

PSKW – Happurg: Planfeststellung Sanierung Oberwasserspeicher

Statik Kontrollgang

Dok.-Nr.:

HAP-OB-B-004

Dateiname:

HAP-OB-B-004.docx

Rev:

00

Uniper Kraftwerke GmbH

HAP/OB: Planfeststellung

Autor
Dr. Stefan Gloimüller

Datum
22/12/2022

Mobil
+43 664 828 7230

Projekt ID
119001685-001

E-mail
stefan.gloimueller@afry.com

Kunde
Uniper Kraftwerke GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	7
1.1	Pläne	7
1.2	Berichte.....	8
1.3	Querschnitte	8
1.4	Längsschnitt.....	11
2	FE-Berechnungen Geotechnik	13
2.1	Grundlagen	13
2.1.1	Berechnungssoftware.....	13
2.2	Querschnitt 1-1	14
2.2.1	Y-Spannungen	14
2.2.2	X-Spannungen	16
2.2.3	X-Verformungen.....	18
2.2.4	Y-Verformungen.....	20
2.3	Querschnitt 2-2	22
2.3.1	Y-Spannungen	22
2.3.2	X-Spannungen	24
2.3.3	X-Verformungen.....	26
2.3.4	Y-Verformungen.....	28
2.4	Querschnitt 3-3	29
2.4.1	Y-Spannungen	30
2.4.2	X-Spannungen	32
2.4.3	X-Verformungen.....	34
2.4.4	Y-Verformungen.....	36
2.5	Längsschnitt im Bereich der Versturzzone	38
3	Betonstatik.....	39
3.1	Grundlagen	39
3.1.1	Berechnungssoftware.....	39
3.2	Strukturbeschreibung	39
3.3	Baugrund.....	39
3.3.1	Bettung	39
3.4	Baustoffe.....	40
3.4.1	Beton	40
3.4.2	Betonstahl.....	41
3.4.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe	41
3.5	Modellierung	42
3.5.1	Betonbautechnisches FE-Modell	42
3.6	Lasten.....	42
3.6.1	Eigenlasten	42
3.6.2	Nutzlasten.....	42
3.6.3	Wasserlasten	42
3.6.4	Erddruck	42

3.7	Lastfallkombinationen	43
3.8	Druckliste	43
3.9	Deformationen in Längsrichtung	43
3.10	Zusammenfassung	43
4	Anhang	45

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 1-1 (Magerbetonfundament über 12 m RSS)	8
Abbildung 2: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 1-1	9
Abbildung 3: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 2-2 (Kontrollgang auf Fels, Wasser- + Dammauflast)	9
Abbildung 4: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 2-2	10
Abbildung 5: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 3-3 (maximale Dammauflast)	10
Abbildung 6: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 3-3 (Verkehrslast Dammkrone SLW 30 = 16,7 kN/m ² , vgl. [B2]).....	11
Abbildung 7: Längsschnitt im Bereich der Störzone	12
Abbildung 8: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	14
Abbildung 9: Y-Spannungen SZ 575,55 mNN	15
Abbildung 10: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	16
Abbildung 11: X-Spannungen SZ 575,55 mNN	17
Abbildung 12: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)	18
Abbildung 13: X-Verformungen SZ 575,55 mNN.....	19
Abbildung 14: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	20
Abbildung 15: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN	21
Abbildung 16: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche.....	21
Abbildung 17: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	22
Abbildung 18: Y-Spannungen SZ 575,55 mNN	23
Abbildung 19: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	24
Abbildung 20: X-Spannungen SZ 575,55 mNN	25
Abbildung 21: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)	26
Abbildung 22: X-Verformungen SZ 575,55 mNN.....	27
Abbildung 23: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	28
Abbildung 24: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN	29
Abbildung 25: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche.....	29
Abbildung 26: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	30
Abbildung 27: Y-Spannungen	31
Abbildung 28: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	32
Abbildung 29: X-Spannungen	33
Abbildung 30: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)	34
Abbildung 31: X-Verformungen.....	35
Abbildung 32: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau).....	36
Abbildung 33: Y-Verformungen	37
Abbildung 34: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche.....	37
Abbildung 35: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN	38
Abbildung 36: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN	38
Tabelle 1: Materialparameter Schnitt 1-1.....	9
Tabelle 2: Materialparameter Schnitt 2-2.....	10
Tabelle 3: Materialparameter Schnitt 3-3.....	11

Tabelle 4: Materialparameter Längsschnitt.....	12
Tabelle 5: Verwendete Berechnungssoftware	39
Tabelle 6: Betondeckung.....	40
Tabelle 7: Mindestbewehrung in Abhängigkeit von Bewehrungsabstand und Bauteildicke..	41
Tabelle 8: Materialteilsicherheitsbeiwerte	41

Versionsverlauf

Ver.	Anmerkung	Erstellt	Datum	Geprüft	Datum
00	Erstausgabe	StG / KrS	15.12.2022	SmM/VeM	22.12.2022

1 Allgemeines

Der zirka 530 m lange Kontrollgang wird aus Stahlortbeton in 15 m langen Blockabschnitten hergestellt. Im Bereich, in dem der Kontrollgang die Versturzone quert, (zirka km 0+125 – 0+215, Längsachse Kontrollgang) wird dieser auf einem Magerbetonfundament (über den Rüttelstopfsäulen) gegründet. In den restlichen Bereichen erfolgt die Gründung auf Fels. Beidseitig des Kontrollganges werden Magerbetonkeile ausgeführt.

Für die statische Auslegung des Kontrollganges wurden drei repräsentative Querschnitte gewählt (siehe Abbildung 1, Abbildung 3 und Abbildung 5).

- Querschnitt 1-1: maximale Wasserauflast im Bereich der Störzone (Bettung auf Magerbetonfundament im Bereich der Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen)
- Querschnitt 2-2: Wasser- + Dammauflast, Bettung auf Fels ohne seitliche Abstützung.
- Querschnitt 3-3: maximale Dammauflast, Bettung auf Fels ohne seitliche Abstützung + Verkehrslast.

Für die Auslegung der Blockfugendetails (Verdrehung der einzelnen Blöcke) wurden die Verformungen des Kontrollganges (Längsrichtung) im Bereich der Querung der Versturzone (km 0+125 bis 0+215) berechnet (siehe Abbildung 7).

Für sämtliche Berechnungen werden die geotechnischen Parameter (Tabelle 1, Tabelle 2, Tabelle 3 und Tabelle 4) aus [B1] angesetzt. Materialparameter für Schüttmaterialien, etc. sind den Berichten [B2] und [B3] zu entnehmen.

1.1 Pläne

Verweis Nr.	Dok.-nr.	Inhalt
[P1]	HAP-OB-020 - 024	Geologischer Lageplan und Schnitte, (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 2 aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[P2]	HAP-OB-031	Schnitte Baugrundverbesserung I, (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 2 aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[P3]	HAP-OB-047	Anschlussdetails - Dichtungssystem, (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 2 aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[P4]	HAP-OB-050	Lageplan und Regeldetails - Kontrollgang, (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 2 aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[P5]	HAP-OB-051	Längsschnitt und Regeldetail - Kontrollgang, (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 2 aus HAP-OB-B-000, AFRY)

1.2 Berichte

Verweis Nr.	Dok.-nr.	Inhalt
[B1]	HAP-OB-B-001	Geologisch, geotechnischer Untersuchungsbericht, AFRY 2022 (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 1, [B1] aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[B2]	HAP-OB-B-002	Geotechnischer Entwurfsbericht – Bemessung Ringdamm, AFRY 2022 (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 1, [B2] aus HAP-OB-B-000, AFRY)
[B3]	HAP-OB-B-003	Geotechnischer Entwurfsbericht – Untergrundverbesserung, AFRY 2022 (Planfeststellung 22.12.2022, Anlage 1, [B3] aus HAP-OB-B-000, AFRY)

1.3 Querschnitte

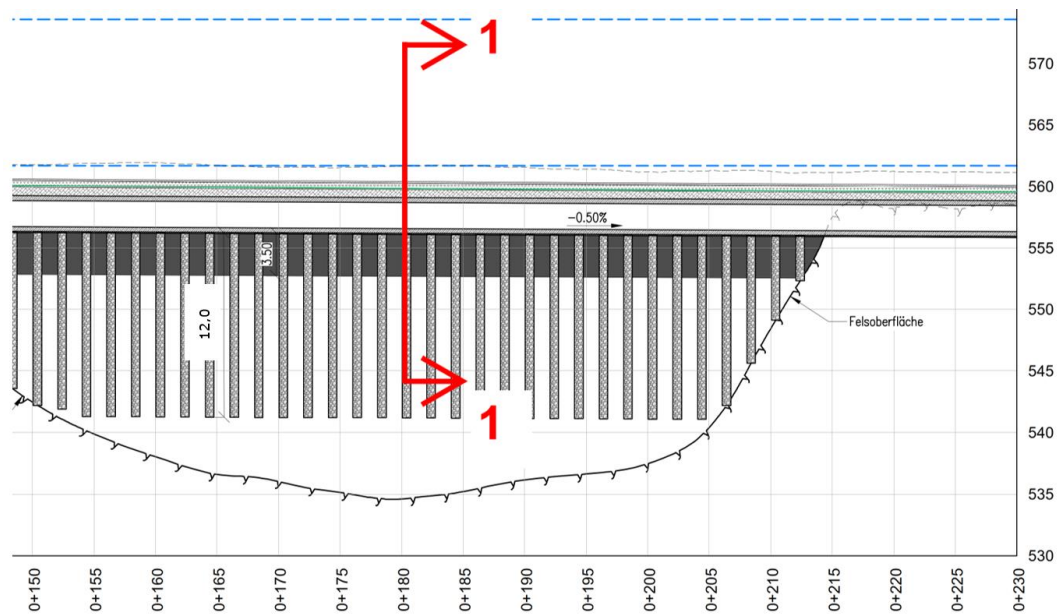


Abbildung 1: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 1-1 (Magerbetonfundament über 12 m RSS)

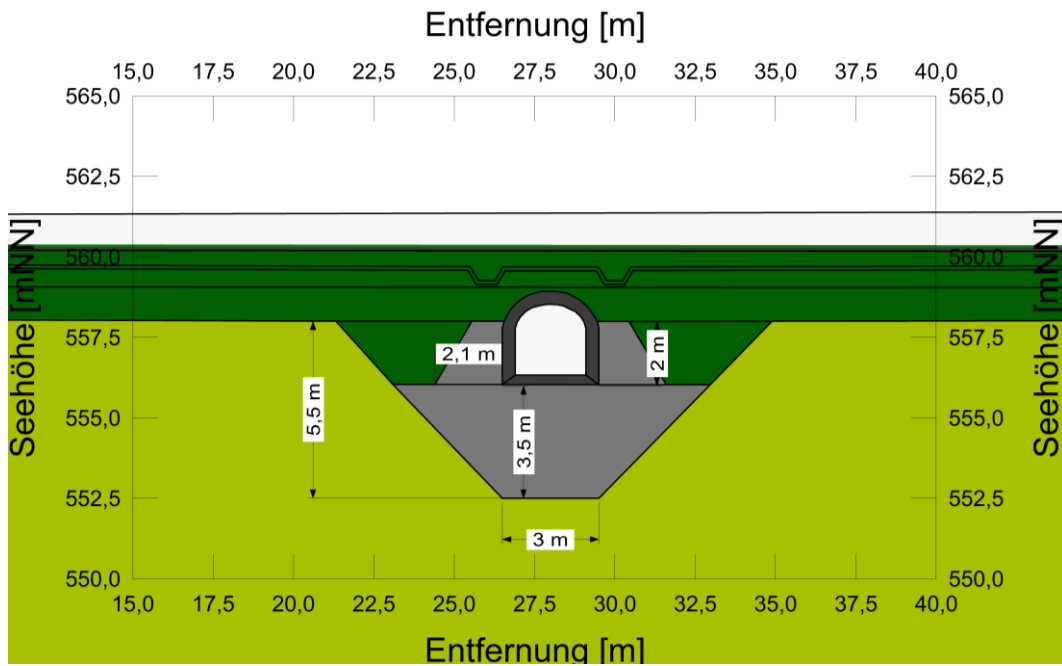


Abbildung 2: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 1-1

Tabelle 1: Materialparameter Schnitt 1-1

Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Elastic Modulus (kPa)	Effective Poisson's Ratio	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Dilation Angle (°)	Tensile Strength (kPa)
■	Asphalt (Dichtasphalt + Binderschicht)	Isotropic Elastic	23,5	40 000	0,2				
■	Flächenfilter/Tragschicht	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3	0	37,5	0	
■	Lockergestein/Versturzonenverfüllung	Mohr-Coulomb	19	29 700	0,3	5	27,5	0	
■	Magerbetonfundament	Isotropic Elastic	24	2 000 000	0,3				
■	Rüttelstopfsäulen	Mohr-Coulomb	19	59 429	0,3	0	43	0	0
■	Stahlbeton	Isotropic Elastic	25	30 000 000	0,2				

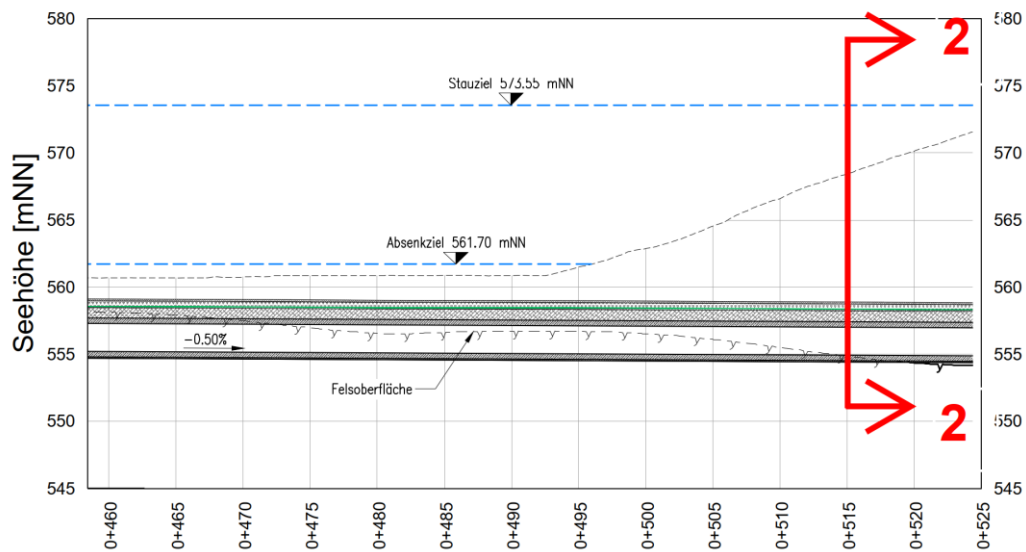


Abbildung 3: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 2-2 (Kontrollgang auf Fels, Wasser- + Dammauflast)

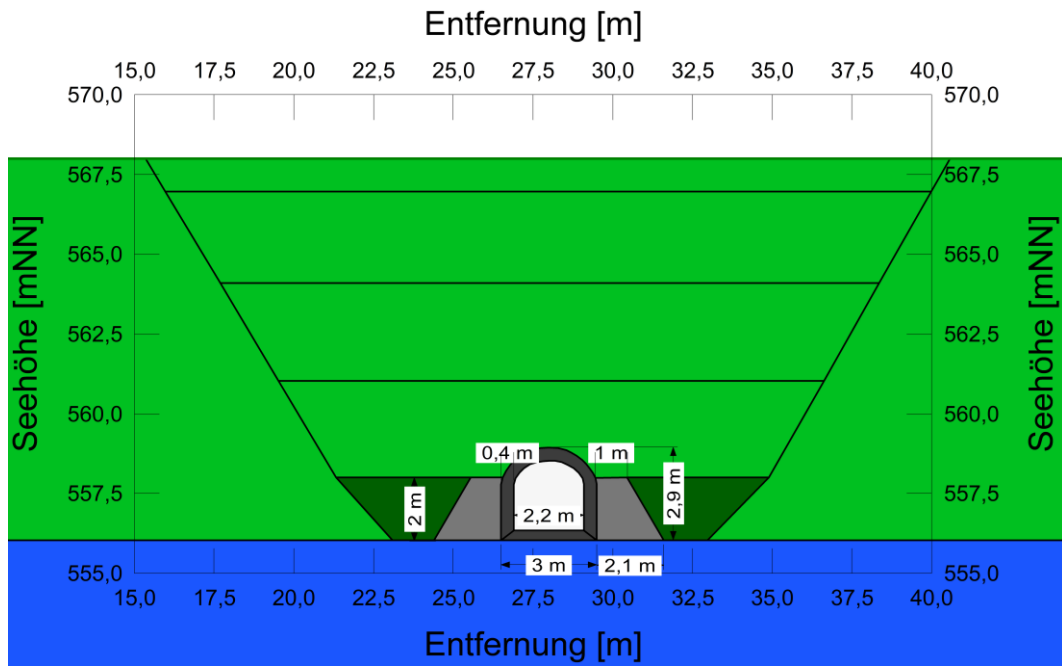


Abbildung 4: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 2-2

Tabelle 2: Materialparameter Schnitt 2-2

Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Elastic Modulus (kPa)	Effective Poisson's Ratio	UCS Intact (kPa)	Parameter mb	Parameter s	Parameter a	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Dilation Angle (°)	Tensile Strength (kPa)
■	Flächenfilter	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3					0	37,5	0	
■	Kalkstein	Generalized Hoek-Brown	25	1 560 000	0,25	80 000	0,622	0,0002	0,522			0	31
■	Magerbetonfundament	Isotropic Elastic	24	2 000 000	0,3								
■	Stahlbeton	Isotropic Elastic	25	30 000 000	0,2								
■	Steinschüttung	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3					0	37,5	0	

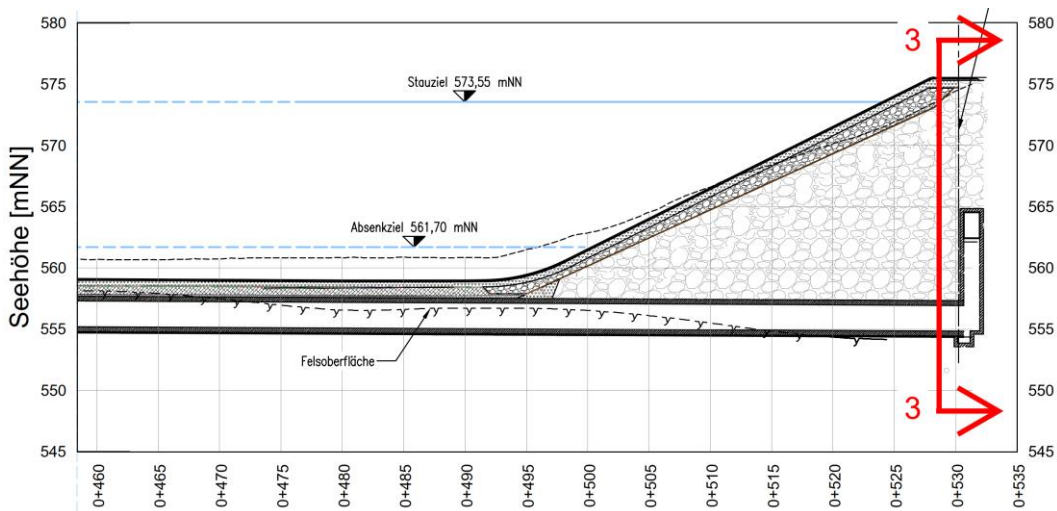


Abbildung 5: Längsschnitt - Repräsentativer Schnitt 3-3 (maximale Dammauflast)

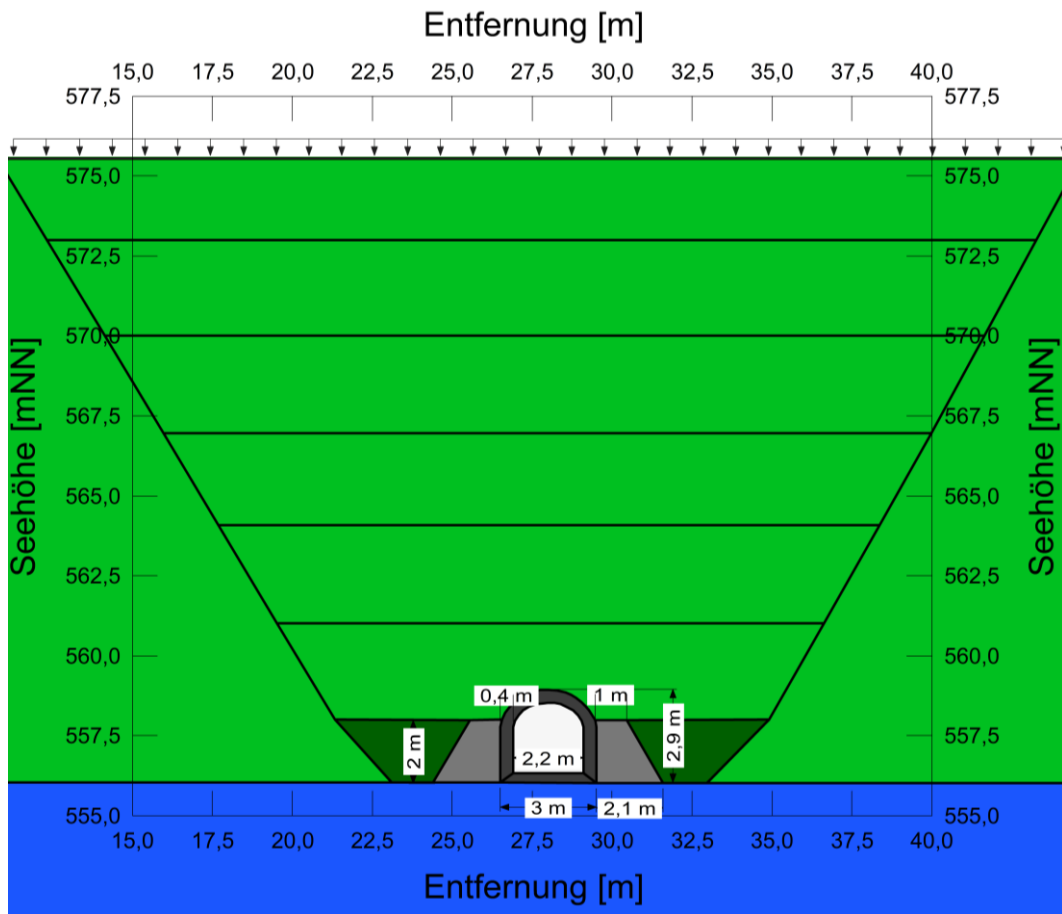


Abbildung 6: Querschnitt - Repräsentativer Schnitt 3-3 (Verkehrslast Dammkrone SLW 30 = 16,7 kN/m², vgl. [B2])

Tabelle 3: Materialparameter Schnitt 3-3

Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Elastic Modulus (kPa)	Effective Poisson's Ratio	UCS Intact (kPa)	Parameter mb	Parameter s	Parameter a	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Dilation Angle (°)	Tensile Strength (kPa)
■	Flächenfilter/Tragschicht	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3					0	37,5	0	
■	Kalkstein	Generalized Hoek-Brown	25	1 560 000	0,25	80 000	0,622	0,0002	0,522			0	31
■	Magerbetonfundament	Isotropic Elastic	24	2 000 000	0,3								
■	Stahlbeton	Isotropic Elastic	25	30 000 000	0,2								
■	Steinschüttung	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3					0	37,5	0	

1.4 Längsschnitt

Abbildung 7 zeigt den Berechnungslängsschnitt entlang des Kontrollganges. Der Kontrollgang ist in 15m lange Blockabschnitte unterteilt. Zwischen den Blockabschnitten wurde eine Dauerelastische Fugenmasse modelliert um in der Finite Elemente Analyse (FEA) Verdrehung der Blöcke zuzulassen.

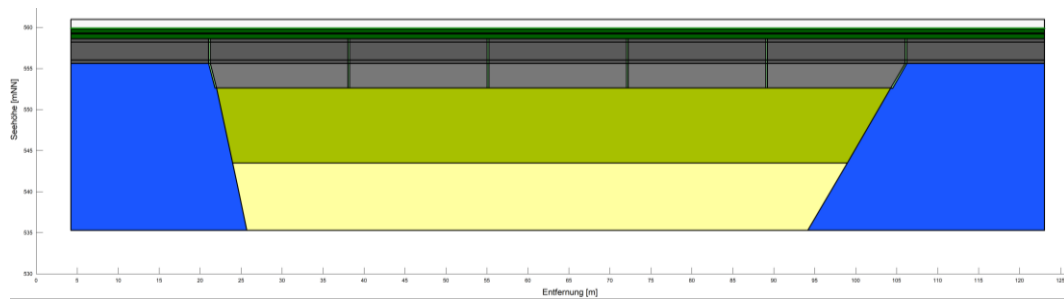


Abbildung 7: Längsschnitt im Bereich der Störzone

Tabelle 4: Materialparameter Längsschnitt

Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Elastic Modulus (kPa)	Effective Poisson's Ratio	UCS Intact (kPa)	Parameter mb	Parameter s	Parameter a	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Dilation Angle (°)	Tensile Strength (kPa)
■	Asphalt (Dichtasphalt + Binderschicht)	Isotropic Elastic	23,5	40 000	0,2								
■	Dauerelastische Fugenmasse	Mohr-Coulomb Hardening/Softening	21	25	0,3					1 000 000	0	0	
■	Flächenfilter/Tragschicht	Mohr-Coulomb	21,5	45 000	0,3					0	37,5	0	
■	Kalkstein	Generalized Hoek-Brown	25	1 560 000	0,25	80 000	0,622	0,0002	0,522			0	31
■	Lockergestein/Versturzonenverfüllung	Mohr-Coulomb	19	29 700	0,3					5	27,5	0	
■	Magerbetonfundament	Isotropic Elastic	24	2 000 000	0,3								
■	Rüttelstopfsäulen	Mohr-Coulomb	19	59 429	0,3					0	43	0	0

2 FE-Berechnungen Geotechnik

2.1 Grundlagen

Für die gewählten Querschnitte (siehe Abschnitt 1) wurden Spannungs-/Verformungsberechnungen mittels der Software Geostudio 2021.4 geführt. Die Wasserauflast wurde in allen Berechnung mit 575,55mNN (SZ/Dammkrone) angesetzt. Sämtliche Berechnungen wurden mit charakteristischen Materialparameter geführt.

Vorzeichenkonvention: Y Richtung = Vertikal (+ ... nach oben), X Richtung = Horizontal (+ ... nach rechts)

2.1.1 Berechnungssoftware

Nr.	Inhalt
[1]	GeoStudio 2021.4, Seequent

2.2 Querschnitt 1-1

Tabelle 1 zeigt die berücksichtigten Materialparameter und Stoffgesetze.

2.2.1 Y-Spannungen

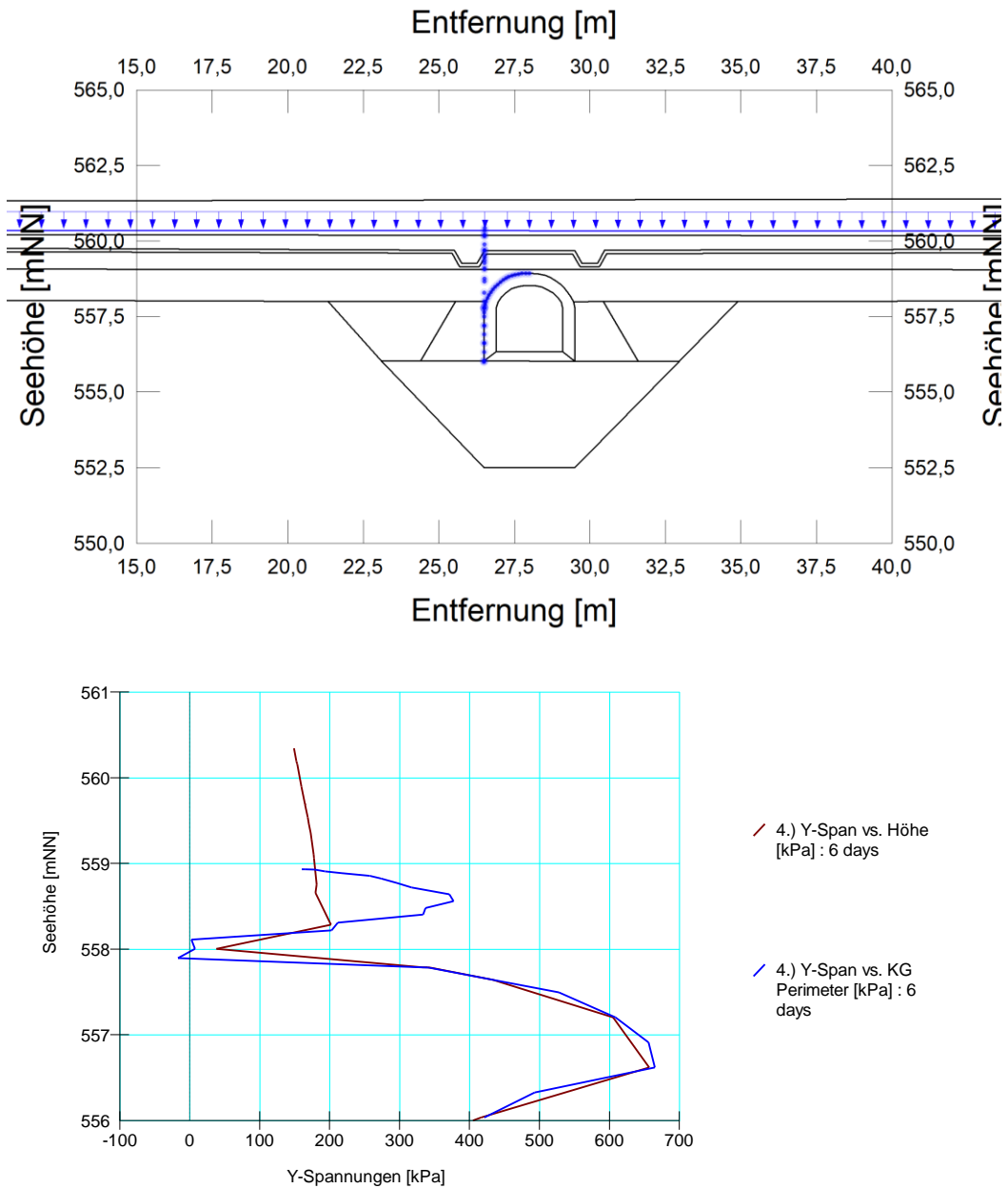


Abbildung 8: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

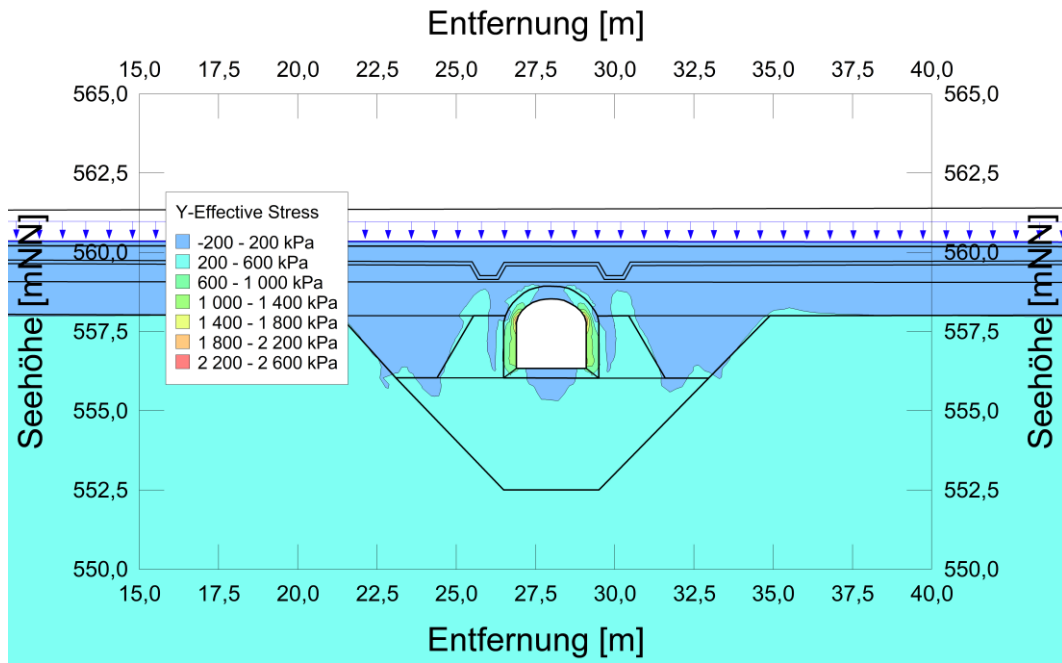


Abbildung 9: Y-Spannungen SZ 575,55 mNN

2.2.2 X-Spannungen

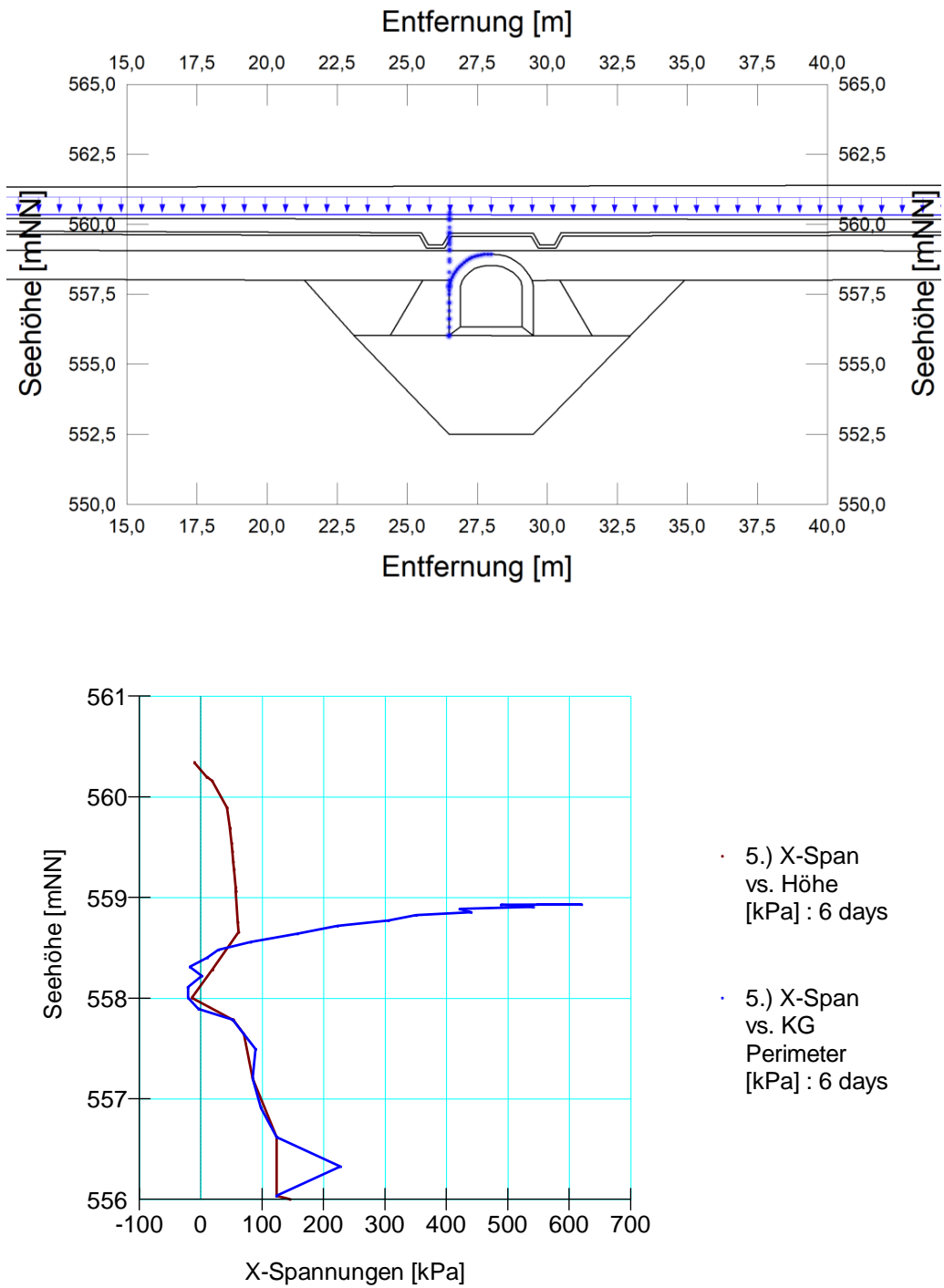


Abbildung 10: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

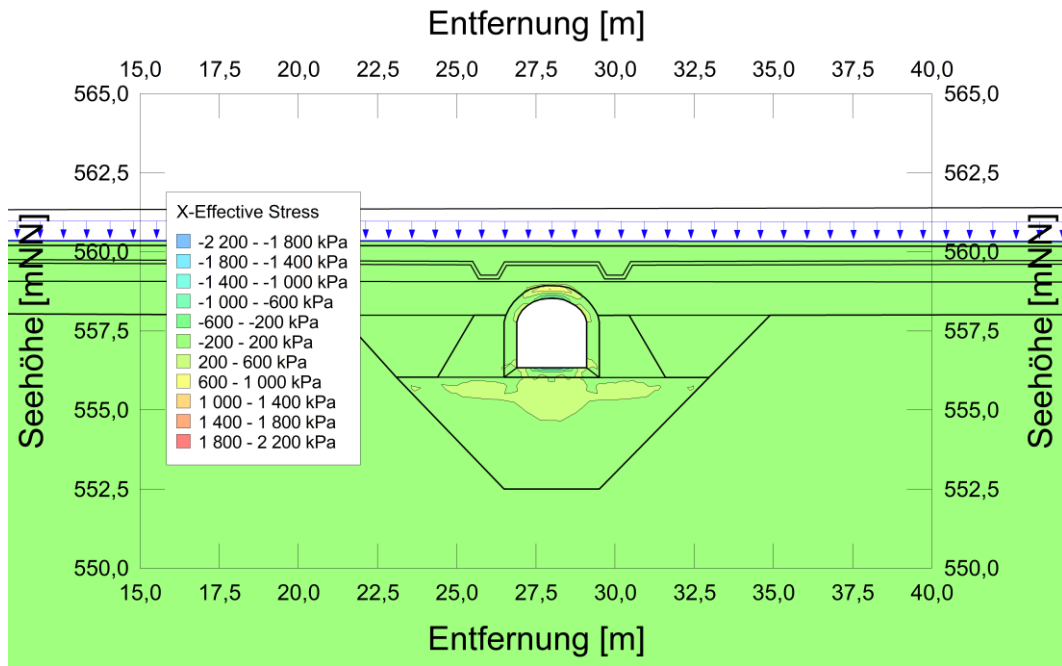


Abbildung 11: X-Spannungen SZ 575,55 mNN

2.2.3 X-Verformungen

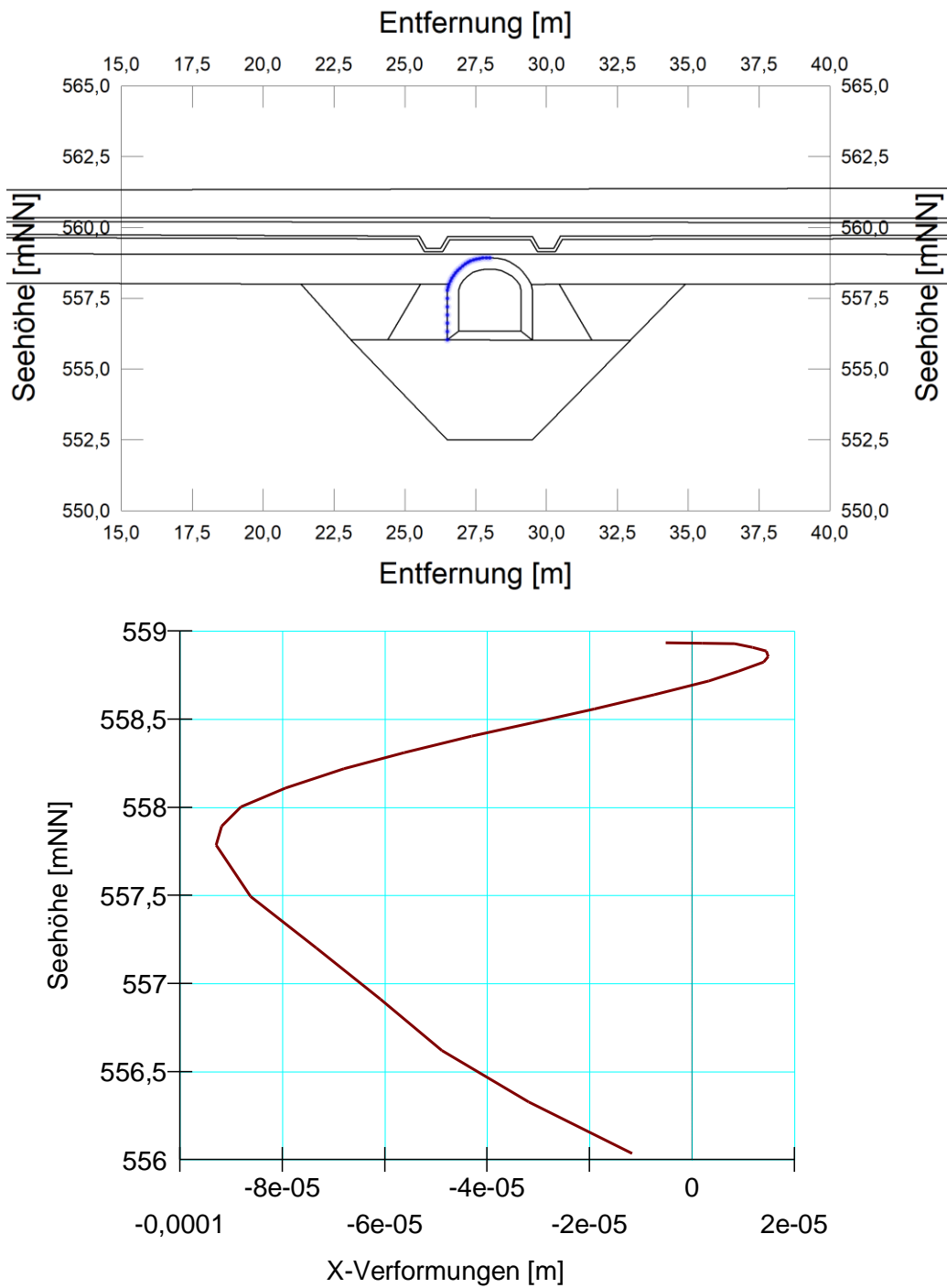


Abbildung 12: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

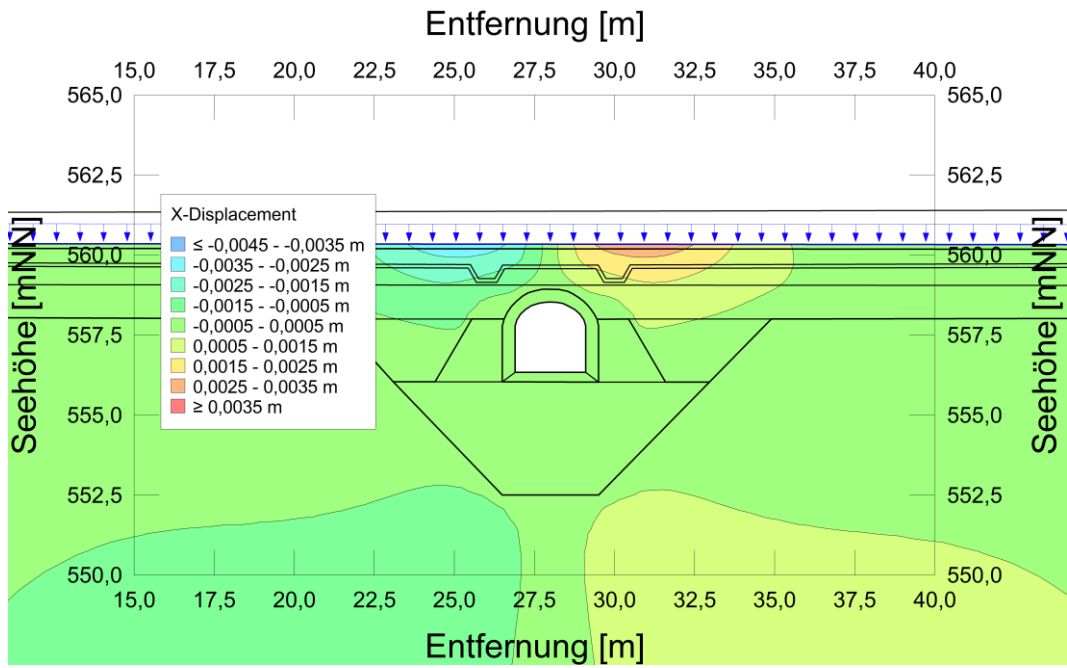


Abbildung 13: X-Verformungen SZ 575,55 mNN

2.2.4 Y-Verformungen

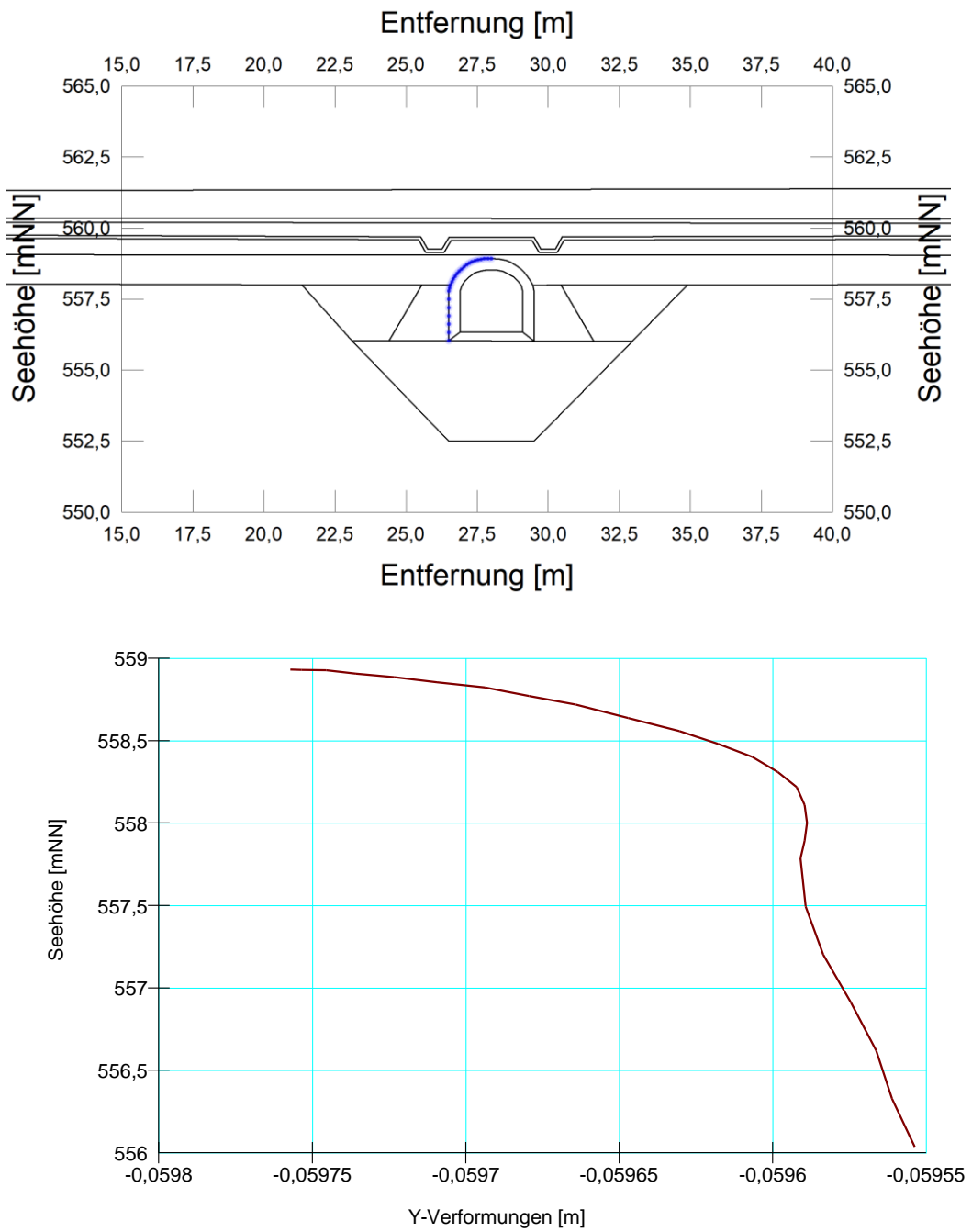


Abbildung 14: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

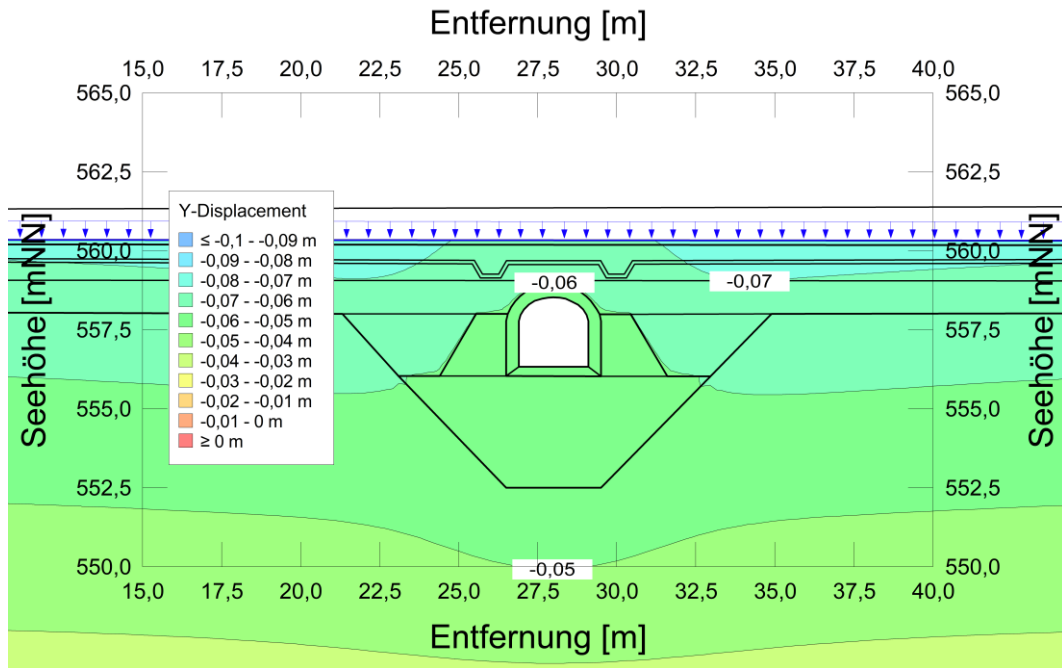


Abbildung 15: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN

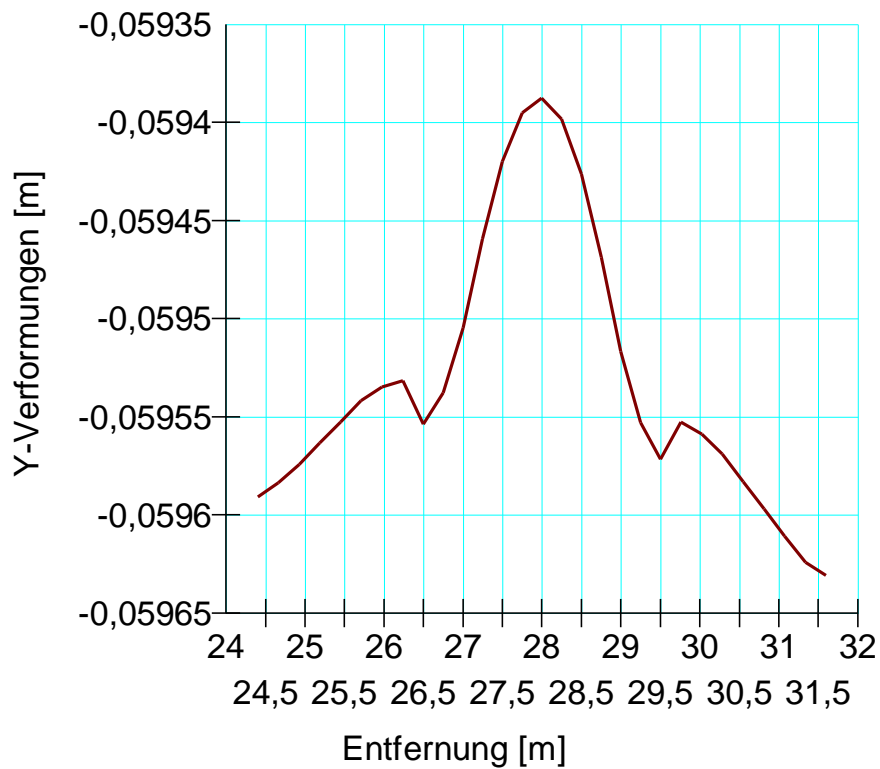


Abbildung 16: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche

2.3 Querschnitt 2-2

Tabelle 2 zeigt die berücksichtigten Materialparameter und Stoffgesetze.

