

# **Ingenieurholzbaukunst hoch über den Baumwipfeln – Erkenntnisse aus dem jahrzehntelangen Bauen von Aussichtstürmen aus Holz**

Johannes Lederbauer  
WIEHAG GmbH  
Altheim, Österreich





# Ingenieurholzbaukunst hoch über den Baumwipfeln – Erkenntnisse aus dem jahrzehntelangen Bauen von Aussichtstürmen aus Holz

## 1. Einleitung

Aussichtstürme sind aufgrund der Größe und Exposition eine der anspruchsvollsten Aufgaben im Ingenieurholzbau. Abgeleitet aus dem jahrzehntelangen Bauen von einzigartigen Tragwerken und Brücken mit unterschiedlichsten Spannweiten konnte WIEHAG umfangreiche Erfahrungen sammeln und immer wieder in neue Projekte einfließen lassen.

## 2. Türme in Holzbauweise

Türme wurden in Holzbauweise für unterschiedlichste Nutzungen geplant und gebaut. Unterschiedlichste Höhen und Anforderungen an die Nutzungsdauer wurden realisiert.

### 2.1. Baumturm Bayerischer Wald

8 bis 25 m über dem Waldboden in unberührter Natur spazieren gehen und einzigartige Perspektiven erleben - dies ermöglicht der neue Baumwipfelpfad bei Neuschönau im Nationalpark Bayerischer Wald. Der 1.300 m lange Steg endet auf der Plattform des beeindruckenden Baumturmes in einer Höhe von 44 m und bietet einen fantastischen und nahezu grenzenlosen Ausblick: Zum einen in Richtung Lusen, einem der höchsten Berge des Nationalparks, zum anderen auf die gepflegte Kulturlandschaft des Bayerischen Waldes bis hin zu den Alpen. Der Baumturm,



Abbildung 1: Baumturm Neuschönau  
Foto: Jan Sommer, Arch. Josef Stöger

der von Herrn Arch. Josef Stöger aus Schönberg entworfen wurde, beeindruckt durch seine luftige architektonische Form sowie durch die Art und Weise wie der eiförmige Turm die drei uralten und bis zu 38 m hohen Tannen und Buchen umschließt. 16 jeweils über 40 m lange Bogenbinder aus Brettschichtholz (GL28c Lärche) tragen die 17 to schwere Aussichtsplattform. Diese BSH-Träger wurden mit einem Winkelunterschied von jeweils 22,5° rotationssymmetrisch aufgestellt und bilden dadurch eine eiförmige räumliche Konstruktion. Der Aufstieg zur Aussichtsplattform erfolgt über eine 460 m lange und 2,5 m breite Wendelkonstruktion aus Holz – dadurch gelangt man barrierefrei auch mit Rollstühlen und Kinderwagen an die Spitze. Die Aussteifung des Turms erfolgt mittels Stahldiagonalstäben, Aussteifungskreuzen und Ringkonstruktionen. Die gesamte Aussteifungseinheit wurde an die Rückenseite der Holzbögen angebracht und mit durchgehenden Blechen geschützt, womit der frei bewitterte Turm vor Feuchtigkeit geschützt wird. Seit seiner Eröffnung am

08.09.2009 hat sich der Baumturm zu einem Besuchermagnet entwickelt und alle Erwartungen übertroffen: Mehr als 30.000 Besucher konnten allein in den ersten vier Wochen gezählt werden.

