

Exponierte Türme: Erfahrungen und Weiterentwicklungen in der Umsetzung des Hardwaldturmes

Fritz Maeder
Holzing Maeder
Evilard, Schweiz



Exponierte Türme: Erfahrungen und Weiterentwicklungen in der Umsetzung des Hardwaldturmes

1. Was bisher geschah

In den vergangenen 25 bis 30 Jahren wurden viele Aussichtstürme in der Schweiz und im umliegenden Ausland in Holz gebaut. Es war so ungefähr der Startschuss um mit Holz in die Höhe zu bauen. Seit geraumer Zeit werden nun auch Wohn-, Schul- und Verwaltungsbauten mit dem Werkstoff Holz mehrgeschossig gebaut. Was die Höhe betrifft können Turmbauten ein wenig als Vorreiter für den mehrgeschossigen Holzbau betrachtet werden. Wobei die Anforderungen bei Turmbauten natürlich anders sind als beim mehrgeschossigen Holzbau. Einige der gebauten Türme sind bereits in die Jahre gekommen, mussten saniert werden oder mussten zurückgebaut werden. Alle, die sich in den letzten Jahren mit Turmbauten beschäftigt haben, mussten ihre eigenen Erfahrungen machen. Man konnte nur wenig auf gebaute Projekte zurückgreifen, die schon älter waren. In diesem Bericht werden eingangs die beiden von uns geplanten Aussichtstürme, die vor mehr als zehn Jahren gebaut wurden, kurz vorgestellt. In der Folge werden einige Herausforderungen bzw. Problemstellen beim Turmbau thematisiert. Im letzten Abschnitt wird der Hardwaldturm beschrieben. Dieser wurde im Frühling 2022 in der Gemeinde Dietlikon nahe des Flughafens Zürich Kloten gebaut. Beteiligt am Aussichtsturm sind die Gemeinden Basersdorf, Dietlikon, Wallisellen sowie die Städte Kloten und Opfikon. Damit eine höhere Lebensdauer erreicht werden kann und der Unterhalt nicht zu kostspielig wird, griff man bei der Planung auf die Erfahrungen aus den früher gebauten Türmen zurück.

1.1. Lysserturm (Baujahr 2009)

Vier Douglasienstämme aus den umliegenden Wäldern bilden die Haupttragstruktur des Turmes. Für das übrige Tragwerk wurde Fichten-Brettschichtholz eingebaut. Die Rundholzstützen haben an den Fusspunkten einen Durchmesser von über einem Meter. An diesen vier Eckstützen und einer Brettschichtholzstütze von 40x40 cm², 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 wurde 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 eingesetzt.



Abbildung 1: Turm nach der Fertigstellung (2009)
(Fotos: Holzring Maeder GmbH)



Abbildung 2: Turm 13 Jahre später (2022)

1.2. Chutzenturm (Baujahr 2010)

Dieser Turm basiert auf einem quadratischen Grundriss mit vier Rundholzstämmen (Achsenabstand 9.0 m) in den Aussenecken. Diese Geometrie verjüngt sich bis zur Höhe (31.40 m) der oberen Zwischenplattform auf ein Quadrat von ca. 6.30 m Kantenlänge, um sich auf Höhe der Aussichtsplattform wieder auf 7.10 m zu vergrössern. Die oberste Plattform erhält damit eine Grundfläche von knapp 50 m² und bietet den Besuchern ausreichend Platz. Nebst den vier Rundholz-Douglasienstützen wurde für das restliche Tragsystem Douglasien-Brettschichtholz eingesetzt.

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 je einem Stahlteil in Einzelfundamenten verankert. 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. Mit diesen Auskreuzungen wird der Turm ausgesteift. Der ebenfalls quadratische äussere Treppenkerne mit einer Kantenlänge von 5.80 m, bestehend aus vier verleimten Brettschichthölzern (233 x 233 mm²), ist in der Höhe im Abstand von 4.50 m bis ca. 6.0 m über Horizontalbalkenkränze mit verleimten Trägern (233 x 200 mm²) verbunden. Diese wurden 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 Treppenkerne ergänzt die Tragstruktur für die Treppenkonstruktion.

