

Erläuterungsbericht zur Machbarkeitsuntersuchung

Ertüchtigung Fußgängertunnel Paradiesbrücke Stadtrodaer Straße

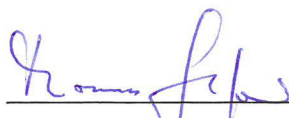
Projekt: Stadt Jena / Kommunalservice Jena (KSJ)
Ausbau der Osttangente

Projekt-Nr.: 18151200

**Bauherr/
Auftraggeber:** Stadt Jena vertreten durch
Kommunalservice Jena,
Löbstedter Straße 56
07749 Jena

Planungsphase: Machbarkeitsuntersuchung

Verfasser: Arge Osttangente Jena



Dipl. Ing. Thomas Gläßer
(Projektleiter TWP IPROconsult)



Dipl. Ing. Mathias Räck
(Fachplaner IPROconsult)

Datum: 21. April 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
1.1	Notwendigkeit der Baumaßnahme	3
1.2	Grundlagen, Normen, Unterlagen	3
2	Bestandsbauwerk	5
2.1	Bauwerk.....	5
2.2	Verkehrslasten.....	8
2.3	Geologische Verhältnisse	8
2.4	Medien.....	8
3	Ertüchtigung.....	9
4	Statische Nachweise.....	12
4.1	Modellierung	12
4.2	Lasten.....	16
4.2.1	Eigengewicht	16
4.2.2	Erddruck	18
4.2.3	Verkehrslasten.....	20
4.2.4	Temperatur	27
4.2.5	Überlagerungen.....	28
4.3	Bemessung.....	33
4.3.1	GZT	33
4.3.2	GZG, Rissbreite	38
4.3.3	Ermüdung	40
4.4	Ergebnisse.....	41
4.4.1	Schnittkräfte GZT.....	41
4.4.2	Rahmenbewehrung GZG im Schnitt	43
4.5	Ertüchtigungen.....	45
4.5.1	Tunneldecke	45
4.5.2	Tunnelwand	52
4.5.3	Tunnelwand zum Betriebsraum	57
4.5.4	Tunnelboden.....	58
5	Zusammenfassung	62

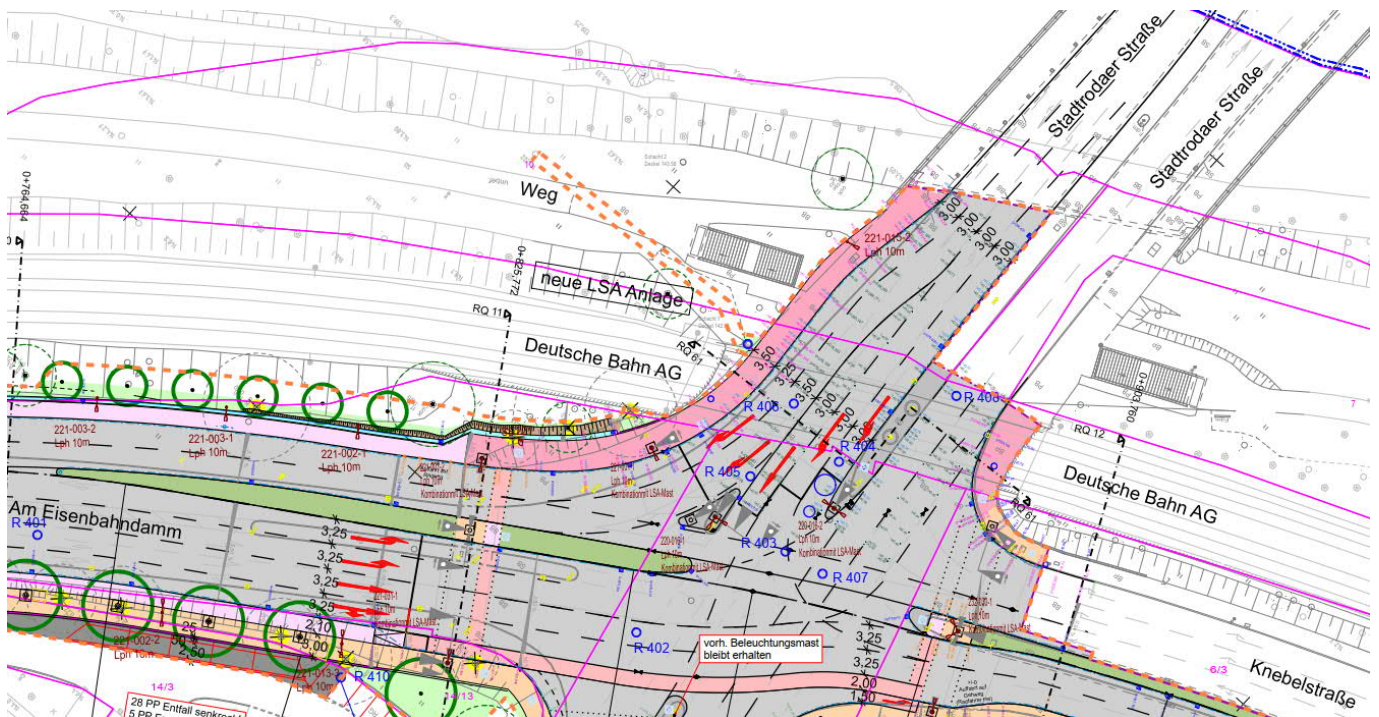
1 Allgemeines

1.1 Notwendigkeit der Baumaßnahme

Die Stadt Jena beabsichtigt, im Zuge der Planungen zum Ausbau der Osttangente eine zusätzliche Abbiegespur auf der Stadtrodaer Straße in der Kreuzung mit „Am Eisenbahndamm“.

Diese neue Verkehrsführung ändert im Bereich der zusätzlichen Abbiegespur die Beanspruchung des Fußgängertunnels von Geh- Radverkehr zu Straßenverkehr.

Nachfolgend wird im Rahmen einer Machbarkeitsuntersuchung die vorhandene Tragfähigkeit des nördlichen Abschnitts nachgerechnet und eine mögliche Ertüchtigung vorgeschlagen.



1.2 Grundlagen, Normen, Unterlagen

Normen:

- DIN EN 1990/ NA, Nationaler Anhang – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991-2, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
- DIN EN 1991-2/NA, Nationaler Anhang – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
- DIN EN 1992-2, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken - Bemessung und Konstruktionsregeln

- DIN EN 1992-2/NA, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken - Bemessung und Konstruktionsregeln
- DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln + zugehöriger NA
- Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie): 2011-05 und deren Ergänzungen

Neue Straßenplanung Osttangente Jena

- U05_1_BI_4_220322
- RQ61_Regelquerschnitt_Stadtrodaer Str. 0+068.0_0+078.35

Bestandspläne

- Paradiestunnel_7-1_Lageplan
- Paradiestunnel_7-2b_Fundament und Absteckplan
- Paradiestunnel_7-3c_Übersichtszeichnung
- Paradiestunnel_7-4b_Treppenlängsschnitt
- Paradiestunnel_7-5b_Details
- Paradiestunnel_7-6b_Betriebsraum
- Paradiestunnel_7-7a_Bewehrungsplan
- Paradiestunnel_7-8b_Biegeliste
- Paradiestunnel_7-9b_Sprossengeländer
- Paradiestunnel_7-10a_Treppengeländer
- Paradiestunnel_7-11_Handlauf
- Paradiestunnel_Feldriss_1981

Nachrechnung

- 17003_Fußgaengertunnel_Paradies_Jena_Statische_Nachrechnung_V_All_Randsegment_mit_Betriebsraum

Bauwerksbuch und Prüfbericht

- BAUWERKSBUCH_B100120_1
- PRUEFBERICHT_B100120_1_2019E

Programme

- SOFiSTiK 2020

2 Bestandsbauwerk

2.1 Bauwerk

Gesamtlänge:	41,0 m
Lichte Weite:	3,80 m
Lichte Höhe:	2,40 m

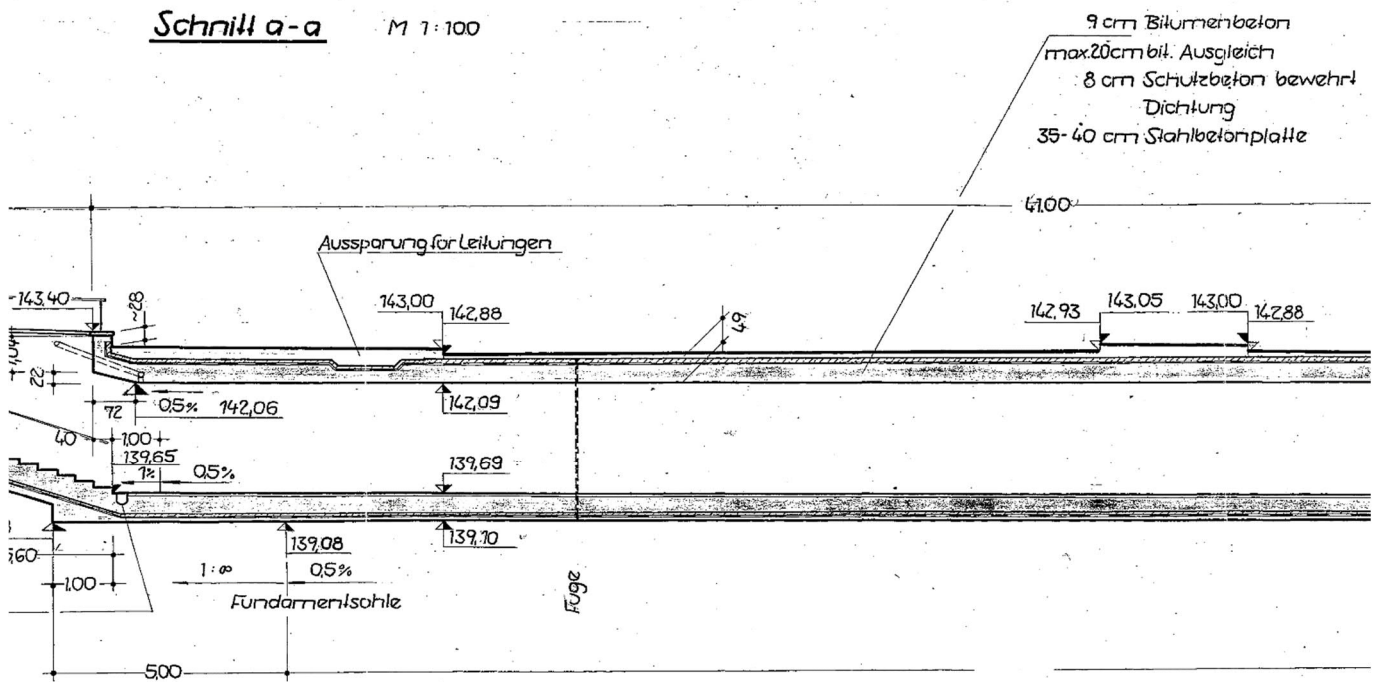
Der Fußgängertunnel ist als monolithische Rahmenkonstruktion ausgeführt. Die Treppenbereiche sind als monolithischer U-Querschnitt ausgebildet. Durch zwei durchgehende Fugen wird das Bauwerk in 3 Abschnitte geteilt. Der mittlere Bereich besteht aus dem reinen Tunnelquerschnitt und hat eine Länge von 20m. Er liegt unterhalb der Fahrbahnflächen bzw. unterhalb des Mittelstreifens.

Die äußeren Elemente bestehen zum einen aus der Fortführung des Tunnelquerschnittes und zum anderen aus den Treppenaufgängen. Die Decken der Tunnelabschnitte liegen teilweise unter der Fahrbahn, teilweise unter Gehwegen. Der nördliche Abschnitt besitzt zudem einen Betriebsraum, welcher über den Tunnel zugänglich ist.

Das Bauwerk ist gegen eindringendes Grundwasser komplett mit einer PVC-Dichtung versehen.

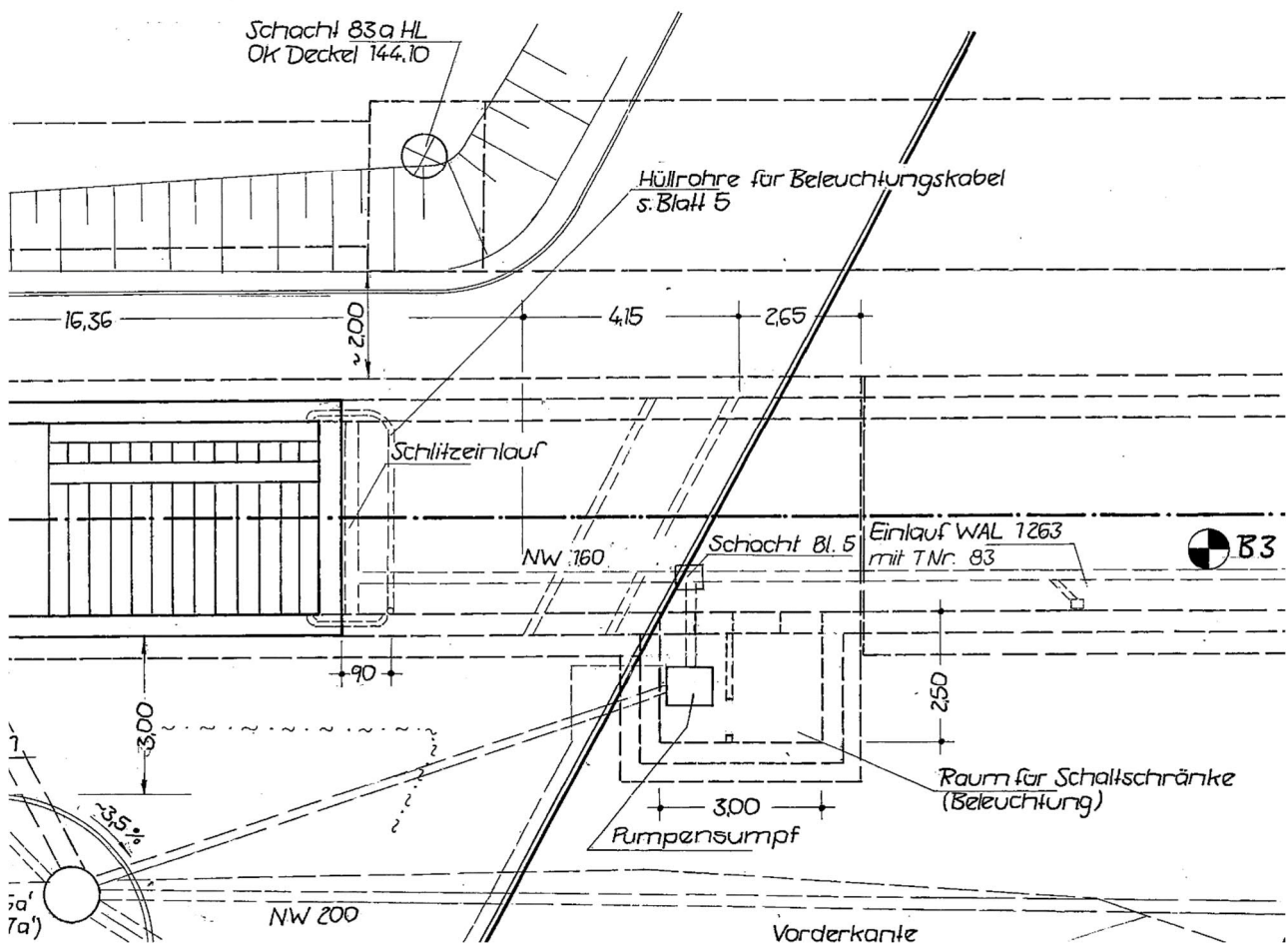
Die neue Verkehrsführung ändert im Bereich der zusätzlichen Abbiegespur die Beanspruchung des Fußgängertunnels von Geh- Radverkehr zu Straßenverkehr.

Schnitt a-a M 1:100

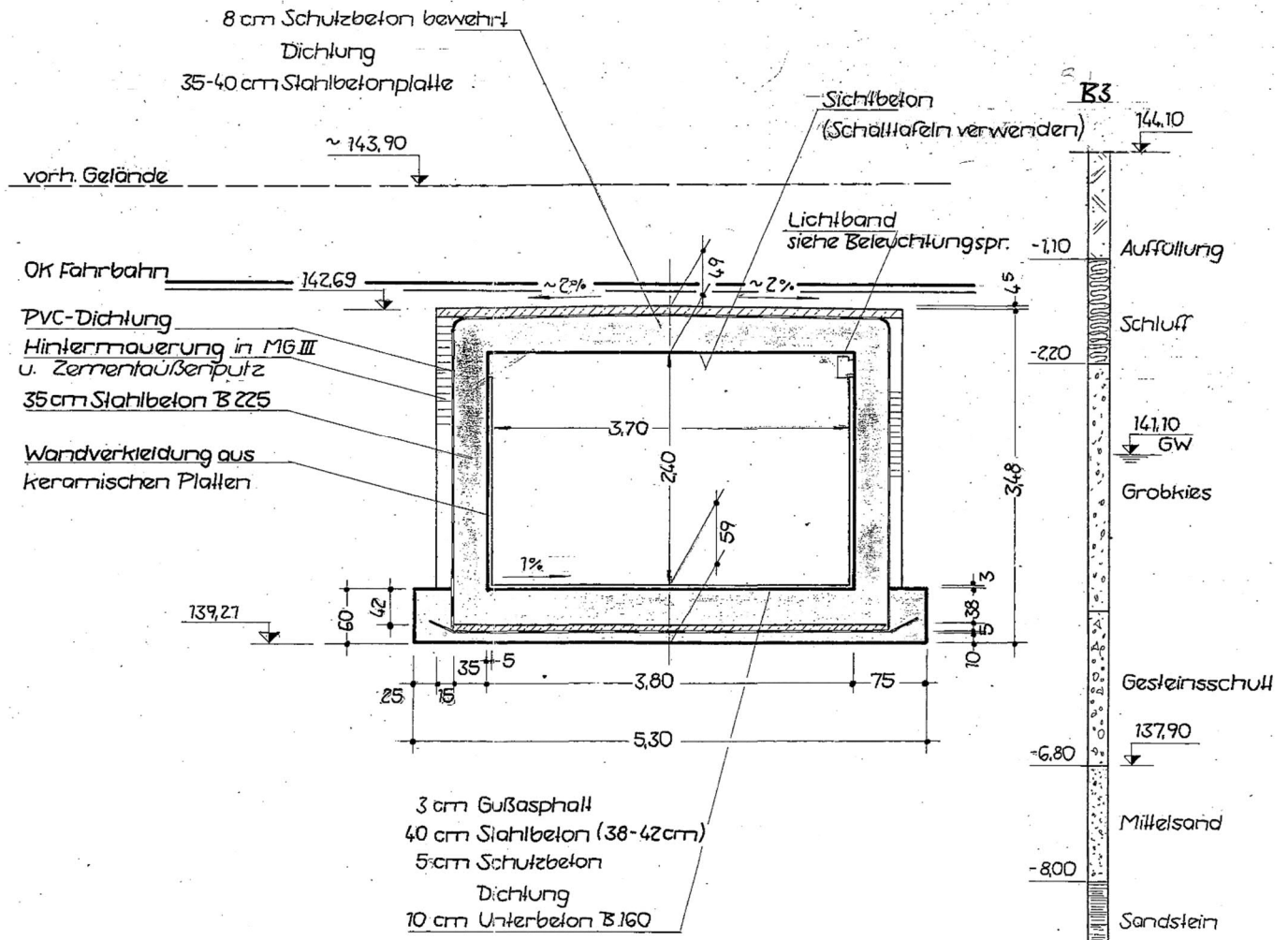


Draufsicht M 1:100

San
nach Str.p



Schnitt b-b M 1:50



Materialien:

Beton: B225 = C12/15 $f_{cd} = 0,85 \times 15 / 1,5 = 8,5 \text{ N/mm}^2$

Bewehrung: St A-I $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$

2.2 Verkehrslasten

Gemäß Angaben der Stadt Jena werden folgende Verkehrslasten angesetzt:

- Straßenverkehrsflächen: Brückenklasse 30/30 gemäß Nachrechnungsrichtlinie
- Geh- und Radweg und andere Flächen: $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$
-

2.3 Geologische Verhältnisse

- Gründungssohle im Grobkies bzw. Gesteinsschutt
- obere Bereiche, wo teilweise Schluff bzw. Auffüllung ansteht, wurden Erdaustauschmaßnahmen (Magerbeton bzw. vermörtelte Kiesschicht) getroffen

2.4 Medien

Über dem Tunnel liegen derzeit in einer Aussparung unter dem Gehweg Medien.

- Telekommunikationsleitungen, FM
- Mittelspannungsleitungen
- Niederspannungsleitungen

3 Ertüchtigung

Im Bereich der neuen Belastung aus der zusätzlichen Abbiegespur sind Ertüchtigungsmaßnahmen nötig:
Rückbau, Vorarbeiten

- Umverlegen der Medien
- Rückbau Schutzbeton und Dichtung im Bereich der Nische in der Decke

Ertüchtigung Decke im Bereich Nische

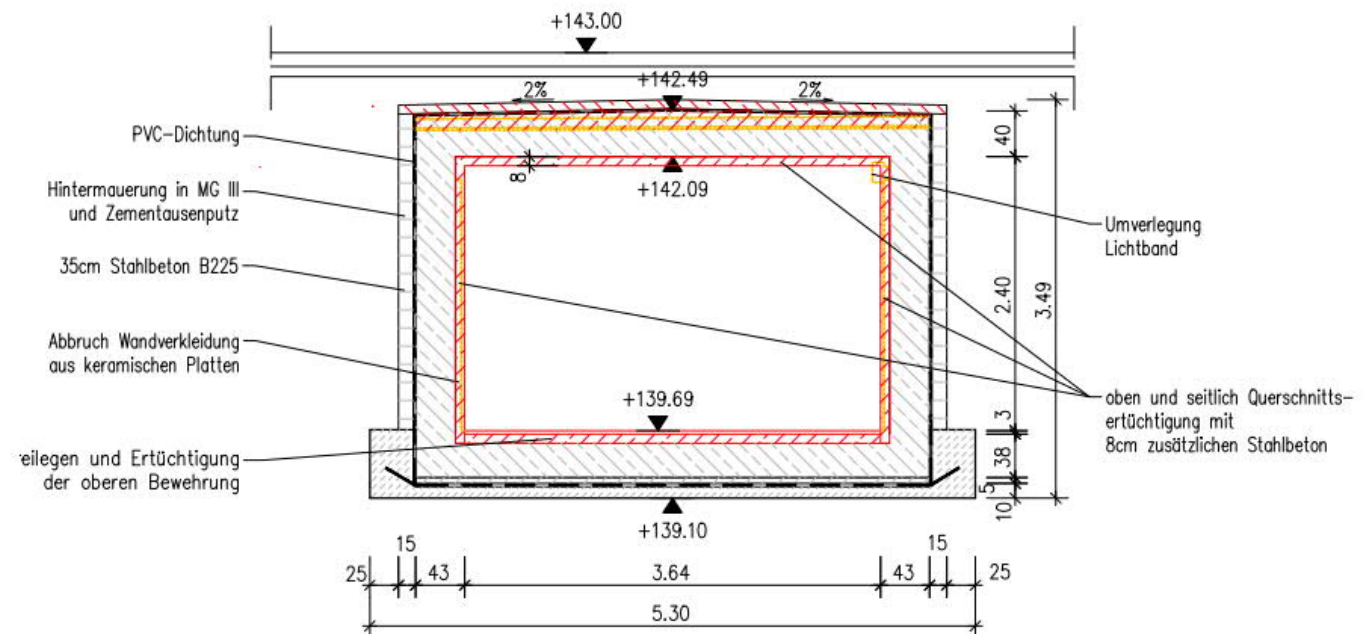
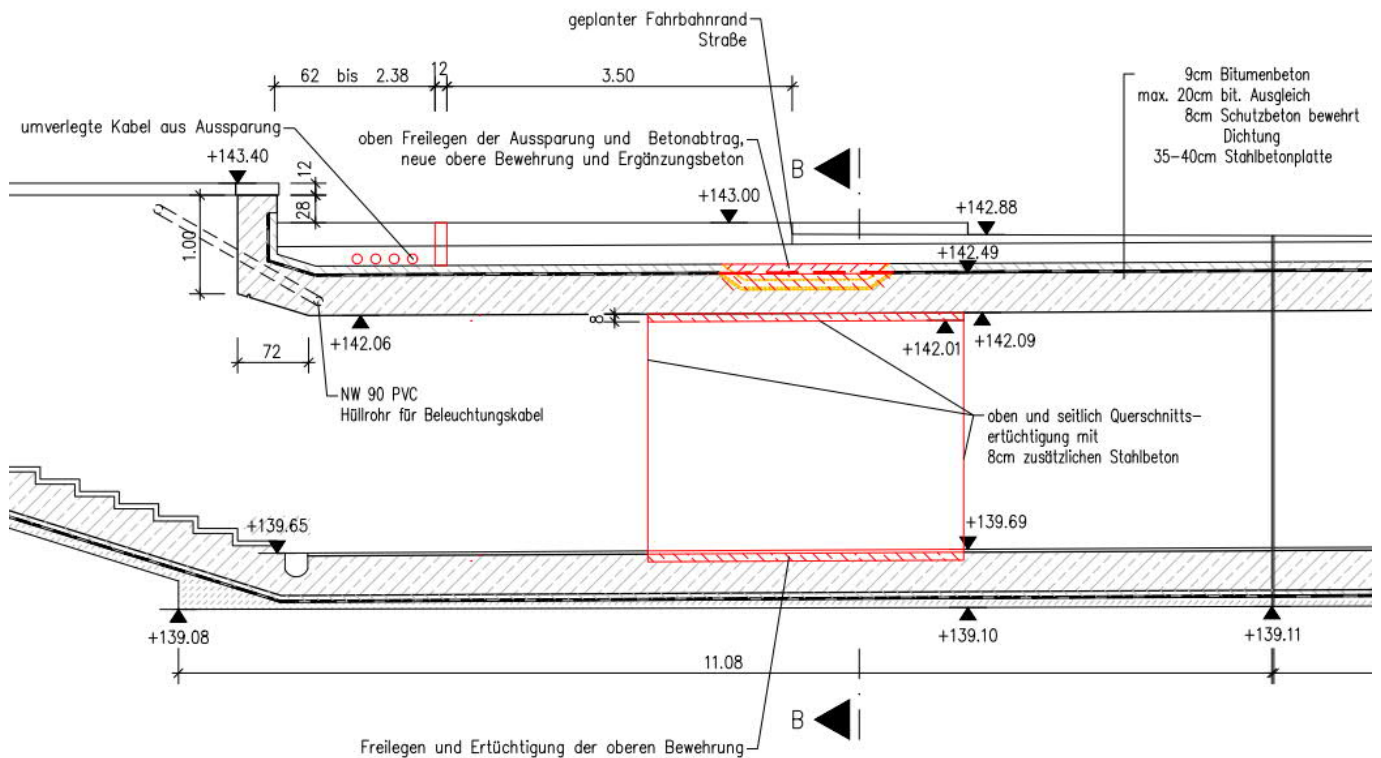
- Teilabtrag der oberen Betondeckung und Freilegegen der oberen Rahmeneckbewehrung links/rechts neben der Nische
- Einkleben von zusätzlicher Rahmeneckbewehrung
- Verlegen einer neuen oberen Bewehrung B 500 B
- Verlegen von Querkraftbewehrung über den gesamten neuen Querschnitt (Bohrungen in Bestandsdecke + Klebemörtel)
- Ergänzen der Deckenplatte auf Regeldicke mit C25/30
- Vergrößerung des Deckenquerschnitts mit zusätzlicher unterer Bewehrungslage und 8 cm Spritzbeton an Unterseite
- Wiederherstellung der Dichtung und des Schutzbetons

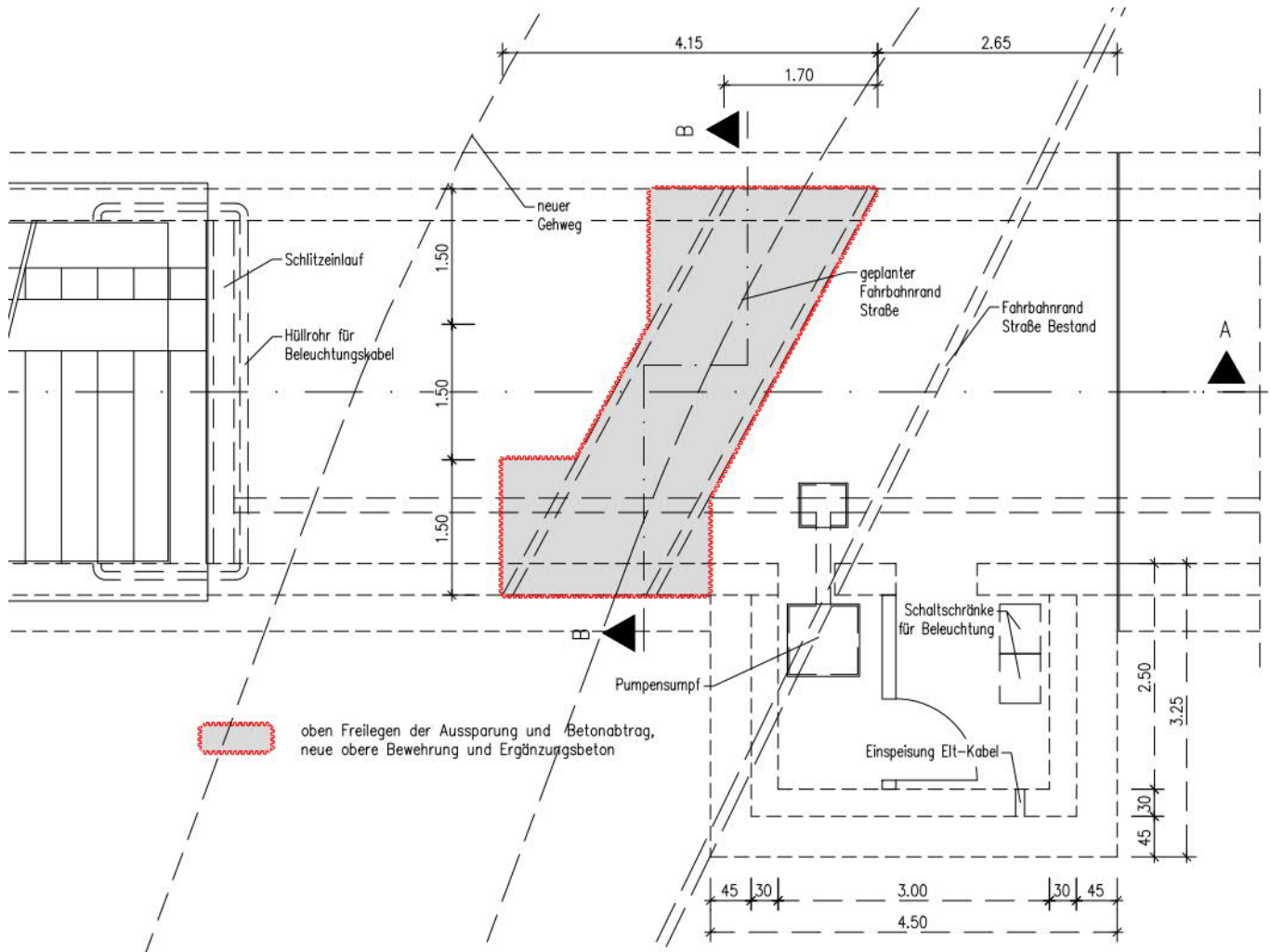
Ertüchtigung Wände:

- Aufgrund der notwendigen Ertüchtigung der Deckenunterseite und der Bodenplattenoberseite wird empfohlen, auch die Wandinnenseiten im Bereich der Nische mit neuer Bewehrung und Querschnittsvergrößerung um 8 cm nach innen zu ertüchtigen. Statisch ist diese Ertüchtigung nicht zwingend notwendig. Die Robustheit des Tragwerks im Bereich der zusätzlichen Verkehrsbelastung wird damit jedoch erhöht.