2.3.1 Y-Spannungen

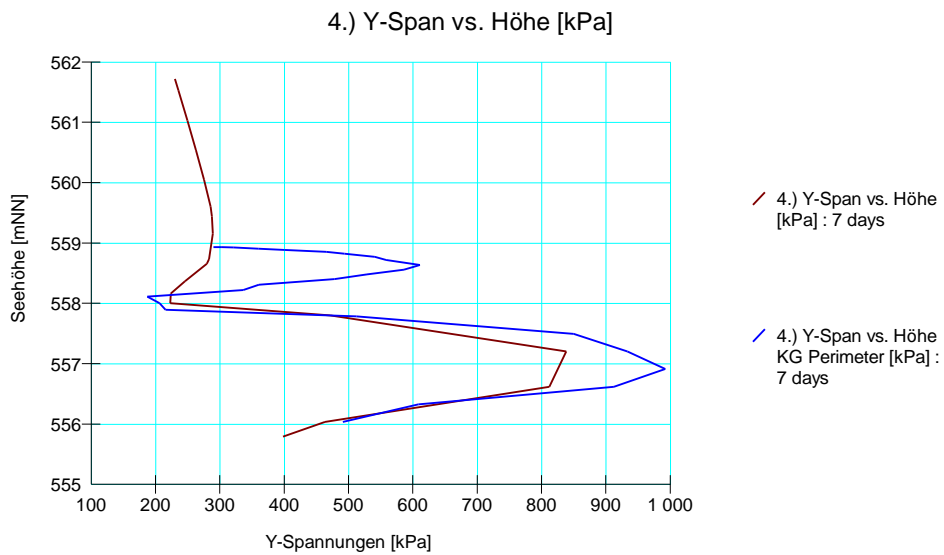
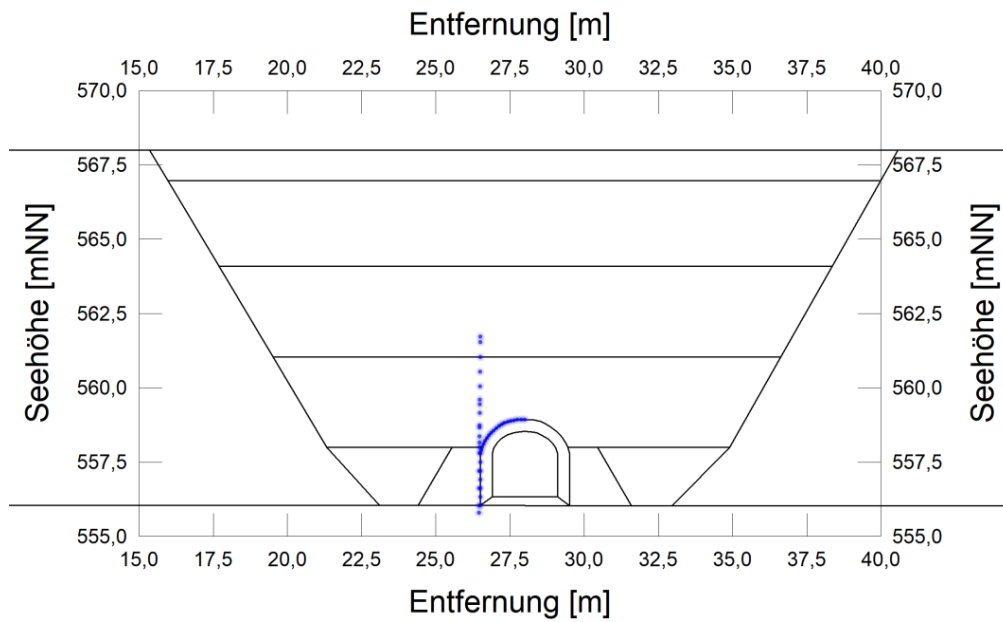


Abbildung 17: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

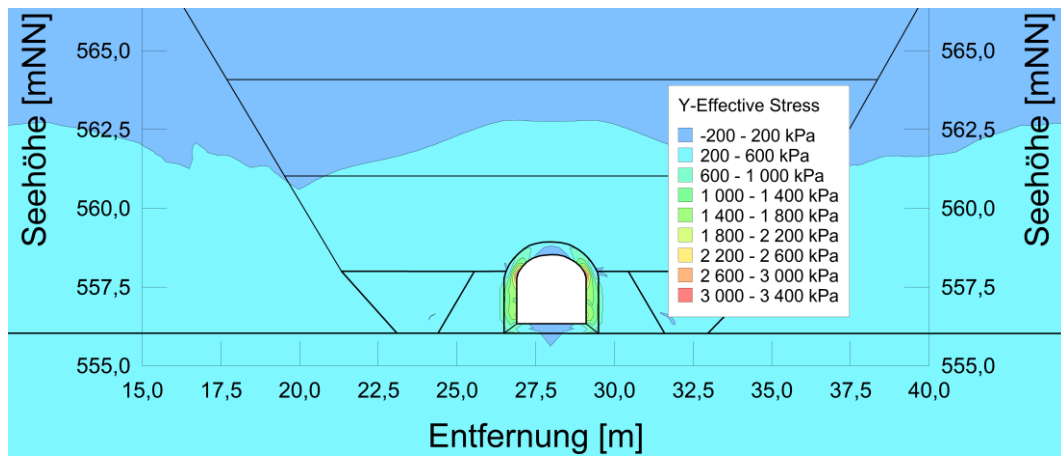
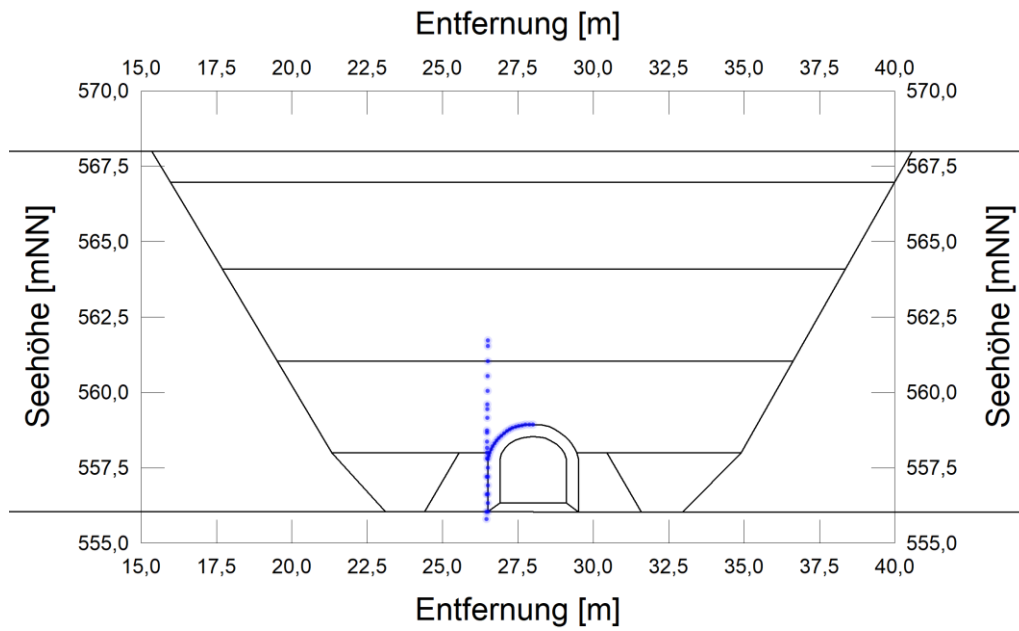


Abbildung 18: Y-Spannungen SZ 575,55 mNN

2.3.2 X-Spannungen



5.) X-Spannungen vs. Höhe [kPa]

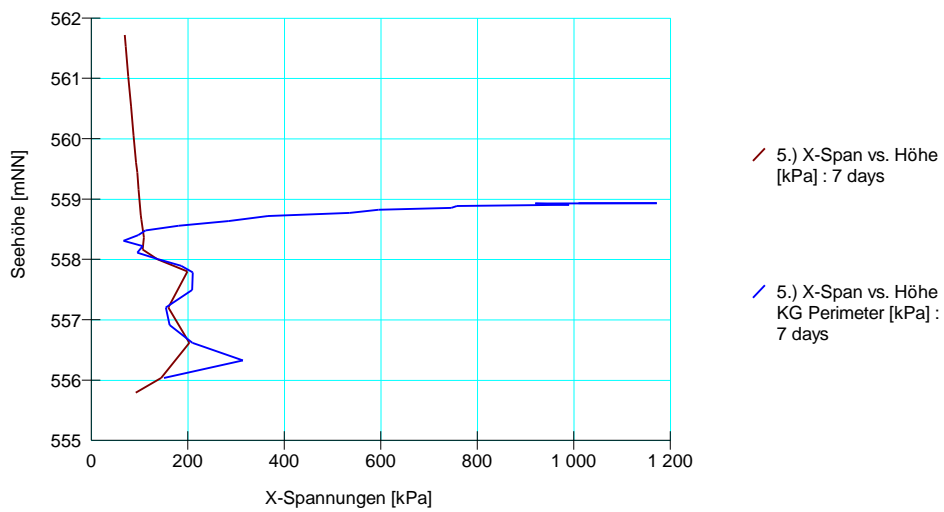


Abbildung 19: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

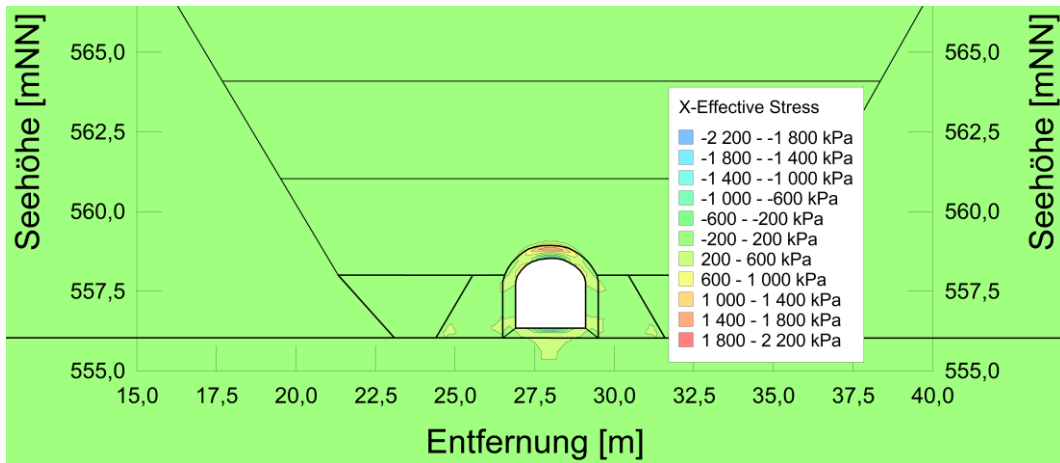


Abbildung 20: X-Spannungen SZ 575,55 mNN

2.3.3 X-Verformungen

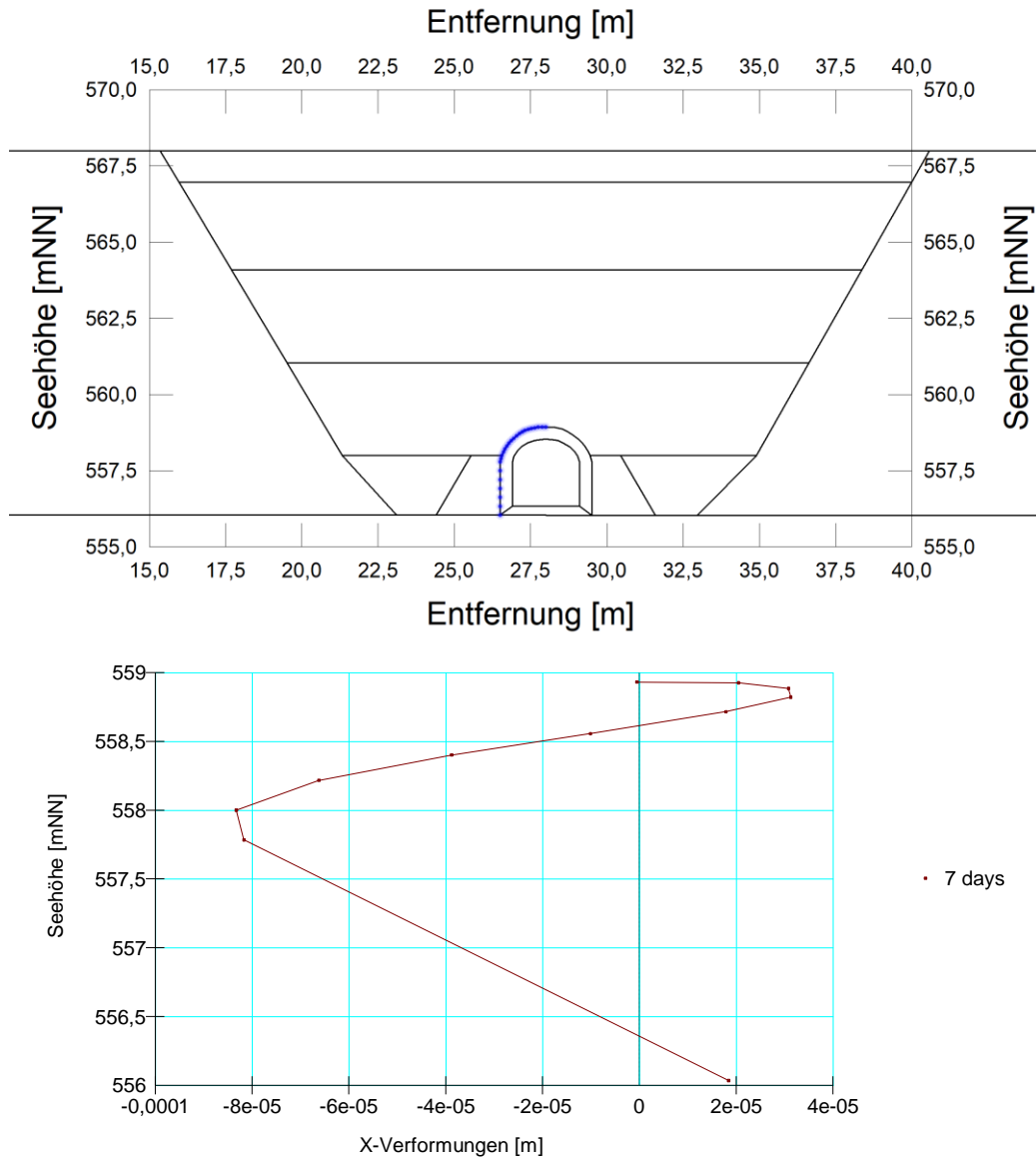


Abbildung 21: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

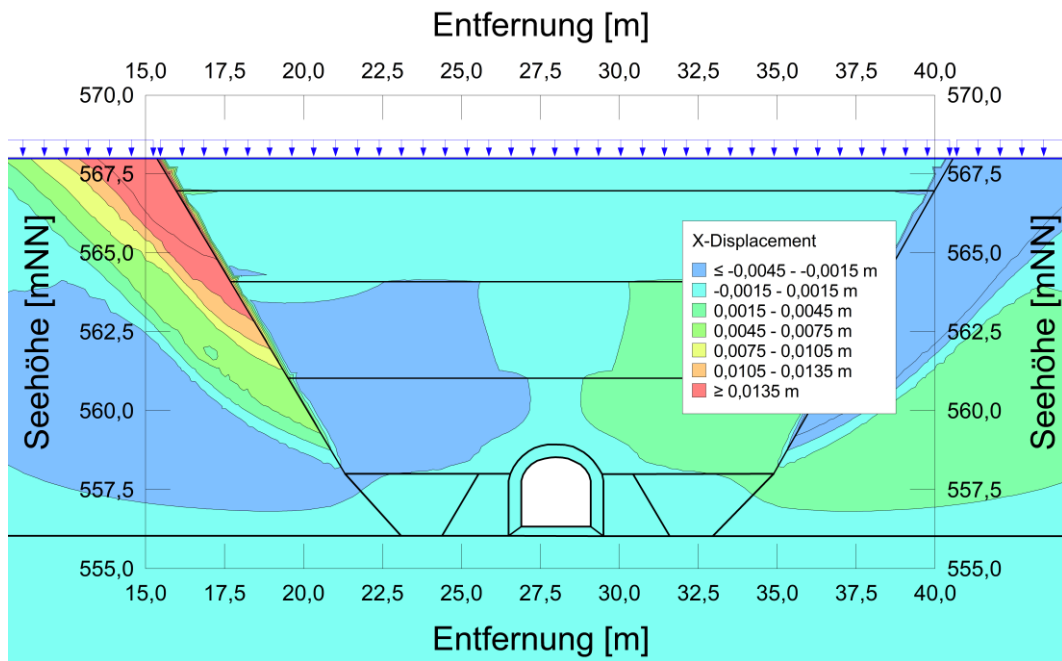
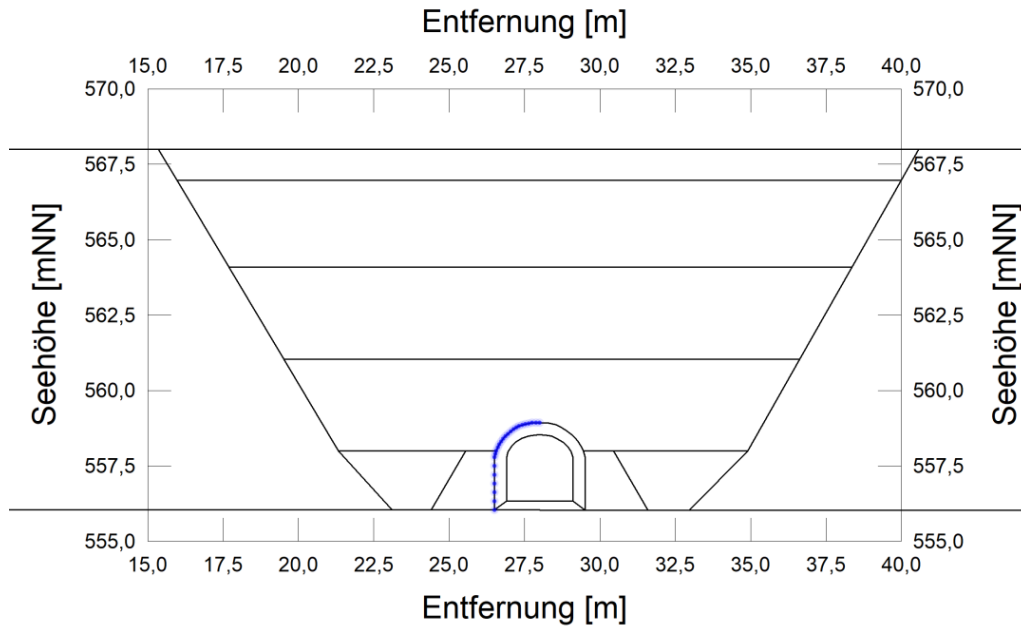


Abbildung 22: X-Verformungen SZ 575,55 mNN

2.3.4 Y-Verformungen



9.) Y-Verf. Knotenpunkte KG Perimeter [m]

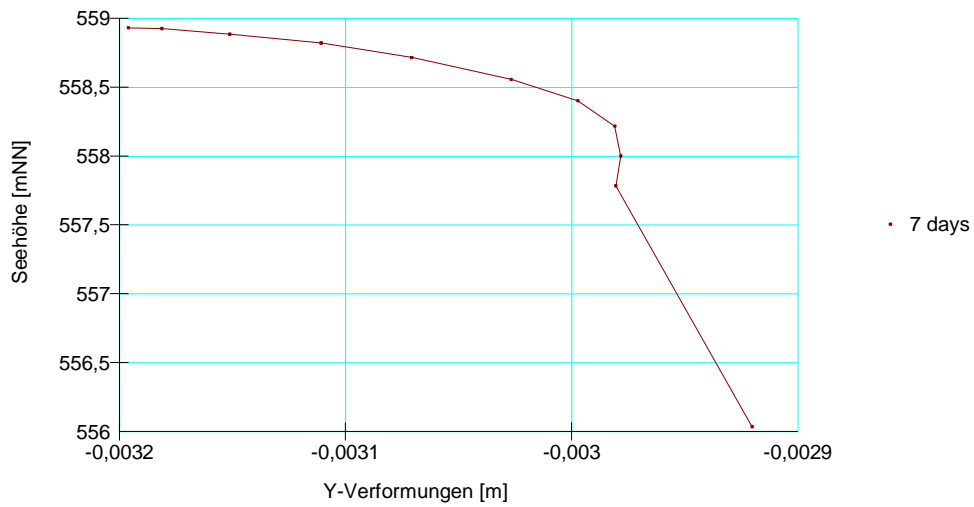


Abbildung 23: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

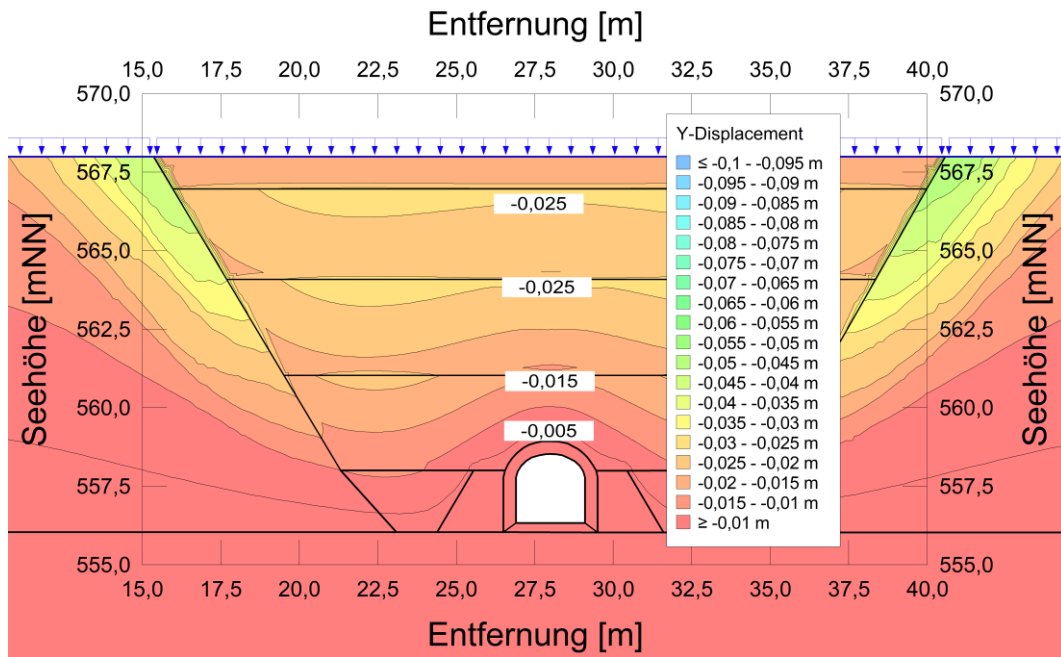


Abbildung 24: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN

Verformungen KG Aufstandsfläche

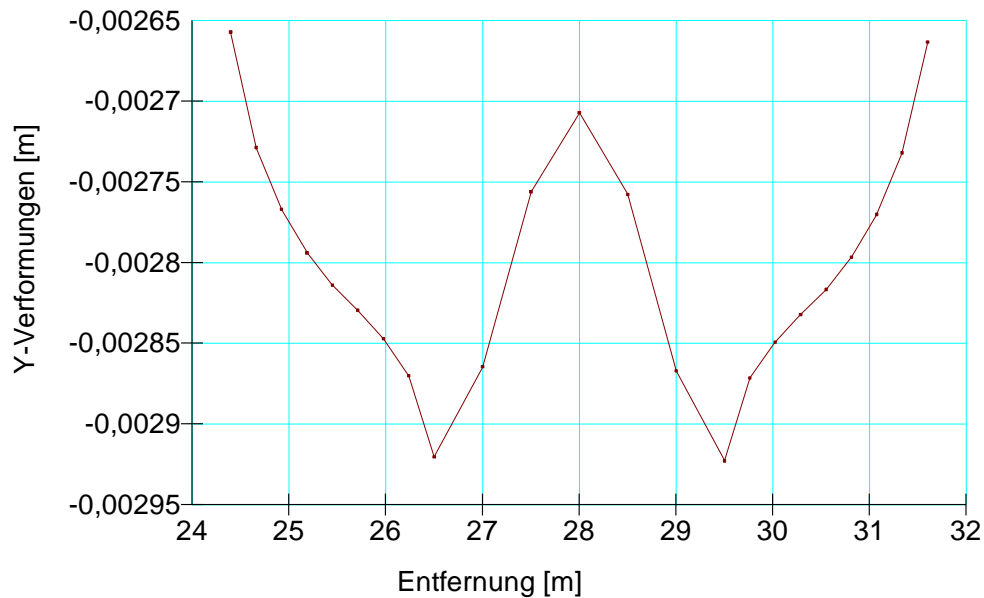
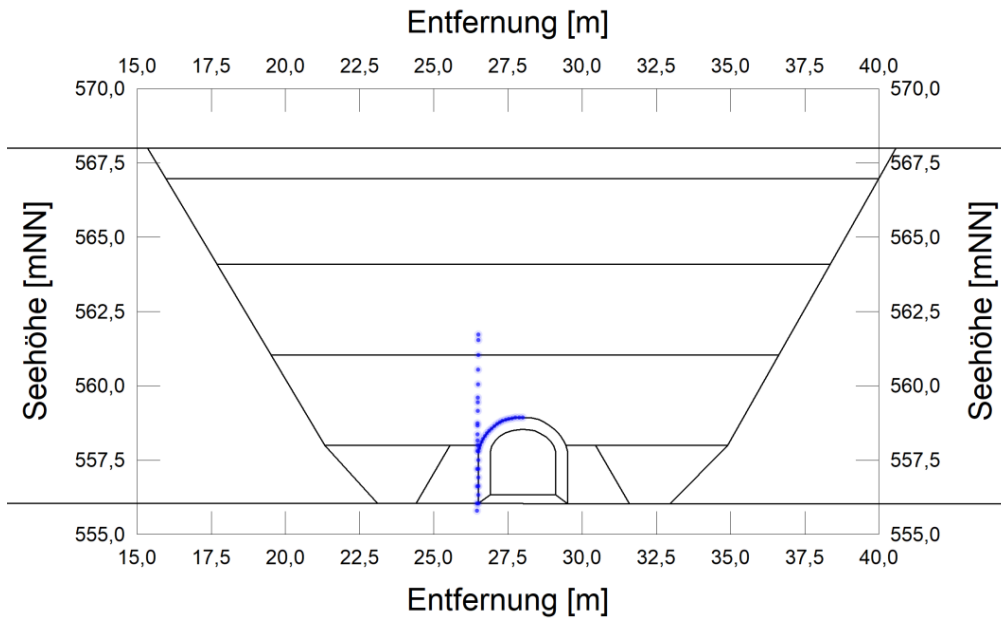


Abbildung 25: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche

2.4 Querschnitt 3-3

Tabelle 2 zeigt die berücksichtigten Materialparameter und Stoffgesetze. Auf der Dammkrone wurde die Verkehrslast SLW 30 = 16,7 kN/m² (vgl. [B2]) angesetzt.

2.4.1 Y-Spannungen



4.) Y-Span vs. Höhe [kPa]

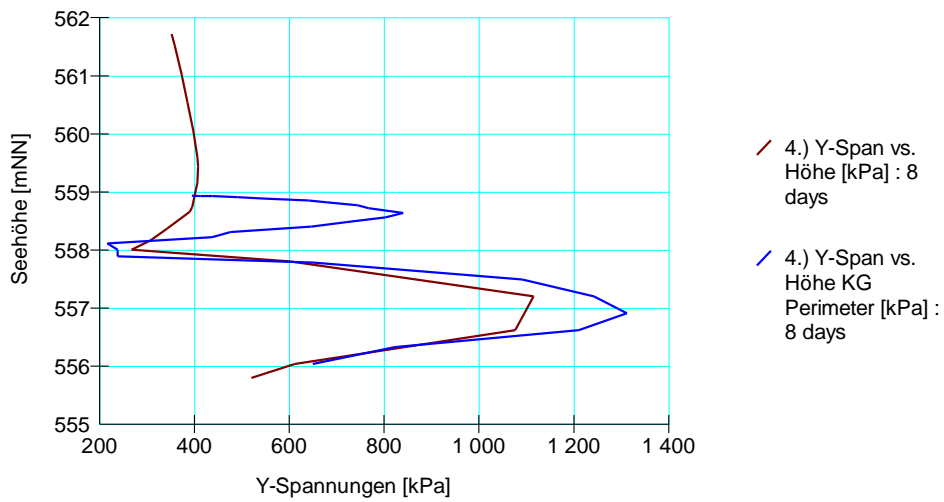


Abbildung 26: Y-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

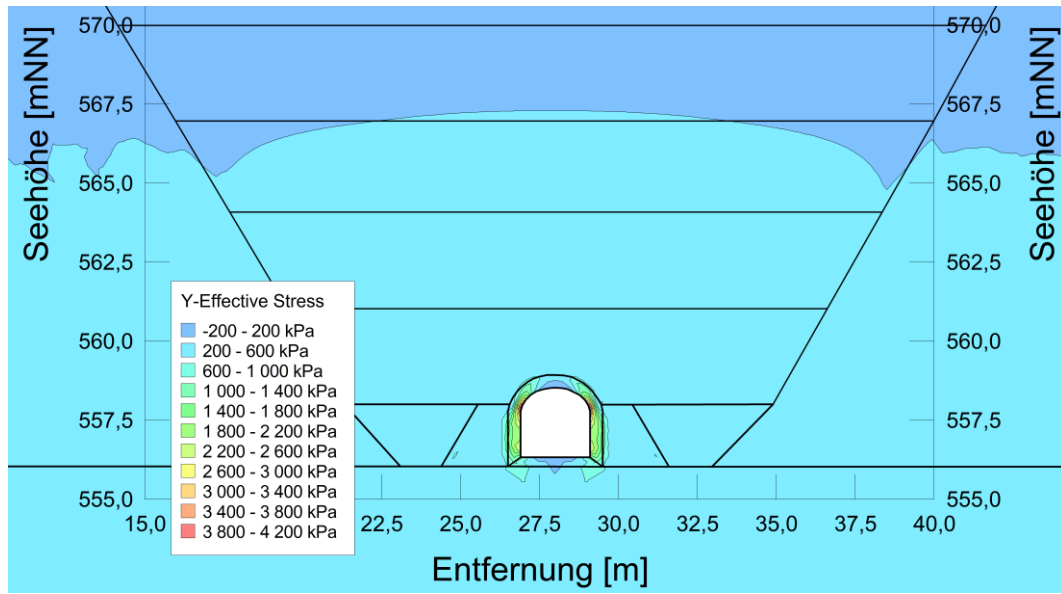
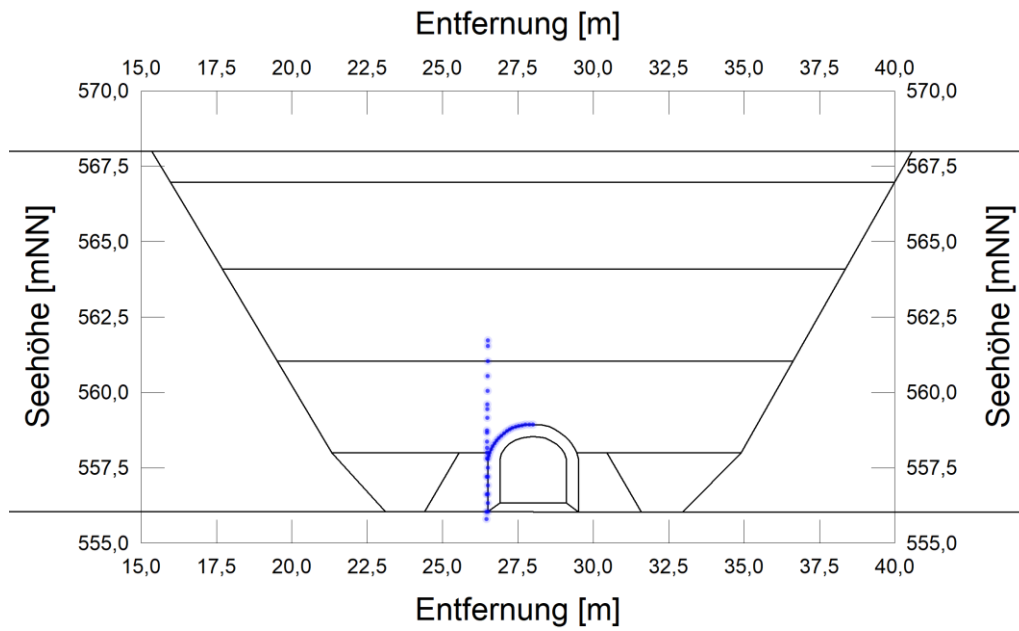


Abbildung 27: Y-Spannungen

2.4.2 X-Spannungen



5.) X-Spannungen vs. Höhe [kPa]

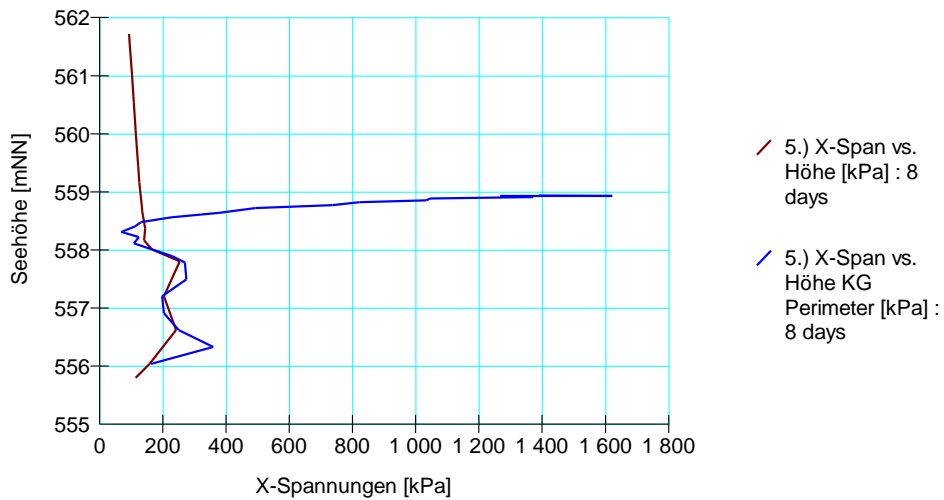


Abbildung 28: X-Spannungen über Höhe bzw. Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

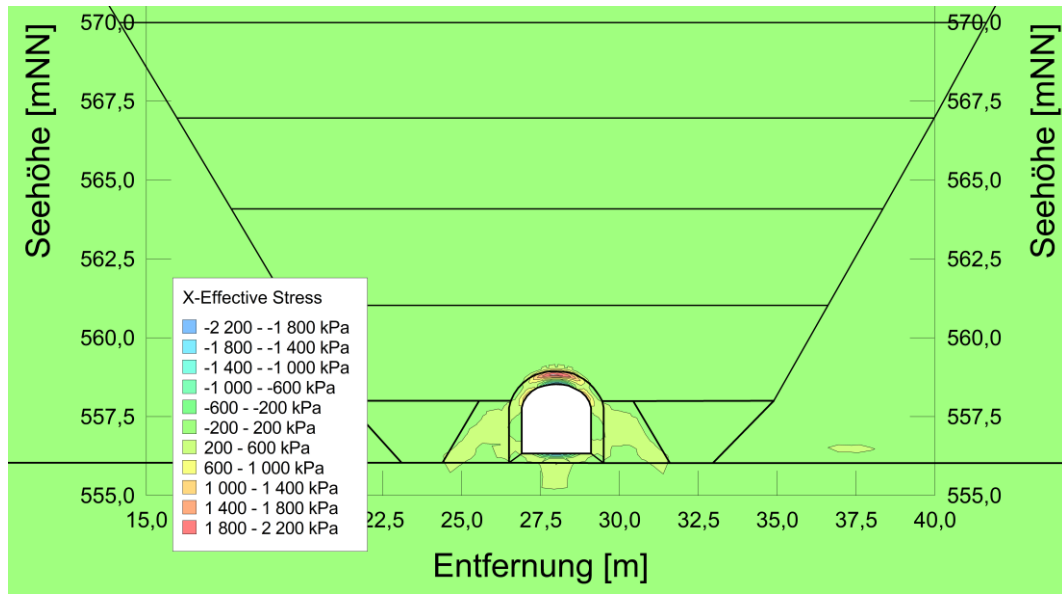


Abbildung 29: X-Spannungen

2.4.3 X-Verformungen

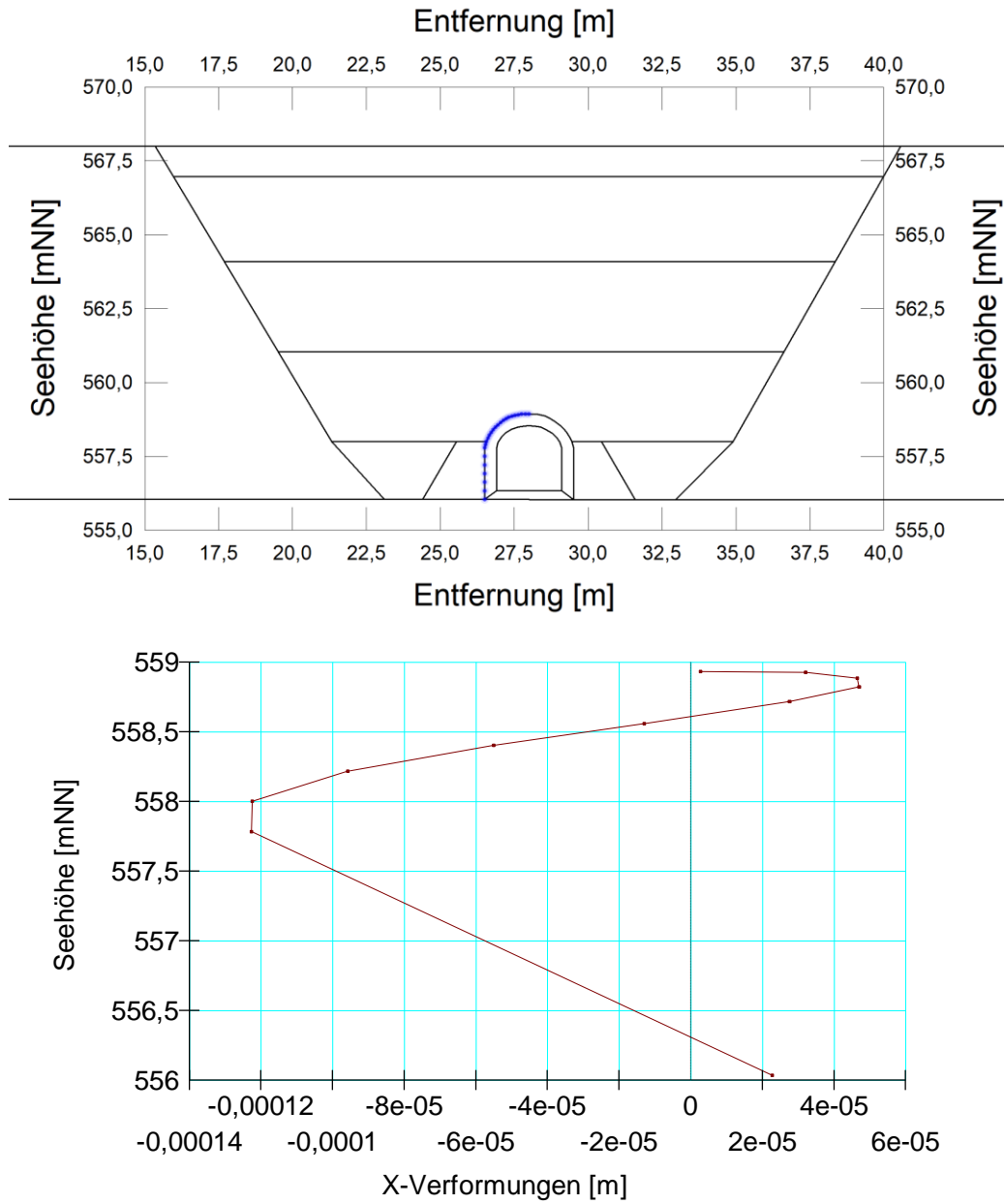


Abbildung 30: X-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

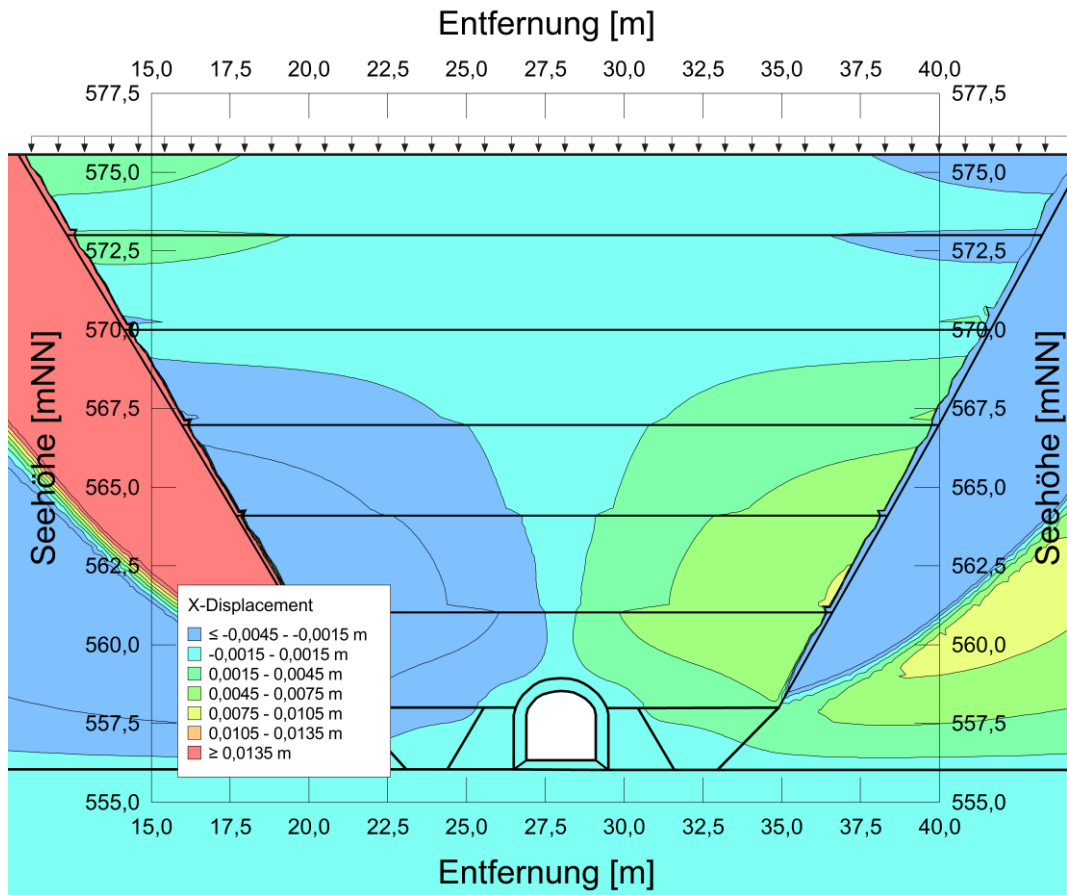
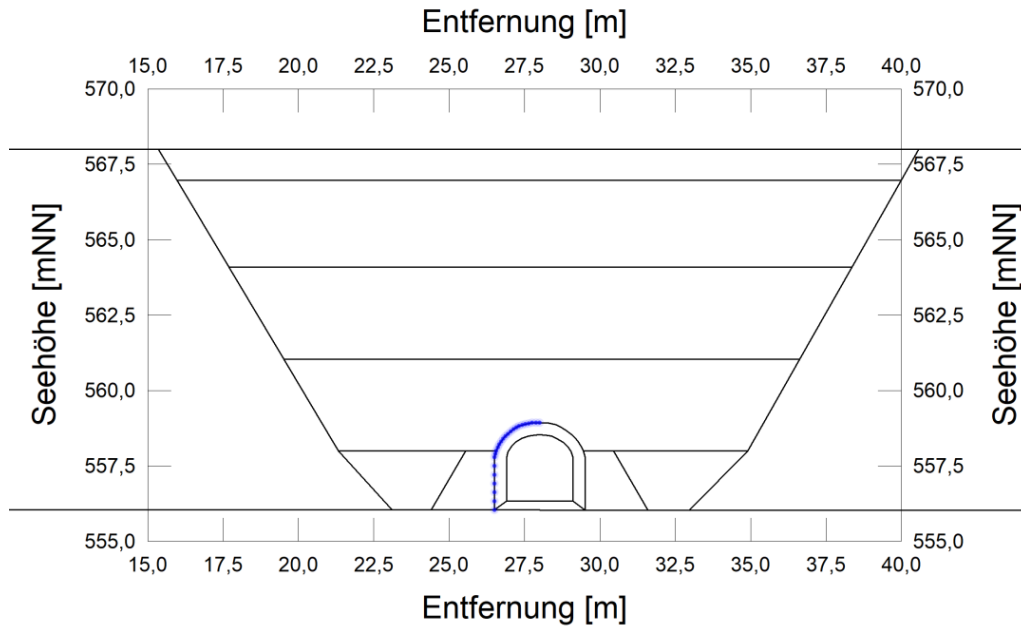


Abbildung 31: X-Verformungen

2.4.4 Y-Verformungen



9.) Y-Verf. Knotenpunkte KG Perimeter [m]

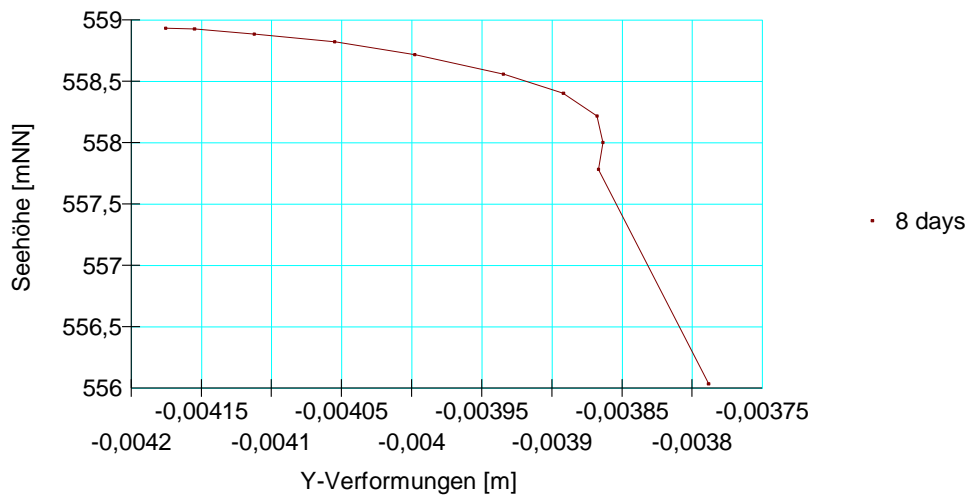


Abbildung 32: Y-Verformungen entlang Kontrollgangperimeter (Datenauslesepunkte blau)

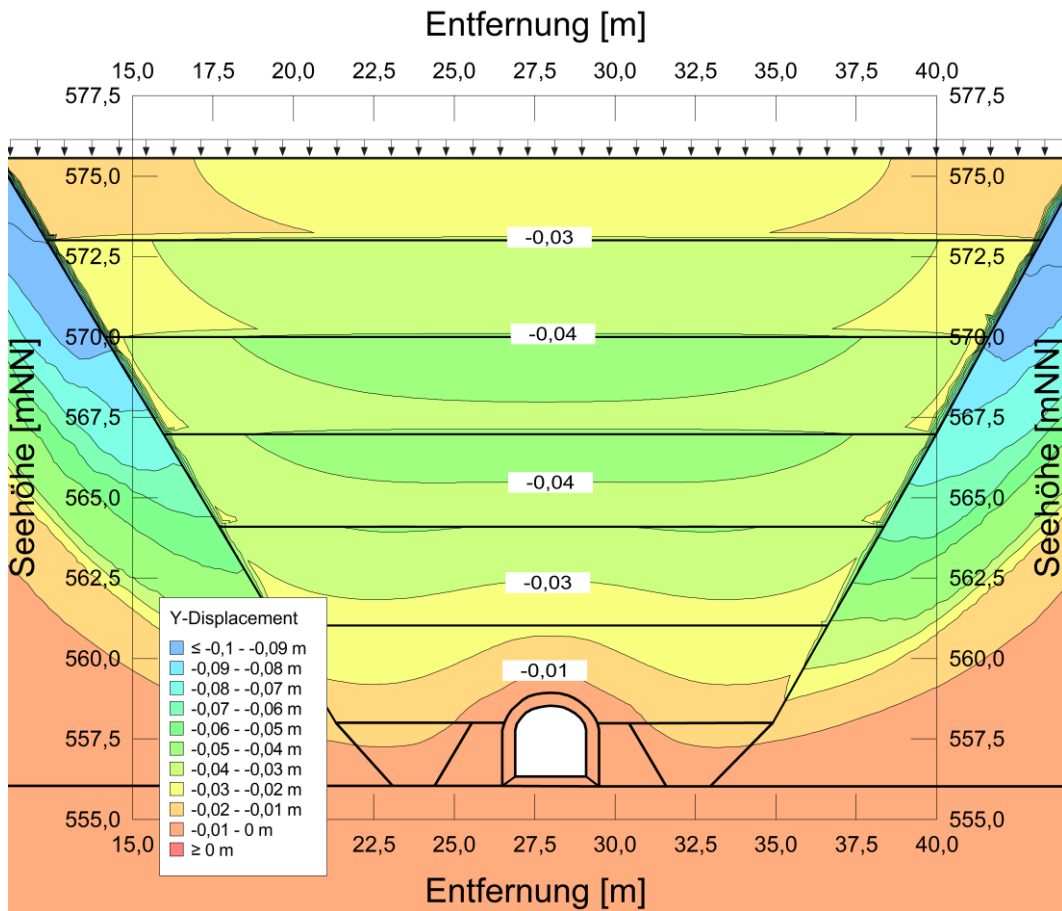


Abbildung 33: Y-Verformungen

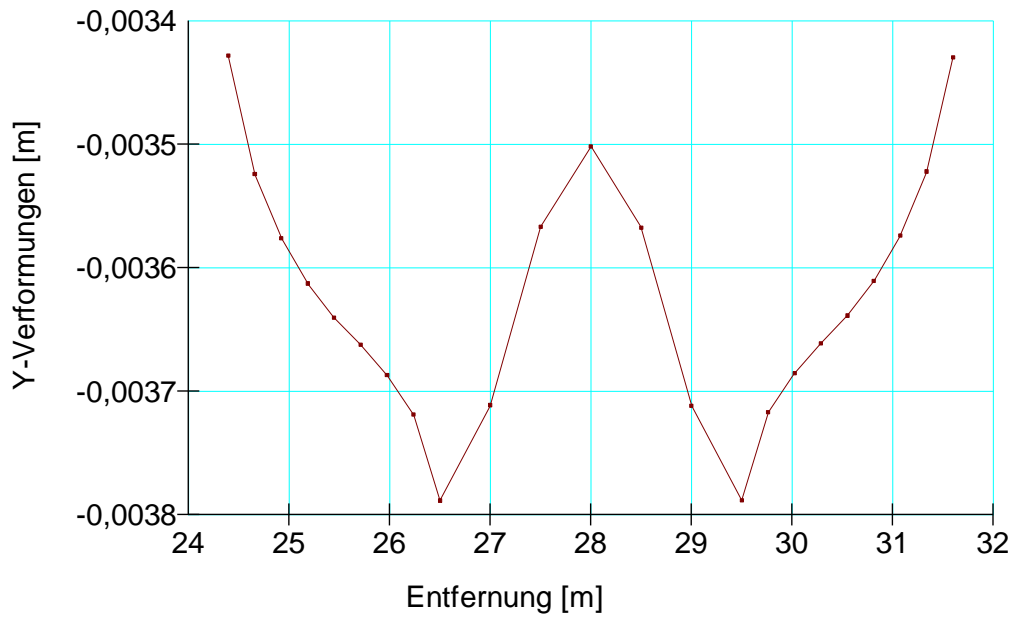


Abbildung 34: Y-Verformungen entlang Kontrollgang Aufstandsfläche

2.5 Längsschnitt im Bereich der Versturzzone

Für die Ermittlung einer möglichst realitätsnahen Verformungsfiguren (siehe Abbildung 36) wurden die Kontrollgangabschnitte von einander „entkoppelt“. Zwischen den Blockabschnitten wurde eine Dauerelastische Fugenmasse („weiche“ Verbindungselement - „peaks“ in Verformungsline - Abbildung 36) modelliert um in der Finite Elemente Analyse (FEA) Verdrehung der Blöcke zuzulassen.

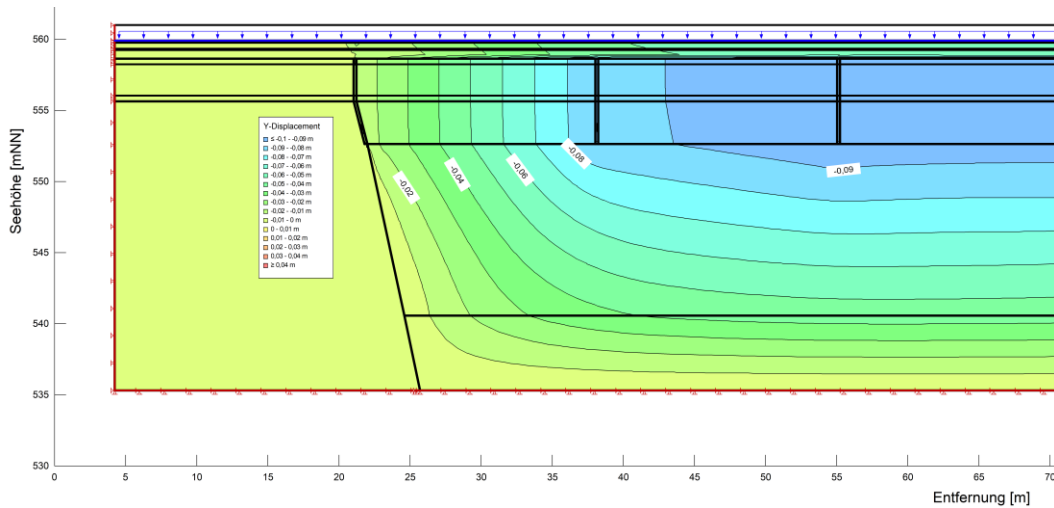


Abbildung 35: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN

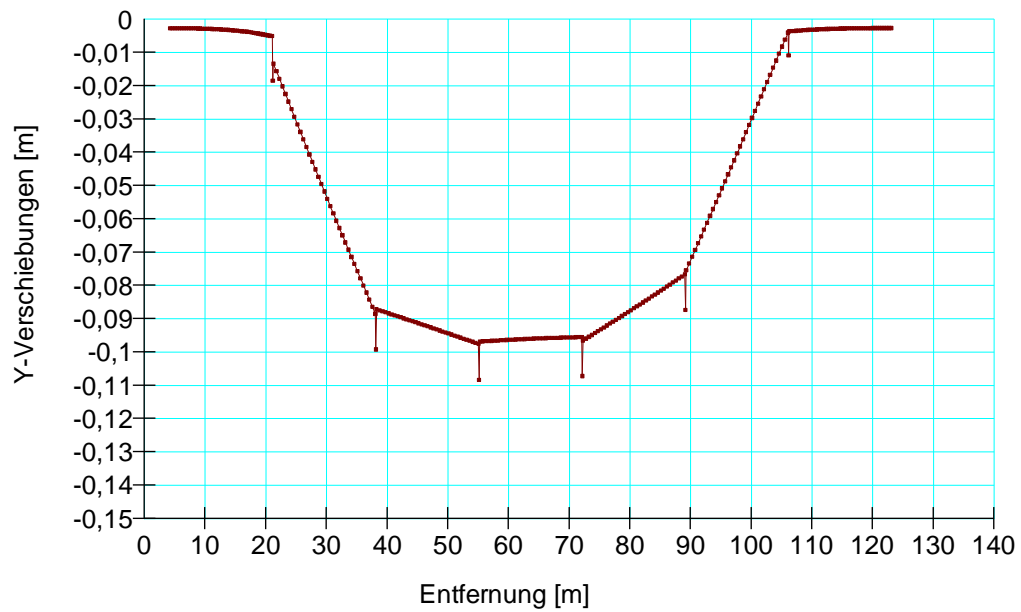


Abbildung 36: Y-Verformungen SZ 575,55 mNN

3 Betonstatik

3.1 Grundlagen

3.1.1 Berechnungssoftware

Tabelle 5: Verwendete Berechnungssoftware

Nr.	Inhalt
[2]	InfoCAD Version 21.20, Infograph GmbH, Aachen, Deutschland
[3]	ConDim 8.0.2, Thomas Lorenz, Graz, 16.07.2020

3.2 Strukturbeschreibung

Siehe Abschnitt 1.

3.3 Baugrund

3.3.1 Bettung

Die Bettungsmuldwerte für die FE-Modelle wurden entsprechend der geotechnischen Berechnung abgeleitet, um die Deformationen aus geotechnischem Modell und statischen Modell in Einklang zu bringen. Dazu wird im statischen Modell ein Bettungswert angenommen und die Deformation im System berechnet. Diese resultierende Deformation wird mit dem geotechnischen Modell (vgl. Abschnitt 2) abgeglichen und bei maßgebenden Differenzen die Bettungsmodule im statischen Modell angepasst. Am Ende dieses Iterationsprozesses resultieren folgende Werte die in den Berechnungen angesetzt wurden.

$$b_{v, QS_{1-1}, \text{Fläche}, \text{Fundamentplatte}, \text{Verbruch}} = 0,9 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v, QS_{1-1}, \text{Rand}, \text{Fundamentplatte}, \text{Verbruch}} = 15,2 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{h, QS_{1-1}, \text{Fläche}, \text{Wände}, \text{Magerbeton}} = 150 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v-h, QS_{1-1}, \text{Fläche}, \text{Gewölbe}, \text{Einschüttung}} = 30 \frac{MN}{m^3}$$

Die Bettungsmodule zwischen Querschnitt 1-1 und 2-2 unterscheiden sich maßgeblich, was auf die unterschiedliche Gründungssituation zurückzuführen ist. Um die hohen Deformationen zu simulieren sind die Bettungsmodule in vertikaler Richtung zusätzlich geringer. Die Bettungsmodule für das Gewölbe wurden aus programmtechnischen Hintergrund stark reduziert um ein Anspringen aufgrund des hohen Steifigkeitsunterschiedes zwischen Gewölbe- und Fundamentbettung zu unterbinden.

$$b_{v, QS_{2-2}, \text{Fläche}, \text{Fundamentplatte}, \text{Kalkstein}} = 40 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v, QS_{2-2}, \text{Rand}, \text{Fundamentplatte}, \text{Kalkstein}} = 590 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{h, QS_{2-2}, \text{Fläche}, \text{Wände}, \text{Magerbeton}} = 1300 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v-h, QS_{2-2}, \text{Fläche}, \text{Gewölbe}, \text{Einschüttung}} = 1300 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v, QS_3-3, Fläche, Fundamentplatte, Kalkstein} = 40 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v, QS_3-3, Rand, Fundamentplatte, Kalkstein} = 570 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{h, QS_3-3, Fläche, Wände, Magerbeton} = 1100 \frac{MN}{m^3}$$

$$b_{v-h, QS_3-3, Fläche, Gewölbe, Einschüttung} = 1100 \frac{MN}{m^3}$$

Die sehr hohe horizontale Bettung ist nichtlinear gerechnet und fällt auf Zug aus um die Möglichkeit zu simulieren, dass das Gewölbe/die Wand lokal vom Erdreich weggedrückt werden kann. Dadurch stellen sich sehr ähnliche Deformationsverhalten zwischen geotechnische und statischen Modell ein. Damit wird gewährleistet, dass die Erddrücke und Lasten in das Betonbauwerk eingeleitet werden, aber das Betonbauwerk auch eine Abstützung erfährt bei Bewegungen gegen das Erdreich. Die sehr hohen Werte der horizontalen Bettung lassen sich mit dem Verhältnis Erdrühdruk zu passivem Erddruck begründen. Der quantitative Unterschied zwischen flächiger Bettung und Bettung unter den Wänden ist mit Faktor 15 hoch, resultiert jedoch aus der geotechnischen Berechnung. Damit zeigt sich, dass das Betongewölbe sehr viel Last aufnimmt und direkt in den steifen Untergrund einleitet ohne große Lastabtragwirkung (Verteilung) der Bodenplatte.

Diese Bettungsmodule werden als Linienbettungen auf das FE-Modell (Schalenelemente mit Dicke 1m) aufgebracht, siehe Kapitel 3.5.1.

3.4 Baustoffe

3.4.1 Beton

Für die statische Berechnung werden Betone gemäß DIN EN 1992-1-1 mit folgenden Materialparametern verwendet.

3.4.1.1 Beton Materialparameter

- Güte: C25/30
- Zylinderdruckfestigkeit: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Elastizitätsmodul: $E_{cm} = 31.000 \text{ N/mm}^2$
- spezifisches Gewicht: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

3.4.1.2 Betondeckung

Die verschiedenen Betondeckungen werden entsprechend folgender Tabelle gewählt.

Tabelle 6: Betondeckung

Zustand	Betondeckung [cm]
Generelle Betondeckung	4,0
Betonoberflächen gegen Fels, Erdreich oder Spritzbeton	7,0
Fertigteile	2,5

3.4.1.3 Mindestbewehrung

Im nachfolgenden Kapitel wird eine Festlegung für die Mindestbewehrung unabhängig der zu ermittelnden Bewehrung aus statischen Berechnung getroffen.

Sowohl im Grenzzustand der Tragfähigkeit, als auch im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist in jedem Stahlbetonbauteil zumindest eine Mindestbewehrung anzuordnen. Die Basis für die Auswahl der Mindestbewehrung bilden folgende Ansätze:

- Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite nach EN 1992-1-1 7.3.2
- Mindestbewehrung gegen Versagen ohne Ankündigung nach EN 1992-1-1 9.2.1.1
- Mindestbewehrung zentrischer Zwang ConDIM - Randabstand 6cm, zentrischer Zwang, Zwang im frühen Betonalter, Zwang aus abfließender Hydratationswärme

Aufgrund der doch deutlich höheren Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite wird diese der Mindestbewehrung gegen zentrischen Zwang gegenübergestellt und verglichen. Absolutes Minimum für die Bewehrung ist das Versagen ohne Vorankündigung, wobei dies nicht auf Bauteile zutrifft, die zum Beispiel vollflächig gebettet sind, also bei Überlastung der Bewehrung kein Totalversagen auftreten kann.

Tabelle 7: Mindestbewehrung in Abhängigkeit von Bewehrungsabstand und Bauteildicke

Bewehrungsstababstand wenn nicht anders angegeben 15cm	
Querschnittshöhe [m]	Ø
0,2	12
0,3	14
0,4	14
0,5	16
0,6	16
0,7	16
0,8	20
0,9	20
1	20

3.4.2 Betonstahl

Für die statische Berechnung wird Betonstahl gemäß EN 1992-1-1 mit folgenden Materialparametern verwendet:

- Güte: B500B
- Streckgrenze: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
- Elastizitätsmodul: $E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$
- spezifisches Gewicht: $\gamma = 78 \text{ kN/m}^3$

3.4.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe

Für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind für Baustoffe die in Tabelle 8 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1992-1-1 Tabelle 2.1N zu verwenden.

Tabelle 8: Materialteilsicherheitsbeiwerte

Bemessungssituation	γ_c für Beton	γ_s für Betonstahl
Ständig und Vorübergehend	1,50	1,15
Erdbeben	1,30	1,00

3.5 Modellierung

Die Modellierung wird als Kombination eines geotechnischen und eines betonbautechnischen FE-Modells gesehen. Im geotechnischen Modell ist der Betonbau des Kontrollganges zumindest hinsichtlich Steifigkeiten enthalten. Da das geotechnische Modell im Gegensatz zum betonbautechnischen FE-Modell etliche Effekte wie die Gewölbewirkung, Kraftumlagerung im Erdreich, etc. berücksichtigt, ist das Ziel des betonbautechnischen FE-Modells die Schnittgrößen und Bewehrung zu ermitteln. Dazu wird durch Variation der Eingabeparameter versucht die Deformationen und Spannungen qualitativ und quantitativ nachzubilden.

3.5.1 Betonbautechnisches FE-Modell

Das FE-Modell ist mit Schalenelementen gebildet. Die Schalendicke von 1.0m simuliert 1m des Kontrollganges. Die Fläche der Schalenelemente zeigt den Spannungs- und Deformationsverlauf im Querschnitt des Kontrollganges. Zur Ermittlung von Schnittgrößen und Bewehrungsgehalten in Fundamentplatte, Wände und Gewölbe werden Bemessungsobjekte eingesetzt. Diese summieren die Spannungen der Schalenelemente im Querschnitt des jeweiligen Bemessungsobjekt auf und berechnen daraus Schnittgrößen und Bewehrung.

Die Bettung ist mit Linienauflagern entlang des FE-Modellrandes bewerkstelligt. In Achsrichtung des Kontrollganges ist das FE-Modell fix gehalten, in Achsquerrichtung sorgen die seitlichen Bettungen für Stabilität. Zur Bewahrung der Symmetrie ist das FE-Modell in der Symmetrieachse in Achsquerrichtung fix gehalten.

Es wurden 3 betonbautechnische FE-Modelle erstellt um die unterschiedlichen Bettungsverhältnissen zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 1). Als Vorausschau kann festgehalten werden, dass durch die globale Deformation und die Erddruckbelastung sich sehr ähnliche Schnittgrößen bzw. Bewehrungsergebnisse zwischen den FE-Modellen einstellen. Nur die globale Deformation ist deutlich unterschiedlich.

3.6 Lasten

Die Lasten sind in der Druckliste des FE-Programmes genauer dargestellt (siehe Anhang).

3.6.1 Eigenlasten

Als Eigenlasten sind die Eigengewichte der einzelnen Bauteile anzusetzen. Die Geometrie wurde aus den Planunterlagen übernommen. Für die Eigenlasten gelten die Festlegungen der EN 1991-1-1.

- Stahlbeton mit $\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3$

3.6.2 Nutzlasten

Die Nutzlasten im Kontrollgang werden als vernachlässigbar angesehen.

3.6.3 Wasserlasten

Wasserlasten sind in den Drücken aus dem geotechnischen FE-Modell bereits enthalten und werden hier nicht separat angesetzt.

