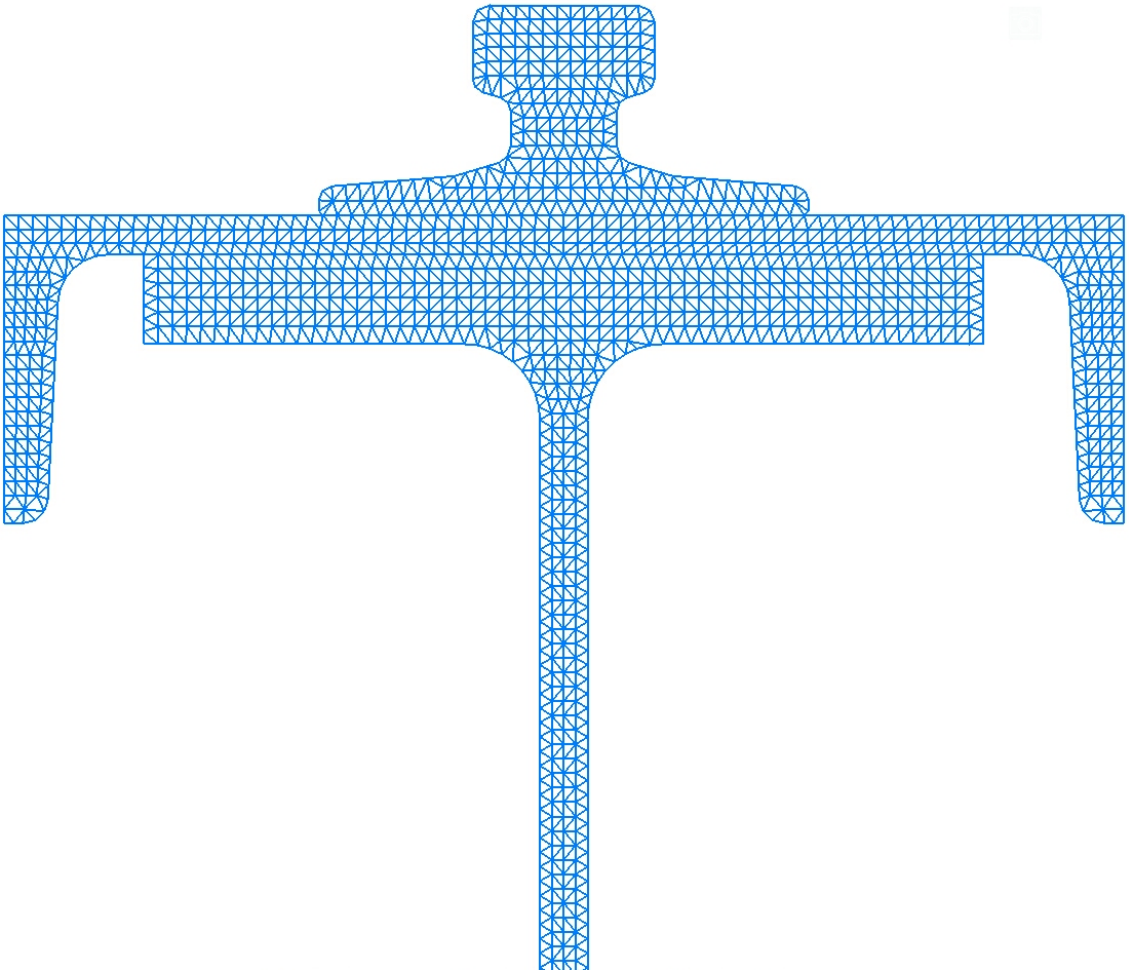
5hQuer Beispieldokumente

Berechnung von Querschnitten mit Hilfe der FE-Methode



VERSION 2.1 Stand: Dezember 2021

- **Betonträger mit eingelassenem Stahlprofil**
- **Aus verschiedenen Holzgüten zusammen-gesetzter Holzträger**

Autor: Dr.-Ing. H.-H. Hennlich – 30167 Hannover

1. Eingabebeschreibung

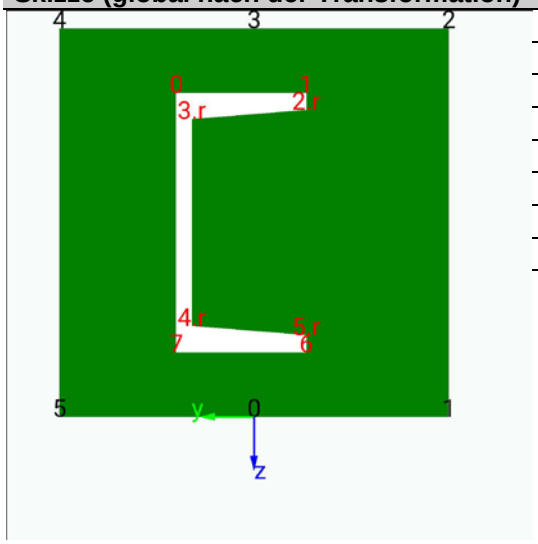
1.1 Querschnitt(e)

Koordinatensysteme	
Typ	**Beschreibung**
Y,Z	Globales Koordinatensystem des GQ[1]
y,z	Lokales Koordinatensystem des TQ[1]
v,w	Globales Koordinatensystem des GQ[1] in S[2] bzw. M[3]
ψ, ζ	Hauptachsensystem des GQ[1] in S[2] bzw. M[3]

([1]): GQ = Gesamtquerschnitt, TQ = Einzelquerschnitt
([2]): S = Schwerpunkt
([3]): M = Schubmittelpunkt

1.1.1 Grundquerschnitt

Skizze (global nach der Transformation)



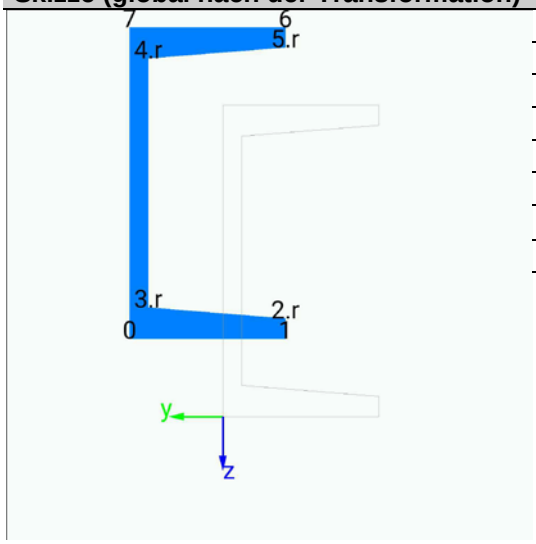
Knoten				Nr.		
Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	y [cm]	z [cm]	r [cm]
[0]	0,00	0,00		3,00	-12,50	
[1]	-7,50	0,00		-2,00	-12,50	
[2]	-7,50	-15,00		-2,00	-11,85	0,45
[3]	0,00	-15,00		2,40	-11,50	0,85
[4]	7,50	-15,00		2,40	-3,50	0,85
[5]	7,50	0,00		-2,00	-3,15	0,45
[6]	0,00	0,00		-2,00	-2,50	
[7]	0,00	0,00		3,00	-2,50	

Transformation(en) in (y,z)

Material	Beton	Güte C12/15	E=	10000MPa	G=	8100MPa	γ=	0,0kN/m³

1.1.1 1. Ergänzungsquerschnitt U100

Skizze (global nach der Transformation)



Knoten

Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]
[0]	3,00	-2,50	
[1]	-2,00	-2,50	
[2]	-2,00	-3,15	0,45
[3]	2,40	-3,50	0,85
[4]	2,40	-11,50	0,85
[5]	-2,00	-11,85	0,45
[6]	-2,00	-12,50	
[7]	3,00	-12,50	

Profilwerte

Parameter
h = 10,00
b = 5,00
t_g = 0,60
t_s = 0,85
A_{ref} = 13,50cm^2
α = 8,00 %
r_1 = 0,85
r_2 = 0,45

Transformation(en) in (y,z)

1. Verschiebung		3,00cm	-2,50cm				
Material	Stahl	Güte S235	E= 210000MPa	G=	80769MPa	γ=	0,0kN/m^3

1.2 Querschnittswerte

Querschnittswerte

Bezeichnung					**Dim.**
Ref. Moduli:	E_{ref} =	10000	G_{ref} =	8100	MPa
Werte bezogen auf Y,Z					
Schwerpunkt	Y_s =	0,79	Z_s =	-7,50	cm
Lage der Achse ψ (Y,Z)	α =	-0,00			°
Drehpunkt	Y_D =	0,00	Y_D =	0,00	cm
Werte bezogen auf die Hauptachsen ψ,ζ					
Drehpunkt	ψ_D =	0,00	ζ_D =	0,00	cm
Schubmittelpunkt	ψ_M =	2,46	ζ_M =	-0,00	cm
Fläche	A_{n0} =	494,05	A_{g0} =	345,69	cm^2
Trägheitsmomente (n_0)	I_ψ =	8324,43	I_ζ =	5058,39	cm^4
Torsionsträgheitsmoment (g_0)	I_T =	8797,85			cm^4
Wölbmoment (n_0)	I_w =	17036,03			cm^6
Schubflächenbeiwerte (g_0)	k_ψ =	1,80	k_ζ =	2,65	-
Trägheitsradien	i_ψ =	4,10	i_ζ =	3,20	cm
Hilfswerte	r_ψ =	-6,45	r_ζ =	0,01	cm
Hilfswert	r_w =	-0,00			cm
Gewicht	g =	0,00			kN/m
Dehnsteifigkeit (n_0)	E*A = 4,94051e+02				MN
Biegesteifigkeiten (n_0)	$E*I_\psi$ = 8,32443e+03		$E*I_\zeta$ = 5,05839e+03		MNm^2
Torsionssteifigkeit (g_0)	$G*I_T$ = 7,12626e+03				MNm^2
Schubsteifigkeit (g_0)	$G*A/k_\psi$ = 1,55298e+02		$G*A/k_\zeta$ = 1,05803e+02		MN

1.3 Einheitsbelastung im Hauptachsensystem (S bzw. M) [kN, cm]

1.3.1 Belastungsschema

	$M_{\xi,p} = 1$	$V_\zeta = 1$	$V_\psi = 1$	$M_{\xi,s} = 1$	$N = 1$	$M_\psi = 1$	$M_\zeta = 1$	$M_w = 1$
	M	M	M	M	S	S	S	S
Lf. 1	X							
Lf. 2		X						
Lf. 3			X					
Lf. 4				X				
Lf. 5					X			
Lf. 6						X		
Lf. 7							X	
Lf. 8								X

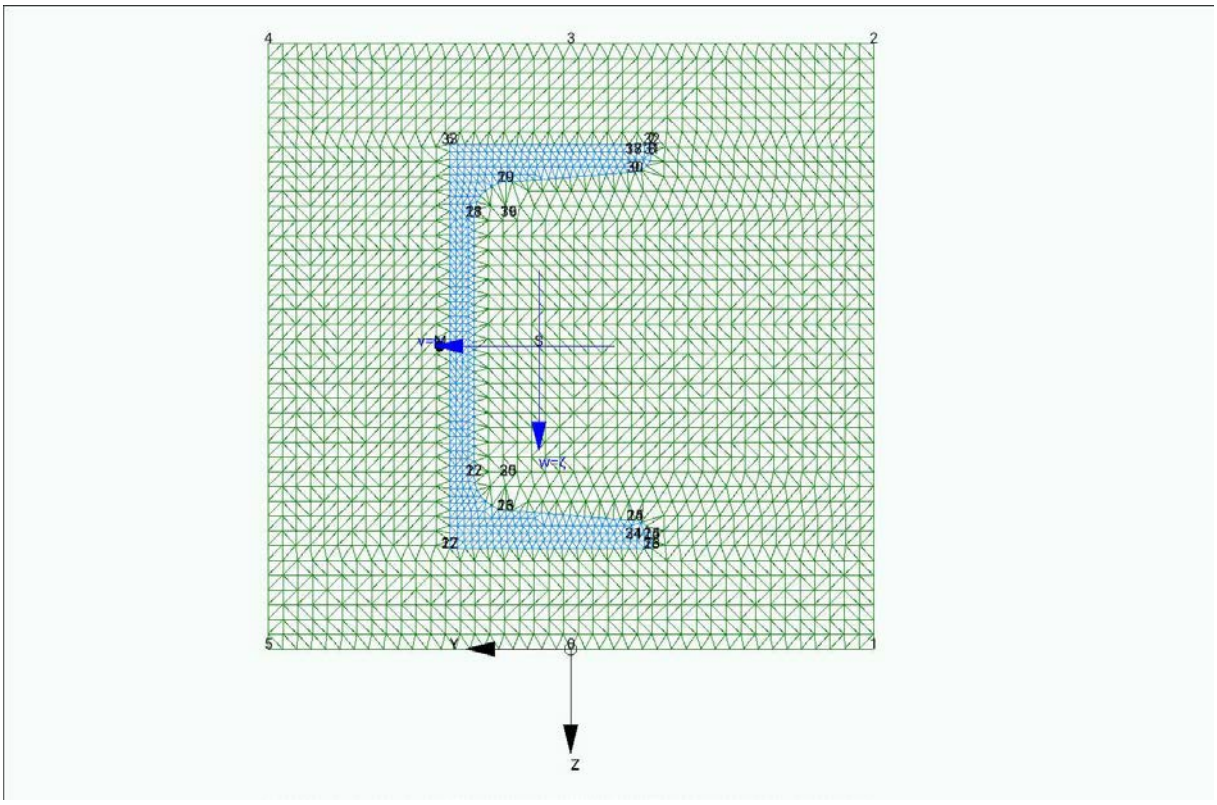
1.3.2 Gleichgewichtkontrolle der Einheitslastfälle

	ΣN	ΣV_ψ	ΣV_ζ	ΣM_ξ	ΣM_ψ	ΣM_ζ
Bezogen auf M infolge $\tau_{\xi\psi}, \tau_{\xi\zeta}$						
Lf. 1	0,00000	-0,00011	-0,04978	0,99981	0,00000	0,00000
Lf. 2	0,00000	-0,00008	0,99997	-0,00037	0,00000	0,00000
Lf. 3	0,00000	0,99970	0,00001	-0,00101	0,00000	0,00000
Lf. 4	0,00000	0,00001	0,00002	1,00000	0,00000	0,00000
Bezogen auf S infolge σ_ξ						
Lf. 5	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00000	-0,00000
Lf. 6	-0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000
Lf. 7	-0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000
Lf. 8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00000	0,00000

1.4. Lastkombinationen für Spannungsnachweise [kN, cm]

keine Belastung, daher nur Berechnung der Querschnittswerte

1.5 System mit Netzgenerierung



Berechnung mit allg. Dreieckselementen mit 6 Knoten(num. Integration)
Knotenzahl = 8993, Elementzahl = 4208, Größe der Systemmatrix = 53426 , Elementkantenlänge: fein [0,47 - 0,94 cm])

2. Ergebnisse

2.1 Ergebnisse (tabellarisch)

Ergebnisausdruck optional nicht verfügbar (siehe Einstellungen) !

