



4H-HDSN Schwingnachweis Wohnraumdecken

Leistungsbeschreibung

Seite erweitert Dezember 2024

• Kontakt • Programmübersicht • Bestelltext • Preisliste Handbuch ... als pdf **Infos auf dieser Seite**

- | | | |
|---|---|--|
| • Allgemeines  | • Register Deckenparameter  | • Nachweise EC 5  |
| • Haupteingabefenster  | • frei definiertes Brettsperrholz  | • ... Fv TU München  |
| • Register Nachweis  | • Zwischenauflager  | • Druckdokumente dt./engl.  |
| • Register Balken  | • Einstellungen  | • Normen u. Literatur  |
| • Register Platte  | | |

alle 4H-Holzbauprogramme

- | | |
|--|---|
| • 4H-BSPHP - Brettsperrholzplatte EC 5 | • 4H-HTDB - Trägerdurchbrüche EC 5 |
| • 4H-BSPHS - Brettsperrholzscheibe EC 5 | • 4H-HVMT - Verbindungsmittel |
| • 4H-HAAK - Auflagerausklinkungen EC 5 | • 4H-HVTZ - Versätze EC 5 |
| • 4H-HBST - Trägerstöße | • 4H-HWTF - Wandtafel |
| • 4H-HBSV - Brettsperholzverbindungen | • 4H-DULAH - Holzträger mit Stahl/Holz-Verstärkungen |
| • 4H-HDSN - Schwingnachweis Wohnraumdecken | • 4H-DULAH - ... zusammengesetzte Holzquerschnitte |
| • 4H-HDTF - Deckentafel | • 4H-DLHWD - Holzträger Wohnraumdecke |
| • 4H-HKBA - Kehlbalkenanschlüsse | • 4H-DACH - Pult- / Satteldach |
| • 4H-HKPUM - Knotenpunkt - Stahl- / Aluminiumbleche | • 4H-GRAT - Gratsparren |
| • 4H-HKPUH - Knotenpunkt EC 5 - Holzwerkstoffe | • 4H-GRAT - Kehlsparren |
| • 4H-HKPUL - Knotenpunkt EC 5 - Lochbleche | • 4H-HOST - Holzeinzelstütze |

Leistungsumfang in Stichworten**Berechnungsverfahren**

- das Programm dient zur Berechnung des Schwingungsnachweises für Wohnungsdecken
- der Nachweis kann entspr. **DIN EN 1995-1-1**, 7.3.3, geführt werden
- alternativ kann der **Nachweis** nach /49/ (Hamm, Schwingungen bei Holzdecken) geführt werden
- die Berechnung der Eigenfrequenzen erfolgt numerisch mittels einer Fourierreihenentwicklung
- alternativ kann die Berechnung mittels Näherungsformeln gem. DIN EN 1995-1-1, 7.3.3, geführt werden.
Die Innenauflager werden hierbei starr angenommen.

Deckentypen und -materialien

- Für **Balkendecken** können folgende Materialien angesetzt werden
 - Nadelholz
 - Laubholz
 - Brettschichtholz nach DIN
 - Brettschichtholz nach EC

- Kerto-S
- Kerto-Q
- Baubuche GL 75
- Baubuche Platte
- Steico LVL
- Steico Wall
- Steico Joist
- Plattentragwerke aus **Brettstapelholz**
- Plattentragwerke aus **Brettsperrholz** folgender Hersteller
 - Leno (Züblin)
 - Derix
 - Merkle
 - Decker
 - Binderholz
 - best wood (Schneider)
 - Stora Enso
 - MM crosslam (Mayr)
 - Hasslacher
 - Pfeifer
 - Ziegler
 - Theurl
 - Definition eigener Brettsperrholzaufbauten
- bei Plattentragwerken können Schubverformungen in x- oder y-Richtung berücksichtigt werden
- die **Plattendrillsteifigkeit** kann prozentual angegeben werden
- die Steifigkeit des **Estrichs** kann berücksichtigt werden

Tragwerkstypen

- die Decken sind an den Außenrändern gelenkig gelagert
- ... können über ein oder mehrere **Felder** laufen
- die **Innenauflager** können starr oder nachgiebig als Unterzug ausgebildet werden
- als **Unterzüge** der Innenauflager können Holzbalken, Stahlträger oder freie Materialien gewählt werden

Nachweise

Bei Berechnung n. DIN EN 1995-1-1 werden folgende **Nachweise** geführt

- Berechnung der Eigenfrequenz
- Überprüfung des Steifigkeitskriteriums
- Nachweis der Einheitsimpulsgeschwindigkeit
- Fersenauftritt
- Beschleunigung / Resonanz

Bei Berechnung n. /49/ werden folgende **Nachweise** geführt

- Berechnung der Eigenfrequenz
- Überprüfung des Steifigkeitskriteriums
- konstruktive Anforderungen

Haupteingabefenster

Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisse werden im *Haupteingabefenster* dargestellt.

4H-HDSN, Position 53: Schwingnachweis

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

Nachweisverfahren: Eurocode 5 (checked), Forschungsvorh. TU München (unchecked)

Berechnungsmethode: numerische Lösung (checked), Näherungsverfahren (unchecked)

Tragwerkstyp: Platte (checked), Balken (unchecked)

System: Diagram showing a rectangular slab with a central horizontal beam. The beam is labeled '1' at both ends and is supported by two columns. The slab is labeled '2' at both ends and is supported by four columns. A coordinate system (x, y) is shown at the top right. The beam has a green arrow pointing left, and the slab has a green arrow pointing down.

Steifigkeit und Masse Estrich berücksichtigen (Steifigkeit in Längsrichtung): checked

Plattenwirkung berücksichtigen (Steifigkeit in Querrichtung): checked

Zement-Estrich

| d [mm] | E [N/mm²] | g [kN/m²] je cm Dicke | Σ g [kN/m²] |
|--------|-----------|-----------------------|-------------|
| 60 | 25000 | 0.220 | 1.320 |

Steifigkeiten direkt vorgeben in [MNm²/m]: checked

El längs: 0.42100, El quer: 2.85200

ständige Einwirkungen

| Einwirkung | g [kN/m²] | |
|----------------|-----------|---------------|
| 1 Eigengewicht | 1.280 | |
| 2 Ausbaulast | 1.000 | |
| | Σ | 3.600 [kN/m²] |

neue Einwirkung

Wert a für das Verhalten nach EC 5, 7.3.3 Bild 7.2

besser schlechter $\Rightarrow a [\text{mm}/\text{kN}]$ 0.50 $\Rightarrow b = 150$

Ergebnisse ausführlich: checked

| Kriterium | Bedingung | erfüllt |
|-------------------------------|--|------------------|
| Eigenfrequenz | $f = 8.812 \text{ Hz} > 8.000 \text{ Hz}$ | ja |
| Steifigkeitskriterium | $w(1\text{kN}) = 0.166 \text{ mm} < 0.50 \text{ mm}$ | ja |
| Einheitsimpulsgeschwindigkeit | $v = 0.505 \text{ mm/s} < 10.367 \text{ mm/s}$ | ja |
| Fersenauftritt | $v = 7.284057 \text{ mm/s} < 62.202912 \text{ mm/s}$ | ja |
| Beschleunigung/Resonanz | $a = 0.610 \text{ m/s}^2 < 0.700 \text{ m/s}^2 (a > 0.3 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Spürbar, nicht erforderlich})$ | Nachweis erfüllt |

Bild vergrößern

Buttonleiste

Standardmäßig befindet sich am oberen Bildschirmrand die Buttonleiste für die Hauptfunktionen des Programms. Mit der geriffelten Grifffläche am rechten Rand kann die Buttonleiste mit der linken Maustaste "gegriffen" und an anderer Stelle im Eingabefenster platziert werden.



