

Statische Berechnung

Gegenstand: Absturzsicherung aus Edelstahlrohr mit Befestigung an Wange

Auftraggeber: Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG
Industriestraße 1-5
36419 Geisa

Tragwerksplaner: Ingenieurbüro Reiner Auth
Dipl.-Ing. & Internationaler Schweißfachingenieur
Im Zunderhart 7
36119 NeuhoF-Giesel
Tel.: 0661-9452837
Fax: 0661-9452827
Mobil: 0177-6056738

*Giesel, dem 12.10.2016
R. Auth*

Dipl.-Ing. Reiner Auth
Internationaler Schweißfachingenieur
Im Zunderhart 7 · 36119 NeuhoF-Giesel
Tel. 06 61/945 28 37 - Fax 945 28 27

Mail: Reiner.Auth@Auth-Statik.de

Inhalt: Statische Berechnungen
Anlagen

Vorbemerkungen:

a) Allgemeines

Gegenstand dieser Berechnung ist die Absturzsicherung der Serie „Hasta“ aus Edelstahl der Firma Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG (siehe Anlage 1).

Die Konstruktion besteht aus einem Edelstahlrohr mit folgenden Abmaßen: 26,9x2,0; 33,7x2,0; 42,4x2,0; 42,4x2,6 und wird seitlich im Rohr geklemmt und mit je zwei Schrauben M10 aus Edelstahl A2-70 an der Fassade befestigt.

Die Absturzsicherung ist zum Einsatz außen vor einem Fenster vorgesehen. Die Befestigung erfolgt an der äußeren Fensterlaibung.

Bei allen Berechnungen wurden folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Die Eigenlast der Absturzsicherung ist zu vernachlässigen
- Es werden nur Verkehrslasten berücksichtigt
- Vertikale Kräfte bleiben unberücksichtigt
- Die Sicherheit der Lasten beträgt konstant 1,5
- Die Streckgrenze des Holms wird mit 230 N/mm^2 angenommen und mit einer Sicherheit von 1,1 beaufschlagt
- Die Umwehrungshöhe ist laut Landesbauordnung der Bundesländer festgelegt
- Die Absturzsicherung ist mit einem homogenen Querschnitt ausgeführt

b) Verwendete Vorschriften/Literatur

- DIN EN 1990
- DIN EN 1991
- DIN EN 1993-1, Eurocode 3 EC3

c) Sonstiges

Diese statische Berechnung endet mit Seite 8 und beinhaltet eine Anlage.

Positionsübersicht:

Position	Bauteil	Seite
1.	Absturzsicherung	4
1.1.	Absturzsicherung mit einer Verkehrslast von 0,5kN/m	5
1.2.	Absturzsicherung mit einer Verkehrslast von 1,0kN/m	6
2.	Zusammenfassung der Ergebnisse	7
3.	Verankerung in der Fensterlaibung	7
4.	Auswertung	8

Tabelle 1: Positionsübersicht

Position 1. Absturzsicherung

Querschnitt/ Material:

Die Absturzsicherung besteht aus einem Rohr aus Edelstahl, V2A, mit der Materialnummer 1.4301.

Folgende Abmaße und Widerstandsmomente sind möglich:

Rohrmaße [mm]	Widerstandsmoment W [mm ³]
26,9 x 2,0	907,32
33,7 x 2,0	1490,71
42,4 x 2,0	2448,84
42,4 x 2,6	3049,27

Tabelle 2: Widerstandsmomente verschiedener Querschnitte

Hinweise zur Berechnung:

Die Absturzsicherung wird in zwei Lastfällen der horizontalen Verkehrslast (0,5/1,0 kN/m) berechnet.

Es werden die maximalen Längen in Millimeter angegeben, bei der das System ihre volle Funktionsfähigkeit aufweist und nicht versagt.

