

H.J. Blaß · Pforzheimer Straße 15b · 76227 Karlsruhe

Hans Brüggemann GmbH & Co. KG
Auf der Heide 8
21514 Büchen
Deutschland

10.10.2018

1397_RAMPA_Hebesystem_2018-10-10.docx

Gutachtliche Stellungnahme

Tragfähigkeit von RAMPA Muffen mit Kugeltragbolzen als Hebesystem

1 Allgemeines

ETA-12/0481 regelt RAMPA Muffen A, B, BL, BV, C, CV, SK, SK330, SKL und SKL330 als Verbindungsmittel für Holzkonstruktionen. Die Firma Hans Brüggemann GmbH & Co. KG möchte RAMPA Muffen außerdem zusammen mit Kugeltragbolzen als Hebesystem für Bauteile aus Brettsperrholz oder Brettschichtholz aus Nadelholz verwenden. Hierzu werden die Muffen in die Schmal- oder Stirnseiten der Bauteile so eingedreht, dass sie rechtwinklig zur Schmal- oder Stirnseite in der Mittelebene der Bauteile oberflächenbündig angeordnet sind. Für diesen Zweck sind Muffen 25x50 mm und 36x108 mm vorgesehen. Diese gutachtliche Stellungnahme beurteilt die Tragfähigkeit der Muffen für drei Beanspruchungsrichtungen:

- Zugbeanspruchung in Achsrichtung der Muffe;
- Abscherbeanspruchung in der Ebene des Bauteils;
- Abscherbeanspruchung rechtwinklig zur Ebene des Bauteils;

Zur Herstellung der Verbindung werden die Muffen in vorgebohrte Löcher des Durchmessers 23 mm für die Muffen 25x50 bzw. 34 mm für die Muffen 36x108 eingedreht.

Als Grundlage zur Beurteilung der Tragfähigkeit liegen Tragfähigkeitsversuche der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine des Karlsruher Instituts für Technologie (Prüfbericht Nr. 186111) vor.

Im Folgenden werden aus den Ergebnissen der Tragfähigkeitsversuche und auf der Grundlage theoretischer Betrachtungen Vorschläge für die rechnerische Bestimmung der Tragfähigkeit der Muffen abgeleitet.

2 Anwendungsbereich

Verbindungen mit RAMPA Muffen sollen zum Transport und der Montage von Bauteilen aus Brettsperrholz oder Brettschichtholz aus Nadelholz angewendet werden. Bei der Verwendung von RAMPA Muffen 25x50 muss die Dicke der Bauteile mindestens 60 mm und die Querschnittsbreite mindestens 300 mm betragen, bei Verwendung von RAMPA Muffen 36x108 betragen die Mindestquerschnittsmaße 120 mm x 400 mm. Die Muffen sind rechtwinklig zur Oberfläche der Schmalseiten oberflächenbündig in die Mittelebene der Bauteile einzudrehen. Der Winkel zwischen Muffenachse und Faserrichtung darf zwischen 0° und 90° betragen.

3 Rechenmodell und Vergleich mit Versuchsergebnissen

3.1 Zugbeanspruchung in Achsrichtung der Muffe

Bei einer Zugbeanspruchung in Achsrichtung wird die Muffe auf Herausziehen beansprucht. Abweichend von den Bedingungen in ETA-12/0481 darf die Mindesteinschraubtiefe bis zu 2 D betragen. Aus diesem Grund sind die Ausziehtragfähigkeiten geringer als nach ETA-12/0481. Für die charakteristische Tragfähigkeit einer Muffe auf Herausziehen ohne die Berücksichtigung eines Schwingbeiwerts wird vorgeschlagen:

$$F_{\text{ax},\varepsilon,\text{RK}} = k_{\text{ax}} \cdot f_{\text{ax},k} \cdot D \cdot l_{\text{ef}} \quad (1)$$

mit:

$F_{\text{ax},\varepsilon,\text{RK}}$ Charakteristische Ausziehtragfähigkeit [N]

$f_{\text{ax},k}$ Charakteristischer Ausziehparameter, $f_{\text{ax},k} = 8 \text{ N/mm}^2$

