



**4H-** STATIKPROGRAMME  
AUS HANNOVER

**DTE** Desktop®  
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet [www.pcae.de](http://www.pcae.de)

Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)



**4H-HDSN**

Schwingnachweis Wohnraumdecken

April 2024



# 4H-HDSN

## Schwingnachweis Wohnraumdecken

Copyright 2016-2024

2. erweiterte Auflage, April 2024

**pcae** GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

**pcae** versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter [www.pcae.de](http://www.pcae.de)**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE<sup>®</sup>-System.



# Produktbeschreibung

##HDSN, Schwingnachweis, dient zur Berechnung des Schwingungsnachweises für Wohnungsdecken.

- Berechnungsverfahren
  - 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 Innenaufleger 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  
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 Innenaufleger können starr oder nachgiebig als Unterzug ausgebildet werden
  - als Unterzüge der Innenaufleger 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

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und ##HDSN von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *##HDSN*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual  
*DTE®-DeskTopEngineering*.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##HDSN*.

Hannover, im April 2024

## Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt:

RMT	rechte Maustaste drücken
LMT	linke Maustaste drücken
LF	Lastfall (Teileinwirkung)
Nwtyp	Nachweistyp
El.	Element
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

### Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



**Rot** markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

### Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

### Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

### blank

Leerzeichen

### Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

### icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



**Löschen**-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Datenzustand  
überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

# Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten .....	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen .....	7
3	Haupteingabefenster .....	9
3.1	Nachweisspezifische Eingaben.....	11
3.2	Balkenparameter .....	12
3.3	Plattenparameter .....	13
3.4	Deckenparameter .....	14
3.4.1	Brettsperrholz Aufbau .....	14
3.5	Zwischenaufleger .....	15
3.6	Programmeinstellungen .....	16
3.7	Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung .....	16
3.8	Schwingungsnachweis DIN EN 1995-1-1 (EC 5).....	17
3.9	Schwingungsnachweis Fv TU München .....	18
4	Literaturverzeichnis .....	19
5	Index .....	21





# 1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##HDSN* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##*-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie dieses Kapitel überspringen.

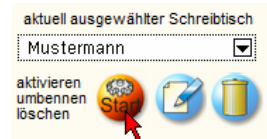
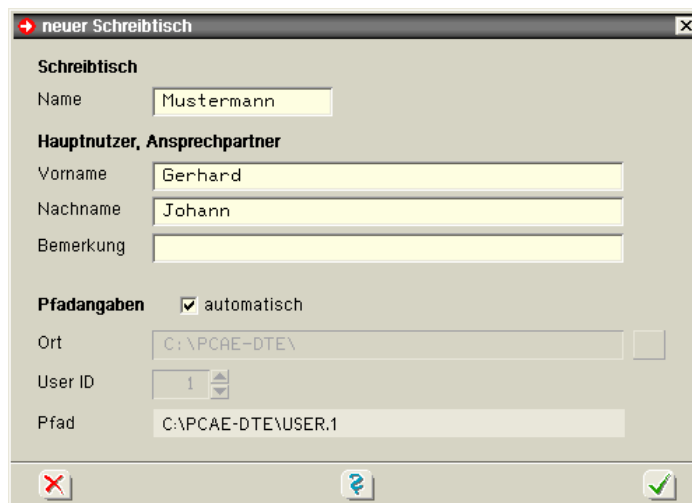


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



**Schreibtischname** Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.



Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für *pcae*-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit *pcae*-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

















### Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtischs sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

Die Buttons bewirken im Einzelnen

-  öffnet die Schreibtischauswahl
-  legt einen neuen Projektordner an
-  erzeugt ein neues Bauteil
-  kopiert das aktivierte Bauteil
-  fügt die Bauteilkopie ein
-  lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der **e-Mail-Dienst**.
-  menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils
-  druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils
-  ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils
-  löscht das aktivierte Bauteil/Ordner
-  öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste
-  öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen
-  eröffnet Verwaltungsfunktionen
-  schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung

## Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugung eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Schreibtisch und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



