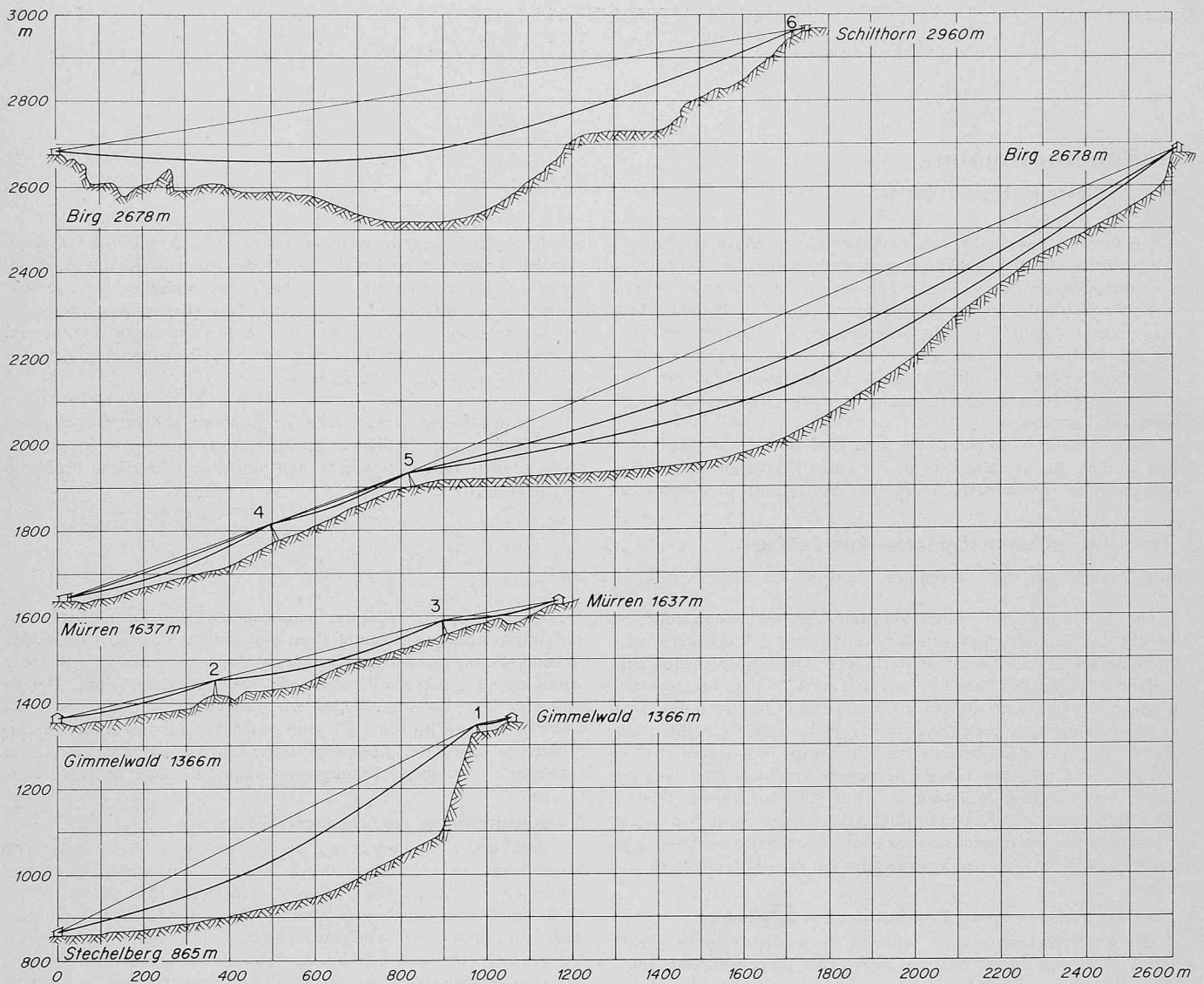


Bild 2. Längenprofile der vier Sektionen

zu etwa 5 t oder Massengüter können mit Flaschenzügen und Transportplattformen unterhalb des Kabinenbodens angehängt werden. Die drei Stationsgebäude weisen zwei etwa 3,5 m übereinander liegende Verkehrsebenen auf: Auf der oberen steigen die Passagiere ein und werden leichtere Waren und Gepäck transportiert; auf der unteren Ebene, die in Stechelberg und Mürren auf der Höhe der Zufahrtsstrasse liegt, können Lastwagen oder Elektromobile unter die Kabinen fahren, oder es können Transportplattformen beladen und entladen werden. In der Zwischenstation Gimmelwald können die Transportplattformen durch Hubstapler von einer zur anderen Kabine gebracht werden. Vorläufig wird für den Gütertransport die Hilfsseilbahn benutzt, die von Stechelberg direkt nach Mürren führt.

Die Strecke Mürren-Schilthornspitze wurde aus seilbahntechnischen und touristischen Gründen in zwei Abschnitte, Mürren-Birg

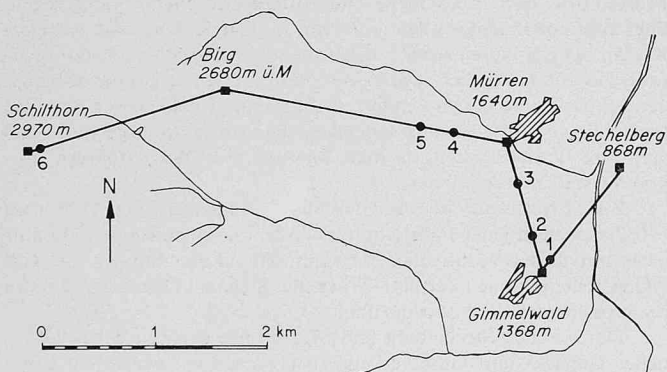


Bild 1. Übersichtsplan mit Numerierung der Masten

und Birg-Schilthornspitze, unterteilt. Die auf dem über dem Schiltgrat sich auftürmenden Felskopf Birg liegende Zwischenstation bietet einen überwältigenden Blick auf den Kranz der gegenüberliegenden Berner Viertausender vom Wetterhorn über Eiger-Mönch-Jungfrau bis gegen das Doldenhorn. Von Birg führt auf der Nordseite eine Skiabfahrt in das etwa 200 m tiefer liegende Engetal und von dort direkt durch den

