Holzträger aus Brettsperrholz HTB+

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten 2
Berechnungsgrundlagen 3
- Holzwerkstoff Brettsperrholz 3
- Bemessungsgrundlage: Schubanalogieverfahren 3
- Heißbemessung 4

Eingabe 5
- Allgemeine Bedienhinweise 5
- Grundparameter 6
- System 7
  - Felder 7
  - Querschnitt allgemein / Schichten 7
- Belastung 8
- Bemessung 9
  - Heißbemessung 9
  - Gebrauchstauglichkeit 9
  - Schwingungen 10
  - Optionen 11

Ausgabe 12
- Ergebnisse 12
- Ausgabeumfang 12
- Ausgabe als PDF-Dokument 12

Grundlegende Dokumentationen, Hotline-Service und FAQ

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie „Allgemeine Dokumente und Bedienungsgrundlagen“ auf unserer Homepage www.frilo.eu unter CAMPUS im Downloadbereich (Handbücher).

Tipp 1: Bei Fragen an unsere Hotline lesen Sie Hilfe – Hotline-Service – Tipps.
Siehe auch Video FRILO-Service.

Tipp 2: Zurück im PDF - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es mit der Tastenkombination <ALT> + „Richtungstaste links“

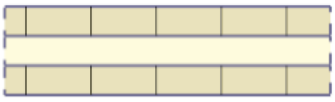
Tipp 3: Häufige Fragestellungen finden Sie auf www.frilo.eu unter ▸ Service ▸ Support ▸ FAQ beantwortet.

Tipp 4: Hilfedatei nach Stichwörtern durchsuchen mit <Strg> + F

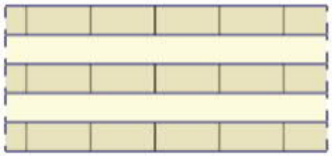
Anwendungsmöglichkeiten

Das Programm HTB+ berechnet Einfeld- oder Mehrfeldträger mit oder ohne Kragarme aus Brettsperrholz (BSP) und führt alle notwendigen Nachweise. Die Feldweiten und die Lasten können unterschiedlich sein.

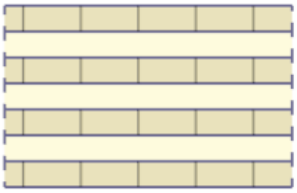
Mögliche Querschnittsaufbauten zeigt Abbildung 1.



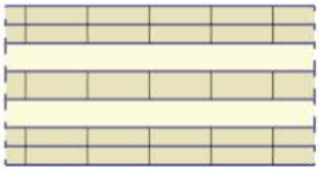
BSP 110 L3s



BSP 150 L5s



BSP 210 L7s



BSP 240 L7s-2

Abbildung 1: Querschnittsvarianten (mit herstellerneutraler Bezeichnung)

Das Programm berechnet „plattenmäßig“ beanspruchte Brettsperrholzelemente, keine „scheibenmäßig“ beanspruchten. Dies schließt einen Einsatz des HTB+ für Balken aus hochkant beanspruchten Brettsperrholzträgern aus!.
Der mögliche Schichtenaufbau sowie die zu verwendenden Materialkennwerte ergeben sich stets aus einer bauaufsichtlichen Zulassung des Brettsperrholz-Herstellers.

Normen

- DIN EN 1995:2013
- ÖNORM EN 1995:2019
- PN EN 1995:2010
- BS EN 1995:2019
- EN 1995:2014

Berechnungsgrundlagen

Holzwerkstoff Brettsperrholz

Für die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit werden bei (Platten-) Biegung um eine Achse im Normalfall nur Brettlagen in Haupttragrichtung berücksichtigt. Als Haupttragrichtung (0°) wird in der Regel die Richtung der Decklagen (mit in Summe höherer Biegesteifigkeit) bezeichnet. Die Nebentragrichtung (90°) beschreibt die Richtung quer zu den Decklagen (mit in Summe geringerer Biegesteifigkeit.)