Bei allen Berechnungen werden folgende Randbedingungen festgelegt:

- Das Eigengewicht der Absturzsicherung bleibt unberücksichtigt
- Vertikale Lasten bleiben unberücksichtigt
- Einzige angreifende Last ist die horizontale Verkehrslast
- Die Berechnung wird nur am Beispiel 42,4 x 2,6mm ausgeführt, alle weiteren Werte werden in einer Tabelle zusammengefasst

Lastansätze:

nichtständige Lasten: horizontale Verkehrslast $h_{VL}=0,5/1,0$ kN/m

**Position 1.1. Berechnung der Absturzsicherung bei einer horizontalen
Verkehrslast $h_{VL}=0,5 \text{ kN/m}$**

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D} = \frac{\pi \cdot (42,4^4 - 37,2^4) \text{ mm}^4}{32 \cdot 42,4 \text{ mm}} = 3049,27 \text{ mm}^3$$

Länge:

$$l = \sqrt{\frac{8 \cdot \sigma \cdot W}{\gamma_F \cdot h_{vl}}} = \sqrt{\frac{8 \cdot \frac{205 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 3049,27 \text{ mm}^3}{1,5 \cdot \frac{0,5 \text{ N}}{\text{mm}}}} = 2582,2 \text{ mm}$$

Nachweis:

Kraft pro Lager:

$$F_z = h_{vl} \cdot \gamma_F \cdot \frac{l}{2} = \frac{0,5 \text{ N}}{\text{mm}} \cdot 1,5 \cdot \frac{2582,2 \text{ mm}}{2} = 968,3 \text{ N}$$

Biegemoment:

$$M_B = F_z \cdot \frac{l}{4} = 968,3 \text{ N} \cdot \frac{2582,2 \text{ mm}}{4} = 625102,2 \text{ Nmm} = 625,1 \text{ Nm}$$

Spannung:

$$\sigma_y = \frac{M_B}{W} = \frac{625102,2 \text{ Nmm}}{3049,27 \text{ mm}^3} = 205,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_y = 205,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{zul} = 205,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Position 1.2. Berechnung der Absturzsicherung bei einer horizontalen

Verkehrslast $h_{VL}=1,0 \text{ kN/m}$

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D} = \frac{\pi \cdot (42,4^4 - 37,2^4) \text{ mm}^4}{32 \cdot 42,4 \text{ mm}} = 3049,27 \text{ mm}^3$$

Länge:

$$l = \sqrt{\frac{8 \cdot \sigma \cdot W}{\gamma_F \cdot h_{vl}}} = \sqrt{\frac{8 \cdot \frac{205 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 3049,27 \text{ mm}^3}{1,5 \cdot \frac{1,0 \text{ kN}}{\text{m}}}} = 1825,8 \text{ mm}$$

Nachweis:

Kraft pro Lager:

$$F_z = h_{vl} \cdot \gamma_F \cdot \frac{l}{2} = \frac{1,0 \text{ N}}{\text{mm}} \cdot 1,5 \cdot \frac{1825,8 \text{ mm}}{2} = 1369,4 \text{ N}$$

Biegemoment:

$$M_B = F_z \cdot \frac{l}{4} = 1369,4 \text{ N} \cdot \frac{1825,8 \text{ mm}}{4} = 625062,6 \text{ Nmm} = 625,1 \text{ Nm}$$

Spannung:

$$\sigma_y = \frac{M_B}{W} = \frac{625062,6 \text{ Nmm}}{3049,27 \text{ mm}^3} = 204,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_y = 204,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{zul} = 205,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Position 2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Rohrmaße [mm]	max. Länge [mm] bei Auslastung von:	
	0,5 kN/m	1,0 kN/m
26,9x2	1408,5	996,0
33,7x2	1805,4	1276,6
42,4x2	2314,0	1636,2
42,4x2,6	2582,2	1825,8

Tabelle 3: maximale Längen verschiedener Querschnitte

Position 3. Verankerung in der Fensterlaibung

Eine Ronde mit einem Außendurchmesser von 80mm und einer Stärke $t=4\text{mm}$ wird mit Hilfe von 2 Schrauben M10 aus Edelstahl A2-70 je Seite an der Fassade befestigt. Der Holm wird mit jeweils einem Keilspanner rechts und links innen festgeklemmt.

