

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 30/31

Artikel: Der fertiggestellte Antennenträger: aufgezeigt anhand der Mehrzweckanlage Bantiger
Autor: Rutz, Werner / Mühlethaler, Rolf / Wyssseier, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79548>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Werner Rutz, Rolf Mühlethaler, Bern, und Ruedi Wyssseier, Biel

Der fertiggestellte Antennenträger

Aufgezeigt anhand der Mehrzweckanlage Bantiger

Aus technischen und betrieblichen Gründen war der Ersatz des auf dem Bantiger bei Bern stehenden Stahlgittermasts erforderlich. Der neue, auf Ortbetonpfählen fundierte Turm mit einer Gesamthöhe von 196 m besteht im wesentlichen aus einem sich nach oben verjüngenden, vorgespannten Betonzylinder sowie einem 132 m hohen Rohraufsatz.

Als eine der wichtigsten Sendeanlagen unseres Landes bedient die Station heute dank ihres vorzüglichen Standorts annähernd eine Million Einwohner mit fünf TV- und vier UKW-Programmen. Daneben dient die Anlage auch als wichtiger Stützpunkt für Daten-, Telefonie- und TV-Richtfunk sowie als Einspeisepunkt für mobile Richtfunkverbindungen.

Der Ersatz des dreissig Jahre alten und statisch bis an die Zulässigkeitsgrenzen belasteten, 100 m hohen Stahlgittermasts drängte sich vorwiegend auf Grund fehlender Ausbaupkapazitäten auf. Daneben wurden u. a. aber auch Verbesserungen be-

züglich Schwingungsverhalten, Unterhalt, Störungsbehebung, Empfangsqualität, Brand- und Blitzschutz angestrebt.

Architekturwettbewerb

Um den hohen Anforderungen bezüglich baulicher Einordnung an diesem exponierten und deshalb auch konfliktrichtigen Standort gerecht zu werden, hatte die Bauherrschaft im Jahre 1990 unter Teilnahme von sechs Architekturbüros einen Projektwettbewerb organisiert. Im Hinblick auf das Baubewilligungsverfahren wurde Wert darauf gelegt, dass auch Vertreter von öffentlichen Interessen wie der Schweizer Heimatschutz, das Buwal, die Standortgemeinde usw. schon bei der Ausarbeitung des Wettbewerbsprogramms begrüsst wurden und anschliessend auch Einsitz in der Wettbewerbsjury nehmen konnten.

Baubewilligungsverfahren, Chronologie

Trotz rund 40 Einsprachen konnte dank gutem Einvernehmen mit den diver-

sen Interessenvertretern sowie der tatkräftigen Unterstützung der Behörden anlässlich der Einspracheverhandlungen und des Genehmigungsprozederes nur zehn Monate nach dem Einreichen des Baugesuchs im Oktober 1992 mit den Bauarbeiten begonnen werden. Im Dezember 1993 war der Betonturm erstellt, im September 1994 waren die Stahlterrassen und der Trepenturm montiert, im März 1995 erreichte der Turm seine maximale Höhe. Nach der Installation der Betriebseinrichtung konnte der Turm im Juli 1996 auf Sendung gehen.

Qualität, Bauzeit, Kosten, Sicherheit

Besonderes Augenmerk galt auf dieser wind- und wetterexponierten Baustelle mit Arbeiten bis zu 190 m über Boden der Sicherheit des Personals. So musste z.B. das Arbeitsprogramm so ausgelegt werden, dass übereinander auszuführende Arbeiten nicht zu Einbussen bei der Arbeitssicherheit führten. Die Optimierung der für ein Bauwerk wichtigen Faktoren wie Qualität, Bauzeit, Kosten und Sicherheit ist den Beteiligten bei diesem Projekt gelungen, konnten doch die in jeder Hinsicht anspruchsvollen Arbeiten unfallfrei, termingerecht und innerhalb des Kostenvoranschlags abgewickelt werden.

