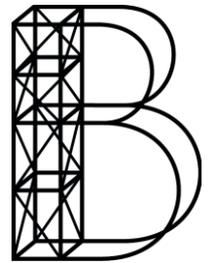


Statische Berechnung



Objekt GIZMO HOFFORK MLT ONE/TWO/THREE
WLL 500 KG
Art.Nr. 172350MLT05002

Auftraggeber H.O.F. Alutec Metallverarbeitings 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 14 + Anhänge Seiten Auftrags-Nr. 23164 - MLT05002
Bearbeiter Dü, Rs



23164 - MLT05002

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 -
1.1	Lastfälle und Kombinationen/ <i>loadcases and combinations</i>	- 6 -
6	. Schnittgrößenermittlung.....	- 6 -
7	. Nachweise	- 7 -
7.1	Aluminium-Platte.....	- 8 -
7.2	RHS 50/5	- 10 -
8	.Details	- 11 -
8.1	Detail A	- 11 -
8.2	Detail B	- 12 -
9	. Schlussbemerkung	- 14 -

I. Anhang A – RFEM Berechnung



1. Baubeschreibung

Der Gegenstand dieser statischen Berechnung ist eine Verbindung aus den Metallen EN AW-6060 (EP) T66 und EN AW-5754. Das Gizmo besteht aus zwei Teilen, die miteinander mit einem Truss Pin verbunden sind. Die Aluminiumplatte besteht aus EN AW-5754 und hat eine Dicke von 15 mm, während das Hohlprofil 50/5 aus EN AW-6060 (EP) T66 besteht.

In der Berechnung werden zwei Modelle berücksichtigt: die Aluminiumplatte und das Hohlprofil. Die Verbindung dient als Lastverteiler, um die Lasten auf die drei Gurte zu verteilen, die dann am oberen Punkt aufgehängt werden oder umgekehrt: eine Lagerung auf drei Gurtrohren und eine zentrische Last wird angebracht.

Die Verbindung wird mit einer maximalen charakteristischen Last von 5 kN nachgewiesen.

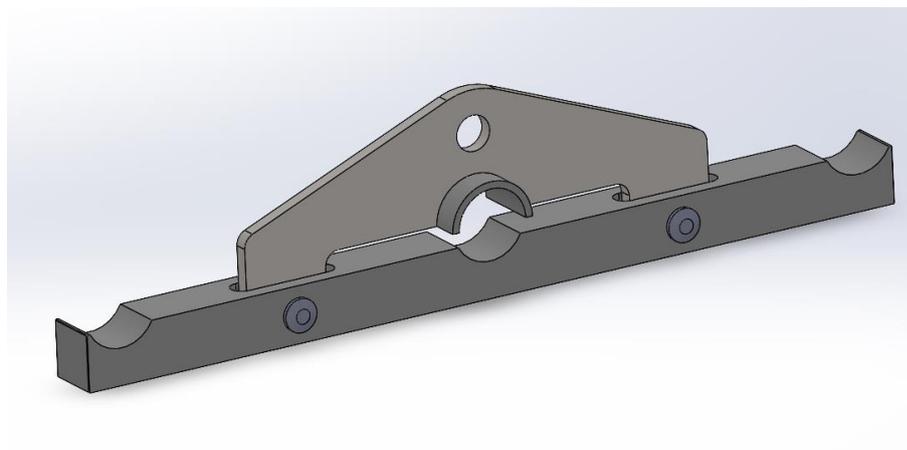
Im Folgenden werden der Nachweis des Querschnitts und der Fläche sowie der Nachweis des Truss Pins auf Biegung betrachtet.

Als Grundlage der Berechnung gilt die DIN EN 1999 und die DIN EN 1990, wobei wir ungünstig von einer Nutzlast ausgehen ($\gamma_Q = 1.50$).

