

## 1. Inhalt

1. Inhalt	1
2. Allgemeines	2
2.1. Gegenstand	2
2.2. Planungsgrundlage	2
2.3. Technische Grundlagen	2
2.4. Material	2
2.5. 3D-Ansicht der Mischstrecke	3
2.6. 3D-Ansicht der Haube	4
2.7. Abmessungen Frontalansicht Mischstrecke	5
2.8. Abmessungen Seitenansicht Mischstrecke	6
2.9. Abmessungen Draufsicht Mischstrecke	7
2.10. Abmessungen Frontalansicht Haube	8
2.11. Abmessungen Seitenansicht Haube	9
2.12. Abmessungen Draufsicht Haube	10
2.13. Mischstrecke: statische Blechdicken	11
2.14. Mischstrecke: Zusammenstellung der Blechdicken	11
2.15. Haube: statische Blechdicken	12
2.16. Haube: Zusammenstellung der Blechdicken	12
2.17. Querschnitte	12
3. Lastannahmen	14
3.1. Lastfälle	14
3.2. Mischstrecke: Berechnungsdruck	14
3.3. Mischstrecke: Berechnungstemperatur	15
3.4. Haube: Berechnungsdruck	16
3.5. Haube: Berechnungstemperatur	17
4. Randbedingungen	18
4.1. Annahmen	18
4.2. Auflagennummern und -typen	18
4.3. Knotenaufleger	18
4.4. Horizontale Reaktionen, ständige Einwirkungen	19
4.5. Horizontale Reaktionen, variable Einwirkungen	19
4.6. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn1	19
4.7. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn2	19
4.8. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn3	19
4.9. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn4	20
4.10. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn1	20
4.11. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn2	20
4.12. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn3	20
4.13. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn4	20
4.14. Anschlusslasten der Haube an das KAT-Gehäuse, ständige Einwirkungen	21
4.15. Anschlusslasten der Haube an das KAT-Gehäuse, variable Einwirkungen	21
5. Nachweis der Mischstrecke	22
5.1. Zulässige Berechnungsspannung bei 350°C	22
5.2. Vergleichsspannungen (außen)	22
5.3. Vergleichsspannungen (innen im Schnitt)	23
5.4. Ausnutzung der Aussteifung	24
5.5. Nachweis der Aussteifung	24
6. Nachweis der Haube	26
6.1. Zulässige Berechnungsspannung bei 350°C	26
6.2. Vergleichsspannungen (außen)	26
6.3. Vergleichsspannungen (innen im Schnitt)	27
6.4. Ausnutzung der Aussteifung	28
6.5. Nachweis der Aussteifung	28

## 2. Allgemeines

### 2.1. Gegenstand

Die vorliegende Berechnung behandelt den Tragsicherheitsnachweis der Mischstrecke vor dem KAT-Gehäuse und der 90°-Haube nach dem KAT-Gehäuse. Gegenstand des Auftrages ist die Auslegung und statische Berechnung der Mischstrecke aus P265GH bei 350°C und die Auslegung und statische Berechnung für die 90°-Haube aus P265GH bei 350°C. Mischstrecke und Haube sollen für einen Überdruck von 200 mbar ausgelegt werden.

Weitere Rohrleitungen, die am Behälter angeschlossen werden, sind so gelagert, dass keine Momente oder Kräfte eingeleitet werden. Die Aufstellung erfolgt außen. Wind- und Schneelasten werden wegen der geringen Flächen nicht berücksichtigt.

### 2.2. Planungsgrundlage

Sämtliche Abmessungen stammen aus den Konstruktionsplänen und Spezifikationen von Musterfirma GmbH, Zeichnung XYZ als DWG-Datei und Zeichnung XYZ als DWG-Datei.

Die Gestaltung der Schweißnähte muss mit DIN EN 1708 vereinbar sein.

### 2.3. Technische Grundlagen

AD 2000-Merkblatt B 0, Ausg. 11. 2008, Berechnung von Druckbehältern, Verband der TÜV e.V.

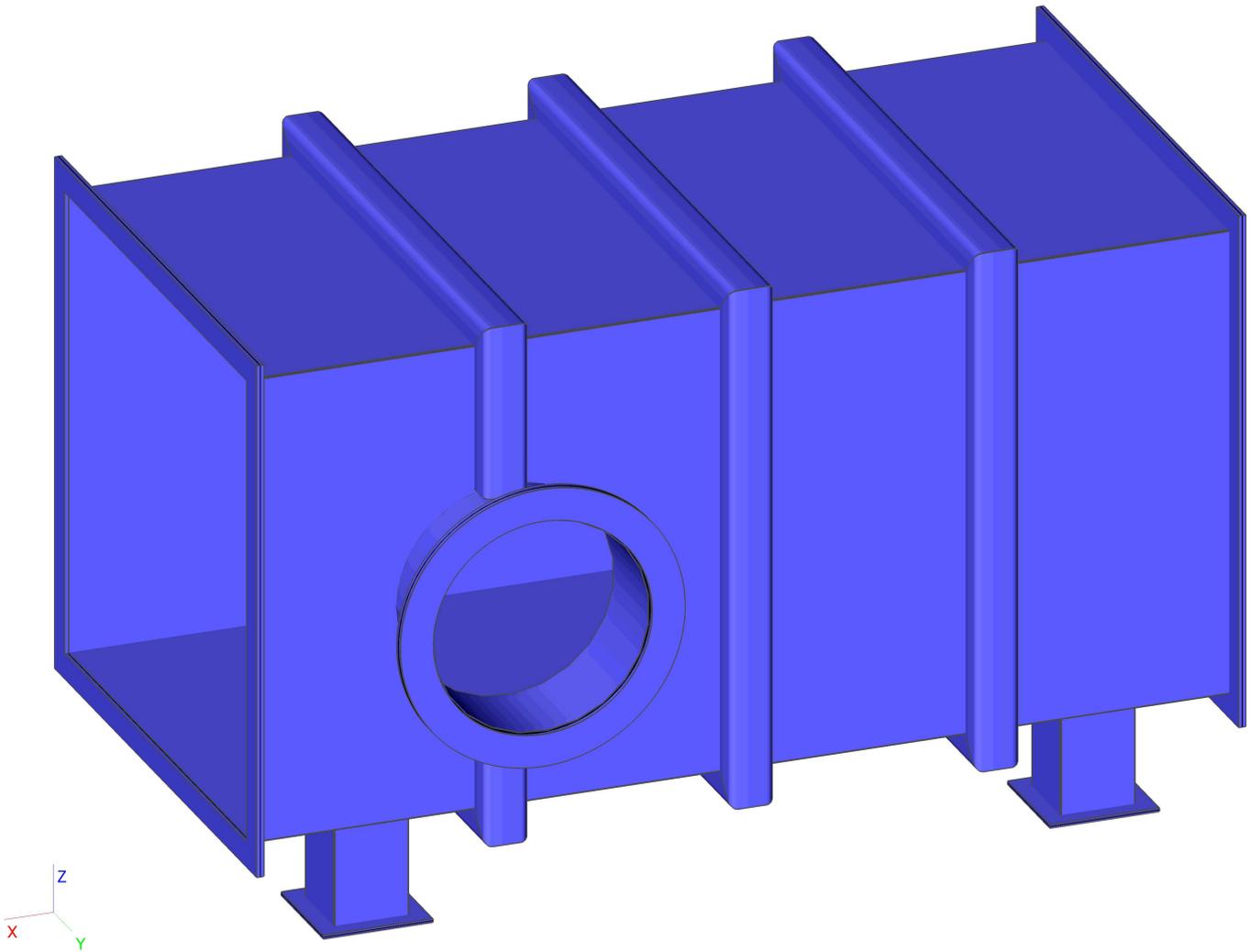
AD 2000-Merkblatt S 3-0 Standsicherheitsnachweis Grundsätze, Ausg. 11. 2007, Berechnung von Druckbehältern, Verband der TÜV e.V.

AD 2000-Merkblatt S 4 Bewertung von Spannungen, Ausg. 10. 2000, Berechnung von Druckbehältern, Verband der TÜV e.V.

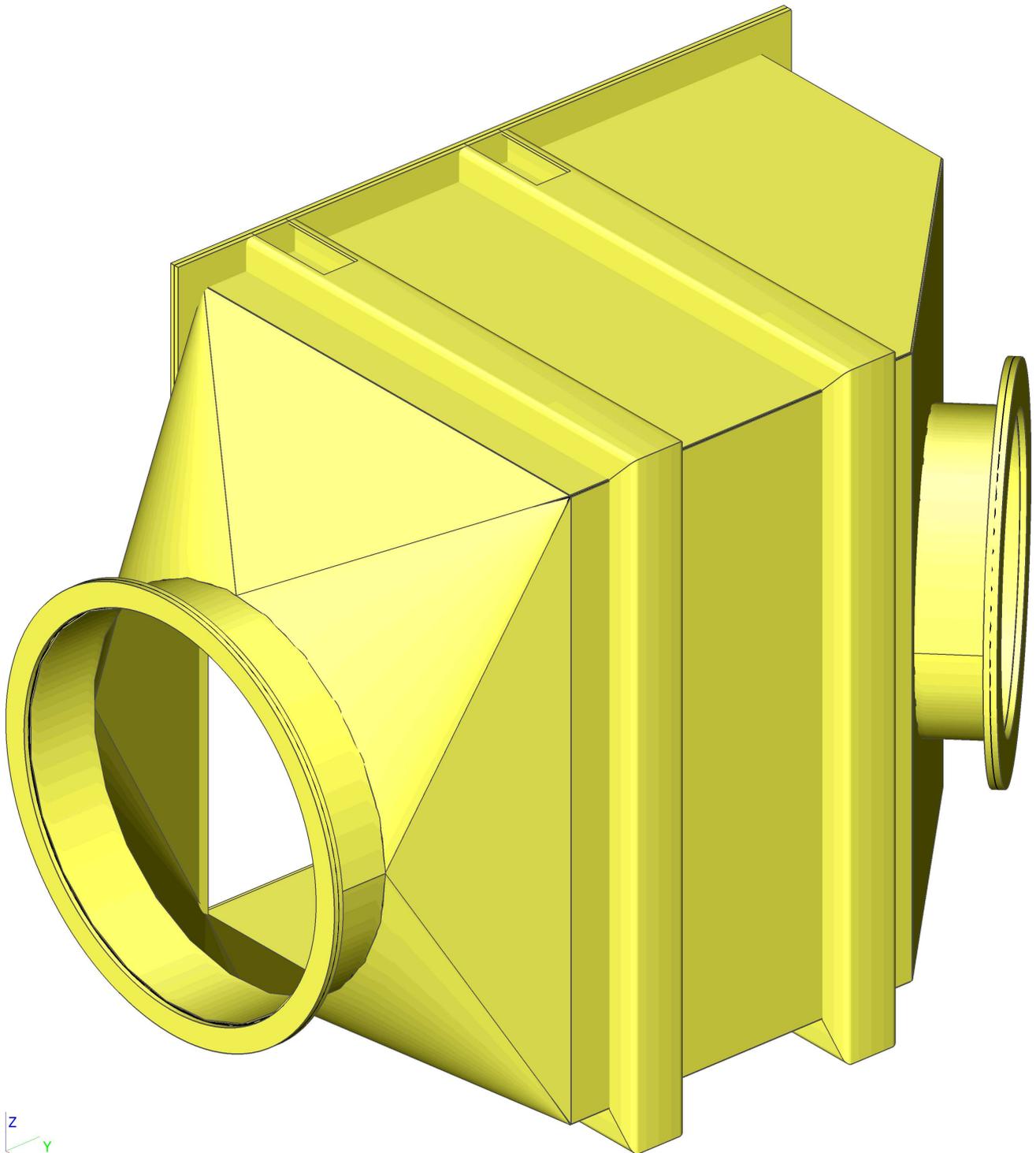
### 2.4. Material

Name	Massendichte [kg/m <sup>3</sup> ]	E-Mod [MPa]	Querdehnzahl	G-Mod [MPa]	T-Dehnzahl [m/mK]	Untere Grenze [mm]	Obere Grenze [mm]	Fy (Bereich) [N/mm <sup>2</sup> ]	Fu (Bereich) [N/mm <sup>2</sup> ]
P265GH 350°C	7850,0	1,8800e+05	0,3	7,2308e+04	0,00	0 40	40 80	94,0 94,0	410,0 410,0