Die quer zur Hauptrichtung verlaufenden Brettlagen werden im Normalfall als reine Abstandshalter betrachtet. Sie erhalten keine Längsspannungen ($E_{90} = 0$), sondern nur eine Beanspruchung auf Schub. Nur in Spezialfällen werden die Schmalseiten der Querlagen miteinander verklebt, so dass diese auch Längsspannungen erhalten ($E_{90} \neq 0$).

Zu beachten ist bei Brettsperrholz das sogenannte Rollschubversagen, welches den Bruch tangential zu den Jahrringflächen der Querlagen beschreibt, da die daraus abgeleitete Rollschubfestigkeit $f_{v,R,k}$ deutlich geringer ist als die Schubfestigkeit in faserparalleler Richtung.

Bemessungsgrundlage: Schubanalogieverfahren

Als Bemessungsgrundlage dient das Schubanalogieverfahrens nach [Kreuzinger, H.: Platten, Scheiben und Schalen - ein Berechnungsmodell für gängige Statikprogramme, Bauen mit Holz, 01/1999]. Im Gegensatz zum Gamma-Verfahren können diverse statische Systeme (Mehrfeldträger, Kragarme), unterschiedliche Belastungen (Einzellasten, Trapezlasten), sowie beliebige Brettlagen berücksichtigt werden. Dem Berechnungsansatz wird ein schubweiches System, das heißt unter Berücksichtigung von Schubverformung, zu Grunde gelegt.

Der Träger besitzt dabei eine Gesamtbiegesteifigkeit sowie eine Gesamtschubsteifigkeit, die aus der unterschiedlichen Schubsteifigkeit der einzelnen Querschnittsteile besteht.

Die Eigenschaften des Gesamtquerschnitts werden beim Schubanalogieverfahren auf zwei virtuelle Träger A und B verteilt:

- Der Träger A erfasst dabei die Summe der mit dem Elastizitätsmodul gewichteten Eigenträgheitsmomente der Querschnittsteile. Seine Schubsteifigkeit wird als unendlich angenommen, d.h. es sind keine Schubverformungen des Trägers A möglich.

- Dem Träger B wird die Summe der mit dem Elastizitätsmodul gewichteten Steineranteile der Querschnittsteile zugeordnet. In der Schubsteifigkeit des Trägers B werden die Schubnachgiebigkeit berücksichtigt:

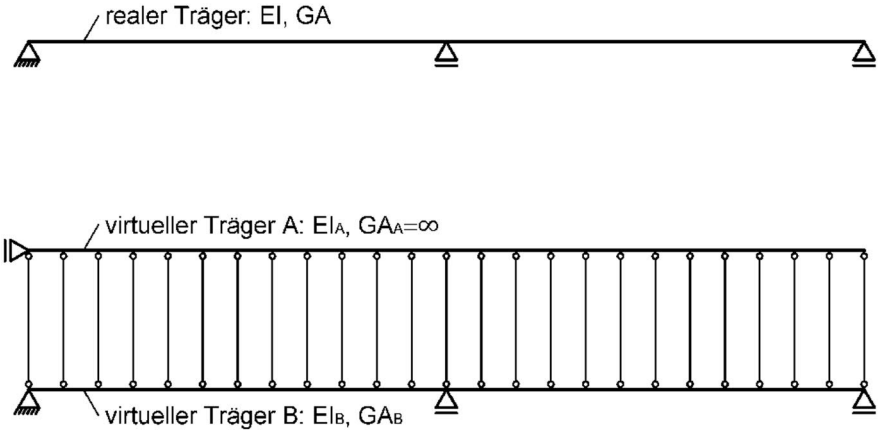
$$EI_A = \sum_{i=1}^{n} \left(E_i \cdot I_i\right) = \sum_{i=1}^{n} \left(E_i \cdot \frac{b_i \cdot h_i^3}{12}\right)$$

$$GA_A \rightarrow \infty$$

$$EI_B = \sum_{i=1}^{n} \left(E_i \cdot A_i \cdot a_i^2\right)$$

$$\frac{1}{GA_B} = \frac{1}{a^2} \cdot \left[\frac{h_1}{2 \cdot G_1 \cdot b_1} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{h_i}{G_i \cdot b_i} + \frac{h_n}{2 \cdot G_n \cdot b_n}\right]$$

Im Modell werden dehnstarre Füllstäbe zwischen den beiden Trägern A und B gelenkig angeschlossen. Somit erhalten beide Träger die gleiche Durchbiegung.



