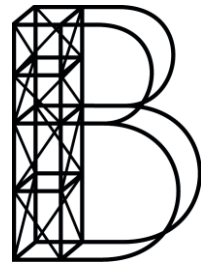


# Statische Berechnung



**Objekt** FLUGRAHMEN MLT ONE/TWO/THREE  
Art.Nr. 172350MLT10003

**Auftraggeber** H.O.F. Alutec Metallverarbeitungen GmbH &  
Co. KG  
Brookstraße 8  
49497 Mettingen

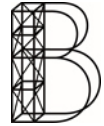
**Aufsteller** Ingenieurbüro Brandt GmbH  
Brookstraße 8  
49497 Mettingen  
Tel. + 49 5452/ 935084

Aufgestellt im Juni 23

Ingenieurbüro Brandt GmbH  
Dipl.-Ing. Thomas Brandt  
Brookstraße 8 49497 Mettingen  
Tel. +49 5452 935082 info@statik-brandt.de



Der Nachweis umfasst 12 + Anhänge      Seiten      Auftrags-Nr.      23164 - MLT10003  
Bearbeiter      Dü, Rs



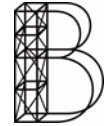
23164 - MLT10003

---

## Inhaltsverzeichnis

1	. Baubeschreibung .....	- 3 -
2	. Berechnungsgrundlagen.....	- 5 -
3	. Materialien .....	- 5 -
4	. Konstruktion – Belastungsannahmen .....	- 6 -
	LF 1: Eigengewicht .....	- 6 -
	LF 1: Nutzlast Last.....	- 6 -
5	. Lastfallkombinationen .....	- 6 -
6	. Schnittgrößenermittlung.....	- 6 -
7	. Nachweise .....	- 7 -
	7.1 Aluminium-Platte.....	- 8 -
	7.2 Rechteckhohlprofil .....	- 9 -
8	.Details .....	- 10 -
	8.1 Detail A .....	- 10 -
9	.Schlussbemerkung .....	- 12 -

I.       Anhang A – RFEM Berechnung



## **1. Baubeschreibung**

Gegenstand der vorliegenden statischen Berechnung ist eine Verbindung aus S235JRH, die unten dargestellt wird. Die Flachplatte hat eine Dicke von 10 mm und wird an Rechteckhohlprofile von zwei Seiten (obere und seitliche Seite der Rechteckhohlprofile) geschweißt. In der Berechnung werden zwei Fälle berücksichtigt.

Im ersten Fall wird angenommen, dass die Last zentrisch an der Konstruktion angebracht wird. Daher werden vier gleichmäßige Lasten am Rand angebracht und die Konstruktion zentrisch an dem zentralen Kreisloch in der Stahlplatte aufgehängt.

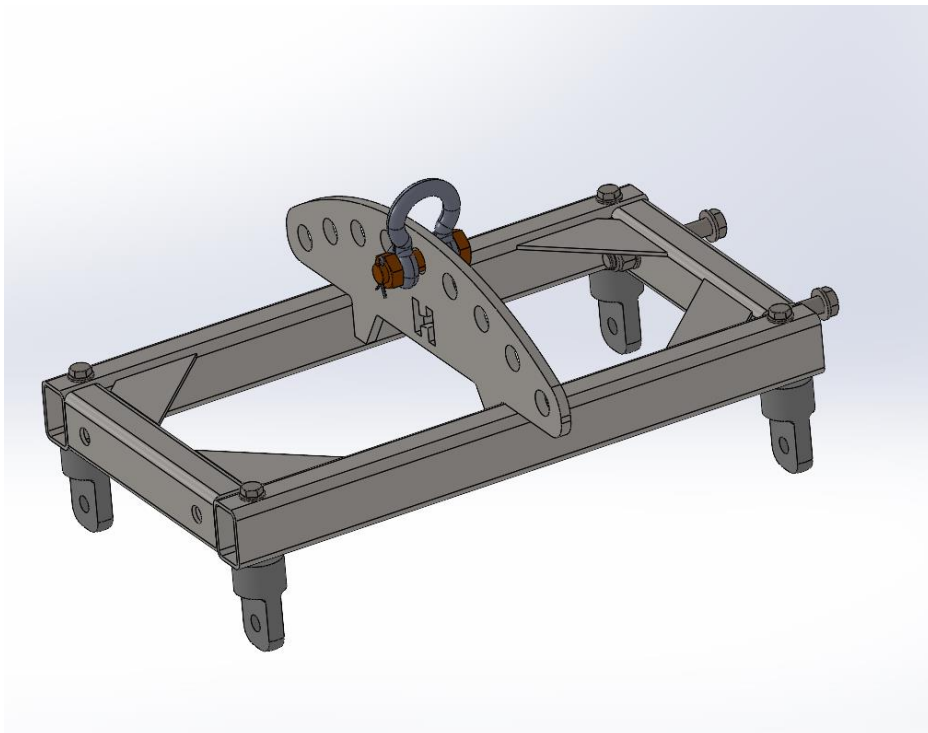
Im zweiten Fall wird angenommen, dass die Last nicht zentrisch an der Konstruktion angebracht wird (beispielsweise bei einer PA-Anlage). Daher wird die Konstruktion am äußeren Rand aufgelagert und zwei Lasten werden in einem Verhältnis von 1/3 und 2/3 an den seitlichen Löchern der Stahlplatte angebracht.