Die maximale Schubkraft ergibt sich aus der maximalen Länge bei einer Verkehrslast von 1,0 kN/m.

$$F_{S,max} = h_{vl} * \gamma_F * \frac{l}{2} = \frac{1,0N}{mm} * 1,5 * \frac{1825,8 \text{ mm}}{2} = 1369,4 \text{ N} = 1,37 \text{ kN}$$

Die maximale Schubkraft darf die nachgewiesene Querkraft am verwendeten Dübel nach ETB-Richtlinie in keinem Fall überschreiten.

Berechnung auf Lochleibung:

$$\sigma_{LL} = \frac{F_{z,max}}{d_B * t} = \frac{1369,4N}{10 * 4} = 34,3 \frac{N}{mm^2}$$

$$\frac{\sigma_{LL}}{\sigma_{zul}} * 100\% = \frac{\sigma_{LL}}{0,6 * R_m} * 100\% = \frac{34,3}{0,6 * 250} * 100\% = 22,9\%$$

Berechnung auf Scherspannung:

$$\tau_S = \frac{F_{z,max}}{s} = \frac{1369,4N}{58mm^2} = 23,6 \frac{N}{mm^2}$$

$$\frac{\tau_S}{\tau_{zul}} * 100\% = \frac{\tau_S}{0,4 * R_m} * 100\% = \frac{23,6}{0,4 * 225} * 100\% = 26,2\%$$

Position 4. Auswertung

Diese Art der Befestigung hat keinen weiteren Einfluss auf die maximale Länge der Absturzsicherung.

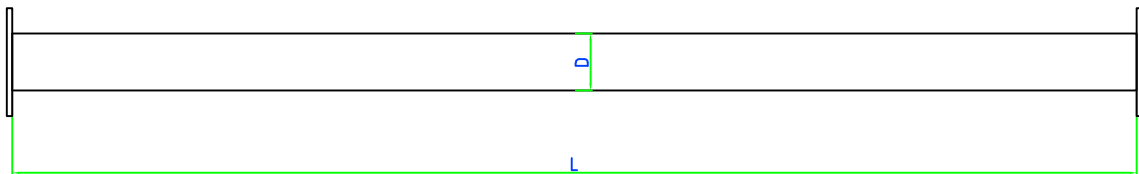
Die maximalen Längen der jeweiligen Querschnitte sind in Tabelle 3, Seite 7 für die verschiedenen Verkehrslasten dargestellt.

Für die Verschraubung zur Befestigung in der Fassade ist ein ergänzender Nachweis erforderlich.

Anlage 1

Zeichnungen

(Fa. Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG)



Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG
 Industriestraße 1-5
 36419 Geisa
 Tel.: 036967-59370
 Fax.: 036967-593730

