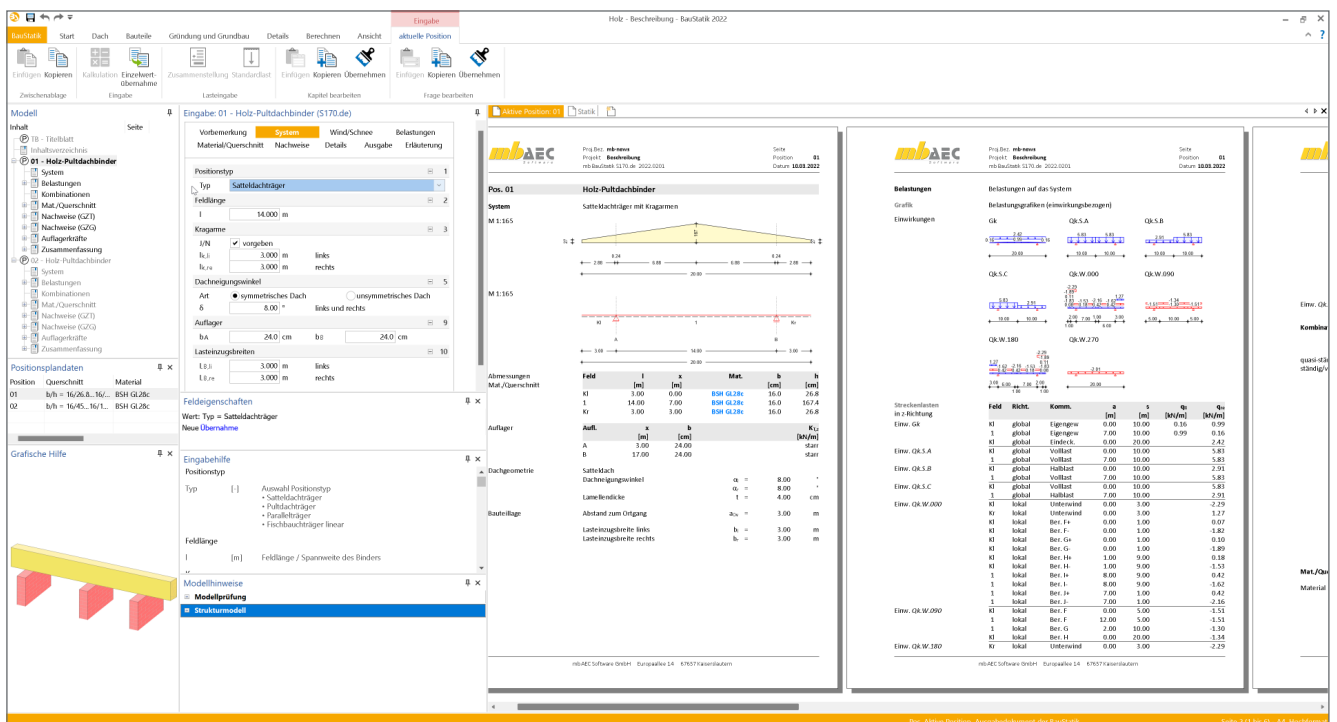


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

# Dachbinder aus Brettschichtholz

## Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S170.de Holz-Dachbinder, Satteldachbinder mit gerader Unterkante

Brettschichtholzbinder sind auch noch unter dem früher verwendeten Namen „Leimbinder“ bekannt und werden eingesetzt, um größere Spannweiten zu überbrücken. Dabei werden die optisch ansprechenden Bauteile gerne als sichtbare Dachkonstruktion ausgeführt. Aber auch in Hallen, die besondere Anforderungen an den Korrosionsschutz stellen, sind Brettschichtholzbinder zu finden. Das Modul S170.de bemisst Satteldach- und Pultdachbinder mit gerader Unterkante.



Träger mit linear veränderlicher Querschnittshöhe werden aus gestalterischen oder funktionalen Gründen gewählt, um beispielsweise eine Dachneigung herzustellen oder die Querschnittshöhe an die Biegebeanspruchung anzupassen. Die Träger werden üblicherweise aus Brettschichtholz gefertigt.

Bei der Herstellung werden die Brettschichtholz-Lamellen in der Regel parallel zum geraden Rand geklebt. Der „geneigte“ Rand wird durch Anschnitt der Lamellen erzeugt. Die Neigung entspricht üblicherweise der Dachneigung.