Hinter den Buttons liegen folgende Funktionen

- über den Abacus wird die Berechnung durchgeführt.
- Die Resultate erscheinen im Ergebnisfenster unten.
- ruft den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen auf



ruft die Druckvorschau auf



ruft den Druckdialog auf



sichert alle Eingaben



ruft die Hilfefunktion auf



verlässt das Programm

Eingaberegister

Unter der Buttonleiste befindet sich ein Register mit vier Blättern, in denen folgende Einstellungen vorgenommen werden

Nachweisspezifische Eingaben

Hier werden alle Einstellungen für die zu verwendende Nachweisnorm, zu den Berechnungsverfahren und zum Tragwerkssystem vorgenommen.

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

Balkenparameter

Dieses Register ist nur aktiv, wenn im ersten Register der Typ **Balken** gewählt wurde.

Hier werden Angaben zum Material und den Abmessungen der Balken gemacht.

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

Plattenparameter

Dieses Register ist nur aktiv, wenn im ersten Register der Typ **Platte** gewählt wurde.

Hier werden Angaben zum Material und den Abmessungen der Platte gemacht.

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

allgemeine Deckenparameter

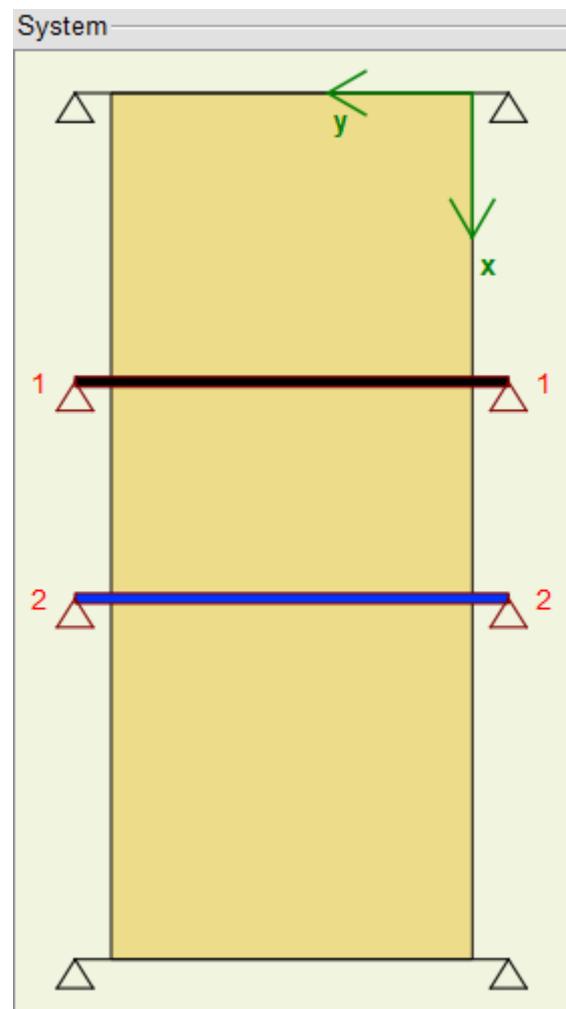
Hier werden Abmessungen und Auflagerbedingungen definiert.

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

Systemdarstellung

Rechts neben dem Register wird das System maßstäblich im Grundriss dargestellt.

Bei Wahl der Option **numerische Lösung** können die **Auflagerlinien** mit der Maus angeklickt und verschiedene Lagertypen gewählt werden.



Berechnungsergebnisse

Ergebnisse ausführlich

| Kriterium | Bedingung | erfüllt |
|-------------------------------|---|------------------|
| Eigenfrequenz | $f = 8.812 \text{ Hz} > 8.000 \text{ Hz}$ | ja |
| Steifigkeitskriterium | $w(1kN) = 0.166 \text{ mm} < 0.50 \text{ mm}$ | ja |
| Einheitsimpulsgeschwindigkeit | $v = 0.505 \text{ mm/s} < 10.367 \text{ mm/s}$ | ja |
| Fersenauftritt | $v = 7.284057 \text{ mm/s} < 62.202912 \text{ mm/s}$ | ja |
| Beschleunigung/Resonanz | $a = 0.610 \text{ m/s}^2 < 0.700 \text{ m/s}^2 \text{ (a} > 0.3 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Spürbar, nicht ertragbar)}$ | Nachweis erfüllt |

Nach erfolgter Berechnung werden im unteren Bildschirmteil die Ergebnisse der geführten Nachweise ausgegeben. Erfüllte Kriterien erscheinen grün, nicht erfüllte rot. Bei grüner Hintergrundfarbe ist der Nachweis erfüllt.

Bei roter Hintergrundfarbe ist der Nachweis nicht erbracht.

Bei Aktivierung der Optionsbuttons **Ergebnisse ausführlich** über dem Ergebnisfeld, erscheinen, sofern vorhanden, zusätzliche Ergebnisse.

Nachweisspezifische Eingaben

Nachweisspezifische Einstellungen erfolgen im Registerblatt *Nachweis*.

Zwei Nachweisverfahren können gewählt werden

- Verfahren n. DIN EN 1995-1-1, 7.3.3
 - Folgende Einzelnachweise werden geführt
 - Einhalten einer Mindestfrequenz von 8 Hz

Nachweisverfahren

- Eurocode 5
- Forschungsvorh. TU München

- Nachweis der Steifigkeit unter einer Einzellast
- Nachweis der Einheitsimpulsreaktion
- Fersenauftritt
- Beschleunigung / Resonanz
- Verfahren n. Forschungsvorhaben der TU München /49/
 - Folgende Einzelnachweise werden geführt
 - Einhalten einer Mindestfrequenz
 - Nachweis der Steifigkeit unter einer Einzellast
 - konstruktive Anforderungen

Zwei Berechnungsverfahren sind implementiert

- die numerische Lösung
 - ... wird über eine Fourierreihenentwicklung realisiert.

Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Mittelauflager als nachgiebige Unterzüge aus Holz, Stahl oder aus freien Materialien ausgebildet werden können.

- das Näherungsverfahren
 - ... basiert auf den Formeln nach /16/, 7.3.3.

Bei diesem Verfahren wird näherungsweise die Frequenz eines Einfeldträgers ermittelt.

Über Korrekturbeiwerte kann eine Plattentragwirkung oder der Einfluss der Durchlaufwirkung eines zweiten Feldes erfasst werden, wobei alle Auflagerachsen starr sind.

