

Aussichtsturm am Pyramidenkogel – Der welthöchste Aussichtsturm aus Holz

Pyramidenkogel – the world's highest wooden
viewing tower

Pyramidenkogel – record du monde de hauteur des
tours panoramiques en bois

DI. Markus Lackner
Lackner & Raml ZT-GmbH
AT-Villach



DI. Günther Meinhardt
Rubner Holzbau GmbH
AT-Finkenstein



DI. Michael Vodicka-Unterweger
Rubner Holzbau GmbH
AT-Finkenstein



Aussichtsturm am Pyramidenkogel – Der welthöchste Aussichtsturm aus Holz

1. Einführung

Bei der Konstruktion für den neuen Aussichtsturm am Pyramidenkogel in Keutschach handelt es sich um ein „räumliches Fachwerk“. Dieses Fachwerk hat drei wesentliche Bestandteile:

- 16 Stützen (Lärchenleimholz)
- 10 elliptische Ringe aus Stahl
- 8 Diagonalstränge aus Stahl

Die Grundgeometrie des Turms besteht aus Ellipsen ($L=17,3$ m, $B=10$ m), welche in jedem Geschoß um $22,5^\circ$ zueinander verdreht angeordnet sind. Die Höhe der Turmspitze liegt bei 100 m. Die höchste Aussichtsplattform ist auf 71 m Höhe (siehe Abbildung 4).

Die Holzstützen aus Lärchenholz wurden mit dem Querschnitt von 32/144 cm und in der Holzgüte GL28c ausgeführt. Sie sind einfach gekrümmt und zweimal gestoßen. Die maximale Einzelbauteillänge beträgt 26m.

Diese Stützen sind durch zehn elliptische Stahlringe mit einem Kastenquerschnitt 440/160 miteinander verbunden. Die Wandstärke der Ringe ist je nach statischer Beanspruchung abgestuft. Der vertikale Abstand der Ringe und somit der Hauptebenen beträgt 6,40 m.

Als drittes Tragelement der Turmkonstruktion verlaufen vom Fußpunkt bis zur Spitze 8 Diagonalstränge. Diese Diagonalen sind als Rohre ausgebildet und sind entsprechend der statischen Beanspruchung abgestuft. Die Durchmesser reichen von ca. 323 mm bis 168 mm. Die Stahlgüte dieser Rohre beträgt generell S 355.

Das Bauwerk wird durch 2 Treppen und einen Lift erschlossen. Außerdem befindet sich im Inneren der Konstruktion eine Rutsche, welche ab der Ebene 8 befahren werden kann. In der Ebene 4 gibt es eine Brücke welche den Aufzug und die beiden Treppen miteinander verbindet.

In Ebene 8 befindet sich die Abfangekonstruktion durch die die Lasten der oberen Turmebenen und des Turmkopfes auf die äußere Tragstruktur abgetragen werden. Dazu sind in dieser Ebene zwei unterspannte Binder angeordnet.

Der Raum zwischen Ebene 9 – 10 ist ein geschlossener, windgeschützter Bauteil und wird als Skybox bezeichnet. Auf der Ebene 10, dem Dach der Skybox, befindet sich die Hauptaussichtsplattform. Darüber sind noch zwei Aussichtsplattformen angeordnet, auf denen man den freien Rundumblick genießen kann.

2. Statisches System

Die Turmkonstruktion wurde als dreidimensionales Stabwerksmodell modelliert. Die Bemessung der Holzstützen erfolgte nach Theorie 2. Ordnung. Für die Bemessung des Aufzugschachtes, der Treppen, des Turmkopfes sowie der Ebenen 4,8 – 11 wurden jeweils eigene räumliche Stabwerksmodelle herangezogen.

Die vertikalen Lasten sind für die Bemessung des Haupttragwerkes (Stützen, Ringe, Diagonalen) von untergeordneter Bedeutung.

Der maßgebende Lastfall ergibt sich aus der Belastung durch Wind. Da dieses Bauwerk lt. EN 1991-1-4 nicht zu klassifizieren ist, wurde ein Windkanalversuch durchgeführt. Die dem Windkanalversuch zugrunde gelegte Windgeschwindigkeit wurde im Gutachten der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) mit dem 10-Minutenmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über dem Boden mit 25m/s und die maximale 2-Sekundenböe der Windgeschwindigkeit in 10 m über dem Boden mit 38 m/s angegeben. Auf Grund dieser Werte und der Geländeform ergibt sich ein Bemessungsstaudruck in maximaler Höhe (101,5m) zu $q_p=1,57$ kN/m².

