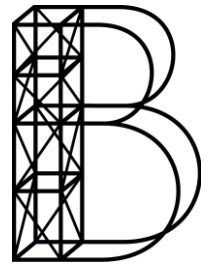


Anwenderstatik/ user manual



**Objekt/
subject** Traversensystem HOFFORK 350 MLT²
truss system HOFFORK 350 MLT²

**Kunde/
client** H.O.F. Alutec
Metallverarbeitungs GmbH & Co.KG
Brookstr. 8
49497 Mettingen

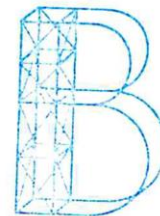
**Hersteller/
supplier** H.O.F. Alutec
Metallverarbeitungs GmbH & Co.KG
Brookstr. 8
49497 Mettingen

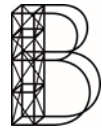
**Aufsteller/
structural engineer** Ingenieurbüro Brandt GmbH
Brookstraße 8
49497 Mettingen
Tel. + 49 5452/ 935084

Aufgestellt im Nov-22



Ingenieurbüro Brandt GmbH
Martin Dümmer
Brookstr. 8
49497 Mettingen
Tel. + 49 5452 935084
mailto:info@ibk.brandt.de





MLT² V1

Inhaltsverzeichnis

1	Baubeschreibung/ <i>specifications</i>	- 3 -
2	Berechnungsgrundlagen/ <i>foundation of calculation</i>	- 4 -
3	Baustoffe/ <i>materials</i>	- 5 -
4	Belastungsannahmen/ <i>load assumptions</i>	- 5 -
5	Traversengeometrie/ <i>geometry of truss</i>	- 9 -
6	Verbinder/ <i>connector</i>	- 10 -
7	Querschnittswerte/ <i>cross sections</i>	- 13 -
8	zulässige Belastbarkeiten einer Traversenstrecke aus mind. zwei Elementen/ <i>permissible internal forces for a truss consisting of at least two segments</i>	- 13 -

Anhang A: HOFKon 220-4 Belastungstabellen

Annex A : HOFKon 220-4 permissible loads

1 Baubeschreibung/ specifications

Gegenstand der vorliegenden statischen Berechnung ist ein 4-gurtiger Fachwerkträger (Traverse) aus Aluminium Rundrohren. Dieser soll vorwiegend als Lastaufnahmemittel für Licht- und Tontechnik oder ähnlichen Anwendungszwecken eingesetzt werden.

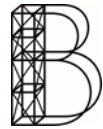
Standardgemäß werden die Traversen in 1600 mm, 2400 mm und 3200 mm langen Stücken gefertigt. Die einzelnen Traversenstücke können über sog. Gabelverbinder zu größeren Längen miteinander verbunden werden. Die Gabel Verfüng über eine Besonderheit auf welche im Kapitel 6 genauer eingegangen wird. Diese Containertraverse ist für den mobilen Einsatz konzipiert. Eine Belastung in horizontaler Richtung ist nur stark eingeschränkt möglich. Die Lasten können an den vorgesehenen Punkten oder an den Knotenpunkten der unteren Gurtrohren angebracht werden.

This structural report is for a four-chord lattice structure (truss), made of aluminum tubes. It is mainly used as a load-bearing device for lighting and sound equipment or for comparable applications.

Standard pieces have a length of 1600 mm, 2400 mm and 3200 mm Several pieces of truss can be connected to one beam by so called fork connectors. These "forks" include a special feature which is described in detail in chapter 6. This container truss is designed for a mobile use. The capacity to handle horizontal loads is very limited. Loads can be applied at the designated load points, as well as at the node points of the lower belts.



MLT² - Traverse mit Dolly zum Verfahren/ *truss with dolly for moving*



2 Berechnungsgrundlagen/ foundation of calculation

DIN – Normen:

- | | |
|---------------------|--|
| DIN EN 1990 | Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010 |
| DIN EN 1991 | Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009 |
| DIN EN 13814 | Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks –Sicherheit; Deutsche Fassung EN 13814:2004

Sowie: Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungseinrichtungen –Teil 1: Konstruktion, Bemessung und Herstellung; Deutsche und Englische Fassung prEN 13814-1:2016 |
| DIN EN 1993 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures
Part1-1: General rules and rules for buildings |
| DIN EN 1999 | Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Deutsche und Englische Fassung prEN 1999-1-1: 2021