1. Eingabebeschreibung

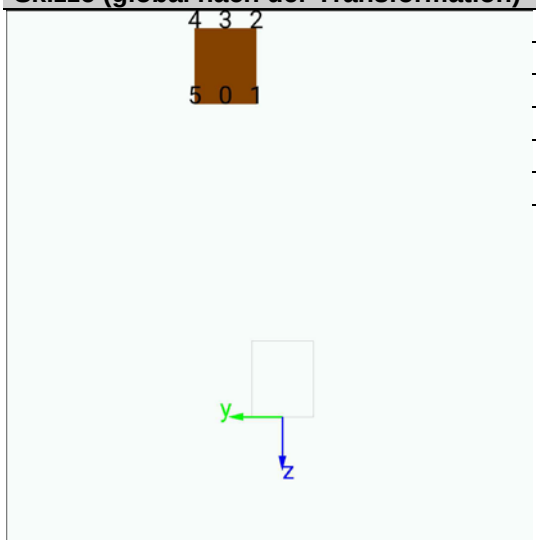
1.1 Querschnitt(e)

Koordinatensysteme	
Typ	**Beschreibung**
Y,Z	Globales Koordinatensystem des GQ[1]
y,z	Lokales Koordinatensystem des TQ[1]
v,w	Globales Koordinatensystem des GQ[1] in S[2] bzw. M[3]
ψ, ζ	Hauptachsensystem des GQ[1] in S[2] bzw. M[3]

([1]): GQ = Gesamtquerschnitt, TQ = Einzelquerschnitt
([2]): S = Schwerpunkt
([3]): M = Schubmittelpunkt

1.1.1 Grundquerschnitt HE700B

Skizze (global nach der Transformation)



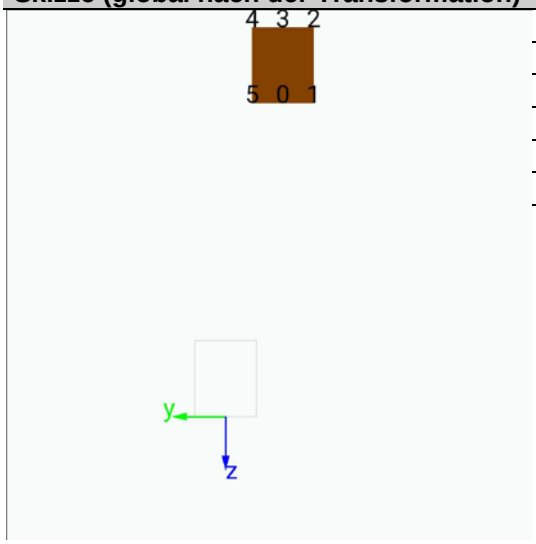
Knoten **Nr.**

Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	Para meter
[0]	2,93	-16,10		
[1]	1,35	-16,10		
[2]	1,35	-20,00		
[3]	2,93	-20,00		
[4]	4,50	-20,00		
[5]	4,50	-16,10		

Transformation(en) in (y,z)

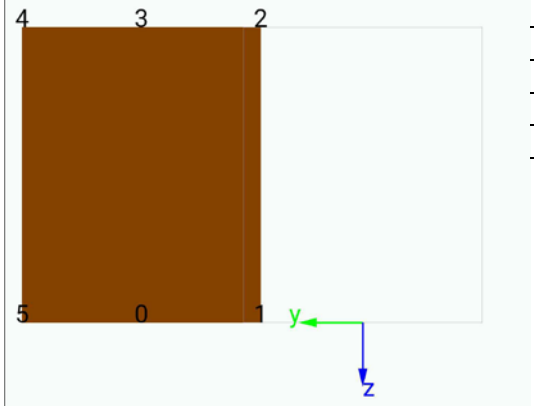
1. Verschiebung		2,93cm	-16,10cm					
Material	Holz	Güte frei	E=	13800MPa	G=	600MPa	γ=	0,0kN/m³

1.1.1 1. Ergänzungsquerschnitt U400

Skizze (global nach der Transformation)	Knoten			Nr.
	Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	Para meter
	[0]	-2,93	-16,10		
	[1]	-4,50	-16,10		
	[2]	-4,50	-20,00		
	[3]	-2,93	-20,00		
	[4]	-1,35	-20,00		
	[5]	-1,35	-16,10		

Transformation(en) in (y,z)								
1. Verschiebung		-2,93cm	-16,10cm					
Material	Holz	Güte frei	E=	13800MPa	G=	600MPa	γ=	0,0kN/m³

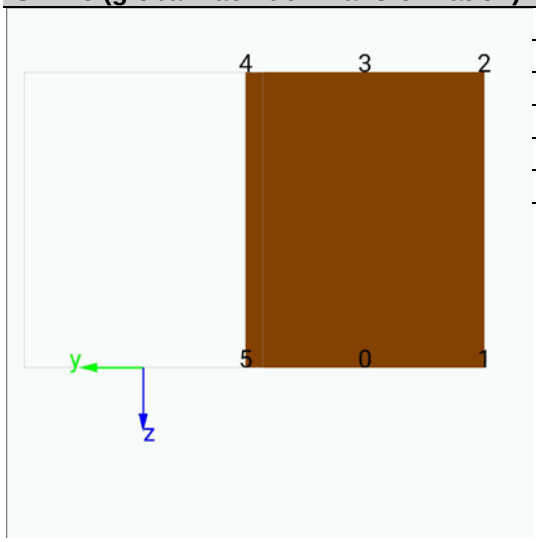
1.1.2 2. Ergänzungsquerschnitt A65

Skizze (global nach der Transformation)	Knoten			Nr.
	Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	Para meter
	[0]	2,93	0,00		
	[1]	1,35	0,00		
	[2]	1,35	-3,90		
	[3]	2,93	-3,90		
	[4]	4,50	-3,90		
	[5]	4,50	0,00		

Transformation(en) in (y,z)

1. Verschiebung		2,93cm	0,00cm					
Material	Holz	Güte frei	E=	13800MPa	G=	600MPa	γ=	0,0kN/m³

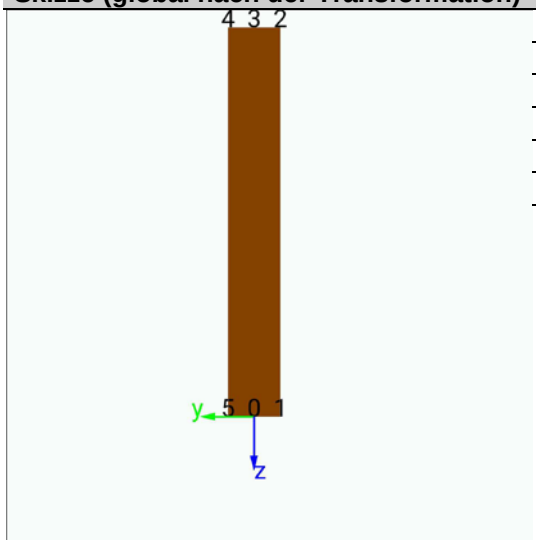
1.1.3 3. Ergänzungsquerschnitt

Skizze (global nach der Transformation)	Knoten			Nr.
	Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	Para meter
	[0]	-2,93	0,00		
	[1]	-4,50	0,00		
	[2]	-4,50	-3,90		
	[3]	-2,93	-3,90		
	[4]	-1,35	-3,90		
	[5]	-1,35	0,00		

Transformation(en) in (y,z)

1. Verschiebung		-2,93cm	0,00cm					
Material	Holz	Güte frei	E=	13800MPa	G=	600MPa	γ=	0,0kN/m³

1.1.4 4. Ergänzungsquerschnitt

Skizze (global nach der Transformation)	Knoten			Nr.
	Nr.	y [cm]	z [cm]	r [cm]	Para meter
	[0]	0,00	0,00		
	[1]	-1,35	0,00		
	[2]	-1,35	-20,00		
	[3]	0,00	-20,00		
	[4]	1,35	-20,00		
	[5]	1,35	0,00		

Transformation(en) in (y,z)

Material	Holz	Güte frei	E=	10500MPa	G=	600MPa	γ=	0,0kN/m³

1.2 Querschnittswerte

Querschnittswerte					
Bezeichnung					**Dim.**
Ref. Moduli:	E_{ref} =	13800	G_{ref} =	600	MPa
Werte bezogen auf Y,Z					
Schwerpunkt	Y_s =	0,00	Z_s =	-10,00	cm
Lage der Achse ψ (Y,Z)	α =	0,00			°
Drehpunkt	Y_D =	0,00	Y_D =	0,00	cm
Werte bezogen auf die Hauptachsen ψ,ζ					
Drehpunkt	ψ_D =	0,00	ζ_D =	0,00	cm
Schubmittelpunkt	ψ_M =	0,00	ζ_M =	-0,00	cm
Fläche	A_{n0} =	90,23	A_{g0} =	103,14	cm²
Trägheitsmomente (n_0)	I_ψ =	4616,25	I_ζ =	486,02	cm⁴
Torsionsträgheitsmoment (g_0)	I_T =	385,20			cm⁴
Wölbmoment (n_0)	I_w =	28938,83			cm⁶
Schubflächenbeiwerte (g_0)	k_ψ =	1,58	k_ζ =	2,39	-
Trägheitsradien	i_ψ =	7,15	i_ζ =	2,32	cm
Hilfswerte	r_ψ =	-0,00	r_ζ =	0,00	cm
Hilfswert	r_w =	0,00			cm
Gewicht	g =	0,00			kN/m
Dehnsteifigkeit (n_0)	E*A = 1,24513e+02				MN
Biegesteifigkeiten (n_0)	$E*I_\psi$ = 6,37042e+03		$E*I_\zeta$ = 6,70703e+02		MNm²
Torsionssteifigkeit (g_0)	$G*I_T$ = 2,31120e+01				MNm²
Schubsteifigkeit (g_0)	$G*A/k_\psi$ = 3,91128e+00		$G*A/k_\zeta$ = 2,58576e+00		MN

1.3 Einheitsbelastung im Hauptachsensystem (S bzw. M) [kN, cm]

1.3.1 Belastungsschema

	$M_{\xi,p} = 1$	$V_\zeta = 1$	$V_\psi = 1$	$M_{\xi,s} = 1$	$N = 1$	$M_\psi = 1$	$M_\zeta = 1$	$M_w = 1$
	M	M	M	M	S	S	S	S
Lf. 1	X							
Lf. 2		X						
Lf. 3			X					
Lf. 4				X				
Lf. 5					X			
Lf. 6						X		
Lf. 7							X	
Lf. 8								X