Die horizontalen Aussteifungen in den jeweiligen Horizontalkränzen, die zwischen den einzelnen Plattformen angeordnet sind, erfolgen über gekreuzte Stahlstäbe. Die Zugstäbe durchdringen dabei die äusseren vier 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 Müttern im Kreuzungspunkt miteinander verbunden.



Abbildung 3: Turm nach der Fertigstellung (2010)
(Fotos: Holzing Maeder GmbH)



Abbildung 4: Turm 12 Jahre später (2022)

2. Erfahrungen

Bei den unter Kapitel 1.1 und 1.2 vorgestellten Aussichtstürmen konnten während der letzten zwölf und dreizehn Jahre einige Erkenntnisse gewonnen werden. Über diese Erfahrungen wird in diesem Kapitel berichtet.

2.1. Gleichmässige Patina

Das Holz beider Türme hat seit der Errichtung eine gleichmässige Patina angenommen. Die Patina konnte bereits nach den ersten Jahren festgestellt werden.

2.2. Überdachung

Besonders bewährt über all die Jahre haben sich die Dächer mit den ca. ein Meter auskragenden Vordächern. Durch diese Vordächer werden die Türme vor den grössten Witterungseinflüssen geschützt. Es ist klar, dass die Dächer noch viel grössere Ausladungen haben müssten, um den Turm noch besser zu schützen. Trotzdem bedenke man, dass bei normalem Regen (vielfach ohne Wind), das Wasser nahezu vertikal abtropft. Darum kann gesagt werden, dass das Dach viel Wasser vom Turm abhält. Beim Lysser- und beim Chutzenturm hat sich gezeigt, dass das oberste Drittel durch das Vordach sehr gut vor Witterung geschützt ist und praktisch keine Witterungs- bzw. Alterungsschäden festgestellt werden konnten.

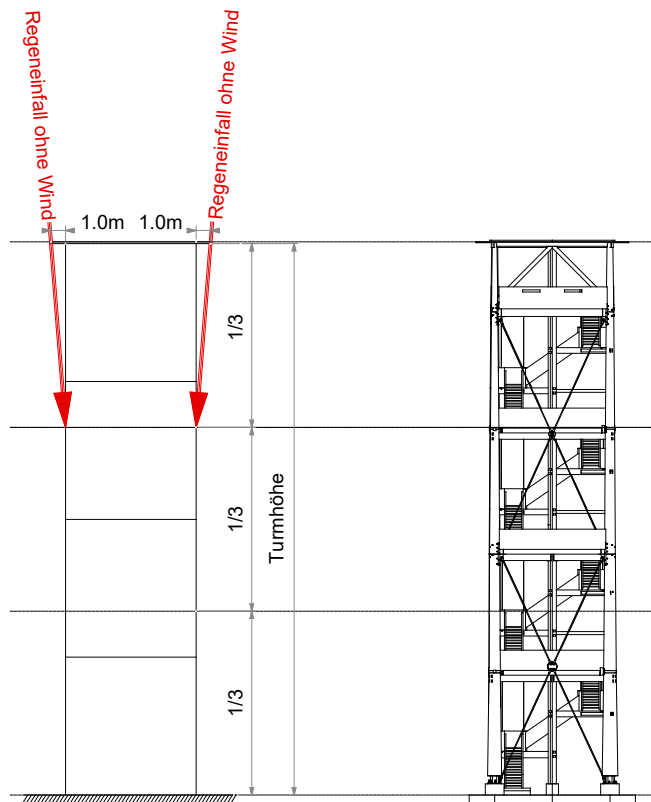


Abbildung 5: Vordach schützt die Türme im obersten Drittel sehr gut

2.3. Mikroklima

Als beide Türme gebaut wurden, waren die Bäume in unmittelbarer Nähe des Turmes abgeholzt worden. Beim Lysserturm waren die grossen Bäume durch den Orkan Lothar (1999) grossflächig weggeknickt. In der Zwischenzeit sind wieder Bäume und Sträucher gewachsen und die Türme stehen nicht mehr so frei wie am Anfang. Dies führte dazu, dass die unteren Teile der Türme viel mehr im Schatten stehen und nicht mehr so schnell austrocknen können wie am Anfang. In den oberen Bereichen gelangt durch den Wind Wasser in die Konstruktion, jedoch trocknet das Wasser dort viel schneller ab. Es gibt auch Flächen, Ecken und Fugen, wo übers Jahr nie ein Sonnenstrahl hinkommt. Dies ist für verregnete Bereiche in der Konstruktion nicht förderlich. In diesen Bereichen gibt es teilweise Algenbildung und Stellen die saniert werden mussten.