Die aus dem Windkanalversuch ermittelten horizontalen Lasten je Ebene wurden im Modell als Linienlast auf die horizontalen Ringe aufgebracht.

Ein weiteres Ergebnis der Windkanalversuche ist, dass dieses Bauwerk nicht schwingungsanfällig ist. Die dynamischen Nachweise können durch eine Erhöhung der statischen Windlast um 10 % abgedeckt werden.

Wesentliche Kriterien für die Entscheidungsgrundlage der Detailanschlüsse waren:

- optimaler konstruktiver Holzschutz
- maximale Lebensdauer
- das Holz soll „erlebbar“ bleiben
- eine möglichst wartungsfreie Konstruktion
- Montage
- Wirtschaftlichkeit

3. Hauptknoten

3.1. Fachwerksknoten: Stützen-Ringe-Diagonalen

Zur Lasteintragung werden ein H-förmiges Stahlteil und einige Bolzen in den Holzquerschnitt eingeklebt. Für die Einleimung wurde ein Zweikomponenten- Epoxiharzkleber verwendet. Die Stahlplatten sind profiliert um eine mechanische Verzahnung mit dem Kleber herzustellen. Diese Verklebung muss allerdings nur relativ geringe Kräfte übertragen. Ihre wesentliche Aufgabe besteht darin den produktionstechnischen unvermeidlichen Spalt zwischen Holz und Stahlplatte zu schließen. Die Kraftübertragung der Differenznormalkraft in der Stütze wird über Kontakt übertragen. Die Klebeflächen sind im Wesentlichen vertikal angeordnet und können im Falle der Durchfeuchtung wieder gut austrocknen. Der Stützenkopf und der vertikale Abschluss zwischen Holz und Stahl wird mittels Blech hinterlüftet abgedeckt.

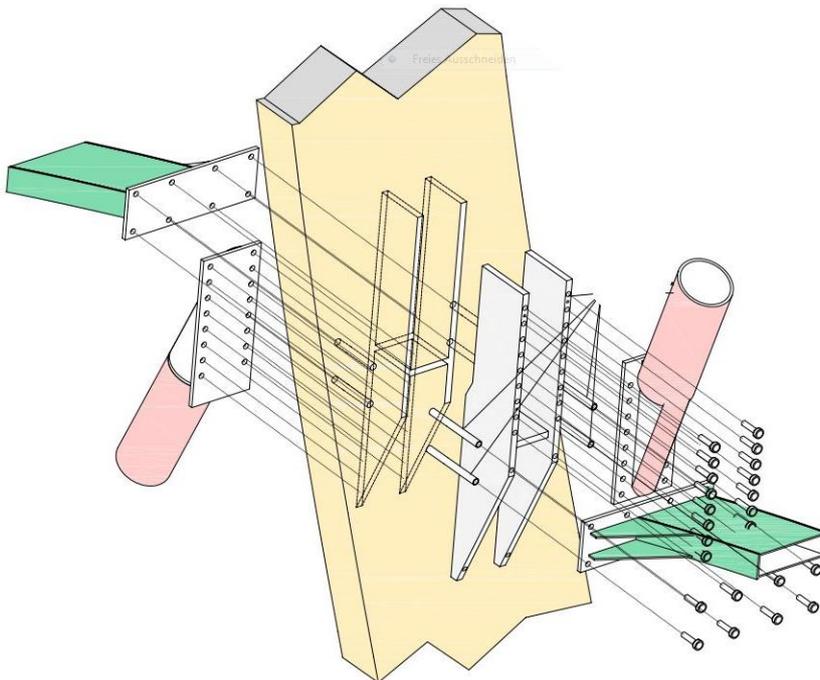


Abbildung 1: Fachwerksknoten

3.2. Blockverleimung:

Die Blockverleimung erfolgt mit einem fugenfüllenden Recorcinharzleim. Um einen Wassereintritt in der Blockfuge zu vermeiden wurde auf dieses Detail besonders viel Augenmerk geschenkt. Architektonisch war die Vorgabe, diesen Schutz so zurückhaltend wie nur möglich auszubilden. Lösungsansätze gab es viele (Blechabdeckungen, ...), zur Ausführung kam schließlich eine stabverleimte Decklamelle. Der Querschnitt in der Decklamelle wird durch das Einfügen der Leisten „vergleichmäßig“ wodurch Spannungen aus Quellen und Schwinden abgebaut werden können.