1.3.2 Gleichgewichtkontrolle der Einheitslastfälle

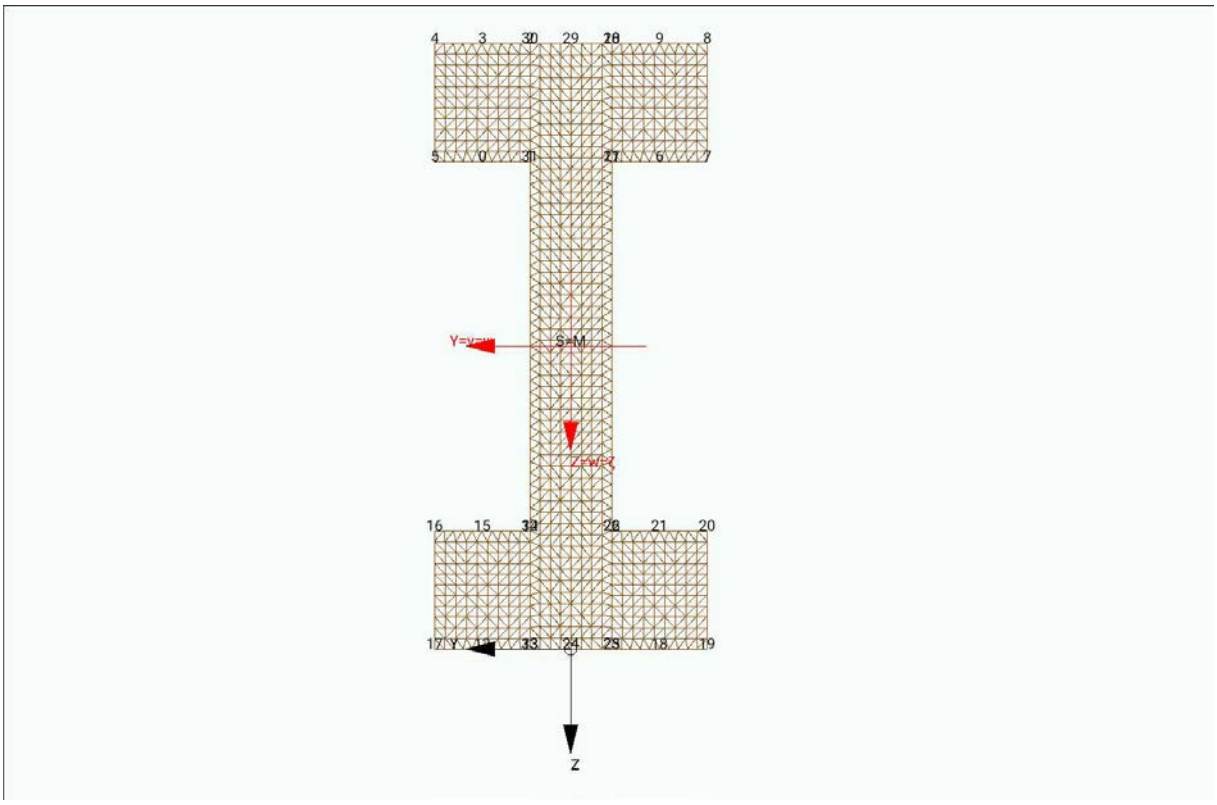
	ΣN	ΣV_ψ	ΣV_ζ	ΣM_ξ	ΣM_ψ	ΣM_ζ
Bezogen auf M infolge $\tau_{\xi\psi}, \tau_{\xi\zeta}$						
Lf. 1	0,00000	0,00000	0,00000	1,00006	0,00000	0,00000
Lf. 2	0,00000	-0,00000	0,99998	0,00000	0,00000	0,00000
Lf. 3	0,00000	0,99998	-0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Lf. 4	0,00000	0,00000	-0,00000	0,99999	0,00000	0,00000
Bezogen auf S infolge σ_ξ						
Lf. 5	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Lf. 6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	-0,00000
Lf. 7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00000	1,00000
Lf. 8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00000	0,00000

1.4. Lastkombinationen für Spannungsnachweise [kN, cm]

1.4.1 Definierte Lasten

	N	V_ψ	V_ζ	$M_{\xi,p}$	$M_{\xi,s}$	M_ψ	M_ζ	M_w	tr	ko
Komb.	kN	kN	kN	kNcm	kNcm	kNcm	kNcm	$kNcm^2$	-	-
Nr. 1	0,00	0,00	9,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	(ψ,ζ)	(M)
Nr. 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	721,00	0,00	0,00	(ψ,ζ)	(M)

1.5 System mit Netzgenerierung



Berechnung mit allg. Dreieckselementen mit 6 Knoten(num. Integration)
Knotenzahl = 3597, Elementzahl = 1650, Größe der Systemmatrix = 21228 , Elementkantenlänge: normal [0,38 cm])

2. Ergebnisse

2.1 Ergebnisse (tabellarisch)

2.1.1 Einheitsverformungen in den Randknoten

	w (θ' = -1)	u (V_ψ = 1)	u (V_ζ = 1)	u ($M_{\xi,s}$ = 1)
Faktor	2,501e-02	1,362e+02	5,106e+02	3,936e+03
Nr.	cm^2	cm	cm	cm
0	0,6807	0,0118	0,0453	0,0630
1	0,2764	0,0596	-0,2292	-0,2198
2	0,1897	0,0020	-0,1451	-0,1445
3	0,4527	-0,0027	0,0589	0,0567
4	0,7685	-0,0051	0,1427	0,1403
5	1,0000	0,0035	0,1357	0,1561
6	-0,6807	0,0118	-0,9026	-0,9069
7	-1,0000	0,0035	-0,9930	-1,0000
8	-0,7685	-0,0051	-1,0000	-0,9843
9	-0,4527	-0,0027	-0,9163	-0,9006
10	-0,1897	0,0020	-0,7122	-0,6995
11	-0,2764	0,0596	-0,6281	-0,6241
12	-0,4527	0,9976	0,0589	-0,9006
13	-0,1897	0,9929	-0,1451	-0,6995
14	-0,2764	0,9353	-0,2292	-0,6241
15	-0,6807	0,9831	0,0453	-0,9069
16	-1,0000	0,9914	0,1357	-1,0000
17	-0,7685	1,0000	0,1427	-0,9843

	w (θ' = -1)	u (V_ψ = 1)	u (V_ζ = 1)	u ($M_{\xi,s}$ = 1)
Faktor	2,501e-02	1,362e+02	5,106e+02	3,936e+03
Nr.	cm^2	cm	cm	cm
18	0,4527	0,9976	-0,9163	0,0567
19	0,7685	1,0000	-1,0000	0,1403
20	1,0000	0,9914	-0,9930	0,1561
21	0,6807	0,9831	-0,9026	0,0630
22	0,2764	0,9353	-0,6281	-0,2198
23	0,1897	0,9929	-0,7122	-0,1445
24	-0,0000	0,9904	-0,4287	-0,4220
25	0,1897	0,9929	-0,7122	-0,1445
26	0,2764	0,9353	-0,6281	-0,2198
27	-0,2764	0,0596	-0,6281	-0,6241
28	-0,1897	0,0020	-0,7122	-0,6995
29	0,0000	0,0044	-0,4287	-0,4220
30	0,1897	0,0020	-0,1451	-0,1445
31	0,2764	0,0596	-0,2292	-0,2198
32	-0,2764	0,9353	-0,2292	-0,6241
33	-0,1897	0,9929	-0,1451	-0,6995

2.1.2 Schubspannungen $\tau_{\xi\psi}$ und $\tau_{\xi\zeta}$

		$M_{\xi,p}$ = 1		V_ζ = 1		V_ψ = 1		$M_{f3\ x,s}$ = 1
Faktor	4,712e+00	5,663e+00	2,324e+00	2,986e+00	2,372e+00	4,380e+00	3,936e+03	1,778e+01
Nr.	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$
0	-0,3758	-0,0002	-0,1160	-0,0001	0,3038	0,0001	0,3048	0,0005
1	-1,0000	0,5990	-1,0000	0,7481	1,0000	-0,8564	1,0000	-0,8560
2	0,4183	-0,0035	-0,0258	0,0000	0,4265	0,0000	0,4068	0,0001
3	0,3662	-0,0001	-0,0284	0,0001	0,2760	-0,0000	0,2662	0,0003
4	0,0193	0,0261	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0000	0,0003	0,0003
5	-0,0193	0,0261	-0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0003
6	-0,3758	0,0002	0,1160	-0,0001	0,3038	-0,0001	0,3048	-0,0004
7	-0,0193	-0,0261	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0000	0,0002	-0,0003
8	0,0193	-0,0261	-0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0003	-0,0003
9	0,3662	0,0001	0,0284	0,0001	0,2760	-0,0000	0,2662	-0,0004
10	0,4183	0,0035	0,0258	0,0000	0,4265	-0,0000	0,4068	-0,0001
11	-1,0000	-0,5990	1,0000	0,7481	1,0000	0,8564	1,0000	0,8560
12	-0,3662	-0,0001	0,0284	0,0001	0,2760	0,0000	-0,2662	0,0003
13	-0,4183	-0,0035	0,0258	0,0000	0,4265	-0,0000	-0,4068	0,0001
14	1,0000	0,5990	1,0000	0,7481	1,0000	0,8564	-1,0000	-0,8560
15	0,3758	-0,0002	0,1160	-0,0001	0,3038	-0,0001	-0,3048	0,0005
16	0,0193	0,0261	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0000	-0,0002	0,0003
17	-0,0193	0,0261	-0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0003	0,0003
18	-0,3662	0,0001	-0,0284	0,0001	0,2760	0,0000	-0,2662	-0,0004
19	-0,0193	-0,0261	0,0000	0,0000	0,0002	-0,0000	-0,0003	-0,0003
20	0,0193	-0,0261	-0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0002	-0,0003
21	0,3758	0,0002	-0,1160	-0,0001	0,3038	0,0001	-0,3048	-0,0004
22	1,0000	-0,5990	-1,0000	0,7481	1,0000	-0,8564	-1,0000	0,8560
23	-0,4183	0,0035	-0,0258	0,0000	0,4265	0,0000	-0,4068	-0,0001
24	-0,5340	0,0000	-0,0000	0,0001	0,4554	-0,0001	-0,4328	-0,0000
25	-0,4183	0,0035	-0,0258	0,0000	0,4265	0,0000	-0,4068	-0,0001
26	1,0000	-0,5990	-1,0000	0,7481	1,0000	-0,8564	-1,0000	0,8560
27	-1,0000	-0,5990	1,0000	0,7481	1,0000	0,8564	1,0000	0,8560
28	0,4183	0,0035	0,0258	0,0000	0,4265	-0,0000	0,4068	-0,0001
29	0,5340	-0,0000	-0,0000	0,0001	0,4555	-0,0000	0,4329	-0,0000
30	0,4183	-0,0035	-0,0258	0,0000	0,4265	0,0000	0,4068	0,0001
31	-1,0000	0,5990	-1,0000	0,7481	1,0000	-0,8564	1,0000	-0,8560
32	1,0000	0,5990	1,0000	0,7481	1,0000	0,8564	-1,0000	-0,8560

		$M_{\xi,p}$ = 1		V_ζ = 1		V_ψ = 1		$M_{f3\,x,s}$ = 1
Faktor	**4,712e+00**	**5,663e+00**	**2,324e+00**	**2,986e+00**	**2,372e+00**	**4,380e+00**	**3,936e+03**	**1,778e+01**
Nr.	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$	$\tau_{\xi\psi}$	$\tau_{\xi\zeta}$
33	-0,4183	-0,0035	0,0258	0,0000	0,4265	-0,0000	-0,4068	0,0001