Die beiden Lastfälle werden unten dargestellt. Die Verbindung wird mit einer maximalen charakteristischen Last von 10 kN im Lastfall 1 und von 5 kN im Lastfall 2 nachgewiesen.

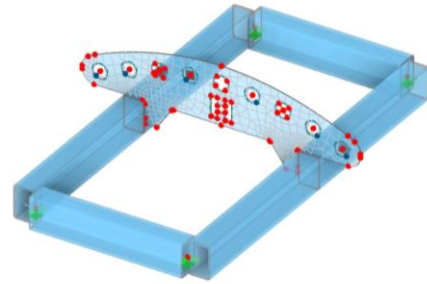
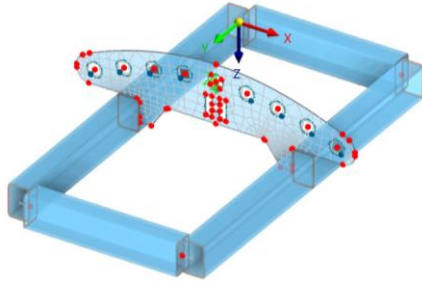
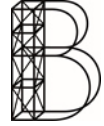
Im Folgenden werden der Nachweis des Querschnitts und der Fläche. Als Grundlage der Berechnung gilt die DIN EN 1993 und die DIN EN 1990, wobei wir von einer ungünstigsten Nutzlast ausgehen ( $\gamma_Q=1.50$ ).

Die Berechnung der Spannung wird durch das Fließgesetz gemäß der Fließregeln nach „von Mises“ durchgeführt und das Material wird als isotrop und nichtlinear elastisch betrachtet.

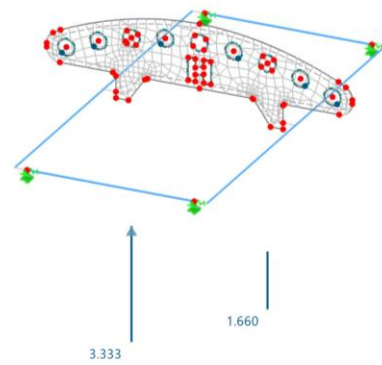
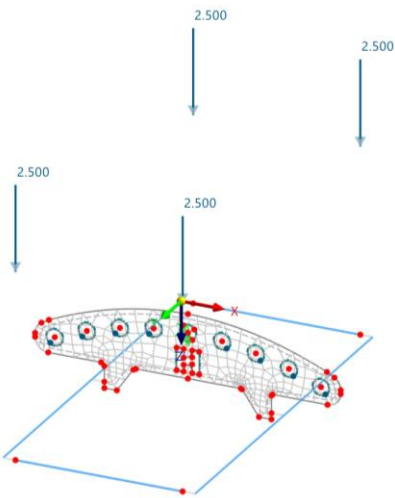
Bei Abweichungen oder anderen Fällen, die die Position der Aufhängung und der Lasten betreffen, ist eine neue Berechnung erforderlich. Angaben zu den Abmessungen und Belastungen sind den eingereichten Zeichnungen zu entnehmen. Eine Übersicht folgt im Anschluss



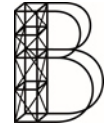
Zeichnung



### RFEM - Modell



### Lastfälle




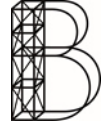
## 2. Berechnungsgrundlagen

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
DIN EN 1999	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Deutsche Fassung EN 1999-1-1:2007 + A1:2009 + A2:2013
DIN EN 12385-4	Drahtseile aus Stahldraht - Sicherheit - Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke; Deutsche Fassung EN 12385-4:2002+A1:2008
DIN 56950-1	Veranstaltungstechnik-Maschinentechnische Einrichtungen – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung; Mai 2012