Tabelle 1. Technische Hauptdaten der vier Sektionen

Sektion		1	2	3	4
Horizontale Länge	m	1082,8	1176,6	2582,7	1752,7
Höhenlage der Talstation m ü. M.		866,7	1367,5	1638,0	2676,7
Höhenlage der Bergstation m ü. M.		1367,5	1638,0	2676,7	2960,0
Höhenunterschied	m	500,8	270,5	1038,7	283,3
Grösste Neigung	%	78,5	45	84,5	58,8
Wirkliche Fahrbahnlänge	m	1196,79	1207,83	2786,0	1775,75
Anzahl Zwischenstützen		1	2	2	1
Grösste Spannweite	m	1107,57	549,35	1941,05	1737,6
Anzahl Fahrbahnen bzw. Kabinen		1	1	2	1
Fassungsvermögen d. Kabinen Pers.		100 + 1	100 + 1	80 + 1	100 + 1
Anzahl Tragseile pro Fahrb. Ø mm		2 Ø 42	2 Ø 42	2 Ø 40	2 Ø 42
Anzahl Zugseile Ø mm		2 Ø 26	2 Ø 28,5	1 Ø 33	
Anzahl Gegenseile Ø mm		1 Ø 25	2 Ø 30		
Max. Fahrgeschw. auf d. Strecke m/s		8		10	10
Transportleistung: Personen pro Stunde in einer Richtung etwa		550	550	550	550
ungef. Fahrzeit einfach einschl. Halt min			5,0	7,7	4,45
Antrieb in			Mürren	Mürren	Birg
Mittlere Motorleistung	PS		630	565	380
Max. Motorleistung	PS		1000	958	860



Bild 4. Kabine auf der Sektion 3, unten Mürren

Tschingelkrachen ins Blumental und zurück in das 1000 m tiefer gelegene Mürren oder nach einer kleinen Gegensteigung an der Schilthornhütte vorbei durch das Kanonenrohr in die Gegend des Palace Hotels, eine Abfahrt, die einen Bestandteil des berühmten Inferno-Rennens bildet, oder weiter nördlich hinunter in das Gebiet der Winteregg.