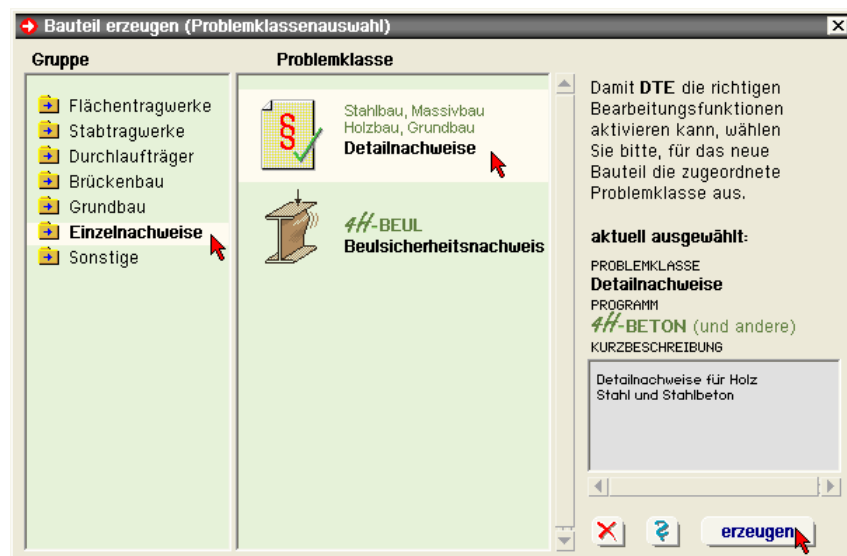
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtischs angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.

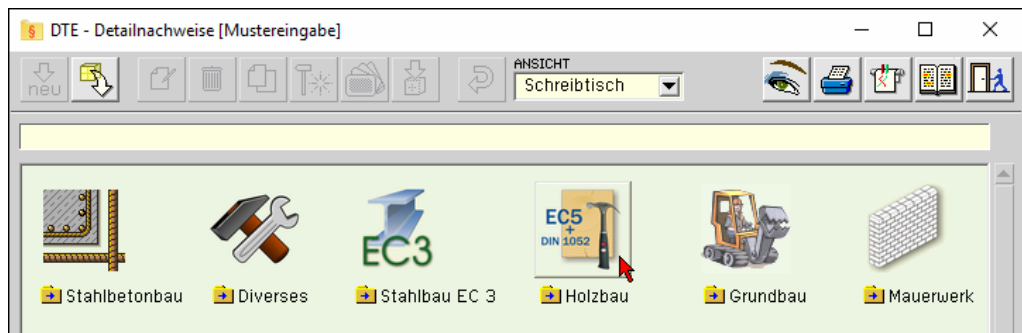


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



Nach Doppelklicken des neuen Bauteilicons, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

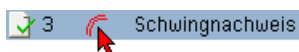
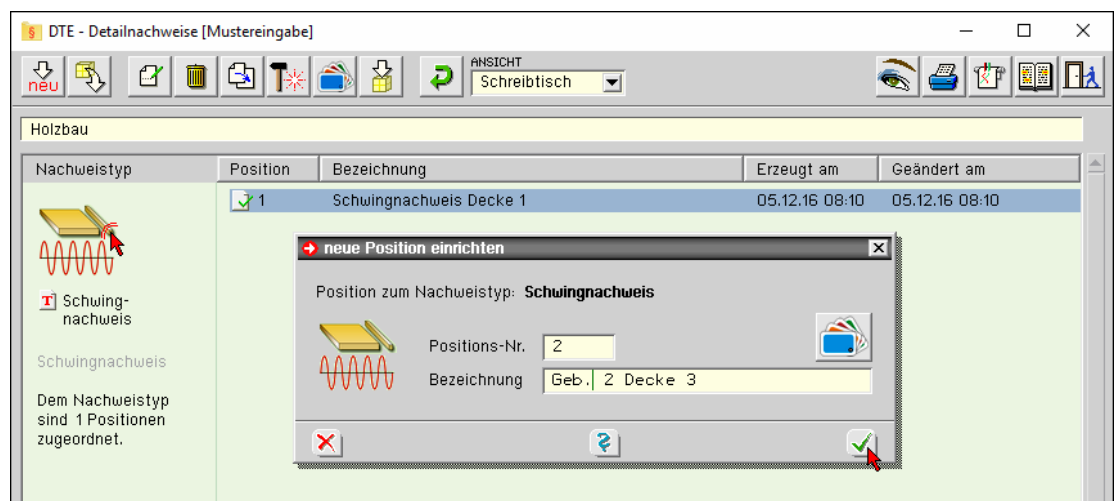
## Detailnachweise



## Holzbau EC 5



## Schwingnachweis



Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche des Nachweistyps.

