



Anwenderstatik / user manual

Objekt/ subject	Traversensystem HOFKon 220-3 <i>truss system HOFKon 220-3</i>
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

Diese statische Berechnung ist ausschließlich für die Firma HOF - Alutec erstellt worden. Eine Weitergabe an Dritte, auch auszugsweise, ist nur mit vorheriger Genehmigung des Aufstellers bzw. der Firma HOF – Alutec erlaubt.

This calculation is only for internal use at HOF - Alutec. It is forbidden to give this calculation or parts of it to other companies or people.

Aufgestellt/	Mettingen Juni 2014
Created	Mettingen in June 2014

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



Der Nachweis umfasst die Seiten /
The structural report comprises the pages

1-11

Auftrags-Nr. 14134



1 Vorbemerkungen / preliminary remark

Gegenstand der vorliegenden statischen Berechnung ist ein 3-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 2,0 und 3,0 m 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. konische Verbinder zu größeren Längen miteinander verbunden werden.

This structural report is for a three-chord lattice structure (truss), made of aluminium tubes. It should be used for bearing constructions of light and sound technics, as main component of stage roofs or comparable applications. Standard pieces have the length of 2,0 or 3,0 m. 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 conical connectors

2 Berechnungsgrundlagen / foundation of calculation

[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>tube, Bracing, welding tube</i>	EN AW-6060 T66
Pins/ Bolzen <i>pins/ bolt</i>	42CrMoS4
Konusverbinder <i>conical connectors</i>	EN AW-6060 T66

4 Belastungsannahmen / loadings

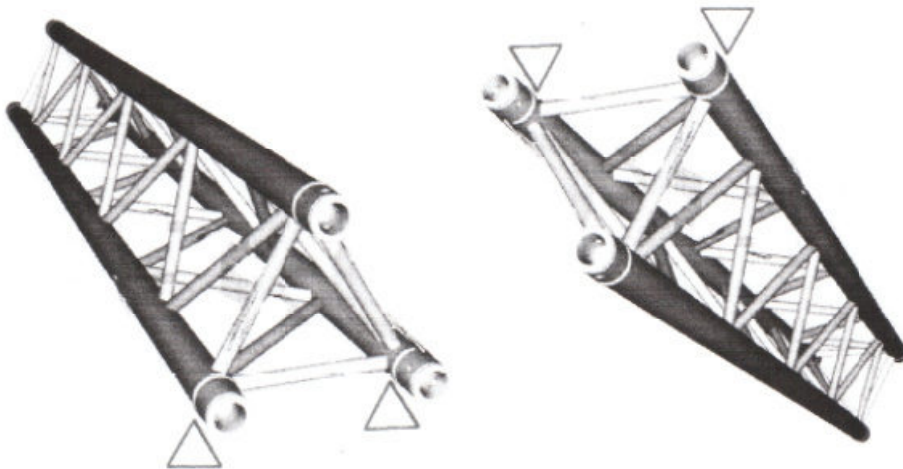
Lage des Trägers / *position of truss:*

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 serves as support. Never only one main tube.



Eigengewicht / *dead weight*:

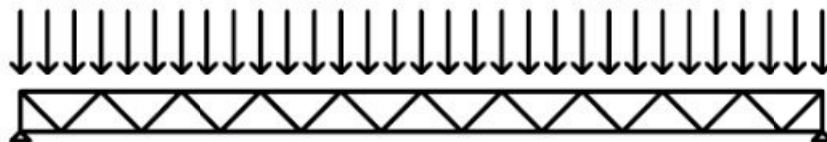
ca. $2,1 \frac{\text{kg}}{\text{lfd m}}$ (je nach Elementlänge) / *about $2,1 \frac{\text{kg}}{\text{lfd}}$ (depending on the length of element)*

Einleitung der Lasten / *introduction of force*:

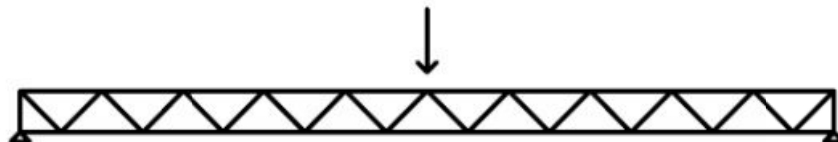
Die Lasteinleitung darf nur an den Stellen erfolgen in denen seitliche Diagonalen enden. Nicht an Knoten in denen nur horizontale Stäbe enden, nie am freien Gurt.

The introduction of the force is only allowed in the nodes where vertical diagonals ends.