Ertüchtigung Bodenplatte:

- Die obere Bewehrung in der Bodenplatte ist rechnerisch zu gering im Bereichen Geh- und Radweg und neuer Verkehrsbelastung
- Abtrag des Fußbodenaufbaus
- Abtrag der oberen Betondeckung und Freilegen der Bewehrung
- Zulage von Feldbewehrung
- Wiederherstellen des Betonquerschnitts mit PCC Ergänzungsbeton
- Wiederherstellung des Fußbodenaufbaus

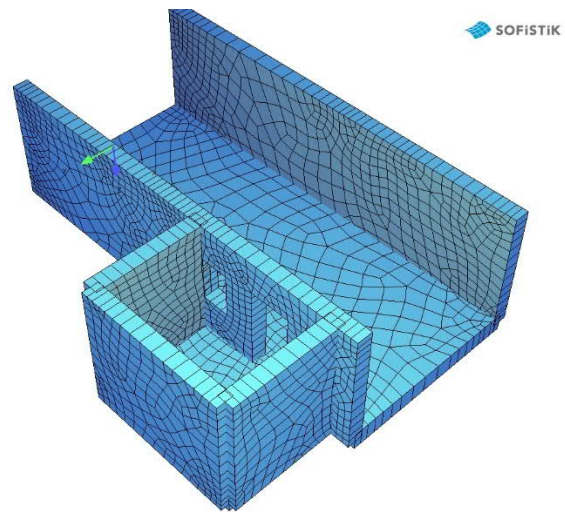
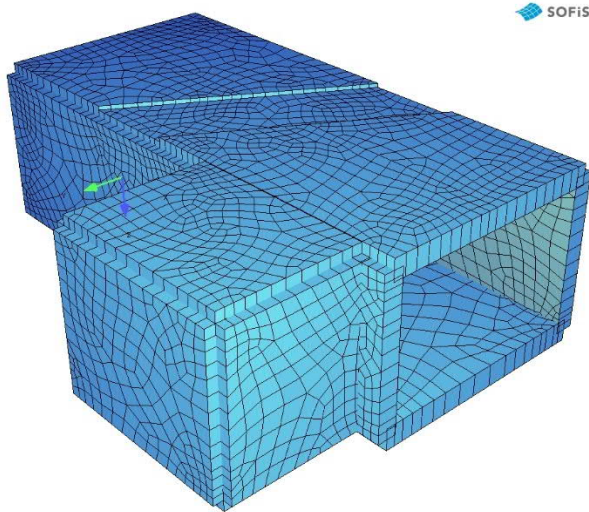




4 Statische Nachweise

4.1 Modellierung

Der Randabschnitt des Tunnels wurde mit Betriebsraum, ohne die Treppenrampe als Dreidimensionales EE-Modell mit dem Programm SOFiSTiK abgebildet. Im ersten Schritt wurde die Nische in der Oberseite der Tunneldecke mit abgebildet. Für die Ertüchtigung wurde in einem zweiten Modell die Nische verfüllt modelliert.



Material: Bestand: Beton B225 = C12/15
 Ertüchtigung: Beton C25/30

Betonstahl: St-I; $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl: B 500 B

Bettung: 10.000 kN/m^3

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992-2:2005 (NA:2013) Concrete Structures (Germany) V 2020
Structure and Tab.7.1N: B (Strassenbrücken)

Windzone : 2 cat. B (Binnenland)
Schneelastzone : 1

Materialien

Mat	Materialbezeichnung
1	C 12/15 (EN 1992)
2	B 220 B (EN 1992)

Mat 1 C 12/15 (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	27085	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	f_c	10.20 [MPa]
Schubmodul	G	11285	[N/mm ²]	Nennfestigkeit	f_{ck}	12.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	15047	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	f_{ctm}	1.57 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	25.0	[kN/m ³]	Zugfestigkeit	$f_{ctk,05}$	1.10 [MPa]
Rohdichte	ρ	2400.0	[kg/m ³]	Zugfestigkeit	$f_{ctk,95}$	2.04 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	f_{bd}	1.65 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	f_{cm}	20.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	$f_{cd,fat}$	6.47 [MPa]
				Zugfestigkeit	f_{ctd}	0.62 [MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.13 [N/mm]

Arbeitslinie Gebrauchszustand	ϵ [o/oo]	σ -m[MPa]	E-t[N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	28439
Dehnungsbereichs angewendet	-0.443	-10.04	17569
	-0.886	-16.03	9884
	-1.329	-19.10	4251
	-1.772	-20.00	0
	-3.500	-10.61	-9509
	Materialsicherheit		1.50

Arbeitslinie Bruchzustand	ϵ [o/oo]	σ -u[MPa]	E-t[N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	10200
Dehnungsbereichs angewendet	-2.000	-10.20	0
	-3.500	-10.20	0
	Materialsicherheit		1.50

Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ϵ [o/oo]	σ -r[MPa]	E-t[N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	28439
Dehnungsbereichs angewendet	-0.443	-5.10	4425
	-0.886	-6.23	1363
	-1.329	-6.59	413
	-1.772	-6.67	0
	-3.500	-6.14	-474
	Materialsicherheit		(1.30)

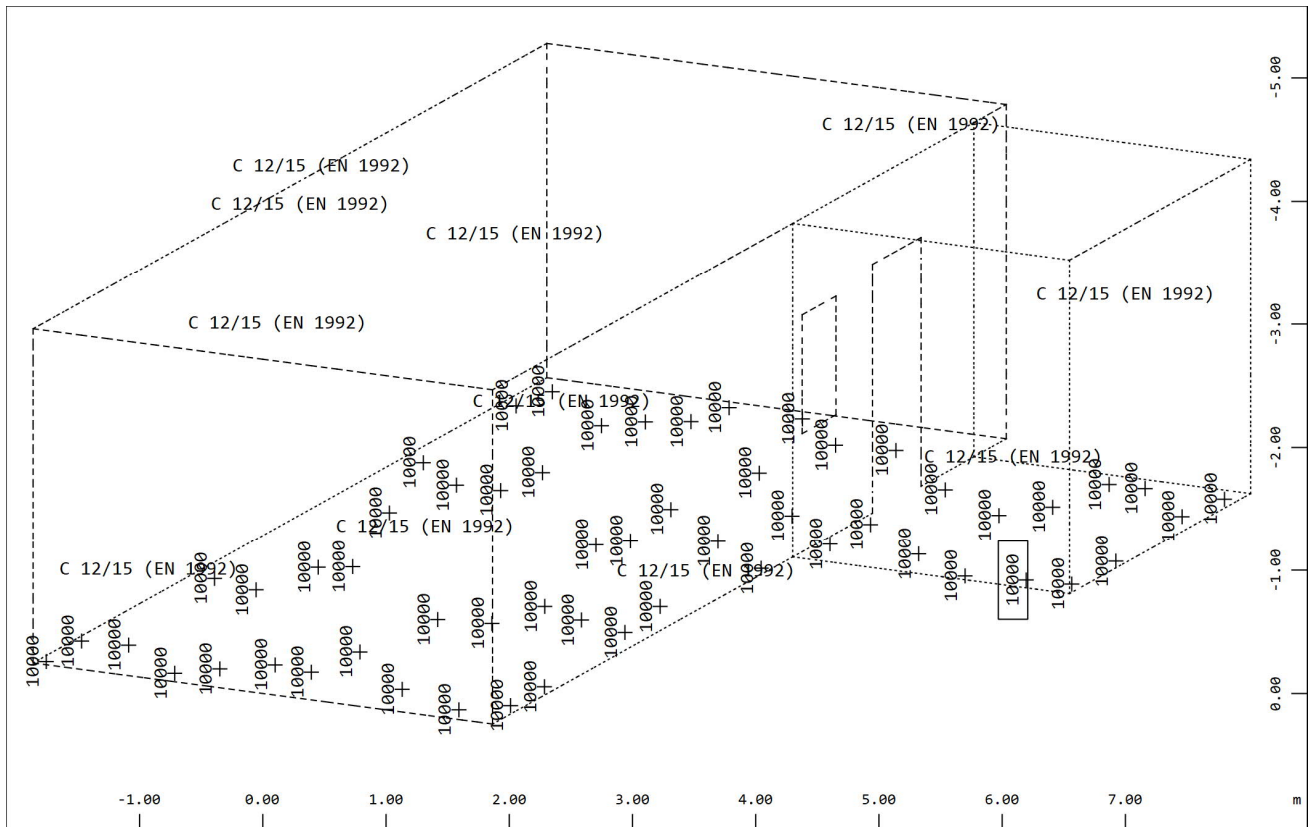
Mat 2 B 220 B (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	200000	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.15	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	f_y	240.00 [MPa]
Schubmodul	G	76923	[N/mm ²]	Druckfließgrenze	f_{yc}	240.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	166667	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	f_t	340.00 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	78.5	[kN/m ³]	Druckfestigkeit	f_c	340.00 [MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m ³]	Bruchdehnung		0.00 [o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		1.00 [-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	32.00	[mm]	Verbundwert k_1 (EN1992)	k_1	0.80 [-]
				Verfestigungsmodul	E_h	0.00 [MPa]
				Proportionalitätsgrenzefp		240.00 [MPa]
				Schwingbreite	σ_{dyn}	152.17 [MPa]

Arbeitslinie Gebrauchszustand	ϵ [o/oo]	σ -m [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird außerhalb des definierten	1000.000	240.00	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	1.200	240.00	0
	1.100	220.00	200000
	0.000	0.00	200000
	-1.100	-220.00	200000
	-1.200	-240.00	0
	-1000.000	-240.00	0
	Materialsicherheit		1.15

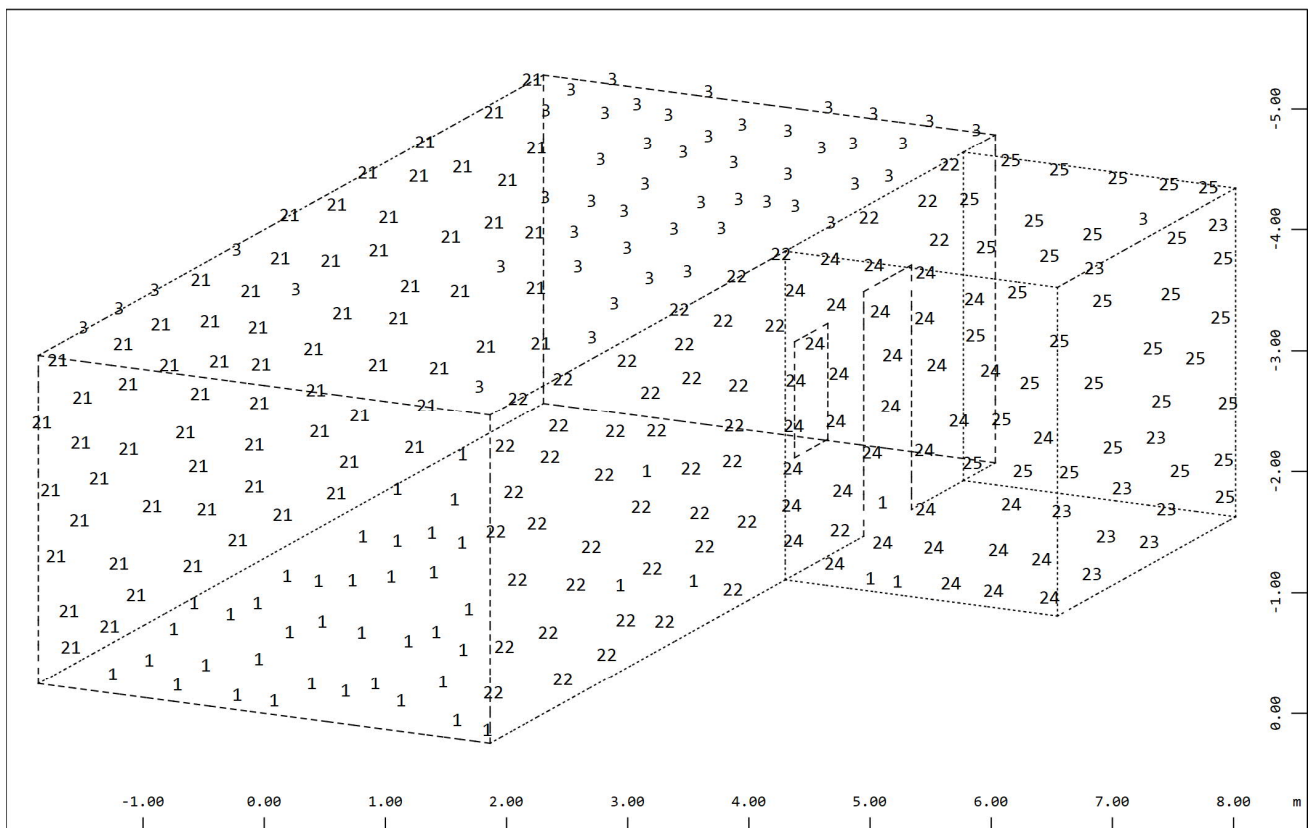
Arbeitslinie Bruchzustand	ϵ [o/oo]	σ -u [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird außerhalb des definierten	1000.000	208.70	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	1.043	208.70	0
	0.000	0.00	200000
	-1.043	-208.70	0
	-1000.000	-208.70	0
	Materialsicherheit		(1.15)

Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ϵ [o/oo]	σ -r [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird außerhalb des definierten	1000.000	203.08	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	1.015	203.08	0
	0.000	0.00	200000
	-1.015	-203.08	0
	-1000.000	-203.08	0
	Materialsicherheit		(1.30)



Flächenelemente, Materialbezeichnungen
Plattenbeton im Element in kN/m³ (Max=10000.)

M 1 : 59
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Flächenelemente, Gruppennummern (Max=25)

M 1 : 60
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

4.2 Lasten

4.2.1 Eigengewicht

LF 1: EG

Eigengewicht der Decken wird programmseitig berücksichtigt!

LF 2: G2

Auf Deckenplatte im Fahrbahnbereich

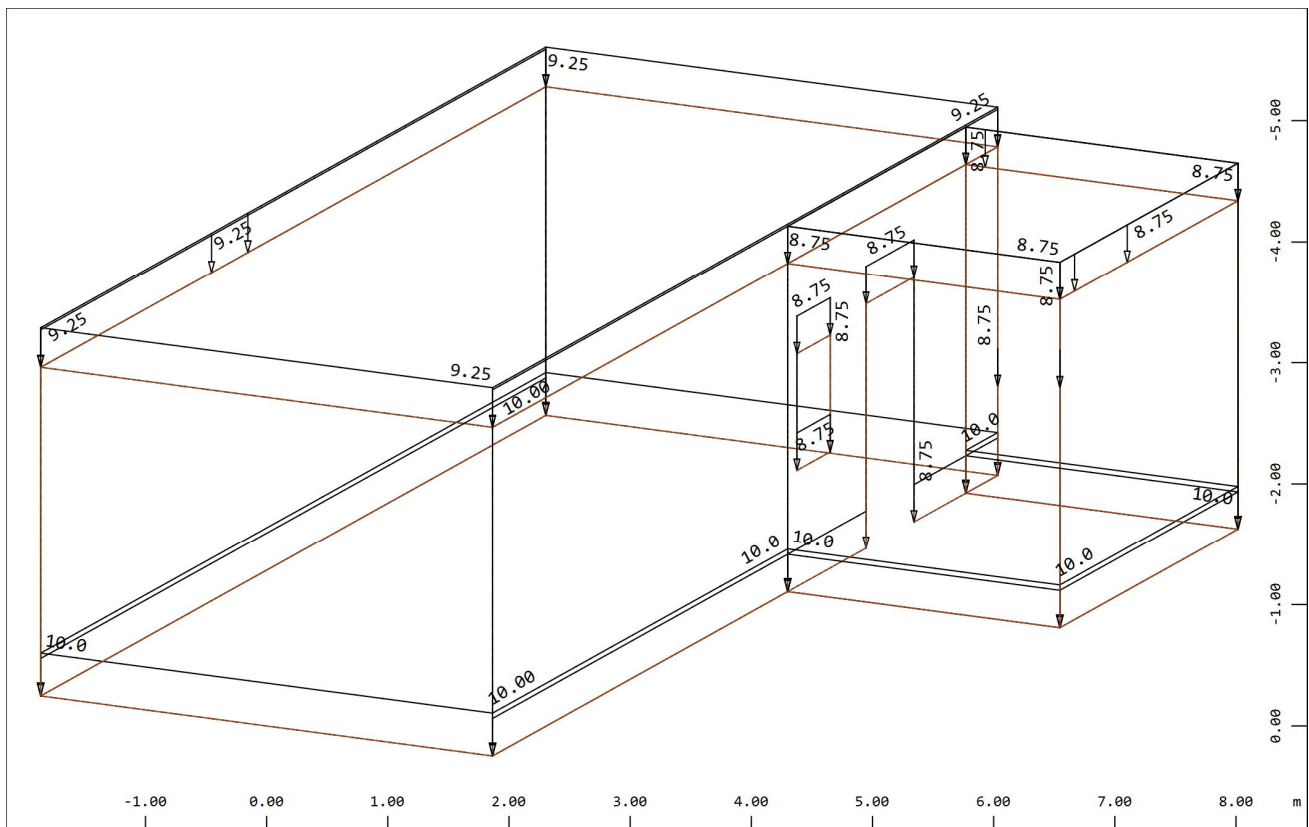
Asphaltbefestigung	d = 26,5 cm	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ⁽¹⁾	$g_k = 6,6 \text{ kN/m}^2$
	Im Mittel		
Mehreinbau Asphaltbefestigung ⁽¹⁾			$g_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Schutzbeton	d = 8 cm	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	$g_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
Dichtung			$g_k = 0,1 \text{ kN/m}^2$
			<u>$g_k = 9,2 \text{ kN/m}^2$</u>

Lastfall 1 (G_1) G1

Faktor P und M Lasten		1.000
Faktor Eigengewicht	EG-ZZ	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.350
Teilsicherheitsbeiwert günstig		1.000
Kombinationsbeiwert	ψ_0	1.000 (selten)
Kombinationsbeiwert	ψ_{1inf}	1.000 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_1	1.000 (häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_2	1.000 (quasi-ständig)

Lastfall 2 (G_2) G2

Faktor P und M Lasten		1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.350
Teilsicherheitsbeiwert günstig		1.000
Kombinationsbeiwert	ψ_0	1.000 (selten)
Kombinationsbeiwert	ψ_{1inf}	1.000 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_1	1.000 (häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_2	1.000 (quasi-ständig)

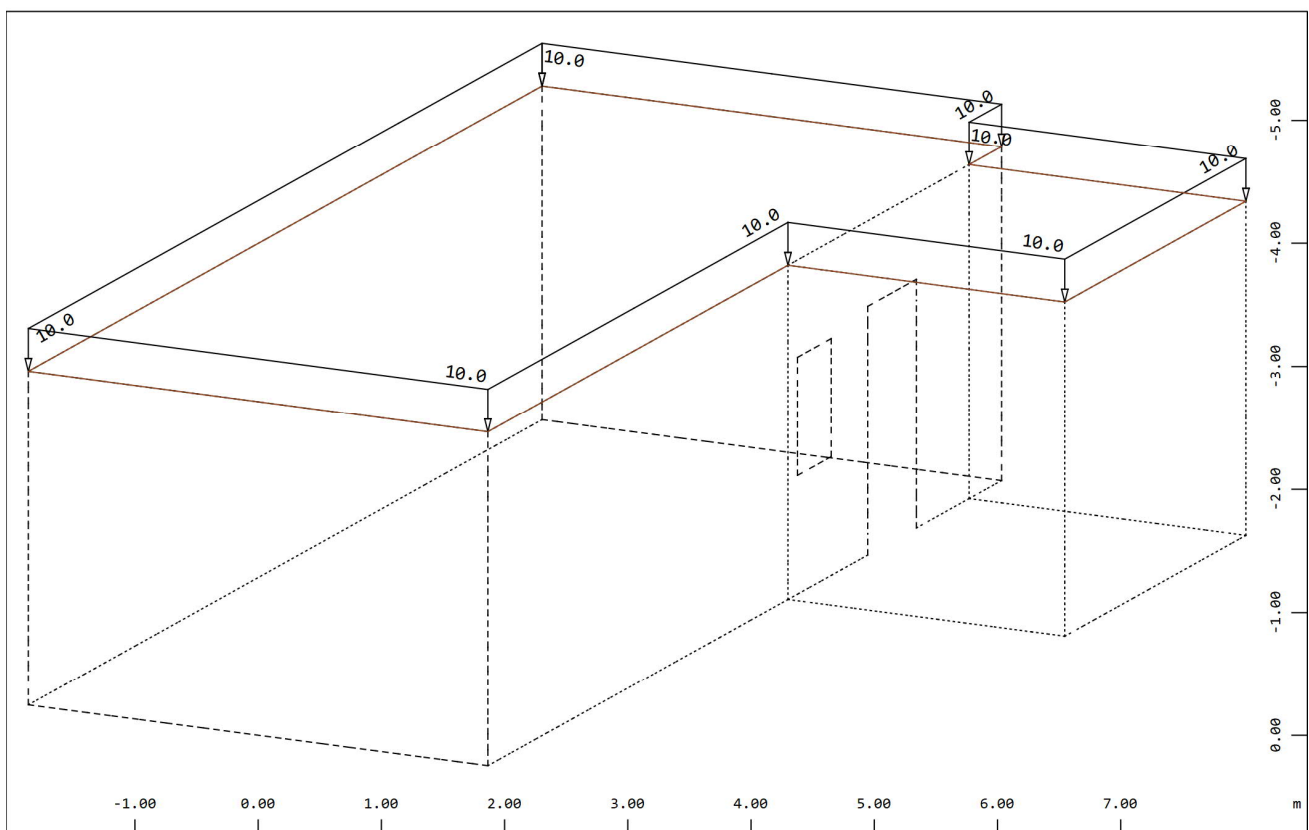


Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 1 G1 , (1 cm im Raum = Unit) QUAD-Flächeneigengewicht in global Z
im Element (Unit=16.4 kN/m² ∇) (Max=10.0)

M 1 : 60

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 2 G2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global
Z (Unit=16.4 kN/m² ∇) (Max=10.0)

M 1 : 59

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

4.2.2 Erddruck

LF 3: Min. Erddruck = $\frac{1}{2}$ aktiver Erddruck:

$K_{agh} = 0,28$ für $\varphi = 30^\circ$ und $\gamma/\gamma' = 18/11 \text{ kN/m}^3$

Wandreibungswinkel $\delta = \frac{2}{3} \varphi$

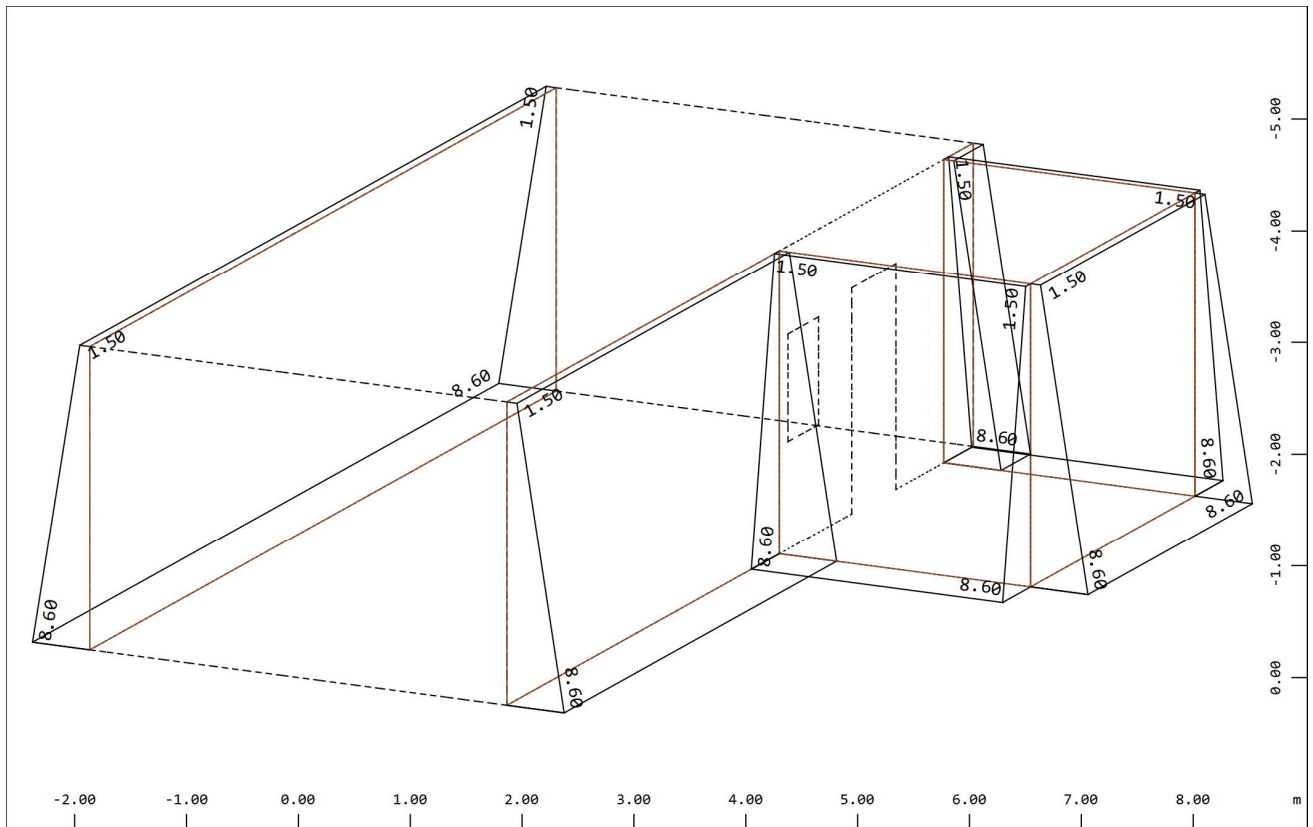
LF 4: Maximaler Erddruck = Erdruhedruck

$K_0 = 0,5$ für $\varphi = 30^\circ$ und $\gamma/\gamma' = 18/11 \text{ kN/m}^3$

$\gamma/\gamma' = 18/11 \text{ kN/m}^3$

Lastfall 3 (R) E_aktiv		
Faktor P und M Lasten		1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.350
Teilsicherheitsbeiwert günstig		1.000
Kombinationsbeiwert ψ_0		1.000 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}		1.000 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1		1.000 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2		1.000 (quasi-ständig)