## Haupteingabefenster

Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisse werden im Haupteingabefenster dargestellt.

4H-HDSN, Position 53: Schwingnachweis

Nachweis Balken Platte Deckenparameter

Nachweisverfahren: ☒ Eurocode 5 ☐ Forschungsvorh. TU München

Berechnungsmethode: ☒ numerische Lösung ☐ Näherungsverfahren

Tragwerkstyp: ☒ Platte ☐ Balken

☒ Steifigkeit und Masse Estrich berücksichtigen (Steifigkeit in Längsrichtung)–  
☒ Plattenwirkung berücksichtigen (Steifigkeit in Querrichtung)

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]

El längs 0.42100 El quer 2.85200

ständige Einwirkungen

Einwirkung	g [kN/m²]	
1 Eigengewicht	1.280	
2 Ausbaulast	1.000	

neue Einwirkung

Σ 3.600[kN/m²]

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

besser schlechter ⇒ a [mm/kN] 0.50 ⇒ b = 150

☒ Ergebnisse ausführlich

Kriterium	Bedingung	erfüllt
Eigenfrequenz	f = 8.812 Hz > 8.000 Hz	ja
Steifigkeitskriterium	w(1kN) = 0.166 mm < 0.50 mm	ja
Einheitsimpulsgeschwindigkeit	v = 0.505 mm/s < 10.367 mm/s	ja
Fersenauftritt	v = 7.284057 mm/s < 62.202912 mm/s	ja
Beschleunigung/Resonanz	a = 0.610 m/s² < 0.700 m/s² (a > 0.3 m/s² => Spürbar, nicht)	Nachweis erfüllt

System

### 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, s. Abs. 3.6, S. 16



Drucklistenvorschau



Der dargestellte Button öffnet den Druckdialog zur Bestimmung des Ausgabegeräts und der damit zusammenhängenden Einstellungen, s. Handbuch DTE®-DeskTopEngineering.



Speichern



Onlinehilfe



Ende der Bearbeitung

## Eingaberegister

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

## Nachweisspezifische Eingaben

Nachweis	Balken	Platte	Deckenparameter
----------	--------	--------	-----------------

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

## Balkenparameter

Nachweis	Balken	Platte	Deckenparameter
----------	--------	--------	-----------------

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.

## Plattenparameter

Nachweis	Balken	Platte	Deckenparameter
----------	--------	--------	-----------------

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.

allgemeine Deckenparameter

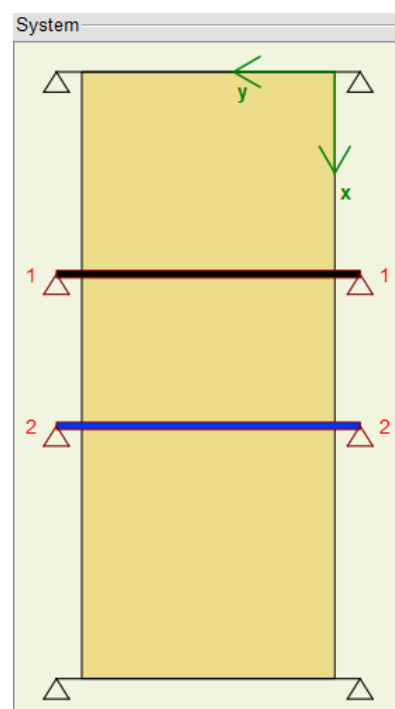
Nachweis	Balken	Platte	Deckenparameter
----------	--------	--------	-----------------

Hier werden Abmessungen und Auflagerbedingungen definiert.

## Systemdarstellung

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

Bei Wahl der Option **numerische Lösung** können die Auflagerlinien (s. Abs. 3.5, S. 15) mit der Maus angeklickt und verschiedene Lagertypen gewählt werden.



## Berechnungsergebnisse

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	$a = 0.610 \text{ m/s}^2 < 0.700 \text{ m/s}^2$ ( $a > 0.3 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$ Spürbar, nicht 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.

### 3.1

## Nachweisspezifische Eingaben

Nachweisspezifische Einstellungen erfolgen im Registerblatt *Nachweis*.