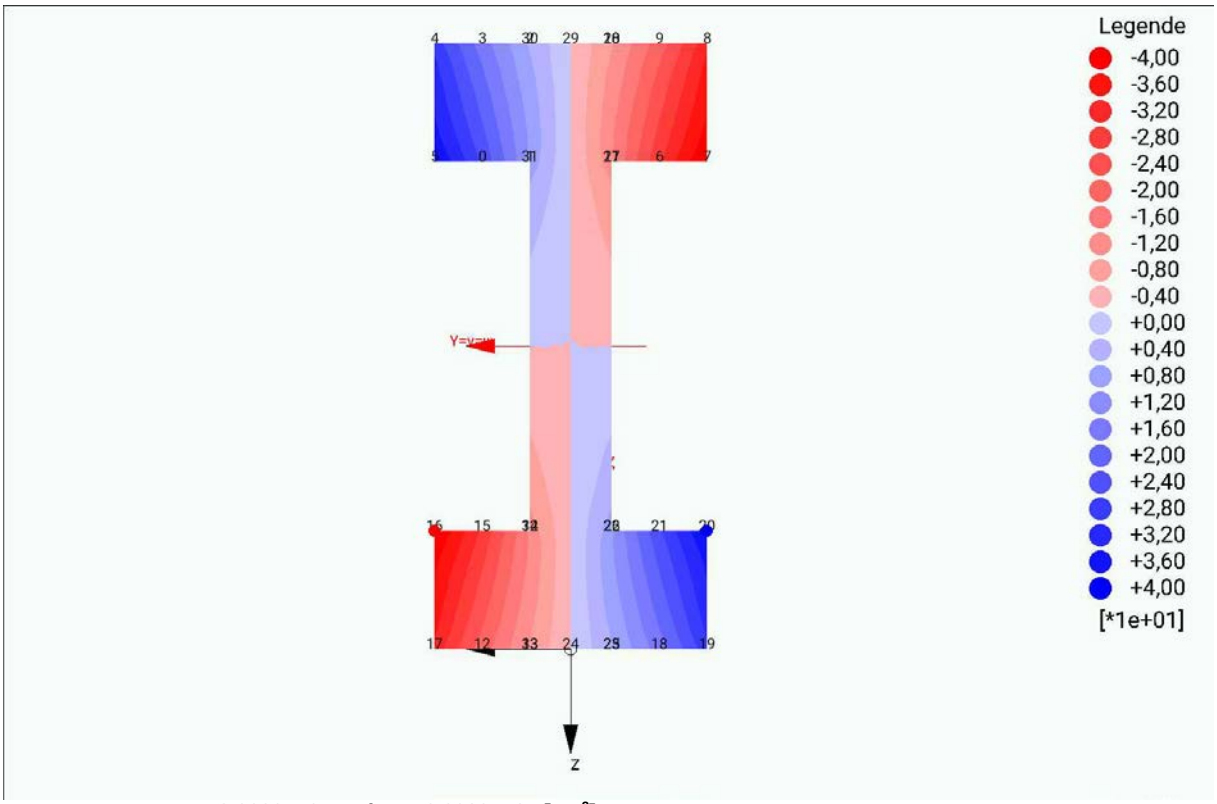
2.1.3 Längsspannungen σ_ξ

Nr.	N = 1	M_ψ = 1	M_ζ = 1	M_w = 1
Faktor	**9,023e+00**	**4,616e+01**	**1,080e+01**	**7,237e+01**
0	1,0000	-0,6100	-0,6500	0,6807
1	1,0000	-0,6100	-0,3000	0,2764
2	1,0000	-1,0000	-0,3000	0,1897
3	1,0000	-1,0000	-0,6500	0,4527
4	1,0000	-1,0000	-1,0000	0,7685
5	1,0000	-0,6100	-1,0000	1,0000
6	1,0000	-0,6100	0,6500	-0,6807
7	1,0000	-0,6100	1,0000	-1,0000
8	1,0000	-1,0000	1,0000	-0,7685
9	1,0000	-1,0000	0,6500	-0,4527
10	1,0000	-1,0000	0,3000	-0,1897
11	1,0000	-0,6100	0,3000	-0,2764
12	1,0000	1,0000	-0,6500	-0,4527
13	1,0000	1,0000	-0,3000	-0,1897
14	1,0000	0,6100	-0,3000	-0,2764
15	1,0000	0,6100	-0,6500	-0,6807
16	1,0000	0,6100	-1,0000	-1,0000
17	1,0000	1,0000	-1,0000	-0,7685
18	1,0000	1,0000	0,6500	0,4527
19	1,0000	1,0000	1,0000	0,7685
20	1,0000	0,6100	1,0000	1,0000
21	1,0000	0,6100	0,6500	0,6807
22	1,0000	0,6100	0,3000	0,2764
23	1,0000	1,0000	0,3000	0,1897
24	0,7609	0,7609	-0,0000	-0,0000
25	1,0000	1,0000	0,3000	0,1897
26	1,0000	0,6100	0,3000	0,2764
27	1,0000	-0,6100	0,3000	-0,2764
28	1,0000	-1,0000	0,3000	-0,1897
29	0,7609	-0,7609	0,0000	0,0000
30	1,0000	-1,0000	-0,3000	0,1897
31	1,0000	-0,6100	-0,3000	0,2764
32	1,0000	0,6100	-0,3000	-0,2764
33	1,0000	1,0000	-0,3000	-0,1897

2.2 Ergebnisse (grafisch)

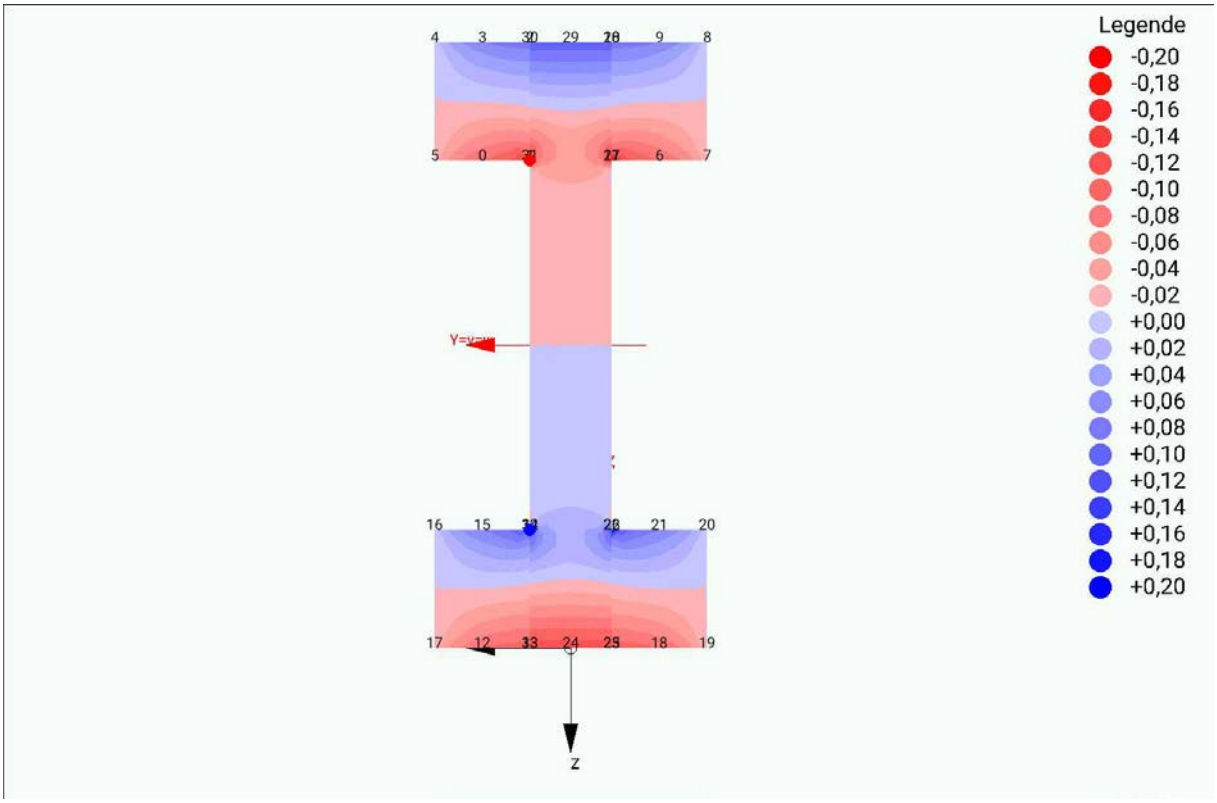
2.2.1 Primäre Torsion $M_{\xi,p}$

2.2.1.1 normierte Wölbordinate



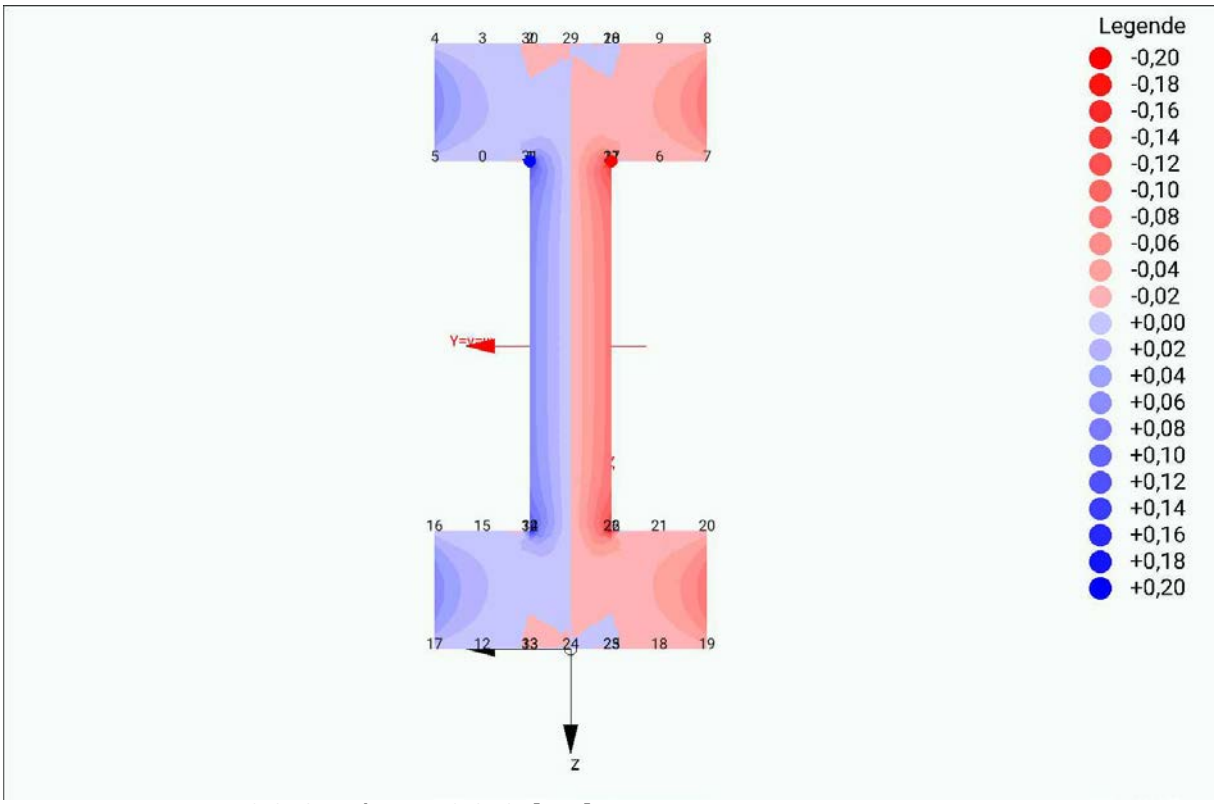
Extremwerte: max. = 3,9989e+01 , min. = -3,9989e+01 [cm²]

2.2.1.2 $\tau_{\xi\psi}$ ($M_{\xi,p}$)



Extremwerte: max. = 2,1221e-01 , min. = -2,1221e-01 [MPa]

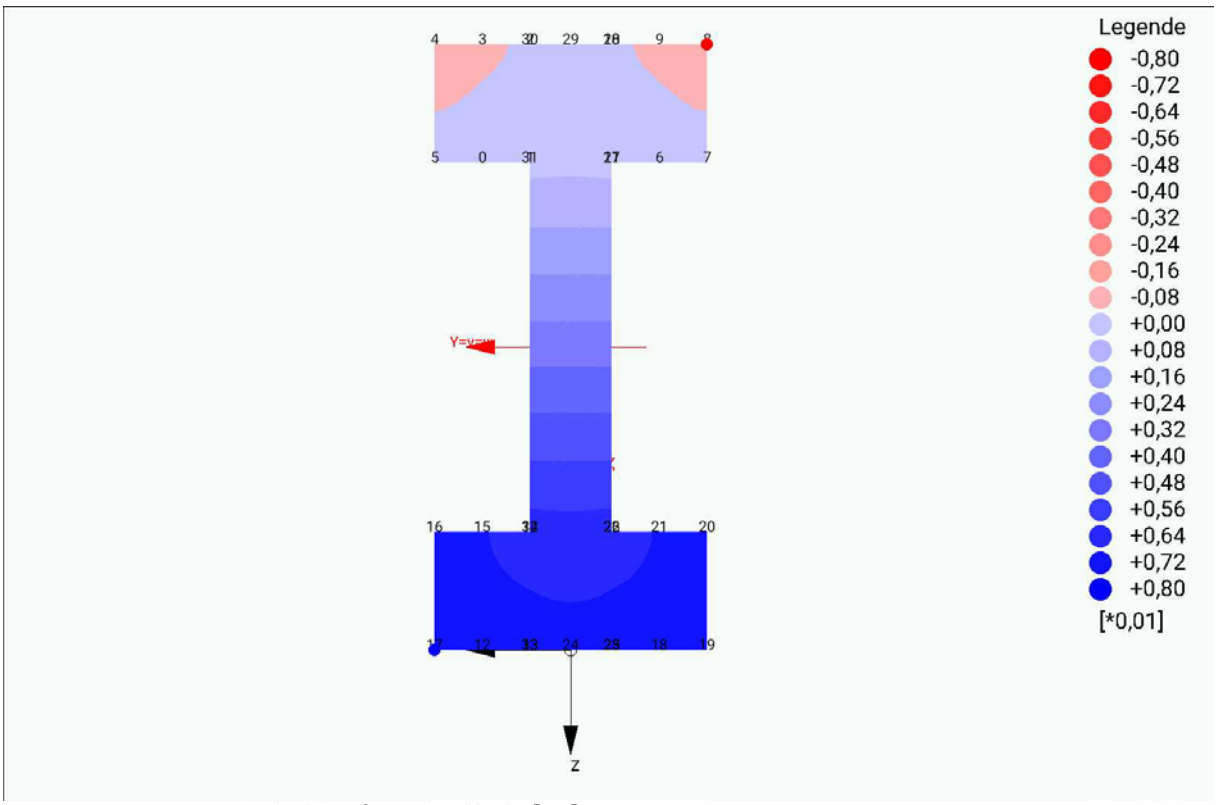
2.2.1.3 $\tau_{\xi\psi}$ (M $_{\xi,p}$)



Extremwerte: max. = 1,7658e-01 , min. = -1,7658e-01 [MPa]