Die Sektion Mürren-Birg wurde als normale Pendelbahn zweier Kabinen mit Antrieb in der Talstation Mürren und Gegenseilspannvorrichtungen in der Bergstation Birg ausgeführt. Zwei Kabinen für je 80 Fahrgäste mit Skis genügen, um eine Stundenleistung von etwa 550 Personen in jeder Richtung zu ermöglichen. Einige technische Einzelheiten sollen später noch näher beschrieben werden.

Die Sektion Birg-Schilthornspizel ist bedeutend kürzer als die unteren Sektionen. Deshalb genügt eine einzige Kabine mit einer Aufnahmefähigkeit von 100 Fahrgästen mit Skis, um bei einer grössten Fahrgeschwindigkeit von 10 m/s eine Transportleistung von etwa 550 Personen pro Stunde bergwärts oder talwärts zu gewährleisten. Der Zugseilantrieb und die Spannvorrichtungen in der Bergstation Schilthornspizel untergebracht.

Auf dem Gipfel des Schilthorns, der eine wunderbare, unbehinderte Rundschau vom Jura über die Walliser und Berner Alpen bis zu den Ostschweizer Berggipfeln und eine Tiefsicht aufs Mittelland und die Seen ermöglicht, wurde eine Plattform geschaffen, auf die ein zweistöckiges Restaurant aufgesetzt ist, das im Obergeschoss einen drehbaren Kreisring mit zwei Reihen Tischen erhält. Die Besucher des

Restaurants können also während der Mahlzeit, ohne sich zu erheben, in Ruhe die ganze Rundschau betrachten.

Um diese Rundschau nicht zu stören, mussten alle seilbahntechnischen Anlagen unterhalb der vorerwähnten Plattform untergebracht werden. Damit die Kabine möglichst kurz vor der Bergstation einen genügenden Abstand vom Boden erreicht, musste in etwa 40 m Abstand vor der Bergstation noch eine Zwischenstütze angeordnet werden. Die in den Stationen beidseitig der Kabinenhaltestelle angeordneten breiten Perrons sind allseitig umwandet und überdacht, so dass sie als zusätzlicher Warteraum dienen können. Die Skifahrer können von der westlichen Perronhalle aus direkt auf die Abfahrtspiste gelangen. Da ein Abseilen der Fahrgäste aus einer allenfalls in Panne geratenen Kabine nicht längs der ganzen Fahrbahn möglich wäre, ist auch auf dieser Sektion, wie auch bei der dritten Sektion, ein endlos gespleisstes Hilfseiltrum parallel zur Fahrbahn gespannt, mit dessen Hilfe im Notfall eine Rettungskabine jeweils 10 Fahrgäste aus der Hauptkabine zur Talstation bringen kann.

Die Tabelle 1 fasst die technischen Hauptdaten aller vier Sektionen zusammen. Die Bilder 5 bis 8 zeigen die verschiedenen Stationsgebäude.

### 3. Konstruktive Einzelheiten der Sektion Mürren-Birg

Als Fahrbahn der beiden im Pendelbetrieb verkehrenden Kabinen dienen je zwei vollverschlossene Tragseile  $\varnothing$  40 mm, mit einem Laufmetergewicht von 8,73 kg und einer effektiven Zug-Bruchlast von rd. 165 t. Die von Roll AG hat als erster Seilbahnbauer bei dem 1904 bis 1908 ausgeführten Wetterhornaufzug bei Grindelwald schon zwei vollverschlossene Tragseile  $\varnothing$  44 mm pro Fahrbahn verwendet,

