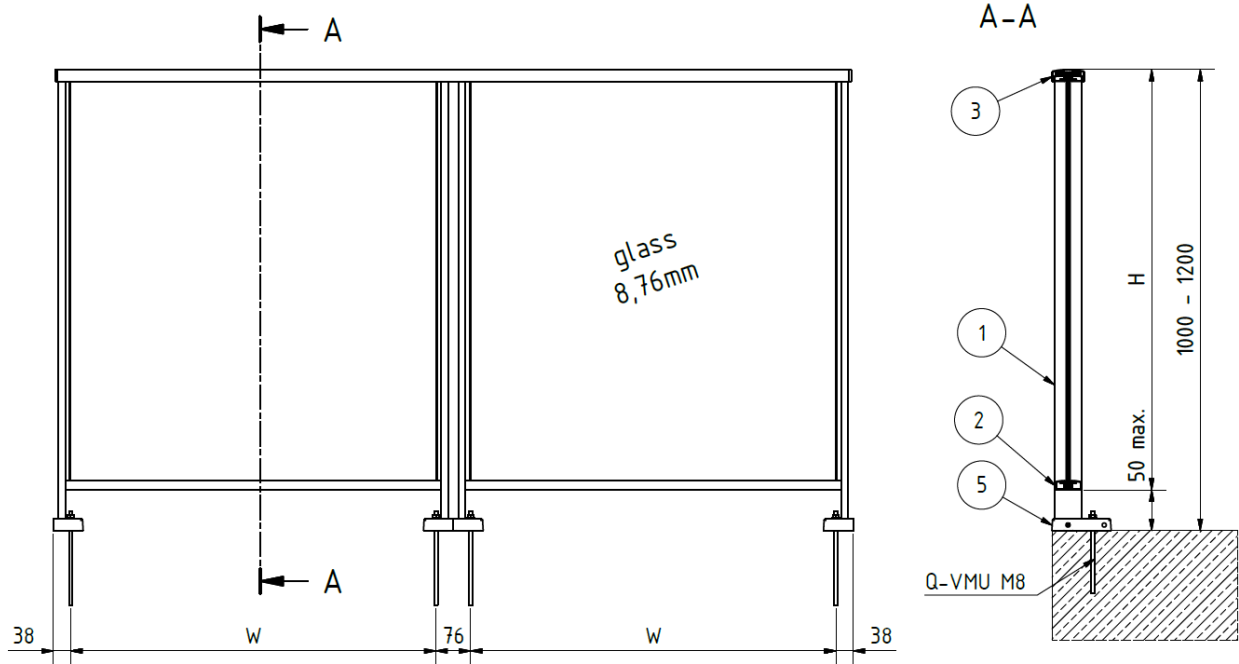


## 19-066 · Q-railing Easy Alu



### Alu-Glasgelaender

## 1. Objektdaten

### 1.1 Objekt / Bauteil

Alu-Glasgeländer System Q-railing Easy Alu  
Konsolen, Pfosten und Querträger inkl. VSG-Glasfüllung

### 1.2 Grundlage

Systemquerschnitte Q-railing Europe Gmbh & Co. KG

### 1.3 Aufgabenstellung

Analyse und Bewertung der Leistungsfähigkeit in Bezug auf Lastannahmen nach SIA261:2014 und Glasdefinition nach DIN 18008-4, Tabelle B.1 und nach Technische Richtlinie TR001 von Metaltec Suisse.

## 2. Randbedingungen

### 2.1 Materialkennwerte

Aluminium	Legierung	EN AW-6063 T6
	Raumlast	27 kN/m <sup>3</sup>
	Dehngrenze	$R_{p0.2} \geq 170 \text{ N/mm}^2$
	Zugfestigkeit	$R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$
	E-Modul	70'000 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.33
	Legierung	EN AC-42200 T64
	Raumlast	27 kN/m <sup>3</sup>
	Dehngrenze	$R_{p0.2} \geq 210 \text{ N/mm}^2$
	Zugfestigkeit	$R_m \geq 290 \text{ N/mm}^2$
	E-Modul	70'000 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.33

Flachglas DIN 18008	Raumlast	25 kN/m <sup>3</sup>	
	E-Modul	70'000 N/mm <sup>2</sup>	
	Querkontraktion	0.23	
	char. Festigkeit	Float	f <sub>k</sub> 45.0 N/mm <sup>2</sup>
		TVG	f <sub>k</sub> 70.0 N/mm <sup>2</sup>
		TVG <sub>E</sub>	f <sub>k</sub> 45.0 N/mm <sup>2</sup>
		ESG	f <sub>k</sub> 120.0 N/mm <sup>2</sup>
		ESG <sub>E</sub>	f <sub>k</sub> 90.0 N/mm <sup>2</sup>
		Bemessungswerte	Float mono
	Float mono		R <sub>d</sub> 18.0 N/mm <sup>2</sup> (mittel)
	Float mono		R <sub>d</sub> 31.5 N/mm <sup>2</sup> (kurz)
	Float VSG		R <sub>d</sub> 12.4 N/mm <sup>2</sup> (ständig)
	Float VSG		R <sub>d</sub> 19.8 N/mm <sup>2</sup> (mittel)
	Float VSG		R <sub>d</sub> 34.7 N/mm <sup>2</sup> (kurz)
	TVG		R <sub>d</sub> 46.7 N/mm <sup>2</sup>
	TVG <sub>E</sub>		R <sub>d</sub> 30.0 N/mm <sup>2</sup>
	TVG VSG		R <sub>d</sub> 51.3 N/mm <sup>2</sup>
	TVG <sub>E</sub> VSG		R <sub>d</sub> 33.0 N/mm <sup>2</sup>
	ESG		R <sub>d</sub> 80.0 N/mm <sup>2</sup>
	ESG <sub>E</sub>		R <sub>d</sub> 60.0 N/mm <sup>2</sup>
	ESG VSG		R <sub>d</sub> 88.0 N/mm <sup>2</sup>
	ESG <sub>E</sub> VSG		R <sub>d</sub> 66.0 N/mm <sup>2</sup>

E = emailiert

Glasverbundfolien	Sorte	PVB Kurzzeitbelastung 10 sec.
	Raumlast	10.7 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul (10s)	12 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.49
	Sorte	PVB Belastungszeit 3min.
	Raumlast	10.7 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul (3min)	3.0 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.49
	Sorte	PVB Langzeitbelastung
	Raumlast	10.7 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul (∞)	0.03 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.49
	Sorte	SGP 5000 Holm Aussenbereich
	Raumlast	10.7 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul (1h)	12 N/mm <sup>2</sup>
	Querkontraktion	0.49
EPDM-Dichtungen	Shore-Härte	ca. 75
	Raumlast	1.1 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul äquivalent	10 N/mm <sup>2</sup>
Klotzung ABS	Kugeldruckhärte	ca. 90 N/mm <sup>2</sup>
	Raumlast	1.1 kN/m <sup>3</sup>
	E-Modul	2400 N/mm <sup>2</sup>

## 2.2 Lastannahmen

Abschränkung	Kat A, B, D	$q_k = 0.8 \text{ kN/m'}$
	Kat C	$q_k = 1.6 \text{ kN/m'}$
	Spez. Menschengedränge	$q_k = 3.0 \text{ kN/m'}$

## 2.3 Analysen

Folgende Lastbeiwerte werden für die Bewertung der Tragsicherheit verwendet :

Einwirkung	Last wirkt ungünstig	Last wirkt entlastend
Ständig	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.0$
Veränderlich	$\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_Q = 0.0$
Aussergewöhnlich	$\gamma_{GA} = 1.00$	$\gamma_{GA} = 1.0$

Für die Berechnung der Deformationen werden keine Lastfaktoren verwendet  $\gamma_F = 1.0$

## 2.4 Lastfallkombinationen

Grenzzustand	Lastfallkombination
Tragsicherheit	L1 = $1.35 \times \text{Eigenlast} + 1.5 \times \text{Abschränkungslast}$
Gebrauchstauglichkeit	L2 = $1.0 \times \text{Eigenlast} + 1.0 \times \text{Abschränkungslast}$

Abschränkungslasten und Winddruck werden nicht kombiniert weil Kombinationsbeiwert.  $\psi_2 = 0$

## 2.5 Verbundanker

Für die Bewertung der Grenzwerte im Bereich der Verbundanker wird eine rostfreie Ankerstange M8 angenommen. Die Grenzwerte der Belastbarkeit liegen im ungerissenen Beton C25/30 und mit Randabständen von min. 60mm im folgenden Bereich :