Es kann zwischen Balkendecken und Platten (Brettsperrholz oder Brettstapelholz) gewählt werden.

Bei Wahl des Tragwerktyps **Platte** wird das Registerblatt *Platte* aktiviert. Analoges **Tragwerkstyp** gilt für den Typ **Balken**.

Berechnungsmethode

- numerische Lösung
 Näherungsverfahren

- Platte
 Balken

Der Estrich spielt eine wichtige Rolle beim Schwingnachweis. Neben der Erhöhung der Masse kann er die Steifigkeit erhöhen.

Optional kann die Wirkung des Estrichs berücksichtigt werden. Hierbei wird automatisch die Masse ermittelt und die Steifigkeit in Längsrichtung addiert.

Steifigkeit und Masse Estrich berücksichtigen (Steifigkeit in Längsrichtung)

Plattenwirkung berücksichtigen (Steifigkeit in Querrichtung)

Zement-Estrich

| d [mm] | E [N/mm ²] | g [kN/m ²] je cm Dicke | Σ g [kN/m ²] |
|--------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 60 | 25000 | 0.220 | 1.320 |

Über den Optionsknopf **Plattenwirkung berücksichtigen** kann zusätzlich die Quersteifigkeit berücksichtigt werden.

Es kann sinnvoll sein, die Steifigkeiten nicht vom Programm ermitteln zu lassen, sondern die Werte direkt vorzugeben.

Steifigkeiten direkt vorgeben in [MNm²/m]

El längs 0.42100

El quer 2.85200

In diesem Falle muss die Option **Steifigkeiten direkt vorgeben** aktiviert werden.

In der Tabelle werden die ständigen Einwirkungen (außer Estrich) definiert.

Mülleimerbuttons löschen Tabellenzeilen.

ständige Einwirkungen

| Einwirkung | g [kN/m ²] | neue Einwirkung |
|----------------|------------------------|----------------------------|
| 1 Eigengewicht | 1.280 | |
| 2 Ausbaulast | 1.000 | |
| Σ | | 3.600 [kN/m ²] |

Klicken des Buttons **neue Einwirkung** hängt eine neue Tabellenzeile an.

Das Summenfeld wird automatisch aktualisiert (inkl. Estrichgewicht).

Bei Wahl des Nachweisverfahrens n. Eurocode 5 wird hier der geforderte Wert für das Schwingungsverhalten

Wert a für das Verhalten nach EC 5, 7.3.3 Bild 7.2

besser  schlechter $\Rightarrow a \text{ [mm/kN]} 0.50 \Rightarrow b = 150$

gemäß /16/, 7.3.3, Bild 7.2 eingestellt.

Für das Nachweisverfahren nach **Forschungsvorhaben TU München** wird hier die angestrebte Nutzungsart der Decke festgelegt.

Balkenparameter

Einstellungen zum Tragwerkstyp **Balken** erfolgen im Registerblatt *Balken*.Für den Tragwerkstyp **Balken** werden Balkenabmessungen, Balkenabstand und die Gesamtbreite der Decke eingegeben.**Balkenabmessungen**Balkenbreite [mm] Balkenhöhe [mm] Balkenabstand [mm]:

Über die Optionsknöpfe und die Listbox werden Holzart und Holzgüte für Balkentragwerke gewählt.

Bei Furnierschichthölzer muss zusätzlich gewählt werden ob diese **flachkant** oder **hochkant** eingebaut werden.**Holzart** Nadelholz flachkant Laubholz hochkant Brettschichtholz DIN Brettschichtholz EC Kerto-S Kerto-Q Baubuche GL75 Baubuche Platte Steico LVL Steico Wall Steico Joist

C24 (S10)



Plattenparameter

Einstellungen zum Tragwerkstyp **Platte** erfolgen im Registerblatt *Platte*.Beim Plattentragwerksmaterial kann zwischen **Brettsperrholt** und **Brettstapelholz** gewählt werden.**Plattenart** Brettsperrholt Brettstapelholz

Brettsperrholt wird über die Hersteller- und Typenlistboxen gewählt.

Brettsperrholt

Merkle X-Lam

180/5s

Durch Aktivierung der Option **freies Material** kann über den **Parameter**-Button der Dialog zur Definition des freien Brettsperrholtzes aufgerufen werden. freies Material

Parameter

Da Brettsperrholt ungleiche Material-eigenschaften in x- und y-Richtung

Decklagen in

 x-Richtung y-Richtung

aufweist, muss die Ausrichtung der Decklagen (oberste und unterste Lage) angegeben werden.

Über den Schubmodul können bei Brettspernholz Schubverformungen in **x- oder y-Richtung** erfasst werden.

Schubverformung in x-Richtung y-Richtung

Üblicherweise sind die Platten an allen Rändern gelenkig gelagert. Einachsig gespannt

Bei Brettspernholzplatten besteht jedoch die Möglichkeit, die Platten einachsig, d.h. mit freien Rändern an den Längsseiten zu berechnen. Hierzu ist die Option **Einachsig gespannt** zu aktivieren.

Bei numerischer Berechnung können für Brettspernholz die Einflüsse der

Querkontraktionszahl v [-]

0.200

Querkontraktion und der **Drillsteifigkeit** berücksichtigt werden. Leider finden sich in der Literatur kaum Hinweise zur Größe dieser Parameter.

Die Drillsteifigkeit wird in Prozent angegeben und kann über Schieberegler oder das Eingabefeld eingegeben werden.

Drillsteifigkeit in [%]



50

Bei Brettstapelholz müssen Holzart und Holzgüte, sowie die Deckenhöhe vorgegeben werden.

Brettstapelholz

Laubholz

Nadelholz

C24 (S10)

Einachsig gespannt

Bei numerischer Berechnung kann der Einfluss der **Querkontraktion** berücksichtigt werden.

Deckenhöhe [mm]

180

EI_{quer} / EI_{laengs} [-]

0.0030000

Querkontraktionszahl v [-]

0.000

Deckenparameter

Einstellungen zu Abmessungen und Lagerungsbedingungen erfolgen im Registerblatt *Deckenparameter*.

Die Gesamtbreite der Decke ist hier einzugeben.

Deckenparameter

Deckenbreite [m]

5.000

Der modale Dämpfungsgrad wird für die Berechnung der Einheitsimpuls geschwindigkeit benötigt.

modaler Dämpfungsgrad ζ [-]

0.0100

Liegen keine genaueren Erkenntnisse vor, gilt für ζ n. /48/

In der oberen Tabelle werden die Feldlängen in Längsrichtung (y) definiert.

Feldlängen

| | Länge [m] | |
|---|-----------|--|
| 1 | 4.000 | |
| 2 | 3.000 | |
| 3 | 5.000 | |

neues Feld

Bei **numerischer Lösung** kann die Nachgiebigkeit der Zwischenauflager durch Eingabe von Unterzügen aus Stahl, Holz oder freien Materialien

Zwischenauflager

| Typ | Parameter |
|------------------|-------------------|
| 1 starr | Auflagerparameter |
| 2 Unterzug/Stahl | Auflagerparameter |

berücksichtigt werden.

