

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 102 (1984)
Heft: 37

Artikel: Zur Ausführung der Rohbau- und Montagearbeiten
Autor: Weiss, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75520>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

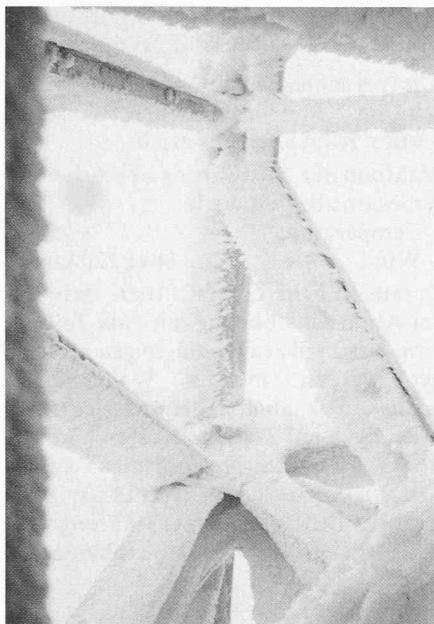


Bild 8. Antennenträger Juni 1983: Vereisung an einer Stütze nach Schlechtwetterereinbruch



Bild 9. Antennenträger: Rahmenknoten mit Dreigurtriegeln und Anschluss einer Terrassenkonsole

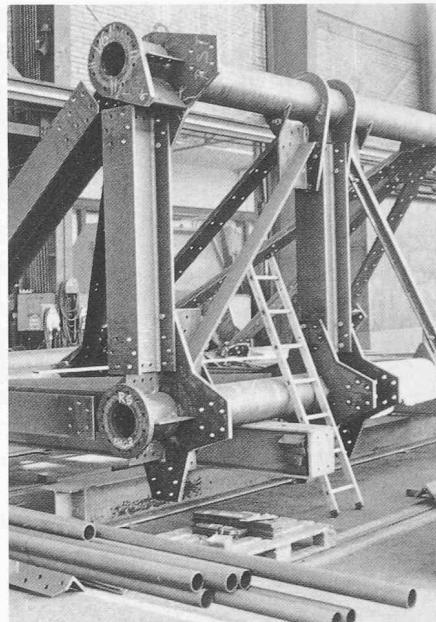


Bild 10. Antennenträger: Werkmontage einer Stützenstufe

Die Feuerverzinkung

Die relativ hohen Materialstärken, die Grösse der Einzelteile und die Fe 510 Anteile führten bei der Feuerverzinkung zum Teil zu *unerwartet hohen Zinkschichtstärken*. Daran ist die materialstärkenbedingte Eintauchzeit, verbunden mit dem Siliziumgehalt von Fe 510, massgebend beteiligt. Einige Messresultate aus den Abnahmen:

- Stützenrohre $\varnothing 323,9/36$ Fe 510 400-700 μ
- Knotenbleche $d = 35$, Fe 360 und 510 250-500 μ
- Fussplatten und Ausnahmewerte bei Knotenblechen 800-900 μ
- Geschweisste Diagonalen mit Kreuzquerschnitten Fe 510 170-450 μ
- Übriges Material Fe 360, Stichproben 100-280 μ

Es war naheliegend, dass aufgrund dieser Ergebnisse die Frage der *Haftung auf dem Stahl* im Vordergrund stand. Die Beantwortung sollte durch zwei verschiedene Methoden gefunden werden:

- Die EMPA untersuchte die Haftfestigkeit mittels eines auf die *Zinkbeschichtung aufgeschmolzenen Stahlstempels*, mit dem die Zinkschicht örtlich abgezogen wird und dabei die benötigte Zugkraft ermittelt wird. Trotz der ähnlich überdurchschnittlichen Schichtstärken - bei den Knotenblechen ein Mittelwert von 700 μ und bei den Rohren 430 μ - bezeichnet der Untersuchungsbericht die ermittelte Haftfestigkeit als in Ordnung.
- Eine Prüfung mit einem *Hammer-Testgerät* nach «Oe-Norm E 4015 vom 1.10.82» wurde parallel dazu durch die Verzinkerei selbst vorgenommen.

