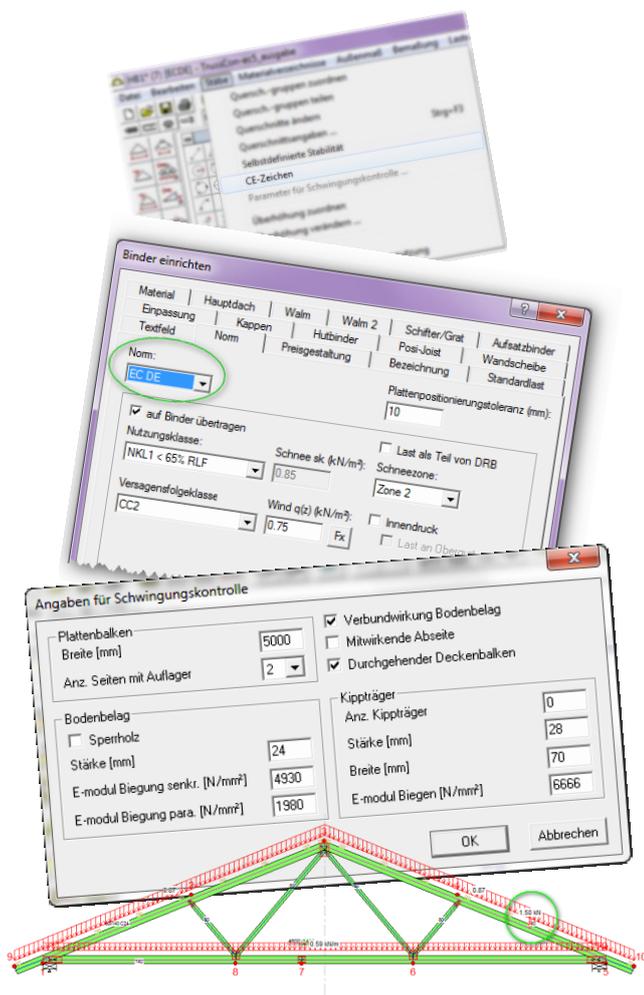


RC/TC-Version 2015

Bemessung nach DIN EN 1995-1-1 (ECDE-Programmversion)



MiTek Industries GmbH

Schanzenstraße 23

51063 Köln

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1. Anpassen einer RoofCon-Vorlage (*.rct) für Bemessung nach EC5	2
2. Lastkombinationen nach EC5.....	3
2.1. Lastkombinationen zur Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit	3
2.2. Lastkombinationen mit Mannlast (ML)	4
3. CE-Zeichen	6
4. Auswahl der statischen Modellbildung.....	7
5. Bemessung der Nagelplatten	7
5.1. Nur noch eine Formel für den Nagelnachweis.....	7
5.2. Vereinfachter Ansatz des plastischen Widerstandsmoments	8
5.3. Ermittlung der Fugenlänge für den Plattennachweis.....	8
5.4. Berücksichtigung von Druckkontakt für den Plattennachweis	9
5.5. Quersugnachweis bei Nagelplatten	9
5.6. Position der Nagelplatte.....	11
6. Schwingungsnachweis	11
6.1. Allgemeines.....	11
6.2. Umsetzung in TrussCon.....	12
6.2.1. Grenzwert der Verformung	12
6.2.2. Parameter für Schwingungskontrolle eingeben.....	12
6.2.3. Ausgabe der Schwingungskontrolle	14

1. Anpassen einer RoofCon-Vorlage (*.rct) für Bemessung nach EC5

Die folgende Anweisung zeigt Ihnen, wie Sie eine von Ihnen bisher genutzte RoofCon-Vorlage (rct-Datei) auf Bemessung nach EC5 umstellen und neu abspeichern.

Starten Sie RoofCon und wählen Sie im Menü **Datei** die Funktion **Öffne Vorlage...** Wählen Sie Ihre favorisierte Vorlage aus, bei der Sie die Norm entsprechend ändern wollen.

Öffnen Sie diese RoofCon-Vorlage mit Doppelklick.

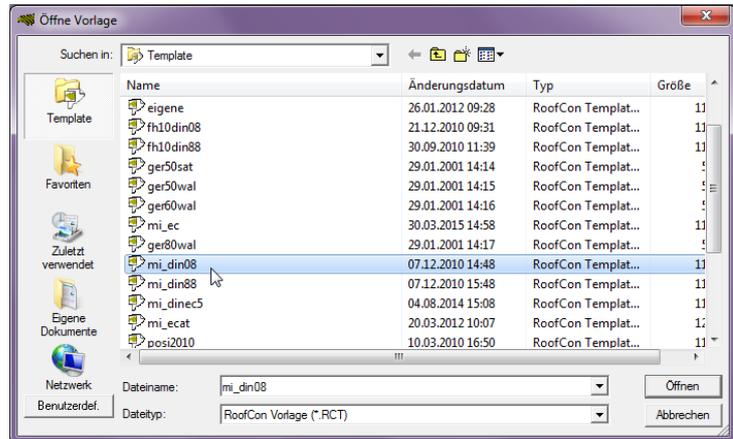


Bild 1.1: Dialogfenster **Öffne Vorlage**

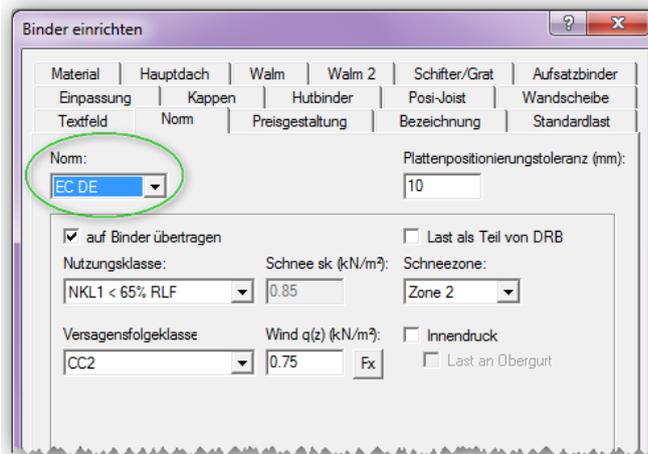


Bild 1.2: Dialogfenster **Binder einrichten** mit **RK Norm**

Wählen Sie **Binder einrichten** aus dem Menü **Werkzeug** und ändern Sie in der Registerkarte **Norm** die Norm entsprechend zu **EC DE** um, indem Sie diesen Eintrag aus der Auswahlliste anklicken.

Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK** und speichern Sie anschließend die Änderung unter einem anderen Namen ab, indem Sie im Menü **Datei** **Als Vorlage speichern...** wählen. Schließen Sie die Datei, indem Sie entweder im Menü **Datei** auf **Beenden** oder rechts oben auf das Kreuz klicken.

2. Lastkombinationen nach EC5

2.1. Lastkombinationen zur Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit

EC-Version: Mit der EC-Version wird in den Lastkombinationen der Gebrauchstauglichkeit im Gegensatz zur D4-Version nicht mehr der mit k_{def} -beeinflusste Kombinationsbeiwert für die Einwirkung dargestellt. Das führt dazu, dass die drei Lastbilder für die zu untersuchenden GZGs (**Anfang**, **Quasi-ständig** und **Ende**) identisch sind. Die zeitliche Änderung des Materials (z.B. Kriechen) wird auf der Materialeseite berücksichtigt.