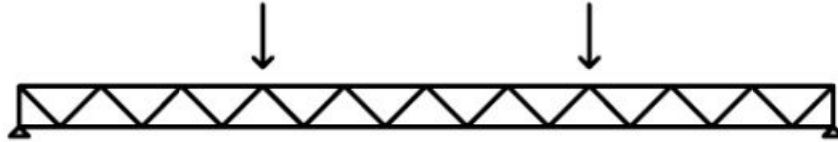
Betrachtung unterschiedlicher Lastfälle / *loading figures*:



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 intersection of vertical braces with the mai tube



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 intersection of vertical braces with the main tubes

Windlasten / *wind forces:*

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.

Dynamische Lasten / *dynamic forces:*

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

All calculations are made for static loadings 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 vor zu nehmen, 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 letzten beiden Tabellen entnommen werden.

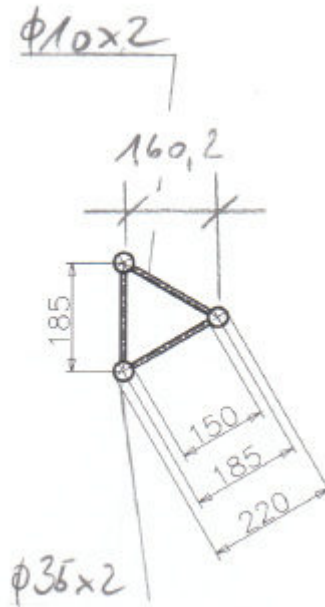
*For temporary structures, it is allowed to use different safety coefficients. In order to take an economic dimension tab. 3 and 4 are for **temporary structures only**. In **all other cases**, use tab. 1 and 2.*

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. Specificities if you are use Trusses as Tower then using support of a structural engineer.

5 Traversengeometrie / geometry of truss



Alle Maße beziehen sich auf die Systemlinien der Bauteile
All measurements refers to the axis of the tubes

Höhe / height

$$h = 160,2 \text{ mm}$$

Breite / width

$$b = 185 \text{ mm}$$

Abstand der Diagonalen / distance between diagonals

$$a = 192 \text{ mm}$$

Winkel der Diagonalen / angle of diagonals

$$\alpha = >45^\circ$$

Der Diagonalwinkel darf für andere Streckenlängen nicht kleiner gewählt werden.

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

6 Querschnittswerte / cross section

	d [mm]	t [mm]	A [mm ²]	W [mm ³]	$I_y = I_z$ [mm ⁴]	QKL
Gurtrohre / tube	35,0	2,0	207	1620	$28,30 \cdot 10^3$	1
Allen anderen Querschnitte / all other cross sections	10,0	2,0	50	90	$0,4 \cdot 10^3$	1
Gesamtquerschnitt cross section total			621		$3,627 \cdot 10^6$	1



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

Zulässige Beanspruchungen einer Traversenstrecke aus mind. zwei Elementen. Aufgrund der inneren Momente werden die ermittelten Kräfte um 25% abgemindert

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

Permissible normal force in the main tube (single tube)

$$N_{Rd} = 9,55 \text{ kN}$$

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

Permissible normal force in the main tube (whole truss)

$$N_{Rd} = 3 * 9,55 = 28,65 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch eine **Querkraft auf die Gesamttraverse in z-Richtung** (Bemessungswert)

Permissible shear force

$$V_{zRd} = 2,63 * \sin(45) * \cos(30) * 2 = 3,221 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch eine **Querkraft auf die Gesamttraverse in y-Richtung** (Bemessungswert)

Permissible shear force

$$V_{yRd} = 2,63 * \cos(30) = 2,278 \text{ kN}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch ein **Moment auf die Gesamttraverse um die y-Achse** (Bemessungswert)

Permissible bending moment

$$M_{yRd} = 1 * 0,1602 * 9,55 = 1.53 \text{ kN/m}$$

Maximale zulässige Beanspruchbarkeit durch ein **Moment auf die Gesamttraverse um die z-Achse** (Bemessungswert)

Permissible bending moment

$$M_{zRd} = 1 * 0,185 * 9,55 = 1.767 \text{ kN/m}$$

Tab.1: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf $l/150$
unter Berücksichtigung der **DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung**