Das Programm berechnet die Schnittgrößen M_A, M_B, V_A und V_B für die virtuellen Träger A und B. Die ermittelte Biegenormalspannung ist immer linear verteilt, mit Maximalwerten am oberen bzw. unteren Rand der in Tragrichtung verlaufenden äußersten Brettlagen. In den Querlagen werden im Normalfall keine Normalspannungen übertragen. Die Schubspannung wird durch eine Überlagerung der parabelförmigen Schubspannungsverteilung des Trägers A und der linearen Schubspannungsverteilung des Trägers B ermittelt.

Folgende Nachweise werden im Programm geführt:

- Nachweis der Biegerandspannung

$$\frac{\sigma_{m,o,d}}{f_{m,d}} \le 1 \quad \text{bzw.} \quad \frac{\sigma_{m,u,d}}{f_{m,d}} \le 1 \qquad f_{m,d} = k_{sys} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k}$$

- Nachweis der Rollschubspannung in der Querlage

$$\frac{\tau_{v,R,d}}{f_{v,R,d}} \le 1 \qquad f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,R,k}$$

- Nachweis der Schubspannung in der Längslage

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \le 1 \qquad f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k}$$

Im Nachweis der Biegerandspannung kann der Wert der Biegefestigkeit mittels des Systembeiwertes k_{sys} erhöht werden. Grund dafür ist die Lastverteilung auf mehrere parallel angeordnete Brettlamellen. Der Systembeiwert wird nach DIN EN 1995-1-1, 6.6 (4), Bild 6.12 programmintern berechnet.

Heißbemessung

Optionaler Nachweis unter Brandbeanspruchung – siehe Kapitel Bemessung.

Eingabe

Allgemeine Bedienhinweise

Assistent

Beim Start des Programms erscheint automatisch das Fenster Assistent.
Hier können schnell die wichtigsten Eckdaten des Systems eingegeben werden, die dann im Eingabebereich oder/ und in der interaktiven Grafikoberfläche editiert werden können.

Eingaben im Assistent:

- Anzahl Felder
- Feldlänge
- Querschnitt: Schichtenanzahl und Schichthöhe
- ständige Last
- veränderliche Last und Art der Einwirkung

Interaktive Eingabe in der Grafik

Editierbare Parameter

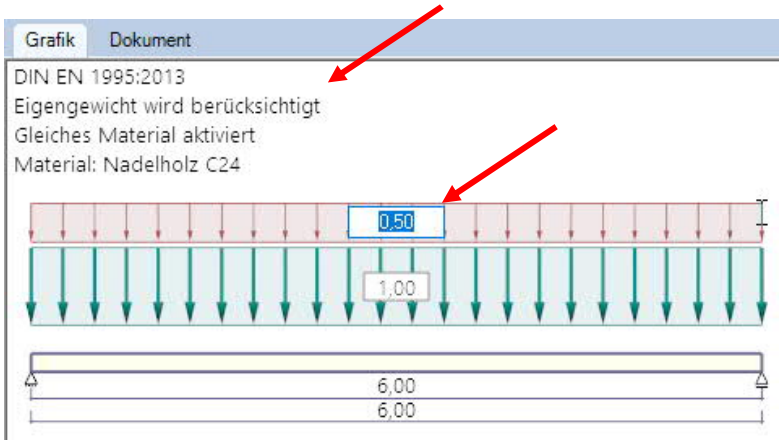
Wie in allen Plus-Programmen sind auch in HTB+ die Maßzahlen, Lastwerte editierbar und können direkt in der Grafik geändert werden.

Die Orientierung einer Schicht lässt sich per Symbol neben der Schicht zwischen 0° und 90° umschalten.

Per Kontextmenü (rechte Maustaste) in einen freien Grafikbereich werden allgemeine Funktionen (Zoom, Verschieben, Grafik speichern oder Drucken eingeblendet.

