

# **Zwei Turmprojekte, ein Resumée: die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen**

Two towers, one summary: rising to diverse challenges

Deux projets de tours en un résumé : surmonter une multitude d'obstacles

Due progetti di ponti, un riassunto: il superamento di molteplici sfide

Fritz Maeder  
Dipl. Ing. FH  
Holzing Maeder GmbH  
Evilard, Schweiz



2 | Zwei Turmprojekte, ein Resümee: die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen | F. Maeder

# Zwei Turmprojekte, ein Resumée: die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen

## 1. Zwei Turmprojekte unweit voneinander entfernt

Der Zufall wollte es so, dass zwei Turmprojekte keine zehn Kilometer voneinander entfernt und fast zum gleichen Zeitpunkt geplant und gebaut wurden. Zum einen war dies der Lysser Aussichtsturm und zum anderen der Chutzenturm auf dem Frienisberg. Die neuen Aussichtstürme stehen im Westen des schweizerischen Mittellandes, dem Seeland. Die drei Juraseen, Murten- Neuenburger- und Bielersee sind in diese grosse Ebene eingebettet. In diesem Gebiet, wo sich früher ein riesiges Moorgebiet befand, wird heute  $\frac{1}{3}$  der schweizerischen Gemüseproduktion angepflanzt. Von beiden Aussichtstürmen aus sehen die Besucher über die grosse Ebene.

### 1.1. Massgebende Einwirkung „Wind“

Beim Lysser Aussichtsturm wie auch beim Chutzenturm ist die Windeinwirkung die massgebende Grösse für die Dimensionierung der Bauteile und Anschlüsse. Da in den geltenden Normen keine Angaben zu Aussichtstürmen abgedruckt sind, wurden die Windannahmen analog zu Hochhäusern nach Norm SIA 261 „Einwirkungen auf Tragwerke“ gemacht.

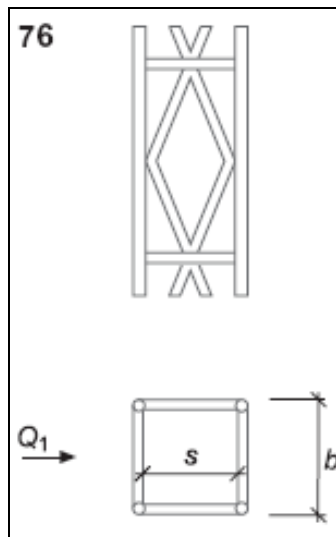
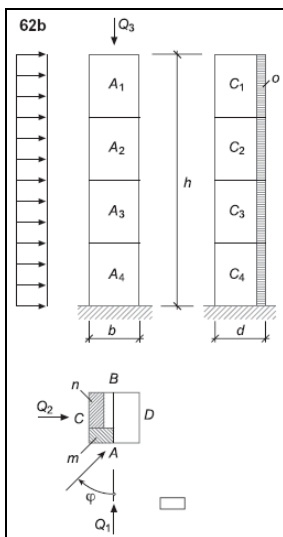


Abbildung 1: Wind bezügl. Hochhäuser (SIA 261)

Abbildung 2: Wind bezügl. räumliche Fachwerke (SIA 261)

Zusätzlich wurde eine Kontrollrechnung mit den Beiwerten für räumliche Fachwerke nach der gleichen Norm durchgeführt.

## 2. Lysser Aussichtsturm

Zum 1000-jährigen Bestehen der Gemeinde Lyss hat der Verein Lysser Aussichtsturm Personalwaldkorporation Lyss zusammen mit Sponsoren aus dem lokalen Gewerbe und privaten Gönnern einen Aussichtsturm gebaut. Der Holzturm steht auf der „Chrützhöchi“ in der Nähe des Lysser Bahnhofs und bietet den Besucherinnen und Besuchern eine Rundumsicht mit Blick auf das Seeland, die Jurakette und Teile der Alpen. Der auf einer Anhöhe stehende Turm inmitten eines Waldstückes, das vom Sturmtief Lothar schwer verwüstet wurde, ist für einen Spaziergang ideal gelegen. Der Lysser Aussichtsturm wurde im Dezember 2009 als Abschluss der Feierlichkeiten „1000 Jahre Lyss“ eingeweiht.