Die Eingabe kann durch Klicken der Felder der Tabelle *Zwischenauflager* oder durch Anklicken der betreffenden **Auflagerachse** in der Systemdarstellung erfolgen.

Über den Optionsknopf lässt sich der Einfluss der Durchlaufwirkung beim Steifigkeitskriterium aktivieren. Dies führt i.d.R. zu günstigeren Ergebnissen.

Durchlaufwirkung bei Steifigkeitskriterium berücksichtigen

Brettsperrholz Aufbau

Ist das zu verwendende Brettsperrholz in der programmeigenen Auswahl nicht vorhanden, können Materialien mit den folgenden Einstellungen frei definiert werden.

Jedem Material kann ein beliebiger Name zugewiesen werden.

Nach der Festlegung, ob die Schmalflächen verleimt sind oder nicht, werden die Werte für Schub- und Torsionsschubfestigkeiten in den Eingabefeldern angegeben.

Freies Material

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|-----------------|-------|--|
| Name | frmat | | | | |
| Parameter | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Schmalflächen verleimt | | | | | |
| Schubfestigkeit | 3,50 <input type="button" value=""/> | kN/m ² | | | |
| Torsionsschubfestigkeit | 2,50 <input type="button" value=""/> | kN/m ² | | | |
| Brettlagen | | | | | |
| Holzart | Holzgüte | Ausrichtung | d [mm] | | |
| 1 Nadelvollh... | C24 (S10) | x-Richtung | 34.0 | | |
| 2 Nadelvollh... | C24 (S10) | y-Richtung | 24.0 | | |
| 3 Nadelvollh... | C24 (S10) | x-Richtung | 34.0 | | |
| 4 Nadelvollh... | C24 (S10) | y-Richtung | 24.0 | | |
| 5 Nadelvollh... | C24 (S10) | x-Richtung | 34.0 | | |
| neue Brettlage | | | | | |
| | | | Σd [mm] | 150.0 | |
| | | | | | |

In der darunter liegenden Tabelle werden die einzelnen Brettschichten mit ihren Holzarten, -güten, Ausrichtungen und Schichtdicken definiert.

Der **Mülleimerbutton** löscht Tabellenzeilen und über den Button **neue Brettlage** wird eine weitere Tabellenzeile angefügt.



Über den **Datenbankbutton** können die neu definierten Brettsperrholztypen gespeichert und für andere Bauteile zur Verfügung gestellt werden.

Zwischenauflager

Nach Anklicken einer Zwischenlagerung in der Systemdarstellung kann die Lagerungsart über Optionsbuttons gewählt werden.

Bei Wahl eines Holzbalkens müssen Balkenabmessungen, sowie Holzart und -güte eingegeben werden.

Für den biegesteifen Anschluss der Decke an den Balken kann eine Exzentrizität angegeben werden.

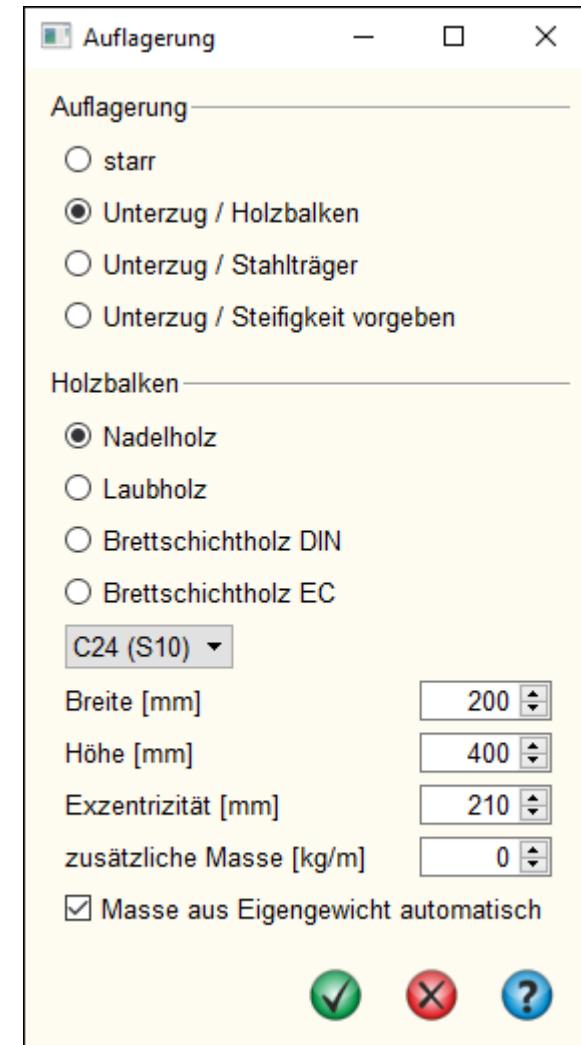
Neben der Vorgabemöglichkeit einer zusätzlichen Masse kann die Eigenmasse automatisch berechnet werden.

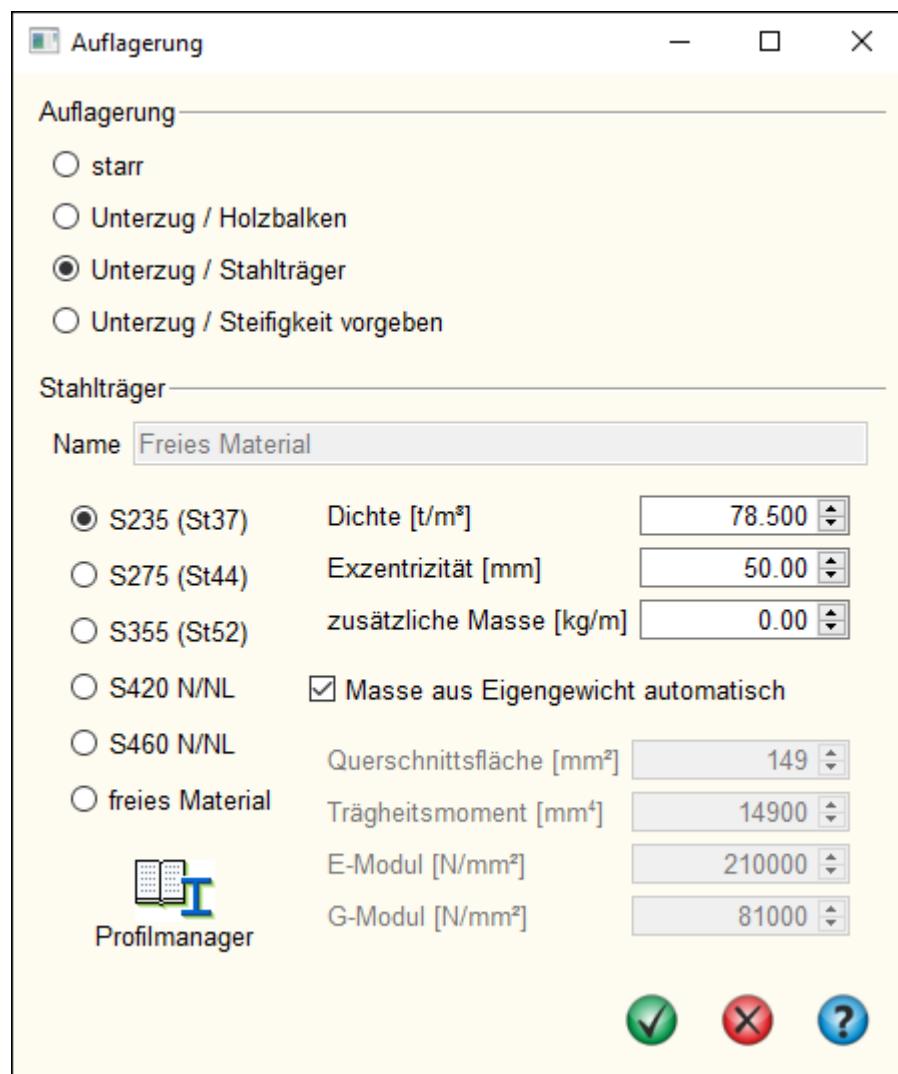
Für einen Stahlträger sind Material, Profil und Dichte (für Stahl 78.5 t/m³) anzugeben.

