



Anwenderstatik/ *user manual*

**Objekt/
subject** Traversensystem HOFKon 290-4 HD
truss system HOFKon 290-4 HD

**Hersteller/
supplier** HOF – Alutec GmbH
Brookstraße 8
49497 Mettingen
Germany

**Aufsteller/
structural
engineer** Dipl.- Ing. T. Brandt
Brookstr. 8
49497 Mettingen
Germany
Tel. +49 5452/ 935082 Fax. - / 935083

**Aufgestellt/
Created in** Mettingen Februar 2016
Mettingen, February 2016

Statik-Baukonstruktion
Dipl. Ing. Thomas Brandt
Brookstr. 8 49497 Mettingen
Tel. 05452/935082 Fax 935083



Der Nachweis umfasst die Seiten 1-12
The structural report includes 12 pages

Auftrags-Nr. 14347 V6
job number 14347 V6



Inhaltsverzeichnis/ table of content

Inhaltsverzeichnis/ *table of content* 2

1. Vorbemerkungen/ *preliminary remark* 3

2. Berechnungsgrundlagen/ *calculation basis* 3

3. Baustoffe/ *materials* 4

4. Belastungsannahmen/ *load assumptions* 4

5. Traversengeometrie/ *geometry of truss* 7

6. Querschnittswerte/ *cross sections* 7

7. zulässige Belastbarkeiten einer Traversenstrecke aus mind. zwei Elementen/ *permissible internal forces of a truss consisting of at least two pieces* 8

Anhang: HOFKon 290-4 HD Belastungstabellen
Annex: HOFKon 290-4 HD permissible loads



1. Vorbemerkungen/ preliminary remark

Gegenstand der vorliegenden statischen Berechnung ist ein 4-gurtiger Fachwerkträger (Traverse) aus Aluminium-Rundrohren. Dieser soll vorwiegend als Lastaufnahmemittel für Licht- und Tontechnik, als tragendes Konstruktionselement für Bühnenüberdachungen oder ähnlichen Anwendungszwecken eingesetzt werden. Standardgemäß werden die Traversen in 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, 350 cm, 400 cm, 450 cm und 500 cm langen Stücken gefertigt. Grundsätzlich können auch längere oder kürzere Elemente gefertigt und eingesetzt werden, sofern die Neigung der Diagonalen nicht flacher als 45° ausgeführt wird. Die einzelnen Traversenstücke können über sog. Gabelverbinder zu größeren Längen miteinander verbunden werden.

This structural report is for a four-chord lattice structure (truss), made of aluminium tubes. It is mainly used as a load-bearing device for lighting and sound equipment, as a main component of stage roofs or comparable applications. Standard pieces have a length of 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, 350 cm, 400 cm, 450 cm and 500 cm. It is possible to produce individual lengths provided that the angle of the braces is not smaller than 45°. Several pieces of truss can be connected to one beam by so called fork connectors.

2. Berechnungsgrundlagen/ calculation basis

[1]

DIN EN 1993-1-1: 2010-12

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
Eurocode 3: Design of steel structures
Part1-1: General rules and rules for buildings

[2]

DIN EN 1999-1-1: 2014-03 + NA

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
Teil1-1: Allgemeine Bemessungsregeln;
Eurocode 9: Design of aluminium structures
Part1-1: General structural rules

[3]

DIN EN 1999-1-1/NA: 2010-12

Nationaler Anhang
National festgelegte Parameter
Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
Teil1-1: Allgemeine Bemessungsregeln;
National Annex Germany
Nationally determined parameters
Eurocode 9: Design of aluminium structures
Part1-1: General structural rules

[4]

DIN EN 13814:2004

Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks
Fairground and amusement park machinery and structures Safety



[5]

DIN EN 1991-1-1 : 2002 +AC 2009
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
*Eurocode 1: Actions on structures –
Part 1-1: General actions –
Densities, self-weight, imposed loads for buildings;
German version EN 1991-1-1:2002 + AC:2009*

[6]

DIN EN 1990: 2002 +A1 2005 + A1:2005/AC:2010
Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
*Eurocode: Basis of structural design;
German version EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010*

[7]

DIN EN 1990/NA:2010-12
Nationaler Anhang
Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
*National Annex –
Nationally determined parameters –
Eurocode: Basis of structural design*