3.6.4 Erddruck

Die Erddrücke werden aus dem geotechnischen FE-Modell übernommen und mit der klassischen Erddrucktheorie verglichen. Die im FE-Modell angesetzten Werte können der Druckliste entnommen werden. Folgende Anteile werden separat in Lastfällen gerechnet:

- Vertikaler Erddruck auf Gewölbe
- Horizontaler Erddruck auf Gewölbe
- Vertikaler Erddruck auf Wand durch Wandreibungswinkel
- Horizontaler Erddruck auf Wand durch Druckweiterleitung aus dem Magerbetonblock

3.7 Lastfallkombinationen

Die einzelnen Lastfälle werden in Lastgruppen gemeinsam bzw. gleichzeitig wirkend berechnet, unter der Berücksichtigung der nichtlinearen Effekte ausfallender Zugbettung. In verschiedenen Lastgruppen werden hier auch Effekte des reduzierten horizontalen Erddruckes (geringe horizontale Abstützung des Betongewölbes) und reduzierten vertikalen Erddruckes (Gewölbe-Effekt) berücksichtigt. In der ersten Lastgruppe wird das betonbautechnische FE-Modell über Deformationen und Spannungen mit dem geotechnischen FE-Modell in Einklang gebracht.

3.8 Druckliste

Im Ausdrucksprotokoll des FE-Programmes sind folgende Sachverhalte genauer beschrieben:

- Lasten
- Berechnungsprotokolle
- Deformationen
- Spannungen
- Schnittgrößen
- Bewehrung

3.9 Deformationen in Längsrichtung

Der Kontrollgang erfährt durch die unterschiedlichen Bettungssteifigkeiten eine große relative Vertikaldeformation. Die entsprechenden Werte können Abschnitt 2.5 entnommen werden. Die Stöße der Kontrollgangblöcke (Blockfugen) haben folgende Anforderungen:

- Dicht gegen nicht drückendes Wasser (Beckendichtung ist oberhalb des Kontrollganges)
- Idente Deformation in vertikaler und horizontaler Richtung (Richtungen orthogonal auf die Ganglängsachse) beidseitig der Bewegungsfuge
- Rotationsfreiheit um keine Trägerwirkung zu erzielen
- Bewegungsmöglichkeit in Richtung der Gangachse

Die maximale Öffnungsweite der Bewegungsfuge ermittelt sich aus der relativen Vertikaldeformation des Kontrollgangblockes.

$$\Delta u_v = u_{\text{Ende}} - u_{\text{Anfang}} = 7,5 - 0,5 = 7,0 \text{ cm}$$

$$\Delta u_h = \frac{\Delta u_v}{l_{\text{Kontrollgangblock}}} \cdot h_{\text{Kontrollgang}} = \frac{7,0}{15,0} \cdot 2,90 = 1,35 \text{ cm}$$

Um eine möglichst einfache Konstruktion zu ermöglichen wird die Fundamentplatte des Kontrollganges stumpf gestoßen und mit einer „Schubnase“ versehen. Die Bewehrung wird nicht durchgeführt, jedoch werden die einzelnen Blöcke mit einem Fugenband verbunden (siehe [P4]).

Der Bereich Wand und Bogen wird in Längsrichtung um die oben berechnete Horizontaldeformation zurück gesetzt um die Rotationsbewegung zu ermöglichen. Die Fuge im Bereich Wand und Bogen wird mit „Styropor“ bzw. dauerelastischer Fugenmasse ausgebildet, um das in der Wandachse befindliche Fugenband zu schützen, dennoch aber eine Deformation zuzulassen.

3.10 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der ersten Lastgruppe zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der Deformationen der beiden betrachteten FE-Modelle (Geotechnik und Statik) wodurch die Ergebnisse des betonbautechnischen FE-Modelles als realistisch betrachtet werden können. Auch ein Vergleich der Spannungen bringt eine gute qualitative und ausreichend quantitative Übereinstimmung. Die weiteren Lastgruppen zeigen Minimum- und Maximumwerte der Ergebnisse. Die

Bandbreite der Bewehrungsergebnisse zeigt für die Längsbewehrung teils geringere Werte als die Mindestbewehrung vorsehen würde, die Längsbewehrung bleibt trotz Variation in einem baubaren/ausführbaren Bereich. Im Eckbereich der Fundamentplatte ist eventuell eine Schubbewehrung vorzusehen, hier ist in der Ausführung zu prüfen, ob man im Abstand d die Querkraftbewehrung reduzieren kann. Bei Querschnitt 2-2 und 3-3 springt im Gewölbebereich im Extremum eine höhere Querkraftbewehrung an, die in der Ausführungsphase näher zu untersuchen ist. Im Querschnitt 3-3 ist diese Querkraftbewehrung jedoch aufgrund des geringen Bereichs der hohen Lasteinwirkung und dem vertretbaren Maß der Bewehrung baubar/ausführbar.

Die höhere Vertikaldeformation in Querschnitt 1-1 resultieren aus der weicheren Bettung und haben auf die Statik des Stahlbetonbaus keine Auswirkung.

4 Anhang

INHALT

Inhalt	1
System	
Farbe Elementdicke	3
Farbe Elementdicke	4
Materialfarbe; Lokale Elementsysteme	5
Farbe Elementdicke	6
Querschnittsfarbe	7
Querschnittspolygon 3	8
Querschnittspolygon 4	9
System	10
Lokale Festhaltungssysteme	11
Auflagennummern	12
Linienlager	13
Lasten	
111 : Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe	14
112 : Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe	15
113 : Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung	16
114 : Erddruck_horizontal_nur_Wand	17
Lastgruppen	
Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5) - Finite Elemente	18
121 : Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	20
Protokolle	
Finite Elemente	
Materialkennwerte - Finite Elemente	21
Querschnittswerte - Finite Elemente	21
Systemkenngrößen - Finite Elemente	21
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	21
Lastfallkombinationen - Nachweise	
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	21
DIN EN 1992-1-1 Bemessung	
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	23
Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	29
Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	30
Schubquerschnitte - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Materialkennwerte für Beton - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Betonstahl für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Längsbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Schubbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32

Deformationen

Deformationen u; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	33
Deformationen uz; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	34
Deformationen u; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	35
Deformationen uy; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	36
Deformationen uz; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	37
Deformationen u; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	38
Deformationen uy; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	39
Deformationen uz; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	40
Deformationen u; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	41

Spannungen

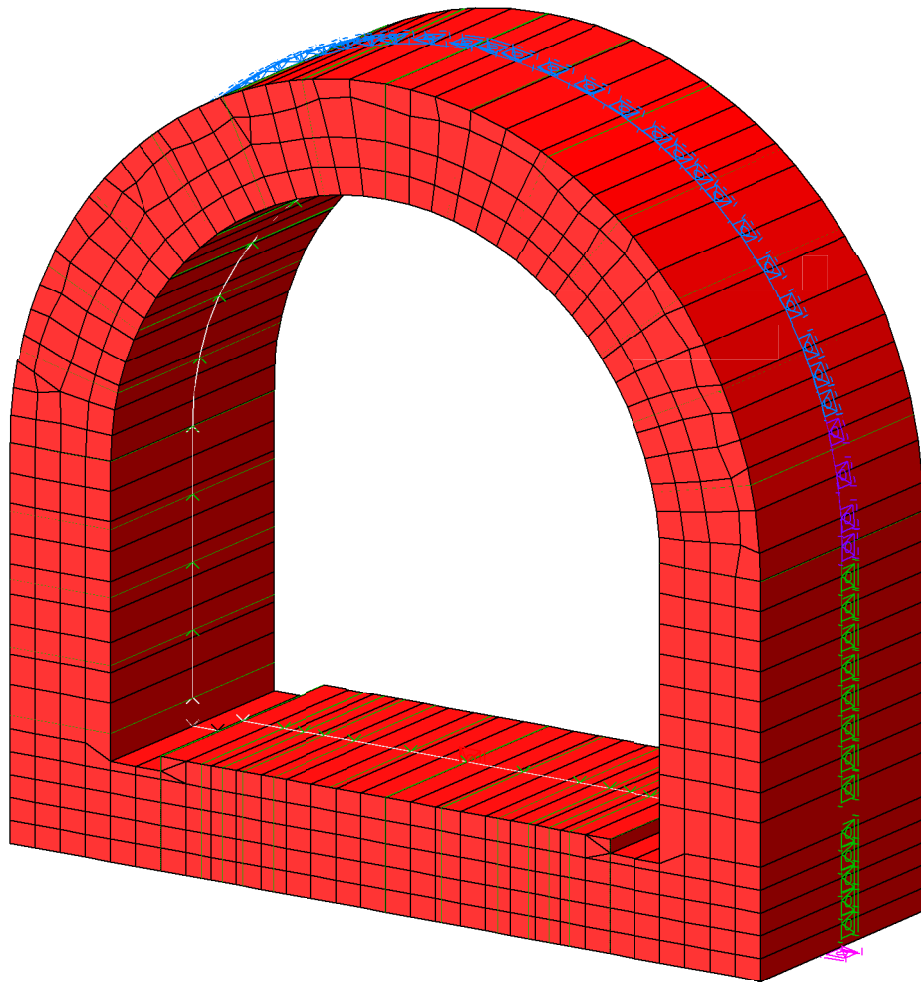
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	42
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	43
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	44
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	45
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	46
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	47
Sigma.1 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	48
Sigma.2 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	49

Schnittgrößen

Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	50
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	51
Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	52

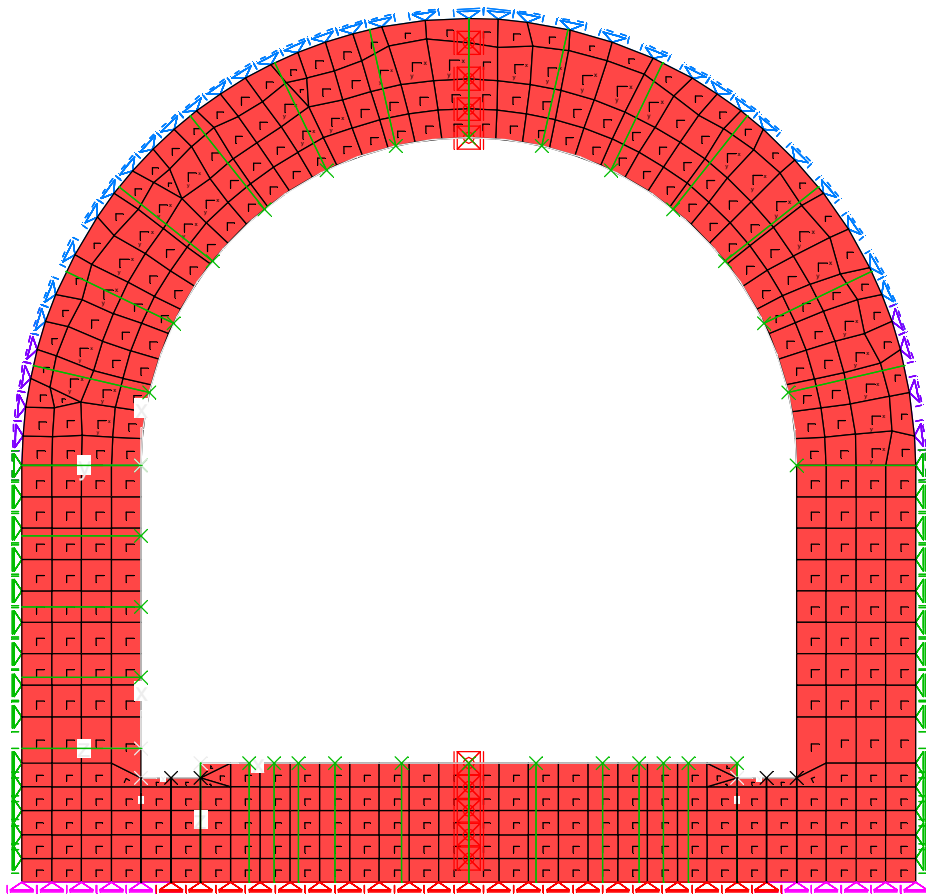
Bewehrung

Biegebewehrung As; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	53
Biegebewehrung As; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	54
Biegebewehrung As; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	55
Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	56
Asb.z; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	57
Asb.z; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	58
Asb.z; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	59
Asb.z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	60
Qz/VRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	61



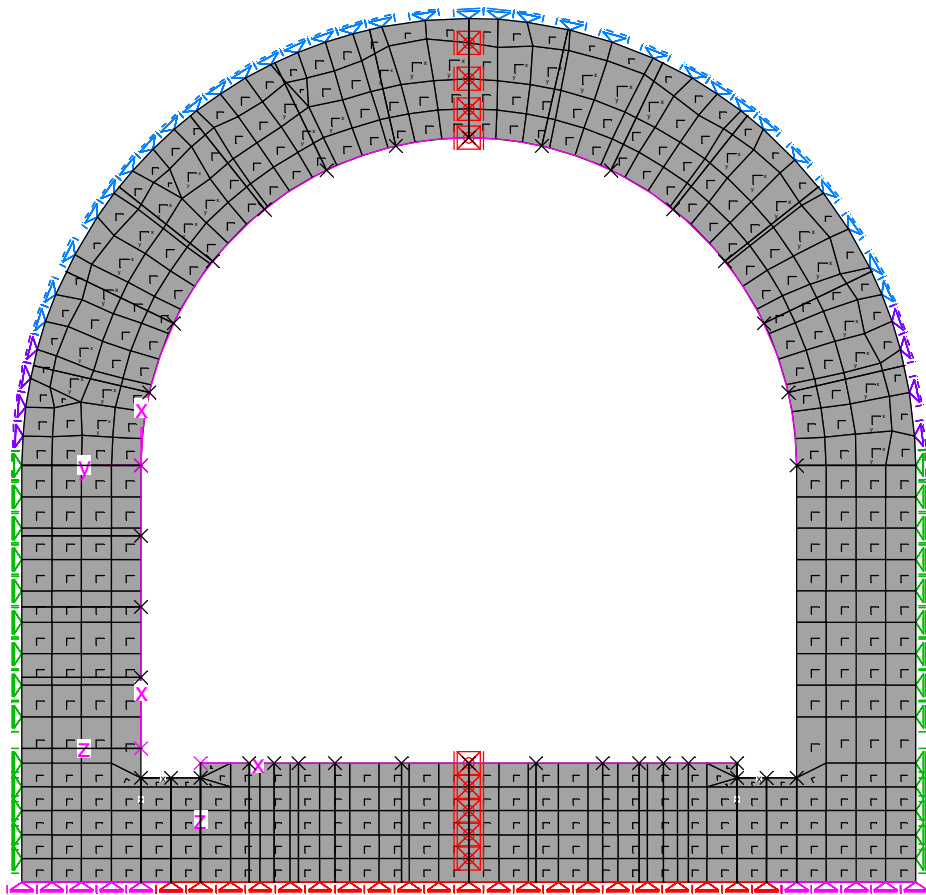
Farbe Elementdicke

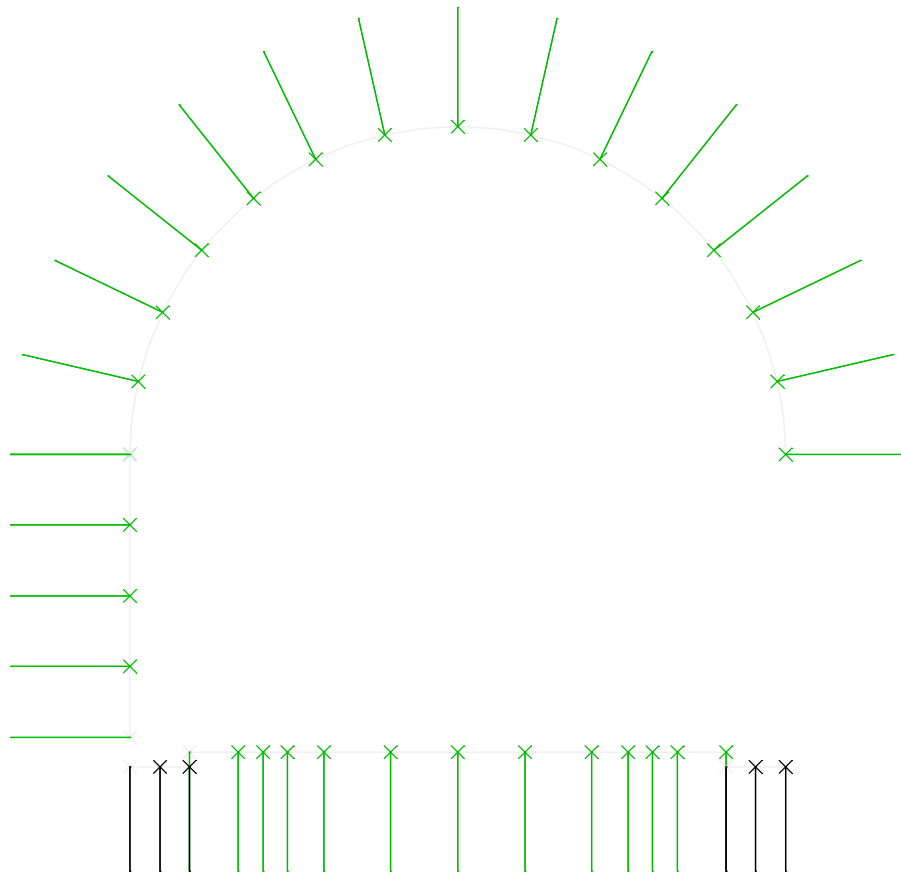
[m]
Undefiniert
0,35
0,4
1



Farbe Elementdicke; Lokale Elementsysteme

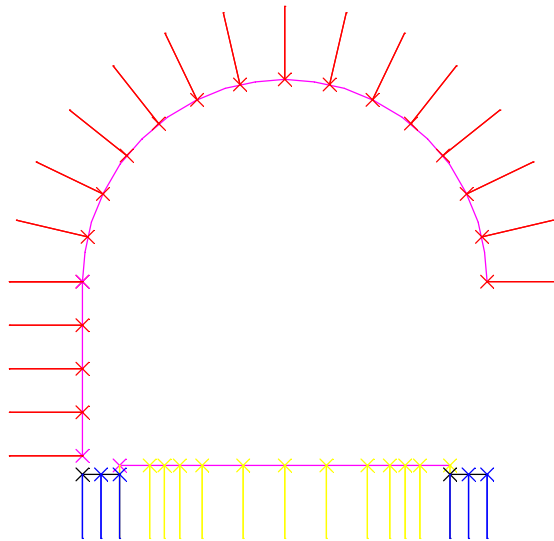
[m]	Color
Undefiniert	Grey
0,35	Black
0,4	Green
1	Red





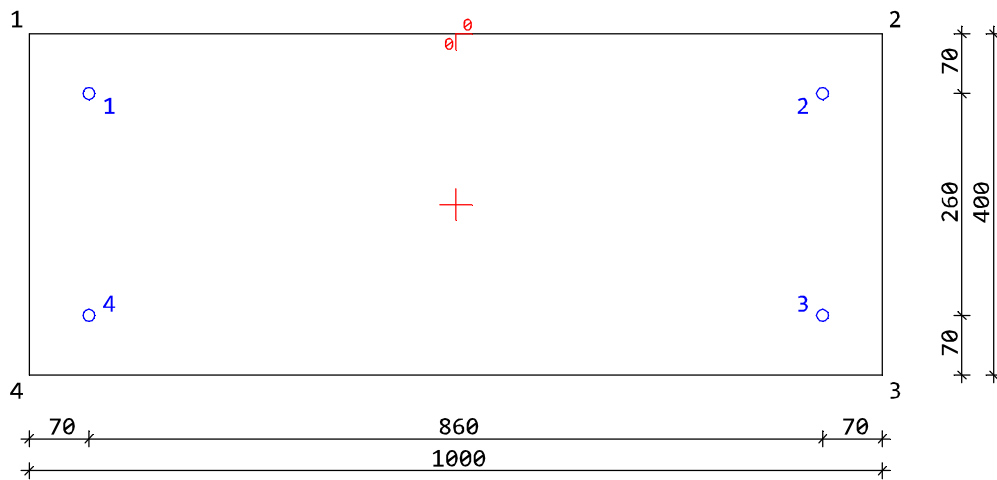
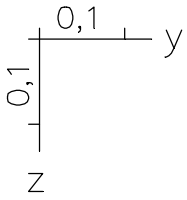
Farbe Elementdicke

[m]
0,35
0,4

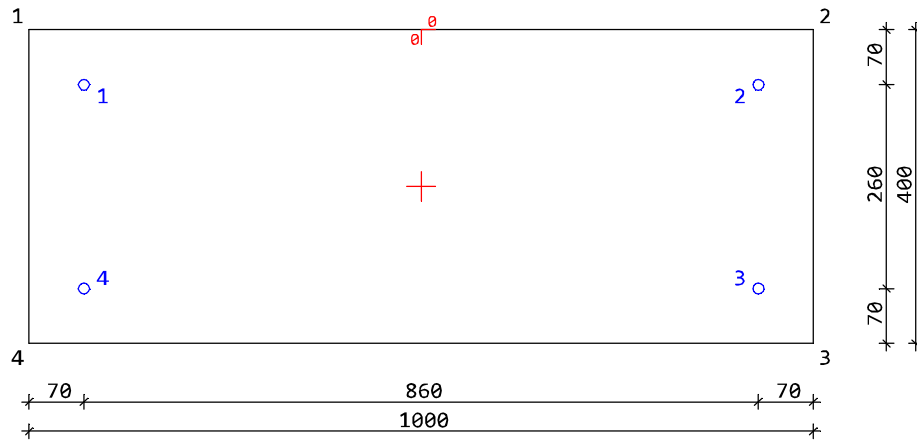
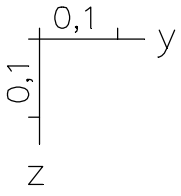


Querschnittsfarbe

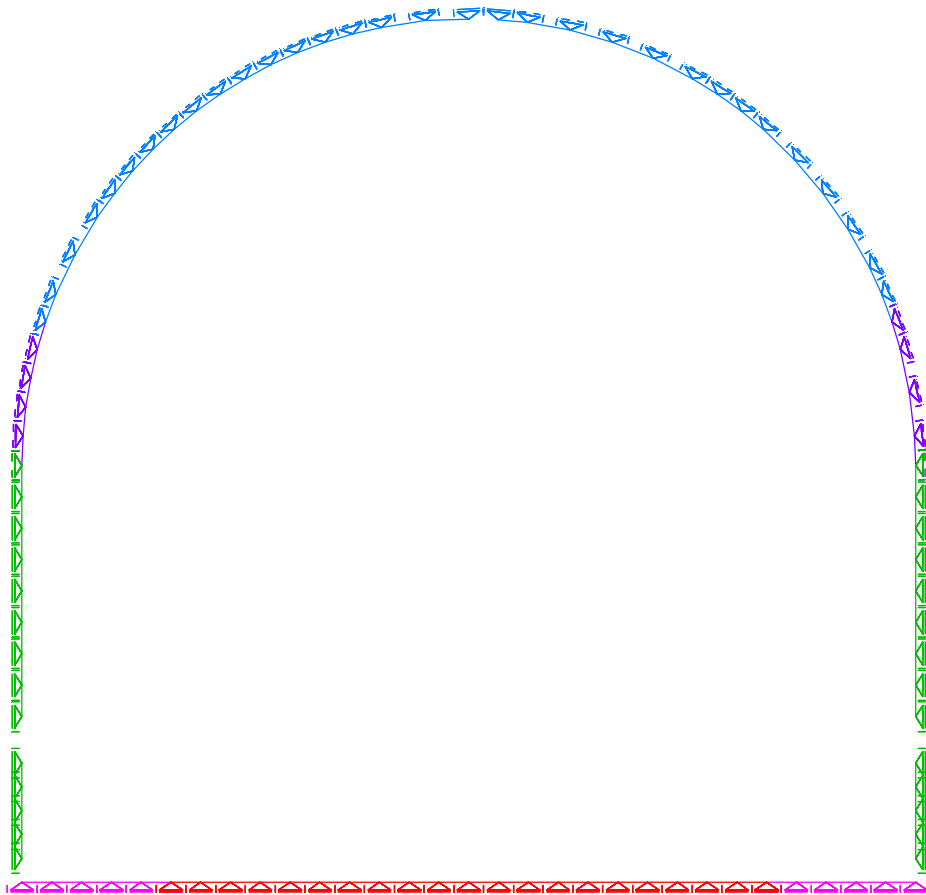
- 3-BO_Wand ■
- 4-BO_Fundament ■
- 5-BO_Rinne ■

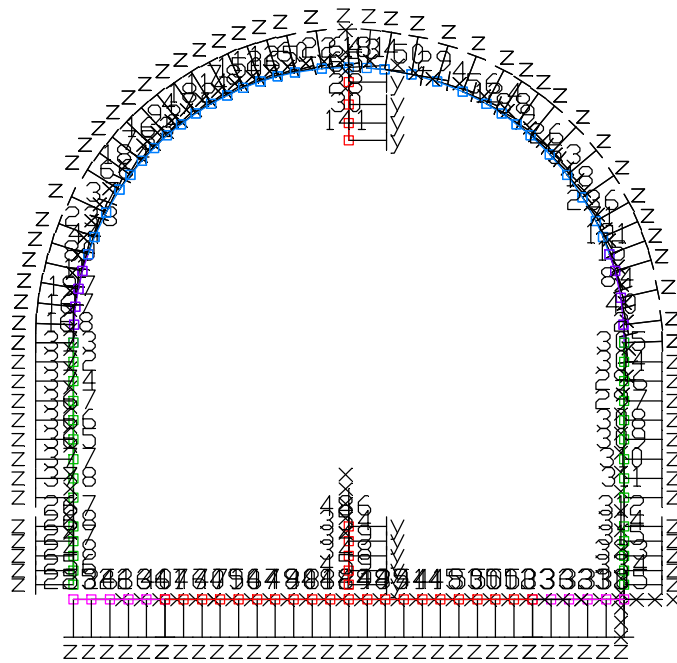


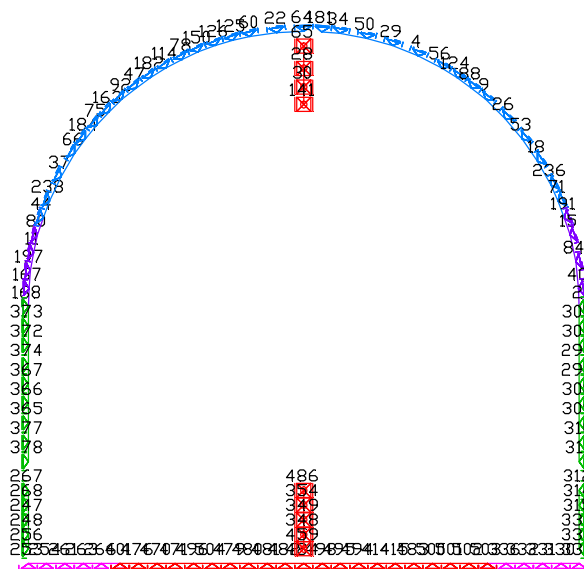
Ys = 0,00000 m Zs= 0,20000 m
 Iy = 5,33333e-03 m4 Iz= 3,33333e-02 m4
 I1 = 5,33333e-03 m4 I2= 3,33333e-02 m4
 Phi= 0,00000 Grad A = 0,400000 m²
 Querschnittspolygon 3 - BO_Wand [mm]



Ys = 0,00000 m Zs= 0,20000 m
 Iy = 5,33333e-03 m4 Iz= 3,33333e-02 m4
 I1 = 5,33333e-03 m4 I2= 3,33333e-02 m4
 Phi= 0,00000 Grad A = 0,400000 m²
 Querschnittspolygon 4 - BO_Fundament [mm]



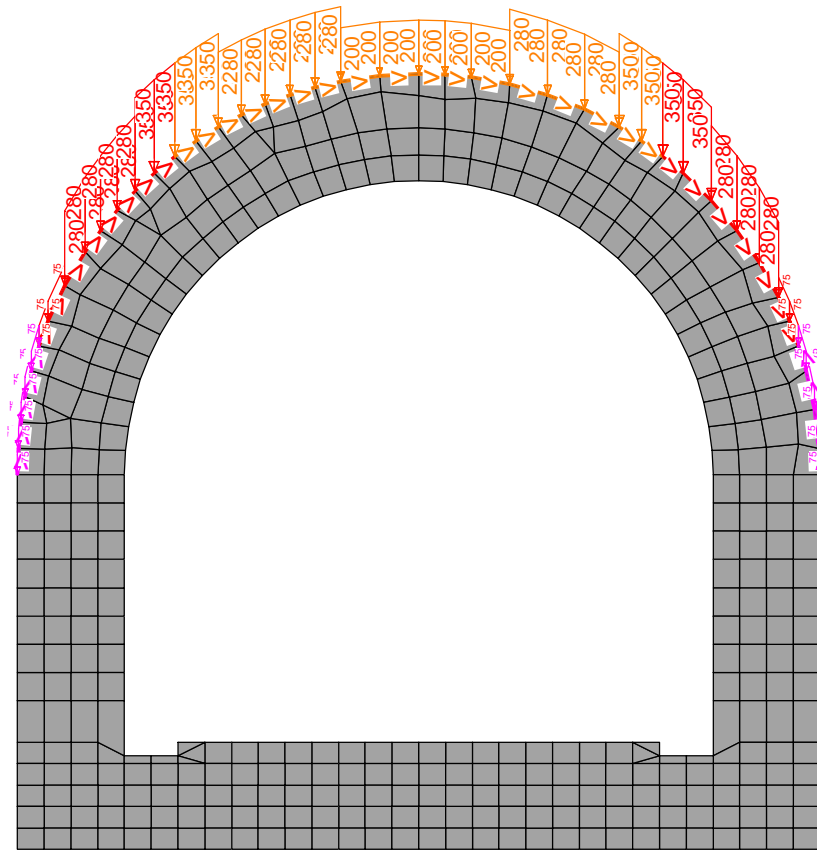


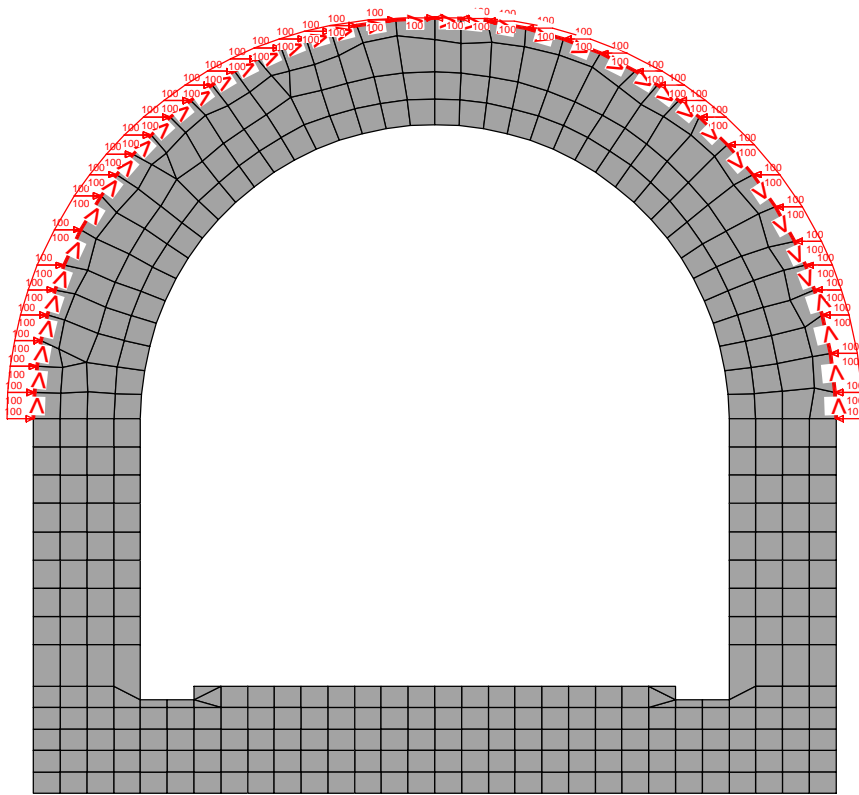


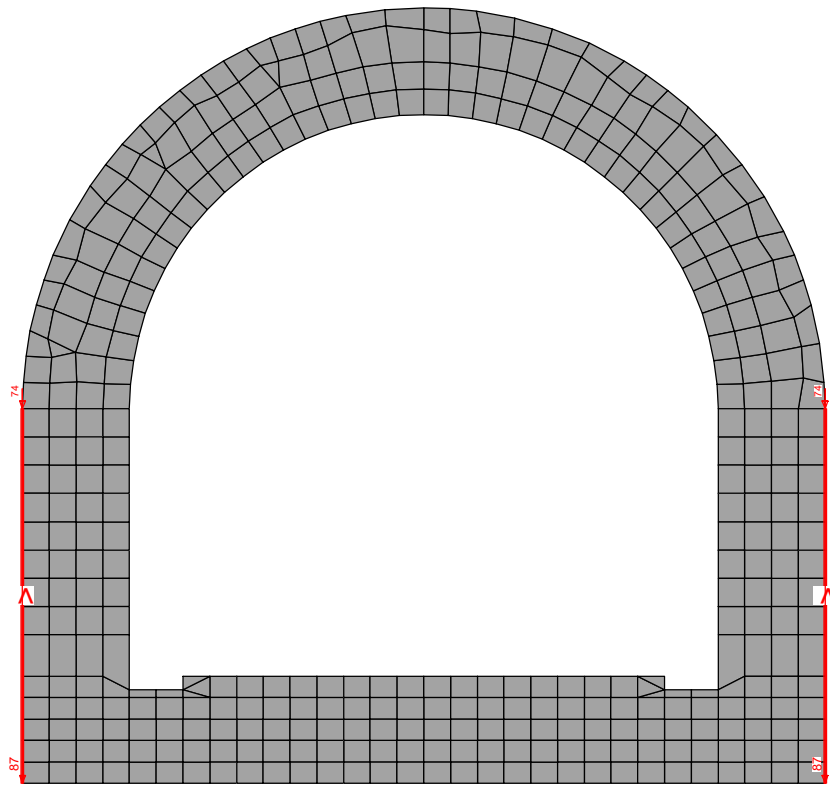
Auflagennummern

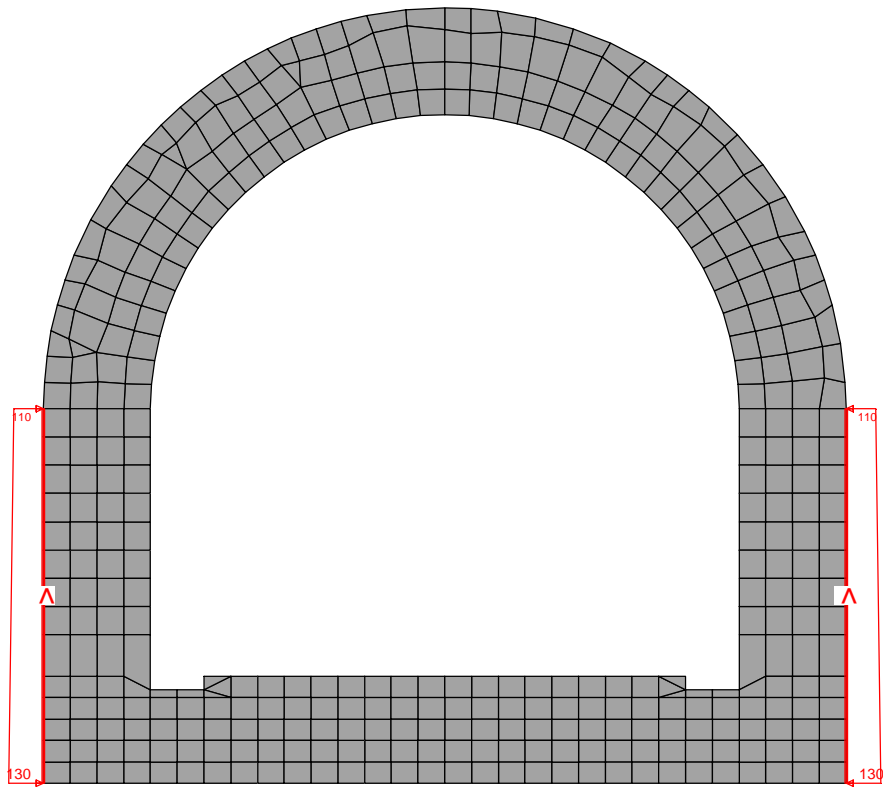
Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m ²] bzw. [MNm/m]						Zug- ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Lager 168-167	-	F	30,00	-	-	-	Z
2	Lager 167-197	-	F	30,00	-	-	-	Z
3	Lager 197-11	-	F	30,00	-	-	-	Z
4	Lager 11-80	-	F	30,00	-	-	-	Z
5	Lager 80-44	-	F	30,00	-	-	-	Z
6	Lager 44-238	-	F	30,00	-	-	-	Z
7	Lager 238-37	-	F	30,00	-	-	-	Z
8	Lager 37-66	-	F	30,00	-	-	-	Z
9	Lager 66-184	-	F	30,00	-	-	-	Z
10	Lager 184-75	-	F	30,00	-	-	-	Z
11	Lager 75-163	-	F	30,00	-	-	-	Z
12	Lager 163-92	-	F	30,00	-	-	-	Z
13	Lager 92-47	-	F	30,00	-	-	-	Z
14	Lager 47-182	-	F	30,00	-	-	-	Z
15	Lager 182-114	-	F	30,00	-	-	-	Z
16	Lager 114-78	-	F	30,00	-	-	-	Z
17	Lager 78-150	-	F	30,00	-	-	-	Z
18	Lager 150-126	-	F	30,00	-	-	-	Z
19	Lager 126-125	-	F	30,00	-	-	-	Z
20	Lager 125-60	-	F	30,00	-	-	-	Z
21	Lager 60-22	-	F	30,00	-	-	-	Z
22	Lager 34-50	-	F	30,00	-	-	-	Z
23	Lager 50-29	-	F	30,00	-	-	-	Z
24	Lager 29-4	-	F	30,00	-	-	-	Z
25	Lager 4-56	-	F	30,00	-	-	-	Z
26	Lager 56-124	-	F	30,00	-	-	-	Z
27	Lager 124-88	-	F	30,00	-	-	-	Z
28	Lager 88-9	-	F	30,00	-	-	-	Z
29	Lager 9-26	-	F	30,00	-	-	-	Z
30	Lager 26-53	-	F	30,00	-	-	-	Z
31	Lager 53-18	-	F	30,00	-	-	-	Z
32	Lager 18-236	-	F	30,00	-	-	-	Z
33	Lager 236-71	-	F	30,00	-	-	-	Z
34	Lager 71-191	-	F	30,00	-	-	-	Z
35	Lager 191-15	-	F	30,00	-	-	-	Z
36	Lager 15-84	-	F	30,00	-	-	-	Z
37	Lager 84-40	-	F	30,00	-	-	-	Z
38	Lager 40-2	-	F	30,00	-	-	-	Z
39	Lager 22-64	-	F	30,00	-	-	-	Z
40	Lager 181-34	-	F	30,00	-	-	-	Z
41	Lager 253-471	-	F	17,71	-	-	-	Z
42	Lager 253-471	-	F	17,71	-	-	-	Z
43	Lager 401-503	-	F	1,03	-	-	-	Z
44	Lager 141-65	-	F	F	-	-	-	Nie
45	Lager 267-168	-	F	150,00	-	-	-	Z
46	Lager 459-486	-	F	F	-	-	-	Nie
47	Lager 2-312	-	F	150,00	-	-	-	Z
48	Lager 253-267	-	F	150,00	-	-	-	Z
49	Lager 312-335	-	F	150,00	-	-	-	Z









Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 121

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,02	1350,40
Auflagerkräfte :	-0,00	0,02	1350,40
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	0,500

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 122

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,01	1237,70
Auflagerkräfte :	0,00	0,01	1237,70
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

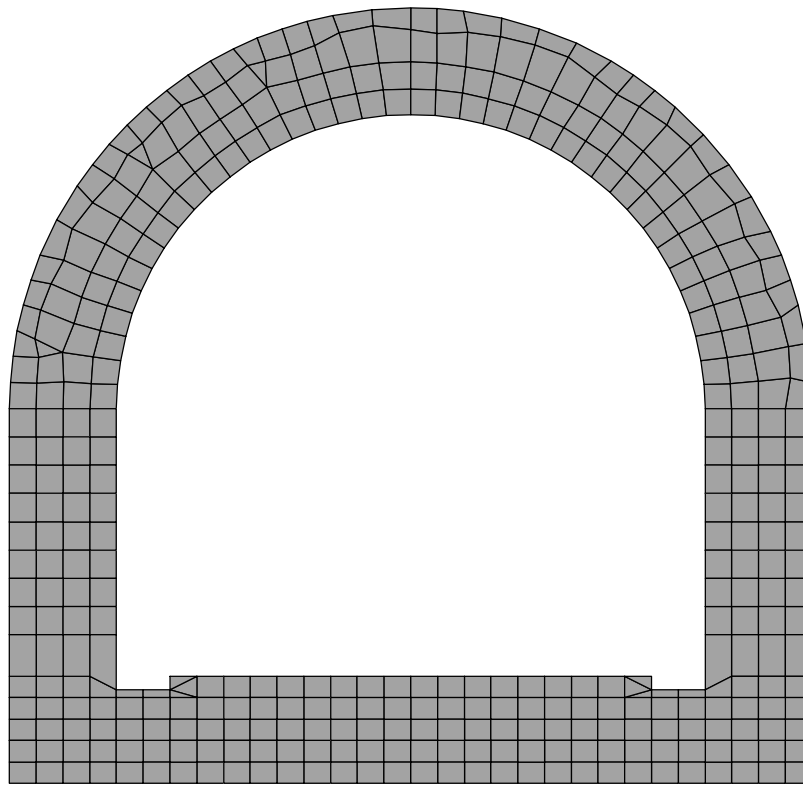
TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,02	720,35
Auflagerkräfte :	0,00	0,09	720,35
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

		Rx [kN]	Ry	Rz
Summe	:	-0,00	-0,07	0,00



Materialkennwerte

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,000e-05	25,000

Querschnittswerte

Nr. 2 FL d=1
A = 1,000e+00 [m²], I_y = 8,333e-02 [m⁴]

Systemkenngrößen

Knoten 469
Elemente 384
Festhaltungen 108
Unbekannte 2814
Bandbreite 0
Steifigkeitsmatrix 527,8 KB
Massenmatrix 527,8 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
111	Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe
112	Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe
113	Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung
114	Erddruck_horizontal_nur_Wand
121	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
122	Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
123	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Sonstige Einwirkungen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Häufige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Häufige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Quasi-ständige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Quasi-ständige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Quasi-ständige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung					
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	B	P	
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.

- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
- (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
- fyk Stahlgüte der Bügel.
- Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
- P. Balken werden wie Platten bemessen.
- K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
- Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
- rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
- as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
- x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
- cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
- Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu. Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rhow	Bem. as	cvl x,y [mm]	Red. Vor- spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST 500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60
3	C25/30-EN-D	.	ST 500	1,00	x	0,00 0,00	0,60	.	.	70
4	C25/30-EN-D	.	ST 500	1,66	x	0,00 0,00	0,60	.	.	70
5	C25/30-EN-D	.	ST 500	1,66	x	0,00 0,00	0,60	.	.	70

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
- z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
- tef Wanddicke des Torsionskastens.
- K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds	Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s	Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max	Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil	Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k	Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt	Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt.	Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb.	Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk): CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination, ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten, KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode	Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc	Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3). auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk	Berech. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4, Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N, Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff, Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
RI	Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB	Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berech.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c	Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK)	Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL)	Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)	zul.sigma.c	zul.sigma.s	Dekompression
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK)
3	.	.	0,60 fck	.	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \gamma_{c.c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \gamma_{c.c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd.	E-Modul	Festigkeiten [MN/m ²]				Grenzdehnungen [o/oo]			
		[kg/m ³]	[MN/m ²]	fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl							
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]			
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00		
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00		
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00		

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul	d1 x	d2 x	asx	d1 y	d2 y	asy	as
			[MN/m ²]	[m]	[m]	[cm ² /m]	[m]	[m]	[cm ² /m]	fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Häufige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Häufige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Quasi-ständige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Quasi-ständige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Quasi-ständige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF123

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung				
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	B	P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkräftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.
- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
- (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
 (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
 (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
- fyk Stahlgüte der Bügel.
- Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
- P. Balken werden wie Platten bemessen.
- K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
- Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
- rho_w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
- as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
- x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
- cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
- Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²]		Faktor rho_w	Bem. as	x,y	cvl [mm]	Red. spg.
							Bild 6.3 vorh.	max					
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
- z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
- tef Wanddicke des Torsionskastens.
- K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m]		Nutzhöhe d [m]		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom			h	h.nom	kd	z1	z2	tef	K.	
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom			h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):
CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,
ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,
KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk Berechn. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,
Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,
Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,
Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berechn.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL) Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)		zul.sigma.c		zul.sigma.s		Dekompression	
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK)	(CK)	Komb.	Spannung
3	.	.	.	0,60	fck	.	.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
 rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad $\rho_{w,min}$ nach Gl. (9.5a/bDE).
 as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
 x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
 cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
 Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rho.w	as	x,y	Bem. cvl	Red. Vor- spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]	Nutzbreite	Höhe [m]	Nutzhöhe	Torsionsquerschn. [m]							
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \gamma_{m,c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \gamma_{m,c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd.	E-Modul	Festigkeiten				Grenzdehnungen			
		[kg/m ³]	[MN/m ²]	fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl						
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]		
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00	

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{m,s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul	d1 x	d2 x	asx	d1 y	d2 y	asy	as
			[MN/m ²]	[m]	[m]	[cm ² /m]	[m]	[m]	[cm ² /m]	fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

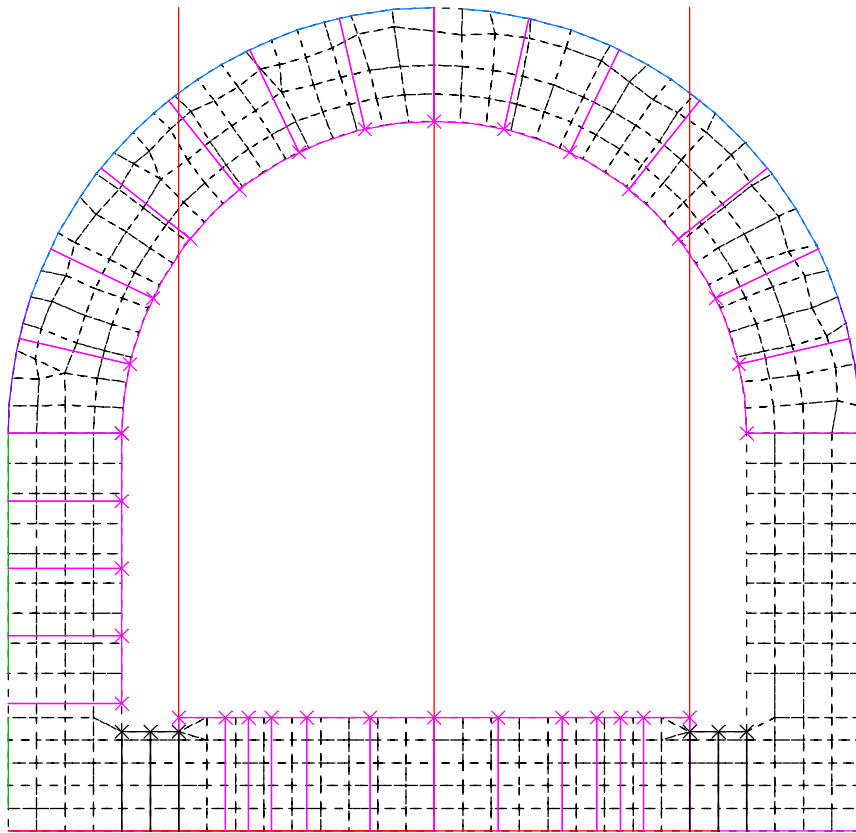
Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{m,s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Nachweis der Längsbewehrung

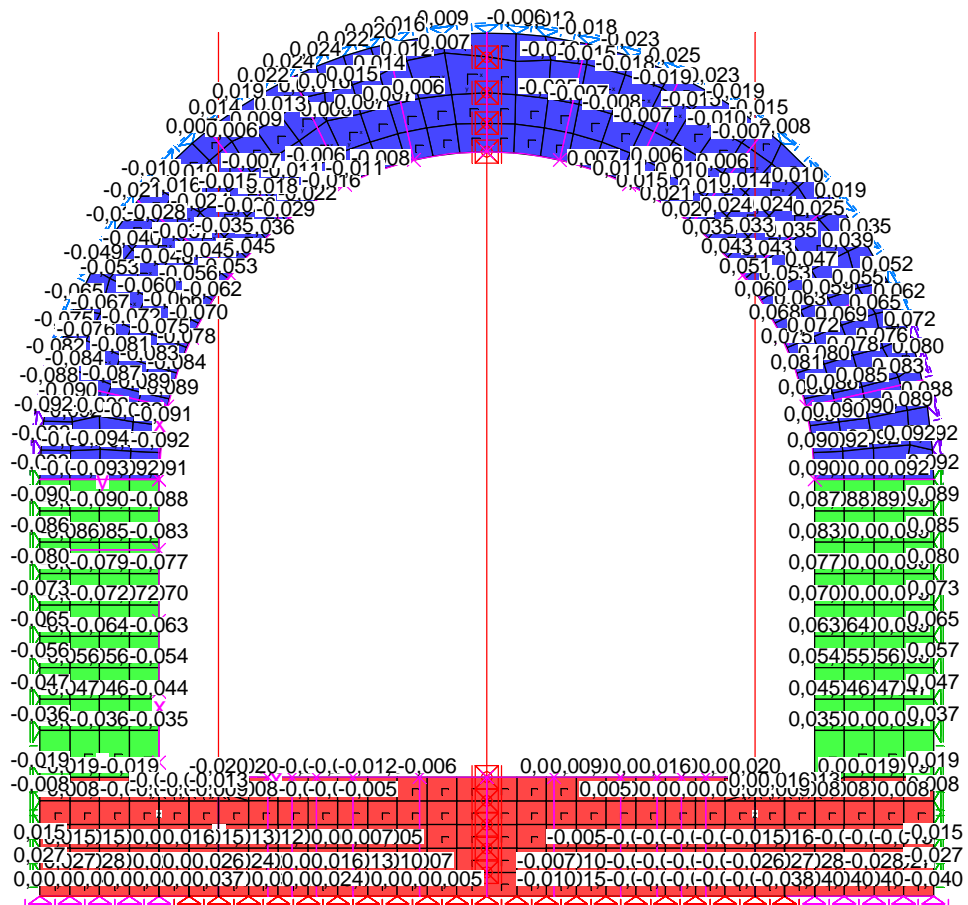
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

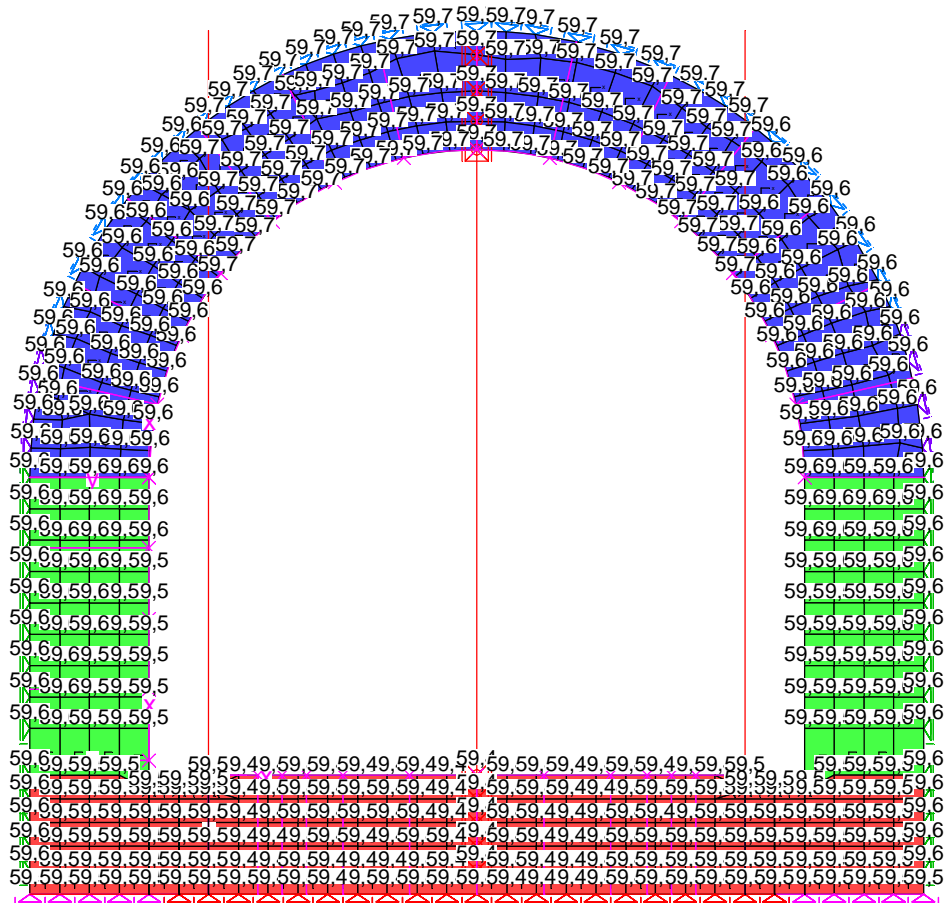
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.