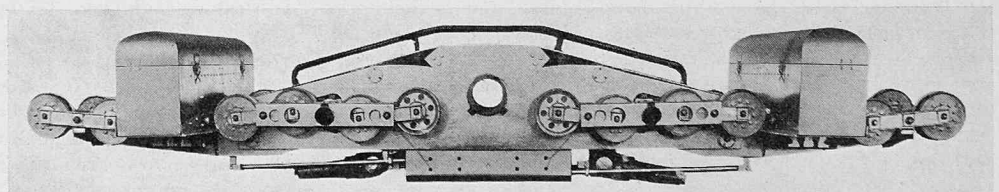


Bild 3. Ansicht eines Laufwerkes

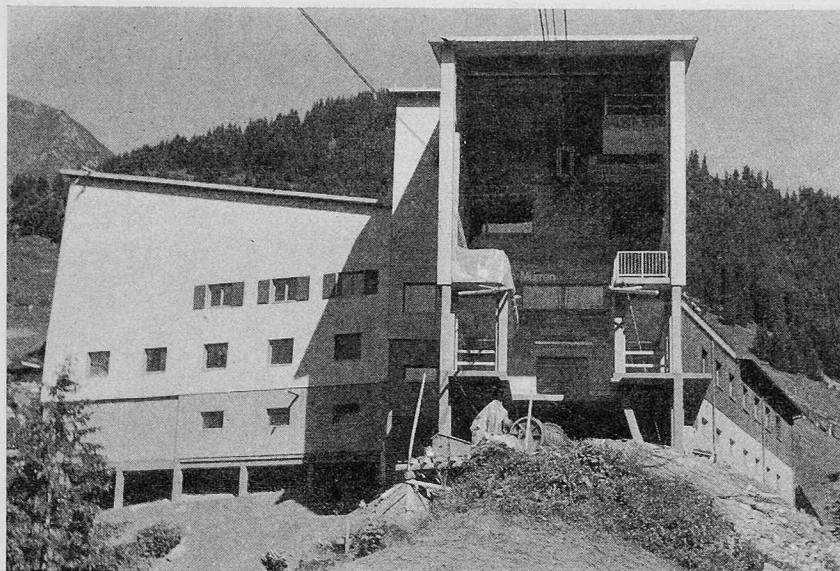


Bild 5. Stationsgebäude Mürren

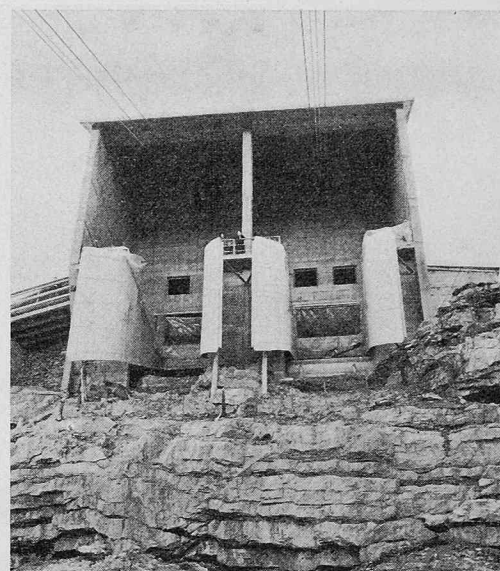


Bild 6. Stationsgebäude Birg. Einfahrtshalle der 3. Sektion

die in der Talstation durch grosse Gewichte gespannt wurden; damals dienten Laschenketten als Verbindungsmittel zwischen Tragseil und Spanngewicht, heute sind es dünnrätige Seile,  $\varnothing$  66 mm, mit einer Bruchlast von etwa 200 t.

Bei der Schilthornbahn hängt an jedem der beiden Tragseile einer Fahrbahn ein Gewicht von 29,55 t, und quer über diesen beiden Gewichten ist ein drittes Gewicht von 12,20 t angeordnet. Im Normalbetrieb ist also jedes Tragseil mit 35,65 t gespannt. Sollte je ein Tragseil reissen, so würde das verbleibende mit  $29,55 + 12,20 = 41,75$  t gespannt. Die Sicherheit gegen reinen Zug beträgt dann an der Bergstation immer noch 3,1, und die Zunahme des Durchhanges unter der Wagenlast im Falle eines Tragseilbruches wäre doch wesentlich geringer, als wenn jedes Tragseil mit einem unabhängigen Gewicht von 35,65 t gespannt wäre.

