


STRUCTURAL ANALYSIS/ STATISCHE BERECHNUNG

PROJECT-NO.:	15383	Revision 01
PROJECT:	TRUSSSYSTEM/TRAVERSENSYSTEM EAGLE STAGE EQUIPMENT CO. LTD. EGTS404	
CUSTOMER/ AUFTRAGGEBER:	TÜV SÜD CHINA 5F, Communication Building, 163 Pingyun Rd, Huangpu West Ave. Guangzhou 510656 P.R. China	

PREPARED/AUFGESTELLT:  DIPL.-ING. SILKE TETZLAFF	DATE/DATUM: 25.11.2015 PAGES/SEITEN: 1 – 20
THE STRUCTURAL ANALYSIS IS ONLY PREPARED FOR THE AFOREMENTIONED CUSTOMER. IF THIS CALCULATION SHOULD BE PASSED TO A THIRD PARTY A PERMISSION OF THE ORIGINATOR IS NEEDED. ANY PUBLICATION OF THIS REPORT IS NOT ALLOWED. DIE STATISCHE BERECHNUNG IST AUSSCHLIESSLICH AUFGESTELLT FÜR DEN OBEN GENANNTEN AUFTRAGGEBER. EINE WEITERGABE AN DRITTE IST NUR MIT VORHERIGER GENEHMIGUNG DES AUFSTELLERS MÖGLICH. EINE VERÖFFENTLICHUNG JEGLICHER ART IST NICHT GESTATTET.	

KRASENBRINK+BASTIANS - INGENIEURE GMBH & Co. KG LOTHRINGERSTR. 37 52062 AACHEN GERMANY FON: +49 (0)241 98096-250 FAX:+49 (0)241 98096-251 INFO@KRASENBRINK-BASTIANS.DE WWW.KRASENBRINK-BASTIANS.DE	SPARKASSE AACHEN IBAN: DE90 3905 0000 0000 0234 08 BIC: AACSDE33
HANDELSREGISTER AACHEN ■ HRA 8099 ■ AMTSGERICHT AACHEN ■ UST-ID-NR.: DE 283641951 GESCHÄFTSFÜHRER: KRASENBRINK + BASTIANS VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH PERSÖNLICH HAFTENDE GESELLSCHAFTER: KRASENBRINK+BASTIANS VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH ■ LOTHRINGERSTR. 37 ■ 52062 AACHEN ■ HANDELSREGISTER AACHEN ■ HRB 17597 ■ AMTSGERICHT AACHEN	

CONTENTS / INHALTSVERZEICHNIS:**A. Preamble / Allgemeine Vorbemerkungen**

A.1	Applicable standards / Berechnungsgrundlagen	3
A.2	Materials / Baustoffe	3
A.3	General preliminary remarks / Allgemeine Beschreibung	4
A.4	Drawings / Zeichnungen	5

B. Calculation of the truss / Berechnung der Traverse

B.1	Deadweight / Eigengewicht	9
B.2	Cross section single tubes / Querschnittswerte Einzelrohre	9
B.3	Truss geometry / Traversengeometrie	9
B.4	Cross section complete truss / Querschnittswerte Gesamttraverse	9
B.5	Material	12
B.6	Permissible normalforce of the tubes / Zulässige Normalkraft der Einzelrohre	14
B.7	Permissible normalforce in the fittings / Zulässige Normalkraft in den Verbindern	15
B.8	Summary / Zusammenfassung	17
B.9	Formulas / Allgemeine Formeln	17
B.10	Internal forces of the complete truss / Zulässige Schnittgrößen der gesamten Traverse	17
B.11	loading tables single span girder / Belastungstabellen Einfeldträger	18

PROJECT:
TRUSSSYSTEM EGTS404

PROJECT-NO.:
15383-REV01

CUSTOMER/AUFTRAGGEBER:
TÜV SÜD CHINA

DATE/DATUM:
25.11.2015

A. PREAMBLE / ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN

A.1 APPLICABLE STANDARDS / BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

DIN EN 1990 / EUROCODE 0	Basis of structural design / Grundlagen
DIN EN 1991 / EUROCODE 1	Action on structures / Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1993 / EUROCODE 3	Design of steel structures / Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1999 / EUROCODE 9	Design of aluminium structures / Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten

A.2 MATERIALS / BAUSTOFFE

chord tubes / Gurtrohre:	EN-AW 6082 T6
diagonals / Diagonalen:	EN-AW 6082 T6
end frame / Endrahmen:	EN-AW 6082 T6
coupler / Konus:	EN AW 2011 T6
female coupler / Hülse:	EN-AW 6082 T6
trusspin / Bolzen:	GB C45
welding filler / Schweißzusatz:	AlMg5 - 5356

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

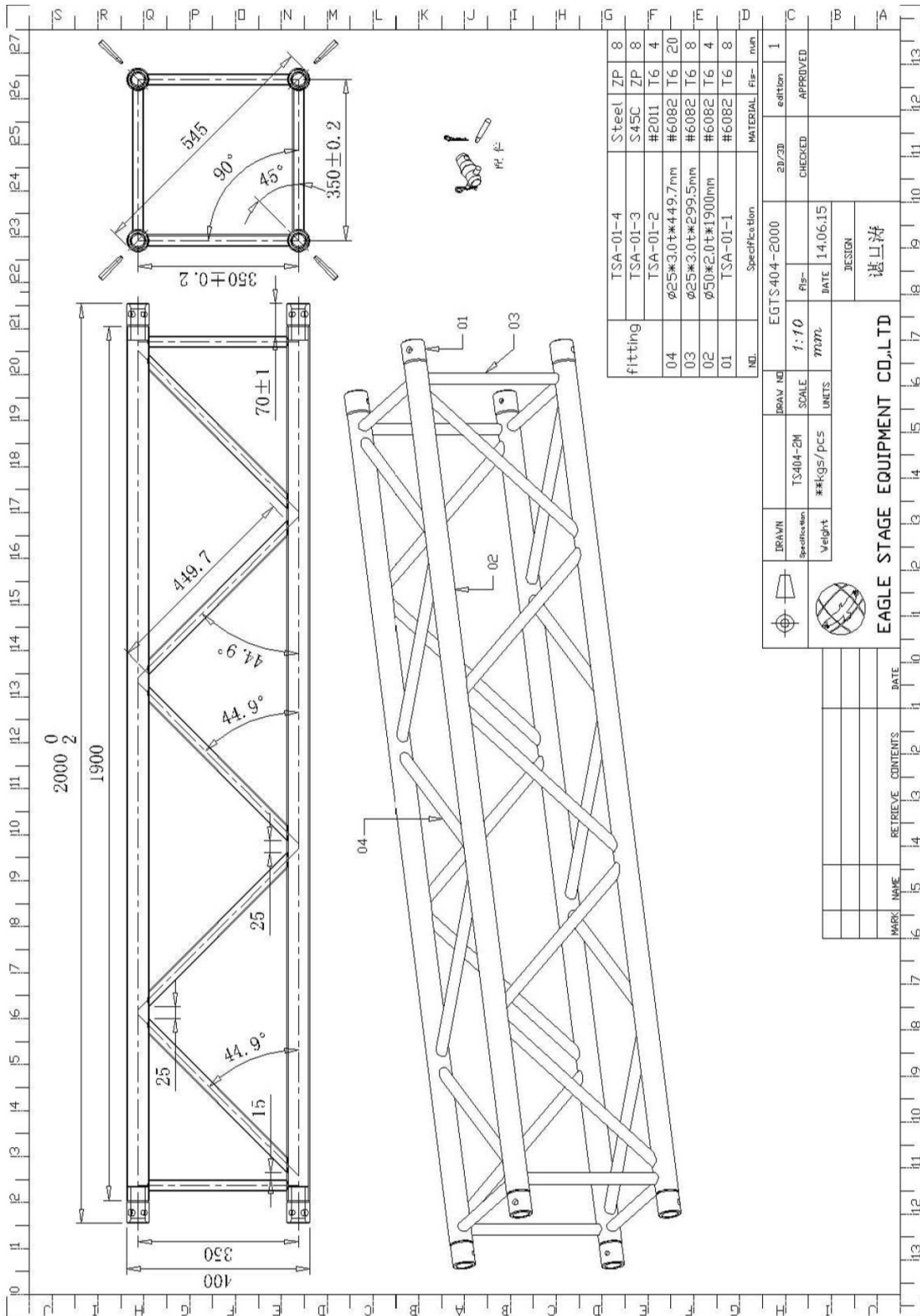
A.3 GENERAL PRELIMINARY REMARKS / ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