Eurocode 9: Design of aluminium structures
Part1-1: General structural rules |

3 Baustoffe/ materials

Gurtrohre, Diagonalrohre/
tubes, bracings EN AW-6082 T6

konische Bolzen/
trusspins 42CrMoS4

Gabel/
fork S 235

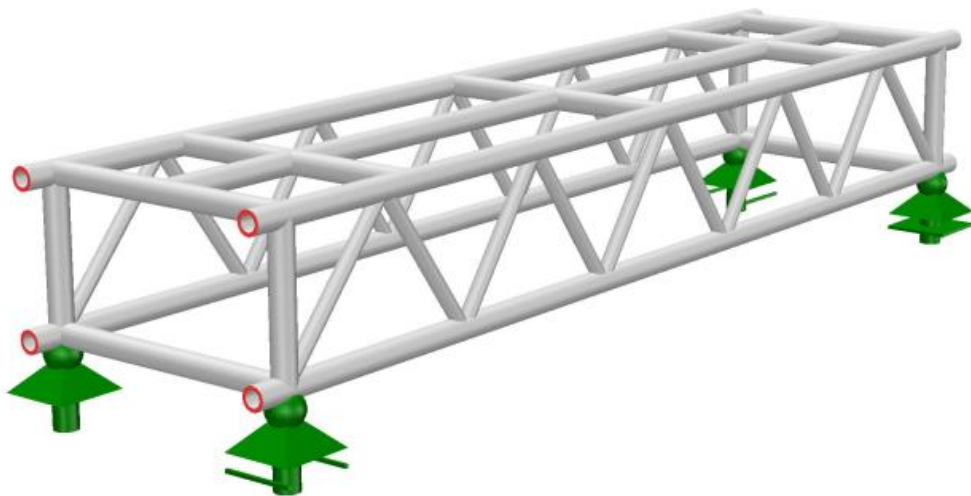
4 Belastungsannahmen/ load assumptions

Lage des Trägers/ position of truss:
Waagrecht, Diagonalbild in den Seiten
horizontal, diagonals in the sides

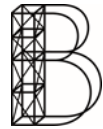
Auflagersituation/ position of supports:

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.



Skizze – Auflagersituation (schematisch)



- Eigengewicht/ *dead weight*:

ca. **18,75 kg/m** (je nach Elementlänge)/ *about 18,75 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.

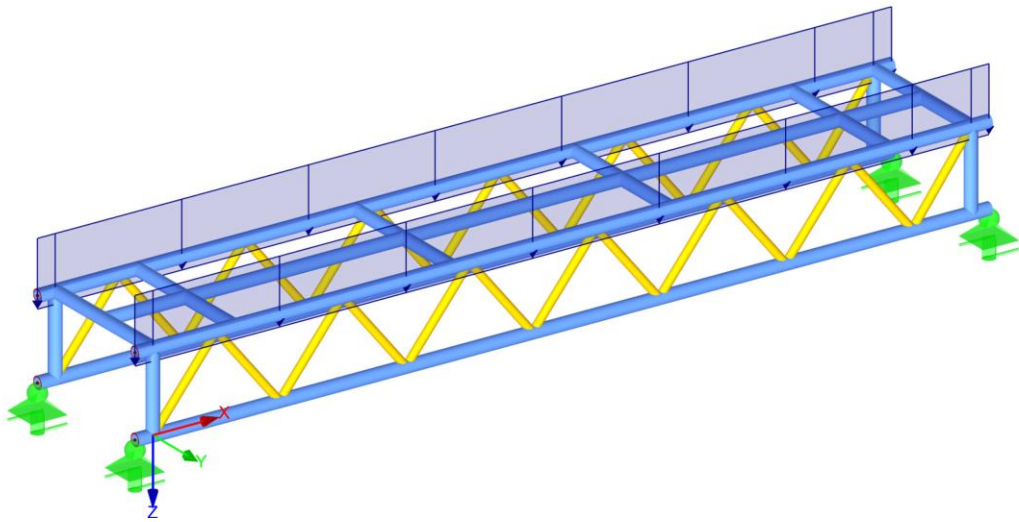
The user has to take care of reasonable segment lengths, not to combine many short segments to a very long beam.

