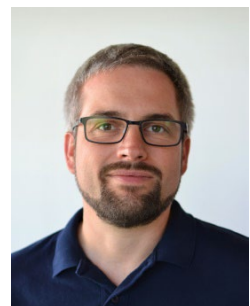


Goetheturm Frankfurt

Wiederaufbau eines Wahrzeichens

Markus Rommel
Ingenieurbüro Wirth Haker
Freiburg im Breisgau, Deutschland

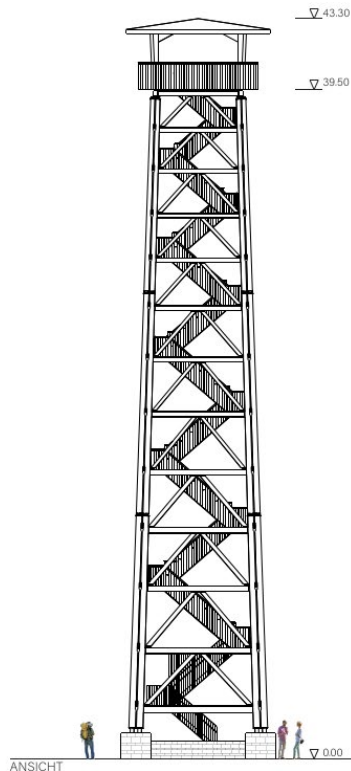


Tobias Döbele
Holzbau Amann
Weilheim-Bannholz, Deutschland



Goetheturm Frankfurt

Wiederaufbau eines Wahrzeichens



Fertigstellung	Dezember 2020
Gesamthöhe	43.30m
Plattformhöhe	39.50m
Stufen	197 Stck.
Bauherrin	Grünflächenamt Frankfurt a.M.
Projektleitung	Amt für Bau und Immobilien
Objektplanung	IB Wirth Haker, Freiburg
Tragwerksplanung	IB Wirth Haker, Freiburg
Holzbau	Holzbau Amann, Weilheim-Bannholz

1. Geschichte und Konstruktion

Die Geschichte des Goetheturms in Frankfurt geht bis in das Jahr 1867 zurück. Der erste Holzturm stand etwa 80m entfernt, war etwa 20m hoch und wurde 1913 wegen Baufälligkeit abgerissen werden. Das Bauwerk, welches zum Wahrzeichen der Stadt Frankfurt wurde, ist der 1931 errichtete Fachwerkturm. Bei der Errichtung war der umgebende Baumbestand nur 20m hoch, aufgrund der zu erwartenden Wuchshöhe von 35–40m wurde der Goetheturm mit 43,3m Gesamthöhe geplant, was den Aussichtsturm zu einem der höchsten Holzbauwerke Deutschlands macht.