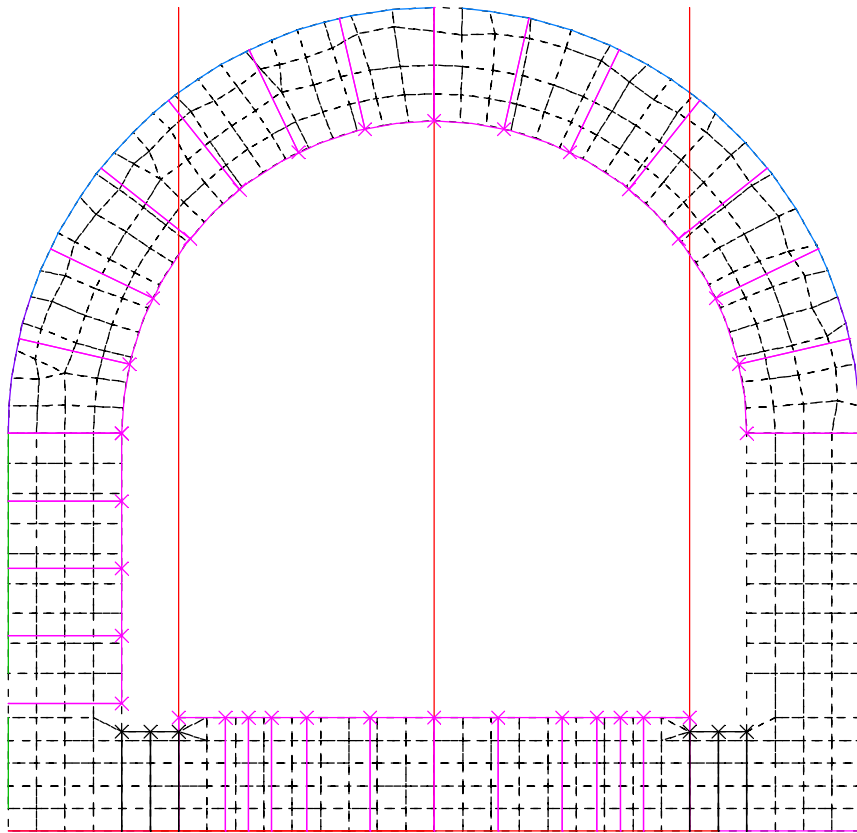
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/59,74 [mm]
Lokale Festhaltungssysteme



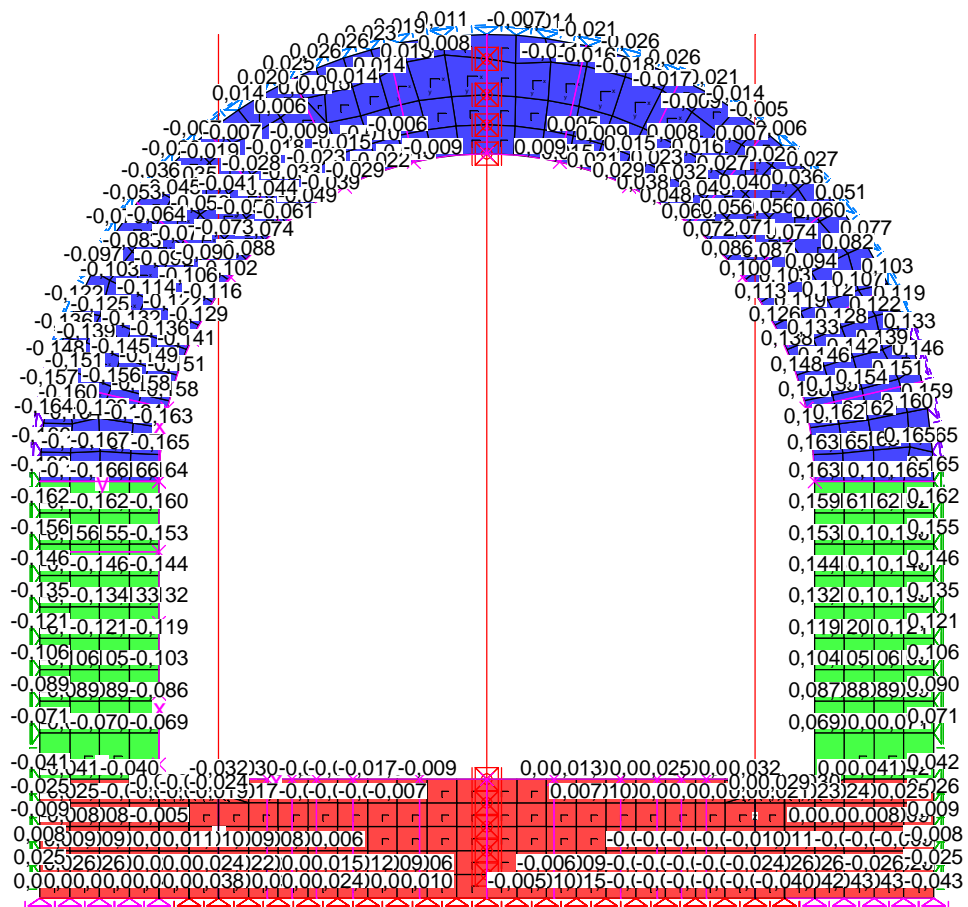
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,094/0,092 [mm]
 Lokale Elementsysteme



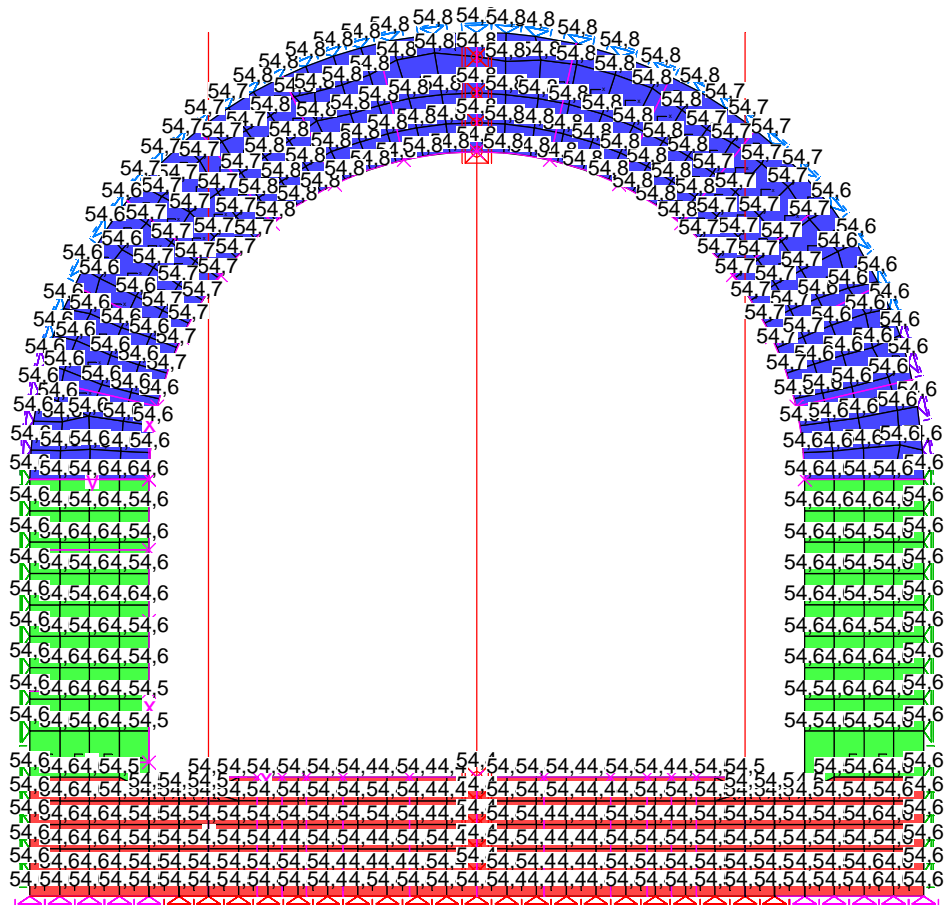
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 59,382/59,741 [mm]
 Lokale Elementsysteme



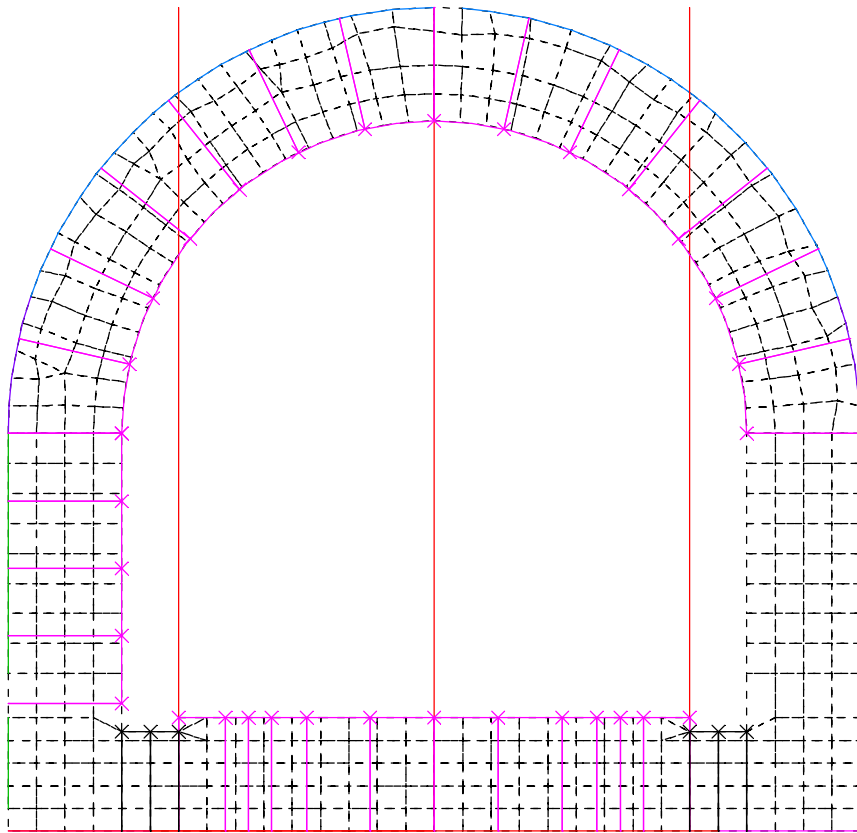
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/54,84 [mm]
Lokale Festhaltungssysteme



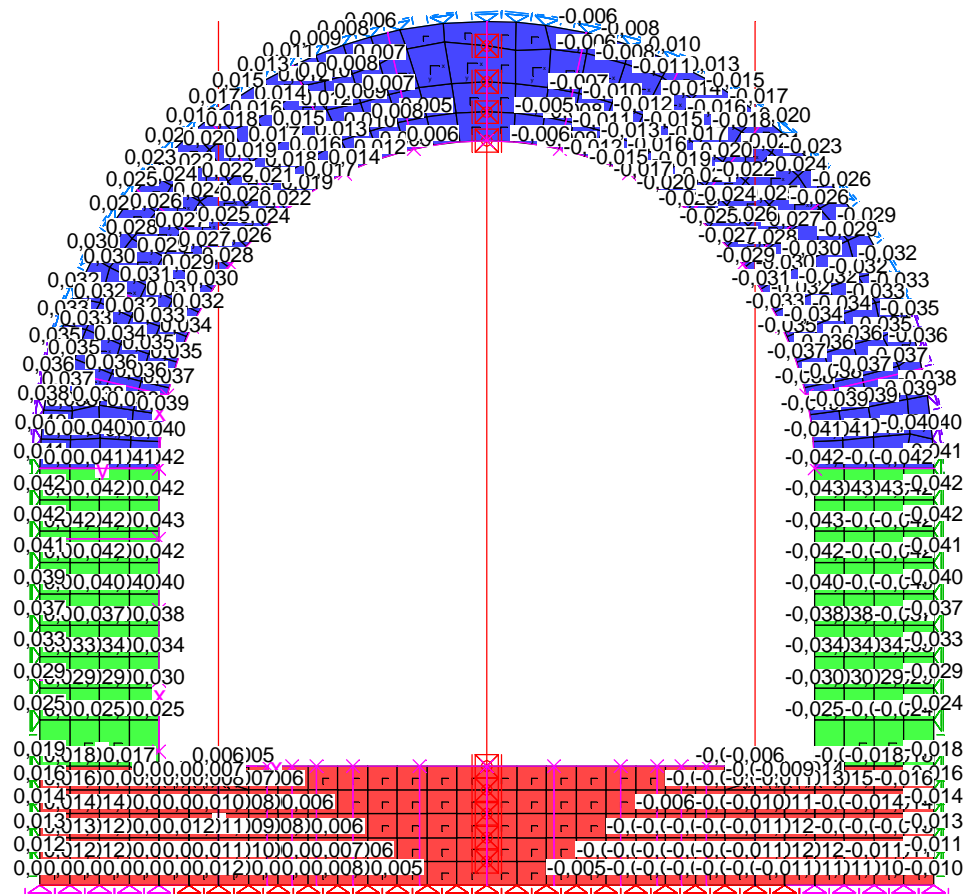
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,167/0,165 [mm]
 Lokale Elementsysteme



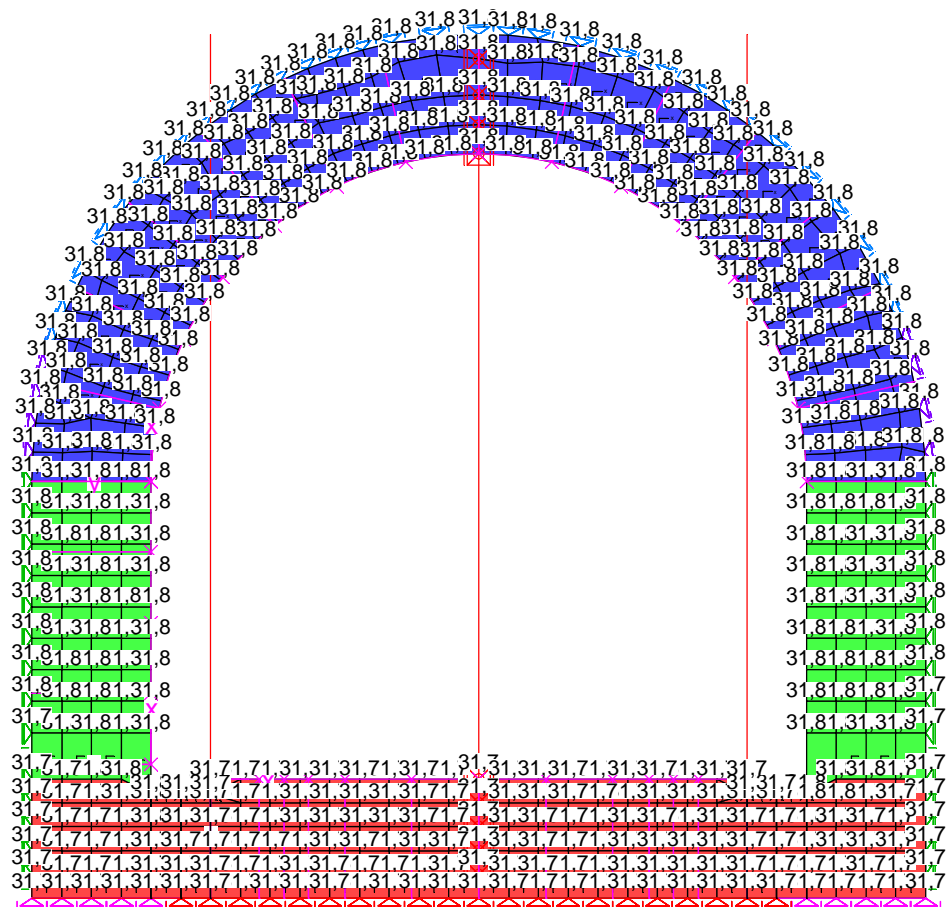
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 54,383/54,842 [mm]
 Lokale Elementsysteme



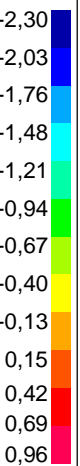
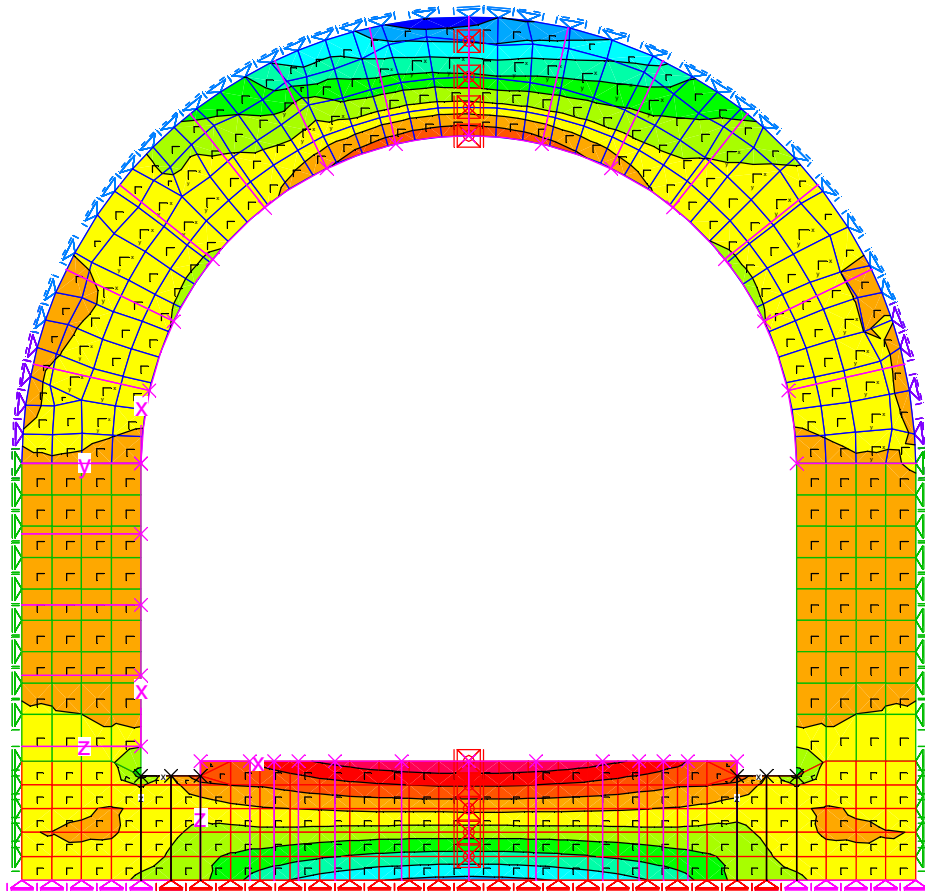
LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,79 [mm]
Lokale Festhaltungssysteme



LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,043/0,043 [mm]
 Lokale Elementsysteme



LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 31,735/31,787 [mm]
 Lokale Elementsysteme



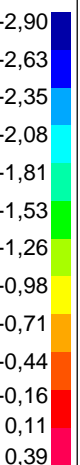
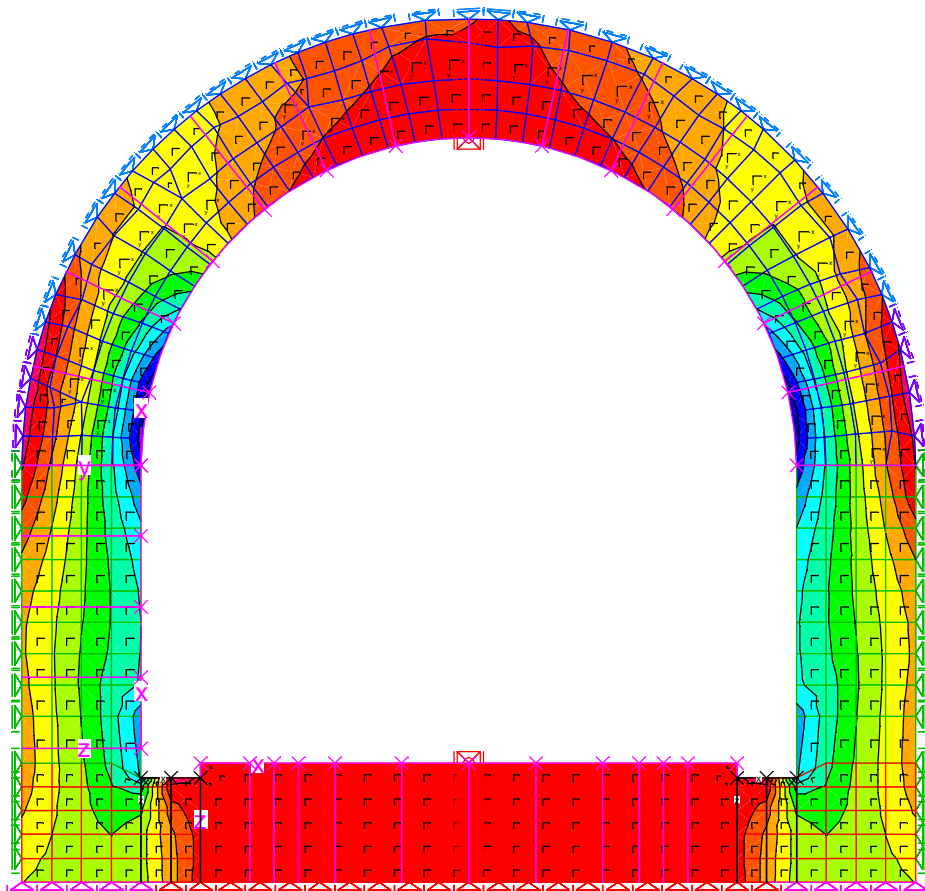
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,30/0,96 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



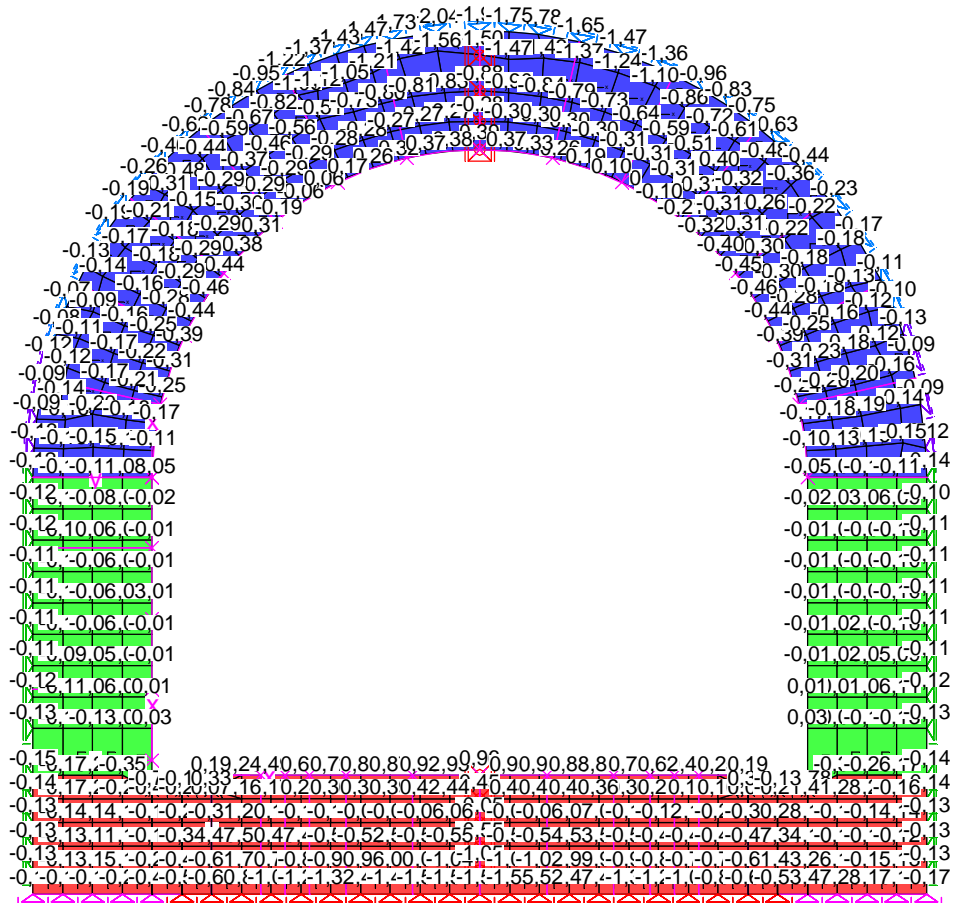
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,90/0,39 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



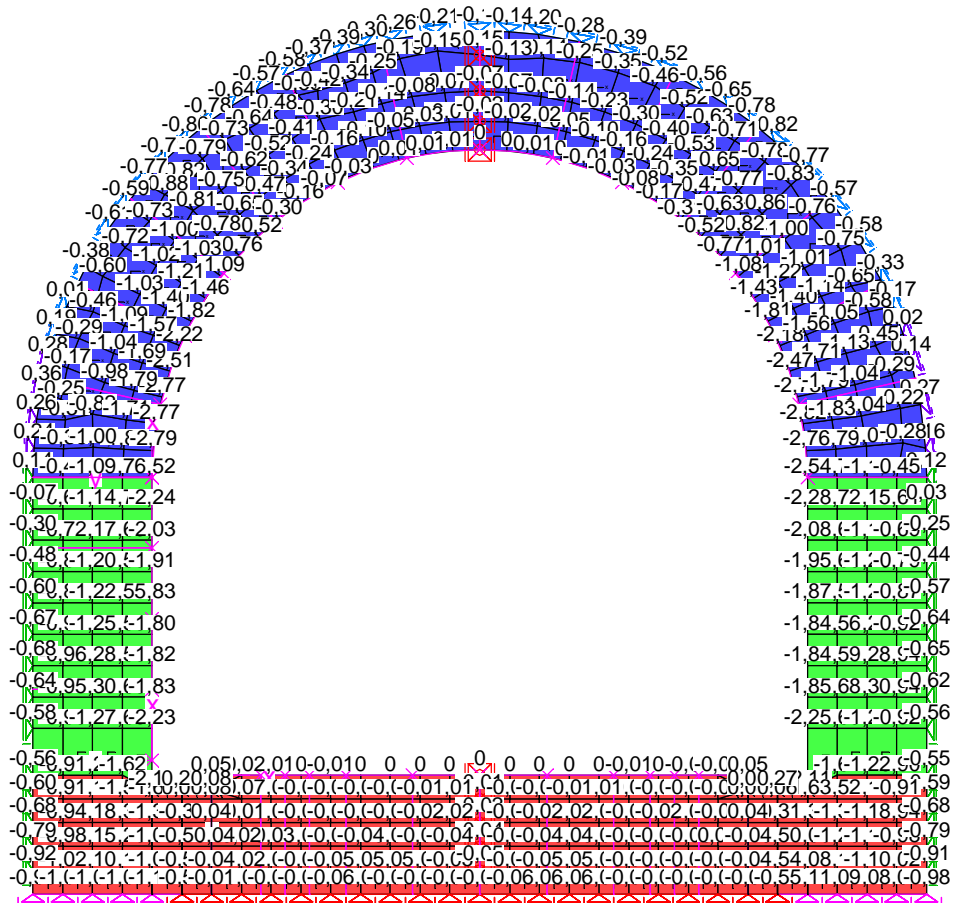
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch - direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,30/0,96 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



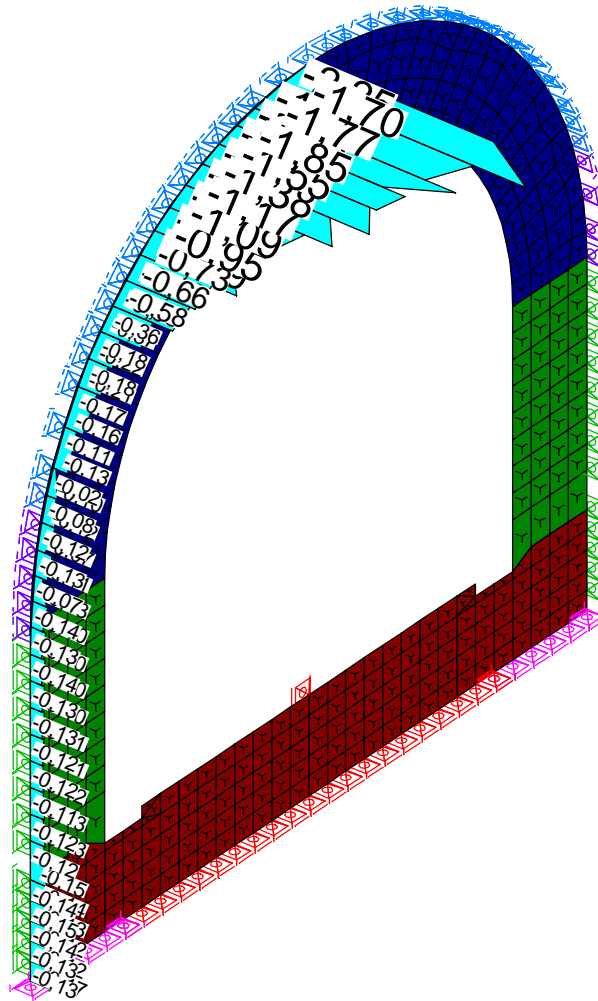
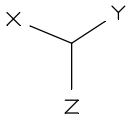
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,90/0,39 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



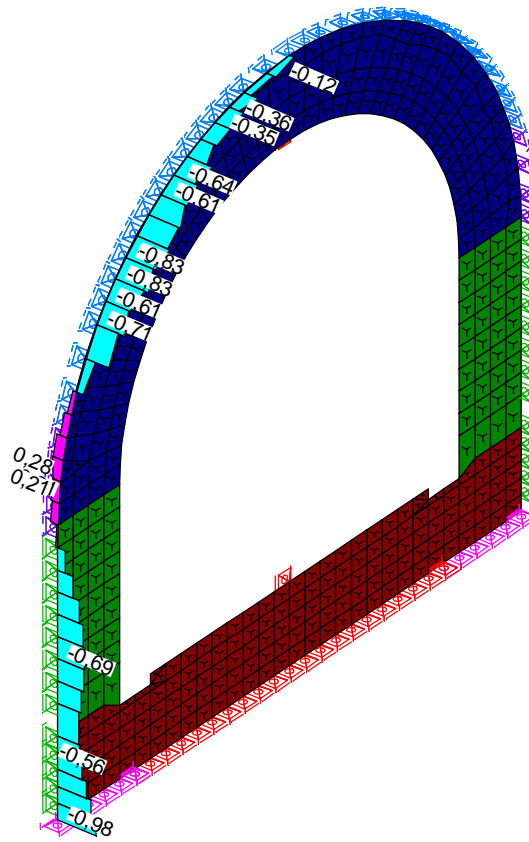
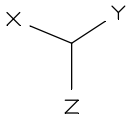
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Schnitt "1". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,30/0,96 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

Lokale Elementsysteme



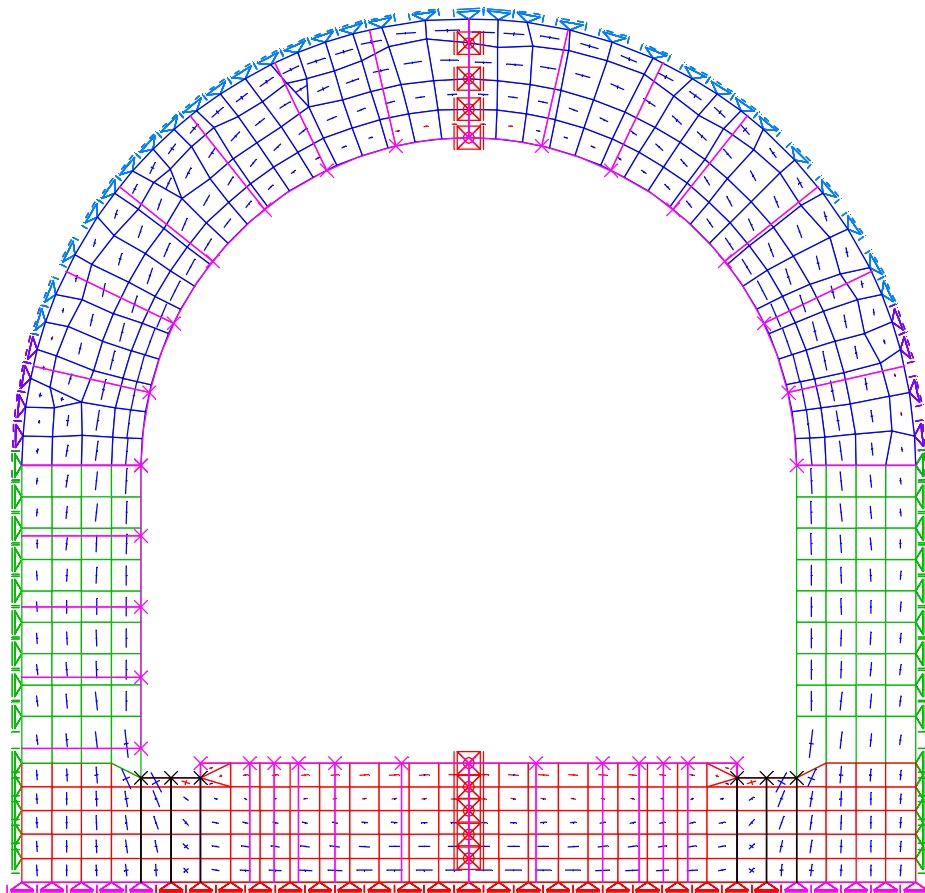
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -2,90/0,39 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

Lokale Elementsysteme

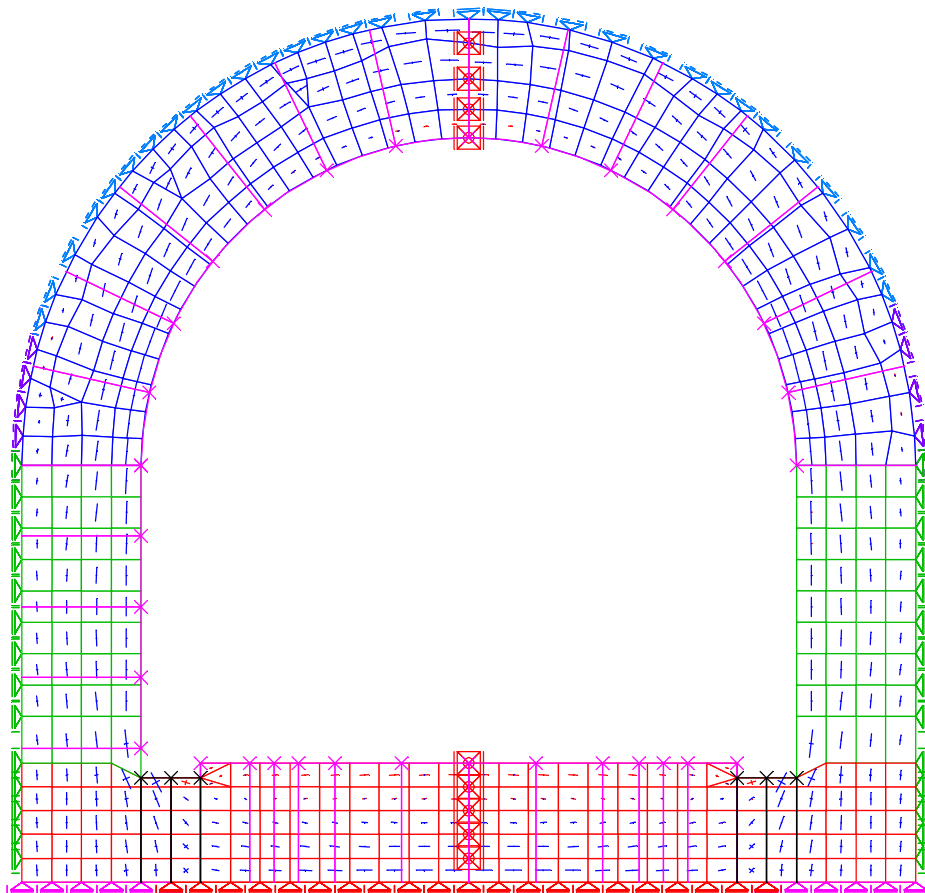


LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3,01/0,96 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

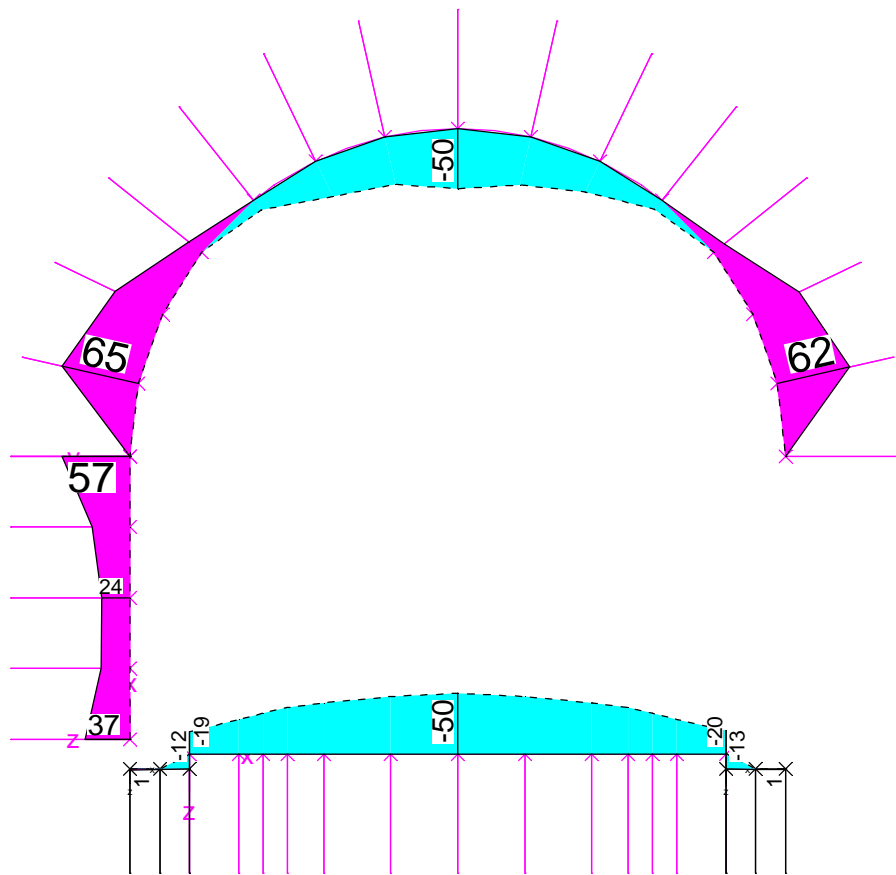


LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

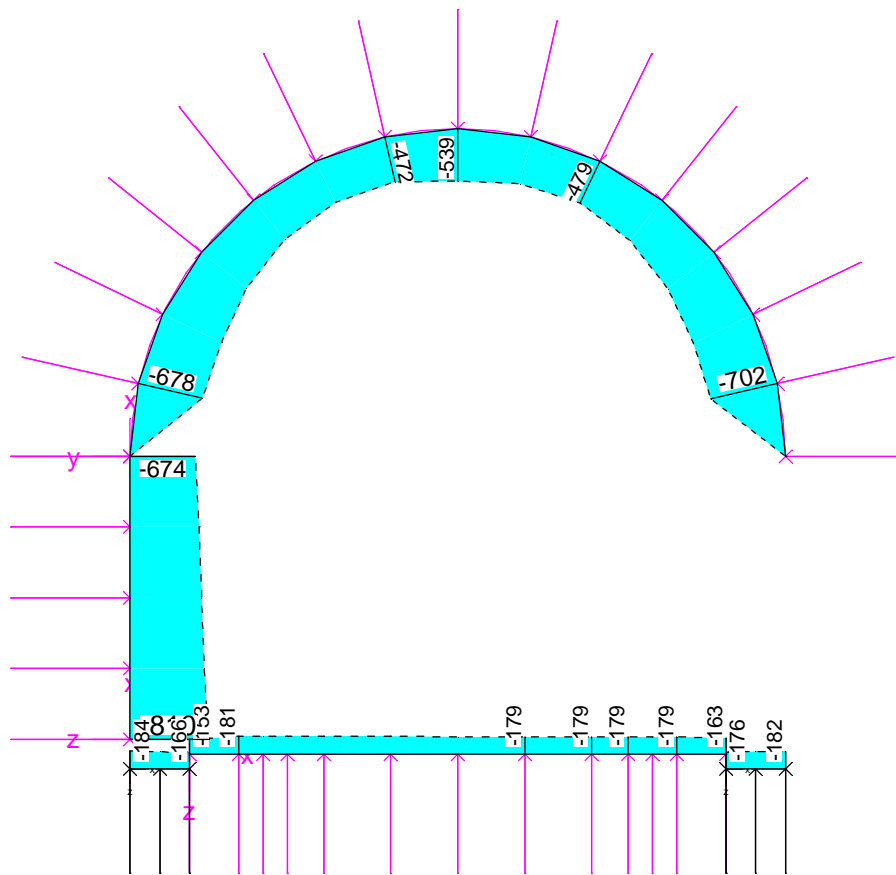
Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3,01/0,96 [MN/m²]

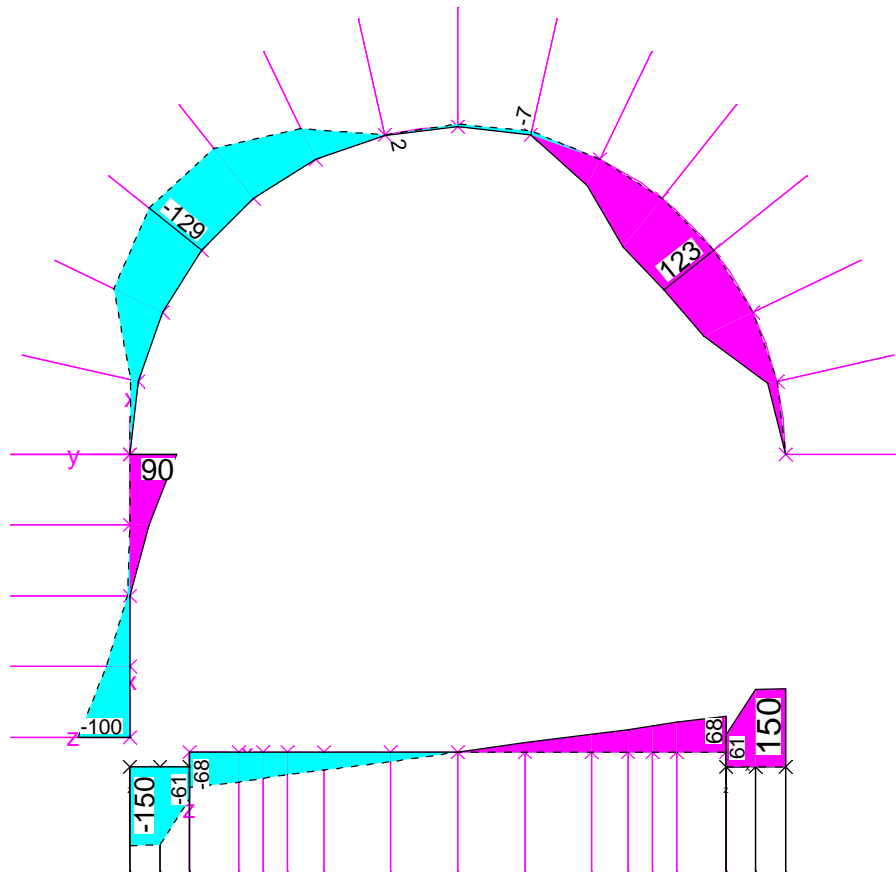
Berechnung in den Elementknoten



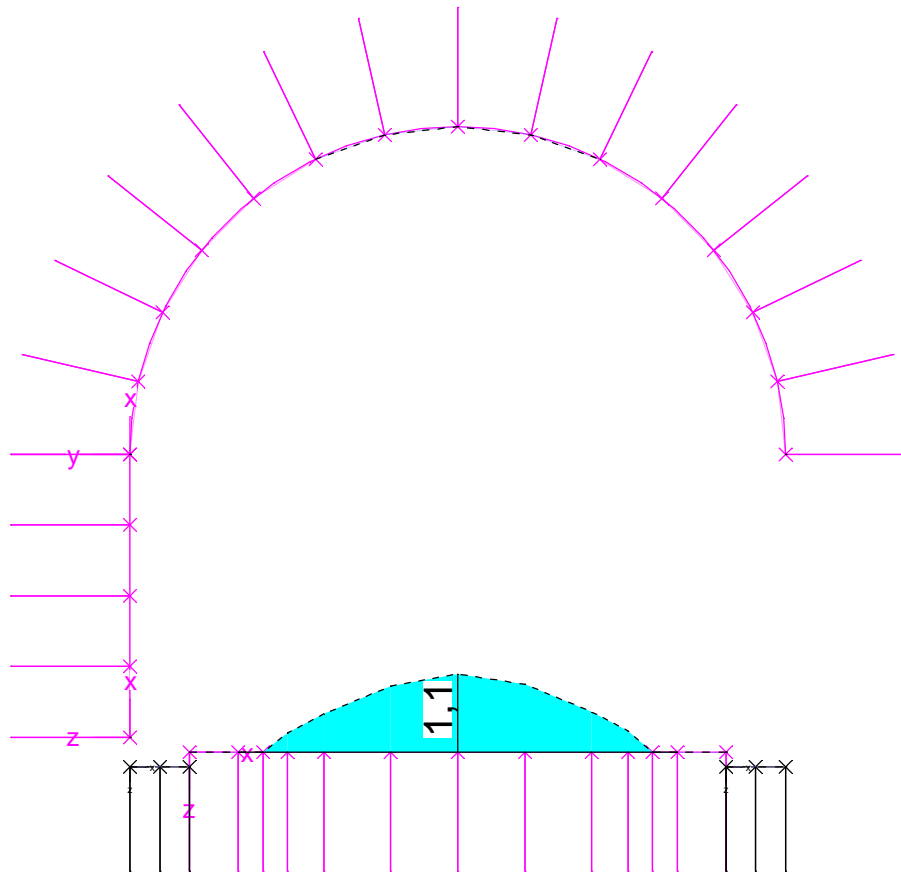
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max My [kNm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -50,12/65,00 [kNm]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



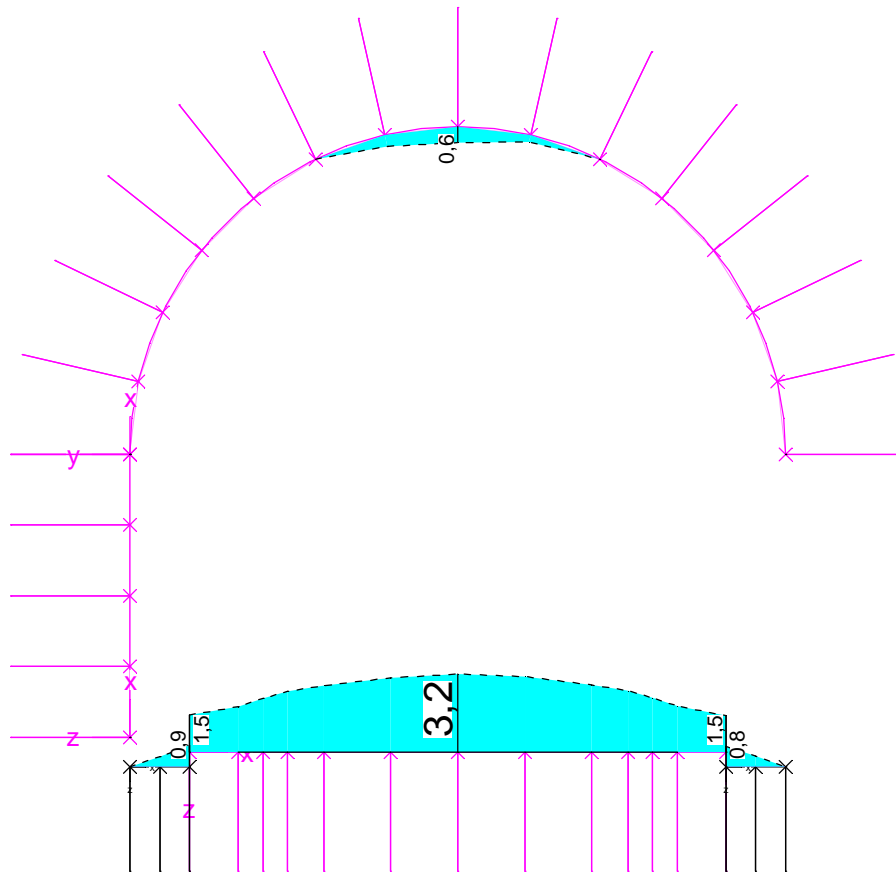
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Nx [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -809,60/0,03 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



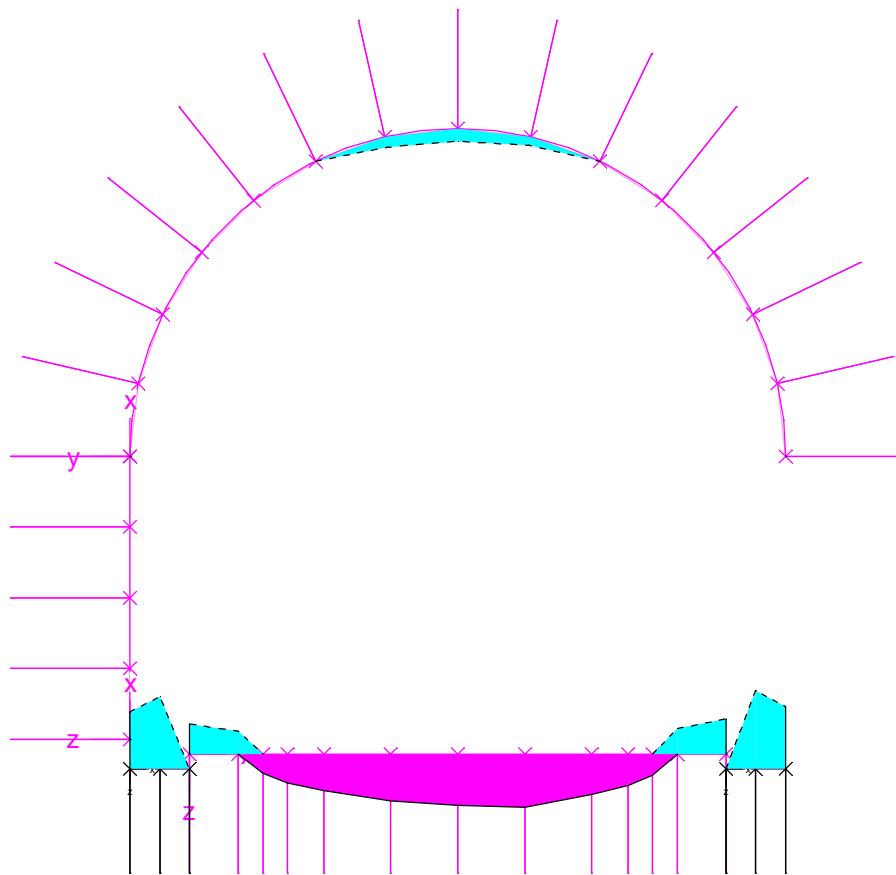
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Qz [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -150,25/150,09 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



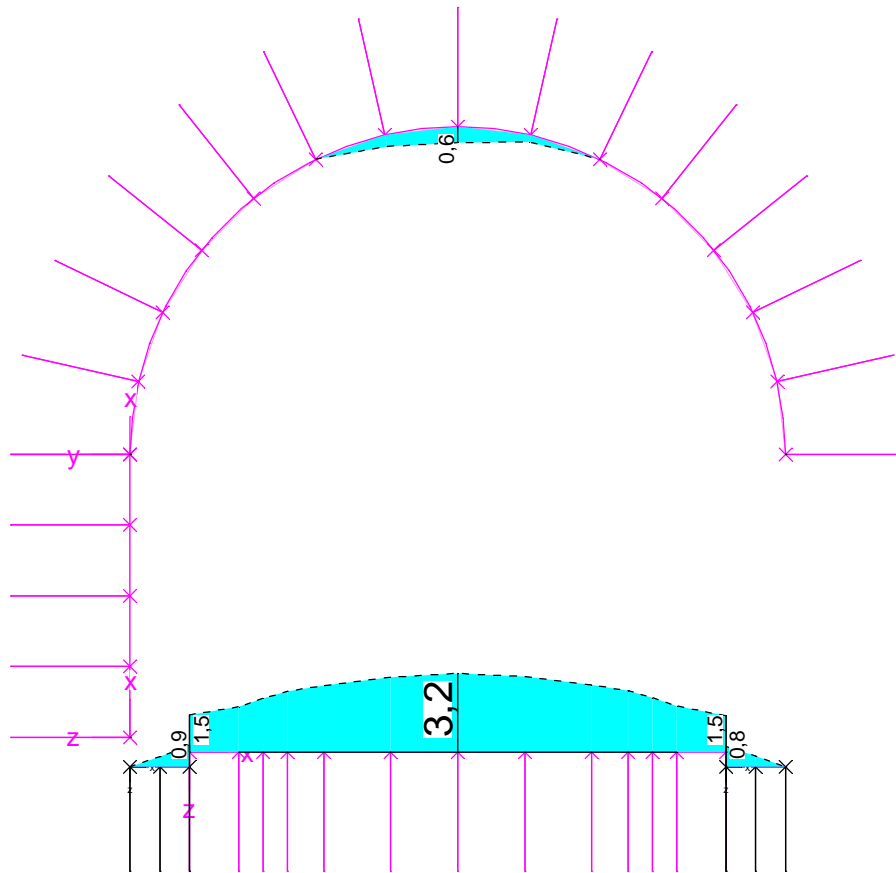
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,07 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



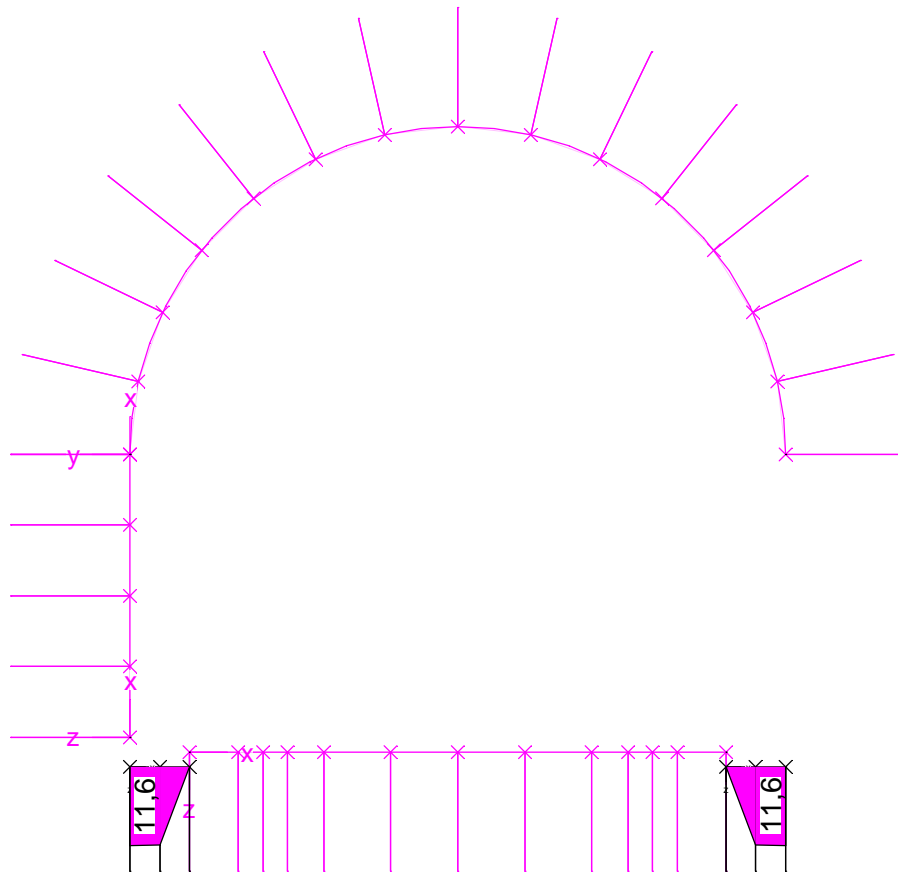
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,21 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



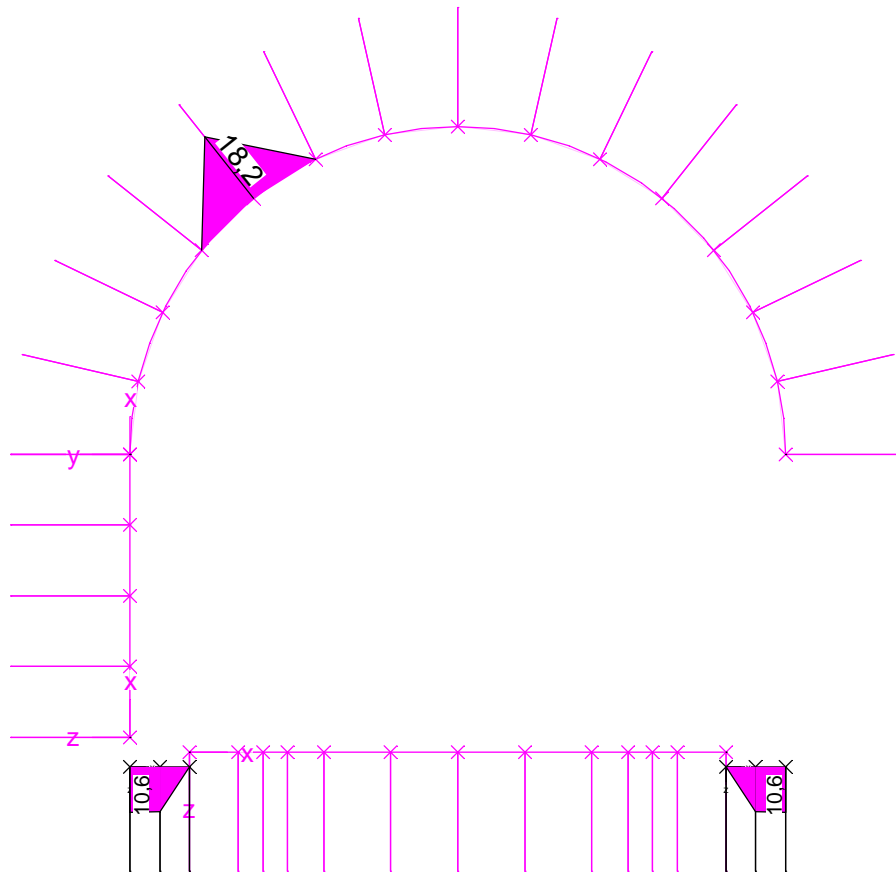
LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,00 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



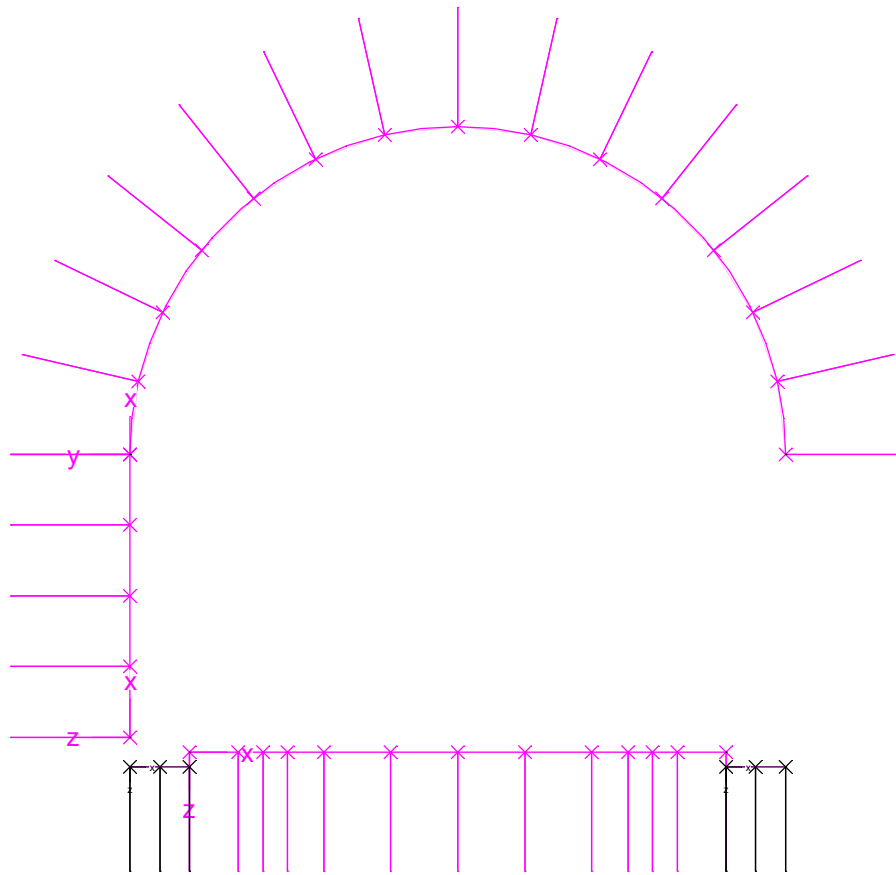
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,21 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



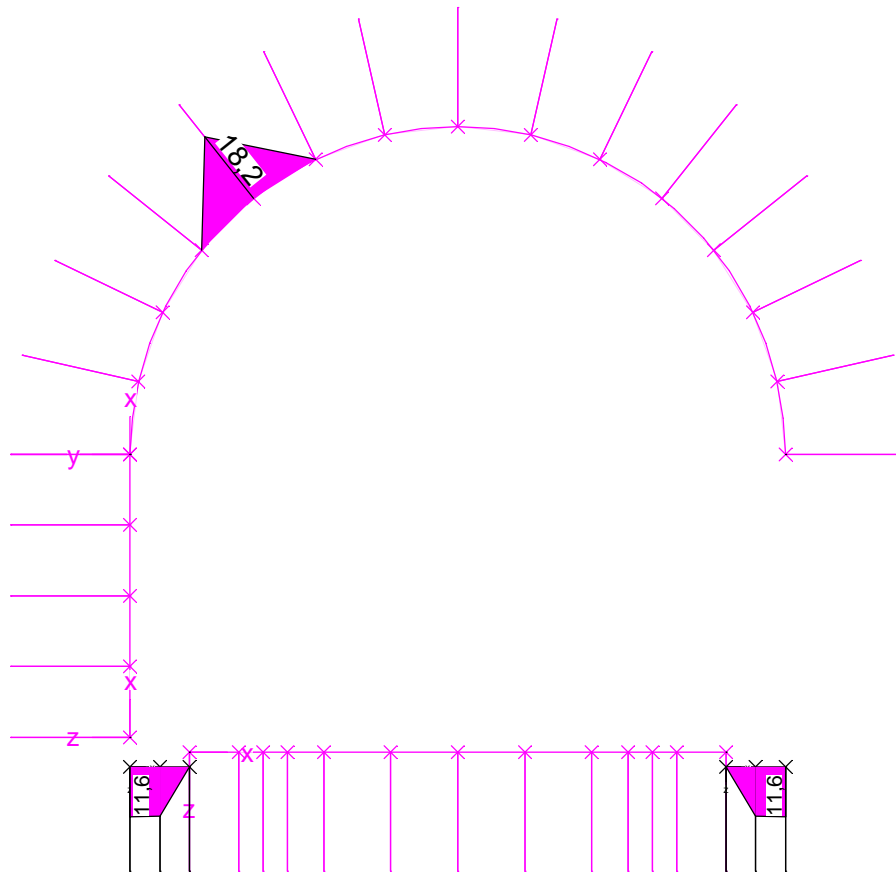
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/11,57 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



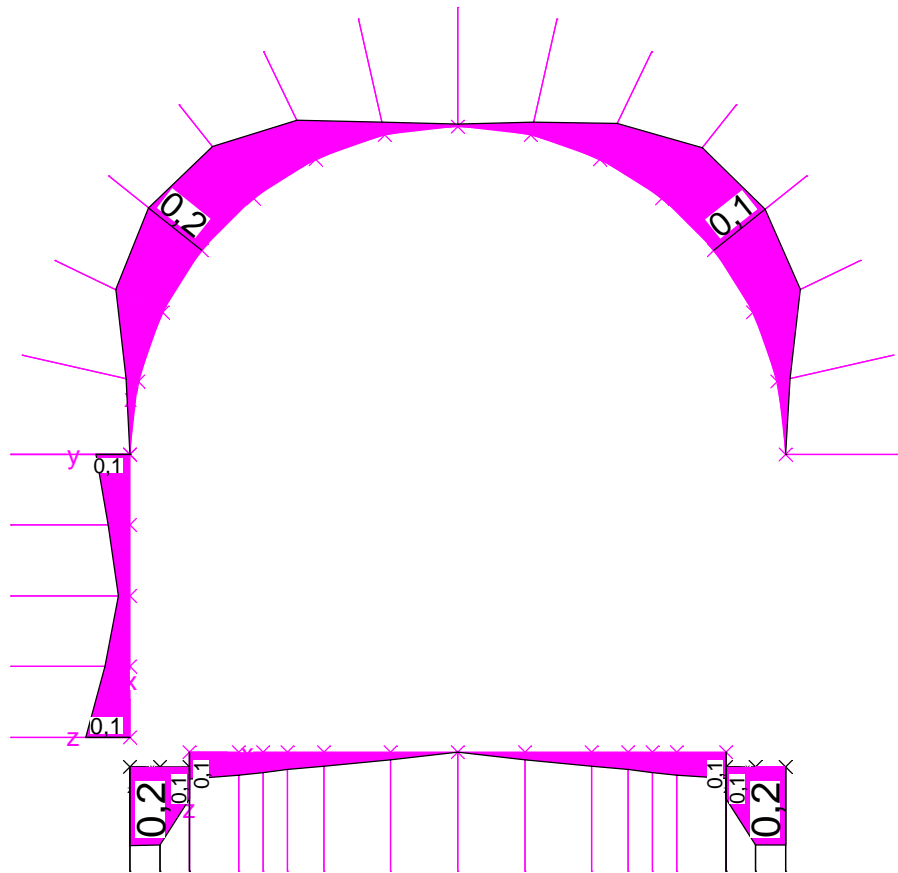
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/18,25 [cm²/m]
Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,00 [cm²/m]
Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz Bemessungsobjekte [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/18,25 [cm²/m]
Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Bemessungsobjekte $Q_z/V_{Rd,max}$ [-]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,18 [-]
 Lokale Elementsysteme

INHALT

Inhalt	1
System	
Farbe Elementdicke	3
Farbe Elementdicke	4
Materialfarbe; Lokale Elementsysteme	5
Farbe Elementdicke	6
Querschnittsfarbe	7
Querschnittspolygon 3	8
Querschnittspolygon 4	9
System	10
Lokale Festhaltungssysteme	11
Auflagennummern	12
Linienlager	13
Lasten	
111 : Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe	14
112 : Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe	15
113 : Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung	16
114 : Erddruck_horizontal_nur_Wand	17
Lastgruppen	
Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5) - Finite Elemente	18
121 : Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	20
Protokolle	
Finite Elemente	
Materialkennwerte - Finite Elemente	21
Querschnittswerte - Finite Elemente	21
Systemkenngrößen - Finite Elemente	21
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	21
Lastfallkombinationen - Nachweise	
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	21
DIN EN 1992-1-1 Bemessung	
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	23
Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	29
Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	30
Schubquerschnitte - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Materialkennwerte für Beton - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Betonstahl für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Längsbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Schubbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32