Die auf den Tragseilen rollenden Laufwerke, Bild 3, sind mit je 24 Laufrollen ausgerüstet, die zur Schonung der Tragseile und zur Verminderung des Fahrgeräusches mit Kunststoffutter versehen sind. Es sind heute Fabrikate auf dem Markt, die bei Raddrücken von 500 bis 600 kg und Fahrgeschwindigkeiten von 10 und 12 m/s befriedigende Lebensdauer erreichen. Es waren aber lange Versuche bei den Lieferanten und bei zahlreichen Seilbahnen nötig, bis die Erzeugnisse entwickelt waren, die nun befriedigen.

Jedes Laufwerk ist mit vier Bremspaaren ausgerüstet, die im Falle eines Gegen- oder Zugseilrisses das Laufwerk an den zwei Tragseilen festklemmen. Schon beim Wetterhornaufzug konnte nachgewiesen werden, dass Bremsbacken aus Bronze mit einer Anpresskraft von 22 t die vollverschlossenen Tragseile *nicht* beschädigen. Heute wird diese Bremsart fast ausschliesslich angewandt. Nach schweizerischer Auffassung muss die im Falle eines Zug- oder Gegenseilrisses notwendige Bremskraft (d. h. Widerstand gegen Rutschen der Bremsbacken auf dem Seil) den am Laufwerk wegfallenden Seilzug mindestens ersetzen, während beispielsweise die österreichischen Aufsichtsbehörden eine viel geringere Bremskraft verlangen, die nach unserer Auffassung bei einem Seilriss zu gefährlich langen Bremswegen mit entsprechender Abnutzung und Erwärmung der Bremsbacken führen würden. Die Gefahr, dass bei einem Einfallen der Laufwerkbremsen ohne Seilriss oder bei der Bergfahrt gefährlich grosse Verzögerungen des Laufwerkes mit unzulässigen Pendelungen der Kabine eintreten könnten, wird beim von Roll-System dadurch verringert, dass bei Riss des talseitigen Seiles oder bei Auslösung der Notbremse durch den Wagenführer nur zwei Bremspaare ausgelöst werden, während bei Riss des bergseitigen Seiles automatisch alle vier Bremspaare zur Wirkung kommen. Die patentierte Schnellschlussvorrichtung ermöglicht auch bei einer Öffnung der Bremsbacken auf einen Abstand von je 6 bis 7 mm beidseitig der Tragseile einen genügend grossen Anpressungsdruck der Bremsbacken in geschlossener Stellung. Dieses grosse Spiel erlaubt es, die Tragseilschuhe auf den Stützen bis fast in die Mitte der Tragseile seitlich hochzuziehen, was die Gefahr eines Herausfallens der Tragseile aus den Schuhen unter Windeinfluss wesentlich verringert. Bei der im Ausland teilweise üblichen schmalen Ausbildung der Tragseilschuhe ist diese Gefahr wesentlich grösser.

Die Kabinen mit einem Gerippe aus Leichtmetallprofilen und Alumanblech-Verschalung sind im Grundriss oval und bieten mit 17,3 m<sup>2</sup> freier Fläche 100 Fahrgästen mit Skis bequem Platz (Bild 4). Grosse Fenster aus Plexiglas und Securitglas gestatten einen fast unbehinderten Ausblick auf die Landschaft. In Anbetracht der kurzen Fahrzeit von 5 bis 8 Minuten genügen einige wenige abklappbare Sitze. Die stirnseitigen Fenster können teilweise versenkt werden, um das Photographieren zu ermöglichen. In den beiden Seitenwänden sind je zwei verschiebbare Türflügel angeordnet, die eine lichte Öffnung von etwa 1,5 m aufweisen. Bei Stossbetrieb können die Kabinen in etwa 1½ Minuten geleert bzw. gefüllt werden.