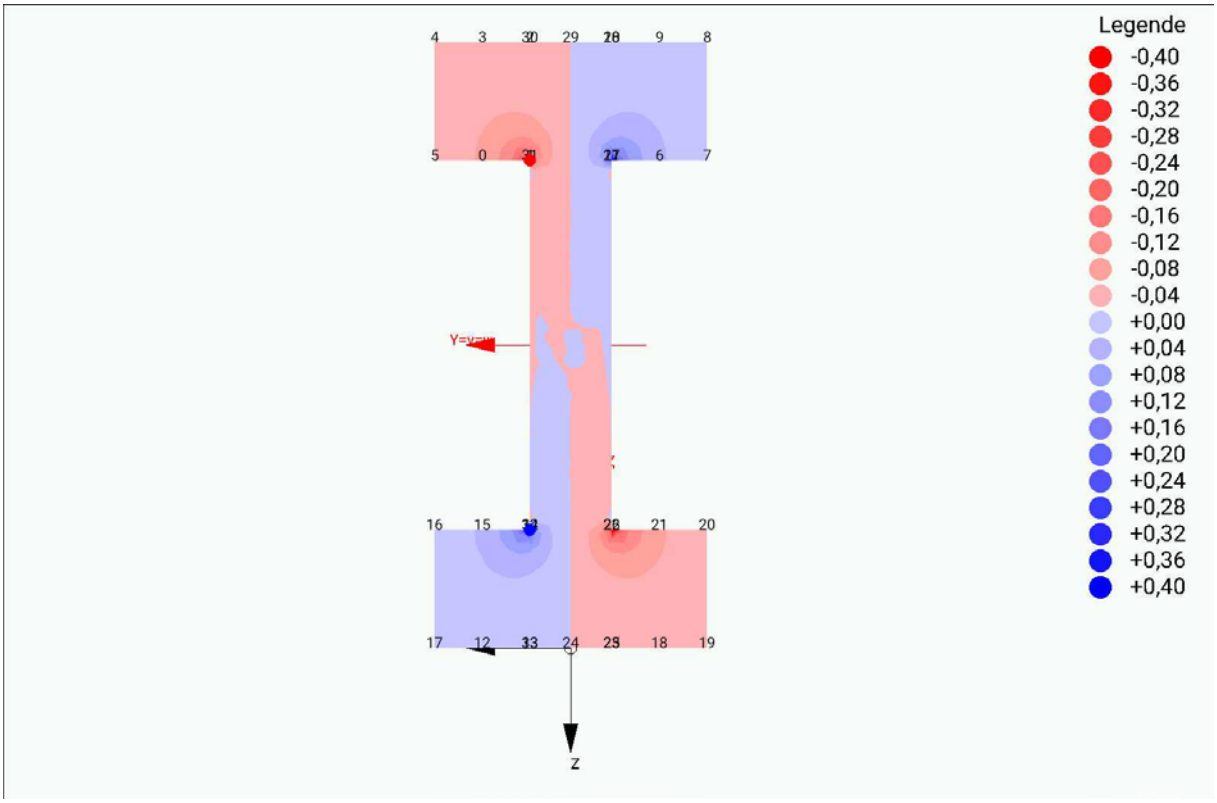
2.2.2 Querkraft V $_{\zeta}$

2.2.2.1 Schubverf-u[V $_{\zeta}$]



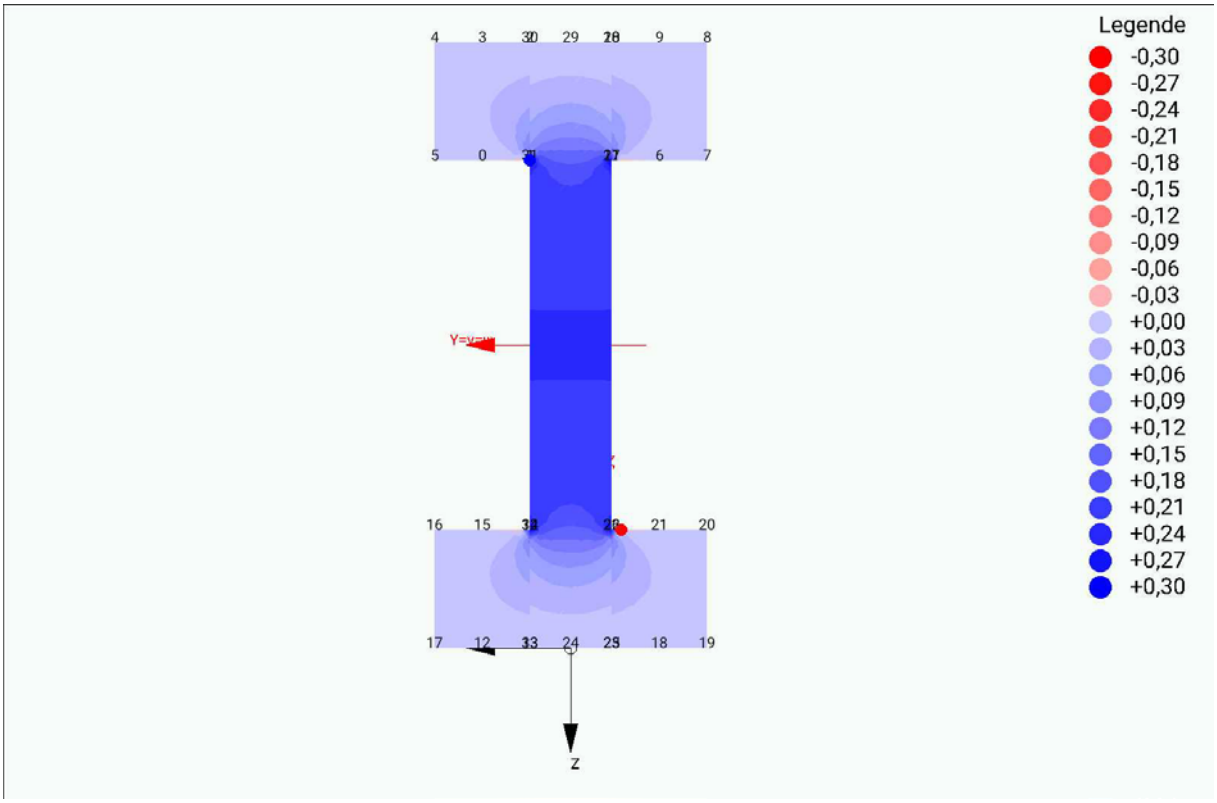
Extremwerte: max. = 7,3442e-03 , min. = -3,7580e-05 [cm]

2.2.2.2 $\tau_{\xi\psi}$ (V ζ)



Extremwerte: max. = 4,3024e-01 , min. = -4,3024e-01 [MPa]

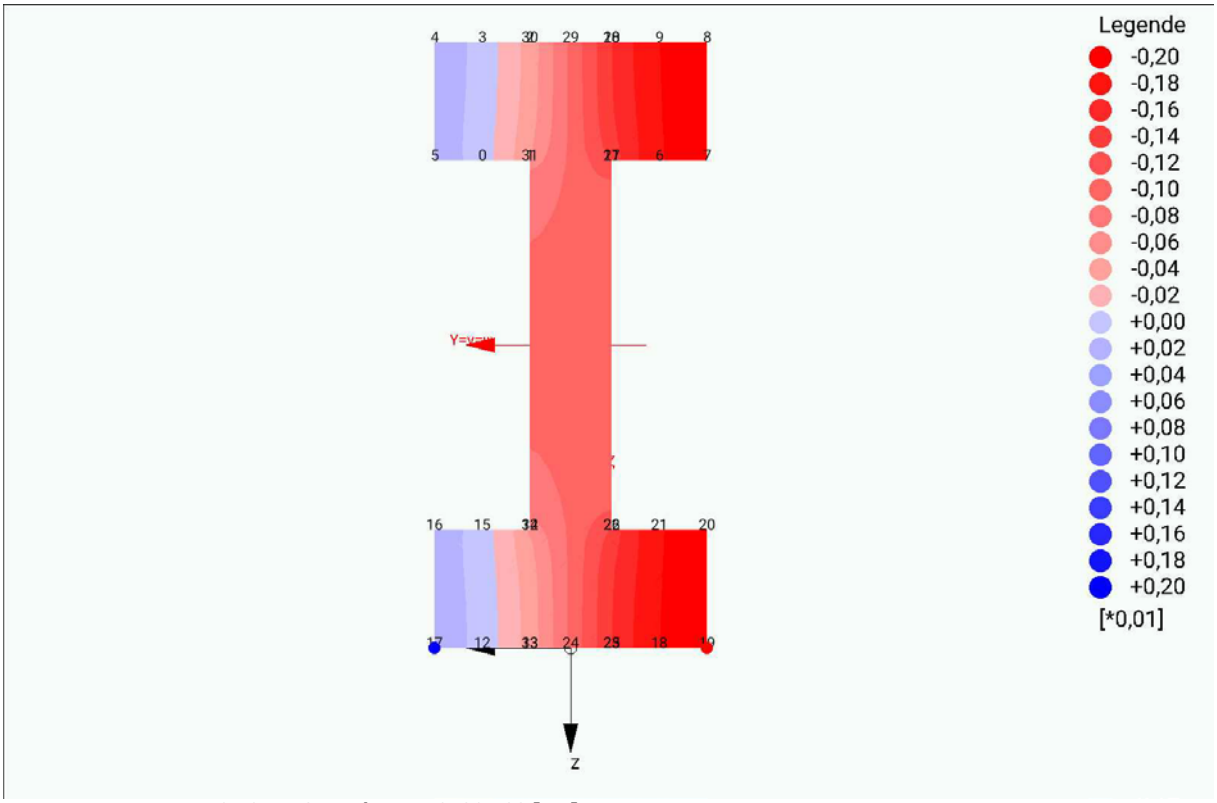
2.2.2.3 $\tau_{\xi\psi}$ (V ζ)



Extremwerte: max. = 3,3495e-01 , min. = -1,2248e-02 [MPa]