Deformationen

Deformationen u; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	34
Deformationen uy; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	35
Deformationen uz; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	36
Deformationen u; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	37
Deformationen uy; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	38
Deformationen uz; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	39
Deformationen u; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	40
Deformationen uy; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	41
Deformationen uz; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	42

Spannungen

Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	43
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	44
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	45
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	46
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	47
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	48
Sigma.1 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	49
Sigma.2 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	50

Schnittgrößen

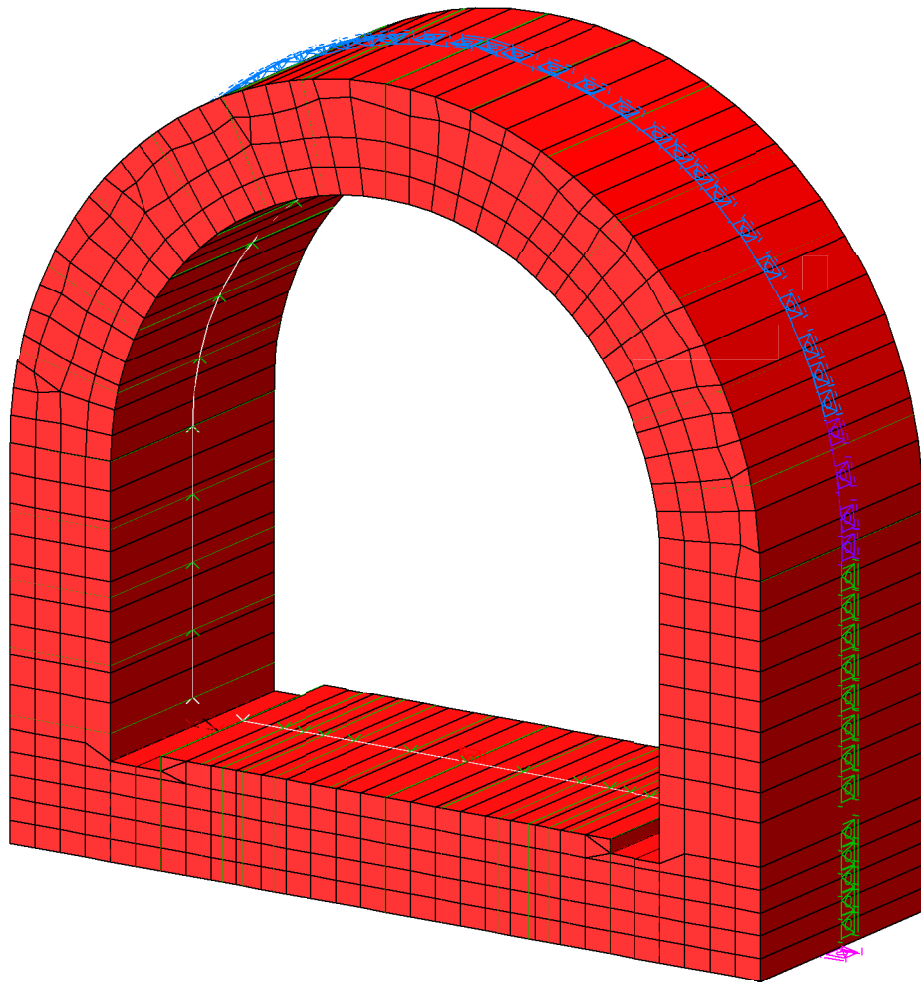
Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	51
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	52
Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	53

Bewehrung

Biegebewehrung As; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	54
Biegebewehrung As; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	55
Biegebewehrung As; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	56
Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	57
Asb.z; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	58
Asb.z; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	59
Asb.z; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	60
Asb.z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	61
Qz/VRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	62

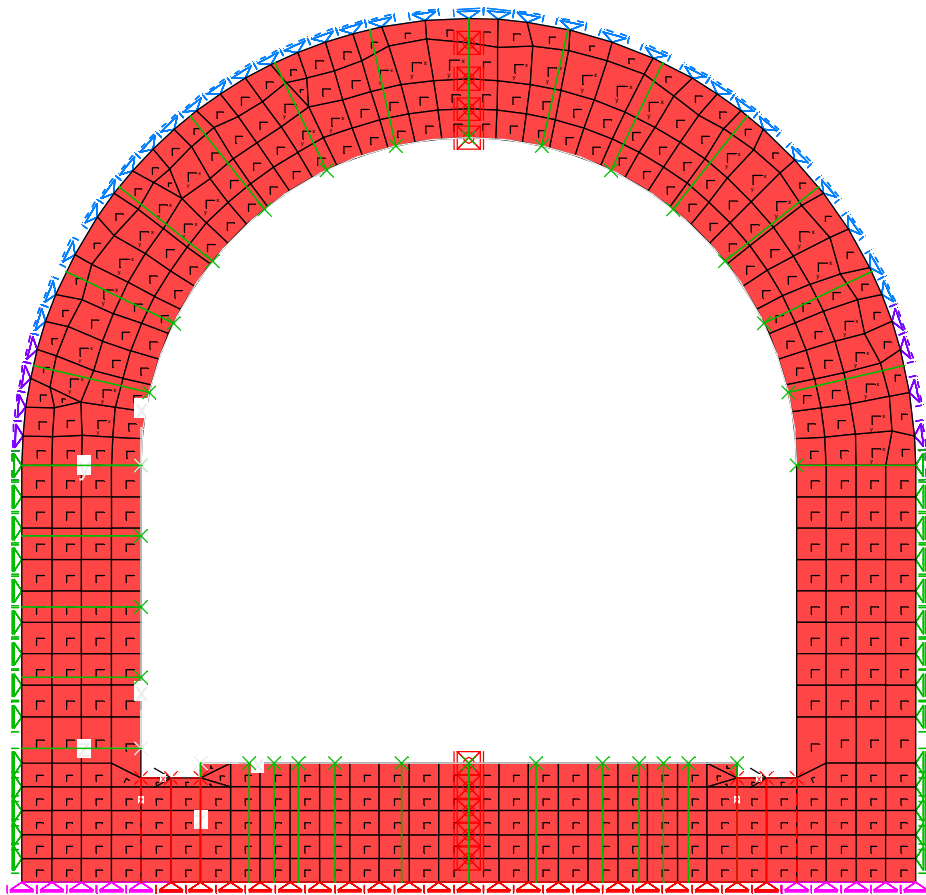
Auflagerkräfte

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121	63
---	----

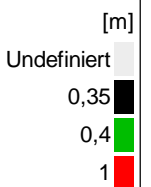


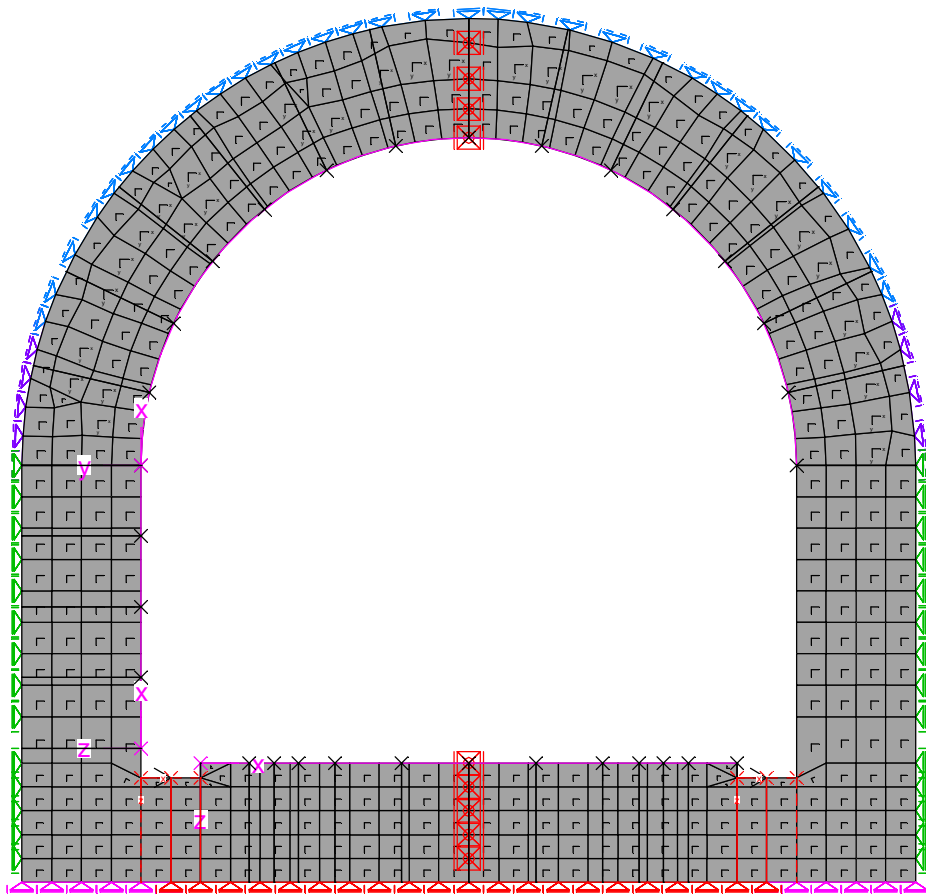
Farbe Elementdicke

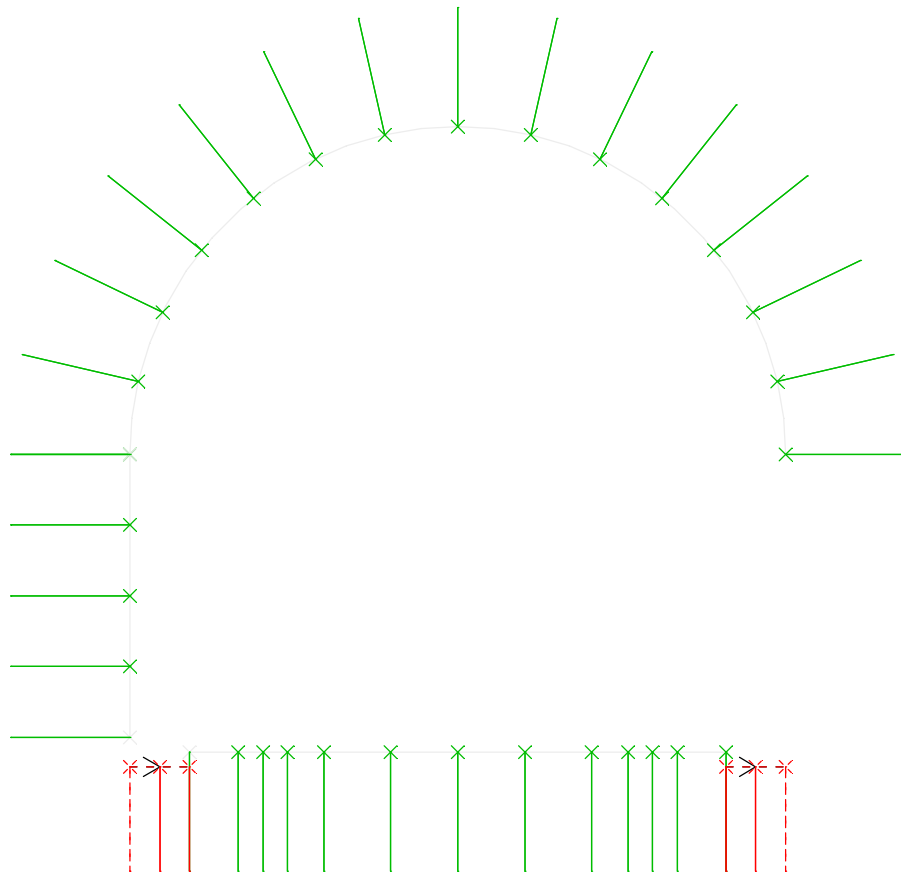
[m]
Undefiniert
0,35
0,4
1



Farbe Elementdicke; Lokale Elementsysteme

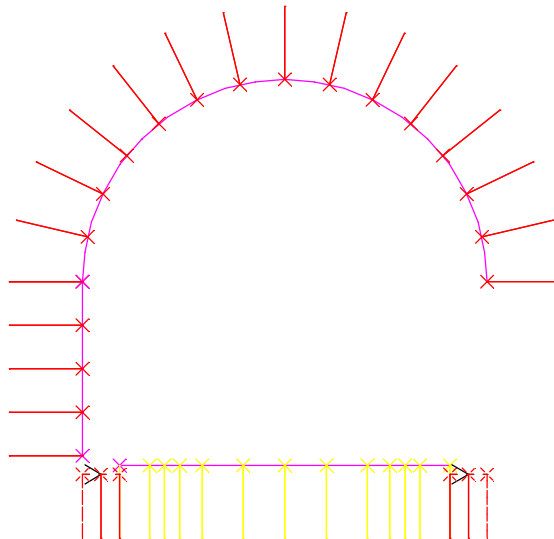






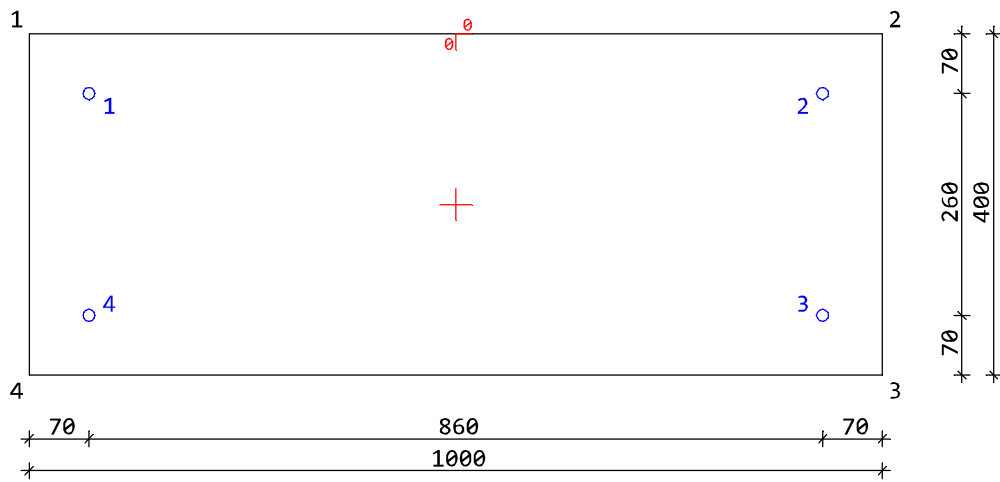
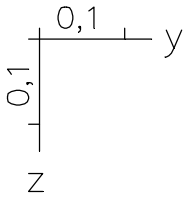
Farbe Elementdicke

[m]
0,35
0,4



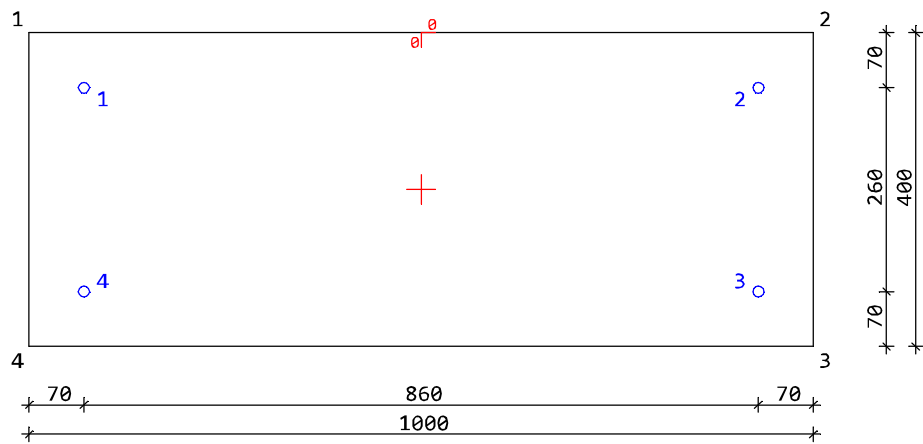
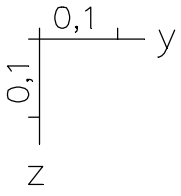
Querschnittsfarbe

- 3-BO_Wand ■
- 4-BO_Fundament ■
- 5-BO_Rinne ■



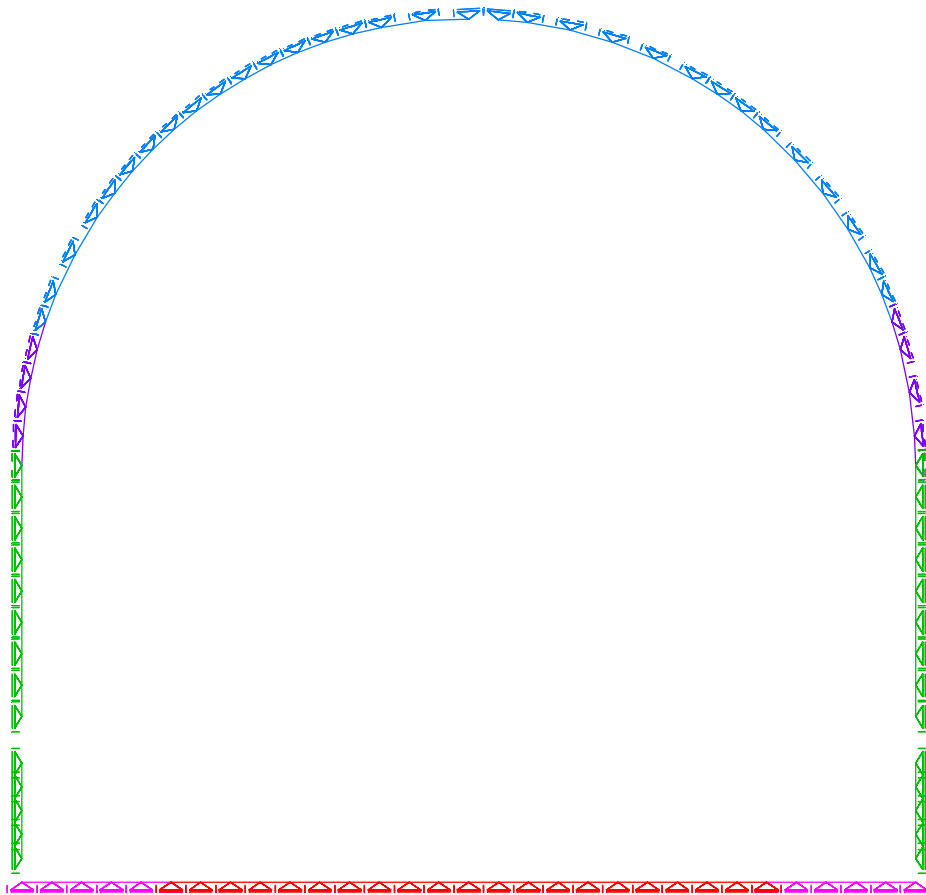
Ys = 0,00000 m Zs= 0,20000 m
 Iy = 5,33333e-03 m4 Iz= 3,33333e-02 m4
 I1 = 5,33333e-03 m4 I2= 3,33333e-02 m4
 Phi= 0,00000 Grad A = 0,400000 m²

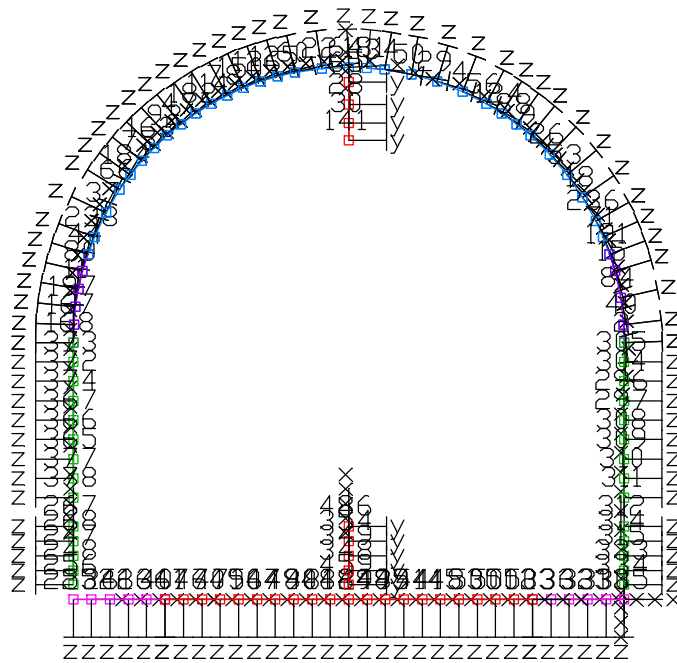
Querschnittspolygon 3 - BO_Wand [mm]

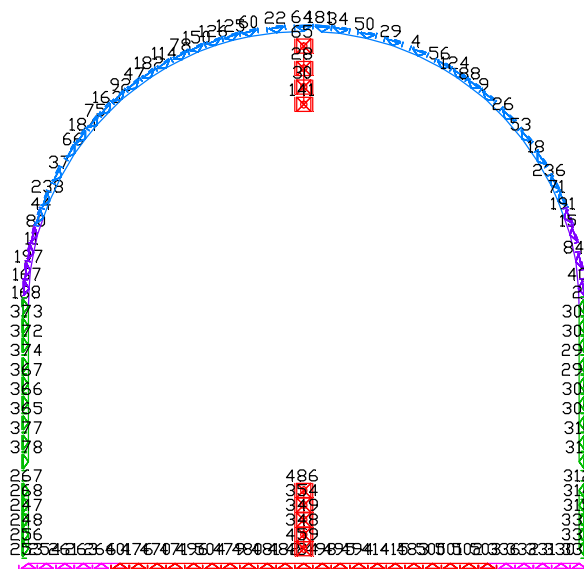


$Y_s = 0,00000 \text{ m}$ $Z_s = 0,20000 \text{ m}$
 $I_y = 5,33333\text{e-}03 \text{ m}^4$ $I_z = 3,33333\text{e-}02 \text{ m}^4$
 $I1 = 5,33333\text{e-}03 \text{ m}^4$ $I2 = 3,33333\text{e-}02 \text{ m}^4$
 $\text{Phi} = 0,00000 \text{ Grad}$ $A = 0,400000 \text{ m}^2$

Querschnittspolygon 4 - BO_Fundament [mm]



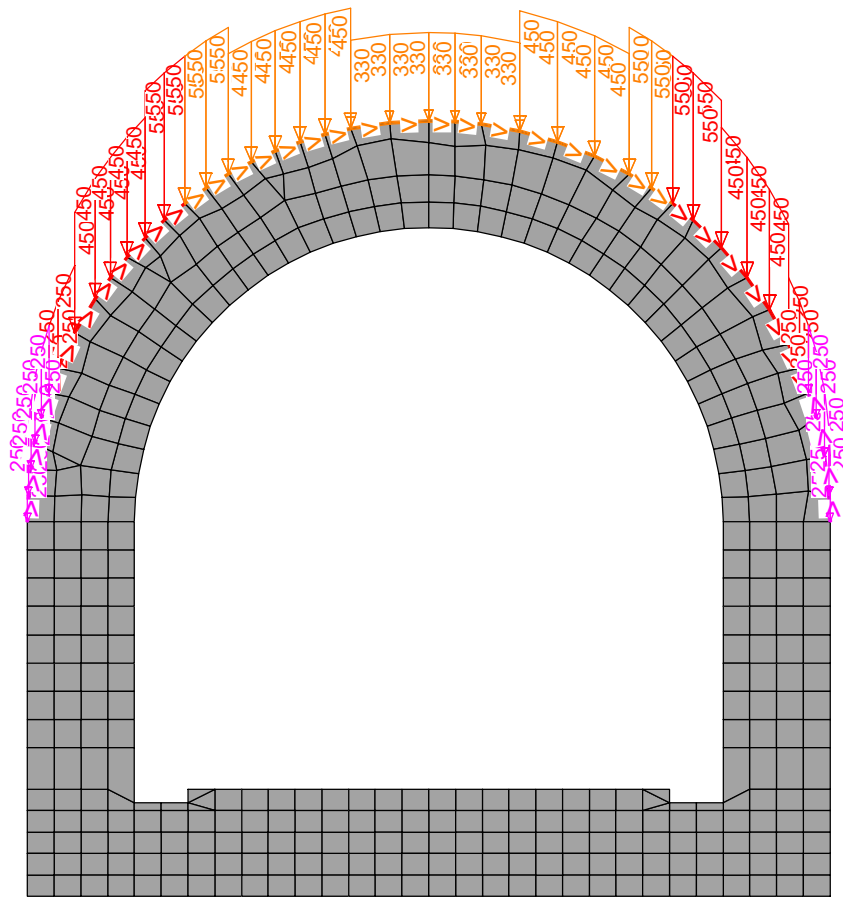


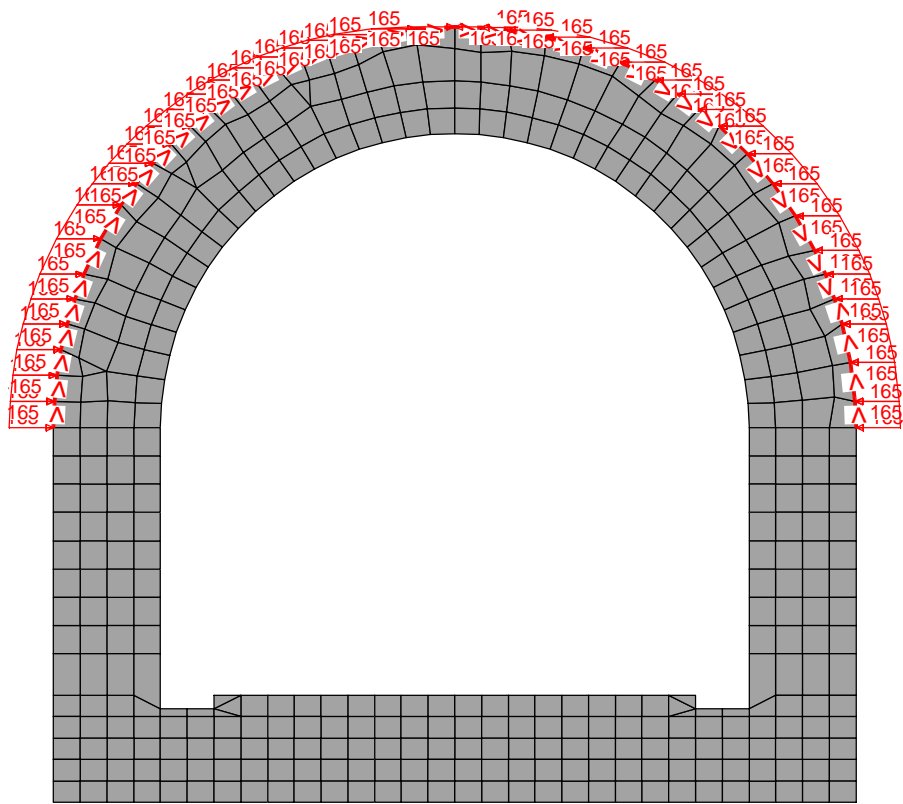


Auflagennummern

Linienlager

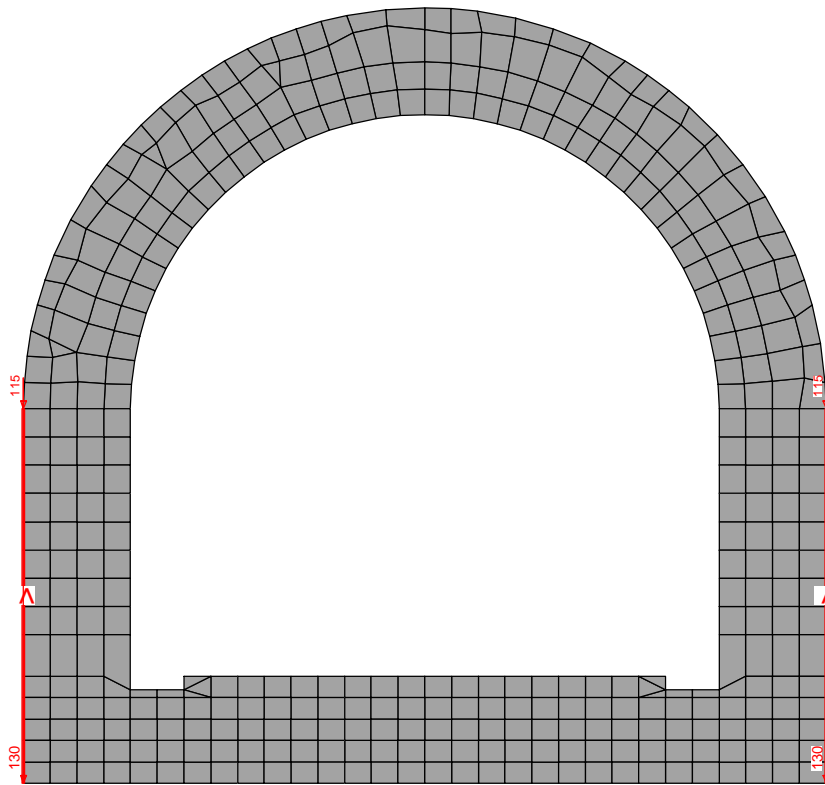
	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m ²] bzw. [MNm/m]						Zug- ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Lager 168-167	-	F	1300,00	-	-	-	Z
2	Lager 167-197	-	F	1300,00	-	-	-	Z
3	Lager 197-11	-	F	1300,00	-	-	-	Z
4	Lager 11-80	-	F	1300,00	-	-	-	Z
5	Lager 80-44	-	F	1300,00	-	-	-	Z
6	Lager 44-238	-	F	1300,00	-	-	-	Z
7	Lager 238-37	-	F	1300,00	-	-	-	Z
8	Lager 37-66	-	F	1300,00	-	-	-	Z
9	Lager 66-184	-	F	1300,00	-	-	-	Z
10	Lager 184-75	-	F	1300,00	-	-	-	Z
11	Lager 75-163	-	F	1300,00	-	-	-	Z
12	Lager 163-92	-	F	1300,00	-	-	-	Z
13	Lager 92-47	-	F	1300,00	-	-	-	Z
14	Lager 47-182	-	F	1300,00	-	-	-	Z
15	Lager 182-114	-	F	1300,00	-	-	-	Z
16	Lager 114-78	-	F	1300,00	-	-	-	Z
17	Lager 78-150	-	F	1300,00	-	-	-	Z
18	Lager 150-126	-	F	1300,00	-	-	-	Z
19	Lager 126-125	-	F	1300,00	-	-	-	Z
20	Lager 125-60	-	F	1300,00	-	-	-	Z
21	Lager 60-22	-	F	1300,00	-	-	-	Z
22	Lager 34-50	-	F	1300,00	-	-	-	Z
23	Lager 50-29	-	F	1300,00	-	-	-	Z
24	Lager 29-4	-	F	1300,00	-	-	-	Z
25	Lager 4-56	-	F	1300,00	-	-	-	Z
26	Lager 56-124	-	F	1300,00	-	-	-	Z
27	Lager 124-88	-	F	1300,00	-	-	-	Z
28	Lager 88-9	-	F	1300,00	-	-	-	Z
29	Lager 9-26	-	F	1300,00	-	-	-	Z
30	Lager 26-53	-	F	1300,00	-	-	-	Z
31	Lager 53-18	-	F	1300,00	-	-	-	Z
32	Lager 18-236	-	F	1300,00	-	-	-	Z
33	Lager 236-71	-	F	1300,00	-	-	-	Z
34	Lager 71-191	-	F	1300,00	-	-	-	Z
35	Lager 191-15	-	F	1300,00	-	-	-	Z
36	Lager 15-84	-	F	1300,00	-	-	-	Z
37	Lager 84-40	-	F	1300,00	-	-	-	Z
38	Lager 40-2	-	F	1300,00	-	-	-	Z
39	Lager 22-64	-	F	1300,00	-	-	-	Z
40	Lager 181-34	-	F	1300,00	-	-	-	Z
41	Lager 253-471	-	F	590,00	-	-	-	Z
42	Lager 253-471	-	F	590,00	-	-	-	Z
43	Lager 401-503	-	F	40,00	-	-	-	Z
44	Lager 141-65	-	F	F	-	-	-	Nie
45	Lager 267-168	-	F	1300,00	-	-	-	Z
46	Lager 459-486	-	F	F	-	-	-	Nie
47	Lager 2-312	-	F	1300,00	-	-	-	Z
48	Lager 312-335	-	F	1300,00	-	-	-	Z
49	Lager 253-267	-	F	1300,00	-	-	-	Z

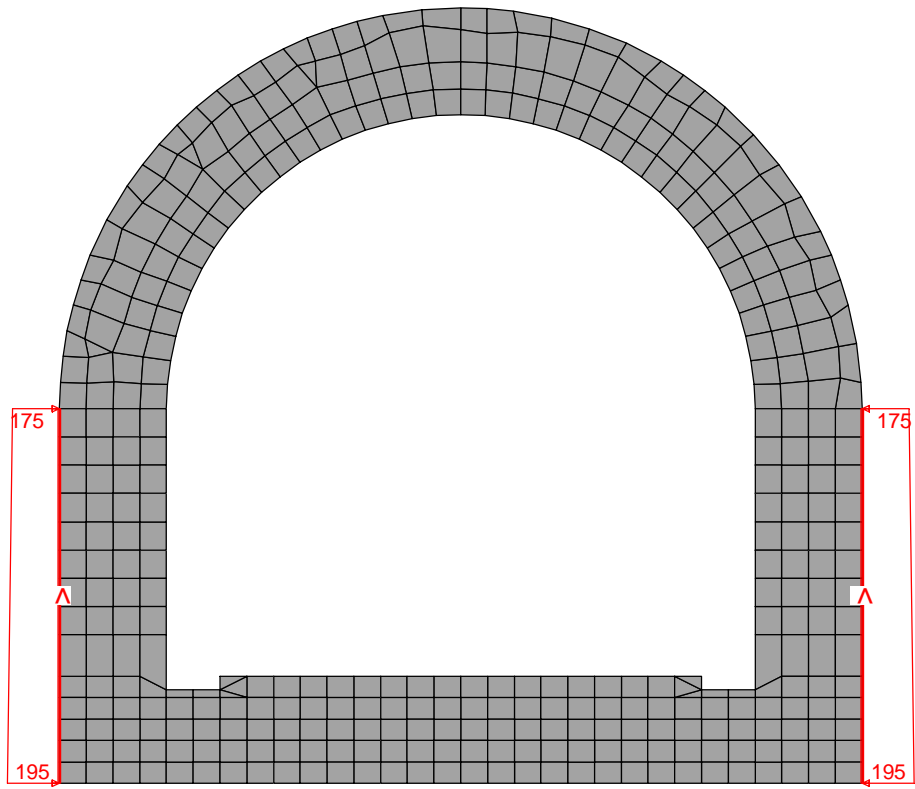




Materialfarbe
LF 112: Belastung, Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe

C25/30-EN-D





Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 121

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,03	2275,51
Auflagerkräfte :	-0,00	0,40	2275,39
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	-0,37	0,11

Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	0,500

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 122

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,02	2104,01
Auflagerkräfte :	-0,00	0,02	2104,01
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

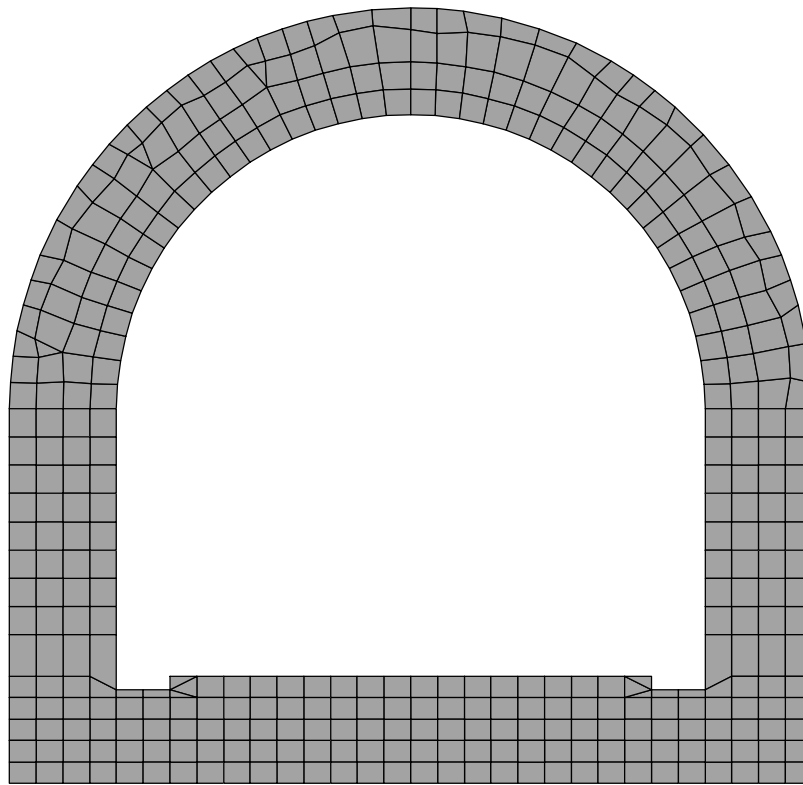
Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,03	1182,90
Auflagerkräfte :	0,00	0,03	1182,90
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

		Rx [kN]	Ry	Rz

Summe	:	-0,00	0,00	0,00



Materialkennwerte

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,000e-05	25,000

Querschnittswerte

Nr. 2 FL d=1
A = 1,000e+00 [m²], I_y = 8,333e-02 [m⁴]

Systemkenngrößen

Knoten 469
Elemente 384
Festhaltungen 108
Unbekannte 2814
Bandbreite 0
Steifigkeitsmatrix 527,8 KB
Massenmatrix 527,8 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
111	Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe
112	Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe
113	Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung
114	Erddruck_horizontal_nur_Wand
121	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
122	Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
123	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
 Sonstige Einwirkungen
 Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

 122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
 Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
 Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

 123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121**2. Häufige Situation - LF122**

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122**3. Häufige Situation - LF123**

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123**1. Quasi-ständige Situation - LF121**

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121**2. Quasi-ständige Situation - LF122**

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122**3. Quasi-ständige Situation - LF123**

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123**Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12**

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung				
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	B	P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC2	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.

(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.

(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.

(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.

(S) Nachweis der Schubfuge.

- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
 (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
 (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
 (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
 (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
 fyk Stahlgüte der Bügel.
 Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
 P. Balken werden wie Platten bemessen.
 K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
 Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
 rho.w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
 as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
 x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
 cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
 Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m ³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm ²] Bild 6.3		Faktor rho.w	as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite	Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]				
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds	Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s	Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max	Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil	Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k	Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt	Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt.	Abminderungsfaktor für f_{ctm} nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb.	Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk): CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination, ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten, KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode	Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc	Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3). auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk	Berech. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4, Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N, Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. $A_{c,eff}$, Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. $A_{c,eff}$.
RI	Ringförmige Bestimmung von $A_{c,eff}$ gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB	Bestimmung von $A_{s,min}$ nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berech.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c	Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK)	Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL)	Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)	zul.sigma.c	zul.sigma.s	Dekompression
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK) Komb. Spannung
3	.	.	0,60 fck	.	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \gamma_{c.c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \gamma_{c.c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu. Beton	Rohd. [kg/m ³]	E-Modul [MN/m ²]	Festigkeiten [MN/m]				Grenzdehnungen [o/oo]			
			fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2 C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3 C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4 C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5 C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl						
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]		
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00	

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m ²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm ² /m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm ² /m]	as fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Häufige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Häufige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Quasi-ständige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Quasi-ständige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Quasi-ständige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF123

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung				
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	B	P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC2	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.
- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
- (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
 (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
 (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
- fyk Stahlgüte der Bügel.
- Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
- P. Balken werden wie Platten bemessen.
- K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
- Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
- rho_w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
- as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
- x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
- cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
- Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²]		Faktor rho_w	Bem. as	x,y	cvl [mm]	Red. spg.
							Bild 6.3 vorh.	max					
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
- z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
- tef Wanddicke des Torsionskastens.
- K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m]		Nutzhöhe d [m]		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom			h	h.nom	kd	z1	z2	tef	K.	
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom			h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):
CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,
ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,
KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk Berechnung = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,
Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,
Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,
Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berechn.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL) Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)		zul.sigma.c		zul.sigma.s		Dekompression	
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK)	(CK)	Komb.	Spannung
3	.	.	.	0,60	fck	.	.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
 rhov Faktor für Mindestbewehrungsgrad $\rho_{w,min}$ nach Gl. (9.5a/bDE).
 as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
 x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
 cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
 Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m ³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm ²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rhov	as	x,y	Bem. cvl	Red. Vor- spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]	Nutzbreite	Höhe [m]	Nutzhöhe	Torsionsquerschn. [m]							
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \gamma_{s.c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \gamma_{s.c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd.	E-Modul	Festigkeiten [MN/m]				Grenzdehnungen [o/oo]			
		[kg/m ³]	[MN/m ²]	fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl						
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]		
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00	

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul	d1 x	d2 x	asx	d1 y	d2 y	asy	as
			[MN/m ²]	[m]	[m]	[cm ² /m]	[m]	[m]	[cm ² /m]	fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

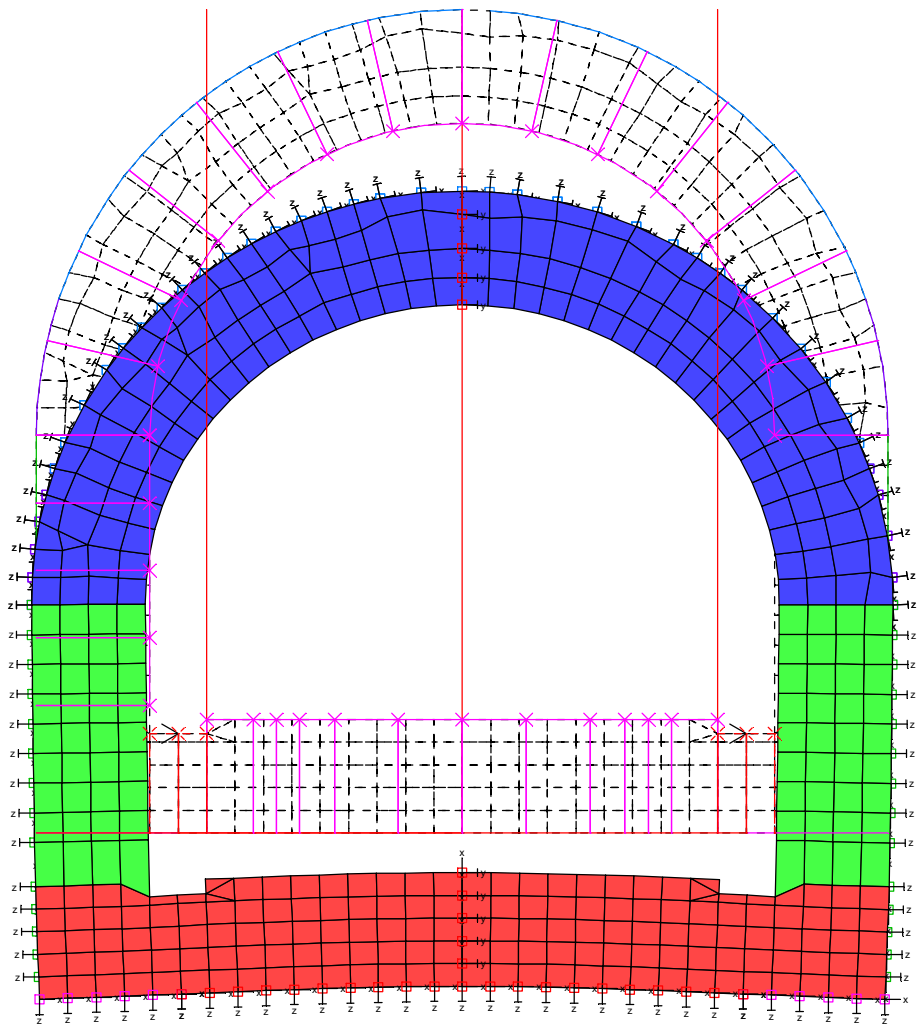
Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{s.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Nachweis der Längsbewehrung

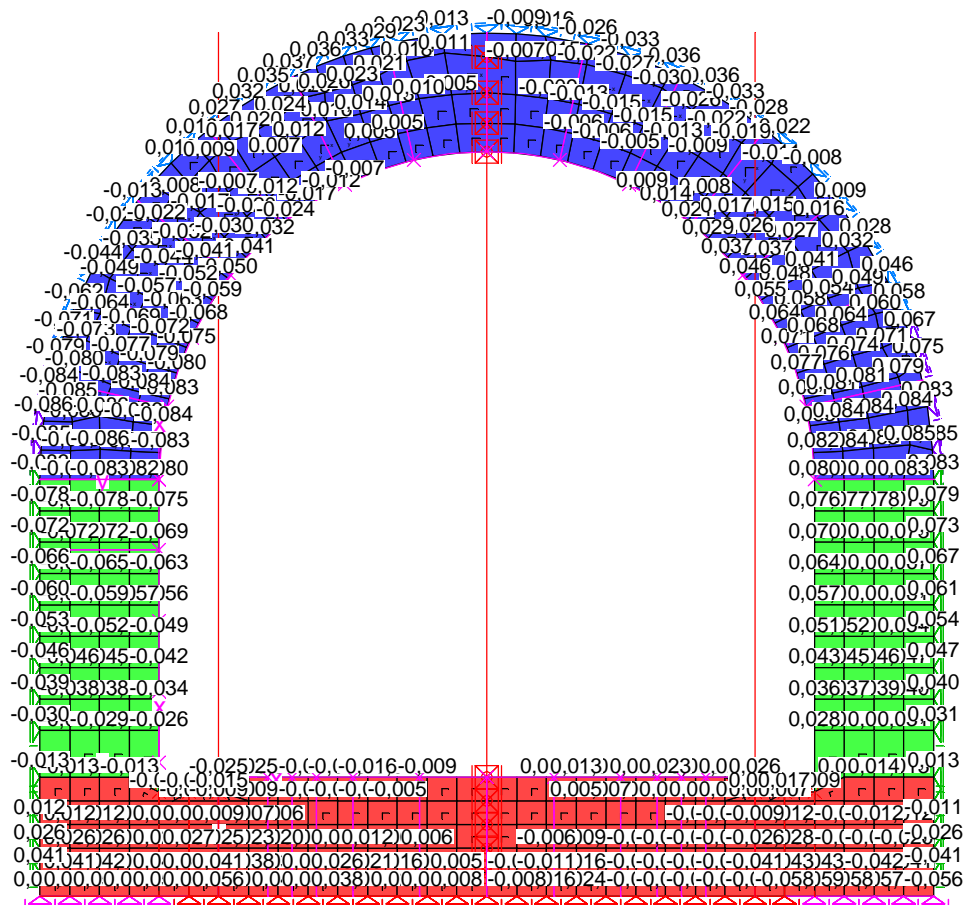
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

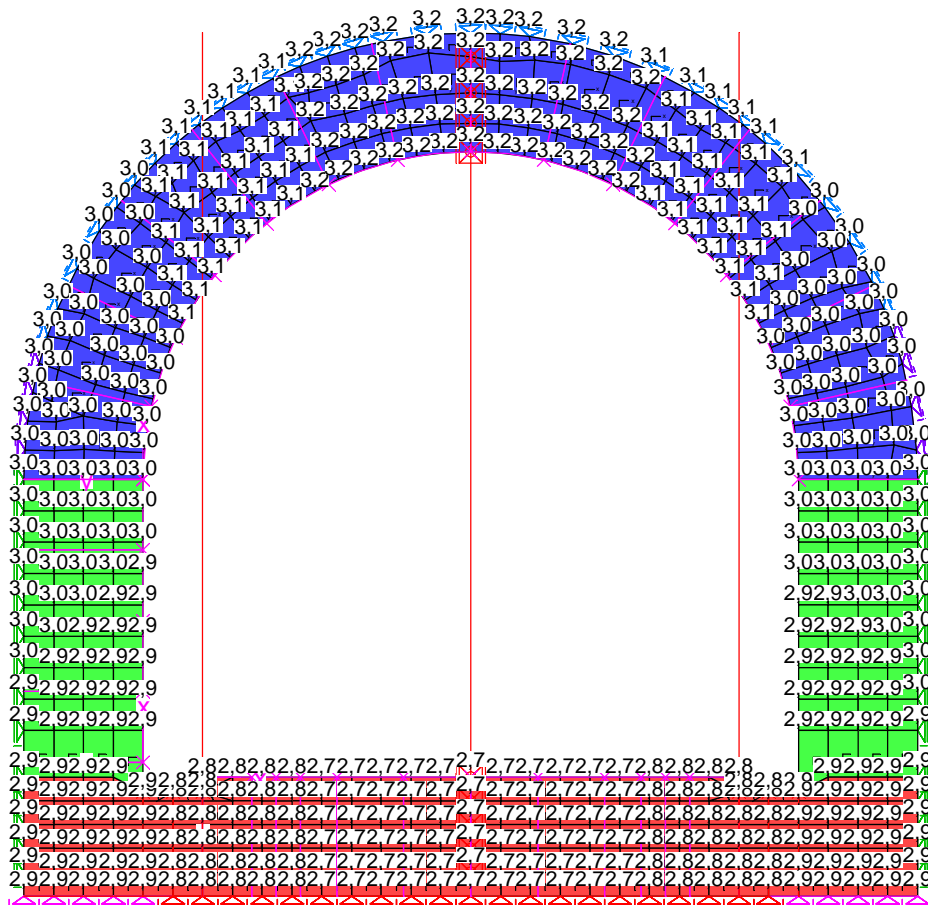
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.



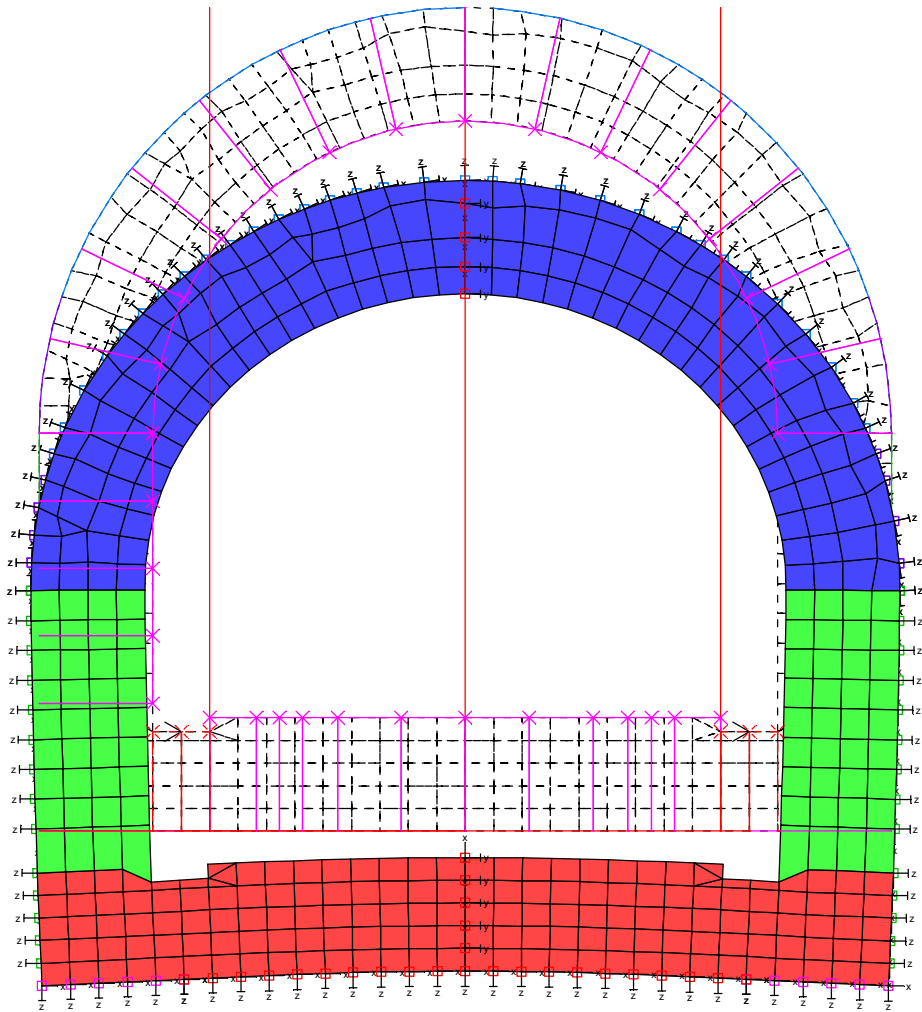
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,20 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



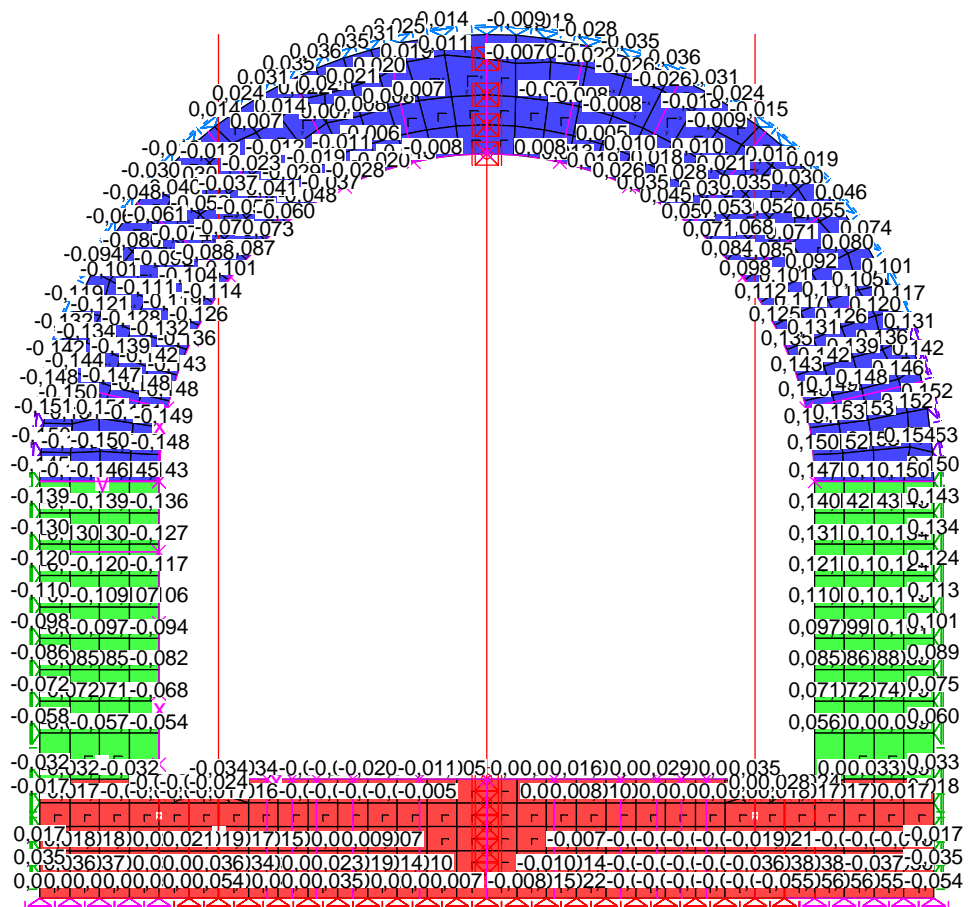
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,086/0,085 [mm]
 Lokale Elementsysteme



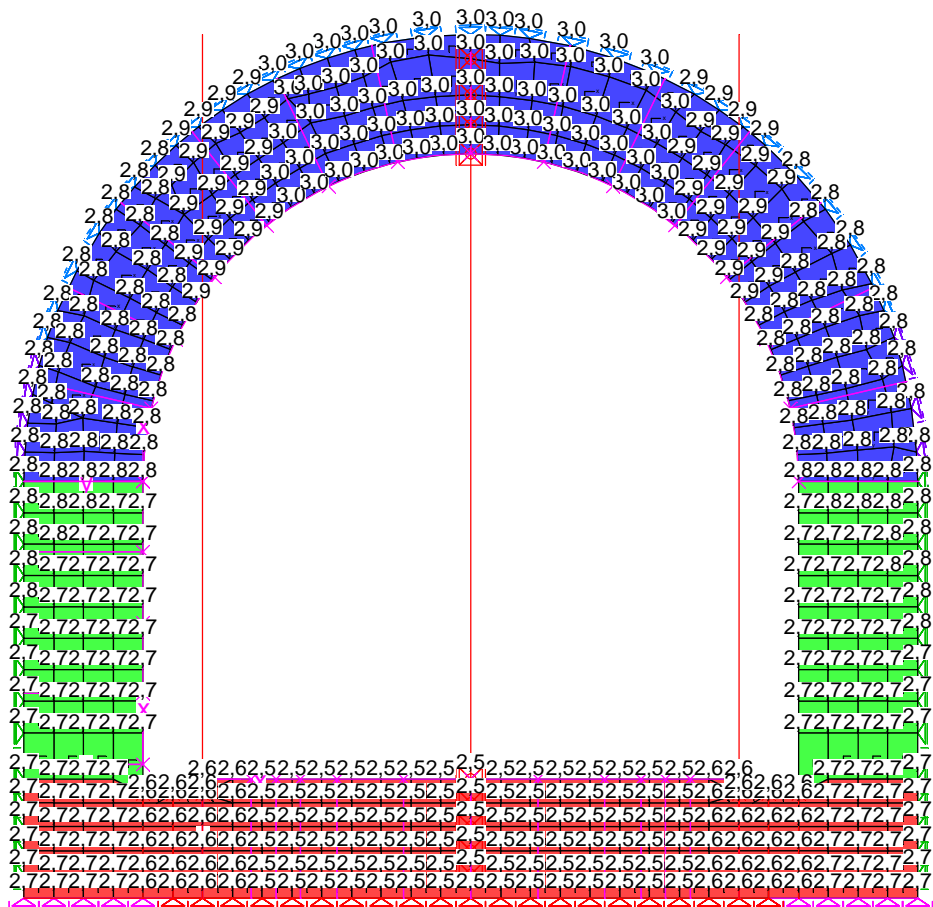
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,697/3,196 [mm]
 Lokale Elementsysteme



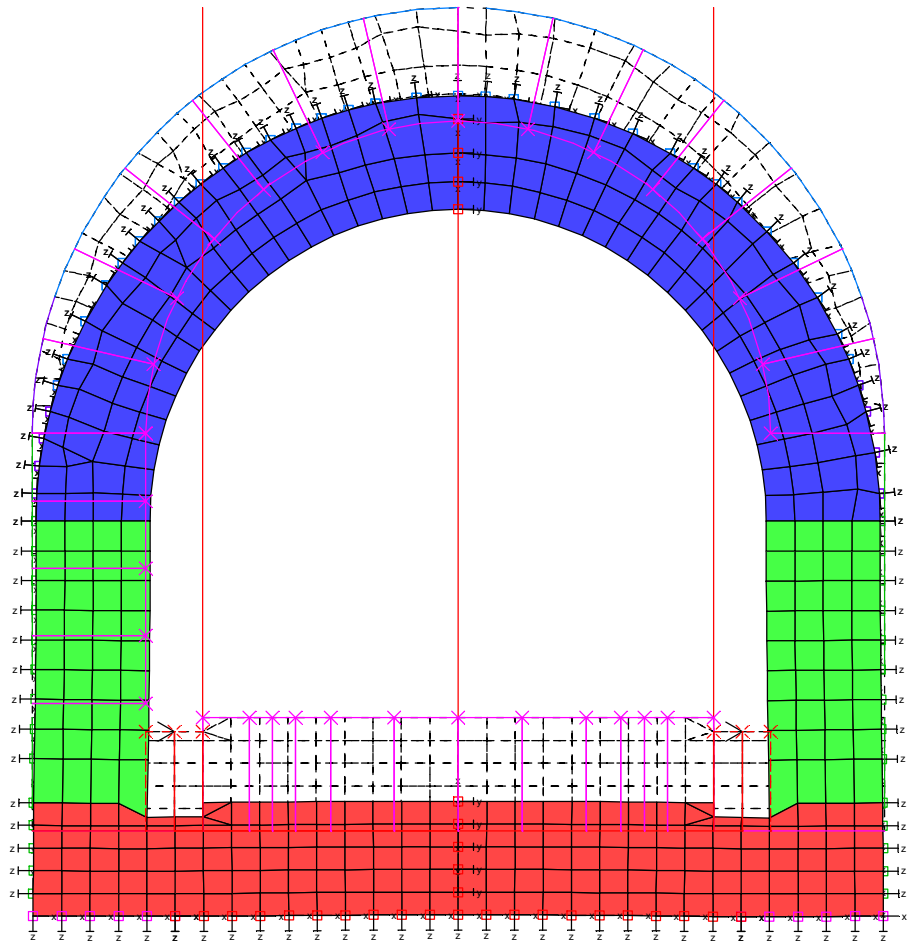
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,04 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