2.4. Wartungskonzept

Für beide Türme wurde je ein Wartungskonzept, wie dies auch bei Brücken gemacht wird, erstellt. Hier wurde auch festgelegt in welchen Intervallen, welche Unterhaltsarbeiten und Kontrollen durchgeführt werden müssen. Grundsätzlich werden die Türme regelmässig gereinigt. Diese Reinigung bezieht sich auch auf die direkte Umgebung der jeweiligen Standorte. Gemäss Wartungskonzepten wurden folgende Kontrollzyklen definiert:

- | | |
|----------------------|--|
| – Reinigung | regelmässig, bei Bedarf |
| – Sichtkontrolle | 2 x jährlich durch Eigentümer |
| – Zwischeninspektion | alle 2 Jahre, jeweils zwischen den Hauptinspektionen |
| – Hauptinspektion | alle 6 Jahre |

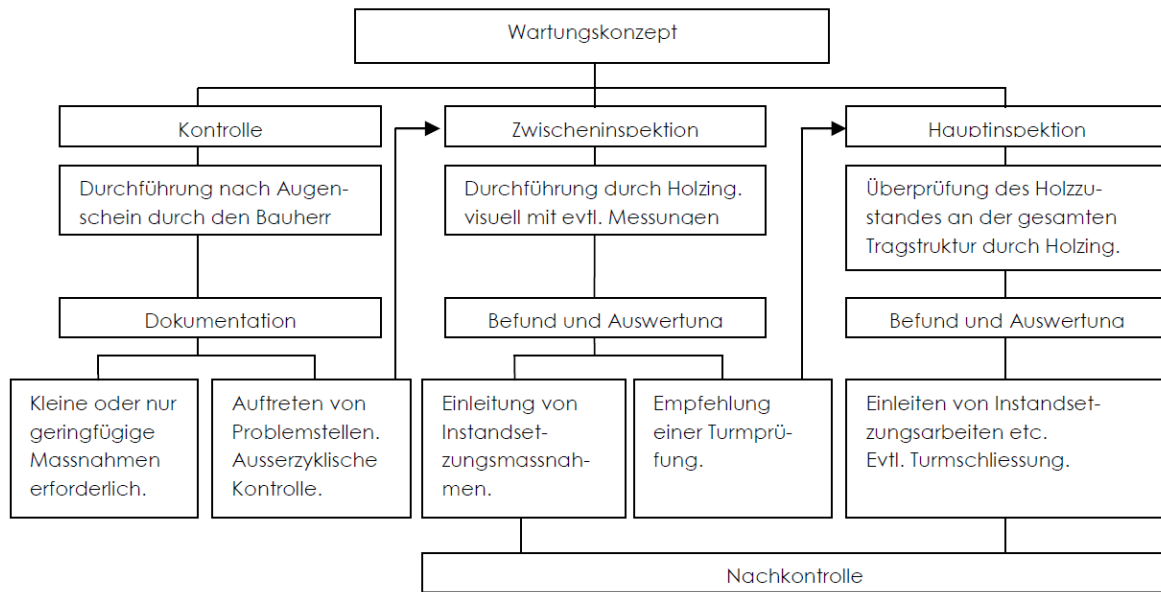


Abbildung 6: Gliederung gemäss Wartungskonzept

Die Unterscheidung dieser Gliederung betrifft die Häufigkeit, den Umfang und die Intensität der Begutachtung sowie die Qualifikation der Begutachter. Die Kontrollen durch die Eigentümer beziehen sich hauptsächlich auf visuell sichtbare Schäden. Es wird auch darauf hingewiesen, dass eine zusätzliche Kontrolle nach einem Sturm gemacht werden muss. Im Turmbuch, in welchem das Wartungskonzept abgelegt ist, wird auch genau beschrieben, unter welchen Gesichtspunkten Zwischen- und Hauptinspektionen durchgeführt werden müssen.