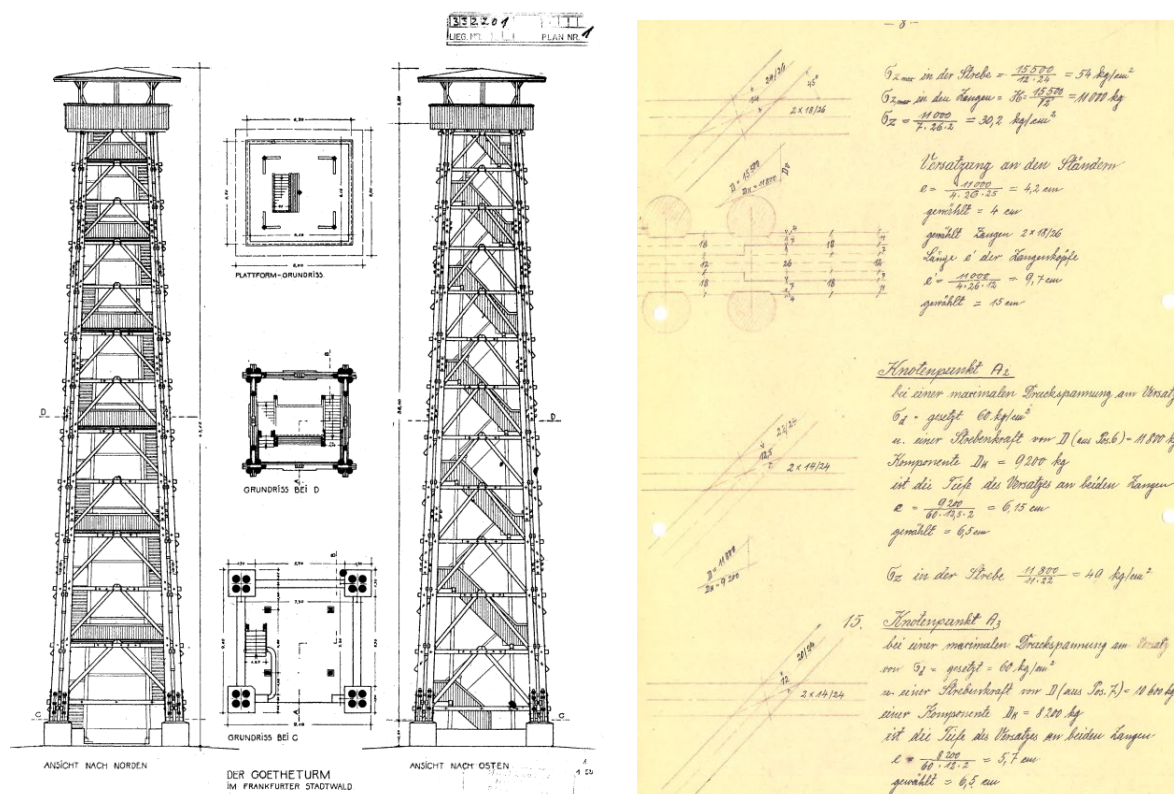


Abbildung 1: Bauzeichnung Goetheturm von 1931 und Auszug aus der Bestandsstatik

Der Goetheturm von 1931 war ein vollständig aus Holz gebauter Fachwerkturm. Charakteristisch sind die Strebenbündel in den Eckpunkten, das konische K-Fachwerk, die steile Holzterrasse und die große überdachte Aussichtsplattform. Alle Hölzer wurden im Frankfurter Stadtwald eingeschlagen. Das Tragwerk bestand aus teerölimprägniertem Kiefernholz, die Treppen Podest aus Eiche.

Der Goetheturm wurde mithilfe einer anonymen Spende des jüdischen Kaufmanns Gustav Gerst errichtet, einem Ehrenbürger der Stadt Frankfurt, der wenige Jahre später boykottiert und enteignet wurde, aus Deutschland fliehen musste und in die USA emigrierte. Gustav Gerst hatte als Bedingung für die Spende formuliert, dass der Goetheturm 200 Jahre erhalten werden soll.

Im Laufe der Jahrzehnte wurde der Goetheturm mehrfach saniert (zuletzt 2010–2014, geplant von Ulrich Thümmel, Ingenieurbüro IHB). Die ungünstigen Witterungsbedingungen im Wald setzten den zimmermannsmäßigen Holz-Holzverbindungen so stark zu, dass auch die Teerölimprägnierung an ihre Grenzen kam.

Ein Brandanschlag in der Nacht am 12. Oktober 2017 setzte den gesamten Turm in Flammen, so dass dieser bis auf die Fundamente abbrannte. In einer Online-Umfrage entschieden sich 78 % der Bürgerinnen und Bürger für einen möglichst originalgetreuen Wiederaufbau des Goetheturms, der ein wichtiges Wahrzeichen Frankfurts und ein sehr beliebtes Ausflugsziel im Süden der Stadt ist.

2. Konzept Wiederaufbau

Für den Entwurfs- und Planungsprozess war eine enge Abstimmung zwischen der Bauherren (Grünflächenamt der Stadt Frankfurt), der Projektleitung (Amt für Bau und Immobilien) und dem Ingenieurbüro Wirth Haker sowie den beteiligten Fachplanern notwendig. Gesamtkonstruktion und alle Details wurden immer wieder neu durchdacht um einerseits dem Original, andererseits den heutigen Anforderungen gerecht zu werden.

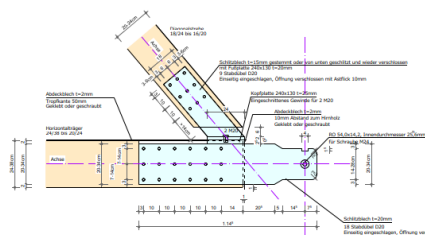


Abbildung 2: Goetheturm von 1931 und der wiederaufgebaute Goetheturm 2020

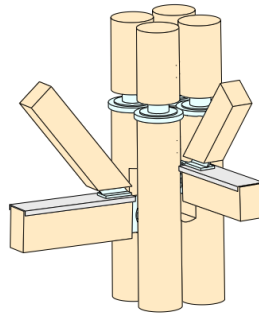
Die vierteiligen Stützen in den Ecken sind rund gedreht und konisch gedrechseltes Edelkastanien-Brettschichtholz. Horizontale und diagonale Stäbe des K-Fachwerks sind Rechteckquerschnitte. Die bei der ursprünglichen Konstruktion vorgefundene im Sinne des Holzschutzes unzureichende Verkämmung der Fachwerkstäbe mit den Stützen ist durch eine Holz-Stahl-Verbindung zeitgemäß interpretiert. Alle Holz-Holz Verbindungen wurden durch eine Stahl-Stahl/Holz Verbindung ersetzt. Damit ist die einfache Montage und die Austauschbarkeit selbst der mächtigen Rundstützen möglich.