Obschon der zu prüfende Dickenbereich ausserhalb der Norm liegt, ergeben die Versuche an Rohren und Knotenblechen überall die erforderliche Haftung innerhalb des Testbereiches des Gerätes.

Da trotz dieser positiven Resultate leichte Beschädigungen an Kanten und

bei Anprall entstehen, musste vermehrt auf *sorgfältige Handhabung und laufende Ausbesserung festgestellter Schäden* geachtet werden. Die Konstruktion hat die Transporte, die zahlreichen «Behandlungen» und die Montage recht gut überstanden und präsentierte sich bezüglich der Feuerverzinkung in einwandfreiem Zustand.

Zur Ausführung der Rohbau- und Montagearbeiten

Von Rudolf Weiss, Zürich

Das auf dem Gipfel des «Chli Titlis» erstellte Bauwerk ist, abgesehen von den geometrischen Formen und dem Liftschacht, kein aussergewöhnliches Bauvorhaben. Es würde bestimmt niemand dazu veranlassen, darüber zu berichten, wenn nicht einige von der Regel abweichende Verhältnisse bei den *Transporten*, des *Klimas* und der *Arbeitsausführung* angetroffen worden wären.

Die Transporte

Die Transporte spielten *für den Bauablauf* eine bedeutende Rolle. Diese mussten vom Unternehmer detailliert vorbereitet und jeweils im Tages- und Wochentransport-Programm dem Betreiber der Bauseilbahn bekanntgegeben werden. Die zur Verfügung stehenden Lagerplätze bei der Tal- und Bergstation sowie der eigentlichen Baustelle waren sehr beschränkt. Die Baumaterialien konnten daher nur kurz vor deren Verwendung angefordert und transportiert werden.

Bei der Talstation - in der Achse der

Bauseilbahn - ist ein fahrbarer *5-t-Bockkran* installiert, mit welchem die Lastwagen entladen und die Barelle der Seilbahn beladen werden können. Für das Schüttgut stehen 2 *Silos* für Kies (40 m³) und Zement (30 t) mit Verladevorrichtungen für die Transportbehälter der Seilbahn zur Verfügung (Bild 11). Das Betonanmachwasser wird aus einem Bergbach gefasst und mit einem Tank zur *Betonaufbereitungsanlage* in die Bergstation transportiert. Das in der Bergstation ankommende Material wird mittels einer fahrbaren *Hebebühne* und *Hallenkran* auf einen *Dumper* umgeladen und mit diesem durch den etwa 100 m langen Stollen zur Kaverne vor dem Liftschacht transportiert. Ein im Schacht montierter *Elektrozug* hebt das Material ins Gebäude. Von dort aus muss es an den Verwendungsort getragen werden. Für den Transport von z.B. 20 t Wandarmierung von der Talstation bis ins Gebäude wurden zwei Tage benötigt. Vergleichsweise dauert dieselbe Arbeit bei normalen Verhältnissen rund eine halbe Stunde, sofern ein Kran als Transportmittel eingesetzt werden kann.



Bild 11. Talstation Bauseilbahn mit Basislager im Feldmoos an der Sustenstrasse

Die klimatischen Verhältnisse

In den Ausschreibungsunterlagen wurden dem Unternehmer ausführliche Zusammenstellungen über Temperaturen und Windverhältnisse in Abhängigkeit der Jahreszeit bekanntgegeben. Nachstehend einige Werte:

Temperaturen

Mittlere Jahrestemperatur	- 6 °C
Minimaltemperatur	-35 °C
Maximaltemperatur	+14 °C
Temperaturverteilungen pro Monat (Beispiele):	
Mai Mittel	-4,0 °C
über 0° während 22% der Zeit	

Juli Mittel 1,0 °C
über 0° während 57% der Zeit

Oktober Mittel -4,5 °C
über 0° während 19% der Zeit

Obige Werte wurden aus Beobachtungen anderer Stationen für das Titlisgebiet interpoliert.