3. Baustoffe/ materials

Gurtrohre, Diagonalrohre und Einschweißhülsen/ <i>tubes, bracings, welding connectors</i>	EN AW-6082 T6
konische Bolzen/ <i>trusspins</i>	42CrMoS4
Traversenkeilverbinder/ <i>conical connectors</i>	EN AW-2017 A T4

4. Belastungsannahmen/ load assumptions

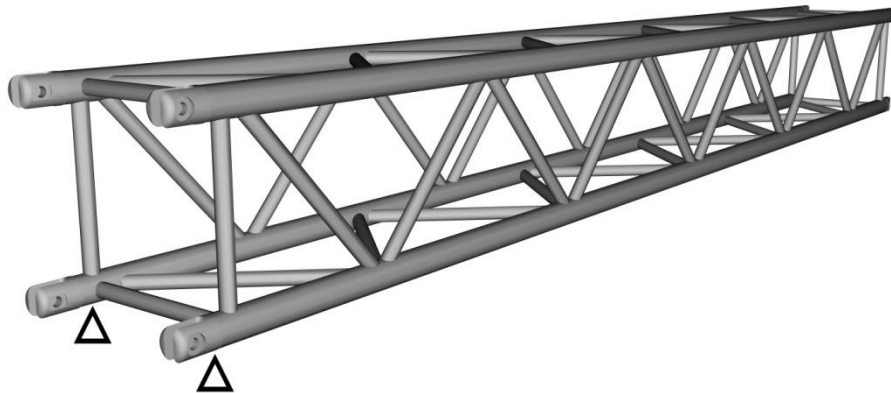
Lage des Trägers/ *position of truss:*

Waagrecht, Diagonalsbild in den Seiten
horizontal, diagonals in the sides

Auflagersituation/ *position of supports:*

Beide Obergurte oder beide Untergurte an den Enden der Träger dienen als Auflager - niemals ein Gurt alleine.

Both top or bottom main tubes serve as supports - never only one main tube.



Eigengewicht/ *dead weight:*

ca. 9 kg/m (je nach Elementlänge)/ *about 9 kg/m (depending on the length of element)*

Für die Anwender ist darauf zu achten, dass große Stützweiten auch mit angemessenen Segmentlängen zu überspannen sind und nicht viele kurze Segmente hintereinander eingesetzt werden.

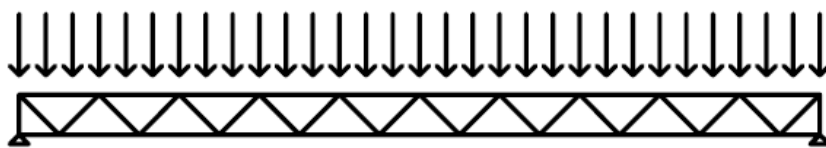
The user has to take care of reasonable segment lengths, ie. not to combine many short segments to a very long beam.

Einleitung der Lasten/ *load introduction:*

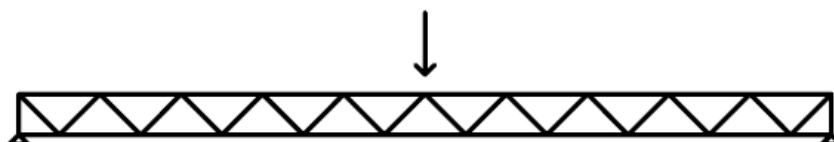
Die Lasteinleitung darf nur an den Stellen erfolgen in denen seitliche Diagonalen enden - nicht an Knoten in denen nur horizontale Stäbe enden und nie am freien Gurt.

The introduction of loads is only allowed at those nodes where lateral diagonals end – never at nodes that connect only horizontal tubes and never at bare tubes.

Betrachtung unterschiedlicher Lastfälle/ *different load types:*

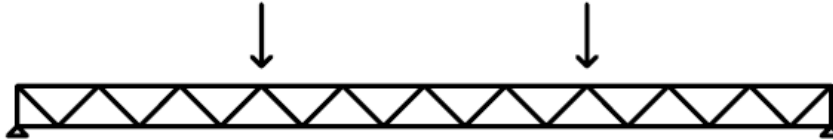


LF1: Gleichstreckenlast/ *uniformly divided load (UDL)*



LF 2: Einzellast in Trägermitte, symmetrisch angeordnet in den mittleren Knoten des Untergurtes oder des Obergurtes.

Centric point load, symmetric on bottom or top tubes in the intersections of diagonal braces with the main tubes.