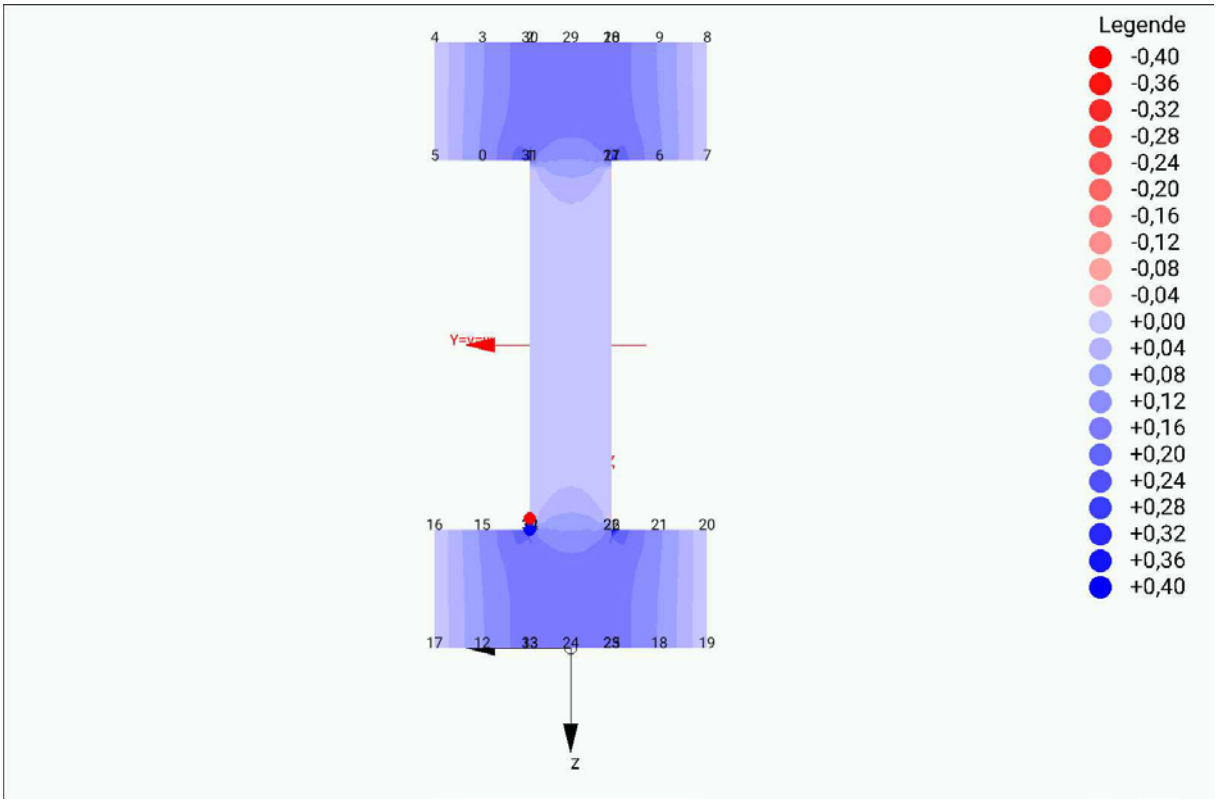
2.2.3 Querkraft V_ψ

2.2.3.1 Schubverf-u[V_ψ]



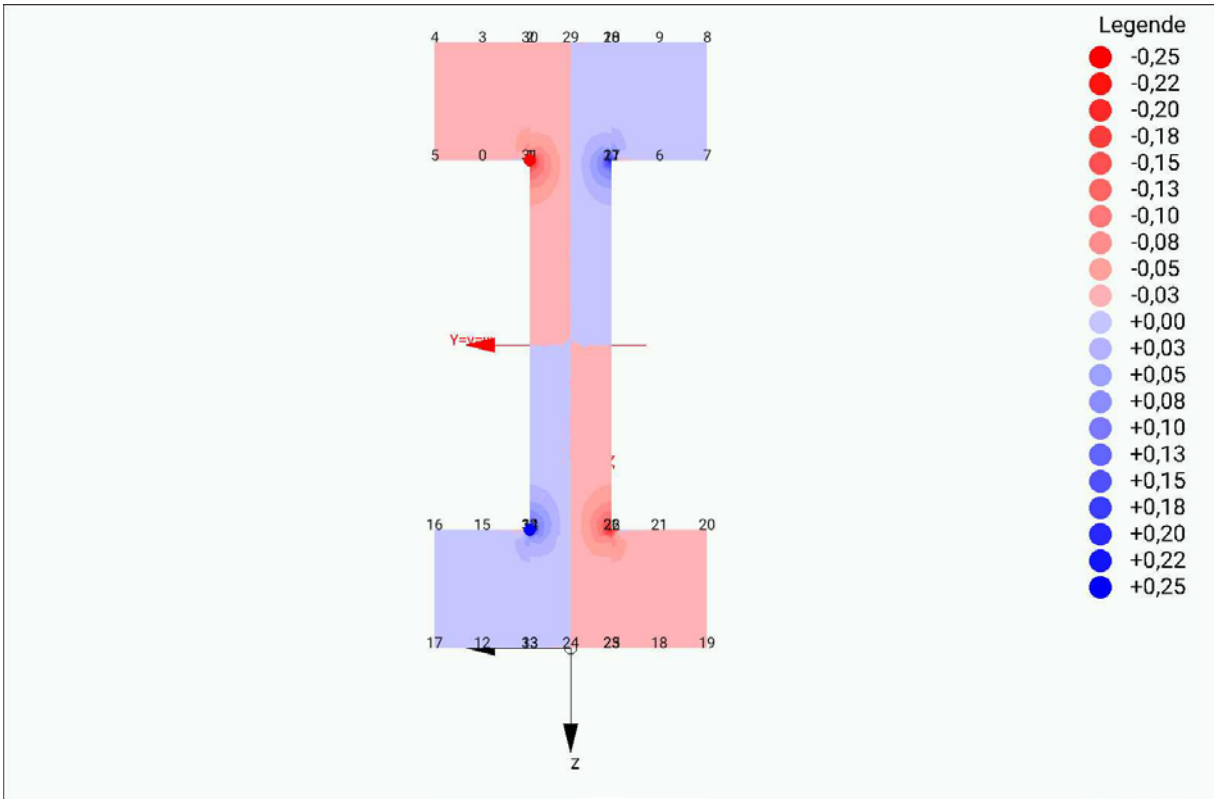
Extremwerte: max. = 2,7944e-04 , min. = -1,9586e-03 [cm]

2.2.3.2 $\tau_{\xi\psi}$ (V_ψ)



Extremwerte: max. = 4,2151e-01 , min. = -5,9085e-03 [MPa]

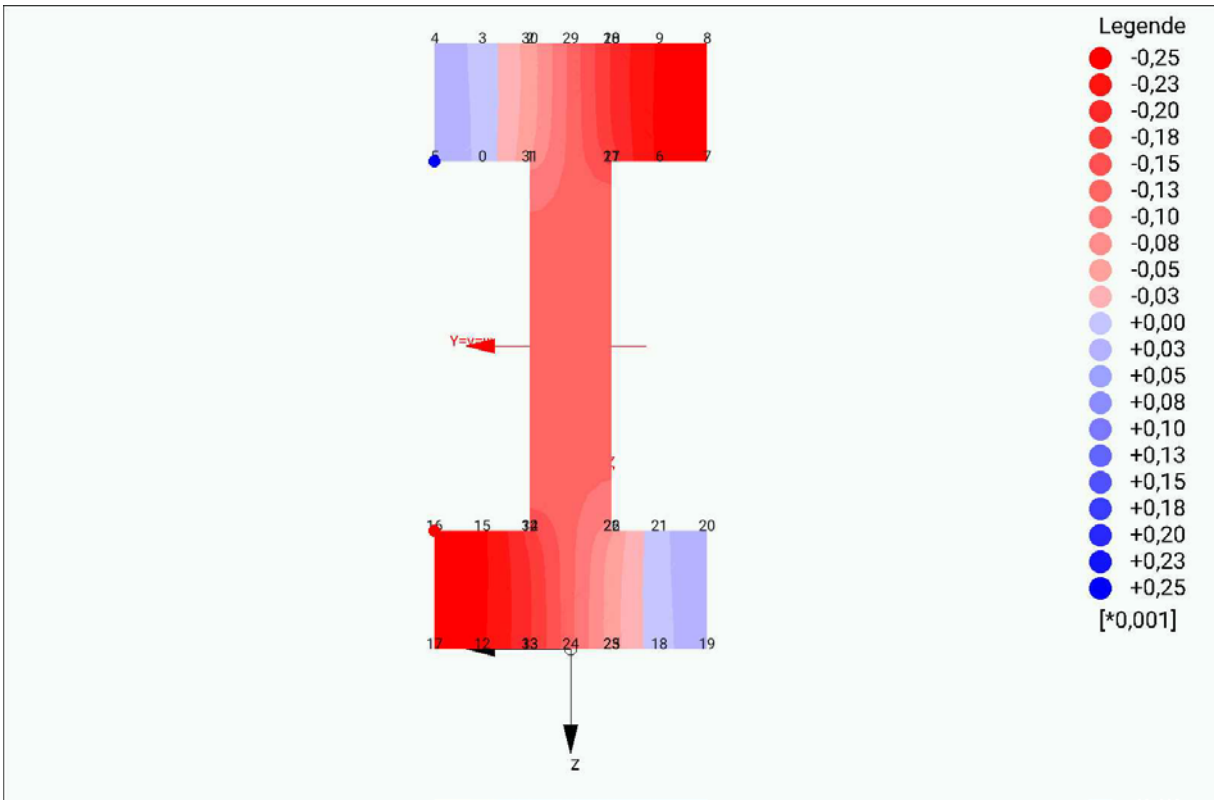
2.2.3.3 $\tau_{\xi\psi}$ (V_{ψ})



Extremwerte: max. = 2,2829e-01 , min. = -2,2829e-01 [MPa]

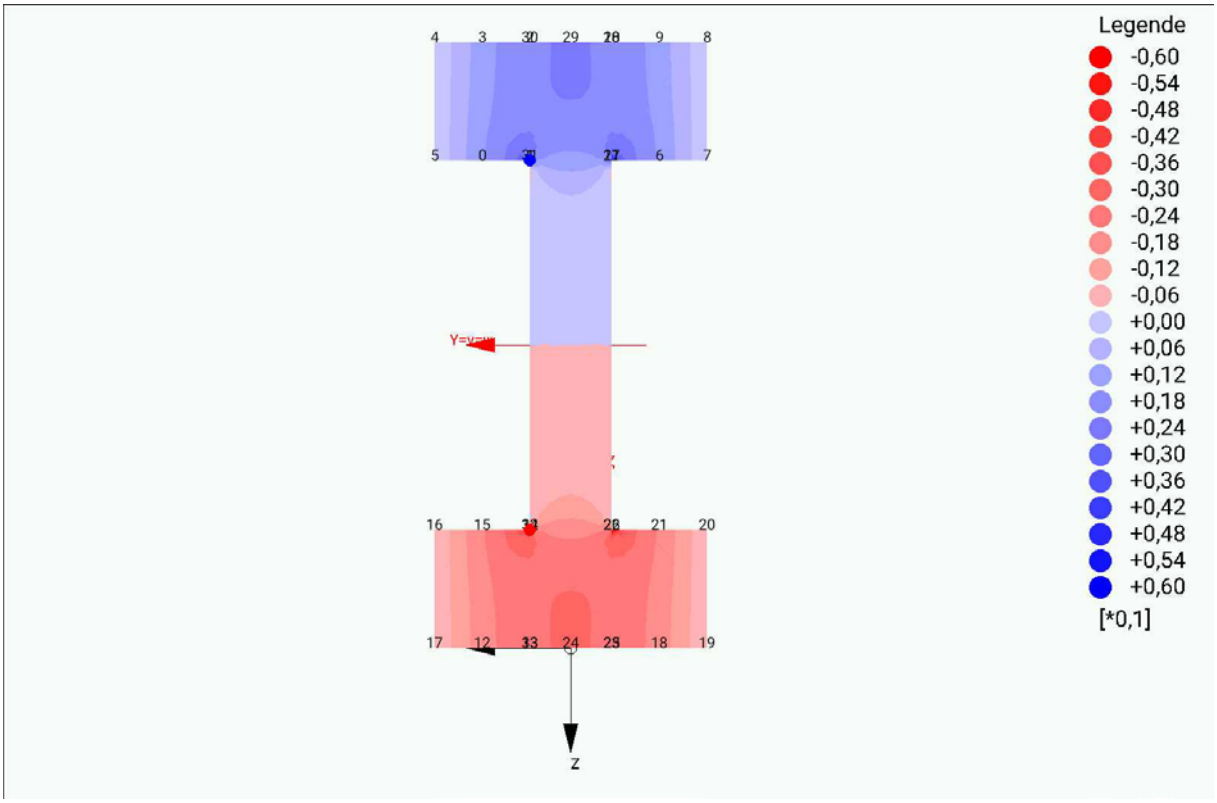
2.2.4 Sekundäre Torsion $M_{\xi,s}$

2.2.4.1 Schubverf-u[$M_{\xi,s}$]



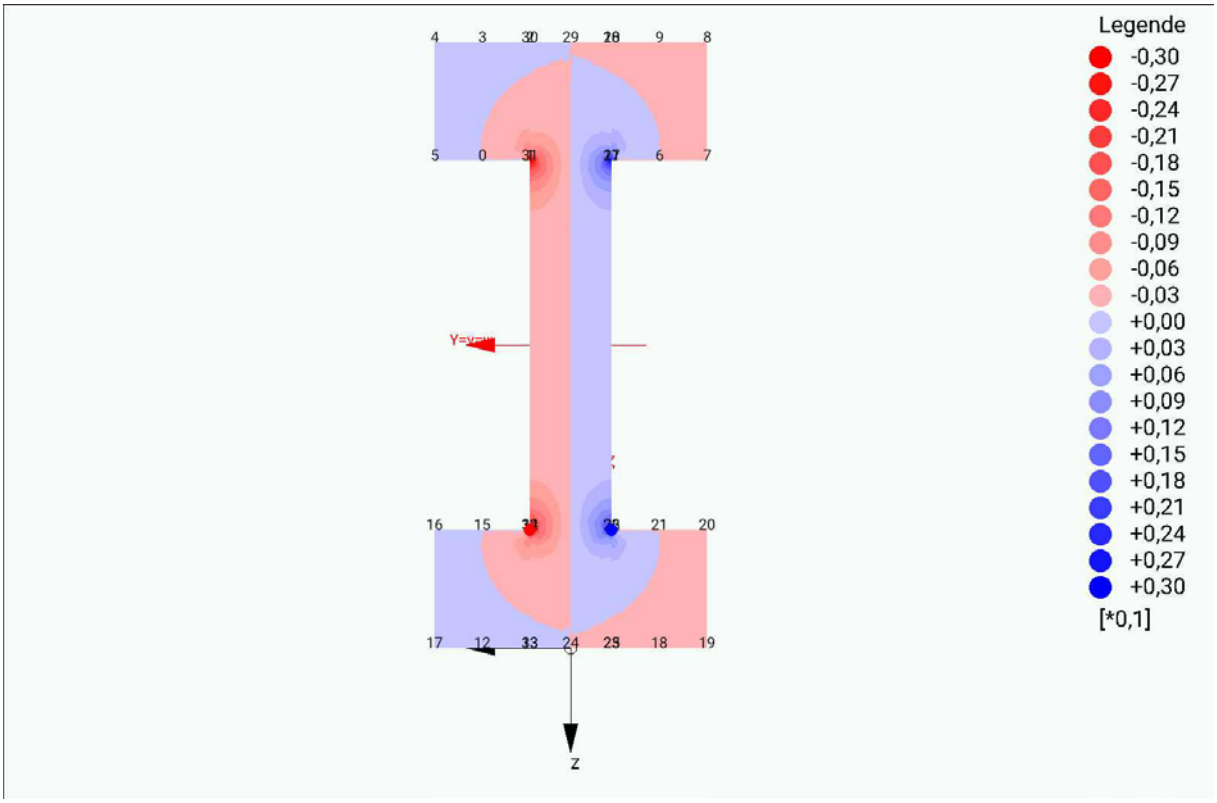
Extremwerte: max. = 3,9655e-05 , min. = -2,5407e-04 [cm]

2.2.4.2 $\tau_{\xi\psi}$ (M $_{\xi,s}$)