D Gewindeaußendurchmesser [mm]

l_{ef} Gewindelänge der Muffe im Holzbauteil [mm]

k_{ax} Faktor zur Berücksichtigung des Winkels zwischen Achs- und Faserrichtung, $k_{\text{ax}} = 1,0$ für $45^\circ \leq \varepsilon < 90^\circ$

$$k_{\text{ax}} = 0,6 + \frac{0,4 \cdot \varepsilon}{45^\circ} \quad \text{für } 0^\circ \leq \varepsilon < 45^\circ$$

ε Winkel zwischen Achs- und Faserrichtung

Da die Lasteinwirkungsdauer bei Hebe- oder Montagezuständen nur kurz ist, darf k_{ax} höher angenommen werden als nach ETA-12/0481. Ist der Gewindeaußendurchmesser D größer oder gleich der Lagendicke im Brettsperrholz, in das die Muffe eingedreht ist, oder ist die Muffe in mindestens 2 Lagen eingedreht, sollte der ungünstigere Wert ε in Gleichung (1) berücksichtigt werden. Ist die Lage der Muffen vorab nicht eindeutig definiert, sollte grundsätzlich $k_{\text{ax}} = 0,6$ in Rechnung gestellt werden. Tabelle 1 zeigt den Vergleich zwischen der Tragfähigkeit im Versuch (Prüfbericht 186111) und der charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (1). Berechnet man den Verhältniswert aus Tragfähigkeit im Versuch zur vorgeschlagenen charakteristischen Tragfähigkeit, folgt ein mittlerer Verhältniswert von 1,71 und ein nach EN 14358 auf der Basis einer Lognormalverteilung ermittelter 5%-Quantilwert von 1,01. Der erforderliche charakteristische Verhältniswert von 1,0 wird damit erreicht. Daher führt Gleichung (1) zu einer zutreffenden charakteristischen Tragfä-

higkeit der auf Herausziehen beanspruchten Muffen 25x50 bzw. 36x108 in den Schmalseiten von Brettsperrholz oder BS-Holz.

Tabelle 1: Tragfähigkeit zugbeanspruchter Muffen im Vergleich zur charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (1).

Material	Versuch	D	l_{ef}	ε	ρ	k_{ax}	$f_{ax,k}$	$F_{ax,Rk}$	$F_{Versuch}$	$F_{Versuch}/F_{ax,Rk}$	h	t_M
CLT	I_Z_1	25	50	90	384	1	8,0	10000	15100	1,51	90	30
CLT	I_Z_2	25	50	90	421	1	8,0	10000	14000	1,40	90	30
CLT	I_Z_3	25	50	90	443	1	8,0	10000	15100	1,51	90	30
CLT	II_Z_1	36	108	90	525	1	8,0	31104	39700	1,28	120	40
CLT	II_Z_2	36	108	90	392	1	8,0	31104	32300	1,04	120	40
CLT	II_Z_3	36	108	90	575	1	8,0	31104	40800	1,31	120	40
CLT	III_Z_1	25	50	0	461	0,6	8,0	6000	16700	2,78	100	40
CLT	III_Z_2	25	50	0	461	0,6	8,0	6000	12500	2,08	100	40
CLT	III_Z_3	25	50	0	466	0,6	8,0	6000	13500	2,25	100	40
CLT	IV_Z_1	36	108	0	506	0,6	8,0	18662	23000	1,23	120	40
CLT	IV_Z_2	36	108	0	419	0,6	8,0	18662	33000	1,77	120	40
CLT	IV_Z_3	36	108	0	418	0,6	8,0	18662	41800	2,24	120	40
CLT	V_Z_1	25	50	0	444	0,6	8,0	6000	10700	1,78	60	20
CLT	V_Z_2	25	50	0	367	0,6	8,0	6000	11300	1,88	60	20
CLT	V_Z_3	25	50	0	412	0,6	8,0	6000	10500	1,75	60	20
CLT	VI_Z_1	25	50	0	375	0,6	8,0	6000	11100	1,85	60	20
CLT	VI_Z_2	25	50	0	396	0,6	8,0	6000	10300	1,72	60	20
CLT	VI_Z_3	25	50	0	403	0,6	8,0	6000	10200	1,70	60	20
BSH	VII_Z_1	25	50	0	407	0,6	8,0	6000	10800	1,80	60	60
BSH	VII_Z_2	25	50	0	386	0,6	8,0	6000	15300	2,55	60	60
BSH	VII_Z_3	25	50	0	484	0,6	8,0	6000	12000	2,00	60	60
BSH	VIII_Z_1	36	108	0	460	0,6	8,0	18662	19500	1,04	120	120
BSH	VIII_Z_2	36	108	0	437	0,6	8,0	18662	22600	1,21	120	120
BSH	VIII_Z_3	36	108	0	435	0,6	8,0	18662	26900	1,44	120	120