This structural report handles a spatial lattice girder made of aluminium. It is designed as a modular system in which trusses of different length can be combined freely. The standard length of this system starts with 25 cm up to almost any desired total length, the graduation is normally set to 50 cm. The design principle has to be maintained especially the inclination of the diagonals must never be flatter than the angle given in this calculation. The single trusses are connected with conical couplers, a so called coupler is applied to a female conical coupler and secured with a steel bolt. /

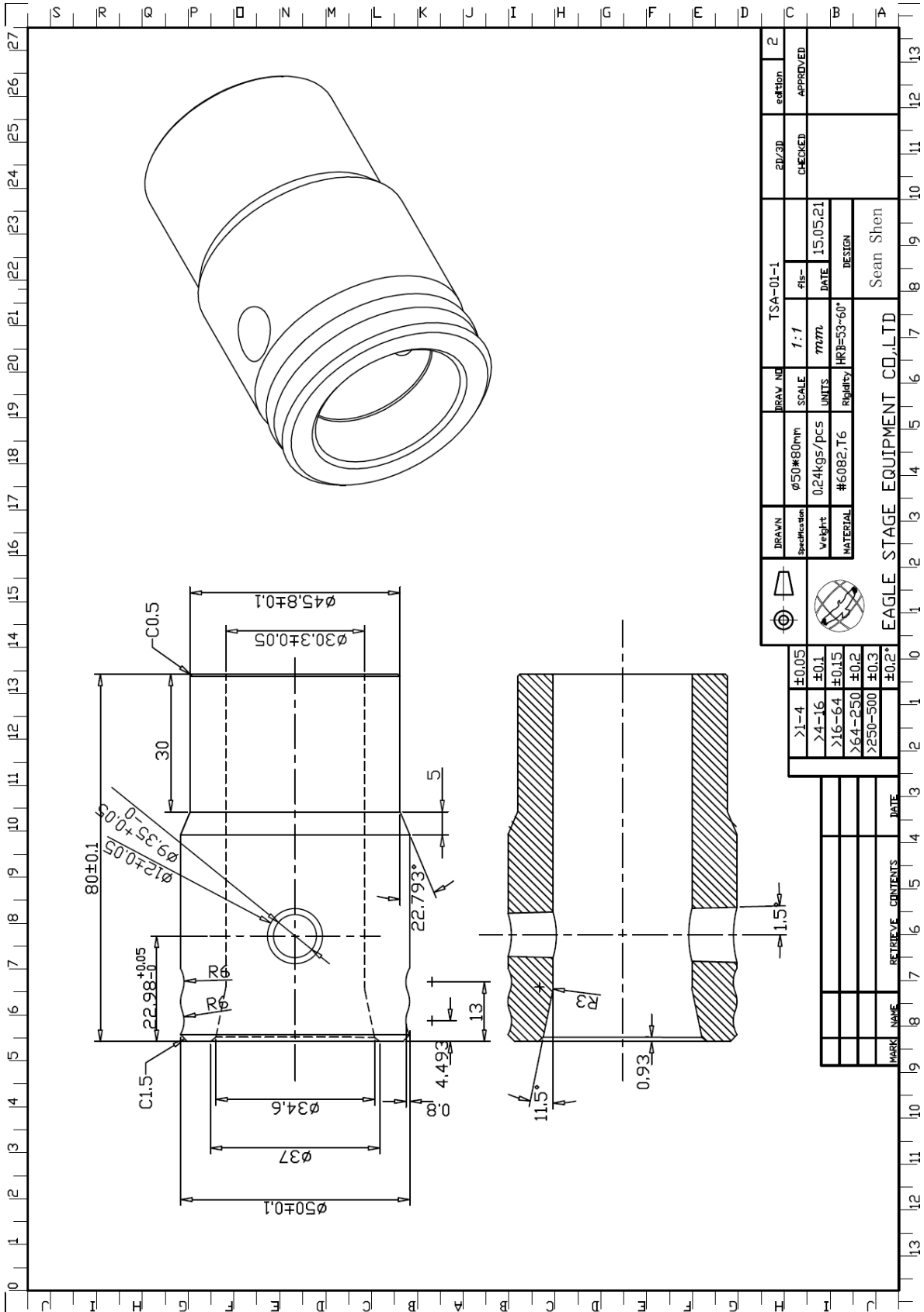
Gegenstand dieser Berechnung ist ein rechteckiger Aluminium-Fachwerkträger. Es handelt sich dabei um ein Baukastensystem, bei dem Traversen in unterschiedlichen Längen, beliebig miteinander verbunden werden können. Die Standardlängen dieses Systems beginnen bei 25 cm und können beliebig lang gebaut werden. Die Abstufungen betragen in der Regel 50 cm. Bei Einhaltung der Konstruktionsprinzipien kann jede beliebige Länge gebaut werden. Die Neigung der Diagonalen darf jedoch niemals flacher als hier berechnet ausgeführt werden. Verbunden werden die Einzellängen mittels Konusverbinder. In eine mit den Gurtrohren verschweißte Hülse wird ein sogenannter Verbinder eingesetzt und mit einem Stahlbolzen gesichert.

