Plattenbemessung in TrussCon ab Version 2012

Protokollerläuterung

Im Folgenden werden die Nachweise an einem Knoten eines typischen Discounter-Markt-Binders vorgenommen.

Im Abschnitt **Materialkennwerte** finden Sie neben den Festigkeits- und Steifigkeitswerten für Holz auch die wesentlichen Plattenwerte nach Zulassung.

```
MATERIALKENNWERTE
Holz
Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte in  kN/cm²
 FK     E0,mean    Gmean     fm,k    ft,0,k    ft,90,k  fc,0,k    fc,90,k    fv,k  pk(kg/m³)
C24    1100.00    69.00     2.40     1.40      0.04     2.10      0.25      0.20      350

Platten
Nagel      fa00    fa9090   k1      k2      alfa_0   Kser     Fax,k    Gamma_Ma
           N/mm2   N/mm2                    gr      N/mm3    N/mm
    MI14    2.52    1.68 -0.0180 -0.0010   33.0      5.10    10.0      1.30

Stahl      fc0    fc90   ft0    ft90   fv0    fv90      g0      kV      Gamma_Mxy
           N/mm   N/mm   N/mm   N/mm   N/mm   N/mm      gr
    MI14 268.0  219.0  433.0  171.0  141.0  108.0      0.0     0.30      1.25
```

Ein Abschnitt im Protokoll eines jeden Binders sollte die **Verbindungsmittel – Bemessung** sein. Hier findet man die für den Nachweis erforderlichen Angaben.

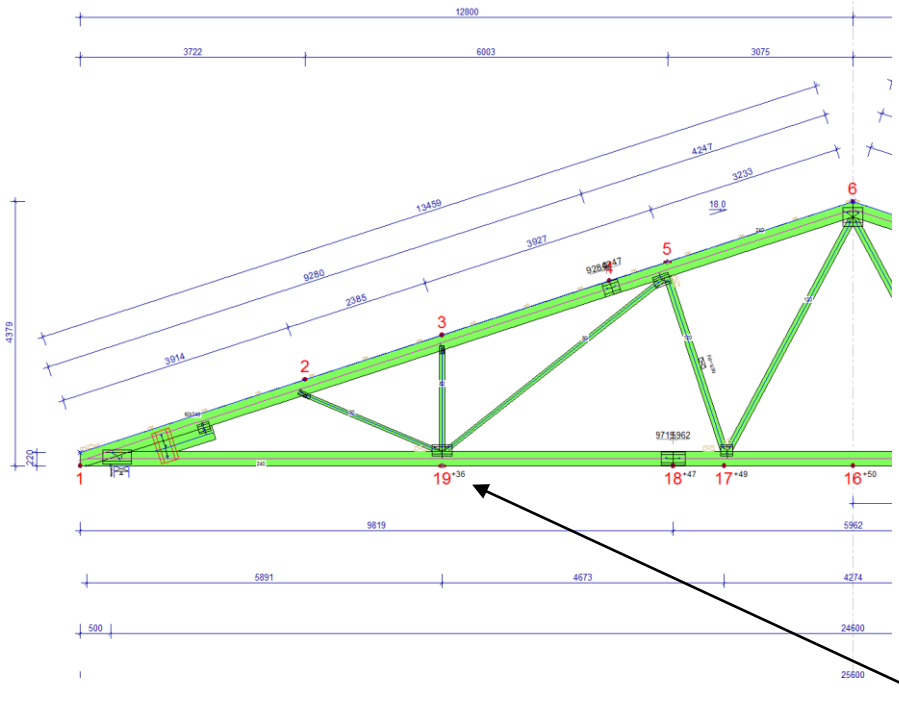


Bild 1: Darstellung des Binders (es wird der Nachweis des Knotenpunktes 19 erläutert)

```
VERBINDUNGSMITTEL - BEMESSUNG
Bem.: Die Mindestzugkraft gemäß Zulassung wurde bei der Bemessung berücksichtigt.

Knoten Nr. 19        Verbindungsmittel: Nagelplatte MI14        190x333 mm
NAGELBELASTUNG:
Stab   Last- Aef Ip*E-6 Rmax Kräfte Winkel Mom   fa(aß) fa(90) Alfa Beta Formel  CSI
       komb  mm2    mm4   mm    kN    gr   kNm   N/mm2  N/mm2   gr   gr           %
18-1     1 23285  224.62 170   4.72   23  -0.01   0.84   0.70   23   23  (242)    24
19-3     2  7209    9.32  62   4.40   90   0.01   1.16   1.05   90    0  (242)    53
19-2     2  7016   10.14  74   0.54* 340   0.02   1.34   1.05   20    3  (242)    20
19-5     2  8630   14.97  80   9.40  218   0.04   1.26   1.05   38    0  (242)    86
PLATTENBELASTUNG:
Schn.      ls   Last- Kräfte  GRW    Mom   sx,d  sy,d  fx,d  fy,d  gamma  Formel  CSI
 Nr.       mm   komb    kN    gr     kNm   N/mm  N/mm  N/mm  N/mm    gr            %
   1  280/333    2    7.05   193  -0.32  -20.6  22.1 101.5 117.1     0   (247)    28
QUERZUG:       LK:  1      F90,d =   3.71 kN       R90,d =  11.73 kN              32
UMRANDUNGSKONTROLLE (nicht durchlaufende Fugen):
Stab              ls  Last-   Fres       Mom      Methode          CSI F CSI M   CSI
 Nr.              mm  komb.    kN        kNm                          %     %     %
19-2              146   2      0.54      0.03         1               3     3     6
19-5               91   2      9.40      0.00         1              64     0    64
19-3 + 19-5       204   2      7.50      0.28         1              31    23    54
* Mindestanschlusskraft =   1.80 kN je Nagelplatte
```

Im Abschnitt **Nagelbelastung** werden die Anschlussflächen bemessen. Es wird kontrolliert, ob genug „Nägel“ vorhanden sind.

Unter **Plattenbelastung** wird der Nachweis der durchlaufenden Fuge erbracht. Es muss ausreichend „Stahl“ vorhanden sein, um die Kraft von einer Anschlussfläche zur anderen Anschlussfläche über eine Fuge hinweg übertragen zu können.

Der **Querzug** erfolgt nach DIN1052:2008-12 bzw. den Erläuterungen zur DIN1052:2004-08 und nicht mehr wie früher nach Ehlbeck / Görlacher.

Die **Umrandungskontrolle** wird in Beispielen weiter unten erläutert. Sie finden zu den Grundlagen der Umrandungskontrolle auch eine eigene Erläuterung auf www.mitek.de.

Mindestanschlusskraft errechnet sich je Nagelplatte nach DIN1052:2008-12, Abschnitt 13.2.1: Allgemeine Formel (239) $F_d = 500 + 50 \cdot l \quad [N]$, mit l = Gesamtlänge des Bauteils.

Winkel: Die Angaben der Winkel für Nagel- und Plattenbelastung sind wie in dem nebenstehenden Koordinatensystem definiert.

Die Resultierende zeigt immer zum Koordinatenursprung.

Die Winkeldefinitionen α, β und γ sind davon nicht betroffen. Hierfür gilt die Definition nach Bild 48 der Norm.

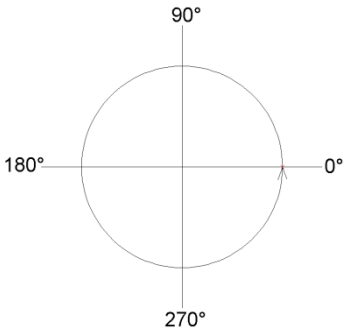


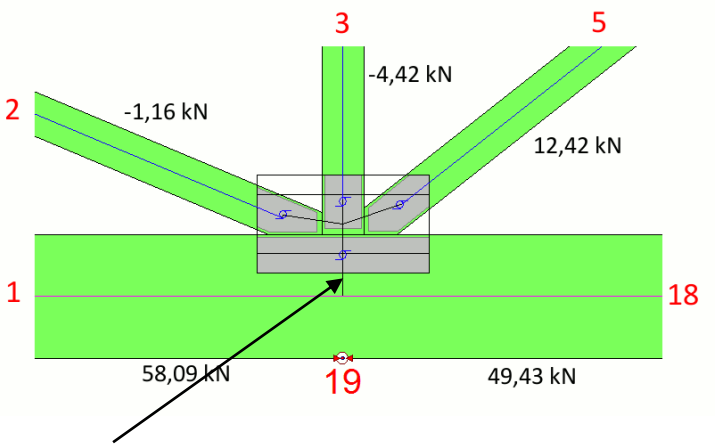
Bild 2: Definition des globalen Richtungswinkel GRW

Nagelbelastung

Knoten Nr. 19 Verbindungsmittel: Nagelplatte MI14 190x333 mm

NAGELBELASTUNG:

Stab	Last-komb	Aef mm2	Ip*E-6 mm4	Rmax mm	Kräfte kN	Winkel gr	Mom kNm	fa(aß) N/mm2	fa(90) N/mm2	Alfa gr	Beta gr	Formel	CSI %
18-1	1	23285	224.62	170	4.72	23	-0.01	0.84	0.70	23	23	(242)	24
19-3	2	7209	9.32	62	4.40	90	0.01	1.16	1.05	90	0	(242)	53
19-2	2	7016	10.14	74	0.54*	340	0.02	1.34	1.05	20	3	(242)	20
19-5	2	8630	14.97	80	9.40	218	0.04	1.26	1.05	38	0	(242)	86



In dem Knoten wirken in Lastkombination 1 mit k_{mod}=0,6 die in der nebenstehenden Abbildung eingetragenen Normalkräfte.