Maßstab ohne

Edelstahl 1.4301

			Datum	Name
			Bearb. 07.10.16	Kai Träger
			Gepr. 07.10.16	T. Blum
			Norm	

Hasta Edelstahlrohr



ohne

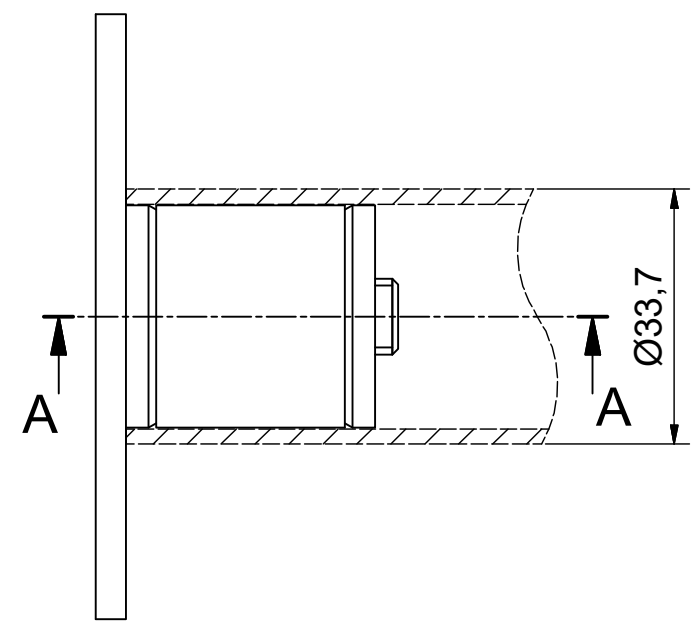
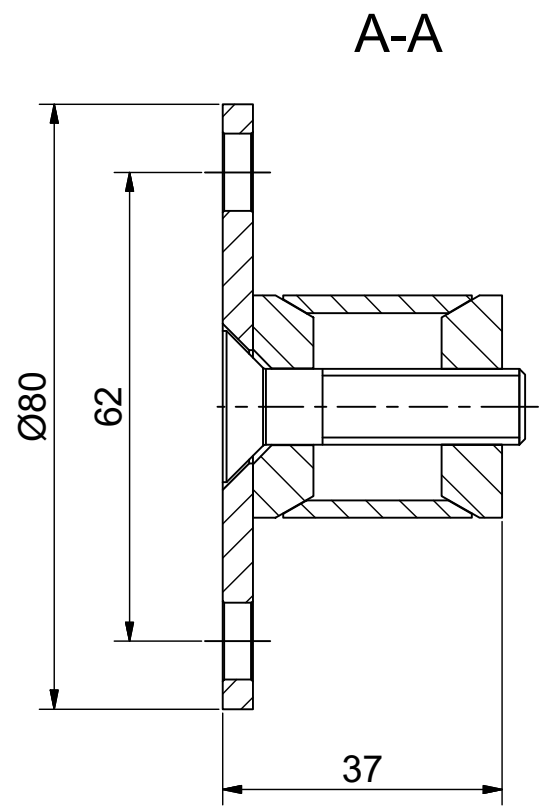
Blatt