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

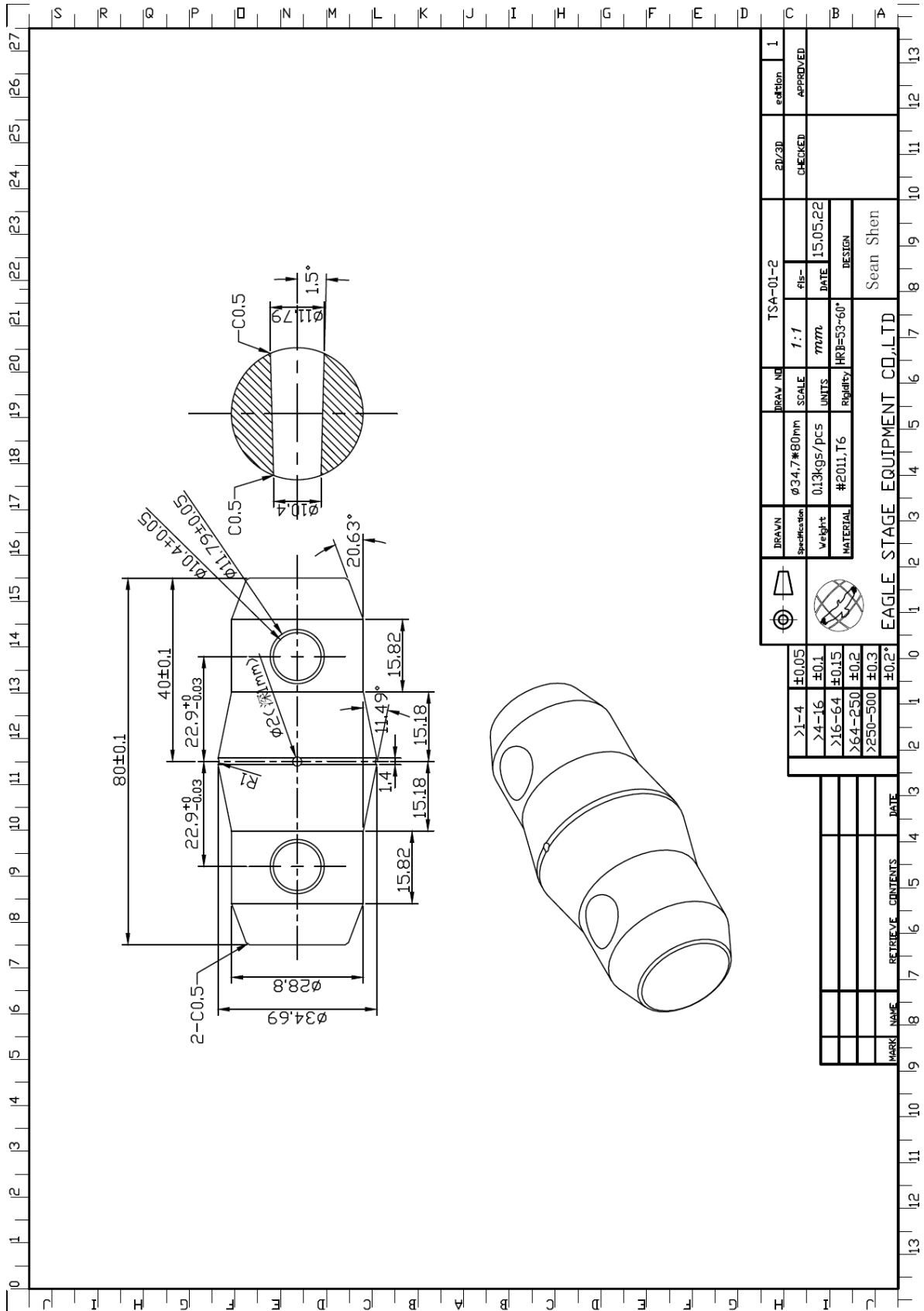
A.4 DRAWINGS / ZEICHNUNGEN



PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015



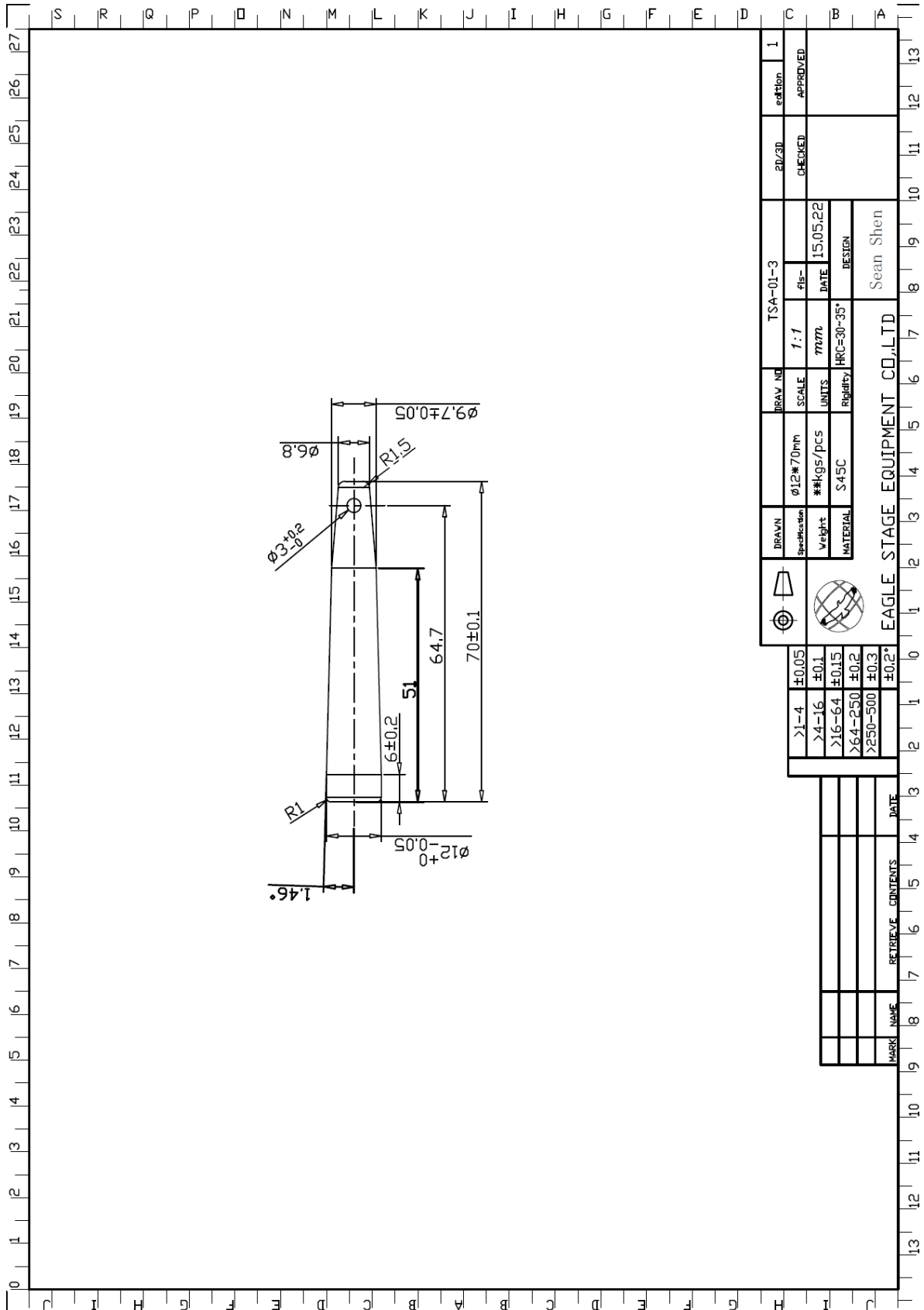
PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015



DRAWN	DRAWN NO	TSA-01-2	edition	1
Specifications	SCALE	1:1	2D/3D	CHECKED
Weight	UNITS	mm	DATE	15.05.22
MATERIAL	Rigidity	HR1=53-60°	DESIGN	Scan Shen
EAGLE STAGE EQUIPMENT CO.,LTD				

MARKS	NAME	RETRIEVE	CONTENTS	DATE

PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015



PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B. CALCULATION OF THE TRUSS / BERECHNUNG DER TRAVERSE

B.1 DEADWEIGHT TRUSS / EIGENGEWICHT TRAVERSE

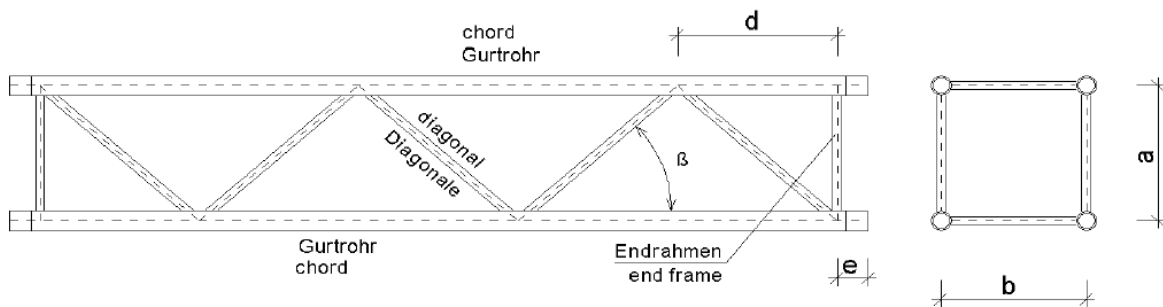
6,7 kg/m

B.2 CROSS SECTION TUBES / QUERSCHNITTSWERTE ROHRE

	D [mm]	t [mm]	A [cm ²]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	I _r [cm ⁴]	i [cm]
chords/ Gurte	50,000	2,000	3,016	3,480	8,701	17,402	1,699
diagonals vertical/ Diagonale vertikal	25,000	3,000	2,073	1,022	1,278	2,556	0,785
diagonals horizontal/ Diagonale horizontal	25,000	3,000	2,073	1,022	1,278	2,556	0,785
end frame/ Endrahmen	25,000	3,000	2,073	1,022	1,278	2,556	0,785

B.3 TRUSS GEOMETRY/ TRAVERSENGEOMETRIE

Height / Höhe	a [cm]	35,00
Width / Breite	b [cm]	35,00
Distance diagonals vertical / Abstand Diagonalen vertikal	d [cm]	35,00
Angle diagonals vertical / Winkel Diagonalen vertikal	β _v	45,00°
Distance diagonals horizontal / Abstand Diagonalen horizontal	d [cm]	35,00
Angle diagonals horizontal / Winkel Diagonalen horizontal	β _h	45,00°
	e [cm]	7,00



B.4 CROSS SECTION TRUSS/ QUERSCHNITTSWERTE GESAMTTRAVERSE

$$A = 4 \times A_{\text{single tube/Einzelrohr}}$$

$$I = 0,85 \times (4 \times I_{\text{single tube/Einzelrohr}} + 4 \times A_{\text{single tube/Einzelrohr}} \times (a/2)^2)$$

$$i = (I / A)^{1/2}$$

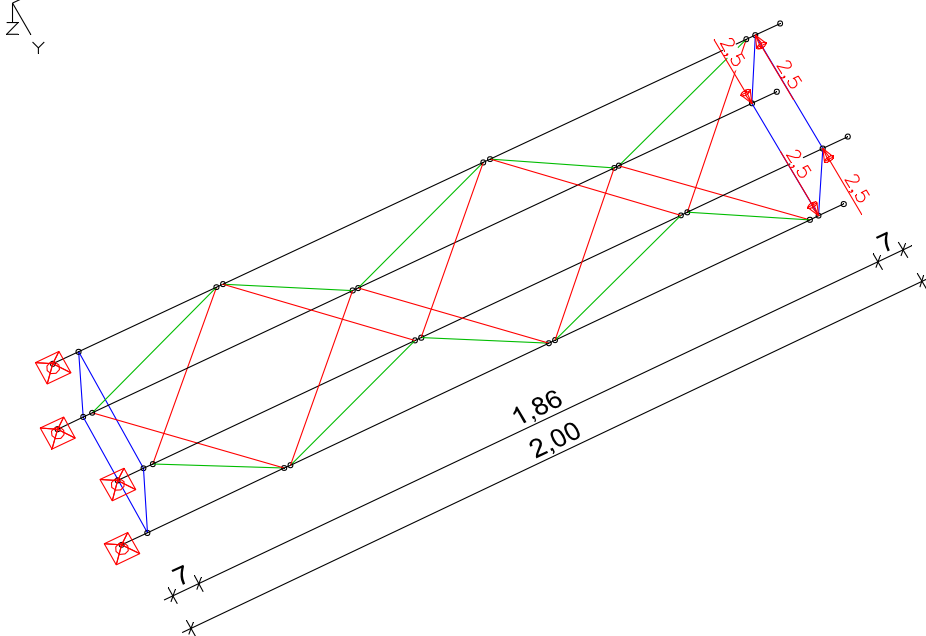
The moments of inertia are reduced for 15% due to the resilient connection between chords and diagonals./
Die Trägheitsmomente werden aufgrund der nachgiebigen Verbindung Gurte-Diagonalen um 15 % abgemindert.