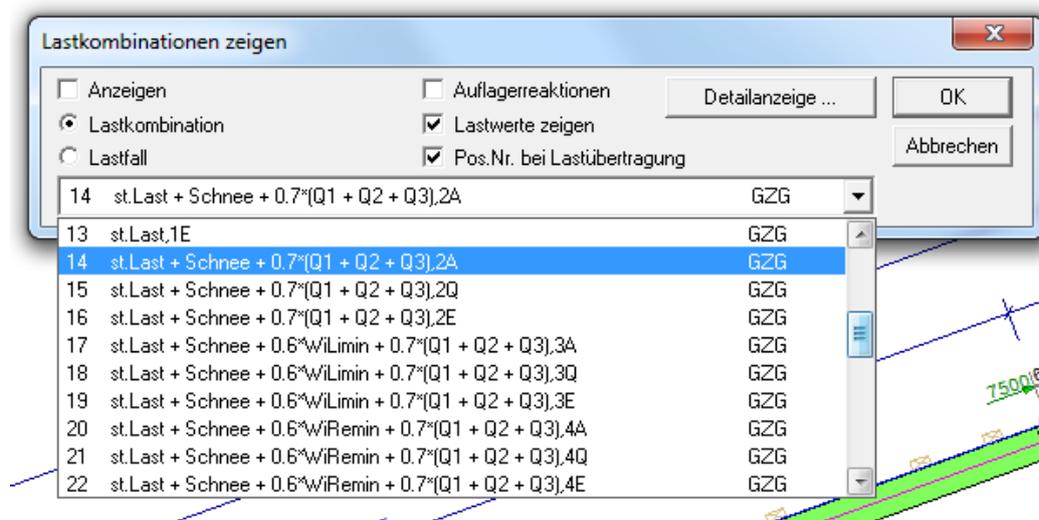


Bild 2.1: GZG-Lastkombinationen in TrussCon mit EC-Version

D4-Version: Es werden für jede Lastkombination der Tragfähigkeit (GZT) intern 3 separate Nachweise für die Gebrauchstauglichkeit (GZG) mit zugehörigen Lastbildern erzeugt. Diese sind zwei Nachweise für die charakteristischen Einwirkungen und ein Nachweis für die quasi-ständigen Einwirkungen. Aus den GZG-Lastbildern sind die jeweiligen Kombinationsbeiwerte indirekt ablesbar. Hier wird die Änderung des Materials ersatzweise auf der Einwirkungsseite (mit dem Reziprok Wert) berücksichtigt.

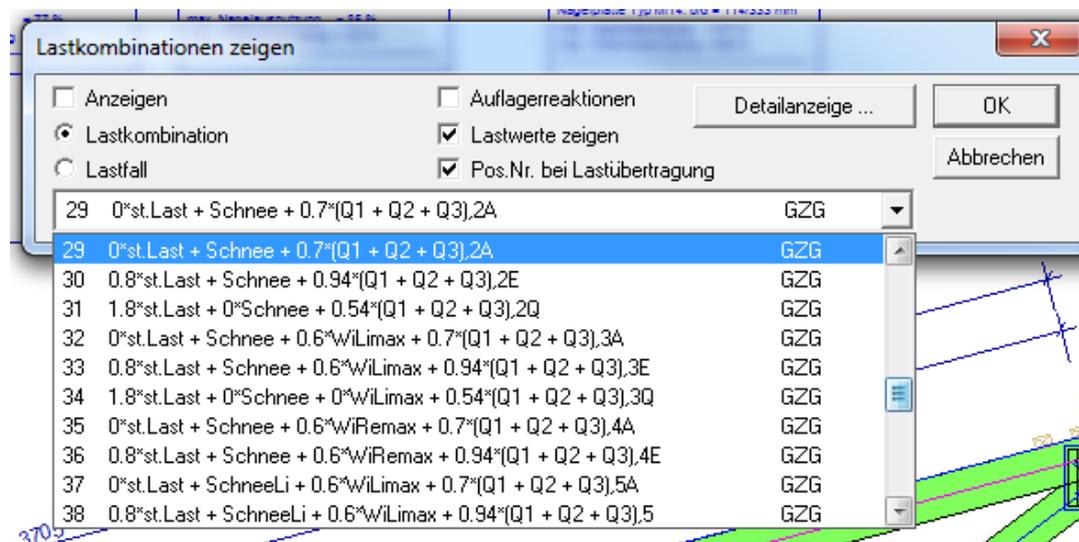


Bild 2.2: GZG-Lastkombinationen in TrussCon mit D4-Version

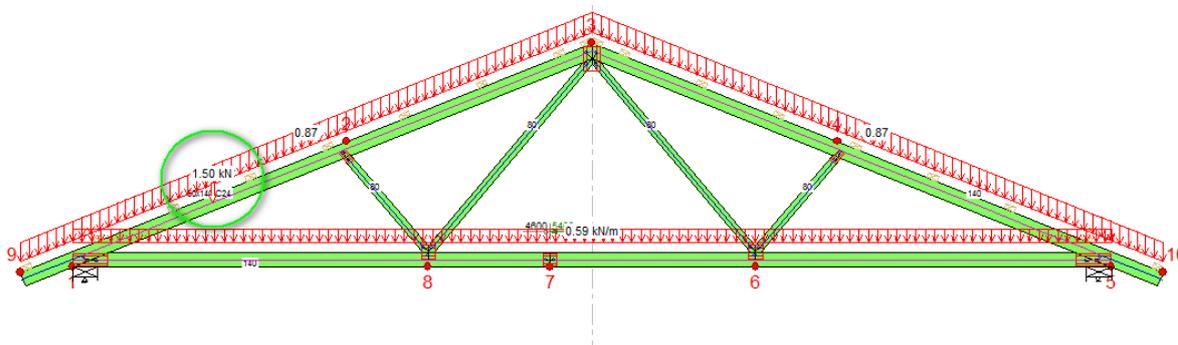
2.2. Lastkombinationen mit Mannlast (ML)

Nach DIN EN 1991-1-1/NA Tabelle 6.10DE – Nutzlasten für Dächer ist in der Kategorie H (nicht begehbare Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen, Reparaturen) eine Einzellast $Q_k = 1,0 \text{ kN}$ anzusetzen.

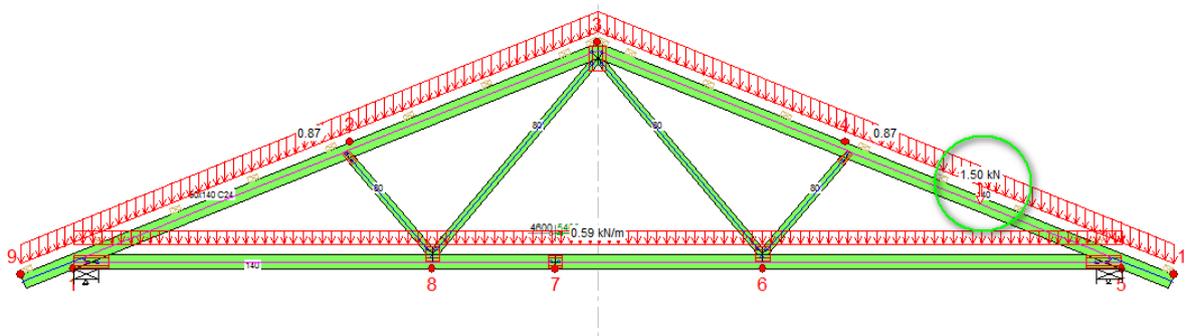
Eine Überlagerung mit Schnee ist nicht erforderlich.

Es gibt in TrussCon 4 Lastkombinationen mit Mannlast. Dabei wird mit den folgenden 3 Lastkombinationen die Forderung der DIN EN 1991-1-1/NA erfüllt:

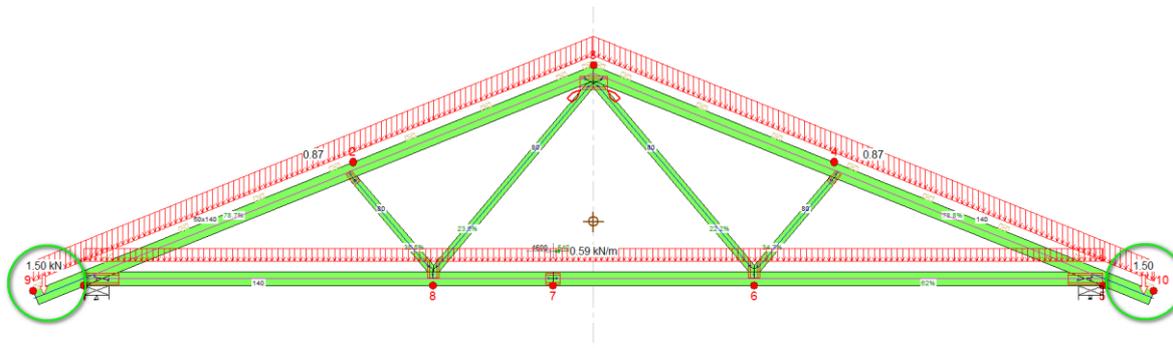
1,35* ständige Last + 1,5*Mannlast, links: Mannlast befindet sich auf dem linken Obergurt