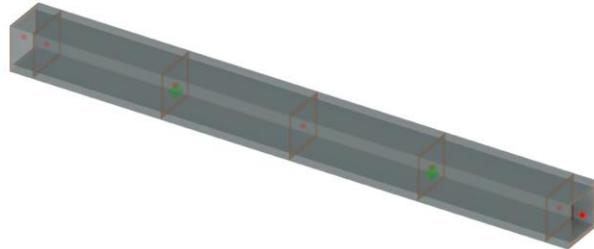
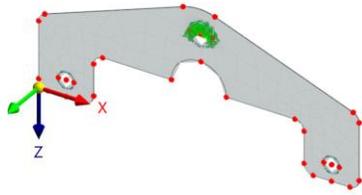
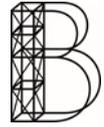
Die Berechnung der Spannung wird durch das Fließgesetz gemäß der Fließregeln nach „von Mises“ durchgeführt und das Material wird als isotrop nichtlinear elastisch betrachtet.

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 im Folgenden.



Zeichnung



RFEM-Modell



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

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell
1	EN AW-6060 (EP) T66 Isotrop Linear elastisch	Aluminium	Isotrop Linear elastisch
2	EN AW-5754 O Isotrop Linear elastisch	Aluminium	Isotrop Linear elastisch



4. Konstruktion – Belastungsannahmen

LF 1: Eigengewicht

Das Eigengewicht wird automatisch mittels EDV berechnet.

LF 1: Nutzlast Last

Die Verbindung wird mit einer maximalen charakteristischen Last von 5 kN nachgewiesen.

5. Lastfallkombinationen

1.1 Lastfälle und Kombinationen/ loadcases and combinations

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.

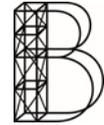
Die konkrete Beanspruchung kann dem Kapitel

4. Lasten (Loads)

entnommen werden.

6. Schnittgrößenermittlung

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



7. Nachweise

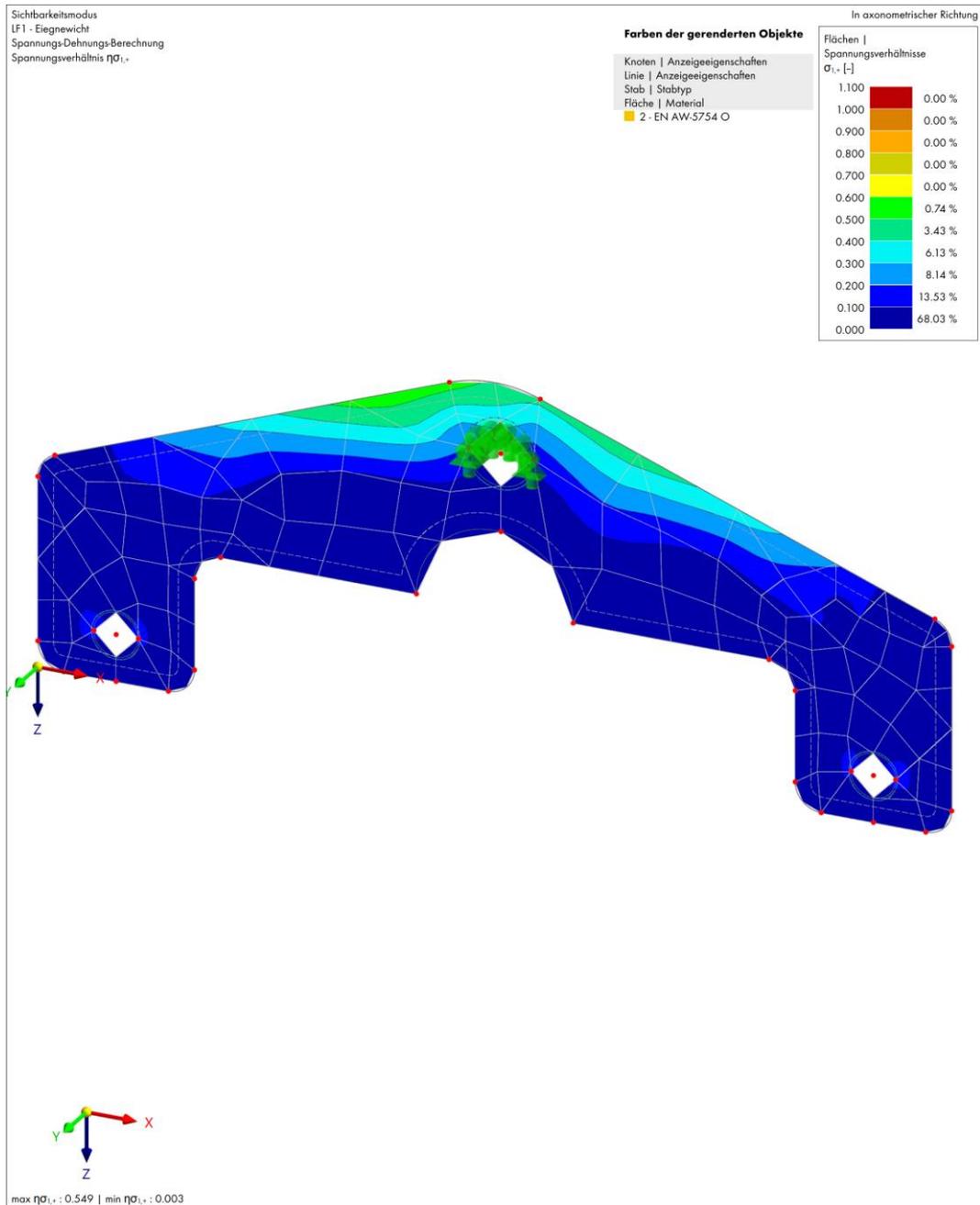
Im Folgenden wird das Spannungsverhältnis ohne Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwerts für Aluminium dargestellt. Das maximale Spannungsverhältnis von Stäben und Flächen beträgt 0.903, und unter Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwerts beträgt es 0.99.

