

## Leistungserklärung / Declaration of Performance

### 14312 LE 08 0184-2 DE 2020

- Eindeutiger Kenncode des Produkttyps / Unique identification code of the product type  
HV1105, HV1135, HV1140, HV1150

- Verwendungszweck(e) / Usage(s)

Balkenschuhe für Holz-Holz-Verbindungen und Verbindungen Holz an Beton oder Stahl /  
Joist hangers for wood to wood connections and wood to concrete or steel connections

- Hersteller / Manufacturer

Conmetall Meister GmbH  
Hafenstraße 26  
29223 Celle Germany

- System(e) zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit /

System(s) for evaluating and verifying constancy of performance  
System 2+

- Europäisch Technische Bewertung / European Technical Assessment

Europäisches Bewertungsdokument / European evaluation document:

ETAG No.015 22.04.2013

Europäisch technische Bewertung / European technical evaluation:

ETA-08/0184 05.02.2019

Technische Bewertungsstelle / Technical Assessment Body:

Deutsches Institut für Bautechnik

Notifizierte Stelle / Notified body:

0769

■ **Wesentliche Merkmale und erklärte Leistung(en) /**  
**Essential features and stated performance(s)**

Wesentliches Merkmal <i>Essential features</i>	Leistung <i>Performance</i>	Harmonisierte technische Spezifikation <i>Harmonized technical specification</i>
Tragfähigkeit / <i>load-carrying capacity</i>	Anhang 3 & 5	ETA-08/0184 3.1
Steifigkeit <i>Stiffness</i>	NPD	ETA-08/0184 3.1
Duktilität bei zyklischer Prüfung / <i>Ductility in cyclic testing</i>	NPD	ETA-08/0184 3.1
Dauerhaftigkeit / <i>Durability</i>	S250GD+Z (min Z250) Nutzungsklassen 1&2 <i>Service classes 1&amp;2</i>	ETA-08/0184 3.1 EN 10346
Brandverhalten / <i>reaction to fire</i>	A1	ETA-08/0184 3.2 EN 1350-1
Feuerwiderstand / <i>resistance to fire</i>	NPD	ETA-08/0184 3.2
Abgabe gefährlicher Stoffe / <i>Release of dangerous substances</i>	NPD	ETA-08/0183 3.3

Die Leistung des vorstehenden Produkts entspricht der erklärten Leistung/ den erklärten Leistungen.  
 Für die Erstellung der Leistungserklärung im Einklang mit der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 ist allein  
 der obengenannte Hersteller verantwortlich.

Unterzeichnet für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:

*The performance of the above product is the declared performance. The above manufacturer is solely  
 responsible for drawing up the declaration of performance in accordance with Regulation (EU) No  
 305/2011.*

*Signed for the manufacturer and on behalf of the manufacturer of:*

Conmetall Meister GmbH  
 Celle, 08.06.2020

*i. V. A. Schacht*  
 i. V. Andreas Schacht  
 Leitung Einkauf Eisenwaren /  
 Head of purchasing ironmongery

*i. A. C. Ehle*  
 i. A. Christian Ehle  
 Leitung Qualitätsmanagement Celle /  
 Head of quality management Celle

**Anhang 3 Spezifizierung der wesentlichen Eigenschaften**

**Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben**

Die Beanspruchungen in Richtung der Bodenplatte oder von der Bodenplatte weg wirken in der Symmetrieebene des Balkenschuhs. Die Beanspruchung rechtwinklig zur Symmetrieebene des Balkenschuhs wirkt mit einer Ausmitte  $e_{z,J}$  oder  $e_{z,H}$  oberhalb des Schwerpunkts der Verbindungsmitte im Neben- oder Hauptträger (Siehe Abbildung A.3.1, A.3.2 und A.3.3)

Zwei Verbindungsmitteanordnungen sind möglich. Bei Vollausnagelung werden mit Ausnahme des Typs 4 Verbindungsmitte in sämtlichen Löchern angeordnet. Bei Teilausnagelung beträgt die Anzahl der Verbindungsmitte mindestens die Hälfte der Anzahl für Vollausnagelung. Die Verbindungsmitte im Nebenträger dürfen versetzt angeordnet werden, die obersten und untersten Löcher sind stets mit Verbindungsmitte zu versehen. Die übrigen Verbindungsmitte sind gleichmäßig über die Höhe zu verteilen. Für die Verbindungsmitte im Hauptträger sind die der Faltkante am Nächsten gelegenen Löcher zu verwenden. Die Verbindungsmitteanordnung für die Typen 1, 2, 3 und 4 sind im Anhang 1 angegeben.