$$F_{Rd} = 13.0 \text{ kN}$$

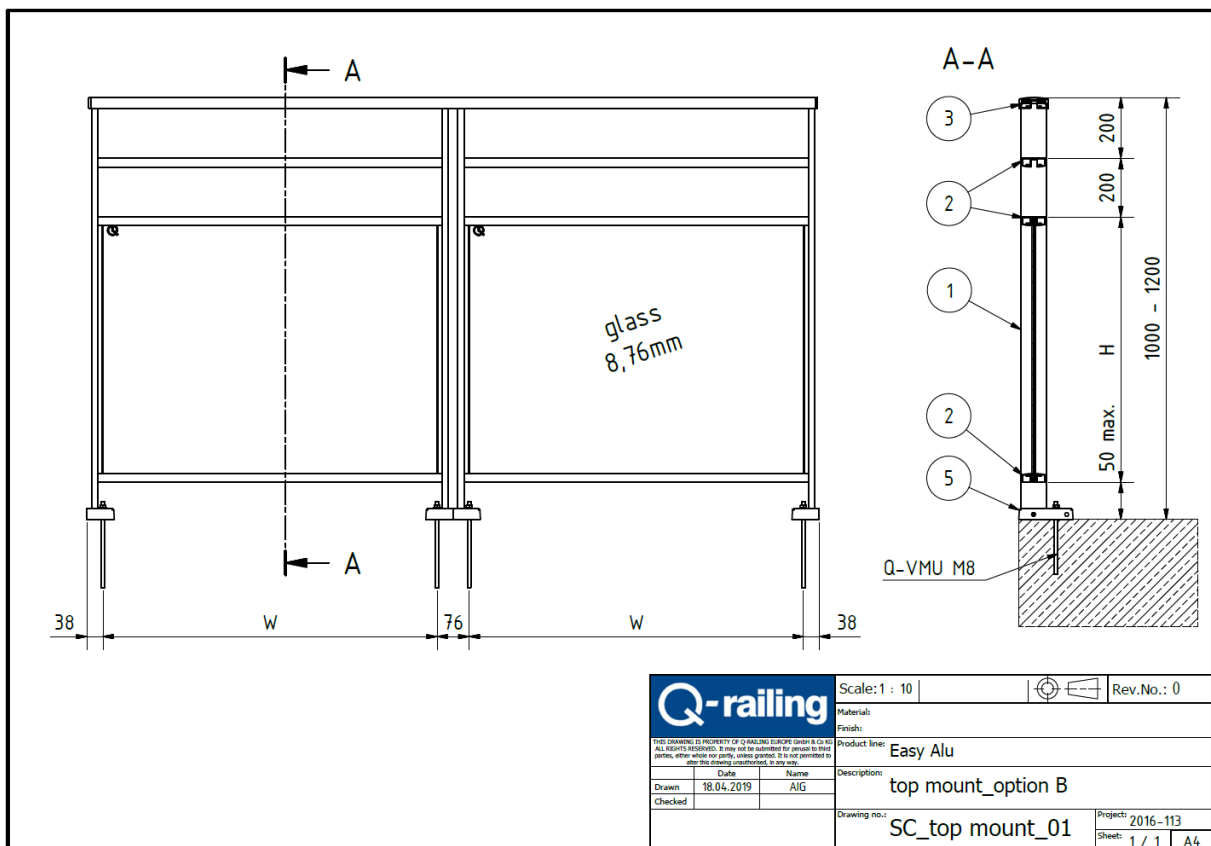
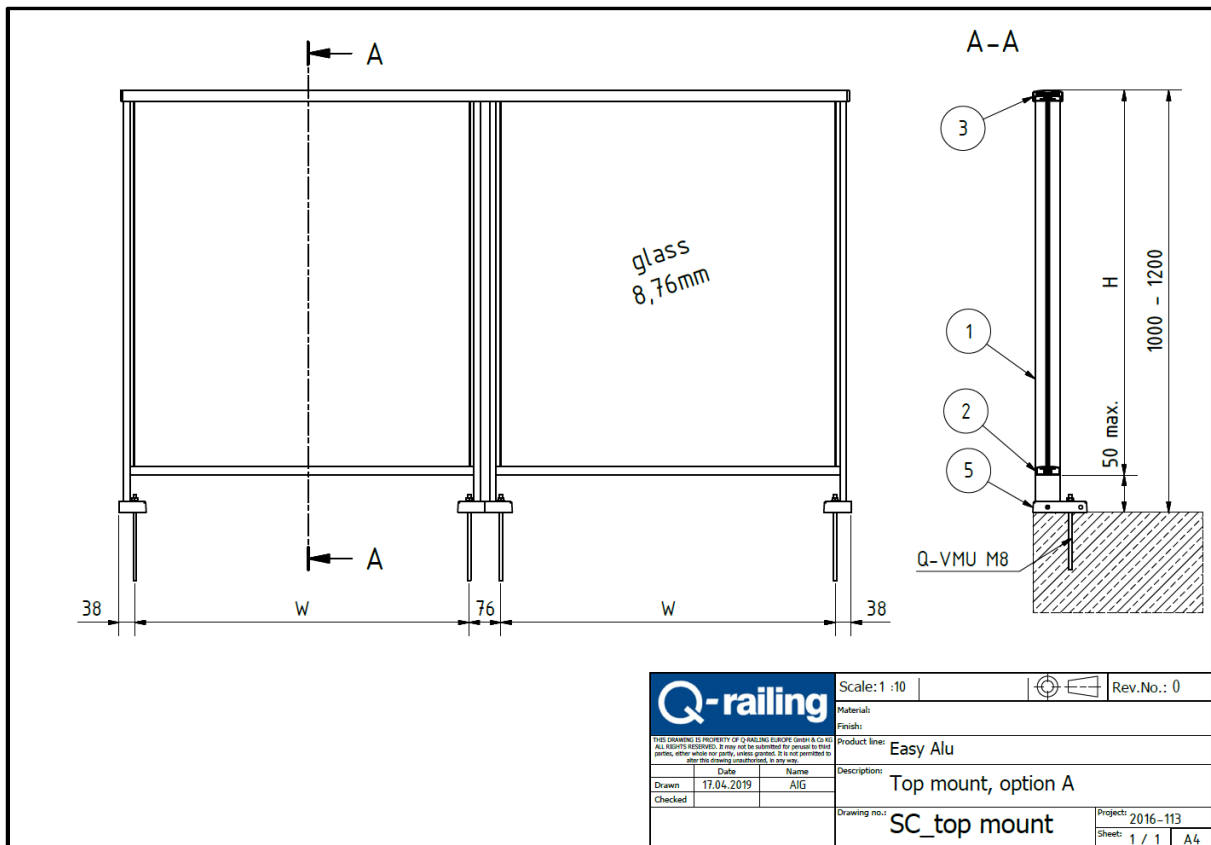
$$V_{Rd} = 7.0 \text{ kN}$$

Für die Auslegung der Konstruktionen wird ausschliesslich der Zugwiderstand  $F_{Rd}$  beachtet, weil die zugehörigen Werte der Querkraft entsprechend gering ausfallen.

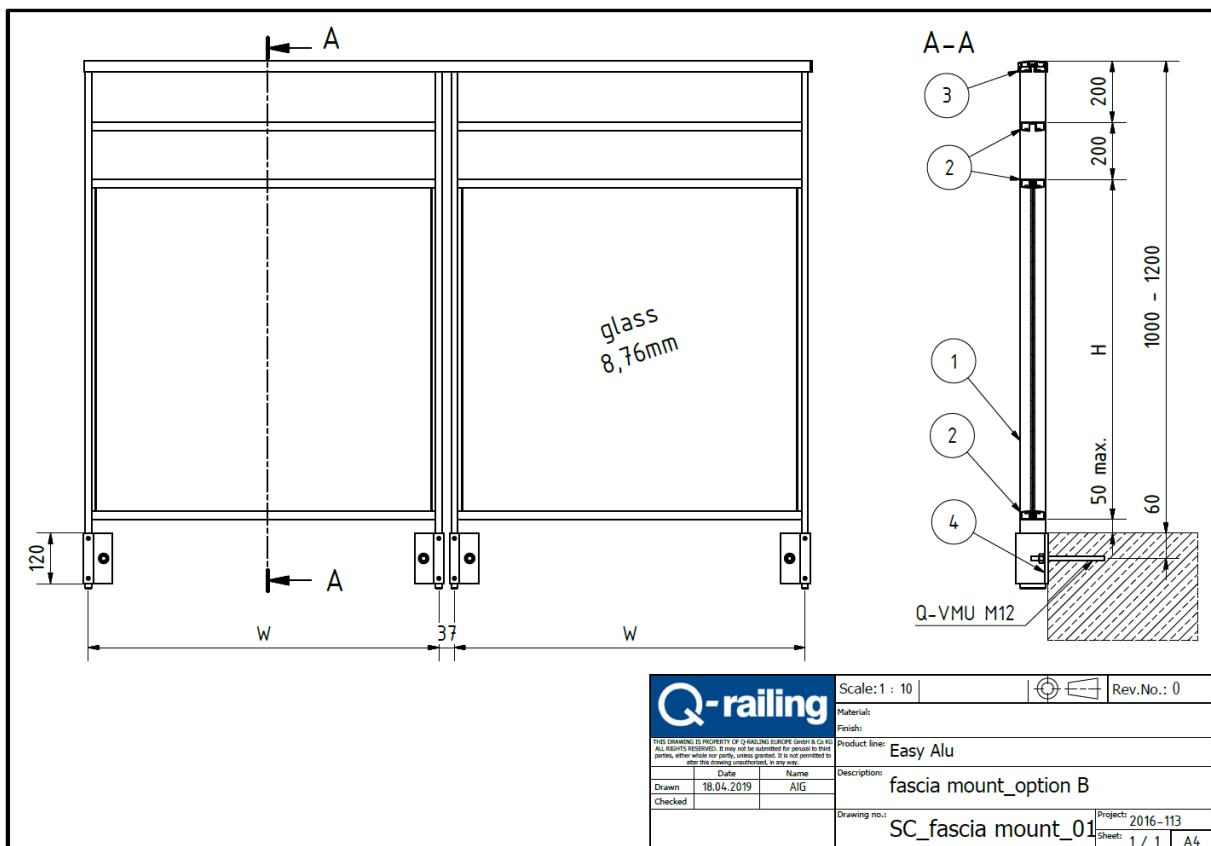
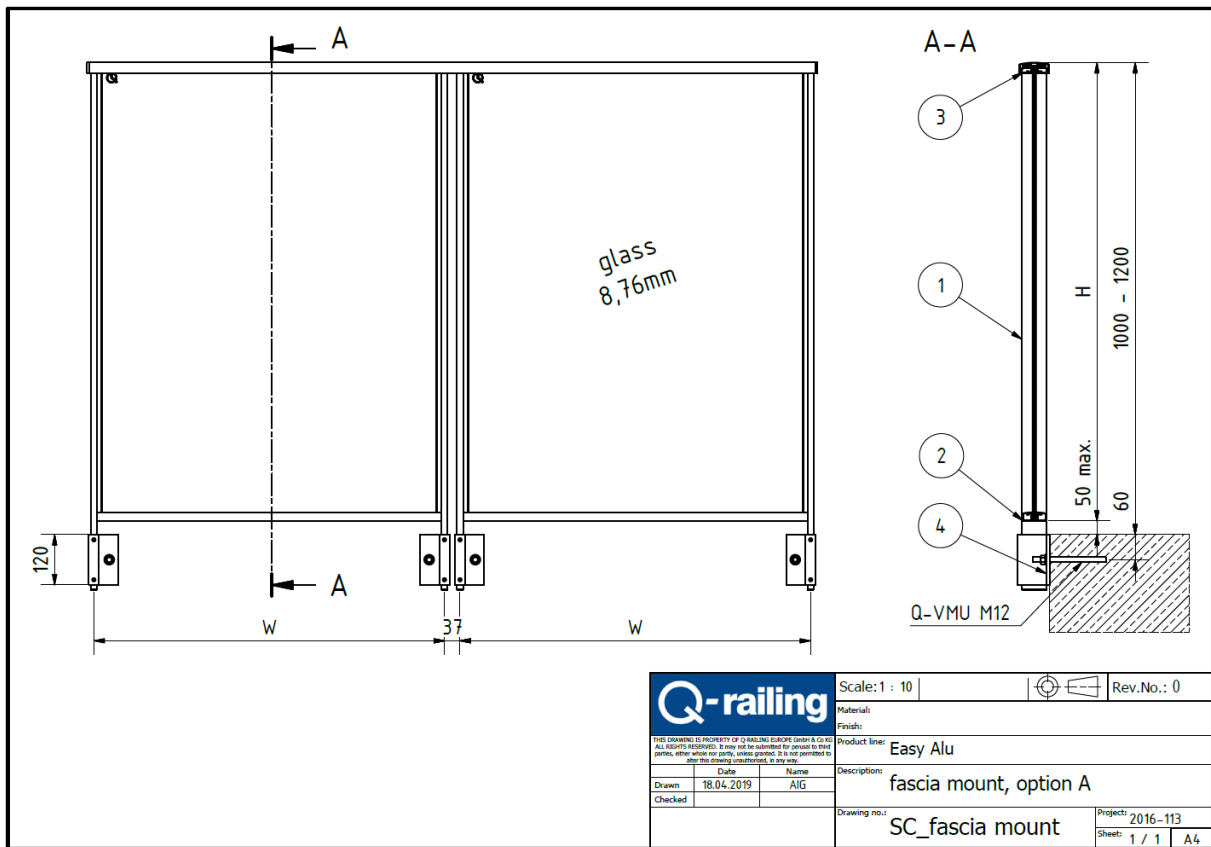
## 2.6 Geltungsbereich

Diese Analysen sind rein statischer Natur und berücksichtigen keine spezifischen Auflagen betreffend Verarbeitungsrichtlinien, Auflagen Brandschutz, etc.