10.1		BEMESSUNGSÜBERSICHT					Bemessungsübersicht		
Add-On	Objekte			Position [mm]	Bemess. Situation	Belastung Nr.	Nachweis		Beschreibung
	Typ	Nr.					η [-]	Typ	
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	16,20		x: 140.0	BS1	LK1	0.195	✓	$\sigma_{v, \text{von Mises}}$ Vergleichsspannung (von Mises)
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	16,20		x: 140.0	BS1	LK1	0.189	✓	$\sigma_{k, \text{ges}}$ Gesamtnormalspannung
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Stab	16,20		x: 0.0	BS1	LK1	0.068	✓	T_{Ixx} Gesamtschubspannung
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	1		X, Y, Z: 177.4, 0.0, -84.9	BS1	LK1	0.903	✓	$\sigma_{2,+}$ 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	1		X, Y, Z: 177.4, 0.0, -84.9	BS1	LK1	0.903	✓	$\sigma_{2,-}$ 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	1		X, Y, Z: 177.4, 0.0, -84.9	BS1	LK1	0.903	✓	$\sigma_{2,m}$ Membranspannung in Richtung der Hauptachse 2 aus Normalkraft n_2
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	1		X, Y, Z: 177.4, 0.0, -84.9	BS1	LK1	0.865	✓	$\sigma_{v, \text{max, von Mises}}$ Maximale Vergleichsspannung (von Mises)
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	1		X, Y, Z: 177.4, 0.0, -84.9	BS1	LK1	0.865	✓	$\sigma_{m, \text{von Mises}}$ Größter Absolutwert der Membran-Vergleichsspannung
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	1		X, Y, Z: 157.6, 0.0, -138.5	BS1	LK1	0.549	✓	$\sigma_{1,+}$ 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	1		X, Y, Z: 157.6, 0.0, -138.5	BS1	LK1	0.549	✓	$\sigma_{1,-}$ 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	1		X, Y, Z: 157.6, 0.0, -138.5	BS1	LK1	0.549	✓	$\sigma_{1,m}$ Membranspannung in Richtung der Hauptachse 1 aus Normalkraft n_1
Spannungs-Dehnungs-Berechnung	Fläche	1		X, Y, Z: 10.0, 0.0, 0.0	BS1	LK1	0.000	✓	T_{max} Maximale Schubspannung senkrecht zur Fläche