Winde

Windstille nur während 5% der jährlichen Gesamtzeit. Böen spitzen pro Monat (Beispiele):

Juli bis 40 km/h
etwa 34% der Gesamtzeit
bis 80 km/h etwa 9%

Oktober bis 40 km/h etwa 44%
bis 80 km/h etwa 12%

Max. Windgeschwindigkeit 200 km/h

Obige Werte wurden mittels Extrapolation aus der Fachliteratur berechnet.

Alle Angaben stammen von der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Sektion Klimadienst, Zürich.

Während der Ausführung der Arbeiten gemessene Extremwerte:

- Temperatur -29 °C
- Wind etwa 120 km/h

Daraus ist generell ersichtlich, dass bei der Arbeitsausführung mit *zum Teil extrem harten Wetterbedingungen* gerechnet werden musste. Weitgehende Schlüsse bezüglich zahlenmässige Auswirkungen auf Zeit und Kosten können trotz «Hochgebirgsfahrung» kaum gezogen werden. Das Wetter ist und wird ein *Risiko bei der Ausführung von Bauvorhaben in solchen Höhenlagen* bleiben.

Die Baufortschritte

Die Erschliessung der Baustelle, die Erstellung von Baugrube und Rohbau samt Antennenträger dauerte 5½ Bauperioden. Eine Bauperiode begann Mitte April und endete Anfang Dezember mit den Einwinterungsmassnahmen. Es standen also pro Saison rund 190 Arbeitstage zur Verfügung. Auf die einzelnen Jahre verteilt wurden ausgeführt:

1978	Baubeginn im August Provisorische Baustelleneinrichtungen Erschliessung ab Engelberg
1979	Ausbruch von Zugangs- und Verbindungsstollen sowie Schacht Schnee- und Eisabtrag für Baugrube Baubeginn Bauseilbahn

Bild 12. Rohbau Juni 1982: Schalen und Armieren am 2. Untergeschoss und am aufstrebenden Liftturm. Im Hintergrund die Schneewächte vom Chli Titlis



Bild 13. Rohbau August 1982: Liftturm mit Kletterschalung. Rechts im Hintergrund der Titlis



- 1980 Baugrubenaushub
Montage Schutzdach
Beginn Ausbau Stollen
Betriebsaufnahme Bauseilbahn
Anfang Juni (Bild 11)
- 1981 Fundamentplatte mit Entwässerung und Isolation
4. und 3. Untergeschoss bis UK
Schutzdach
Liftturm 1. Teil (etwa 30 m)
Beendigung Stollenausbau
- 1982 Demontage Schutzdach
2. und 1. Untergeschoss
Liftturm 2. Teil (etwa 30 m) (Bilder 12 und 13)
- 1983 Montage Antennenträger und Zugänge
Restliche Rohbauarbeiten

Im laufenden Jahr ist ein wesentlicher Teil des Ausbaues und der technischen Gebäudeinstallationen auf dem Programm, gefolgt von den speziellen Übermittlungseinrichtungen. Die *Inbetriebnahme* der Anlage ist im Juli 1985 geplant.

Einige Angaben über die Ausmasse:

- Eis- und Felsausbruch inkl.	
- Stollen und Schacht	20 000 m ³
- Stollenlängen	250 m
- Gunit	640 m ³
- Beton	2 600 m ³
- Schalung	6 600 m ²
- Armierung	250 t
- Stahlkonstruktion	
Antennenträger	630 t
- Zugänge, Geländer und Gitterroste	60 t