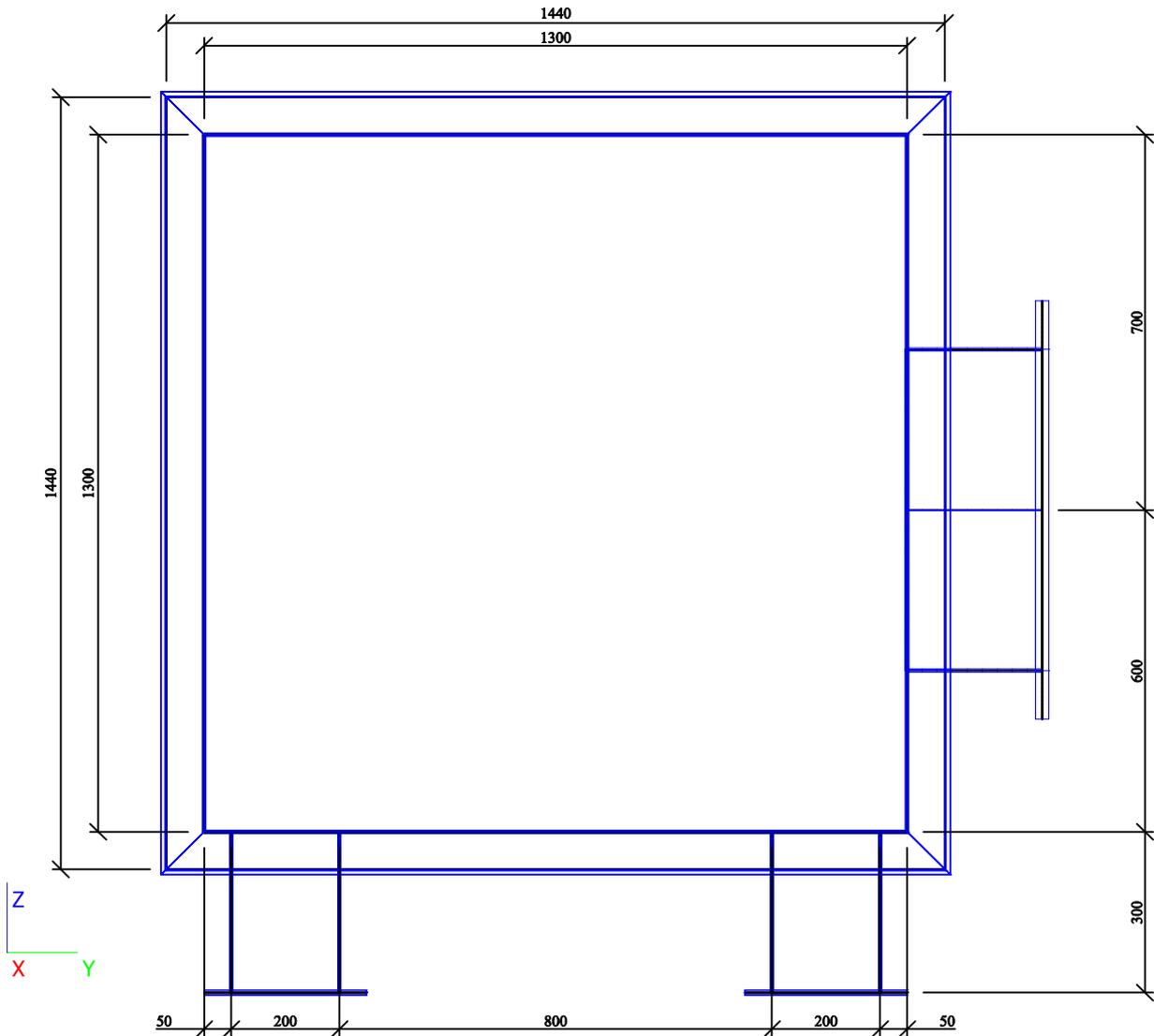
## 2.5. 3D-Ansicht der Mischstrecke



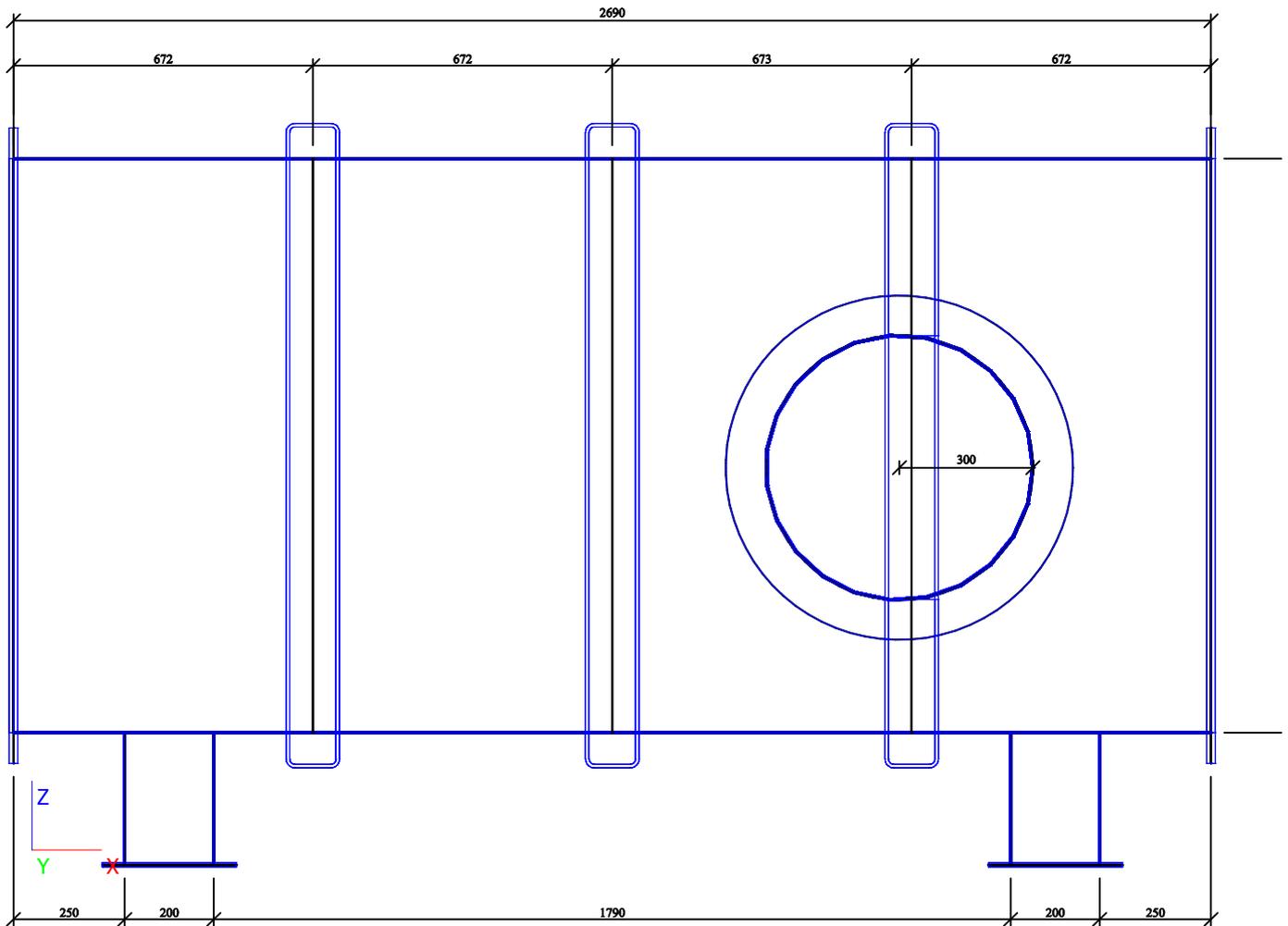
## 2.6. 3D-Ansicht der Haube



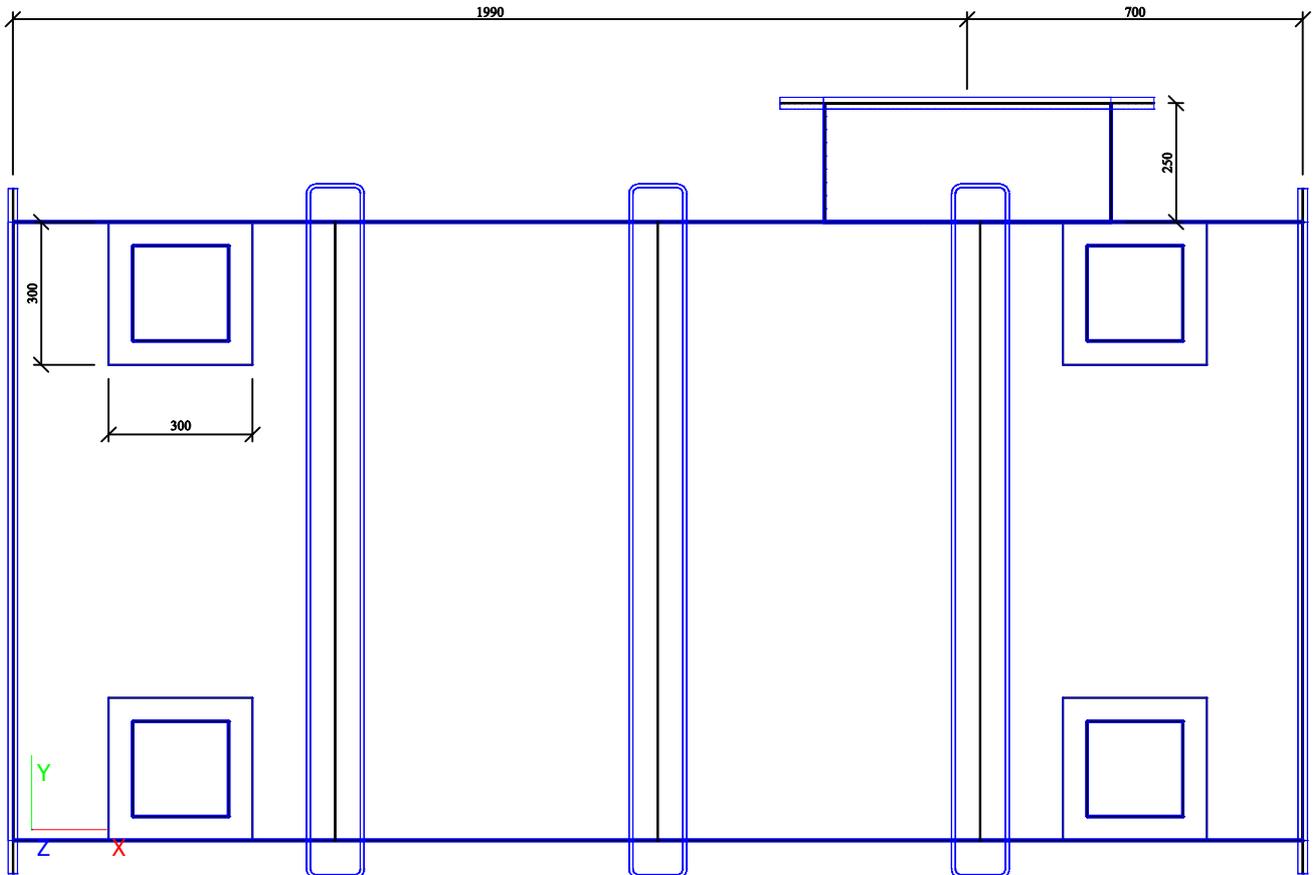
## 2.7. Abmessungen Frontalansicht Mischstrecke