Zwei Nachweisverfahren können gewählt werden

Nachweisverfahren

- Verfahren n. DIN EN 1995-1-1, 7.3.3

☒ Eurocode 5

☐ Forschungsvorh. TU München

Folgende Einzelnachweise werden geführt

- Einhalten einer Mindestfrequenz von 8 Hz
- 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

Berechnungsmethode

- die numerische Lösung

☒ numerische Lösung

☐ Näherungsverfahren

... wird über eine Fourierreihenentwicklung realisiert.

Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Mittelaullager 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 gilt für den Typ **Balken**.

Tragwerkstyp

☐ Platte

☒ Balken

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

☒ Steifigkeit und Masse Estrich berücksichtigen (Steifigkeit in Längsrichtung)

☒ Plattenwirkung berücksichtigen (Steifigkeit in Querrichtung)

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

Zement-Estrich

d [mm]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	g [kN/m <sup>2</sup> ] je cm Dicke	Σ g [kN/m <sup>2</sup> ]
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 vorgeben.

☒ Steifigkeiten direkt vorgeben in [MNm<sup>2</sup>/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.



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 gemäß /16/, 7.3.3, Bild 7.2, eingestellt.

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

ständige Einwirkungen

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

neue Einwirkung

Wert a für das Verhalten nach EC 5, 7.3.3 Bild 7.2  
 besser  schlechter ⇒ a [mm/kN] 0.50 ⇒ b = 150

## 3.2

### Balkenparameter

Einstellungen zum Tragwerkstyp **Balken** erfolgen im Registerblatt **Balken**.

Für den Tragwerkstyp **Balken** werden Balkenabmessungen, Balkenabstand und die Gesamtbreite der Decke eingegeben.

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.

Balkenabmessungen

Balkenbreite [mm] 100

Balkenhöhe [mm] 180

Balkenabstand [mm]: 625

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)



Einstellungen zum Tragwerkstyp **Platte** erfolgen im Registerblatt **Platte**.

Beim Plattentragwerksmaterial kann zwischen **Brettsperrholz** und **Brettstapelholz** gewählt werden.

Brettsperrholz wird über die Hersteller- und Typenlistboxen gewählt.

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

Da Brettsperrholz ungleiche Materialeigenschaften in x- und y-Richtung aufweist, muss die Ausrichtung der Decklagen (oberste und unterste Lage) angegeben werden.

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

Üblicherweise sind die Platten an allen Rändern gelenkig gelagert.

Bei Brettsperrholzplatten 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 Brettsperrholz die Einflüsse der

**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.

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

Die Steifigkeitsverhältnisse in Längs- und Querrichtung sind ebenfalls zu wählen.

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

Plattenart

☒ Brettsperrholz  
☐ Brettstapelholz

Brettsperrholz

Merkle X-Lam 180/5s

☐ freies Material Parameter

Aufbau: 30-20-30-20-30

Decklagen in ☒ x-Richtung ☐ y-Richtung

Schubverformung in ☒ x-Richtung ☐ y-Richtung

☒ Einachsig gespannt

Querkontraktionszahl  $v$  [-] 0.200

Drillsteifigkeit in [%] 50

Brettstapelholz

☐ Laubholz  
☒ Nadelholz

C24 (S10)

☐ Einachsig gespannt

Deckenhöhe [mm] 180

$EI_{\text{quer}} / EI_{\text{längs}}$  [-] 0.0030000

Querkontraktionszahl  $v$  [-] 0.000

### 3.4

## Deckenparameter

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

Die Gesamtbreite der Decke ist hier einzugeben.

Der **modale Dämpfungsgrad** wird für die Berechnung der Einheitsimpulgeschwindigkeit benötigt.

Liegen keine genaueren Erkenntnisse vor, gilt für  $\zeta$  n. /48/

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

**Mülleimerbuttons** löschen Tabellenzeilen.

Durch Klicken des Buttons **neues Feld** wird eine neue Tabellenzeile angehängt.

Bei numerischer Lösung kann die Nachgiebigkeit der Zwischenaufleger durch Eingabe von Unterzügen aus Stahl, Holz oder freien Materialien berücksichtigt werden.

Die Eingabe kann durch Klicken der Felder der Tabelle *Zwischenaufleger* 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.