Es wird dabei zwischen Pultdach- und Satteldachträgern unterschieden. Pultdachträger werden nur für Dachneigungen bis 5° empfohlen, da man für größere Dachneigungen zu große, schwer herzustellende und schwer zu transportierende Querschnitte erhält. Wie beim Pultdachträger ist auch beim Satteldachträger die maximal mögliche Dachneigung bzw. die Höhe am First herstellungsbedingt und aus Transportgründen

zu begrenzen. Somit liegt die maximale Dachneigung bei kurzen Spannweiten üblicherweise < 10°, bei großen Spannweiten sogar noch kleiner.

Durch äußere Lasten und klimatische Einflüsse können durch die Bauform bedingt Querzugspannungen im Firstbereich des Binders entstehen. Diese sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

### System

Das Modul S170.de kann als Positionstyp folgende Varianten berechnen:

- Satteldachträger
- Pultdachträger
- Parallelträger
- Fischbauchträger (linear)

Für alle Positionstypen sind die Feldlänge und eventuell vorhandene Kragarme zu definieren. Bei Sattel- und Pultdachbindern ist der Winkel der Dachneigung vorzugeben. Für Satteldachbinder sind sowohl symmetrische als auch unsymmetrische Dächer möglich.

Mit Hilfe der Lasteinzugsbreiten links und rechts werden Flächenlasten auf das Dach in Streckenlasten umgerechnet.

Vorbemerkung	System	Wind/Schnee	Belastungen
Material/Querschnitt	Nachweise	Details	Ausgabe
Erläuterung			
Positionstyp <span style="float:right">1</span>			
Typ <b>Satteldachträger</b>			
Feldlänge <span style="float:right">2</span>			
l 14.000 m			
Kragarme <span style="float:right">3</span>			
J/N <input type="checkbox"/> vorgeben			
Dachneigungswinkel <span style="float:right">5</span>			
Art <input type="radio"/> symmetrisches Dach <input checked="" type="radio"/> unsymmetrisches Dach			
$\delta_{li}$ 7.00 ° links			
$\delta_{re}$ 17.00 ° rechts			
Auflager <span style="float:right">9</span>			
b <sub>A</sub> 24.0 cm b <sub>B</sub> 24.0 cm			
Lasteinzugsbreiten <span style="float:right">10</span>			
L <sub>B,li</sub> 3.000 m links			
L <sub>B,re</sub> 3.000 m rechts			

Bild 1. Eingabekapitel System

## Wind/Schnee

Bei der Bemessung von Dachbauteilen sind Wind- und Schneelasten zu berücksichtigen. Das Modul S170.de bietet die Möglichkeit diese Beanspruchungen nach DIN EN 1991-1-3 bzw. 1991-1-4 zu ermitteln. Durch die Vorgabe von Wind- und Schneelastzonen, Gebäudestandort, Gebäudeparametern, Lage des Bauteils und Lasteinzugsflächen werden die Lasten auf das Bauteil automatisch angesetzt. Auch Besonderheiten wie Unterwind an der Traufe lassen sich erfassen.

Bei Situationen, in denen die Wind- oder Schneelastzonen nicht vorliegen, lassen sich der Geschwindigkeitsdruck des Windes und die Schneelast auf den Boden manuell vorgeben.

Andererseits gibt es die Möglichkeit, die Wind- und Schneelasten für das Dach und evtl. weitere Dachbauteile mit dem Modul „S031.de Wind- und Schneelasten“ komfortabel zu ermitteln und diese per Übernahme im Kapitel „Wind/Schnee“ einzubinden. Dies hat den Vorteil, dass bei mehreren Dachbauteilen die Angaben zur Gebäudegeometrie, Wind- und Schneelastzonen usw. nur einmal getroffen werden müssen.

## Belastung

Die ständigen Lasten für das Eigengewicht des Binders sowie die Flächenlasten aus Eindeckung und Ausbaulast können durch das Modul automatisch generiert werden.

Zusätzlich zu den automatisch generierten Eigen-, Wind- und Schneelasten können Belastungen manuell definiert werden.

Hier kann zwischen Gleich- und Trapezflächenlasten, einer Linienlast senkrecht zur Binderebene, Punkt-, Gleich-, Block- und Trapezlasten gewählt werden.

Außerdem können über die Funktion Lastabtrag in gewohnter Weise Auflagerlasten aus anderen Positionen, wie beispielsweise Pfetten, auf den Binder angesetzt werden.