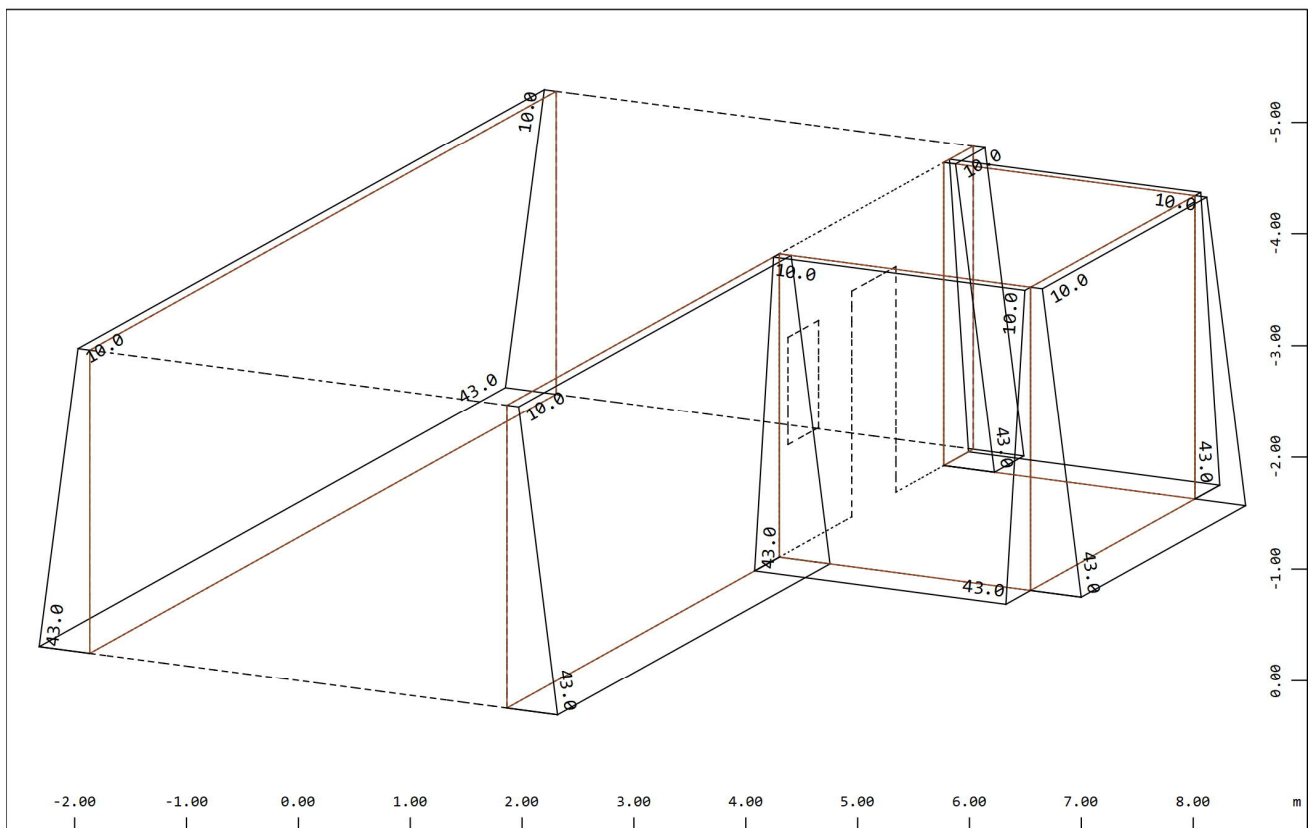
Lastfall 4 (R) E_0		
Faktor P und M Lasten		1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.350
Teilsicherheitsbeiwert günstig		1.000
Kombinationsbeiwert ψ_0		1.000 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}		1.000 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1		1.000 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2		1.000 (quasi-ständig)



Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 3 E_aktiv , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in lokal z (Unit=9.80 kN/m²) (Max=8.60)

```
M 1 : 65
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962
```



Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 4 E₀ , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in lokal z (Unit=55.5 kN/m²) (Max=43.0)

```
M 1 : 65
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962
```

4.2.3 Verkehrslasten

LF11: 5,0 kN/m² auf Restflächen und Geh- und Radweg

Lastfall 11 (GR_U) UDL

Faktor P und M Lasten		1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig		0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0		0.400 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}		0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1		0.400 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2		0.200 (quasi-ständig)

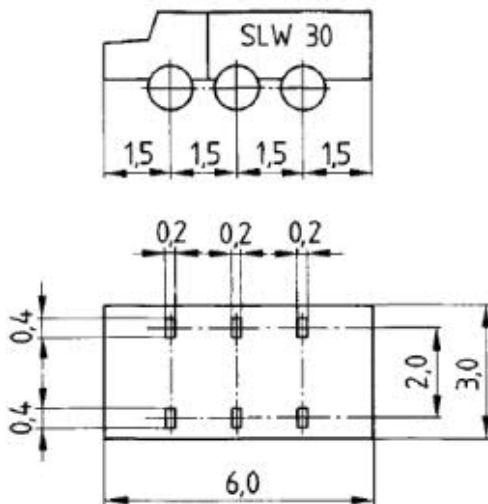
LF 20 ... LF 23: Laststellungen SLW 30 Radlasten

Vertikale Verkehrslasten

Ein Schwingbeiwert ist zusätzlich anzusetzen. Dieser ergibt sich mit folgender Formel:

$$\varphi = 1,4 - 0,008 \cdot l_p \text{ [m]} = 1,4 - 0,008 \cdot 4,15 = 1,37$$

Teilsicherheitsbeiwert: NR-Rili Abschnitt 10.2: 1,5

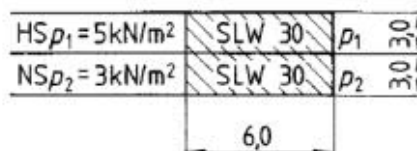


Gesamtlast: 300 kN

Radlast: 50 kN

Ersatzflächenlast: $p' 16,7 \text{ kN/m}^2$

SLW 30 gemäß DIN 1072 Tabelle 1



HS Hauptspur mit Schwingbeiwert φ

NS Nebenspur ohne Schwingbeiwert φ

Restflächen $p_2 = 3 \text{ kN/m}^2$ ohne Schwingbeiwert φ (φ siehe Abschnitt 3.3.4)

Lastschema für die Fahrbahnfläche für BK30/30 gemäß DIN 1072 Tabelle 2

Radaufstandsfläche: 0,20 m x 0,40 m
Lastverteilungstiefe: 0,1 m (minimale Belagsdicke)
0,175 m (halbe Deckenplattendicke)
0,275 m

Radaufstandsfläche, verteilt mit 45°:
0,75 m x 0,95 m

Flächenlasten der verteilten Radlasten:

Hauptspur: $p = 50 \text{ kN} / (0,75 \text{ m} \times 0,95 \text{ m}) \times 1,37 = 96,1 \text{ kN/m}^2$

Lastfall 20 (GR_T) SLW0

Faktor P und M Lasten	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig	1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig	0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0	0.750 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1	0.750 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2	0.200 (quasi-ständig)

Lastfall 23 (GR_T) SLW3

Faktor P und M Lasten	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig	1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig	0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0	0.750 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1	0.750 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2	0.200 (quasi-ständig)

LF24, 25 Erddruck aus Verkehrslast auf Hinterfüllung

Erddruck infolge Verkehrslast auf der Hinterfüllung (LF 5, 6)

Gleichmäßig verteilte Last des SLW 30: $p = 16,7 \text{ kN/m}^2$

$$K_{ogh} = K_{ogh} = 0,5 \text{ (da } \alpha = \beta = 0^\circ \text{)}$$

$$P = 0,5 \times 16,7 = 8,35 \text{ kN/m}^2$$

Lastfall 24 (GR_T) SLW_Hinterf1

Faktor P und M Lasten	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig	1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig	0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0	0.750 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1	0.750 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2	0.200 (quasi-ständig)

Lastfall 25 (GR_T) SLWHinterf2

Faktor P und M Lasten	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig	1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig	0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0	0.750 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1	0.750 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2	0.200 (quasi-ständig)

LF 30: Bremsen

Horizontallasten

Anfahren Bremsen (LF 20, 21)

Gemäß DIN 1072

> 25% Hauptspurvertikallast

$$0,25 \cdot 300 = 75 \text{ kN}$$

> 1/3 2-facher Vertikallast SLW 30 (Regelfahrzeuge in Haupt- und Nebenspur)

$$1/3 \cdot (300 + 300) = 200 \text{ kN}$$

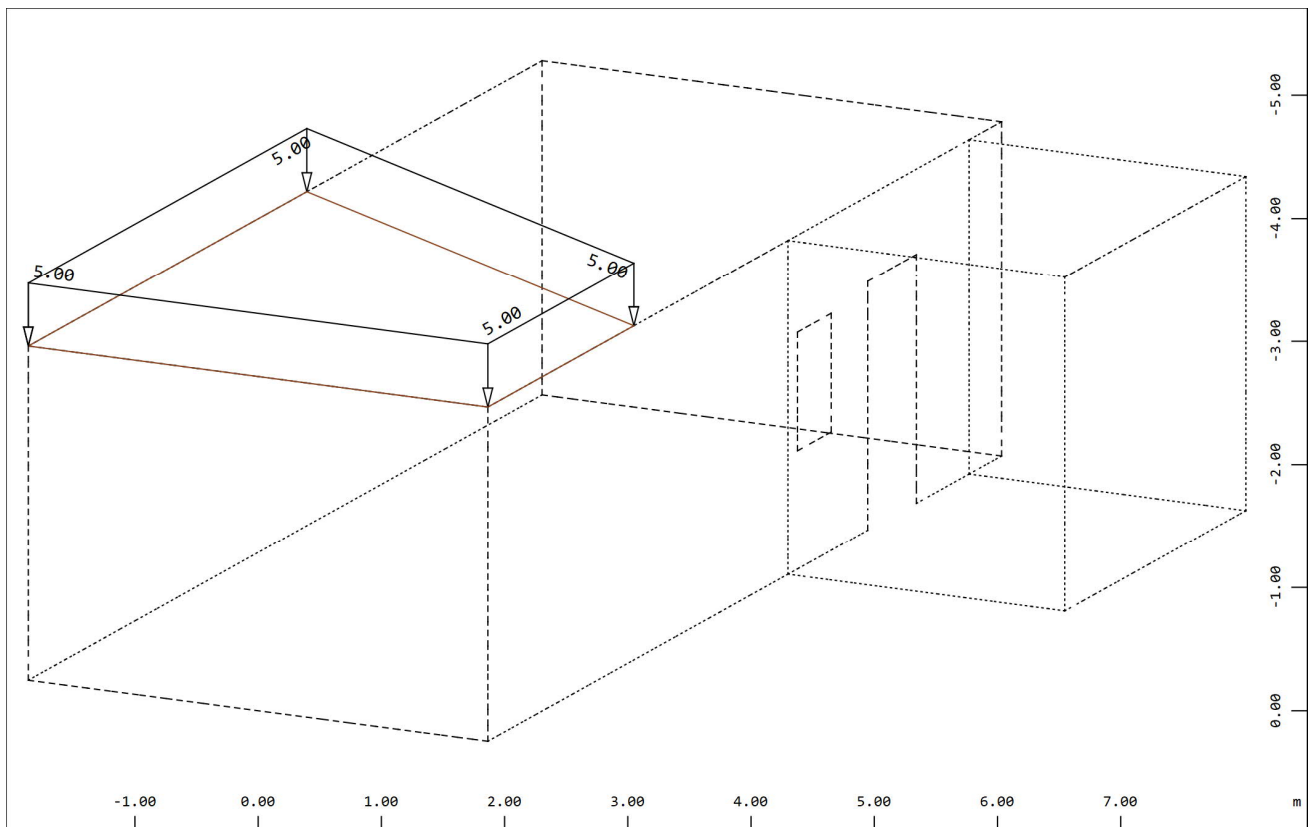
< 900 kN

Maßgebend: 200 kN

Verteilt auf ca. $5,57 = \pm 36 \text{ kN/m}$

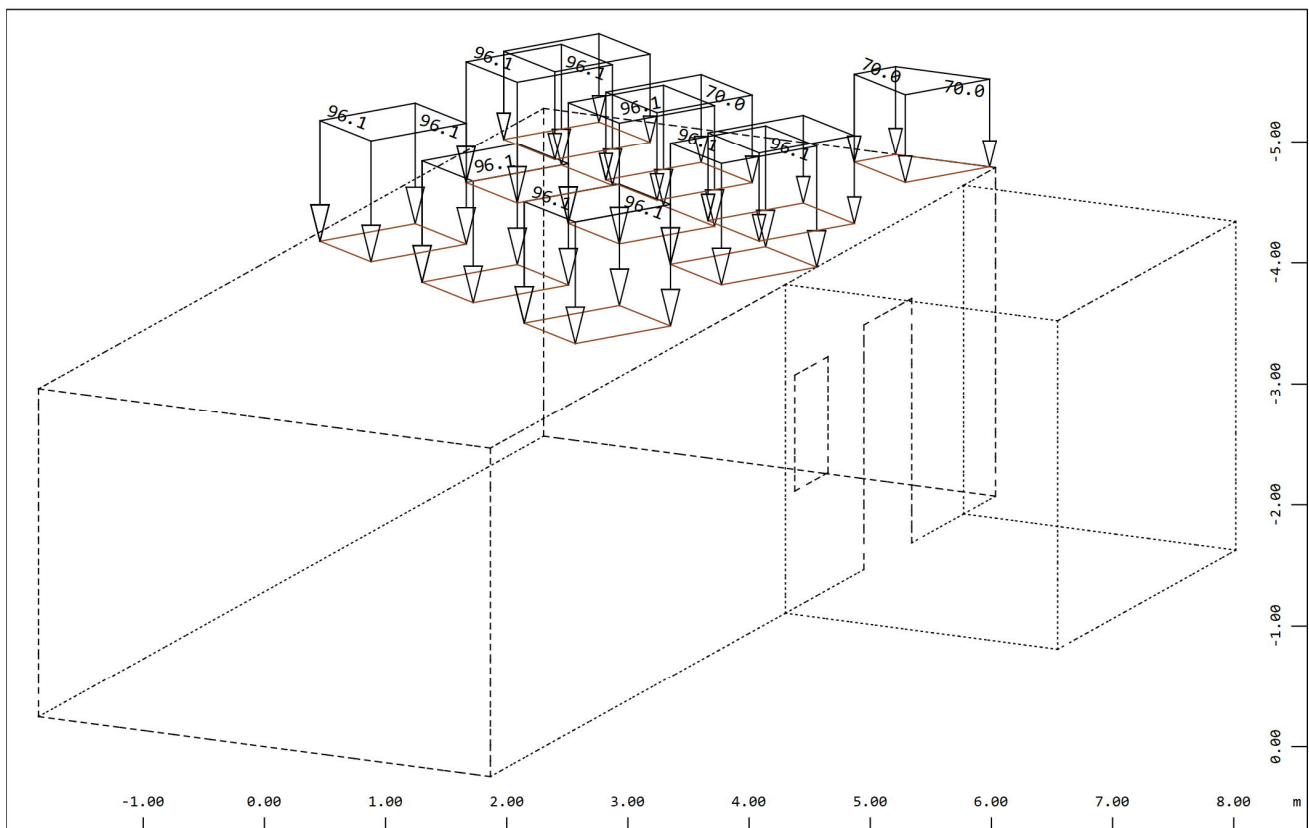
Lastfall 30 (L) Bremsen

Faktor P und M Lasten		1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig		1.500
Teilsicherheitsbeiwert günstig		0.000
Kombinationsbeiwert	ψ_0	1.000 (selten)
Kombinationsbeiwert	ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_1	0.000 (häufig)
Kombinationsbeiwert	ψ_2	0.000 (quasi-ständig)



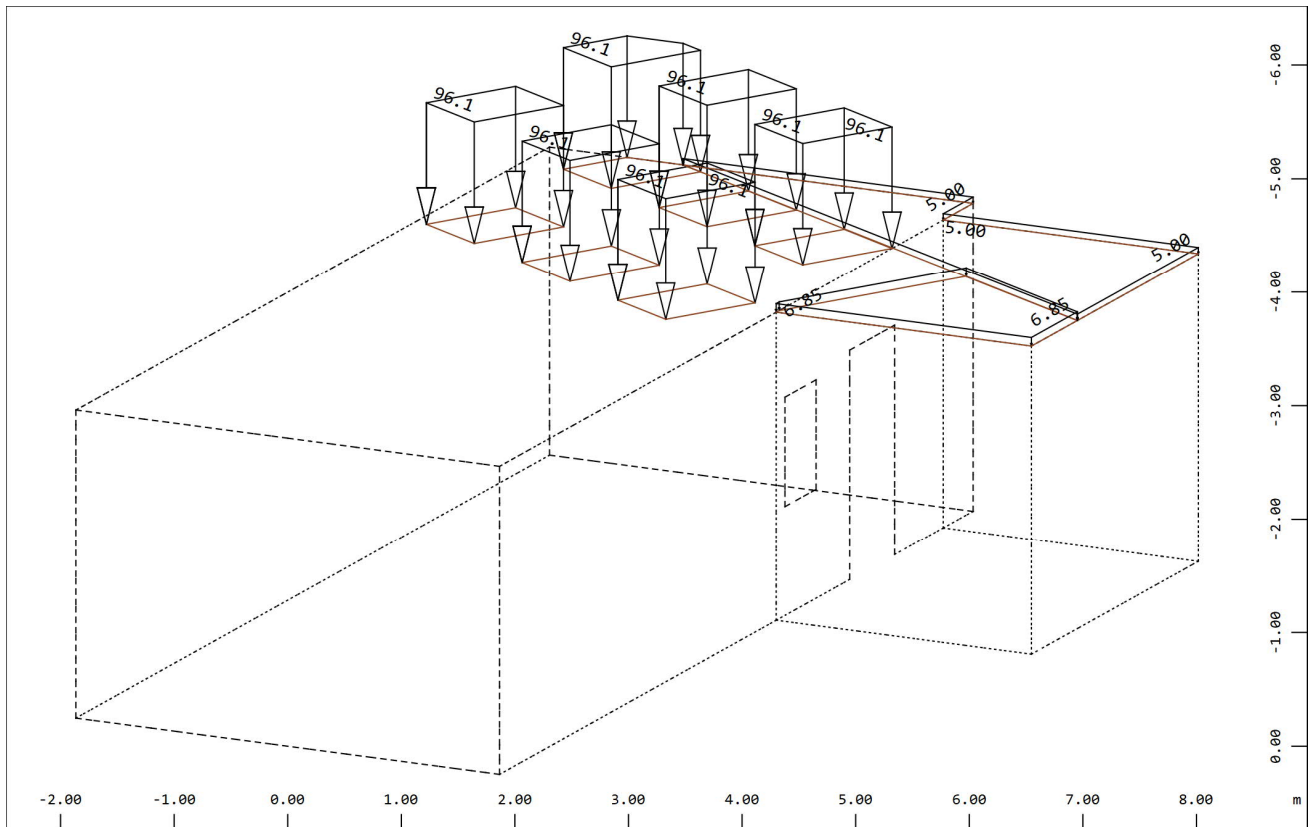
Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25
Alle Lasten, Lastfall 11 UDL, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in
global Z (Unit=5.55 kN/m²)  (Max=5.00)

M 1 : 59
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



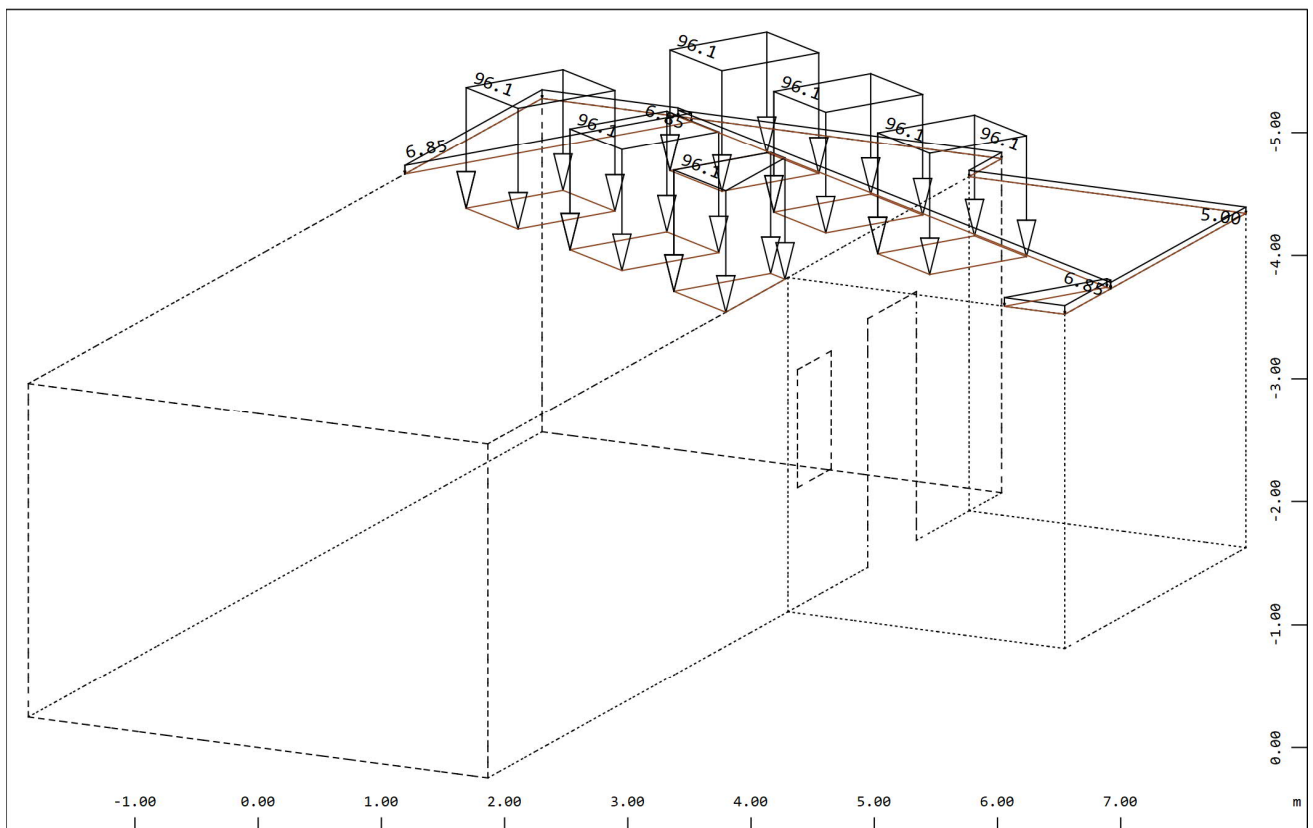
Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25
Alle Lasten, Lastfall 20 SLW0, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in
global Z (Unit=55.5 kN/m²)  (Max=96.1)

M 1 : 60
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



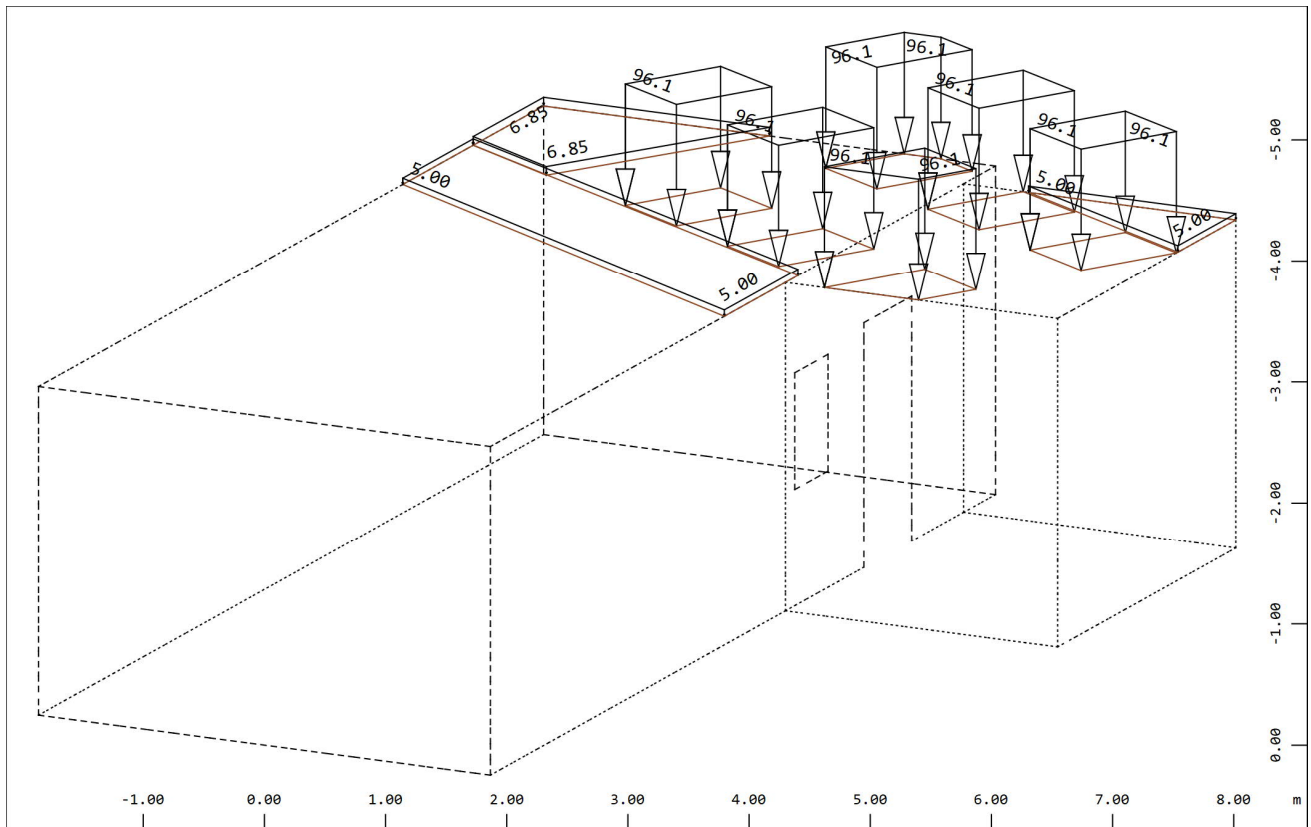
Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25
Alle Lasten, Lastfall 21 SLW1, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in
global Z (Unit=55.5 kN/m2)  (Max=96.1)

M 1 : 64
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25
Alle Lasten, Lastfall 22 SLW2, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in
global Z (Unit=55.5 kN/m2)  (Max=96.1)