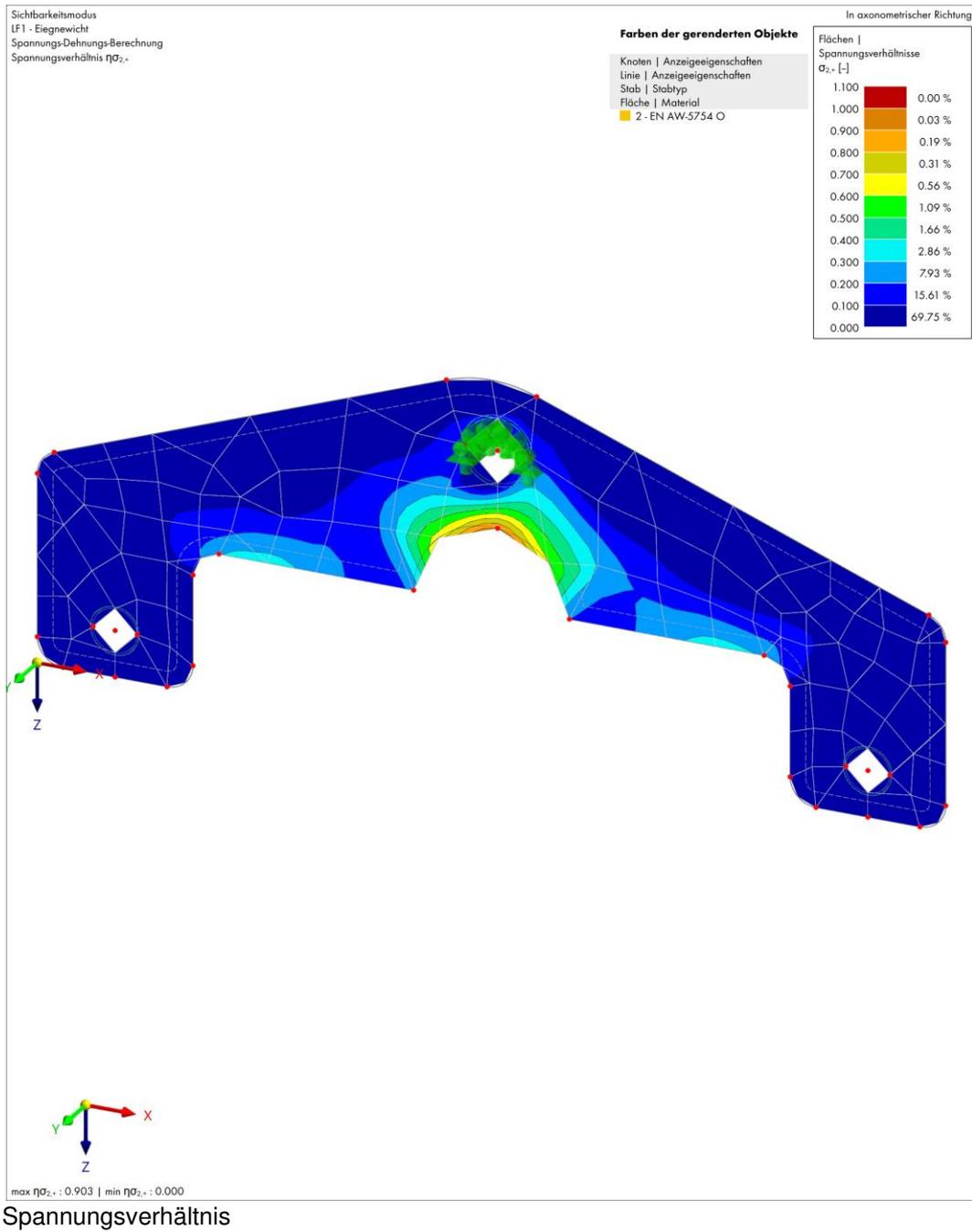
7.1 Aluminium-Platte

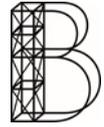
Die Nachweise für die Alu-Platte können dem Kapitel 9.9 im Anhang A entnommen werden.