Blätter

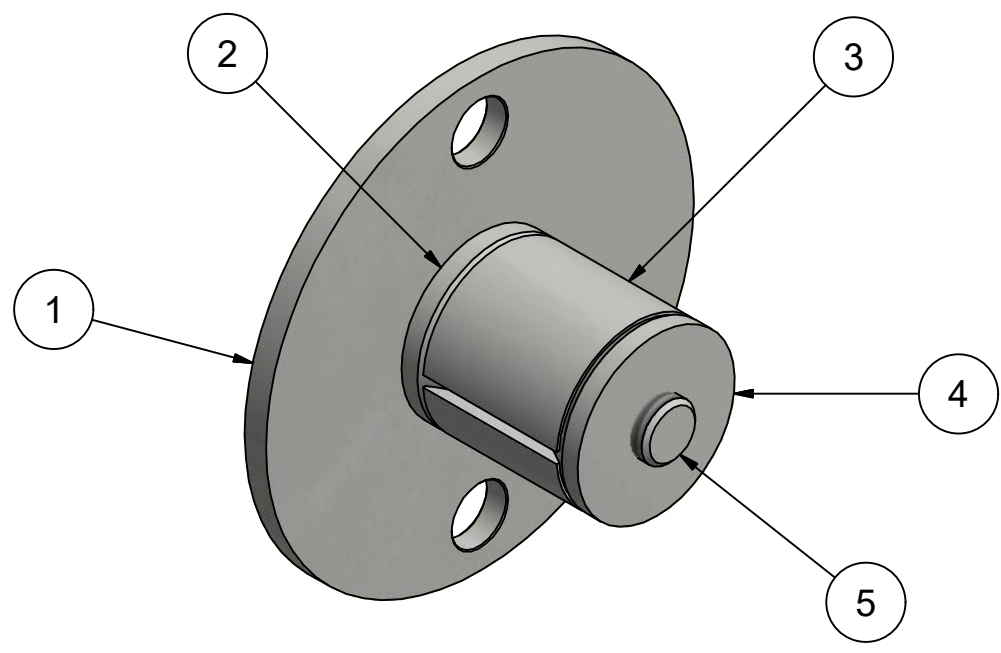
Zust Änderung Datum Name

Ersatz für:

Ersatz durch:



Stückliste			
Pos.	Stück	Art.- Nr.	Benennung
1	1	800364	Platte für Wange
2	1	800681	Konusspanner
3	1	800430	Hülse geschlitz
4	1	800680	Konusspanner
5	1	568006	Senkschrauben m. ISK M10x45 DIN 7991



Maßstab: 1 : 1	sonstige Angaben:		Material:	
Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-mK DIN ISO 8015			Oberfläche:	
		Datum	Name	
		Gezeichnet 07.04.2015	Grundmann	
		Klaus Peter Abel Metallwaren e. K. Industriestraße 1-5 36419 Geisa		
		Telefon: 036967-59 37 0 Fax: 036967-59 37 30		
Status	Änderungen	Datum	Name	

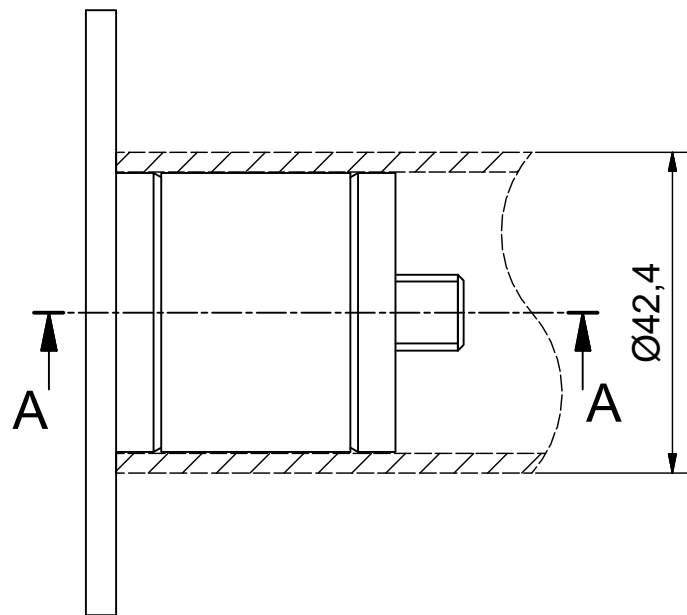
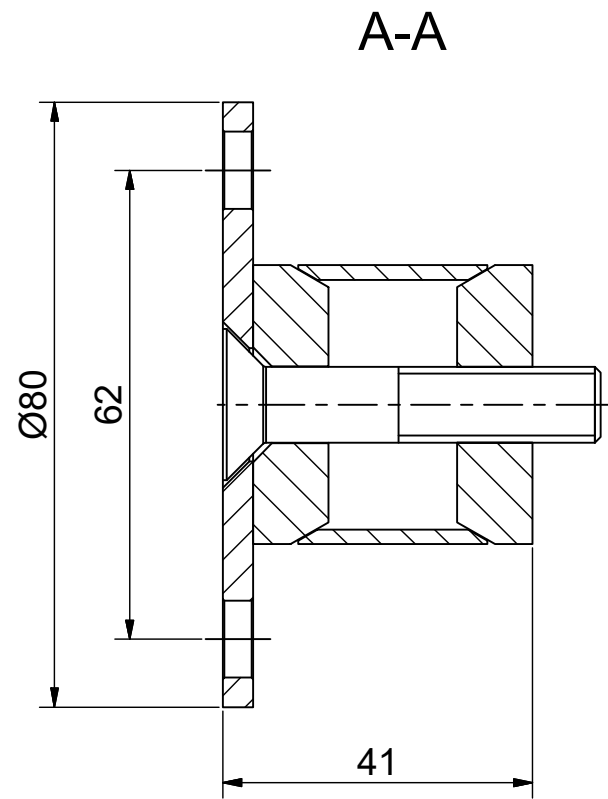
Befestigungselement Obergurt
für Rohr 33,7 x 2,0 mm