Deckenparameter

Deckenbreite [m]

modaler Dämpfungsgrad  $\zeta$  [-]

Feldlängen

	Länge [m]	
1	4.000	
2	3.000	
3	5.000	
<b>neues Feld</b>		

Zwischenaufleger

	Typ	Parameter
1	starr	Auflagerparameter
2	Unterzug/Stahl	Auflagerparameter

☒ Durchlaufwirkung bei Steifigkeitskriterium berücksichtigen

### 3.4.1

## 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.

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.

Freies Material

Name

Parameter

☐ Schmalflächen verleimt

Schubfestigkeit  kN/m<sup>2</sup>

Torsionsschubfestigkeit  kN/m<sup>2</sup>

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	
<b>neue Brettlage</b>					

$\Sigma d$  [mm]

### 3.5

## 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.

The 'Auflagerung' dialog box shows the following settings for a wooden beam support:

- Auflagerung:**
  - ☐ starr
  - ☒ Unterzug / Holzbalken
  - ☐ Unterzug / Stahlträger
  - ☐ Unterzug / Steifigkeit vorgeben
- Holzbalken:**
  - ☒ Nadelholz
  - ☐ Laubholz
  - ☐ Brettschichtholz DIN
  - ☐ Brettschichtholz EC
  - C24 (S10)** (dropdown menu)
  - Breite [mm]: 200
  - Höhe [mm]: 400
  - Exzentrizität [mm]: 210
  - zusätzliche Masse [kg/m]: 0
  - ☒ Masse aus Eigengewicht automatisch

Buttons at the bottom: Green checkmark, Red X, Blue question mark.

Für einen Stahlträger sind Material, Profil und Dichte (für Stahl 78.5 t/m<sup>3</sup>) 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 werden.

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.

The 'Auflagerung' dialog box shows the following settings for a steel beam support:

- Auflagerung:**
  - ☐ starr
  - ☐ Unterzug / Holzbalken
  - ☒ Unterzug / Stahlträger
  - ☐ Unterzug / Steifigkeit vorgeben
- Stahlträger:**
  - Name: Freies Material
  - ☒ S235 (St37) Dichte [t/m³]: 78.500
  - ☐ S275 (St44) Exzentrizität [mm]: 50.00
  - ☐ S355 (St52) zusätzliche Masse [kg/m]: 0.00
  - ☐ S420 N/NL
  - ☐ S460 N/NL
  - ☒ Masse aus Eigengewicht automatisch
  - ☐ freies Material
  - Querschnittsfläche [mm²]: 149
  - Trägheitsmoment [mm⁴]: 14900
  - E-Modul [N/mm²]: 210000
  - G-Modul [N/mm²]: 81000

Buttons at the bottom: Green checkmark, Red X, Blue question mark.

### 3.6

## 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.

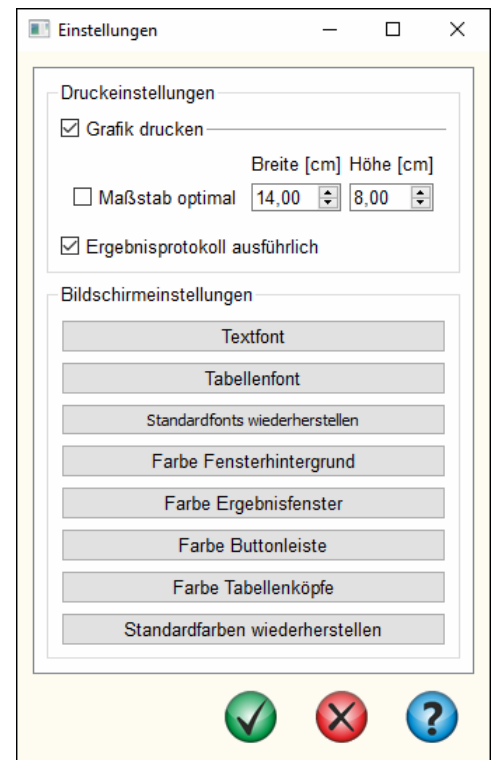
Über die Option **Maßstab optimal** wird die Grafik so erstellt, dass der zur Verfügung gestellte Platz voll ausgenutzt wird; ansonsten wird automatisch ein gebräuchlicher Maßstab gewählt.

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.