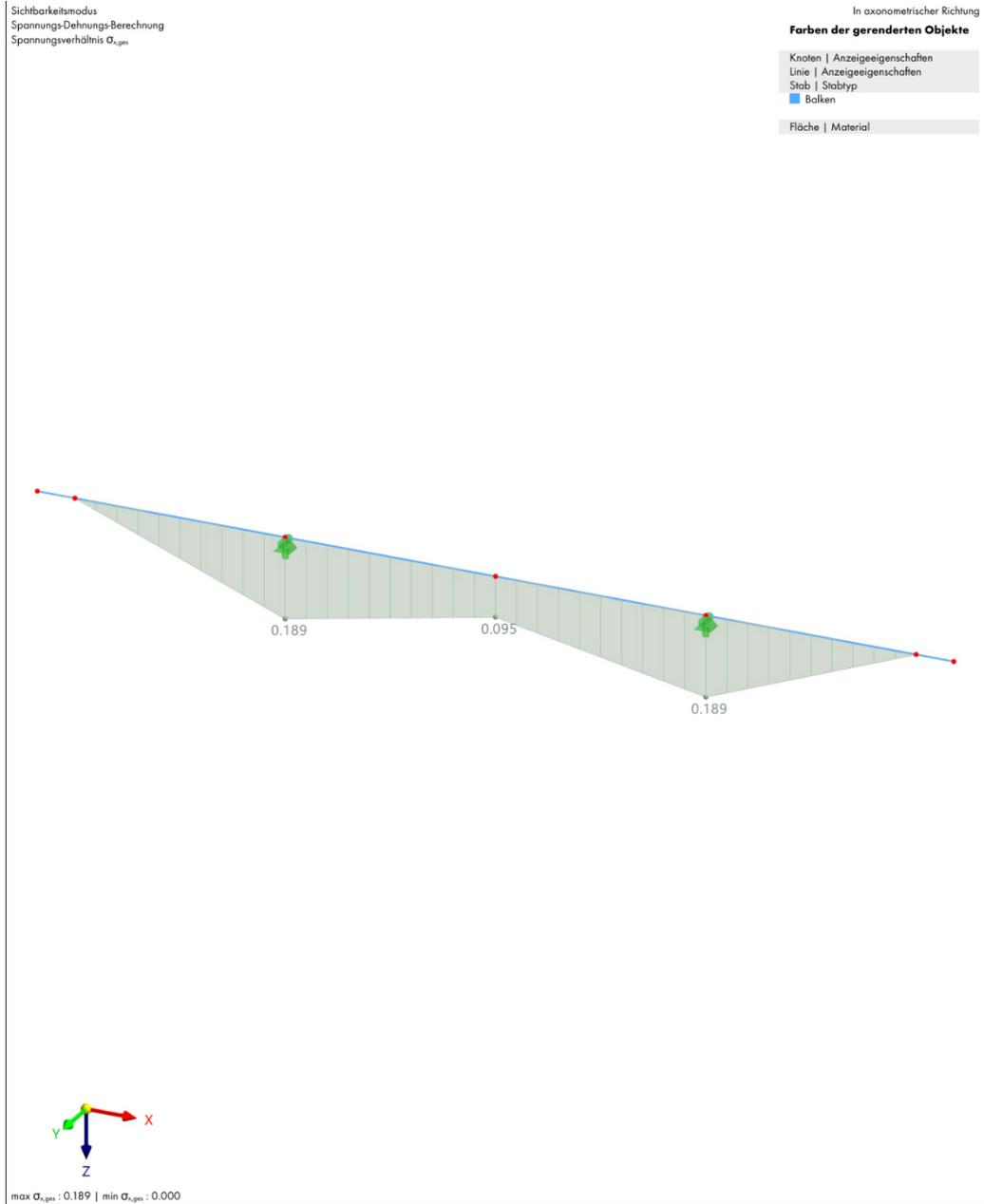
Statik - 23164 - MLT05002





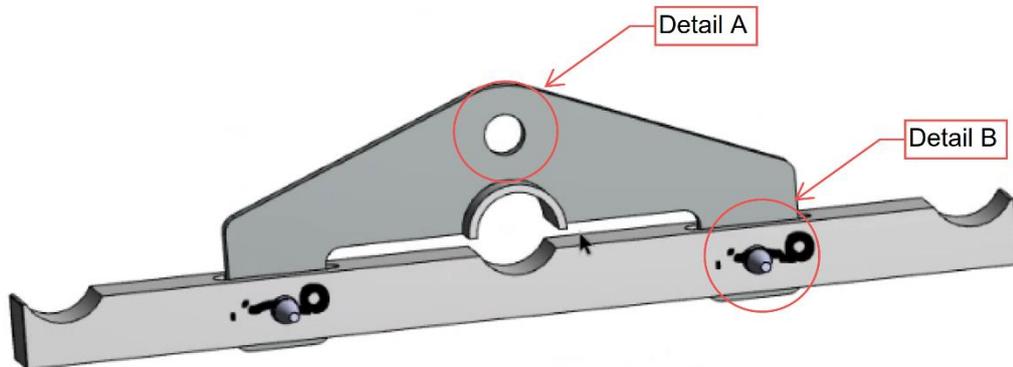
7.2 RHS 50/5

Die Nachweise für das Hohlprofil 50/5 finden Sie im Kapitel 9.9 im Anhang.





8.Details



8.1 Detail A

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

Randabstände				
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

Lochleibung $F_{b,Rd}$	
M	Rand min e,p
6	6,1
7	7,1
8	8,1
10	10,1
12	12,1
14	14,1
16	16,1
18	18,2
20	20,2
22	22,2
24	24,2

$F_{Ed} = 5 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 33.9 \text{ kN}$ Nachweis erfüllt!



8.2 Detail B

Literatur:

DIN EN 1999-1-1, Tabelle 8.7

Kennwerte:

$d := 15.8 \text{ mm}$	der Durchmesser des Bolzens
$d_o := 17 \text{ mm}$	der Durchmesser des Bolzenloches
$f_{up} := 1100 \frac{N}{\text{mm}^2}$	die maximale Zugfestigkeit (Bruchfestigkeit) des Bolzens
$f_{op} := 900 \frac{N}{\text{mm}^2}$	die Streckgrenze des Bolzens
$f_{o,Bauteil.1} := 80 \frac{N}{\text{mm}^2}$	die Streckgrenze des Bauteils 1
$f_{o,Bauteil.2} := 80 \frac{N}{\text{mm}^2}$	die Streckgrenze des Bauteils 2
$t_1 := 15 \text{ mm}$	die Dicke des verbundenen Bauteil 1
$t_2 := 11.5 \text{ mm}$	die Dicke des verbundenen Bauteil 2
$e := 12.5 \text{ mm}$	

Passwortgeschützter Bereich

$$A_{\text{Bolzen}} := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1.961 \text{ cm}^2$$