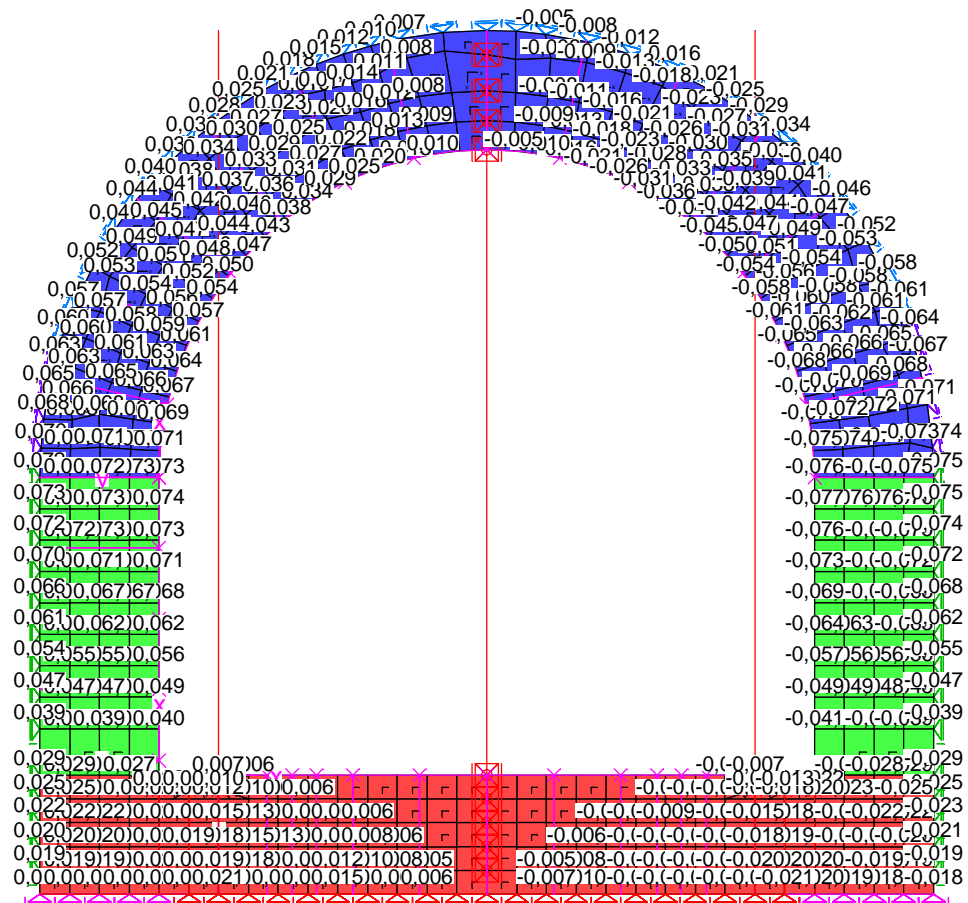
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,151/0,154 [mm]
 Lokale Elementsysteme



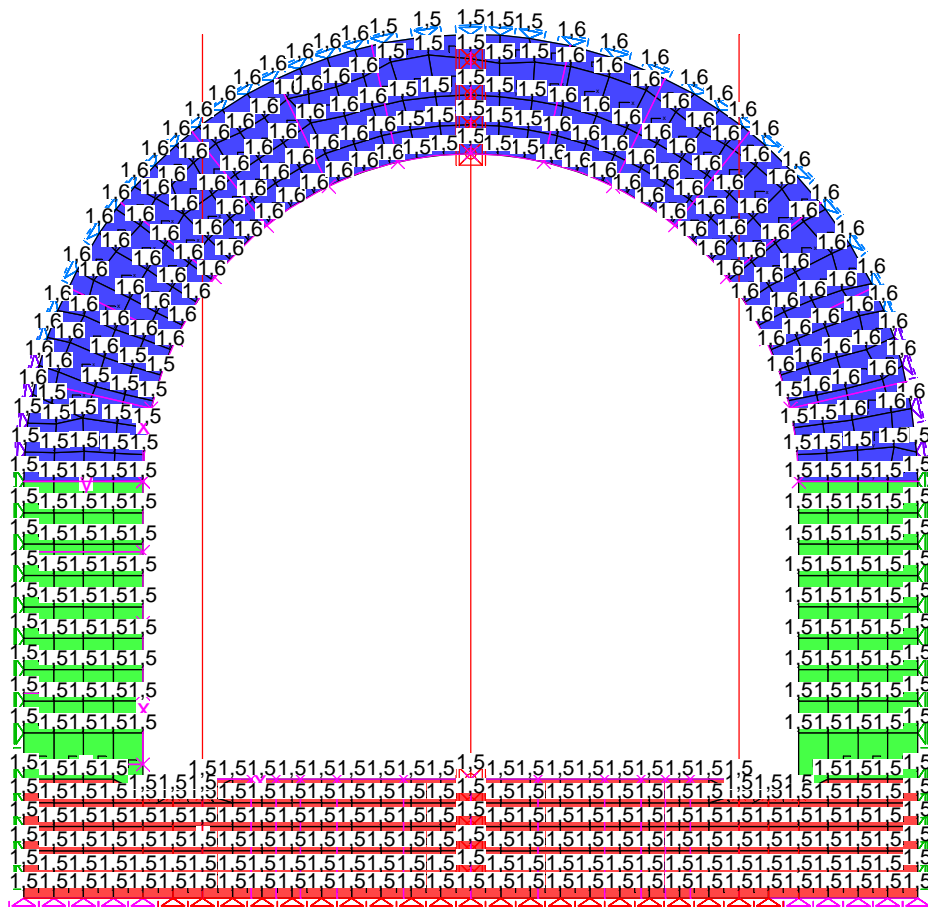
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,462/3,042 [mm]
 Lokale Elementsysteme



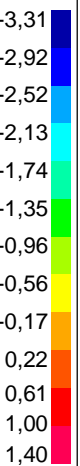
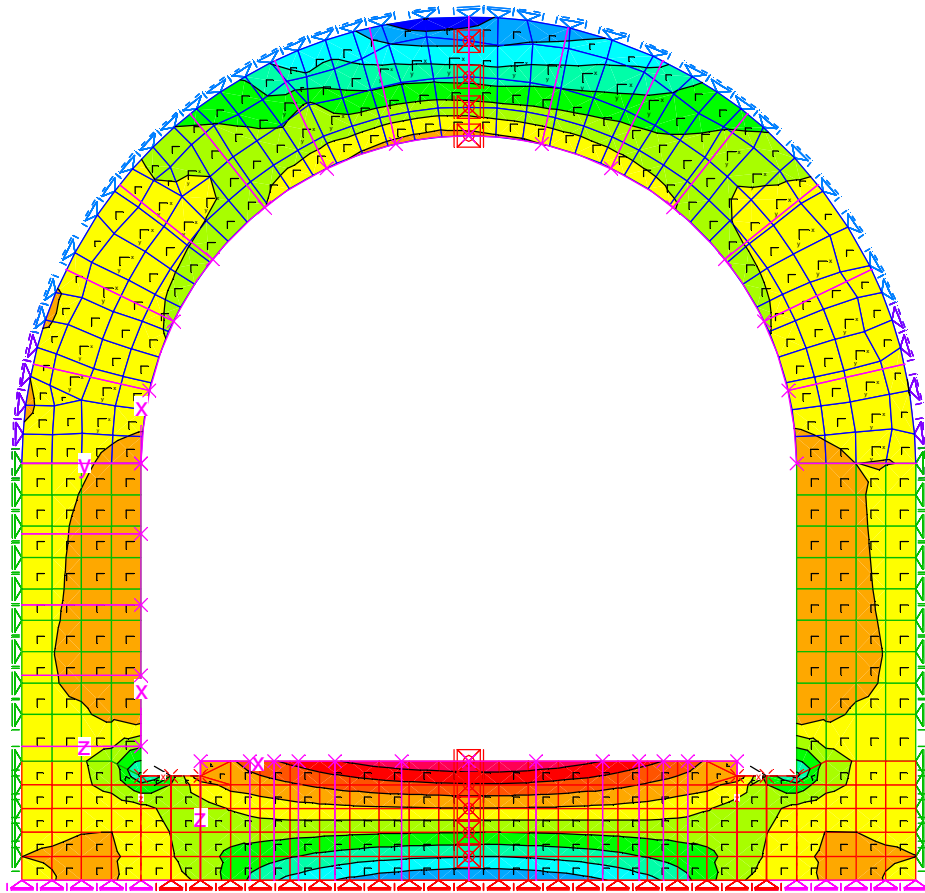
LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,57 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,077/0,074 [mm]
 Lokale Elementsysteme



LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 1,471/1,567 [mm]
 Lokale Elementsysteme



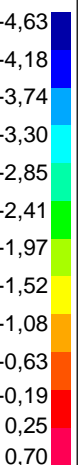
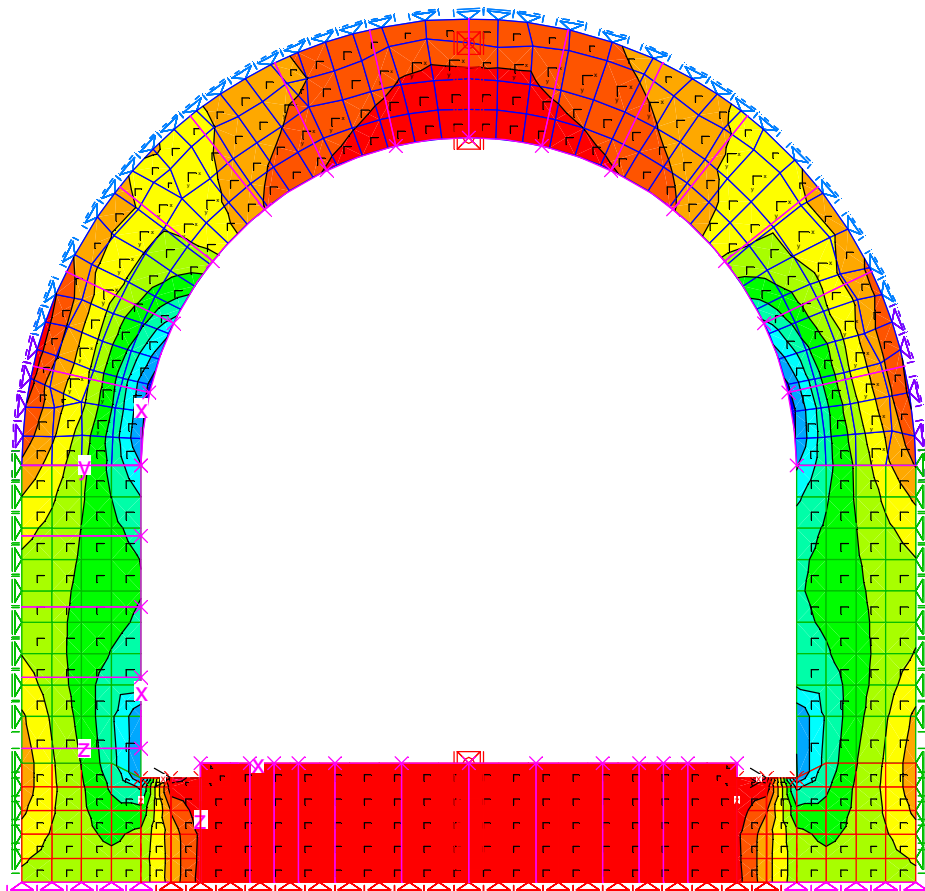
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3,31/1,40 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



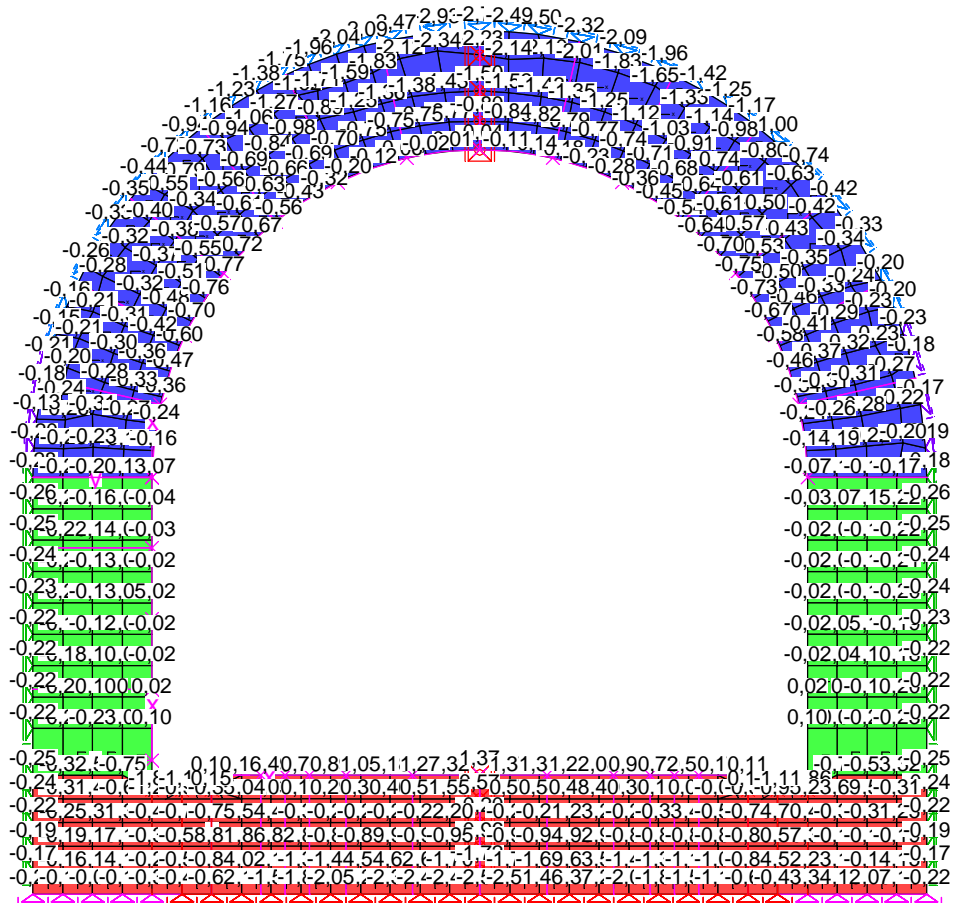
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,63/0,70 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



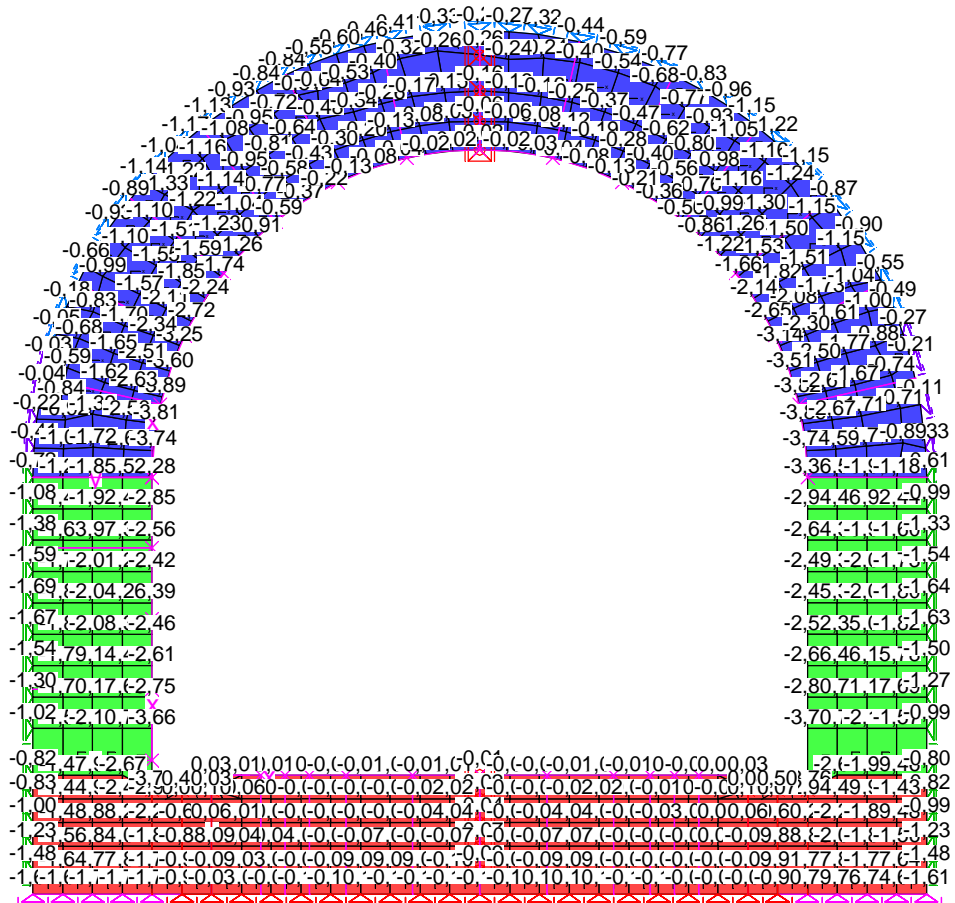
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch - direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3,31/1,40 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



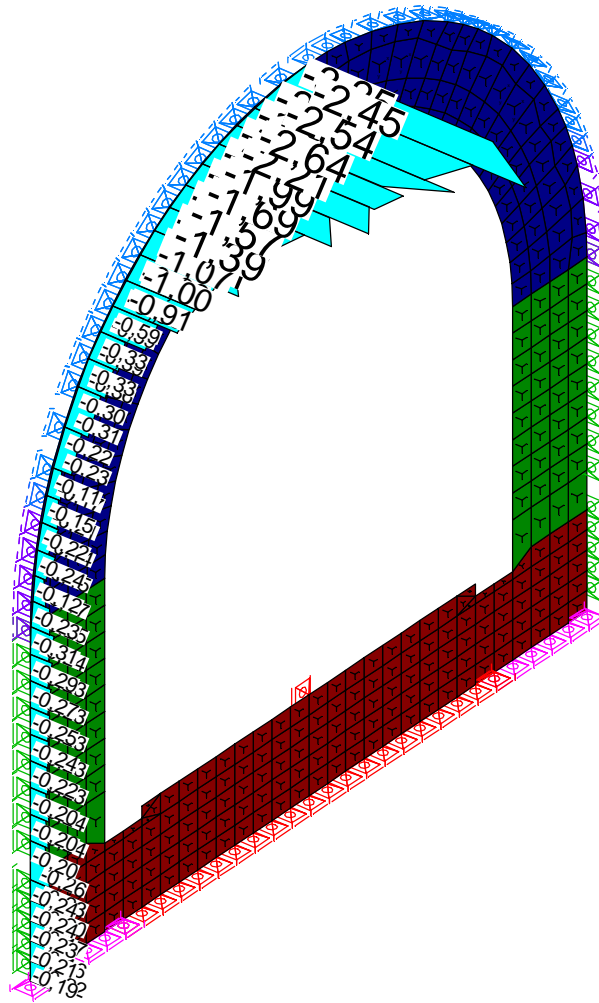
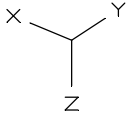
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch - direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,63/0,70 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



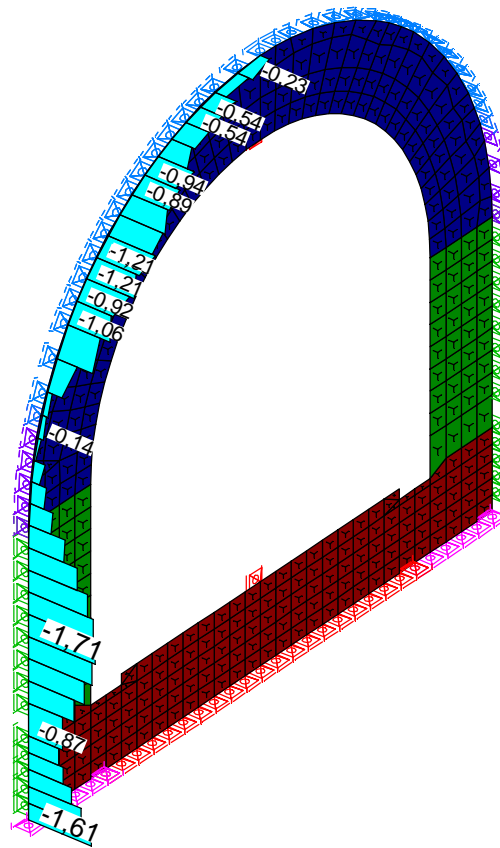
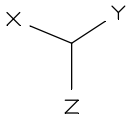
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Schnitt "1". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3,31/1,40 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

Lokale Elementsysteme



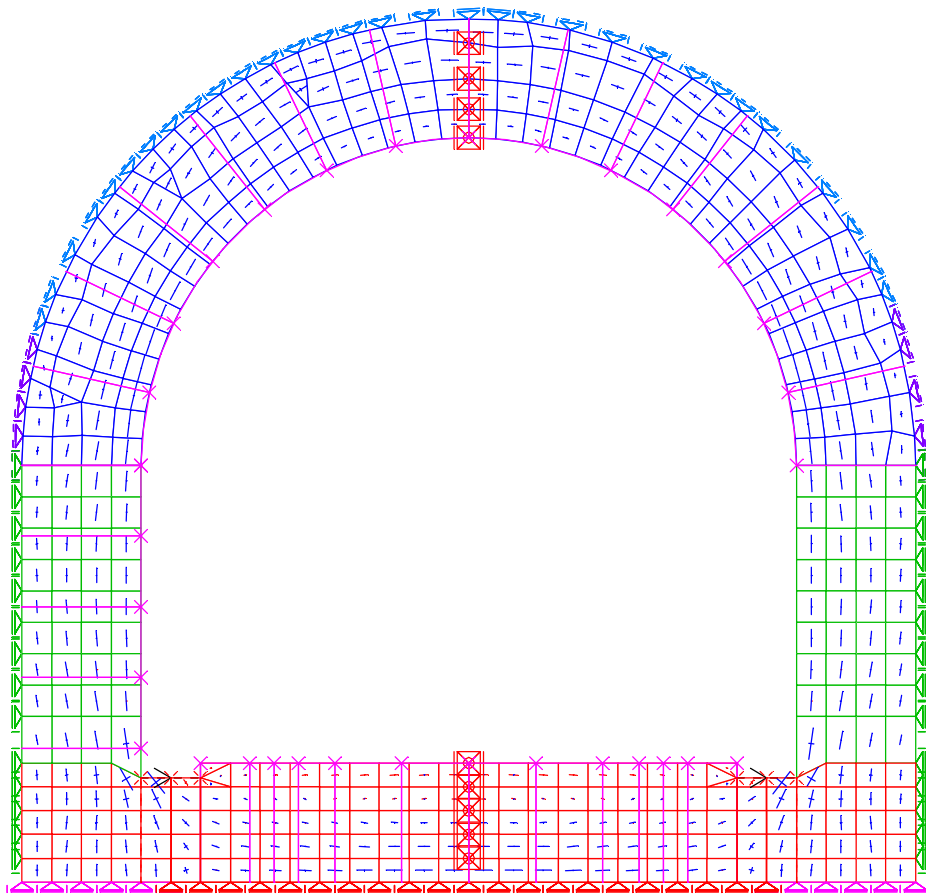
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

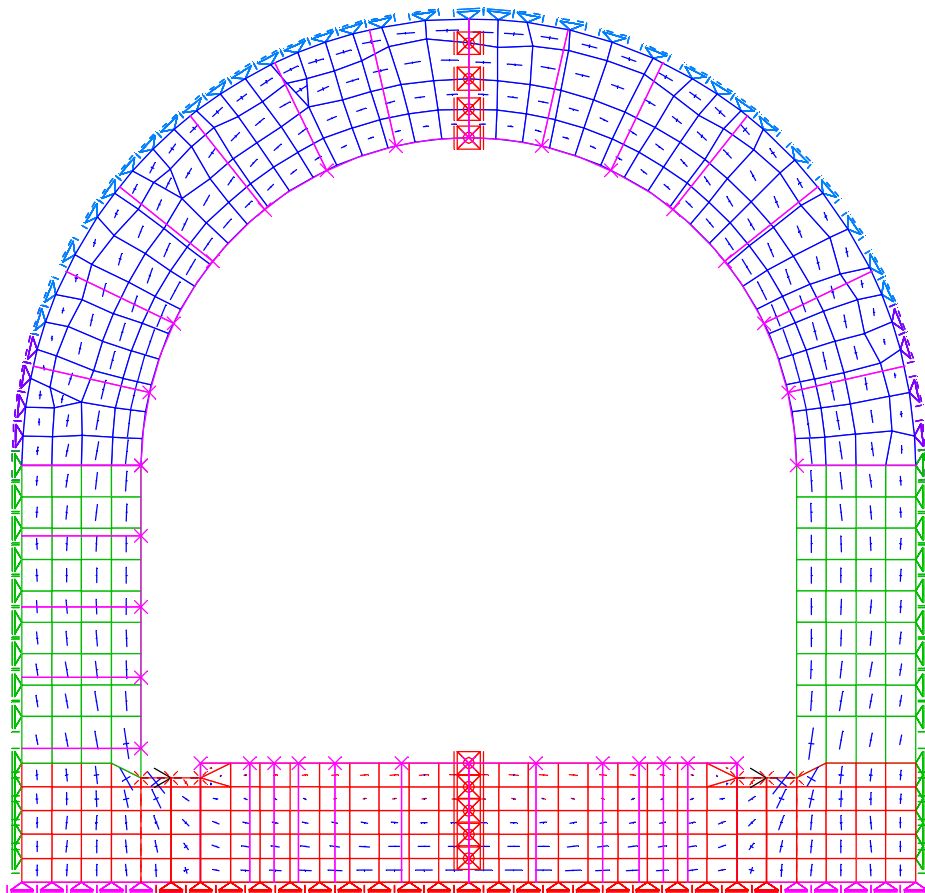
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,63/0,70 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

Lokale Elementsysteme



LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,71/1,40 [MN/m²]
Berechnung in den Elementknoten

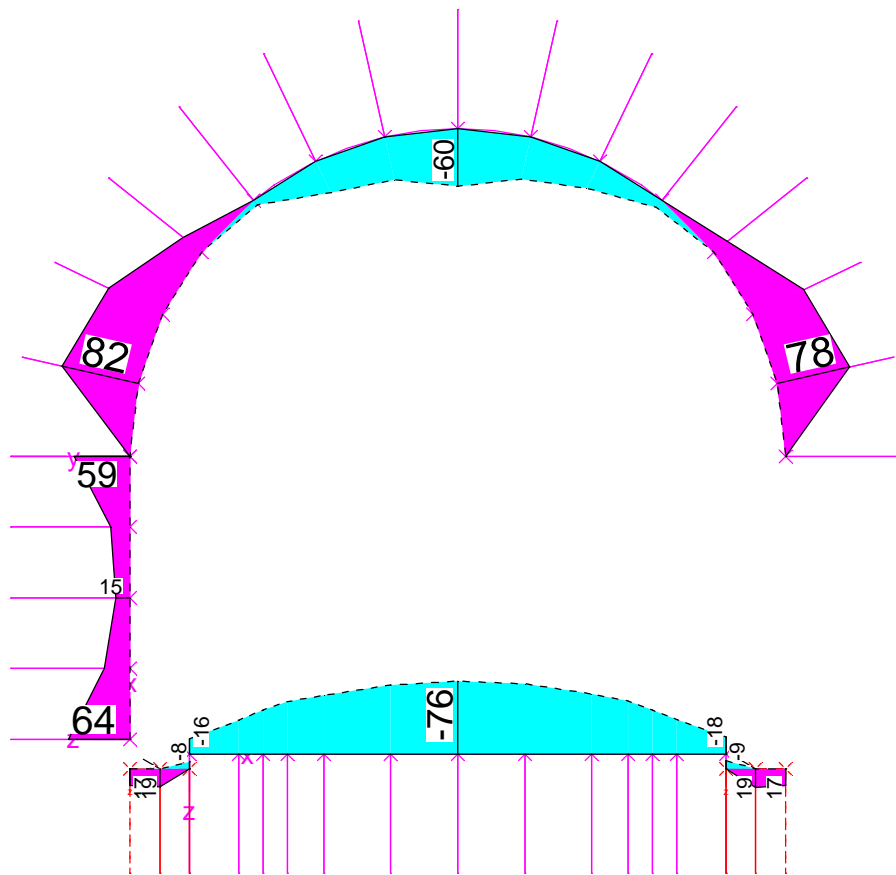


LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

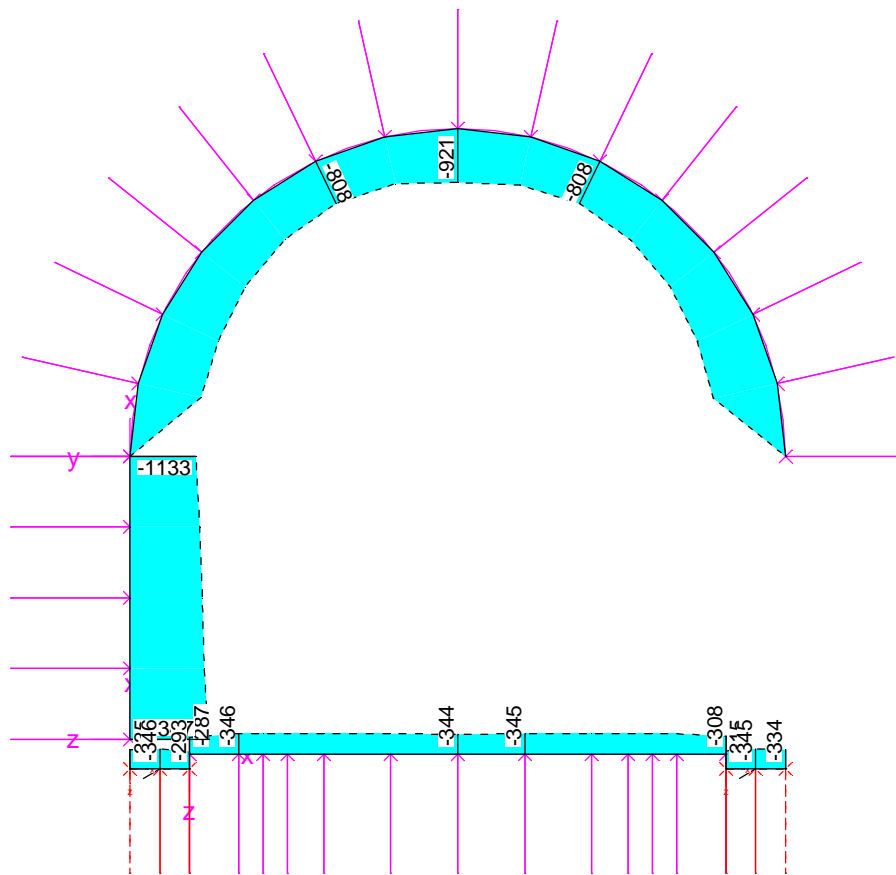
Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,71/1,40 [MN/m²]

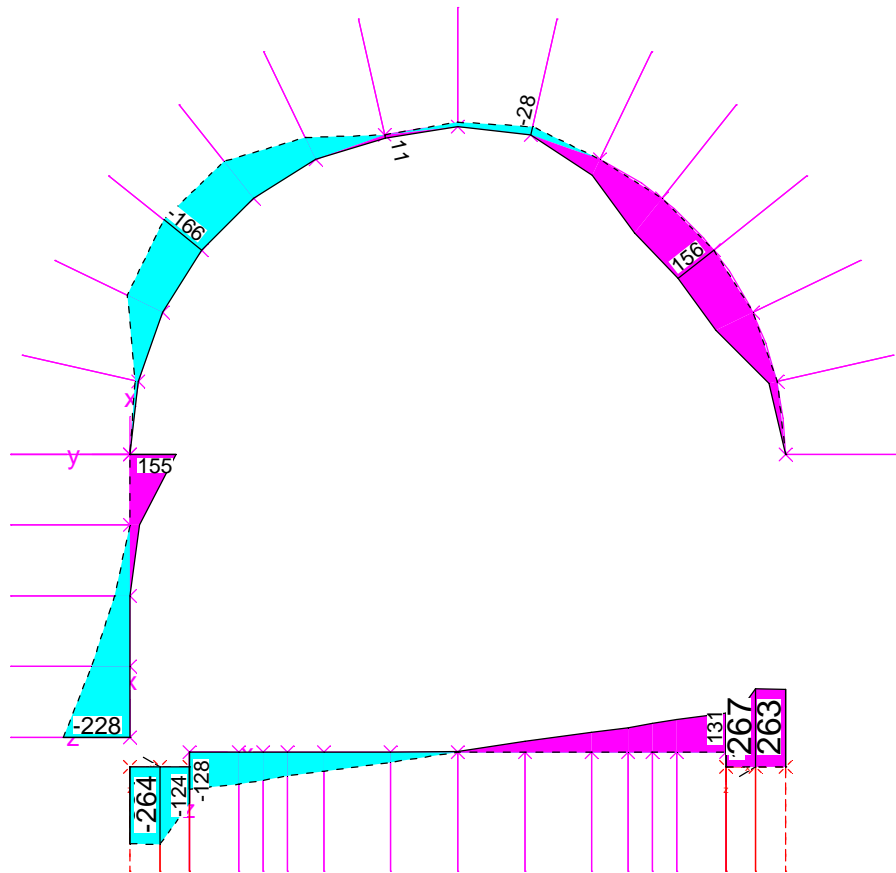
Berechnung in den Elementknoten



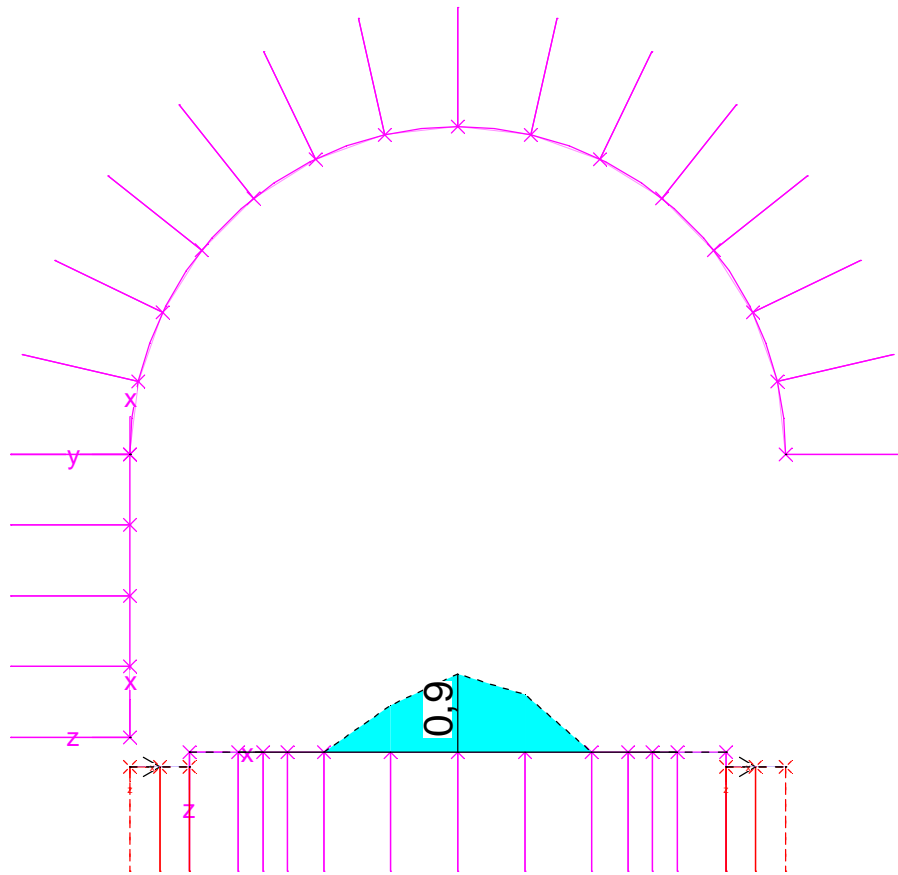
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max My [kNm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -76,42/82,08 [kNm]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



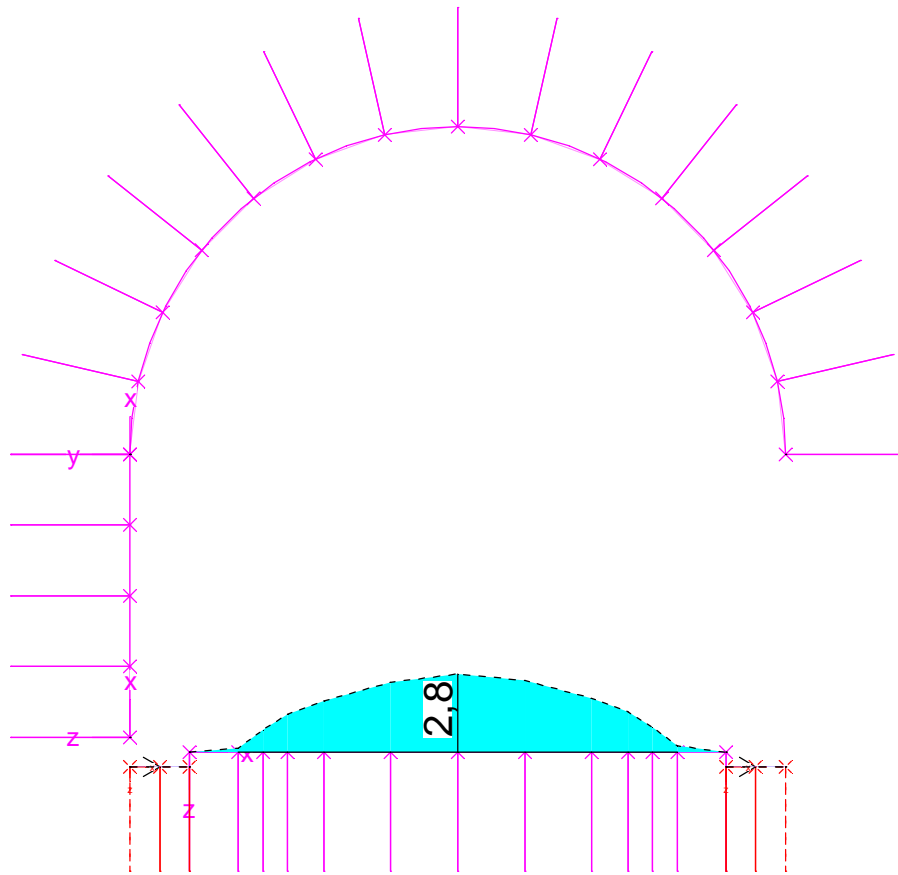
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Nx [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1347,22/0,02 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



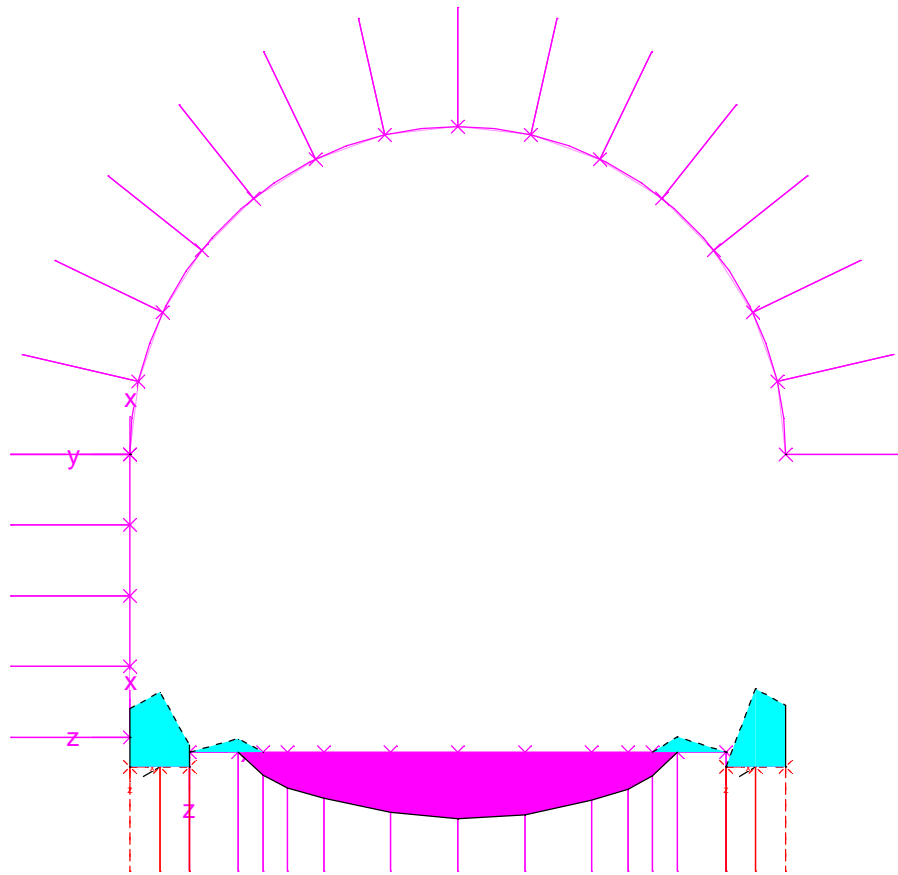
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Qz [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -264,41/266,74 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



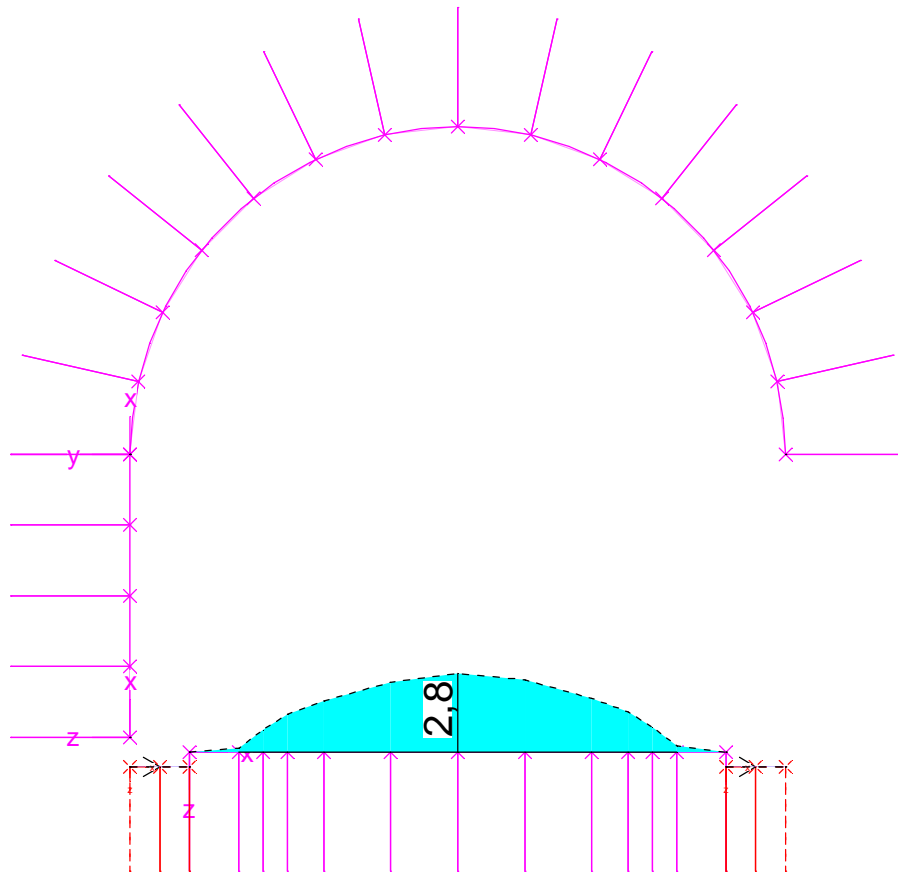
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,86 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



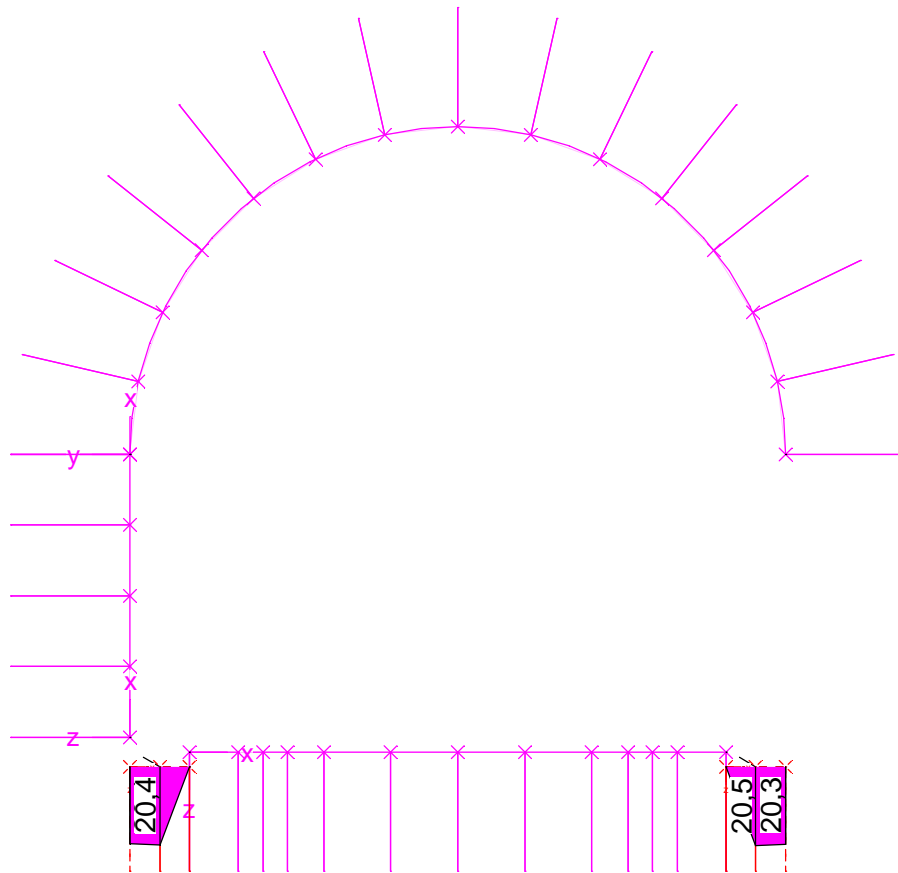
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,82 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



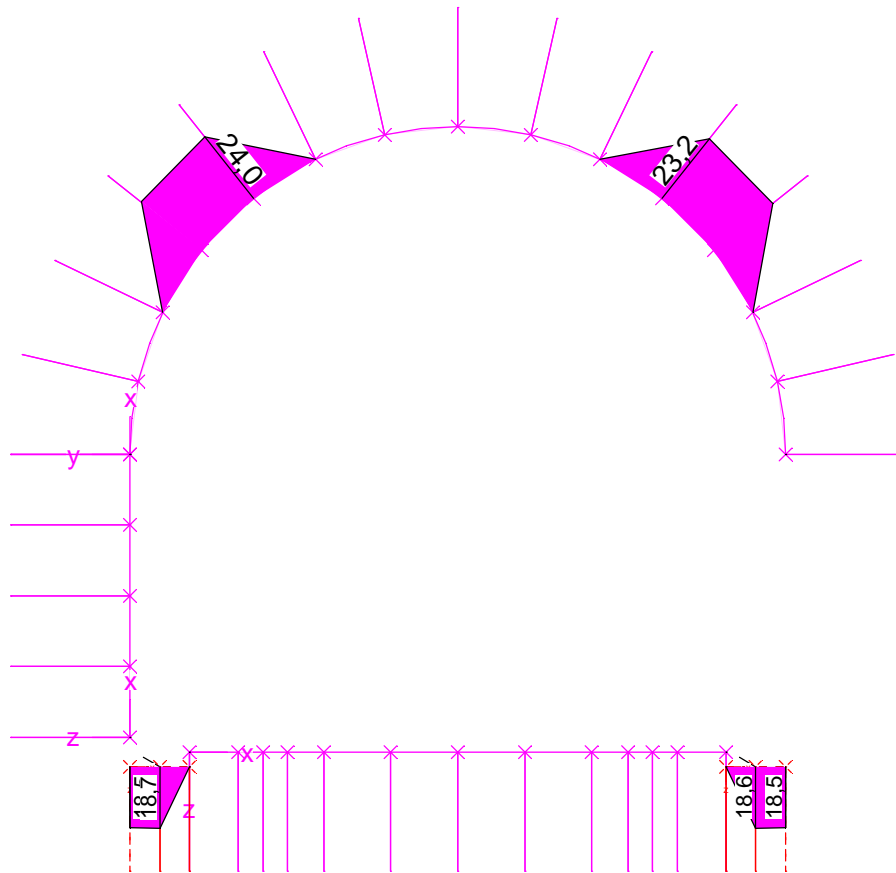
LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,00 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



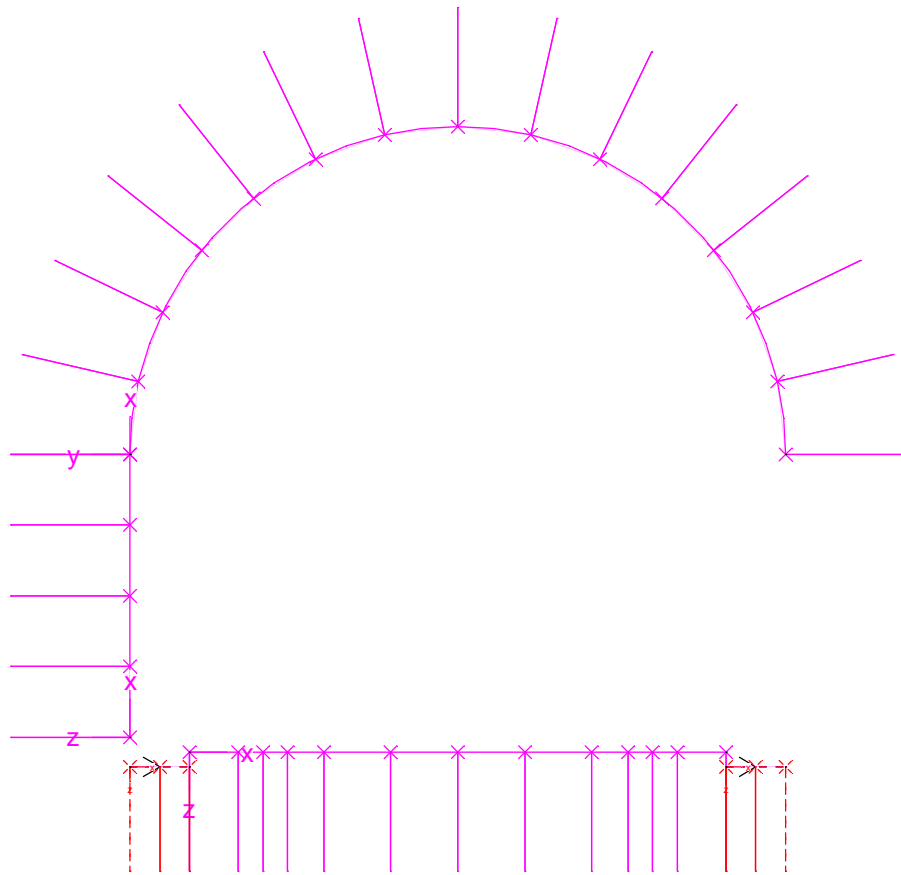
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,82 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



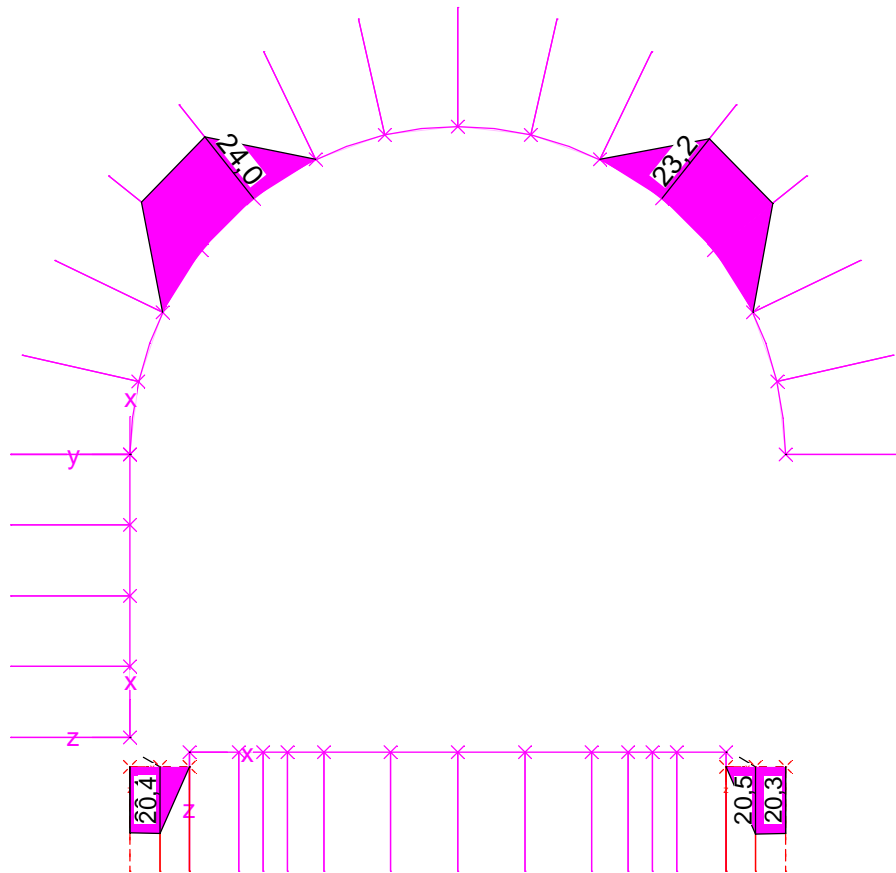
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/20,53 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



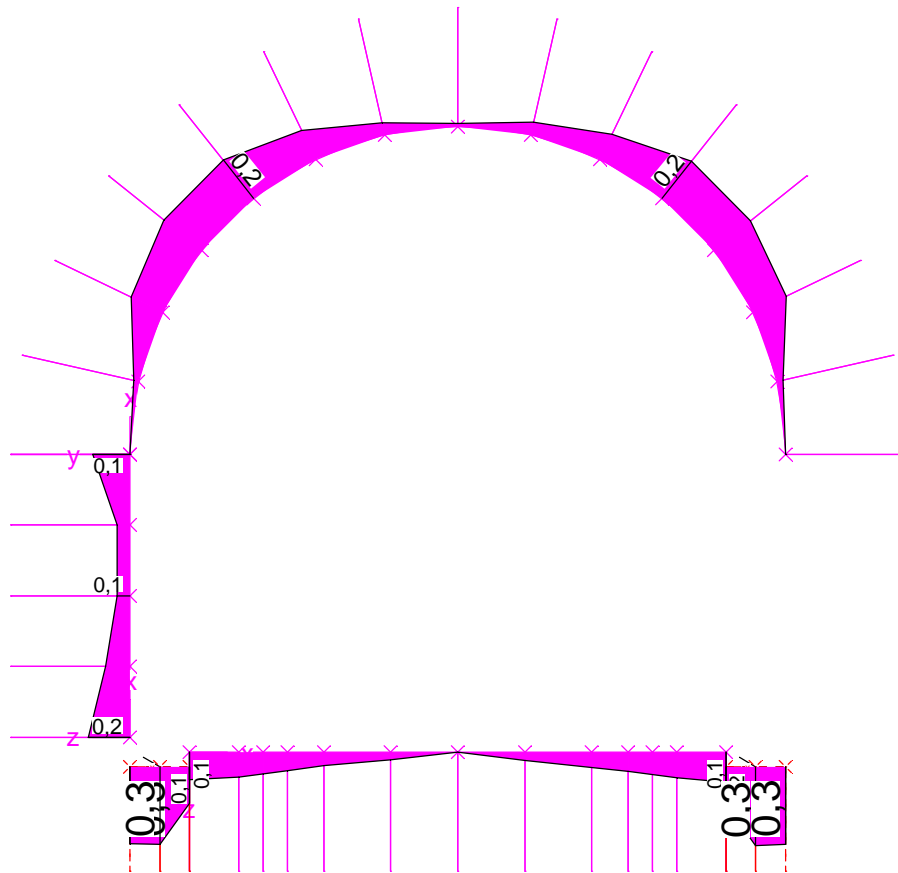
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm^2/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,96 [cm^2/m]
 Lokale Elementsysteme



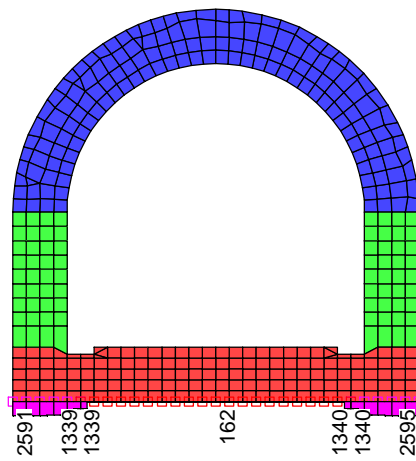
LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz Bemessungsobjekte [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,00 [cm²/m]
Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,96 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Bemessungsobjekte $Q_z/VR_d, \max$ [-]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,32 [-]
 Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l) [kN/m]

· Schnitt 2-2 - Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121 - M = 1:55
StG

INHALT

Inhalt	1
System	
Farbe Elementdicke	3
Farbe Elementdicke	4
Materialfarbe; Lokale Elementsysteme	5
Farbe Elementdicke	6
Querschnittsfarbe	7
Querschnittspolygon 3	8
Querschnittspolygon 4	9
System	10
Lokale Festhaltungssysteme	11
Auflagennummern	12
Linienlager	13
Lasten	
111 : Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe	14
112 : Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe	15
113 : Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung	16
114 : Erddruck_horizontal_nur_Wand	17
Lastgruppen	
Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0) - Finite Elemente	18
Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5) - Finite Elemente	18
121 : Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	20
Protokolle	
Finite Elemente	
Materialkennwerte - Finite Elemente	21
Querschnittswerte - Finite Elemente	21
Systemkenngrößen - Finite Elemente	21
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	21
Lastfallkombinationen - Nachweise	
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	21
DIN EN 1992-1-1 Bemessung	
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	23
Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	29
Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	30
Schubquerschnitte - Bemessungsvorgaben - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Spannungsberechnung für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Materialkennwerte für Beton - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	31
Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Betonstahl für Flächenelemente - Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12 - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Längsbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32
Nachweis der Schubbewehrung - NACHWEISE FÜR BEMESSUNGSOBJEKTE - DIN EN 1992-1-1 Bemessung	32

Deformationen

Deformationen u; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	34
Deformationen uy; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	35
Deformationen uz; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	36
Deformationen u; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	37
Deformationen uy; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	38
Deformationen uz; LF 122, Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0	39
Deformationen u; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	40
Deformationen uy; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	41
Deformationen uz; LF 123, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5	42

Spannungen

Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	43
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	44
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	45
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	46
Sigma.x unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	47
Sigma.y unten; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	48
Sigma.1 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	49
Sigma.2 oben; LF 121, Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0	50