Für eine biegesteif an den Träger angeschlossene Decke kann eine Exzentrizität angegeben werden.

Eine zusätzliche Masse pro lfd. m kann eingegeben werden.

Die Eigenmasse kann automatisch berechnet wird.





Über die Option **freies Material** können die Profilwerte manuell eingegeben werden.

Der Button **Profilmanager** öffnet den DTE®-Profilmanager, über den das Profil gewählt werden kann.

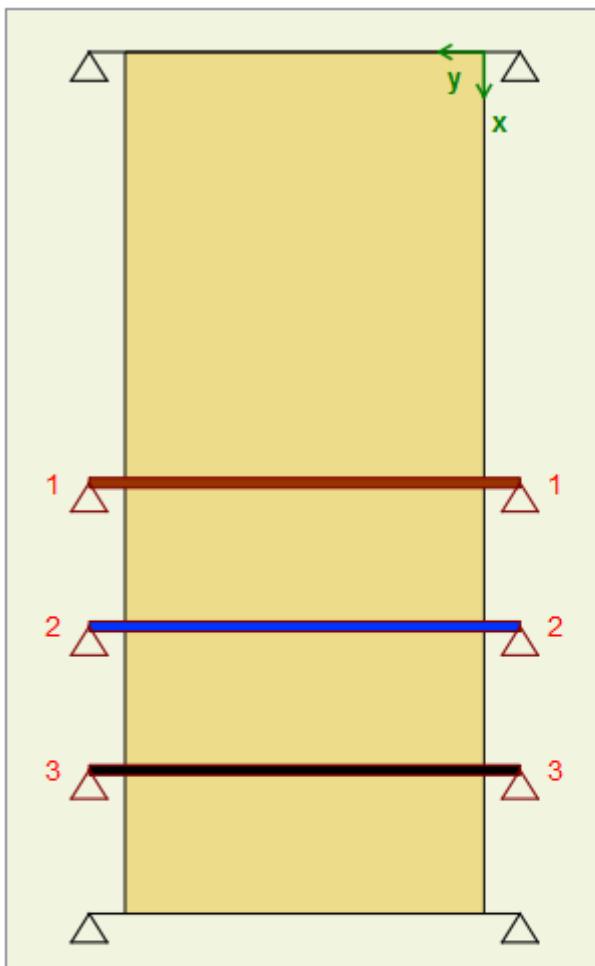
Ergebnisdarstellung

Das System und die wichtigsten Nachweisergebnisse werden in der rechten Fensterspalte dargestellt.

Im oberen Teil der Grafik wird das gewählte statische System angezeigt. Die Zwischenauflagerachsen können bei numerischer Berechnung angeklickt werden, um Unterzüge zu definieren.

Im unteren Grafikteil erscheinen die Ergebnisse der geführten Nachweise. Erfüllte Kriterien erscheinen grün, nicht erfüllte rot.

Ergebnisse

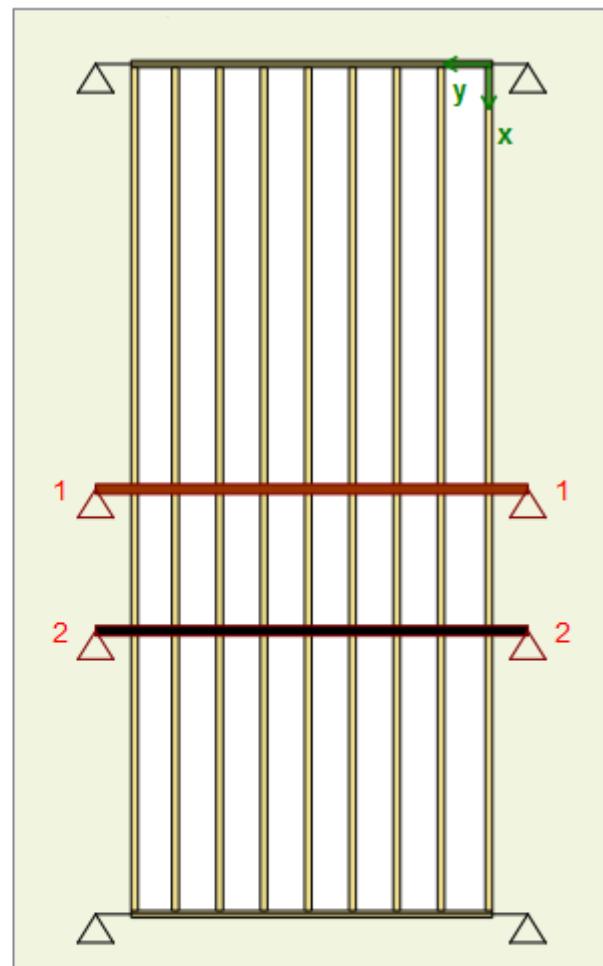


Eigenfrequenz
 $f = 6.151 \text{ Hz} < 8.000 \text{ Hz}$
 Kriterium nicht erfüllt

Steifigkeitskriterium
 $w(1\text{kN}) = 0.236 \text{ mm} < 0.50 \text{ mm}$
 Kriterium erfüllt

Einheitsimpulsgeschwindigkeit
 $v = 0.002 \text{ m}/(\text{Ns}^2) < 0.009 \text{ m}/(\text{Ns}^2)$
 Kriterium erfüllt

Ergebnisse



Eigenfrequenz
 $f = 9.898 \text{ Hz} > 8.000 \text{ Hz}$
 Kriterium erfüllt

Steifigkeitskriterium
 $w(1\text{kN}) = 0.131 \text{ mm} < 0.50 \text{ mm}$
 Kriterium erfüllt

Einheitsimpulsgeschwindigkeit
 $v = 0.002 \text{ m}/(\text{Ns}^2) < 0.014 \text{ m}/(\text{Ns}^2)$
 Kriterium erfüllt