Die Idee einen Aussichtsturm zu bauen, entstand bereits nachdem im Jahr 1999 der Sturm Lothar über die Schweiz gefegt war. Eine handvoll Idealisten der Personalwaldkorporation Lyss gründeten zu diesem Zweck einen Verein, der das Ziel verfolgte, den Ein-

wohnern von Lyss eine bleibende Erinnerung an das 1000-jährige Bestehen von Lyss zu schenken. In einer ersten Phase wurde die Ingenieurabteilung Holz, der Berner Fachhochschule für Architektur, Holz und Bau angefragt, im Rahmen der Ausbildung Entwurfsideen von Türmen zu erarbeiten. Unter der Leitung von Prof. Dr. Christophe Sigrist erarbeiteten angehende Holzbauingenieure einige Entwürfe von unterschiedlichen Holztürmen. Die Bauherrschaft hat in der Folge eine Entwurfsidee aufgegriffen und durch die Holzring Maeder GmbH aus Evilard weiter bearbeiten lassen. Damit der gewählte Entwurf von den Kosten her ins zur Verfügung stehende Budget des Vereines passte, wurde die Konstruktion angepasst. Die Turmhöhe von 38 m, der Grundriss von  $8 \times 8 \text{ m}^2$ , die vier Rundholzstützen und die Form der Entwurfsidee wurden aus der Projektarbeit übernommen.



Abbildung 3: Entwurfsidee der BFH AHB, Biel

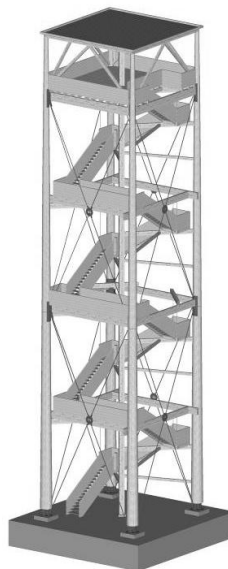


Abbildung 4: Angepasster Entwurf Holzring Maeder GmbH

Die geschwungene Form des Turmes mit den Rundungen, das Aussteifungskonzept mit den biegesteifen Rahmenecken, die Plattformen und die Treppenkonstruktion mussten aus Kosten- und brandschutztechnischen Gründen vereinfacht werden.

## 2.1. Konstruktionsbeschreibung

Vier ungefähr 120-jährige Douglasien aus dem nahe gelegenen Wald bilden die Haupttragstruktur des Turmes. Für den Holzbauingenieur und der ARGE Holzbau begann die Arbeit bereits im Wald. Die Rundholzstützen mussten bezüglich der Qualität beurteilt und eingemessen werden. Die Stützen haben an den Fusspunkten einen Durchmesser von über einem Meter. An diesen vier Eckstützen und einer Brettschichtholzstütze von  $40 \times 40 \text{ cm}^2$ , im Zentrum des Turmes angeordnet, sind die Treppenkonstruktion und die Zwischenpodeste aufgelagert. Die Aussteifung erfolgt über ein handelsübliches Zugstabsystem. Die unteren Auskreuzungen haben einen Durchmesser von 56 mm, die oberen einen Durchmesser von 42 mm. Alle Stahlteile sind verzinkt. Die tragenden Bauteile im Inneren des Turmes wurden zu einem grossen Teil aus Brettschichtholz konstruiert. Für sekundäre Bauteile wurde Vollholz eingesetzt. Um die Kosten möglichst tief zu halten, wurde für das Brettschicht- und Vollholz ausschliesslich Fichten- bzw. Tannenholz verwendet. Die Eckstützen wurden auf der Höhe des zweiten Zwischenpodests auf ca. 16 m Höhe mit einem ungefähr 580 kg schweren verschweissten Stahlteil gestossen. In diesem Stossbereich wurden die Auskreuzungen angeschlossen. Die Verbindungen zum Holz wurden mittels Schlitzbleche und Stabdübel ausgeführt. Durch die gestossenen Rundholzstützen wurden der Transport, die Anschlüsse und die Montage vereinfacht. Das Stahlteil beim Fusspunkt wiegt ca. 830 kg und wird über eine Schlitzblech-Stabdübel-Verbindung an die Rundholzstützen befestigt. Die horizontalen Randträger wurden teilweise mit Stabdübelverbindungen und teilweise mit aufgenagelten Blechen und Gelenkbolzen angeschlossen. Massgebend für die Wahl der Verbindungsart war zum einen die Montagefreundlichkeit, zum anderen die Grösse der einzuleitenden Kräfte. Für kleinere Anschlüsse wurden Blechformteile wie Balkenschuhe verwendet.



Abbildung 5 und 6: Der Lysser Aussichtsturm nach der Fertigstellung

Damit möglichst kein Wasser in die grossen Anschlüsse eindringt, wurden Regen abweisende Blechschürzen angebracht.