Interaktive Texte

Die in der Grafik links oben angezeigten Texte sind, wie in allen PLUS-Programmen auch, interaktiv und können angeklickt werden. Damit werden in der Grafik Dialoge erreicht, die sonst nur über das linke Menü erreicht werden.



Grundparameter

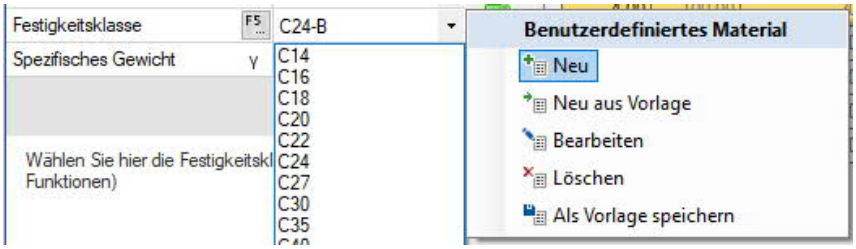
Bemessungsnorm	Auswahl der Norm mit nationalem Anhang.
Nutzungsklasse	Auswahl der Nutzungsklasse 1 oder 2 (Feuchteeinfluss).
Gemitteltes kmod für Wind	Bei markierter Option wird der Modifikationsbeiwert kmod bei Wind als Mittelwert für die Klassen der Lasteinwirkungsdauern kurz und sehr kurz angesetzt (anstatt sehr kurz).
Standort Windzone	Markieren Sie diese Option, wenn sich der Gebäudestandort in Windzone 3 oder 4 befindet. In diesem Fall wird die Einwirkung 'Schnee' nicht als Begleiteinwirkung zur Leiteinwirkung 'Wind' angesetzt.
gleiches γG	Bei markierter Option werden alle ständigen Lasten bzw. Lastfälle zusammen mit dem gleichen Teilsicherheitsbeiwert (γG,sup oder γG,inf) angesetzt, anderenfalls werden ständige Lasten unabhängig voneinander mit ihren unteren und oberen Teilsicherheitsbeiwerten kombiniert.

Globale Materialauswahl

Standardmäßig bestehen die Schichten aus dem gleichen Material (die Option ist markiert).
Die notwendigen Materialkennwerte gemäß der verwendeten Brettsperrholz-Zulassung können über ein benutzerdefiniertes Material eingegeben werden – diesen Dialog rufen Sie über die F5-Taste im Eingabefeld der Festigkeitsklasse auf.

Sind die Materialien der einzelnen Schichten unterschiedlich (Optionshäkchen entfernen), so erfolgt die Auswahl des Materials bzw. die Eingabe eines benutzerdefinierten Materials über die Spalte „Festigkeitsklasse“ der Schichtentabelle (F5-Taste).

F5-Taste: Über „Neu“ öffnen Sie einen Dialog zur Eingabe der Nennfestigkeiten, Steifigkeiten, Rohdichtewerte und einer Bezeichnung. Benutzerdefiniertes Material kann als Vorlage gespeichert/geladen werden.

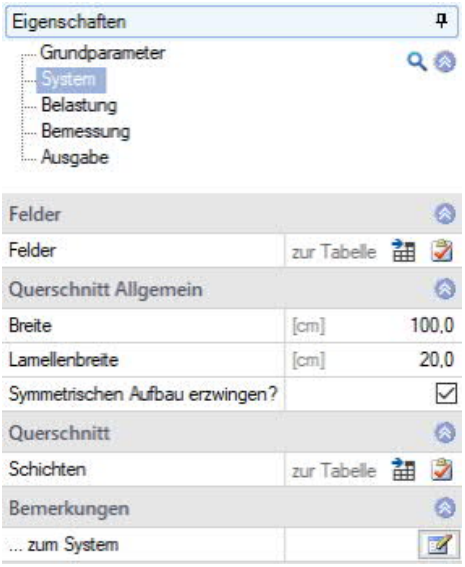


Bemerkungen

Eingabe von eigenen Bemerkungen, die dann auch in der Ausgabe erscheinen.

System

Felder



Für die tabellarische Eingabe klicken Sie auf das Tab „Felder“ unter der Grafik. Über die Buttons rechts der Tabelle können Sie Eingabezeilen für weitere Felder hinzufügen oder bestehende Zeilen löschen.