h ist die Bauteildicke und t_M die Lagendicke

3.2 Abscherbeanspruchung in Bauteilebene

Beobachtungen während der Versuche zeigen, dass die Muffe ähnlich wie ein einschneitig beanspruchtes stiftförmiges Verbindungsmittel in Stahlblech-Holz-Verbindungen mit dünnen Stahlblechen versagt, wobei kein Fließgelenk in der Muffe beobachtet wurde. Für eine Abscherkraft, die direkt an der Oberfläche des Bauteils angreift, ließe sich die Tragfähigkeit daher nach Gleichung 8.9 (a) des Eurocode 5 berechnen. Das Gelenk der verwendeten Kugeltragbolzen weist allerdings einen Abstand l_3 zur Holzoberfläche auf, der für Muffen 25x50 $l_3 = 31$ mm und für Muffen 36x108 $l_3 = 36,5$ mm beträgt.

Dieser Abstand entspricht einer Zwischenschicht aus Luft und lässt sich z.B. nach Blaß, H.J. und Laskewitz, B. (2003); Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz 105: Heft 1 S. 26-35 und Heft 2 S. 30-34 berücksichtigen. Wird l_3 als t_{gap} bezeichnet, beträgt die Tragfähigkeit einer Muffe auf Abscheren:

$$F_{v,Rk} = f_{h,k} \cdot D \cdot t_{ef} \quad (2)$$

mit

$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot D) \rho_k}{\max\{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha; 2,5 \cdot \cos^2 \varepsilon + \sin^2 \varepsilon\}} \quad (3)$$

$$t_{ef} = \sqrt{4 \cdot t_{gap}^2 + 4 \cdot t_{gap} \cdot l_{ef} + 2 \cdot l_{ef}^2} - 2 \cdot t_{gap} - l_{ef} \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

- $F_{v,Rk}$ Charakteristische Tragfähigkeit einer Muffe auf Abscheren in N
- $f_{h,k}$ Charakteristische Lochleibungsfestigkeit in N/mm²
- D Gewindeaußendurchmesser [mm]
- ρ_k Charakteristische Rohdichte der Lagen des CLT oder des BS-Holzes in kg/m³
- α Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung
- ε Winkel zwischen Muffenachse und Faserrichtung
- k_{90} Beiwert zur Berücksichtigung des Winkels α ,
 $k_{90} = 1,725$ für Muffen 25x50, $k_{90} = 1,89$ für Muffen 36x108
- t_{ef} wirksame Anschlusstiefe in mm,
 $t_{ef} = 10,7$ mm für Muffen 25x50, $t_{ef} = 29,8$ mm für Muffen 36x108
- l_{ef} Gewindelänge der Muffe im Holzbauteil [mm]
- t_{gap} Maß l_3 der Kugeltragbolzen;
 $l_3 = t_{gap} = 31$ mm für Muffen 25x50, $l_3 = t_{gap} = 36,5$ mm für Muffen 36x108

Tabelle 2 zeigt den Vergleich zwischen der Tragfähigkeit im Versuch nach Prüfbericht 186111 und der charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (2).

Tabelle 2: Tragfähigkeit abscherbeanspruchter Muffen im Vergleich zur charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (2).