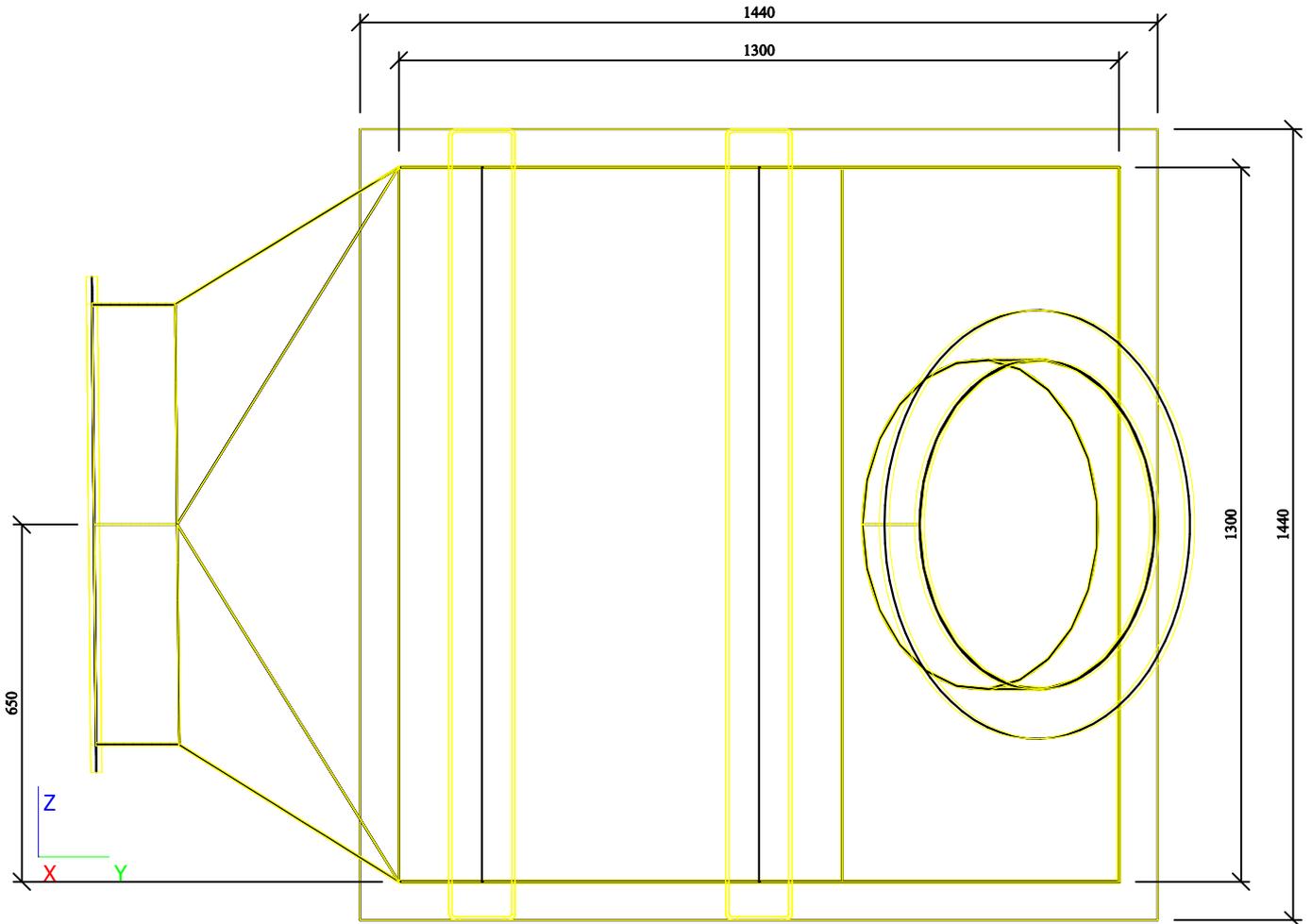
## 2.8. Abmessungen Seitenansicht Mischstrecke



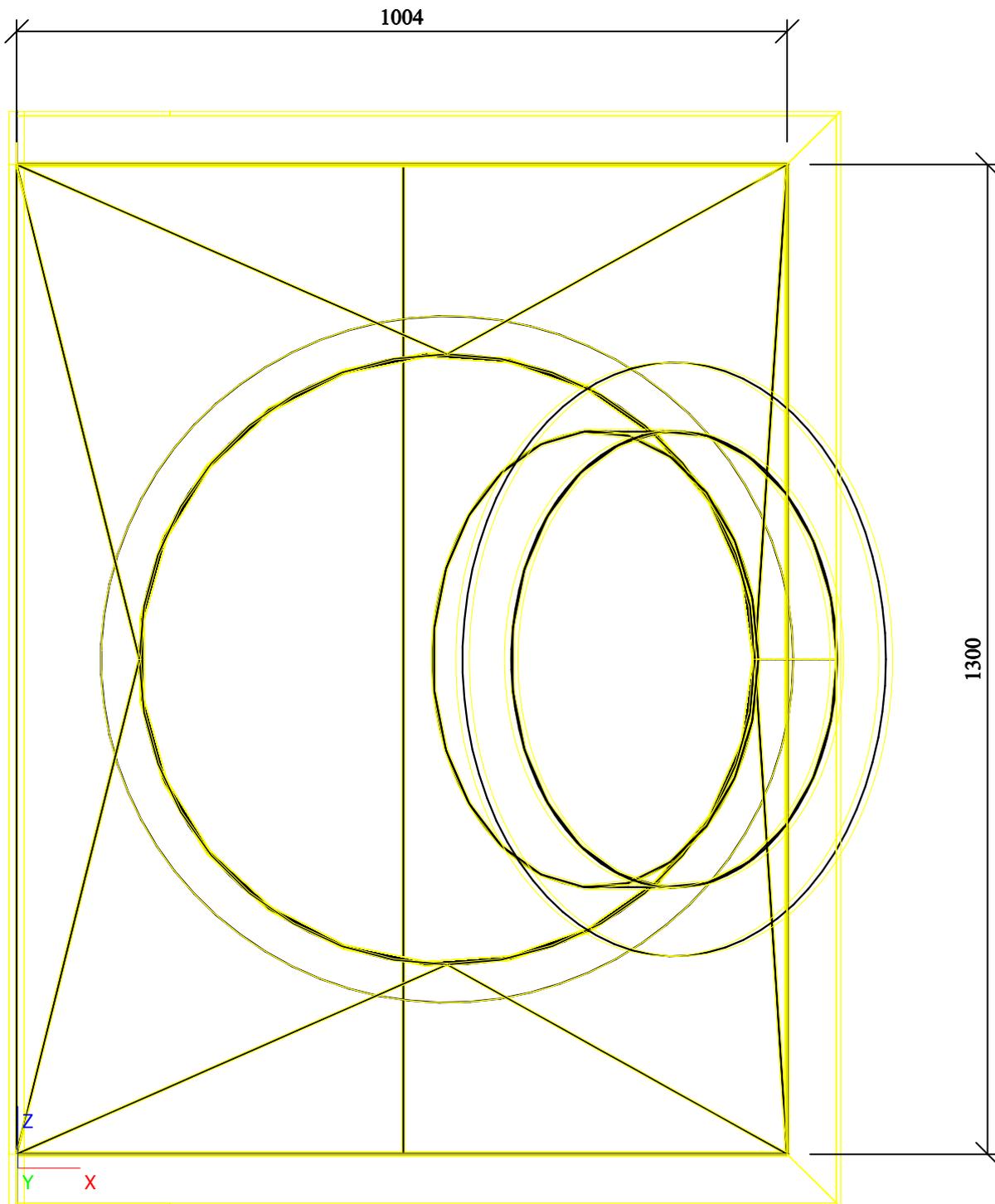
## 2.9. Abmessungen Draufsicht Mischstrecke



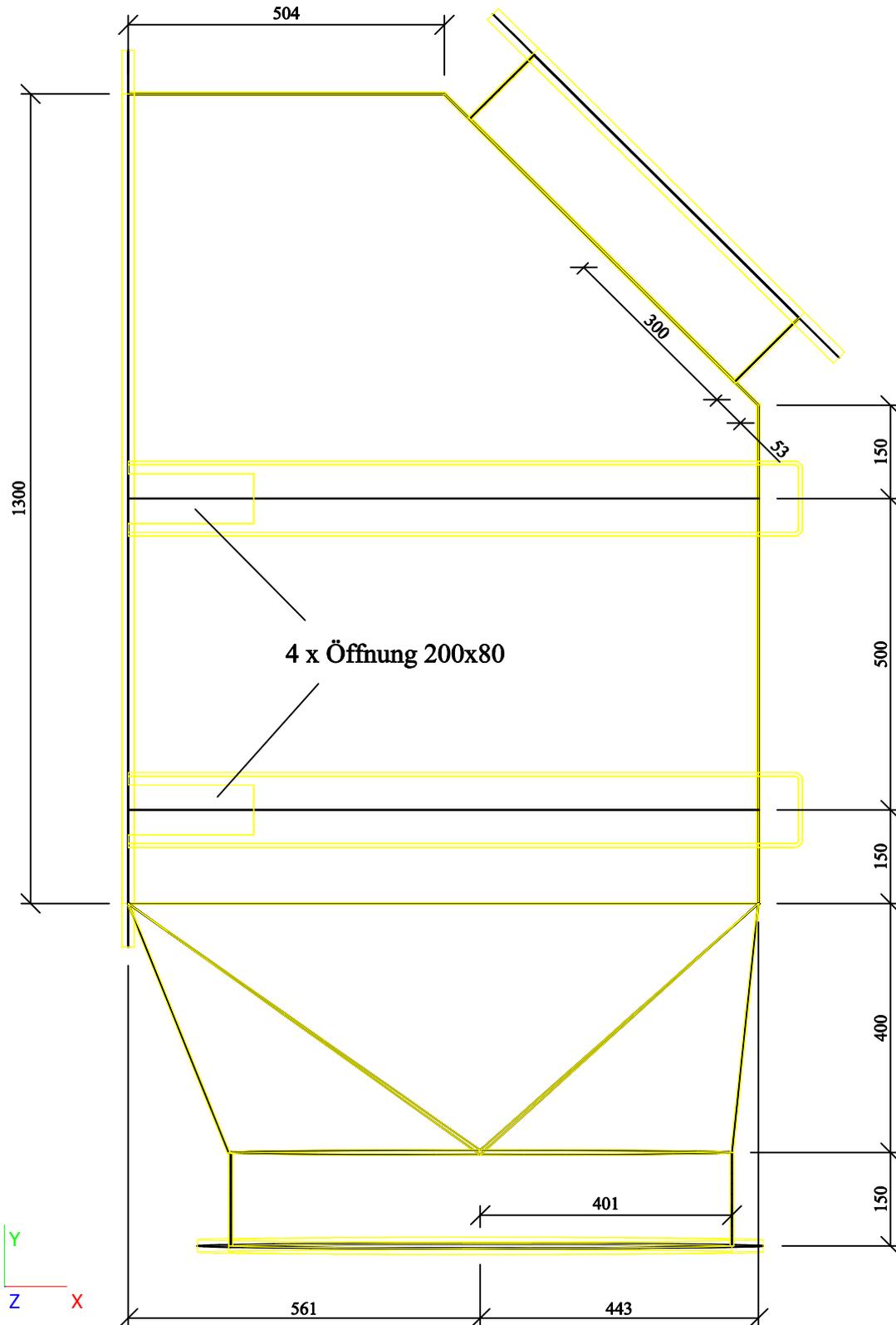
## 2.10. Abmessungen Frontalansicht Haube