### 2.7 System Easy Alu Top Mount



### 2.8 System Easy Alu Fascia



### 3. Glasfüllungen

#### 3.1 Glasaufbauten mit nachgewiesener Stossfestigkeit nach DIN18008-4:2013

Tabelle B.1 — Linienförmig gelagerte Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit

Kat	Typ	Linienlager	Breite		Höhe		Glasaufbau von Angriff- nach Absturzseite	Zeile
			min.	max.	min.	max.		
A	MIG	Allseitig	500	1 300	1 000	2 500	8 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	1
			1 000	2 000	500	1 300	8 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	2
			900	2 000	1 000	3 000	8 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	3
			1 000	2 500	900	2 000	8 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	4
			1 100	1 500	2 100	2 500	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG/ SZR/ 8 ESG	5
			2 100	2 500	1 100	1 500	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG/ SZR/ 8 ESG	6
			900	2 500	1 000	4 000	8 ESG/ SZR/ 6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	7
			1 000	4 000	900	2 500	8 ESG/ SZR/ 6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	8
			300	500	1 000	4 000	4 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	9
			300	500	1 000	4 000	4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 4 ESG	10
	Einfach	Allseitig	500	1 200	1 000	2 000	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	11
			500	2 000	1 000	1 200	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	12
			500	1 500	1 000	2 500	8 FG/ 0,76 PVB/ 8 FG	13
			500	2 500	1 000	1 500	8 FG/ 0,76 PVB/ 8 FG	14
			1 000	2 100	1 000	3 000	10 FG/ 0,76 PVB/ 10 FG	15
			1 000	3 000	1 000	2 100	10 FG/ 0,76 PVB/ 10 FG	16
			300	500	500	3 000	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	17
C1 und C2	MIG	Allseitig	500	2 000	500	1 100	6 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	18
			500	1 500	500	1 100	4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 6 ESG	19
	Einfach	Zweiseitig oben und unten	1 000	bel.	500	1 100	6 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	20
			500	2 000	500	1 100	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	21
		Zweiseitig links und rechts	1 000	bel.	500	800	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	22
			800	bel.	500	1 100	5 ESG/ 0,76 PVB/ 5 ESG	23
			800	bel.	500	1 100	8 FG/ 1,52 PVB/ 8 FG	24
			500	800	1 000	1 100	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	25
			500	1 100	800	1 100	6 ESG/ 0,76 PVB/ 6 ESG	26
			500	1 100	800	1 100	8 FG/ 1,52 PVB/ 8 FG	27
C3	MIG	Allseitig	500	1 500	1 000	3 000	6 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	28
			500	1 300	1 000	3 000	4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 12 ESG	29
	Einfach	Allseitig	500	1 500	1 000	3 000	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	30
Es bedeuten:		MIG	Mehrscheiben-Isolierverglasung					
		SZR	Scheibenzwischenraum					
		FG	Floatglas					
		ESG	Einscheibensicherheitsglas					
		PVB	Polyvinylbutyral-Folie					
		bel.	beliebig					

System	Glasbreite B [mm]	Glashöhe H [mm]	Glasaufbau
Top Mount A	800 bis beliebig	900-1100	10-2 ESG/PVB
Top Mount B	800 bis beliebig	500-700	10-2 ESG/PVB
Fascia A	800 bis beliebig	900-1100	10-2 ESG/PVB
Fascia B	800 bis beliebig	500-700	10-2 ESG/PVB

### 3.2 Glasaufbauten mit Linienlasten nach SIA261:2014 (gemäss Richtlinie TR001 Metaltec Suisse)

<b>Max. Hauptzugspannungen auf Bemessungsniveau in N/mm<sup>2</sup> – Klasse 0.8kN/m' – Typ A</b>						
	Bemessungslast 1.2kN/m'		Bemessungslast 1.2kN/m'		Bemessungslast 1.2kN/m'	
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Glasaufbau	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen
8-2/PVB	52.2	53.0	57.8	58.7	63.2	64.5
10-2/PVB	34.4	34.8	37.8	38.3	41.6	42.1

<b>Max. Hauptzugspannungen auf Bemessungsniveau in N/mm<sup>2</sup> – Klasse 0.8kN/m' – Typ B</b>						
	Bemessungslast 1.2kN/m'		Bemessungslast 1.2kN/m'		Bemessungslast 1.2kN/m'	
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Glasaufbau	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen
8-2/PVB	29.2	29.3	32.1	32.2	35.3	35.5
10-2/PVB	18.5	18.6	20.4	20.5	22.4	22.5

<b>Max. Hauptzugspannungen auf Bemessungsniveau in N/mm<sup>2</sup> – Klasse 1.6kN/m' – Typ A</b>						
	Bemessungslast 2.4kN/m'		Bemessungslast 2.4kN/m'		Bemessungslast 2.4kN/m'	
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Glasaufbau	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen
8-2/PVB	103.1	104.8	113.4	115.3	124.7	126.8
10-2/PVB	67.8	68.7	74.6	75.6	82.1	83.2

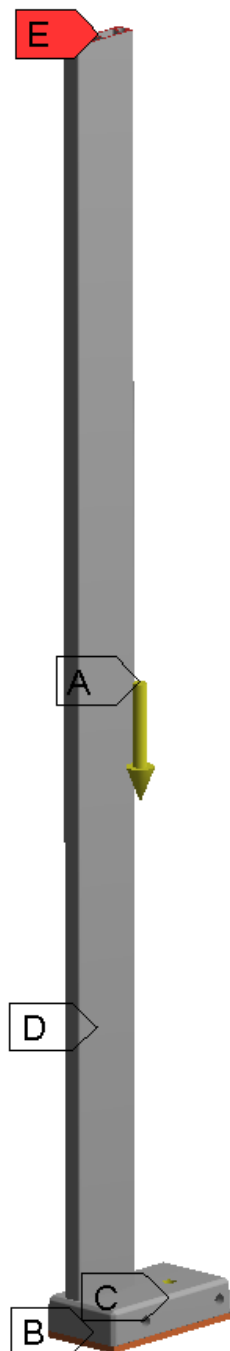
<b>Max. Hauptzugspannungen auf Bemessungsniveau in N/mm<sup>2</sup> – Klasse 1.6kN/m' – Typ B</b>						
	Bemessungslast 2.4kN/m'		Bemessungslast 2.4kN/m'		Bemessungslast 2.4kN/m'	
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Glasaufbau	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen	Glas innen	Glas aussen
8-2/PVB	58.3	58.6	64.1	64.5	70.5	70.9
10-2/PVB	37.4	37.5	41.1	41.3	45.3	45.4



<b>Zulässige Glasaufbauten</b>					
<b>System</b>		<b>Top Mount</b>		<b>Fascia</b>	
<b>Geländertyp</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
Laststufe	Höhe				
0.8 kN/m'	1000mm	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	8-2 Float/PVB	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	8-2 Float/PVB
	1100mm	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	8-2 Float/PVB	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	8-2 Float/PVB
	1200mm	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	10-2 Float/PVB 8-2 TVG/PVB	8-2 ESG-PVB 10-2 TVG/PVB	10-2 Float/PVB 8-2 TVG/PVB
1.6 kN/m'	1000mm	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB
	1100mm	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB
	1200mm	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB	10-2 ESG-PVB	8-2 ESG/PVB 10-2 TVG/PVB

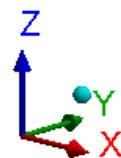
## 4. FEM-Analysen

### 4.1 Berechnungen für Easy Alu Top Mount



A: EasyAlu TopMount  
Statisch-mechanisch  
Zeit: 1. s  
04.05.2019 14:39

- A** Erdanziehungskraft: 9806.6 mm/s<sup>2</sup>
- B** Fixierte Lagerung
- C** Externe Verschiebung
- D** Reibungsfreie Lagerung
- E** Externe Kraft: 720. N