Eine Akku-Batterie liefert den Strom für die Kabinen-Beleuchtung und für die am Gehänge befestigten Scheinwerfer. In jeder Kabine ist ferner ein Abseilgerät mit Seil und Hose vorhanden, das ein Abseilen der Passagiere über eine Höhe von rd. 160 m erlauben würde. Ein Höhenmesser zeigt den Fahrgästen laufend die Meereshöhe des Kabinenstandortes an. Der Wagenführer kann mit einem Diensttelefon über die isoliert gelagerten Zugseile mit der Antriebsstation und mit dem anderen Kabinenführer sprechen. Sollte diese Verbindung versagen, so steht ihm als weiteres Übermittlungsgerät ein Funkapparat zur Verfügung, der eine drahtlose Verbindung mit der Antriebsstation ermöglicht.

Nach schlechten Erfahrungen mit aus hochwertigen Rohren geschweissten Gehängen stellte von Roll die Gehänge in genieteter Fachwerk-Konstruktion aus Spezial-Stahlprofilen selbst her. Die Kabine ist an vier Punkten mit dem Gehänge verbunden; dieses ist mittels eines Stahlrohres im Laufwerk drehbar gelagert, so dass die Kabine unabhängig von der Neigung der Fahrbahn annähernd vertikal hängt. Ein Schwingungsdämpfer bringt die Längsschwingungen der Kabine beim Überfahren der Stütze rasch zum Abklingen.

Da die Tragseilschuhe auf den Stützen einen Krümmungsradius von 35 und 40 m aufweisen, erfolgt die Fahrt der Kabinen über die Stützen auch bei Maximalgeschwindigkeit sehr sanft. Um bei der Überfahrt der Stützen oder bei Bremsungen ein zu rasches Auf- und Abschwingen der Gegenseil-Spanngewichte zu vermeiden, ist pro Gewicht eine Dämpfungseinrichtung eingebaut, bestehend aus einer mit Öl gefüllten Wirbelstrombremse, die entsprechend der Bewegung der Spanngewichte durch ein am Spanngewicht befestigtes Seil über eine Seiltrommel und ein geschlossenes Zahnradgetriebe in Drehung versetzt wird. Bei rascher Bewegung des Spanngewichtes dreht sich die Seiltrommel und damit die Wirbelbremse rasch und erzeugt ein beträchtliches, der Drehrichtung der Trommel entgegengerichtetes Drehmoment. Diese von von Roll seit Jahren verwendete Dämpfungsvorrichtung verhindert mit Erfolg starke Vertikalschwingungen der Zug- und Gegenseile infolge rascher Änderung des Hangantriebes der Wagen bei der Fahrt über die Stützen mit grossen Fahrbahnneigungswechseln. Günstig wirkt sich dabei auch die zusätzliche Unterstützung der Zug- und Gegenseile zwischen den Streckenstützen durch zwischen den Tragseilen aufgehängte Rahmen mit je vier Zugseiltragrollen aus. Dass solche Zwischenaufhängungen möglich sind, stellt einen wesentlichen Vorteil der Verwendung von zwei Tragseilen pro Fahrbahn