Extremwerte: max. = 5,6234e-02 , min. = -5,6234e-02 [MPa]

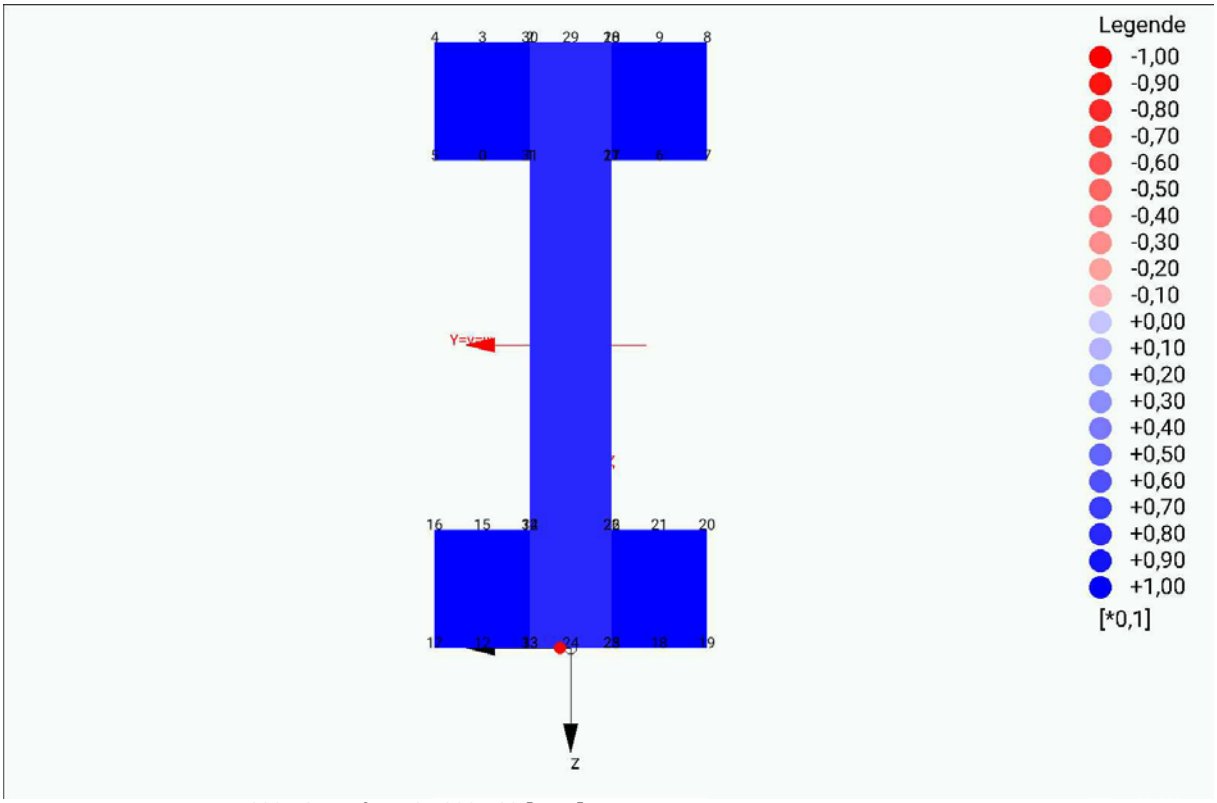
2.2.4.3 $\tau_{\xi\psi}$ (M $_{\xi,s}$)



Extremwerte: max. = 3,0522e-02 , min. = -3,0522e-02 [MPa]

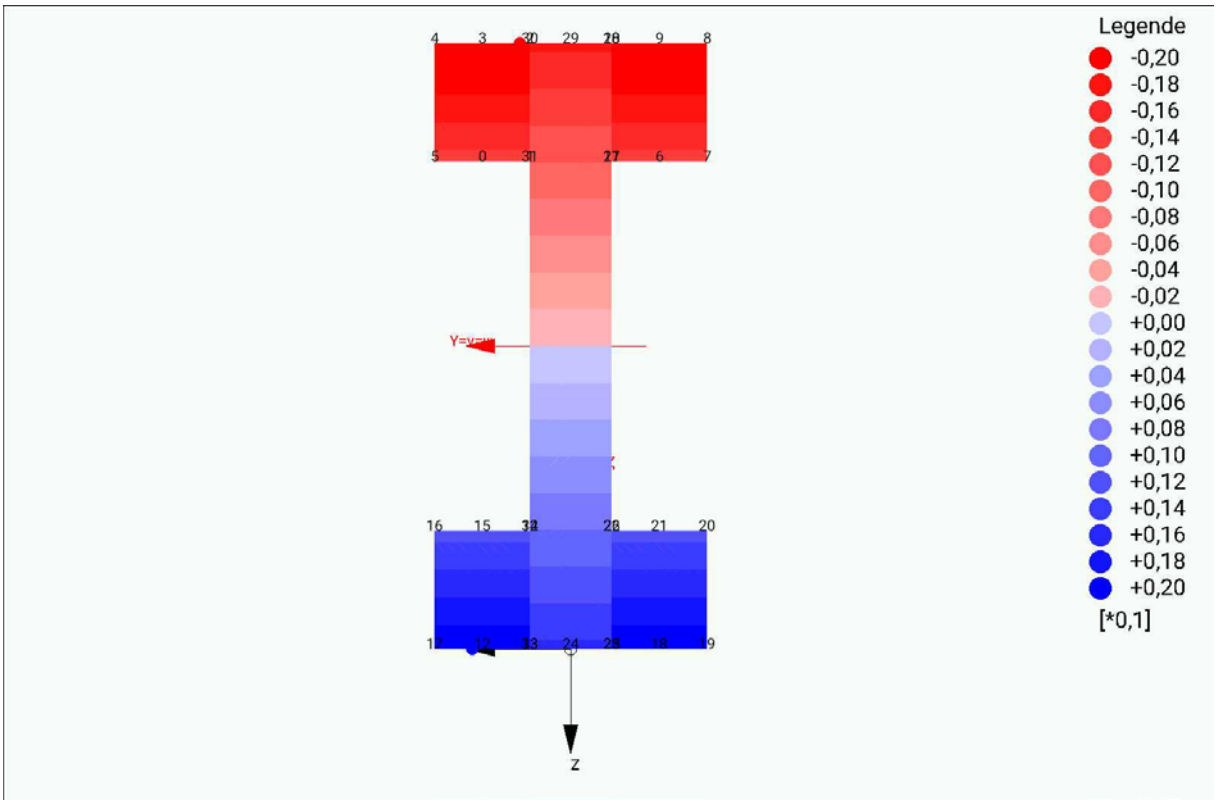
2.2.5 Normalkraft, Biegung, Mw

2.2.5.1 σ_ξ (N)



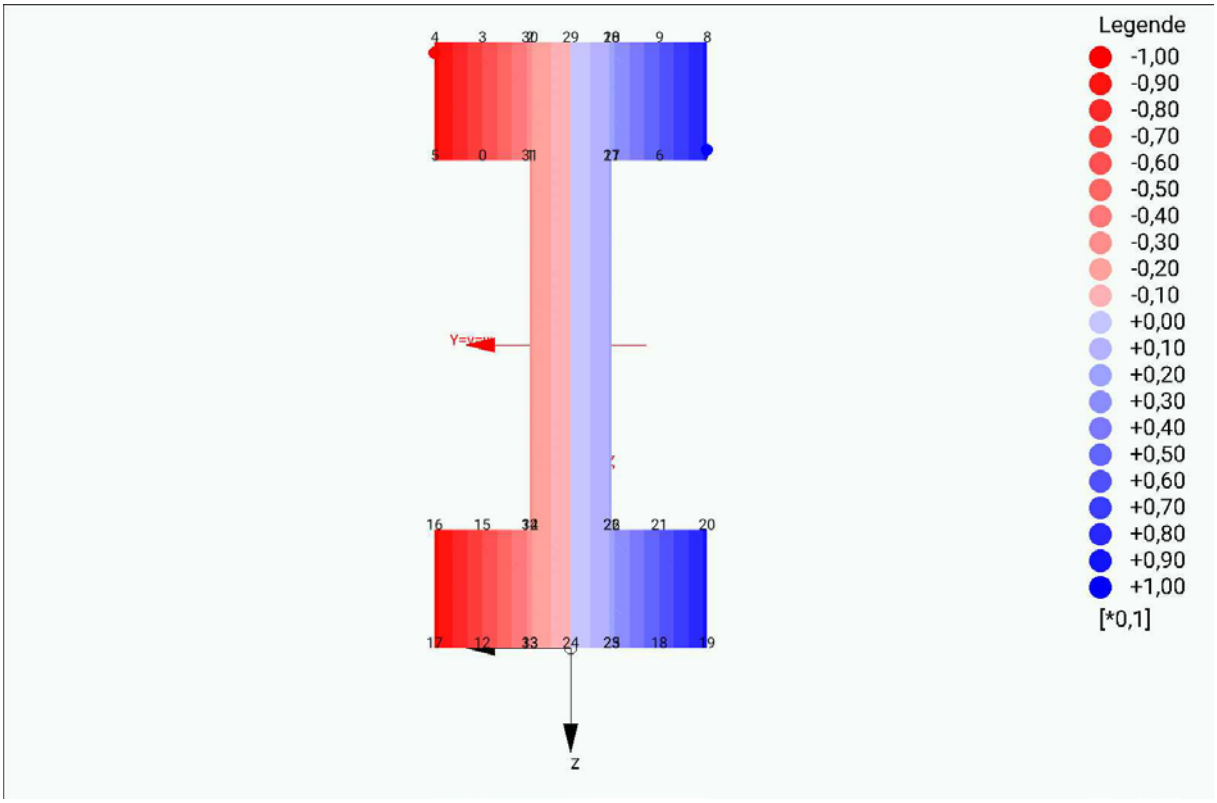
Extremwerte: max. = 1,1083e-01 , min. = 8,4328e-02 [MPa]

2.2.5.2 σ_ξ (M_y)



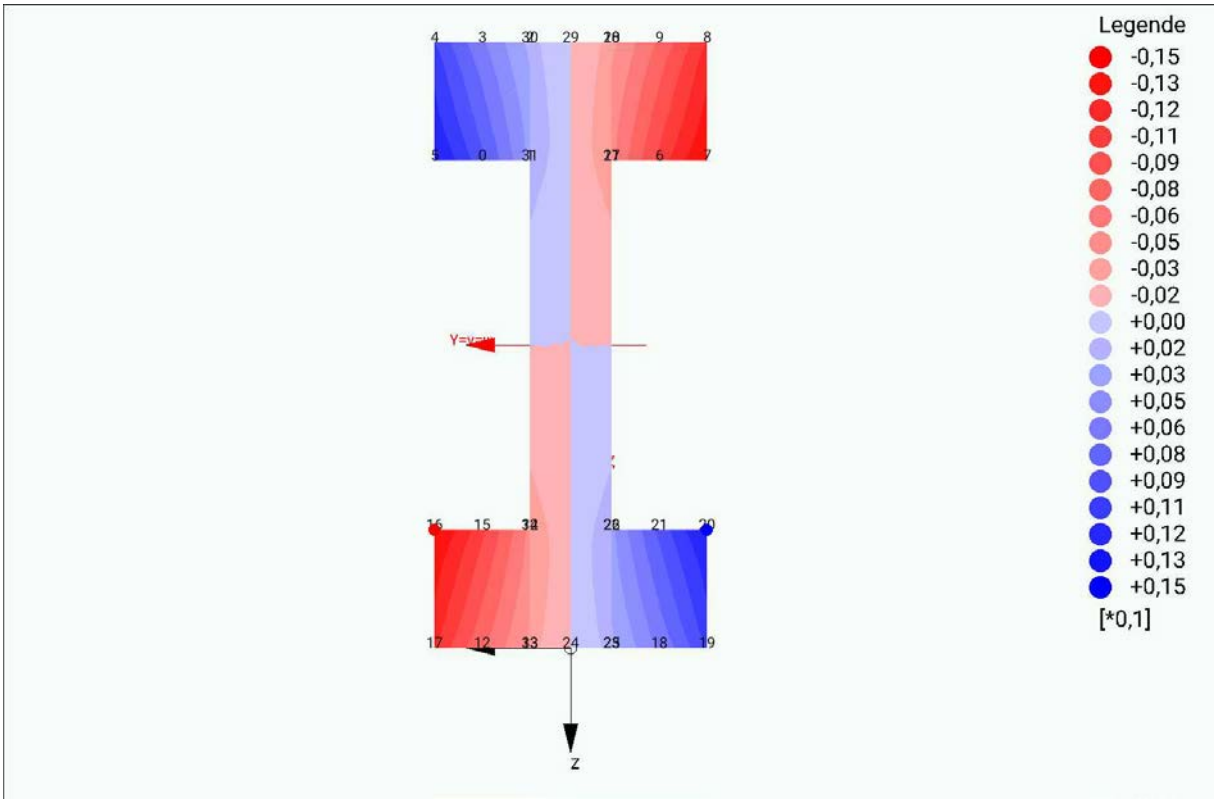
Extremwerte: max. = 2,1663e-02 , min. = -2,1663e-02 [MPa]