- Einleitung der Lasten/ *load introduction*:

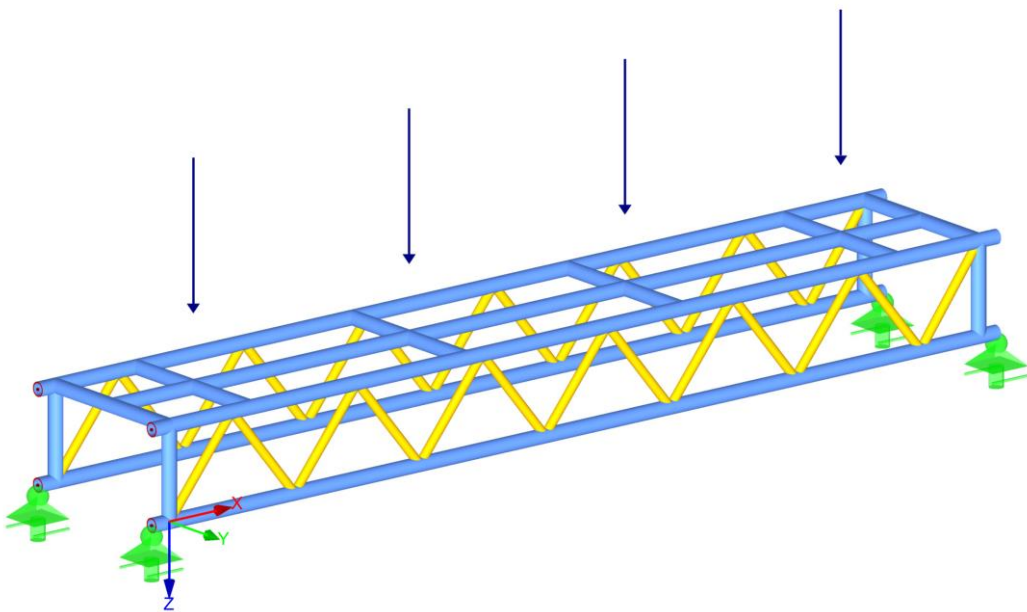
Die Lasteinleitung darf nur an den Stellen erfolgen in denen seitliche Diagonalen enden - nicht an Knoten in denen nur horizontale Stäbe enden und nie am freien Gurt. Hier auch in den vorgesehenen Hängepunkten möglich.

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.

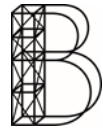
- Betrachtung unterschiedlicher Lastfälle/ *different load types*:



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



LF2: Einzellast in den vorgesehenen Hängepunkten, *Point loads in the designated load-points*



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 3 und 4 charakteristische Werte unter Anwendung der DIN EN 13814 und in Tabelle 1 und 2 charakteristische Werte unter Anwendung der DIN EN 1990/NA angegeben.

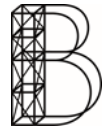
Im Zweifel sollten immer die Werte aus den Tabellen 3 und 4 entnommen werden.

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

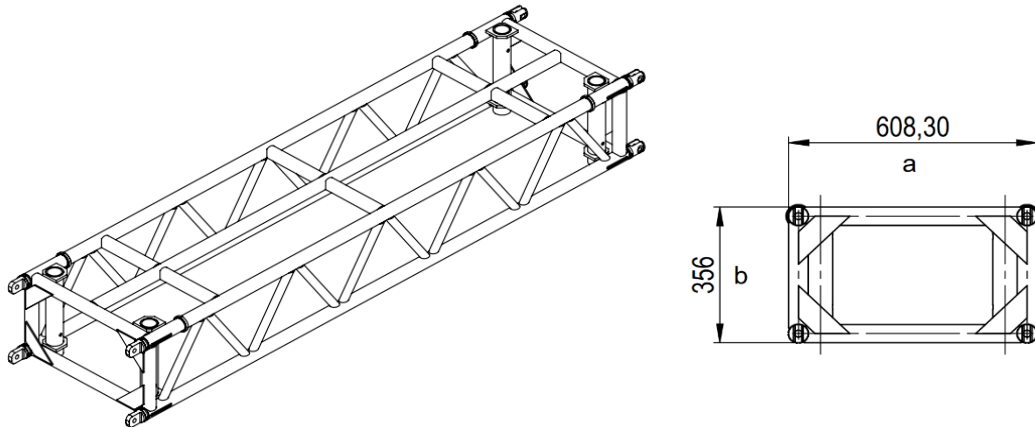
Betrachtung der Stabilität/ Consideration of the stability.