## 3. Materialien

Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnitts- Typ	Herstellungs- Typ	$I_x$ [cm <sup>4</sup> ] $A$ [cm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ] $A_y$ [cm <sup>2</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ] $A_z$ [cm <sup>2</sup> ]	Gesamtabmessungen b [mm]    h [mm]	
1	 MSH RHP 60x40x4	1 - S235JRH	1 - S235JRH	36.70	32.80	17.00	40.0	60.0
	1	Genormt - Stahl	Warmgewalzt	7.19	2.22	4.26		



## **4. Konstruktion – Belastungsannahmen**

### **LF 1: Eigengewicht**

Das Eigengewicht wird automatisch mittels EDV berechnet.

### **LF 1: Nutzlast Last**

In der Berechnung werden zwei Fälle berücksichtigt.

Die Verbindung wird mit einer maximalen charakteristischen Last von 10 kN im Lastfall 1 und von 5 kN im Lastfall 2 nachgewiesen.

## **5. Lastfallkombinationen**

*Die Lasten und die Lastfallkombinationen sind dem Anhänge A und B zu entnehmen. Jeder Anhang verfügt über ein eigenes Inhaltsverzeichnis.*

*Die Lastfallbezeichnung und deren Kombination können dem Kapitel*

### **3. Lastfälle und Kombinationen (Load Cases and Combinations)**

entnommen werden.

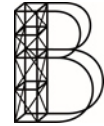
Die konkrete Beanspruchung kann dem Kapitel

### **4. Lasten (Loads)**

entnommen werden.

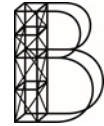
## **6. Schnittgrößenermittlung**

Die Schnittgrößen sind dem Anhang A zu entnehmen. Der Anhang verfügt über ein eigenes Inhaltsverzeichnis.