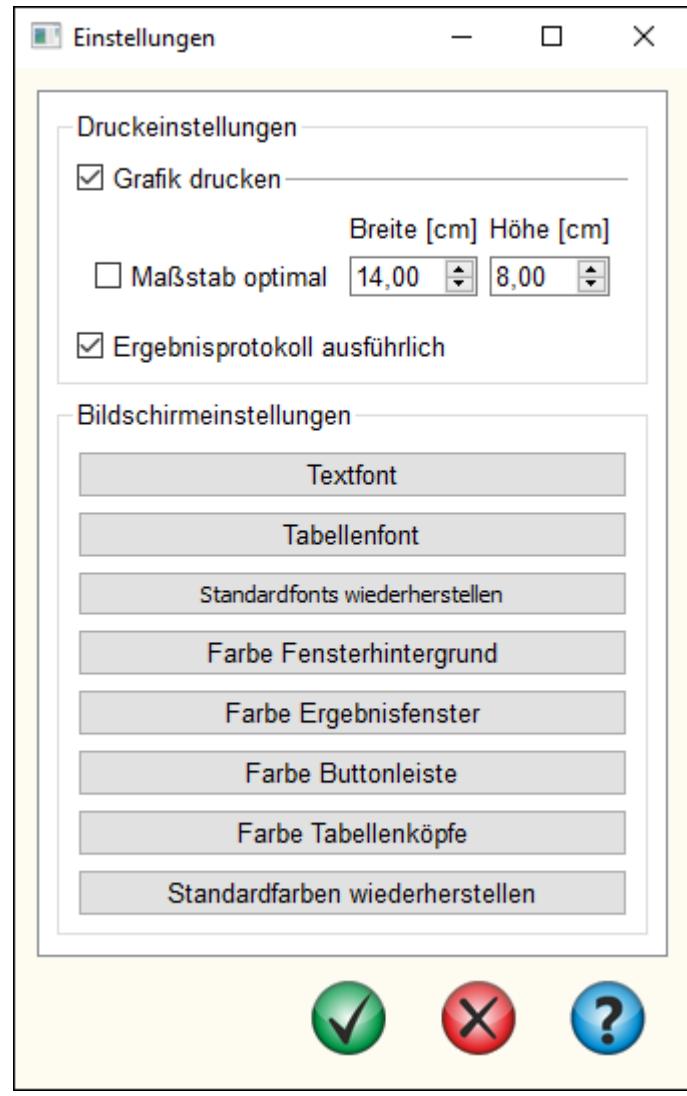
Programmeinstellungen



Ein Klick auf den **Optionsbutton** öffnet den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen.

Über den Button **Grafik drucken** wird dem Druckprotokoll ein maßstäblicher Plot hinzugefügt, dessen Größe festgelegt werden kann.

Über die Option **Maßstab optimal** wird die Grafik so erstellt, dass der zur Verfügung gestellte Platz voll ausgenutzt wird; ansonsten wird automatisch ein gebräuchlicher Maßstab gewählt.



Bei Wahl der Option **Ergebnisprotokoll ausführlich** werden auch Zwischenergebnisse ausgegeben.

Typ und Größe der Bildschirmfonts für Tabellen und die übrigen Textdarstellungen können benutzerseits modifiziert werden.

Ein Klick auf den Button **Standardeinstellungen** stellt die Standardfonts wieder her.

In gleicher Weise kann der Anwender die Farben der bestehenden Gruppen anpassen bzw. den Standard wiederherstellen.

Schwingungen bei Wohnungsdecken n. DIN EN 1995-1-1

Personeninduzierte Schwingungen können bei Wohnraumdecken unangenehme Empfindungen verursachen.

Daher ist entspr. EC 5 für Wohnungsdecken aus Holz ein Nachweis der Schwingungen zu führen.

Hierbei sind im Einzelnen drei Kriterien zu überprüfen

- Frequenzkriterium
Die niedrigste Eigenfrequenz sollte 8 Hz betragen, ansonsten sind besondere Untersuchungen erforderlich.
- Steifigkeitskriterium
Die größte vertikale Anfangsdurchbiegung $w(1 \text{ kN})$ infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast sollte einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten.
- Einheitsimpulsgeschwindigkeit
Die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion, d. h. der maximale Anfangswert der vertikalen Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude der Decke (in m/s) infolge eines an derjenigen Stelle der Decke aufgebrachten idealen Einheitsimpulses (1 Ns), der die größte Eigenfrequenz erzeugt, muss unter einem Grenzwert bleiben.

Berechnungsgleichungen gem. DIN EN 1995-1-1

Gemäß DIN EN 1995-1-1, 7.3.3 (4), darf die kleinste Eigenfrequenz für rechteckige, allseitig gelenkig gelagerte Decken berechnet werden zu

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} \quad \dots \text{mit} \dots$$

m Masse je Flächeneinheit in kg/m^2

l Deckenspannweite in m

$(EI)_l$ äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke um eine Achse rechtwinklig zur Balkenrichtung in Nm^2/m

O.g. Gleichung gilt für einen Einfeldbalken. Die Plattenwirkung kann gemäß /2/, E 9.3 (3), und /53/, 3.3.1, durch Multiplikation mit dem Quersteifigkeitsbeiwert $f(\alpha)$ erfasst werden.

$$f(\alpha) = \sqrt{1 + 1/\alpha^4} \quad \dots \text{mit} \dots$$

$$\alpha = b/l \cdot \sqrt[4]{(EI)_l / (EI)_b}$$

b Deckenbreite in m

l Deckenspannweite in m

$(EI)_l$ äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke um eine Achse rechtwinklig zur Balkenrichtung in Nm^2/m

$(EI)_b$... um eine Achse in Balkenrichtung in Nm^2/m

Der Einfluss eines zweiten Feldes kann gem. /2/, E 9.3 (3), Tab. 9/3, durch einen weiteren Beiwert k_f erfasst werden.

Gemäß DIN EN 1995-1-1, 7.3.3 (2), gilt als Steifigkeitskriterium für Wohnungsdecken

$$w/F \leq a \quad \text{in mm/kN}$$

und für die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion

$$v \leq b^{f_1 \cdot \zeta - 1} \quad \text{in m/(Ns}^2\text{)} \quad \dots \text{mit} \dots$$

w größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung ermittelt

ζ modaler Dämpfungsgrad

v Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion, d.h. der maximale Anfangswert der vertikalen Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude der Decke (in m/s) infolge eines an derjenigen Stelle der Decke aufgebrachten idealen Einheitsimpulses (1 Ns), der die größte Eigenfrequenz erzeugt. Anteile über 40 Hz dürfen vernachlässigt werden.

Der empfohlene Bereich der Grenzwerte für a und b sowie deren Zusammenhang kann DIN EN 1995-1-1, 7.3.3 (2), Bild 7.2, entnommen werden.