Für jedes Feld geben Sie die Länge an. Die Feldnamen werden vorgegeben, können bei Bedarf aber geändert werden. Handelt es sich um einen Kragarm, markieren Sie bitte die das Kästchen in der Spalte Kragarm.

Querschnitt allgemein / Schichten

Hier geben Sie die Breite des Querschnitts und die Lamellenbreite ein.

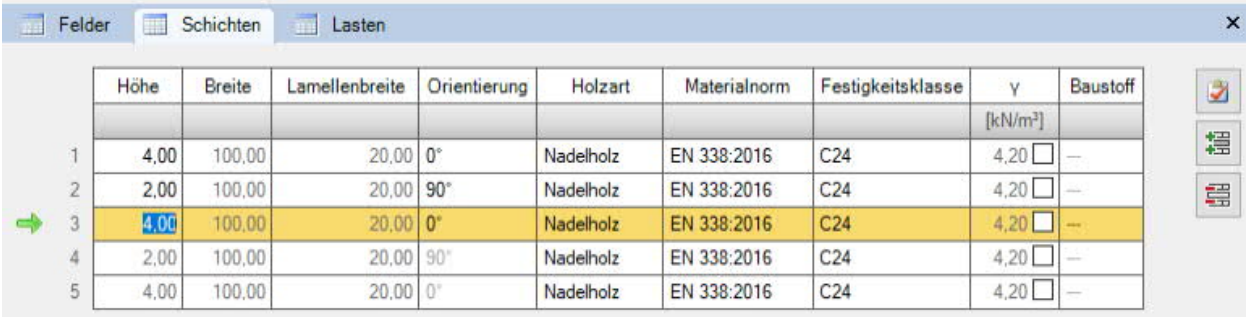
Sie können einen symmetrischen Aufbau erzwingen – in der folgenden Schichtentabelle sind dann die entsprechenden Eingaben „gegraut“ und können nicht mehr editiert werden.

Klicken Sie auf das Tab „Schichten“ unter der Grafik.

Auf Basis der Eingaben im Assistenten können Sie in der Tabelle die individuelle Schichtdicke, die zugehörige Orientierung der Lamellen (0° oder 90°), die Holzart, Materialnorm und Festigkeitsklasse gemäß der verwendeten Brettsperrholz-Zulassung eingeben.

Die Schichtanzahl kann über die Buttons rechts geändert werden.

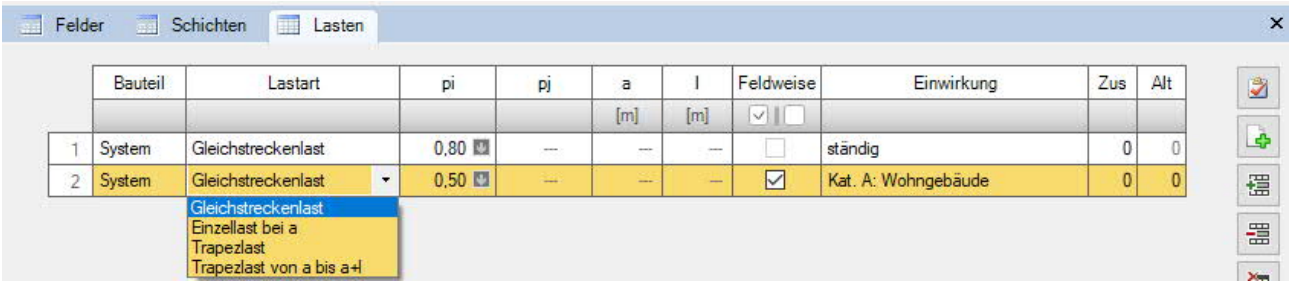
In der Spalte „Festigkeitsklasse“ können Sie per F5-Taste ein benutzerdefiniertes Material eingeben.



Belastung

Wählen Sie zunächst, ob mit oder ohne Eigengewicht gerechnet werden soll.

Über den Tab „Lasten“ wird die Lasttabelle angezeigt.