Die Breite der Balkenschuhe entspricht mindestens der Eindringtiefe der Nägel oder Schrauben im Nebenträger.

**A.3.1 Balkenschuhanschlüsse mit Nägeln oder Schrauben**

**A.3.1.1 Sondernägel oder Schrauben**

**Beanspruchung in der Symmetrieebene des Balkenschuhs in Richtung der Bodenplatte:**

$$F_{Z,Rk} = \min \left\{ \frac{n_J \cdot F_{v,J,Rk} + 3,24 \cdot t \cdot \sqrt{\ell \cdot (\ell + 30)} \cdot p_k}{\sqrt{\left( \frac{1}{n_H \cdot F_{v,H,Rk}} \right)^2 + \left( \frac{1}{k_{H,1} \cdot F_{ax,H,Rk}} \right)^2}} \right\} \quad (A.3.1.1.1)$$

**Beanspruchung in der Symmetrieebene des Balkenschuhs von der Bodenplatte weg gerichtet:**

$$F_{Z,Rk} = \min \left\{ \frac{n_J \cdot F_{v,J,Rk}}{\sqrt{\left( \frac{1}{n_H \cdot F_{v,J,Rk}} \right)^2 + \left( \frac{1}{k_{H,2} \cdot F_{ax,H,Rk}} \right)^2}} \right\} \quad (A.3.1.1.2)$$

**Beanspruchung rechtwinklig zur Symmetrieebene des Balkenschuhs:**

$$F_{Y,Rk} = \min \left\{ \frac{\frac{n_J \cdot F_{v,J,Rk}}{\sqrt{\left( \frac{2 \cdot \sqrt{e_x^2 + e_{z,J}^2}}{b_J} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,J,Rk}}{F_{ax,J,Rk}} \right)^2}}}{\frac{F_{v,H,Rk}}{\sqrt{\left( \frac{1}{n_H} + \frac{e_{z,H} \cdot H^*}{2 \cdot I_{p,H,v}} \right)^2 + \left( \frac{e_{z,H} \cdot W}{2 \cdot I_{p,H,v}} \right)^2}}} \right\} \quad (A.3.1.1.3)$$

**Beanspruchung in Richtung der Nebenträgerachse:**

$$F_{X,Rk} = \min \left\{ \frac{n_{J,12d} \cdot F_{v,J,Rk}}{0,7 \cdot n_H^p \cdot F_{ax,H,Rk}} \right. \\ \left. 0,05 \cdot f_{y,k} \cdot (a_1 - 5) \cdot (0,5 \cdot n_H^p - 1) \cdot t^2 \right\} \quad (A.3.1.1.4)$$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

Anhang 3.1

**Beanspruchung in Richtung der Nebenträgerachse:**

$$F_{X,Rk} = \min \{ F_{ax,Rk} \cdot \cos \delta; (F_{Z,Rk} - F_{Z,Ed}) / \tan \delta \} \quad (A.3.1.1.5)$$

Hierin bedeuten:

$n_J$	Gesamtzahl der Verbindungsmittel auf beiden Seiten des Nebenträgers
$n_{J,12d}$	Anzahl der Verbindungsmittel auf beiden Seiten des Nebenträgers mit einem Hirnholzabstand von mindestens 12 · d
$n_H$	Gesamtzahl der Verbindungsmittel in beiden Hauptträgerflanschen
$n_H^p$	Anzahl der Verbindungsmittel in beiden Hauptträgerflanschen für Teilausnagelung
$t$	Stahlblechdicke des Balkenschuhs
$\ell$	Länge der Bodenplatte des Balkenschuhs parallel zur Nebenträgerachse
$a_1$	Abstand der Verbindungsmittel untereinander im Hauptträger bei Teilausnagelung
$\rho_k$	Charakteristische Rohdichte des Nebenträgers $\leq 480 \text{ kg/m}^3$
$f_{y,k}$	Charakteristische Streckgrenze des Stahlblechs des Balkenschuhs
$F_{v,Rk}$	Charakteristische Tragfähigkeit auf Abscheren der Verbindungsmittel im Neben- (J) oder Hauptträger (H); Ein dickes Stahlblech darf angenommen werden.
$F_{ax,Rk}$	Charakteristische Tragfähigkeit auf Herausziehen der Verbindungsmittel im Neben- (J) oder Hauptträger (H);
$b_J$	Balkenschuhbreite oder nominelle Nebenträgerbreite, siehe Bild A.3.2.
$e_{z,J}$	Abstand der seitlichen Beanspruchung zum Schwerpunkt der Verbindungsmittel im Nebenträger, siehe Bild A.3.1.
$e_x$	Abstand vom Schwerpunkt der Verbindungsmittel im Nebenträger zur Hauptträgeroberfläche, siehe Bild A.3.1.
$e_{z,H}$	Abstand der seitlichen Beanspruchung zum Schwerpunkt der Verbindungsmittel im Hauptträger.
$k_{H,1}$	Formbeiwert
	$k_{H,1} = \frac{I_{p,H,1,ax}}{e_x \cdot Z_{H,max}}$
$Z_{H,max}$	Abstand zwischen dem Rotationsschwerpunkt in der Hirnholzfläche des Nebenträgers und dem obersten Verbindungsmittel, siehe Bild A.3.1 oben
$I_{p,H,1,ax}$	Polares Trägheitsmoment der Verbindungsmittel im Hauptträger für axiale Beanspruchung mit dem Rotationsschwerpunkt in der Hirnholzfläche des Nebenträgers, siehe Bild A.3.1 oben
$k_{H,2}$	Formbeiwert
	$k_{H,2} = \frac{I_{p,H,2,ax}}{e_x \cdot Z_{H,max}}$
$Z_{H,max}$	Abstand zwischen dem Rotationsschwerpunkt in der Hirnholzfläche des Nebenträgers und dem obersten Verbindungsmittel, siehe Bild A.3.1 unten
$I_{p,H,2,ax}$	Polares Trägheitsmoment der Verbindungsmittel im Hauptträger für axiale Beanspruchung mit dem Rotationsschwerpunkt in der Hirnholzfläche des Nebenträgers, siehe Bild A.3.1 unten
$I_{p,H,v}$	Polares Trägheitsmoment der Verbindungsmittel im Hauptträger für Beanspruchung auf Abscheren
$H^*$	Abstand zwischen den beiden äußersten Verbindungsmitteln des Hauptträgeranschlusses parallel zur Symmetrieebene, siehe Bild A.3.2;
$W$	Abstand zwischen den beiden äußersten Verbindungsmitteln des Hauptträgeranschlusses rechtwinklig zur Symmetrieebene, siehe Bild A.3.2;

**Für eine Beispielrechnung siehe Anhang 5**

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Anhang 3.2

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

Die in der Verbindung wirkenden Kräfte gemäß der Abbildungen A.3.1, A.3.2 und A.3.3 sind  $F_{z,Ed,up}$ ,  $F_{z,Ed,down}$  und  $F_{y,Ed}$ . Die Kräfte  $F_{z,Ed,up}$  und  $F_{z,Ed,down}$  wirken in der Symmetrieebene des Balkenschuhs. Die Kraft  $F_{y,Ed}$  wirkt im Abstand  $e_{J,90}$  oberhalb des Schwerpunktes des Nagelanschlusses. Es wird angenommen, dass die Wirkungslinie der Kräfte direkt am Ende des Nebenträgers verläuft.