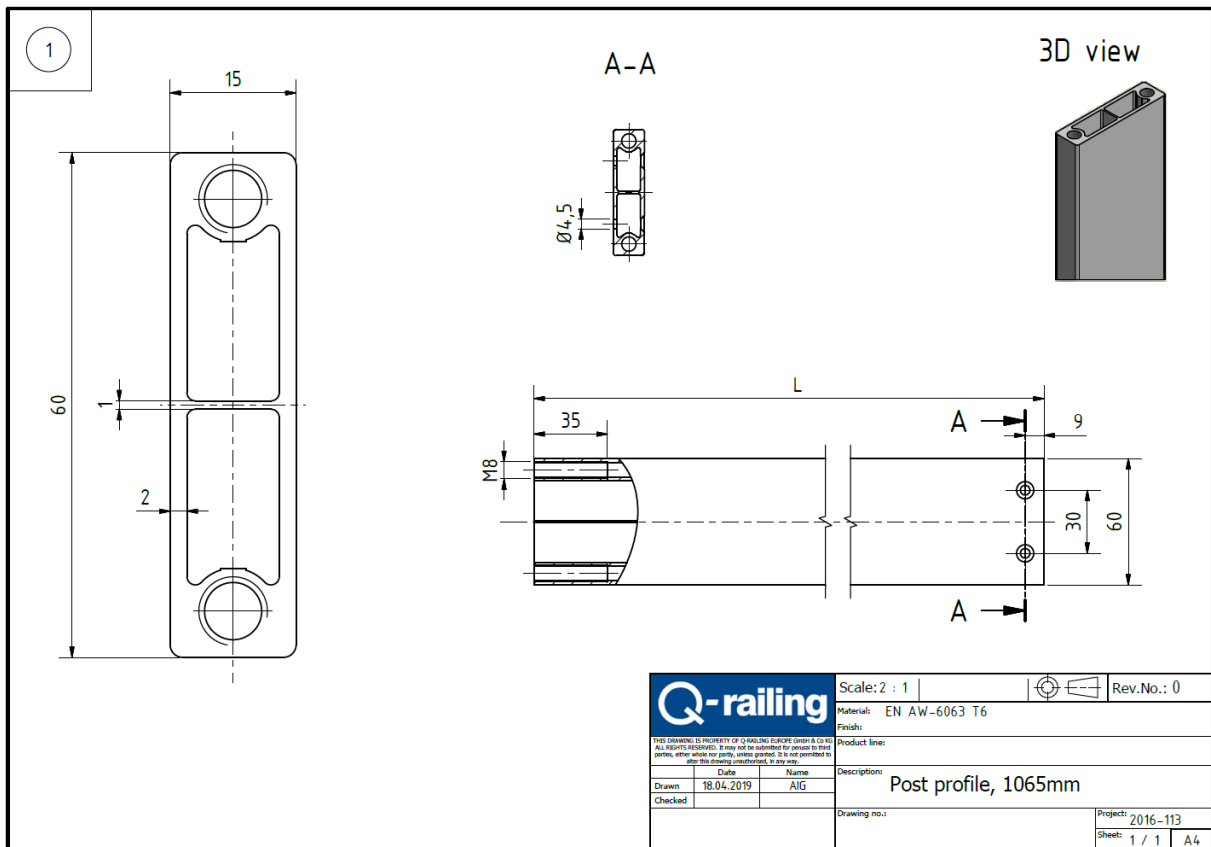
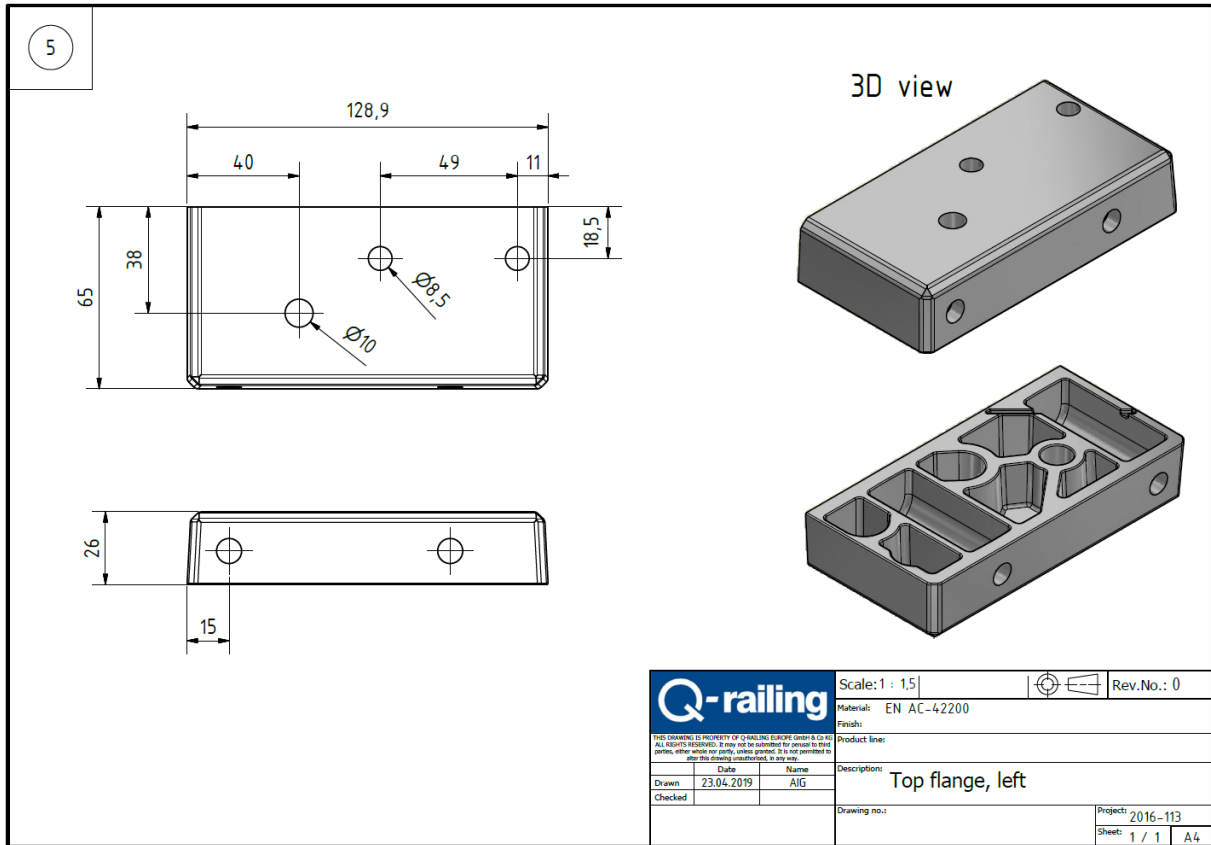


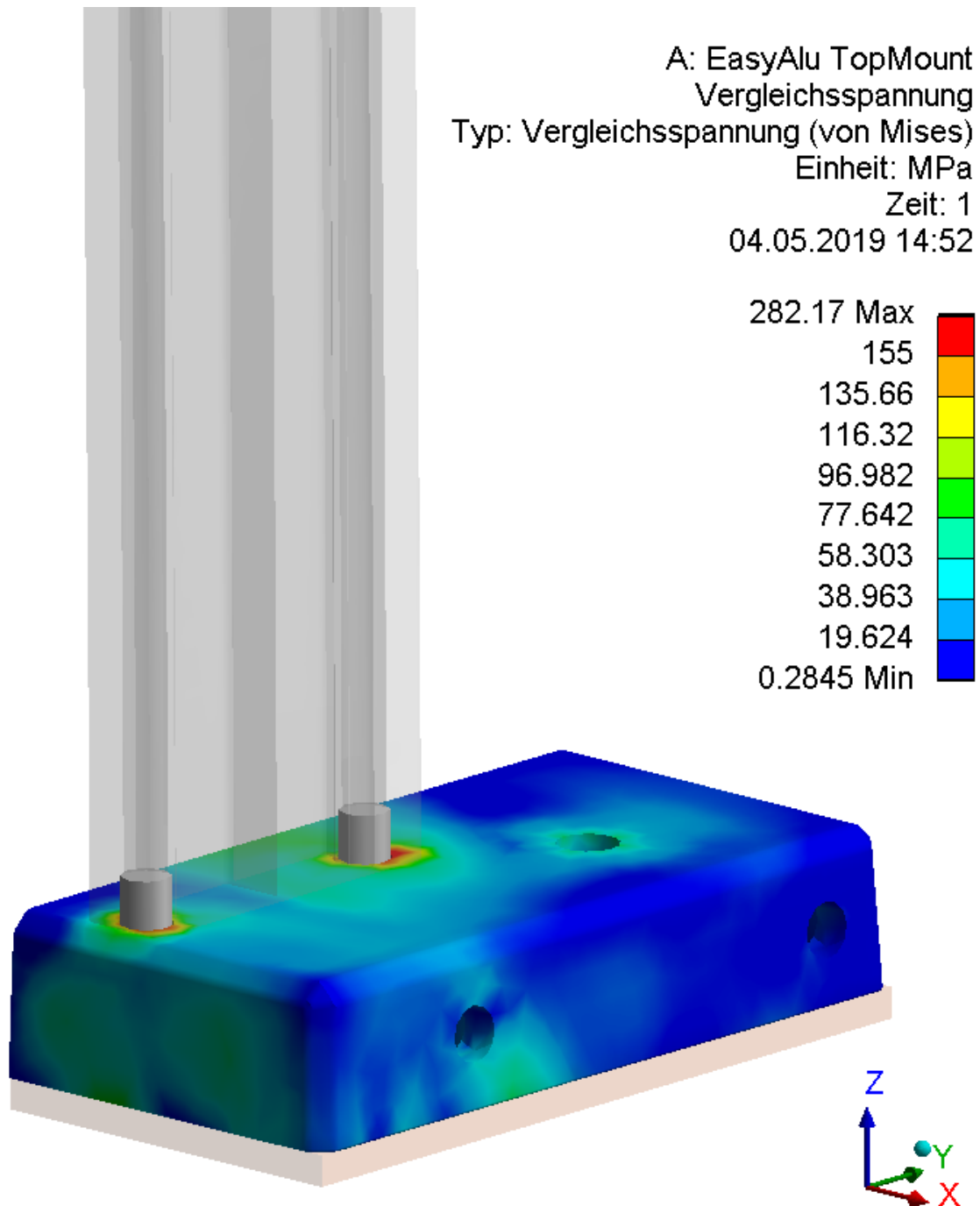
Volumenmodell, bestehend aus :

- Fussteil aus Alu-Guss
- Pfosten aus Alu-Strangpressprofil

Randbedingungen, bestehend aus :

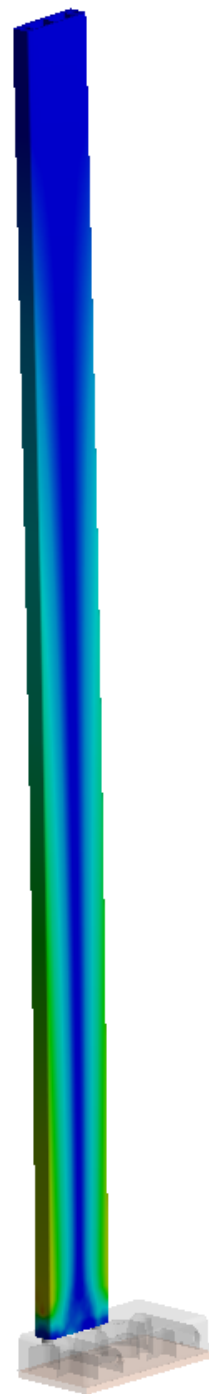
- Betonflächen voll fixiert
- Lastkombination L1/L2 Eigenlast + Holmlast aus Pfostenraster W=1200mm



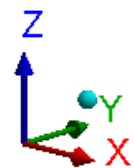
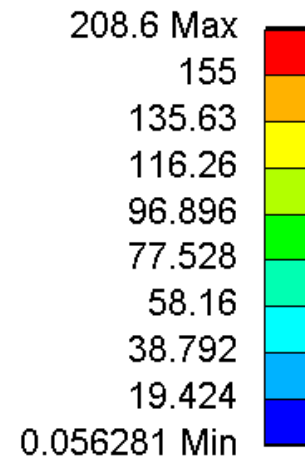


Vergleichsspannungen im Fussteil i.O.

Spannungsspitzen im Schraubenbereich lokal begrenzt und unkritisch



A: EasyAlu TopMount  
Vergleichsspannung 2  
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
Einheit: MPa  
Zeit: 1  
04.05.2019 14:54

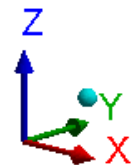
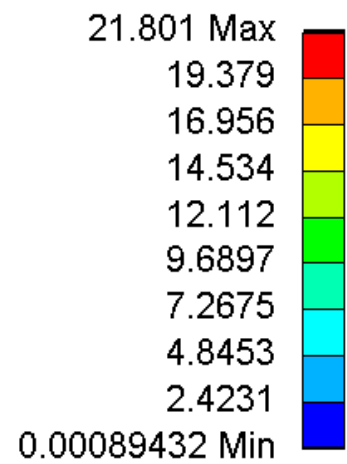


Vergleichsspannungen im Pfostenprofil i.O.