2.2.5.3 σ_ξ (M_z)



Extremwerte: max. = 9,2589e-02 , min. = -9,2589e-02 [MPa]

2.2.5.4 σ_ξ (M_w)

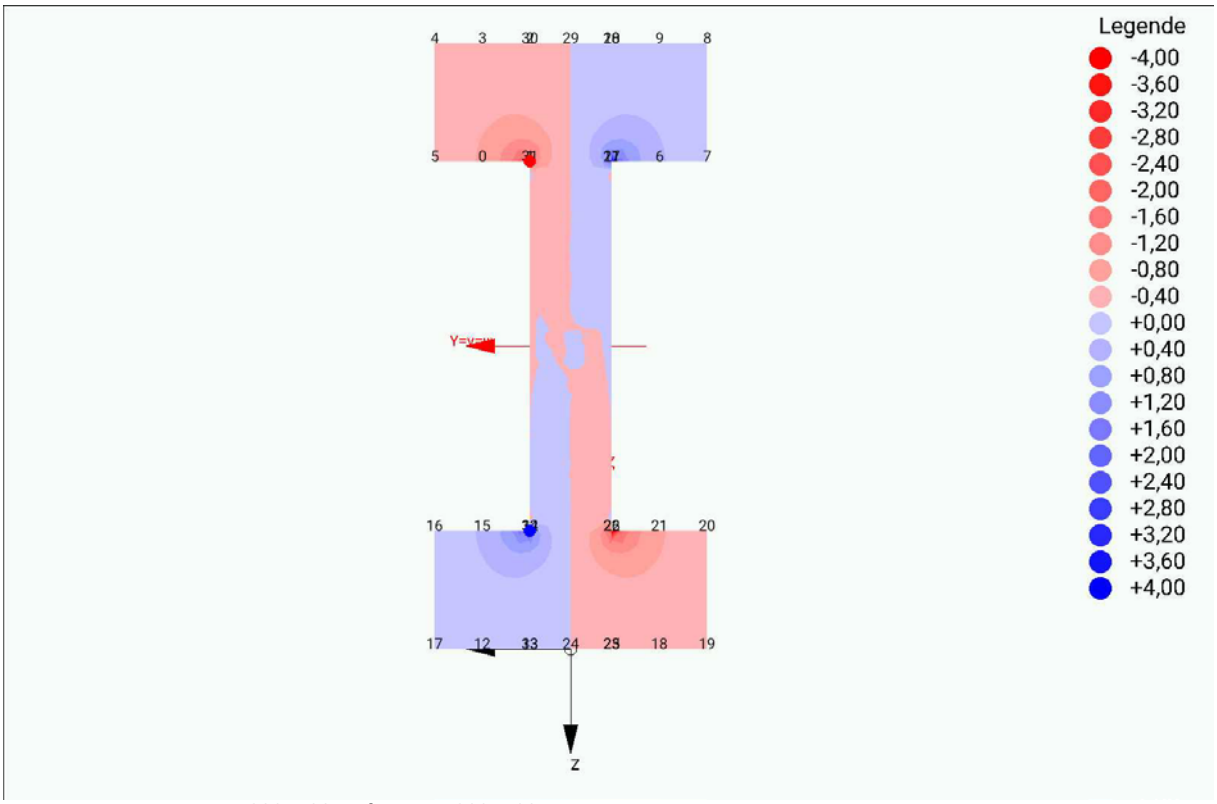


Extremwerte: max. = 1,3819e-02 , min. = -1,3819e-02 [MPa]

2.2 Spannungsnachweise für Lastkombinationen [MPa]

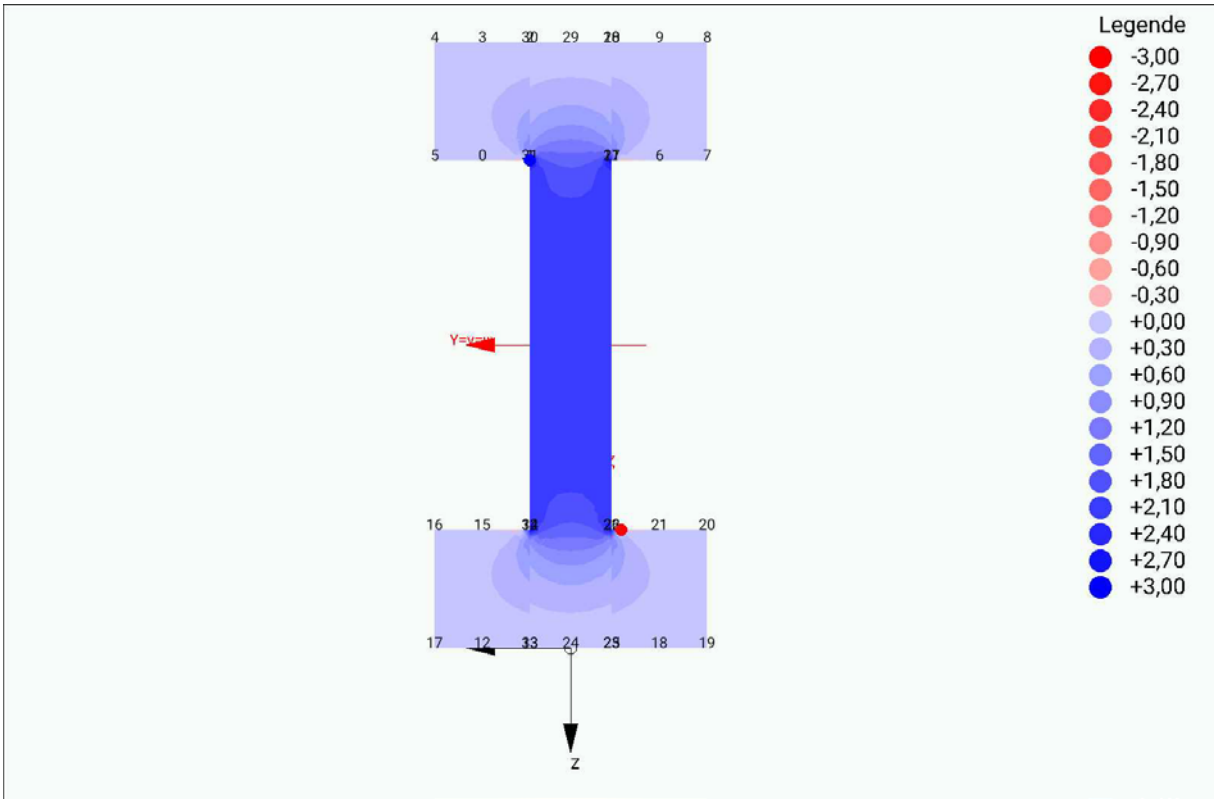
2.2.1 Kombination 1

2.2.1.1 τ–ξψ



Extremwerte: max. = 4,1389e+00 , min. = -4,1389e+00

2.2.1.2 τ–ξζ



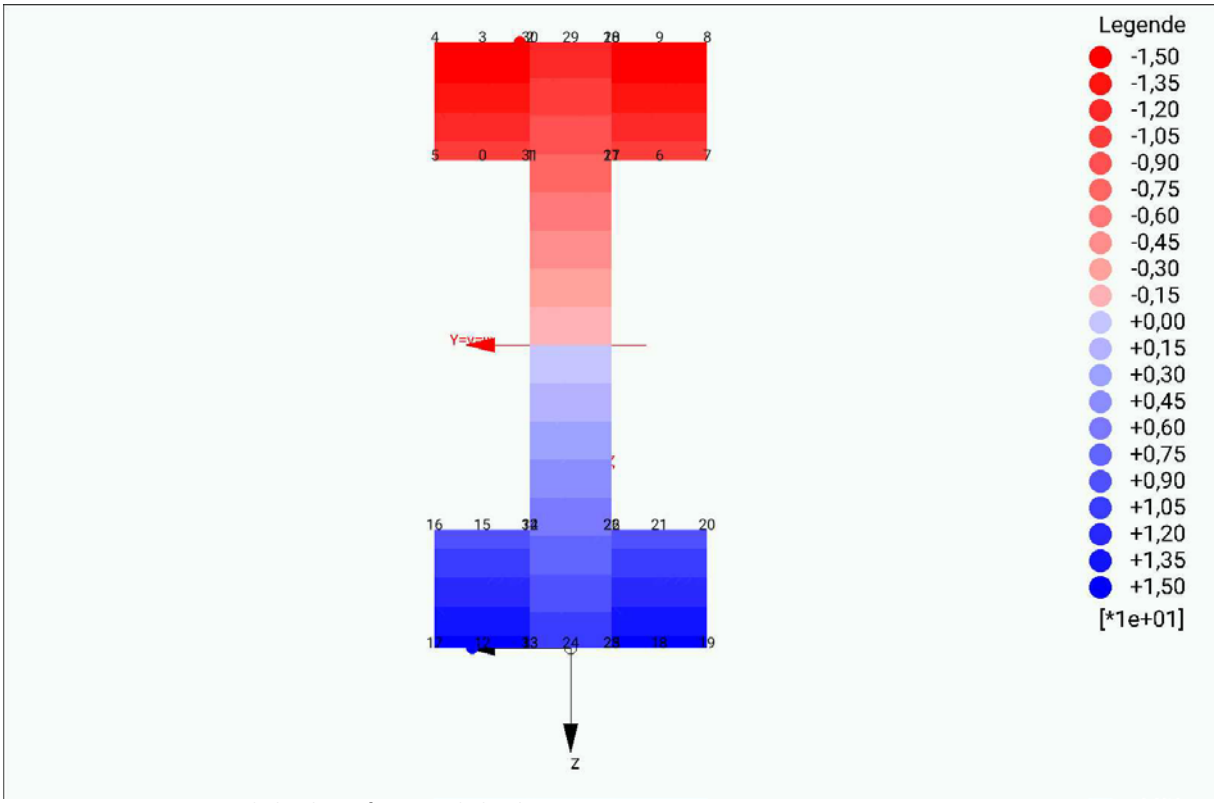
Extremwerte: max. = 3,2222e+00 , min. = -1,1783e-01

2.2.1.4 Ergebnisse in den Eingabeknoten

Ergebnisse in den Eingabeknoten				
Nr.	τ_{xy}	τ_{xz}	σ_x	σ_V
0	-0,48	-0,00	0,00	
1	-4,14	2,41	0,00	
2	-0,11	0,00	0,00	
3	-0,12	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	0,00	
5	-0,00	0,00	0,00	
6	0,48	-0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	
8	-0,00	0,00	0,00	
9	0,12	0,00	0,00	
10	0,11	0,00	0,00	
11	4,14	2,41	0,00	
12	0,12	0,00	0,00	
13	0,11	0,00	0,00	
14	4,14	2,41	0,00	
15	0,48	-0,00	0,00	
16	0,00	0,00	0,00	
17	-0,00	0,00	0,00	
18	-0,12	0,00	0,00	
19	0,00	0,00	0,00	
20	-0,00	0,00	0,00	
21	-0,48	-0,00	0,00	
22	-4,14	2,41	0,00	
23	-0,11	0,00	0,00	
24	-0,00	0,00	0,00	
25	-0,11	0,00	0,00	
26	-4,14	2,41	0,00	
27	4,14	2,41	0,00	
28	0,11	0,00	0,00	
29	-0,00	0,00	0,00	
30	-0,11	0,00	0,00	
31	-4,14	2,41	0,00	
32	4,14	2,41	0,00	
33	0,11	0,00	0,00	

2.2.2 Kombination 2

2.2.2.3 σ–ξ



Extremwerte: max. = 1,5619e+01 , min. = -1,5619e+01

2.2.2.4 Ergebnisse in den Eingabeknoten

Ergebnisse in den Eingabeknoten				
Nr.	τ_{xy}	τ_{xz}	σ_x	σ_V
0	0,00	0,00	-9,53	
1	0,00	0,00	-9,53	
2	0,00	0,00	-15,62	
3	0,00	0,00	-15,62	
4	0,00	0,00	-15,62	
5	0,00	0,00	-9,53	
6	0,00	0,00	-9,53	
7	0,00	0,00	-9,53	
8	0,00	0,00	-15,62	
9	0,00	0,00	-15,62	
10	0,00	0,00	-15,62	
11	0,00	0,00	-9,53	
12	0,00	0,00	15,62	
13	0,00	0,00	15,62	
14	0,00	0,00	9,53	
15	0,00	0,00	9,53	
16	0,00	0,00	9,53	
17	0,00	0,00	15,62	
18	0,00	0,00	15,62	
19	0,00	0,00	15,62	
20	0,00	0,00	9,53	
21	0,00	0,00	9,53	
22	0,00	0,00	9,53	
23	0,00	0,00	15,62	

Ergebnisse in den Eingabeknoten				
Nr.	τ_{xy}	τ_{xz}	σ_x	σ_V
24	0,00	0,00	11,88	
25	0,00	0,00	15,62	
26	0,00	0,00	9,53	
27	0,00	0,00	-9,53	
28	0,00	0,00	-15,62	
29	0,00	0,00	-11,88	
30	0,00	0,00	-15,62	
31	0,00	0,00	-9,53	
32	0,00	0,00	9,53	
33	0,00	0,00	15,62	