347556

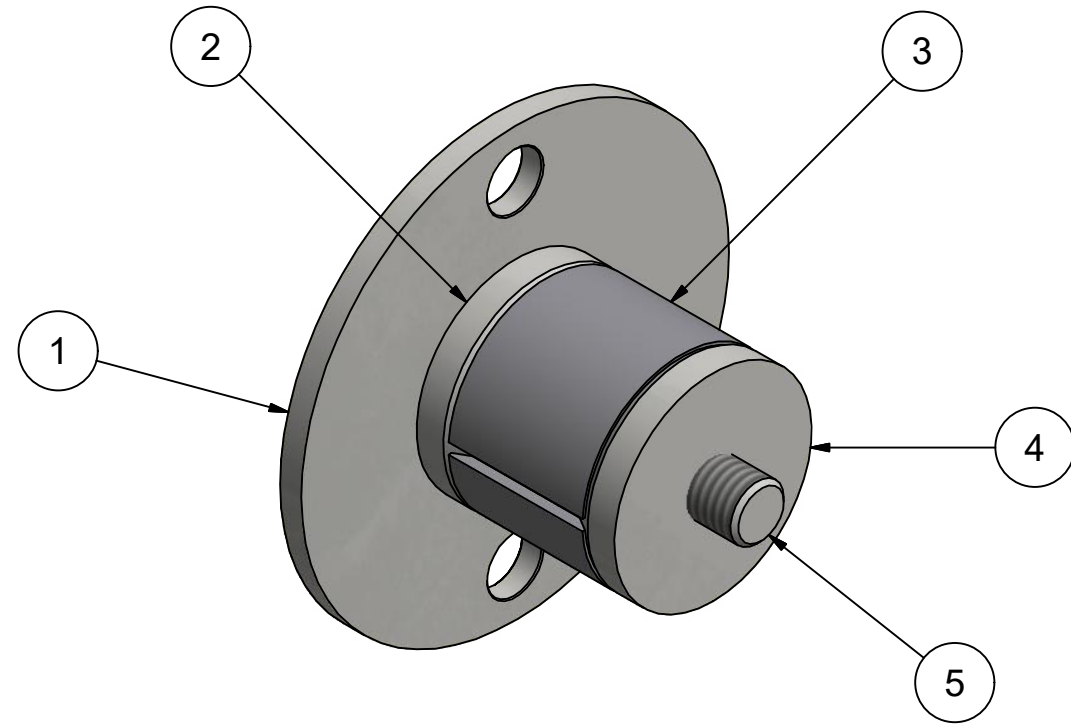
Version **01**

Blatt **1**
Format **A3**

Das Urheberrecht an dieser Zeichnung und allen Beilagen, die dem Empfänger persönlich anvertraut sind, verbleibt jederzeit unserer Firma. Ohne unsere schriftliche Genehmigung dürfen sie nicht kopiert und vervielfältigt, auch niemals an dritte Personen mitgeteilt oder zugänglich gemacht werden.