Schnittgrößen

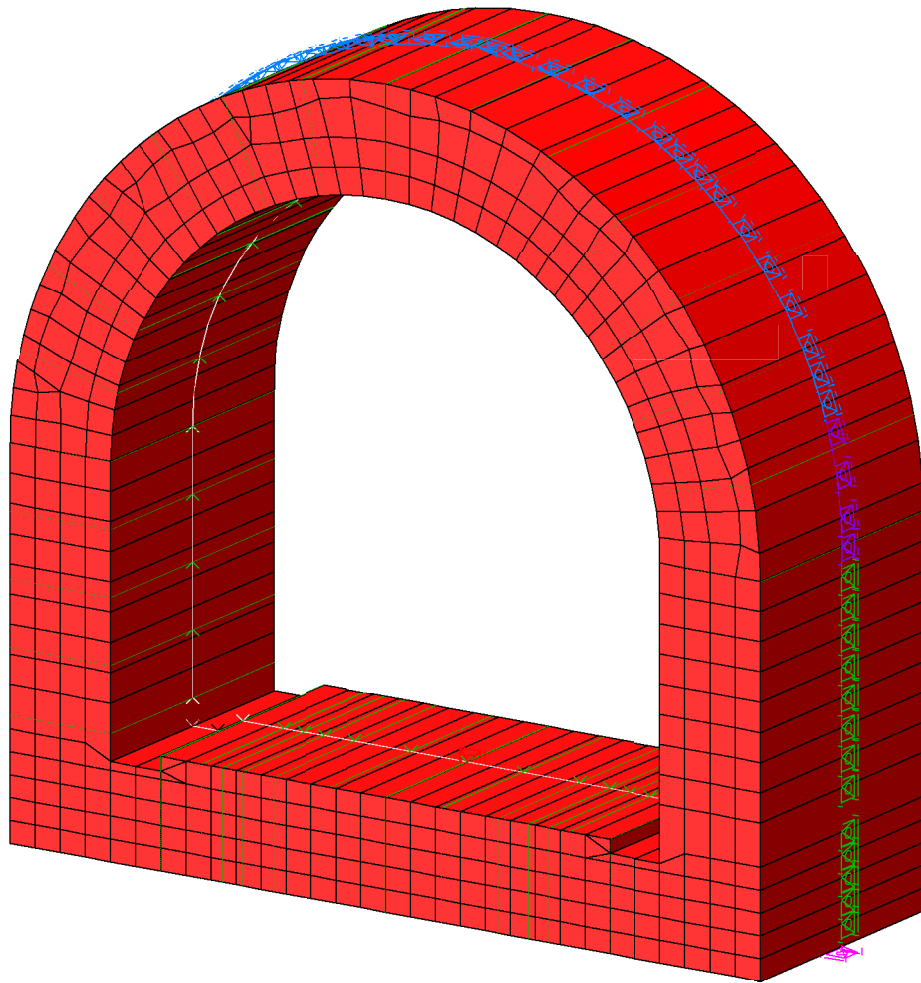
Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	51
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	52
Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1	53

Bewehrung

Biegebewehrung As; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	54
Biegebewehrung As; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	55
Biegebewehrung As; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	56
Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	57
Asb.z; 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	58
Asb.z; 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	59
Asb.z; 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1	60
Asb.z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	61
Qz/VRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1	62

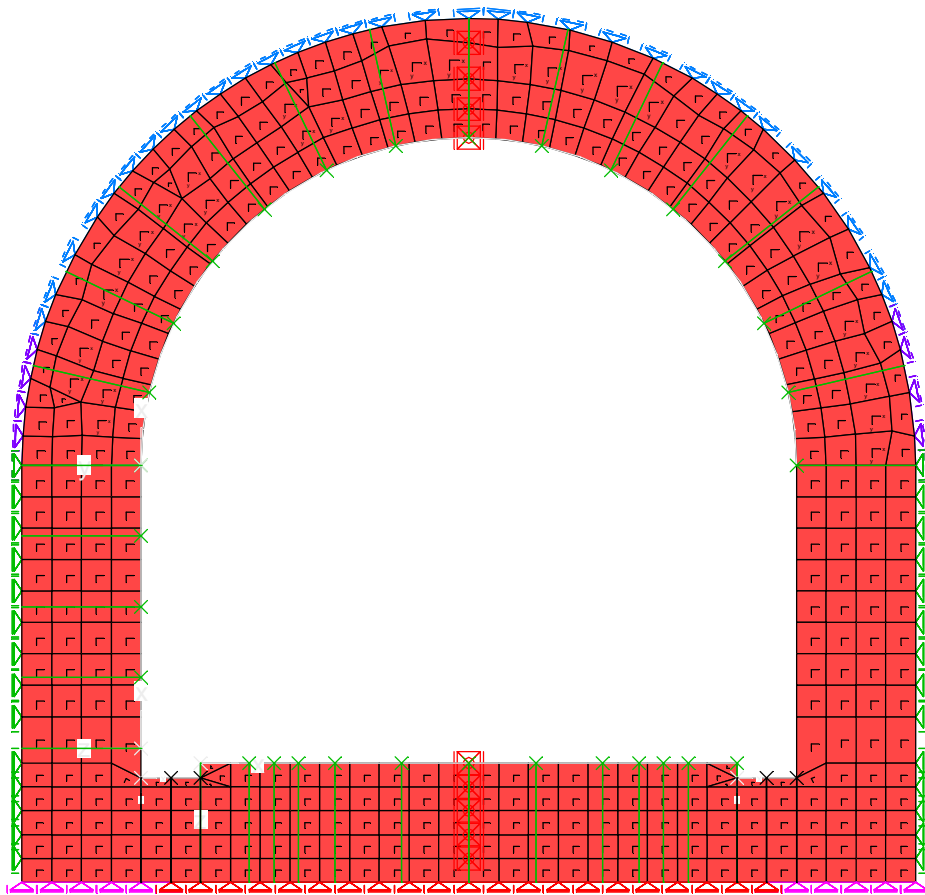
Auflagerkräfte

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121	63
---	----



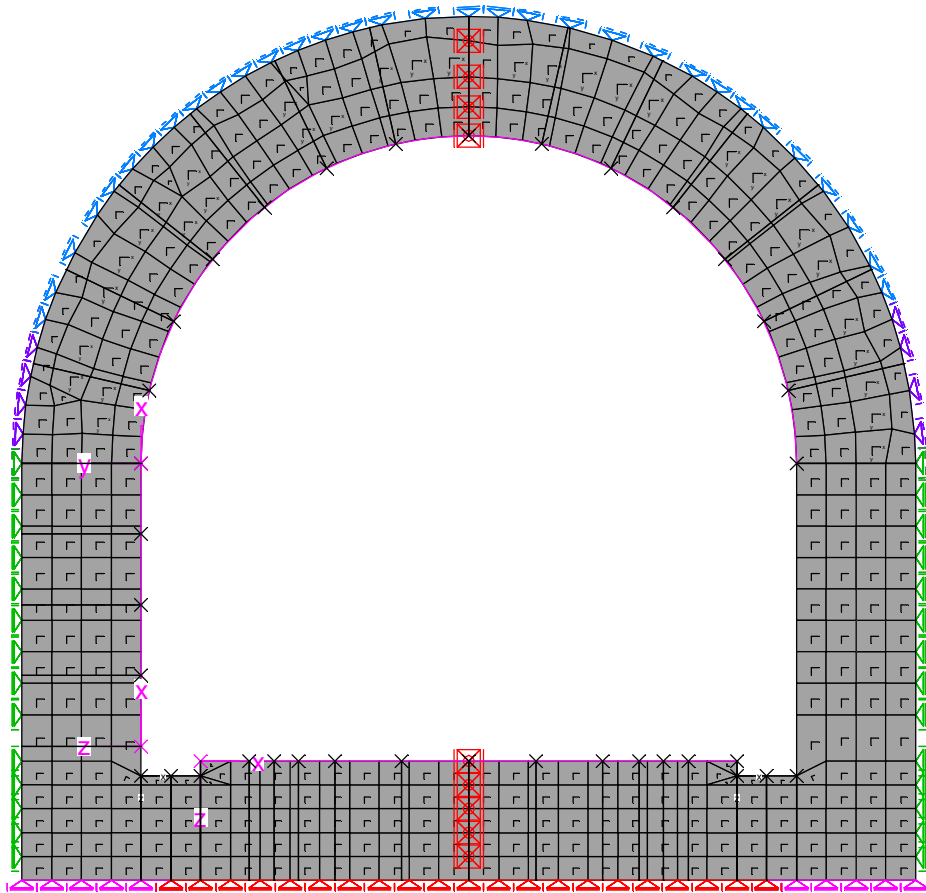
Farbe Elementdicke

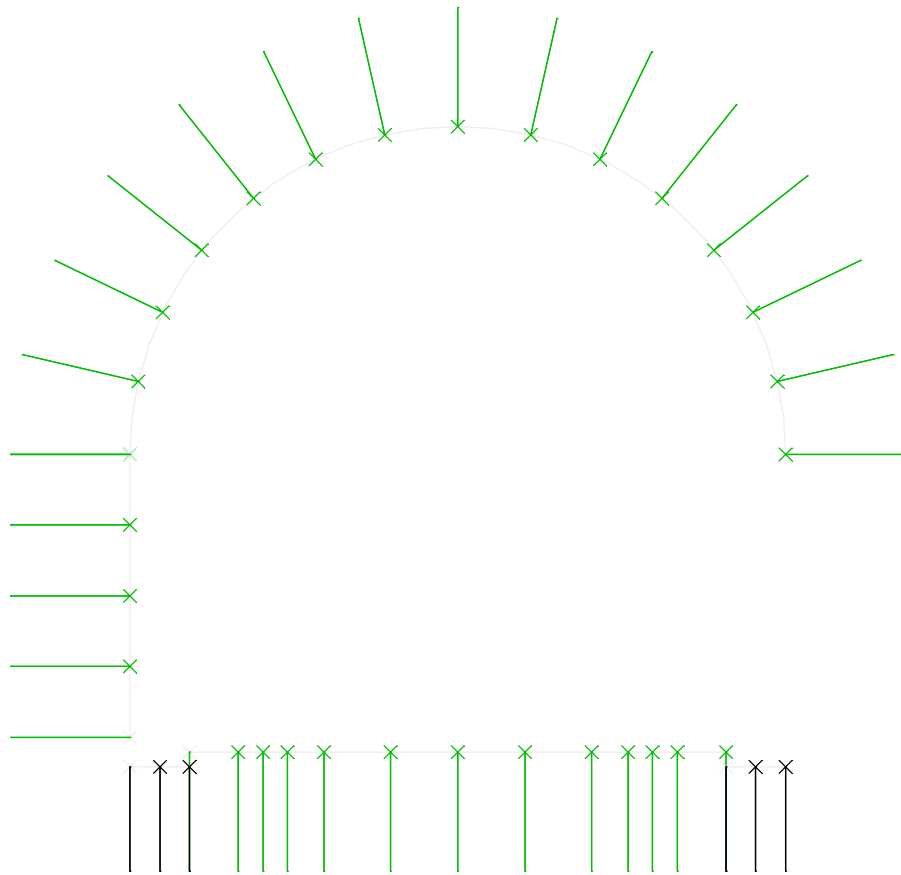
[m]
Undefiniert
0,35
0,4
1



Farbe Elementdicke; Lokale Elementsysteme

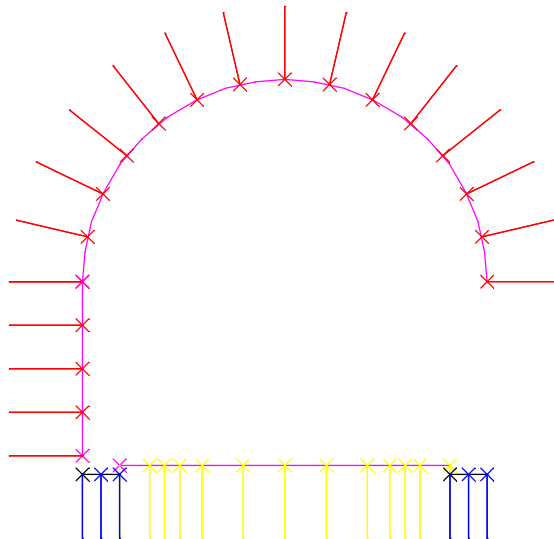
[m]
Undefiniert
0,35
0,4
1





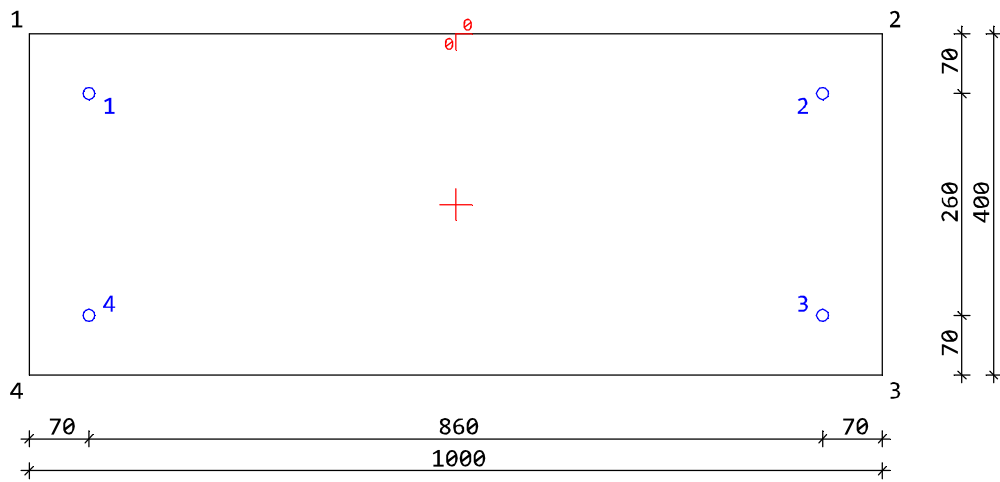
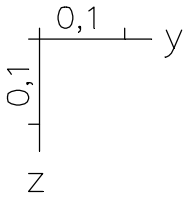
Farbe Elementdicke

[m]
0,35
0,4



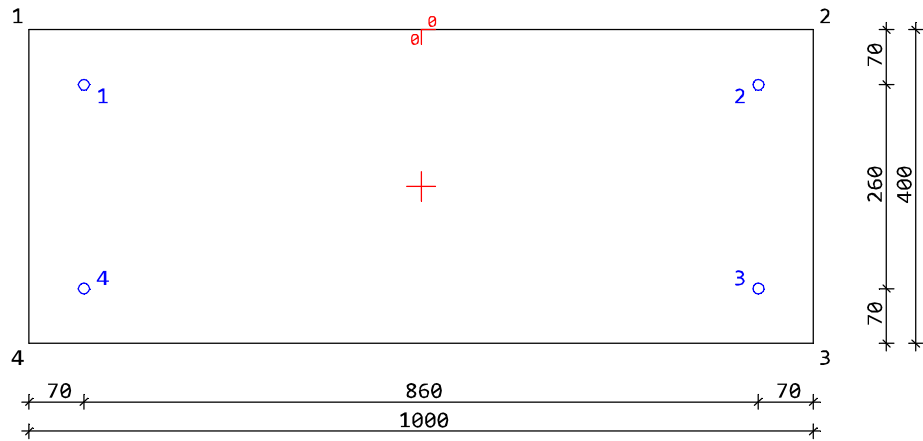
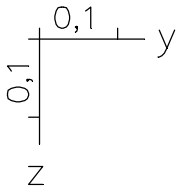
Querschnittsfarbe

- 3-BO_Wand ■
- 4-BO_Fundament ■
- 5-BO_Rinne ■

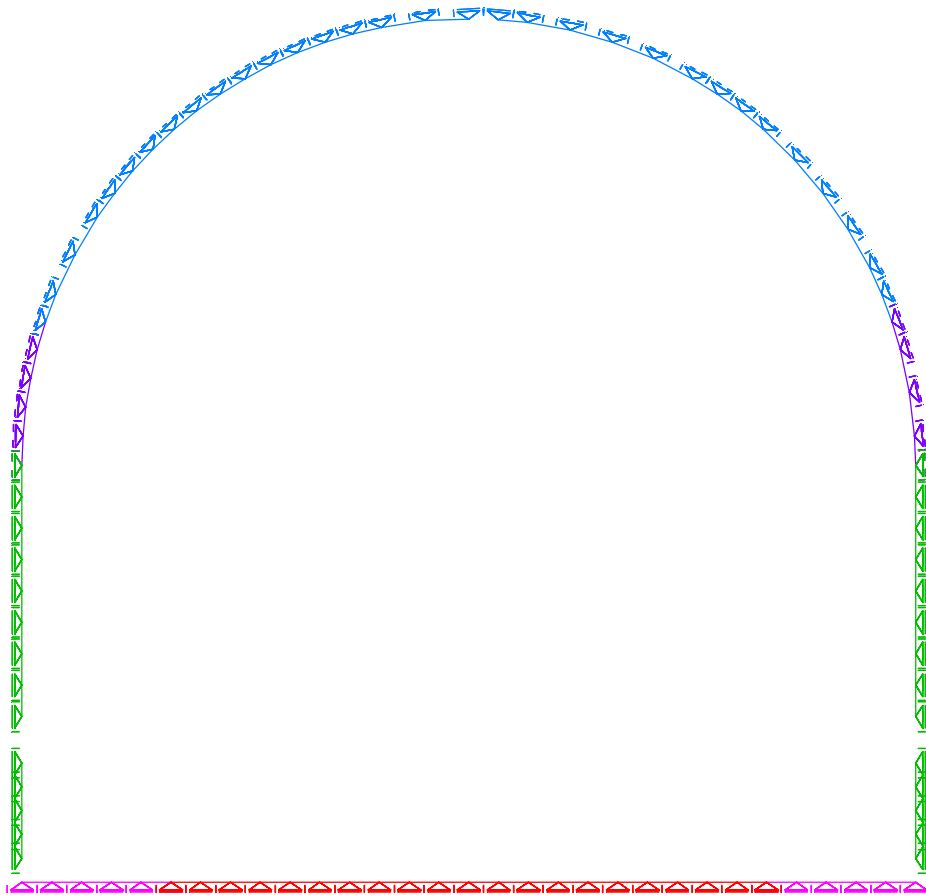


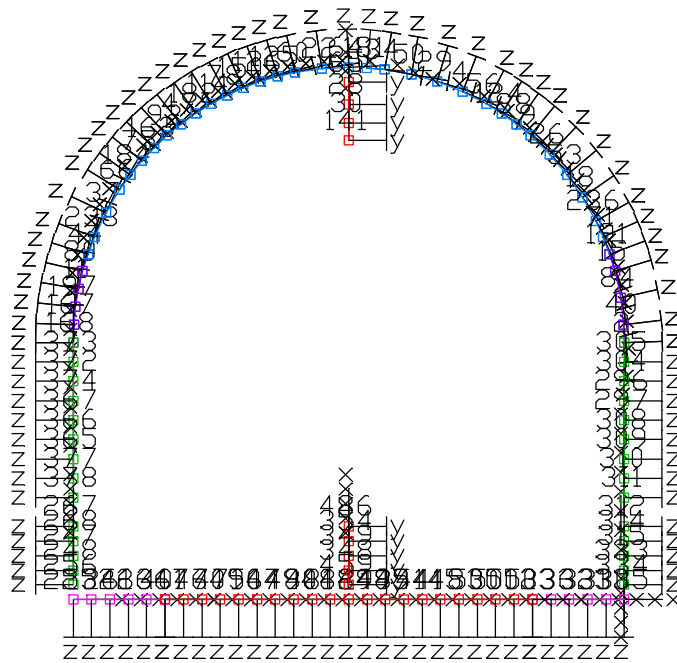
Ys = 0,00000 m Zs= 0,20000 m
 Iy = 5,33333e-03 m4 Iz= 3,33333e-02 m4
 I1 = 5,33333e-03 m4 I2= 3,33333e-02 m4
 Phi= 0,00000 Grad A = 0,400000 m²

Querschnittspolygon 3 - BO_Wand [mm]

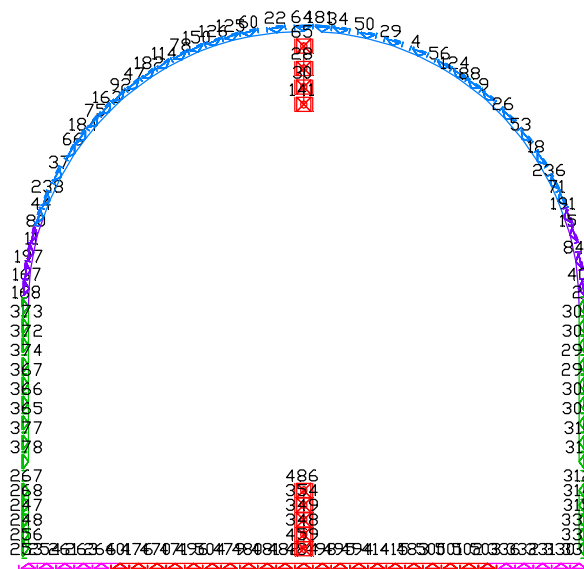


Ys = 0,00000 m Zs= 0,20000 m
 Iy = 5,33333e-03 m4 Iz= 3,33333e-02 m4
 I1 = 5,33333e-03 m4 I2= 3,33333e-02 m4
 Phi= 0,00000 Grad A = 0,400000 m²
 Querschnittspolygon 4 - BO_Fundament [mm]





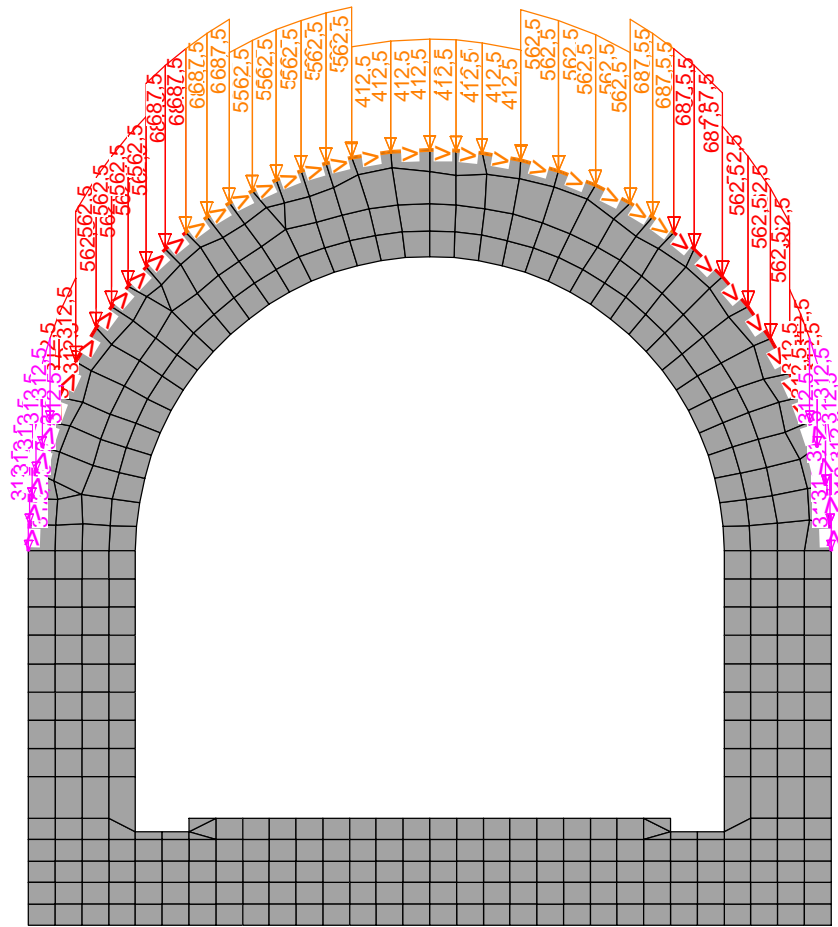
Auflagennummern; Lokale Festhaltungssysteme

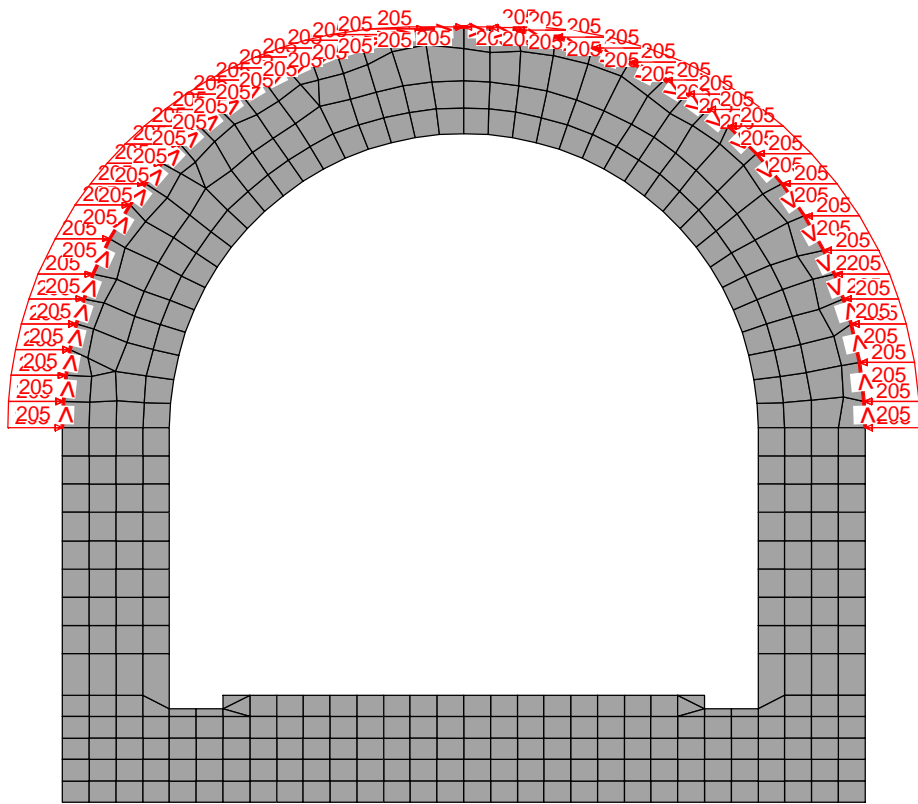


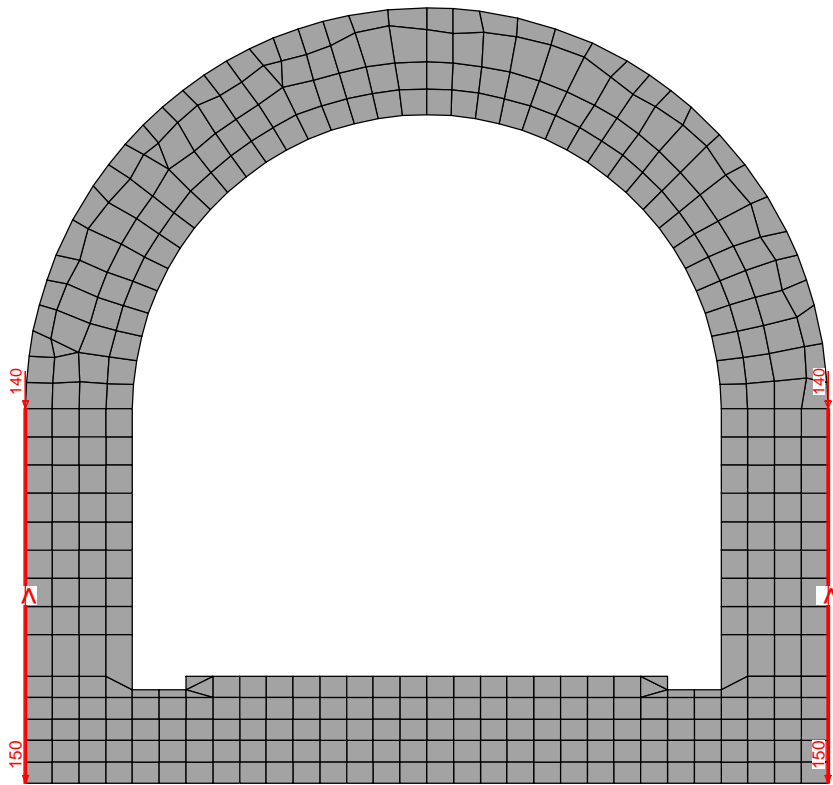
Auflagennummern

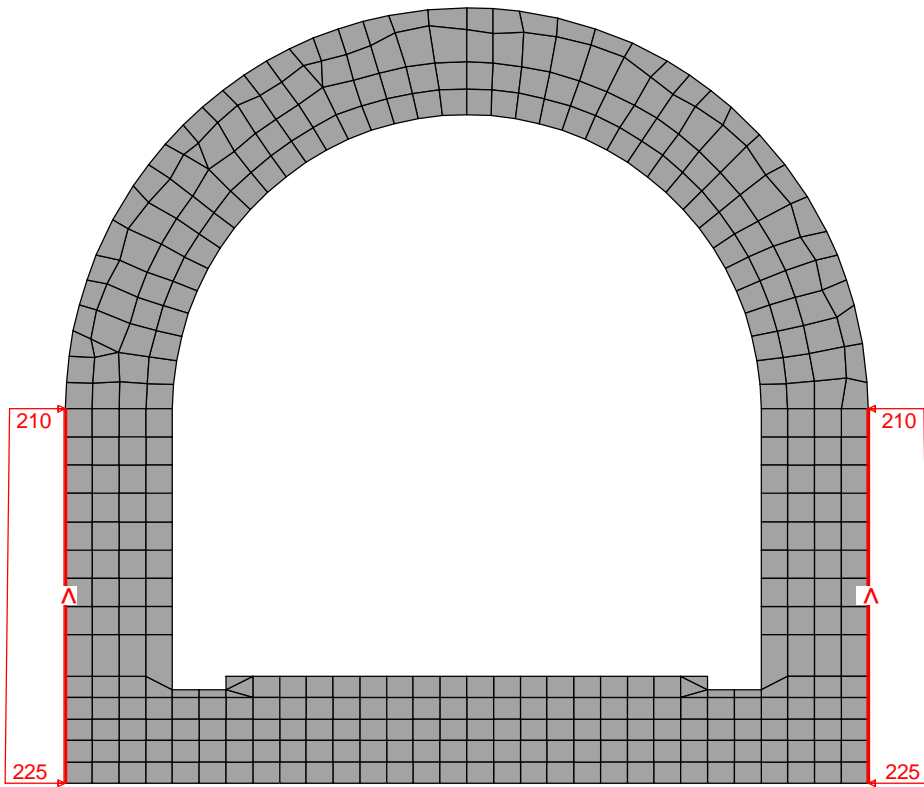
Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m ²] bzw. [MNm/m]						Zug- ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Lager 168-167	-	F	1100,00	-	-	-	Z
2	Lager 167-197	-	F	1100,00	-	-	-	Z
3	Lager 197-11	-	F	1100,00	-	-	-	Z
4	Lager 11-80	-	F	1100,00	-	-	-	Z
5	Lager 80-44	-	F	1100,00	-	-	-	Z
6	Lager 44-238	-	F	1100,00	-	-	-	Z
7	Lager 238-37	-	F	1100,00	-	-	-	Z
8	Lager 37-66	-	F	1100,00	-	-	-	Z
9	Lager 66-184	-	F	1100,00	-	-	-	Z
10	Lager 184-75	-	F	1100,00	-	-	-	Z
11	Lager 75-163	-	F	1100,00	-	-	-	Z
12	Lager 163-92	-	F	1100,00	-	-	-	Z
13	Lager 92-47	-	F	1100,00	-	-	-	Z
14	Lager 47-182	-	F	1100,00	-	-	-	Z
15	Lager 182-114	-	F	1100,00	-	-	-	Z
16	Lager 114-78	-	F	1100,00	-	-	-	Z
17	Lager 78-150	-	F	1100,00	-	-	-	Z
18	Lager 150-126	-	F	1100,00	-	-	-	Z
19	Lager 126-125	-	F	1100,00	-	-	-	Z
20	Lager 125-60	-	F	1100,00	-	-	-	Z
21	Lager 60-22	-	F	1100,00	-	-	-	Z
22	Lager 34-50	-	F	1100,00	-	-	-	Z
23	Lager 50-29	-	F	1100,00	-	-	-	Z
24	Lager 29-4	-	F	1100,00	-	-	-	Z
25	Lager 4-56	-	F	1100,00	-	-	-	Z
26	Lager 56-124	-	F	1100,00	-	-	-	Z
27	Lager 124-88	-	F	1100,00	-	-	-	Z
28	Lager 88-9	-	F	1100,00	-	-	-	Z
29	Lager 9-26	-	F	1100,00	-	-	-	Z
30	Lager 26-53	-	F	1100,00	-	-	-	Z
31	Lager 53-18	-	F	1100,00	-	-	-	Z
32	Lager 18-236	-	F	1100,00	-	-	-	Z
33	Lager 236-71	-	F	1100,00	-	-	-	Z
34	Lager 71-191	-	F	1100,00	-	-	-	Z
35	Lager 191-15	-	F	1100,00	-	-	-	Z
36	Lager 15-84	-	F	1100,00	-	-	-	Z
37	Lager 84-40	-	F	1100,00	-	-	-	Z
38	Lager 40-2	-	F	1100,00	-	-	-	Z
39	Lager 22-64	-	F	1100,00	-	-	-	Z
40	Lager 181-34	-	F	1100,00	-	-	-	Z
41	Lager 253-471	-	F	570,00	-	-	-	Z
42	Lager 253-471	-	F	570,00	-	-	-	Z
43	Lager 401-503	-	F	40,00	-	-	-	Z
44	Lager 141-65	-	F	F	-	-	-	Nie
45	Lager 267-168	-	F	1100,00	-	-	-	Z
46	Lager 312-335	-	F	1100,00	-	-	-	Z
47	Lager 253-267	-	F	1100,00	-	-	-	Z
48	Lager 2-312	-	F	1100,00	-	-	-	Z
49	Lager 459-486	-	F	F	-	-	-	Nie









Lastdaten Lastfall 121 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 121

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,04	2799,06
Auflagerkräfte :	-0,00	0,34	2799,02
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	-0,30	0,04

Lastdaten Lastfall 122 (Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	0,500

TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 122

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,02	2596,06
Auflagerkräfte :	0,00	0,02	2596,06
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 123 (Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5)

EINF: Lastdaten einfügen

Lastfall	1	bis	1	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	111	bis	111	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	112	bis	112	Wichtungsfaktor	1,000
Lastfall	113	bis	113	Wichtungsfaktor	0,500
Lastfall	114	bis	114	Wichtungsfaktor	1,000

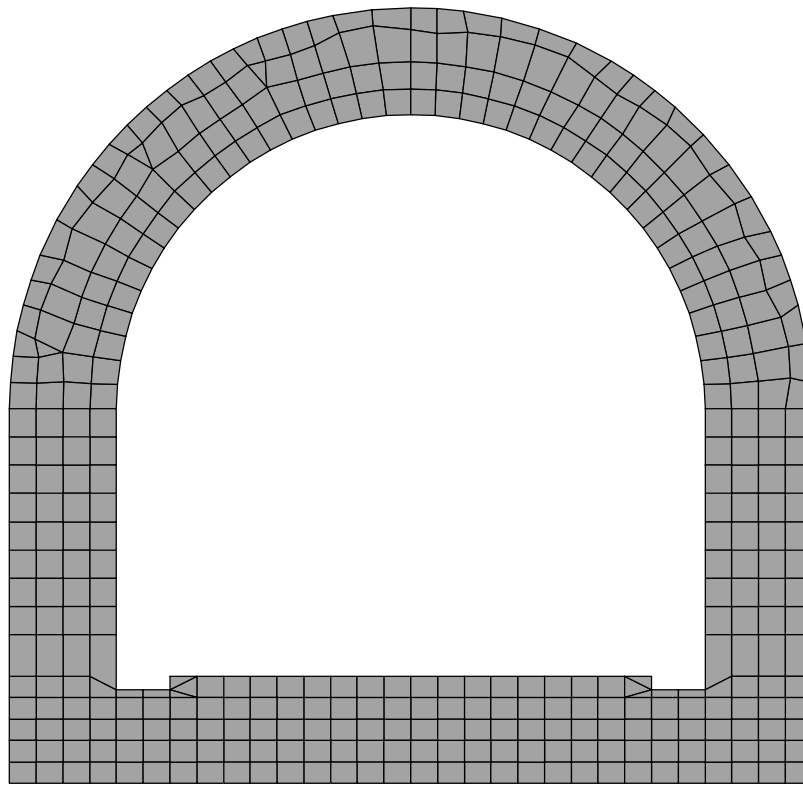
TH : Berechnungstheorie 1. Ordnung
Lagerung unter Ausschluß von Zugkräften

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,04	1444,68
Auflagerkräfte :	0,00	0,04	1444,68
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 123

		Rx [kN]	Ry	Rz
Summe	:	-0,00	0,00	0,00



Materialkennwerte

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,000e-05	25,000

Querschnittswerte

Nr. 2 FL d=1
A = 1,000e+00 [m²], I_y = 8,333e-02 [m⁴]

Systemkenngrößen

Knoten 469
Elemente 384
Festhaltungen 108
Unbekannte 2814
Bandbreite 0
Steifigkeitsmatrix 527,8 KB
Massenmatrix 527,8 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
111	Erddruck_vertikal_nur_Gewölbe
112	Erddruck_horizontal_nur_Gewölbe
113	Erddruck_vertikal_nur_Wandreibung
114	Erddruck_horizontal_nur_Wand
121	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
122	Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
123	Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Sonstige Einwirkungen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Häufige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Häufige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Quasi-ständige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Quasi-ständige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Quasi-ständige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung				
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	B	P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC2	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.

- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
 (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
 (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
 (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
 (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
 fyk Stahlgüte der Bügel.
 Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
 P. Balken werden wie Platten bemessen.
 K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
 Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
 rho.w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
 as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
 x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
 cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
 Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m ³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm ²] Bild 6.3		Faktor rho.w	as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70	.

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite	Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]				
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds	Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s	Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max	Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil	Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k	Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt	Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt.	Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb.	Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk): CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination, ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten, KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode	Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc	Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3). auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk	Berech. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4, Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N, Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff, Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
RI	Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB	Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berech.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c	Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK)	Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL)	Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)	zul.sigma.c	zul.sigma.s	Dekompression
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK)
3	.	.	0,60 fck	.	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \text{gamma.c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \text{gamma.c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd.	E-Modul	Festigkeiten [MN/m ²]				Grenzdehnungen [o/oo]			
		[kg/m ³]	[MN/m ²]	fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl							
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]			
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00		
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00		
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00		
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00		
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00		
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00		

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \text{gamma.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul	d1 x	d2 x	asx	d1 y	d2 y	asy	as
			[MN/m ²]	[m]	[m]	[cm ² /m]	[m]	[m]	[cm ² /m]	fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \text{gamma.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 0,01 / 0,01

Lastfälle

1 Eigengewicht

QN - LF121

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

121 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

QN - LF122

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

122 Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0

QN - LF123

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

123 Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5

1. Ständige und vorübergehende Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF121

2. Ständige und vorübergehende Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast

QN - LF122

3. Ständige und vorübergehende Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Seltene (charakteristische) Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Seltene (charakteristische) Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Seltene (charakteristische) Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Häufige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Häufige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Häufige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF123

1. Quasi-ständige Situation - LF121

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF121

2. Quasi-ständige Situation - LF122

Endzustand

G - Eigenlast
QN - LF122

3. Quasi-ständige Situation - LF123

Endzustand

G - Eigenlast
 QN - LF123

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De-ko.	Spannung C B P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . .
3	XC2	Nicht vorgesp.	x x x x . .	. . . . .	x	.	x . .
4	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . .
5	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . .

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.
- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
- (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
 (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
 (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
- fyk Stahlgüte der Bügel.
- Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
- P. Balken werden wie Platten bemessen.
- K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
- Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
- rho_w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
- as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
- x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
- cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
- Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Faktor rho_w	Bem. as	cvl x,y [mm]	Red. Vor-spg.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	60
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	70
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	70
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	70

Schubquerschnitte

- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
- z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
- tef Wanddicke des Torsionskastens.
- K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom			h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):
CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,
ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,
KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
wk Berechn. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,
Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,
Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,
Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk			
3	0,30	14	.	.	.	0,93	0,4	0,50	0,50	KL	KL	auto	Berechn.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
(CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
(HK),(KL) Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul.sigma.c(t)		zul.sigma.c		zul.sigma.s		Dekompression	
	[MN/m ²]	(CK, QK)	(CK, QK)	(CK)	(QK)	(CK)	(CK)	Komb.	Spannung
3	.	.	.	0,60	fck	.	.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
 rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad $\rho_{w,min}$ nach Gl. (9.5a/bDE).
 as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
 x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
 cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
 Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rhow	as x,y	Bem. cvl	Red. Vor- spg.	
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,66	x	0,00	0,00	0,60	.	.	70

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]	Nutzbreite	Höhe [m]	Nutzhöhe	Torsionsquerschn. [m]							
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	1,000	.	0,940	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
4	1,000	.	0,930	0,90	0,400	.	0,330	0,90	0,260	0,860	0,140	.
5	1,000	.	0,930	0,90	0,350	.	0,280	0,90	0,210	0,860	0,140	.

Spannungsberechnung für Bemessungsobjekte

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd.	Rohdichte des Leichtbetons [kN/m ³]
fck	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m ²]
a.cc	Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts $f_{cd} = a.cc * f_{ck} / \gamma_{m.c}$
fctm	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m ²]
a.ct	Beiwert zur Berechnung des Bem.werts $f_{ctd} = a.ct * f_{ctk};0,05 / \gamma_{m.c}$ mit $f_{ctk};0,05 = 0,7 * f_{ctm}$
e.c1	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2	Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2	rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd.	E-Modul	Festigkeiten [MN/m]				Grenzdehnungen [o/oo]			
		[kg/m ³]	[MN/m ²]	fck	a.cc	fctm	a.ct	e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Bemessungsobjekte

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl						
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]		
3	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
4	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,400	200000	500	0,430	0,330	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,400	200000	500	-0,430	0,330	0,070	0,00	
5	1	-0,500	0,000	200000	500	-0,430	0,070	0,070	0,00	
	2	0,500	0,000	200000	500	0,430	0,070	0,070	0,00	
	3	0,500	0,350	200000	500	0,430	0,280	0,070	0,00	
	4	-0,500	0,350	200000	500	-0,430	0,280	0,070	0,00	

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{m.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as	Grundbewehrung [cm ² /m]
d1	Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2	Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
	Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte	Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m ²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul	d1 x	d2 x	asx	d1 y	d2 y	asy	as
			[MN/m ²]	[m]	[m]	[cm ² /m]	[m]	[m]	[cm ² /m]	fix
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,060	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,060	0,00	.

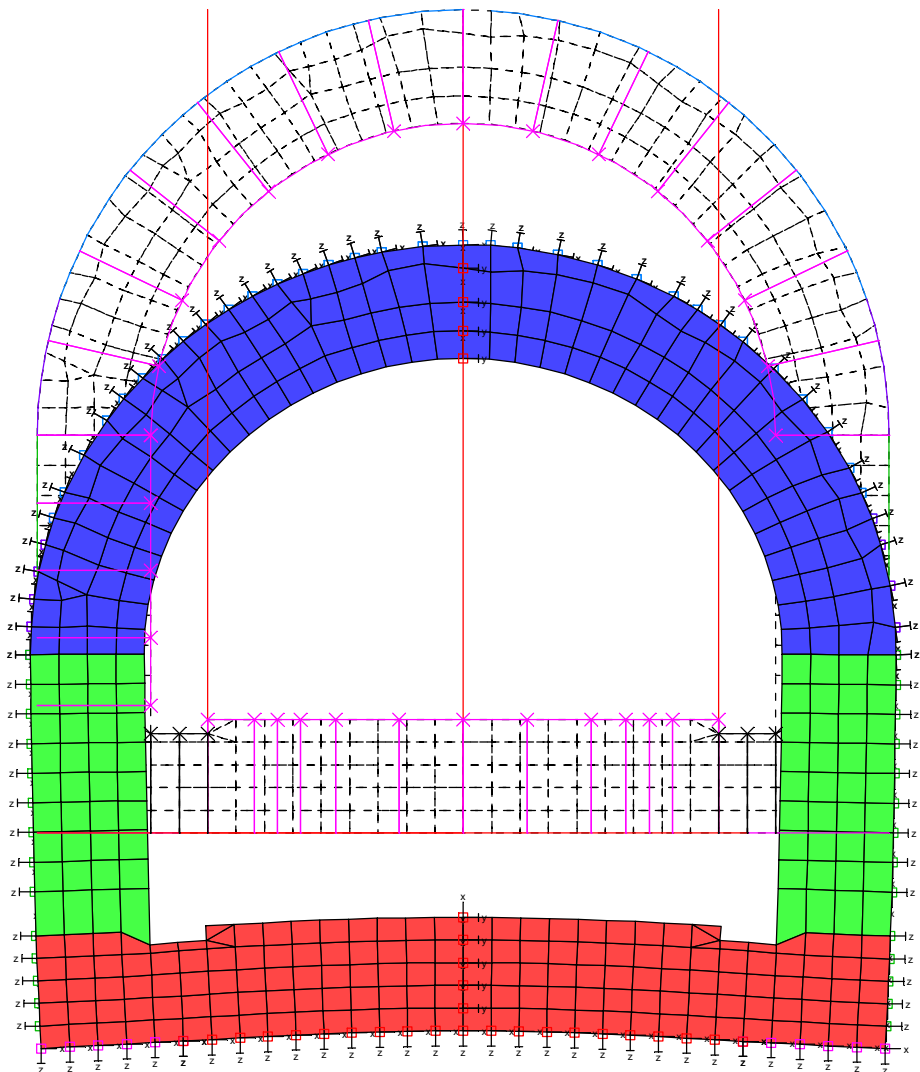
Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 * f_{yk} / \gamma_{m.s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Nachweis der Längsbewehrung

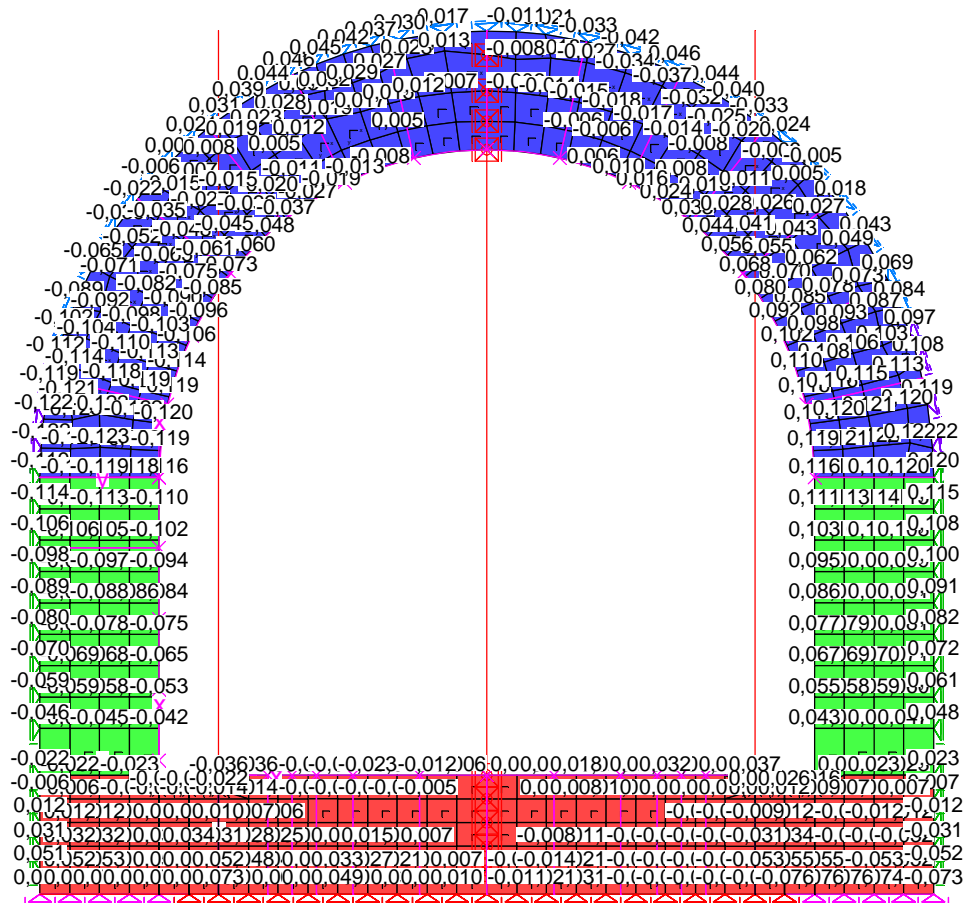
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

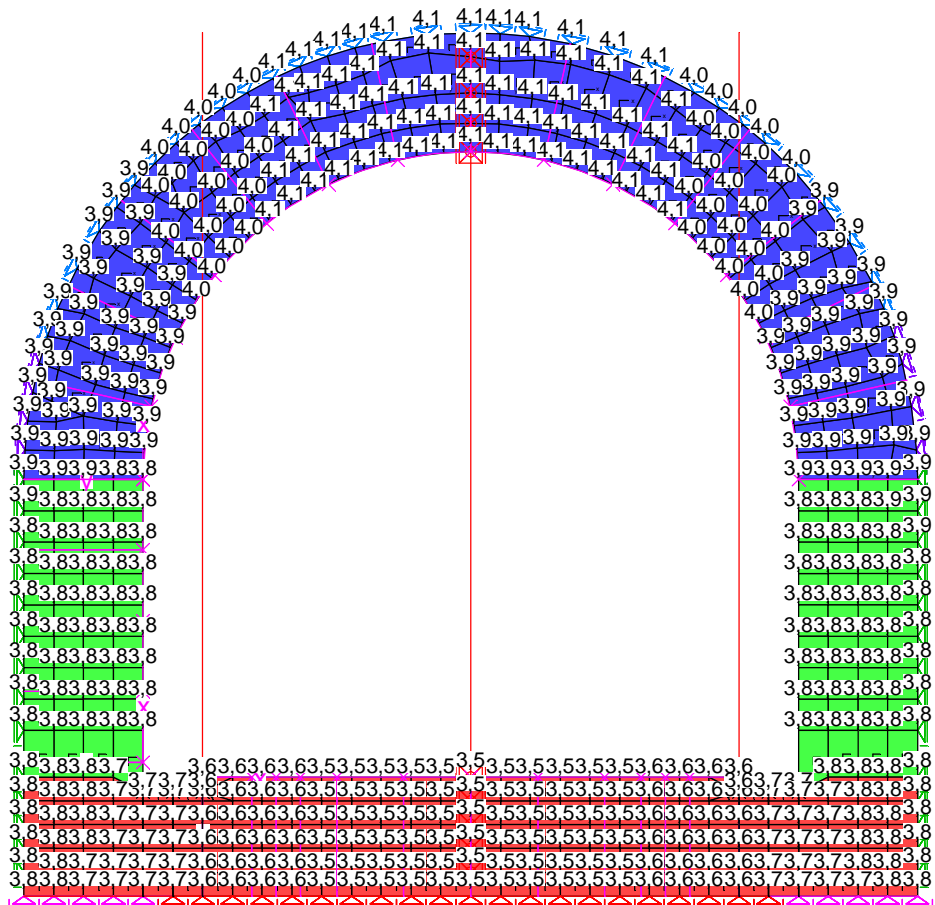
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.



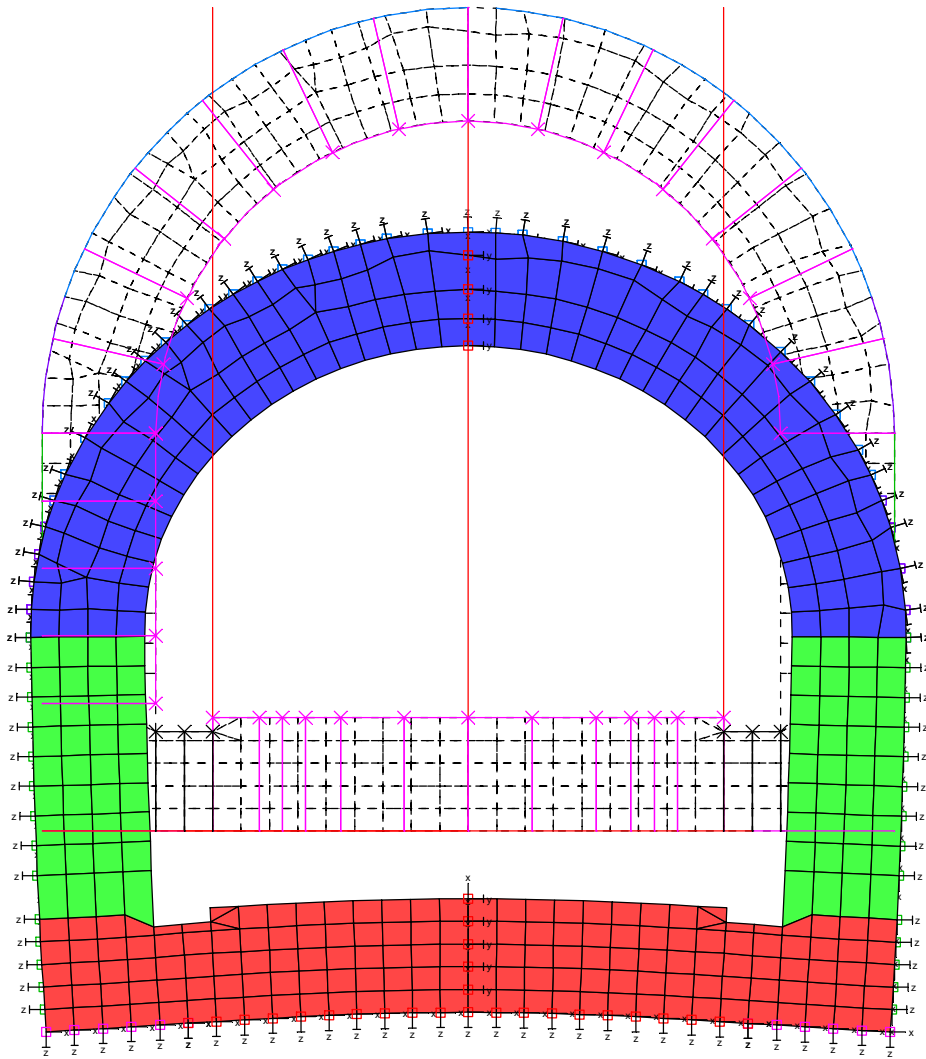
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/4,14 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



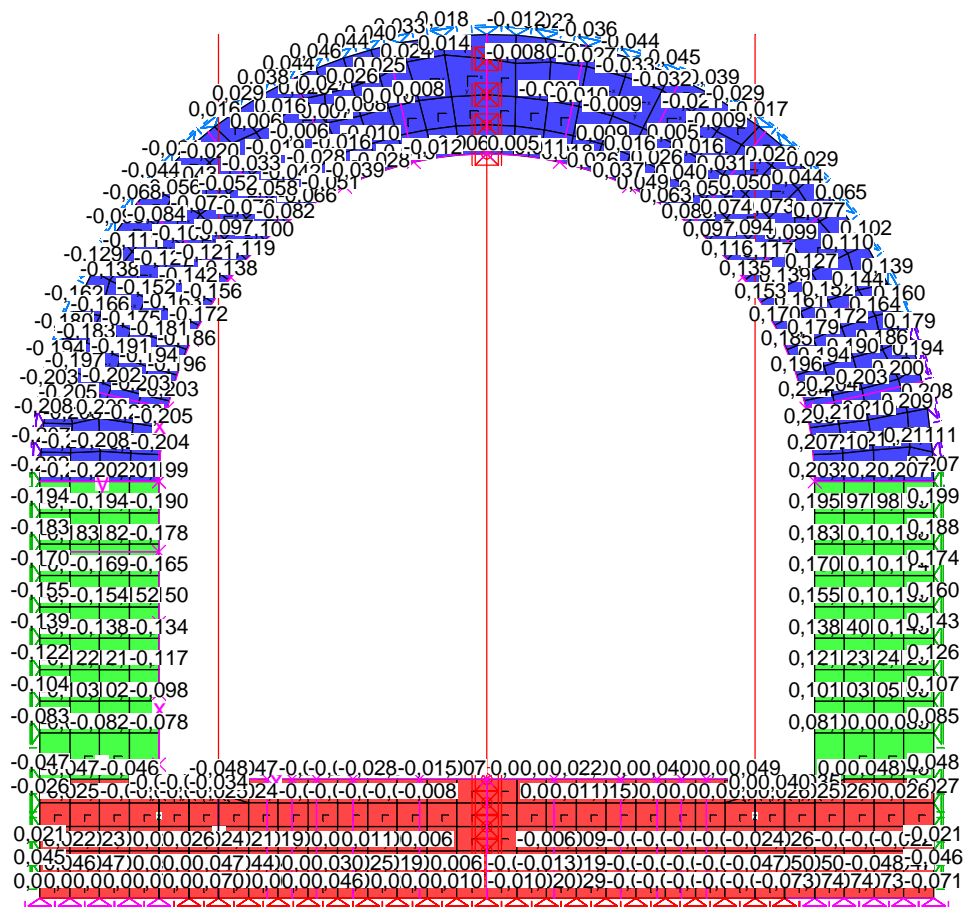
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,123/0,122 [mm]
 Lokale Elementsysteme



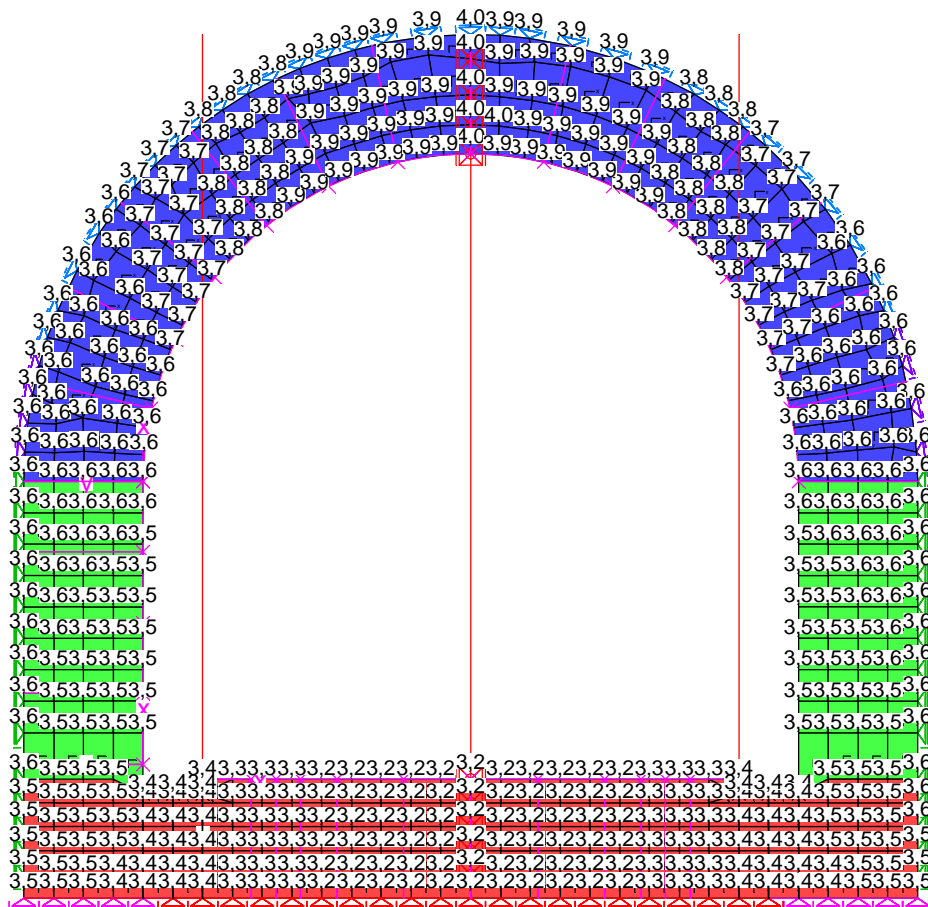
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 3,481/4,140 [mm]
 Lokale Elementsysteme