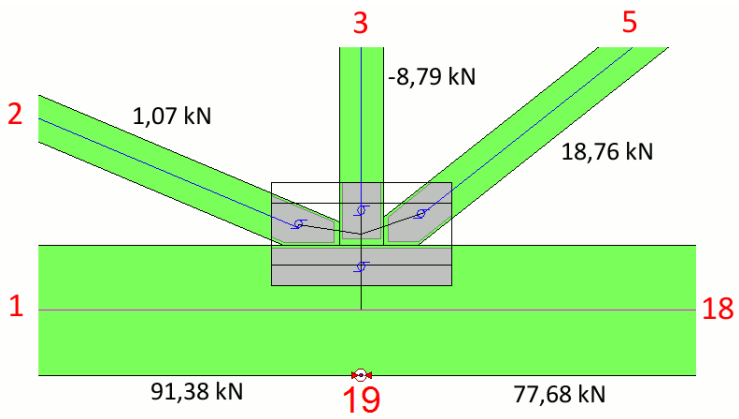
Die Querkraft V im Knoten 19 ermittelt man am Anschlusselement Gurt zu NP-Schwerpunkt.
Hier ist N = V_{Gurt} = 3,70 kN

Den Normalkraftsprung kann man auch als V dort ablesen oder sich wie folgt errechnen:
58,09 – 49,43 = 8,66 kN

$$F_R = \sqrt{\left(8,66^2 + 3,70^2\right)} = 9,42\,\text{kN}$$

$$\arctan\frac{3,70}{8,66} \Rightarrow \alpha = 23,1° \approx 23°$$

$$F_R/2 = 4,71\,\text{kN (je Nagelplatte)}$$



In dem Knoten wirken in Lastkombination 2 mit k_{mod}=0,9 die in der nebenstehenden Abbildung eingetragenen Normalkräfte.
Hier ist N = V_{Gurt} = 3,19 kN

Den Normalkraftsprung kann man auch als V dort ablesen oder sich wie folgt errechnen:
91,38 - 77,68 = 13,70 kN

$$F_R = \sqrt{\left(13,70^2 + 3,19^2\right)} = 14,06\ \text{kN}$$

$$\arctan\frac{3,19}{13,70} \Rightarrow \alpha = 13,1° \approx 13°$$

$$F_R/2 = 7,03\,\text{kN (je Nagelplatte)}$$

Stab: Im Knotenpunkt 19 schließen die Füllstäbe 2-19, 3-19 und 5-19 an. Die Stabdefinition bezieht sich immer auf Anfangs- und Endknoten des Stabes. Der Untergurt ist daher als Stab 18-1 beschrieben.
Die Richtung ist in der Regel immer von Knoten 1 ausgehend im Uhrzeigersinn definiert. Daher auch von 18 nach 1.

Lastkomb: Ist immer zusammen mit dem entsprechenden k_{mod} zu sehen. Hier wechselt auch recht häufig die LK innerhalb eines Knotens. Es besteht auch die Möglichkeit den Binder mit nur einer Lastkombination durchlaufen zu lassen um die Prüfbarkeit zu erleichtern. Näheres hierzu weiter unten.

A_{ef}, I_P und **R_{max}**: werden im anschließenden Beispiel an einem Obergurtstoß erläutert.

Kräfte: Die Kräfte (F_R) beziehen sich immer und ausschließlich auf eine Nagelplatte.

Winkel: Die Winkeldefinition sehen Sie auf Seite 3. Die Ermittlung des Winkels erfolgt aus Arkustangens der faserparallelen Kraft (N) zu der rechtwinklig zur Faser wirkender Kraft (V) (arctan N/V).

Mom.: Resultierendes Moment aus Anschlussexzentrizität und äußerem Moment.

fa(aß): Steht als Abkürzung für den Wert $f_{a,\alpha,\beta,d}$, also den Bemessungswert der Nagelfestigkeit aus Tabelle 1 der Zulassung unter Berücksichtigung des entsprechendem k_{mod} und γ_M. Bei einer Spannweite > 20,0 m wird der Bemessungswert der Nagelfestigkeit um 10% reduziert.

fa(90): Steht als Abkürzung für den Wert $f_{a,90,90,d}$, also den Bemessungswert bei $\alpha = \beta = 90°$der Nagelplattenfestigkeit aus Tabelle 1 der Zulassung mit entsprechendem k_{mod} und γ_M bei einer Spannweite > 20,0 m wird auch hier eine Reduzierung um 10% vorgenommen.

Hinweis: Der für den Nachweis erforderliche Wert $f_{a,0,0,k}$ befindet sich, wie auch alle weiteren Werte, in den **Materialkennwerten**.

Alfa / Beta: Sind die Winkel $\alpha + \beta$ aus dem Bild 48 der DIN.

Formel: Formelnummer für den maßgebenden Nachweis (größter CSI) wird angegeben. (242) = Anschlusskraft; (243) = Anschlussmoment; (244) = Kombinationsnachweis

CSI: „Combined Stress Index“ (kombinierter Spannungsindex) steht für Ausnutzungsgrad.

Im Abschnitt „Resultierende Anschlusskräfte und Winkel“ bezieht sich alles auf den Anschluss, also **nicht je Nagelplatte!** Somit muss man diese Werte generell **halbieren**. Auch sind hier eventuell anzusetzende Mindestanschlusskräfte noch nicht aufgeführt. Hier findet man ab Version 2012 die Spalten der angefügten Elemente, wo der Anschlussschwerpunkt (1=Anfang, 2=Ende) ist, das Moment am Anfang und Ende dieses fiktiven Stabes und die entsprechenden Axial- und Scherkräfte.

RESULTIERENDE ANSCHLUßKRÄFTE UND WINKEL

Knoten Nr.	Stab Nr.	Von-Bis	LK Nr.	Ele	An.	Län. [mm]	MA [kNm]	ME [kNm]	Axial [kN]	Scher [kN]	Res F [kN]	winkel global	Moment. [kNm]
19	(7)	18 - 1	1	211	1	77.6	0.01	1.08	3.20	13.73	14.10	13.1	0.01
19	(8)	3 - 19	1	102	2	3.0	0.02	0.02	-8.80	-0.01	8.80	89.9	0.02
19	(15)	2 - 19	1	123	2	6.0	0.04	0.05	0.06	1.07	1.07	340.4	0.04
19	(13)	5 - 19	1	117	2	3.0	0.07	0.06	18.11	-5.06	18.80	218.3	0.07

Plattenbelastung

Bei der Plattenbelastung werden neben dem Nachweis der Kräfte in den beiden Hauptrichtungen auch Momente übertragen.

Entgegen der Formulierung in der DIN1052:2008-12 werden in TrussCon die Widerstände der Platte nicht je Längeneinheit ermittelt, sondern gleich mit den richtigen Fugenlängen multipliziert. Ansonsten wäre es nicht möglich, die freien Plattenbereiche in zug- und druckbeanspruchte sowie scherbeanspruchte freie Plattenbereiche zu unterscheiden.

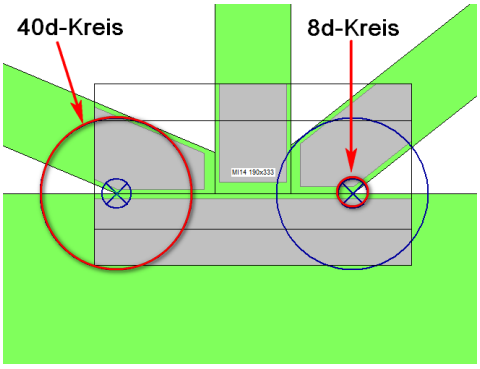


Bild 3:
Darstellung der 8d und 40d Kreise

Im nebenstehenden Bild stehen die kleinen Kreise für *l_{s1} mit der Länge 8d für die zug- oder druckbeanspruchte freie Plattenbereiche*, die großen Kreise für *l_{s2} für scherbeanspruchte freie Plattenbereiche mit der Länge 40d;* mit *d* als Blechdicke der Nagelplatte. (DIN1052:2008-12 Abschnitt 13.2.2 (2))

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	280/333	2	7.05	193	-0.32	-20.6	22.1	101.5	117.1	0	(247)	28

Schn. Nr.: Anzahl der durchlaufenden Fugen an dem Knoten

ls: Ist die ansetzbare Scherlänge je nachdem ob Zug- oder Druck bzw. Scheren maßgebend wird. Für den Schernachweis kann man am Knoten 19 die gesamte Plattenlänge heranziehen, da die Scherfuge innerhalb der 40d Kreise endet. Die Scherlänge für Zug bzw. Druck wird von TrussCon automatisch ermittelt, indem zusätzlich zu dem mit Holz abgedeckten Bereich der Fuge noch max. das Maß für 8d für die freien Plattenbereiche addiert wird.

Kräfte: Die resultierende Kraft in der Fuge.

GRW: Globaler Angriffswinkel der Resultierenden gemäß allgemeiner Definition.