Stückliste			
Pos.	Stück	Art.- Nr.	Benennung
1	1	800364	Platte für Wange
2	1	800675	Konusspanner
3	1	800355	Hülse geschlitzt
4	1	800336	Konusspanner
5	1	568006	Senkschrauben m. ISK M10x45 DIN 7991



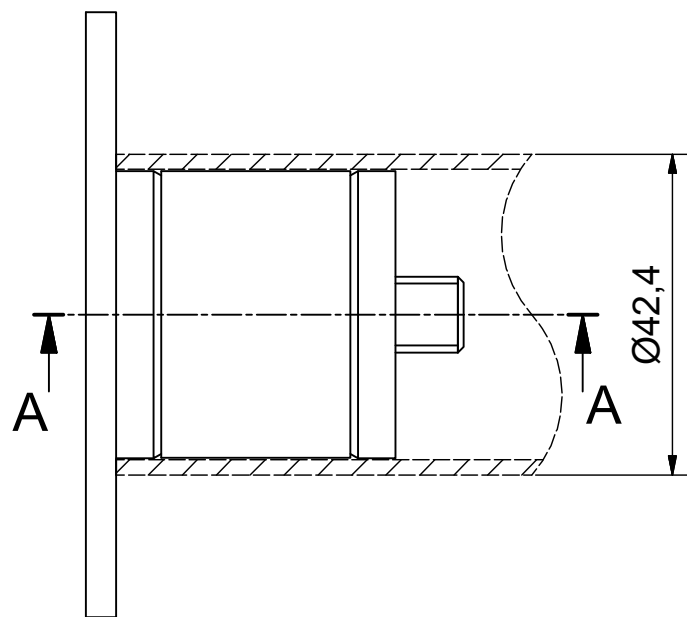
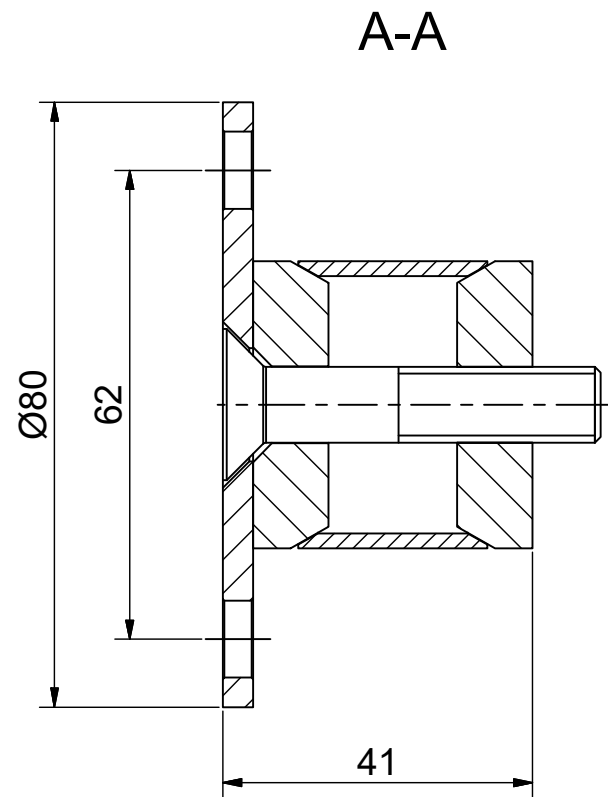
Maßstab: 1 : 1	sonstige Angaben:		Material:	
Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-mK DIN ISO 8015			Oberfläche:	
		Datum	Name	
		Gezeichnet 07.04.2015	Grundmann	
		Klaus Peter Abel Metallwaren e. K. Industriestraße 1-5 36419 Geisa		
		Telefon: 036967-59 37 0 Fax: 036967-59 37 30		
Status	Änderungen	Datum	Name	
Das Urheberrecht an dieser Zeichnung und allen Beilagen, die dem Empfänger persönlich anvertraut sind, verbleibt jederzeit unserer Firma. Ohne unsere schriftliche Genehmigung dürfen sie nicht kopiert und vervielfältigt, auch niemals an dritte Personen mitgeteilt oder zugänglich gemacht werden.				