Gemäß DIN EN 1995-1-1, 7.3.3 (5), darf die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion für rechteckige, allseitig gelenkig gelagerte Decke berechnet werden zu

$$v = \frac{4 \cdot (0.4 + 0.6 \cdot n_{40})}{m \cdot b \cdot l + 200} \quad \dots \text{mit} \dots$$

v Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion in $\text{m}/(\text{Ns}^2)$

n_{40} Anzahl der Schwingungen 1. Ordnung mit einer Resonanzfrequenz bis zu 40 Hz

b Deckenbreite in m

m Masse je Flächeneinheit in kg/m^2

l Deckenspannweite in m

n_{40} wird berechnet aus

$$n_{40} = \left[\left(\left(40/f_1 \right)^2 - 1 \right) \cdot \left(b/l \right)^4 \cdot (EI)_l / (EI)_b \right]^{0.25} \quad \dots \text{mit} \dots$$

$(EI)_b$ äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke in Nm^2/m um eine Achse in Richtung der Balken mit $(EI)_b < (EI)_l$

Wird im Programm die Option **Näherungsverfahren** gewählt, werden die Nachweisgrößen mit den o.g. Formeln berechnet.

Wird die Option **numerische Lösung** gewählt, erfolgt die Berechnung der Eigenfrequenz, der Durchbiegungen (für das Steifigkeitskriterium) und des Wertes n_{40} mittels einer Fourierreihenentwicklung. S. hierzu /51/ und /52/.

Schwingungen bei Wohnungsdecken n. Forschungsvorhaben Winter, Hamm, Richter 2010

Nach dem Forschungsvorhaben /54/ der TU München und /50/ wurden Konstruktionsregeln für die Praxis entwickelt, die im Programm 4H-HDSN, Schwingnachweis, umgesetzt werden.

Gemäß /50/, 3.1 sind folgende Kriterien zu untersuchen

- Frequenzkriterium

In Abhängigkeit der geplanten Nutzung sollte die niedrigste Eigenfrequenz einen Grenzwert f_{grenz} nicht unterschreiten, ansonsten sind besondere Untersuchungen erforderlich.

- Steifigkeitskriterium

Die größte vertikale Anfangsdurchbiegung $w(2 \text{ kN})$ infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast sollte einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten.

- konstruktive Anforderungen

Bestimmte konstruktive Anforderungen (Rohdecke, Schüttung, Estrich) sind zu erfüllen.

Berechnungsgleichungen

Für die Berechnung der Eigenfrequenz und der Durchbiegungen können die gleichen Verfahren und Gleichungen wie in **DIN EN 1995-1-1** verwendet werden.

Beim Steifigkeitskriterium ist zu beachten, dass gemäß /50/, 3.3, die Durchlaufwirkung nicht berücksichtigt werden darf.

Da das Programm bei numerischer Berechnung in der Lage ist, mit nachgiebigen Auflagerachsen zu rechnen und dies u.U. zu größeren Verformungen führt, wird empfohlen, in diesem Falle die Durchlaufwirkung doch zu berücksichtigen.

Die einzuhaltenden Grenzwerte und die konstruktiven Anforderungen können /50/, 3.5, Tab. 2 und 3, entnommen werden.

Druckdokumente

Die Druckliste stellt ein prüfbares Statikdokument dar, das alle notwendigen Informationen zum System, zur Belastung und zu den Ergebnissen enthält.

Die von **pcae** mitgelieferte Voreinstellung zum Umfang der Druckliste stellt sicher, dass eine Prüfung der Statik ohne weitere Nachfragen durchgeführt werden kann.

Bei einer Reduzierung des Umfangs (etwa um Papier einzusparen) ist die **Prüfbarkeit** nicht unbedingt gewährleistet.

Die Druckliste enthält auf Wunsch weitere Elemente, die nützliche Informationen enthalten; sie können durch Aktivierung der entsprechenden Option ausgegeben werden.

Die Druckausgabe kann in s/w oder Farbe erfolgen. Die folgenden pdf-Dokumente sind in Farbe gesetzt.

Der vorliegende Druck erfolgt mit der Einstellung *minimal* ohne Kopf- und Fußzeilen. Mit dem Programm **PROLOG** kann über die Standardmöglichkeiten hinaus benutzerseitig ein individuelles Statikdokument bereits in den Druck eingebaut werden, das dann auch individuelle Kopf- und Fußzeilenbereiche enthält.

Die **englischsprachige** Druckdokumentenausgabe gehört zum Lieferumfang von 4H-HDSN.



Die Bauteile zu den nachfolgend aufgeführten Literaturquellen können über den nebenstehend dargestellten Button bei der Erzeugung eines neuen Bauteils aus dem Netz heruntergeladen werden.

| | deutsch | englisch |
|-----------------------------------|---------|----------|
| • Rug BSP 6.3 S. 537 | | |
| • Wallner-Novak 4.1 S. 19 | | |
| • Rug BSP 6.5 S. 539 | | |
| • DIN 1052, Kommentar S. 92 | | |
| • Hamm Forum Holzbau S. 10 | | |
| • Steico Joist 1. Feld | | |

verarbeitete Normen und Literatur

- /1/ DIN 1052 (12.08)
- /2/ Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Bruderverlag
- /3/ DIN 1052, Praxishandbuch Holzbau, 1. Aufl., Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele n. DIN 1052:2004, Werner Verlag
- /6/ Tino Schatz: Diagramme zur Auswertung der Johansen-Formeln für einschnittige Holz- bzw. Holzwerkstoff-Verbindungen, Bautechnik 86 (2009), Heft 4
- /7/ Karin Lißner, Wolfgang Rug, Dieter Steinmetz: DIN 1052:2004 - Neue Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Bautechnik 85 (2008), Heft 11
- /8/ Schneider Bautabellen, 20. Auflage, Werner Verlag, 2012
- /9/ Hans Joachim Blaß, Karlsruhe, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Homepage Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /10/ SPAX S-Schrauben mit Vollgewinde, Zulassung Z-9.1-519
- /11/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-235
- /12/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-449
- /13/ SPAX Kurzübersicht "Holzbau", Homepage Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /14/ Würth ASSY VG plus Vollgewindeschrauben als Holzverbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-614
- /15/ Würth: Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel ETA-11/0190
- /16/ DIN EN 1995-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines
- /17/ DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /18/ DIN 1052-10, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 10: Herstellung und Ausführung
- /19/ DIN EN 14545, Holzbauwerke, Nicht stiftförmige Verbindungselemente, Anforderungen
- /20/ DIN EN 1194, Brettschichtholz
- /21/ DIN EN 13271, Holzverbindungsmittel, Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart
- /22/ DIN EN 300, Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)
- /23/ DIN EN 13986:2002, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen
- /24/ DIN EN 912, Holzverbindungsmittel, Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz
- /25/ DIN EN 338, Bauholz für tragende Zwecke, Festigkeitsklassen
- /26/ DIN EN 14592, Holzbauwerke, Stiftförmige Verbindungsmittel, Anforderungen
- /27/ Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050, Fermacell - Gipsfaserplatte
- /28/ Fermacell, Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050
- /29/ Volker Krämer: Für den Holzbau, Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052, Bruderverlag
- /30/ Otto W. Wetzell: Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, 32. Auflage, Beuth-Verlag
- /31/ Holschemacher: Entwurfs- und Berechnungstafeln, 2. Auflage, Bauwerk-Verlag
- /32/ DIN 18800-1 (11.90)
- /33/ Thiele/Lohse: Stahlbau Teil 1, B.G. Teubner Stuttgart
- /34/ DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /35/ DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /36/ SPAX International GmbH & Co. KG: Hinweise zur Bemessung von tragenden SPAX-Verbindungen
- /37/ SPAX International GmbH & Co. KG: Europäische Technische Zulassung ETA-12/0114
- /38/ Finnforest Oyi: DIBt, Zulassung Z-9.1-100
- /39/ DIBt Letter 10.10.2013, METSÄ WOOD
- /40/ DIN EN 14080:2013-09, Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen
- /41/ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang
- /42/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, Ingenieurbüro Holzbau, 1. Auflage 2011
- /43/ Becker, Rautenstrauch: Ingenieurholzbau nach Eurocode 5, Ernst & Sohn