Material/ Prüfkörper	D	t	t _{gap}	α	ε	ρ_k	k_{90}	$f_{h,k}$	$F_{v,Rk}$	F_{test}	$F_{test}/F_{v,Rk}$	h
CLT I_X_1	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	6230	1,09	90
CLT I_X_2	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	10700	1,87	90
CLT I_X_3	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	8940	1,56	90
CLT II_X_1	36	108	36,5	0	90	350	1,89	18,4	19687	28800	1,46	120
CLT II_X_2	36	108	36,5	0	90	350	1,89	18,4	19687	28400	1,44	120
CLT II_X_3	36	108	36,5	0	90	350	1,89	18,4	19687	29000	1,47	120
CLT III_X_1	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	5080	2,22	100
CLT III_X_2	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	5170	2,25	100
CLT III_X_3	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	4840	2,11	100
CLT IV_X_1	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	14900	1,89	120
CLT IV_X_2	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	13200	1,68	120
CLT IV_X_3	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	13100	1,66	120
CLT V_X_1	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	7040	1,23	60
CLT V_X_2	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	6390	1,11	60
CLT V_X_3	25	50	31	0	90	350	1,725	21,5	5733	6500	1,13	60
CLT VI_X_1	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	3870	1,69	60
CLT VI_X_2	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	5270	2,30	60
CLT VI_X_3	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	3700	1,61	60

3.3 Abscherbeanspruchung rechtwinklig zur Bauteilebene

Beobachtungen während der Versuche zeigen, dass die Muffe ähnlich wie bei einer Abscherbeanspruchung in der Ebene des Bauteils versagt. Bei Versuchsreihe VI_Y spaltete das Brettsperrholzbauteil infolge Querzugbeanspruchung auf. Daher ist bei einer Beanspruchung rechtwinklig zur Ebene des Bauteils zusätzlich zu Gleichung (2) das Querzugversagen im Nachweis zu berücksichtigen. Da Querzugversagen nur in einer Prüfreihe beobachtet wurde, muss dieser Nachweis nur bei ungünstigen Randbedingungen geführt werden:

- Brettsperrholzbauteile mit Muffendurchmesser/Plattendicke $D/h > 0,4$
- Faserrichtung der Decklagen rechtwinklig zur Muffenachse

Die maßgebenden Gleichungen für Queranschlüsse lauten:

$$F_{90,Rk} = \left(6,5 + \frac{18 \cdot h_e^2}{h^2} \right) \cdot (t_{ef} \cdot h)^{0,8} \cdot f_{t,90,k} \quad (5)$$

Hierin bedeuten:

$F_{90,Rk}$ Charakteristische Tragfähigkeit einer Muffe auf Abscheren in N

h_e Abstand der Muffenachse von der Bauteiloberfläche in mm

h Bauteildicke in mm

$h_e/h = 0,5$ bei mittlerer Muffenanordnung

t_{ef} wirksame Anslusstiefe in mm nach Gleichung (4),

$t_{ef} = 10,7$ mm für Muffen 25x50, $t_{ef} = 29,8$ mm für Muffen 36x108

$f_{t,90,k}$ Charakteristischer Wert der Querzugfestigkeit, $f_{t,90,k} = 0,5$ N/mm²

Mit $h_e/h = 0,5$ und $f_{t,90,k} = 0,5$ N/mm² wird damit

$$F_{90,Rk} = 11 \cdot (t_{ef} \cdot h)^{0,8} \cdot f_{t,90,k} \quad (6)$$

Tabelle 3 zeigt den Vergleich zwischen der Tragfähigkeit im Versuch nach Prüfbericht 186111 und der kleineren charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (2) und Gleichung (5). Wegen der Randbedingung „Brettsperrholzbauteile mit Muffendurchmesser/Plattendicke $D/h > 0,4$ und Faserrichtung der Decklagen rechtwinklig zur Muffenachse“ ist Gleichung (5) nur für die Versuchsreihe CLT VI_Y anzuwenden. Die charakteristischen Tragfähigkeiten der übrigen Versuchsreihen Y wurden ausschließlich nach Gleichung (2) bestimmt.