Auf die im Original vorhandene innere Abstützung der Treppenanlage wurde verzichtet. Auch bei diesen Bauteilen wäre eine fachgerechte Umsetzung des Holzschutzes nicht machbar gewesen. Die Kanzel ist eine Konstruktion aus Edelkastanien-Brettschichtholz. Die im Original abgestrebten Hauptstützen sind durch zwei sich kreuzende Rahmen-tragwerke ersetzt.

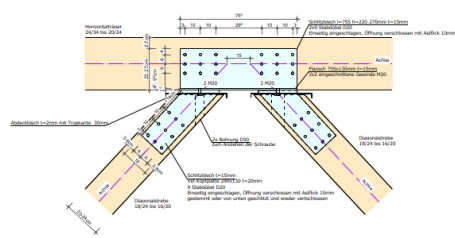
FACHWERKKNOTEN 1



KNOTENPUNKT STÜTZEN



FACHWERKKNOTEN 2



STAHLTEILE IM KNOTENPUNKT

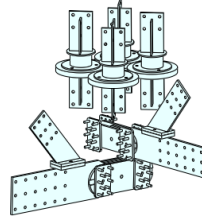


Abbildung 3: Knotenpunkte



Abbildung 4: Goetheturm nach Fertigstellung

3. Ausführung

3.1. Materialien

Für die tragende Konstruktion wurde Brettschichtholz aus Edelkastanie eingesetzt.

Diese Holzart ist der Dauerhaftigkeitsklasse 2 zuzuordnen und eignet sich daher für bewitterte Bauwerke. Allerdings liegt keine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Einsatz dieser Holzart für tragende Zwecke vor, so dass eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung notwendig wurde.

Weiterhin sind dem Hersteller aus Spanien produktionstechnische Grenzen hinsichtlich Breite und Höhe seiner Brettschichtholzquerschnitte gesetzt. Dies führte dazu, dass zahlreiche Bauteile aus mehreren, miteinander verklebten Brettschichtholzquerschnitten ausgeführt werden mussten. Z.B. wies der Rohquerschnitt der Stützen eine Abmessung von bis zu 40x40cm und wurde aus vier einzelnen Brettschichtholzquerschnitten blockverklebt.

Auch die Diagonalstreben und die Horizontalriegel wurden größtenteils als blockverklebte Querschnitte ausgeführt. Für die Blockverleimung in der vorliegenden Nutzungsklasse 3 war eine weitere vorhabenbezogene Bauartgenehmigung erforderlich. Sämtliche Blockverklebungen wurden mit Resorzinharz ausgeführt.

Die erforderlichen Versuche für die vorhabenbezogene Bauartgenehmigung wurden bei der MPA Stuttgart durchgeführt.



Abbildung 5: Blockverleimtes BSH aus Edelkastanie



Abbildung 6: Rohlinge Vollholz Eiche

Die Bohlen des Belags der Plattformen, die Geländer Verkleidung nebst Abschlussholmen sowie die Treppenstufen wurden aus heimischer Stieleiche hergestellt. Wie die Edelkastanie ist auch die Stieleiche der Dauerhaftigkeitsklasse 2 «dauerhaft» zugeordnet.

Die Stahlteile der Anschlussknoten sowie die Stahlbauteile (Treppenwangen, tragende Konstruktion der Plattformen) wurden in S235 ausgeführt. Der Korrosionsschutz wurde als «Duplex – Beschichtung» ausgeführt, d.h. Feuerverzinkung mit zusätzlicher Pulverbeschichtung.

Aufgrund des hohen Gerbsäuregehalts der eingesetzten Holzarten wurden sämtliche Verbindungsmittel in Edelstahl V2A und V4A ausgeführt.

3.2. Abbund

Das gesamte Bauwerk inkl. Ausschnitte, Bohrungen, Stahlteile sowie Verbindungsmittel wurde in 3D modelliert. Aus dem 3D Modell wurden die Befehle für den Abbund auf CNC Anlagen generiert.