2.5. Festgestellte Schäden

Es gibt ein paar Problemstellen bei den Türmen, die unter dem Kapitel 2.3 bereits angesprochen wurden.

An einigen Stellen ist Wasser in die Konstruktion eingetreten. Einzelne Bauteile mussten nach ca. 10 Jahren ausgewechselt werden.

An den Rundholzstützen wurden an einigen Stellen Ausfluglöcher von Insekten entdeckt und es gediehen Flechten. Die Flechten wurden im Rahmen der Unterhaltsarbeiten entfernt. Die Flechten selbst sind nicht das Problem, jedoch kann das Holz unter den Flechten nicht mehr gut austrocknen und mit der grösseren Feuchtigkeit ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass es zu einem Pilzbefall kommen kann und Schäden entstehen. Beim Brett-schichtholz und beim Schnittholz hat man keinen Befall erkennen können.

Einzelne horizontal eingebaute Balken wurden anfangs aus Kostengründen nicht abgedeckt. Mit der Zeit wurden bei beiden Türmen die Horizontalbalken mit Brettern, um einen besseren Witterungsschutz zu gewährleisten, abgedeckt.



Abbildung 7: Brett als Witterungsschutz bei Horizontalbauteilen (Fotos: Holzring Maeder GmbH)

Beim Lysserturm wurde auf der obersten Plattform eine Tafel angebracht, damit sich die Besucher auf dieser Platte verewigen und nicht irgendwo am Turm. Diese Tafel hat sich grösstenteils bewährt. Wenn trotzdem Schmierereien an anderen Stellen vorkommen, werden sie möglichst schnell weggeschliffen, damit sie nicht zur Nachahmung animieren.



Abbildung 8/9/10: Gästetafel / Schmierereien / gesäuberte Oberfläche (Fotos: Holzing Maeder GmbH)

Beim Chutzenturm, der weiter entfernt vom nächsten Dorf in einem Wald steht, sind Schmierereien nicht so häufig.

2.6. Unterhaltskosten

Die Unterhaltskosten haben sich in den ersten Jahren praktisch nur auf Reinigungsarbeiten beschränkt. Jedoch zeigt es sich, dass es realistisch ist, dass sich der normale Unterhalt jährlich auf ca. 1% der Baukosten beläuft. Mit den Jahren ist sogar mit einem grösseren Aufwand zu rechnen.

2.7. Erkenntnisse aus verschiedenen Turmbauten

Aus den Turmbauten der letzten 20 bis 30 Jahre zeigt sich, dass die Lebensdauer von Holztürmen massiv erhöht werden kann. Folgende Ansätze können sein:

- Druckimprägniertes Holz
- Schützen des gesamten Turmes durch bauwerksumfassende Hülle
- Schützen der einzelnen Bauteile durch Bekleidungen als Verschleisschichten

Im Emmental (CH) wurde 2002 ein 42 m hoher Turm mit druckimprägniertem Weisstannenholz aufgebaut. Mit der Imprägnierung ist das Holz witterungsbeständiger. Dadurch kann die Lebensdauer wesentlich erhöht werden. Jedoch ist eine Druckimprägnierung, wie sie eingesetzt wurde, aus ökologischen und gesellschaftlichen Gründen aus heutiger Sicht nicht mehr zu verantworten. Somit ist dies keine Option mehr für neue Turmbauten.

Die beste Möglichkeit, die Lebensdauer eines Turmes zu erhöhen ist, die tragende Konstruktion vor direkter Bewitterung zu schützen. Dies kann mit einer Verschleisschicht ums ganze Bauwerk oder um Einzelbauteile erreicht werden. Es ist klar, dass durch diese Massnahmen ein Turm optisch anders aussieht, als wenn von aussen her nur das Tragwerk sichtbar ist. Die Erstellungskosten werden durch Verkleidungen höher ausfallen. Jedoch beschränken sich die Unterhaltskosten vor allem auf die Bekleidungsmaterialien. Man muss sich bewusst sein, dass tragende Bauteile und Anschlüsse, wenn sie der Witterung dauernd ausgesetzt sind, früher oder später Schäden aufweisen werden.