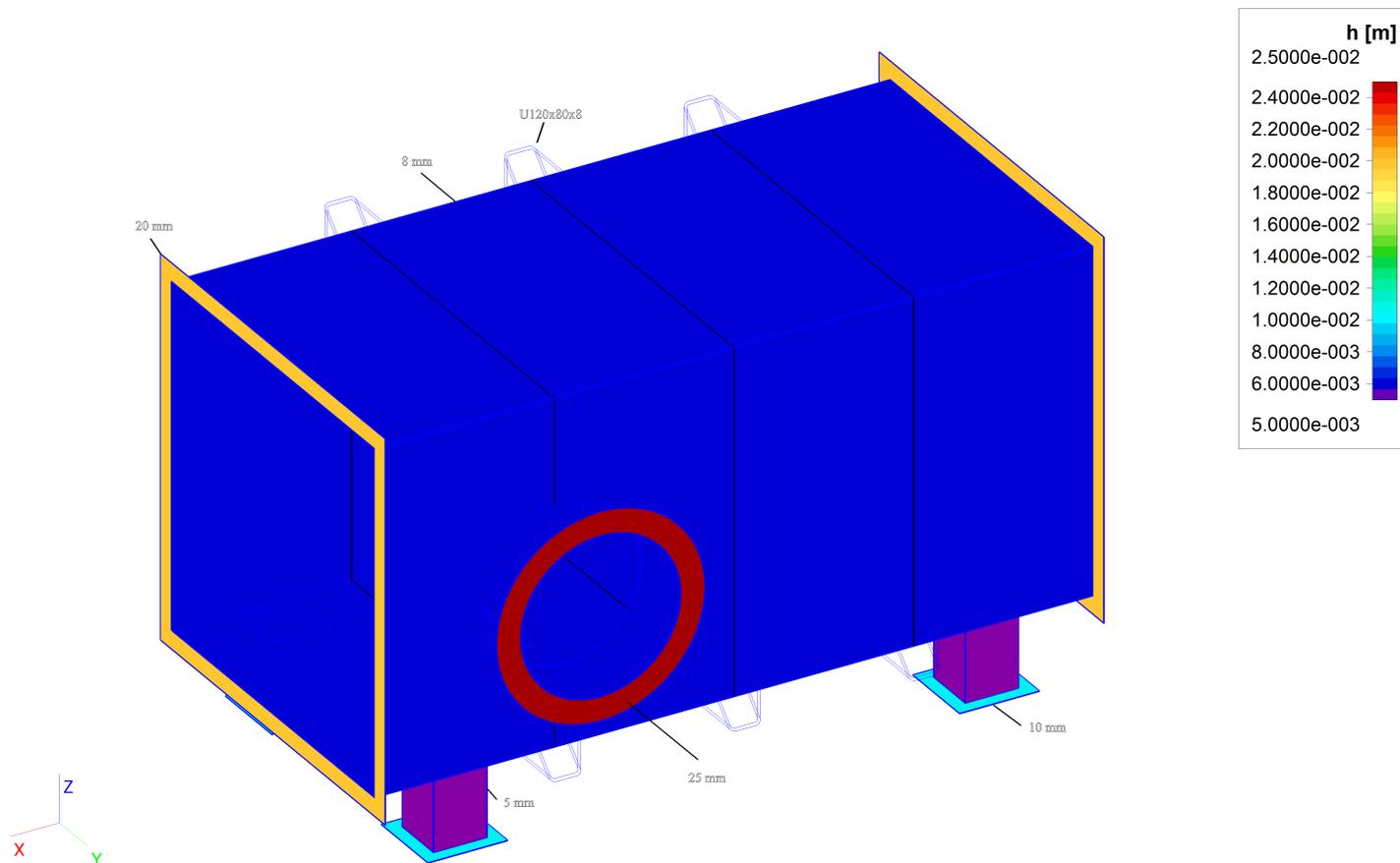
## 2.11. Abmessungen Seitenansicht Haube



2.12. Abmessungen Draufsicht Haube



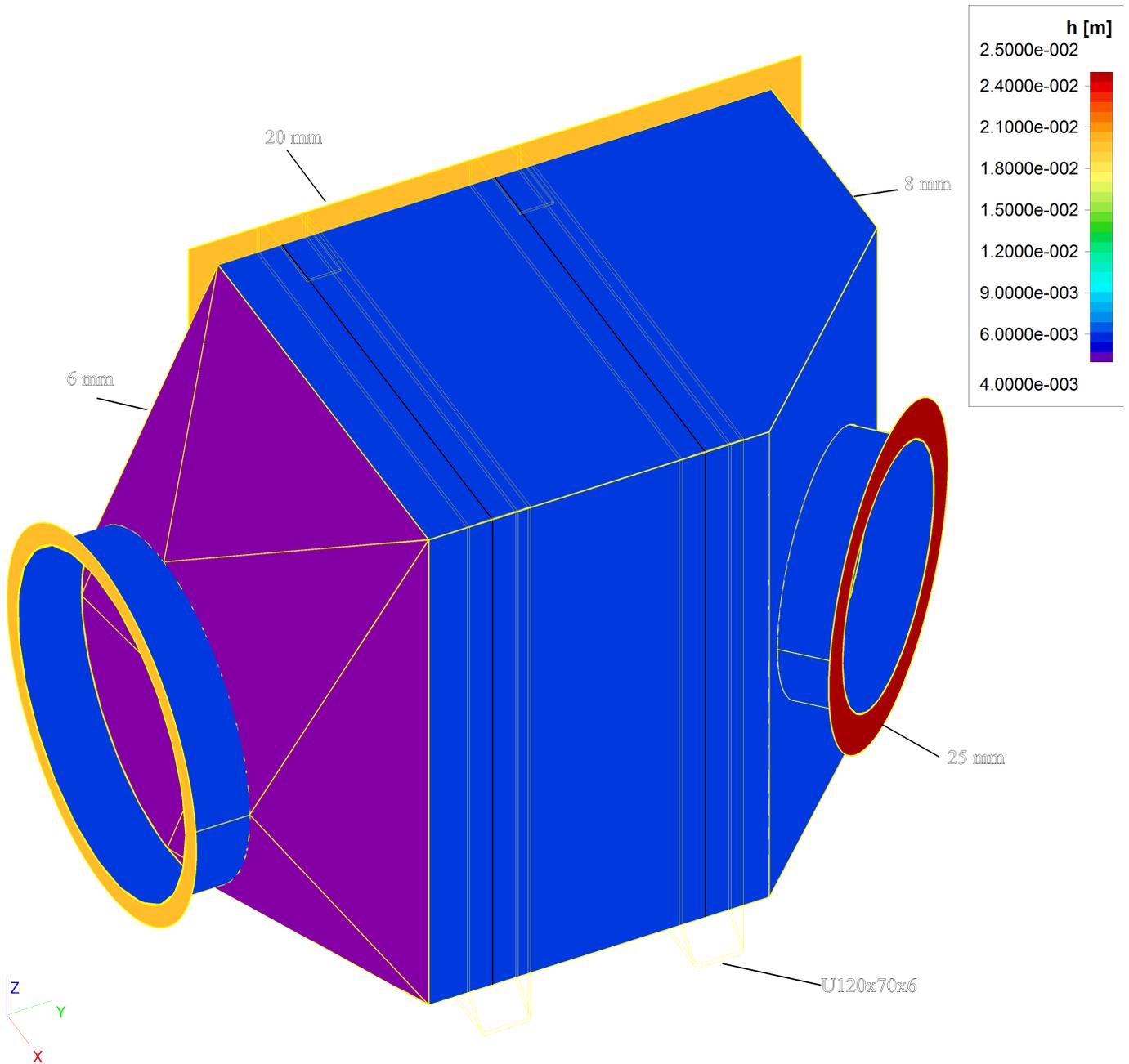
### 2.13. Mischstrecke: statische Blechdicken



### 2.14. Mischstrecke: Zusammenstellung der Blechdicken

Wandstärke: 6 mm  
 Flansche am Ein- und Austritt: 20 mm  
 Stutzenwandstärke: 6 mm  
 Stutzenflansch: 25 mm  
 Fußpunkte: 5 mm  
 Fußplatten: 10 mm

### 2.15. Haube: statische Blechdicken



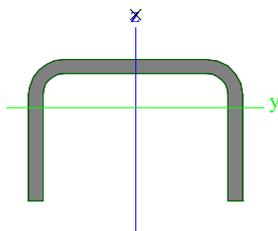
### 2.16. Haube: Zusammenstellung der Blechdicken

Wandstärke: 6 mm  
 Wandstärke Konus: 4 mm  
 Flansche am Ein- und Austritt: 20 mm  
 Stützenwandstärken: 6 mm  
 Stützenflansch in 45°-Richtung: 25 mm

### 2.17. Querschnitte

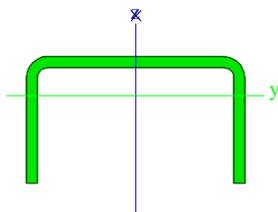
Name	U120x80x8
Typ	Allgemeiner Querschnitt
Materialangabe	P265GH 350°C
Herstellung	kaltgeformt
Biegeknicke y-y	c

Biegeknicke z-z	c
Biegedrillknicken	Standard
2D-FEM-Analyse einschalten	*



A [m <sup>2</sup> ]	2,0001e-03	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	9,5341e-04	1,1416e-03
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,2696e-06	4,3833e-06
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	2,9213e-09	4,5056e-08
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,4047e-05	7,3054e-05
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,3089e-05	8,6713e-05
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	52
c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]	0	0
A [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	5,1640e-01	5,1640e-01
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	4,05e+03	4,05e+03
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	8,15e+03	8,15e+03

Name	U120x70x6
Typ	Allgemeiner Querschnitt
Materialangabe	P265GH 350°C
Herstellung	kaltgeformt
Biegeknicke y-y	c
Biegeknicke z-z	c
Biegedrillknicken	Standard
2D-FEM-Analyse einschalten	*



A [m <sup>2</sup> ]	1,4408e-03	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	7,0344e-04	7,4636e-04
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,0036e-07	3,1982e-06
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	1,6248e-09	1,7856e-08
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,4505e-05	5,3304e-05
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,6319e-05	6,2598e-05
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	44
c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]	0	0
A [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	4,9248e-01	4,9248e-01
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	2,47e+03	2,47e+03
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	5,88e+03	5,88e+03

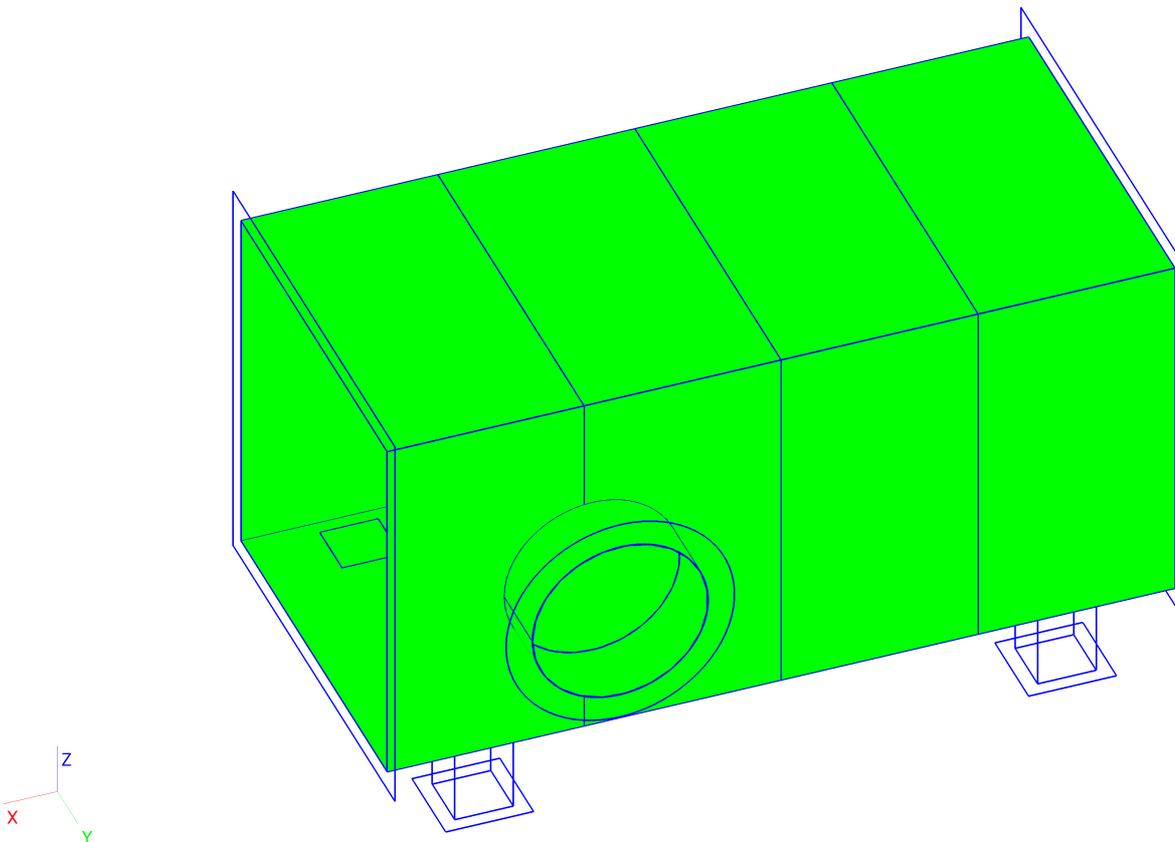
### 3. Lastannahmen

#### 3.1. Lastfälle

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Lasttyp	Spez	Richtung	Dauer	Vorherrschender Lastfall
EL1	Stahlmantel	Ständig	LG1	Eigengewicht		-Z		
BF1	Berechnungsdruck +200 mbar	Variabel	Druck	Statisch	Standard		Kurz	Nein
BF2	Berechnungstemperatur 350°C	Variabel	Temperat	Statisch	Standard		Kurz	Nein