Eine Dokumentation von Lastzusammenstellungen und einzelnen Lastübernahmen in der Ausgabe ist möglich.

## Material/Querschnitt

Als Material kann Brettschichtholz mit den aktuellen Festigkeitsklassen nach DIN EN 14080:2013 gewählt werden. In Abhängigkeit der gewählten Festigkeitsklasse werden die entsprechenden Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtewerte den Stammdaten entnommen. Eine Erhöhung der charakteristischen Biegefestigkeiten  $f_{m,k}$  von Brettschichtholz mit dem Beiwert  $k_h$  ist optional möglich.

Die Querschnittsabmessungen werden für Binderbreite und Binderhöhe am linken Auflager abgefragt. Über die Eingabe einer Schrittweite zur Verbreiterung bzw. Erhöhung des Querschnitts können die statisch erforderlichen Querschnittsabmessungen programmseitig ermittelt werden. Bei dieser optionalen Querschnittswahl werden die Abmessungen so lange um die vorgegebenen Schrittweiten vergrößert, bis eine ausreichende Tragfähigkeit und Stabilität sowohl unter Normaltemperatur als auch im Brandfall erreicht wird.

Mit den Angaben aus „System“ und „Material/Querschnitt“ ermittelt das Modul S170.de alle geometrischen Daten für die Nachweise.

Neben den Material- und Querschnittsabmessungen ist die zu berücksichtigende Nutzungsklasse (NKL) zu wählen. Die Tragfähigkeit eines Holzbauteils nimmt mit zunehmender mittlerer Holzfeuchtigkeit ab. Diese Abhängigkeit wird über die Definition der Nutzungsklasse berücksichtigt.

Vorbemerkung	System	Wind/Schnee	Belastungen
Material/Querschnitt	Nachweise	Details	Ausgabe
Erläuterung			
Werkstoff <span style="float:right">209</span>			
Art <b>BSH GL28c (kh)</b>			
Rechteckquerschnitt <span style="float:right">218</span>			
Binderbreite			
b 16.0 cm Startwert			
$\Delta b$ 0.0 cm Schrittweite			
b <sub>max</sub> cm Maximalwert			
Binderhöhe am Auflager links			
h <sub>li</sub> 69.0 cm Startwert			
$\Delta h$ cm Schrittweite			
h <sub>li,max</sub> cm Maximalwert			
Lamellendicke			
t 4.0 cm Lamellendicke			
Nutzungsklasse <span style="float:right">251</span>			
	von Feld	bis Feld	NKL
1	ERSTES	LETZTES	2

Bild 2. Eingabekapitel „Material/Querschnitt“

## Berechnungsgrundlagen/Nachweise

### Allgemeines

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt an einem ebenen Einfeldträger mit gegebenenfalls Kragarmen. Die Normalkräfte der in der Regel flach geneigten Binder werden dadurch vernachlässigt.

Für den Binder werden die folgenden Nachweise geführt:

- Nachweis der Querschnittstragfähigkeit (Spannungsnachweise)
- Nachweis der Stabilität (Biegedrillknicken)
- Nachweis der Auflagerpressung
- Nachweis der Querkzugtragfähigkeit
- Nachweise der Verformung

### Nachweise der Querschnittstragfähigkeit

Die Nachweise der Querschnittstragfähigkeit für Biegung und Querkraft erfolgen nach [1]. Dabei ist zu beachten, dass der Querschnitt eine veränderliche Höhe hat und der obere Rand angeschnittene Fasern besitzt. Dadurch kommt es zu einer Überlagerung von Spannungen.

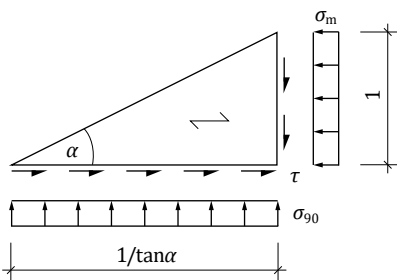


Bild 3. Dreieckselement am angeschnittenen Rand

Für den Nachweis der Spannungskombination am angeschnittenen Rand mit angeschnittenen Holzfasern im Winkel  $\alpha$  kann vereinfacht der Biegespannungsnachweis mit abgeminderten Biegefestigkeiten geführt werden.