Mom: Im Schwerpunkt der max. Fugenlänge angreifendes Moment, welches sich aus den beiden Anschlussseiten ergibt.

sx,d / sy,d: Einwirkungen auf die Fuge in den beiden Hauptrichtungen der Platte gemäß Formel (245) + (246) der Norm. Um das Nachweisformat der Norm je Längeneinheit anzuzeigen, wird der Wert aus $F_{x,d}$ und $F_{y,d}$ durch l_s gemäß Formel (248) + (249) dividiert.

fx,d / fy,d: Widerstände der Fuge, wobei die Formeln (250) + (251) der Norm noch durch die Fugenlänge ergänzt wurde, um die unterschiedlichen Fugenlängen zu berücksichtigen. Um das Nachweisformat der Norm je Längeneinheit anzuzeigen, wird der Wert aus $R_{x,d}$ und $R_{y,d}$ durch l_s dividiert.

gamma: Winkel zwischen x-Richtung und der Fugenrichtung, $0° \leq \gamma \leq 90°$

Formel: Beim Nachweis der Plattenbelastung gibt es nur eine Formel (247). Aufgrund einer Vereinheitlichung wird diese hier aufgeführt.

CSI: In TrussCon wird immer die maximale Ausnutzung, auch eventuell nur für die x- oder y-Richtung angezeigt, falls diese größer als die kombinierte Ausnutzung ist. Bei der kombinierten Ausnutzung wird die Wurzel aus der Summe der Quadrate gezogen. Somit wird die tatsächliche Ausnutzung besser ersichtlich.

$$\text{Norm}(247) \Rightarrow \quad \left(\frac{s_{x,d}}{f_{x,d}}\right)^2 + \left(\frac{s_{y,d}}{f_{y,d}}\right)^2 = 0,20^2 + 0,19^2 = 0,08$$

$$\text{TrussCon}\ \sqrt{(247)} \Rightarrow \sqrt{\left(\frac{s_{x,d}}{f_{x,d}}\right)^2 + \left(\frac{s_{y,d}}{f_{y,d}}\right)^2} = \sqrt{0,20^2 + 0,19^2} = 0,28$$

Ermittlung der Einwirkungen auf die Nagelplattenverbindung

Es muss vorab darauf hingewiesen werden, dass generell sämtliche Nachweise **pro Nagelplatte**, also nicht je Nagelplattenpaar, geführt werden. Die Schnittgrößen N, M und V sind Bemessungswerte und beziehen sich immer auf den Gesamtquerschnitt. Diese müssen somit für die Plattenbemessung immer **halbiert** werden. Eine Besonderheit bei Druckanschlüssen ist, dass die Druckkraftkomponente gemäß 8.8.1 (11) noch halbiert werden kann. Dies erfolgt ausschließlich bei faserparallelen Stößen, Firstknoten, Anschlüssen von Ober- mit Untergurt sowie bei Einzelfüllstabanschlüssen. Hier wird also mit 96,25/2 für das Plattenpaar und 96,25/4 für eine Nagelplatte für die Axialkomponente in Bild 4 gerechnet.

Im folgenden Beispiel ist Lastkombination 2 maßgebend mit einem k_{mod} von 0,9 bei NKL2.

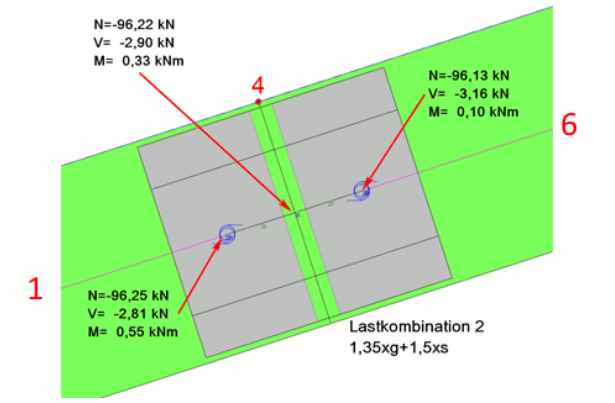


Bild 4: Schnittgrößen am Stoß

Auszug aus dem TrussCon Protokoll:

```
Knoten Nr. 4          Verbindungsmittel: Nagelplatte MI14         228x266 mm
NAGELBELASTUNG:
Stab   Last- Aef Ip*E-6 Rmax Kräfte Winkel Mom   fa(aß) fa(90) Alfa Beta Formel  CSI
       komb  mm2    mm4   mm    kN    gr   kNm   N/mm2  N/mm2   gr   gr           %
4-1      2 27579  153.08 129  24.16  195  -0.27   1.52   1.05    3    3  (242)    58
4-6      2 27580  153.08 129  24.12   14   0.05   1.51   1.05    4    4  (242)    58
PLATTENBELASTUNG:
Schn.     ls   Last- Kräfte  GRW    Mom   sx,d  sy,d  fx,d  fy,d  gamma  Formel  CSI
 Nr.      mm   komb    kN    gr     kNm   N/mm  N/mm  N/mm  N/mm    gr            %
   1      228    2   24.16   195   0.17 -112.3  -6.2 192.5  77.8    90   (247)    59
KONTAKTDRUCK:  LK:  2     Fc90,d =  96.27 kN      Rc90,d = 209.35 kN              46
TRANSPORT: Fd = 31.46 kN  Vd =  0.46 kN   ls =  228 mm               (254,255)
      CSI:  F =  53%   V =  24%   F+V =  77%   Zpl =  44%                (256)
```

Ermittlung der effektiven Nagelfläche A_{ef}

Nach DIN1052:2008-12 wird die effektive Fläche noch um einen Randstreifen reduziert.

Nebenstehende Skizze verdeutlicht diese Regelung.

Hier erkennt man, dass faserparallel 5mm anzusetzen sind und vom Stabende in Faserrichtung 6d (d.h. sechsfache Plattenstärke), jedoch mindestens 5mm rechtwinklig zur Fuge gemessen.

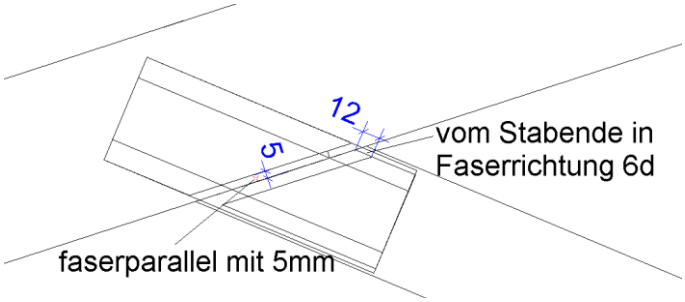


Bild 5: Erläuterung der Randabstände

Nach alter Norm wurde der Randstreifen generell zu c=10 mm gesetzt.

Platte: MI14 228/266

Geometriedaten:

Breite = 228 mm Länge = 266 mm

$$A_{ef} = \left(\frac{266}{2} - 6 \cdot 2\right) \cdot 228 = 27588\,mm^2$$

$$I_P = \frac{121 \cdot 228^3}{12} + \frac{228 \cdot 121^3}{12} = 153 \cdot 10^6\,mm^4$$

$$r_{max} = \sqrt{\left(\frac{121}{2}\right)^2 + \left(\frac{228}{2}\right)^2} = 129\,mm$$

l_s=228 mm

γ=90°

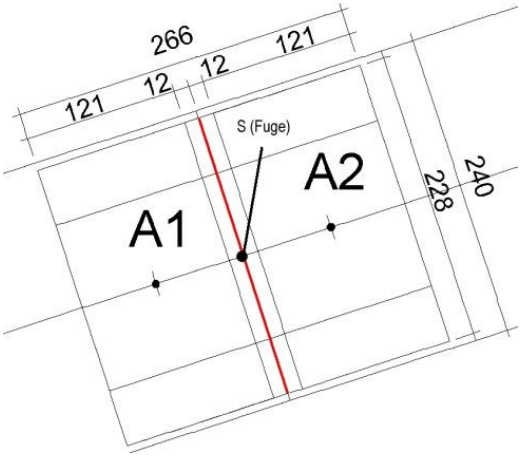


Bild 6: Geometrie der Platte am Stoß

Einwirkungen auf die Nagelfläche A_{ef}

Für **A1 (Stab 1-4)** gilt: (halbierte Werte der in TrussCon abgelesenen Schnittgrößen)

N_d= -96,25/2 = -48,12 kN,

V_d= -2,81/2 = -1,40 kN,

M_d=0,55/2 = 0,275 kNm=275.000 Nmm

Die Besonderheit beim faserparallelen Stoß ist, dass nach 8.8.1 (10) + (11) bei Druckkraft die Einwirkung halbiert werden kann. Somit wird die Nagelplatte nur zur Lagesicherung bemessen:

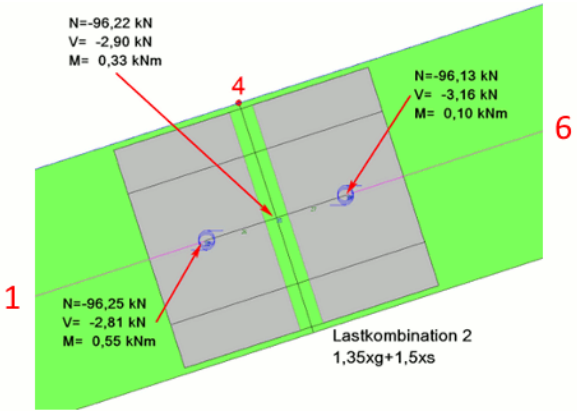


Bild 7: Schnittgrößen am Stoß

➔ N_d = -48,12/2 = 24,06 kN

Resultierende, im Flächenschwerpunkt angreifend:

$$F_{R,d} = F_A = \sqrt{24,06^2 + 1,40^2} = \underline{24,10\,kN}$$

$$\alpha = \beta = \arctan\frac{V_d}{N_d} = \arctan\frac{1,40}{24,06} = \underline{3,3° \approx 3°}$$