*Permissible loadings limited by deflection of $l/150$
taking account of the DIN EN 1990 Basis of structural design*

span		central single load central single load maximum central single load from the deflection maximum central single load from the deflection					single load in the third points single load in the third points maximum single load in the third points of the deflection maximum single load in the third points of the deflection					distributed load total		distributed load total		distributed load distributed load		distributed load total from the deflection		distributed load total from the deflection		deflection	
m	ft	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	kg/m	lbs/ft	kg/m	lbs/ft	mm	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	206,0	454,2			1,3	154,5	340,6			1,7	412,0	908,4	206,0	138,4								1,7
3	9,8	135,7	299,2			3,0	101,8	224,4			3,9	271,5	598,5	90,5	60,8								3,8
4	13,1	100,1	220,7			5,4	75,1	165,5			6,9	200,2	441,4	50,1	33,6								6,7
5	16,4	78,4	172,8			8,6	58,8	129,6			10,7	156,7	345,5	31,3	21,1								10,5
6	19,7	63,5	140,1			12,4	47,7	105,1			15,5	127,1	280,1	21,2	14,2								15,2
7	23,0	52,7	116,1			17,1	39,5	87,1			21,2	105,3	232,2	15,0	10,1								20,8
8	26,2	44,3	97,6			22,7	33,2	73,2			27,7	88,6	195,2	11,1	7,4								27,2
9	29,5	37,5	82,8			29,1	28,2	62,1			35,2	75,1	165,5	8,3	5,6								34,6
10	32,8	32,0	70,4			36,5	24,0	52,8			43,6	63,9	140,9	6,4	4,3								42,9
11	36,1	27,2	60,0			44,9	20,4	45,0			53,0	54,4	120,0	4,9	3,3								52,2
12	39,4	23,1	50,9			54,5			24,3	53,7	80,0	46,2	101,8	3,8	2,6								62,5
13	42,7	19,5	42,9			65,2			18,6	40,9	86,7	38,9	85,8	3,0	2,0								73,8
14	45,9	16,2	35,8			77,2			13,8	30,4	93,3	32,4	71,5	2,3	1,6								86,2
15	49,2			16,7	36,9	100,0			9,8	21,7	100,0	26,6	58,5	1,8	1,2								99,6
16	52,5			10,9	24,1	106,7			6,4	14,2	106,7	21,2	46,6	1,3	0,9								114,2
17	55,8			5,9	13,0	113,3			3,5	7,7	113,3	9,5	20,9			0,6	0,4						113,3
18	59,1			1,5	3,3	120,0			0,9	1,9	120,0	2,4	5,2			0,1	0,1						120,0

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.

Tab. 2: Zulässige Belastungen ohne Durchbiegungsbeschränkung
unter Berücksichtigung der **DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung**
Permissible loadings without limited by deflection
taking account of the DIN EN 1990 Basis of structural design

span		central single load			single load in the third points			distributed load total				
m	ft	kg	lbs	mm	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	206,0	454,2	1,3	154,5	340,6	1,7	412,0	908,4	206,0	138,4	1,7
3	9,8	135,7	299,2	3,0	101,8	224,4	3,9	271,5	598,5	90,5	60,8	3,8
4	13,1	100,1	220,7	5,4	75,1	165,5	6,9	200,2	441,4	50,1	33,6	6,7
5	16,4	78,4	172,8	8,6	58,8	129,6	10,7	156,7	345,5	31,3	21,1	10,5
6	19,7	63,5	140,1	12,4	47,7	105,1	15,5	127,1	280,1	21,2	14,2	15,2
7	23,0	52,7	116,1	17,1	39,5	87,1	21,2	105,3	232,2	15,0	10,1	20,8
8	26,2	44,3	97,6	22,7	33,2	73,2	27,7	88,6	195,2	11,1	7,4	27,2
9	29,5	37,5	82,8	29,1	28,2	62,1	35,2	75,1	165,5	8,3	5,6	34,6
10	32,8	32,0	70,4	36,5	24,0	52,8	43,6	63,9	140,9	6,4	4,3	42,9
11	36,1	27,2	60,0	44,9	20,4	45,0	53,0	54,4	120,0	4,9	3,3	52,2
12	39,4	23,1	50,9	54,5	17,3	38,2	63,4	46,2	101,8	3,8	2,6	62,5
13	42,7	19,5	42,9	65,2	14,6	32,2	74,8	38,9	85,8	3,0	2,0	73,8
14	45,9	16,2	35,8	77,2	12,2	26,8	87,2	32,4	71,5	2,3	1,6	86,2
15	49,2	13,3	29,3	90,6	10,0	22,0	100,6	26,6	58,5	1,8	1,2	99,6
16	52,5	10,6	23,3	105,5	7,9	17,5	115,2	21,2	46,6	1,3	0,9	114,2
17	55,8	8,1	17,8	121,9	6,1	13,4	130,8	16,2	35,7	1,0	0,6	129,9
18	59,1	5,8	12,7	140,1	4,3	9,5	147,6	11,5	25,4	0,6	0,4	146,9

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.