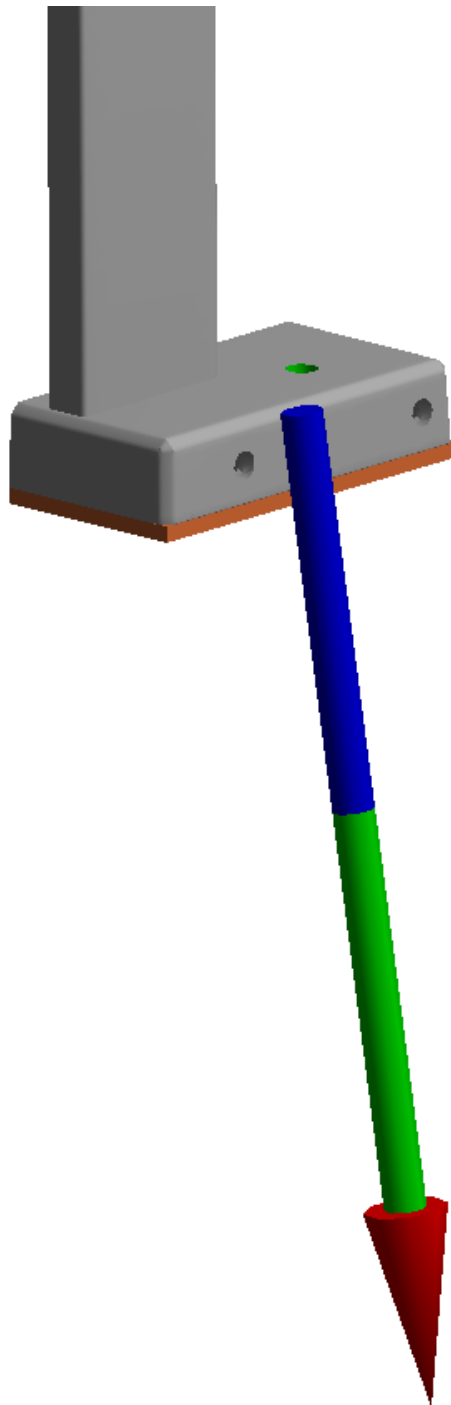
Spannungsspitzen im Schraubenbereich lokal begrenzt und unkritisch



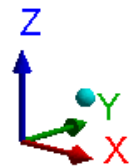
A: EasyAlu TopMount  
Gesamtverformung  
Typ: Gesamtverformung  
Einheit: mm  
Zeit: 1  
04.05.2019 14:55



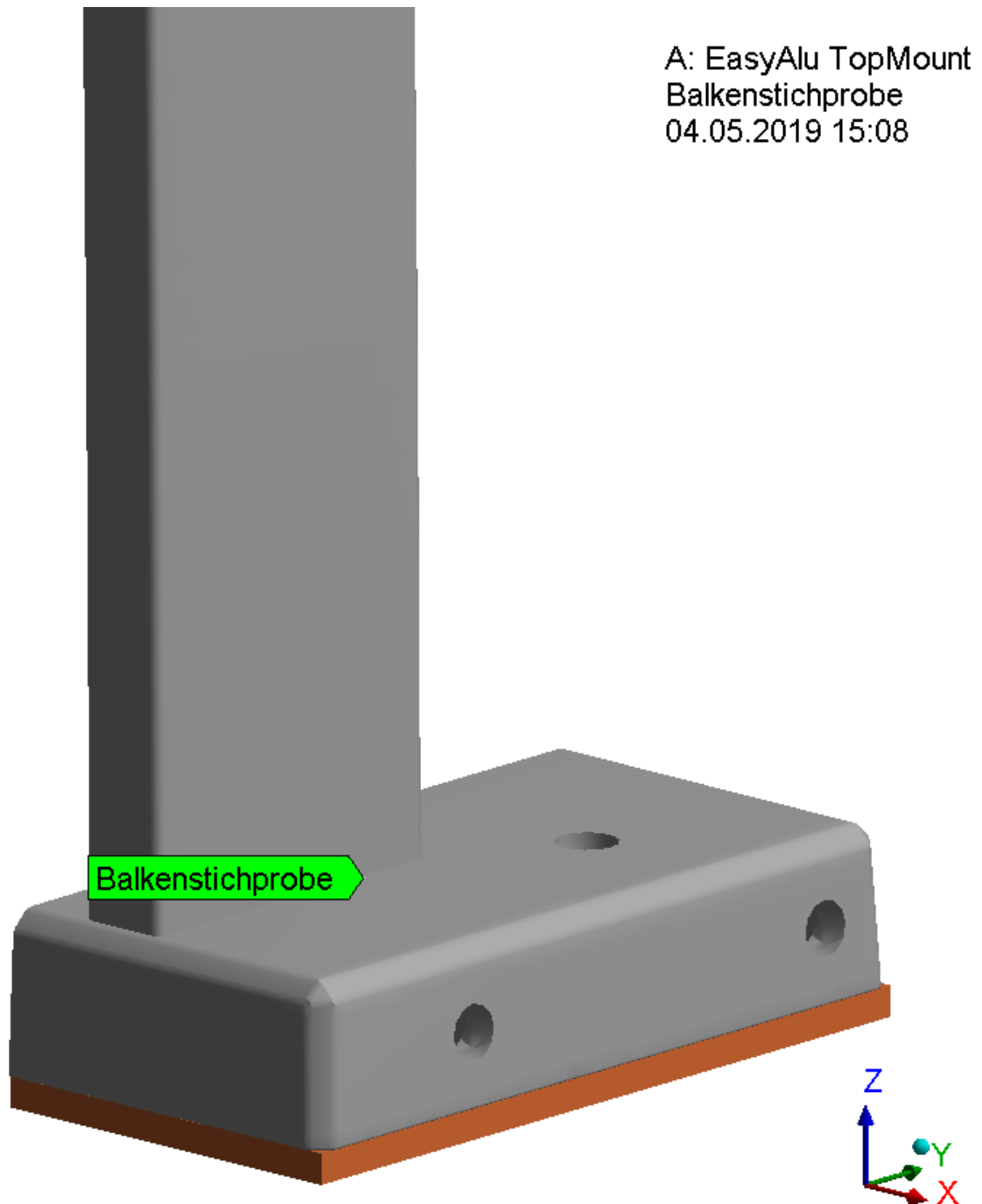
Gesamtdeformation am Handlauf ohne Lastbeiwerte im Bereich von 15mm



A: EasyAlu TopMount  
Kraftreaktion  
04.05.2019 14:56



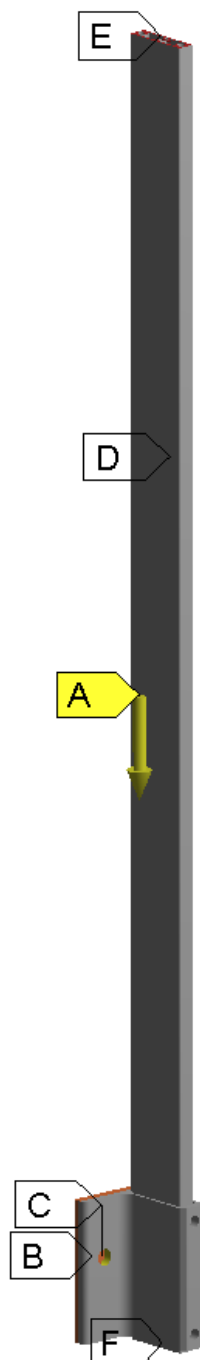
Max. Bemessungszugkraft am Ankerkopf M8 = ca. 13.2kN i.O.



Max. Bemessungszugkraft an Verbindungsschraube M8 = ca. 13.6kN i.O.



## 4.2 Berechnungen für Easy Alu Fascia



B: EasyAlu Fascia  
 Statisch-mechanisch  
 Zeit: 1. s  
 04.05.2019 15:48

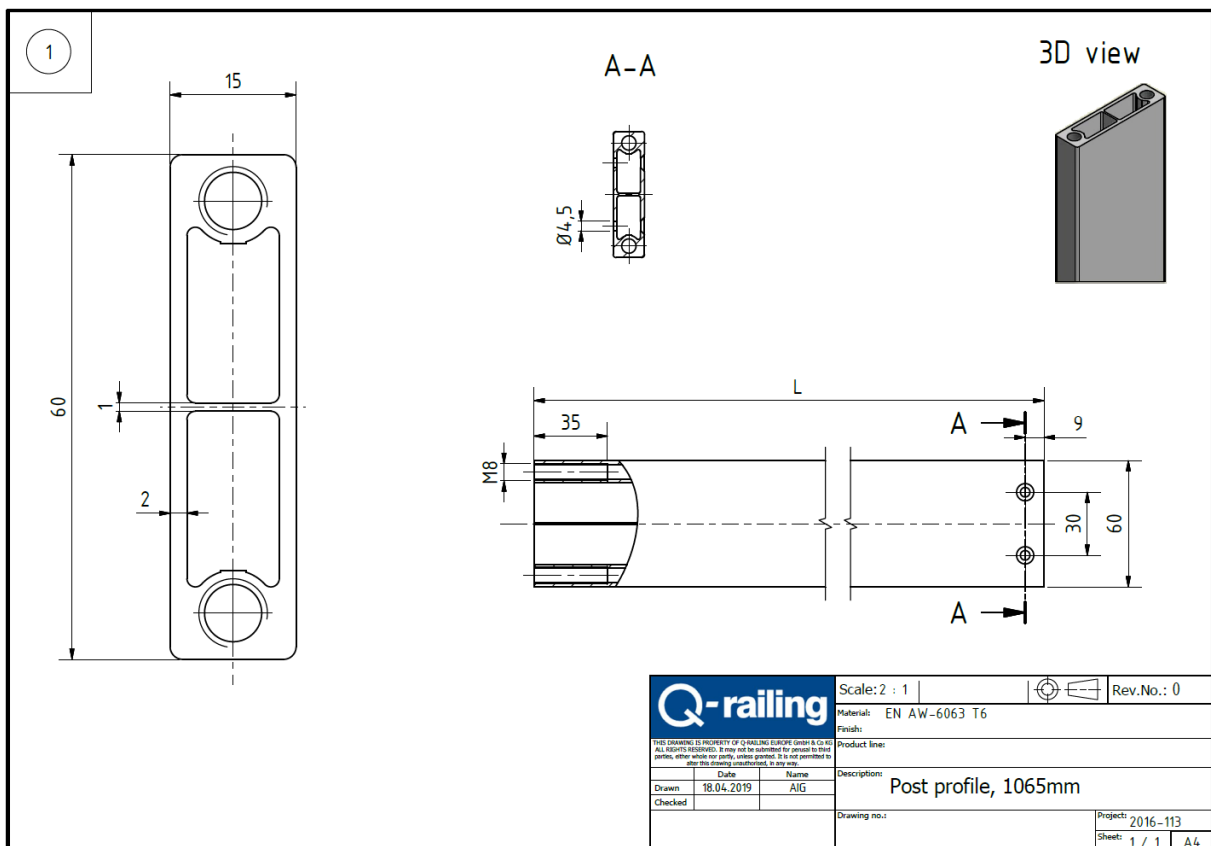
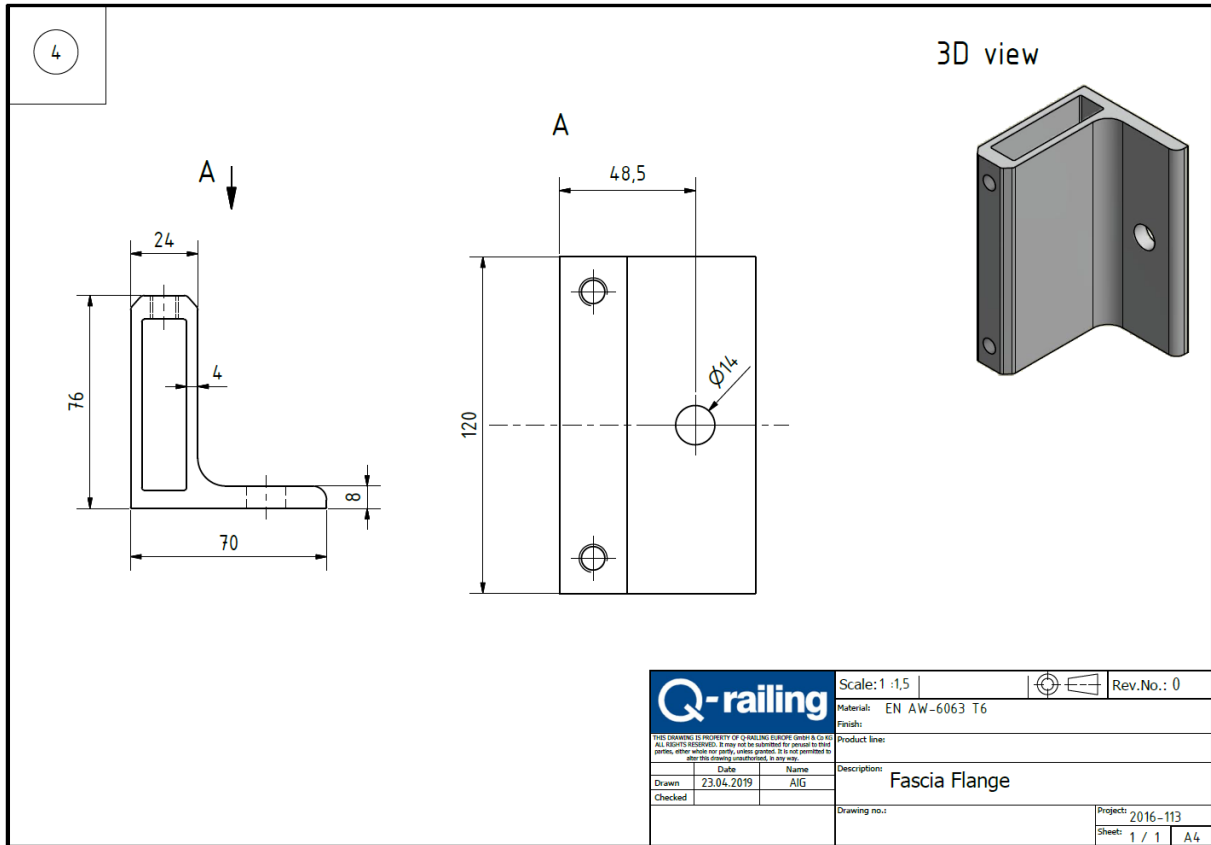
- A Erdanziehungskraft: 9806.6 mm/s<sup>2</sup>
- B Fixierte Lagerung
- C Externe Verschiebung
- D Reibungsfreie Lagerung
- E Externe Kraft: 600. N
- F Externe Verschiebung 2