## 2.2. Baumturm Schwarzwald

Auf dem 1.250 m langen Baumwipfelpfad lassen sich auf bis zu 20 m Höhe der Wald und seine Bewohner bestaunen. Für Abwechslung sorgen dabei regelmäßige Lernstationen bei denen die Besucher ihr Wissen testen oder erweitern können. Den Höhepunkt des Pfades stellt der Turm mit zugehöriger Aussichtsplattform dar. Dieser ist über eine Rampe zu begehen und wendet sich innen an der Holzkonstruktion hinauf und endet in der umlaufenden Aussichtsplattform auf 40 m Höhe. Um den Pfad, einschließlich des Aussichtsturms, barrierearm und somit perfekt für Familien, Rollstuhlfahrer und Gehbehinderte zu gestalten, wurde darauf geachtet, dass die max. zu bewältigende Steigung 6 % nicht übersteigt. Die Konstruktion ist überwiegend aus Holz gefertigt, wobei die Brettschichtholzstützen aus Lärche (GL28c), die BSH-Rampenträger aus Douglasie (GL28c/GL24h) und der Bohlenbelag aus Lärche (C24) bestehen. Handlauf und Fußschwelle wurden ebenfalls aus Lärche hergestellt. Die Stützen wurden aufgrund des Holzschutzes und der daraus resultierenden deutlich längeren Dauerhaftigkeit der tragenden Hölzer allseitig hinterlüftet verkleidet. Im Zentrum des Baumturms befindet sich eine 55 m lange Tunnelrutsche, deren Einstieg sich auf einer 25 m hohen Plattform befindet.



Abbildung 2: Baumturm Schwarzwald  
Foto: Erlebnis Akademie

## 3. Der Holzschutz – Normengrundlage

Da Holz und Holzwerkstoffe durch Organismen abgebaut oder verändert werden können und somit in ihrer Tragfähigkeit beeinträchtigt werden, wird in Deutschland über die 2012 erneuerte Normenreihe DIN 68800 [1-3] der Holzschutz geregelt. In ihr werden Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen, je nach Umgebungsbedingungen, in unterschiedliche Gebrauchsklassen (GK) eingeteilt. Ausschlaggebend für die richtige Einordnung sind dabei die allgemeinen Bedingungen im Gebrauch sowie die Holzfeuchte im Gebrauchszustand. Diese sollte 20 % nicht überschreiten. Die Zuordnung eines Bauteils oder Bauteilabschnittes zu einer Gebrauchsklasse ist dabei zu dokumentieren und bei jedwedem Umbau oder Nutzungsänderung neu zu überprüfen. Einen Sonderfall bildet hier die sogenannte GK 0, bei der das Befalls- bzw. das Schadensrisiko vermieden oder vernachlässigt werden kann bzw. in der durch die in DIN 68800-2 beschriebenen Maßnahmen keine Maßnahmen für den chemischen Holzschutz nach DIN 68800-3 notwendig sind. Im Teil 2 der DIN 68800 sind grundsätzliche bauliche Maßnahmen beschrieben, die es immer anzuwenden gilt. Zu ihnen zählen der Schutz vor Feuchte bei Transport, Lagerung und Montage, der Einbau trockenen Holzes ( $u \leq 20\%$ ), Schutz vor Niederschlägen, Spritzwasser und nutzungsbedingter Feuchte. Außerdem müssen alle Bauteile vor Feuchte aus angrenzenden Bauteilen sowie unzuträglicher Feuchteerhöhung durch Tauwasser geschützt werden.

Nachfolgende Grafik soll eine Übersicht über die Zuordnung von Holzbauteilen zur jeweiligen Gebrauchsklasse geben:

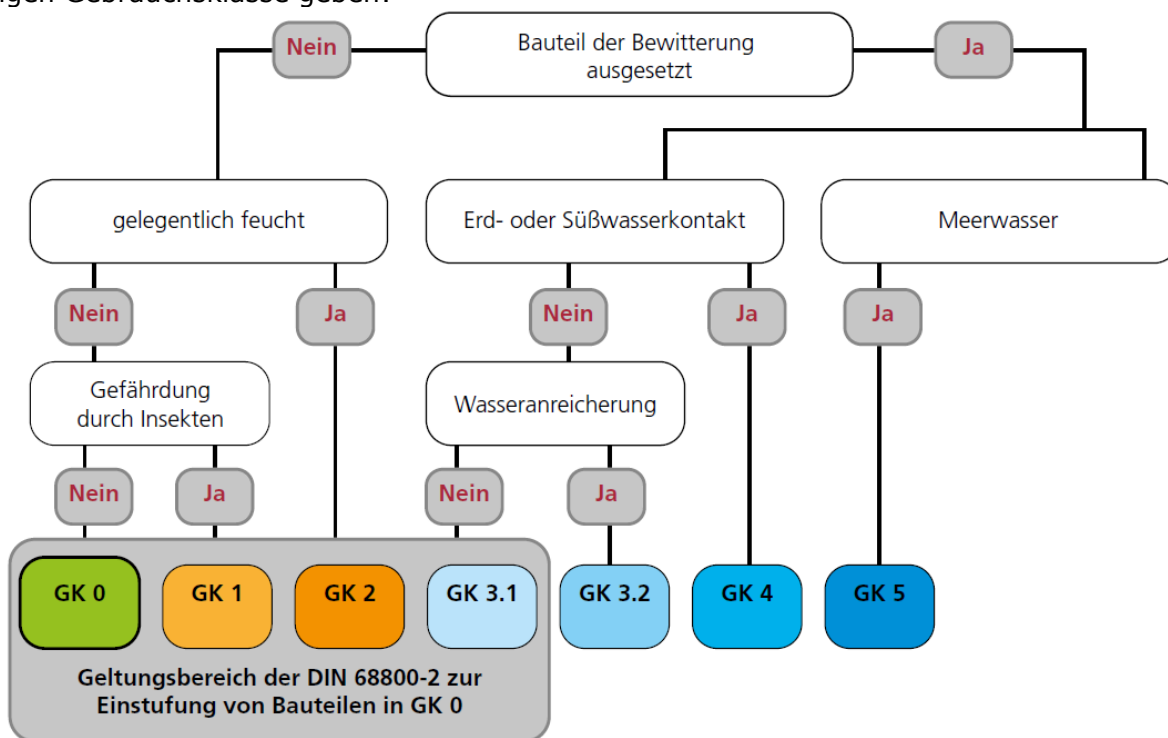


Abbildung 3: Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse  
Quelle: Informationsdienst Holz

Ein Bauteil kann dann von GK 1 in GK 0 eingeordnet werden, wenn technisch getrocknetes Holz verwendet wird oder eine Kontrollierbarkeit der verbauten Hölzer sichergestellt ist. Ein bewittertes Bauteil kann dann von GK 3.1 zu GK 0 zugeordnet werden, wenn Beschränkungen für die Querschnittsabmessungen ( $\leq 16 \times 16$  cm bei VH bzw.  $\leq 20 \times 20$  cm bei BSH) eingehalten werden, technisch getrocknetes Holz verwendet wird, gehobelte Oberflächen vorhanden sind, sich kein Stauwasser bildet, Niederschläge direkt abgeführt werden und Hirnholz sowie nicht vertikal stehende Bauteile abgedeckt werden.

Eine Veranschaulichung zur richtigen Einordnung in die jeweilige Gebrauchsklasse unter Berücksichtigung der 60° - Regel und der vorhandenen Gegebenheiten in der Einbausituation soll folgende Grafik bieten:

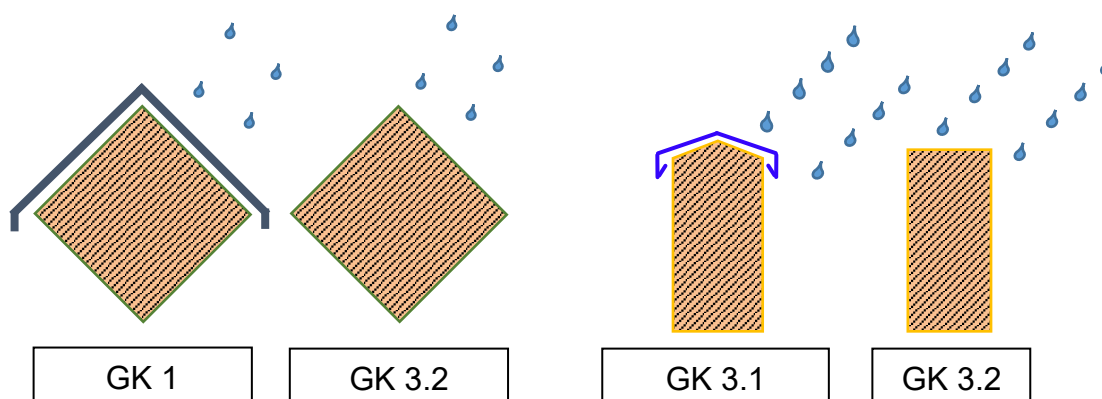


Abbildung 4: Veranschaulichung zur Einordnung in die verschiedenen Gebrauchsklassen

Vorbeugende Holzschutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln sind in der Norm DIN 68800 im Teil 3 geregelt.