1,35* ständige Last + 1,5*Mannlast, rechts: Mannlast befindet sich auf dem rechten Obergurt



1,35* ständige Last + 1,5*Mannlast auskragender Gurt: Mannlast befindet sich am auskragendem Gurt



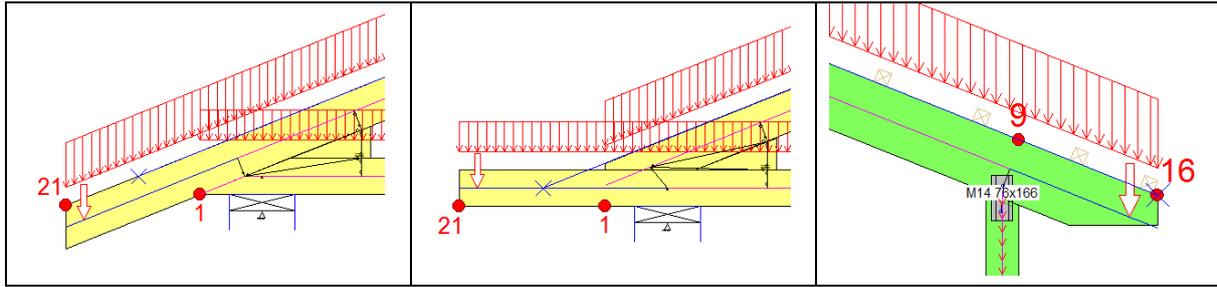
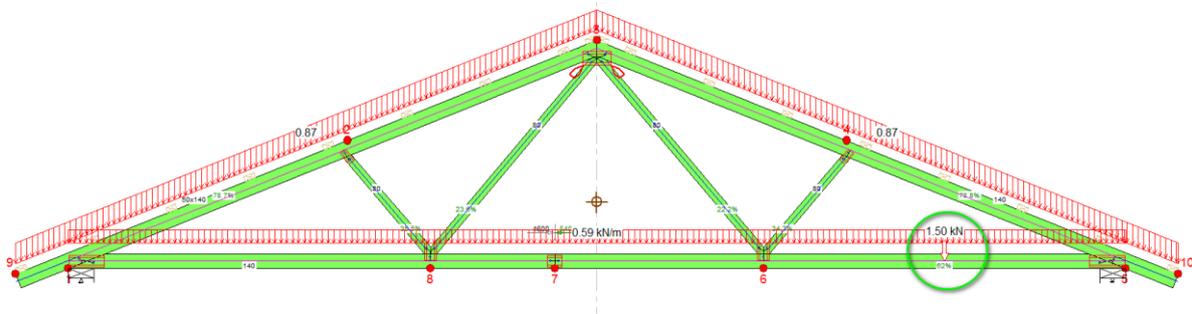


Bild 2.3: Mannlast am auskragenden Gurt

Zusätzlich, also nicht von der Norm gefordert, wird in TrussCon noch eine Mannlast am Untergurt nach folgender Kombination geprüft.

1,35* ständige Last + 1,05*(Q1 + Q2 + Q3) + 1,5*Mannlast UG: Mannlast befindet sich am Untergurt



Die Platzierung der Mannlast wird in TrussCon wie folgt vorgenommen:

- **Im Feld:** TrussCon ermittelt sich das Feld mit der höchsten Ausnutzung aus allen Lastkombinationen ohne Mannlast. In dieses Feld wird die Mannlast mittig angebracht. Dies gilt für den Ober- und den Untergurt. Für jeden Gurt wird eine eigene Lastkombination erstellt.
- **Am Kragarm:** Für Knoten, bei denen der Gurt als Balken durchläuft und einen Kragarm darstellt, wird die Mannlast am Ende des Gurtes angesetzt. Für diese Knoten wird nur eine Lastkombination geprüft, d. h. es werden alle Knoten dieser Art gleichzeitig mit einer Mannlast versehen.

Mit der EC-Version gibt es die Möglichkeit in „Lastkombinationen verändern“ (STRG+F5) über die Combo-Box „Mannlastkombinationen“, die Lastkombinationen mit Mannlast wie folgt zu berücksichtigen:

Nein: es werden keine Mannlast-Lastkombinationen bei Binderbemessung berücksichtigt

Ja: die Mannlast-Lastkombinationen werden immer berücksichtigt

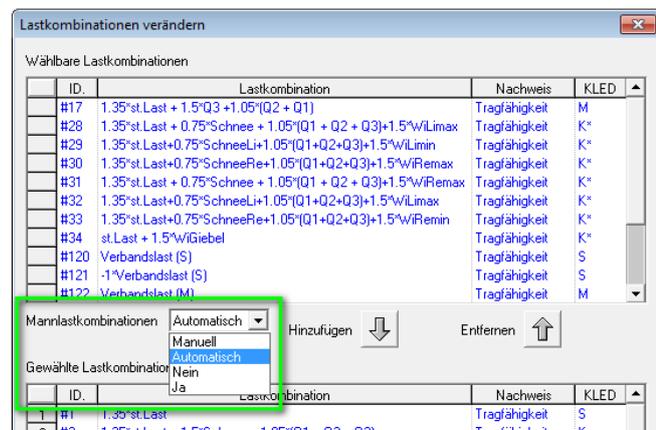


Bild 2.4: Berücksichtigung der Mannlastkombinationen

Automatisch: die Mannlast-Lastkombinationen werden je nach Gegebenheit berücksichtigt. Z. Bsp. bei Wind- bzw. Aussteifungsverbänden und für den Untergurt bei Studiobindern werden die entsprechenden Mannlast-Lastkombinationen nicht zur Bemessung herangezogen.

Manuell: Die 3 vorerst genannten Optionen (Nein/Ja/Automatisch) entfernen bzw. fügen die Mannlast-Lastkombinationen automatisch hinzu. Bei der Option **Manuell** wird nichts gemacht. Es werden nur die Mannlast-Lastkombinationen untersucht, welche vom Anwender manuell ausgewählt wurden sind (aus den wählbaren Lastkombinationen werden über **Hinzufügen** die gewünschten Mannlast-Lastkombinationen zu den gewählten Lastkombinationen hinzugefügt).

Manuell bezieht sich hier lediglich nur auf die Auswahl der Lastkombinationen, welche Mannlasten enthalten, nicht auf die Einzellasten selbst. Die Einzellasten aus Mannlast werden von TrussCon automatisch am Binder angesetzt.

Die Automatismen der Mannlast können in TrussCon selbstverständlich auch abgeschaltet werden, dann kann der Anwender seine eigene Logik einbringen.

3. CE-Zeichen

Die Positionierung der Kennzeichnung „CE“ am Binder kann bereits in TrussCon festgelegt werden. Hierzu finden Sie die Funktion CE-Zeichen einmal im Menü **Stäbe** und ein weiteres Mal im **Werkzeugmenü 4**. Nach Auswahl dieser Funktion haben Sie die Möglichkeit, den gewünschten Stab anzuklicken, an dem das CE-Kennzeichen später (während der Produktion) platziert werden soll. Ein zweiter Klick auf ein und denselben Stab entfernt das bereits angebrachte CE-Zeichen wieder. Das CE-Zeichen wird in TrussCon immer mittig am gewählten Stab (Stöße werden hierbei berücksichtigt) positioniert. Das CE-Zeichen wird auf allen Binderzeichnungen ausgegeben.