Von der Fliehbürg – zur Hochwacht – zur Sendeanlage

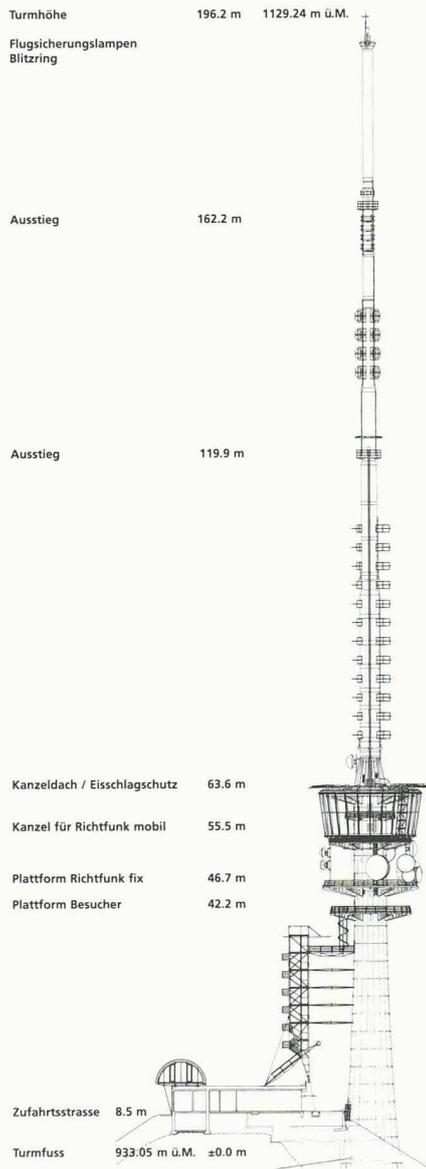
Begünstigt durch die Geländeform des Gipfels mit steil abfallenden Hängen, so



1
Aufgang des Trepenturms (Bild: D. Iseli, Bern)

2
Mehrzweckpavillon, Aussenansicht (Bild: D. Iseli, Bern)





3

Querschnitt durch den Bantigerturm

wird vermutet, diente der Bantiger Gipfel in früheren Zeiten als Refugium, als Fliehbürg mit Ringwallanlage, wo sich die Landleute der Umgebung mit ihrer Viehhabe jeweils in Sicherheit brachten.

Die hervorragende Lage des Gipfels eignete sich später als Hochwacht, worauf der Flurname «beym Kauzen» zurückgeht. 1911/1912 wurde der «fast in Vergessenheit geratene schöne Berg» nach einem Kahlschlag wieder aufgewertet. Bevor der Bantiger als Sendeanlage weit bekannt wurde, stand der Gipfel als Signalpunkt im Dienste der Landesvermessung.

1954 wurde der erste 60 m hohe Sendeturm mit Sendergebäude (Holzbaracke) gebaut und als zweiter TV-Sender der Schweiz in Betrieb genommen.

Mit der Aussichtsterrasse erfüllte die Bauherrschaft ein Begehren der Einwohnergemeinde Bolligen - der Wald auf

dem Bantiger war mittlerweile wieder zu- gewachsen -, das grundbuchlich veran- kerte Aussichtsrecht zu gewährleisten.

1966 wurden das heutige Senderge- bäude in Betrieb genommen, der Turm auf 100 m Höhe aufgestockt sowie 1985 eine unterirdische Sendeanlage dazugefügt.

Situation

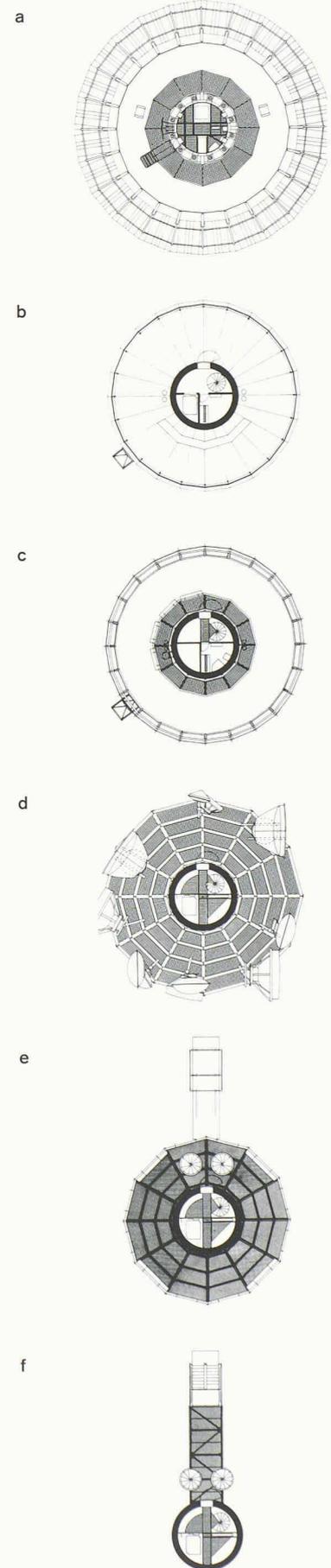
Die wohlproportionierte, durch die Bewaldung räumlich in der Längsachse ge- fasste Hügelkuppe Bantiger ist ein ausge- sprochen attraktives Naherholungsgebiet der Region Bern. Die bestehenden, 1966 erstellten Sendergebäude sind zurückhal- tend in die Topographie eingefügt. Der Be- sucher erreicht den Bantiger nordwestlich über den Wanderweg von Bantigen/Ger- stein, und südwestlich über die Zufahrts- strasse Cholgrube/Ferenberg.