**Ausführungen mit besonderen baulichen Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2 sollten gegenüber Ausführungen bevorzugt werden, bei denen vorbeugende Schutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3 erforderlich sind. (DIN 68800-3, Abschnitt 8.1.3)**

Zusätzlich macht ein Einsatz von chemischem Holzschutz bei den vorwiegend verwendeten Holzarten (Fichte, Lärche, Douglasie) aufgrund ihrer schlechten Tränkbarkeit nur mit Perforation Sinn, wie folgende Grafik zeigt:

Tabelle 1: Tränkbarkeiten der einzelnen Hölzer nach DIN 68800-3

Holzart	Tränkbarkeitsklasse	
	Kern	Splint <sup>1</sup>
Fichte ( <i>Picea abies</i> )	3-4	3v
Kiefer ( <i>Pinus sylvestris</i> )	3-4	1
Tanne ( <i>Abies alba</i> )	2-3	2v
Lärche ( <i>Larix decidua</i> )	4	2v
Douglasie ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	4	3
Southern Pine ( <i>Pinus palustris</i> u. ä.)	3-4	1
Western Hemlock ( <i>Tsuga heterophylla</i> )	3/2 <sup>1</sup>	2/1 <sup>2</sup>
Eiche ( <i>Quercus robur</i> u. ä.)	4	1
Roteiche ( <i>Quercus rubra</i> u. ä.)	2-3	1
Buche ( <i>Fagus silvatica</i> )	4 <sup>3</sup>	1
Teak ( <i>Tectona grandis</i> )	4	3
Keruing, Yang ( <i>Dipterocarpus tuberculatus</i> u.ä.)	3v	2
<sup>1</sup> Anmerkung dazu: v: Die Tränkbarkeit kann im größeren Ausmaß abweichen +: keine oder nur wenige zuverlässige Daten verfügbar		
<sup>2</sup> Holz aus Nordamerika/Großbritannien		
<sup>3</sup> betrifft Rotkern		

Welches Holz wann eingesetzt werden kann wird im Teil 1 der DIN 68800 in Zusammenhang mit den Dauerhaftigkeitsklassen nach DIN EN 350-2 festgelegt.

#### 4. Erfahrungen aus 30 Jahren Brücken- und Turmbau

Aufgrund der Erfahrungen von WIEHAG im Brücken- und Turmbau haben sich folgende Regeln für das Konstruieren und Bauen von exponierten Bauwerken herauskristallisiert. Diese Regeln sind zum Firmenstandard geworden und entsprechen den Anforderungen aus der Norm und stellen in den meisten Fällen einen zusätzlich höheren Anspruch an die Dauerhaftigkeit dar.



# WIEHAG

## TIMBER CONSTRUCTION

**1 Wahl der geeigneten Holzart (GK0-5)**

Holzart	GK0	GK1	GK2	GK3.1	GK3.2
Fichte	Keine	-	-	-	-
Techh. Trocknung	X	X	-	-	-
Lärche	Keine	-	-	-	-
Kernholz	X	X	X	X	-
Eiche	Keine	-	-	-	-
Kernholz	X	X	X	X	X