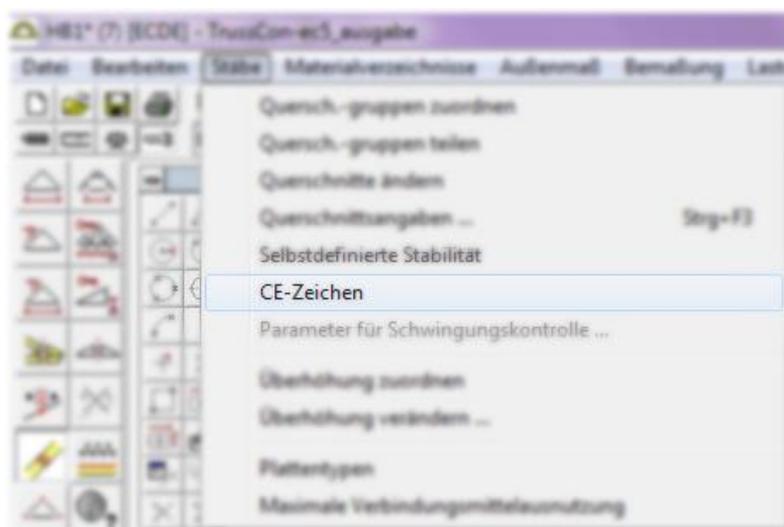


Bild 3.1: CE-Zeichen im Menü Stäbe



Bild 3.2: CE-Zeichen im Werkzeugmenü 4

Mit Anwendung der europäischen Normen und Bemessung der Nagelplattenkonstruktionen nach EC5, sind Sie dazu verpflichtet, alle Binder mit dem CE-Kennzeichen nach DIN EN 14250 zu versehen. Da es sich beim Ausdruck solcher Labels um individuelle Ausgaben handelt, sind bisher keine Label-Ausgaben mit CE-Kennzeichen in TrussCon (siehe im Druckdialog und in der Druckvoransicht unter **Positionsnummer**) verfügbar. Wir bitten Sie deshalb, wenn Sie eine entsprechende Label-Ausgabe für TrussCon benötigen, uns hierzu eine aussagekräftige Spezifikation zukommen lassen, damit diese umgesetzt werden kann und Ihnen dann in TrussCon zur Verfügung steht.

4. Auswahl der statischen Modellbildung

In der D4-Programmversion von TrussCon und RoofCon hat man die Möglichkeit, die Modellierung des statischen Modells entsprechend Absatz 8.8.1 Stabtragwerk oder 8.8.2 Fachwerk nach DIN 1052:2008-12 auszuwählen. Dies ist in der EC5-Version nicht mehr möglich. Das statische Modell wird einzig und allein nach der Theorie, welche im Kapitel 5.4.2 in DIN EN 1995-1-1 geregelt ist, als Rahmentragwerk strukturiert.

In RoofCon ist unter **Werkzeug** ➤ **Binder einrichten** in der Registerkarte **Norm** diese Auswahlmöglichkeit ausgeblendet. In TrussCon wird diese in eingefrorener Form dargestellt.

Das Protokoll weist unter **GRUNDLAGEN UND HINWEISE** auf das entsprechende Kapitel des EC5 hin.

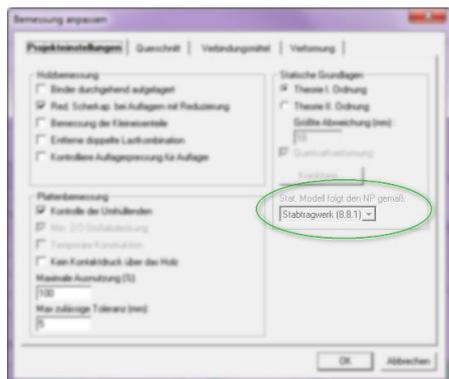


Bild 4.1: Statisches Modell in den Projekteinstellungen

GRUNDLAGEN UND HINWEISE
 Berechnungsgrundlagen:
 DIN EN 1995-1-1 inkl. NA "Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen"
 Last und Lastkombinationen:
 DIN EN 1990 inkl. NA "Grundlagen der Tragwerksplanung"
 DIN EN 1991-1-1 inkl. NA "Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke"
 DIN EN 1991-1-3 inkl. NA "Schneelasten"
 DIN EN 1991-1-4 inkl. NA "Windlasten"
 Produktnormen:
 DIN EN 14250 "Produktanforderung an vorgefertigte tragende Bauteile mit Nagelplattenverbindungen"
 DIN 20000-4 Anwendungsnorm zur DIN EN 14250
 DIN EN 14545 "Nicht stiftförmige Verbindungselemente - Anforderungen"
 DIN 20000-6 Anwendungsnorm zur DIN EN 14545
 DIN EN 338 "Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeit"

Fremdüberwacht durch: - CPD - ZertNr
 Nutzungsklasse : 1
 Versagensfolgeklasse CC : 2
 Systemfestigkeit ksys : 1.0
 Lasteinzugsbreite : 1000 mm

Falls abweichende Daten des Binders vorhanden sind, werden diese im Abschnitt "Querschnittsangaben" aufgeführt.

Sämtliche Maße sind am Bau zu überprüfen.

Die Statische Berechnung wurde nach Spannungstheorie I. Ordnung ausgeführt. Das statische Modell wurde nach Kapitel 5.4.2 als Rahmentragwerk strukturiert.

Bild 4.2: Protokollausgabe bzgl. statischer Modellierung unter Grundlagen und Hinweise

5. Bemessung der Nagelplatten

5.1. Nur noch eine Formel für den Nagelnachweis

Folgender Nachweis sollte erfüllt sein:

$$\left(\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{M,d}}{f_{a,0,0,d}}\right)^2 \leq 1 \quad (8.52)$$

In TrussCon wird von dem Ergebnis aus Formel (8.52) noch die Wurzel gezogen, um die Ausnutzung besser beurteilen zu können.

5.2. Vereinfachter Ansatz des plastischen Widerstandsmoments

Vereinfacht kann das plastische Widerstandsmoment bestimmt werden zu:

$$W_{p,pl} = 1,5 \cdot I_P / r_{max}$$

Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite, da ein Vergleich aus "Die Berücksichtigung elastisch-plastischer Verformungseigenschaften mechanischer Verbindungsmittel im Ingenieurholzbau"; Dissertation 1999 von Prof. Dr.-Ing. Heiner Hartmann zeigt, dass für alle üblichen NP-Anschlussflächen das Verhältnis von $W_{p,pl}/W_{el}$ größer ist als 1,5.

Die folgende Erläuterung ist aus dem IFO-Heft der GIN zum EC5. Sie spiegelt auch die Meinung von MiTek wieder.

Bei der Erweiterung auf die plastische Bemessung wird vorausgesetzt, dass die Nagelplatten eine ausreichende Duktilität (Rotationskapazität) besitzen, damit bei einer noch weitergehenden Verdrehung auch die weiter innen liegenden Teilflächen eine Grenz- (Fließ-)Spannung erreichen, ohne dass am Rand die Nägel schon wieder aus dem Holz herausgezogen werden.

Wird der Radius r der Polygonkanten anschaulich über der Anschlussfläche nach oben geklappt, entsteht der Körper einer Kegelspitze, wobei die Spitze genau im Schwerpunkt der Anschlussfläche aufgestellt ist und die Seitenflächen unter 45° verlaufen. Entlang der Kanten verschneidet dieser Kegelspitz mit den Außenkanten der Anschlussfläche – das plastische Widerstandsmoment kann somit als das Volumen unter diesem Kegelspitz gedeutet werden.

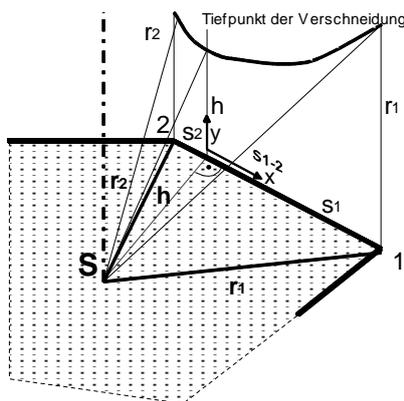


Bild 5.1: Volumen einer Kegelspitze über einer Teilfläche, welches dem plastischen Widerstandsmoment entspricht (Quelle: IFO-Heft der GIN zum EC5)

5.3. Ermittlung der Fugenlänge für den Plattennachweis

In den Zulassungen ist die Regelung der ansetzbaren Fugenlänge außerhalb des Holzes generell auf **12d** verändert worden.

Daher braucht man bei den Gleichungen (8.56) und (8.57) nicht mehr die unterschiedlich ansetzbare Fugenlänge einzusetzen. Diese Regelung machte die Ermittlung der Fugenlänge bei der Bemessung der Nagelplatten nach DIN 1052:2008-12 komplizierter.