Obschon der Bauverlauf auf den ersten Blick lang erscheint, kann anhand der Unterlagen festgestellt werden, dass *je des Jahr ein beträchtliches Arbeitspensum* geleistet wurde, und dass das jeweilige Sollprogramm einer Bauperiode auch eingehalten werden konnte. Dank umsichtiger und straffer Leitung und Führung der Baustelle, der Bereitstellung von zum Teil witterungsgeschützten Arbeitsplätzen, einschliesslich der Erstellung eines Schutzdaches, und einer zweckmässigen Ausrüstung (Bilder 14 und 15) konnte der Arbeitsausfall infolge Schlechtwetter und Bahn ausfall (Wind, Betriebsstörungen) auf den sehr tiefen Wert von rund 3% der Arbeitszeit gesenkt werden. Mit nachträglichen Schneeräumungen wurde ungefähr 6% verbraucht.

Der Rohbau

Die Erstellung des Gebäudes und des Liftturmes wurde *mit einfachen Hilfsmitteln* ausgeführt. Vom Einsatz eines

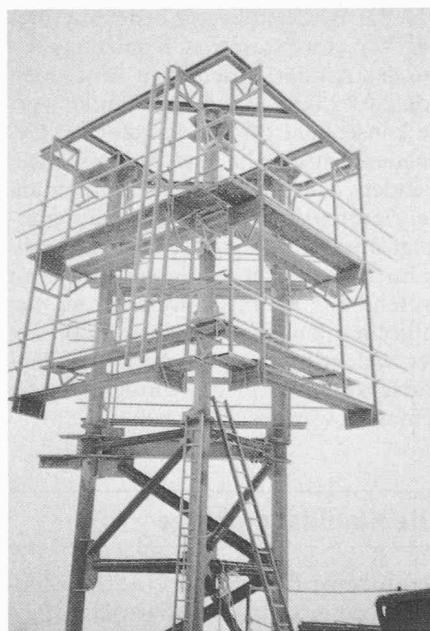


Bild 14. Antennenträger: Das eigens für diese Baustelle gefertigte Montagegerüst



Bild 15. Stahlbaumonteure mit Windjacke und Pelzmütze (statt Bauhelm)

Am Bau Beteiligte

Bauherr:

Generaldirektion der PTT, Radio- und Fernsehabeitung, Bern

Baufachorgan:

Generaldirektion der PTT, Hauptabteilung Hochbau, Bausektion Mitte HB2, Bern

Projekt und Bauleitung:

Konsortium Suter + Partner, dipl. Architekten, Bern, und Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich

Spezialingenieure:

Generaldirektion der PTT, BT2/BT3 Bern;

Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Luzern

Bauunternehmungen:

Theiler & Kalbermatter AG, Luzern

Arge Titlis: Frutiger Söhne AG, Thun; Bürgi AG, Alpnach; Gasser AG, Lungern; Theiler & Kalbermatter AG, Luzern

Stahlbauunternehmung:

Zschokke Wartmann AG, Brugg

Metallbauunternehmung:

Metallbau Hirsch AG, Biel

Bauseilbahn:

Von Roll Habegger AG, Thun

Krans wurde aus verschiedenen Gründen, vor allem aber wegen der prekären Platzverhältnisse, abgesehen.

Über dem Grobausbruch des Fundamentbereiches erstellte man ein allseits geschlossenes *Schutzdach*, dessen ebene Dachfläche auf der Höhe des 2. Untergeschosses lag. Dadurch war es möglich, alle Arbeiten bis auf diese Kote, mit Ausnahme des vorgezogenen Liftturmes, vollständig witterungsgeschützt auszuführen.

Sämtliche Schalungselemente, Armierungseisen und Einlagen mussten *von Hand* an die richtige Stelle gebracht werden. Der Beton wurde in der Bergstation in einer unternehmereigenen Anlage hergestellt. Mittels Dumper wurde er in die Kaverne beim Liftschacht transportiert und von dort mit einer *Betonpumpe* zur Verwendungsstelle befördert. Der verwendete Kies war gebrochen. Die Betonpumpe förderte bis auf eine Höhe von etwa 60 m. Der Beton für den Liftschacht und der Schutzbeton mussten *frost- und frosttausatzbeständig* sein, letztere Eigen-

schaft nicht wegen der Einwirkung von Tausalz, sondern wegen der dadurch erzielten Qualitätsverbesserung. Diese Anforderungen wurden *laufend überwacht*, indem wöchentlich Probekörper dem «LPM, Labor für Präparation und Messtechnik» in Beinwil AG, zur Prüfung geschickt wurden. Es ergaben sich durchwegs gute Resultate.