**2 Abstandsregel**  
Kein tragendes Holz unter Bodenniveau, (Ausnahme Hohlböden) →(GK0-1)

**3 60 Grad Regel**  
In Windexponierten Lagen z.B. Bergland; Küstengebiete Einfallswinkel ≤ 50° →(GK1)

**4 Vordachregel**  
V-Nut, wenn Riegelunterseite Gefälle zum Gebäude aufweist →(GK1)

**5 Spritzwasserregel**  
H ≥ 30cm (15cm) → (GK3.1)

**6 Hirnholzregel**  
Hirnholz ist immer abzudecken! (GK1-5)

**7 Anschlussregel**  
Durchdringungsfrei oder verkleidet! →(GK3.1)

**8 Kontaktregel**  
Kontaktfläche < 100 cm², Luft ≥ 2,0 cm →(GK3.1)

**9 Tropfnase umlaufend**  
→(GK3.1)

**10 Abdeckregel**  
Geneigte bzw. bei nicht vertikal stehenden Holzern, Oberseiten immer abdecken! →(GK3.1)

**11 3 Grad Regel**  
Keine Fläche unter 3° (in D 5°) Neigung ON B 3521-1 →(GK3.1)

**12 Überstandregel**  
Überstand ≥ 4,0 cm →(GK3.1)

**13 Wassersackregel**  
Keine oben offenen und zugleich unten geschlossenen Details →(GK3.1)

**14 Oberflächenregel**  
Oberflächenqualität immer Natur! (keine Stoppln, Flickleisten) →(GK3.1)

**15 Regel für Verschleißteile**  
Kernseite nach oben →(GK3.2)

**16 Richtlinie Sockelanschluss (Quelle HFA)**

Regelfall

Sonderfall Außengelände

Sonderfall Terrasse

16 Regeln des konstruktiven Holzschutzes

Abbildung 5: 16 WIEHAG-Regeln des konstruktiven Holzschutzes

Werden diese einfachen Regeln richtig angewandt, erreicht man eine klare Verbesserung der Gebrauchsklasse und somit eine erhebliche Anhebung der Nutzungszeit von tragenden Bauteilen.

Im Anschluss soll ein Teil dieser Regeln mit Praxisbeispielen veranschaulicht und Negativbeispiele aufgezeigt werden.

### 4.1. Exemplarische Beispiele

#### 4.1.1. 60° – Regel

Bei der 60° – Regel wird von einer Regeleinfalllinie des Regens von 30° gegenüber der vertikalen Ebene ausgegangen. Bei windexponierten Lagen und in Sonderfällen kann sich dies jedoch ändern. Holzteile im Außenbereich sollten so überdeckt werden, dass sie komplett trocken bleiben.



Abbildung 6: 60° – Regel richtig angewandt (von WIEHAG ausgeführt)



Abbildung 7: Wasserflecken durch zu wenig Überstand (nicht von WIEHAG ausgeführt)

## 4.2. Spritzwasserregel

Um die Bauteile vor Spritzwasser zu schützen ist es notwendig die Fußpunkte der Konstruktion umlaufend mindestens 30 cm über der wasserführenden Schicht anzuordnen. (Bei Kies oder anderen wasserbrechenden Untergründen genügen mindestens 15 cm.) WIEHAG wählt bei bestimmten Einbausituation sogar weit mehr als 30 cm. So kann es zum Beispiel sinnvoll sein bei starkem Bodenbewuchs (z. B. Waldboden) einen Sockel mit 60 cm Abstand zum Boden einzubauen, da ansonsten eine ständige Wartung notwendig wäre.



Abbildung 8: Genügend Abstand (von WIEHAG ausgeführt)

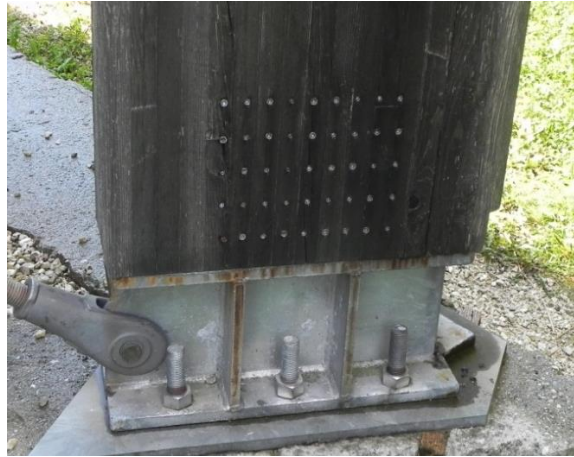


Abbildung 9: Abstand zur wasserführenden Ebene ungenügend (nicht von WIEHAG ausgeführt)