LF 3: Einzellast in den Drittelpunkten, symmetrisch angeordnet in den Knoten der Unter- oder Obergurte.
Point loads in the third-points, symmetric on bottom or top tubes in the intersections of diagonal braces with the main tubes.

Windlasten/ *wind loads:*

Es wurden keine Windlasten berücksichtigt, da unbekannt ist, welche Windangriffsflächen die angehängten Lasten bieten. Unter Windeinfluss sind die zulässigen Lasten zu reduzieren.

The working surface of the attached equipment is unknown. Therefore this calculation is made without wind loads. With exposure to wind the permissible loads have to be reduced.

Dynamische Lasten/ *dynamic loads:*

Alle Berechnungen beziehen sich auf statische Lastfälle, ohne jeden dynamischen Einfluss.

All calculations are made for static loads without dynamic influences.

Berücksichtigung von DIN EN 1990/NA und DIN EN 13814 /
consideration of DIN EN 1990/NA and DIN EN 13814

Für fliegende Bauten ist es in der DIN EN 13814, im Vergleich zur DIN EN 1991, erlaubt kleinere Sicherheitsbeiwerte für die Einwirkungsseite zur Berechnung heran zu ziehen. Um eine möglichst wirtschaftliche Dimensionierung vorzunehmen, sind in Tabelle 1 und 2 charakteristische Werte unter Anwendung der DIN EN 1991 und in Tabelle 3 und 4 charakteristische Werte unter Anwendung der DIN EN 13814 angegeben.

Im Zweifel sollten immer die Werte aus den ersten beiden Tabellen entnommen werden.

*For temporary structures, it is allowed to use different safety coefficients. For an economic design tab. 3 and 4 can be used, but for **temporary structures only**. In **all other cases and in doubt**, use tab. 1 and 2.*

Betrachtung der Stabilität/ *Consideration of the stability.*

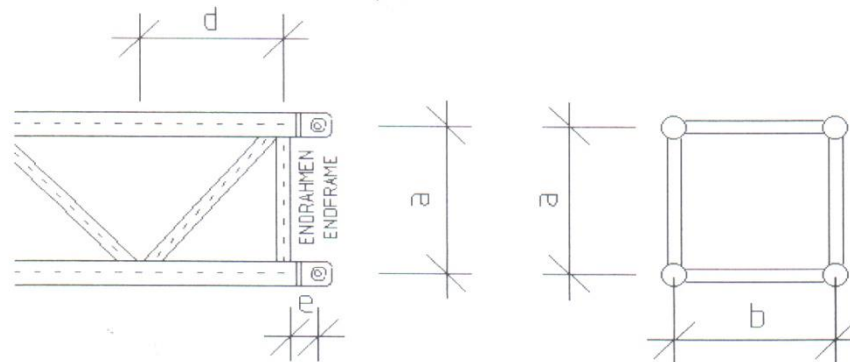
Eine Betrachtung der Stabilität ist ohne Kenntnis des Gesamtsystems nur teilweise möglich. Im Besonderen bei Verwendung der Traversen als Stützen bzw. Tower ist eine gesonderte Betrachtung notwendig.

A consideration of stability is only partially possible. Especially if you use trusses as pillars or towers an analysis by a structural engineer becomes necessary.



5. Traversengeometrie/ geometry of truss

Alle Maße beziehen sich auf die Systemlinien der Bauteile
All measurements refer to the axis of the components



Höhe/ height

$$a = 239 \text{ mm oder } 239?$$

Breite/ width

$$b = 239 \text{ mm oder } 239?$$

Abstand der Diagonalen/ distance between diagonals

$$d = \text{max. } 550 \text{ mm}$$

Winkel der Diagonalen/angle of diagonals

$$\alpha = \text{min. } 45^\circ \text{ (i. d. R)}$$

Exzentrizität/ eccentricity

$$e = 50,00 \text{ mm}$$

Der Diagonalwinkel darf für andere Streckenlängen nicht kleiner gewählt werden.

It's not allowed to choose smaller angles for diverging truss lengths.