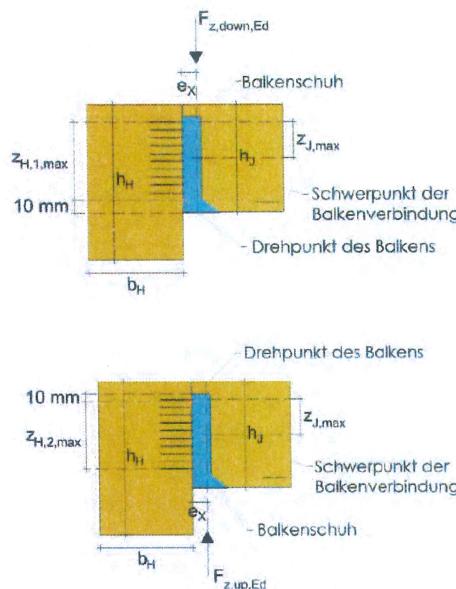


Bild A.3.1: Beanspruchungsrichtung Z: Bezeichnungen und Balkenschuhmaße

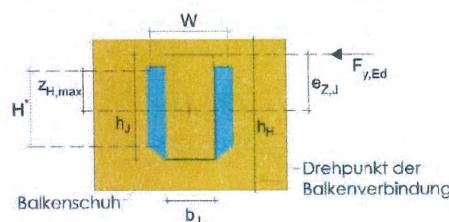


Bild A.3.2: Beanspruchungsrichtung Y: Bezeichnungen und Balkenschuhmaße

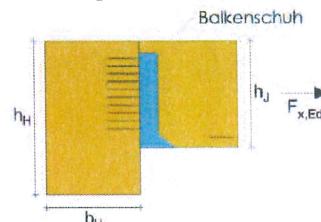


Bild A.3.3: Beanspruchungsrichtung X: Bezeichnungen und Balkenschuhmaße

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Anhang 3.3

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

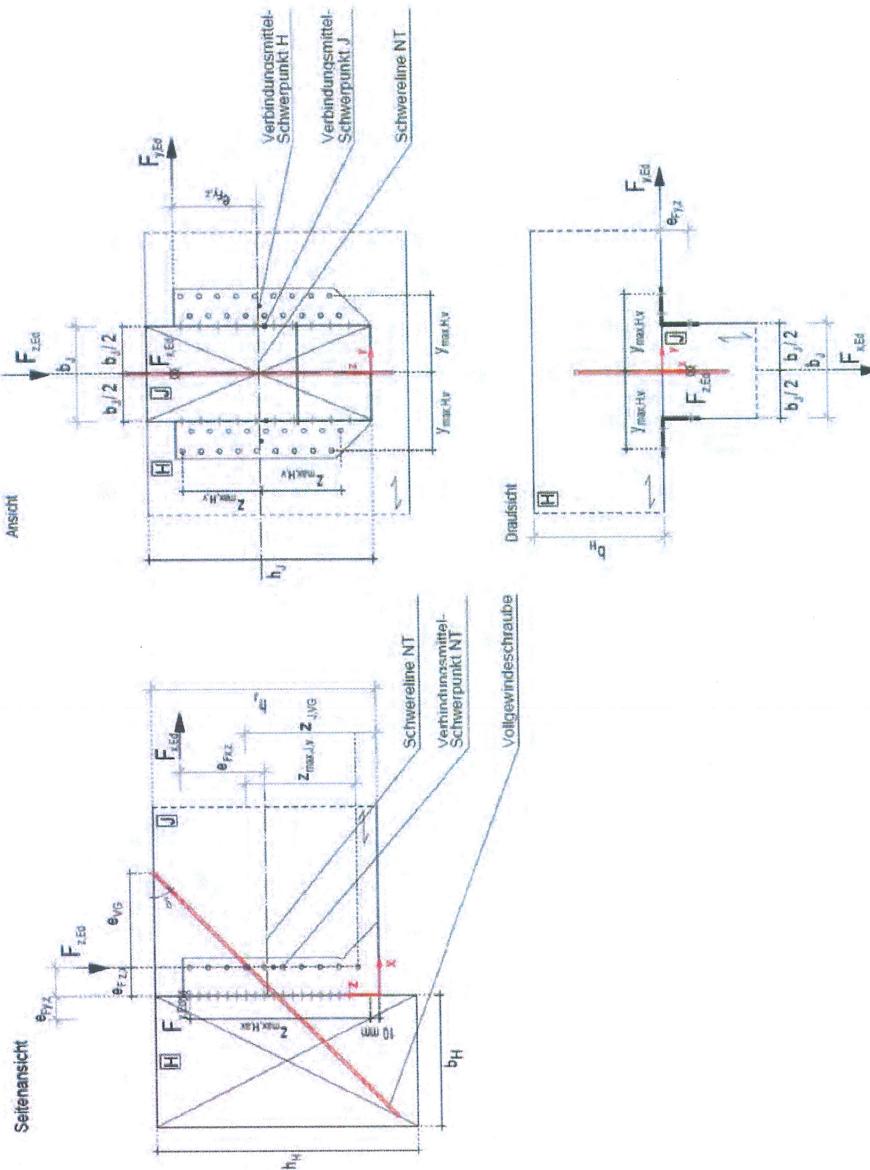


Bild A.3.4: Schräge Schrauben für Kraft  $F_{x,Ed}$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