## 4.3. Anschlussregel

Bei keinen Anschlüssen sollten Verbindungsmittel an der Oberfläche sichtbar sein, da bei diesen ein Wassereintrag nicht ausgeschlossen und meist sogar unabdingbar ist. Um dies zu erreichen werden alle Verbindungsmittel mit Blechen abgedeckt. Zusätzlich wird eine Tropfnut eingefräst, um ein Hinterlaufen von Wasser hinter das Blech zu vermeiden. Bei fehlender Einbindung des Bleches ins Holz und unsachgemäßem Abdecken des Holzes kann es zu einer Wassersackbildung kommen. Dies bedeutet, dass Wasser zwar eindringen kann, jedoch keine Möglichkeit mehr hat abzulaufen. Daraus entsteht an diesen Punkten Gebrauchsklasse 4 und Pilzbefall ist die häufige Folge.



Abbildung 10: Korrekt ausgeführter Stützenstoß (von WIEHAG ausgeführt)



Abbildung 11: Fehlerhafter Anschluss des Stützenstoßes (nicht von WIEHAG ausgeführt)





Abbildung 12: Korrekte Ausführung des Anschlusses (von WIEHAG ausgeführt)



Abbildung 13: Ausführung des Anschlusses ungenügend (nicht von WIEHAG ausgeführt)

#### 4.4. Abdeckregel

Hölzer, welche horizontal bzw. nicht vertikal verbaut sind, müssen abgedeckt werden, um eine unzuträgliche Feuchteerhöhung zu vermeiden.



Abbildung 14: Abdeckungsregel konsequent angewandt (von WIEHAG ausgeführt)



Abbildung 15: Wassersackbildung durch fehlen von Abdeckung (nicht von WIEHAG ausgeführt)

Zusätzlich ist Hirnholz immer abzudecken. Ausbesserungen an der Oberfläche durch z. B. Stoppeln sind zu vermeiden, da diese Ausflücker nicht dauerhaft sind.



Abbildung 16: Stütze allseitig verkleidet  
(von WIEHAG ausgeführt)



Abbildung 17: Wassersackbildung bei  
Ausbesserung (nicht von WIEHAG ausgeführt)

## 5. Holzfeuchtemessungen an bestehenden Tragwerken

Im Rahmen der Überprüfung von baulichen Anlagen konnten bei einer Tragwerksinspektion einer Turmkonstruktion erneut Erfahrungswerte gesammelt werden. Ziel solcher Untersuchungen ist es, durch regelmäßige Kontrollen Schäden am Tragwerk weitestgehend zu vermeiden bzw. rechtzeitig zu erkennen. Die Inspektion umfasst in der Regel eine visuelle Überprüfung der Gesamtstruktur sowie in Hinblick auf Übereinstimmung mit der Ausführungsstatik bzw. den Ausführungsplänen. Außerdem wird die Funktionalität der ausgeführten konstruktiven Holzschutzmaßnahmen mit Hilfe von Holzfeuchtemessungen überprüft.

### 5.1. Ergebnisse einer Turminspektion im November

BSH-Träger des Aussichtsturms wurden am Turmkopf bei der Aussichtsplattform gemessen. Die Messwerte ergaben eine mittlere Holzfeuchte von ca. 16 %. Dies ist ein guter Wert für entsprechende feuchte Jahreszeit. Somit ist die Einstufung in die NKL2 der Bauteile bestätigt. Statisch bemessen wurden sie für NKL3. Der große Überstand der Belagsbohlen und der Abdeckfolien hat dabei positive Auswirkungen auf den konstruktiven Holzschutz. Aufgrund dessen befinden sich auch nur sehr vereinzelt Verfärbungen an den Seitenflächen der Träger.

Bei den Verschleißteilen des Bohlenbelags und des Handlaufs wurden Holzfeuchten zwischen 18 und 22 % gemessen.