6. Querschnittswerte/ cross sections

	d	t	A	W	I	QKL
	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	
Gurtrohre / tube	48,0	3,0	421,0	$4.493 * 10^3$	$107,8 * 10^3$	1
Allen anderen Querschnitte / <i>all other cross sections</i>	20,0	2,0	113,0	463,7	$4,64 * 10^3$	1
Gesamtquerschnitt <i>cross section total</i>			1.696		$24.657 * 10^6$	1



**7. zulässige Belastbarkeiten einer Traversenstrecke aus mind. zwei Elementen/
permissible internal forces of a truss consisting of at least two pieces**

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch eine **Normalkraft in den Gurtrohren** (Bemessungswert) ohne Betrachtung der Stabilität

Permissible normal force in the main tube (single tube)

$$N_{Rd,tube} = 42,21 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch eine **Normalkraft auf die Gesamttraverse** (Bemessungswert) ohne Betrachtung der Stabilität.

Permissible normal force in the main tube (whole truss)

$$N_{Rd} = 4 * 42,21 = 168 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch eine **Querkraft auf die Gesamttraverse** (Bemessungswert)

Permissible shear force

$$V_{Rd} = 12,84 * \sin(45) * 2 = 18,16 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch ein **Moment auf die Gesamttraverse** (Bemessungswert) ohne Vergleich

Permissible bending moment

$$M_{Rd} = 2 * 0,239 * 42,21 = 20,18 \text{ kN/m}$$



Tab.1: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf L/150
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13814 - Fliegende Bauten**
Permissible loads limited by deflection of l / 150
based on DIN EN 13814 - Fairground

span	span	central single load					single load in the third points					distributed load total						
		kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	2727,5	6013,2			3,4	1363,8	3006,6			4,3	2727,5	6013,2	1363,8	916,4			4,3
3	9,8	2020,7	4454,8			7,7	1360,0	2998,3			9,8	2720,1	5996,7	906,7	609,3			9,6
4	13,1	1509,0	3326,7			13,7	1131,7	2495,0			17,4	2712,6	5980,2	678,1	455,7			17,1
5	16,4	1200,4	2646,5			21,4	900,3	1984,9			27,2	2411,1	5315,5	482,2	324,0			26,7
6	19,7	993,5	2190,3			30,9	745,1	1642,7			39,2	1995,5	4399,4	332,6	223,5			38,6
7	23,0	844,6	1862,1			42,3			549,7	1211,9	46,7	1498,4	3303,5			214,1	143,8	46,7
8	26,2			701,9	1547,4	53,3			412,0	908,3	53,3	1123,0	2475,8			140,4	94,3	53,3
9	29,5			539,2	1188,8	60,0			316,5	697,8	60,0	862,7	1902,0			95,9	64,4	60,0
10	32,8			421,2	928,6	66,7			247,2	545,1	66,7	674,0	1485,8			67,4	45,3	66,7
11	36,1			332,4	732,9	73,3			195,1	430,2	73,3	531,9	1172,6			48,4	32,5	73,3
12	39,4			263,5	581,0	80,0			154,7	341,0	80,0	421,6	929,6			35,1	23,6	80,0
13	42,7			208,6	460,0	86,7			122,5	270,0	86,7	333,8	735,9			25,7	17,3	86,7
14	45,9			163,9	361,3	93,3			96,2	212,1	93,3	262,2	578,1			18,7	12,6	93,3
15	49,2			126,7	279,3	100,0			74,4	163,9	100,0	202,7	446,9			13,5	9,1	100,0
16	52,5			95,2	209,9	106,7			55,9	123,2	106,7	152,3	335,8			9,5	6,4	106,7

Sofern Einzellasten in unmittelbarer Nähe der Traversenverbinder eingebracht werden, sind die hier angegebenen Werte um mind. 10% abzumindern um die internen Momente im Fachwerk zu berücksichtigen./ If single loads are placed in immediate vicinity to the connectors the declared values must be reduced about 10% to consider internal moments in the framework.

Das Eigengewicht der Traversen ist bereits berücksichtigt./ The dead weight of the truss is already included.

- -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
- begrenzt durch die Querkraft
 begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit
 begrenzt durch die Durchbiegung l/150
 begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Überschreitung der Durchbiegung von l/150
 limited by shear force
 limited by ultimate limit state
 limited by deflection of l/150
 limited by ultimate limit state while exceeding a deflection of l/150