Es gilt die Bedingung:

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d} \tag{1}$$

mit

- $\sigma_{m,\alpha,d}$  Bemessungswert der Biegebeanspruchung unter Berücksichtigung des Trägeranschnittes
- $f_{m,d}$  Bemessungswert der Biegefestigkeit
- $k_{m,\alpha}$  wird wie folgt berechnet

Für Zugspannungen entlang des angeschnittenen Randes:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \tag{2}$$

Für Druckspannungen entlang des angeschnittenen Randes:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \tag{3}$$

Nach [2], NCI zu 6.4.2 ist der Faseranschnittswinkel  $\alpha$  auf  $24^\circ$  zu begrenzen.

Die Biegespannung  $\sigma_m$  ist bei Trägern mit veränderlicher Trägerhöhe  $h_x$  über die Länge  $l$  nicht geradlinig über die Querschnittshöhe, sondern nicht linear. Die Bemessung kann jedoch näherungsweise und auf der sicheren Seite liegend mit  $\sigma_{m,\alpha} = \sigma_m$  geführt werden.

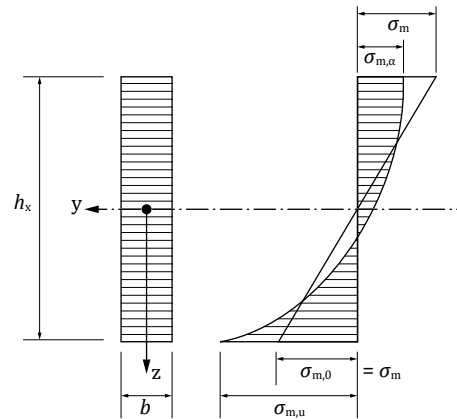


Bild 4. Biegespannungsverteilung bei Trägern mit veränderlicher Trägerhöhe  $h_x$ , aus [5]

Aufgrund der linear veränderlichen Trägerhöhe und dem damit veränderlichen Widerstandsmoments tritt die maximale Biegespannung nicht an der Stelle des maximalen Momentes auf. Das Modul S170.de ermittelt die Stelle der maximalen Biegespannung und der maximalen Ausnutzung.

Durch die Umlenkkräfte, die im Firstbereich entstehen, ist bei der Bemessung von Satteldachträgern folgende zusätzliche Bedingung einzuhalten:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \tag{4}$$

mit

$\sigma_{m,d}$  Bemessungswert der Biegespannung im Firstbereich, wie folgt

$$\sigma_{m,d} = k_1 \frac{6 M_{app,d}}{b h_{ap}^2} \tag{5}$$

mit

$k_1$  Beiwert zur Ermittlung der Biegespannung im Firstquerschnitt nach [1], Gl. (6.43)

### Nachweis der Stabilität

Wenn der stabilitätsgefährdete, druckbeanspruchte Trägerend nicht kontinuierlich gehalten und damit das seitliche Ausweichen behindert ist, ist ein Biegedrillknickenachweis zu führen. Bei biegebeanspruchten Bauteilen mit über die Länge veränderlicher Querschnittshöhe ist die maßgebende Trägerstelle des Kippens meist nicht direkt feststellbar, da die größte Biegespannung nicht an der Stelle der größten Querschnittshöhe auftritt. Deshalb wird der Träger in verschiedene Bereiche eingeteilt und in jedem Bereich mit der Länge  $l_i$  und mit den Querschnittswerten an der Stelle  $0,65 \cdot l_i$  der Beiwert  $k_{cr}$  ermittelt.

Entscheidend für die Größe der Bereiche ist der Abstand der seitlichen Halterungen am Druckgurt (i.d.R. der obere Rand). Die Eingabe bietet hier drei verschiedene Möglichkeiten. Die Option „an Lagerstellen“ hat zur Folge, dass  $l_{ef}$  gleich der Feldlänge ist. Die „Abstände seitlicher Abstützungen“ entsprechen dann jeweils der Länge der einzelnen Bereiche. Außerdem kann die „Ersatzstablänge“  $l_{ef}$  und die Höhe  $h$  0,65 manuell vorgegeben werden.