PLATTENBELASTUNG:

Schn. Nr.	ls mm	Last- komb	Kräfte kN	GRW gr	Mom kNm	s _{x,d} N/mm	s _{y,d} N/mm	f _{x,d} N/mm	f _{y,d} N/mm	gamma gr	Formel	CSI %
1	133	18	2.56	166	0.15	-36.1	-4.7	205.4	86.4	90	(8.55)	18

Bild 5.2: Plattennachweis nach EC5 mit einheitlicher Fugenlängen

PLATTENBELASTUNG:

Schn. Nr.	ls mm	Last- komb	Kräfte kN	GRW gr	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	Formel	CSI %
1	125/133	20	2.48	163	0.15	-38.8	-5.6	201.2	86.4	90	(247)	20

Bild 5.3: Plattennachweis nach DIN 1052:2008-12 mit unterschiedlichen Fugenlängen

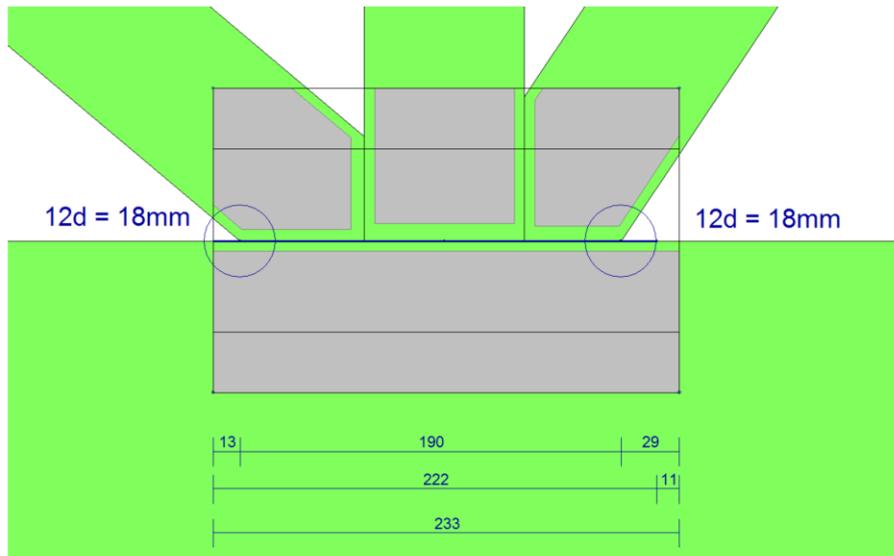


Bild 5.4: Darstellung der 12d-Regelung

Es bedeutet l_s die eventuell um $12 \cdot d$ verlängerte, ansetzbare Fugenlänge. (hier 222mm)

5.4. Berücksichtigung von Druckkontakt für den Plattennachweis

In der zweiten Änderung zur DIN EN 1995-1-1:A2:2014-07 wird angemerkt, dass F_{Ed} um den Druckkontakt, ermittelt nach 8.8.5.1 (3), reduziert werden darf. Die Regelung war vorher nur für die Anschlussfläche formuliert. Dieser Missstand ist mit dem A2-Papier behoben. Somit kann der Fugennachweis von Druckanschlüssen mit der gleichen reduzierten Einwirkung geführt werden wie der Nagelnachweis. Das wurde in TrussCon bereits umgesetzt. Die Regel ist 100% über Kontakt der Hölzer und zusätzlich 50% auf den Anschluss. Die Nagelplatte dient dann der Lagesicherung. Die Regelung kann unter **Bemessung** \rightarrow **Anpassung** im Kartenreiter **Projektangaben** für den aktuellen Binder abgeändert werden. Aktiviert man die Option **kein Kontaktdruck über das Holz**, dann wird die Nagelplatte mit 100% der Einwirkung (keine Abminderung) bemessen. Generell kann diese Einstellung im Kartenreiter **Verbindungsmittel** vorgenommen werden. Dann ist dies für alle Binder aktiv.

5.5. Querkzugnachweis bei Nagelplatten

Die Regelung für Querkzug findet sich in DIN EN 1995-1-1 unter 8.1.4 „Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung“. Allgemein berechnet sich die charakteristische Beanspruchbarkeit auf Querkzug nach Formel:

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} \quad (8.4)$$

Dabei ist für den Modifikationsbeiwert w bei Nagelplatten anzusetzen:

$$w = \max \left\{ \left(\frac{w_{pl}}{100} \right)^{0,35} ; 1 \right\} \quad (8.5)$$

w_{pl} = Breite der Nagelplatte parallel zur Faserrichtung in mm

b = Dicke des Holzbauteils in mm, gemäß DIN EN 1995-1-1/NA höchstens 2·Nagellänge + 20mm

h = Höhe des Holzbauteils in mm

h_e = Abstand des vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Fuge gemessenen Nagelplattenrandes

In diesem Nachweis geht weder die Nagellänge des verwendeten Nagelplattentyps ein noch die Festigkeit des Holzes $f_{t,90,k}$. Auch ist es nicht von Belang, ob der Anschluss in der Nähe des Hirnholzendes ist. Der feste Faktor 14 ist noch in der Diskussion. Eventuell wird dieser noch erhöht, dann jedoch in Abhängigkeit des Abstands zum Hirnholz.

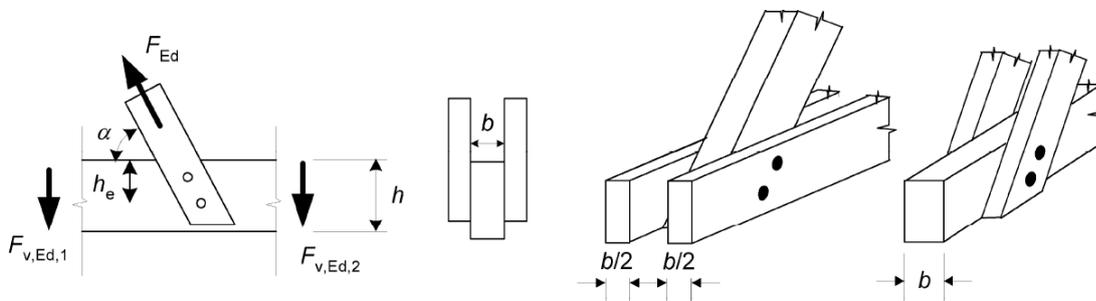


Bild 5.5: Bild 8.1 aus DIN EN 1995-1-1 für allgemeinen Querschnitt

Entgegen der Definition im EC5 Formel (8.3), nach der die maximale Querkraft $F_{v,Ed}$ links oder rechts als Einwirkung ermittelt werden soll, spricht der NA im NCI Zu 8.1.4 „Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung“ im (NA.6) von dem Querkraftsprung, also $F_{v,Ed} = F_{Ed} \cdot \sin \alpha$.

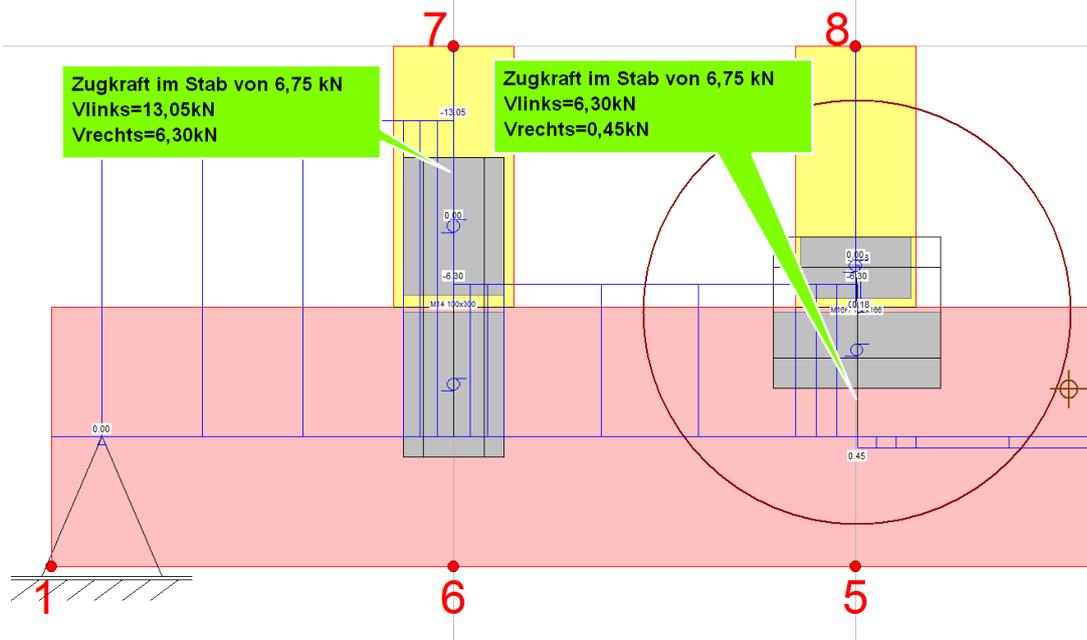


Bild 5.6: Querkraftverlauf an einem konstruierten Beispiel

In oben dargestellten Querkraftverlauf zeigt sich das Manko der EC5-Regelung. Nur eine angreifende Kraft mit einer Komponente rechtwinklig zur Faser kann Querkzug hervorrufen. Eine Querkraft, die im