Der Sendeturm Bantiger ist wegen seiner Exponiertheit ein Bauwerk von aus- geprägter landschaftlicher und architekto- nischer Bedeutung. Durch die seitlich in den Hang gesetzte Anlage des neuen Sen- deturms wird die Hügelkuppe wieder frei- gelegt und ist damit in ihrer räumlichen Ost-West-Entfaltung als ganzes wahr- nehmbar. Die Vertikale des Turms kon- trastiert mit der die Waldlichtung flankie- renden Horizontalität des halbrunden Mehrzweckpavillons, der das Betonbau- werk von 1966 ersetzt. Durch das südöst- liche Portal, unter der bewachsenen Per- gola des Pavillons hindurch, erreicht der Besucher den neu gestalteten, freien Raum auf der Hügelkuppe, der den vielfältigen Ansprüchen der Naherholung Rechnung trägt. Der separate Beistellturm aus Stahl eröffnet dem Besucher Schritt für Schritt und Podest für Podest Ein- und Ausblicke in nah und fern, aber auch in die Turm- konstruktion selbst. Die rund 42 m hohe Besucherplattform bietet einen einzigarti- gen Rundblick ins Mittelland, ins Emmen- tal, in den Jura und in die Alpenkette.

Durch die neue Umgebungsgestal- tung werden die bestehenden Senderge- bäude verstärkt in die Topographie einge- bunden. Sie sind von der Zufahrtsstrasse aus zugänglich. Eine Naturstrasse für die Forstwirtschaft verbindet die Zufahrts- strasse mit der Hügelkuppe. Der Turm er- scheint in der bewaldeten Hügellandschaft als einfache, schlanke Nadel, hervorgeru- fen durch die kontinuierliche Verjüngung nach oben. Die formale Aussage wider- spiegelt die vielfältigen statischen, ökonomi- schen und betrieblichen Anforderun- gen.

Projektbeschreibung

Ein zweigeschossiger unterirdischer Verbindungsgang verbindet das alte Sen- dergebäude mit dem Turm. Der auf 36



4

Details des Turms. a: Dachaufsicht, b: Kanzel, c: Galerie, d: Richtfunkterrasse, e: Aussichtsterrasse, f: Brücke

Materialverbrauch

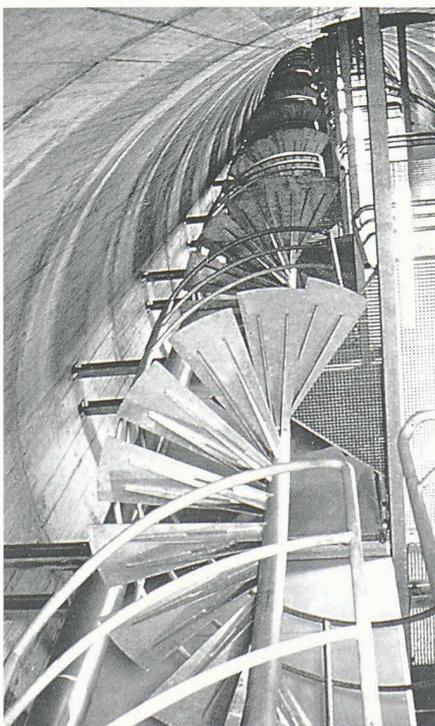
■ Beton	
36 Pfähle à 90 cm	362 m ³
Bodenplatte Turm	105 m ³
Turmschaft	643 m ³
Turmdecken/Turmwände	45 m ³
Kanzeldach	38 m ³
Diverses	365 m ³
■ Armierung	
Pfähle	29 000 kg
Bodenplatte Turm	16 000 kg
Turmschaft	110 000 kg
Turmdecken, -wände, Kanzeldach	21 000 kg
Diverses	44 000 kg
■ Vorspannung (24 Kabel von Pfahl Fuss bis Turmkopf durchgehend, Kupplung bei Turmfuss), Querschnitt: 245 Litzen à 0,5" = 2400 mm ² /Kabel	
Pfähle	7 000 kg
Turm	28 000 kg
■ Schalungen	
Turm	2500 m ²