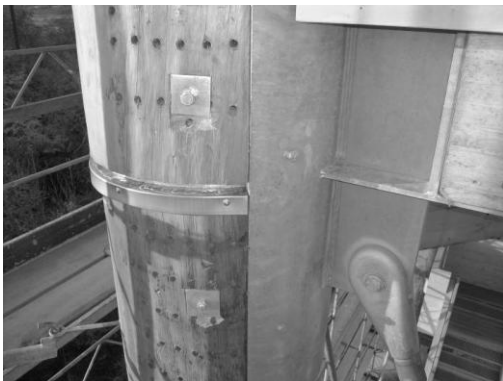


Abbildung 7: Anschluss Stossbereich Rundholzstützen mit Blechschürzen

Dem konstruktiven Holzschutz wurde Rechnung getragen, indem in den statisch beanspruchten Anschlussbereichen mit genügend Spiel gearbeitet wurde. Es ist nicht überall zu verhindern, dass das Wasser in die Anschlüsse eindringt, jedoch soll gewährleistet werden, dass das Wasser möglichst schnell abtropfen bzw. austrocknen kann. Das Dach bietet einen zusätzlichen Schutz zumindest für den oberen Turmbereich.



Abbildung 8: Anschlüsse an die Mittelstütze (Sicht von unten nach oben)

Die Zwischenpodeste wurden auf 8.5 m, 17 m und auf 25 m angeordnet. Sie sind 1.80 m und 2.25 m breit und gegen die Südseite ausgerichtet. Somit haben die Besucher von

diesen Podesten aus einen wunderbaren Blick auf die Stadt Lyss. Die Aussichtsplattform befindet sich auf einer Höhe von ungefähr 34 m und das Flachdach ist 38 m ab Boden. Die Gehbeläge bestehen aus 50 mm dicken Lärchenbohlen.

Zwölf gerade Treppenläufe führen auf die Aussichtsplattform. Die Treppenwangen sind zugleich auch Treppengeländer. Sie bestehen aus stehenden, 100 mm breiten Brettschichthölzern. Für die 180 Treppenstufen wurden verzinkte Gitterroste, die seitlich an die Wangen verschraubt wurden, verwendet. Der Abstand zwischen den Wangen beträgt 1.10 m. Die Geländer bei den Zwischenpodesten und der Aussichtsplattform wurden wie bei den Treppen mit Brettschichtholzträgern ausgeführt. Die Geländerhöhe ist 1.20 m. Die geschlossenen Treppenwangen und Podestgeländer geben den Besuchern ein zusätzliches Gefühl der Sicherheit. Somit sind Kinder und Erwachsene, die Probleme haben auf solch schwindelerregende Höhen zu steigen, eher bereit den Turm zu besteigen.

Der Wind war die massgebende Einwirkung für die statische Berechnung. Die angenommenen Windkräfte entsprechen einer Windgeschwindigkeit von ungefähr 170 km/h bis 180 km/h. Dies entspricht ungefähr der Windstärke, die beim Lothar stellenweise im Mittelland gewirkt hat.

Das Fundament hat die Form eines Kreuzes auf welchem vier Betonsockel für die Aussenstützen, ein Sockel für die Mittelstütze und ein Sockel für den Treppenaufgang angeordnet sind. Schlussendlich sind vom Fundament nur diese sechs Sockel sichtbar. Es wurden 60 m<sup>3</sup> Beton und 4 Tonnen Bewehrungsstahl verbaut. Das Betonkreuz wurde mit einer Kiesschicht überdeckt. Das Fundament steht auf 22 Mikropfählen, die 13 m lang sind.

## 2.2. Abbund

Der Baubeginn war im August 2009. Nach ungefähr vier Wochen waren die Baumeisterarbeiten beendet. Gleichzeitig mit den Fundamentarbeiten wurden die Rundholzstützen auf einer nicht befahrenen asphaltierten Zufahrtsstrasse abgebunden.



Abbildung 9: Abbundplatz auf nicht befahrener Strasse in Turmnahe

Die Arbeiten mit Rundholz waren für die ausführenden Firmen eine grosse Herausforderung. Schliesslich ist es nicht mehr alltäglich mit Rundholz zu arbeiten. Jeder Stamm hatte unterschiedliche Durchmesser. Die Querschnitte waren teilweise rund bis oval. Alle Rundhölzer unterschieden sich bezüglich der Vorkrümmungen. Nicht zuletzt musste auch auf die Astigkeit der einzelnen Stämme Rücksicht genommen werden. Die ausführenden Zimmerleute mussten sich jeden Arbeitsschritt genau überlegen. Umso grösser war für die Holzbauer am Schluss die Genugtuung, etwas ganz Spezielles gebaut zu haben. Alle Stahlteile wurden vorgängig soweit dies möglich war auf dem Abbundplatz eingebaut oder zumindest eingepasst. Das Brettschichtholz wurde zu einem grossen Teil auf dem Bearbeitungszentrum der Firma Scheurer Holzbau AG Lyss abgebunden. Träger, die an einem Ende direkt an die Rundhölzer angeschlossen werden mussten, wurden vorgängig nur einseitig bearbeitet und auf der Baustelle genau eingemessen und fertig bearbeitet. Damit diese Arbeiten effizient erledigt werden konnten, wurden für diese Anschlüsse auf dem Bearbeitungszentrum Schablonen angefertigt.