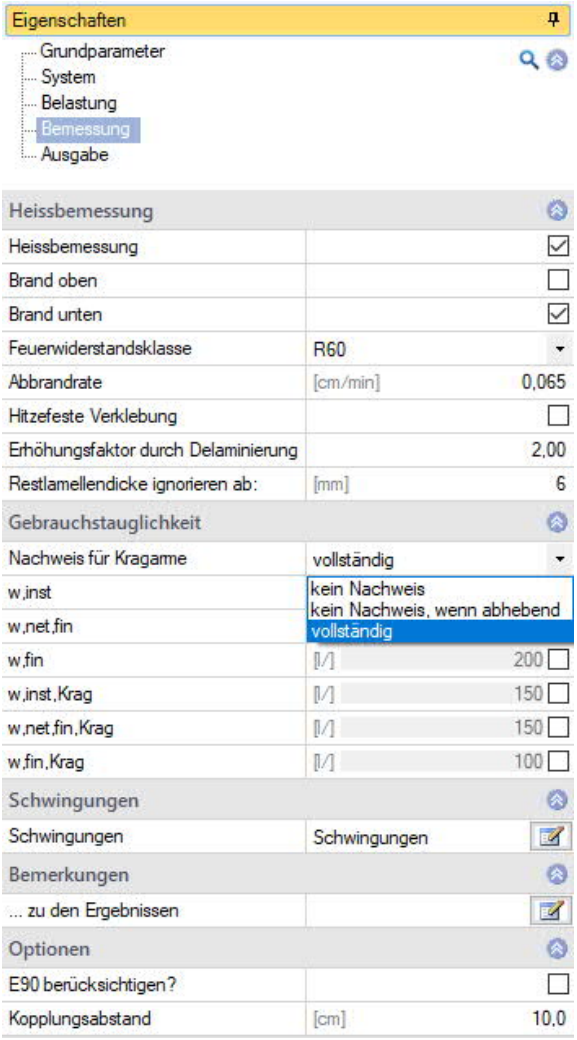
Bauteil	Wählen Sie hier, ob sich die Eingabe auf das ganze System oder auf ein einzelnes Feld bezieht.
Lastart	Auswahl der Lastart: Gleich-, Einzellast oder Trapezlast über die Länge oder einen Bereich (a bis a+l).
pi	Lastwert bzw. Lastwert am Beginn der Strecken-/Trapezlast.
pj	Lastwert am Ende der Strecken-/Trapezlast.
a	Abstand einer Einzellast vom linken Trägeranfang.
l	Länge der Streckenlast.
Feldweise	Hier wählen Sie, ob Lasten, die über mehrere Felder eingegeben werden, vom Programm feldweise angesetzt werden sollen oder nur zusammengesetzt berücksichtigt werden.
Einwirkung	Auswahl der Einwirkung aus einer Liste.
Zus	Lasten einer Zusammengehörigkeitsgruppe werden immer zusammen angesetzt.
Alt	Von Lasten einer Alternativgruppe wird immer nur eine angesetzt. Dabei gilt eine Last über mehrere Felder als eine Last und wird nicht feldweise alternativ angesetzt. Ob ein feldweiser Lastansatz erfolgt, richtet sich nach dem Eintrag in der Spalte alternativ.

Bemessung

Hier können Sie optional die Heißbemessung und den Schwingungsnachweis aktivieren sowie den Schubspannungsnachweis steuern.

Heißbemessung

Optionaler Nachweis unter Brandbeanspruchung. Die entsprechenden Eingabefelder Nachweisverfahren, Feuerwiderstandsklasse, Abbrandseiten und -raten werden eingeblendet.



Berechnungsgrundlage

Der Tragfähigkeitsnachweis wird mit dem ideellen Restquerschnitt geführt. Da aufgrund der großflächigen Brandbeanspruchung bei Verwendung von nicht-hitzefesten Verklebungen die schützende Holzkohleschicht abfallen kann („Delaminierung“), wird das sogenannte Treppenmodell angewendet: Für die ersten 25 mm einer inneren Schicht wird infolge des Fehlens der abgefallenen Holzkohleschicht eine erhöhte Abbrandrate angesetzt, anschließend für die restliche Schichtdicke durch die nun wieder vorhandene Holzkohleschicht die normale Abbrandrate.