Anhang 3.4

### A.3.1.2 Kombinierte Beanspruchung

Bei kombinierter Beanspruchung ist die folgende Bedingung einzuhalten:

$$\left(\frac{F_{X,Ed}}{F_{X,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{Y,Ed}}{F_{Y,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{Z,Ed}}{F_{Z,Rd}}\right)^2 \leq 1 \quad (\text{A.3.1.2.1})$$

### A.3.2. Charakteristische Werte der Tragfähigkeit der Balkenschuhanschlüsse mit Bolzen

Für Balkenschuhanschlüsse an Bauteile aus Beton, Leichtbeton oder Stahl gelten folgende Annahmen zur Berechnung der Tragfähigkeit der Verbindung:

Die Lastübertragung vom Nebenträger in den Balkenschuh ist gleich derjenigen in einer Holz-Holz- Verbindung, siehe Abschnitt A.3.1.

Die Bolzen sind symmetrisch zur Mittellinie des Balkenschuhs anzutragen.

Unterlegscheiben gemäß EN ISO 7094 sind unter den beiden oberen Muttern oder Köpfen anzutragen.

#### Beschreibung des statischen Modells

Für eine Kraft in Richtung der Bodenplatte entspricht das Tragverhalten derjenigen einer Holz-Holz- Verbindung mit Nägeln oder Schrauben.

Die Verbindungsmittel im Nebenträger werden gleichmäßig auf Abscheren beansprucht.

Da Beton und Stahl eine höhere Druckfestigkeit aufweisen als Holz rechtwinklig zur Faser, wird der Drehpunkt auf der Oberfläche der Bodenplatte angenommen.

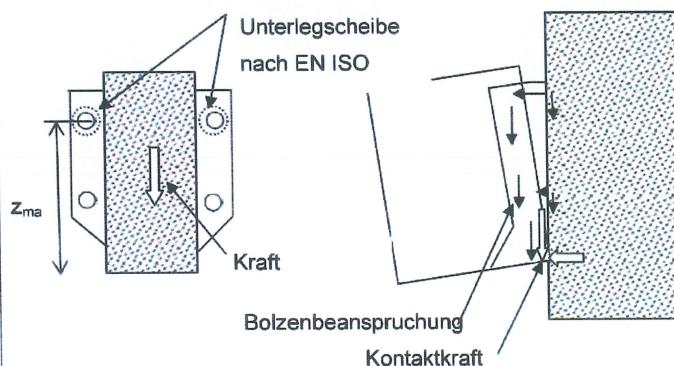


Bild A.3.5. Links: Querschnitt des Nebenträgers. Rechts: Durch die Auflagerverdrehung des Nebenträgers wird eine Kontaktkraft zwischen Bodenplatte und Hauptträger entstehen. Die Zugkräfte in den Bolzen des Hauptträgers sind über die Höhe linear veränderlich.

Die Bolzen werden gleichzeitig durch Zugkräfte und auf Abscheren beansprucht. Die Abscherkräfte werden gleichmäßig auf alle Bolzen verteilt. Die Zugkräfte werden auf der sicheren Seite liegend den beiden oberen Bolzen zugewiesen. Die größte Zugkraft in einem der oberen Bolzen ergibt sich dann zu:

$$F_{ax,bolt} = \frac{F_{Z,Ed} \cdot c_x}{2 \cdot z_{H,max}} \quad (\text{A.3.2.1})$$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Anhang 3.5

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

Hierin bedeuten:

$F_{Z,Ed}$  abwärts gerichtete Kraft zur Bodenplatte

$\epsilon_x$  Ausmitte = Abstand der Nagelreihe des Nebenträgers zur Oberfläche des Hauptträgers

$ZH_{max}$  Abstand des obersten Bolzens von der Bodenplatte (Drehpunkt), siehe Bild A.3.5.