die Querschnittsfläche eines Bolzens

$$W_{el} := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 = 0.387 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{M1} := 1.1 \quad \gamma_{Mp} := 1.2$$

Teilsicherheitsbeiwerte



- Beanspruchung

$$F_{v.Ed} := 2.5 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := F_{v.Ed} \cdot (2 \cdot t_2 + 4 \cdot e + t_1) = 0.22 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Abscheren des Bolzens

$$F_{v.Rd} := \frac{0.6 \cdot A_{\text{Bolzen}} \cdot f_{up}}{\gamma_{Mp}} = 107.837 \text{ kN}$$

$$\frac{0.5 \cdot F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} = 0.012$$

- Lochleibung von Blech und Bolzen

$$F_{b.Rd} := \frac{1.5 \cdot \min(t_1, t_2) \cdot d \cdot \min(f_{o.Bauteil.1}, f_{o.Bauteil.2})}{\gamma_{M1}} = 19.822 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v.Ed}}{F_{b.Rd}} = 0.126$$

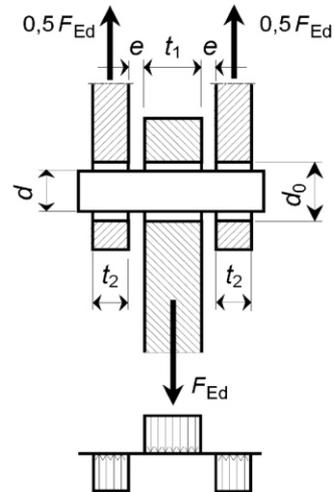
- Biegung des Bolzens

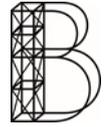
$$M_{Rd} := \frac{1.5 \cdot W_{el} \cdot f_{op}}{\gamma_{M1}} = 0.475 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.463$$

- Interaktion von Abscheren und Biegung

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} \right)^2 = 0.215$$





Statik - 23164 - MLT05002

9. Schlussbemerkung

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

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