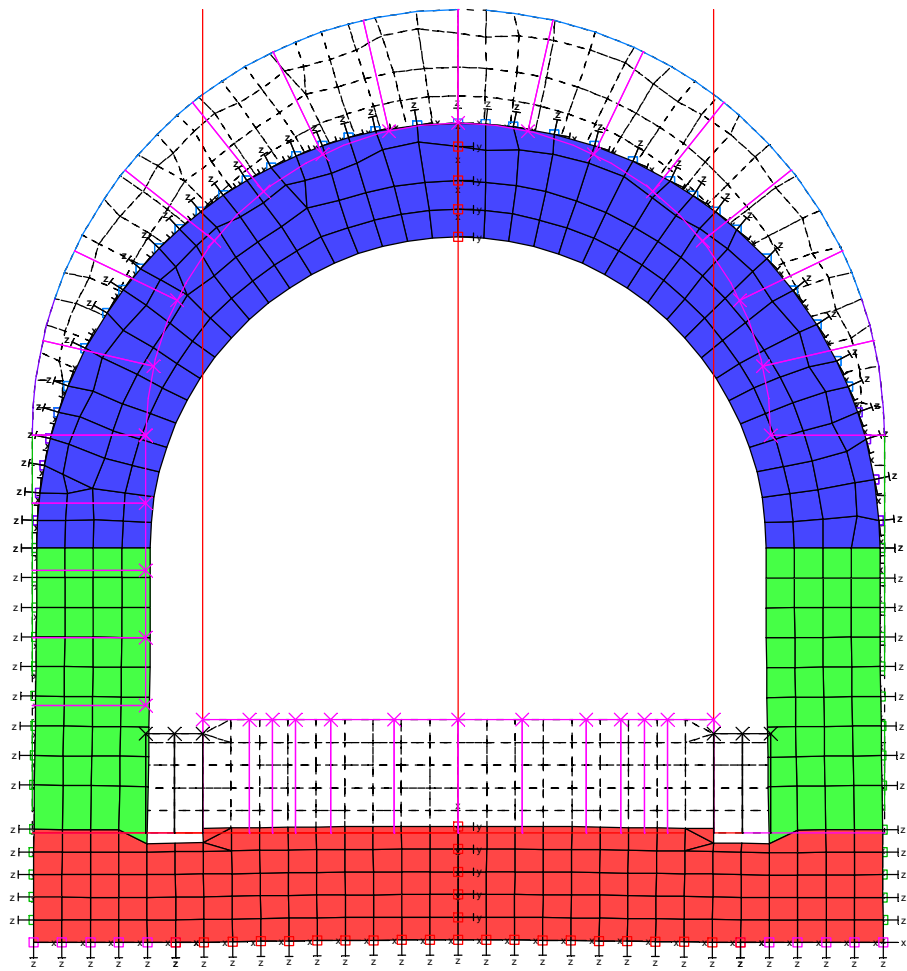
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,95 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



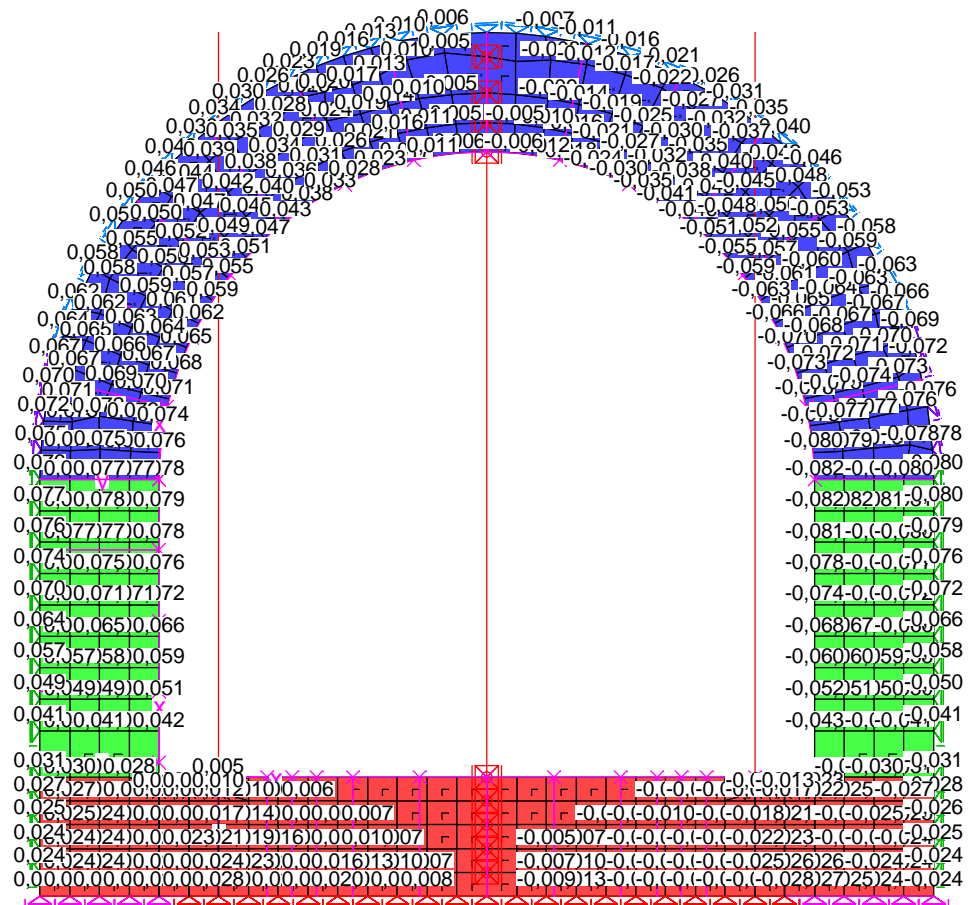
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,208/0,211 [mm]
 Lokale Elementsysteme



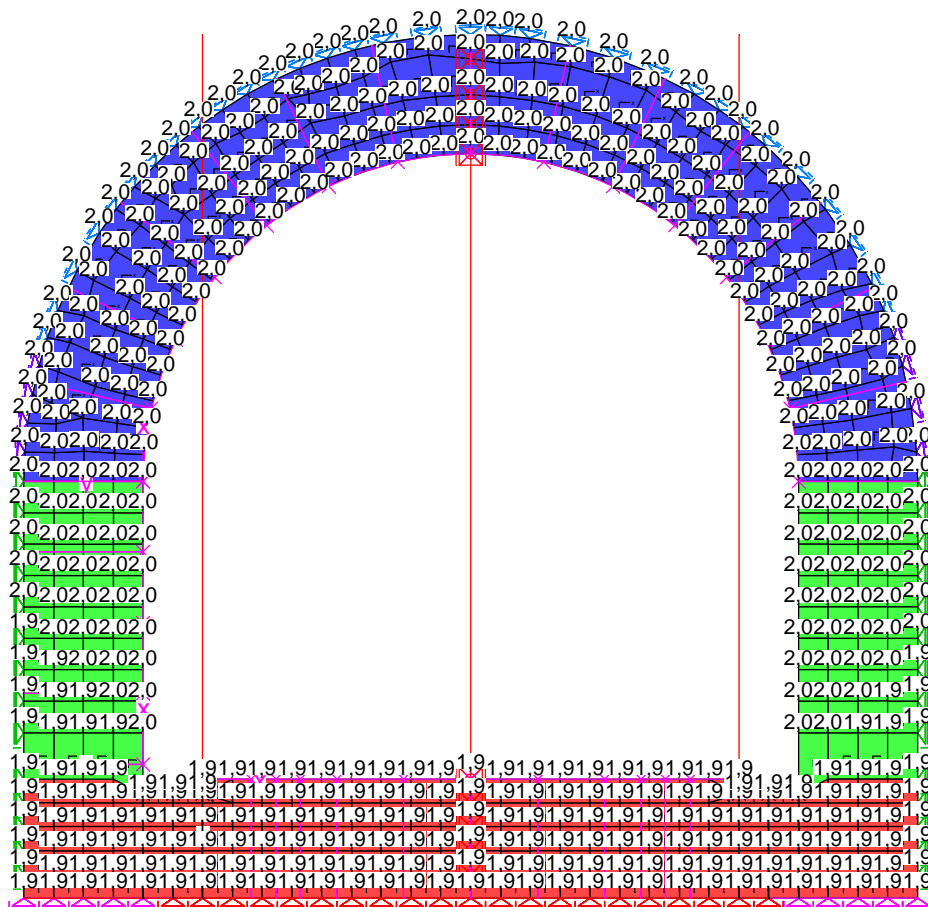
LF 122: Bettung_Zugausfall e0 H0.5_V1.0
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 3,186/3,953 [mm]
 Lokale Elementsysteme



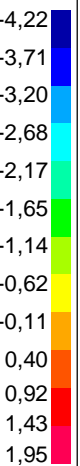
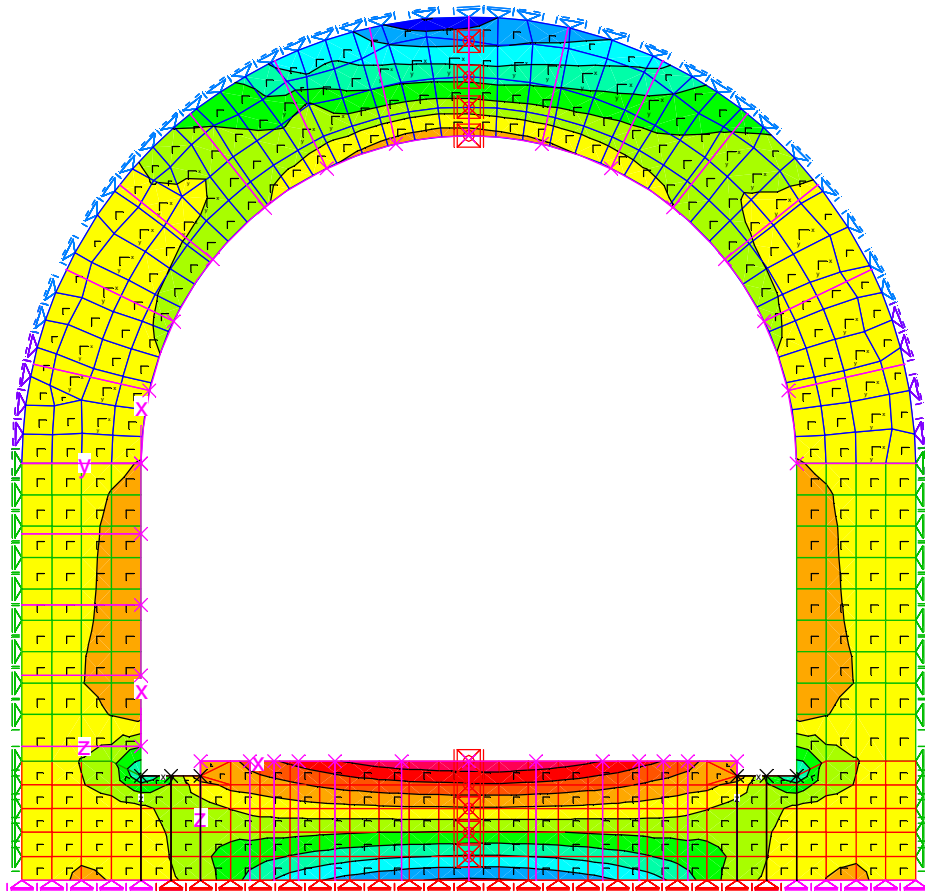
LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen u [mm], Faktor = 200,0
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,01 [mm]
 Lokale Festhaltungssysteme



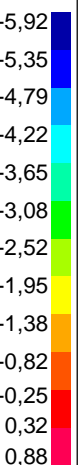
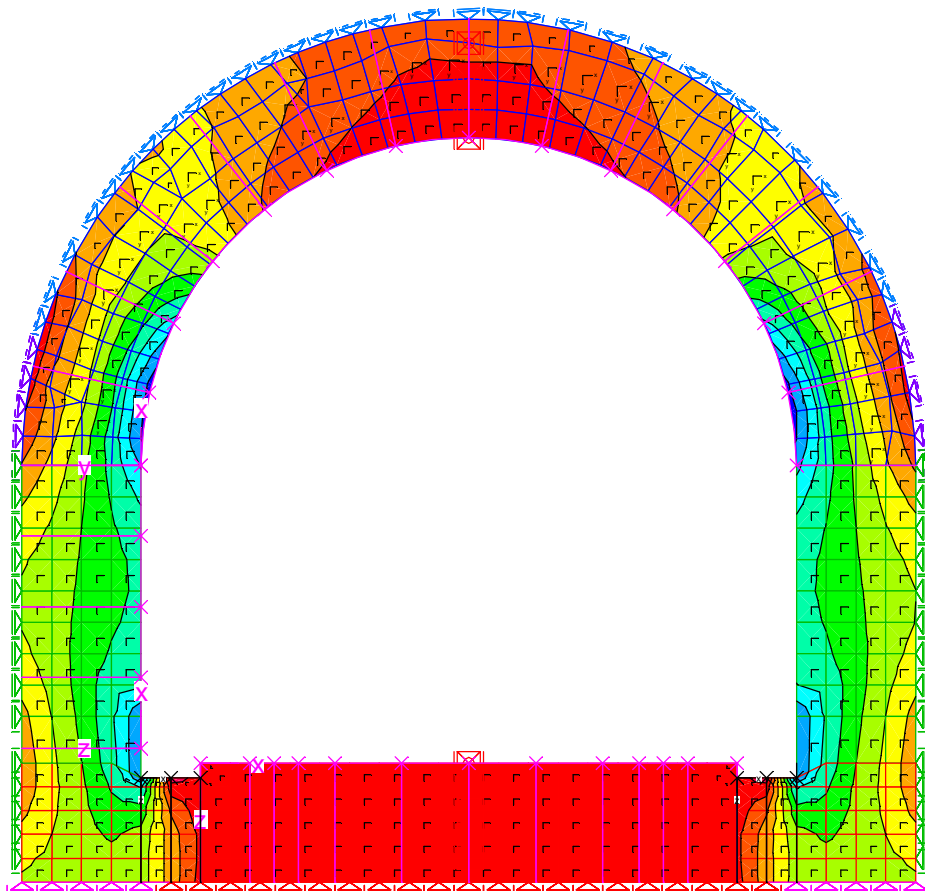
LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uy [mm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,082/0,079 [mm]
 Lokale Elementsysteme



LF 123: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V0.5
 Deformationen uz [mm]
 Wertebereich (Gesamtssystem, min/max): 1,877/2,014 [mm]
 Lokale Elementsysteme



LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
 Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,22/1,95 [MN/m²]
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
 Lokale Elementsysteme



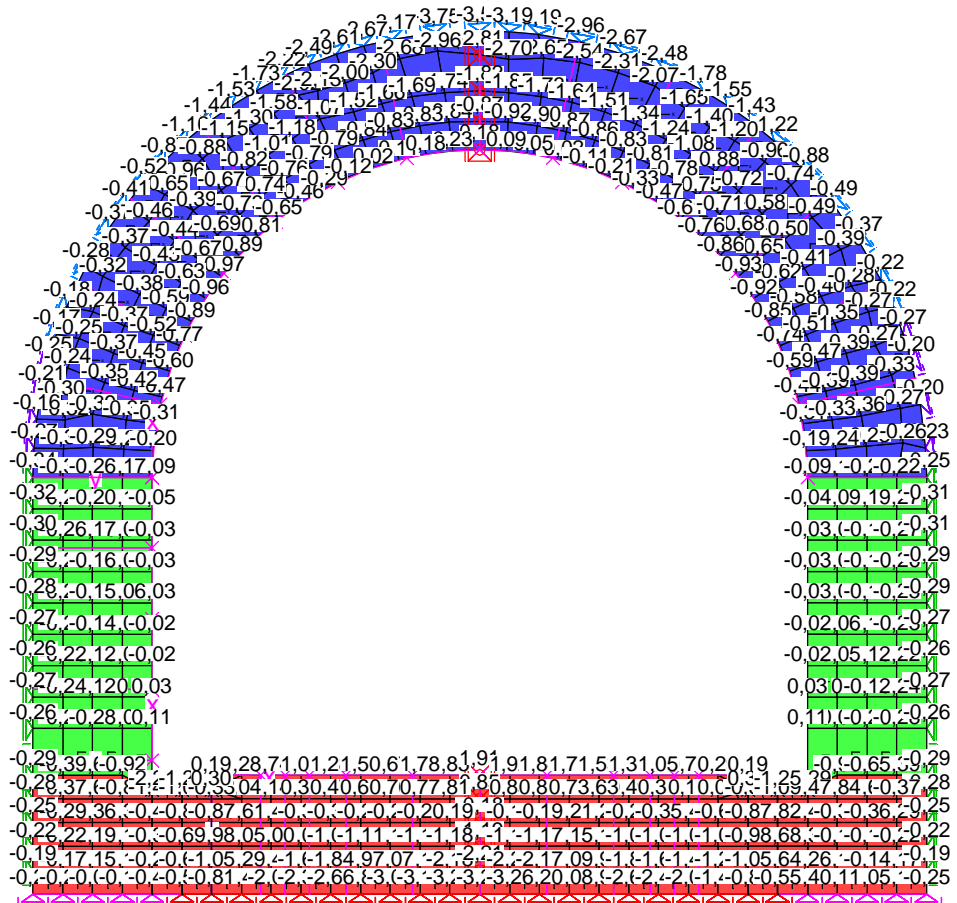
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -5,92/0,88 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



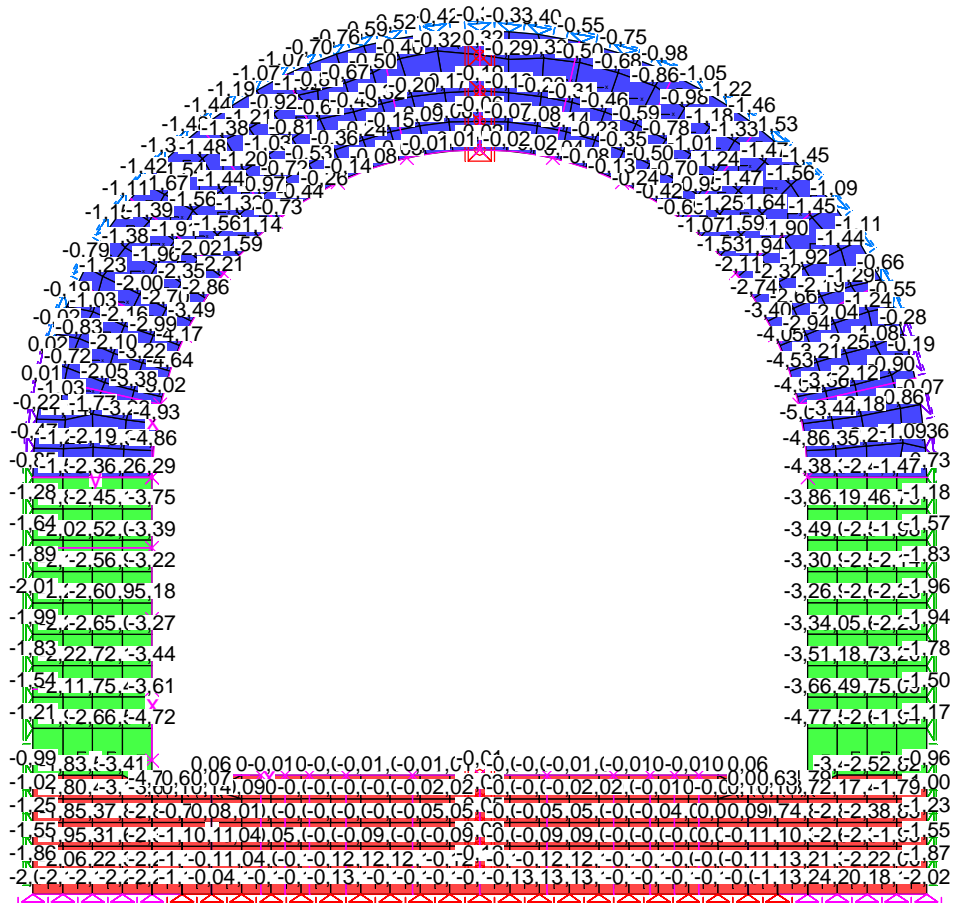
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch - direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,22/1,95 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



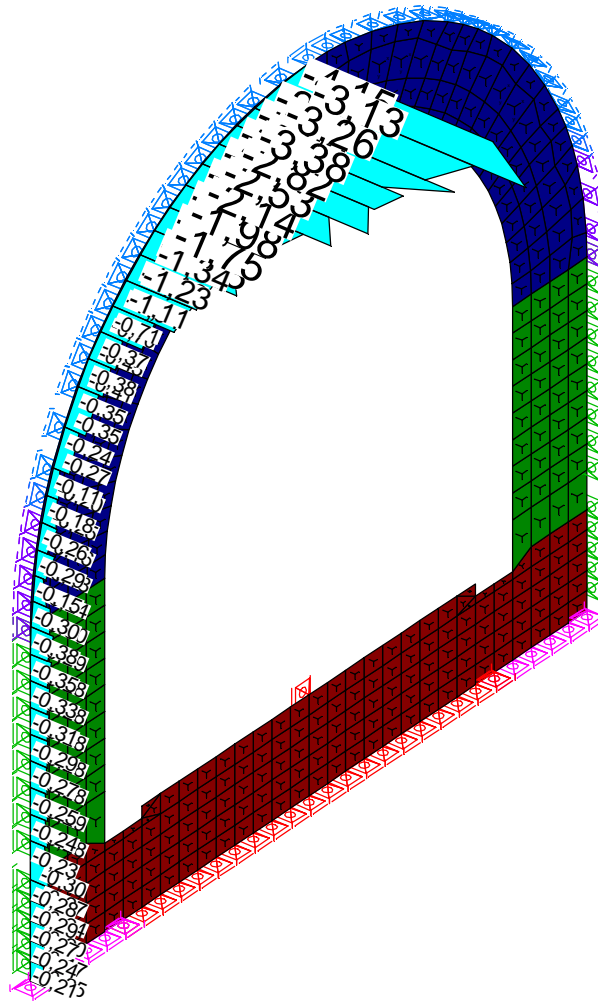
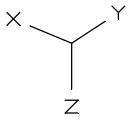
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch - direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -5,92/0,88 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lokale Elementsysteme



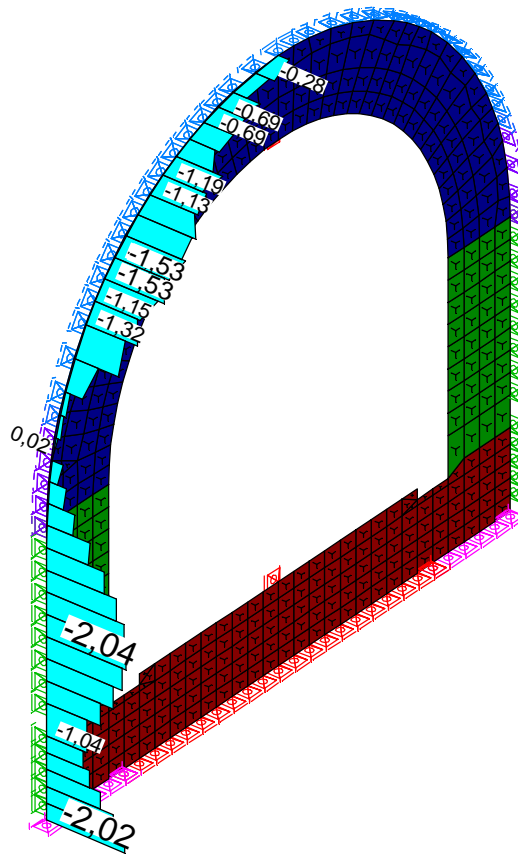
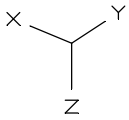
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.x unten [MN/m²]

Schnitt "1". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4,22/1,95 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

Lokale Elementsysteme



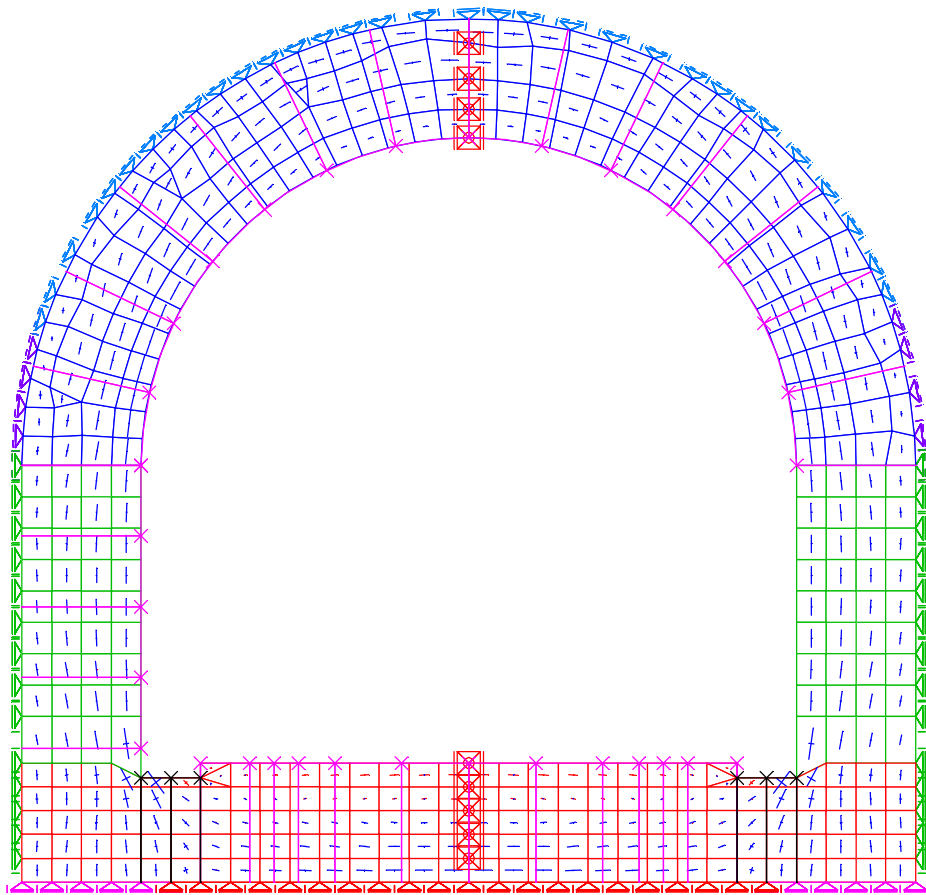
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0

Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.y unten [MN/m²]

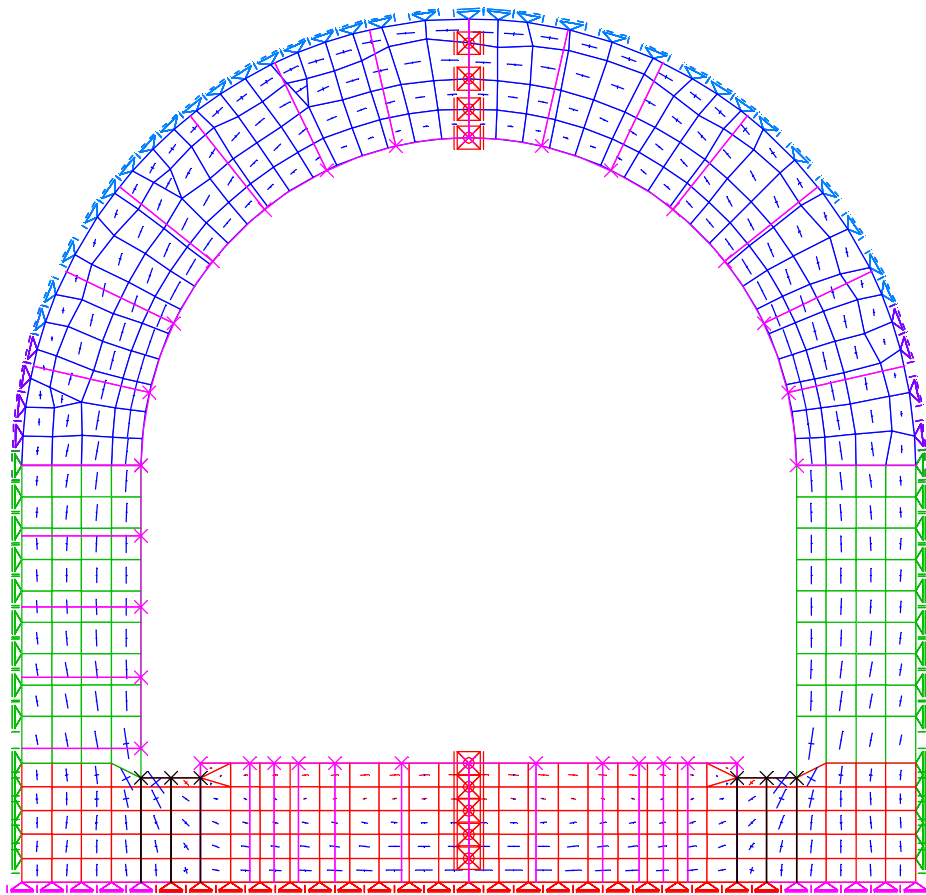
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -5,92/0,88 [MN/m²]

Berechnung in den Elementknoten

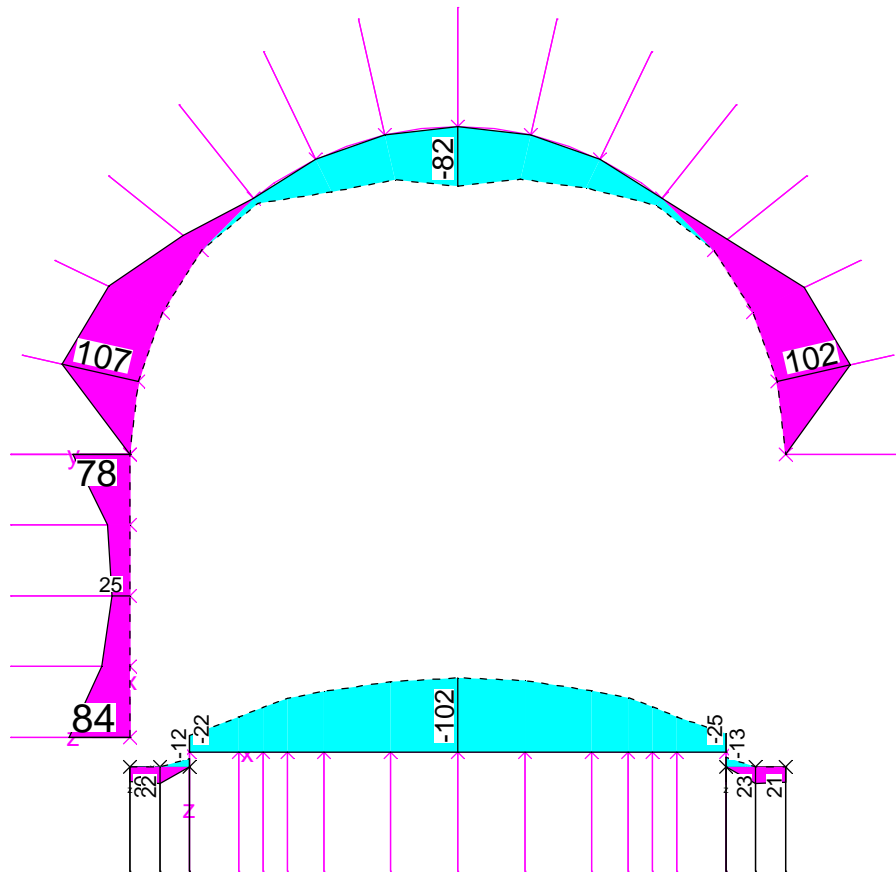
Lokale Elementsysteme



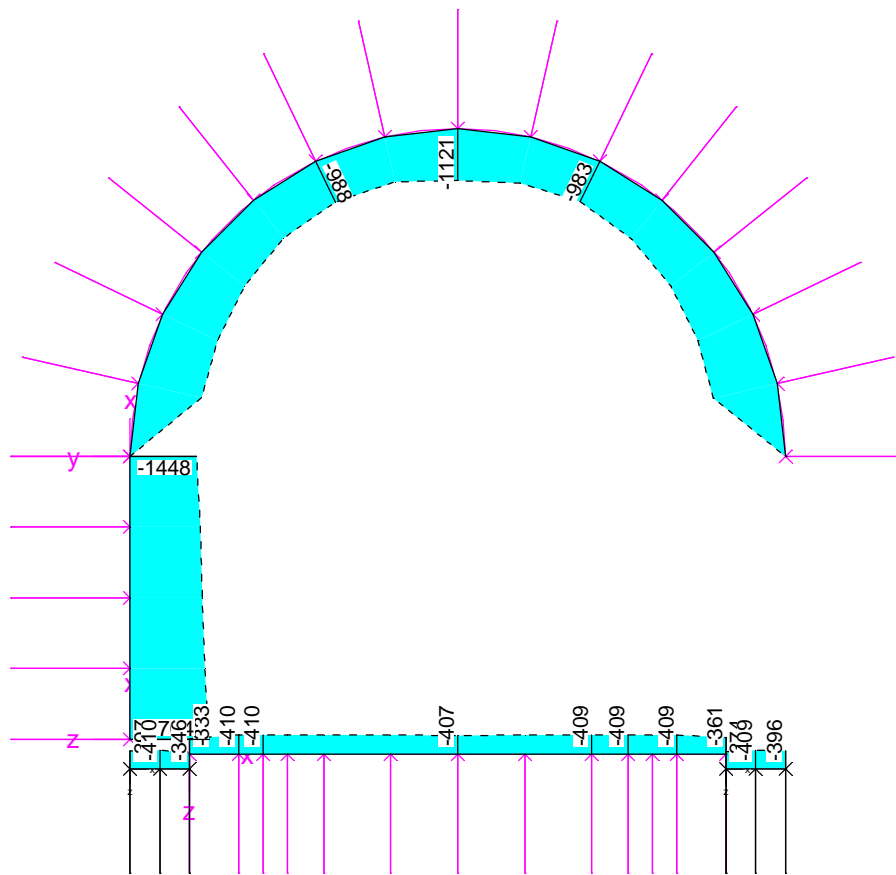
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -6,02/1,95 [MN/m²]
Berechnung in den Elementknoten



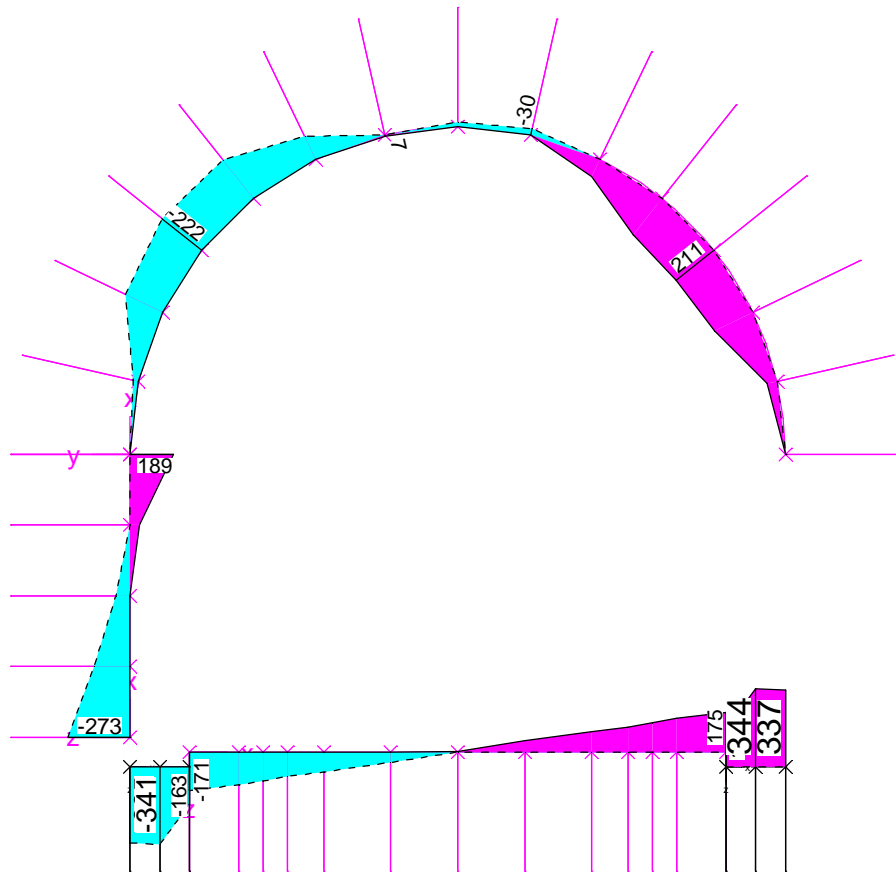
LF 121: Bettung_Zugausfall e0 H1.0_V1.0
Spannungen (allgemein - elastisch, direkt aus Schnittgrößen) Sigma.1/Sigma.2 oben [MN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -6,02/1,95 [MN/m²]
Berechnung in den Elementknoten



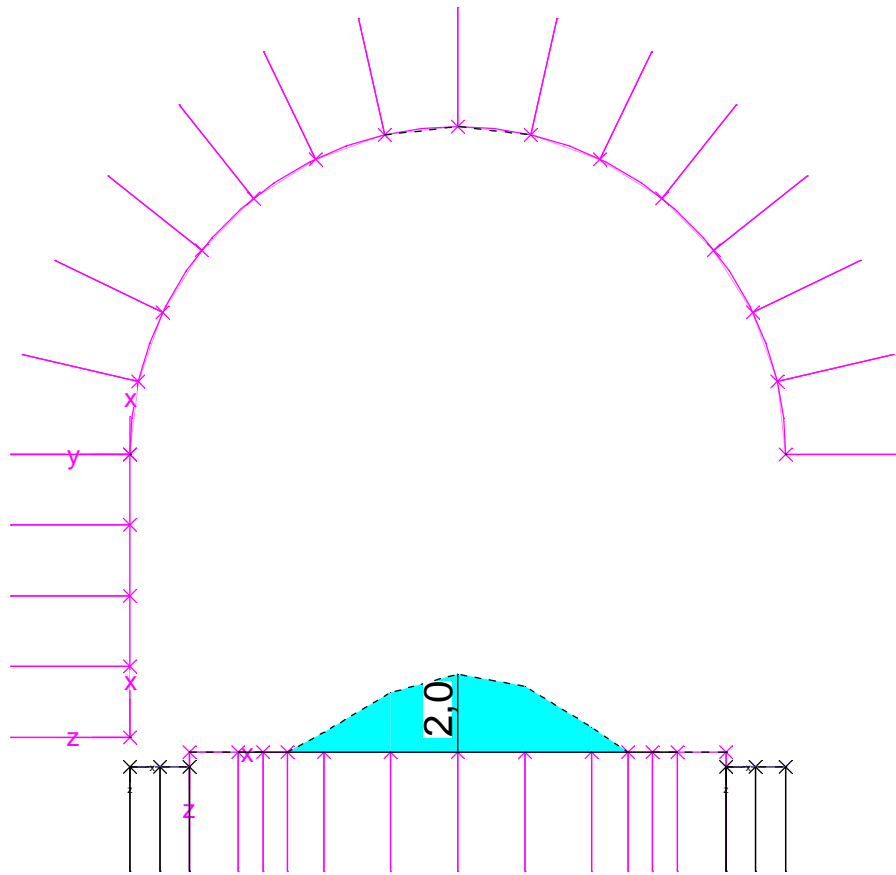
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max My [kNm]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -101,93/107,39 [kNm]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



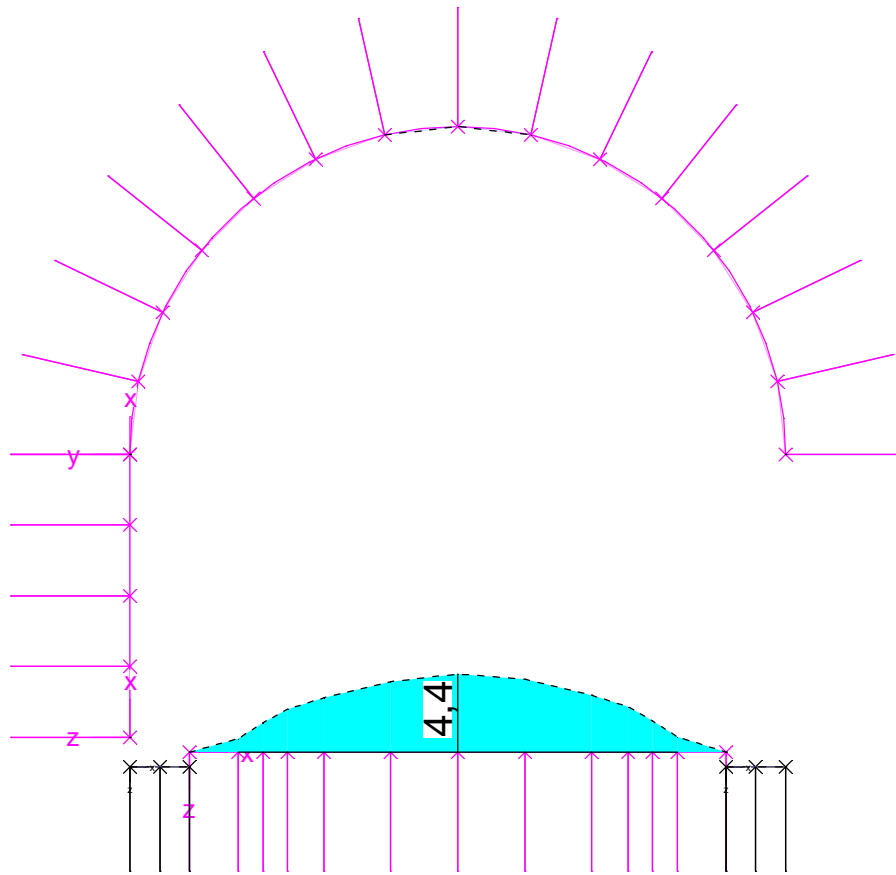
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Nx [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1704,43/0,02 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



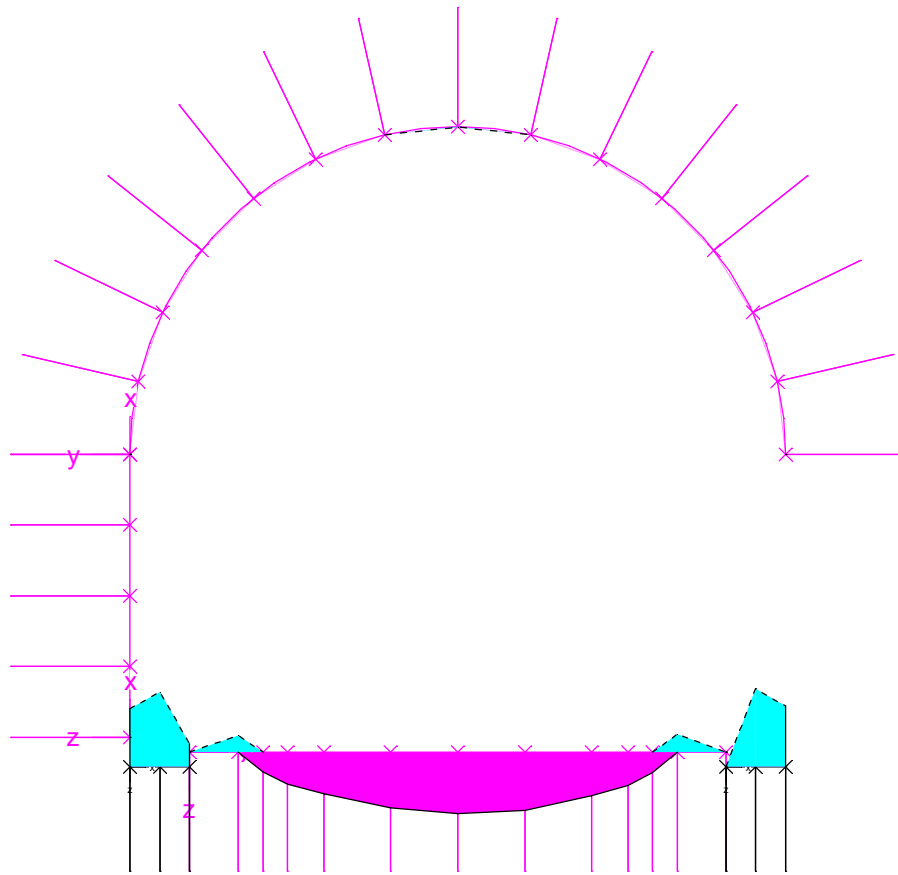
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
 Schnittgrößen Bemessungsobjekte min,max Qz [kN]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -341,32/344,44 [kN]
 Die Schnittgrößen beziehen sich auf die Querschnittsschwerpunkte der Bemessungsobjekte
 Lokale Elementsysteme



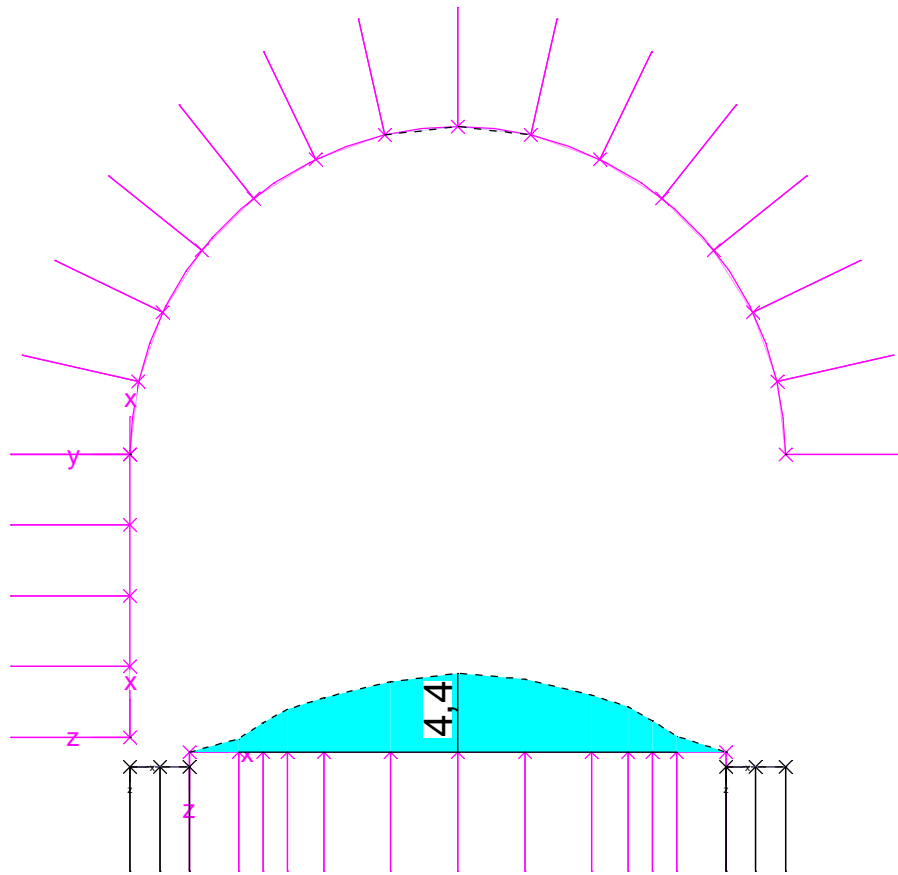
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,96 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



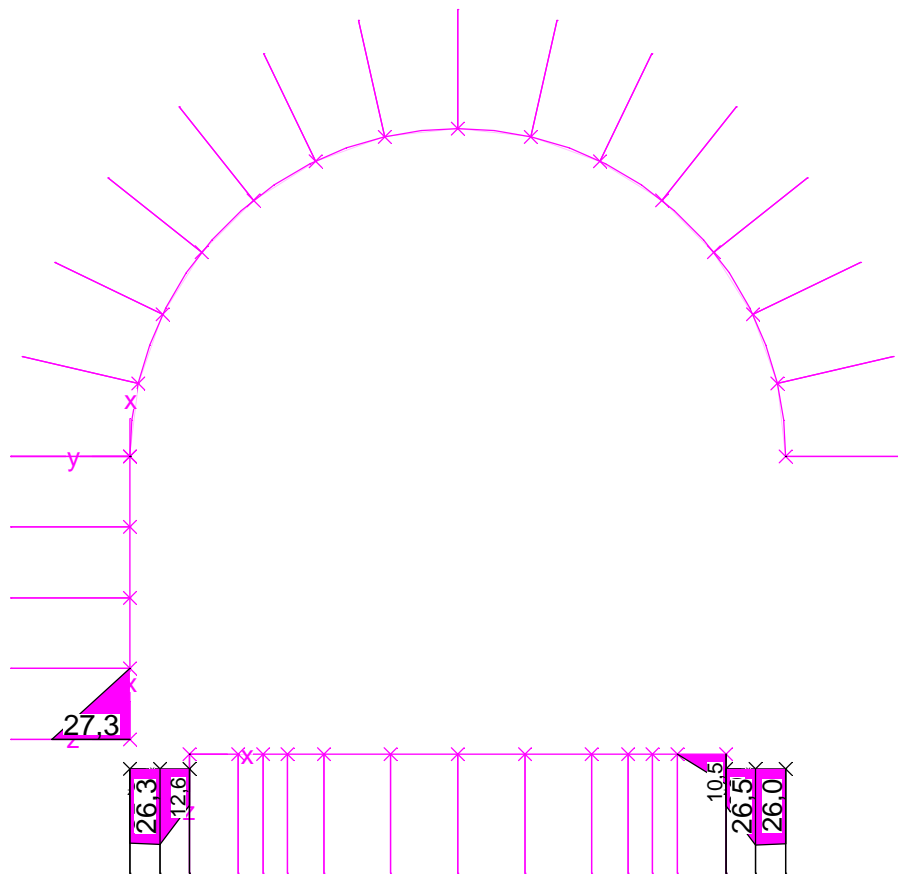
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/4,37 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



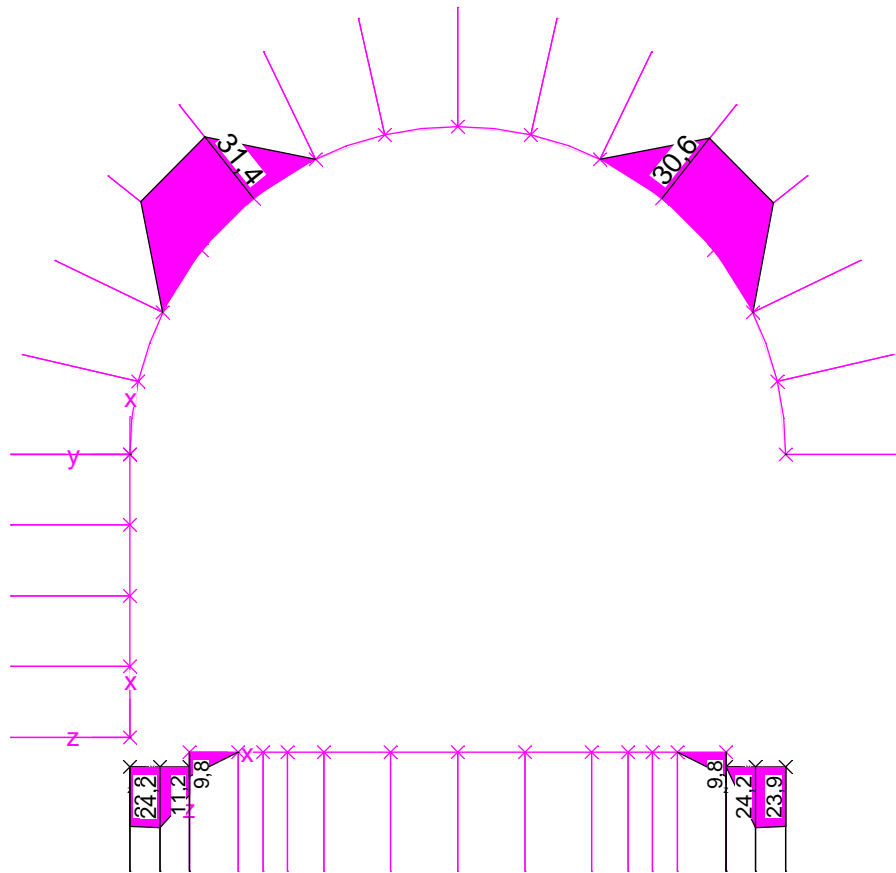
LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,00 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



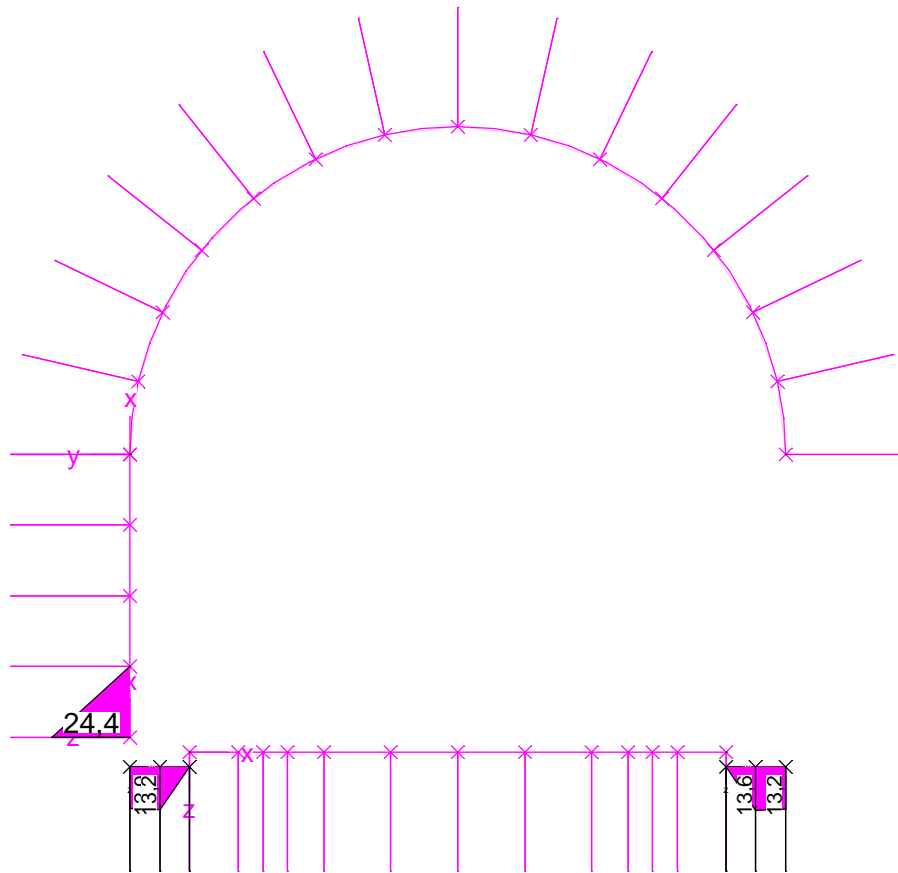
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) Bemessungsobjekte [cm²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/4,37 [cm²]
 Lokale Elementsysteme



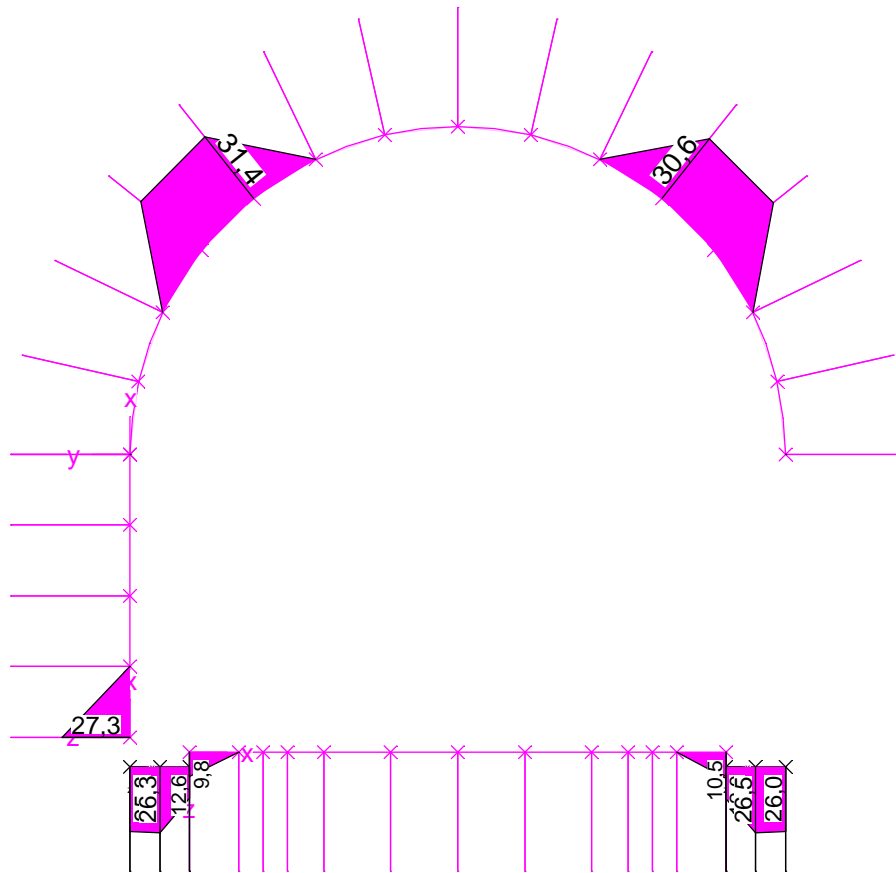
LFK DIN1992.PERM.1: 1. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/27,35 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



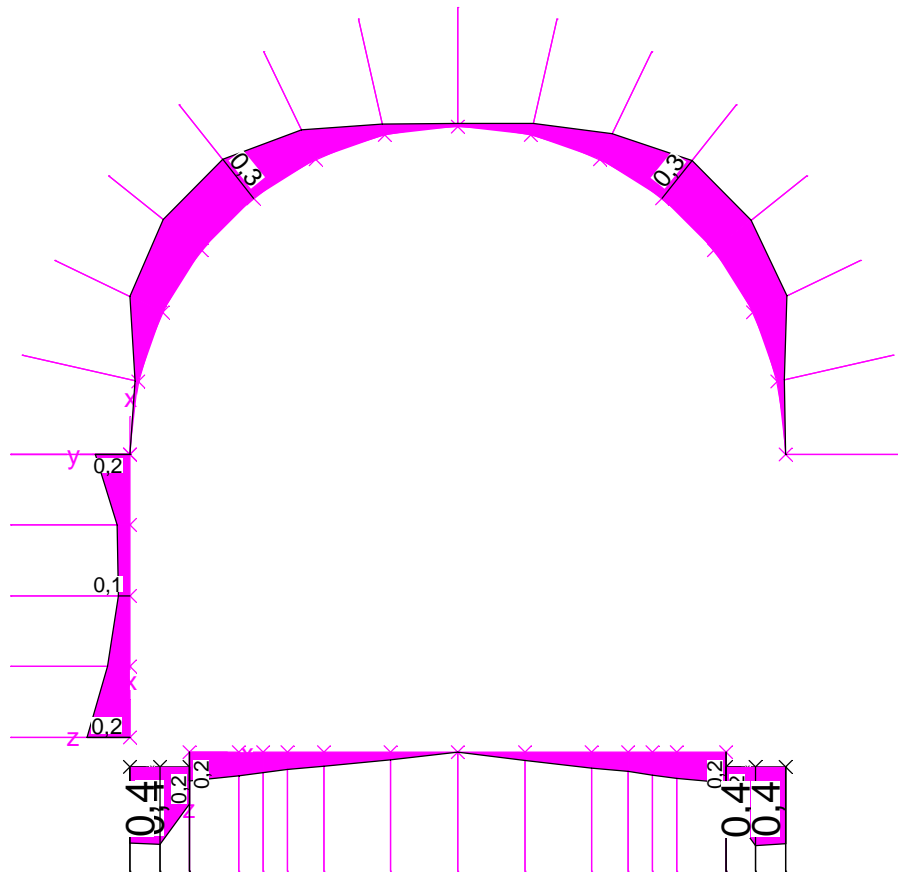
LFK DIN1992.PERM.2: 2. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,39 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



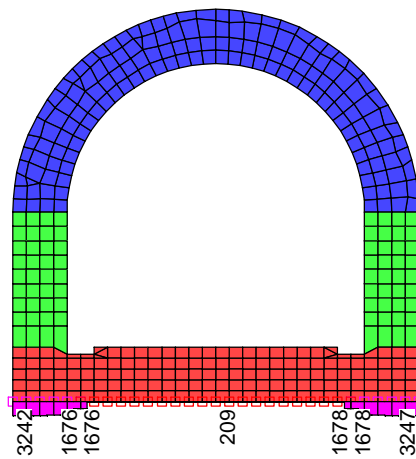
LFK DIN1992.PERM.3: 3. Ständige und vorübergehende Kombination DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/24,40 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Bügelbewehrung aus Querkraft Q_z Bemessungsobjekte [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,39 [cm²/m]
 Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 Bemessungsobjekte $Q_z/V_{Rd,max}$ [-]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,41 [-]
 Lokale Elementsysteme



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, LF121
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l) [kN/m]