### 2.3. Montage

Der Turm wurde in zwei Phasen aufgebaut. Vor der ersten Phase wurde ein vierseitiges Gerüst bis auf ca. 18 m Höhe aufgestellt. Danach wurden je zwei Stützen mit dem oben angeordneten Druckbalken und dem Aussteifungskreuz als Joch auf dem Bauplatz zusammgebaut.



Abbildung 10: Montage eines der beiden Stützenjochs

Mit dem zur Verfügung stehenden Mobilkran wurde dieses Joch über das Gerüst gehievt und auf die beiden Fundamentpunkte gesetzt und mit den einbetonierten 40 mm dicken Swiss-Gewi-Stäben verschraubt. Anschliessend wurde die Mittelstütze gesetzt. Die restlichen Horizontalstäbe und die Treppenläufe wurden von unten nach oben montiert. Erst nachdem der untere Teil des Turmes zum grössten Teil fertig aufgestellt war, wurden die Gerüstarbeiten für die zweite, obere Phase durchgeführt. Im Rahmen dieser Bauphase wurden die Eckstützen einzeln eingesetzt und durch die Horizontalbalken und Aussteifungskreuze stabilisiert. Wie beim unteren Turmabschnitt wurden die übrigen Träger und Treppenläufe von unten nach oben eingesetzt. Nach dem das Dachtraggerippe am Boden zusammgebaut war, wurde es kurz auf die Rundholzstützen des Turmes positioniert, um die Anschlussbereiche anzuzeichnen. Nachher wurde das Gerippe wieder auf den Boden gelegt.



Abbildung 11: Einpassen des Dachtragwerkes an die Rundholzstützen bevor das Dach ganz vorgefertigt wurde

Das Dach wurde in der Folge als Element inklusive der Dachabdichtungen und des Blitzschutzes fertig zusammgebaut. Somit konnten beinahe alle Arbeiten am Dach ohne grosse Sicherungsmassnahmen durchgeführt werden. Das Dachelement wurde in einem Kranzug auf die richtige Position gesetzt. Die Montage ab Fundament erstreckte sich über ungefähr zweieinhalb Monate. Einzelne Unterbrüche mussten gemacht werden, damit beispielsweise das Gerüst ergänzt werden konnte.

## 2.4. Sicherheitskonzept

Das vierseitige Aussengerüst war die wichtigste Massnahme bezüglich des Sicherheitskonzeptes für die Aufbauarbeiten. Um die Mittelstütze herum wurde zusätzlich ein Gerüst bis unter die Aussichtsplattform eingebaut. Damit punktuell auf den Innenseiten der Eckstützen Arbeiten ausgeführt werden konnten, wurden Gerüstbrücken eingesetzt. Mit dem Mobilkran konnten sie an die richtigen Positionen gesetzt bzw. versetzt werden. Auf ungefähr 16 m ab Boden wurde für den Aufbau der oberen Turmhälfte ein Netz gespannt. Die Arbeiter sicherten sich für die Montagearbeiten konsequent mit Absturzsicherungen. Es wurde strikte darauf geachtet, dass alle, die sich im Baustellenbereich aufhielten, Schutzhelme trugen.

## 2.5. Projektbeteiligte

Bauherrschaft	Verein Lysser Aussichtsturm Personalwaldkorporation, Lyss www.forst-lyss.ch
Entwurfsideen / Vorprojekte	Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel www.ahb.bfh.ch
Entwurfsüberarbeitung / Holzbaustatik / Werkplanung / Bauführung	Holzing Maeder GmbH, Evillard www.holzing-maeder.ch
Betonstatik	RUL + Partner Bauingenieure AG, Schüpfen E-Mail: bauingenieure@rul-partner.ch
Ausführung	ARGE Holzbau:  Feldmann & Co AG, Lyss www.felma.ch  Scheurer Holzbau AG Lyss, Suberg E-Mail: holzbau.scheurer@bluewin.ch

## 2.6. Projektdaten

Turmhöhe	38.0 m
Höhe Aussichtsplattform	34.0 m (ca. 475 m ü. M.)
Grösse Aussichtsplattform	64 m <sup>2</sup>
Rundholzstützen	ca. 56 m <sup>3</sup> (Fichte / Tanne)
Brettschichtholz	ca. 72 m <sup>3</sup> (Fichte / Tanne)
Treppentritte	Gitterrost
Treppensteigungen	180
Treppenläufe	12
Zwischenpodeste	3
Grundriss (Achsen Eckstützen)	8.0 m x 8.0 m
Gesamtkosten	ca. CHF 740'000