A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	i _y [cm]	i _z [cm]	I _r [cm ⁴]
12,06	3169,92	3169,92	16,21	16,21	840

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

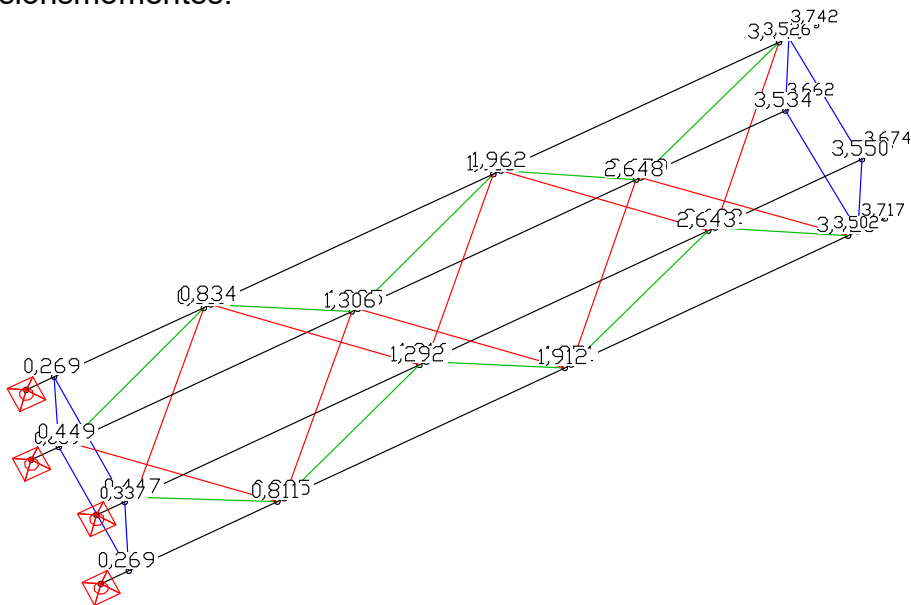
**B.4.1 Determination of the torque moment of inertia /
Bestimmung des Torsionsträgheitsmoments:**

System:



A torsion moment of $M_T = 2,5 \times 2 \times 0,35 = 1,75 \text{ kNm}$ is applied /
Ein Torsionsmoment $M_T = 1,75 \text{ kNm}$ wird aufgebracht.

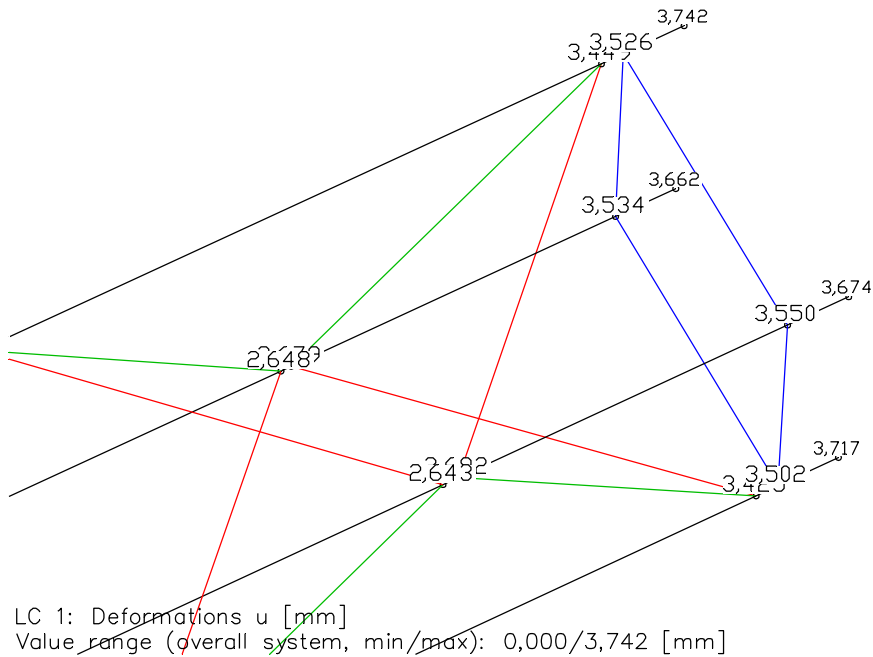
Deformation resulting from torsion moment / Verformung infolge des
Torsionsmomentes:



LC 1: Deformations u [mm]
Value range (overall system, min/max): 0,000/3,742 [mm]

PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

Detail:



Statical basis / Statische Grundlage:

$$\vartheta' = M_T / (G \times I_T)$$

with / mit: $\vartheta' = \vartheta / l$

$$\rightarrow I_T = M_T \times l / (G \times \vartheta)$$

$$\vartheta: d' = (3,550 + 3,502) / 2 = 3,53 \text{ mm}$$

$$\vartheta = 3,53 / (350/\sqrt{2}) = 0,0143$$

$$I_T = (1,75 \times 1,86 \times 10^{-3}) / (27000 \times 0,0143) = 845 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$\triangleq 840 \text{ cm}^4$$

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B.5 MATERIAL

Chords, diagonals/ Gurtrohre, Diagonalen:

Characteristic values of 0,2% proof strength f_o , and ultimate tensile strength f_u according to EC9/ charakteristische Werte für Streckgrenze f_o und Zugfestigkeit f_u gemäß EC9 (see tab. 3.2b; 8.8⁽¹⁾ / siehe Tabelle 3.2b; 8.8⁽¹⁾)

EN AW 6082 T6	[N/mm ²]	normal stress/ Normalspannung	shear stress/ Schubspannung
		$\sigma_{R,d} = f / \gamma_{(M1,M2)}$	$\tau_{R,d} = f / (\gamma_{(M1,M2)} \times \sqrt{3})$
f_o : t > 5mm	260,0	236,4	136,5
f_u : t > 5mm	310,0	248,0	
f_o : t < 5mm	250,0	227,3	131,2
f_u : t < 5mm	290,0	232,0	
$f_{o,haz}$	125,0	113,6	65,6
$f_{u,haz}$	185,0	148,0	
$f_w^{(1)}$	190,0	152,0	87,8

All welding seams are done in TIG, according to tab. 3.2b, note 4 $\rho_{i,haz}$ has to be multiplied by 0,8 /

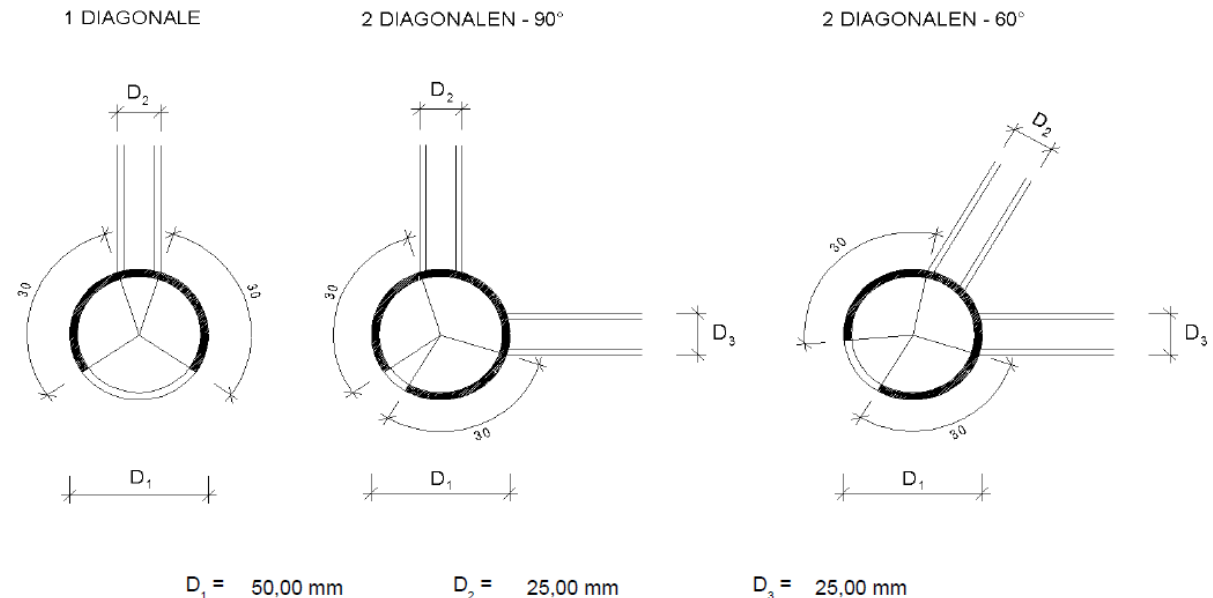
Alle Schweißnähte sind WIG geschweißt, entsprechend Fußnote 4 der Tabelle 3.2b ist $\rho_{i,haz}$ mit dem Faktor 0,8 zu multiplizieren.