3. Umsetzung der Erkenntnisse beim Hardwaldturm

Als uns der Architekt angefragt hat, bei einem Wettbewerb für einen Aussichtsturm mitzuhelfen, haben wir gesagt, dass nach unseren Erfahrungen, die wir mit Türmen gemacht haben, für uns nur noch ein Projekt in Frage komme, bei welchem die Tragkonstruktion gut vor Witterungseinflüssen geschützt ist.

3.1. Konstruktion Hardwaldturm

Der Turm misst in der Höhe 40 m. Der Entwurf basiert auf vier mehr oder weniger identischen Elementen von 10 m Höhe, welche vor Ort zusammengesetzt und mit einem Mobilkran aufeinander versetzt werden. Der Turmgrundriss basiert auf einem Parallelogramm. Der Turm stellt eine Skulptur dar. Je nach Blickrichtung zum Turm ergeben sich ganz unterschiedliche Silhouetten. Die Tragkonstruktion wird durch die Gebäudehülle vor

Von der zuständigen Gebäudeversicherung wurde gefordert, dass die Fassade in Anlehnung an aussenliegende Treppenhäuser in der Summe maximal 50% geschlossen ist. Die schlitzartigen Öffnungen tragen zu einem sehr schönen Lichtspiel im inneren des Turmes bei.



Abbildung 13, 14, 15: Vormontage 3. Turmelement (Fotos: Holzang Maeder GmbH)



Abbildung 16, 17, 18: Aufsetzen des obersten Turmabschnittes (Fotos: Frischknecht Holzbau AG)

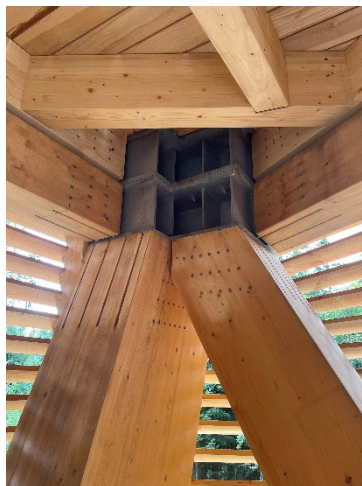


Abbildung 19, 20, 21: Impressionen vom inneren des Turmes (Fotos: Holzang Maeder GmbH)



Abbildung 22, 23, 24: unterschiedliche Ansichten (Fotos: Holzling Maeder GmbH)

3.2. Schlusswort

Ein wichtiger Punkt war, dass die Bauherrschaft ihr eigenes Holz einsetzen konnte. Der Hardwaldturm wurde im Frühsommer 2022 errichtet und am 16. Juli 2022 eingeweiht. Durch die Erfahrungen aus früher gebauten Aussichtstürmen wurde die Tragkonstruktion mit einer schützenden Fassadenschalung verkleidet, damit die Lebensdauer des Turmes erhöht werden kann. Diese Verkleidung führt zu höheren Erstellungskosten. Im Gegenzug werden sich die Unterhaltskosten vor allem auf die Verschleisschichten begrenzen. Aufwändige Unterhaltsarbeiten von tragenden Bauteilen sollten somit viel weniger anfallen.

3.3. Projektdaten Hardwaldturm

Turmhöhe (Plattform)	40.0 m
Turmabschnitte in der Höhe	4 Stk à 10 m
Grösse Aussichtsplattform (netto)	43.0 m ²
Seitenlänge Parallelogramm	ca. 7.40 m
Brettschichtholz	ca. 180 m ³ (Fichte/Tanne)
Vollholz	ca. 50 m ³ (Fichte/Tanne)
Baujahr	2022
Auftraggeber	Zweckverband Forstrevier Hardwald Umgebung Wallisellen
Entwurf, Architekt	luna productions, Deitingen (CH) info@luna-productions.ch
Holzbauingenieur	Holzling Maeder GmbH, Evilard (CH) maeder@holzling-maeder.ch
Holzbauarbeiten	Frischknecht Holzbau-Team AG, Kloten (CH), info@holzbau-team.ch