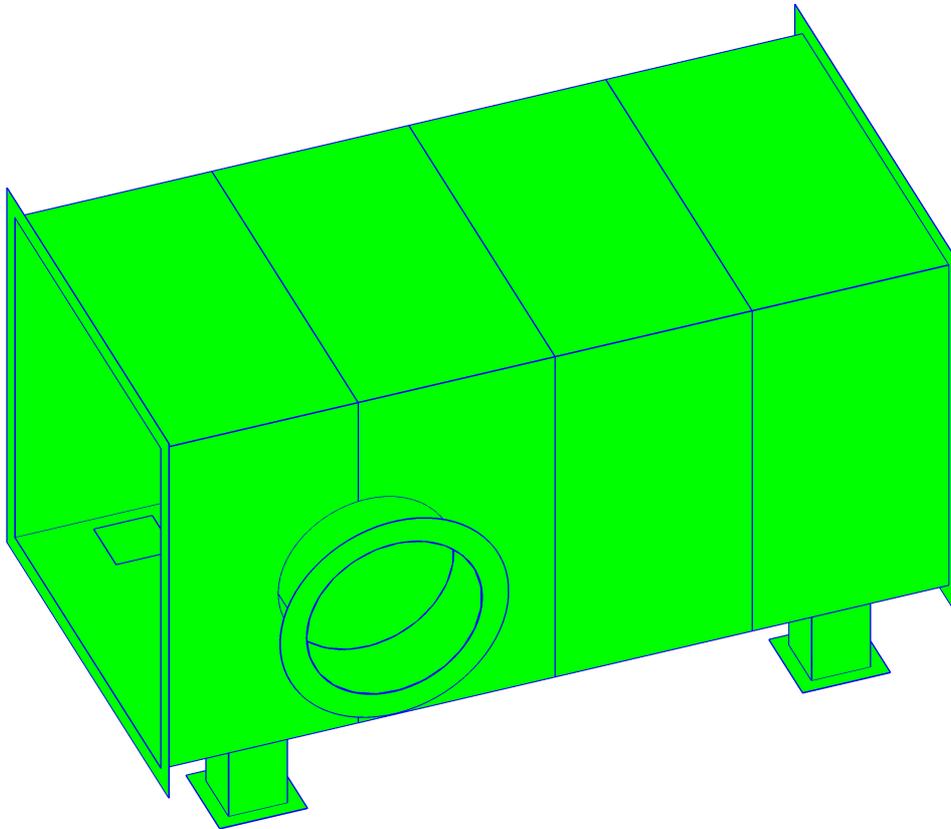
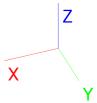
#### 3.2. Mischstrecke: Berechnungsdruck

**qz [kN/m<sup>2</sup>]**  
 Konstante 20.00



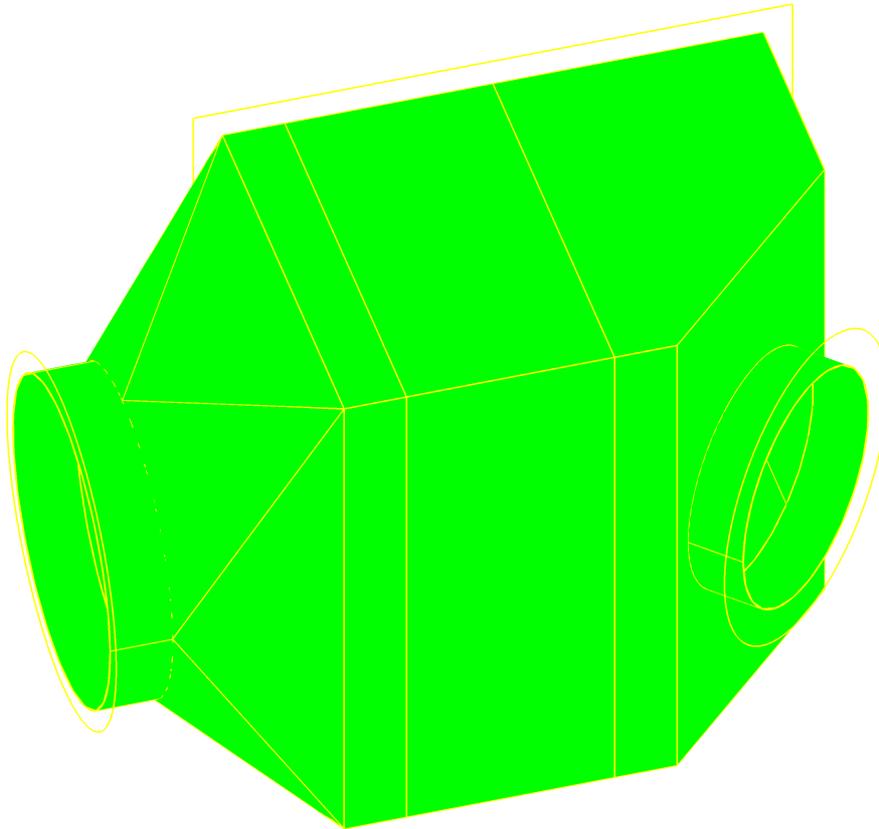
### 3.3. Mischstrecke: Berechnungstemperatur

**epsilon [mm/m]**  
Konstante 4.8



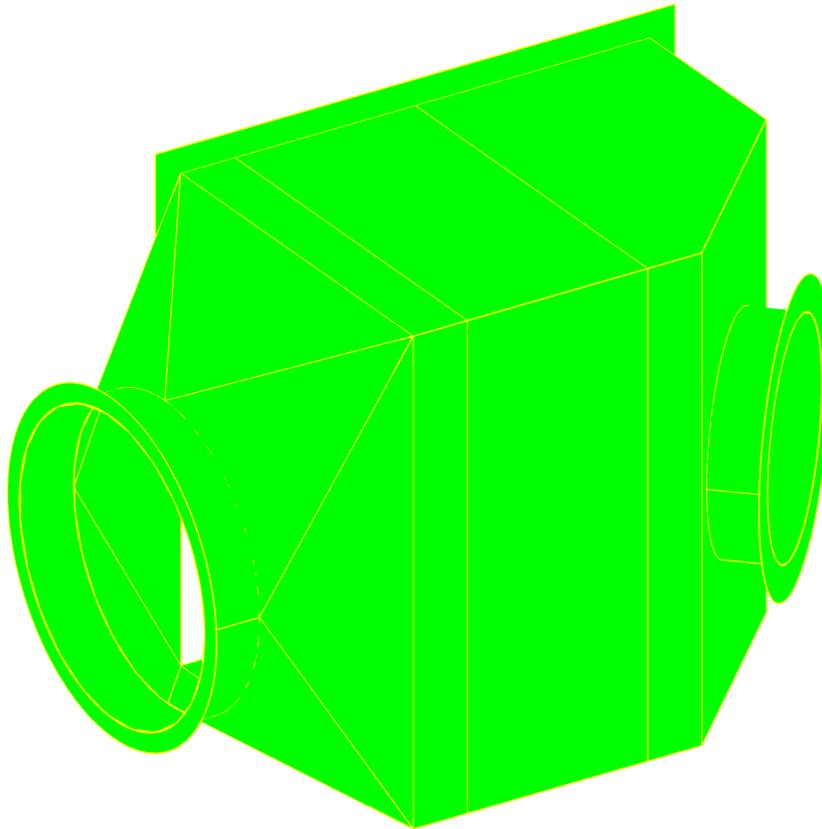
### 3.4. Haube: Berechnungsdruck

**qz [kN/m<sup>2</sup>]**  
Konstante 20.00



### 3.5. Haube: Berechnungstemperatur

**epsilon [mm/m]**  
Konstante 4.8



## 4. Randbedingungen

### 4.1. Annahmen

X- und Y-Richtung:

Die Mischstrecke hat keinen Festpunkt. Der Kessel dehnt sich in der Länge aus und schiebt die Mischstrecke nach rechts. Die Längen-Ausdehnung der Mischstrecke nimmt der Kompensator vor dem Katalysator auf. Die Mischstrecke kann sich somit unbestimmt verschieben.

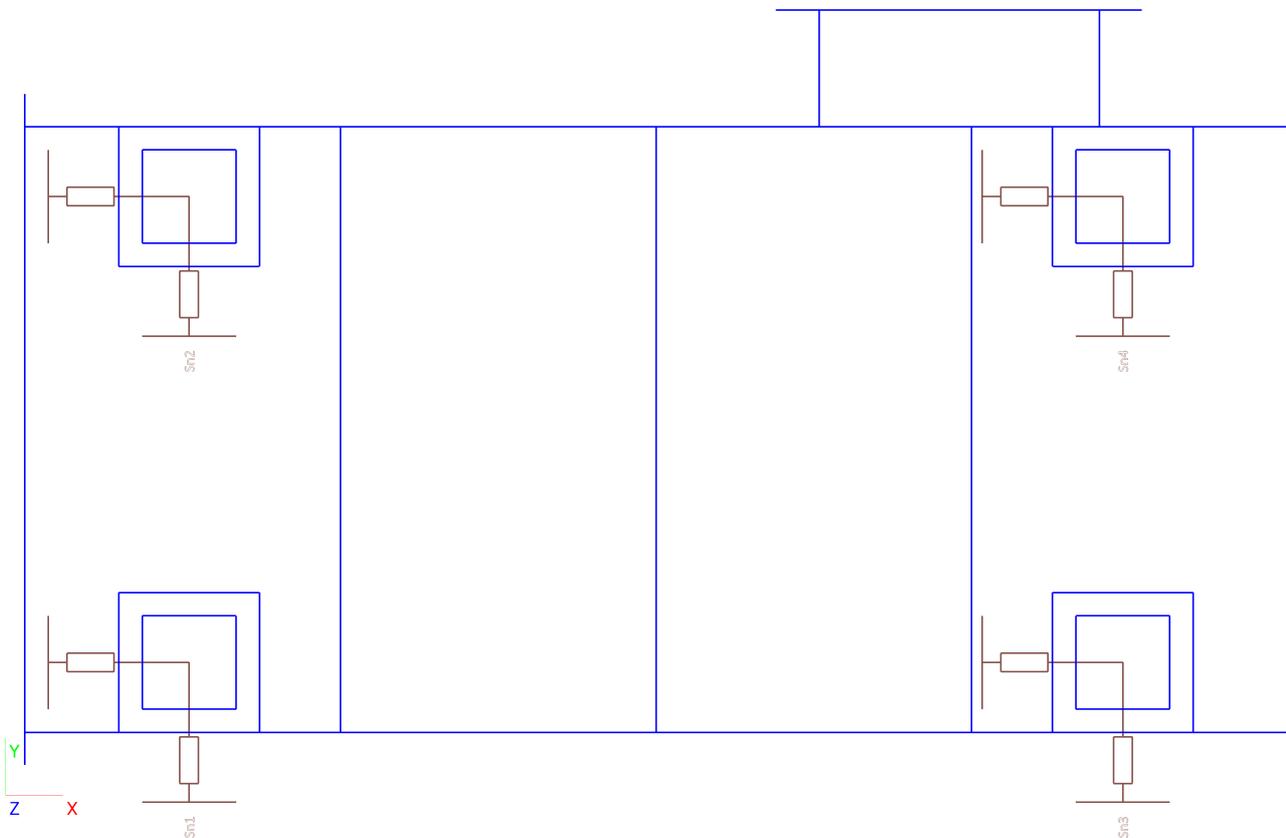
Z-Richtung:

Starr gebettete Grundplatten. Das Gewicht der Haube wird nur vom angeflanschten KAT-Gehäuse getragen.