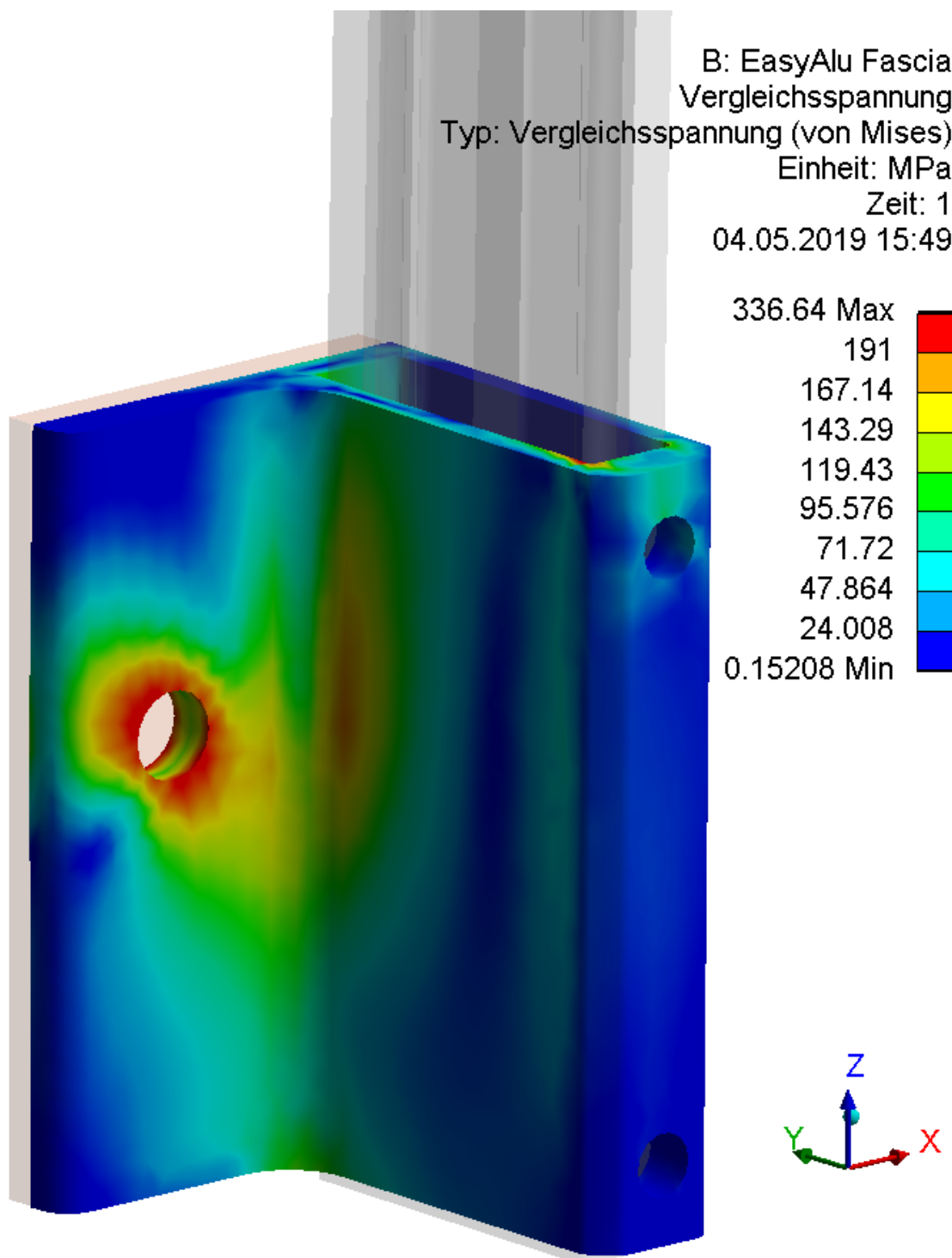
Volumenmodell, bestehend aus :

- Fussteil aus Alu-Guss
- Pfosten aus Alu-Strangpressprofil

Randbedingungen, bestehend aus :

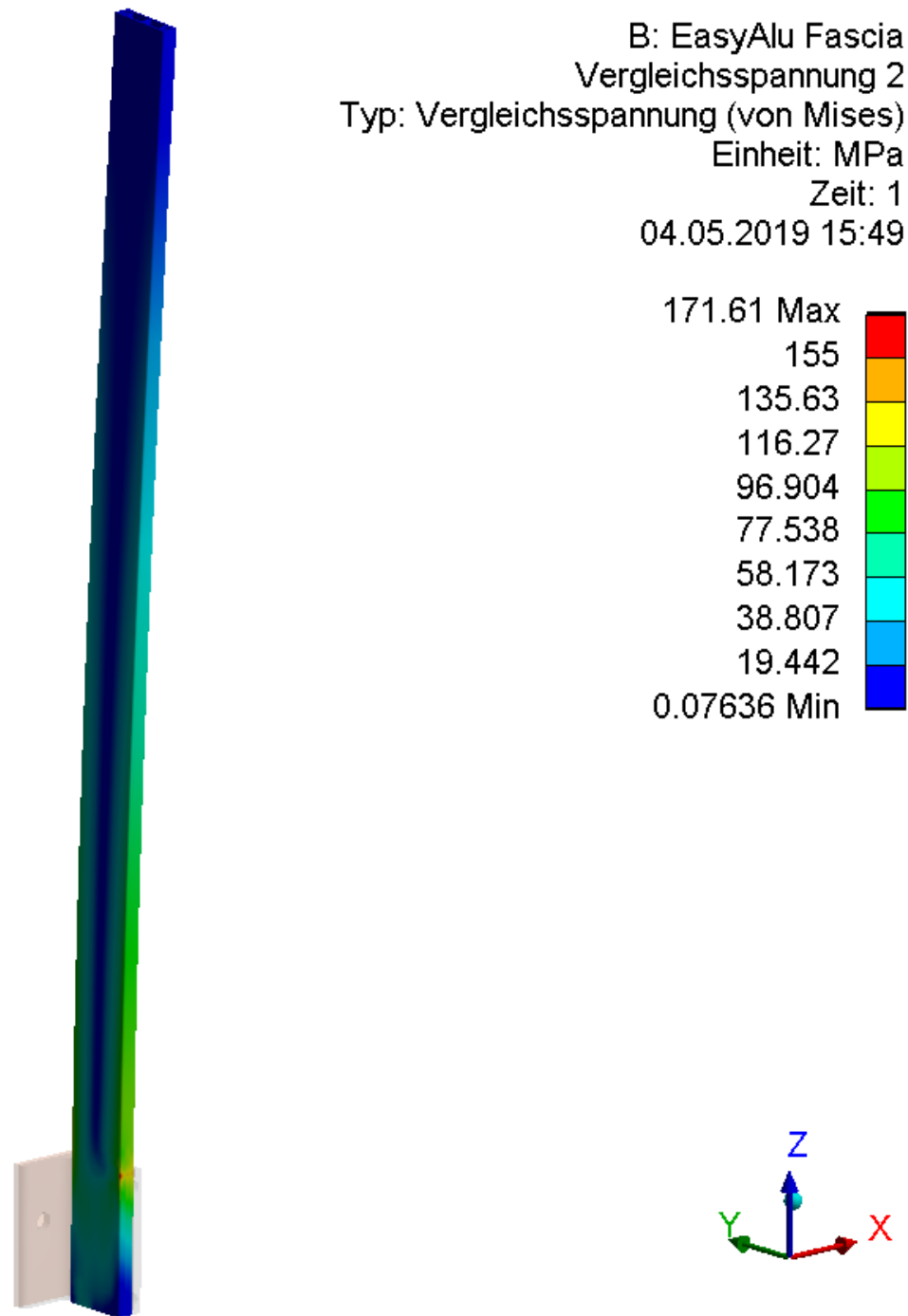
- Betonflächen voll fixiert
- Lastkombination L1/L2 Eigenlast + Holmlast aus Pfostenraster W=1000mm