Maßgebend sind die beiden oberen Bolzen, die gleichzeitig durch Zug- und Abscherkräfte beansprucht werden. Die Abscherkraft beträgt unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der abwärts gerichteten Kraft  $F_{Z,Ed}$ .

$$F_{Int,bolt} = F_{Z,Ed} / n_{bolt} \quad (A.3.2.2)$$

#### Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Balkenschuhverbindung mit Bolzen

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit des Nebenträgeranschlusses ist der gleiche, der sich für eine Holz-Holz-Verbindung ergibt.

$$F_{Z,Rk} = n_j \cdot F_{v,J,Rk} + 3,24 \cdot t \cdot \sqrt{\ell \cdot (\ell + 30)} \cdot \rho_k \quad (A.3.2.3)$$

Maßgebend sind die beiden oberen Bolzen. Die Beanspruchung auf Abscheren folgt aus Gleichung (A.3.2.2). Die Zugkraft ergibt sich aus Gleichung (A.3.2.3).

Die charakteristische Tragfähigkeit zwischen Bolzen und Balkenschuhblech auf Lochleibung wird mit folgender Gleichung für die größte charakteristische Tragfähigkeit der Balkenschuhverbindung nachgewiesen.

$$F_{bear,Rk} = n_{bolt} \cdot f_{u,k} \cdot d \cdot t \quad (A.3.2.4)$$

Hierin bedeuten:

$n_{bolt}$  Gesamtanzahl der Bolzen in den beiden Laschen

$f_{u,k}$  Charakteristische Zugfestigkeit des Stahlblechs, 330 MPa

$d$  Bolzendurchmesser (mm)

$t$  Blechdicke des Balkenschuhs (mm)

Die charakteristische Tragfähigkeit der Balkenschuhverbindung ist der Kleinstwert aus:

- der Tragfähigkeit des Nebenträgeranschlusses nach Gleichung (A.3.2.3),
- der Tragfähigkeit des durch Lochleibung beanspruchten Stahlblechs nach Gleichung (A.3.2.4),
- der Tragfähigkeit des durch die Kräfte nach den Gleichungen (A.3.2.1) und (A.2.2.2) beanspruchten Bolzens.

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Anhang 3.6

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

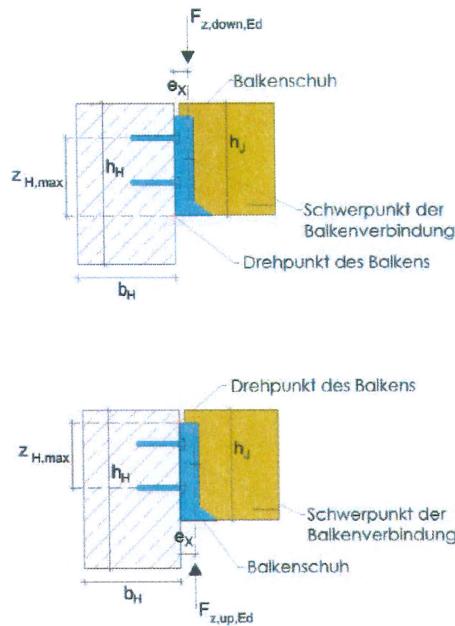


Bild A.3.5: Beanspruchungsrichtung Z: Bezeichnungen und Balkenschuhmaße

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Charakteristische Tragfähigkeit der BB-Balkenschuh Verbindungen mit Nägeln oder Schrauben

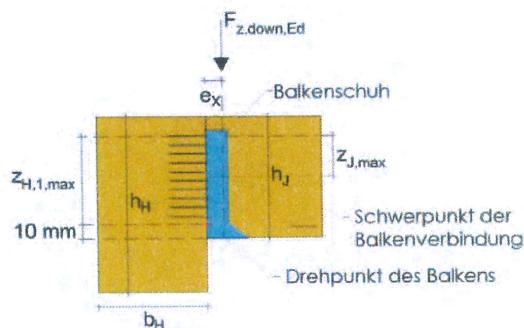
Anhang 3.7

## Anhang 5 Beispielrechnung

### Materialeigenschaften:

Hauptträger  $b_H/h_H = 180/400$ ; Brettschichtholz GL24h  
Nebenträger  $b_J/h_J = 100/160$ ; Brettschichtholz GL24h  
Balkenschuh  $b_{BS}/h_{BS} = 100 \times 140 \times 1,5$  (siehe Anhang 4.1)  
Schraubnägel  $\varnothing 4,0 \text{mm} \times 50 \text{mm}$ ; Vollausnagelung  
 $F_{v,J,Rk} = F_{v,H,Rk} = 1967 \text{N}$ ;  $F_{ox,J,Rk} = F_{ox,H,Rk} = 1038 \text{N}$

### Beanspruchung in Richtung der Bodenplatte



Aufgrund der minimalen Abstände der Nägel muss der Abstand der obersten Nagelreihe bis zur Oberkante des Hauptträgers  $a_{c,c} \geq 5d = 20 \text{mm}$  betragen. Andernfalls müssen die Nägel von der Berechnung ausgeschlossen werden.