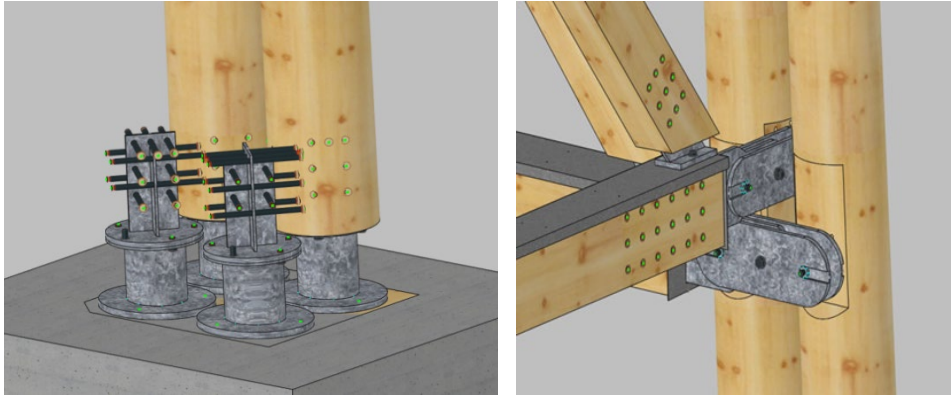


Abbildung 7 und 8: 3D Modellierung der Anschlüsse

Die blockverleimten Querschnitte der Rundstützen wurden rund abgedreht und anschließend auf der CNC Anlage abgebunden. Die Riegel und Streben wurden ebenfalls im Hause Amann auf der CNC Anlage abgebunden.



Abbildung 9 und 10: BSH Bauteile aus Edelkastanie abgebunden

Gleiches gilt für das Eichenholz für Stufen, Geländerverkleidung und Podestbelag. Die genannten Bauteile wurden, parallel zum Abbund der Edelkastanie, auf einer zweiten CNC Anlage passgenau abgelängt, gebohrt und gefräst und mit der jeweiligen Produktionsnummer versehen.



Abbildung 11 und 12: Eichenbauteile montagefertig abgebunden

3.3. Vormontage

Um die Montagezeit auf der Baustelle zu reduzieren, entschloss sich die Holzbau Amann GmbH dazu, möglichst viele Bauteile und Baugruppen bereits im Werk vorzumontieren. Neben der mittlerweile im Holzbau allgemein üblichen Vormontage der Anschlussstahlteile, wurden auch die Eckstützenpakete, die Plattformen und die Treppen komplett montagefertig vormontiert.