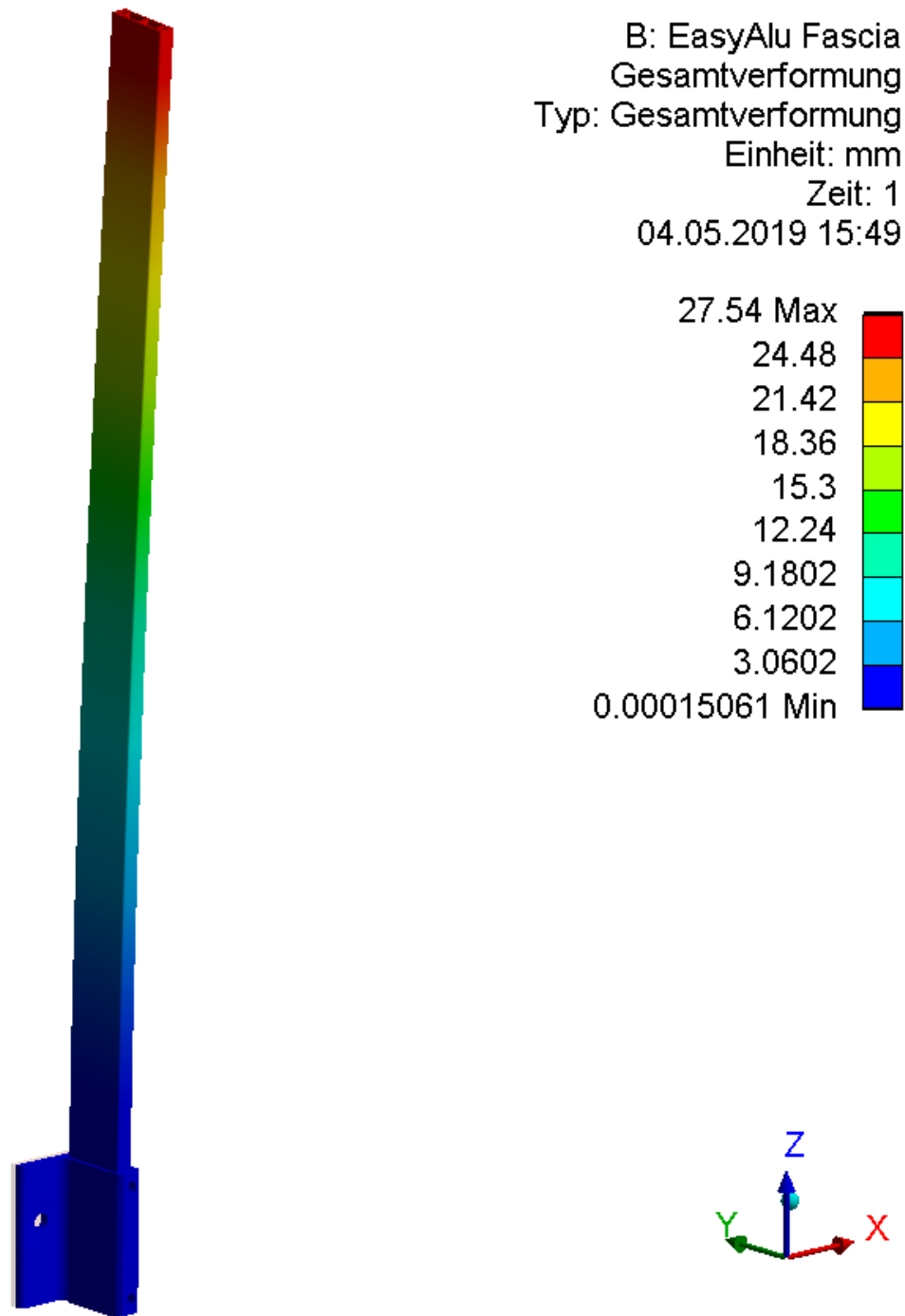
Vergleichsspannungen im Fussteil i.O.

Spannungsspitzen im Schraubenbereich lokal begrenzt und unkritisch

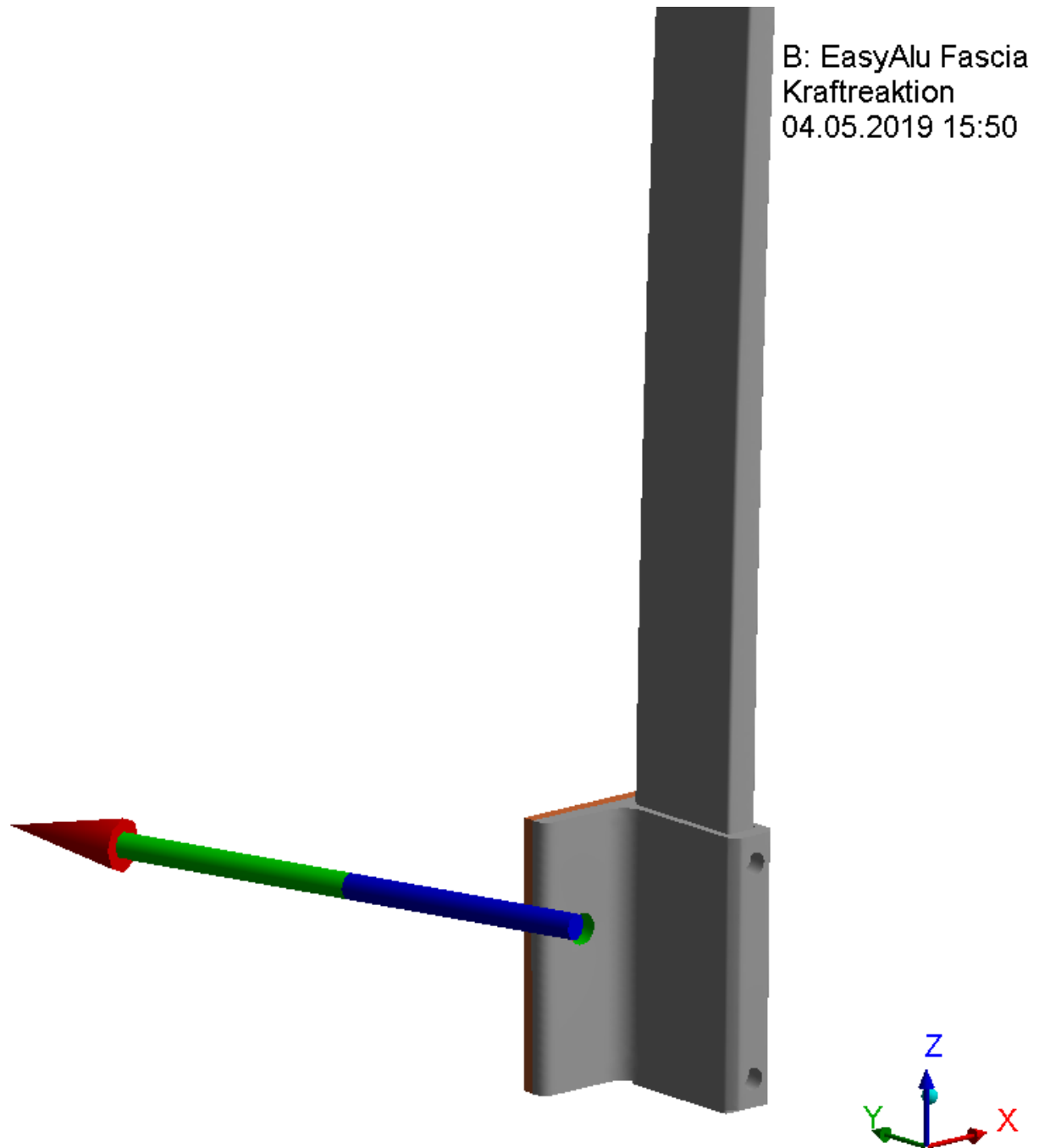


Vergleichsspannungen im Pfostenprofil i.O.

Spannungsspitzen im Schraubenbereich lokal begrenzt und unkritisch



Gesamtdeformation am Handlauf ohne Lastbeiwerte im Bereich von 18mm

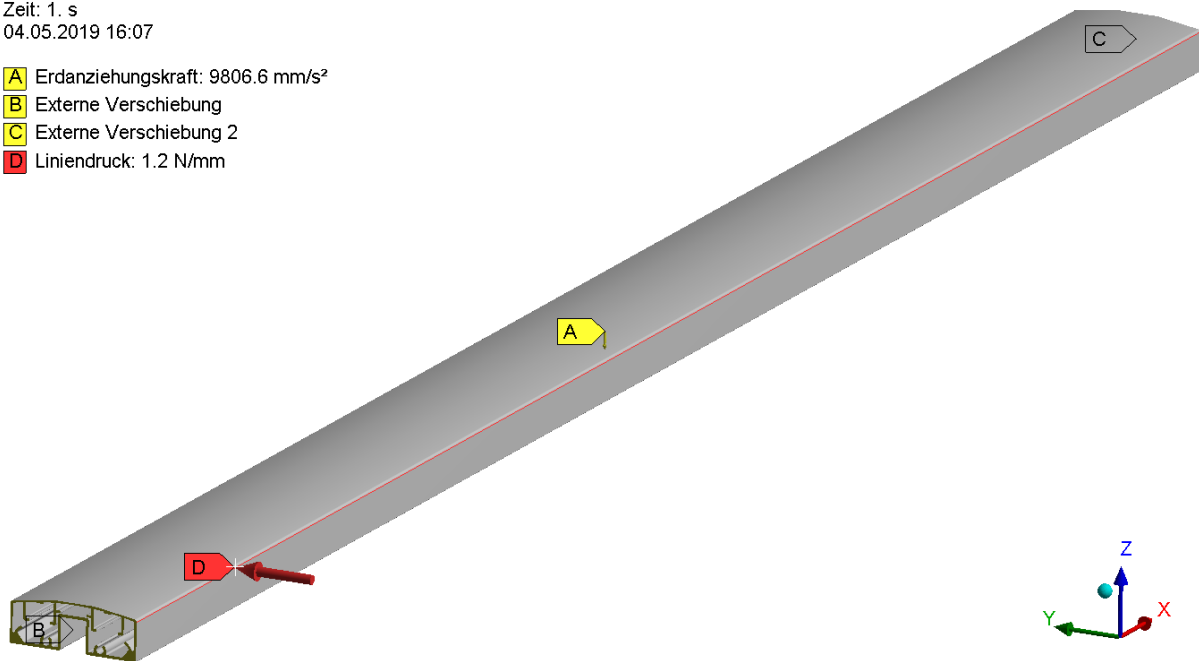


Max. Bemessungszugkraft am Ankerkopf M8 = ca. 13.1kN i.O.