Nach Formel (240) ergibt sich eine Einwirkung aus der Resultierenden zu:

$$\tau_F = \frac{F_A}{A_{ef}} = \frac{24100}{27580} = 0,87\,N/mm^2$$

Nach Formel (241) ergibt sich eine Einwirkung aus dem Moment zu:

$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,d} \cdot r_{max}}{I_P} = \frac{275000 \cdot 129}{153 \cdot 10^6} = 0,23\,N/mm^2$$

Für **A2 (Stab 4-6)** gilt: (halbierte Werte der in TrussCon abgelesenen Schnittgrößen)

N_d= -96,13/2 = -48,07 kN

V_d= -3,16/2 = -1,58 kN,

M_d=0,10/2 = 0,05 kNm = 50.000 Nmm

Die Besonderheit beim faserparallelen Stoß ist, dass nach 8.8.1 (10) + (11) bei Druckkraft die Einwirkung halbiert werden kann. Somit wird die Nagelplatte nur zur Lagesicherung bemessen:

➔ N_d = -48,07/2 = 24,04 kN

Resultierende, im Flächenschwerpunkt angreifend:

$$F_{R,d} = F_A = \sqrt{24,04^2 + 1,58^2} = \underline{24,09\,kN}$$

$$\alpha = \beta = \arctan \frac{V_d}{N_d} = \arctan \frac{1,58}{24,04} = \underline{3,8°} \approx 4°$$

Nach Formel (240) ergibt sich eine Einwirkung aus der Resultierenden zu:

$$\tau_F = \frac{F_A}{A_{ef}} = \frac{24090}{27580} = 0,87\,N/mm^2$$

Nach Formel (241) ergibt sich eine Einwirkung aus dem Moment zu:

$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,d} \cdot r_{max}}{I_P} = \frac{50000 \cdot 129}{153 \cdot 10^6} = 0,04\,N/mm^2$$

Widerstände der Nagelfläche A_{ef}

Den charakteristischen Wert der Nageltragfähigkeit ermittelt man sich anhand der Tabelle „Charakteristische Werte der Nageltragfähigkeit“ aus der bauaufsichtlichen Zulassung (hier Mi-14 Z-9.1-759, Tabelle 2)

Die rot eingerahmten und gelb markierten Werte sind die Eckwerte $f_{a,0,0,k}$ und $f_{a,90,90,k}$ die beim Nachweis benötigt werden. Diese findet man auch in der Auflistung der **Materialkennwerte** im Protokoll (siehe S. 1).

Tabelle 2: Charakteristische Werte der Nageltragfähigkeit $f_{a,\alpha,\beta,k}$ in N/mm² für Vollholz und Brettschichtholz

β \ α	$f_{a,\alpha,\beta,k}$ [1) 2)] in N/mm²						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	2,52	2,25	1,99	2,06	2,12	1,99	1,86
15°	2,41	2,18	1,95	2,01	2,06	1,94	1,83
30°	2,30	2,11	1,92	1,96	2,00	1,90	1,80
45°	2,19	2,04	1,89	1,91	1,93	1,85	1,77
60°	2,08	1,97	1,86	1,87	1,87	1,81	1,74
75°	1,97	1,90	1,83	1,82	1,81	1,76	1,71
90°	1,86	1,83	1,80	1,77	1,74	1,71	1,68

1) Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden
2) bei Spannweiten über 20,0 m Reduktion um 10 %

$$f_{a,3,3,d} = \frac{f_{a,3,3,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 0{,}9 = \frac{2{,}44 \cdot 0{,}9}{1{,}3} \cdot 0{,}9 = 1{,}689 \cdot 0{,}9 = 1{,}520\, N/mm^2$$ (für Fläche A1)

$$f_{a,4,4,d} = \frac{f_{a,4,4,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 0{,}9 = \frac{2{,}40 \cdot 0{,}9}{1{,}3} \cdot 0{,}9 = 1{,}66 \cdot 0{,}9 = 1{,}509\, N/mm^2$$ (für Fläche A2)

$$f_{a,0,0,d} = \frac{f_{a,0,0,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 0{,}9 = \frac{2{,}52 \cdot 0{,}9}{1{,}3} \cdot 0{,}9 = 1{,}75 \cdot 0{,}9 = 1{,}570\, N/mm^2$$

$$f_{a,90,90,d} = \frac{f_{a,90,90,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 0{,}9 = \frac{1{,}68 \cdot 0{,}9}{1{,}3} \cdot 0{,}9 = 1{,}163 \cdot 0{,}9 = 1{,}047\, N/mm^2$$

Nagelfestigkeitsnachweis des Nagelplattenanschlusses

Der Nachweis erfolgt nach den Formeln (242) – (244) der DIN1052:2008-12 wie folgt:

$$\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}} \leq 1 \quad (242)$$

$$\frac{\tau_{M,d}}{2 \cdot f_{a,90,90,d}} \leq 1 \quad (243)$$

$$\frac{\tau_{F,d} + \tau_{M,d}}{1{,}5 \cdot f_{a,0,0,d}} \leq 1 \quad (244)$$

Für die Fläche A1 folgt:

Nachweis für reine Kraft : $\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}} \leq 1$ (242) ➔ $\frac{0,87}{1,52} = \underline{0,58 \leq 1}$ (maßgebend)

Nachweis für reines Moment: $\frac{\tau_{M,d}}{2 \cdot f_{a,90,90,d}} \leq 1$ (243) ➔ $\frac{0,23}{2 \cdot 1,05} = \frac{0,23}{2,10} = 0,11 \leq 1$

Nachweis für Kraft und Moment: $\frac{\tau_{F,d} + \tau_{M,d}}{1,5 \cdot f_{a,0,0,d}} \leq 1$ (244) ➔ $\frac{0,87 + 0,23}{1,5 \cdot 1,57} = \frac{1,1}{2,36} = 0,47 \leq 1$

Für die Fläche A2 folgt:

Nachweis für reine Kraft : $\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}} \leq 1$ (242) ➔ $\frac{0,87}{1,51} = \underline{0,58 \leq 1}$ (maßgebend)

Nachweis für reines Moment: $\frac{\tau_{M,d}}{2 \cdot f_{a,90,90,d}} \leq 1$ (243) ➔ $\frac{0,04}{2 \cdot 1,05} = \frac{0,04}{2,10} = 0,02 \leq 1$

Nachweis für Kraft und Moment: $\frac{\tau_{F,d} + \tau_{M,d}}{1,5 \cdot f_{a,0,0,d}} \leq 1$ (244) ➔ $\frac{0,87 + 0,04}{1,5 \cdot 1,57} = \frac{0,91}{2,40} = 0,38 \leq 1$

Knoten Nr. 4 Verbindungsmittel: Nagelplatte MI14 228x266 mm

NAGELBELASTUNG:

Stab	Last-komb	Aef mm2	Ip*E-6 mm4	Rmax mm	Kräfte kN	Winkel gr	Mom kNm	fa(aß) N/mm2	fa(90) N/mm2	Alfa gr	Beta gr	Formel	CSI %
4-1	2	27579	153.08	129	24.16	195	-0.27	1.52	1.05	3	3	(242)	58
4-6	2	27580	153.08	129	24.12	14	0.05	1.51	1.05	4	4	(242)	58

Ermittlung der Fugenlängen l_{s1} und l_{s2}

Entgegen der Formulierung in der DIN1052:2008-12 empfiehlt es sich die Widerstände der Platte nicht je Längeneinheit zu ermitteln, sondern gleich mit den richtigen Fugenlängen zu arbeiten. Ansonsten wäre es nicht möglich, die freien Plattenbereiche in zug- und druckbeanspruchte sowie scherbeanspruchte freie Plattenbereiche zu unterscheiden.

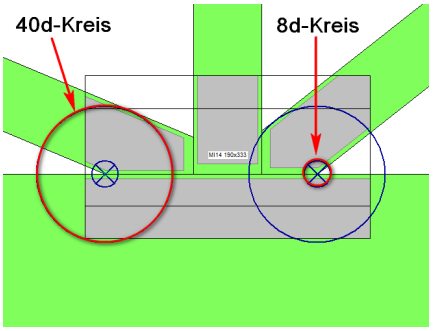


Bild 8: Darstellung der 8d und 40d Kreise

$l_{s,1}$ bedeutet die eventuell um **8xd** verlängerte, ansetzbare Fugenlänge bei **Zug- und Druckbeanspruchung** und $l_{s,2}$ die eventuell um **40xd** verlängerte, ansetzbare Fugenlänge bei **Scherbeanspruchung**. Siehe hierzu auch die Erläuterung von l_s in der Norm (13.2.2, unter (2)).