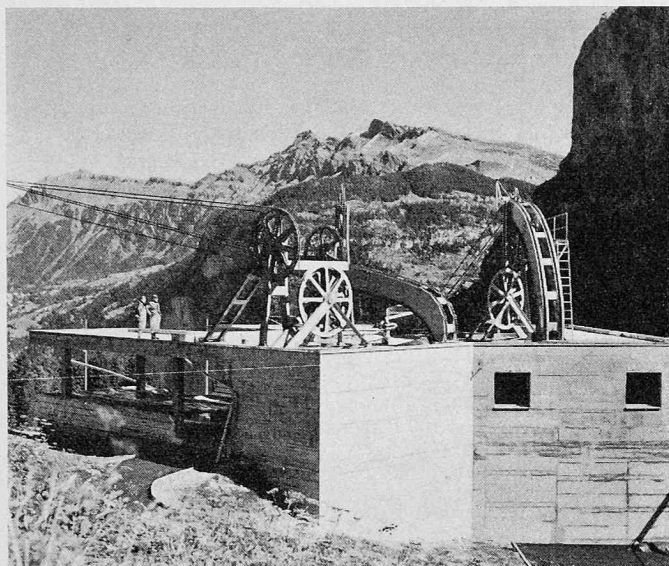


Bild 7. Stationsgebäude Gimmelwald mit Seilbahnrollen im Freien

dar. Als Hauptvorteil ist die Verteilung des Gesamtgewichtes des vollbeladenen Wagens von 10530 kg auf 24 Laufrollen zu betrachten, wodurch einerseits die Lebensdauer der Rillenfüter verlängert und andererseits die Hertzsche Pressung zwischen Laufrolle und Trage-seil stark vermindert wird. Die Erkenntnis, dass vor allem diese Pressung und nicht die Biegespannungen für die Haltbarkeit der Seile massgebend sind, setzt sich immer mehr durch und damit auch die Einsicht, dass das im Ausland vorgeschriebene grösste Verhältnis von Totallast zu Seilzug keine Bedeutung hat. Das Direktionskomitee der OITAF hat deshalb kürzlich seine technischen Empfehlungen für die Dimensionierung der Tragseile bei Pendelbahnen und der Förderseile bei Umlaufbahnen entsprechend revidiert.

Ein Vergleich der Wagengewichte zeigt das Ausmass der technischen Entwicklung in den letzten Jahrzehnten. Bei dem 1908 in Betrieb gesetzten Wetterhornaufzug wogen das Laufwerk, Gehänge und die Kabine für 16 Fahrgäste 4100 kg, also 240 kg pro Fahrgast. Ein Laufwerk, Gehänge und Kabine für 100 Fahrgäste der Schilthornbahn wiegen nur 4585 kg oder rd. 46 kg pro Fahrgast!

In der ersten, zweiten und dritten Sektion werden die Laufwerke der Kabinen durch zwei isoliert gelagerte Zugseile zwischen den Stationen hin- und hergezogen. Jedes Zugseil ist um eine eigene zweirillige Antriebs-scheibe geschlungen. Um eine gleichmässige Übertragung des Antriebsdrehmomentes auf die beiden Trieb-scheiben zu gewährleisten, ist ein Differentialgetriebe eingeschaltet, das im dreistufigen Zahnrad-Reduktionsgetriebe untergebracht ist. Diese Getriebe weisen Schrägverzahnung mit teilweise geschliffenen und gehärteten Zahnflanken auf. Es wird sowohl Tauch- als auch Umlauf-Druckschmierung angewendet.

Für die Sektionen 1 und 2 besteht eine gemeinsame Antriebs-scheibe. Diese wie auch die der Sektion 3 wird über je ein geschlossenes Differentialgetriebe von je einem Gleichstrommotor angetrieben. Bei der Sektion 4 kam ein geschlossenes, normales, dreistufiges Reduktionsgetriebe zur Anwendung. Das Beschleunigen bzw. Verzögern erfolgt stufenlos mittels elektrischer Ward-Leonard-Steuerung, wobei je nach den jeweiligen Betriebsverhältnissen nachstehende drei Steuerungsarten angewendet werden:

a) *Handsteuerung*: Der ganze Ablauf der Fahrt wird durch den Maschinisten von Hand, d. h. durch Drehen des Kontrollers im Steuerpult geregelt.

b) *Direktsteuerung*: Der Maschinist gibt nur den Fahrbefehl durch Drücken der betreffenden Taste im Steuerpult. Der ganze Ablauf der Fahrt, einschl. Beschleunigen und Anhalten, erfolgt hierauf automatisch.

c) *Fernsteuerung*: Der Kondukteur gibt in der Kabine den Fahrbefehl. Der ganze Ablauf der Fahrt erfolgt hierauf analog der Direktsteuerung automatisch, dem Kondukteur verbleibt jedoch die Möglichkeit, die Geschwindigkeit entsprechend den Verhältnissen zwischen 0 und dem Maximum zu verändern.