Partial safety factors for ultimate limit states/ Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragfähigkeit

γ_{M1}	1,10
γ_{M2}	1,25
γ_{MW}	1,25

(see tab. 6.1/ siehe Tabelle 6.1)

The chords are being affected by welded on diagonals. Proportionately the proof strength is reduced due to the size of the HAZ./ Die Gurte werden durch die angeschweißten Diagonalen beeinträchtigt. Anteilmäßig wird die Spannung in Abhängigkeit von der Größe der Wärmeinflusszone (WEZ) abgemindert.



PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

Chord node with 1 diagonal / Gurtknoten mit 1 angeschweißten Diagonale:

perimeter heat affected zone (haz)/ Umfanglänge in der WEZ	$U_{haz} = D_2 + 2 \times 30$	
	$U_{haz} =$	85,0 mm
perimeter chord/ Umfanglänge Gurtrohr	$U_{total} = \pi \times D_1$	
	$U_{total} =$	157,1 mm
	$(U_{haz} / U_{total}) =$	0,54

reduced cross-section / Daraus folgt die reduzierte Querschnittsfläche A_1 $0,8 \times \rho_{o,haz} =$ **0,40**

$$A_1 = (A \times 1,0) - (1 - 0,4) \times A \times (U_{haz} / U_{total}) = 0,675 \times A \quad 0,68$$

Chord node with 2 diagonals -90° / Gurtknoten mit 2 angeschweißten Diagonalen – 90°:

perimeter heat affected zone (haz)/ Umfanglänge in der WEZ	$U_{haz} = \pi \times D_1 / 4 + (D_2 + D_3) / 2 + 2 \times 30$	
	$U_{haz} =$	124,3 mm
perimeter chord/ Umfanglänge Gurtrohr	$U_{total} = \pi \times D_1$	
	$U_{total} =$	157,1 mm
	$(U_{haz} / U_{total}) =$	0,79

reduced cross-section/ Daraus folgt die reduzierte Querschnittsfläche A_{κ} $0,8 \times \rho_{o,haz} =$ 0,40

$$A_1 = (A \times 1,0) - (1 - 0,4) \times A \times (U_{haz} / U_{total}) = 0,525 \times A$$

Chord node with 2 diagonals -60° / Gurtknoten mit 2 angeschweißten Diagonalen – 60°:

perimeter heat affected zone (haz)/ Umfanglänge in der WEZ	$U_{haz} = \pi \times D_1 / 6 + (D_2 + D_3) / 2 + 2 \times 30$	
	$U_{haz} =$	111,2 mm
perimeter chord/ Umfanglänge Gurtrohr	$U_{total} = \pi \times D_1$	
	$U_{total} =$	157,1 mm
	$(U_{haz} / U_{total}) =$	0,71

reduced cross-section/ Daraus folgt die reduzierte Querschnittsfläche A_{κ} $0,8 \times \rho_{o,haz} =$ 0,40

$$A_1 = (A \times 1,0) - (1 - 0,4) \times A \times (U_{haz} / U_{total}) = 0,575 \times A$$

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B.6 NORMALFORCE SINGLE TUBES / NORMALKRAFT EINZELROHRE:

	f_o	f_u	$f_{u,haz}$	f_w	BC
Chords / Gurte	250,0	290,0	185,0	190,0	A
diagonals vertical	250,0	290,0	185,0	190,0	A
diagonals horizontal	250,0	290,0	185,0	190,0	A

tension,compression at the node / Zug-, Druckkräfte am Knoten

$$N_{R,d} = \min \{ A_g \times f_o / \gamma_{M1}; A_{eff} \times f_u / \gamma_{M2} \}$$

Chords / Gurte	$N_{R,d} = \min \{ 3,016 \times 25 / 1,1; 3,016 \times 0,8 \times 18,5 / 1,25 \} =$	35,71 kN
diagonals vertical	$N_{R,d} = \min \{ 2,073 \times 25 / 1,1; 2,073 \times 0,8 \times 18,5 / 1,25 \} =$	24,55 kN
diagonals horizontal	$N_{R,d} = \min \{ 2,073 \times 25 / 1,1; 2,073 \times 0,8 \times 18,5 / 1,25 \} =$	24,55 kN

compression tube / Druckkräfte im Rohr

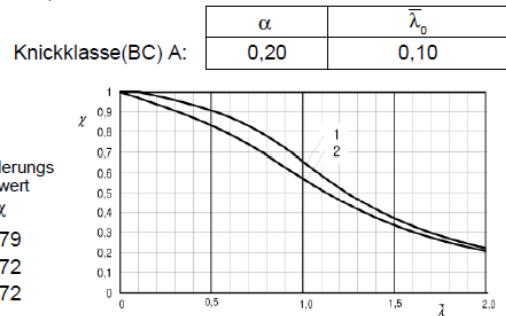
$$N_{b,R,d} = \kappa \times \chi \times \omega_x \times A \times f_o / \gamma_{M1} \quad \bar{\lambda} = L_{cr} / (i \times \pi) \times \sqrt{((A_{eff} \times f_o) / A \times E)}$$

$$\kappa = 1,0 \quad \sqrt{((A_{eff} \times f_o) / A \times E)} = \sqrt{(250 / 70000)} = 0,06$$

$$\omega_x = 1,0$$

$$\phi = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2)$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{(\phi^2 - \bar{\lambda}^2)})$$



stability proof of single tube / Stabilitätsnachweise der Einzelrohre

	Knicklänge / buckling length L_{cr}	Schlankheit / slenderness ratio $\bar{\lambda}$	Funktion zur Bestimmung ϕ	Abminderungs- beiwert χ
Chords / Gurte	70,00	0,79	0,878	0,79
diagonals vertical*	37,12	0,90	0,988	0,72
diagonals horizontal*	37,12	0,90	0,988	0,72

* The buckling length of the diagonals are reduced with the factor 0,75

* Die Knicklängen der Füllstäbe sind mit dem Faktor 0,75 abgemindert (Einspannung in Gurt)

Gurtrohr innerhalb der Knicklänge geschweißt:

nein

$$N_{b,R,d} = \chi_{haz} \times \omega_{x,haz} \times A_{u,eff} \times f_u / \gamma_{M2}$$

$$\omega_0 = (\rho_{o,haz} \times f_u / \gamma_{M2}) / (f_o / \gamma_{M1})$$

$$\bar{\lambda}_{haz} = \bar{\lambda} \times \sqrt{\omega_0}$$

ϕ mit $\bar{\lambda}_{haz}$:

χ mit $\bar{\lambda}_{haz}$:

$\omega_{x,haz}$:

$A_{u,eff}$:

Chords / Gurte	$N_{b,R,d} = 0,79 \times 3,016 \times 25 / 1,1 =$	54,03 kN
diagonals vertical	$N_{b,R,d} = 0,72 \times 2,073 \times 25 / 1,1 =$	33,92 kN
diagonals horizontal	$N_{b,R,d} = 0,72 \times 2,073 \times 25 / 1,1 =$	33,92 kN

Welds / Schweißnähte

A butt weld is taken into account. / Es wird vorausgesetzt das eine HV-Naht ausgebildet ist

Due to its elliptic form the cross section of the diagonals weld can be taken at least as equal to that of the pipe/

Aufgrund ihrer elliptischen Form kann der Querschnitt der Diagonalen-Schweißnaht als mindestens so groß wie der des Rohres angenommen werden.

$$N_{w,R,d} \geq A \times f_w / \gamma_{MW}$$

Chords / Gurte	$N_{w,R,d} = 3,016 \times 19 / 1,25 =$	45,84 kN
diagonals vertical	$N_{w,R,d} = 2,073 \times 19 / 1,25 =$	31,52 kN
diagonals horizontal	$N_{w,R,d} = 2,073 \times 19 / 1,25 =$	31,52 kN

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B.7 FITTING / VERBINDER:

The capacity of the connection depends on 4 elements:

1. capacity of the truss pin
2. capacity of the female conical coupler
3. capacity of the male conical coupler
4. capacity of the connection fitting-chord tube

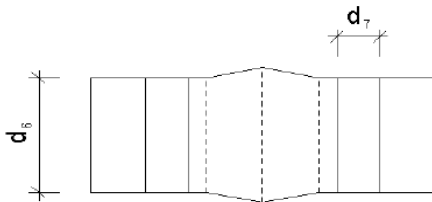
Die Tragfähigkeit der Traversenverbinder wird durch 4 Elemente bestimmt:

1. Tragfähigkeit des Bolzens
2. Tragfähigkeit der Hülse (female conical coupler)
3. Tragfähigkeit des Verbinders (male conical coupler)
4. Tragfähigkeit der Verbindung Hülse-Rohr

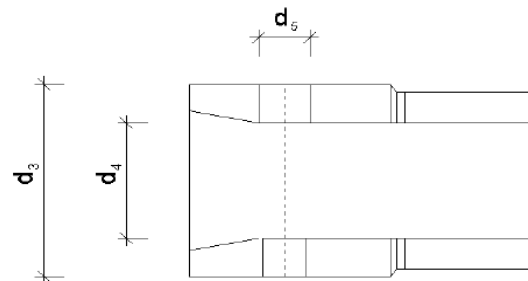
Drawings of the single elements:

Prinzipielle Darstellung der Einzelemente und Bezeichnung:

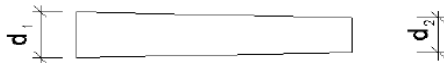
Verbinder/male conical coupler



Hülse/female conical coupler



Bolzen/trusspin



B.7.1 TRUSS PIN / BOLZEN

Material:

GB C45 (Material-No. 1.1191)

tensile stress / Zugfestigkeit $f_{u,p,k}$

800,00 N/mm²

yield stress / Streckgrenze $f_{y,p,k}$

490,00 N/mm²

cross section truss pin / Querschnittswerte Bolzen

d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_m [mm]	A_m [mm ²]	f^*	W_{el} [mm ³]	alpha
12,00	9,35	10,68	89,50	0,30	119,43	0,60

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad W_{el} = \pi / 4 \times r^3$$

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

perm. trans. force / zul. Querkraft	$V_{a,R,d} =$	$\alpha \times A_m \times f_{u,p,k} / \gamma_{M2} =$	34,37 kN
perm. bending moment / zul. Moment	$M_{R,d} =$	$1,5 \times W_{el} \times f_{y,p,k} / \gamma_{M0} =$	8,78 kNcm
trans. force / Querkraft	$V_d =$	N/2	$0,50 \times N_{Rd,pin/ Stiff}$
Bending moment / Moment	$M_d =$	$f^* \times N/2$	$0,15 \times N_{Rd,pin/ Stiff}$

$$(M_d/M_{R,d})^2 + (V_d/V_{a,R,d})^2 = 1 \quad \text{----->} \quad N_{Rd,Stiff/pin} = 44,56 \text{ kN}$$

f^* : lever arm for pin bending / Hebelarm für die Bolzenbiegung

PROJECT: TRUSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B.7.2 FEMALE CONICAL COUPLER / HÜLSE

Material:	EN AW 6082 T6	f_o	250,0	N/mm ²
		γ_{M1}	1,10	
cross section / Querschnittswerte				
outer radius female conical coupler/ Aussendurchmesser Hülse		d_3	50,00	mm
inner radius female conical coupler/ Innerndurchmesser Hülse		d_4	30,30	mm
size of bore for truss pin/ Bohrung für Stift		d_5	12,00	mm
cross section of female conical coupler/ Querschnittsfläche Hülse	$\pi \times (d_3^2 - d_4^2) / 4 - (d_3 - d_4) \times d_5$	$A_H =$	1006,03	mm ²
normal force in the female conical coupler/ Normalkraft der Hülse	$N_{R,d} = A_H \times f_o / \gamma_{M1}$	=	228,6	kN
effective bearing area/ Querschnittsfläche Lochleibung	$A_L = (d_3 - d_4) \times (d_1 + d_2) / 2$		210,30	mm ²
bearing/ Lochleibung	$F_{b,R,d} = 1,5 \times A_L \times f_{o,min} / \gamma_{M1}$	=	71,69	kN
	$N_{R,d,female\ conical\ coupler/Hülse}$	=	71,69	kN

B.7.3 CONICAL COUPLER / KONUS

Material:	EN AW 2011 T6	$f_o =$	230,0	N/mm ²
		$f_u =$	310,0	N/mm ²
cross section / Querschnittswerte				
outer radius conical coupler/ Aussendurchmesser Verbinder		d_6	28,80	mm
size of bore for truss pin/ Bohrung für Stift		d_7	11,79	mm
cross section conical coupler/ Querschnittsfläche Verbinder	$A_g = A = \pi \times d_6^2 / 4$	A_g	651,44	mm ²
	$A_{net} = \pi \times d_6^2 / 4 - d_6 \times d_7$	A_{net}	311,89	mm ²
normal force in the conical coupler/ Normalkraft Verbinder	$N_{o,R,d} = A_g \times f_o / \gamma_{M1}$	=	136,2	kN
	$N_{u,R,d} = 0,9 \times A_{net} \times f_u / \gamma_{M2}$	=	69,61	kN
	$N_{t,R,d} = \min(N_{o,R,d} / N_{u,R,d})$	=	69,61	kN
effective bearing area/ Querschnittsfläche Lochleibung	$A_L = d_7 \times (d_1 + d_2) / 2$		307,44	mm ²
bearing/ Lochleibung	$F_{b,R,d} = 1,5 \times A_L \times f_{o,min} / \gamma_{M1}$	=	96,42	kN
	$N_{R,d,coupler/Verbinder}$	=	69,61	kN

B.7.4 CONNECTION FITTING-TUBE / ANSCHLUSS VERBINDER-ROHR

weld / Schweißnaht: 2,00 mm
 diameter/Durchmesser 50,00 mm
 surface/Fläche 3,016 cm²

weld/Schweißnaht	f_w	γ_{MW}	f_w / γ_{M2}	
	190,0	1,25	152,0	
	$N_{b,R,d} =$	3,016 x	152,0 =	45,84 kN

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

B.8 SUMMARY / ZUSAMMENFASSUNG

normal force chord / Normalkraft Gurte:	$N_{R,d} =$	$\pm 35,71 \text{ kN}$
normal force in the fittings / Normalkraft Verbinder:	$N_{R,d} =$	$\pm 44,56 \text{ kN}$
normal force diagonal vertical / Normalkraft Diagonale vertikal:	$N_{R,d} =$	$\pm 24,55 \text{ kN}$
normal force diagonal horizontal / Normalkraft Diagonale horizontal:	$N_{R,d} =$	$\pm 24,55 \text{ kN}$

B.9 DESIGN INTERNAL FORCES COMPLETE TRUSS / BEMESSUNGSSCHNITTGRÖSSEN GESAMTTRAVERSE

bending moment/Biegemoment:	$M_{y,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times 0,350 =$	$25,00 \text{ kNm}$
bending moment/Biegemoment:	$M_{z,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times 0,350 =$	$25,00 \text{ kNm}$
normal force/Normalkraft:	$N_{R,d} = 4 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} =$	$142,83 \text{ kN}$
transversal force/Querkraft	$V_{z,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin 45,00^\circ =$	$34,72 \text{ kN}$
transversal force/Querkraft	$V_{y,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin 45,00^\circ =$	$34,72 \text{ kN}$

B.10 INTERACTION MOMENT-TRANSVERSAL FORCE / MOMENTEN-QUERKRAFT-INTERAKTION

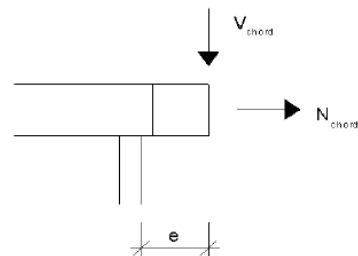
In case of occurrence of bending moment and transversal force the following term has to be analysed:
Bei Auftreten von Moment und Querkraft, ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$V_{d, \text{chor-/Gurt}} = 0,25 \times V_{d, \text{total/gesamt}}$$

$$M_{d, \text{chord/Gurt}} = V_{d, \text{chord/Gurt}} \times e \quad e^* = 7,00$$

according to term / nach Gl. (6.43):

$$\eta = (N_{\text{chord/Gurt,Ed}} / N_{R,d})^{1,3} + M_{\text{chord/Gurt,Ed}} / M_{R,d} \leq 1$$



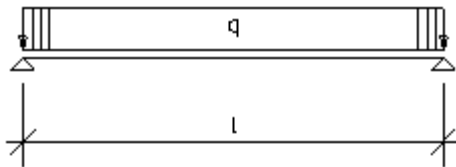
With the setted lever arm e^* any appearing eccentricities at the connection diagonal to main chord are also covered. / Der angesetzte Hebelarm e^* berücksichtigt ebenfalls evtl. auftretende Aussermittigkeiten beim Anschluss der Diagonalen.