Einwirkungen auf die Fuge l_s

Es wird ein geradliniger Schnittgrößenverlauf zwischen den Anschlussschwerpunkten der beiden Flächen angesetzt:

siehe Bild 7 auf S. 8:

N_d=(96,22)/2=48,11 kN wegen faserparalleler Druckkraft ➔ N_d=48,11/2=24,06 kN

V_d=-2,90/2=1,45 kN

M_d=0,33/2=0,165 kNm=165.000 Nmm

Resultierende, im Schwerpunkt der Fuge angreifend:

$$F_{R,d} = F_{\alpha,\beta,d} = \sqrt{24,06^2 + 1,45^2} = \underline{24,10\,kN}$$

$$\alpha = \beta = \arctan\frac{V_d}{N_d} = \arctan\frac{1,45}{24,06} = \underline{3,5° \approx 4°}$$

Aus der Momentenbelastung ergibt sich gemäß Formel (245) und (246) folgende Einwirkung $F_{M,d}$

$$F_{M,d} = \frac{2 \cdot M_d}{l_S} = \frac{2 \cdot 165000}{228} = \pm 1448\,N$$

Es ergeben sich folgende grundlegende Zusammenhänge die im Beuth-Kommentar wie folgt ausgedrückt werden:

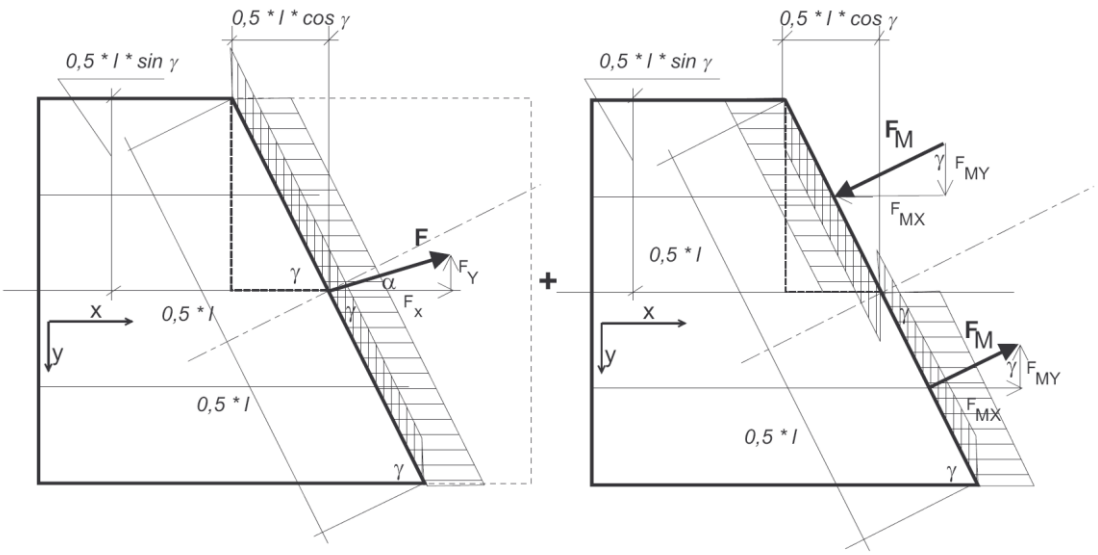


Bild 9: Kräfteaufteilung an der Fuge gemäß Empfehlung des Kommentar zur DIN1052:2004-08

$$s_{x,Z,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \cdot \cos\alpha + \frac{4 \cdot M_d}{l_s^2} \cdot \sin\gamma \qquad s_{y,Z,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \cdot \sin\alpha + \frac{4 \cdot M_d}{l_s^2} \cdot \cos\gamma$$

$$s_{x,D,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \cdot \cos\alpha - \frac{4 \cdot M_d}{l_s^2} \cdot \sin\gamma \qquad s_{y,D,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \cdot \sin\alpha - \frac{4 \cdot M_d}{l_s^2} \cdot \cos\gamma$$

Hier ist zu erkennen wie das Kräftepaar aus dem Moment auf einen Druckbereich (D) und Zugbereich (Z) zerlegt wird. Es muss zuerst die Resultierende gebildet werden. Falls eine Druckkomponente entsteht, kann diese halbiert werden, sofern es sich um einen faserparallelen oder rechtwinkligen Anschluss handelt.

Entgegen der Formulierung in der DIN1052:2008-12 empfiehlt es sich die Einwirkungen nicht je Längeneinheit zu ermitteln. Ansonsten wäre es nicht möglich, die freien Plattenbereiche in zug- und druckbeanspruchte sowie scherbeanspruchte freie Plattenbereiche zu unterscheiden.

In unserem Beispiel des Obergurtstoßes wirkt sich dies wie folgt aus:

$$s_{x,Z,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \times \cos\alpha + \frac{4 \times M_d}{l_s^2} \times \sin\gamma = \frac{-24100}{228} \times \cos 4° + \frac{4 \times 165000}{228^2} \times \sin 90° = -105,4 + 12,7 = -92,7\,N/mm$$

$$s_{x,D,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \times \cos\alpha - \frac{4 \times M_d}{l_s^2} \times \sin\gamma = \frac{-24100}{228} \times \cos 4° - \frac{\frac{4 \times 165000}{228^2}}{2} \times \sin 90° = -105,4 - 6,4 = -111,8\,N/mm$$

$$s_{y,D+Z,d} = \frac{F_{\alpha,\beta,d}}{l_s} \times \sin\alpha \pm \frac{4 \times M_d}{l_s^2} \times \cos\gamma = \frac{-24100}{228} \times \sin 4° \pm \frac{4 \times 165000}{228^2} \times \cos 90° = -7,4 \pm 0 = -7,4\,N/mm$$

Widerstände der Fuge l_s

Den charakteristischen Wert der Plattentragfähigkeit ermittelt man sich anhand der Tabelle 3 und Formel (4) aus der bauaufsichtlichen Zulassung (hier MI-14 Z-9.1-759) und den Formeln (250) – (252) der DIN1052:2008-12

Tabelle 3: Charakteristische Werte der Plattentragfähigkeit für Nagelplatten M 14 in N/mm

Charakteristische Plattenzugtragfähigkeit $f_{t,0,k}$ [1] in der x-Richtung (α = 0°) in N/mm	433
Charakteristische Plattenzugtragfähigkeit $f_{t,90,k}$ [1] in der y-Richtung (α = 90°) in N/mm	171
Charakteristische Plattendrucktragfähigkeit $f_{c,0,k}$ [1] in der x-Richtung (α = 0°) in N/mm	268
Charakteristische Plattendrucktragfähigkeit $f_{c,90,k}$ [1] in der y-Richtung (α = 90°) in N/mm	219
Charakteristische Plattenschertragfähigkeit $f_{v,0,k}$ [1] [2] in der x-Richtung (α = 0°) in N/mm	141
Charakteristische Plattenschertragfähigkeit $f_{v,90,k}$ [1] [2] in der y-Richtung (α = 90°) in N/mm	108
Plattenkennwert γ_0	0°
Plattenkennwert k_v	0,3

[1] bei Spannweiten über 20,0 m Reduktion um 10 %
[2] erforderliche Plattenbreite (Plattenquerrichtung) mindestens 76 mm

Die Widerstände $f_{n,0}$ und $f_{n,90}$ müssen noch mit der Formel (4) aus der Zulassung abgemindert werden. Hier exemplarisch für die Mi-14 Platte:

$$k_\alpha = \begin{cases} 1-\cos^2\alpha\cdot\sin^2\alpha & \textit{bei Zugbeanspruchung} \\ 1-0,75\cdot\cos^2\alpha\cdot\sin^2\alpha & \textit{bei Druckbeanspruchung} \end{cases}$$

Allgemein gilt bezüglich den Stahlfestigkeiten mit k_{mod}=1,0:

$$f_d = \frac{f_k\cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{f_k\cdot 1,0}{1,25}$$

➔ $f_{t,0,d}$ = 346 N/mm $f_{t,90,d}$ = 137 N/mm

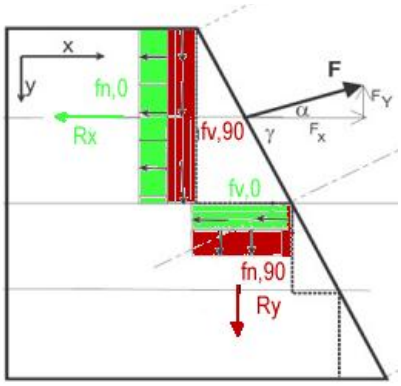
$f_{c,0,d}$ = 214 N/mm $f_{c,90,d}$ = 175 /mm

$f_{v,0,d}$ = 113 N/mm $f_{v,90,d}$ = 86 N/mm

$$R_{x,d} = max\begin{Bmatrix} f_{n,0,d}\cdot k_\alpha\cdot l_{s,1}\cdot sin\left(\gamma-\gamma_0\cdot sin(2\gamma)\right) \\ f_{v,0,d}\cdot l_{s,2}\cdot|cos\,\gamma| \end{Bmatrix} mit \begin{Bmatrix} f_{n,0,d} = f_{t,0,d}\ bei\ Zug\ in\ x-Richtung \\ f_{n,0,d} = f_{c,0,d}\ bei\ Druck\ in\ x-Richtung \end{Bmatrix}$$

$$R_{y,d} = max\begin{Bmatrix} f_{n,90,d}\cdot k_\alpha\cdot l_{s,1}\cdot|cos\,\gamma| \\ k\cdot f_{v,90,d}\cdot l_{s,2}\cdot sin\,\gamma \end{Bmatrix} mit \begin{Bmatrix} f_{n,90,d} = f_{t,90,d}\ bei\ Zug\ in\ y-Richtung \\ f_{n,90,d} = f_{c,90,d}\ bei\ Druck\ in\ y-Richtung \end{Bmatrix}$$

$$k = \begin{cases} 1+k_v\cdot\sin(2\gamma) & \text{Zug in x – Richtung} \\ 1 & \text{Druck in x – Richtung} \end{cases}$$



Die nebenstehende Abbildung verdeutlicht, warum der maximale Wert des Widerstandes angesetzt werden darf. R_x wird entweder aus $f_{n,0}$ oder aus $f_{v,0}$ ermittelt. Der höchste Widerstand wirkt noch, wenn der andere Widerstand bereits versagen würde.