Stab verbleibt, bewirkt keine Querkzugspannung. In TrussCon setzen wir daher immer den Querkraftsprung an.

5.6. Position der Nagelplatte

Nach **DIN EN 14250, 5.4.12 Überstehende Nagelplatten**

muss die Unterkante der Nagelplatte, die über einem Auflager angeordnet werden soll, mindestens 3mm von der Unterkante des Bauteils, das das Auflager berührt, entfernt sein. Unterschreitet die Position der Nageplatte, welche sich am Auflager befindet, dieses Maß, dann wird dies als Warnung „Die Nagelplatte ist gemäß DIN EN 14250 zu dicht am Auflager“ mit einem roten dünnen Kreis in TrussCon dargestellt.

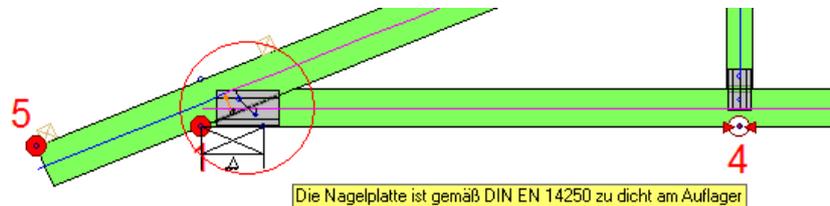


Bild 5.7: Warnhinweis, da die Nagelplatte zu nah am Auflager positioniert ist

6. Schwingungsnachweis

6.1. Allgemeines

In der DIN EN 1995-1-1 finden sich im Kapitel „7.3.3 Wohnungsdecken“ Formeln und ein Diagramm. Der dreiteilige Schwingungsnachweis für Wohndecken besteht aus einem Nachweis der Eigenfrequenz f_1 , einem Nachweis der Steifigkeit a (Durchbiegung der Decke unter einer Einzellast) und einem Nachweis der Schwinggeschwindigkeit v .

Allerdings finden sich weder in der DIN EN 1995-1-1, noch im entsprechenden deutschen Nationalen Anhang, konkrete Anforderungen. Es wird auf die Erläuterungen zur DIN 1052:2004-08 Bezug genommen, um die Schwinggeschwindigkeit zu ermitteln und auch auf eine Veröffentlichung von Winter; Hamm und Richter aus München von 2010 um sinnvolle Grenzwerte zu finden. Diese Veröffentlichung lag auch dem Nationalen Anhang zur ÖNORM B 1995-1:2014 zugrunde. Hier werden drei unterschiedliche Deckenklassen definiert, die dann unterschiedliche Grenzwerte für Frequenz- und Steifigkeitskriterien erfüllen sollten.

Die definierten Grenzwerte sind immer mit dem Auftraggeber bzw. Kunden abzustimmen. Wichtig sind die Annahmen des Bodenaufbaus, welche genau angegeben sein sollten. Ist dies nicht der Fall, dann sollten Sie in jedem Fall genau dokumentieren, welchen Bodenaufbau Sie annehmen.

Die momentane Lösung des Schwingungsnachweises beruht auf Erkenntnissen aus Skandinavien. Als Formelwerk verwenden wir die Vorgaben des EC5. Zuerst einmal muss eine Eigenfrequenz f_1 der Deckenkonstruktion ermittelt werden. Diese Eigenfrequenz muss mindestens 8Hz betragen, um die weiteren Formeln anwenden zu können. Liegt die Eigenfrequenz unter 8Hz, müssen genauere Untersuchungen angestellt werden.

6.2. Umsetzung in TrussCon

Voraussetzung, dass Sie überhaupt die folgenden Einstellungen vornehmen können, ist, dass der Untergurt als Deckenbalken definiert wurde. Dies ist standardmäßig bei Studiobindern der Fall und auch üblich bei den Typenbindern von Balken.

Sie können dies kontrollieren unter **Datei** > **Projekt zuordnen**.

6.2.1. Grenzwert der Verformung

In den **Projektangaben** können Sie im Kartenreiter **Verformungen** die zulässige Verformung unter einer Einzellast in Feldmitte von 1kN festlegen. TrussCon ermittelt hierfür den Wert b (siehe hierzu Bild 7.2 aus DIN EN 1995-1-1).



Bild 6.1: Menüpunkt „Parameter für Schwingungsnachweis“ in TrussCon

Ein gutes Kriterium wäre ein Wert $a=1$ [mm/kN], woraus sich $b=120$ ergibt.

WICHTIG: Der Wert b ist mit dem Auftraggeber zu vereinbaren!

Dieser Wert b ist dann auch Bestandteil der Ausgabe.

6.2.2. Parameter für Schwingungskontrolle eingeben

Sie gelangen zu der Eingabe der Parameter in TrussCon über **Stäbe** > **Parameter für Schwingungskontrolle**

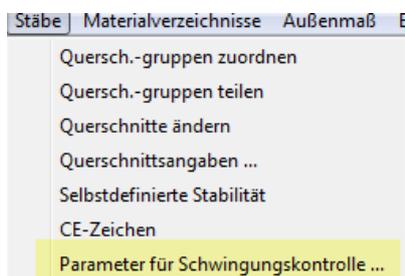


Bild 6.2: Menüpunkt „Parameter für Schwingungsnachweis“ in TrussCon

Die Eingabemaske ist wie folgt gegliedert:

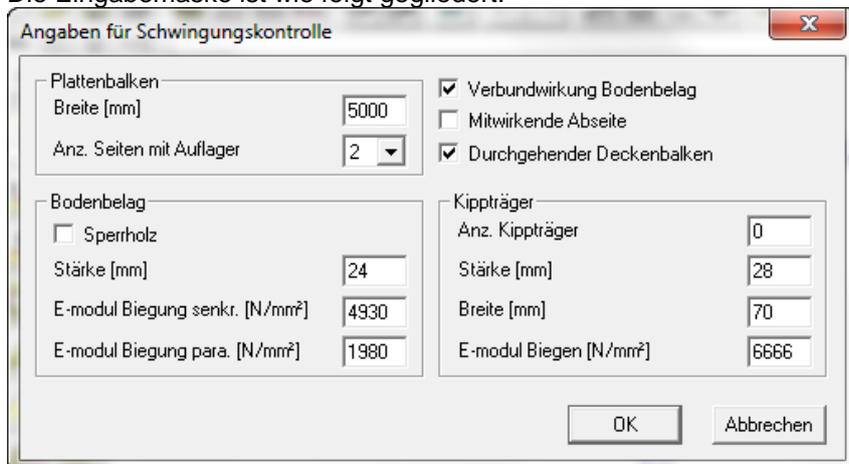


Bild 6.3: Eingabemaske zum Einstellen der Vorgaben für den Schwingungsnachweis

6.2.2.1. Plattenbalken

Die Breite des **Plattenbalkens** wird für die Ermittlung der Schwinggeschwindigkeit benötigt. Hier tragen Sie die Deckenbreite ein.