### 3.7

## Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung



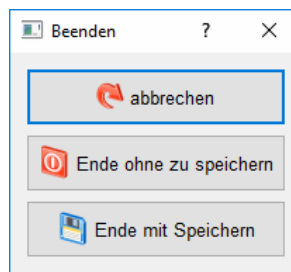
Der dargestellte Button sichert die aktuellen Eingabedaten. Während der Bearbeitung befinden sich alle Eingaben flüchtig im Arbeitsspeicher. Erst durch die Sicherung werden alle zugehörigen Daten auf die Festplatte geschrieben und können in einer Folgesitzung wieder aufgerufen werden.



Der **Fragezeichenbutton** ruft die Onlinehilfe auf.



Dieser Button beendet die Eingabesitzung und ruft ein Eigenschaftsblatt zur Speicherung der Daten auf.



## Schwingungsnachweis DIN EN 1995-1-1 (EC 5)

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 aufgetragenen 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  $\text{kg/m}^2$   
 $l$  Deckenspannweite in m  
 $(EI)_l$  äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke um eine Achse rechtwinklig zur Balkenrichtung in  $\text{Nm}^2/\text{m}$

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

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

$$v \leq b^{1/3} \zeta^{-1} \quad \text{in m/(Ns}^2) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$w$  größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung ermittelt  
 $\zeta$  modaler Dämpfungsgrad  
 $v$  Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion, d.h. der maximale Anfangswert der vertikalen Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude der Decke (in m/s) infolge eines an derjenigen Stelle der Decke aufgetragenen 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 Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion für rechteckige, allseitig gelenkig gelagerte Decken 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	Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion in m/(Ns <sup>2</sup> )
n <sub>40</sub>	Anzahl der Schwingungen 1. Ordnung mit einer Resonanzfrequenz bis zu 40 Hz
b	Deckenbreite in m
m	Masse je Flächeneinheit in kg/m <sup>2</sup>
l	Deckenspannweite in m

n<sub>40</sub> wird berechnet aus

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

(EI) <sub>b</sub>	äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke in Nm <sup>2</sup> /m um eine Achse in Richtung der Balken mit (EI) <sub>b</sub> < (EI) <sub>l</sub>
-------------------	--

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<sub>40</sub> mittels einer Fourierreihenentwicklung. S. hierzu /51/ und /52/.

## 3.9

### Schwingungsnachweis Fv TU München

Nach dem Forschungsvorhaben /54/ der TU München und /50/ wurden Konstruktionsregeln für die Praxis entwickelt, die im Programm #-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<sub>grenz</sub> nicht unterschreiten, ansonsten sind besondere Untersuchungen erforderlich.
- Steifigkeitskriterium  
Die größte vertikale Anfangsdurchbiegung w(2 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 #-HDSN, Schwingnachweis, 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.

- /1/ DIN 1052 (12.08)
- /2/ Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Bruderverlag
- /3/ DIN 1052, Praxishandbuch Holzbau, 1. Auflage, Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele nach 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), H. 11
- /8/ Schneider Bautabellen, 17. Auflage, Werner Verlag
- /9/ Hans-Joachim Blaß, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Website 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 Berechnungstabellen, 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 Oy: 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
- /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 Konstruktions 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, Brettspertholz 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 Querbelaftung
- /61/ DIN EN 1999-1-5:2017-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalenträgerwerke
- /62/ ETA-04/0013, CNA Connector nails, PCR Connector nails and CSA Connector screws
- /63/ ETA-11/0190, Würth Schrauben, Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel
- /64/ BSPHandbuch, Holz- Massivbauweise in Brettspertholz, 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 Brettspertholz, Dr. Markus Wallner-Novak, Josef Koppelhuber, Kurt Pock
- /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, Brettsperrholz
- /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-Brettsperrholz
- /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, Punktförmiges Verbindungsmittel - 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

## 5 Index

Abkürzungen 2	Lastfall 2
Bauteil erzeugen 7	Lastkollektiv 2
blank 2	Nachweis EC 5 17
Buttons 2	Nachweis TU München 18
Cursor 2	Ordner 7
Einwirkung 2	Schreibtisch 6
e-Mail 6	Schreibtischauswahl 5
Extremalbildungsvorschrift 2	Startsymbol 5
Installation 5	Steuerbuttons 6, 9
Kontextsensitivität 6	Zwischenlager 15
Lastbild 2	