### Ermittlung des polaren Trägheitsmoments der Verbindungsmitte des Hauptträgers $I_{p,H,ax}$

Abstände vom Drehpunkt des Balkens zu den Nägeln (äußere Nagelalte)

$$\{z_{H,i,o}\} = \{125; 105; 85; 65; 45\} \text{mm}$$

Abstände vom Drehpunkt des Balkens zu den Nägeln (innere Nagelalte)

$$\{z_{H,i,i}\} = \{115; 95; 75; 55; 35; 15\} \text{mm}$$

$$I_{p,H,ax} = 2 \cdot \sum z_{H,i}^2 = 2 \cdot 72475 = 144950 \text{mm}^2$$

### Ermittlung des Formfaktors $k_{H,1}$

$$k_{H,1} = \frac{I_{p,H,ax}}{e_x \cdot z_{H,max}} = \frac{144950 \text{mm}^2}{28 \text{mm} \cdot 125 \text{mm}} = 41,41$$

Mit  $n_J = 12$ ,  $t = 1,5 \text{mm}$ ,  $l = 70 \text{mm}$ ,  $\rho_k = 385 \text{kg/m}^3$   
und  $n_H = 22$ ,  $k_{H,1} = 41,41$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

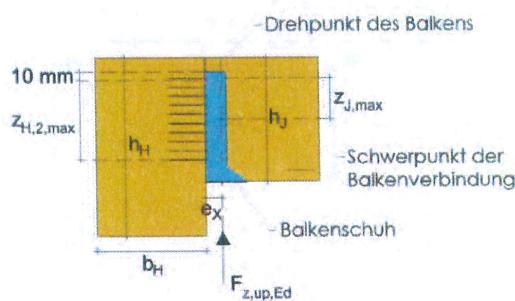
Anhang 5.1

Beispielrechnung

die Tragfähigkeit  $F_{z,Rk}$  kann mit Gleichung (A.3.1.1.1) wie folgt berechnet werden:

$$F_{z,Rk} = \min \left\{ \frac{12 \cdot 1967 + 3,24 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{70 \cdot (70+30)} \cdot 385}{\sqrt{\left( \frac{1}{22 \cdot 1,967} \right)^2 + \left( \frac{1}{41,41 \cdot 1,038} \right)^2}} = \min \left\{ \frac{31,58}{30,49} = 30,49 \text{ kN} \right. \right\}$$

#### Beanspruchung in Richtung weg von der Bodenplatte



Aufgrund der minimalen Abstände der Nägel muss der Abstand der obersten Nagelreihe bis zur Oberkante des Hauptträgers  $a_{4,t} \geq 7d = 28 \text{ mm}$  betragen. Andernfalls müssen die Nägel von der Berechnung ausgeschlossen werden.

#### Ermittlung des polaren Trägheitsmoments der Verbindungsmitte des Hauptträgers $I_{p,H,2,ox}$

Abstände vom Drehpunkt des Balkens zu den Nägeln (äußere Nagelalte)

$$(z_{H,1,o}) = \{15; 35; 55; 75; 95\} \text{ mm}$$

Abstände vom Drehpunkt des Balkens zu den Nägeln (innere Nagelalte)

$$(z_{H,1,i}) = \{25; 45; 65; 85; 105; 125\} \text{ mm}$$

$$I_{p,H,2,ox} = 2 \cdot \sum z_{H,i}^2 = 2 \cdot 59875 = 119750 \text{ mm}^2$$

#### Ermittlung des Formfaktors $k_{H,2}$

$$k_{H,2} = \frac{I_{p,H,2,ox}}{e_x \cdot z_{H,max}} = \frac{119750 \text{ mm}^2}{28 \text{ mm} \cdot 125 \text{ mm}} = 34,21$$

Mit

$$n_J = 12$$

und

$$n_H = 22, k_{H,2} = 34,21$$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