## 3. Chutzenturm auf dem Frienisberg

Der Verein Chutzenturm hat sich zum Ziel gesetzt, einen touristischen Anziehungspunkt zu schaffen und damit die Wahrnehmung des Seelands und der Region Frienisberg zu stärken. Der Wunsch, der breiten Öffentlichkeit Wald und Holz näher zu bringen, spielte dabei eine ebenso grosse Rolle, wie die Einbeziehung und Unterstützung des regionalen Gewerbes. Mit der Eröffnung des Chutzenturms im Juni 2010 konnte dieser Zielsetzung vollumfänglich entsprochen werden.

Die Region Frienisberg, eingebettet zwischen der Stadt Bern und Aarberg mit ihrer höchsten Erhebung, dem Chutzen (816 m ü. M.), ist um eine Attraktion reicher. Zentral gelegen zwischen Bern und Biel, inmitten stattlicher Bäume, erschliesst sich dem Betrachter ein herrliches 360°-Panorama von der 40 m hohen Plattform des neuen Holz Aussichtsturms. Schon kurz nach der offiziellen Eröffnung im Juni ist der Chutzenturm zum beliebten Ausflugsziel für Familien, Wander- und Mountainbikefreunde, Einheimische wie



auswärtige Touristen geworden. Beeindruckend ist dabei bei gutem Wetter nicht nur der Rundblick über das Seeland, den Jura bis hin zu den Alpen. Auch der Turm selbst ist eines Blickes würdig.



Abbildung 12 und 13: Der Chutzenturm nach der Fertigstellung

### 3.1. Projekt von regionaler Bedeutung

Es ist ein einmaliger Holzturm mit einer Gesamthöhe von 45 m als ein Projekt von regionaler Bedeutung entstanden. Nach der Idee der Fachgruppe Landschaft der Einwohnergemeinde Seedorf haben Studenten der Berner Fachhochschule in Biel in einem internen Projektwettbewerb sechs mögliche Varianten entwickelt. Die Variante „Stage“ hat im Juni 2008 zur Gründung des Vereins Chutzenturm geführt. Dieser hat sich die Realisierung und den späteren Unterhalt dieses Aussichtsturms zum Ziel gesetzt. Von diesem Zeitpunkt an wurden fleissig Spendengelder gesammelt und Sponsoren gesucht. Verkauft wurden die Treppentritte, -geländer, die Zwischenpodeste, das Dach und nicht zuletzt die Aussichtsplattform, womit ein beachtenswerter Erlös erzielt wurde. Durch zusätzliche Spenden und ein Beitrag des Lotteriefonds des Kantons Bern konnte letztendlich eine stark überarbeitete Variante des Turms finanziert werden. Bei der Wahl der Handwerker und Firmen wurde grösster Wert darauf gelegt, diese nur aus dem unmittelbaren Einzugsgebiet des Frienisbergs zur Offerteingabe einzuladen. Die lokalen Forst- und Sägereibetriebe konnten so über 460 m<sup>3</sup> Douglasien aus dem Frienisberger Wald schlagen und verarbeiten. Für den Holzbauingenieur begannen die Arbeiten bereits im Wald, wobei die Qualität der Rundholzstämmen für die Eckstützen teilweise noch an den stehenden Bäumen beurteilt werden mussten.



Abbildung 14: Die Hauptstützen mussten vor dem Fällen beurteilt werden

Dabei spielte die Astigkeit, Krümmung und die Durchmesser eine wichtige Rolle. Das Eichenholz für die Treppenstufen konnte auch in der nahen Region beschafft werden. Von der Region für die Region, dieser Slogan trifft für das Bauvorhaben gänzlich zu.

### 3.2. Aufbau und Statik

Die an die Projektgruppen der Berner Fachhochschule in Biel herangetragene Aufgabe bestand darin, einen Aussichtsturm zu entwerfen, von dessen Aussichtsplattform ein störungsfreier Rundumblick ermöglicht wird, und dem man ansieht, dass er aus Naturmaterialien aus dem unmittelbarem Umfeld besteht. Die Grundidee bestand daher aus einer kompletten Rundholz-Konstruktion, welche im Ganzen sehr rustikal und naturnah wirkte. Da sich die Bearbeitung und die Anschlüsse als sehr aufwändig und kostenintensiv herausstellten, musste der Studentenentwurf vom beauftragten Holzbauingenieur angepasst werden.