Hitzefeste Verklebung / Erhöhungsfaktor durch Delaminierung

Eine hitzefeste Verklebung kann programmintern berücksichtigt werden, um den Effekt der „Delaminierung“ zu verhindern. Des Weiteren kann ein selbst definierter Erhöhungsfaktor der Abbrandrate, bis sich wieder eine schützende Holzkohleschicht von 25 mm gebildet hat, definiert werden.

Restlamellendicke ignorieren

Verbleibt durch den Abbrand nur noch eine geringe Dicke der äußersten Schicht, so kann diese bei der Bemessung auf Wunsch vernachlässigt werden.

Gebrauchstauglichkeit

Nachweis für Kragarme — Auswahl, welcher Nachweis der Gebrauchstauglichkeit für Kragarme geführt wird.
kein Nachweis: Kragarme werden nicht nachgewiesen.
kein Nachweis, wenn abhebend: Kragarme werden nur nachgewiesen, wenn die Verformung nicht abhebend ist.
vollständig: Kragarme werden immer nachgewiesen.

Eingabe der Grenzwerte (GW) der Verformungen:

w,inst	GW der elastischen Durchbiegung eines Einfeldträgers
w,net,fin	GW der Summe aus elastischer Durchbiegung und Kriechverformung eines Einfeldträgers
w,fin	GW der Endverformung eines Einfeldträgers
w,inst,Krag	GW der elastischen Durchbiegung eines Kragträgers
w,net,fin,Krag	GW der Summe aus elastischer Durchbiegung und Kriechverformung eines Kragträgers
w,fin,Krag	GW der Endverformung eines Kragträgers

Schwingungen

Aufruf des Dialogs für den Schwingungsnachweis nach DIN EN 1995-1-1 oder nach Hamm.
Der Schwingungsnachweis kann unter dem Register „Bemessung“ eingestellt werden.

Über diesen Button rufen Sie den Dialog für den Schwingungsnachweis auf.

Markieren Sie die gewünschte Option für den Schwingungsnachweis.

Nachweis nach Hamm:

Hamm, P.; Richter, A.: Bemessungs- und Konstruktionsregeln zum Schwingungsnachweis von Holzdecken. Fachtagungen Holzbau 2009. Leinfelden-Echterdingen.

Geometrie und Steifigkeit

- Breite des Deckenfeldes
- Modaler Dämpfungsgrad Ksi
- Zusatzsteifigkeiten berechnen — In einem separaten Dialog definieren Sie die Zusatzsteifigkeiten
- EI,l — Anzeige der Zusatzsteifigkeit aus Deckenaufbau
- EI,q — Anzeige der Deckensteifigkeit senkrecht zum Balken

Belastungsvorgaben

Sie können die Systemlasten übernehmen oder die Lasten optional von Hand eingeben (Häkchen entfernen).

g0 ständige Flächenlast
q0 veränderliche Flächenlast

Eine Einwirkungsgruppe kann über die rechte Auswahlliste gewählt werden.

Zusatznachweise

Zusatznachweise nicht ausgeben: Besondere Untersuchungen bei Frequenzen größer 8 Hertz werden nicht ausgegeben.

Begrenzung der Beschleunigung: vordefinierte Grenzwerte oder selbst definierter Grenzwert (für EN 1995).

Hinweise:

f Eigenfrequenz

f > 8Hz: In diesem Fall sollten für Wohnungsdecken die nachfolgenden Anforderungen erfüllt sein.

- Begrenzung der Durchbiegung $\frac{w}{F} \le a$ mm/KN
- Begrenzung der Schwinggeschwindigkeit v infolge Einheitsimpuls $v \le \beta^{(f1 \cdot \zeta - 1)}$ m/(Ns²)

f ≤ 8Hz: In diesem Fall sollte für Wohnungsdecken eine besondere Untersuchung durchgeführt werden. Hierbei werden zwei zusätzliche Nachweise geführt, die dem Ansatz von /1/ entsprechen.
/1/ Blaß, H. J. Erläuterungen zu DIN 1052-2004-08 , Bruderverlag März 2005

- Begrenzung der Schwinggeschwindigkeit v infolge Tritt $v \le 6 \cdot \beta^{(f1 \cdot \zeta - 1)}$ m/(Ns²)
- Begrenzung der Beschleunigung $a_{vert} \le 0{,}1 \text{ m/s}^2 - 0{,}4 \text{ m/s}^2$

Siehe auch Rechenbeispiel zum Programm DLT Schwingung nach DIN EN 1995.