In Berücksichtigung des Gewichtes, der Handlichkeit und der Grösse der Windangriffsfläche beim Schalen und Ausschalen kamen ausschliesslich *Schalungselemente* von max. 75 cm Breite zur Anwendung.

Beim Liftturm wurde eine *Kletterschalung* eingesetzt, wobei pro Woche eine Betonieretappe von 2,60 m ausgeführt wurde. Das Umsetzen der Schalung erfolgte mittels hydraulischen Pressen.

Die Ausführung der *Aussenisolation* samt Wasserhaut und des Schutzbetons waren stark von den Wetterverhältnissen abhängig. Dies führte zu verschiedenen Problemen, wie prov. Arbeitsschutzmassnahmen, Gerüstung, Befestigung der einhäuptigen Schalung,

Etappengrösse, um nur einige zu nennen.

Die einfachen Installationen, grösstenteils bedingt durch die gegebenen Umstände, haben zu viel Handarbeit geführt, was deutlich in einem *hohen Lohnanteil* bei den verschiedenen Arbeitsgattungen zum Ausdruck kommt.

Eine besondere Bedeutung wurde dem *Blitz- und Erdungsschutz* beigemessen. Es wurde dazu ein eigens vom Bauherrn erarbeitetes Konzept aufgestellt, das vor allem folgende Punkte sicherzustellen hatte:

- Schutz des Personals während der Bauzeit und dem späteren Betrieb
- Schutz der Gebäude vor Durchschlägen und Brandausbrüchen
- Schutz der elektrischen Einrichtungen und Installationen

Für die Bauausführung bedeutete dies das Verschweissen von Kreuzungsstellen der Armierungseisen in Abständen von $2,0 \times 2,0$ m. Diese Massnahme wurde konsequent für alle Bauteile im Gebäude, Liftschacht und Stollen angewendet. Alle Teile mussten miteinander verbunden werden; die Erdung erfolgt über die Bergstation der Luftseilbahn Trübsee-Titlis. Ebenso mussten laufend alle Bauinstallationen und metallischen Bauelemente an die Erdbänder, welche kontinuierlich mit den Baufortschritten verlegt wurden, angeschlossen werden.

Die Stahlbaumontage

Darüber hat P. Hufschmid in dieser Zeitschrift bereits ausführlich berichtet [4].

Literatur

- [1] VST-Revue 10/1980: «Pionierleistung im Seilbahnbau»
- [2] Technische Rundschau 12.12.83: «Das längste freihängende Elektrokabel Europas»
- [3] Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung: «Lawinenverbau im Anbruchgebiet, Richtlinien des Eidg. Oberforstinspektorenes für den Stützverbau», Nr. 29, Dezember 1968
- [4] Hufschmid, P.: «Antennenträger in Stahl, Mehrzweckgebäude der PTT auf dem Titlis», Schweizer Ingenieur und Architekt, Zürich, Nr. 40, 1983

Adressen der Verfasser: H. Wahlen, dipl. Architekt ETHZ/SIA, c/o Suter und Partner, dipl. Architekten, Thunstrasse 95, 3006 Bern, und H. Gut, dipl. Bauingenieur ETHZ/SIA, und R. Weiss, dipl. Bauingenieur ETHZ, beide c/o Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestr. 36, 8022 Zürich.