**Tab. 2: Zulässige Belastungen ohne Durchbiegungsbeschränkung
unter Berücksichtigung der DIN EN 13814 - Fliegende Bauten**
*Permissible loads without deflection limits
based on DIN EN 13814 – Fairground*

span	span	central single load			single load in the third points			distributed load total				
		kg	lbs	mm	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	2727,5	6013,2	3,4	1363,8	3006,6	4,3	2727,5	6013,2	1363,8	916,4	4,3
3	9,8	2020,7	4454,8	7,7	1360,0	2998,3	9,8	2720,1	5996,7	906,7	609,3	9,6
4	13,1	1509,0	3326,7	13,7	1131,7	2495,0	17,4	2712,6	5980,2	678,1	455,7	17,1
5	16,4	1200,4	2646,5	21,4	900,3	1984,9	27,2	2411,1	5315,5	482,2	324,0	26,7
6	19,7	993,5	2190,3	30,9	745,1	1642,7	39,2	1995,5	4399,4	332,6	223,5	38,6
7	23,0	844,6	1862,1	42,3	633,5	1396,6	53,5	1696,6	3740,3	242,4	162,9	52,6
8	26,2	732,1	1613,9	55,5	549,0	1210,4	70,0	1470,5	3241,9	183,8	123,5	68,8
9	29,5	643,7	1419,0	70,6	482,7	1064,3	88,8	1293,0	2850,5	143,7	96,5	87,3
10	32,8	572,2	1261,5	87,7	429,1	946,1	109,8	1149,5	2534,2	114,9	77,2	108,1
11	36,1	513,0	1131,0	106,8	384,8	848,3	133,2	1030,7	2272,3	93,7	63,0	131,1
12	39,4	463,1	1021,0	128,0	347,3	765,8	159,0	930,5	2051,4	77,5	52,1	156,6
13	42,7	420,3	926,6	151,4	315,2	695,0	187,2	844,5	1861,9	65,0	43,7	184,4
14	45,9	383,1	844,5	177,1	287,3	633,4	217,8	769,8	1697,1	55,0	36,9	214,6
15	49,2	350,3	772,3	205,1	262,7	579,2	250,9	704,0	1552,1	46,9	31,5	247,3
16	52,5	321,2	708,1	235,6	240,9	531,1	286,5	645,5	1423,2	40,3	27,1	282,6

Sofern Einzellasten in unmittelbarer Nähe der Traversenverbinder eingebracht werden, sind die hier angegebenen Werte um mind. 10% abzumindern um die internen Momente im Fachwerk zu berücksichtigen./ *If single loads are placed in immediate vicinity to the connectors the declared values must be reduced about 10% to consider internal moments in the framework.*

Das Eigengewicht der Traversen ist bereits berücksichtigt./ *The dead weight of the truss is already included.*

- begrenzt durch die Querkraft
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit
- begrenzt durch die Durchbiegung l/150
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Überschreitung der Durchbiegung von l/150
- limited by shear force
- limited by ultimate limit state
- limited by deflection of l/150
- limited by ultimate limit state while exceeding a deflection of l/150



Tab.3: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf $l/150$
unter Berücksichtigung der **DIN EN 1990 - Grundlagen der Tragwerksplanung**
Permissible loads limited by deflection of $l/150$
based on DIN EN 1990 - Basis of structural design

Spannweite	span	central single load					single load in the third points					distributed load total						
		kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	2451,7	5405,1			3,1	1225,9	2702,6			2,3	2451,7	5405,1	1225,9	823,7			1,7
3	9,8	1816,3	4004,3			6,9	1221,7	2693,5			8,8	2443,5	5386,9	814,5	547,3			5,8
4	13,1	1355,0	2987,3			12,3	1016,3	2240,5			15,6	2435,2	5368,7	608,8	409,1			15,3
5	16,4	1076,6	2373,4			19,2	807,4	1780,1			24,5	2162,3	4767,1	432,5	290,6			24,0
6	19,7	889,6	1961,2			27,8	667,2	1470,9			35,2	1786,8	3939,2	297,8	200,1			34,6
7	23,0	754,8	1664,1			38,0			549,7	1211,9	46,7	1498,4	3303,5			214,1	143,8	46,7
8	26,2	652,7	1439,0			49,8			412,0	908,3	53,3	1123,0	2475,8			140,4	94,3	53,3
9	29,5			539,2	1188,8	60,0			316,5	697,8	60,0	862,7	1902,0			95,9	64,4	60,0
10	32,8			421,2	928,6	66,7			247,2	545,1	66,7	674,0	1485,8			67,4	45,3	66,7
11	36,1			332,4	732,9	73,3			195,1	430,2	73,3	531,9	1172,6			48,4	32,5	73,3
12	39,4			263,5	581,0	80,0			154,7	341,0	80,0	421,6	929,6			35,1	23,6	80,0
13	42,7			208,6	460,0	86,7			122,5	270,0	86,7	333,8	735,9			25,7	17,3	86,7
14	45,9			163,9	361,3	93,3			96,2	212,1	93,3	262,2	578,1			18,7	12,6	93,3
15	49,2			126,7	279,3	100,0			74,4	163,9	100,0	202,7	446,9			13,5	9,1	100,0
16	52,5			95,2	209,9	106,7			55,9	123,2	106,7	152,3	335,8			9,5	6,4	106,7