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



Systemskizze

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

Höhe/ height	$a = 356 \text{ mm}$
Breite/ width	$b = 609 \text{ mm}$
Abstand der Diagonalen/ distance between diagonals	$d = \text{max. } 450 \text{ mm}$
Winkel der Diagonalen/ angle of diagonals	$\alpha = \text{min. } 55$
Exzentrizität/ eccentricity	$e = 78 - 138 \text{ mm}$

Der Diagonalwinkel darf für andere Streckenlängen nicht kleiner gewählt werden.

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

6 Verbinder/ connector

Fall 1a:

Gewinde ganz eingedreht +00 mm
gleiche Tragfähigkeit wie HOFFork 350 MLT²

Case 1a:

threads screwed on completely +00 mm
same load capacity as HOFFork 350 MLT²



Fall 1b:

Gewinde maximal zulässig ausgedreht
+60mm

Die Tragfähigkeit ist reduziert im Vergleich zur **HOFFork 350. MLT²**. Je nach Anwendung und Bauform ergibt sich eine Abminderung der Tragfähigkeit (ähnlich wie bei Spacern). Beispiele vergl. Datenblätter

Case 1b:

threads screwed loose up to a maximum of +60mm

*The load capacity is reduced compared to **HOFFork 350. MLT²**. Depending on use case and build shapes there is a reduction in load capacity (similar to spacers). Examples are shown in the data sheets at the end.*



Fall 2a:

Gewinde ganz eingedreht +00 mm
Die Tragfähigkeit ist, wie bei der **HOFFork 350 MLT²** bei Belastungen in y-Richtung, vermindert.

Case 2a:

threads screwed on completely +00 mm
Load capacity is reduced for horizontal loads in y-direction just the same as with the **HOFFork 350. MLT²**



Fall 2b:

Gewinde maximal zulässig ausgedreht
+60mm

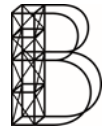
Die Tragfähigkeit ist reduziert im Vergleich zur **HOFFork 350. MLT²**. Je nach Anwendung und Bauform ergibt sich eine Abminderung der Tragfähigkeit (ähnlich wie bei Spacern). Beispiele vergl. Datenblätter

Case 2b:

threads screwed loose up to a maximum of +60mm

*The load capacity is reduced compared to **HOFFork 350. MLT²**. Depending on use case and build shapes there is a reduction in load capacity (similar to spacers). Examples are shown in the data sheets at the end.*





Für die Verbinder gelten zwei gesonderte Nachweise:
Two separate analyses apply for connectors:

Nachweis der Interaktion Moment und Querkraft des Gewindes M30 1,5 mit Nenndurchmesser 26 mm
Analysis of the interaction between torque and shear force onto the thread M30 1,5 with nominal diameter of 26 mm

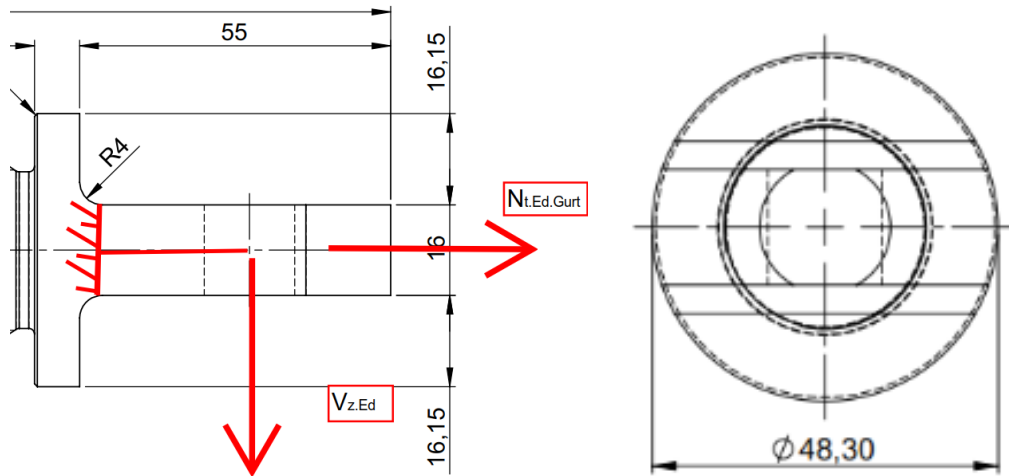
$e = 48\text{mm}$ (mindest Abstand Krafteinleitung Hülse)
 $A_e = 0 - 60\text{mm}$ größte Ausschraubabstand
 $V_{z.Ed}$ (Bemessungswert der Querkraft)
 $N_{t.Ed.Gurt}$ Bemessungswert der Normalkraft im Gurtrohr
 $A_{Netto} = 531\text{ mm}^2$ (Nettofläche des Gewindestabs)
 $W_{pl} = 2929.3\text{ mm}^3$ plastisches Widerstandsmoment
 $M_{Ed.Q.Gurt}$ (Moment im Verbinder verursacht durch die Querkraft)
 $f_y 225 \frac{N}{\text{mm}^2} = \text{Streckgrenze Stahl mit der Güte S 235}$