M 1 : 59
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

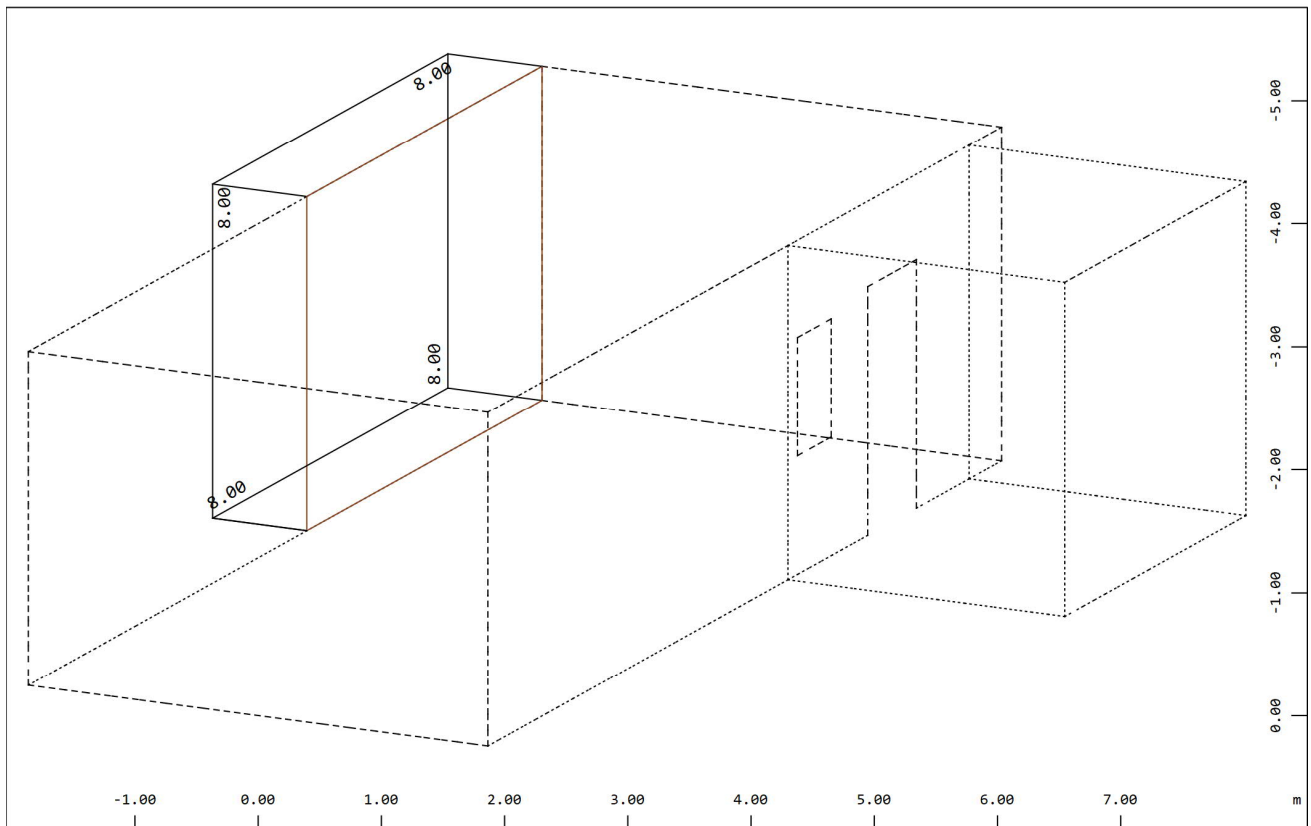


Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 23 SLW3, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Z (Unit=55.5 kN/m²) (Max=96.1)

M 1 : 60

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

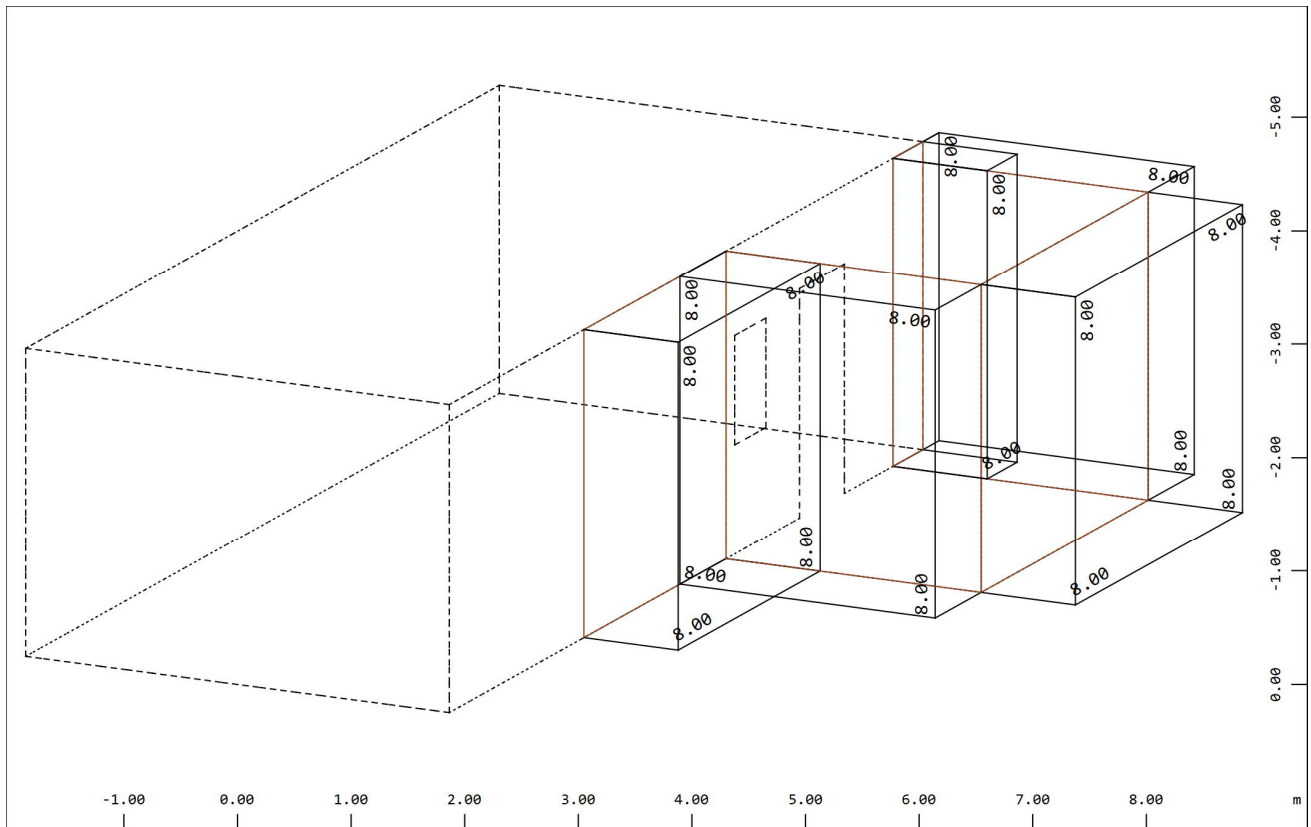


Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 24 SLW_Hinterf1, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in lokal z (Unit=55.5 kN/m²) (Max=8.00)

M 1 : 59

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

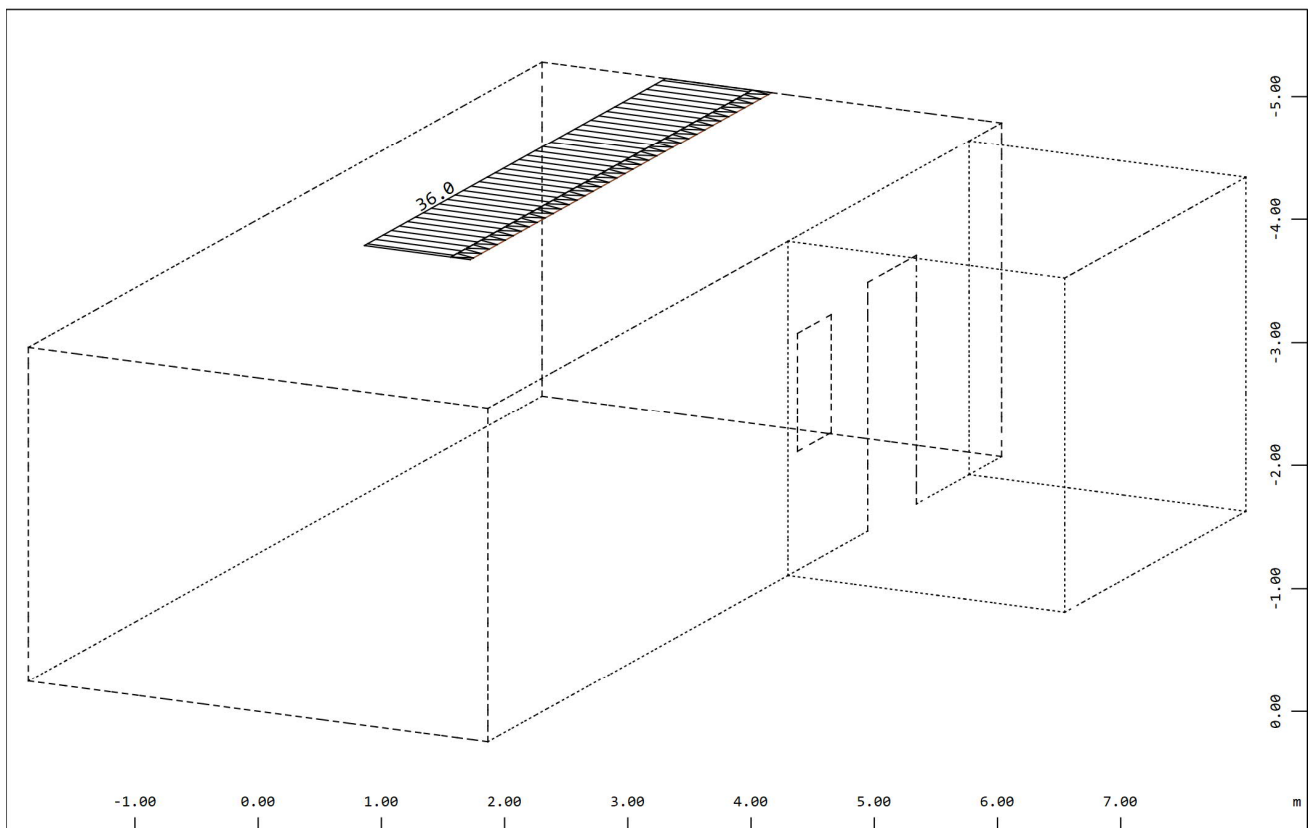


Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 25 SLWHinterf2, (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft)
in lokal z (Unit=5.55 kN/m²) (Max=8.00)

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Systemausschnitt Flächenelemente, Strukturflächen Gruppe 1 3 21...25

Alle Lasten, Lastfall 30 Bremsen, (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in
global Y (Unit=22.2 kN/m  (Max=36.0)

M 1 : 59

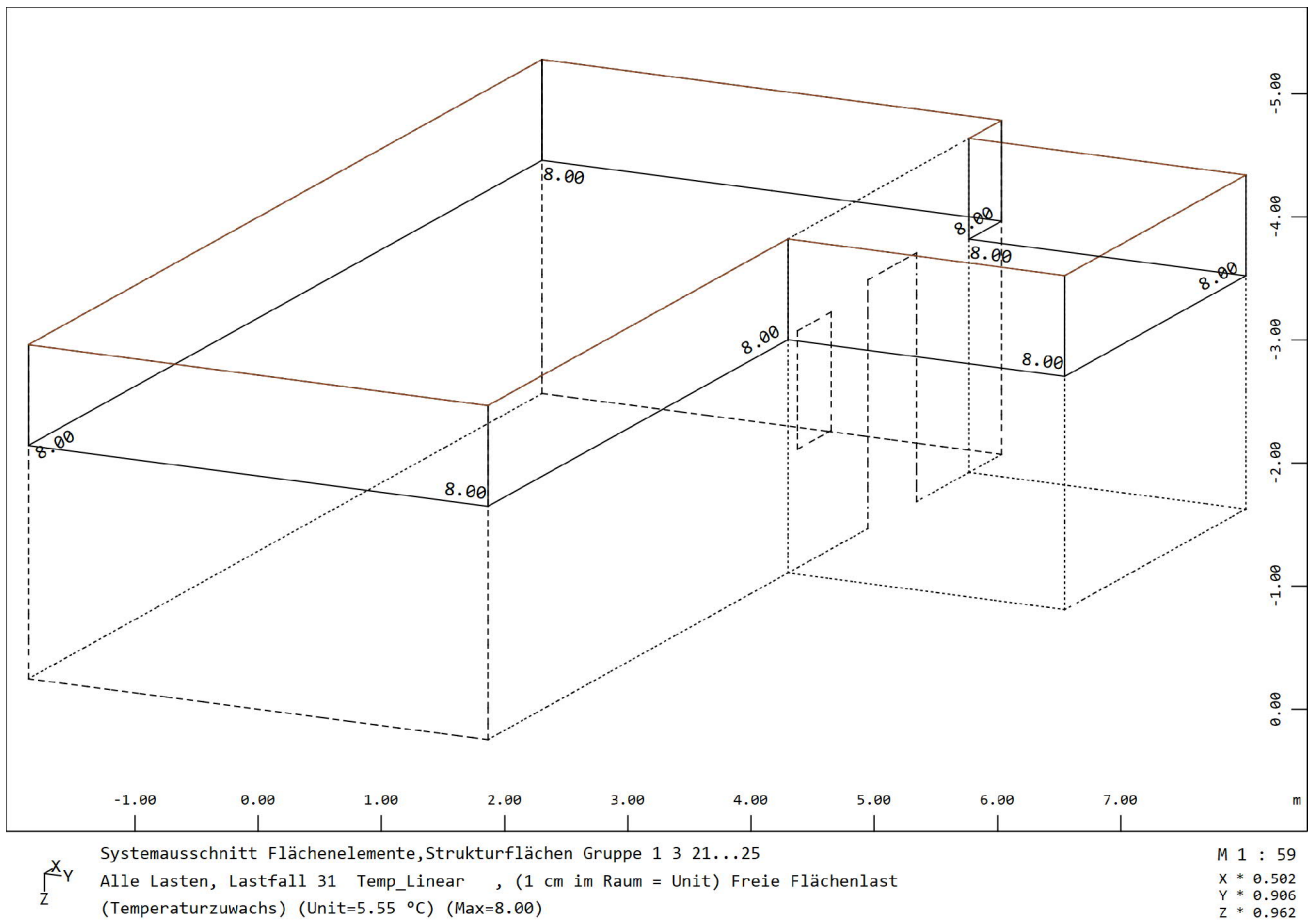
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

4.2.4 Temperatur

Die linear veränderlichen Temperaturlasten werden nur auf die Decke des Tunnelrahmens angesetzt, da Wände und Sohlplatte vor Sonneneinstrahlung geschützt sind. Gemäß Nachrechnungsrichtlinie dürfen die Zwangsbeanspruchungen infolge Temperaturänderungen im GZT auf 40% infolge Rissbildung abgemindert werden, wenn diese mit den Steifigkeiten nach Zustand I ermittelt wurden. Diese Abminderung wird durch eine Modifikation des Teilsicherheitsbeiwertes berücksichtigt:

$$\gamma_Q = 0,4 \cdot 1,35 = 0,54$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{M,cool} &= 8 \text{ }^{\circ}\text{C} && \text{(Betonkonstruktion Platte)} \\ k_{sur} &= 1,0 && \text{(Betonkonstruktion Platte)} \\ \Delta T_{M,cool} &= 1,0 \times 8 \text{ }^{\circ}\text{C} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



Lastfall 31 (T) Temp_Linear

Faktor P und M Lasten	1.000
Teilsicherheitsbeiwert ungünstig	1.350
Teilsicherheitsbeiwert günstig	0.000
Kombinationsbeiwert ψ_0	0.600 (selten)
Kombinationsbeiwert ψ_{1inf}	0.800 (nicht-häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_1	0.600 (häufig)
Kombinationsbeiwert ψ_2	0.500 (quasi-ständig)

4.2.5 Überlagerungen

Kombinationsvorschrift Nummer 1

GZG häufig

Überlagerung nach Handbuch MAXIMA Formel 2.5

$$E_{d,frequ} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Ergebnislastfälle Typ GZG häufig

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Part	Überlagerungsfaktoren							Fakt	Typ	Bezeichnung
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_{1inf}			
G_1	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	PERM	Eigengewicht g1
	1										G1
G_2	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	PERM	Eigengewicht g2
	2										G2
GR_T	G	1.50	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20	0.80			gr1a LM1
	20								1.00	A8	SLW0
	21								1.00	A8	SLW1
	22								1.00	A8	SLW2
	23								1.00	A8	SLW3
	24								1.00	A8	SLW_Hinterf1
	25								1.00	A8	SLWHinterf2
GR_U	G	1.50	0.00	1.00	0.40	0.40	0.20	0.80			gr1a LM1
	11								1.00	A9	UDL
R	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			Erddruck
	3								1.00	AG1	E_aktiv
	4								1.00	AG1	E_0
T	Q	1.35	0.00	1.00	0.60	0.60	0.50	0.80			Temperatur
	31								0.40	X14	Temp_Linear
Act Einwirkung Part Einteilung der Einwirkung $\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$ Teilsicherheitsfaktoren ungünstig/günstig/außergewöhnlich $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$ Kombinationsbeiwerte LF Lastfallnummer Fakt Faktor für Lastfall Typ Lastfalltyp PERM ständige Last einwirkungsweise AG ständige Alternativlast A Alternativlast X Alternativlast mit wechselndem Vorzeichen											

Kombinationsvorschrift Nummer 2

GZT Grundkombination

Überlagerung nach Handbuch MAXIMA Formel 2.1

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Ergebnislastfälle Typ GZT Grundkombination

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Part	Überlagerungsfaktoren							Fakt	Typ	Bezeichnung
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_{1inf}			
	LF										
G_1	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			Eigengewicht g1
	1								1.00	PERM	G1
G_2	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			Eigengewicht g2
	2								1.00	PERM	G2
GR_T	Q	1.50	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20	0.80			gr1a LM1
	20								1.00	A8	SLW0
	21								1.00	A8	SLW1
	22								1.00	A8	SLW2
	23								1.00	A8	SLW3
	24								1.00	A8	SLW_Hinterf1
	25								1.00	A8	SLWHinterf2
GR_U	Q	1.50	0.00	1.00	0.40	0.40	0.20	0.80			gr1a LM1
	11								1.00	A9	UDL
L	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.80			Bremsen
	30								1.00	UNSI	Bremsen
R	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			Erddruck
	3								1.00	AG1	E_aktiv
	4								1.00	AG1	E_0
T	Q	1.35	0.00	1.00	0.60	0.60	0.50	0.80			Temperatur
	31								0.40	X14	Temp_Linear
Act	Einwirkung										
Part	Einteilung der Einwirkung										
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	Teilsicherheitsfaktoren ungünstig/günstig/außergewöhnlich										
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	Kombinationsbeiwerte										
LF	Lastfallnummer										
Fakt	Faktor für Lastfall										
Typ	Lastfalltyp										
PERM	ständige Last einwirkungsweise										
UNSI	Wechselast										
AG	ständige Alternativlast										
A	Alternativlast										
X	Alternativlast mit wechselndem Vorzeichen										

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kombination	Bezeichnung
1301	1	MAXF-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1302	1	MINF-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1303	1	MAXF-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1304	1	MINF-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1305	1	MAXF-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1306	1	MINF-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1307	1	MAXF-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1308	1	MINF-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1309	1	MAXF-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1310	1	MINF-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1311	1	MAXF-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1312	1	MINF-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1313	1	MAXF-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1314	1	MINF-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1315	1	MAXF-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1316	1	MINF-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
1371	1	MAXF-UX KNOT Knotenverschiebungen
1372	1	MINF-UX KNOT Knotenverschiebungen
1373	1	MAXF-UY KNOT Knotenverschiebungen
1374	1	MINF-UY KNOT Knotenverschiebungen
1375	1	MAXF-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1376	1	MINF-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1377	1	MAXF-URX KNOT Knotenverschiebungen
1378	1	MINF-URX KNOT Knotenverschiebungen
1379	1	MAXF-URY KNOT Knotenverschiebungen
1380	1	MINF-URY KNOT Knotenverschiebungen
1381	1	MAXF-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1382	1	MINF-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1383	1	MAXF-URB KNOT Knotenverschiebungen
1384	1	MINF-URB KNOT Knotenverschiebungen

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kombination	Bezeichnung
1317	1	MAXF-P QUAD Bettungsspannungen
1318	1	MINF-P QUAD Bettungsspannungen
1391	1	MAXF-PT QUAD Bettungsspannungen
1392	1	MINF-PT QUAD Bettungsspannungen
1393	1	MAXF-PTX QUAD Bettungsspannungen
1394	1	MINF-PTX QUAD Bettungsspannungen
1395	1	MAXF-PTY QUAD Bettungsspannungen
1396	1	MINF-PTY QUAD Bettungsspannungen
1397	1	MAXF-PTZ QUAD Bettungsspannungen
1398	1	MINF-PTZ QUAD Bettungsspannungen
1301	1	MAXF-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1302	1	MINF-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1303	1	MAXF-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1304	1	MINF-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1305	1	MAXF-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1306	1	MINF-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1307	1	MAXF-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1308	1	MINF-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1309	1	MAXF-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1310	1	MINF-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1311	1	MAXF-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1312	1	MINF-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
1313	1	MAXF-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1314	1	MINF-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1315	1	MAXF-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
1316	1	MINF-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2101	2	MAX-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2102	2	MIN-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2103	2	MAX-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2104	2	MIN-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2105	2	MAX-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2106	2	MIN-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2107	2	MAX-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2108	2	MIN-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2109	2	MAX-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2110	2	MIN-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2111	2	MAX-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2112	2	MIN-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2113	2	MAX-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2114	2	MIN-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2115	2	MAX-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2116	2	MIN-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2171	2	MAX-UX KNOT Knotenverschiebungen
2172	2	MIN-UX KNOT Knotenverschiebungen
2173	2	MAX-UY KNOT Knotenverschiebungen
2174	2	MIN-UY KNOT Knotenverschiebungen
2175	2	MAX-UZ KNOT Knotenverschiebungen
2176	2	MIN-UZ KNOT Knotenverschiebungen
2177	2	MAX-URX KNOT Knotenverschiebungen
2178	2	MIN-URX KNOT Knotenverschiebungen
2179	2	MAX-URY KNOT Knotenverschiebungen
2180	2	MIN-URY KNOT Knotenverschiebungen
2181	2	MAX-URZ KNOT Knotenverschiebungen
2182	2	MIN-URZ KNOT Knotenverschiebungen
2183	2	MAX-URB KNOT Knotenverschiebungen
2184	2	MIN-URB KNOT Knotenverschiebungen
2117	2	MAX-P QUAD Bettungsspannungen
2118	2	MIN-P QUAD Bettungsspannungen
2191	2	MAX-PT QUAD Bettungsspannungen

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kombination	Bezeichnung
2192	2	MIN-PT QUAD Bettungsspannungen
2193	2	MAX-PTX QUAD Bettungsspannungen
2194	2	MIN-PTX QUAD Bettungsspannungen
2195	2	MAX-PTY QUAD Bettungsspannungen
2196	2	MIN-PTY QUAD Bettungsspannungen
2197	2	MAX-PTZ QUAD Bettungsspannungen
2198	2	MIN-PTZ QUAD Bettungsspannungen
2101	2	MAX-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2102	2	MIN-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2103	2	MAX-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2104	2	MIN-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2105	2	MAX-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2106	2	MIN-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2107	2	MAX-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2108	2	MIN-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2109	2	MAX-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2110	2	MIN-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2111	2	MAX-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2112	2	MIN-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2113	2	MAX-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2114	2	MIN-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2115	2	MAX-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2116	2	MIN-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten

4.3 Bemessung

4.3.1 GZT

Bemessungsparameterliste

Bewehrungsparameter zweilagige Bewehrung

Auswahl Grp Elem Nr. Nr.	Abstand		Durchmesser		Rissbreite		Stahlspannung		Mindestbew.	
	d1-o 2.Lage [mm]	d1-u 2.Lage [mm]	ds-o 2.Lage [mm]	ds-u 2.Lage [mm]	wk-o 2.Lage [mm]	wk-u 2.Lage [mm]	sigso 2.Lage [MPa]	sigsu 2.Lage [MPa]	aso 2.Lage [cm2/m]	asu 2.Lage [cm2/m]
für alle	35.0	45.0	10	10	-	-	-	-	-	-
	35.0	45.0	10	10	-	-	-	-	-	-
Abstand	Abstand Stabmitte zur Oberfläche oben / unten									
Durchmesser	Stabdurchmesser oben / unten									
Rissbreite	Einzuhaltende Rissbreite oben / unten									
Stahlspannung	Maximale Stahlspannung im Gebrauchsnachweis oben / unten									
Mindestbew.	Mindestbewehrung oben / unten									

Die Bewehrungsrichtungen beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme der Elemente und sind daher graphisch auszugeben.

Bei Eingabe einer Stahlspannung sigso... erfolgt der 'Rissnachweis nach Tabellen' für diese Lage mit der eingegebenen Stahlspannung. Damit kann der Nachweis nach Stababstand anstatt nach dem Stabdurchmesser erfolgen, vgl. Legende Steuerung der Gebrauchslastnachweise.

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992-2:2005 (NA:2013) Concrete Structures (Germany) V 2
Schnittgrößen und Lastfälle enthalten Ergebnisse auf Bruchlastniveau
Die Bemessung erfolgt nach dem Baumann Verfahren.

Lastfälle für die Bemessung

Lastfall	Faktor	Bezeichnung	
2101	1.000	MAX-MXX QUAD Schnittgrößen in	
2102	1.000	MIN-MXX QUAD Schnittgrößen in	
2103	1.000	MAX-MYY QUAD Schnittgrößen in	
2104	1.000	MIN-MYY QUAD Schnittgrößen in	
2105	1.000	MAX-MXY QUAD Schnittgrößen in	
2106	1.000	MIN-MXY QUAD Schnittgrößen in	
2107	1.000	MAX-VX QUAD Schnittgrößen in F	
2108	1.000	MIN-VX QUAD Schnittgrößen in F	
2109	1.000	MAX-VY QUAD Schnittgrößen in F	
2110	1.000	MIN-VY QUAD Schnittgrößen in F	
2111	1.000	MAX-NXX QUAD Schnittgrößen in	
2112	1.000	MIN-NXX QUAD Schnittgrößen in	
2113	1.000	MAX-NYY QUAD Schnittgrößen in	
2114	1.000	MIN-NYY QUAD Schnittgrößen in	
2115	1.000	MAX-NXY QUAD Schnittgrößen in	
2116	1.000	MIN-NXY QUAD Schnittgrößen in	
2117	1.000	MAX-P QUAD Bettungsspann	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2118	1.000	MIN-P QUAD Bettungsspann	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2171	1.000	MAX-UX KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2172	1.000	MIN-UX KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2173	1.000	MAX-UY KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2174	1.000	MIN-UY KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2175	1.000	MAX-UZ KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2176	1.000	MIN-UZ KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2177	1.000	MAX-URX KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2178	1.000	MIN-URX KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2179	1.000	MAX-URY KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2180	1.000	MIN-URY KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2181	1.000	MAX-URZ KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2182	1.000	MIN-URZ KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2183	1.000	MAX-URB KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2184	1.000	MIN-URB KNOT Knotenversch	Auflagerkraft Durchstanznachweis
2191	1.000	MAX-PT QUAD Bettungsspan	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2192	1.000	MIN-PT QUAD Bettungsspan	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2193	1.000	MAX-PTX QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2194	1.000	MIN-PTX QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2195	1.000	MAX-PTY QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2196	1.000	MIN-PTY QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2197	1.000	MAX-PTZ QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2198	1.000	MIN-PTZ QUAD Bettungsspa	Bettungsspannungen Durchstanznachweis

Materialien

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minQ	Art
1	12.00	10.20	1.57			0.20	
2				240.00	240.00		
MAT	Materialnummer			fy	Fließgrenze des Betonstahls		
fck	Nennfestigkeit des Betons			ft	Zugfestigkeit des Betonstahls		
fc	Rechenfestigkeit des Betons			minQ	minimale Querbewehrung		
fctm	Zugfestigkeit des Betons			Art	Charakter der Belastung		

Abminderung der Betondruckfestigkeit bei Querkzug = 25.0 [o/o]

Material-Sicherheitsbeiwerte:

MAT	Beton SC1	SC2	Stahl SS1	SS2
1	1.50	1.50		
2			1.15	1.15

MAT Materialnummer
 Beton SC1 Materialsicherheit SC1/SC2 = Biegeglieder/Druckglieder
 Stahl SS1 Materialsicherheit Betonstahl Biegeglieder/Druckglieder

Bei direkter Lagerung wird die Querkraft von $1.0 \cdot d$ bis zum Auflagerend linear auf 70% reduziert.
 Der Nachweis der Betondruckstrebe erfolgt ohne Reduktion am Auflagerend.
 Beim Durchstanznachweis wird, falls erforderlich, die Biegebewehrung bis 1.50% erhöht, um auf Schubbewehrung verzichten zu können [Eingabe DUST...RO_V].
 Ausserhalb der Durchstanzbereiche wird hierzu bei der normalen Plattenschubbe-messung der Biegebewehrungsgrad bis maximal 0.20% erhöht [Eingabe STEU...RO_V].