Sofern Einzellasten in unmittelbarer Nähe der Traversenverbinder eingebracht werden, sind die hier angegebenen Werte um mind. 10% abzumindern um die internen Momente im Fachwerk zu berücksichtigen. / *If single loads are placed in immediate vicinity to the connectors the declared values must be reduced about 10% to consider internal moments in the framework.*

Das Eigengewicht der Traversen ist bereits berücksichtigt./ *The dead weight of the truss is already included.*

- begrenzt durch die Querkraft
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit
- begrenzt durch die Durchbiegung $l/150$
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Überschreitung der Durchbiegung von $l/150$
- limited by shear force*
- limited by ultimate limit state*
- limited by deflection of $l/150$*
- limited by ultimate limit state while exceeding a deflection of $l/150$*



Tab. 4: Zulässige Belastungen ohne Durchbiegungsbeschränkung unter Berücksichtigung der DIN EN 1990 - Grundlagen der Tragwerksplanung
Permissible loads without deflection limits based on DIN EN 1990 - Basis of structural design

span	span	central single load			single load in the third points			distributed load total				
		kg	lbs	mm	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	2451,7	5405,1	3,1	1225,9	2702,6	2,3	2451,7	5405,1	1225,9	823,7	1,7
3	9,8	1816,3	4004,3	6,9	1221,7	2693,5	8,8	2443,5	5386,9	814,5	547,3	5,8
4	13,1	1355,0	2987,3	12,3	1016,3	2240,5	15,6	2435,2	5368,7	608,8	409,1	15,3
5	16,4	1076,6	2373,4	19,2	807,4	1780,1	24,5	2162,3	4767,1	432,5	290,6	24,0
6	19,7	889,6	1961,2	27,8	667,2	1470,9	35,2	1786,8	3939,2	297,8	200,1	34,6
7	23,0	754,8	1664,1	38,0	566,1	1248,1	48,0	1516,2	3342,7	216,6	145,5	47,2
8	26,2	652,7	1439,0	49,8	489,6	1079,3	62,8	1311,2	2890,7	163,9	110,1	61,7
9	29,5	572,4	1261,9	63,4	429,3	946,5	79,5	1149,9	2535,1	127,8	85,9	78,2
10	32,8	507,3	1118,5	78,7	380,5	838,8	98,3	1019,2	2247,0	101,9	68,5	96,7
11	36,1	453,3	999,4	95,7	340,0	749,6	119,1	910,8	2008,0	82,8	55,6	117,2
12	39,4	407,6	898,7	114,7	305,7	674,0	141,9	819,1	1805,8	68,3	45,9	139,8
13	42,7	368,3	812,0	135,5	276,3	609,0	166,9	740,2	1631,9	56,9	38,3	164,4
14	45,9	334,1	736,5	158,4	250,6	552,4	193,9	671,4	1480,2	48,0	32,2	191,1
15	49,2	303,8	669,8	183,3	227,9	502,4	223,0	610,7	1346,3	40,7	27,4	219,9
16	52,5	276,8	610,3	210,3	207,6	457,7	254,2	556,5	1226,9	34,8	23,4	250,8

Sofern Einzellasten in unmittelbarer Nähe der Traversenverbinder eingebracht werden, sind die hier angegebenen Werte um mind. 10% abzumindern um die internen Momente im Fachwerk zu berücksichtigen./ If single loads are placed in immediate vicinity to the connectors the declared values must be reduced about 10% to consider internal moments in the framework.

Das Eigengewicht der Traversen ist bereits berücksichtigt./ The dead weight of the truss is already included.

- begrenzt durch die Querkraft
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit
- begrenzt durch die Durchbiegung l/150
- begrenzt durch den Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Überschreitung der Durchbiegung von l/150
- limited by shear force
- limited by ultimate limit state
- limited by deflection of l/150
- limited by ultimate limit state while exceeding a deflection of l/150