Abwassersanierung in der Region Trübsee-Jochpass-Gerschnialp

Von Heinz Schärer, Kilchberg, und Ernst Dietiker, Luzern

Heutige Verhältnisse

Seit 1967 ist beim Trübsee eine *mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlage* in Betrieb, der die Abwässer der näheren Umgebung (Hotel, Restaurant und Bahnstation) zufließen. Beim Bau der Luftseilbahn Trübsee-Titlis wurde auch die Zwischenstation Titlis-Stand über eine Sanierungsleitung angeschlossen. Beide Bauvorhaben stellten für die damalige Zeit bestimmt Pionierleistungen dar; heute kann allerdings der Reinigungsgrad der Anlage Trübsee aus verschiedenen Gründen nicht mehr genügen.

Die übrigen Berghäuser und Gastbetriebe in der Region Trübsee-Jochpass-Gerschnialp verfügen über *mehrkammerige Abwasserfaulräume*, die bisher in den meisten Fällen zu keinen eigentlichen Beanstandungen Anlass gaben. An zwei Orten traten zeitweise Probleme bezüglich Geruchsimmissionen bzw. Vereisungen auf. Die Reinigungsleistung von Abwasserfaulräumen ist bekanntlich nicht sehr hoch und die Versickerung von teilgereinigtem Abwasser in bezug auf die tiefer liegenden Quellen bestimmt nicht unproblematisch.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Abwasserverhältnisse im

Raum Trübsee-Jochpass-Gerschnialp heute nicht mehr befriedigen können. Mit der im Bau befindlichen Gondelbahn Engelberg-Trübsee wird die Spitzenfrequenz von 5500 auf 9000 Personen pro Tag gesteigert, so dass sich die Situation noch weiter verschärfen wird. Ein grossräumiges Überdenken der Abwassersanierung war deshalb angezeigt. Das zu erschliessende Gebiet liegt zu rund 80% im Kanton Nidwalden, die übrige Fläche im Kanton Obwalden.

Aufgabenstellung

Die Gemeinden Wolfenschiessen NW und Engelberg OW sowie die Kantonalen Fachstellen haben das Problem rechtzeitig erkannt und unser Büro beauftragt, ein *Sanierungsprojekt* auszuarbeiten, welches über folgende Punkte detaillierte Auskünfte vermitteln soll:

- die heutigen Abwasserverhältnisse (Anlage Trübsee und provisorische Klärsysteme),
- den Zustand des Trübsees und dessen Belastbarkeit bezüglich der Einleitung von gereinigtem Abwasser sowie
- die hydrogeologische Situation und

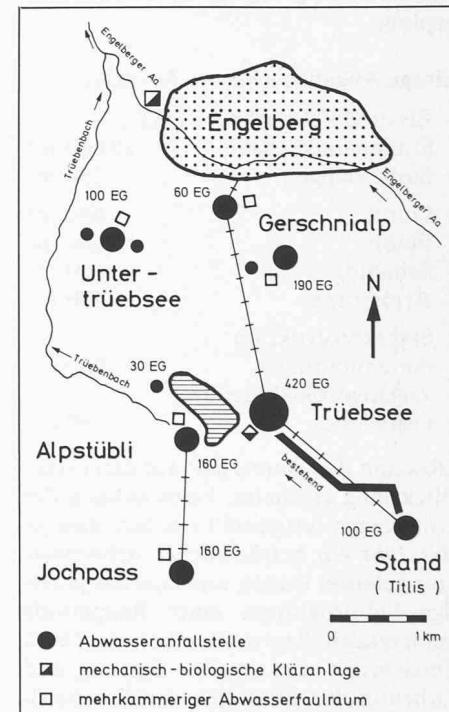


Bild 1. Bestandesaufnahme

die Zulässigkeit von Abwasserversickerungen.

Ferner waren näher zu prüfen bzw. zu ermitteln:

- die Vor- und Nachteile verschiedener Sanierungsvarianten,
- die Gesamtkosten unter Berücksichtigung der subventionstechnischen Belange,
- der Vorschlag eines Kostenverteilers und
- die gewässerschutztechnischen Prioritäten sowie das Bauprogramm.