Bewehrungsparameter zweilagige Bewehrung

Auswahl Grp Elem Nr. Nr.	Abstand d1-o 2.Lage d1-u 2.Lage [mm] [mm]	Durchmesser ds-o 2.Lage ds-u 2.Lage [mm] [mm]	Rissbreite wk-o 2.Lage wk-u 2.Lage [mm] [mm]	Stahlspannung sigso 2.Lage sigsu 2.Lage [MPa] [MPa]	Mindestbew. aso 2.Lage asu 2.Lage [cm ² /m] [cm ² /m]
für alle	35.0 45.0 35.0 45.0	10 10 10 10	- - - -	- - - -	- - - -

Abstand Abstand Stabmitte zur Oberfläche oben / unten
 Durchmesser Stabdurchmesser oben / unten
 Rissbreite Einzuhaltende Rissbreite oben / unten
 Stahlspannung Maximale Stahlspannung im Gebrauchsnachweis oben / unten
 Mindestbew. Mindestbewehrung oben / unten

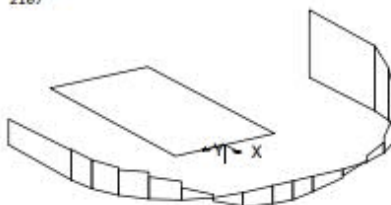
Die Bewehrungsrichtungen beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme der Elemente und sind daher graphisch auszugeben.

Die Bewehrung wird in der Datenbasis gespeichert als Bewehrungsverteilungsnummer 1

Durchstanznachweise (DIN EN 1992-2(D)):

Auflagerknoten Nummer = 1054	X= 7.025 [m]	Y= 2.075 [m]
	Z= 0.000 [m]	
größte Querkraft V-Ed= -236. [kN]	LF= 2107	aus Plattenquerkräften
(=Plattenquerkraft plus Bodenpressung, da Bodenpressung ja wieder abgezogen wird)		
abzüglich Bodenpressung 86.48 [kN/m ²]	(um Pressung aus EG Bodenplatte vermindert)	
größte Querkraft V-Ed= -171. [kN]	= -236. + 65.0 [kN]	
Wandende Wanddicke b= 0.350 [m]		
Plattendicke h-platte= 0.400 [m]	d= 0.360 [m]	
Rundschnitt iteriert a= 0.374 [m]	u1= 2.226 [m]	
(Schenkellänge s= 0.350 [m] ucrit = 2·s + b + Halbkreis mit r= 0.374)		
reduzierter Abstand des Nachweisschnittes wegen gebetteter Fundamentplatte!		
Biegebewehrung fe>= 0.00 [cm ² /m] ro= 0.00 [o/o] vrdc= 0.54 [MPa]		
Der Mindestwert des Durchstanzwiderstandes vmin + k1·sigmacp war massgebend.		
v-Ed = 1.35·V/u/d = 0.29 [MPa] <= 0.54 [MPa] =vrdc <= 0.75 =VRd,max		
1.35=pauschaler Exzentrizitätsbeiwert beta		
Es ist keine Durchstanz-Schubbewehrung erforderlich.		

Max. VZ·beta gefunden in Lastfall 2107
 VZ= -235.9 [kN]

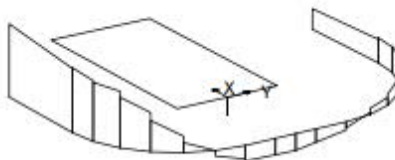


Durchstanzknoten 1054

Wand: Dicke= 350.0 [mm]

Auflagerknoten Nummer = 1056	X= 7.925 [m]	Y= 2.075 [m]
Z= 0.000 [m]		
größte Querkraft V-Ed= -234. [kN] LF= 2108 aus Plattenquerkräften		
(=Plattenquerkraft plus Bodenpressung, da Bodenpressung ja wieder abgezogen wird)		
abzüglich Bodenpressung 88.10 [kN/m²] (um Pressung aus EG Bodenplatte vermindert)		
(Bodenpressung abgezogen wegen Randnähe nur auf einer Sektorfläche von 90%)		
größte Querkraft V-Ed= -169. [kN] = -234. + 65.0 [kN]		
Wandende Wanddicke b= 0.350 [m]		
Plattendicke h-platte= 0.400 [m] d= 0.360 [m]		
Rundschnitt iteriert a= 0.367 [m] u1= 2.204 [m]		
(Schenkellänge s= 0.350 [m] ucrit = 2·s + b + Halbkreis mit r= 0.367)		
reduzierter Abstand des Nachweisschnittes wegen gebetteter Fundamentplatte!		
Biegebewehrung fe>= 0.00 [cm²/m] ro= 0.00 [o/o] vrdc= 0.55 [MPa]		
Der Mindestwert des Durchstanzwiderstandes v_{min} + k₁·sigma_{cp} war massgebend.		
v-Ed = 1.40·V/u/d = 0.30 [MPa] <= 0.55 [MPa] =vrdc <= 0.77 =VRd,max		
1.40=pauschaler Exzentrizitätsbeiwert beta		
Der pauschale beta-Wert wurde auf 1.40 erhöht weil der Punkt nahe am Plattenrand steht.		
Es ist keine Durchstanz-Schubbewehrung erforderlich.		

Max. VZ·beta gefunden in Lastfall 2108
VZ= -234.2 [kN]



Durchstanzknoten 1056

Wand: Dicke= 350.0 [mm]

Zusammenfassung Durchstanznachweise (DIN EN 1992-2(D))

Knoten Nr	Typ	X [m]	Y [m]	V-Ed [kN]	Stütze [mm]	ucrit [m]	%u0 [o/o]	beta [-]	v-max [MPa]	AssSum [cm ²]	asl [cm ² /m]	nperi
1054	WF	7.025	2.075	-170.9	350/-	2.226	56	1.35	0.29	-	0.00	-
1056	WF	7.925	2.075	-169.2	350/-	2.204	56	1.40	0.30	-	0.00	-

Typ I=Innenstütze, R=Randstütze, E=Eckstütze, F=Fundament, W=Wandende, L=Wanddeck, U=Unterzugende
 V-Ed Bemessungswert der Querkraft (abzüglich Bodenpressung)
 Stütze Stützenabmessung bzw. Wanddicke am Wandende
 ucrit Umfang kritischer Rundschnitt, um Öffnungen/Ränder reduziert
 %u0 ucrit entspricht ... % des Vollkreises (ucrit/u0-tot)
 beta Exzentrizitätsbeiwert
 v-max Schubspannung am reduzierten kritischen Rundschnitt
 AssSum Schubbewehrung Summe aller nperi perimeter (Rundschnitte)
 asl Mindestens einzulegende Biegebewehrung im Durchstanzbereich
 nperi Bis zu diesem perimeter muß Schubbewehrung eingelegt werden

Die Exzentrizitätsbeiwerte beta sind zu prüfen.

Erforderliche Bewehrung nach DIN EN 1992-2(D)

Grp	Element	h [m]	aso [cm ² /m]	aso2 [cm ² /m]	aso3 [cm ² /m]	asu [cm ² /m]	asu2 [cm ² /m]	asu3 [cm ² /m]	Rand [-]	Schub [-]	ass [cm ² /m ²]
3	30424	0.370	13.81	22.85		3.23	1.91		0.62	1	
	30550	0.370	1.65	0.33		5.77	14.74			1	
	30870	0.350	7.04	29.42		2.83	1.80		0.18	1	
22	220246	0.350				8.89	1.78		0.78	2	22.80

Grp primäre Gruppennummer
 Element Elementnummer
 h Plattendicke
 aso Hauptbewehrung (1.Lage) oben
 aso2 Querbewehrung (2.Lage) oben
 aso3 3.Bewehrungslage oben
 Rand Reduktionsfaktor der Querkraft in Randnähe, dust=Punkt ist im Durchstanzbereich -> Durchstanznachweis
 Schub Schubbereich: 1=OK, dust=Durchstanzpunkt, 1s=aso/u wegen Schub erhöht, 1d=wegen Durchstanzen, 2=erf. ass,
 2m=Mindestschubbew.
 ass Bügelbewehrung
 Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt

Erforderliche Bewehrung nach DIN EN 1992-2(D) an Knoten

Grp	Knoten	h [m]	aso [cm2/m]	aso2 [cm2/m]	aso3 [cm2/m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	Rand [-]	Schub [-]	ass [cm2/m2]
3	1025	0.370	15.06	32.34		1.78	1.56		0.00	1	
		0.350	10.10	38.64		1.66	2.44		0.00	1	
	3999	0.370	1.72	0.34		5.87	14.77			1	
22	1059	0.350				7.75	1.55		0.77	2	21.21
24	1025	0.350	15.80	3.16		14.05	2.81		0.00	1	
Grp	primäre Gruppennummer			aso3	3.Bewehrungslage		oben				
Knoten	Nummer			asu	Hauptbewehrung (1.Lage)		unten				
h	Plattendicke			asu2	Querbewehrung (2.Lage)		unten				
aso	Hauptbewehrung (1.Lage) oben			asu3	3.Bewehrungslage		unten				
aso2	Querbewehrung (2.Lage) oben										
Rand	Reduktionsfaktor der Querkraft in Randnähe, dust=Punkt ist im Durchstanzbereich -> Durchstanznachweis										
Schub	Schubbereich: 1=OK, dust=Durchstanzpunkt, 1s=aso/u wegen Schub erhöht, 1d=wegen Durchstanzen, 2=erf. ass, 2m=Mindestschubbew.										
ass	Bügelbewehrung										
	Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt										

An 6 Durchstanzknoten wurde eine Momentenausrundung durchgeführt.

4.3.2 GZG, Rissbreite

Bemessung im Gebrauchszustand

Maximum von Bewehrungsverteilungen

Es wird das Maximum der aktuellen Bewehrung und der bisherigen Bewehrungsverteilung 1 gebildet und unter Bewehrungsverteilungs Nummer 2 abgelegt.
Bei den Gebrauchsspannungen wird nicht das Maximum sondern nur das Ergebnis der aktuellen 1 abgelegt. Für ein Maximum von Gebrauchsspannungen bitte einen reinen Überlagerungslauf ver-

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992-2:2005 (NA:2013) Concrete Structures (Germany) V 202
Schnittgrößen und Lastfälle enthalten Ergebnisse auf Gebrauchslastniveau
Die Bemessung erfolgt nach dem Baumann Verfahren.

Lastfälle für die Bemessung

Lastfall	Faktor	Bezeichnung
1301	1.000	MAXF-MXX QUAD Schnittgrößen in
1302	1.000	MINF-MXX QUAD Schnittgrößen in
1303	1.000	MAXF-MYY QUAD Schnittgrößen in
1304	1.000	MINF-MYY QUAD Schnittgrößen in
1305	1.000	MAXF-MXY QUAD Schnittgrößen in
1306	1.000	MINF-MXY QUAD Schnittgrößen in
1307	1.000	MAXF-VX QUAD Schnittgrößen in
1308	1.000	MINF-VX QUAD Schnittgrößen in
1309	1.000	MAXF-VY QUAD Schnittgrößen in
1310	1.000	MINF-VY QUAD Schnittgrößen in
1311	1.000	MAXF-NXX QUAD Schnittgrößen in
1312	1.000	MINF-NXX QUAD Schnittgrößen in
1313	1.000	MAXF-NYY QUAD Schnittgrößen in
1314	1.000	MINF-NYY QUAD Schnittgrößen in
1315	1.000	MAXF-NXY QUAD Schnittgrößen in
1316	1.000	MINF-NXY QUAD Schnittgrößen in
1317	1.000	MAXF-P QUAD Bettungsspannungen
1318	1.000	MINF-P QUAD Bettungsspannungen
1371	1.000	MAXF-UX KNOT Knotenverschiebungen
1372	1.000	MINF-UX KNOT Knotenverschiebungen
1373	1.000	MAXF-UY KNOT Knotenverschiebungen
1374	1.000	MINF-UY KNOT Knotenverschiebungen
1375	1.000	MAXF-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1376	1.000	MINF-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1377	1.000	MAXF-URX KNOT Knotenverschiebung
1378	1.000	MINF-URX KNOT Knotenverschiebung
1379	1.000	MAXF-URY KNOT Knotenverschiebung
1380	1.000	MINF-URY KNOT Knotenverschiebung
1381	1.000	MAXF-URZ KNOT Knotenverschiebung
1382	1.000	MINF-URZ KNOT Knotenverschiebung
1383	1.000	MAXF-URB KNOT Knotenverschiebung
1384	1.000	MINF-URB KNOT Knotenverschiebung
1391	1.000	MAXF-PT QUAD Bettungsspannungen
1392	1.000	MINF-PT QUAD Bettungsspannungen
1393	1.000	MAXF-PTX QUAD Bettungsspannungen
1394	1.000	MINF-PTX QUAD Bettungsspannungen
1395	1.000	MAXF-PTY QUAD Bettungsspannungen
1396	1.000	MINF-PTY QUAD Bettungsspannungen
1397	1.000	MAXF-PTZ QUAD Bettungsspannungen
1398	1.000	MINF-PTZ QUAD Bettungsspannungen

Materialien

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minQ	Art
1	12.00	10.20	1.57			0.20	
2				240.00	240.00		

MAT Materialnummer
 fck Nennfestigkeit des Betons
 fc Rechenfestigkeit des Betons
 fy Fließgrenze des Betonstahls
 ft Zugfestigkeit des Betonstahls
 minQ minimale Querbewehrung

fctm	Zugfestigkeit des Betons	Art	Charakter der Belastung
------	--------------------------	-----	-------------------------

Eine Robustheitsbewehrung wurde nicht angefordert und muß gesondert nachgewiesen werden.

Eine Mindestbewehrung wurde nicht angefordert und muß gesondert nachgewiesen werden.

Bewehrungsparameter zweilagige Bewehrung

Auswahl Grp Elem Nr. Nr.	Abstand d1-o 2.Lage d1-u 2.Lage [mm] [mm]	Durchmesser ds-o 2.Lage ds-u 2.Lage [mm] [mm]	Rissbreite wk-o 2.Lage wk-u 2.Lage [mm] [mm]	Stahlspannung sigso 2.Lage sigsu 2.Lage [MPa] [MPa]	Mindestbew. aso 2.Lage asu 2.Lage [cm2/m] [cm2/m]
für alle	35.0 45.0	10 10	0.20 0.20	- -	- -
	35.0 45.0	10 10	0.20 0.20	- -	- -
Abstand	Abstand Stabmitte zur Oberfläche oben / unten				
Durchmesser	Stabdurchmesser oben / unten				
Rissbreite	Einzuhaltende Rissbreite oben / unten				
Stahlspannung	Maximale Stahlspannung im Gebrauchsnachweis oben / unten				
Mindestbew.	Mindestbewehrung oben / unten				

Die Bewehrungsrichtungen beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme der Elemente und sind daher graphisch auszugeben.
Bei Eingabe einer Stahlspannung sigso... erfolgt der 'Rissnachweis nach Tabellen' für diese Lage mit der eingegebenen Stahlspannung. Damit kann der Nachweis nach Stababstand anstatt nach dem Stabdurchmesser erfolgen, vgl. Legende Steuerung der Gebrauchslastnachweise.

Steuerung der Gebrauchslastnachweise

Nr	Norm	dNW [mm]	
1	EN-1992	->para	Begrenzung der Rissbreite nach EN 1992 7.3.3 ¹
Gebrauchsnachweise erforderten eine Bewehrungserhöhung -> WINGRAF: Maßgebender Nachweis✓			
¹ mit nationalem Anhang			
dNW Nachweisdurchmesser Rissbreitennachweis: ->para = aus den Bemessungsparametereingaben			
6859 Elemente/Knoten wurden im Rissnachweis über den Stabdurchmesser nachgewiesen (Tabelle EN 1992-1-1 7.2N)			

Nachweis über Abstand/Stahlspannung für Elemente mit eingegebener Stahlspannung!
(Der maximale Stababstand ist dann entsprechend der gewählten Stahlspannung nach der Tabelle Stababstand einzuhalten).

Nachweis über Grenzdurchmesser für Elemente ohne eingegebene Stahlspannung!

Erforderliche Bewehrung nach DIN EN 1992-2(D)

Grp	Element	h [m]	aso [cm2/m]	aso2 [cm2/m]	aso3 [cm2/m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	Rand [-]	Schub [-]	ass [cm2/m2]
0	30424	0.370	13.81	22.85		3.23	1.91				
	30550	0.370	1.65	0.33		5.77	14.74				
	30870	0.350	7.04	29.42		2.83	1.80				
	220246	0.350				8.89	1.78				
Grp	primäre Gruppennummer				aso3	3.Bewehrungslage		oben			
Element	Elementnummer				asu	Hauptbewehrung (1.Lage)		unten			
h	Plattendicke				asu2	Querbewehrung (2.Lage)		unten			
aso	Hauptbewehrung (1.Lage) oben				asu3	3.Bewehrungslage		unten			
aso2	Querbewehrung (2.Lage) oben										
Rand	Reduktionsfaktor der Querkraft in Randnähe, dust=Point ist im Durchstanzbereich -> Durchstanznachweis										
Schub	Schubbereich: 1=OK, dust=Durchstanzpunkt, 1s=aso/u wegen Schub erhöht, 1d=wegen Durchstanzen, 2=erf. ass, 2m=Mindestschubbew.										
ass	Bei Gebrauchsnachweisen erfolgt keine Schubbemessung Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt										

Erforderliche Bewehrung nach DIN EN 1992-2(D) an Knoten

Grp	Knoten	h [m]	aso [cm2/m]	aso2 [cm2/m]	aso3 [cm2/m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	Rand [-]	Schub [-]	ass [cm2/m2]
3	1025	0.370	15.06	32.34		1.78	1.56				
		0.350	10.10	38.64		1.66	2.44				
	3999	0.370	1.72	0.34		5.87	14.77				
22	1059	0.350				7.75	1.55				
24	1025	0.350	15.80	3.16		14.05	2.81				

Bemessung im Gebrauchszustand

Grp	primäre Gruppennummer	aso3	3.Bewehrungslage	oben
Knoten	Nummer	asu	Hauptbewehrung (1.Lage)	unten
h	Plattendicke	asu2	Querbewehrung (2.Lage)	unten
aso	Hauptbewehrung (1.Lage)	asu3	3.Bewehrungslage	unten
aso2	Querbewehrung (2.Lage)			
Rand	Reduktionsfaktor der Querkraft in Randnähe, dust=Punkt ist im Durchstanzbereich -> Durchstanznachweis			
Schub	Schubbereich: 1=OK, dust=Durchstanzpunkt, 1s=aso/u wegen Schub erhöht, 1d=wegen Durchstanzen, 2=erf. ass, 2m=Mindestschubbew.			
ass	Bei Gebrauchsnachweisen erfolgt keine Schubbemessung			
	Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt			

An 6 Durchstanzknoten wurde eine Momentenausrundung durchgeführt.

Ergebnisse der Gebrauchslastnachweise nach EN 1992-1-1

ELEM Nr	LF Nr	x [m]	wk [mm]	as1	as2	as3	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	wk+ [mm]	as1+ [mm]	as2+ [mm]	as3+ [mm]
10024	1305 O		>0.20	1.36	4.59		10	10		0.20	1.37	4.59	
220280	1315 O		>0.20	2.63	2.64		10	10		0.20	2.70	2.64	
250034	1303 U		>0.20	3.19	2.92		10	10		0.20	3.19	2.94	
x Druckzonenhöhe wk Rissweite vor der Bewehrungserhöhung as1 Bewehrung 1. Lage vor der Bewehrungserhöhung as2 Bewehrung 2. Lage vor der Bewehrungserhöhung as1+ Bewehrung nach der Bewehrungserhöhung Lage 1-3 Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt													
as3 Bewehrung 3. Lage vor der Bewehrungserhöhung d1 Bewehrungsdurchmesser Lage 1-3 wk+ Rissweite nach der Bewehrungserhöhung													

Ergebnisse der Gebrauchslastnachweise nach EN 1992-1-1 an Knoten Gruppe 22

KNOT Nr	LF Nr	x [m]	wk [mm]	as1	as2	as3	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	wk+ [mm]	as1+ [mm]	as2+ [mm]	as3+ [mm]
1565	1315 O		>0.20	1.45	3.19		10	10		0.20	1.60	3.19	
x Druckzonenhöhe wk Rissweite vor der Bewehrungserhöhung as1 Bewehrung 1. Lage vor der Bewehrungserhöhung as2 Bewehrung 2. Lage vor der Bewehrungserhöhung as1+ Bewehrung nach der Bewehrungserhöhung Lage 1-3 Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt													
as3 Bewehrung 3. Lage vor der Bewehrungserhöhung d1 Bewehrungsdurchmesser Lage 1-3 wk+ Rissweite nach der Bewehrungserhöhung													

Ergebnisse der Gebrauchslastnachweise nach EN 1992-1-1 an Knoten Gruppe 25

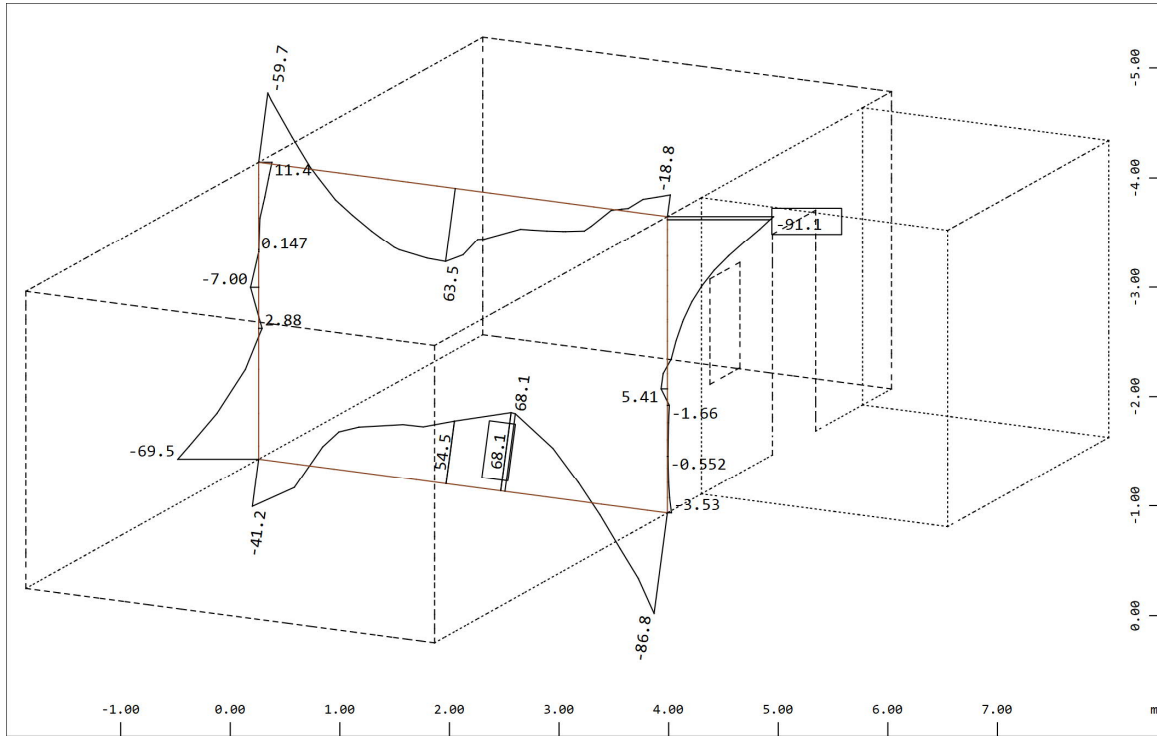
KNOT Nr	LF Nr	x [m]	wk [mm]	as1	as2	as3	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	wk+ [mm]	as1+ [mm]	as2+ [mm]	as3+ [mm]
3167	1309 U		>0.20	2.13	1.98		10	10		0.20	2.13	2.20	
x Druckzonenhöhe wk Rissweite vor der Bewehrungserhöhung as1 Bewehrung 1. Lage vor der Bewehrungserhöhung as2 Bewehrung 2. Lage vor der Bewehrungserhöhung as1+ Bewehrung nach der Bewehrungserhöhung Lage 1-3 Es wurden Elemente mit maximalen Werten gedruckt													
as3 Bewehrung 3. Lage vor der Bewehrungserhöhung d1 Bewehrungsdurchmesser Lage 1-3 wk+ Rissweite nach der Bewehrungserhöhung													

4.3.3 Ermüdung

Im Rahmen Vorplanung nicht betrachtet

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Schnittkräfte GZT

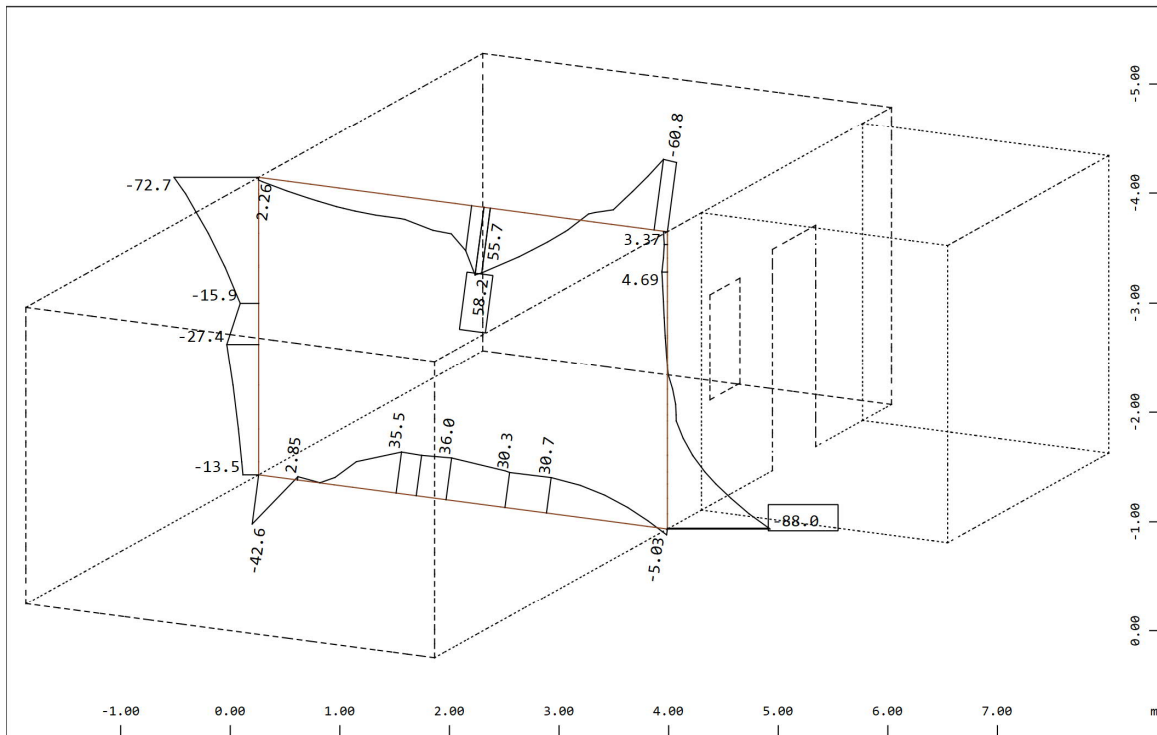


X
Y
Z

Systemausschnitt Flächenelemente

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten, Lastfall 2109 MAX-VY QUAD Schnittgrößen in F ,
1 cm im Raum = 55.5 kNm/m (Min=-91.1) (Max=68.1)