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

**B.11 LOADING TABLES SINGLE SPAN GIRDER /
BELASTUNGSTABELLEN EINFELDTRÄGER**

formula / Formeln:

distributed load / Gleichlast vertikal



$$M_{Ed} = 1,5 \times q \times l^2 / 8 + 1,35 \times g \times l^2 / 8 \leq M_{Rd}$$

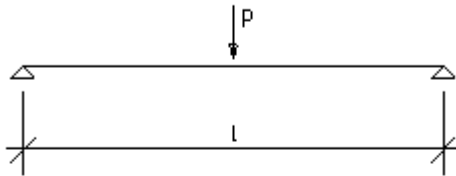
$$\rightarrow \text{zul } q_k = (8 \times M_{Rd}) / (1,5 \times l^2) - 1,35 / 1,5 \times g$$

$$V_{Ed} = 1,5 \times (q \times l) / 2 + 1,35 \times (g \times l) / 2 \leq V_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } q_k = (2 \times V_{Rd}) / (1,5 \times l) - 1,35 / 1,5 \times g$$

$$w = 14.88 \times M_y \times l^2 / I_y$$

center load / Einzellast mittig



$$M_{Ed} = 1,5 \times P \times l / 4 + 1,35 \times g \times l^2 / 8 \leq M_{Rd}$$

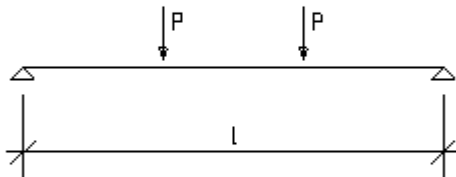
$$\rightarrow \text{zul } P_k = (4 \times M_{Rd}) / (1,5 \times l) - 1,35 / 1,5 \times g \times l / 2$$

$$V_{Ed} = 1,5 \times P / 2 + 1,35 \times (g \times l) / 2 \leq V_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } P_k = (2 \times V_{Rd}) / 1,5 - 1,35 / 1,5 \times g \times l$$

$$w = 11.91 \times M_y \times l^2 / I_y$$

thirdpoint load / Einzellast in den Drittelpunkten



$$M_{Ed} = 1,5 \times P \times l / 3 + 1,35 \times g \times l^2 / 8 \leq M_{Rd}$$

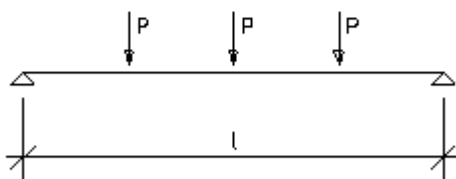
$$\rightarrow \text{zul } P_k = (2 \times M_{Rd}) / l - 1,35 / 1,5 \times (3 \times g \times l) / 8$$

$$V_{Ed} = 1,5 \times P + 1,35 \times (g \times l) / 2 \leq V_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } P_k = V_{Rd} / 1,5 - 1,35 / 1,5 \times (g \times l) / 2$$

$$w = 15.21 \times M_y \times l^2 / I_y$$

forthpoint load / Einzellast in den Viertelpunkten



$$M_{Ed} = 1,5 \times P \times l / 2 + 1,35 \times g \times l^2 / 8 \leq M_{Rd}$$

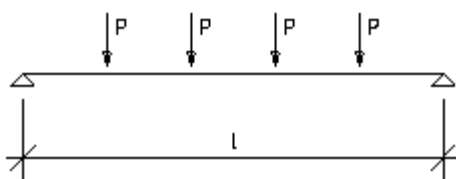
$$\rightarrow \text{zul } P_k = (2 \times M_{Rd}) / (1,5 \times l) - 1,35 / 1,5 \times g \times l / 4$$

$$V_{Ed} = 1,5 \times 3/2 \times P + 1,35 \times (g \times l) / 2 \leq V_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } P_k = (2 \times V_{Rd} / 1,5) - 1,35 / 1,5 \times (g \times l) / 3$$

$$w = 14.13 \times M_y \times l^2 / I_y$$

fifthpoint load / Einzellast in den Fünftelpunkten



$$M_{Ed} = 1,5 \times P \times l / 1.66 + 1,35 \times g \times l^2 / 8 \leq M_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } P_k = (1,66 \times M_{Rd}) / 1,5 \times l - 1,35 / 1,5 \times (1,66 \times g \times l) / 8$$

$$V_{Ed} = 1,5 \times 2 \times P + 1,35 \times (g \times l) / 2 \leq V_{Rd}$$

$$\rightarrow \text{zul } P_k = V_{Rd} / 3 - 1,35 / 1,5 \times (g \times l) / 4$$

$$w = 15.21 \times M_y \times l^2 / I_y$$

PROJECT:
TRUSSSYSTEM EGTS404

CUSTOMER/AUFTRAGGEBER:
TÜV SÜD CHINA

PROJECT-NO.:
15383-REV01

DATE/DATUM:
25.11.2015

**permissible loads single-span-girder with M-V-interaction /
zulässige Belastung eines Einfeldträgers mit M-V-Interaktion**

deadweight truss and M-V-interaction are already taken into account /
Das Eigengewicht der Traverse und die M-V-Interaktion sind bereits berücksichtigt

Spannweite / span	Spannweite / span	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	Durchbiegung / deflection	mittige Einzellast / central single load	mittige Einzellast / central single load	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Drittelpunkten / single load third points	Einzellast in den Drittelpunkten / single load third points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Viertelpunkten / single load fourth points	Einzellast in den Viertelpunkten / single load fourth points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Fünftelpunkten / single load fifth points	Einzellast in den Fünftelpunkten / single load fifth points	Durchbiegung / deflection
m	ft	kg/m	lbs/ft	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm
3	9,8	1475,2	992,6	0,7	1415,0	3122,9	0,6	898,7	1983,4	0,7	720,3	1589,7	0,7	601,6	1327,7	0,7
4	13,1	827,2	556,6	1,3	1163,8	2568,4	1,0	759,7	1676,6	1,3	625,1	1379,5	1,2	509,8	1125,1	1,3
5	16,4	527,2	354,7	2,0	986,7	2177,6	1,6	657,0	1449,9	2,0	551,2	1216,5	1,9	428,8	946,3	2,0
6	19,7	364,3	245,1	2,8	854,8	1886,6	2,3	577,9	1275,3	2,9	479,6	1058,6	2,7	369,3	815,0	2,9
7	23,0	266,0	179,0	3,8	752,6	1660,9	3,1	514,9	1136,4	3,9	416,2	918,5	3,6	323,7	714,3	3,9
8	26,2	202,3	136,1	5,0	670,8	1480,4	4,0	463,5	1023,0	5,1	366,7	809,4	4,8	287,5	634,4	5,1
9	29,5	158,6	106,7	6,3	603,7	1332,4	5,1	420,7	928,4	6,5	327,0	721,7	6,0	258,0	569,4	6,5
10	32,8	127,3	85,6	7,8	547,6	1208,6	6,3	384,4	848,3	8,0	294,3	649,6	7,4	233,5	515,2	8,0
11	36,1	104,1	70,1	9,5	499,8	1103,2	7,6	353,1	779,3	9,7	266,9	589,1	9,0	212,7	469,4	9,7
12	39,4	86,5	58,2	11,3	458,6	1012,1	9,0	325,9	719,2	11,5	243,5	537,5	10,7	194,8	430,0	11,5
13	42,6	70,8	47,6	13,0	422,6	932,6	10,6	301,8	666,2	13,0	223,3	492,8	12,6	179,3	395,7	13,0
14	45,9	55,3	37,2	14,0	390,7	862,3	12,3	280,5	619,0	14,0	205,6	453,7	14,0	157,2	346,9	14,0
15	49,2	43,7	29,4	15,0	362,3	799,6	14,1	240,4	530,5	15,0	174,7	385,6	15,0	133,0	293,5	15,0
16	52,5	34,9	23,5	16,0	336,8	743,2	16,0	204,2	450,7	16,0	148,8	328,5	16,0	113,0	249,4	16,0
17	55,8	27,9	18,8	17,0	311,7	688,0	17,0	173,8	383,5	17,0	127,1	280,5	17,0	96,2	212,2	17,0
18	59,0	22,5	15,1	18,0	268,6	592,7	18,0	147,9	326,4	18,0	108,6	239,7	18,0	81,8	180,6	18,0
19	62,3	18,1	12,2	19,0	231,5	510,9	19,0	125,6	277,1	19,0	92,7	204,6	19,0	69,5	153,3	19,0
20	65,6	14,6	9,8	20,0	199,4	440,0	20,0	106,2	234,3	20,0	78,9	174,2	20,0	58,7	129,6	20,0

⊃ = Durchbiegung maßgebend / Deflection is limiting

L/100

Use instructions for the table / Benutzungshinweise zur Tabelle:

The load data has been calculated using partial safety factors $\gamma_Q = 1,5$ (live load) and $\gamma_G = 1,35$ (dead load truss), the shown values are characteristic loads. DIN-EN 13814:2004 – Fairground and amusement park machinery and structures – Safety, which is also used for stages and stage roofs, allows to reduce the partial safety factor for variable loads from $\gamma_Q = 1,5$ to $\gamma_Q = 1,35$, leading to a permissible load increasement by a factor of approx. 11%. This increasement is only valid for trusses which are part of a non permanent demountable structure and is not suitable for standard truss constructions like exhibition stands, ground supports or suspended lighting rigs.