$e = 48\text{mm}$ (minimum distance of load introduction to sleeve)
 $A_e = 0 - 60\text{mm}$ maximum unthreaded position
 $V_{z.Ed}$ (design values for shear force)
 $N_{t.Ed.Gurt}$ design values for normal force
 $A_{Netto} = 531\text{ mm}^2$ (net surface of threaded bar)
 $W_{pl} = 2929.3\text{ mm}^3$ plastic resistance moment
 $M_{Ed.Q.Gurt}$ (torque in connector caused by the shear force)
 $f_y 225 \frac{N}{\text{mm}^2} = \text{yield strength S 235}$

$$M_{Ed.Q.Gurt} = \frac{V_{z.Ed}}{4} * (e + A_e) \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\frac{N_{t.Ed.Gurt}}{A_{Netto}} + \frac{M_{Ed.Q.Gurt}}{W_{pl}}}{f_y} \leq 1 \quad (2)$$

Zweiter Nachweis der Interaktion Moment und Querkraft bei liegendem Verbinder
Additional analysis of the interaction between torque and shear force for connectors in horizontal position



Ausschnitt - liegender Verbinder/ detail – connector in horizontal position

$V_{z.Ed}$ (Bemessungswert der Querkraft)

$N_{t.Ed.Gurt}$ Bemessungswert der Normalkraft im Gurtrohr

$a = 26.55\text{mm}$ (Hebelarm)

$W_{pl} = 2929.3\text{ mm}^3$ plastisches Widerstandsmoment

$A_{Fork} = 531\text{ mm}^2$ (Nettofläche der Gabel)

$M_{Ed.Q.Gurt}$ (Moment im Verbinder verursacht durch die Querkraft)

$f_y \frac{N}{\text{mm}^2} = \text{Streckgrenze Stahl mit der Güte S 235}$

$A_{Fork} = 531\text{ mm}^2$ (net surface of fork connector)

$N_{t.Ed.Gurt}$ design values for normal force

$a = 26.55\text{mm}$ (level arm)

$V_{z.Ed}$ (design values for shear force)

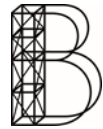
$W_{pl} = 2929.3\text{ mm}^3$ plastic section modul

$M_{Ed.Q.Gurt}$ (torque in connector caused by the shear force)

$f_y \frac{N}{\text{mm}^2} = \text{yield strength S 235}$

$$M_{Ed.Q.Gurt.2} = \frac{V_{z.Ed}}{4} * a \quad (3)$$

$$\eta = \frac{\frac{N_{t.Ed.Gurt}}{A_{Fork}} + \frac{M_{Ed.Q.Gurt}}{W_{pl}}}{f_y} \leq 1 \quad (4)$$



7 Querschnittswerte/ cross sections

	d [mm]	t [mm]	A [mm ²]	W_y [mm ³]	$I_{y,liegend}$ [mm ⁴]	I_T [mm ⁴]	QKL
Gurtrohre / Tube	48,3	4,5	619,2	6213,5	$150,1 * 10^3$	–	1
Allen ande- ren Quer- schnitten <i>all other cross sections</i>	30	3	254,5	1565	$23,47 * 10^3$	–	1
Gesamt- querschnitt <i>cross section total</i>	–	–	2476,8	$333,1 * 10^3$	$59,34 * 10^6$	$740 * 10^4$	–

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

Es handelt sich hier um ein Rechteck-Traverse. Im Folgenden werden nur die Bemessungswerte für eine Belastung in der „Hauptrichtung“ angegeben. In der Querrichtung sind keine Diagonalen verbaut. Des Weiteren können keine negativen Momente berücksichtigt werden, da in den unteren Gurtrohren keine Diagonalen vorhanden sind.