Technische Daten

Standort Bantiger, 933 m ü.M	
Gesamthöhe des Turms	196 m
Höhe des Betonturms	64 m
Höhe des Stahlrohrmasts (inkl. Aufbauten)	132 m
Höhe der Besucherterrasse	42 m
Betonvolumen	1558 m ³
Armierungsstahl	220 t
Vorspannstahl 24 Kabel	35 t
Vorspannkkräfte	24 x 220 t
Stahlrohrturm	223 t
Stahlkonstruktion, übrige	195 t
Gitterroste	410 m ²
Fassadenfläche Kanzel	340 m ²
Baukosten (ohne technische Betriebseinrichtungen)	18 500 000.-

5

Ein Blick ins Innere des Turms der Wendeltreppe entlang nach oben



Pfählen fundierte Turmsockel besteht aus einem sich verjüngenden, vorgespannten hohlen Betonzylinder mit einer Wandstärke von 50 bis 100 cm. In der im Betonschaft eingehängten Stahlkonstruktion wird die technische Infrastruktur des Turms geführt (Leitungen, Lift, Treppe). Die geometrische und konstruktive Ausgestaltung des Turminnenlebens lässt den sich rasch verändernden Anforderungen in der Telekommunikation grösstmögliche Flexibilität.

Die Besucherplattform, die Richtfunkterrasse (TV- und Tf-Richtfunk) und die Kanzel für «Mobile Dienste» sind mit angeschraubten Stahlkonsolen an den Betonschaft montiert. Die Aussichtsplattform verfügt über einen separaten Treppenturm in Stahl (Besucher- und Flucht-treppe) mit aufziehbarer unterster Treppe.

Eine Fassadenhaut aus 12 mm starkem Polycarbonat schützt die Kanzel für «mobile Dienste» vor äusseren Einflüssen. Der 132 m hohe Rohraufsatz setzt sich aus mehreren untereinander verschraubten Stahlrohrschüssen zusammen, deren Durchmesser von unten nach oben abnehmen und ein Gewicht von 10 t nicht überschreiten (Tragfähigkeit der Hebemittel). Besondere konstruktive und architektonische Bedeutung werden dem Konus beige-messen (Übergang Beton-Stahlrohr-aufsatz). Eine Konstruktion in Stahl mit Gitterrosten auf dem Dach für mobile Dienste schützt die darunterliegenden technischen Einrichtungen vor Eisschlag. Verschiedene äussere Hebevorrichtungen und ein fest montiertes Fassadengerüst (360°) gewährleisten die notwendige betriebliche Flexibilität und den Unterhalt des Bauwerks für zukünftige Bedürfnisse und Entwicklungen im technischen Bereich. Im halbrunden Pavillon sind ein Mehrzweckraum sowie Büros untergebracht. Vorfabrizierte Bogenelemente in Rahmen- bzw. Sparrenbauweise lagern auf halbrunden Dreigelenkbögen in Stahl. Ein hinterlüftetes Wellaluminiumdach dient als Dacheindeckung.

Statisches Grundkonzept Turm

Das statische System ist als eingespannter Kragarm sehr einfach, es müssen jedoch zahlreiche Anforderungen bezüglich Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit berücksichtigt werden, die sich gegenseitig z.T. negativ beeinflussen (z.B. Steifigkeit, Schwingungen, Temperaturverformungen).

Beim massgebenden Gefährdungsbild ist die Windbelastung Leiteinwirkung. Die Tragsicherheit muss für eine Windgeschwindigkeit von 190 km/h gewährleistet



6

Montage des GFK-Zylinders mit der sogenannten Kletternadel

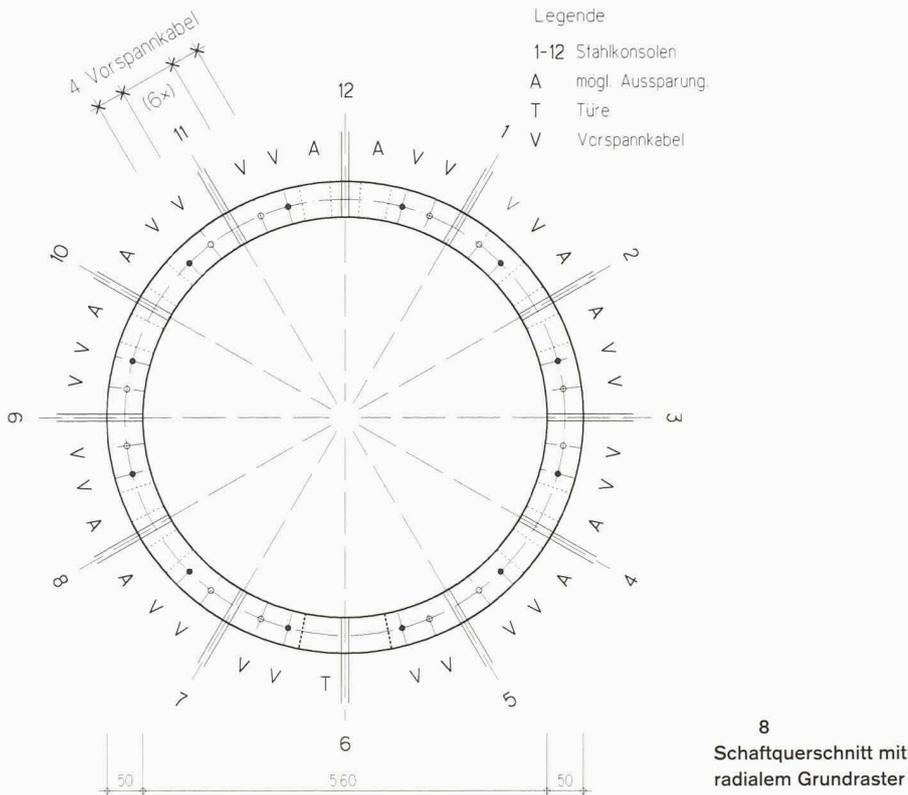
werden. Mit dem sich nach unten zur Einspannstelle konisch erweiternden Turmschaft und den 24 Vorspannkabeln kann diese Vorgabe relativ einfach und wirtschaftlich erfüllt werden.

Die Gebrauchstauglichkeit der Turmanlage braucht «nur» bis zu einer Windgeschwindigkeit von 150 km/h zu funktionieren, es bestehen jedoch auf der Höhe der Richtfunkterrassen sehr restriktive Einschränkungen für die Turmauslen-

7

Montage der Turmschalung





kung, die für den Turmschaft lediglich $0,2^\circ$ betragen darf. Berechnungen haben gezeigt, dass die Deformation infolge Temperaturdifferenzen eine wesentliche Rolle spielt. Dank dem runden Schaftquerschnitt kann sich jedoch keine Turmseite extrem erwärmen, so dass die Gebrauchstauglichkeit trotz steifem Kragarm problemlos erfüllt werden kann.

Die Dauerhaftigkeit der Turmkonstruktion ist mit folgenden ergänzenden Massnahmen und Eigenschaften zusätzlich zu den Normanforderungen verbessert worden: Runde Form ohne Ecken und Kanten, erhöhte Zementdosierung, Vorspannung, zwängungsloses statisches System sowie keine Verwendung von Tausalzen in der Umgebung des Turms.

Fundation

Ein Variantenvergleich zeigte, dass eine Fundation auf Pfählen wirtschaftlicher als ein Schwergewichtsfundament ist. Es wurden 36 Pfähle mit einem Durchmesser von 90 cm in die Molasse eingebunden. Diese wurden z.T. vorgespannt; die Verankerung der Vorspannung und der Blitzschutz werden so optimal kombiniert. Die Setzungen und die Vertikalität des Turms wurden während der gesamten Bauzeit mit Extensometern regelmässig kontrolliert. Bis heute sind Setzungswerte von maximal 10 mm gemessen worden.

Mit dem gleichen Pfahlbohrgerät wurden auch die Pfähle für die Baugrubensicherung erstellt, die wegen der sehr

engen Platzverhältnisse und des während der Bauarbeiten ständig in Betrieb stehenden alten Turms erforderlich war.

Blitzschutz

Der Blitz schlägt sehr oft in den Turm ein. Die dabei entstehenden elektrischen Ströme müssen abgeleitet werden, ohne dass der Turm beschädigt oder die komplexen Sendevorgänge gestört werden. Anstelle von konventionellen Blitzableitern wurde die Stahlantenne mit den Vorspannkabeln verbunden. Diese leiten den Blitzstrom ohne Umwege vom Turmkopf bis hinunter in die Pfahlfüsse, wo er geerdet wird. Neben diesem Hauptblitzschutz weisen alle Stahlbetonkonstruktionen eine orthogonal angeordnete Blitzschutzarmierung auf, die den Potentialausgleich gewährleistet.

Radialer Grundraster

Bereits im Entwurf wurde dem Schaftquerschnitt ein radialer Grundraster zugeordnet, der sich am Zifferblatt orientiert. Den einzelnen Zonen sind verschiedene Bedürfnisse zugeordnet, so dass im Planungsprozess sehr flexibel auf Änderungen und Ergänzungen reagiert werden konnte.

Turminnenleben

Innerhalb des Betonkreisrings wurden die Tragkonstruktionen in Stahl ausgeführt (Treppenanlagen, Liftunterkonstruktion, Halterungen für Antennenka-

bel). Der vorhandene Platz konnte so optimal ausgenutzt werden, ohne dass - auch unter Berücksichtigung zukünftiger Nutzungen - enge Platzverhältnisse entstehen.

Konstruktive Details

Im Bereich des betonierten Turmschafts mussten im wesentlichen drei Probleme konstruktiv gelöst werden:

- Übergang Pfähle Turmschaft: Da die Pfähle z.T. vorgespannt sind, konnte durch die Kupplung der Vorspannkabel ein wirtschaftlicher und organisch verwurzelter Stoss für die auftretenden Zugkräfte erzielt werden.
- Verankerung des Stahlantennenmasts: Auch diese Verankerung erfolgte direkt mit den beweglichen Ankern der Vorspannkabel, der Stahlmast ist somit auf einfache Art und Weise mit dem Betonschaft verbunden.
- Verankerung der Stahlkonsolen für die Turmterrassen: Der Turmschaft wurde mit einer Kletterschalung erstellt. Im Bereich der Konsolen sind Stahlschablonen eingelegt, die Konsolträger sind anschliessend mit Zugstangen an den Betonschaft befestigt bzw. gespannt worden.

Adresse des Verfassers:

Werner Rutz, dipl. Bauing. HTL, Planer NDS HTL, Swisscom AG, 3050 Bern, Rolf Mühlethaler, Arch. BSA SIA, Bern, Ruedi Wyssseier, dipl. Bauing. ETH SIA USIC, Dr. Mathys & Wyssseier, Ingenieure & Planer AG, 2502 Biel

Am Bau Beteiligte

Bauträgerschaft und Projektleitung:
Swisscom AG, Bern
Architekt:
Rolf Mühlethaler, Bern
Bauingenieur:
Dr. Mathys & Wyssseier, Ingenieure & Planer AG, Biel
Bauingenieur best. Gebäude:
Mange + Müller AG, Bern
Ingenieure Stahlrohrturms:
Hitz und Partner AG, Worblaufen
Baumeisterarbeiten:
Arge Frutiger/Ramseier/Wirz AG, Thun
Montagebau in Stahl:
Mauchle Metallbau AG, Sursee
Kanzelfassade:
Fahrni & Co AG, Lyss
Stahlbaumontage:
Herzig Montage AG, Uetendorf
Stahlrohrturms:
Von Roll Betec AG, Thun, Franzi SA, Barbengo-Lugano
Gerüstungen:
Nüssli AG, Lyss, Schwarzenbach, Bern
Montagebau in Holz:
Stuber & Cie AG, Schüpfen
Korrosionsschutz Stahlrohrturms:
Blatti AG, Adliswil