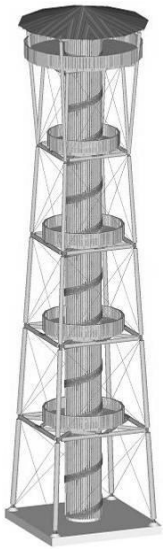


Abbildung 15: Entwurfsidee der BFH AHB, Biel

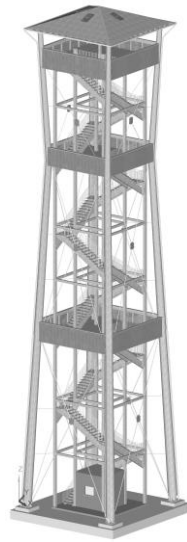


Abbildung 16: Angepasster Entwurf Holzring Maeder GmbH

Auch die Vorgaben an eine bequeme Begehbarkeit und der Wunsch nach einer gewendelten Treppe mit mehreren Zwischenpodesten konnten so nicht erfüllt werden. Das ursprüngliche Konzept musste zum einen aus finanziellen Gründen aber auch wegen der Auflagen der Kantonalen Gebäudeversicherung optimiert werden. Bald herrschte Klarheit darüber, dass die Anzahl der Plattformen auf zwei Zwischenpodeste und eine Aussichtsplattform beschränkt und die Treppe mit geraden Treppenläufen ausgeführt werden sollte. Der Verwendung von Eichentritten hingegen stand durch das Einbringen eines angepassten Brandschutzkonzeptes nichts im Wege.



Abbildung 17: Vorgefertigte Treppenläufe



Abbildung 18: Zweiteilige Eichentritte mit Metallkante

Der quadratische Grundriss und die vier Rundholzstämmen (Achsabstand 9 m) in den Aussenecken wurden beibehalten. Diese Geometrie verjüngt sich bis zur Höhe (31.40 m) der oberen Zwischenplattform auf ein Quadrat von ca. 6.30 m Kantenlänge, um sich dann auf Höhe der Aussichtsplattform wieder auf 7.10 m zu vergrössern. Die oberste Plattform erhält damit eine Grundfläche von knapp 50 m<sup>2</sup> und bietet vielen Besuchern gleichzeitig ausreichend Platz.

Die entrindeten Douglasienstämme bilden die Primärelemente der Turmstruktur. Dabei ist das Tragwerk in drei Abschnitte aufgeteilt. Im Fusspunkt weisen die Stützen einen Durchmesser von ca. 90 cm auf und sind über eine Schlitzblech-Stabdübel-Verbindung mit einem Stahlteil im Einzelfundamenten verankert. Sämtliches Rundholz wurde auf einem asphaltierten, nicht überdachten Platz unweit der Baustelle abgebunden.



Abbildung 19: Schlitzen der Rundholzstützen



Abbildung 20: Kappen der Rundholzstützen

Die vier Rundholzstützen sind auf Höhe der ersten Plattform (15.80 m) gestossen und werden mittels verschweisster Stahlteile verbunden. Ebenfalls in diesen Knotenpunkten sind die Aussteifungskreuze, bestehend aus einem handelsüblichen Zugstabsystem mit Durchmessern von 52 mm im unteren Abschnitt bis 30 mm im obersten Abschnitt, mittels Schlitzblechen und Stabdübeln an die Rundholzstützen angeschlossen. Über diese Stäbe werden die Windkräfte aufgenommen und der Turm ausgesteift. Der ebenfalls quadratische äussere Treppen Kern mit einer Kantenlänge von 5.80 m, bestehend aus vier verleimten Brettschichthölzern ( $233 \times 233 \text{ mm}^2$ ), ist in der Höhe im Abstand von 4.50 m bis ca. 6.0 m über Horizontalbalkenkränze mit verleimten Trägern ( $233 \times 200 \text{ mm}^2$ ) verbunden. Diese werden mit dem Querkraftverbinder Idefix und je einer Bauschraube an die Vierkantstützen angeschlossen. Die oberen Flächen dieser horizontalen Kränze sind dabei leicht angeschrägt, um das Abfließen von Regenwasser zu ermöglichen. Der innere Treppen kern ergänzt die Tragstruktur für die Treppenkonstruktion.

Die horizontale Aussteifung in den jeweiligen Horizontalalkränzen erfolgt über gekreuzte Stahlstäbe. Die Zugstäbe durchdringen dabei die äusseren Treppenstützen und werden an die Rundholzstützen des Haupttragwerkes angeschlossen. Diese Massnahmen gewährleisten die Stabilität der gesamten Treppenkonstruktion. Nahezu das gleiche System kommt in den Plattformebenen zum Tragen, hier sind die Zugstäbe jedoch nicht übereinander gekreuzt, sondern sind über ein Stahlteil mit angeschweissten Muttern im Kreuzungspunkt miteinander verbunden. Im Bereich der oberen Aussichtsplattform wird über dieses Stahlteil ein Teil der Dachlasten über eine Stütze und einen Träger in den Treppen kern geleitet.