In this case we analyse a rectangular truss. Only the design values for loads in the “main direction” are stated as follows. No diagonals are used in the transverse direction. Furthermore no negative moment forces can be taken into account, because no diagonals are present in the lower belts.

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

Permissible normal force in the main tube (single tube)

$$N_{Rd} = 77 \text{ kN (Obergurt)}$$

$$N_{Rd} = 77 \text{ kN (Zug Untergurt)}$$

$$N_{Rd} = -50 \text{ kN (Druck Untergurt)}$$

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

Permissible normal force in the main tube (whole truss)

$$N_{Rd} = 4 * 50 = 200 \text{ kN}$$

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

Permissible shear force on truss

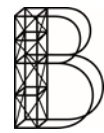
$$V_{Rd} = 31,7 * \sin(55) * 2 = 51,9 \text{ kN}$$

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

Permissible bending moment on truss

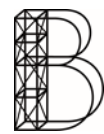
$$M_{y,Rd} = 2 * 0,308 \text{ m} * 77 \text{ kN} = 47,4 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd,neg} = 2 * 0,308 \text{ m} * -50 \text{ kN} = -30,8 \text{ kNm}$$



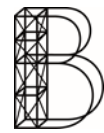
span	uniformly distributed load (UDL)	distributed load total from the deflection	single load in the every single provided crossing points	single load in the every single provided crossing points from the deflection	deflection
m	kg/m	kg/m	kg	kg	mm
4	1080		370		13
5	720		370		20
6	550		370		29
7	402		370		38
8	305		370		50
9	238		178		58
10	191		158		68
11		140		128	73,33
12		104		104	80
13		77,8		64	86,66
14		58,5		51	93,33
15		44		41	100

Tab.1: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf $L/150$
unter Berücksichtigung **der DIN EN 1990/NA - Grundlagen der Tragwerksplanung**
Permissible loads limited by deflection of $l/150$
based on DIN EN 1990 - Basis of structural design



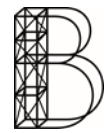
span	uniformly distributed load (UDL)	single load in the every single provided crossing points	deflection
m	kg/m	kg	mm
4	1080	370	13
5	720	370	20
6	550	370	29
7	402	352	38
8	305	244	50
9	238	178	58
10	191	158	68
11	157	108	91
12	130	97	106
13	109	88	123
14	93	81	140
15	79	74	156

Tab. 2: Zulässige Belastungen ohne Durchbiegungsbeschränkung unter Berücksichtigung **der 1990/NA - Grundlagen der Tragwerksplanung**
Permissible loads without deflection limits
based on DIN EN 1990/NA - Basis of structural design



span	uniformly distributed load (UDL)	distributed load total from the deflection	single load in the every single provided crossing points	single load in the every single provided crossing points from the deflection	deflection
m	kg/m	kg/m	kg	kg	mm
4	1200		420		14
5	800		420		22
6	612		420		31,2
7	447		391		42,1
8	339		271		49
9	265		198		58
10		193		160	66,66
11		140		128	73,33
12		104		104	80
13		77,8		64	86,66
14		58,5		51	93,33
15		44		41	100