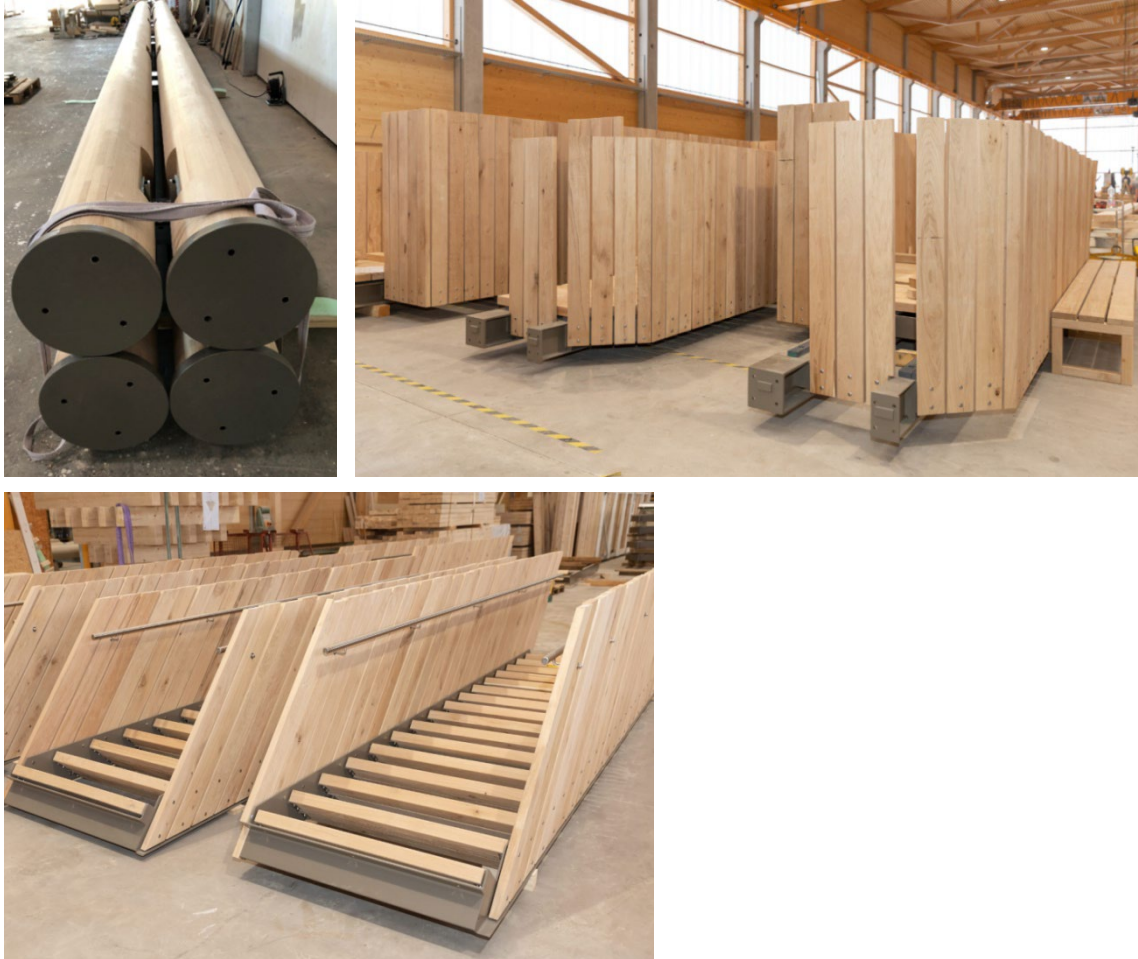


Abbildung 13, 14 und 15: Vormontage im Werk

4. Montage

Anfang Juli 2021 begann die Montage auf der Baustelle.

Das erste Segment des Turms wurde direkt auf die neu erstellten Fundamente montiert. Die beiden anderen Turmsegmente sowie die Kanzel wurden auf dem Boden, neben dem eigentlichen Turm vollständig zusammengebaut. Neben den Blitzschutzleitungen an den Außenseiten der jeweiligen Segmente, wurde auch die komplette Dacheindeckung der Kanzel vor dem Versetzen der Elemente ausgeführt.



Abbildung 16: Zusammenbau der Turmsegmente

Der Zusammenbau der einzelnen Segmente wurde in knapp 15 Arbeitstagen durchgeführt. Am 28.07.2021 erfolgte die Endmontage des Turms: die einzelnen Segmente wurden mit Hilfe eines Mobilkrans versetzt und miteinander verschraubt. Am Abend desselben Tages konnte die Endmontage erfolgreich abgeschlossen werden. Am 30.07.2021 wurde Richtfest gefeiert.

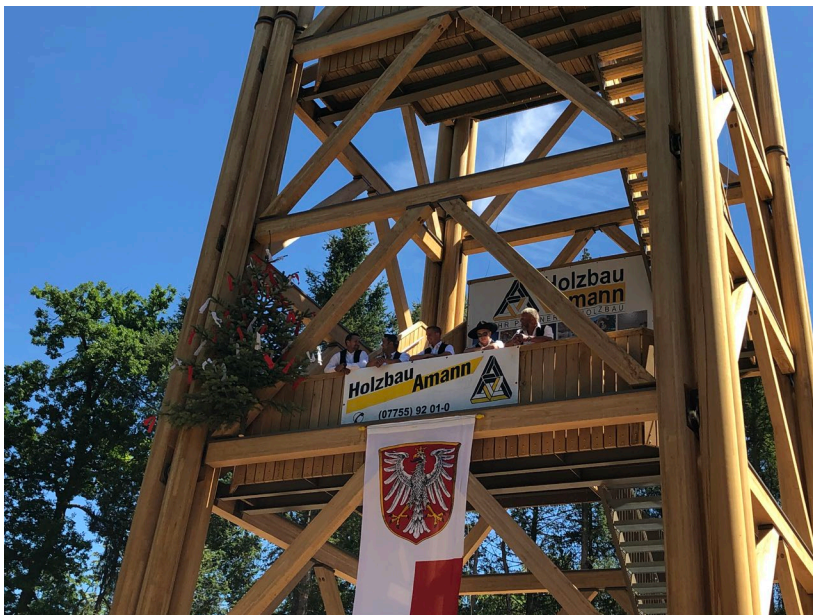


Abbildung 17: Richtspruch Goetheturm