- /44/ M. Göggel: Bemessung im Holzbau, Band 2
- /45/ Prof. Ralf-W. Boddenberg, Vorlesung Holzbau, Uni Wismar
- /46/ Prof. C. Scheer, Dr. M. Peter, S. Stöhr: Holzbau Taschenbuch, 10. Aufl., Ernst & Sohn
- /47/ DIN EN 1991-1-4:2012-12 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- /48/ Bauart Konstruktionen GmbH & Co. KG, Lauterbach, München, Darmstadt, Berlin: BDF Merkblatt 02-04
- /49/ Patricia Hamm, Institut für Holzbau, Hochschule Biberach, D - 88400 Biberach: Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis
- /50/ Prof. Dr.-Ing. P. Hamm, Dipl.-Ing. A. Richter: Bemessungs- und Konstruktionsregeln zum Schwingungsnachweis von Holzdecken
- /51/ Petersen: Dynamik der Baukonstruktion, Vieweg 1996
- /52/ Meskouris: Baudynamik, Ernst & Sohn 1999
- /53/ TU München Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: Teilprojekt 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperholz und Verbundkonstruktionen
- /54/ Winter, Hamm, Richter: Abschlussbericht Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken, AiF-Vorhaben-Nr.: 15283 N
- /55/ Karin Lißner, Wolfgang Rug: Der Eurocode 5 für Deutschland, Kommentierte Fassung, 1. Auflage 2016, Beuth Verlag
- /56/ DIN EN 1993-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- /57/ DIN EN 1993-1-8:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- /58/ DIN EN 1993-1-5:2010-12 Teil 1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Plattenförmige Bauteile
- /59/ DIN EN 1999-1-1:2014-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
- /60/ DIN EN 1993-1-7:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-7: Plattenförmige Bauteile mit Querbelastung
- /61/ DIN EN 1999-1-5:2017-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalentragwerke
- /62/ ETA-04/0013, CNA Connector nails, PCR Connector nails and CSA Connector screws
- /63/ ETA-11/0190, Würth Schrauben, Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmitte
- /64/ BSPHandbuch, Holz- Massivbauweise in Brettsperholz, ISBN: 978-3-85125-109-8
- /65/ DIN EN 1995-1-2:2010-12: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- /66/ DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /67/ pro:Holz Bemessung Brettsperholz, Dr. Markus Wallner-Novak, Josef Koppelhuber, Kurt Pock, ISBN 978-3-902320-96-4
- /68/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, 2. Auflage 2017, ISBN 978-3-9814596-1-6
- /69/ Aljoscha Ritter: Aussteifende Holztafeln, 1. Auflage 2017, ISBN 978-3-87104-246-1
- /70/ ETA-20/0995 of 2021/02/24, STEICOjoist and STEICOWall
- /71/ Konstruktionsheft Stegträger, Planungsunterlagen Fa. Steico
- /72/ Z-9.1-870, Zusammengesetzte Bauteile aus STEICO LVL Furnierschichtholz
- /73/ Konstruktionsheft STEICO LVL / Furnierschichtholz, Planungsunterlagen Fa. Steico
- /74/ ETA-06/0009 / Binderholz, Brettsperholz
- /75/ ETA-12/0327 / Eugen Decker, ED-BSP Elemente
- /76/ ETA-11/0189 / Derix, X-LAM
- /77/ ETA-06/0138 / KLH-Massivholzplatten
- /78/ ETA-10/0241 / Leno-Brettsperholz
- /79/ ETA-18/1002 / Merkle X-Lam mit XL-Connect
- /80/ ETA-19/0167 Three-dimensional nailing plate (Edge connections for CLT, LVL and Glulam members)
- /81/ Rothoblaas SLOT Verbindungselement für konstruktive Scheiben, Technische Unterlagen der Fa. Rothoblaas

- /82/ ETA-18/0254, Xfix C, Punktformiges Verbindungsmitte - Schwalbenschwanz aus Sperrholz für Brettsperrholz
- /83/ Gutachterliche Stellungnahme Nr. GU16-484-1-02, TU Graz, Prof. Dr. Gerhard Schickhofer
- /84/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: TU München TP 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen
- /85/ 4. Europäischer Kongress für energieeffizientes Bauen mit Holz 2011, Peter Mestek TU München: Berechnung und Bemessung von Brettsperrholz – ein Überblick
- /86/ Wolfgang Rug: Holzbau, Bemessung und Konstruktion, 17. überarbeitete Auflage 2021, ISBN 978-3-410-29416-0
- /87/ Hans Joachim Blaß, Carmen Sandhaas: Ingenieurholzbau, Grundlagen der Bemessung, KIT Scientific Publishing, ISBN 978-3-7315-0512-9
- /88/ ETA-21/0568 / best wood CLT, Holzwerk Gebr. Schneider GmbH
- /89/ ETA-14/0349 / CLT - Cross Laminated Timber, Stora Enso Oy
- /90/ ETA-09/0036 / MM - crosslam, Mayr - Meinhof
- /91/ ETA-12/0281 / Hasslacher Cross Laminated Timber
- /92/ ETA-20/0023 / Pfeifer CLT Brettsperrholz
- /93/ ETA-19/0724 / BSP Ziegler Holztechnik
- /94/ ETA-20/0843 / Theurl CLTPLUS
- /95/ ETA-19/0553 HECO-TOPIX-plus
- /96/ Z-9.1-890, Bauarten mit Furnierschichtholz "Pollmeier Fichte LVL S" und "Pollmeier Fichte LVL Q"
- /97/ Z-9.1-932, "Pollmeier Fichte G-LVL" als zusammengesetzte Bauteile aus Furnierschichtholz

Bestelltext für Ihre e-Mail

Zur Bestellung des Programms 4H-HDSN, Schwingnachweis Wohnraumdecken (EC 5 u. Fv TU München), fügen Sie bitte den folgenden Textbaustein per copy ([Strg]+[c]) und paste ([Strg]+[v]) formlos in eine e-Mail mit Ihrer Signatur ein. Mailadresse: dte@pcae.de

**Wir bestellen 4H-HDSN, Schwingnachweis Wohnraumdecken, für EUR 290 + MWSt.
mit Rückgaberecht innerhalb von vier Wochen ab Eingang in unserem Hause**



© [pcae](http://pcae.de) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0