Reibung:

Es wird Reibung Stahl/Stahl angenommen. Der Haftreibungskoeffizient ist 0,3. Die Reaktionen der Loslager resultieren aus Reibung bei Temperaturdehnung.

### 4.2. Auflagennummern und -typen



### 4.3. Knotenaufleger

Name	System	Typ	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Knoten			Stiff X [kN/m]	Stiff Y [kN/m]				
Sn1 N109	GKS	Standard	Nachgiebig 320,00	Nachgiebig 540,00	Frei	Frei	Frei	Frei
Sn2 N110	GKS	Standard	Nachgiebig 320,00	Nachgiebig 540,00	Frei	Frei	Frei	Frei
Sn3 N111	GKS	Standard	Nachgiebig 320,00	Nachgiebig 540,00	Frei	Frei	Frei	Frei
Sn4 N112	GKS	Standard	Nachgiebig 320,00	Nachgiebig 540,00	Frei	Frei	Frei	Frei

#### 4.4. Horizontale Reaktionen, ständige Einwirkungen

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Sn1, Sn2, Sn3, Sn4  
LFK-Klasse : Ständige LF

Auflager	LF	Rx [kN]	Ry [kN]
Sn1/N109	EL1	0,00	0,00
Sn2/N110	EL1	0,00	0,00
Sn3/N111	EL1	0,00	0,00
Sn4/N112	EL1	0,00	0,00

#### 4.5. Horizontale Reaktionen, variable Einwirkungen

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Sn1, Sn2, Sn3, Sn4  
LFK-Klasse : Variable LF

Auflager	LF	Rx [kN]	Ry [kN]
Sn1/N109	BF1	0,24	0,62
Sn1/N109	BF2	1,54	1,31
Sn2/N110	BF1	-0,24	0,61
Sn2/N110	BF2	1,54	-1,31
Sn3/N111	BF1	0,24	2,21
Sn3/N111	BF2	-1,54	1,31
Sn4/N112	BF1	-0,24	2,20
Sn4/N112	BF2	-1,54	-1,31

#### 4.6. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn1

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z1  
LFK-Klasse : Ständige LF

LF	Rz [kN]
EL1	2,51

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
0,350	0,150	-0,300

#### 4.7. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn2

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z2  
LFK-Klasse : Ständige LF

LF	Rz [kN]
EL1	2,90

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
0,350	1,150	-0,300

#### 4.8. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn3

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z3  
LFK-Klasse : Ständige LF

LF	Rz [kN]
EL1	2,73

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
2,340	0,150	-0,300

#### 4.9. Vertikale Reaktionen, ständige Einwirkungen, Sn4

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z4  
LFK-Klasse : Ständige LF

LF	Rz [kN]
EL1	2,92

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
2,340	1,150	-0,300

#### 4.10. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn1

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z1  
LFK-Klasse : Variable LF

LF	Rz [kN]
BF1	1,92
BF2	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
0,350	0,150	-0,300

#### 4.11. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn2

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z2  
LFK-Klasse : Variable LF

LF	Rz [kN]
BF1	-1,92
BF2	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
0,350	1,150	-0,300

#### 4.12. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn3

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z3  
LFK-Klasse : Variable LF

LF	Rz [kN]
BF1	0,72
BF2	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
2,340	0,150	-0,300

#### 4.13. Vertikale Reaktionen, variable Einwirkungen, Sn4

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Z4  
LFK-Klasse : Variable LF

LF	Rz [kN]
BF1	-0,72
BF2	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
2,340	1,150	-0,300

#### 4.14. Anschlusslasten der Haube an das KAT-Gehäuse, ständige Einwirkungen

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Haube  
LFK-Klasse : Ständige LF

LF	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
EL1	0,00	0,00	4,86	-0,67	-2,70	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
5,690	0,650	0,650

#### 4.15. Anschlusslasten der Haube an das KAT-Gehäuse, variable Einwirkungen

Lineare Analyse, Extremwerte : Nein  
Auswahl : Benannte Auswahl - Haube  
LFK-Klasse : Variable LF

LF	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
BF1	-29,81	-6,10	-0,09	0,11	0,05	-4,25
BF2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Zentralpunkt

X [m]	Y [m]	Z [m]
5,690	0,650	0,650

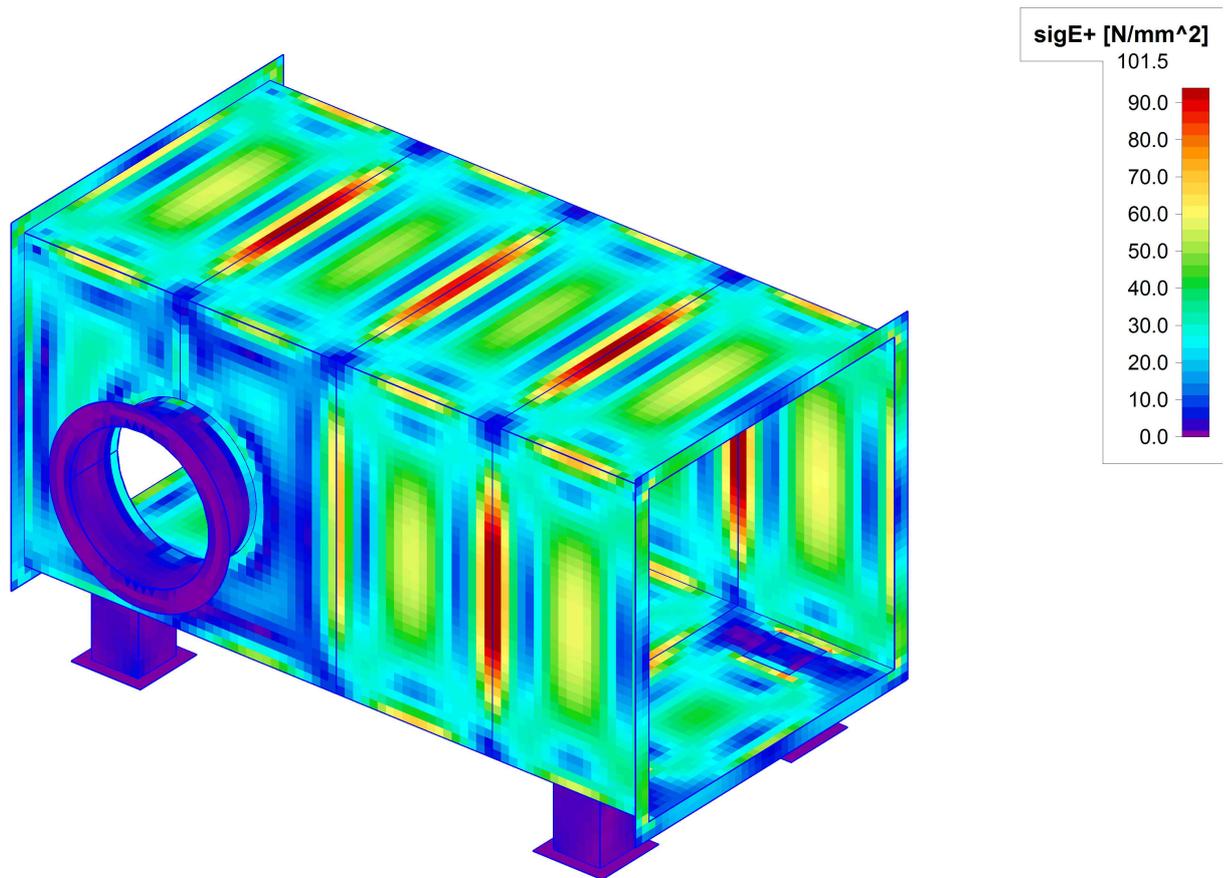
## 5. Nachweis der Mischstrecke

### 5.1. Zulässige Berechnungsspannung bei 350°C

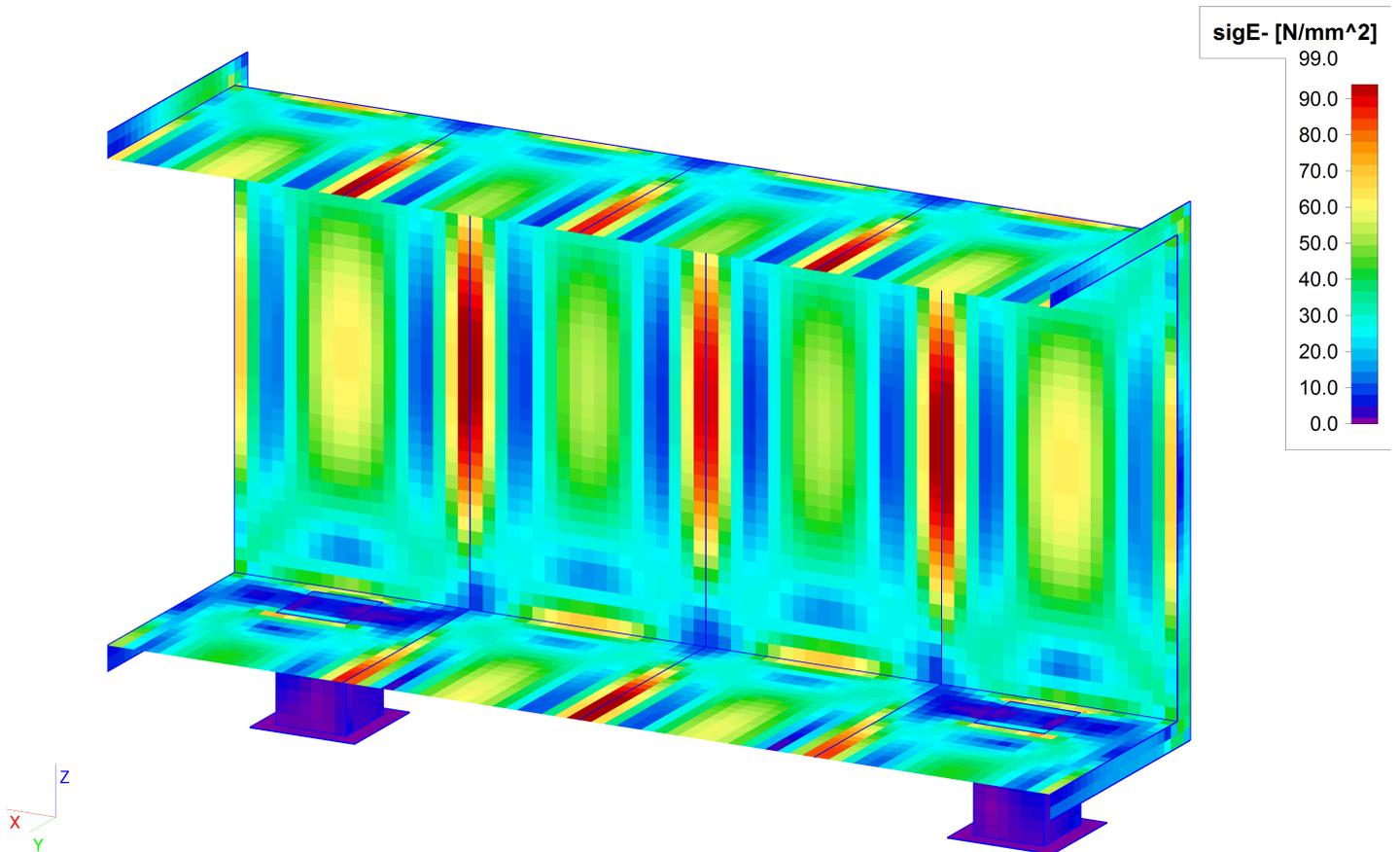
P265GH:  
 $f_y = 141 \text{ N/mm}^2$   
 $S = 1,5$   
 $f = 94 \text{ N/mm}^2$

Es treten Spannungsspitzen von max. 101,5 N/mm<sup>2</sup> und einer max. Ausnutzung von 1,08 im Bereich der Verstärkungsrippen auf. Da die geringfügige Spannungsüberschreitung nur in wenigen Elementen auftritt, ist der Spannungsnachweis erbracht!