M 1 : 59
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

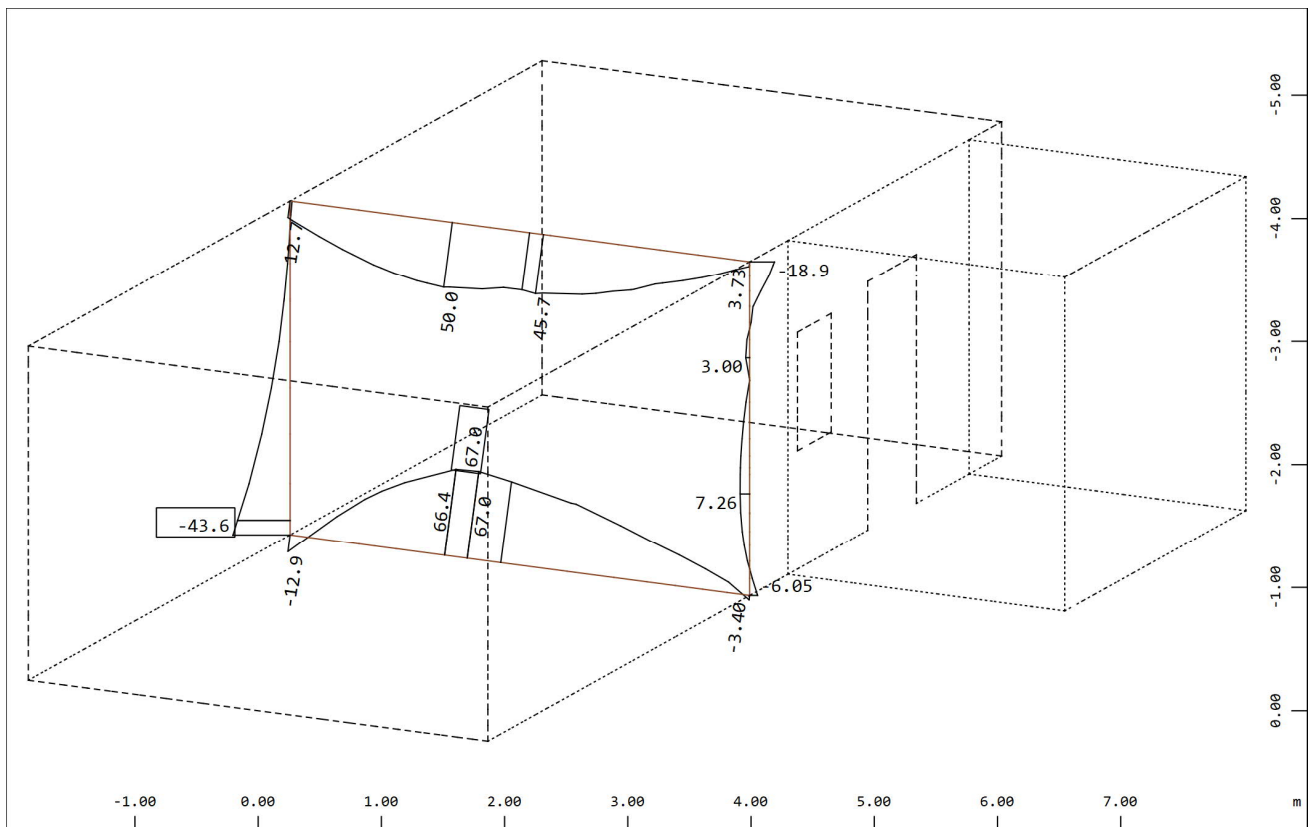


X
Y
Z

Systemausschnitt Flächenelemente

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten, Lastfall 2110 MIN-VY QUAD Schnittgrößen in F ,
1 cm im Raum = 55.5 kNm/m (Min=-88.0) (Max=58.2)

M 1 : 59
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

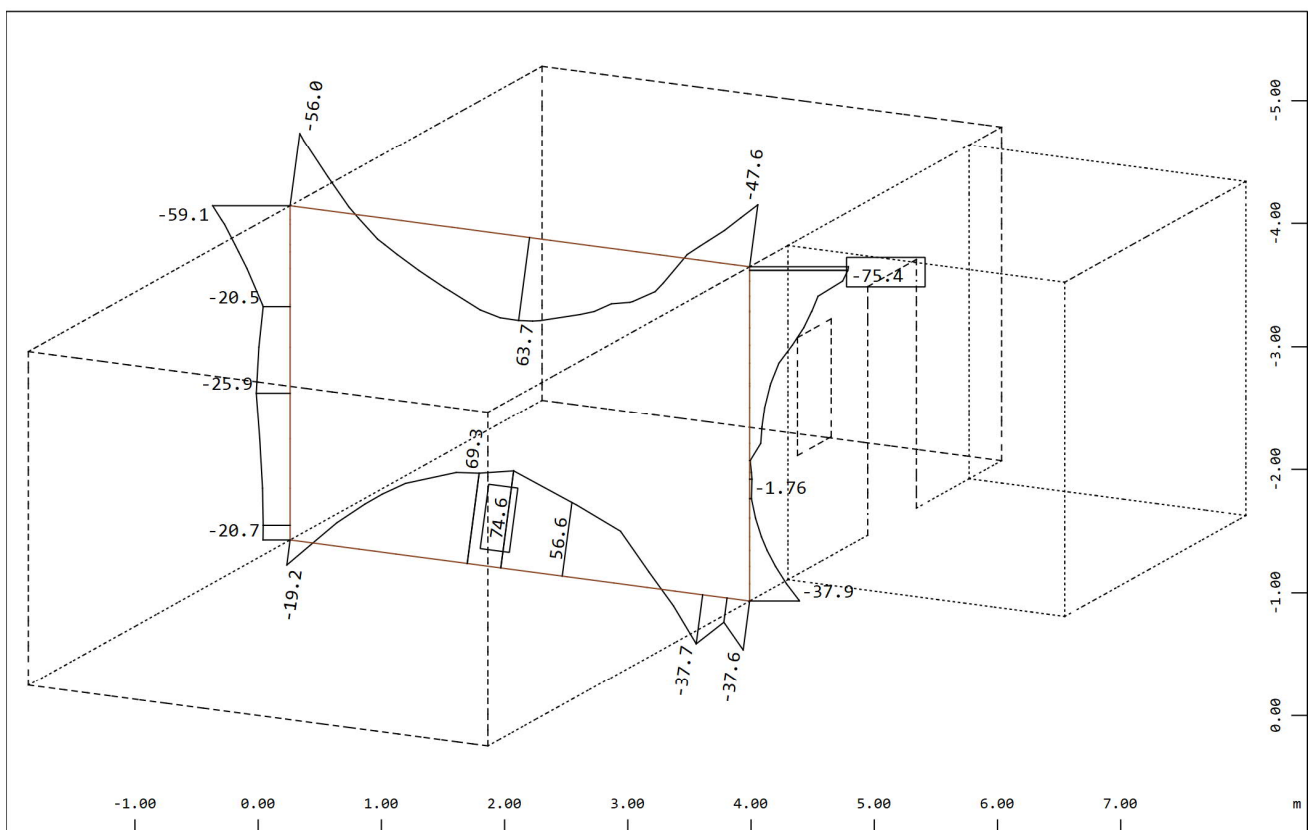


Systemausschnitt Flächenelemente

Biegemoment m_{-yy} in lokal y im Knoten, Lastfall 2113 MAX-NYY QUAD Schnittgrößen in , 1
cm im Raum = 55.5 kNm/m (Min=-43.6) (Max=67.0)

M 1 : 59

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



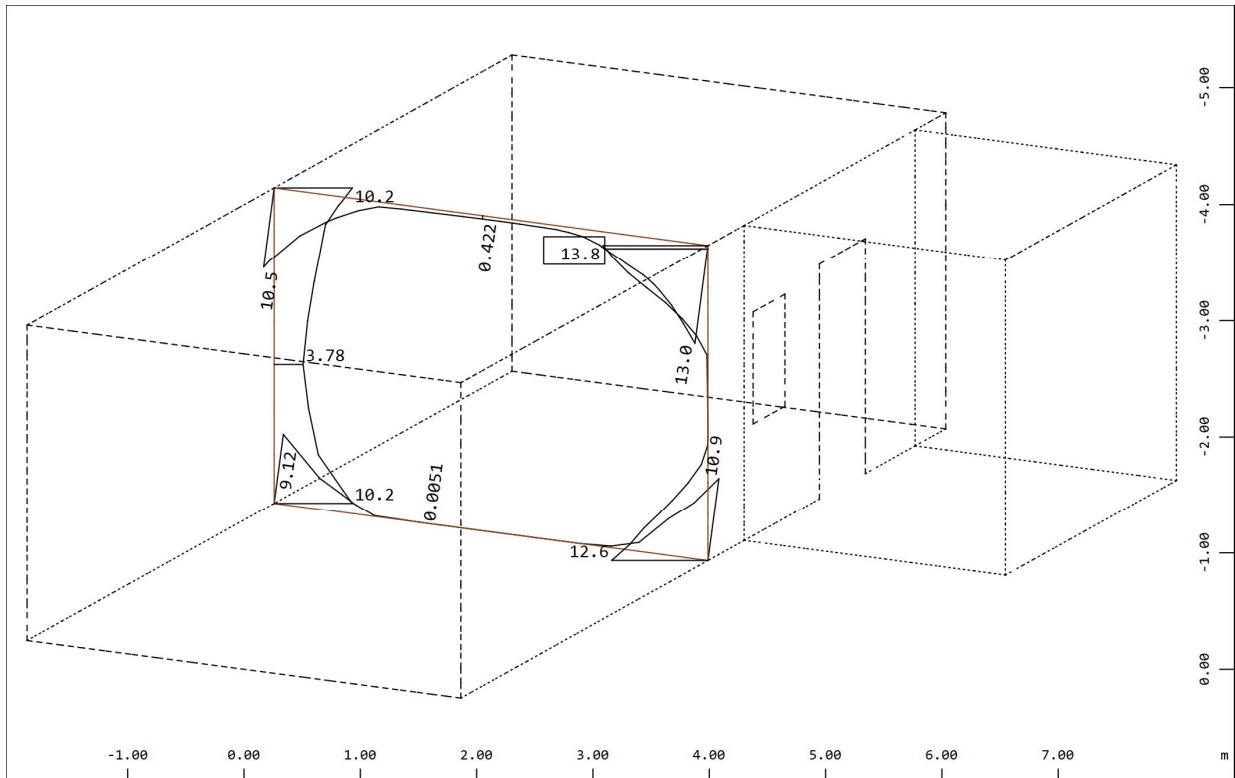
Systemausschnitt Flächenelemente

Biegemoment m_{-yy} in lokal y im Knoten, Lastfall 2116 MIN-NXY QUAD Schnittgrößen in , 1
cm im Raum = 55.5 kNm/m (Min=-75.4) (Max=74.6)

M 1 : 59

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

4.4.2 Rahmenbewehrung GZG im Schnitt



X
Y
Z

Systemausschnitt Flächenelemente

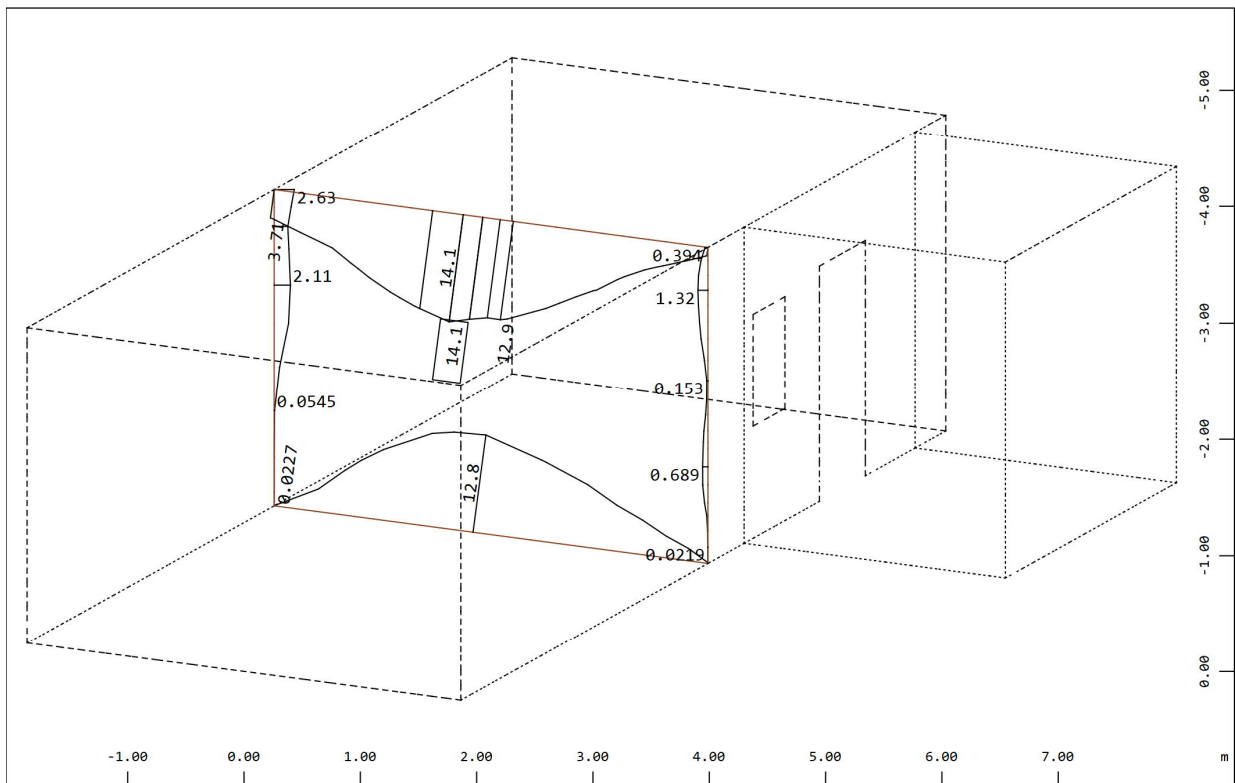
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten, Bemessungsfall 2 Nach dem Rissnachweis , 1 cm im Raum = 8.98 cm²/m (Max=13.8)

M 1 : 59

X * 0.502

Y * 0.906

Z * 0.962



X
Y
Z

Systemausschnitt Flächenelemente

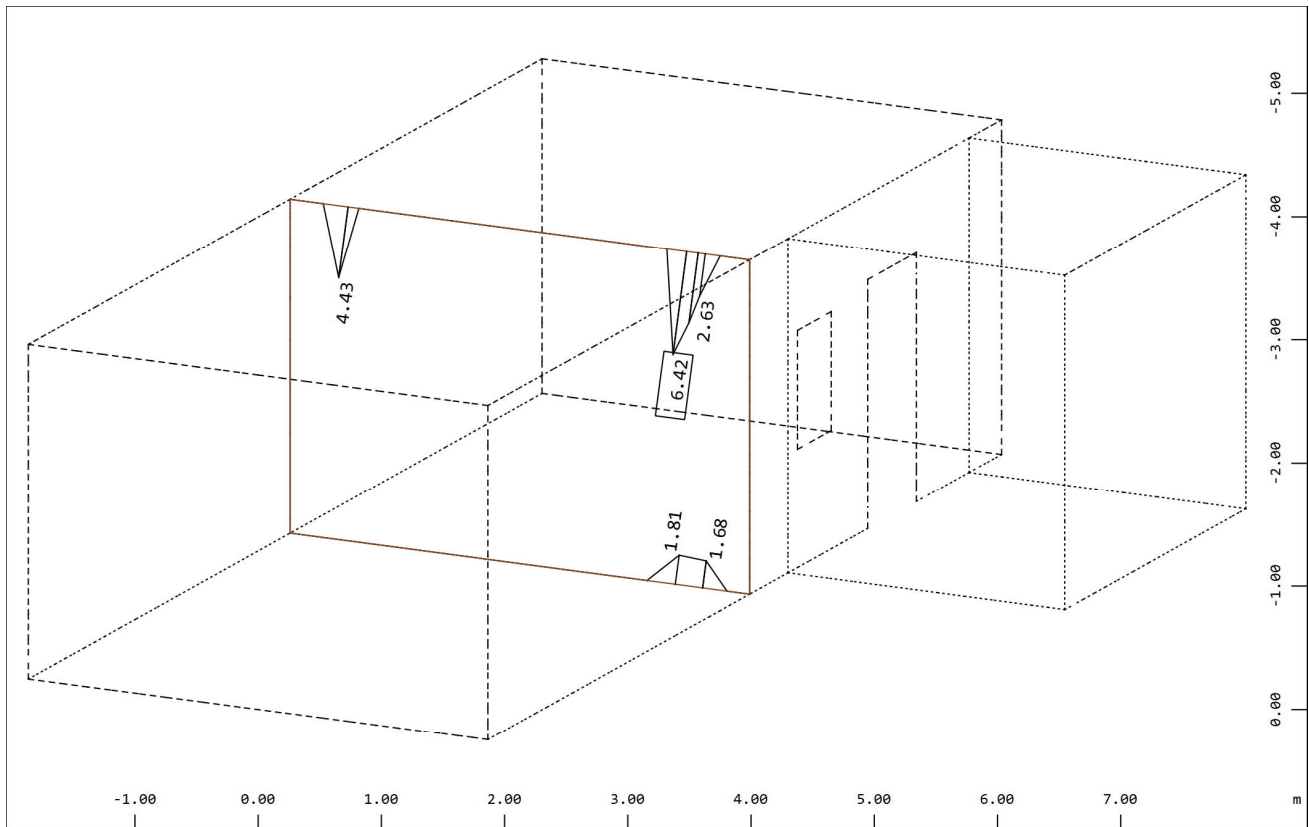
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten, Bemessungsfall 2 Nach dem Rissnachweis , 1 cm im Raum = 8.98 cm²/m (Max=14.1)

M 1 : 59

X * 0.502

Y * 0.906

Z * 0.962



Systemausschnitt Flächenelemente

Flächenelemente, Bügelbewehrung im Knoten, Bemessungsfall 2 Nach dem Rissnachweis, 1
cm im Raum = 4.49 cm²/m² (Max=6.42)

M 1 : 59

X * 0.502

Y * 0.906

Z * 0.962

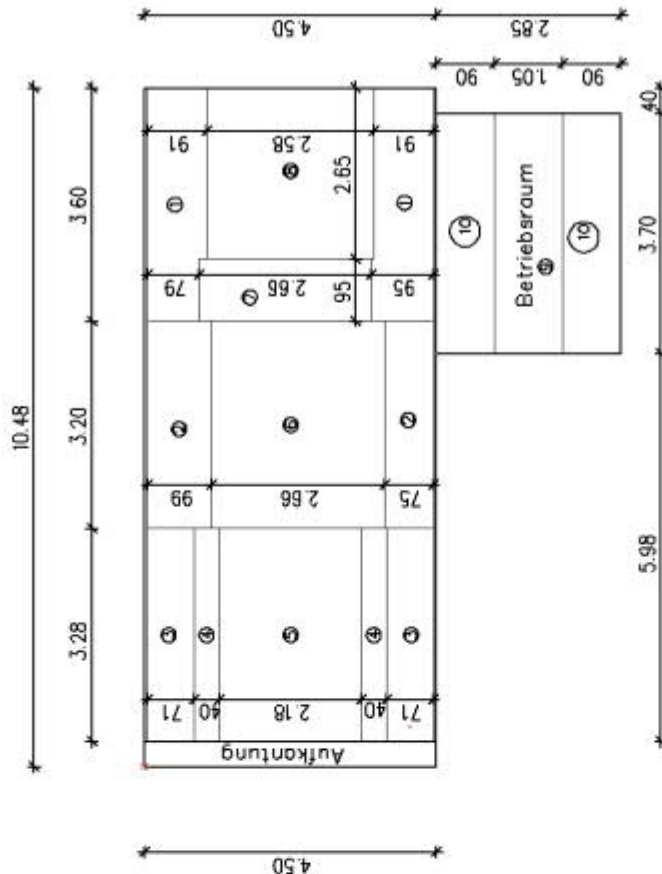
4.5 Ertüchtigungen

4.5.1 Tunneldecke

Vorhandene untere Bewehrung:

Gemäß Bewehrungsplan sind folgende Bewehrungsmengen vorhanden:

Außeres Segment – Tunneldecke – Biegebewehrung – untere Lage



Querbewehrung Tunneldecke

12/20 (Pos.8) = 5,65 cm²/m

Querbewehrung Betriebsraum

Randbereich: 12/40 (Pos.32) = 2,83 cm²/m

Feldbereich: 12/40 (Pos.32) + 12/40 (Pos.31) = 5,65 cm²/m

Längsbewehrung

1. 16/18 (Pos.1) = 11,17 cm²/m

2. 16/25 (Pos.1) = 8,04 cm²/m

3. 16/40 (Pos.1) = 5,02 cm²/m

4. 16/40 (Pos.1) + 16/80 (Pos.2) = 7,53 cm²/m

5. 16/40 (Pos.1) + 16/40 (Pos.2) = 10,05 cm²/m

6. 16/25 (Pos.1) + 16/25 (Pos.11) = 16,08 cm²/m

7. 16/18 (Pos.1) + 16/18 (Pos.29) = 22,34 cm²/m

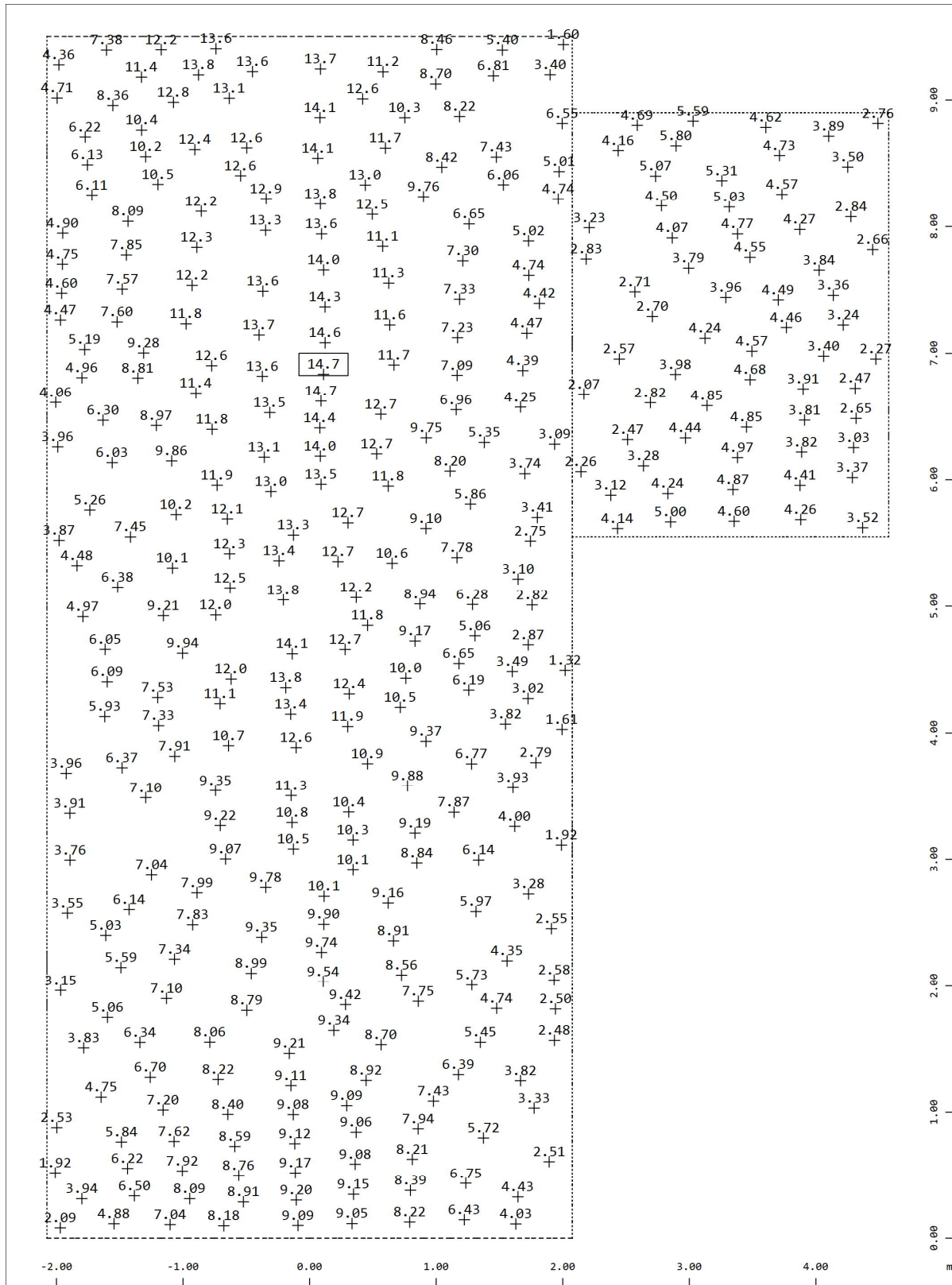
8. 16/18 (Pos.1) + 16/18 (Pos.21) = 22,34 cm²/m

9. 14/36 (Pos.20) + 14/36 (Pos.22) = 8,55 cm²/m

10. 14/36 (Pos.20) = 4,27 cm²/m

Tunneldecke, unten

Erforderliche Bewehrung:



x Systemausschnitt Gruppe 3
y Flächenelemente, Querbewehrung (2.Lage) unten in cm2/m, Bemessungsfall 2 Nach dem Rissnachweis (Max=14.7)

M 1 : 42

Vergleich der erforderlichen Bewehrungen mit vorhandener

- Im Bereich, der bereits von Straßenverkehr überfahrenen Teil ist, die vorhandene Bewehrung ausreichen. Die Ergebnisse der Nachrechnung von 2017 können bestätigt werden.

$$\text{erf. } a_s = 13,6 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 22,34 \text{ cm}^2$$

- Im Bereich unter der bisherigen Nische:

$$\text{erf. } a_s = 13 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 16,08 \text{ cm}^2$$

rechnerisch ausreichend für Nachrechnung für BK 30/30

→ die vorhandene Bewehrung ist ausreichend. Die vorhandene Bewehrung unter den bisher befahrenen Tunnelabschnitt beträgt jedoch $22,34 \text{ cm}^2/\text{m}$. Um eine ähnliche Robustheit und Grenztraglast für das gesamte Tunnelbauwerk zu erreichen, wird empfohlen die Unterseite mit neuer Bewehrung im Spritzbeton zu ertüchtigen.