Die Belastungsdaten sind mit Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_Q = 1,5$ (Nutzlasten) und $\gamma_G = 1,35$ (Eigengewicht Traverse) ermittelt worden, bei den angegebenen Werten handelt es sich um charakteristische Belastungswerte. DIN EN 13814:2004 - Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks – Sicherheit, welche auch für Bühnen und Bühnenüberdachungen Anwendung findet, bietet die Möglichkeit, den Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen von $\gamma_Q = 1,5$ auf $\gamma_Q = 1,35$ zu reduzieren. Dies würde zu etwa 11% höheren Belastungswerten führen, welche aber ausschließlich für Traversen, die Bestandteil eines Fliegenden Baus sind, gelten. Die erhöhten Daten sind für herkömmliche Traversenkonstruktionen wie Messestände, Ground-Supports oder abgehängte Beleuchtungstraversen NICHT anwendbar!

The values shown are only valid for a single span girder. The length of the single trusselements can be chosen freely. All truss elements must have diagonals.

Die Tabellenwerte gelten nur beim System des Einfeldträgers. Die Traversen dürfen willkürlich gestückt werden. Alle Traversenelemente müssen mit Diagonalen ausgebildet sein.

All loads, supports and suspensions must be located in the nodes of the trusses .

Alle Lasten, Unterstützungen und Abhängungen an der Traverse müssen im Knoten angeordnet werden.

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015

**permissible loads single-span-girder with M-V-interaction /
zulässige Belastung eines Einfeldträgers mit M-V-Interaktion**

deadweight truss and M-V-interaction are already taken into account /
Das Eigengewicht der Traverse und die M-V-Interaktion sind bereits berücksichtigt

Spannweite / span	Spannweite / span	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	Durchbiegung / deflection	mittige Einzellast / central single load	mittige Einzellast / central single load	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Drittelspunkten / single load third points	Einzellast in den Drittelspunkten / single load third points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Viertelspunkten / single load fourth points	Einzellast in den Viertelspunkten / single load fourth points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Fünftelspunkten / single load fifth points	Einzellast in den Fünftelspunkten / single load fifth points	Durchbiegung / deflection
m	ft	kg/m	lbs/ft	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm
3	9,8	1475,2	992,6	0,7	1415,0	3122,9	0,6	898,7	1983,4	0,7	720,3	1589,7	0,7	601,6	1327,7	0,7
4	13,1	827,2	556,6	1,3	1163,8	2568,4	1,0	759,7	1676,6	1,3	625,1	1379,5	1,2	509,8	1125,1	1,3
5	16,4	527,2	354,7	2,0	986,7	2177,6	1,6	657,0	1449,9	2,0	551,2	1216,5	1,9	428,8	946,3	2,0
6	19,7	364,3	245,1	2,8	854,8	1886,6	2,3	577,9	1275,3	2,9	479,6	1058,6	2,7	369,3	815,0	2,9
7	23,0	266,0	179,0	3,8	752,6	1660,9	3,1	514,9	1136,4	3,9	416,2	918,5	3,6	323,7	714,3	3,9
8	26,2	202,3	136,1	5,0	670,8	1480,4	4,0	463,5	1023,0	5,1	366,7	809,4	4,8	287,5	634,4	5,1
9	29,5	158,6	106,7	6,3	603,7	1332,4	5,1	420,7	928,4	6,5	327,0	721,7	6,0	258,0	569,4	6,5
10	32,8	127,3	85,6	7,8	547,6	1208,6	6,3	384,4	848,3	8,0	294,3	649,6	7,4	233,5	515,2	8,0
11	36,1	104,1	70,1	9,5	499,8	1103,2	7,6	353,1	779,3	9,7	266,9	589,1	9,0	212,7	469,4	9,7
12	39,4	86,5	58,2	11,3	458,6	1012,1	9,0	325,9	719,2	11,5	243,5	537,5	10,7	194,8	430,0	11,5
13	42,6	72,9	49,0	13,2	422,6	932,6	10,6	301,8	666,2	13,5	223,3	492,8	12,6	179,3	395,7	13,5
14	45,9	62,0	41,7	15,3	390,7	862,3	12,3	280,5	619,0	15,7	205,6	453,7	14,6	165,6	365,5	15,7
15	49,2	53,2	35,8	17,6	362,3	799,6	14,1	261,3	576,7	18,0	189,9	419,1	16,7	153,4	338,6	18,0
16	52,5	46,0	31,0	20,0	336,8	743,2	16,0	244,0	538,5	20,5	175,9	388,3	19,0	142,5	314,5	20,5
17	55,8	40,1	27,0	22,6	313,6	692,1	18,1	228,2	503,7	23,1	163,3	360,5	21,5	132,6	292,7	23,1
18	59,0	35,1	23,6	25,3	292,5	645,5	20,3	213,8	471,8	25,9	151,9	335,3	24,1	123,6	272,9	25,9
19	62,3	30,9	20,8	28,2	273,1	602,8	22,6	200,4	442,3	28,9	141,5	312,2	26,8	115,4	254,7	28,9
20	65,6	27,3	18,4	31,3	255,2	563,3	25,0	188,1	415,1	32,0	131,9	291,1	29,7	107,8	238,0	32,0

WITHOUT DEFLECTION LIMIT /
OHNE DURCHBIEGUNGSBESCHRÄNKUNG

Use instructions for the table / Benutzungshinweise zur Tabelle:

The load data has been calculated using partial safety factors $\gamma_Q = 1,5$ (live load) and $\gamma_G = 1,35$ (dead load truss), the shown values are characteristic loads. DIN-EN 13814:2004 – Fairground and amusement park machinery and structures – Safety, which is also used for stages and stage roofs, allows to reduce the partial safety factor for variable loads from $\gamma_Q = 1,5$ to $\gamma_Q = 1,35$, leading to a permissible load increase by a factor of approx. 11%. This increase is only valid for trusses which are part of a temporary demountable structure and is not suitable for standard truss constructions like exhibition stands, ground supports or suspended lighting rigs.

Die Belastungsdaten sind mit Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_Q = 1,5$ (Nutzlasten) und $\gamma_G = 1,35$ (Eigengewicht Traverse) ermittelt worden, bei den angegebenen Werten handelt es sich um charakteristische Belastungswerte. DIN EN 13814:2004 - Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsorte und Vergnügungsparks – Sicherheit, welche auch für Bühnen und Bühnenüberdachungen Anwendung findet, bietet die Möglichkeit, den Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen von $\gamma_Q = 1,5$ auf $\gamma_Q = 1,35$ zu reduzieren. Dies würde zu etwa 11% höheren Belastungswerten führen, welche aber ausschließlich für Traversen, die Bestandteil eines Fliegenden Baus sind, gelten. Die erhöhten Daten sind für herkömmliche Traversenkonstruktionen wie Messestände, Ground-Supports oder abgehängte Beleuchtungstraversen NICHT anwendbar!

The values shown are only valid for a single span girder. The length of the single truss elements can be chosen freely. All truss elements must have diagonals.

Die Tabellenwerte gelten nur beim System des Einfeldträgers. Die Traversen dürfen willkürlich gestückt werden. Alle Traversenelemente müssen mit Diagonalen ausgebildet sein.

All loads, supports and suspensions must be located in the nodes of the trusses .

Alle Lasten, Unterstützungen und Abhängungen an der Traverse müssen im Knoten angeordnet werden.

PROJECT: TRUSSSYSTEM EGTS404	PROJECT-NO.: 15383-REV01
CUSTOMER/AUFTRAGGEBER: TÜV SÜD CHINA	DATE/DATUM: 25.11.2015