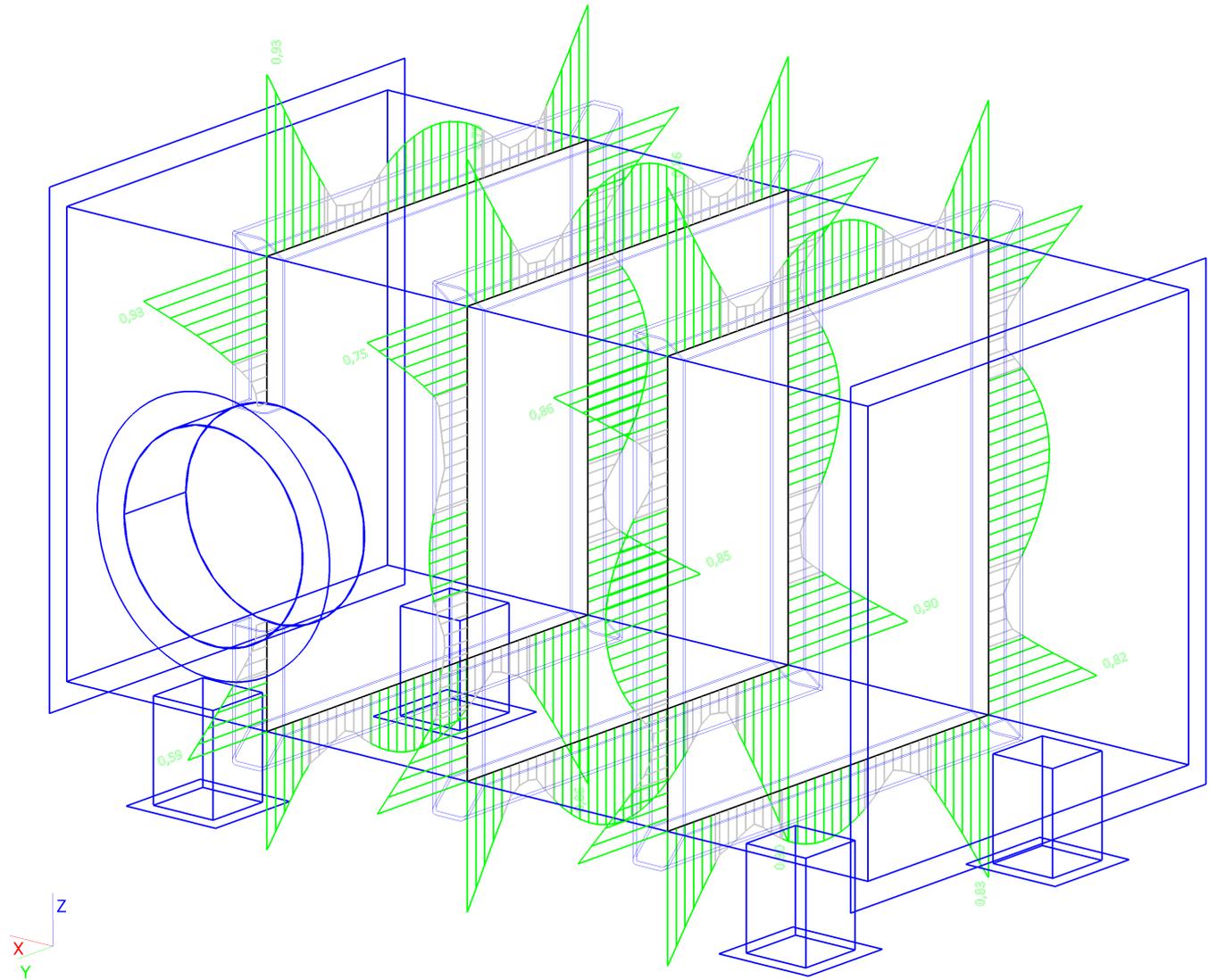
### 5.2. Vergleichsspannungen (außen)



### 5.3. Vergleichsspannungen (innen im Schnitt)



### 5.4. Ausnutzung der Aussteifung



### 5.5. Nachweis der Aussteifung

Lineare Analyse, Extremwerte : Global  
Auswahl : Alle  
LF-Kombinationen : GZT  
Querschnitt : U120x80x8 - Allgemeiner Querschnitt

**Normnachweis EN 1993-1-1**  
Nationalanhang: DIN EN NA (Deutschland)

Teil	B13	1,300 m	Allgemeiner Querschnitt	P265GH 350°C	GZT/1	0,90 -
------	-----	---------	-------------------------	--------------	-------	--------

Hinweis: Keine Anfangsform wurde für diesen kaltgeformten Querschnitt definiert.  
Der Standard-Normnachweis gemäß EN 1993-1-1 wird statt EN1993-1-3 ausgeführt!

Teilsicherheitsbeiwerte	
Gamma M0 für die Beanspruchbarkeit des Querschnitts	1,00
Gamma M1 für die Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	1,10
Gamma M2 die Beanspruchbarkeit bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	1,25

Material		
Streckgrenze fy	94,0	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit fu	410,0	N/mm <sup>2</sup>
Herstellung	Kaltgeformt	

....:QUERSCHNITTSNACHWEIS:....

**Kritischer Nachweis an Position 1.300 m**

Achsendefinition:

- Hauptachse y des Normnachweises bezieht sich auf die Hauptachse z in Scia Engineer
- Hauptachse z des Normnachweises bezieht sich auf die Hauptachse y in Scia Engineer

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N,Ed	5,08	kN
Vy,Ed	6,38	kN
Vz,Ed	-0,03	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,01	kNm
Mz,Ed	-2,03	kNm

**Klassifizierung für den Querschnittsnachweis**

Gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

**Achtung:** Für diesen Querschnitt kann keine Querschnittsklassifizierung durchgeführt werden.

Der Querschnitt wird als Klasse 3 nachgewiesen.

**Bemerkung:** Durch den Anwender wurde der Nachweis EL eingestellt.

**Nachweis bei Zugbeanspruchung**

Gemäß EN 1993-1-1 §§6.2.3 und Formel (6.5)

A	2,0001e-03	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	188,01	kN
Nu,Rd	590,43	kN
Nt,Rd	188,01	kN
Einheitsnachweis	0,03	-

**Nachweis bei Biegebeanspruchung My**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.14)

Wel,y,min	7,3054e-05	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	6,87	kNm
Einheitsnachweis	0,00	-

**Nachweis bei Biegebeanspruchung Mz**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.14)

Wel,z,min	2,4047e-05	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	2,26	kNm
Einheitsnachweis	0,90	-

**Nachweis bei Querkraftbeanspruchung Vy**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.19)

Tau,Vy,Ed	7,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,13	-

**Nachweis bei Querkraftbeanspruchung Vz**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.19)

Tau,Vz,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,00	-

**Nachweis bei Torsionbeanspruchung**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.7 und Formel (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,01	-

**Bemerkung:** Der Nachweiswert für Torsion ist kleiner als der Grenzwert 0,05. Deswegen wird die Torsion als nicht relevant betrachtet und wird in den kombinierten Nachweisen ignoriert.

**Kombinierter Nachweis bei Beanspruchung auf Biegung, Normalkraft und Querkraft**

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.1(5) und Formel (6.1)

Elastische Kontrolle		
Faser	11	
Sigma,N,Ed	-2,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,My,Ed	0,1	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,Mz,Ed	84,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,tot,Ed	82,1	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Vy,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Vz,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,t,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Tau,tot,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,von Mises,Ed	82,1	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,87	-