## 7. Nachweise

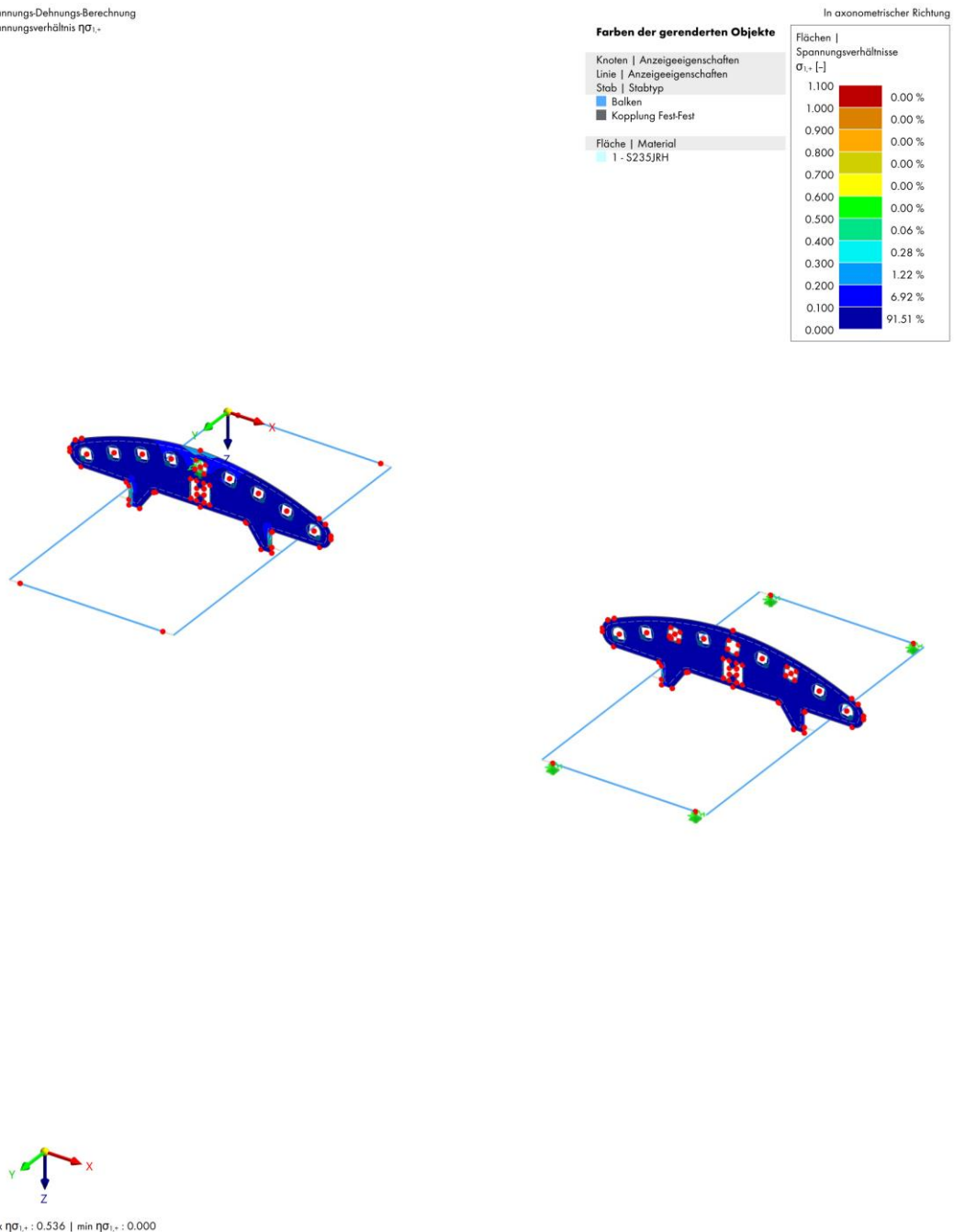
9.1	BEMESSUNGSÜBERSICHT					Bemessungsübersicht				
	Add-On	Objekte		Position [mm]	Bemess. Situation	Belastung Nr.	Nachweis		Typ	Beschreibung
		Typ	Nr.				$\eta$ [-]	✓		
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	1,5	x: 309.0	BS1	LK1	0.482	✓	$\sigma_{v, \text{von Mises}}$	Vergleichsspannung (von Mises)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	1,5	x: 309.0	BS1	LK1	0.477	✓	$\sigma_{\text{gen}}$	Gesamtnormalspannung
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	1,5	x: 0.0	BS1	LK1	0.113	✓	$T_{\text{tot}}$	Gesamt Schubspannung
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 287.0, 309.0, -7.0	BS1	LK1	0.536	✓	$\sigma_{1,+}$	Spannung in Richtung der Hauptachse 1 auf der positiven Seite der Fläche (d.h. auf der Seite in Richtung der positiven Flächenachse z)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 287.0, 309.0, -7.0	BS1	LK1	0.536	✓	$\sigma_{1,m}$	Membranspannung in Richtung der Hauptachse 1 aus Normalkraft $n_1$
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 287.0, 309.0, -7.0	BS1	LK1	0.536	✓	$\sigma_{1,-}$	Spannung in Richtung der Hauptachse 1 auf der negativen Seite der Fläche (d.h. auf der Seite in Richtung der negativen Flächenachse z)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 287.0, 309.0, -7.0	BS1	LK1	0.526	✓	$\sigma_{v, \text{max, von Mises}}$	Maximale Vergleichsspannung (von Mises)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 287.0, 309.0, -7.0	BS1	LK1	0.526	✓	$\sigma_{m, \text{von Mises}}$	Größter Absolutwert der Membran-Vergleichsspannung
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 153.0, 309.0, -30.0	BS1	LK1	0.401	✓	$\sigma_{2,-}$	Spannung in Richtung der Hauptachse 2 auf der negativen Seite der Fläche (d.h. auf der Seite in Richtung der negativen Flächenachse z)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 153.0, 309.0, -30.0	BS1	LK1	0.401	✓	$\sigma_{2,m}$	Membranspannung in Richtung der Hauptachse 2 aus Normalkraft $n_2$
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2	X, Y, Z: 153.0, 309.0, -30.0	BS1	LK1	0.401	✓	$\sigma_{2,+}$	Spannung in Richtung der Hauptachse 2 auf der positiven Seite der Fläche (d.h. auf der Seite in Richtung der positiven Flächenachse z)
	Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	2,3	X, Y, Z: 239.6, 309.0, -29.1	BS1	LK1	0.000	✓	$T_{\text{max}}$	Maximale Schubspannung senkrecht zur Fläche



## 7.1 Aluminium-Platte

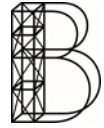
Die Nachweise für die Alu-Platte können dem Kapitel 9.9 im Anhang A entnommen werden.