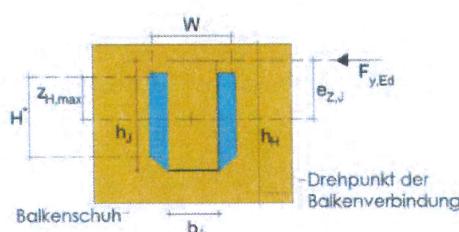
Anhang 5.2

Beispielrechnung

die Tragfähigkeit  $F_{z,Rk}$  kann mit Gleichung (A.3.1.1.2) wie folgt berechnet werden:

$$F_{z,Rk} = \min \left\{ \frac{12 \cdot 1,967}{\sqrt{\left( \frac{1}{22 \cdot 1,967} \right)^2 + \left( \frac{1}{34,21 \cdot 1,038} \right)^2}}, \frac{23,60}{27,45} \right\} = \min \left\{ 23,60, 23,60 \text{ kN} \right\}$$

#### Beanspruchung rechtwinklig zum Balkenschuh



Aufgrund der minimalen Abstände der Nägel muss der Abstand der obersten Nagelreihe bis zur Oberkante des Hauptträgers  $a_{4,c} \geq 5d = 20 \text{ mm}$  betragen. Andernfalls müssen die Nägel von der Berechnung ausgeschlossen werden.

#### Ermittlung des polaren Trägheitsmoments der Verbindungsmitte des Hauptträgers $I_{p,H,v}$

Der Schwerpunkt der Nägel im Hauptträger liegt bei

$$\bar{z}_H = \frac{\sum z_{H,i}}{n_H} = 55,91 \text{ mm} \text{ unter dem oberen Ende des Balkenschuhs}$$

Die Abstände vom Schwerpunkt zu den Nägeln betragen

$$\begin{pmatrix} y_{H,i,s} \\ z_{H,i,s} \end{pmatrix} = \left\{ \begin{array}{l} \pm 62; \pm 62; \pm 62; \pm 62; \pm 62; \pm 62; \pm 80; \pm 80; \pm 80; \pm 80 \\ 40,91; 20,91; 0,91; -19,09; -39,09; -59,09; 50,91; 30,91; 10,91; -9,09; -29,09 \end{array} \right\} \text{ mm}$$

$$\sum y_{H,i,s}^2 = 2 \cdot (6 \cdot 62^2 + 5 \cdot 80^2) = 110128 \text{ mm}^2$$

$$\sum z_{H,i,s}^2 = 2 \cdot (40,91^2 + 20,91^2 + 0,91^2 + (-19,09)^2 + (-39,09)^2 + (-59,09)^2 + 50,91^2 + 30,91^2 + 10,91^2 + (-9,09)^2 + (-29,09)^2) = 24182 \text{ mm}^2$$

$$I_{p,H,v} = \sum (z_{H,i,s}^2 + y_{H,i,s}^2) = 134310 \text{ mm}^2$$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Beispielrechnung

Anhang 5.3

Der Schwerpunkt der Nägel im Nebenträger liegt bei  
 $\bar{z}_J = \frac{\sum z_{J,i}}{n_J} = 60,0 \text{ mm}$  unter dem oberen Ende des Balkenschuhs

Mit

$$n_J = 12, e_x = 28\text{mm}, e_{z,J} = 160-140+60 = 80\text{mm}, b_J = 100\text{mm}$$

und

$$n_H = 22, e_{z,H} = 160-140+55,91 = 75,91 \text{ mm}, H^* = 110 \text{ mm}, W = 160 \text{ mm}$$

die Tragfähigkeit  $F_{Y,Rk}$  kann mit Gleichung (A.3.1.1.3) wie folgt berechnet werden:

$$F_{Y,Rk} = \min \left\{ \frac{12 \cdot 1,967}{\sqrt{\left( \frac{2 \cdot \sqrt{28^2 + 80^2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{1,967}{1,038} \right)^2}}, \frac{1,967}{\sqrt{\left( \frac{1}{22} + \frac{75,91 \cdot 110}{2 \cdot 134310} \right)^2 + \left( \frac{75,91 \cdot 160}{2 \cdot 134310} \right)^2}} \right\} = \min \left\{ 9,28, 22,13 \right\} = 9,28 \text{ kN}$$

BB Balkenschuhe Typ 1, 2, 3 und 4

Anhang 5.4

Beispielrechnung