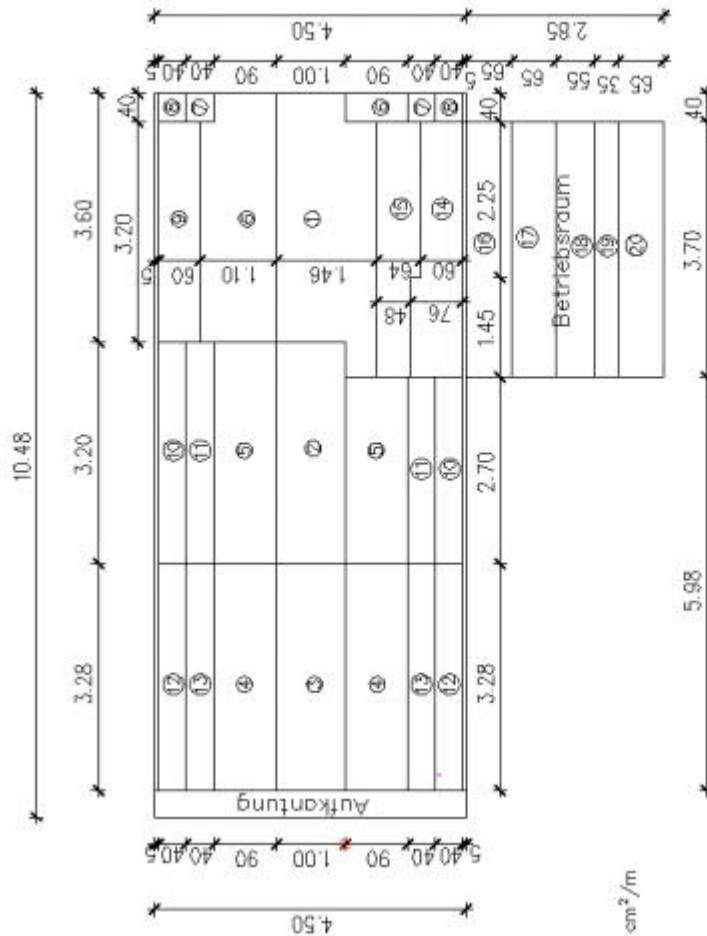
Spritzbeton C25/30

Bewehrung unten Querrichtung $\emptyset 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$

Bewehrung in Tunnellängsrichtung: $\emptyset 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$

Vorhandene Obere Bewehrung

Äußeres Segment – Tunneldecke – Biegebewehrung – obere Lage



Querbewehrung Tunnel

$$\phi_{10/25}(\text{Pos.9}) = 3.14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Querbewehrung Betriebsraum

Randbereich: $\phi 16/20$ (Pos.30) + $\phi 12/40$ (Pos.32) = 12,88 cm²/m

Zwischenbereich: $\phi 16/20$ (Pos.30) = 10,05 cm²/m

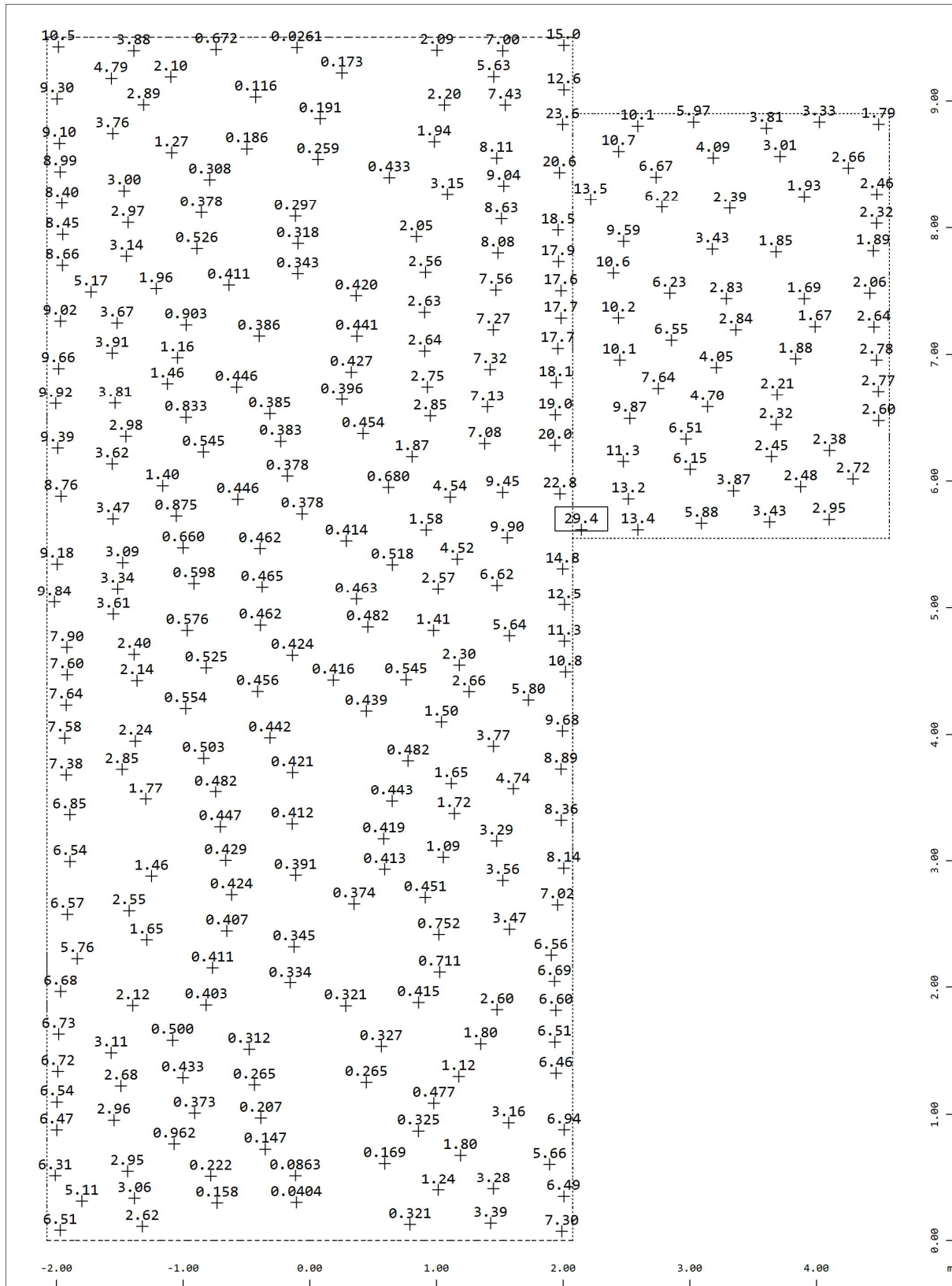
Feldbereich: keine Querbewehrung

Längsbewehrung

- ① $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 6,28 cm^2/m
- ② $\phi_{12}/25$ (Pos.3) = 4,52 cm^2/m
- ③ $\phi_{12}/40$ (Pos.3) = 2,82 cm^2/m
- ④ $\phi_{20}/20$ (Pos.4) + $\phi_{12}/40$ (Pos.3) = 18,53 cm^2/m
- ⑤ $\phi_{20}/12,5$ (Pos.13) + $\phi_{12}/25$ (Pos.3) = 29,65 cm^2/m
- ⑥ $\phi_{20}/9$ (Pos.4bw13) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 41,19 cm^2/m
- ⑦ $\phi_{20}/9$ (Pos.4) + $\phi_{16}/36$ (Pos.2) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 46,77 cm^2/m
- ⑧ $\phi_{20}/9$ (Pos.4) + $\phi_{16}/18$ (Pos.2) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 52,36 cm^2/m
- ⑨ $\phi_{20}/9$ (Pos.4bw13) + $\phi_{16}/18$ (Pos.2bw29) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 52,36 cm^2/m
- ⑩ $\phi_{20}/12,5$ (Pos.13) + $\phi_{16}/25$ (Pos.11) + $\phi_{12}/25$ (Pos.3) = 37,69 cm^2/m
- ⑪ $\phi_{20}/12,5$ (Pos.13) + $\phi_{16}/50$ (Pos.11) + $\phi_{12}/25$ (Pos.3) = 33,67 cm^2/m
- ⑫ $\phi_{20}/20$ (Pos.4) + $\phi_{16}/40$ (Pos.2) + $\phi_{12}/40$ (Pos.3) = 23,56 cm^2/m
- ⑬ $\phi_{20}/20$ (Pos.4) + $\phi_{16}/80$ (Pos.2) + $\phi_{12}/40$ (Pos.3) = 21,04 cm^2/m
- ⑭ $\phi_{16}/18$ (Pos.2bw29) + $\phi_{14}/36$ (Pos.22) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 21,72 cm^2/m
- ⑮ $\phi_{14}/36$ (Pos.22) + $\phi_{12}/18$ (Pos.3) = 10,55 cm^2/m
- ⑯ $\phi_{16}/18$ (Pos.2bw29) + $\phi_{14}/36$ (Pos.22) = 15,45 cm^2/m
- ⑰ $\phi_{16}/18$ (Pos.2bw29) = 11,17 cm^2/m
- ⑱ $\phi_{16}/18$ (Pos.2bw29) + $\phi_{16}/18$ (Pos.30) = 22,34 cm^2/m
- ⑲ $\phi_{16}/18$ (Pos.30) = 11,17 cm^2/m
- ⑳ $\phi_{16}/18$ (Pos.30) + $\phi_{14}/36$ (Pos.22) = 15,45 cm^2/m

Tunneldecke, oben

Erforderliche obere Bewehrung:



Systemausschnitt Gruppe 3
Flächenelemente, Querbewehrung (2.Lage) oben in cm²/m, Bemessungsfall 2 Nach dem
Rissnachweis (Max=29.4)

M 1 : 42

Vergleich der erforderlichen Bewehrungen mit vorhandener

- Im Bereich, der bereits von Straßenverkehr überfahrenen Teil ist, die vorhandene Bewehrung ausreichen. Die Ergebnisse der Nachrechnung von 2017 können bestätigt werden.

$$\text{erf. } a_s = 19 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 21,7 \text{ cm}^2 \text{ (Bereich 14)}$$

- Im Bereich der bisherigen Nische wird neue Eckbewehrung von oben in die Wände eingebohrt und eingeklebt bzw. neue obere Bewehrung im Feld verlegt und die Nische mit neuen Beton C25/30 geschlossen:

$$\text{erf. } a_s = 11,9 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ gewählt } \varnothing 14 - 15 = 12,32 \text{ cm}^2 \quad \text{B500 B}$$

→ Die im Rahmen der Vorbemessung erhaltenen Bewehrungsgrade sind strenggenommen für St A-I erforderlich. Eine Genauere Betrachtung mit B 500 B könnte eine Reduktion ergeben. Im Rahmen der Vorplanung ist die grundsätzliche Machbarkeit jedoch nachgewiesen!

- Bereich Geh- und Radweg:

$$\text{erf. } a_s = 5,4 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 21,7 \text{ cm}^2 \text{ (Bereich 12)}$$

rechnerisch ausreichend für Nachrechnung für Verkehrslast von 5,0 kN/m²

Querkraftbewehrung:

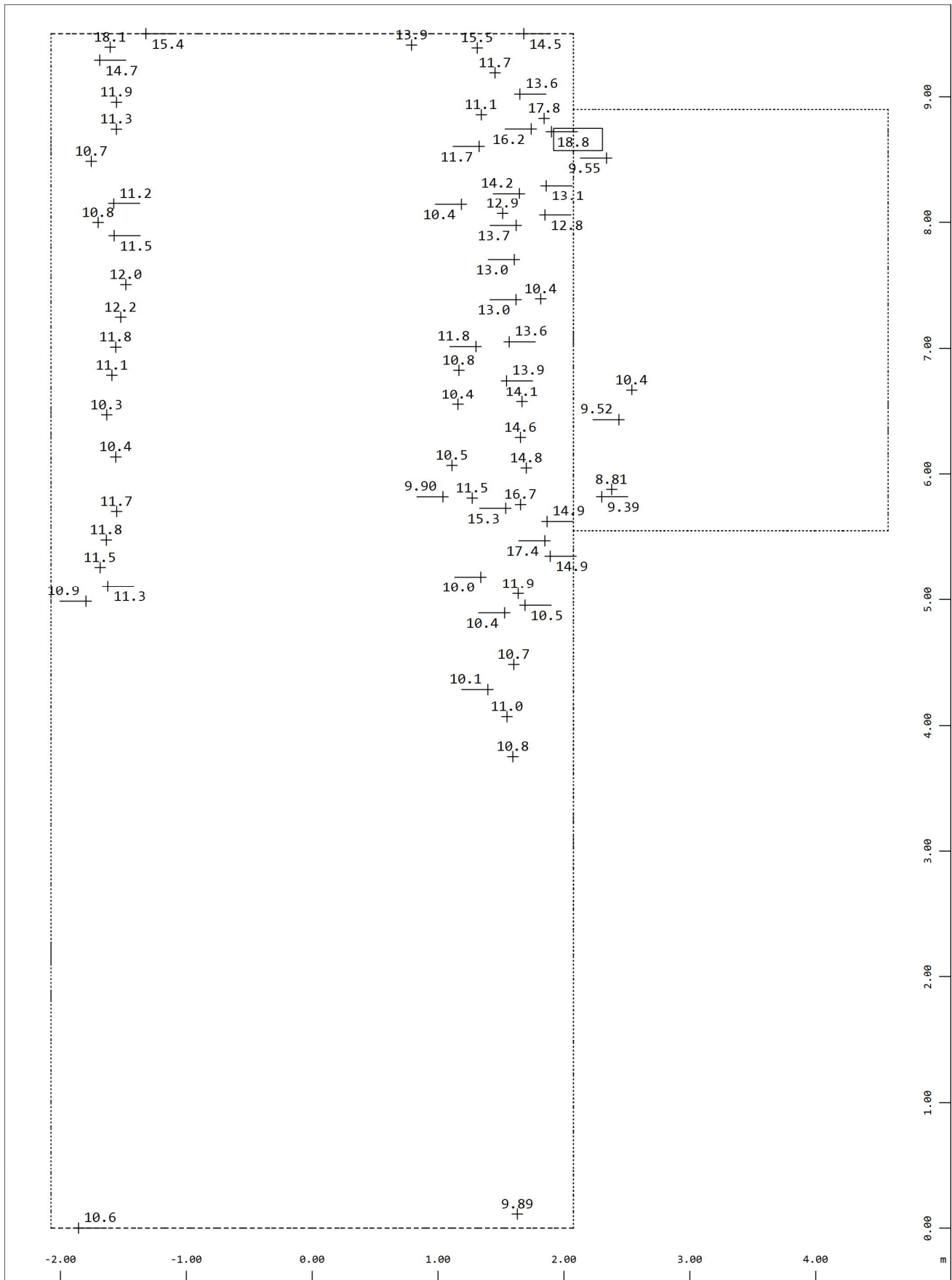
Querkraftbewehrung im Gesamtquerschnitt:

$$\text{erforderlich } a_{sw} = 11,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

$$\text{gewählt } \varnothing 10 \quad a_{l\ddot{a}ngs} = 25 \text{ cm}; a_{quer} = 25 \text{ cm} = 12,56 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

auf ca. 0,75 m Länge von Innenkante Wand aus

- Bewehrung von unterer Spritzbetonverstärkung bis in obere Bewehrung
- Durchführung durch Bestandsbeton durch Bohrungen und Klebemörtel

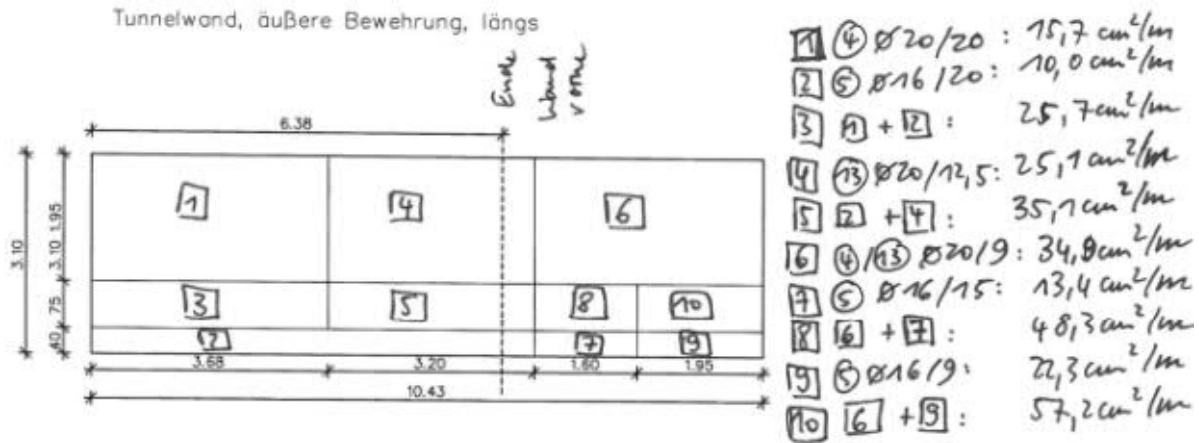


X Systemausschnitt Gruppe 3
 1-y Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm²/m², Bemessungsfall 2 Nach dem Rissnachweis
 Kontur

M 1 : 42

4.5.2 Tunnelwand

Vorhandene Rahmenbewehrung außenseitig:



Querbewehrung
 9 $\emptyset 10/25$: $3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$

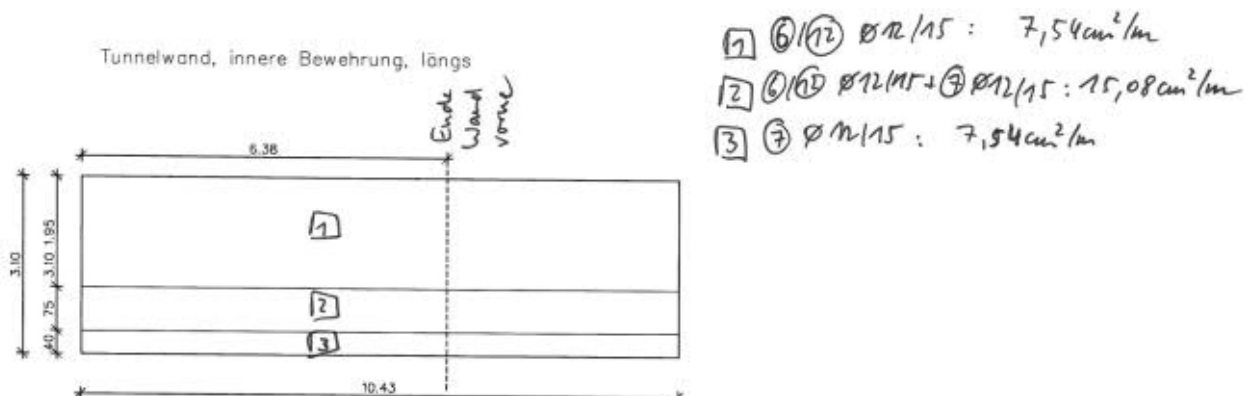
Erforderliche Bewehrung:

- obere und untere Ecke Bereich Fahrbahn: $12,3 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 25,1 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Bereich 4)
- obere und untere Ecke Bereich Gehweg: $9 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{vorhanden } 25,7 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Bereich 3)

→ die äußere Rahmenbewehrung ist ausreichend!

Vertikale Bewehrung innenseitig:

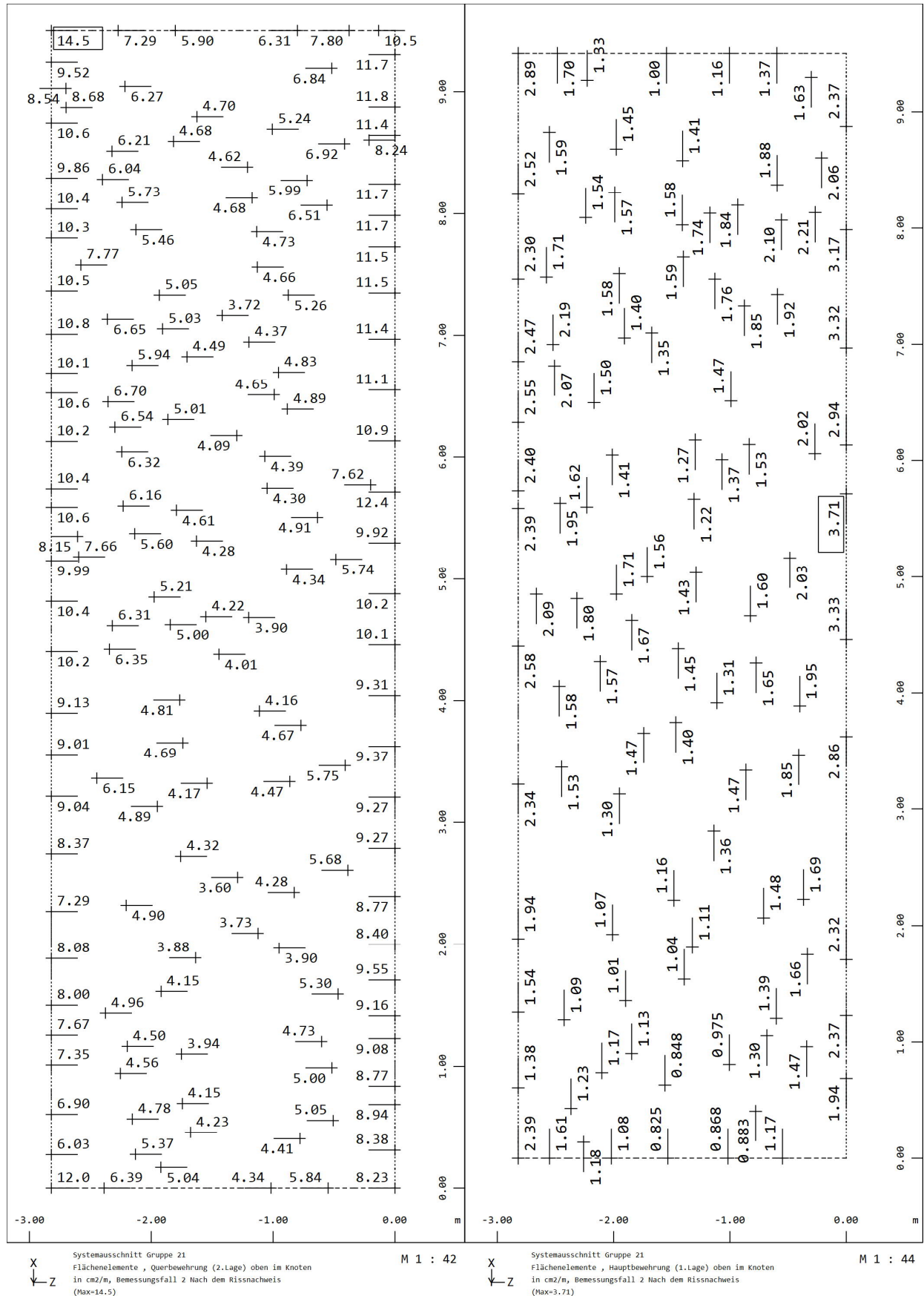
Tunnelwand, außen

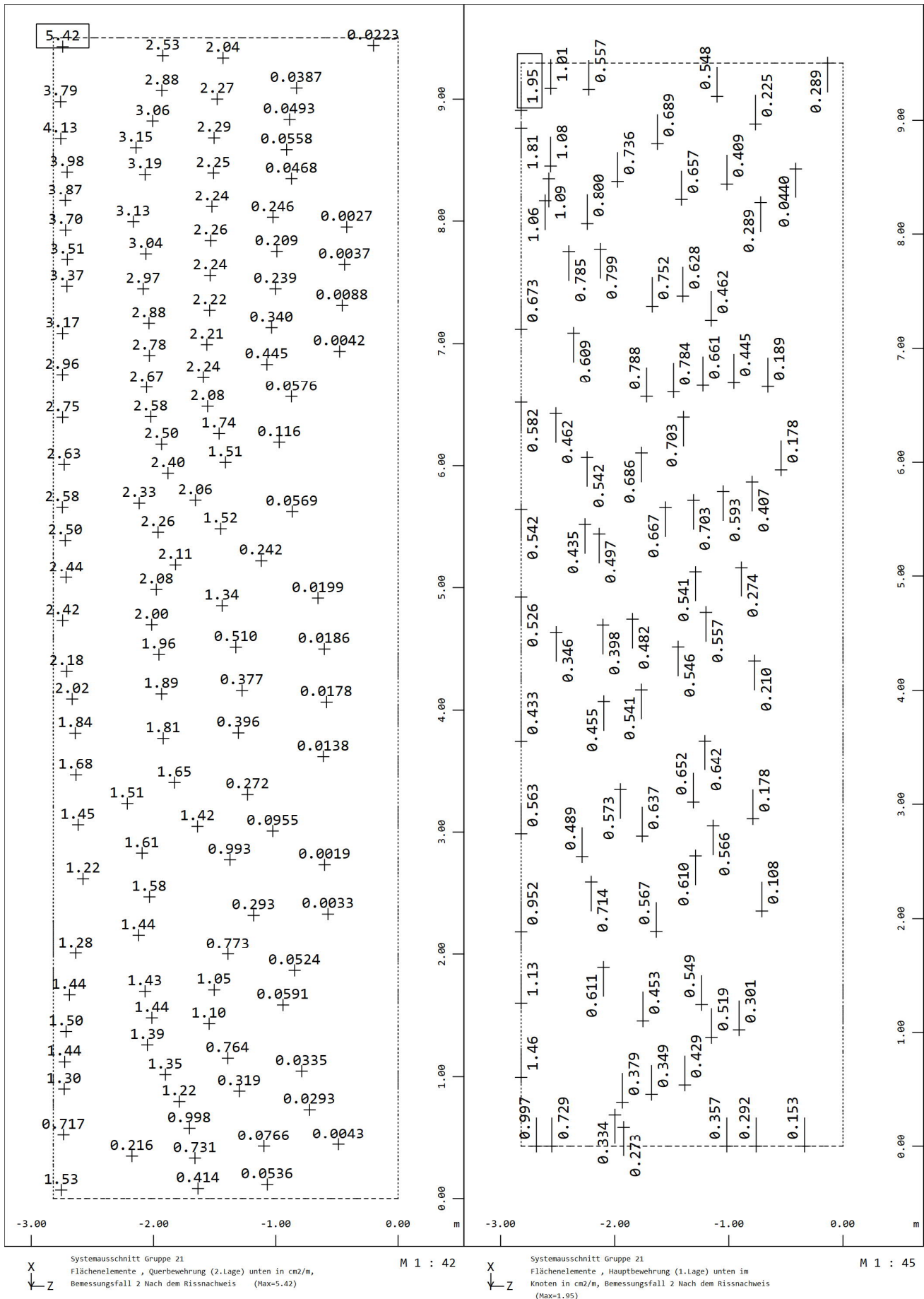


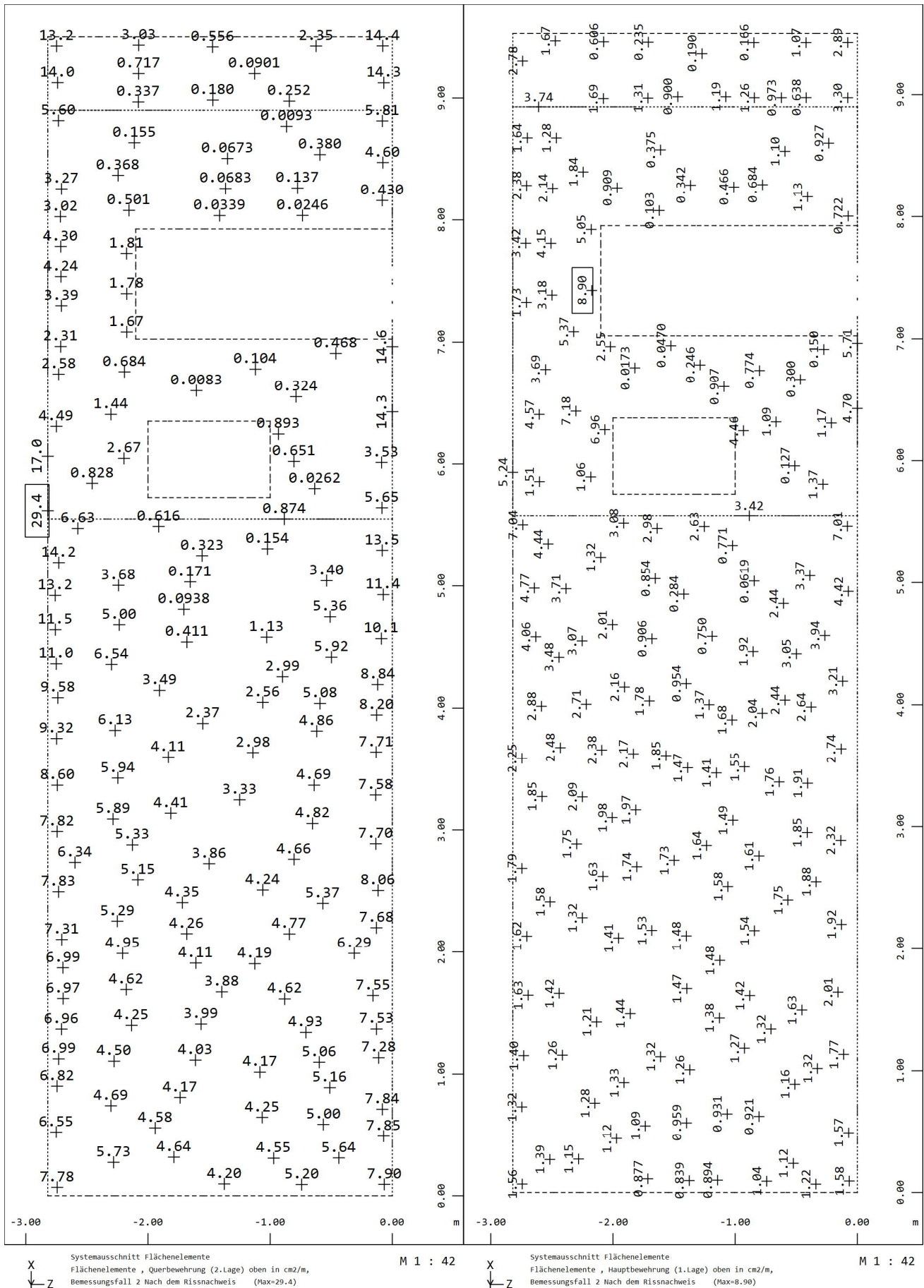
Querbewehrung
 9 $\emptyset 10/25$: $3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$