Die Tabellen 2 und 3 zeigen, dass das vorgeschlagene Rechenmodell die unterschiedlichen Versuchskonfigurationen zutreffend abbildet. Wertet man die Verhältniswerte $F_{test}/F_{v,Rk}$ zusammen nach EN 14358 aus, folgt ein auf der Basis einer Lognormalverteilung bestimmter charakteristischer Verhältniswert von 1,01, der sehr gut mit dem Zielwert von 1,0 übereinstimmt. Die berechneten Verhältniswerte betragen zwischen 0,95 und 2,30 bei einem Mittelwert von 1,54.

Tabelle 3: Tragfähigkeit abscherbeanspruchter Muffen im Vergleich zur charakteristischen Tragfähigkeit nach Gleichung (2).

Material/ Prüfkörper	D	t	t _{gap}	α	ε	ρ _k	k ₉₀	f _{h,k}	F _{v,Rk}	F _{test}	F _{test} / F _{v,Rk}	h
CLT I_Y_1	25	50	31	90	90	350	1,725	12,5	3324	5190	1,56	90
CLT I_Y_2	25	50	31	90	90	350	1,725	12,5	3324	6640	2,00	90
CLT I_Y_3	25	50	31	90	90	350	1,725	12,5	3324	5340	1,61	90
CLT II_Y_1	36	108	36,5	90	90	350	1,89	9,7	10416	12600	1,21	120
CLT II_Y_2	36	108	36,5	90	90	350	1,89	9,7	10416	12500	1,20	120
CLT II_Y_3	36	108	36,5	90	90	350	1,89	9,7	10416	9890	0,95	120
CLT III_Y_1	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	4180	1,82	100
CLT III_Y_2	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	4840	2,11	100
CLT III_Y_3	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	3470	1,51	100
CLT IV_Y_1	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	11700	1,49	120
CLT IV_Y_2	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	10800	1,37	120
CLT IV_Y_3	36	108	36,5	90	0	350	1	7,3	7875	8050	1,02	120
CLT V_Y_1	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	3110	1,36	60
CLT V_Y_2	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	2870	1,25	60
CLT V_Y_3	25	50	31	90	0	350	1	8,6	2293	3330	1,45	60
CLT VI_Y_1	25	50	31	90	0	350	1	8,6	966	1480	1,53	60
CLT VI_Y_2	25	50	31	90	0	350	1	8,6	966	1750	1,81	60
CLT VI_Y_3	25	50	31	90	0	350	1	8,6	966	1620	1,68	60
BSH VII_Y_1	25	50	31	90	0	385	1	9,5	2523	3350	1,33	60
BSH VII_Y_2	25	50	31	90	0	385	1	9,5	2523	3820	1,51	60
BSH VII_Y_3	25	50	31	90	0	385	1	9,5	2523	3300	1,31	60
BSH VIII_Y_1	36	108	36,5	90	0	385	1	8,1	8662	11400	1,32	120
BSH VIII_Y_2	36	108	36,5	90	0	385	1	8,1	8662	12500	1,44	120
BSH VIII_Y_3	36	108	36,5	90	0	385	1	8,1	8662	9920	1,15	120

4 Kombinierte Beanspruchung

Treten Zugbeanspruchungen in Richtung der Muffenachse sowie Abscherbeanspruchungen in und rechtwinklig zur Bauteilebene gleichzeitig auf, sollte folgende quadratische Interaktionsbedingung eingehalten werden:

$$\left(\frac{F_{x,Ed}}{F_{x,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{y,Ed}}{F_{y,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{z,Ed}}{F_{z,Rd}}\right)^2 \leq 1 \quad (7)$$

Hierin bedeuten:

F_{x,Ed} Bemessungswert der Abscherbeanspruchung in Bauteilebene in N einschließlich Schwingbeiwert

F_{y,Ed} Bemessungswert der Abscherbeanspruchung rechtwinklig zur Bauteilebene in N einschließlich Schwingbeiwert