Der Querschnittsnachweis ist für das Teil erbracht worden

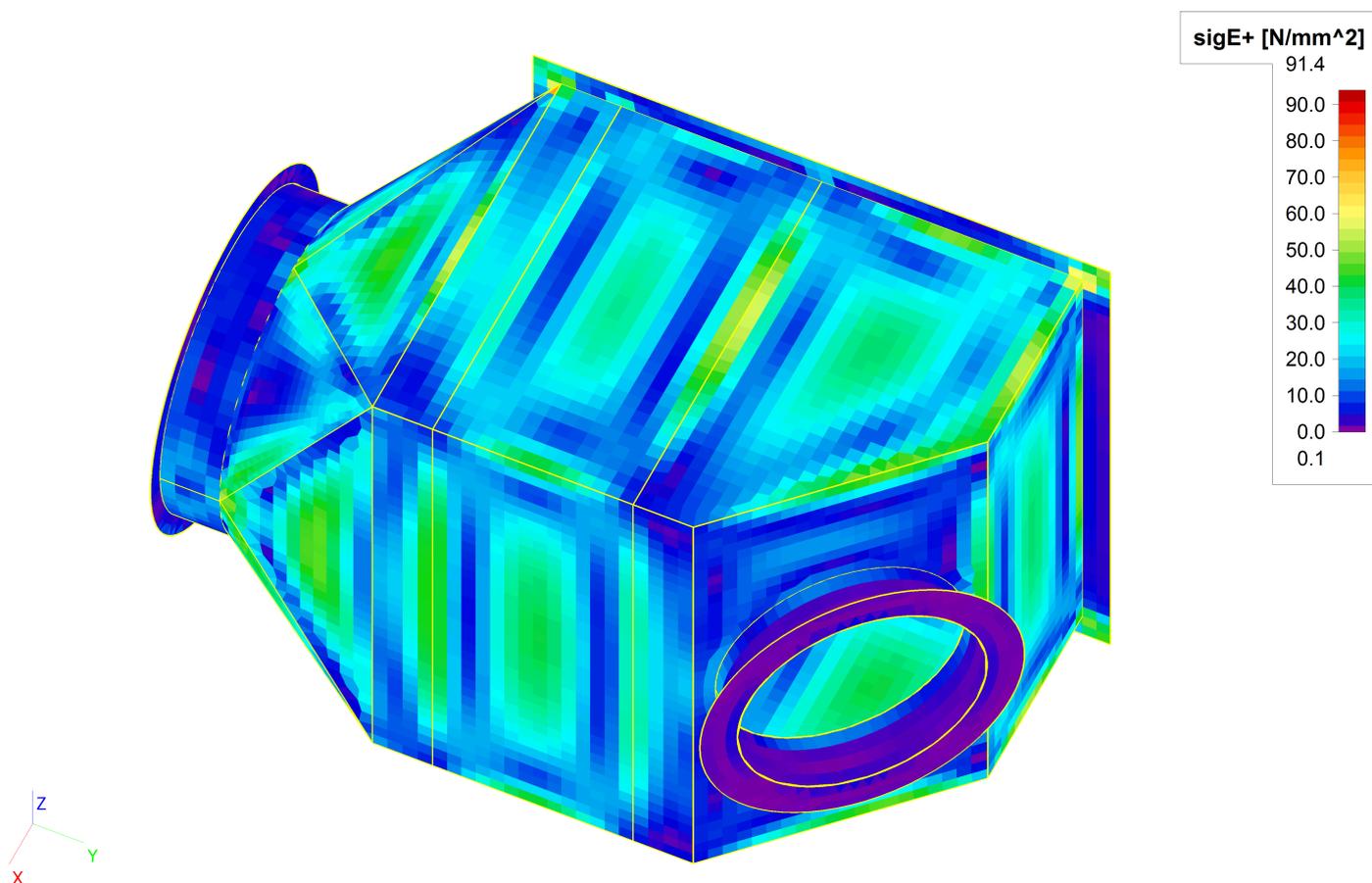
## 6. Nachweis der Haube

### 6.1. Zulässige Berechnungsspannung bei 350°C

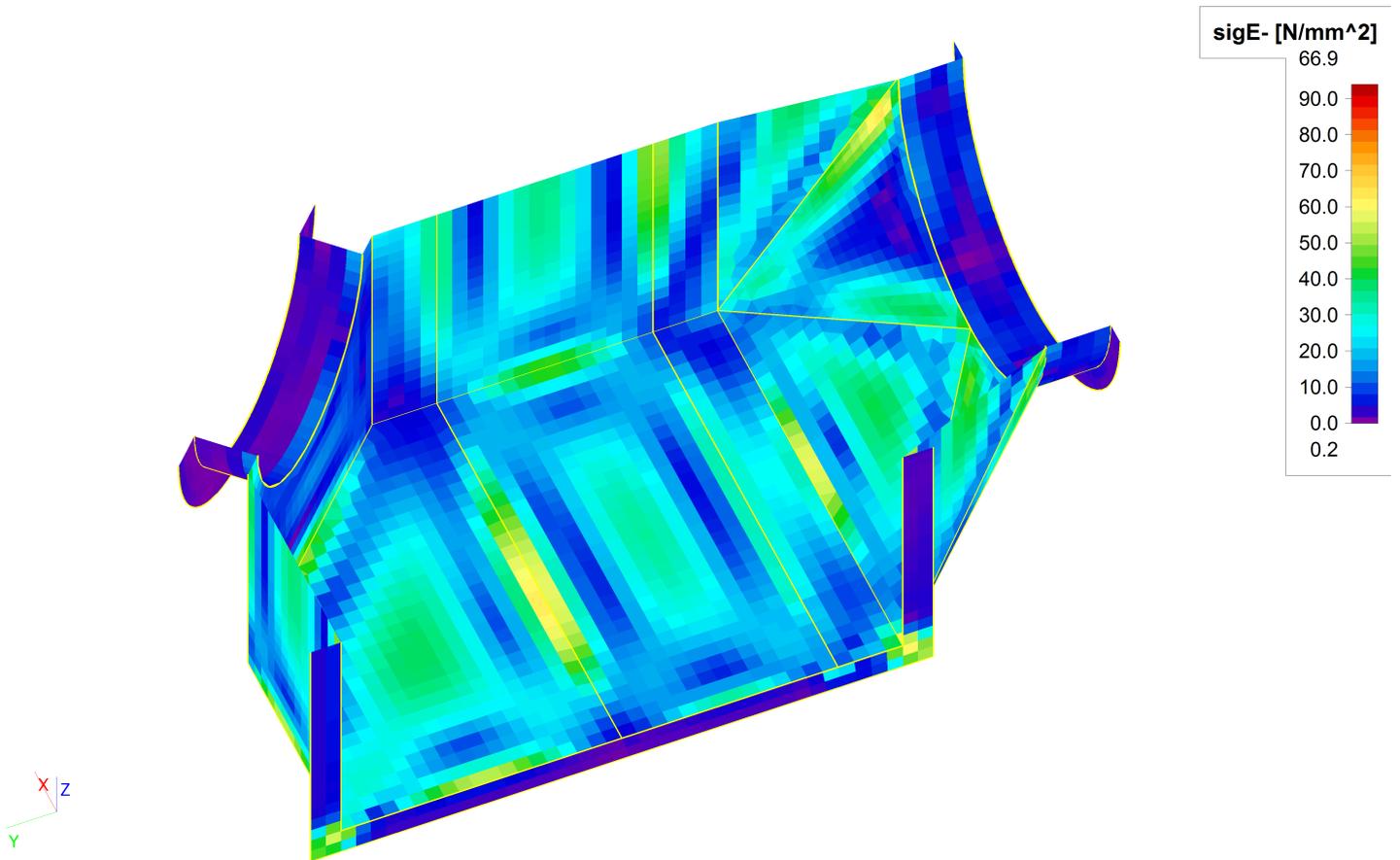
P265GH:  
 $f_y = 141 \text{ N/mm}^2$   
 $S = 1,5$   
 $f = 94 \text{ N/mm}^2$

Die zulässigen Spannungen werden eingehalten, der Spannungsnachweis ist erbracht!

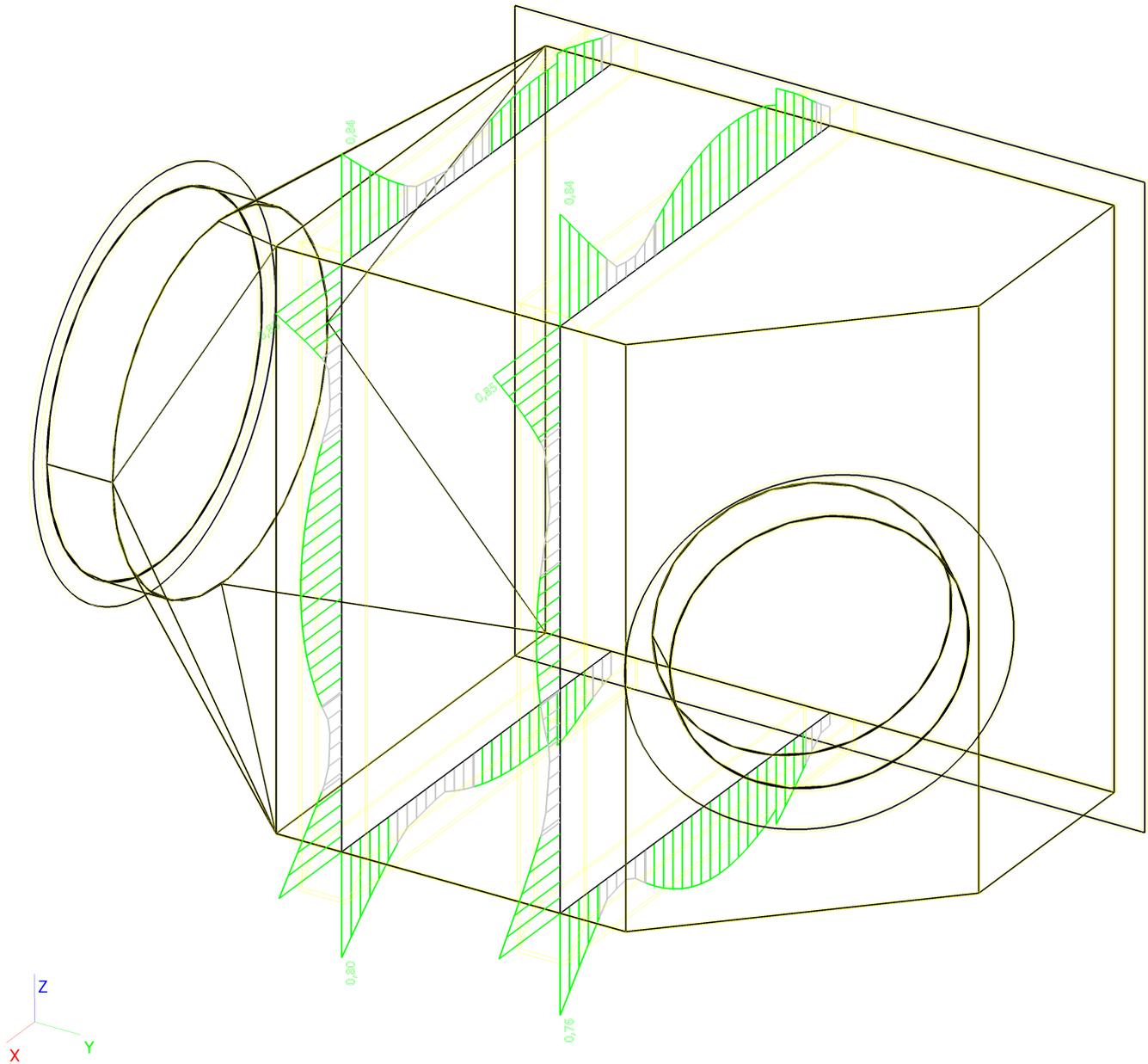
### 6.2. Vergleichsspannungen (außen)



### 6.3. Vergleichsspannungen (innen im Schnitt)



## 6.4. Ausnutzung der Aussteifung



## 6.5. Nachweis der Aussteifung

Lineare Analyse, Extremwerte : Global

Auswahl : Alle

LF-Kombinationen : GZT

**Normnachweis EN 1993-1-1**

Nationalanhang: DIN EN NA (Deutschland)

Teil B13	1,300 m	Allgemeiner Querschnitt	P265GH 350°C	GZT/1	0,90 -
----------	---------	-------------------------	--------------	-------	--------

Hinweis: Keine Anfangsform wurde für diesen kaltgeformten Querschnitt definiert.  
 Der Standard-Normnachweis gemäß EN 1993-1-1 wird statt EN1993-1-3 ausgeführt!

Teilsicherheitsbeiwerte	
Gamma M0 für die Beanspruchbarkeit des Querschnitts	1,00
Gamma M1 für die Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	1,10
Gamma M2 die Beanspruchbarkeit bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	1,25

Material		
Streckgrenze $f_y$	94,0	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit $f_u$	410,0	N/mm <sup>2</sup>
Herstellung	Kaltgeformt	

.....QUERSCHNITTSNACHWEIS:.....

#### Kritischer Nachweis an Position 1.300 m

Achsendefinition:

- Hauptachse y des Normnachweises bezieht sich auf die Hauptachse z in Scia Engineer
- Hauptachse z des Normnachweises bezieht sich auf die Hauptachse y in Scia Engineer

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N,Ed	5,08	kN
Vy,Ed	6,38	kN
Vz,Ed	-0,03	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,01	kNm
Mz,Ed	-2,03	kNm

#### Klassifizierung für den Querschnittsnachweis

Gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

**Achtung:** Für diesen Querschnitt kann keine Querschnittsklassifizierung durchgeführt werden.

Der Querschnitt wird als Klasse 3 nachgewiesen.

**Bemerkung:** Durch den Anwender wurde der Nachweis EL eingestellt.

#### Nachweis bei Zugbeanspruchung

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.3 und Formel (6.5)

A	2,0001e-03	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	188,01	kN
Nu,Rd	590,43	kN
Nt,Rd	188,01	kN
Einheitsnachweis	0,03	-

#### Nachweis bei Biegebeanspruchung My

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.14)

Wel,y,min	7,3054e-05	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	6,87	kNm
Einheitsnachweis	0,00	-

#### Nachweis bei Biegebeanspruchung Mz

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.14)

Wel,z,min	2,4047e-05	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	2,26	kNm
Einheitsnachweis	0,90	-

#### Nachweis bei Querkraftbeanspruchung Vy

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.19)

Tau,Vy,Ed	7,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,13	-

#### Nachweis bei Querkraftbeanspruchung Vz

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.19)

Tau,Vz,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,00	-

#### Nachweis bei Torsionsbeanspruchung

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.7 und Formel (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Rd	54,3	N/mm <sup>2</sup>
Einheitsnachweis	0,01	-

**Bemerkung:** Der Nachweiswert für Torsion ist kleiner als der Grenzwert 0,05. Deswegen wird die Torsion als nicht relevant betrachtet und wird in den kombinierten Nachweisen ignoriert.

#### Kombinierter Nachweis bei Beanspruchung auf Biegung, Normalkraft und Querkraft

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.1(5) und Formel (6.1)

Elastische Kontrolle		
Faser	11	
Sigma,N,Ed	-2,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,My,Ed	0,1	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,Mz,Ed	84,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,tot,Ed	82,1	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Vy,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,Vz,Ed	0,0	N/mm <sup>2</sup>
Tau,t,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Tau,tot,Ed	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Sigma,von Mises,Ed	82,1	N/mm <sup>2</sup>



**Projekt**  
**Teil**  
**Beschreibung**  
**Bearbeiter**

SCIA Engineer Demostatik  
Platten- und Schalenbauteile  
Nachweise nach Eurocode und AD-Merkblätter  
Wrede

<b>Elastische Kontrolle</b>		
Einheitsnachweis	0,87	-

Der Querschnittsnachweis ist für das Teil erbracht worden