Seitliche Halterungen

Art  an Lagerstellen  
 Abstände seitlicher Abstützungen  
 Ersatzstablänge

Abstände seitlicher Abstützungen

	s [m]
1	5,000
2	4,000
3	4,000
4	5,000

Bild 5. Angaben zur seitlichen Halterung im Nachweis Stabilität

Als zweiten Nachweis im Bereich Stabilität ist die Torsion am Auflager nachzuweisen. Hierzu wird in Abhängigkeit der Lagerbedingungen ein Torsionsmoment ermittelt. Die Torsionsspannung wird im Nachweis Querkraft mit der Schubspannung aus Querkraft überlagert und der entsprechende Nachweis nach [2], NCI NA.6.1.9 geführt.

**Querzug**

Durch Umlenkkräfte, äußerer Lasten und zusätzliche klimabedingte Einflüsse können bei Satteldachbindern Querzugkräfte entstehen, die ein Aufspreizen der Holzfasern zur Folge haben. Durch ungenügende Berücksichtigung des Querzuges ist es in der Praxis schon häufig zu Schadensfällen gekommen.

Der querzugbeanspruchte Bereich entspricht bei Satteldachträgern  $0,5 h_{ap}$  jeweils links und rechts des Firsts:

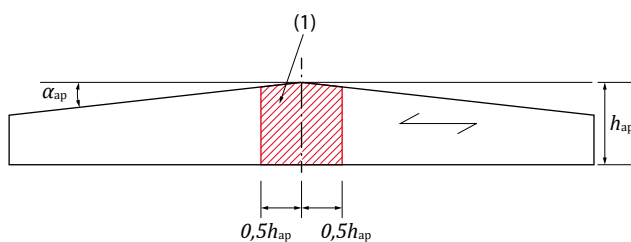


Bild 6. Firstbereich / querzugbeanspruchter Bereich (rot), aus [1]

Der Nachweis des Querzugs im Firstbereich muss folgende Bedingung erfüllen ([1], Gl. (6.53)):

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d}} \leq 1 \tag{6}$$

mit

- $k_{vol}$  Volumenfaktor, siehe [1], Gl. (6.51)
- $k_{dis}$  Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung im Firstbereich, siehe [1], Gl. (6.52)
- $\sigma_{t,90,d}$  Bemessungswert der größten Zugspannung rechtwinklig zur Faser nach [1], Gl. (6.54)

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6 M_{ap,d}}{b h_{ap}^2} \tag{7}$$

mit

$k_p$  Beiwert nach [1], Gl. (6.56)

Im Modul S170.de hat der Anwender die Möglichkeit den Querzugnachweis zu führen und dabei den Träger ohne Verstärkung auszuführen. Weiterhin gibt es die Möglichkeit Verstärkungen im querzugbeanspruchten Bereich anzubringen. Diese Verstärkungen können „konstruktiv“ sein und lediglich die klimabedingten Querzugspannungen nach [2], NCI NA.6.8.5 abdecken oder sie nehmen vollständig die vorhandenen Querzugspannungen nach [2], NCI NA.6.8.6 auf. In der Anmerkung zu [2], NCI NA.6.4.3 wird empfohlen Satteldachträger mit geradem Untergurt ab einem Ausnutzungsgrad  $\eta \geq 0,8$  im Nachweis des Querzugs zu verstärken.

Für den Fall, dass Verstärkungen für die Aufnahme der zusätzlichen, klimabedingten Querzugspannungen nach NCI NA.6.8.5 angeordnet wurden, darf die obige Bedingung aus Gl. (1) unberücksichtigt bleiben und es gilt [2], Gl. (NA.93):

$$\left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot \left(\frac{h_0}{h_{ap}}\right)^{0,3} \cdot f_{t,90,d}} \leq 1 \tag{8}$$

mit

$k_{dis}$  Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung im Firstbereich, siehe [2], Gl. (NA.93)

Die Verstärkung ist dann für die Zugkraft  $F_{t,90,d}$  zu bemessen.

$$F_{t,90,d} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b^2 \cdot a_1}{640 \cdot n} \tag{9}$$

mit

- $a_1$  Abstand der Verstärkungen in Trägerlängsrichtung in Höhe der Trägerachse
- $n$  Anzahl der Verstärkungselemente innerhalb der Länge  $a_1$

Wenn Verstärkungen für die vollständige Aufnahme der Querzugspannungen nach NCI NA.6.8.6 angeordnet wurden, darf die obige Bedingung aus Gl. (1) unberücksichtigt bleiben. Die Verstärkung ist dann für die vollständige Zugkraft  $F_{t,90,d}$  zu bemessen.

$$F_{t,90,d} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_1}{n} \tag{10}$$

Als Verstärkungen können im Modul entweder geklebte Gewindebolzen nach DIN 976-1 oder geschraubte Gewindestangen nach DIN 7998 verwendet werden. Entsprechend der Eingaben wird eine Bemessung der Verstärkungen durchgeführt und diese im Firstbereich automatisch durch das Modul angeordnet. Diese Anordnung kann auch grafisch dargestellt werden.