Gleiches gilt für R_y. Hier hält entweder der Widerstand $f_{n,90}$ oder $f_{v,90}$ der Einwirkung F_y entgegen.

Aus der Formel (4) der Zulassung und (250)+(251) der DIN ergeben sich in diesem Beispiel die Widerstände zu:

$$k_\alpha = 1-0,75\cdot\cos^2 3\cdot\sin^2 3 = 0,998$$

mit 0,9 wegen Spannweite >20,0m

$$R_{x,d} = max\begin{Bmatrix} 214\cdot 0,998\cdot 228\cdot 0,9\cdot sin\left(90°-0\cdot sin(180°)\right) \\ 113\cdot 228\cdot 0,9\cdot cos\,90° \end{Bmatrix} mit\left\{f_{n,0,d} = f_{c,0,d}\ bei\ Druck\ in\ x-Richtung\right\}$$

$$\underline{R_{x,d} = 43781N}$$

$$R_{y,d} = max\begin{Bmatrix} 175 \cdot 0,998 \cdot 228 \cdot 0,9 \cdot cos\,90° \\ 1 \cdot 86 \cdot 228 \cdot 0,9 \cdot sin\,90° \end{Bmatrix} mit \left\{ f_{n,90,d} = f_{c,90,d}\ bei\ Druck\ in\ y - Richtung \right\}$$

$$\underline{R_{y,d} = 17647\,N}$$

Sollte es auf der Einwirkungsseite Zug- und Druckkomponente auftreten, werden in TrussCon auch auf der Widerstandsseite die entsprechenden Zug- und Druckwiderstände ermittelt. Nur die Nachweise welche die maximale Ausnutzung ergeben, werden ausgegeben.

Plattenfestigkeitsnachweis der durchlaufenden Fugen

Um den Nachweis pro Längeneinheit der Fuge, also normkonform, durchzuführen wird in TrussCon die entsprechende Fugenlänge verwendet:

$$\left(\frac{s_{x,d}}{f_{x,d}}\right)^2 + \left(\frac{s_{y,d}}{f_{y,d}}\right)^2 = \left(\frac{s_{x,d}}{R_{x,d}/l_{s,x}}\right)^2 + \left(\frac{s_{y,d}}{R_{y,d}/l_{s,y}}\right)^2 \leq 1,0 \quad (247)$$

Für die Fuge gilt somit:

$$\left(\frac{111,8}{43781/228}\right)^2 + \left(\frac{7,4}{17647/228}\right)^2 = \left(\frac{111,8}{192}\right)^2 + \left(\frac{7,4}{77}\right)^2 = (0,58)^2 + (0,10)^2 = 0,35 \leq 1,0$$

Um zu erkennen, dass man mit der Ausnutzung in einer der beiden Hauptrichtungen bereits eine höhere Ausnutzung als beim kombinierten Nachweis hat, wird in TrussCon folgende Berechnung durchgeführt:

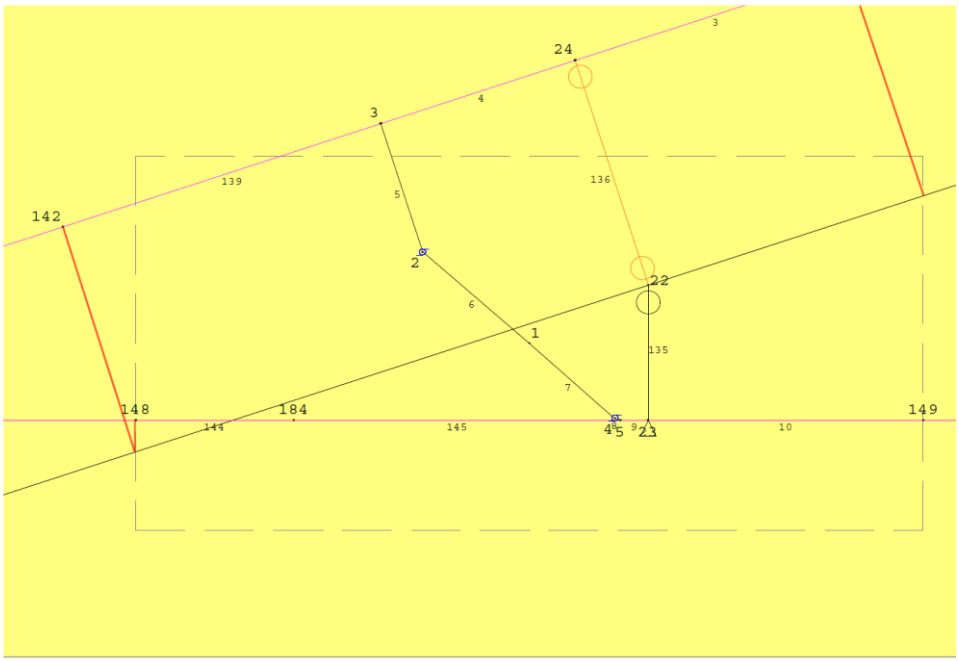
$$\sqrt{(0,58)^2 + (0,10)^2} = 0,59 \leq 1,0$$

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	228	2	24.16	195	0.17	-112.3	-6.2	192.5	77.8	90	(247)	59

Der Unterschied bei $s_{y,d}$ ergibt sich aus dem Rundungsfehler des Winkels. Bei 3,5° ist $s_{y,d}$ = -6,2 N/mm

Besonderheit bei Auflagerkonten mit Druckelement



1 M14 190 x 400

Knoten Nr. 1 Verbindungsmittel: Nagelplatte M14 190x400 mm

NAGELBELASTUNG:

Stab	Last-komb	Aef mm2	Ip*E-6 mm4	Rmax mm	Kräfte kN	Winkel gr	Mom kNm	fa(aß) N/mm2	fa(90) N/mm2	Alfa gr	Beta gr	Formel	CSI %
1-4	2	31917	368.36	259	29.43	25	-0.67	1.28	1.05	25	7	(242)	72
1-18	2	39853	515.02	250	29.43	205	-2.79	1.25	1.05	25	25	(244)	89

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	421	2	29.43	25	-0.97	70.4	-8.4	96.6	133.7	18	(247)	73

KONTAKTDRUCK: LK: 2 Fc90,d = 13.86 kN Rc90,d = 109.87 kN 13

RESULTIERENDE ANSCHLUßKRÄFTE UND WINKEL

Knoten Nr.	Stab Nr.	Von-Bis	LK Nr.	Ele	An.	Län. [mm]	MA [kNm]	ME [kNm]	Axial [kN]	Scher [kN]	Res F [kN]	winkel global	Moment. [kNm]
1	(1)	1 - 4	1	5	2	68.6	-0.85	-3.41	-3.05	-37.36	38.33	30.9	-0.85
				136x	1	120.0	0.00	0.00	-5.53	0.00			
			2	5	2	68.6	-1.29	-5.30	-5.17	-58.46	60.08	31.3	-1.29
				136x	1	120.0	0.00	0.00	-8.69	0.00			
1	(7)	18 - 1	1	8	1	3.0	-3.48	-3.56	27.92	-24.97	38.33	210.9	-3.48
				135x	1	68.6	0.00	0.12	5.26	1.71			
			2	8	1	3.0	-5.52	-5.64	43.51	-39.38	60.08	211.3	-5.52
				135x	1	68.6	0.00	0.18	-8.27	2.69			

$$resF = \sqrt{58{,}46^2 + (5{,}17 + 8{,}69)^2} = 60{,}80kN$$

$F_{a,\alpha,\beta,d} = \sqrt{58{,}46^2 + ((5{,}17 + 8{,}69)/2)^2} = 58{,}86kN$ ➔ je Nagelplatte 58,86/2=29,43kN

Bei der Ermittlung der Kraft auf die Nägel und die Platte werden auch die Druckkomponenten mit berücksichtigt. Hierbei ist zu beachten, dass die Axialkraft aus dem Anschlusselement (hier -5,17kN) in Verbindung mit der Druckkraft des Druckelementes weiterhin Druck erzeugt. Falls die Axialkraft im Anschlusselement eine größere Zugkraft aufweist als die Druckkraft im Druckelement, wird die Kraft nicht halbiert.

Transport- und Montagezustände

In den Zulassungen unter Punkt 3.2.3 und in der Norm unter 13.2.3 finden Sie die Nachweisformate für Montage und Transport. Die Tragfähigkeiten der Nagelplatten auf Herausziehen sind in der Zulassung aufgeführt. Es wurde gegenüber der DIN1052:2004-8 in der DIN1052:2008-12 eine Änderung vollzogen. Hier bezieht sich jetzt auch alles auf **eine** Platte.

Da es sich hier um die Einwirkungsdauer „sehr kurz“ handelt, wird **k_{mod}=1,1** verwendet!