Bei allen drei Steuerungsarten wird das Einfahren in die Sta-

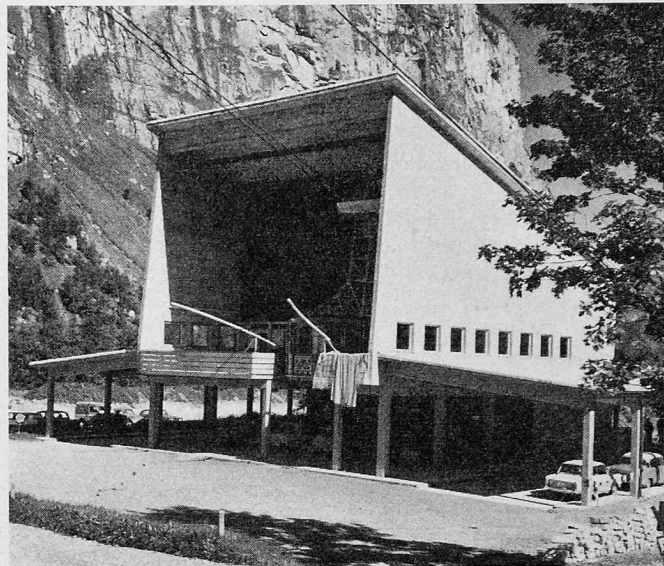


Bild 8. Stationsgebäude Stechelberg

tionen stufenweise überwacht. Dem Kondukteur stehen zum Stilllegen der Anlage folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Er gibt das Haltesignal, wobei der Maschinist bei Hand- oder Direktsteuerung die Anlage stilllegt. Bei Fernsteuerung leitet der Kondukteur das Anhalten durch Drücken der Anhaltetaste selbst ein.
2. In dringenden Fällen, wenn das unter 1. beschriebene Vorgehen aus irgend einem Grunde versagen sollte, drückt der Kondukteur den Nothalteknopf, wobei sofort die Betriebsbremsen einfallen und die Kabine in kurzer Zeit zum Stillstand kommt.
3. Bei Versagen der elektrischen Abstellung und in äussersten Notfällen zieht er den Notbremsgriff und löst damit die Fangbremsen aus. Diese Bremsung ist sehr schroff, da zugleich auch die Betriebsbremsen beim Antrieb einfallen.

Um in allen Betriebsfällen ein möglichst gleichmässiges Anhalten zu gewähren, ist die Betriebsbremse drei- bzw. vierfach abgestuft und wirkt auf zwei oder drei getrennte Brems-scheiben, die auf der Motorwelle bzw. auf der Vorgelegewelle aufgebaut sind. Im normalen Fahrbetrieb wird die Betriebsbremse beim Betätigen des Kontrollers (sei es von Hand oder mittels Direkt- oder Fernsteuerung) selbst gelüftet bzw. beim Anhalten geschlossen. Ausserhalb des normalen Fahrbetriebes kommt die Betriebsbremse zudem in folgenden Fällen automatisch zur Wirkung:

1. Bei jedem mechanischen Nothalt
2. Bei etwa 10% Übergeschwindigkeit durch den am Windwerksmotor angebauten Zentrifugalschalter
3. Durch sämtliche Überwachungsschalter
4. Bei Stromausfall
5. Wenn das Motorfeld abfällt
6. Wenn die Spannung um etwa 20% absinkt
7. Wenn das Generatorfeld wegfällt
8. Beim Abschalten der Umformergruppe
9. Beim Überschreiten der maximal zulässigen Stromstärke oder durch die thermische Überwachung der elektrischen Maschinen
10. Durch die Einfahrtsüberwachung
11. Durch die Seilüberwachung
12. Beim Einfallen einer oder mehrerer Laufwerkbremsen (Fangbremsen)
13. Beim Ausfall einer Phase

Bei Betrieb mit Direkt- oder Fernsteuerung wird in einigen Betriebsfällen elektrisch mit einer Verzögerung von etwa 0,6 m/s<sup>2</sup> abgebremst. Als weitere Brems-einrichtung ist zudem die auf die Antriebsscheiben wirkende Sicherheitsbremse zu nennen, die in folgenden Fällen zur Wirkung gelangt:

1. Durch den an den Antriebsscheiben angebauten mechanischen Zentrifugalschalter, wenn die zulässige Fahrgeschwindigkeit um etwa 15% überschritten wird
2. Durch die Kabinenrücklauf-Überwachung, wenn die Fahrzeuge ohne Fahrbefehl aus den Stationen fahren sollten