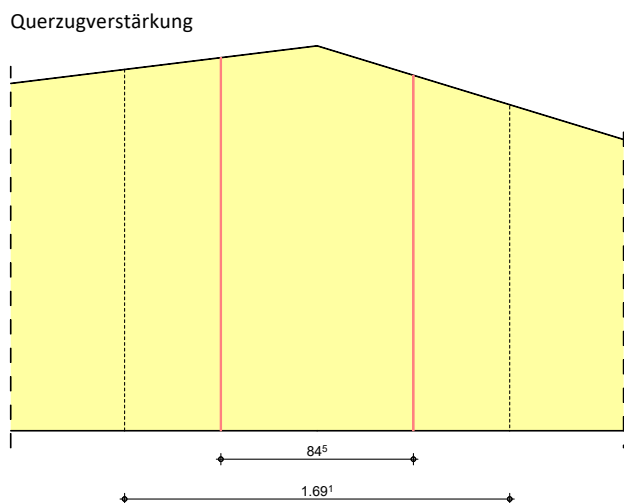


Bild 7. Ausgabe der Querszugverstärkungen

### Nachweise im Brandfall

Die Nachweise im Brandfall werden nach [3] nach dem genaueren Verfahren mit reduzierter Festigkeit und reduzierter Steifigkeit geführt. Im ersten Schritt wird der verbleibende Restquerschnitt des Bauteils, durch eine Reduzierung des Ausgangsquerschnitts durch die Abbrandtiefe, ermittelt. Die Abbrandtiefe wird in Abhängigkeit der geforderten Feuerwiderstandsdauer und der von der Holzart abhängigen Abbrandrate berechnet. Im zweiten Schritt werden die durch die Temperaturerhöhung reduzierten Bemessungswerte der Festigkeiten und Steifigkeiten des verbleibenden Restquerschnitts ermittelt. Die Feuerwiderstandsdauer und die beflammtten Seiten des Querschnitts, an denen ein Abbrand stattfindet, sind manuell einzutragen.

### Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Die Verformungen einer Konstruktion sind so zu begrenzen, dass keine Schäden an nachgeordneten Bauteilen auftreten, die Benutzbarkeit nicht eingeschränkt wird und das Erscheinungsbild gewahrt bleibt. Die Berechnung der Verformungen darf unter Verwendung der Mittelwerte der Elastizitätsmoduln und den Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkung und Material mit  $\gamma = 1,0$  berechnet werden.

Im Modul S170.de können bis zu drei Nachweise angewählt werden. Der Nachweis der „elastischen Anfangsdurchbiegung“ erfolgt mit Anfangsdurchbiegungen in der charakteristischen Kombination. Die Kriechanteile im Nachweis der „Enddurchbiegung“ werden mit der quasi-ständigen Kombination gebildet. Für den Nachweis der „gesamten Enddurchbiegung“ (oder auch „Netto“-Enddurchbiegung) werden alle Verformungen mit der quasi-ständigen Kombination gebildet. Zusätzlich ist bei Bindern auch die Vorgabe einer bauseitigen Überhöhung möglich.

## Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Ausgabumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden. Neben der grafischen Darstellung des Systems in Haupttragrichtung werden die Belastungen, Schnittgrößen und Nachweise unter Berücksichtigung der Einstellungen des Anwenders sowohl grafisch als auch tabellarisch ausgegeben.

Dipl.-Ing. Thomas Blüm  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

## Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [2] DIN EN 1995-1-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [3] DIN EN 1995-1-2: Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [4] DIN EN 1995-1-2/NA: Nationaler Anhang Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [5] H. Neuhaus: Ingenieurholzbau, 4. Auflage; Springer Vieweg Verlag 2017.

## Preise und Angebote

### S170.de Holz-Dachbinder, Satteldachbinder mit gerader Unterkante – EC 5, DIN EN 1995-1-1:2010-12

Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/S170de>

### BauStatik 5er-Paket

bestehend aus 5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl

### BauStatik 10er-Paket

bestehend aus 10 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2022

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)