Spannungs-Dehnungs-Berechnung  
 Spannungsverhältnis  $\eta\sigma_{1,-}$



Spannungsverhältnis





## 7.2 Rechteckhohlprofil

Die Nachweise für das Rechteckhohlprofil können dem Kapitel 9.9 im Anhang entnommen werden

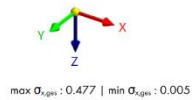
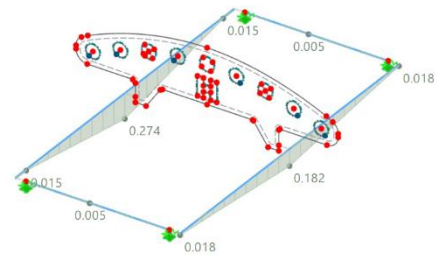
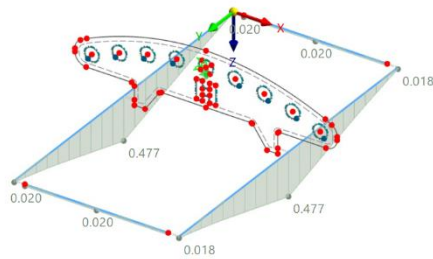
Spannungs-Dehnungs-Berechnung  
 Spannungsverhältnis  $\sigma_{\text{ges}}$

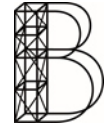
In axonometrischer Richtung

**Farben der gerenderten Objekte**

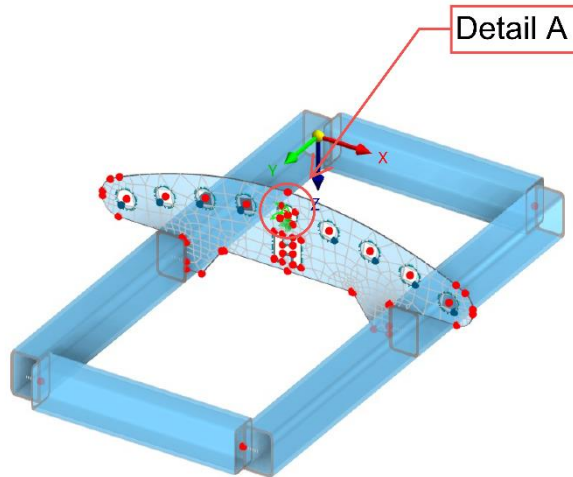
Knoten | Anzeigeeigenschaften  
 Linie | Anzeigeeigenschaften  
 Stab | Stabtyp  
 ■ Balken  
 ■ Kopplung Fest-Fest

Fläche | Material  
 ■ 1 - S235JRH





## 8.Details



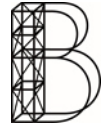
### 8.1 Detail A

Im Detail A wird der Nachweis der Lochleibung und des Augbolzens geführt. Die Mindestabstände müssen eingehalten werden.

<b>Randabstände</b>				
M	e1.min [mm]	e1.max [mm]	e2.min [mm]	e2.max [mm]
6	8,4	21	8,4	10,5
7	9,6	24	9,6	12
8	10,8	27	10,8	13,5
10	13,2	33	13,2	16,5
12	15,6	39	15,6	19,5
14	19,2	48	19,2	24
16	21,6	54	21,6	27
18	24	60	24	30
20	26,4	66	26,4	33
22	28,8	72	28,8	36
24	31,2	78	31,2	39

<b>Leistung <math>F_{b,Rd}</math></b>		
M	Rand min e,p	Innen min e,p
6	11,5	13,9
7	13,4	16,2
8	15,3	18,5
10	19,1	23,1
12	22,9	27,7
14	26,8	32,4
16	30,6	37,0
18	34,4	41,6
20	38,2	46,2
22	42,1	50,8
24	45,9	55,5

$F_{Ed} = 15.2 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 42.1 \text{ kN}$  Nachweis erfüllt!



## SCHÄKEL HOCHFEST FORM C



Belastbarkeit:

3,25 to

[KUNDEN LOGIN](#) >

Art-Nr.:

15403209032

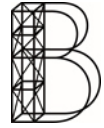
### BESCHREIBUNG

Technische Daten:

- geschweißt
- inkl. Mutter und Splint

H.O.F Schäkel Hochfest Form C

$F_{EK} = 10 \text{ kN} < 32.5 \text{ kN}$  Nachweis erfüllt!



Statik - 23164 - MLT10003

---

## **9 .Schlussbemerkung**

Die Konstruktion ist anhand der gültigen Normen und Bestimmungen untersucht worden.

Bei Einhaltung der hier angegebenen Belastungen ist sie ausreichend tragfähig dimensioniert.