Es sind folgende Geometriewerte als Eingangswerte erforderlich:

Binderlänge: l = 25,60 m

Gurt: 60x240 mm in C24 (S10) mit $f_{m,k}$ von 24 N/mm²

Nagelplatte: MI14 228/266 mm

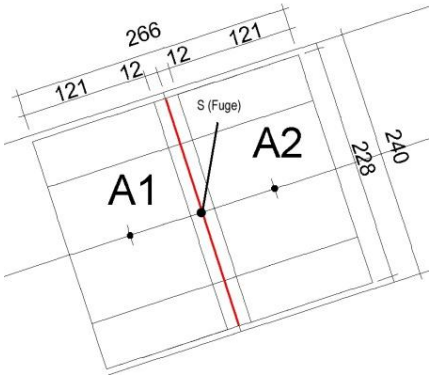


Bild 10: Geometriedaten Stoß mit Schwerpunkt der Fuge

Mindestholzstärke $\boxed{b \geq 1{,}8 \cdot \frac{l^2}{f_{m.k}}}$ l[m], $f_{m,k}$ [N/mm²] (253)

$$\rightarrow b = 1{,}8 \cdot \frac{25{,}60^2}{24} = 49\,mm\,(vorh.b = 60\ mm)$$

Mindestzugkraft: $\boxed{F_d = 0{,}2 \cdot h \cdot l^2}$ h[mm], l[m] (254)

$$\rightarrow F_d = 0{,}2 \cdot 240 \cdot 25{,}6^2 = 31.460\,N$$

in der Fuge wirkende Querkraft $\boxed{V_d = 1{,}25 \cdot b \cdot h \cdot l \cdot 10^{-3}}$ b und h[mm], l[m] (255)

$$\rightarrow V_d = 1{,}25 \cdot 60 \cdot 240 \cdot 25{,}6 \cdot 10^{-3} = 461\,N$$

A_{ef1} = 27.588 mm²

$l_{s,1}$ = 228 mm (die Fugenlänge $l_{s,1}$ wird gemäß DIN um einen Wert von 5mm von der Holzkante gemessen reduziert. In diesem Fall muss eine Reduzierung nicht vorgenommen werden.)

Einwirkungen auf die Nagelfläche A_{ef}

$$\tau_{F,d} = \frac{F_d}{A_{ef1}} = \frac{31457}{27580} = 1{,}140\,N/mm^2$$

Einwirkungen auf die Fuge $l_{s,1}$

a) Herausziehen

$$s_{ax,d} = \frac{V_d}{l_{s1}} = \frac{461}{228} = 2{,}022\,N/mm$$

b) Zug

$$s_{x,d} = \frac{F_d}{l_{s1}} = \frac{31457}{228} = 138\,N/mm$$

Widerstände der Nagelfläche A_{ef}

$$f_{a,0,0,d} = \frac{f_{a,0,0,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{2{,}52 \cdot 1{,}1}{1{,}3} = 2{,}13\,N/mm^2$$

Widerstände der Fuge $l_{s,1}$

a) Gegen Herausziehen:

$$f_{a,x,d} = \frac{f_{a,x,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{10 \cdot 1{,}1}{1{,}25} = 8{,}8\,N/mm$$

$f_{a,x,k}$ – siehe Zulassung MI-14 Z-9.1-759 unter 3.2.2.1

b) Zug: (wegen Stahlfestigkeit wird k_{mod}=1,0 angesetzt.)

$$f_{t,0,d} = \frac{f_{t,0,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{433 \cdot 1{,}0}{1{,}25} = 346\,N/mm$$

Nachweis für Nagelfläche A_{ef} und Fuge $l_{s,1}$

$$\boxed{\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,0,0,d}}} = \frac{1{,}14}{2{,}13} = \underline{0{,}54 < 1{,}0}$$ *Nagelfläche ausreichend (F = 53%, laut Protokoll)*

$$\boxed{\frac{s_{ax,d}}{f_{a,x,d}}} = \frac{2{,}022}{8{,}8} = \underline{0{,}23 < 1{,}0}$$ *Fugenlänge wegen Herausziehen ausreichend (V = 24%, laut Protokoll)*

$$\boxed{\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}} + \frac{s_{ax,d}}{f_{ax,d}} = 0{,}51 + 0{,}23 = \underline{0{,}77 \le 1{,}0}}$$ *Kombination ausreichend (F+V=77%, laut Protokoll)*

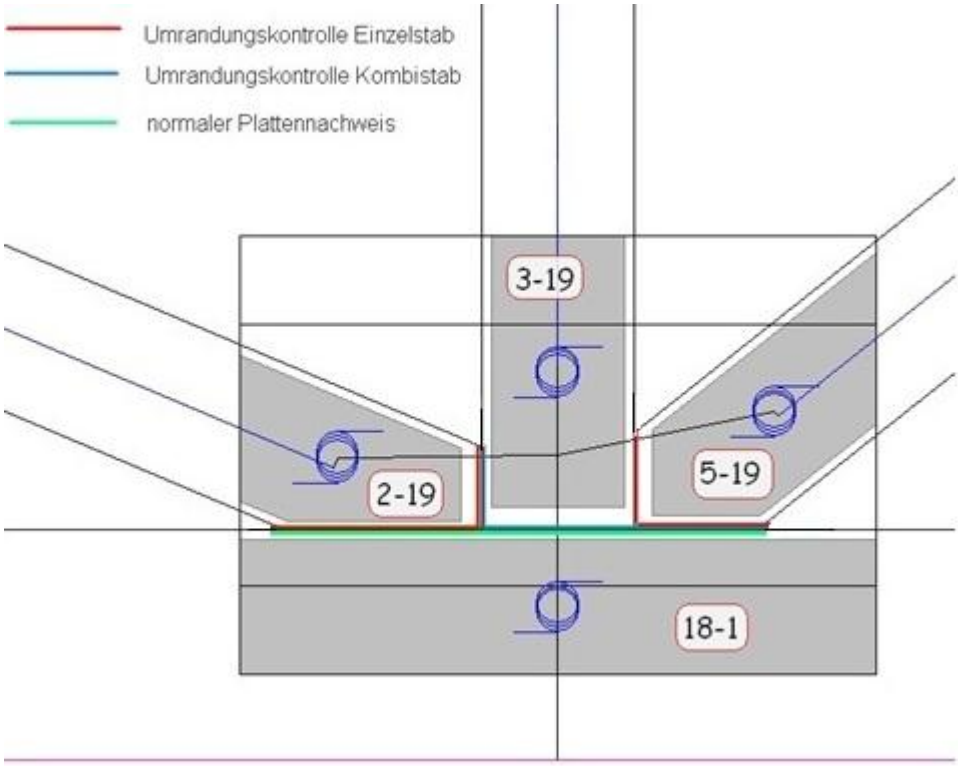
$$\boxed{\frac{s_{x,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{138}{346} = \underline{0{,}40 \le 1{,}0}}$$ *Fugenlänge für Zug ausreichend (Zpl=40%, laut Protokoll)*

```
TRANSPORT: Fd = 31.46 kN  Vd =  0.46 kN   ls =  228 mm            (254,255)
      CSI:  F =  53%   V =  24%   F+V =  77%   Zpl =  40%            (256)
```

Plattenfestigkeitsnachweis der nicht durchlaufender Fugen

In der DIN1052:2008-12 steht unter 13.2.2 (10) eine kurze Erläuterung wie einzelne, nicht durchlaufende Fugen zu behandeln sind. Was hier mit drei Zeilen beschrieben wurde, macht die Nagelplattenbemessung zu einer äußerst komplizierten Angelegenheit. Es sind alle maßgebende Schnitte zu überprüft werden. Hierbei handelt es sich ausschließlich um zugbelastete Fugenabschnitte.

In TrussCon wird neben dem normalen Plattennachweis die sogenannte Umrandungskontrolle geführt. In dem unten dargestellten Knotenpunkt sind alle kontrollierten Fugen farblich dargestellt.



UMRANDUNGSKONTROLLE (nicht durchlaufende Fugen):

Stab Nr.	ls mm	Last-komb.	Fres kN	Mom kNm	Methode	CSI F %	CSI M %	CSI %
19-2	146	2	0.54	0.03	1	3	3	6
19-5	91	2	9.40	0.00	1	64	0	64
19-3 + 19-5	204	2	7.50	0.28	1	31	23	54

Stab Nr.: Hier werden die Einzel- sowie die Kombistäbe aufgeführt.

ls: Hier wird die Länge der Summe der Fugen angegeben. Es werden keine freien Plattenbereiche angesetzt. Die 8d und 40d-Regeln werden hier, auf der sicheren Seite liegend, nicht angewandt.

Fres: Ist die resultierende Kraft, die sich nicht aus den äußeren Kräften aus N und V allein bestimmen lässt, sondern man muss auch den Einfluss aus den äußeren Momenten zzgl. der Exzentrizitätsmomente einfließen lassen. Des Weiteren ist auch noch die dem Nachweis zugrundeliegende Methode zu berücksichtigen.

Mom: Moment, welches je nach angewandter Methode beim Fugennachweis errechnet wurde und auf die Fuge wirkt.

Methode: Die maßgebende der drei untersuchten Methoden wird angezeigt. Weitere Informationen finden Sie in unserer Dokumentation zur Umrandungskontrolle.

Der Nachweis wird für alle einzelnen Zugstäbe (hier 2-19 und 5-19) geführt sowie auch für eine Gruppe von Stäben (hier 3-19 + 5-19), bei welcher die Möglichkeit besteht, dass diese ein Versagen der Fugen bewirken können.