Tab.3: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf **L/150**
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13815 Fliegende Bauten**
permissible loadings limited by deflection of $l / 150$
taking account of the DIN EN 13815 Fairground

span		central single load					single load in the third points					distributed load total					distributed load total		
span		central single load					single load in the third points					distributed load total					distributed load total		
m	ft	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	kg/m	lbs/ft	mm	mm
2	6,6	229,3	505,5			1,5	172,0	379,1			1,9	458,6	1011,0	229,3	154,1				1,9
3	9,8	151,4	333,8			3,4	113,6	250,4			4,3	302,8	667,6	100,9	67,8				4,2
4	13,1	112,0	247,0			6,0	84,0	185,2			7,7	224,1	494,0	56,0	37,6				7,5
5	16,4	88,1	194,1			9,5	66,0	145,6			12,0	176,1	388,3	35,2	23,7				11,7
6	19,7	71,8	158,3			13,9	53,8	118,7			17,3	143,6	316,5	23,9	16,1				17,0
7	23,0	59,9	132,1			19,1	44,9	99,1			23,7	119,8	264,1	17,1	11,5				23,3
8	26,2	50,8	112,0			25,3	38,1	84,0			31,2	101,6	223,9	12,7	8,5				30,6
9	29,5	43,5	95,9			32,6	32,6	71,9			39,7	87,0	191,8	9,7	6,5				39,0
10	32,8	37,5	82,6			40,9	28,1	62,0			49,3	75,0	165,3	7,5	5,0				48,5
11	36,1	32,4	71,5			50,5			31,5	69,5	73,3	64,8	142,9	5,9	4,0				59,2
12	39,4	28,0	61,8			61,3			24,3	53,7	80,0	56,1	123,6	4,7	3,1				71,1
13	42,7	24,2	53,4			73,6			18,6	40,9	86,7	48,4	106,7	3,7	2,5				84,3
14	45,9			23,5	51,9	93,3			13,8	30,4	93,3	41,6	91,7	3,0	2,0				98,8
15	49,2			16,7	36,9	100,0			9,8	21,7	100,0	35,4	78,1	2,4	1,6				114,7
16	52,5			10,9	24,1	106,7			6,4	14,2	106,7	17,5	38,6			1,1	0,7		106,7
17	55,8			5,9	13,0	113,3			3,5	7,7	113,3	9,5	20,9			0,6	0,4		113,3
18	59,1			1,5	3,3	120,0			0,9	1,9	120,0	2,4	5,2			0,1	0,1		120,0

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.

Tab. 4: Zulässige Belastungen **ohne Durchbiegungsbeschränkung**
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13815 Fliegende Bauten**

*Permissible loadings without limited by deflection
taking account of the DIN EN 13815 Fairground*

span		central single load			single load in the third points			distributed load total				
m	ft	kg	lbs	mm	kg	lbs	mm	kg	lbs	kg/m	lbs/ft	mm
2	6,6	229,3	505,5	1,5	172,0	379,1	1,9	458,6	1011,0	229,3	154,1	1,9
3	9,8	151,4	333,8	3,4	113,6	250,4	4,3	302,8	667,6	100,9	67,8	4,2
4	13,1	112,0	247,0	6,0	84,0	185,2	7,7	224,1	494,0	56,0	37,6	7,5
5	16,4	88,1	194,1	9,5	66,0	145,6	12,0	176,1	388,3	35,2	23,7	11,7
6	19,7	71,8	158,3	13,9	53,8	118,7	17,3	143,6	316,5	23,9	16,1	17,0
7	23,0	59,9	132,1	19,1	44,9	99,1	23,7	119,8	264,1	17,1	11,5	23,3
8	26,2	50,8	112,0	25,3	38,1	84,0	31,2	101,6	223,9	12,7	8,5	30,6
9	29,5	43,5	95,9	32,6	32,6	71,9	39,7	87,0	191,8	9,7	6,5	39,0
10	32,8	37,5	82,6	40,9	28,1	62,0	49,3	75,0	165,3	7,5	5,0	48,5
11	36,1	32,4	71,5	50,5	24,3	53,6	60,1	64,8	142,9	5,9	4,0	59,2
12	39,4	28,0	61,8	61,3	21,0	46,4	72,2	56,1	123,6	4,7	3,1	71,1
13	42,7	24,2	53,4	73,6	18,2	40,0	85,5	48,4	106,7	3,7	2,5	84,3
14	45,9	20,8	45,8	87,3	15,6	34,4	100,1	41,6	91,7	3,0	2,0	98,8
15	49,2	17,7	39,1	102,7	13,3	29,3	116,0	35,4	78,1	2,4	1,6	114,7
16	52,5	14,9	32,9	119,8	11,2	24,7	133,5	29,9	65,8	1,9	1,3	132,1
17	55,8	12,4	27,2	138,8	9,3	20,4	152,4	24,7	54,5	1,5	1,0	151,0
18	59,1	10,0	22,0	159,9	7,5	16,5	172,9	19,9	44,0	1,1	0,7	171,6

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.*