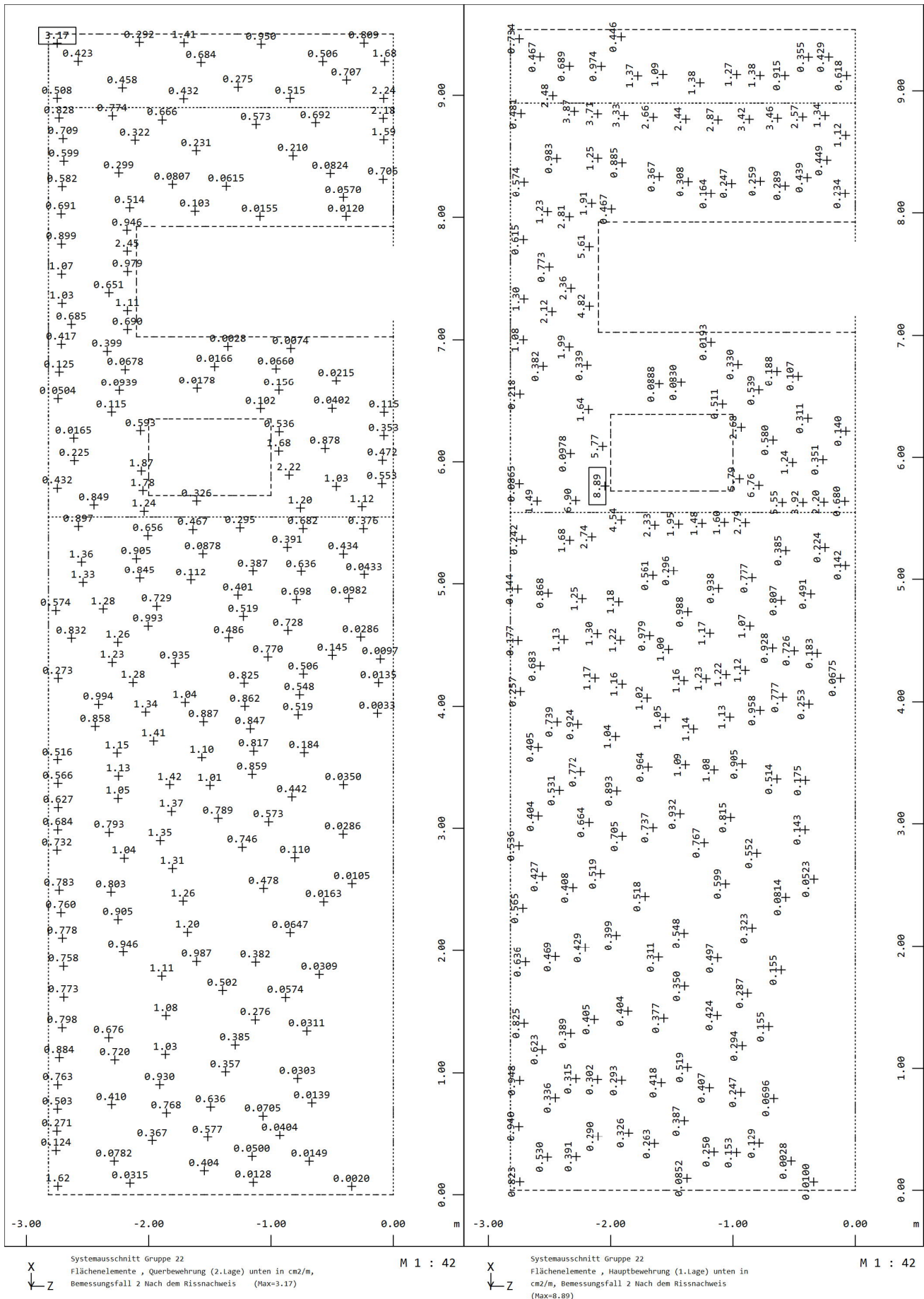
Tunnelwand, innen

Max. erforderlich innen 5,24 cm²/m < vorhanden 7,54 cm²/m



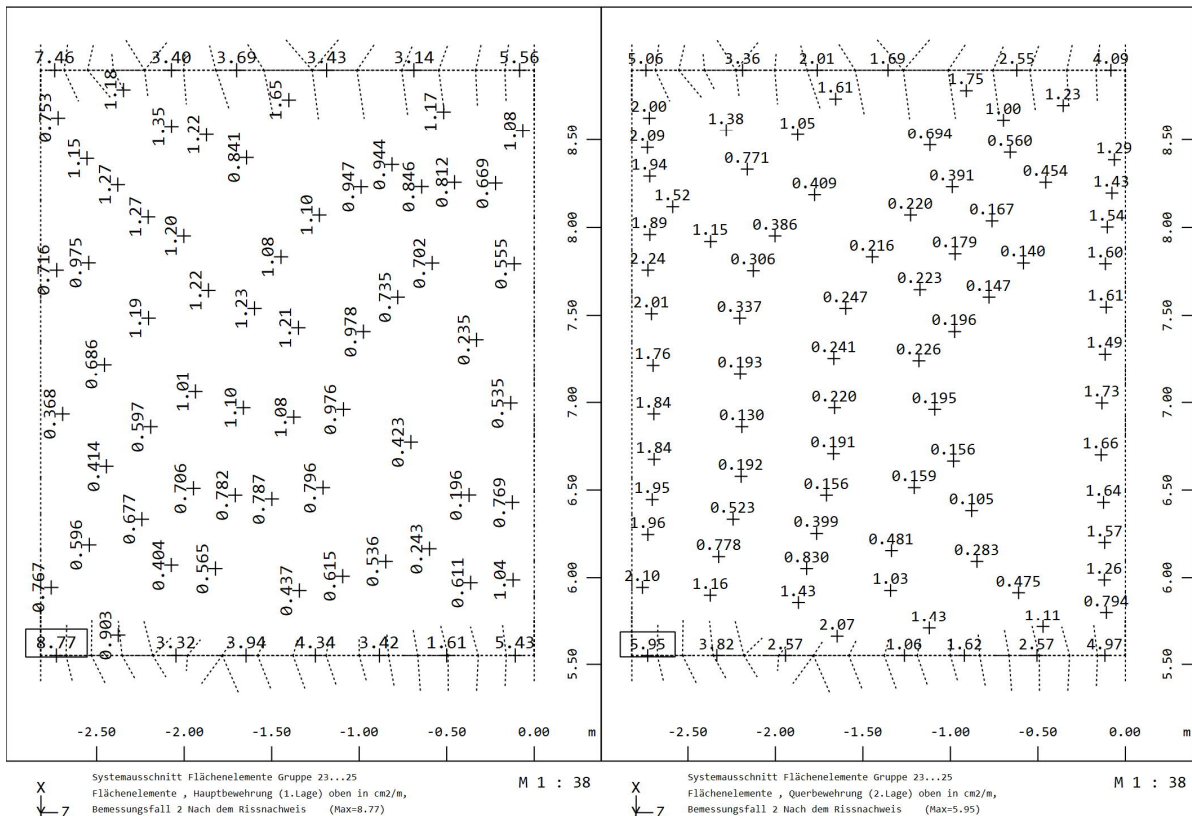
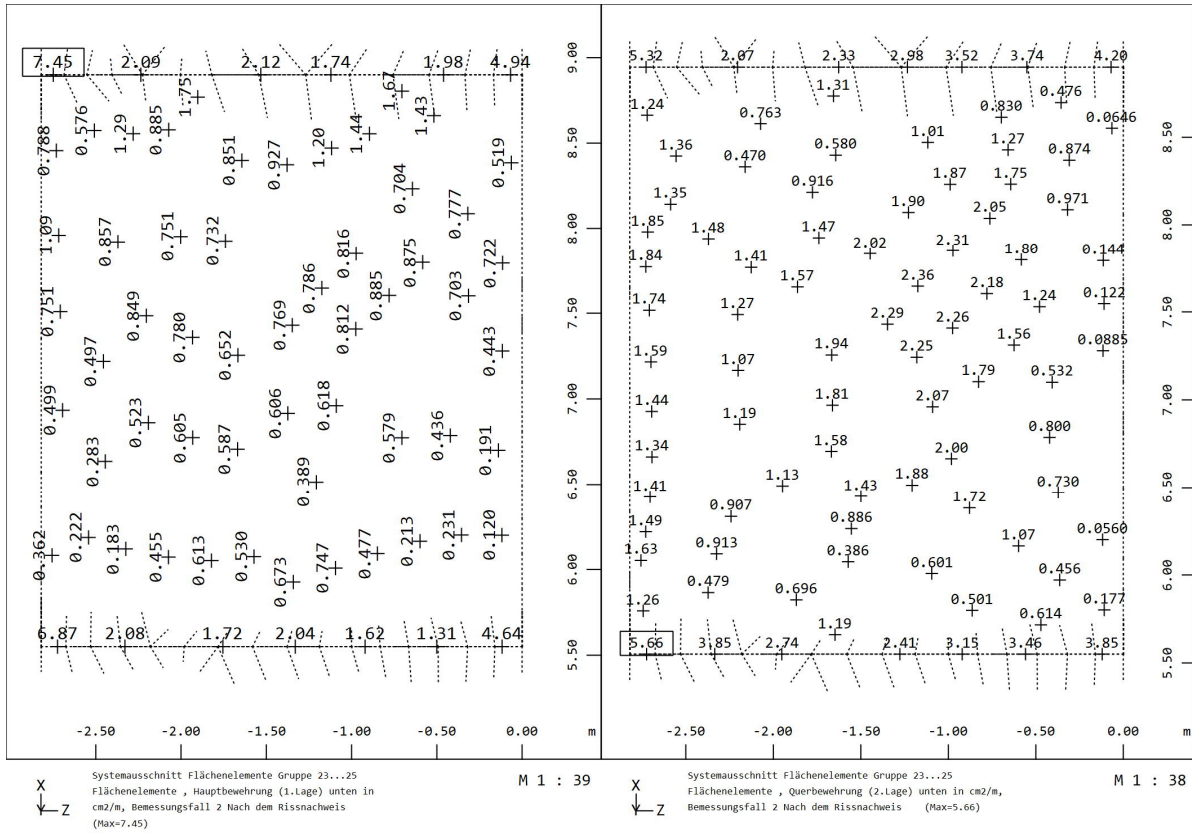






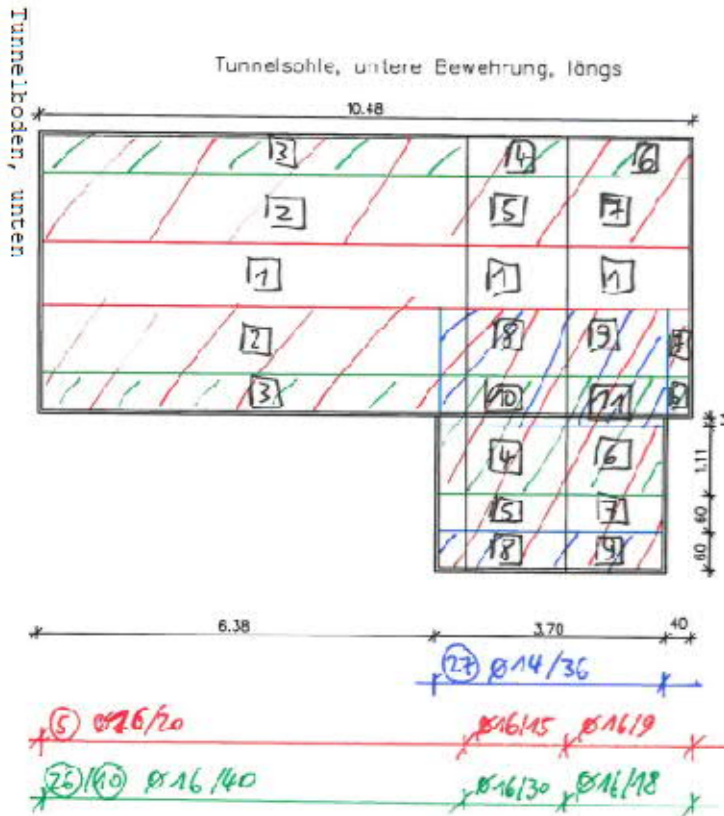
4.5.3 Tunnelwand zum Betriebsraum

Die ergebnisse aus der Nachrechnung 2017 werden bestätigt. Die Bewehrung ist ausreichend!



4.5.4 Tunnelboden

Untere Bewehrung



- 1) $0 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 2) $(5) \text{ } \varnothing 16/20 : 10,1 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 3) $(5) \text{ } \varnothing 16/20 + (10) \text{ } \varnothing 16/40 : 15,1 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 4) $(5) \text{ } \varnothing 16/15 + (26) \text{ } \varnothing 16/30 : 20,1 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 5) $(5) \text{ } \varnothing 16/15 : 13,4 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 6) $(5) \text{ } \varnothing 16/9 + (10) \text{ } \varnothing 16/18 : 23,5 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 7) $(5) \text{ } \varnothing 16/9 : 22,3 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 8) $(27) \text{ } \varnothing 14/36 + (5) \text{ } \varnothing 16/15 : 17,7 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 9) $(27) \text{ } \varnothing 14/36 + (5) \text{ } \varnothing 16/9 : 26,6 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 10) $(27) \text{ } \varnothing 14/36 + (5) \text{ } \varnothing 16/15 + (26) \text{ } \varnothing 16/30 : 24,4 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 11) $(27) \text{ } \varnothing 14/36 + (5) \text{ } \varnothing 16/9 + (26) \text{ } \varnothing 16/18 : 37,8 \text{ cm}^2/\text{m}$

Anerkennung

Tunnel: $(9) \text{ } \varnothing 10/25 : 3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$

Bereichsraum: $(5) \text{ } \varnothing 16/20 : 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

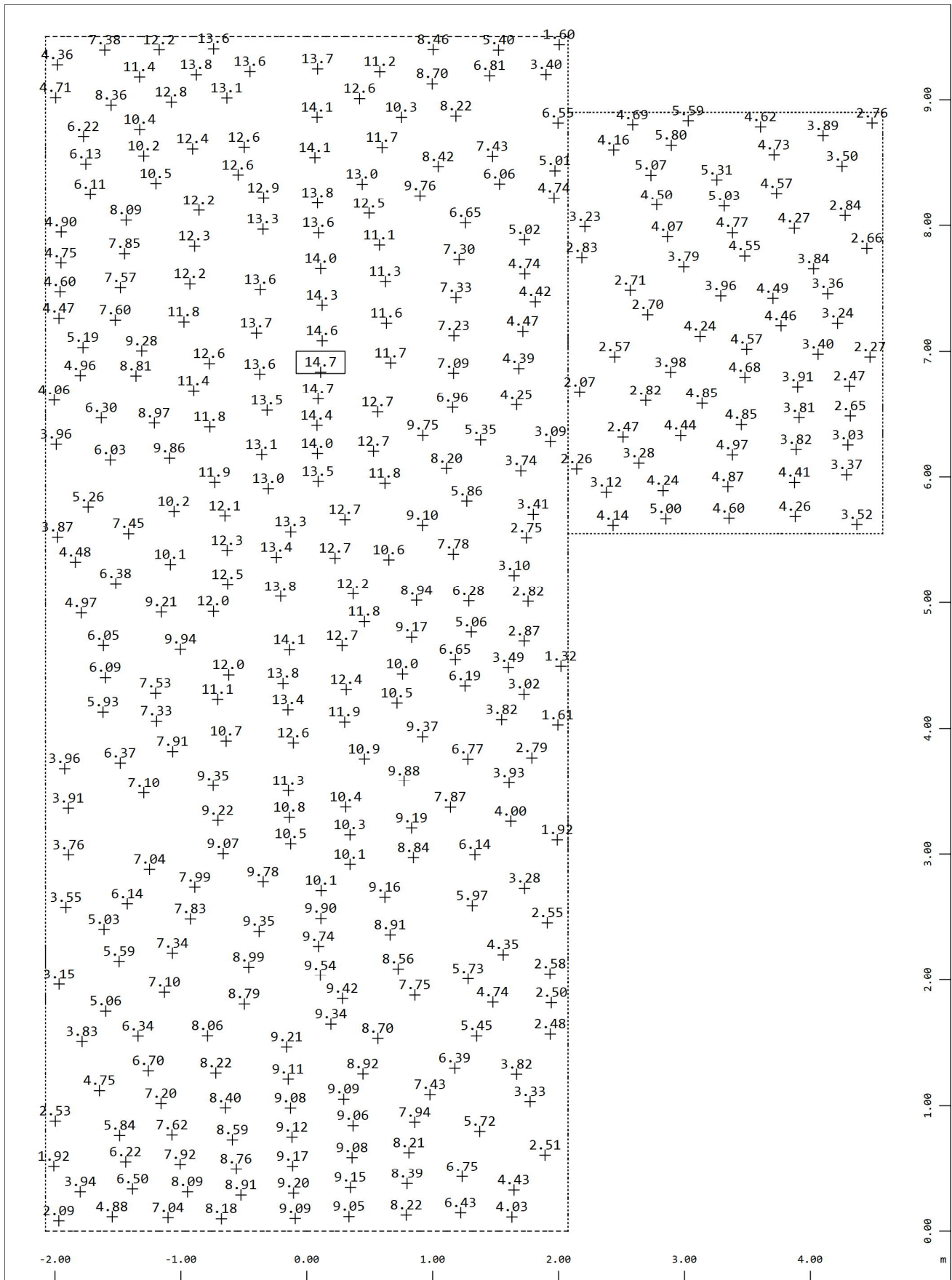
Vergleich der erforderlichen Bewehrungen mit vorhandener

- Im Bereich, der bereits von Straßenverkehr überfahrenen Teil ist, die vorhandene Bewehrung ausreichen. Die Ergebnisse der Nachrechnung von 2017 können bestätigt werden.

erf. $a_s = 25 \text{ cm}^2/\text{m} \approx$ vorhanden $24,4 \text{ cm}^2$ (Bereich 10)

- Im Bereich unter der bisherigen Nische:

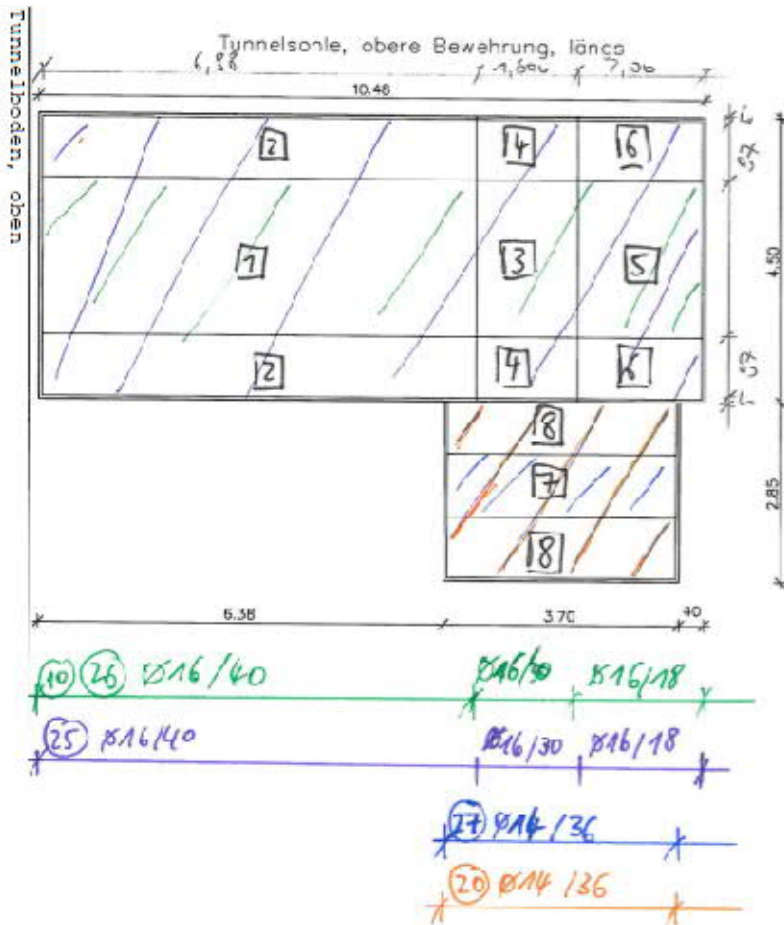
erf. $a_s = 11 \text{ cm}^2/\text{m} <$ vorhanden $15,1 \text{ cm}^2$



x
└─y
Systemausschnitt Gruppe 3
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten in cm²/m, Bemessungsfall 2 Nach dem
Rissnachweis (Max=14.7)

M 1 : 42

Obere Bewehrung



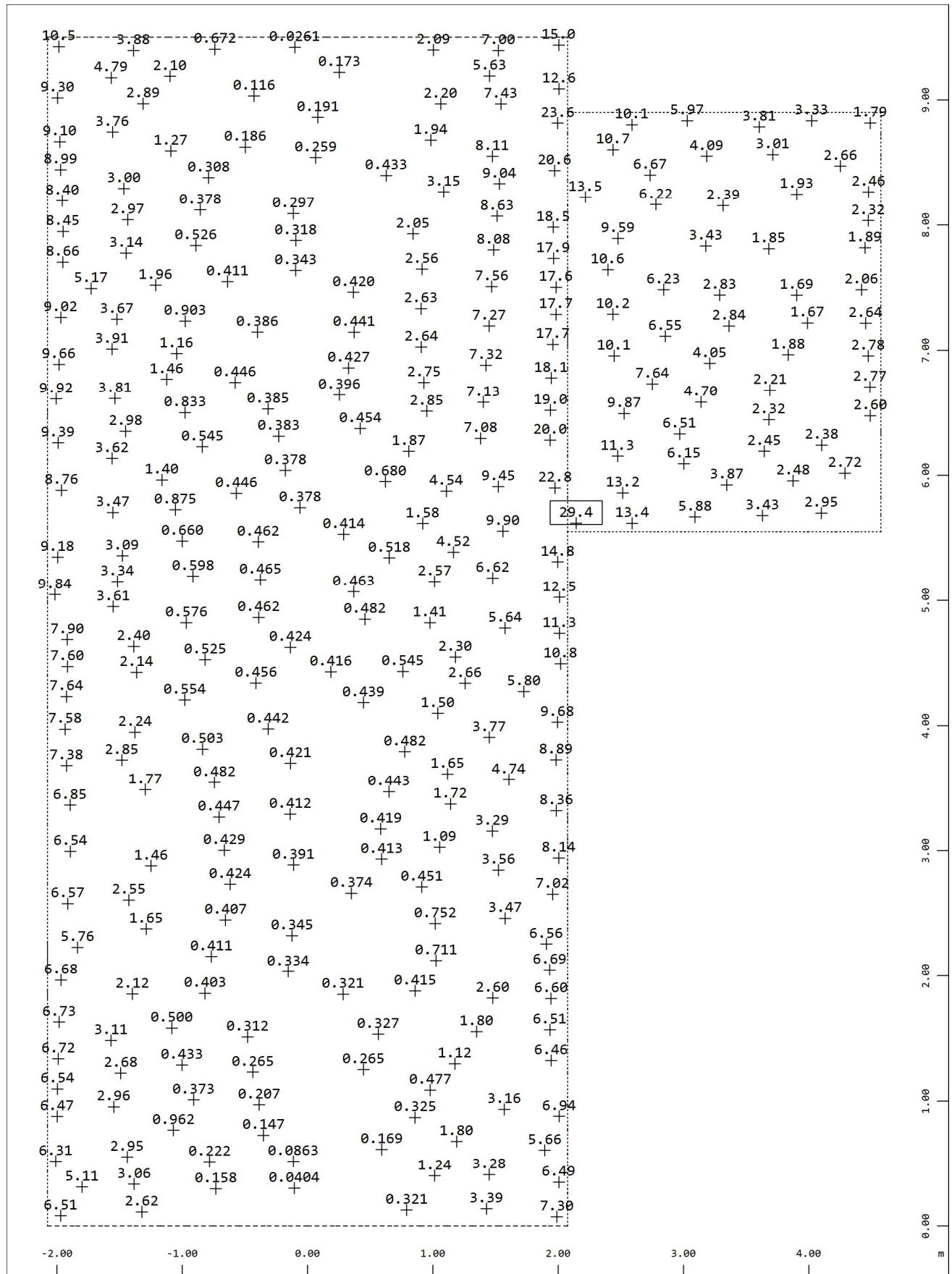
1	10, Ø 16/40 + 25, Ø 16/40	10,0 cm ² /m
2	26, Ø 16/40	5,0 cm ² /m
3	25, Ø 16/30 + 27, Ø 16/30	13,4 cm ² /m
4	25, Ø 16/30	6,7 cm ² /m
5	26, Ø 16/18 + 27, Ø 16/18	22,3 cm ² /m
6	25, Ø 16/18	19,2 cm ² /m
7	27, Ø 14/36 + 20, Ø 14/36	8,6 cm ² /m
8	27, Ø 14/36	4,3 cm ² /m

Auerbewehrung:

Tunnel:	9, Ø 10/75	3,70 cm ² /m
Behälterraum:	31, Ø 12/70	5,65 cm ² /m

Vergleich der erforderlichen Bewehrungen mit vorhandener

- Im Bereich, der bereits von Straßenverkehr überfahrenen Teil ist, die vorhandene Bewehrung ausreichen. Die Ergebnisse der Nachrechnung von 2017 können bestätigt werden.
erf. $a_s = 13,4 \text{ cm}^2/\text{m} \approx \text{vorhanden } 13,4 \text{ cm}^2$ (Bereich 3)
- Im Bereich unter der bisherigen Nische:
erf. $a_s = 12,0 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{vorhanden } 10 \text{ cm}^2$ (Bereich 2) → Ertüchtigung nötig!
→ die vorhandene obere Bewehrung ist im Bereich der Nische und darüber hinaus Richtung Treppe nicht ausreichend! Es muss zusätzliche Bewehrung eingebracht werden, z.B. Abtragen der oberen Betondeckung und Freilegen der oberen Bewehrung. Zulegen von Bewehrungsseisen und neues Aufbetonieren der Betondeckung mit PCC-Betonersatzsystem.



x
y
Systemausschnitt Gruppe 3
Flächenelemente, Querbewehrung (2.Lage) oben in cm²/m, Bemessungsfall 2 Nach dem
Rissnachweis (Max=29.4)

M 1 : 42

5 Zusammenfassung

Im Zuge der Planungen zum Ausbau der Osttangente wird eine zusätzliche Abbiegespur auf der Stadtrodaer Straße in der Kreuzung mit „Am Eisenbahndamm“ vorgesehen. Diese neue Verkehrsführung ändert im Bereich der zusätzlichen Abbiegespur die Beanspruchung des Fußgängertunnels von Geh- Radverkehr zu Straßenverkehr.

Infolge der Lasterhöhung durch die zusätzliche Abbiegespur ist eine lokale Ertüchtigung (ca. 3,50 m Länge) des Tunnels im Bereich des ursprünglichen Gehwegs, nunmehr geplanter Straßenverkehrsfläche, notwendig:

- Umverlegung der bestehenden FM und MS-Leitungen an Rand des Tunnelportals
- Ertüchtigung der Deckenober- und Unterseite
 - o Einkleben von neuer Rahmeneckbewehrung oben in Wände, neue obere Feldbewehrung,
 - o Einbohren von neuer Querkraftbewehrung durch gesamten Deckenquerschnitt
 - o Ausbetonieren der Kabelnische bzw. Wiederherstellung der oberen Betondeckung
 - o 8 cm bewehrte Spritzbetonschale an Unterseite
 - o Wiederherstellung der Oberen Dichtung mit Schutzbeton
- Ertüchtigung der Wandinnenseiten durch Querschnittsvergrößerung um 8 cm nach innen mit Stahlbeton
- