

## **Mobilfunkturn Peiting**

Peiting mobile telephony tower

Torre per radiocomunicazione mobile a Peiting

Tour émettrice pour mobiles de Peiting

Peter Gröber  
Fa. Holzbau Gröber GmbH  
Eberhardzell, Deutschland





## Mobilfunkturn Peiting

Funktürme zu bauen, ist eine Herausforderung. Erst recht, wenn sie Holzkonstruktionen sein sollen. Um Vorbilder dafür zu finden, muss man schon in die dreißiger Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurückgehen. Der 66 m hohe Funkturn auf dem Schnaitberg, den wir, die Firma Holzbau Gröber in Eberhardzell im Jahr 2002 errichtet haben, ist ein Sendeturm des Unternehmens Vodafone. Er dient als Richtfunkrelais für den Mobilfunk des D2-Netzes. Als er in Betrieb ging, war er der höchste Holzturm Deutschlands, es hieß sogar, er sei das zweithöchste Holzbauwerk der Welt.

Mein Name ist Peter Gröber, ich bin Geschäftsführer der Fa. Holzleimbau Gröber. Gerne bin ich der Einladung gefolgt, über ein besonderes Bauvorhaben zu berichten: den Mobilfunkturn Rottenbuch südlich von Peiting in Oberbayern.

### 1. Warum ein Holzturm?

Von Mitte der 90er Jahre an suchte Vodafone nach einem geeigneten Standort für die Errichtung eines Richtfunk-Sendemastes, der in der Achse Garmisch-Partenkirchen – Großraum München liegen sollte.



Abbildung 1: der Standort. Links neben der Waldarbeiterhütte soll der Sendemast stehen.

Da auf dem Hohen Preißenberg kein geeigneter Platz mehr zur Verfügung stand, wurde auf dem Schnaitberg ein möglicher Standort ermittelt.

Alternative Standorte hatten entweder funktechnische Nachteile oder erhielten keine Genehmigung durch die Bauaufsichtsbehörde, so dass der Standort auf dem bewaldeten Schnaitberg als letzte Möglichkeit blieb. Der Revierförster stellte das Baugrundstück zur Verfügung – unter einer Bedingung: Der Sendemast durfte nicht aus Stahl, er musste aus Holz gebaut werden. So ist es letztlich diesem Förster zu verdanken, dass auf dem Schnaitberg heute dieser hölzerne Richtfunksendemast steht.



Abbildung 2: der fertige Richtfunk-Sendemast

## 2. Ausschreibungsgrundlagen

Nachdem der Standort feststand und die Materialauswahl durch den Grundstücksverwalter vorgegeben war, konnte Vodafone mit der Planung und Ausschreibung beginnen.

Der Telekommunikationsanbieter beauftragte das Planungsbüro Tele-Plan mit der Erstellung der Ausschreibung. Wir erhielten sie über unseren späteren Auftraggeber mit der Bitte, ein Konzept für einen Sendemast vorzuschlagen.

Neben Antennenflächen und statischen Anforderungen waren das die wichtigsten Anforderungen:

- Der Mast war für eine minimale Nutzungsdauer von 30 Jahren auszulegen.
- Die Einhaltung der Verformungsbedingungen musste nachgewiesen werden. Die Verbindungen waren so zu wählen, dass aus ihnen kein Verformungsanteil erwachsen konnte.
- Die Konstruktion musste gegen natürliche Verwitterung und Schädlingsbefall geschützt sein.
- Das Niederschlagswasser, das mit der Mastkonstruktion in Berührung kommt, musste ohne besondere Behandlung auf dem Baugrundstück versickern können.

## 3. Lösungsansätze

Für den Bauherrn war der konstruktive Holzschutz ein ganz zentraler Punkt. Dazu haben wir verschiedene Variationen geprüft, unter anderem gab es den Vorschlag, das Bauwerk zu verkleiden. Dies scheiterte aber an der großen Windangriffsfläche.

Das Ergebnis der Überlegungen war die Entscheidung für eine Fachwerkkonstruktion. Die Rasterung im oberen Turmabschnitt ergab sich aus der Bühnenaufteilung, die vom Planer vorgegeben war.

Auf einen chemischen Holzschutz wurde verzichtet, weil die Niederschlagswässer sonst nicht ungeklärt im Wald hätten versickern können.

Um die Dauerhaftigkeit, bzw. eine lange Lebensdauer des Funkmastes zu gewährleisten, diskutierte man über verschiedene Holzarten. Ausgehend von den Kriterien „Dauerhaftigkeit“, „Verfügbarkeit“ und „Preiswürdigkeit“ schlugen wir die Holzart Douglasie vor.

Um die Dauerhaftigkeit, bzw. eine lange Lebensdauer des Funkmastes zu gewährleisten, diskutierte man über verschiedene Holzarten. Ausgehend von den Kriterien „Dauerhaftigkeit“, „Verfügbarkeit“ und „Preiswürdigkeit“ schlugen wir die Holzart Douglasie vor.



Abbildung 3: Ankunft der ersten Douglasienpakete vom Säger bei uns im Werk

Aus einer Untersuchung des Instituts für Holzforschung der Uni München unter der Projektleitung von Prof. Dr. Glos und Prof. Dr. Becker geht hervor, das Douglasienholz deutscher Herkunft visuell nach DIN 4074 sortiert werden kann.



Abbildung 4: technische Trocknung in der Zu- und Ablufttrockenkammer

Folgende Festigkeitsklassen der EN 338 können zugeordnet werden:

S 7	⇒	C 16
S 10	⇒	C 24
S 13	⇒	C 30

a)

Sortierklasse nach DIN 4074	S13	S10	S7
Festigkeitsklasse nach EN 338	C30	C24	C16
Char. Biegefestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	36,3	24,5	16,7
Nach EN 338 gefordert:	30	24	16
Char. Biege-E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	16.300	11.900	9.900
Nach EN 338 gefordert:	12.000	11.000	8.000
Char. Rohdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	0,48	0,44	0,44
Nach EN 338 gefordert:	0,38	0,35	0,31

b)

Sortierklasse nach DIN 4074	S13	S10	S7
Festigkeitsklasse nach EN 338	C30	C24	C16
Char. Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] Nach EN 338 gefordert:	30,8 18	25,9 14,4	13 9,6
Char. E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ] Nach EN 338 gefordert:	16.200 12.000	14.700 11.000	12.200 8.000
Char. Rohdichte [g/cm <sup>3</sup> ] Nach EN 338 gefordert:	0,51 0,38	0,48 0,35	0,47 0,31

Charakteristische Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtewerte von Douglasie

a) Biegefestigkeit. Aus: P. Glos et al (1998): Einstufung von Douglasie in europäische Festigkeitsklassen. Bericht 97501 Holzforschung.

b) Zugfestigkeit. Aus: P. Glos u. N. Burger (1995): Einfluss der Holzabmessung auf die Zugfestigkeit von Bauschnittholz. Bericht 91501 Holzforschung München

Übersicht Stäbe und Knoten M 1:100

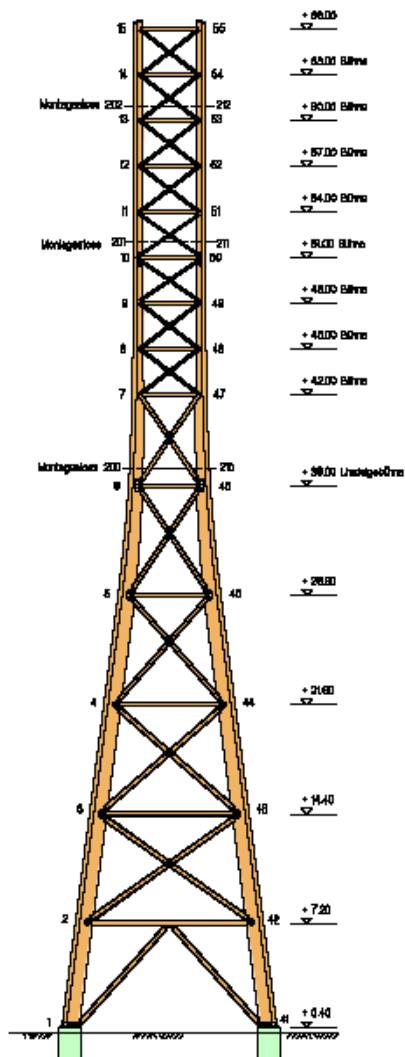


Abbildung 5: Übersicht über Stäbe und Knoten

Folgende Grundlagen dienten uns zur statischen Berechnung:

- Die Höhe über Grund beträgt 66 m.
- Die Form ist ein quadratischer Baukörper, mit dem Seitenmaß am Sockel von 13,00 x 13,00 m und an der Spitze von 4,50 x 4,50 m.
- Die Eckstiele werden 45° im Grundriss verdreht angeordnet.
- Die Holzbauteile werden aus Douglasie-Brettschichtholz BS 14 hergestellt. Lastannahmen wurden nach DIN 4131 und DIN 1055 getroffen.
- Der Staudruck wurde einem Gutachten des Deutschen Wetterdienstes entnommen.
- Weitere, für das Bauwerk relevante Normen waren DIN 1052 und DIN 18800.
- Mit dem Prüfstatiker wurde die Berechnung schon im Vorfeld abgestimmt, so dass sämtliche Fragen mit dem zuständigen Mitarbeiter auf kurzem Wege gelöst werden konnten.

## 4. Ausführung

Die im Folgenden beschriebenen besonderen Merkmale des Bauwerkes sind das Ergebnis der statischen Berechnung und der technischen Konstruktion.

Der Turm besteht aus „4 Fachwerkwänden“, die im Grundriss ein Quadrat bilden. Die unteren Grundrissmerkmale betragen 13,00 m. Diese Abmessungen verringern sich auf 4,50 m in einer Höhe von ca. 36 m. Die Verjüngung verläuft zunächst konisch, am Ende dann als Ausrundung. In den Ecken steht in Richtung der Winkelhalbierenden der Eckpfosten mit einem massigen Holzquerschnitt von anfangs 40 / 120 cm. Dieser verjüngt sich am Ende auf 40 / 40 cm.

Der Eckpfosten bildet den Hauptträger des Fachwerks. Die waagerechten Riegel sind im unteren Bereich im Abstand von 7,20 m, im oberen Turmabschnitt im Abstand von 3,00 m angeordnet.

Die Strebenkreuze bestehen ebenfalls aus Holz und sind in der Mitte über einen Stahlknoten zusammengeschlossen.

Die Arbeitspodeste im oberen Bereich wurden als Stahlbühnen ausgebildet. Deren Randträger sind gleichzeitig Bestandteile des Fachwerks.

Zur weiteren Steifigkeit und gegen das Verdrehen des Turmes wurden im unteren Bereich räumliche Auskreuzungen aus Stahlrohren eingebaut.

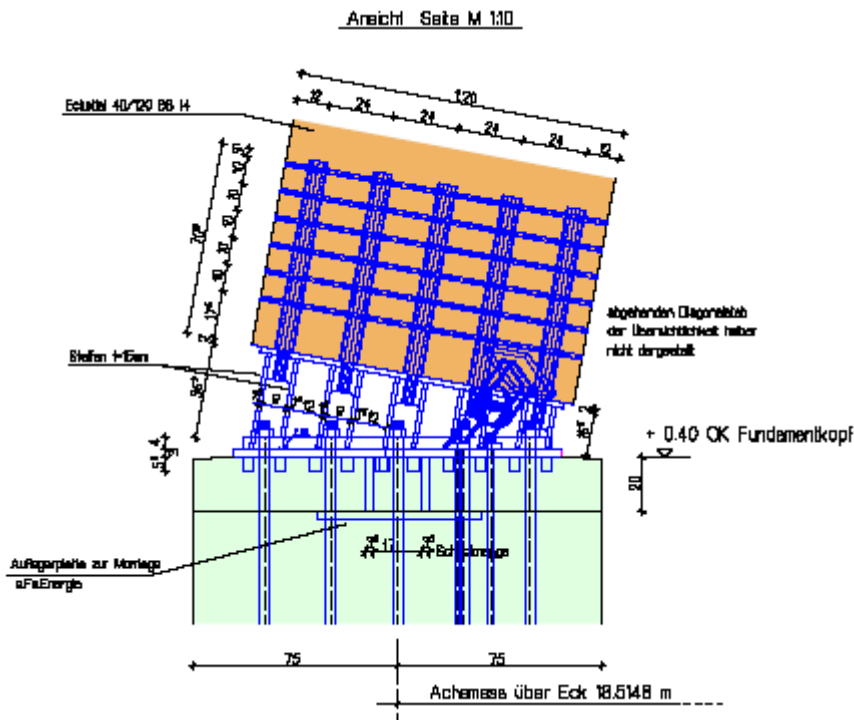
Der Turm hat drei Montagestöbe, die mit BVD-Ankern entsprechend ausgebildet wurden.

Diese Vorgehensweise haben wir gewählt, um die Dauerhaftigkeit der Konstruktion sicherzustellen:

- Grundsätzlich keine Anschlüsse Holz – Holz,
- alle Baustellenanschlüsse Stahl – Stahl,
- Als Verbindungsglieder Holz – Stahl wurden verwendet:
  - . einseitige Dübel besonderer Bauart; zwischen Dübeln und Stahlgrundplatte
  - . U-Scheiben zwecks Belüftung (Anschluss Füllstäbe an Stützen),
  - . bei Strebenanschlüssen eingeschlitzte Bleche mit nur von unten eingebohrten Stabdübeln,
  - . bei Montagestößen BVD-Anker im Hirnholz der Stützenenden,

- Alle Verbindungen Stahl – Stahl:
  - . Bolzenverbindungen, nicht gleitfest und nicht vorgespannt,
  - . Scher-Lochleibungsverbindung,
- Abdeckung aller bewitterten Hirnholzflächen mit Kopfplatten als Bestandteil des Stahlanschlussteiles (Strebenkopf); zuvor erfolgte eine Beschichtung mit Stirnholzversiegelung als Abdichtung zwischen Holz und Stahl,
- Abdeckung aller oberseitigen Holzflächen mit zementgebundenen Holzspanplatten auf Hinterlüftungsplatten; die Längsstöße sind elastisch abgedichtet.
- Alle verwendeten Stahlteile sind einschließlich aller Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart feuerverzinkt.

Die Konstruktionsmerkmale sehen wir in den folgenden Details umgesetzt:



Isometrie Stahlteil

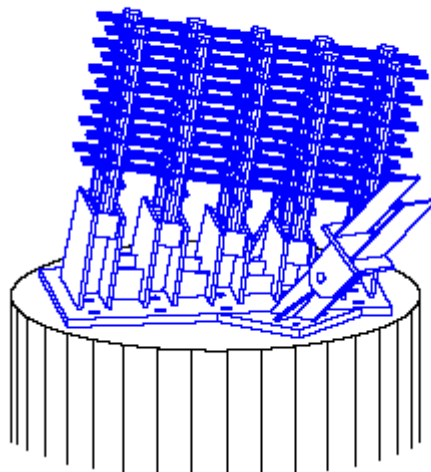


Abbildung 6a und 6b: Isometrie Stahlteil





Recht gut zu erkennen ist die Vorgehensweise, Unterlagsscheiben auf die Grundplatte aufzuschweißen. Mit dem nicht eingelassenen Geka-Dübel entsteht eine Distanz zwischen Eckstiel und Grundplatte. Mit einem Abstand von 18 mm kann man von einer ausreichenden Hinterlüftung ausgehen. Ebenso erkennbar ist der Anschluss der räumlichen Aussteifung innerhalb des Turmes. Der Eckstiel ist ein blockverleimter Querschnitt von 40 / 120 cm. Die Anschlüsse sind vor der Blockverleimung in das Holz eingebaut worden, um eine Beschädigung der Seitenflächen zu vermeiden.

Auch hier ist die Distanz durch aufgeschweißte U-Scheiben zu sehen.

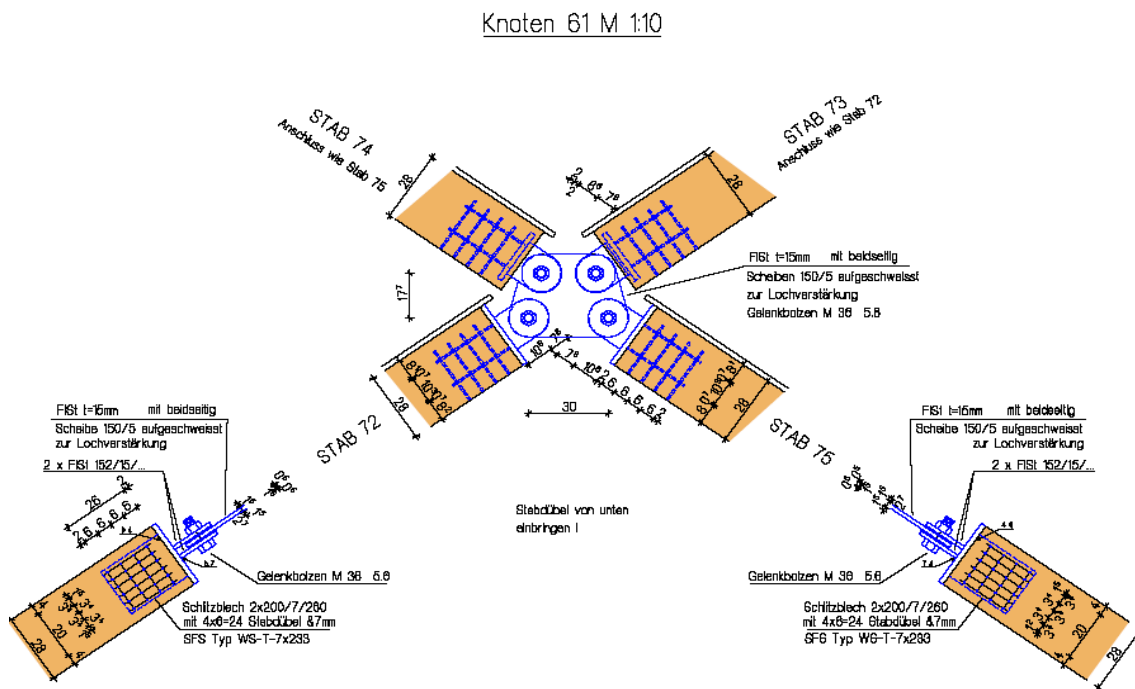


Abbildung 8: Knoten 61

Bei dieser Darstellung des Knotens 61 lässt sich sehr gut zeigen, wie wir im Bereich der Streben vorgegangen sind.

Das obere Strebenpaar hat eine in die Stirnseite versenkte Kopfplatte. Diese deckt die Schlitz für die Knotenbleche ab. Um eine 4-schnittige Verbindung zu erhalten, sind 2 Bleche im Abstand von 11 cm eingebaut. Das untere Strebenpaar erhielt eine vollflächige Abdeckung mit dem Stirnblech des Anschlusses. Alle Stabdübelanschlüsse sind mit selbstbohrenden SFS-Stabdübeln ausgeführt, die von der Unterseite des Bauteiles eingebracht wurden. Alle Hohlräume in den Streben sind mit Zementmörtel ausgegossen. Die Stirnflächen wurden vor dem Einbau der Stahlteile mit einer pastösen, elastischen Beschichtung versehen.

Auch die Abdeckung der Streben mit einer zementgebundenen Spanplatte ist schematisch dargestellt.