Optionen

E90	Optional kann berücksichtigt werden, ob das Elastizitätmodul senkrecht zur Faser bei der Berechnung berücksichtigt wird.
Kopplungsabstand	Abstand der Koppelpunkte der virtuellen Träger des Schubanalogieverfahrens: je kleiner der Abstand, desto genauer sind die Schnittgrößenverläufe bei erhöhter Rechenzeit.

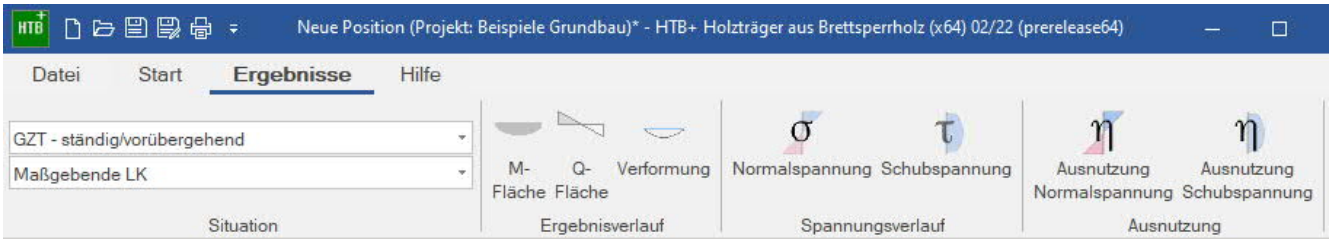
Ausgabe

Vor der Ausgabe klicken Sie auf das Berechnensymbol.

Die Auslastung wird nach erfolgter Berechnung unten rechts im Grafikfenster eingeblendet und bietet einen guten Überblick über die Wirtschaftlichkeit des eingegebenen Systems.

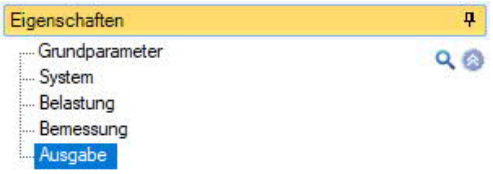
Ergebnisse

Über den Tab Ergebnisse können Sie die Ergebnisgrafiken anschauen.

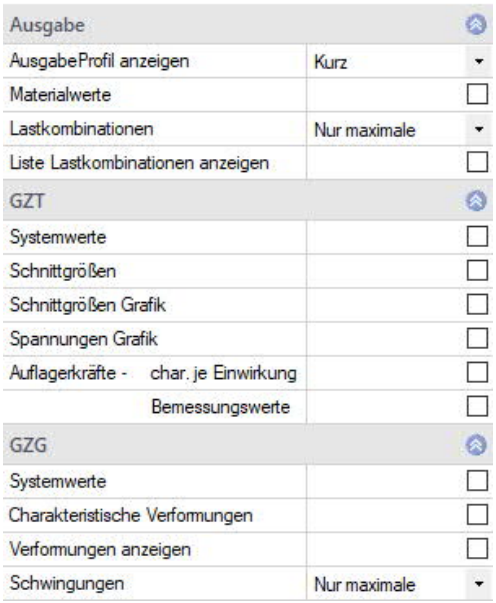


Ausgabeumfang

Durch Anklicken der verschiedenen Ausgabe-Optionen legen Sie den Umfang der Ausgaben fest. Hier können Sie auch Ausgabeschnitte definieren.



Ausgabe als PDF-Dokument

Über das Register „Dokument“ wird das Ausgabedokument im PDF-Format angezeigt und kann gedruckt werden.

Siehe auch Ausgabe und Drucken