Befestigungselement Wange
f. Rohr 42,4 x 2,6 mm

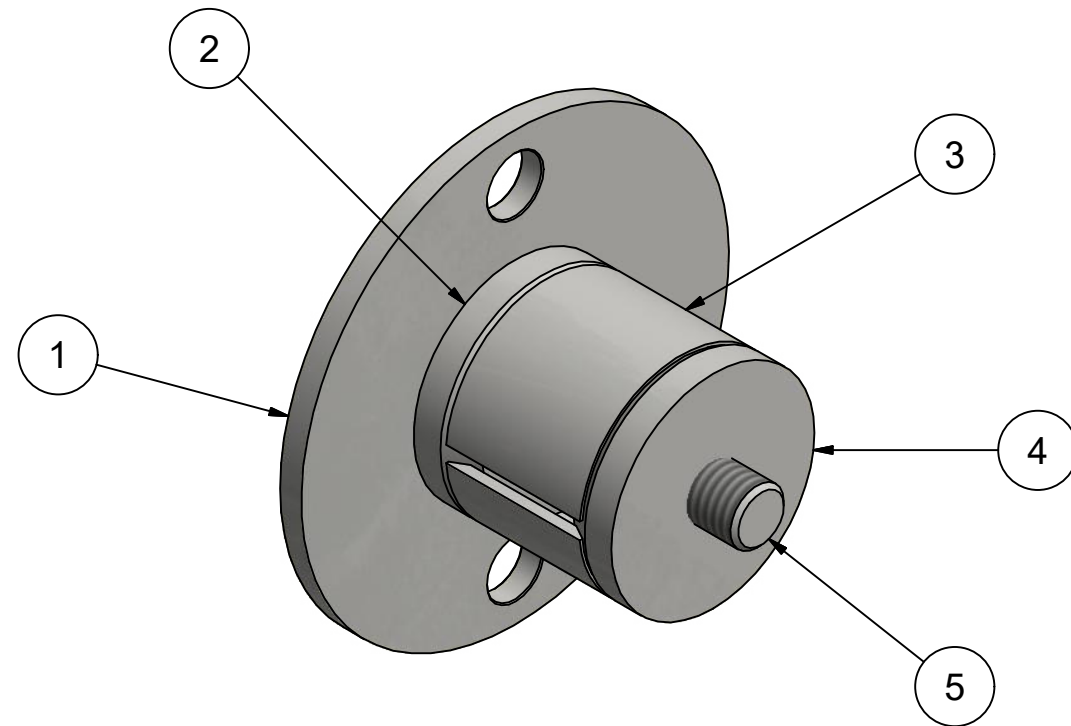
347560

Version
01

Blatt
1
Format
A3



Stückliste			
Pos.	Stück	Art.- Nr.	Benennung
1	1	800364	Platte für Wange
2	1	800674	Konusspanner
3	1	800356	Hülse geschlitz
4	1	800334	Konusspanner
5	1	568006	Senkschrauben m. ISK M10x45 DIN 7991



Maßstab: 1 : 1	sonstige Angaben:		Material:	
Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-mK DIN ISO 8015			Oberfläche:	
		Datum	Name	
		Gezeichnet 02.04.2015	Grundmann	
		Klaus Peter Abel Metallwaren e. K. Industriestraße 1-5 36419 Geisa		
		Telefon: 036967-59 37 0 Fax: 036967-59 37 30		
Status	Änderungen	Datum	Name	
Das Urheberrecht an dieser Zeichnung und allen Beilagen, die dem Empfänger persönlich anvertraut sind, verbleibt jederzeit unserer Firma. Ohne unsere schriftliche Genehmigung dürfen sie nicht kopiert und vervielfältigt, auch niemals an dritte Personen mitgeteilt oder zugänglich gemacht werden.				

Befestigungselement Wange
f. Rohr 42,4 x 2,0 mm

347558

Version
01

Blatt
1
Format
A3