Sobald bei einer der drei Methoden der Nachweis erfüllt ist, werden die noch verbleibenden Methoden nicht mehr angewandt. Wenn die ersten beiden Methoden zu einer Überschreitung führen, bedeutet dies nicht, dass die Fugen überschritten sind. Man darf die Einwirkungen so verteilen, dass alle Fugen mit ihren größten Widerständen wirken.

Einbindetiefe

Im Abschnitt 13.2.1 (6) regelt die DIN1052:2008-12 die Einbindetiefe von Nagelplatten. Hier hat sich im Vergleich zur DIN1052:2004-08 die Definition dahingehend geändert, dass nicht nur bei den Gurtstäben dieser Mindestwert einzuhalten ist, sondern auch bei allen anderen Anschlüssen.

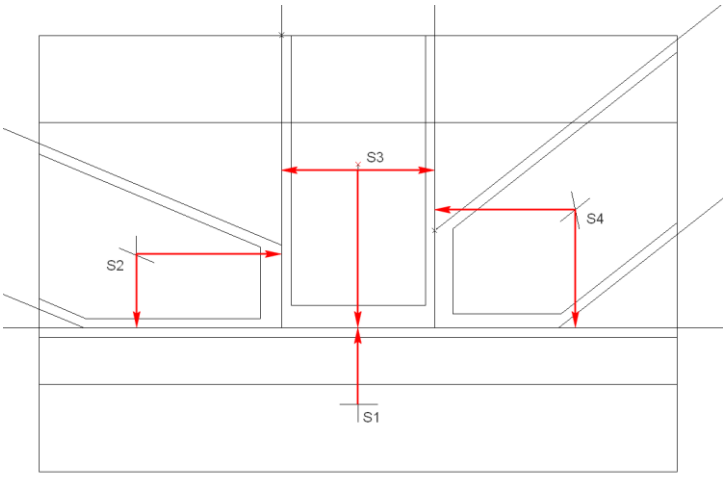
Die Regelung wird wie folgt formuliert:

$$s \geq max\left\{30mm; {h_f}/{6}\right\} \qquad (238)$$

Dabei ist:

h_f Stabhöhe;

s kleinster Abstand des Schwerpunkts (hier S1 bis S4) der Anschlussfläche A_{ef} von den Berührungsfugen. Hierbei wird auch die Plattentoleranz mit berücksichtigt.



Querzug

In TrussCon wird der Querzugnachweis entsprechend den Erläuterungen zur DIN 1052:2004-08, E 11.1.5 geführt.

$$R_{90,d} = k_s \cdot k_r \cdot \left(6{,}5 + \frac{18 \cdot a^2}{h^2}\right) \cdot (t_{ef} \cdot h)^{0{,}8} \cdot f_{t,90,d}$$

Für Nagelplattenanschlüsse kann der Nachweis mit folgenden Parametern geführt werden:

a = 2*s-10 mm

$a_r = A_{ef}/a$

t_{ef} = min {b; 2*l_n+20 mm}

k_s = max {1; 0,7 + 1,4*a_r/h }

k_r = h/(h-a)

Hierin bedeuten:

s	Abstand des Schwerpunktes der wirksamen Anschlussfläche vom beanspruchten Rand
A_{ef}	wirksame Anschlussfläche
l_n	Nagellänge nach Zulassung
h	Gurthöhe

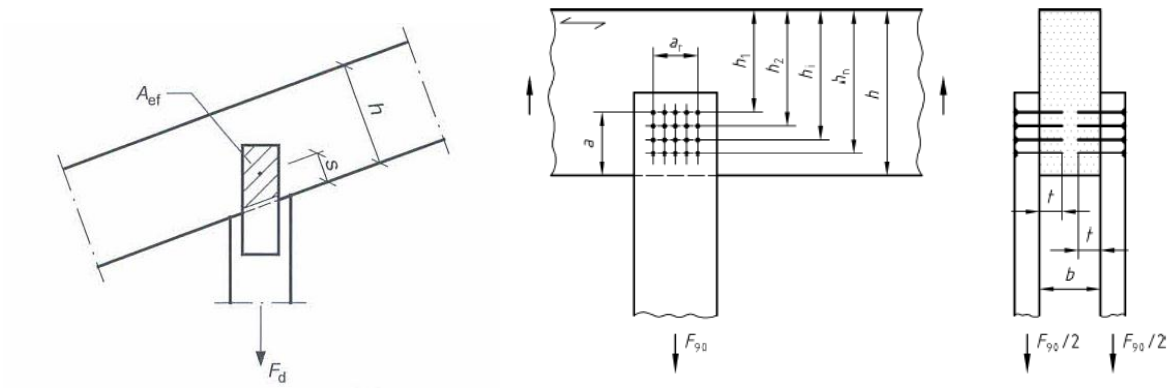


Bild 11: Queranschluss mit Nagelplatte[1] und Bild 32 aus der DIN1052:2008-12

Beispiel Dreiecksbinder, Knoten 19 (Holzstärke = 60mm):

a = 2*40-10 mm = 70mm

a_r = 23285/70 = 333 mm

t_{ef} = min {60mm; 2*20,24+20 = 60,48} = 60 mm

k_s = max {1; 0,7 + 1,4*333/240} = 2,64

k_r = 240/(240-70) = 1,41

$f_{t,90,d}$ = 0,6*0,4 / 1,3 = 0,185 N/mm² (für C24 bzw. C30)

$$R_{90,d} = 2{,}64 \cdot 1{,}41 \cdot \left(6{,}5 + \frac{18 \cdot 70^2}{240^2}\right) \cdot (60 \cdot 240)^{0{,}8} \cdot 0{,}185 = 11733\ N = 11{,}73\ kN$$

[1] Quelle: Blaß, Ehlbeck, Kreuzinger, Steck: Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08, 1. Auflage 2004

Aus der Nagelplattenbemessung kann man sich in Stab 18 - 1 ermitteln:

$F_{90,d} = 4{,}72 * 2 * \sin 23° = 3{,}69\ kN$ (siehe Protokollausdruck S.4 oben)

```
QUERZUG:        LK:  1       F90,d =   3.71 kN       R90,d =  11.73 kN              32
```

$$\frac{F_{90,d}}{R_{90,d}} \leq 1 \qquad \frac{3{,}71}{11{,}73} = 32\% < 100\%$$

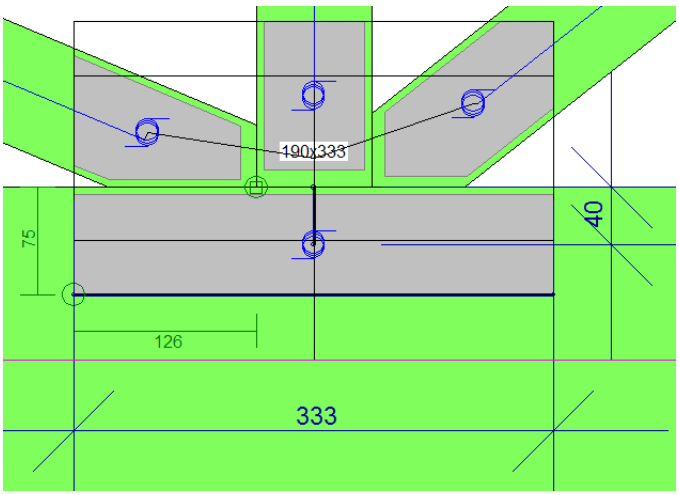
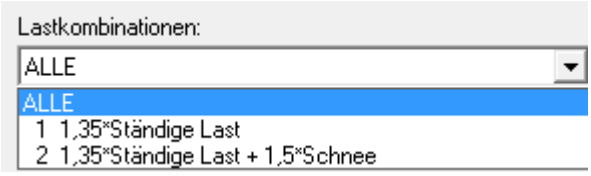


Bild 12: Querzugbeanspruchter Anschluss (Knoten 19) am Untergurt

Berechnung des Binders mit nur einer Lastkombination

Im Normalfall werden alle maßgebenden Lastkombinationen von TrussCon durchgespielt. Dies hat dann zur Folge, dass bei einem einzigen Knoten u.U. sechs und mehr Lastkombinationen bei den einzelnen Nachweisen maßgebend werden. Dies erschwert natürlich die Nachvollziehbarkeit. Daher ist es jetzt möglich den Binder auch nur mit einer Lastkombination durchzurechnen. Hierzu wurde eine zusätzliche Drop-Down-Option im Bemessungsdialog eingeführt:



In der Ausgabe wird darauf hingewiesen, dass es sich dabei um keine vollständige Bemessung handelt, da nur eine ausgewählte Lastkombination berücksichtigt wurde.

Versionsinfo: 2011SR3 ➔2012

- Änderung der Fußnoten der bei dem Plattennachweis ab Seite 13 von o und u auf Z und D.
- Ergänzende Hinweise zu „Widerstände der Fuge l_s“ am Ende des Abschnittes.
- Einbindetiefe jetzt auch mit Berücksichtigung der Plattentoleranz.
- Änderung bei der Tabelle „Resultiere Anschlusskräfte und Winkel“
- Änderung der gezeichneten Fugen bei der Umrandungskontrolle. (ohne freie Plattenbereiche)
- Ergänzung des Abschnittes „Besonderheit bei Auflagerknoten mit Druckelement“