Abbildung 21 und 22: Stützenübergang im Bereich Zwischenplattform

Für die Plattformen und Treppen wurde gemäss Norm SIA 261 Nutzlasten von  $4.0 \text{ kN/m}^2$  angesetzt. Massgebende Einwirkung für die statische Berechnung der Turmkonstruktion war jedoch der Wind. Hierbei wurde von einem angepassten Windstaudruck von ca.  $1.8 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen, was einem orkanartigen Sturm gleichkommt. Dabei musste vor allem die Treppenkonstruktion, die Plattformen, das Dach und die Rundholzstützen als Hauptwindangriffsfläche beachtet werden. Da in den gültigen SIA-Normen praktisch keine Grundlagen für die Windbetrachtung von Aussichtstürmen definiert sind, wurde analog zu Hochhäusern (siehe Kap. 1.1) verfahren. Eine Kontrollrechnung wurde mit den Grundlagen für räumliche Fachwerkträger durchgeführt. Neben der Tragsicherheit ist auch das Schwingungsverhalten eines Turmes von Bedeutung. Durch die Reduzierung der Anzahl der Plattformen im Verlauf der Optimierungsarbeiten, wurde dadurch auch die Anzahl der vertikalen Aussteifungsverbände auf drei Auskreuzungen übereinander begrenzt. Als Folge ist die Schwingungsanfälligkeit ein bisschen grösser als beim ursprünglichen Studentenprojekt. Auch die Treppenläufe erhalten durch die massiven Wangen und Eichenritte eine hohe Grundstabilität. 18 Treppenläufe führen auf die oberste Plattform. Die Laufbreite der aufgesattelten Treppen beträgt ca. einen Meter. Es wurde mit einem Steigungsverhältnis von 62 cm gearbeitet. Dadurch wird das Besteigen des Turmes für die meisten Besucher als sehr angenehm empfunden. Ein wichtiges Augenmerk des Holzbauingenieurs bezog sich auf den konstruktiven Holzschutz. Dabei wurde geachtet, dass Fugen in den Anschlussbereichen eingeplant wurden.



Abbildung 23 und 24: Fugenausbildung in Anschlussbereichen

Chemischer Holzschutz war von Beginn der Planungsphase an unerwünscht.

### 3.3. Eingesetzte Materialien

Mit dem Einsatz des Rohstoffes Holz aus den heimischen Wäldern wurde dem Wunsch des Vereins Rechnung getragen, die Region mit dem Bau wirtschaftlich zu fördern. Rund  $60 \text{ m}^3$  Douglasien Rundholzstützen und  $90 \text{ m}^3$  Douglasien Brettschichtholz und Vollholz wurden für Stützen, Träger, Treppenholme, Bodenbeläge und Geländer verarbeitet. Für die Treppentritte wurden  $6 \text{ m}^3$  Eichenholz eingesetzt. Für die einzelnen Anschlüsse und Aussteifungen wurden gegen 20 t verzinkte Stahlteile und Verbindungsmittel verbaut. Damit das mit MUF Klebstoff verleimte Brettschichtholz eine grössere Formstabilität aufweist, wurden Douglasienlamellen mit einer Dicke von  $33 \frac{1}{3} \text{ mm}$  verwendet. Anforderung an den Klebstoff für das verleimte Holz war die Feuchteklasse 3.



Abbildung 25 und 26: Stabilisierungsstäbe für den Treppenkern bzw. Treppenkonstruktion

### 3.4. Reibungslose Montage

Das Fundament wurde bereits gegen Ende des letzten Jahres erstellt. Die Montagearbeiten der Holzkonstruktion begannen am 3. Mai 2010. Der Turm konnte innerhalb von sechs Wochen mit einem Mobilkran in drei Phasen aufgerichtet werden. Vor Beginn der einzelnen Phasen ist das Baugerüst, welches als wichtige Sicherheitsmassnahme zur Turmerstellung diente, aufgestellt worden. Begonnen wurde mit den acht Treppenhausstützen, wobei die inneren vier Stützen als vorgefertigtes Element montiert wurden.