F_{z,Ed} Bemessungswert der Zugbeanspruchung in Achsrichtung der Muffe in N einschließlich Schwingbeiwert

- $F_{x,Rd}$ Bemessungswert der Abschertragfähigkeit in Bauteilebene nach Gleichung (2) in N
- $F_{y,Rd}$ Bemessungswert der Abschertragfähigkeit rechtwinklig zur Bauteilebene nach Gleichung (2) in N erforderlichenfalls unter Berücksichtigung von Gleichung (5)
- $F_{z,Rd}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit in Achsrichtung der Muffe in N

Die Bemessungswerte der Beanspruchung sollten aus dem Eigengewicht der Bauteile multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_G nach EN 1990 und einem Schwingbeiwert von mindestens 2,0 bestimmt werden.

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sollten nach den Gleichungen (1), (2) und (5) mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_M nach EN 1995-1-1 bestimmt werden. Der Beiwert k_{mod} darf dabei zu 1,0 angenommen werden.

5 Zusammenfassung

Die Firma Hans Brüggemann GmbH & Co. KG möchte RAMPA Muffen zusammen mit Kugeltragbolzen als Hebesystem für Bauteile aus Brettsperrholz oder Brettschichtholz aus Nadelholz verwenden. Hierzu werden die Muffen mittig in die Schmal- oder Stirnseiten der Bauteile so eingedreht, dass sie rechtwinklig zur Schmal- oder Stirnseite der Bauteile oberflächenbündig angeordnet sind.

In dieser gutachtlichen Stellungnahme wurden aus den Ergebnissen von Tragfähigkeitsversuchen der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine des Karlsruher Instituts für Technologie (Prüfbericht Nr. 186111) Vorschläge für die Dimensionierung des Hebesystems aus RAMPA Muffen und zugehörigen Kugeltragbolzen abgeleitet.

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit gelten innerhalb der folgenden Randbedingungen:

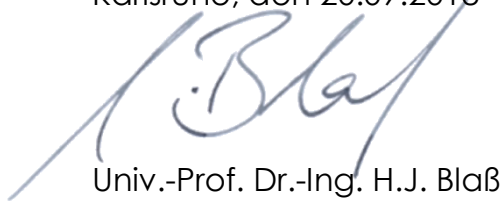
- Dicke der Bauteile aus Brettsperrholz oder BS-Holz mindestens 60 mm für Muffen 25x50 und mindestens 120 mm für Muffen 36x108,
- Breite der Bauteile aus Brettsperrholz oder BS-Holz mindestens 300 mm für Muffen 25x50 und mindestens 400 mm für Muffen 36x108,
- Randabstand der RAMPA Muffen mindestens 150 mm für Muffen 25x50 und mindestens 200 mm für Muffen 36x108,
- Verhältnis Gewindeaußendurchmesser zu Bauteildicke höchstens 0,45,
- Die Muffen sind auf voller Länge mittig in die Schmalseiten der Bauteile einzudrehen,
- Bestimmung der charakteristischen Zugtragfähigkeit in Achsrichtung der Muffe nach Gleichung (1),
- Bestimmung der charakteristischen Abschertragfähigkeit rechtwinklig zur Achsrichtung der Muffe nach Gleichung (2),
- Bestimmung der charakteristischen Abschertragfähigkeit rechtwinklig zur Achsrichtung der Muffe und rechtwinklig zur Bauteilebene nach Gleichung

(6) nur für Brettsperrholzbauteile mit Muffendurchmesser/Plattendicke $D/h > 0,4$ und Faserrichtung der Decklagen rechtwinklig zur Muffenachse,

- Anwendung eines Schwingbeiwerts von mindestens 2,0,
- Anwendung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_G nach Eurocode 0 und γ_M nach Eurocode 5,
- Anwendung eines Modifikationsbeiwerts $k_{mod} = 1,0$.

Bei Einhaltung der genannten Bedingungen bestehen gegen eine Verwendung des Hebesystems aus RAMPA Muffen und zugehörigen Kugeltragbolzen nach meiner Überzeugung keine Bedenken.

Karlsruhe, den 20.09.2018



Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.J. Blaß