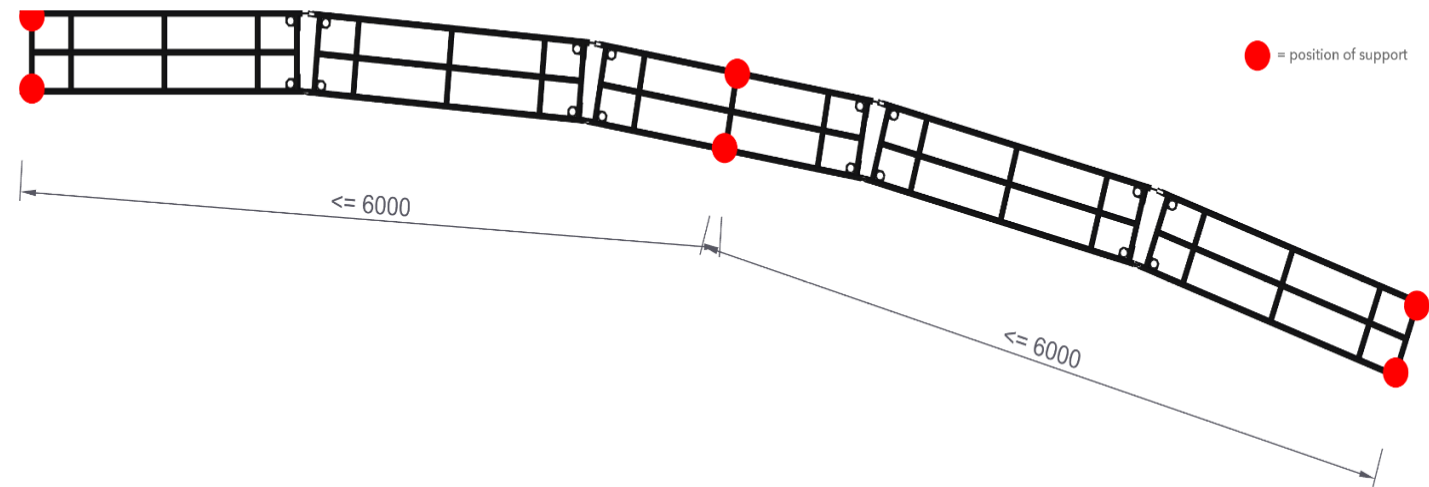
Tab.3: Zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf **L/150**
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13814 - Fliegende Bauten**
Permissible loads limited by deflection of $l / 150$
based on DIN EN 13814 - Fairground



span	uniformly distributed load (UDL)	single load in the every single provided crossing points	deflection
m	kg/m	kg	mm
4	1200	420	14
5	800	420	22
6	612	420	31,2
7	447	391	42,1
8	339	271	49
9	265	198	58
10	212	176	83,7
11	174	120	100,1
12	145	108	117,7
13	121	98	136,2
14	103	90	155,6
15	88	82	176

**Tab. 4: Zulässige Belastungen ohne Durchbiegungsbeschränkung
unter Berücksichtigung der DIN EN 13814 - Fliegende Bauten**
Permissible loads without deflection limits
based on DIN EN 13814 – Fairground

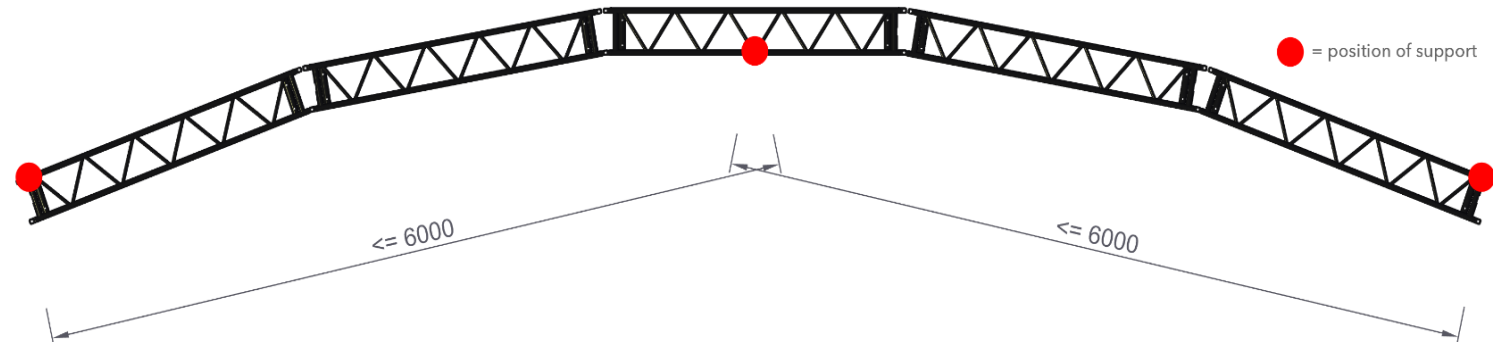
curving - HORIZONTAL	turning out the forks	reduction of static analysis by
2°	10 mm	-10%
4°	20 mm	-10%
6°	30 mm	-20%
8°	40 mm	-30%
10°	50 mm	-30%
12°	60 mm	-40%