Die BSH-Hauptstützen wurden bei zwei Achsen im unteren, mittleren und oberen Bereich vermessen. Es wurden vor allem am Auflager mehrere Messungen in der Höhe und Verteilung am BSH-Bauteil vorgenommen. Im Auflagerbereich wurde in 10 cm Abstand vom Hirnholz eine mittlere Holzfeuchte von 18,4 % gemessen, nach 30 cm ergab sich ein Wert von 17,3 % und bei 1,5 m ca. 16,6 %. Auf mittlerer Höhe des Aussichtsturmes betrug der Durchschnittswert 16,6 % und am Turmkopf 15,1 % in 4 cm Tiefe. Die Werte in 2 cm Tiefe liegen um ca. 2 % höher.





Holzfeuchtemessungen am Aussichtsturm															
Messpunkt	Achse	Bild	Bauteil	Lamelle bzw. Abstand von Hirnholz			Feuchtegrad u% (Messtiefe 2cm)			2cm Um	Feuchtegrad u% (Messtiefe 4cm)			4cm Um	Bemerkungen
23	B	30,31	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig	4.v.i.	22,2	18,8	19,3	20,1	19,2	17,9	18,1	18,4	unten bei 0,1m
23	B		BSH-Stütze	4.v.a.	mittig	4.v.i.	23,5	19,4	21,0	21,3	18,0	16,0	17,5	17,2	unten bei 0,3m
23	B	32-34	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig	4.v.i.	18,8	16,9	19,7	18,5	16,0	16,7	15,8	16,2	unten bei 1,5m
24	A	35	BSH-Stütze	bei Rohranschluss					21,3	21,3					unten bei 0,3m
25	H		BSH-Stütze	4.v.a.	mittig	4.v.i.	21,2	19,5	18,7	19,8	17,6	17,3	17,0	17,3	unten bei 0,3m
25	H	36	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig	4.v.i.	19,5	20,2	18,6	19,4	16,8	17,0	17,2	17,0	unten bei 1,5m
26	B	37	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig		18,4	18,5		18,5	16,0	16,8		16,4	Mitte Stütze
27	H		BSH-Stütze	4.v.a.	mittig		19,2	18,2		18,7	17,0	16,5		16,8	Mitte Stütze
28	B	38	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig		15,3	17,1		16,2	14,3	14,7		14,5	ganz oben
29	H	39	BSH-Stütze	4.v.a.	mittig		17,8	17,5		17,7	15,7	15,5		15,6	ganz oben
30	E		BSH-Träger	4.v.u.		4.v.o	19,2		18,2	18,7	14,6		16,7	15,7	Aussenseite
31	F	40	BSH-Träger			4.v.o			19,1	19,1			16,3	16,3	Aussenseite
32	J	41	Bohlenbelag		mittig		23,5			23,5	22,1			22,1	Oberseite
32	J		Bohlenbelag		mittig		22,8			22,8	21,7			21,7	Oberseite
32	J	42	Handlauf		mittig		25,0			25,0	21,0			21,0	Oberseite
32	J	43	Handlauf		mittig		23,5			23,5	20,5			20,5	Oberseite
32	J		Handlauf		mittig		20,2			20,2	18,2			18,2	Oberseite

Abbildung 19: Messwerte des Aussichtsturms



## 6. Quellen

- [1] DIN 68800-1:2011-10, Holzschutz – Teil 1: Allgemeines Beuth-Verlag, Berlin.
- [2] DIN 68800-2:2012-02, Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen, Beuth-Verlag, Berlin.
- [3] DIN 68800-3:2012-02, Holzschutz – Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln, Beuth-Verlag, Berlin.
- [4] DIN EN 350:2016-12; Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Prüfung und Klassifizierung der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff, Beuth-Verlag, Berlin
- [5] Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten. Fassung September 2006.  
In: DIBt Mitteilungen 37 (2006), Nr. 6, S. 222-226. – ISSN 1437-1030
- [6] DIN EN 1995-1-1:2010:12 Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau – DIN Deutsches Institut für Normung

<https://www.baysf.de/de/magazin/baumwipfelpfad-steigerwald.html>

<https://www.baumwipfelpfade.de/portal-de/>

<https://www.eak-ag.de/eakag/>