### 4.3 Berechnungen für Easy Alu Handlaufprofil

C: EasyAlu Handlauf  
Statisch-mechanisch  
Zeit: 1. s  
04.05.2019 16:07

- A** Erdanziehungskraft: 9806.6 mm/s<sup>2</sup>
- B** Externe Verschiebung
- C** Externe Verschiebung 2
- D** Liniendruck: 1.2 N/mm

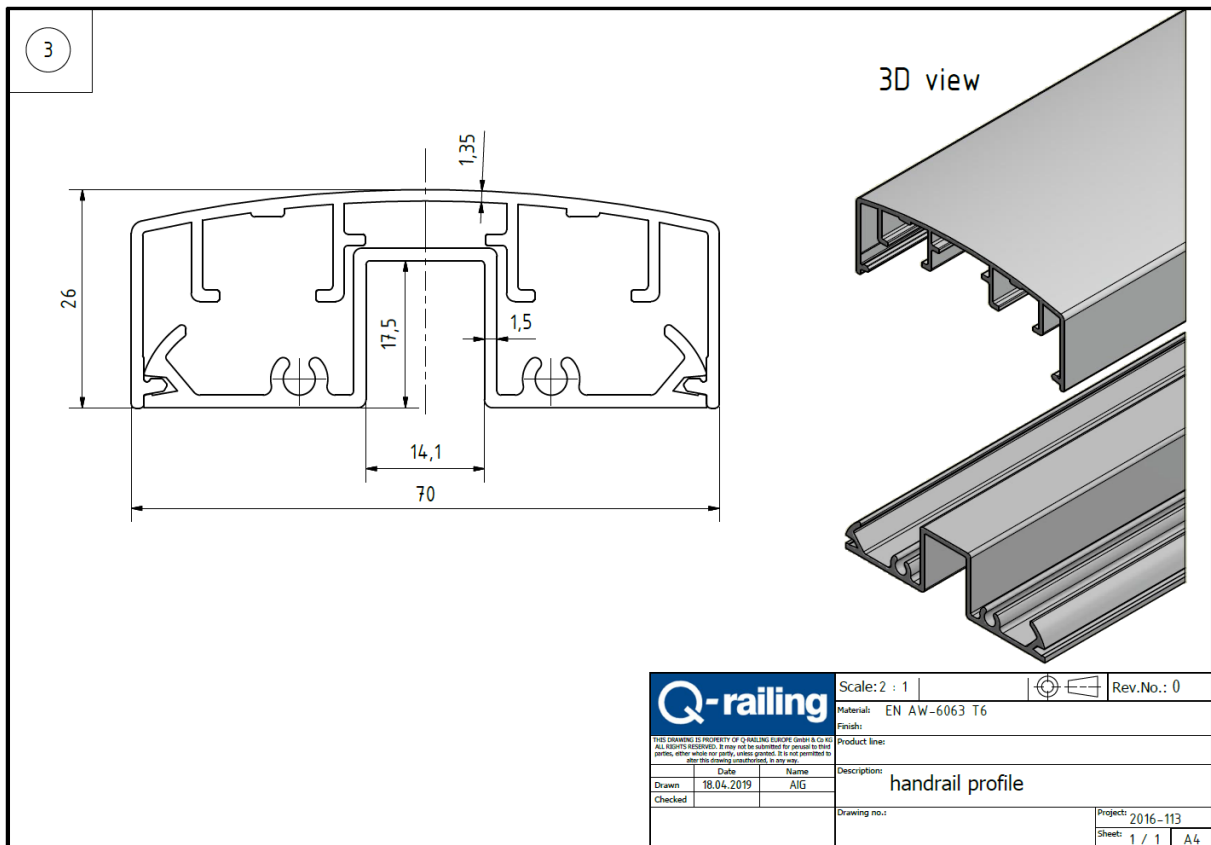


Volumenmodell, bestehend aus :

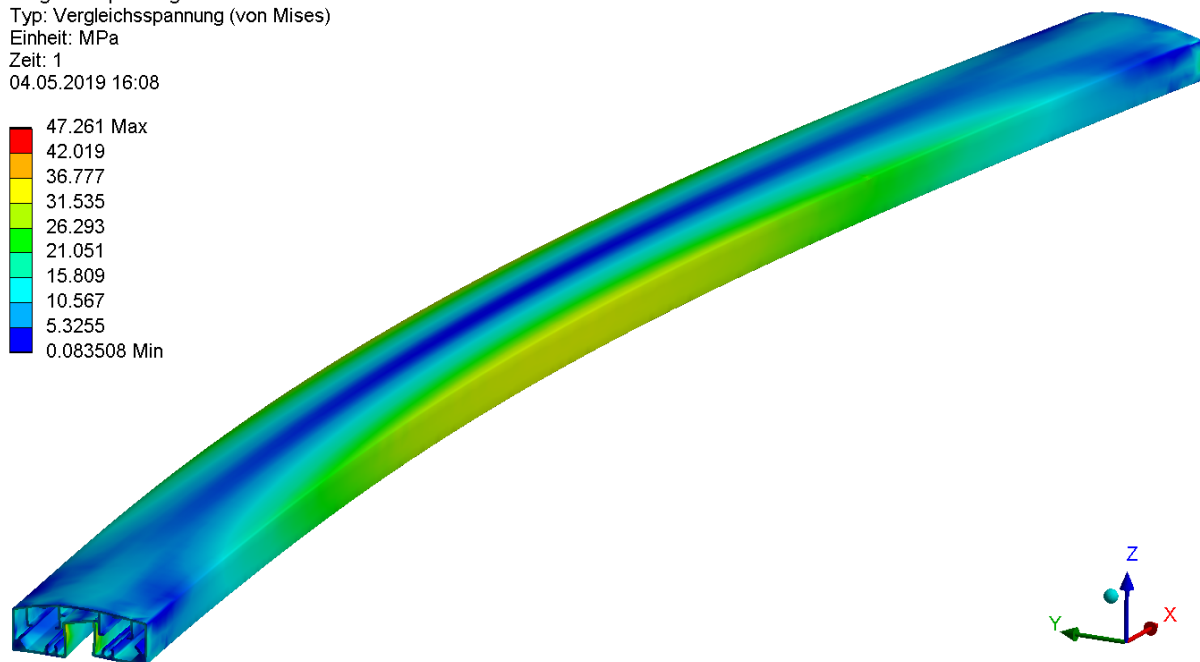
- Fussteil aus Alu-Guss
- Pfosten aus Alu-Strangpressprofil

Randbedingungen, bestehend aus :

- Betonflächen voll fixiert
- Lastkombination L1/L2 Eigenlast + Holmlast aus Pfostenraster W=1200mm



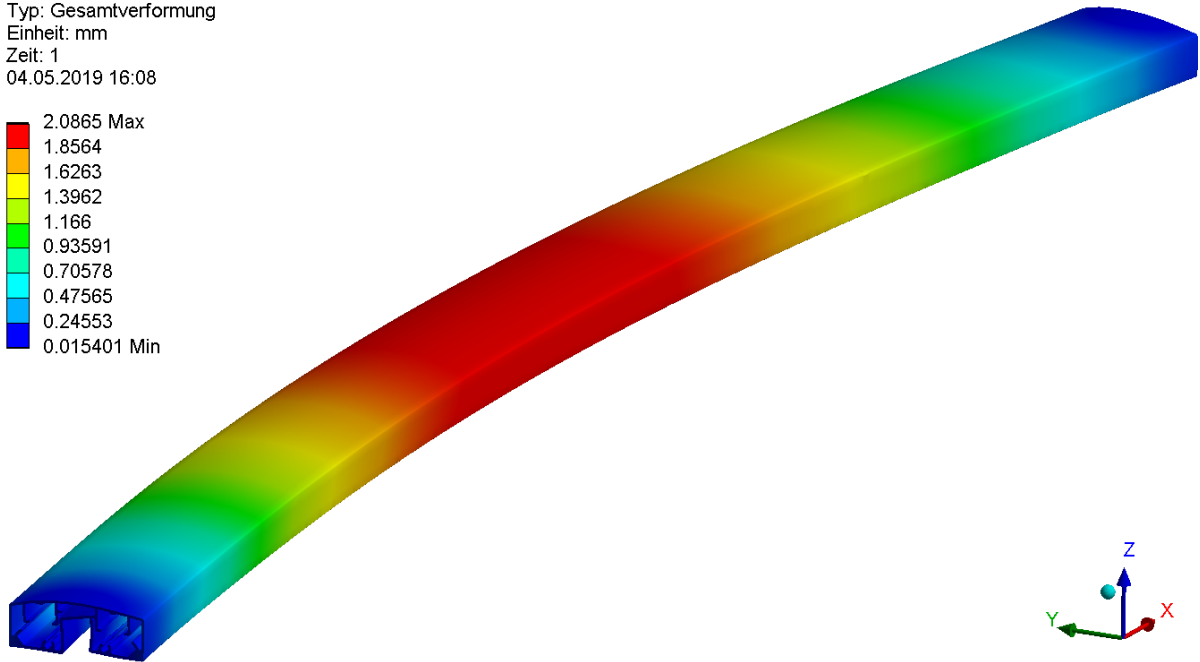
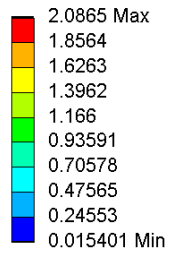
C: EasyAlu Handlauf  
 Vergleichsspannung  
 Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
 Einheit: MPa  
 Zeit: 1  
 04.05.2019 16:08



Vergleichsspannungen im Handlaufprofil i.O.



C: EasyAlu Handlauf  
Gesamtverformung  
Typ: Gesamtverformung  
Einheit: mm  
Zeit: 1  
04.05.2019 16:08



Gesamtdeformation im Bereich von 2mm

## 5. Zusammenfassung System Easy Alu

<b>System EasyAlu TopMount - zulässige Pfostendistanz W</b>						
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Linienlast	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]
0.8 kN/m'	13.2	<b>1200</b>	13.2	<b>1100</b>	13.2	<b>1000</b>
1.6 kN/m'	13.2	<b>600</b>	13.2	<b>550</b>	13.2	<b>500</b>

<b>System EasyAlu Fascia - zulässige Pfostendistanz W</b>						
	Geländerhöhe 1000mm		Geländerhöhe 1100mm		Geländerhöhe 1200mm	
Linienlast	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]	$Z_d$ [kN]	$W_{max.}$ [mm]
0.8 kN/m'	13.1	<b>1000</b>	13.1	<b>900</b>	13.2	<b>840</b>
1.6 kN/m'	13.1	<b>500</b>	13.1	<b>450</b>	13.2	<b>420</b>

- Der Ausnutzungsgrad ist bei den Komponenten Fussteil, Postenprofil und Betonanker ausgeglichen.
- Der Handlauf ist nur schwach ausgenutzt. Seine Leistungsfähigkeit liegt bei Pfostenabständen von 2100mm bei Linienlast 0.8kN/m' bzw. 1500mm bei Linienlast 1.6kN/m'.