Bei **Anz. Seiten mit Auflager** wird in der deutschen Umsetzung nur 2-seitige Auflagerung unterstützt. Bei 4-seitig würde eine andere Formel verwendet werden, um die vorhandene Eigenfrequenz zu ermitteln. Diese Formel ist nicht hinterlegt und die Auswahl 4-seitig hat keine Auswirkung auf das Ergebnis. Voreingestellt und sinnvoll bei in Nagelplattenbauweise üblichen Konstruktionen ist hier *2-seitige Auflagerung*.

6.2.2.2. Verbundwirkung Bodenbelag

Die äquivalente Plattenbiegesteifigkeit $(EI)_\rho$ der Decke wird bei aktivierter Funktion **Verbundwirkung Bodenbelag** mit dem Bodenbelag ermittelt. Hierzu muss die Beplankung mit dem Deckenbalken ausreichend verbunden sein. In Skandinavien wird die Beplankung sogar mit dem Deckenbalken standardmäßig verklebt.

Ohne Verbundwirkung

$$I_{\text{Balken}} = \frac{b * h^3}{12}$$

$$EI_\rho = \frac{E * I_{\text{Balken}}}{s} \text{ mit } s = \text{Deckenbalkenabstand}$$

Mit Verbundwirkung

$$b_{\text{ef, Sperrholz}} = \min \begin{cases} s \\ 0,1 * L_{\text{max}} + b \\ 20 * h_{\text{Belag}} \end{cases}$$

$$b_{\text{ef, Spanplatte}} = \min \begin{cases} s \\ 0,2 * L_{\text{max}} + b \\ 30 * h_{\text{Belag}} \end{cases}$$

wobei L_{max} = Abstand zwischen den Auflagern (Spannweite)
 h_{Belag} = Stärke des Bodenbelags

Zur Ermittlung der effektiven äquivalenten Plattenbiegesteifigkeit $(EI)_{\text{ef}}$ gemäß EC5, Anhang B werden noch folgende Werte ermittelt:

$$A_{\text{Balken}} = b * h$$

$$I_{\text{Balken}} = \frac{b * h^3}{12}$$

$$A_{\text{Belag}} = h_{\text{Belag}} * b_{\text{ef}}$$

$$I_{\text{Belag}} = \frac{b_{\text{ef}} * h_{\text{Belag}}^3}{12}$$

Bei der Ermittlung der effektiven äquivalenten Plattenbiegesteifigkeit $(EI)_{\text{ef}}$ wird auf den Ansatz von 4/5 Stützweite bei Durchlaufträgern verzichtet. 10% Reduzierung der Stützweite kann durch Anhängen der Option „Durchgehender Deckenbalken“ berücksichtigt werden.

Die Ermittlung von $(EI)_B$, also der Plattenbiegesteifigkeit in Querrichtung, wird entsprechend ausgeführt. Es werden standardmäßig intern Nägel 2,5*60 verwendet mit einem Abstand von 200mm. Diese Ermittlung ist unabhängig von der Einstellung, ob mit oder ohne Verbundwirkung gerechnet wird.

6.2.2.3. Mitwirkende Abseite

Mit der Aktivierung der **Mitwirkenden Abseite** Checkbox wird im Bereich der Abseite ein weiteres Auflager angesetzt, jedoch nicht im statischen Modell. Die Deckenbalken (=UG) wird über die Abseite abgefangen. Dies kann man z.B. mit einem 50/200er Überzug umsetzen, den man mit jeder Abseite mit

4 Nägeln 3,8x120 vernagelt. Die Zwischenbalken werden am Überzug mit Sparrenpfettenankern verbunden. Diese Erläuterung finden Sie auf der Ausgabe zum Schwingungsnachweis.

6.2.2.4. Durchgehender Deckenbalken

Die Durchlaufwirkung kann durch Anhaken dieser Einstellung berücksichtigt werden. Es wird vereinfacht die Stützweite um 10% reduziert.

6.2.2.5. Bodenbelag

Standardmäßig wird als Material Spanplatte verwendet. Durch Anhaken von **Sperrholz** wird im Folgenden die mitwirkende Plattenbreite über eine andere Formel ermittelt, wobei daraus geringere Steifigkeiten und wiederum eine kleinere mitwirkende Plattenbreite resultieren. Wird als Bodenbelag OSB verwendet, so ist dies durch Anhaken der Option **Sperrholz** auf der sicheren Seite liegend zu berücksichtigen.

Die beiden Formeln sind unter Kapitel 10.3.1.2 angegeben. Die unterschiedlichen E-Moduli finden Sie in den Materialbroschüren der Hersteller. Ist die Richtung, in welche die Plattenwerkstoffe spannen, nicht bekannt, so sollte bei den beiden E-Moduli der Kleinstwert von beiden eingetragen werden.

6.2.2.6. Kippträger

Hierbei handelt es sich um eine zusätzliche Konstruktion, bei der Sie die Stärke und Breite des unteren Läufers definieren. Die sonstigen Abmessungen und Anschlüsse sind in Bild 6.4 dargestellt. Dies ist sicherlich eine der letzten Maßnahmen, die man zur Einhaltung des Schwingungsnachweises ergreifen sollte, da hierbei doch erheblicher Arbeitsaufwand betrieben werden muss.

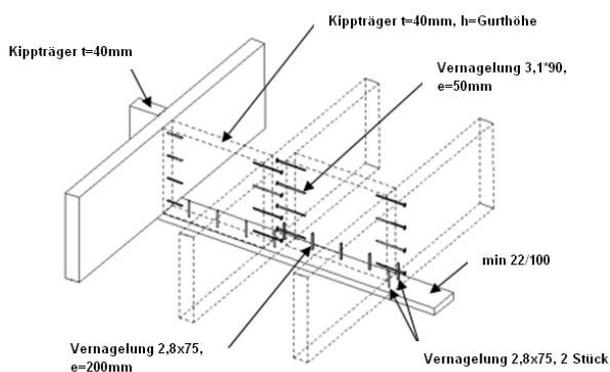


Bild 6.4: Darstellung des Kippträgers inklusive Anschlüssen

6.2.3. Ausgabe der Schwingungskontrolle

Die Schwingungskontrolle hat einen eigenen Abschnitt im Protokoll und kann somit an der gewünschten Stelle des Protokolls von dem Anwender gesetzt werden. Dieses Protokoll sollten Sie anschließend speichern, um die Schwingungskontrolle automatisch in Ihrem Ausdruck zu verwenden.

Am Bildschirm können Sie sich die Schwingungskontrolle anzeigen lassen, indem Sie auf **Bemessung** ➤ **Schwingungskontrolle (EC5)**... klicken.

Die folgenden Ausdrücke sind an dem Studiobinder ermittelt, der von Frau Franziska Häuptle in ihrer Bachelor-Arbeit analysiert wurde. Genauere Information hierzu werden in einer Veröffentlichung der GIN dargestellt.