3.3. Regeldetail Montagestoß der Holzstützen:

Der Anschluss erfolgt mit freien Knotenblechen und Passbolzen. Die Knotenplatten werden im Werk bei kontrollierten klimatischen Verhältnissen eingebaut. Dies ist insofern bedeutend, da nach dem Abbund der sehr breiten Leimholzträger infolge Feuchteaufnahme oder Abtrocknen quer zur Faser Holz Dimensionsänderungen stattfinden. Diese werden teilweise durch Langlöcher in den Stahlplatten aufgenommen. Die Holzstützen werden mit einer umlaufenden Tropfnase ausgebildet.

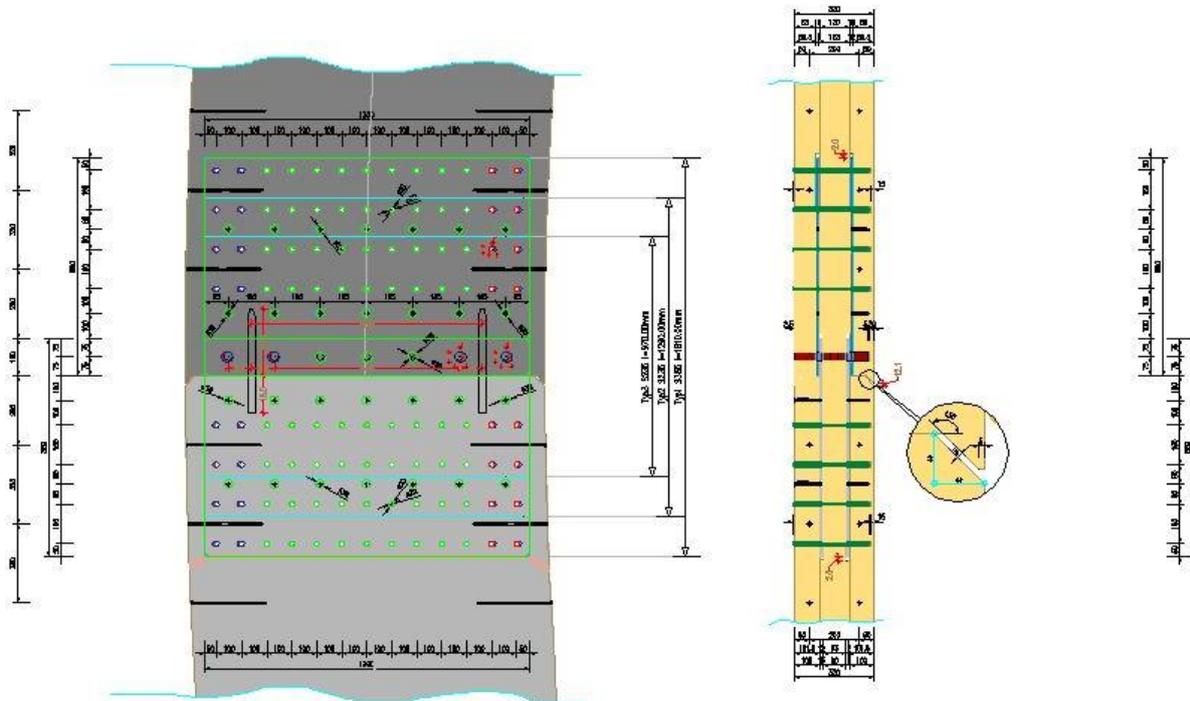


Abbildung 2: Regelstoßdetail

3.4. Regeldetail Fußpunkt der Stützen:

Die Krafteinleitung in das Holz erfolgt über Stahlplatten und Stabdübel welche wie beim Stützenstoß in der Werkstatt eingebaut werden. Die Stabdübel bei den Montagestoßen werden so hergestellt, dass auf einer Seite das Holz nicht durchgebohrt wird und auf der anderen Seite 5 mm überstehen. Durch die geometrischen Randbedingungen entstand ein ca. 1 m hoher Stahlteil. Der Spritschutz für den Stützenfuß ist somit gewährleistet. Es wurde eine Ausführung gefunden die den archetektonischen Wünschen entspricht, langlebig und dauerhaft ist.

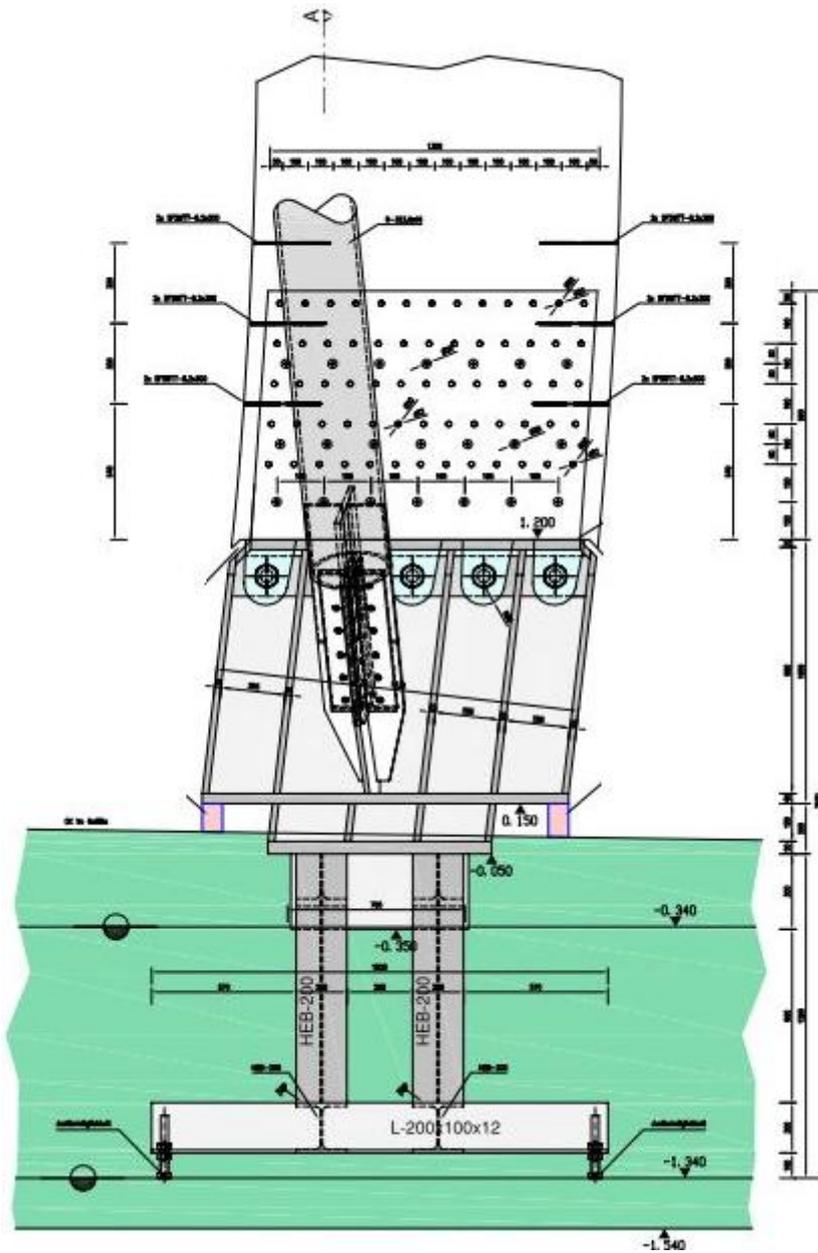


Abbildung 3: Detail Fußpunkt

3.5. Wartung

Grundsätzlich wurde beabsichtigt, ein wartungsfreundliches Bauwerk zu errichten. Es gibt einmal im Jahr Inspektionen um sich über den Zustand des Gebäudes ein Bild zu verschaffen.

Alle 5 Jahre sollen genauere Kontrollen mit ausgebildeten Kletterern durchgeführt werden. Ebenso ist die Installation einer meteorologischen Überwachung zur Kontrolle von Temperatur, Feuchtigkeit, Holzfeuchte, Deformation usw. vorgesehen.



Abbildung 4: Modell Turm



Abbildung 5: Aussichtsturm Pyramidenkogel

4. Informationen:

- [1] Bauherr:
Pyramidenkogel Infrastruktur GmbH & Co KG, A-9020 Klagenfurt
- [2] Architektur:
Mag. Markus Klaura, Tarviser Straße 180, A-9020 Klagenfurt,
Mag. Dietmar Kaden, Primoschgasse 3, A-9020 Klagenfurt
- [3] Tragwerksplanung:
Lackner & Raml Ziviltechniker GmbH, Pestalozzistrasse 27, A-9500 Villach
- [4] Ausführende Firma:
ARGE Rubner Holzbau GmbH & Zeman& Co GmbH, Kanzianibergweg 14,
9584 Finkenstein