Tab.5: Zulässige Belastungen bei Zweifeldträger und der dargestellten Bauform **HIER: HORIZONTAL** unter Berücksichtigung der **DIN EN 13814 Fliegende Bauten**
permissible loads for a two-span beam shaped as shown below: **here: horizontally**

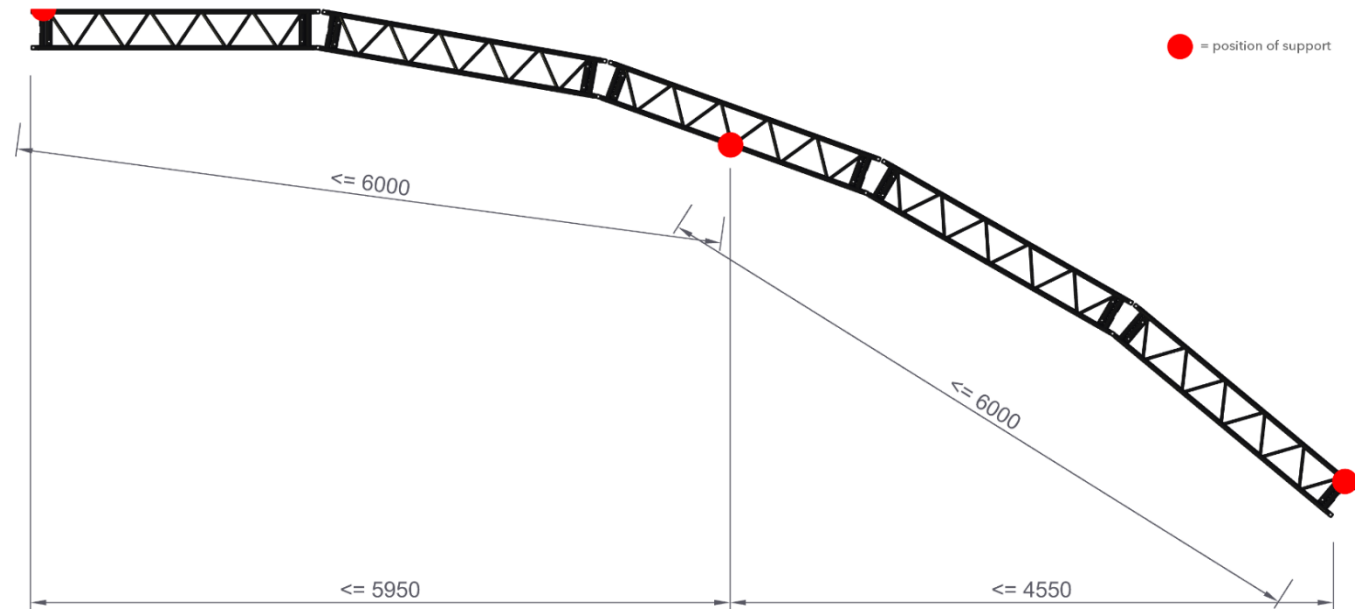
in consideration of DIN EN 13814 Fairground

curving - VERTIKAL 1	turning out the forks	reduction of static analysis by
2°	10 mm	-20%
4°	20 mm	-20%
6°	30 mm	-20%
8°	40 mm	-30%
10°	50 mm	-30%
12°	60 mm	-30%



Tab.6: Zulässige Belastungen bei Zweifeldträger und der Dargestellten Bauform **HIER: VERTIKAL 1**
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13814 Fliegende Bauten**
permissible loads for a two-span beam shaped as shown below: **here: vertically 1**
in consideration of DIN EN 13814 Fairground

curving - VERTIKAL 2	turning out the forks	reduction of static analysis by
2°	10 mm	-20%
4°	20 mm	-20%
6°	30 mm	-20%
8°	40 mm	-30%
10°	50 mm	-30%
12°	60 mm	-30%



Tab.7: Zulässige Belastungen bei Zweifeldträger und der Dargestellten Bauform **HIER: VERTIKAL 2**
unter Berücksichtigung der **DIN EN 13814 Fliegende Bauten**
permissible loads for a two-span beam shaped as shown below: **here: vertically 2**
in consideration of DIN EN 13814 Fairground