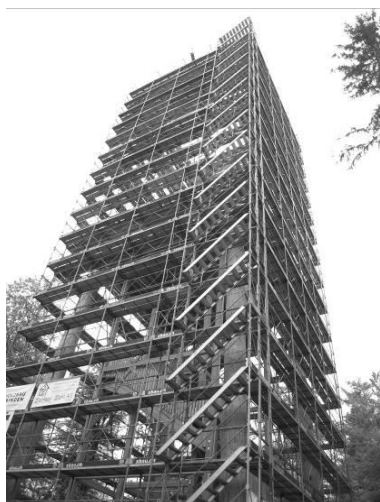


Abbildung 27: Vierseitiges Gerüst



Abbildung 28: Innere Treppenhausstützen als Modul vorgefertigt

Anschliessend wurden die vier Rundholzstützen, die Horizontalträger und die untersten Aussteifungsverbände eingebaut. Nach der Montage der Haupttragstruktur wurden die ersten sechs vorgefertigten Treppenläufe eingebaut. Nach nur vier Arbeitstagen waren der erste Bauabschnitt samt Treppengeländer und kleine Podeste praktisch fertig erstellt. Während des einwöchigen weiteren Gerüstaufbaus für die zweite Bauphase wurde die erste Zwischenplattform inklusive Bohlenbelag fertig gebaut. Die zweite Bauphase verlief analog der Ersten und endete nach nur drei Tagen mit dem Beginn der Vormontage des Daches. Dieses wurde vor Ort innert weniger Tage am Boden neben dem Turm zusammengebaut und anschliessend vom Spengler verblecht.

Die letzte Bauphase wurde in vier Tagen mit der Montage der Haupttragkonstruktion, dem Treppenkern inklusive der restlichen Treppenläufe abgewickelt. In der Folge wurde noch die Position des Daches auf den vier Aussenstützen und der Mittelstütze eingemessen. Daraufhin konnte aufgrund der guten Wetterverhältnisse direkt mit dem Montieren des Daches begonnen werden. Das komplett vorgefertigte, ca. 6 Tonnen schwere Dach wurde mittels Mobilkran auf ca. 42 m Höhe gehoben und in die Auflagerklauen der Rundholzstützen gesetzt. Nach einigen Arbeitstagen waren die meisten Arbeiten inklusive dem Einbau des von der Gebäudeversicherung geforderten Blitzschutzes abgeschlossen.



Abbildung 29: Montage des vorgefertigten Daches



Abbildung 30: Montage Blitzschutz

Vor dem Rückbau des Gerüsts wurde das Werk mit der Bauherrschaft zusammen abgenommen. Vor der Einweihung wurde im Bereich des Treppenhausauges ein kleiner Materialraum eingebaut.

Durchdachte Details, gutes Wetter und engagierte Handwerker ermöglichten eine reibungslose Montage und die pünktliche Eröffnung des Chutzenturms. Dieses mit anfänglichen Klippen und Hürden bestückte Projekt wird zusehends zu einer Attraktion des Berner Seelands. Er überragt die Baumwipfel weit und die Herausforderung und Freude eines jeden Beteiligten wird durch die einmalige Holzkonstruktion wiedergegeben.

### 3.5. Projektbeteiligte

Bauherrschaft	Verein Chutzenturm, Seedorf <a href="http://www.chutzenturm.ch">www.chutzenturm.ch</a>
Entwurfsideen / Vorprojekte	Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel <a href="http://www.ahb.bfh.ch">www.ahb.bfh.ch</a>
Entwurfsüberarbeitung / Holzbaustatik / Werkplanung / Bauführung	Holzing Maeder GmbH, Evillard <a href="http://www.holzing-maeder.ch">www.holzing-maeder.ch</a>
Betonstatik	Wälchli & Pail AG, Biel <a href="http://www.waelchli-pail.ch">www.waelchli-pail.ch</a>
Ausführung	ARGE Holzbau: Fritz Zbinden Zimmerei, Frieswil <a href="http://www.holzbauzbinden.ch">www.holzbauzbinden.ch</a> Bearda Holz-Bau, Schüpfen <a href="http://www.bearda.ch">www.bearda.ch</a> Peter Schenk Holzbau, Schüpfen
Treppenkonstruktion	Zimmerei Ziehli AG, Lobsigen

### 3.6. Projektdaten

Turmhöhe	45.0 m
Höhe Aussichtsplattform	40.0 m (859 m ü. M.)
Grösse Aussichtsplattform	50 m <sup>2</sup>
Rundholzstützen	ca. 60 m <sup>3</sup> (Douglasie)
Brettschichtholz	ca. 90 m <sup>3</sup> (Douglasie)
Treppentritte	ca. 6 m <sup>3</sup> (Eiche)
Treppensteigungen	234
Stahlteile Holzbau	ca. 20 Tonnen
Gesamtgewicht des Turms	ca. 110 Tonnen
Grundriss (Achsen Eckstützen)	9.0 m x 9.0 m
Gesamtkosten	ca. CHF 1'000'000