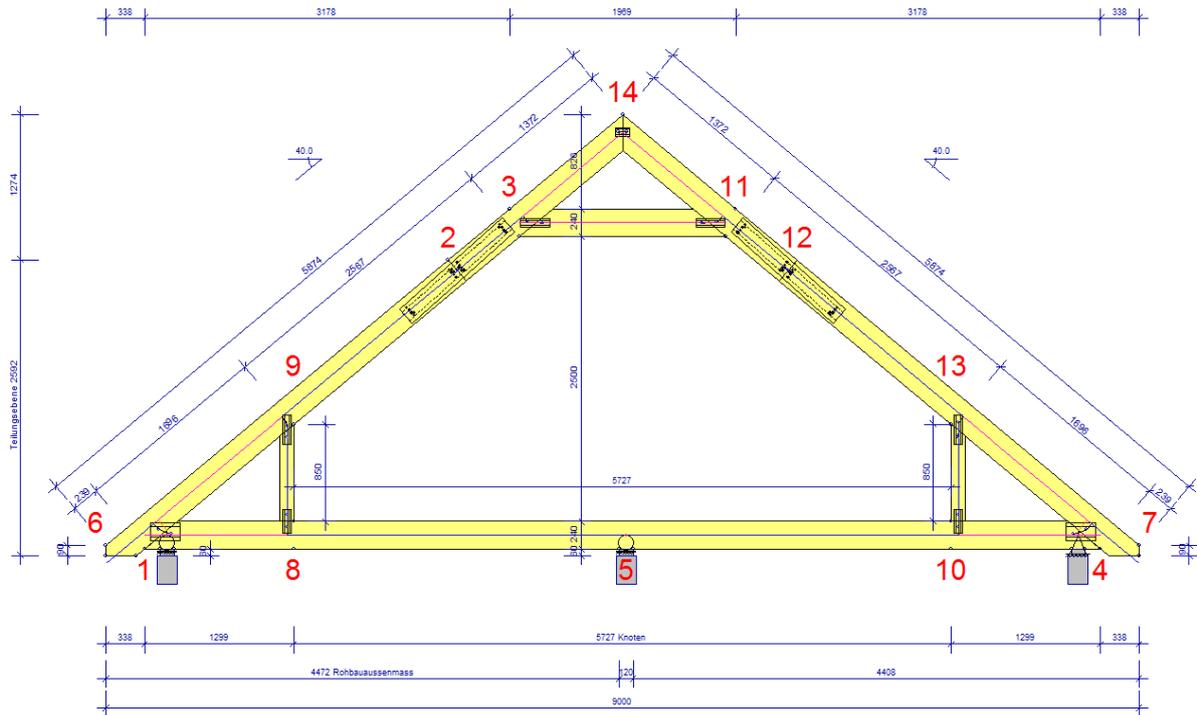


Bild 6.5: Beispiel eines Studiobinders (von Auflagermitte zu Auflagermitte max Spannweite 4000mm)

Die folgenden vier Nachweise zeigen aufsteigend die vorgenommenen Einstellungen und die sich hieraus ergebenden Werte. Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Kombinationen und Stellschrauben. Wichtig ist, dass der Auftraggeber mit den Annahmen einverstanden ist und diese auch umsetzen wird.

Die folgenden Berechnungen wurden alle mit einem Wert $b=120$ geführt. Dies entspricht einem guten Verhalten der Decke und einem Verformungsgrenzwert von 1mm. In TrussCon ist der Dämpfungsgrad von $\zeta = 0,01$ hinterlegt.

- 1) Keinerlei Ansatz von günstig wirkenden Annahmen:
 - 8Hz-Kriterium eingehalten
 - zul. Verformung überschritten
 - Schwinggeschwindigkeit gemäß (7.4) eingehalten.

Die max. Schwinggeschwindigkeit ergibt sich aus

$$b(f_1 \zeta^{-1})$$

$$120^{(8 \times 0,01^{-1})} = 12,31 \left[\frac{m}{s} \right] \cdot N_s \cdot 10^{-3}$$

wobei [Ns] die Einheit für Impuls ist. Tatsächliche Schwinggeschwindigkeit nach Formel (7.6)

Wohnungsdeckenverformung			
Mitwirkende Deckenplatte:	Nein		
Mitwirkende Abseite:	Nein		
Durchgehende Deckenkonstruktion:	Nein		
Deckenbelag:		Deckenträger:	
Breite [mm]	5000	Max freie Spannweite [mm]	4000
Anz. Seiten mit Auflager	2		
Bodenbelag:		Kippriegel:	
Sperrholz	NEIN	Anz. Kippriegel	0
Stärke [mm]	24	Stärke [mm]	28
E-modul Biegung senkr. [N/mm ²]	4930	Breite [mm]	70
E-modul Biegung para. [N/mm ²]	1980	E-modul Biegung [N/mm ²]	6666
Max zulässige Verformung : 1.00 mm/kN			
Aktuelle Verformung : 1.27 mm/kN			
Eigenfrequenz : 8 Hz			
b : 120.00			
Max Schwinggeschwindigkeit : 12.31 m/s / Ns*E-3			
Tatsächliche Schwinggeschwindigkeit: 7.59 m/s / Ns*E-3			
1.27 > 1.00 mm/kN			
Die Decke erfüllt NICHT die Anforderungen gemäß EC5.			

- 2) Durchgehender Deckenbalken reduziert die Spannweite -10%:
 → 8Hz-Kriterium eingehalten
 → zul. Verformung ganz knapp überschritten. (eigentlich OK)
 Schwinggeschwindigkeit wie vorher.

Wohnungsdeckenverformung			
Mitwirkende Deckenplatte:	Nein		
Mitwirkende Abseite:	Nein		
Durchgehende Deckenkonstruktion: Ja			
Deckenbelag:		Deckenträger:	
Breite [mm]	5000	Max freie Spannweite [mm]	4000
Anz. Seiten mit Auflager	2		
Bodenbelag:		Kippriegel:	
Sperrholz	NEIN	Anz. Kippriegel	0
Stärke [mm]	24	Stärke [mm]	28
E-modul Biegung senkr. [N/mm ²]	4930	Breite [mm]	70
E-modul Biegung para. [N/mm ²]	1980	E-modul Biegung [N/mm ²]	6666
Max zulässige Verformung : 1.00 mm/kN			
Aktuelle Verformung : 1.03 mm/kN			
Eigenfrequenz : 8 Hz			
b : 120.00			
Max Schwinggeschwindigkeit : 12.31 m/s / Ns*E-3			
Tatsächliche Schwinggeschwindigkeit: 7.59 m/s / Ns*E-3			
1.03 > 1.00 mm/kN			
Die Decke erfüllt NICHT die Anforderungen gemäß EC5.			

- 3) wie 2) jedoch mit Verbundwirkung des Bodenbelags:
 → 10Hz>8Hz (OK)
 → zul. Verformung eingehalten
 Schwinggeschwindigkeit wie vorher.

Wohnungsdeckenverformung			
Mitwirkende Deckenplatte:	Ja		
Mitwirkende Abseite:	Nein		
Durchgehende Deckenkonstruktion: Ja			
Deckenbelag:		Deckenträger:	
Breite [mm]	5000	Max freie Spannweite [mm]	4000
Anz. Seiten mit Auflager	2		
Bodenbelag:		Kippriegel:	
Sperrholz	NEIN	Anz. Kippriegel	0
Stärke [mm]	24	Stärke [mm]	28
E-modul Biegung senkr. [N/mm ²]	4930	Breite [mm]	70
E-modul Biegung para. [N/mm ²]	1980	E-modul Biegung [N/mm ²]	6666
Max zulässige Verformung : 1.00 mm/kN			
Aktuelle Verformung : 0.76 mm/kN			
Eigenfrequenz : 10 Hz			
b : 120.00			
Max Schwinggeschwindigkeit : 13.43 m/s / Ns*E-3			
Tatsächliche Schwinggeschwindigkeit: 7.55 m/s / Ns*E-3			
Die Decke erfüllt die Anforderungen gemäß EC5.			

- 4) wie 3) jedoch mit zusätzlichem Überzug der gemäß Beschreibung auszuführen ist.
 → 19Hz>>8Hz (OK)
 → max. Verformung

Wohnungsdeckenverformung			
Mitwirkende Deckenplatte:	Ja		
Mitwirkende Abseite:	Ja		
Obere Geschoßwände sind beplankt. Deckenbalken werden über Abseite abgefangen. Dies kann man z.B. mit 50x200 Überzügen umsetzen, die man mit jeder Abseite mit 4x Nä 3,8x120 vernagelt. Deckenbalken werden am Überzug mit Sparrenpfettenankern verbunden.			
Durchgehende Deckenkonstruktion: Ja			
Deckenbelag:		Deckenträger:	
Breite [mm]	5000	Max freie Spannweite [mm]	2896
Anz. Seiten mit Auflager	2		
Bodenbelag:		Kippriegel:	
Sperrholz	NEIN	Anz. Kippriegel	0
Stärke [mm]	24	Stärke [mm]	28
E-modul Biegung senkr. [N/mm ²]	4930	Breite [mm]	70
E-modul Biegung para. [N/mm ²]	1980	E-modul Biegung [N/mm ²]	6666
Max zulässige Verformung : 1.00 mm/kN			
Aktuelle Verformung : 0.32 mm/kN			
Eigenfrequenz : 19 Hz			
b : 120.00			
Max Schwinggeschwindigkeit : 20.72 m/s / Ns*E-3			
Tatsächliche Schwinggeschwindigkeit: 9.81 m/s / Ns*E-3			
Die Decke erfüllt die Anforderungen gemäß EC5.			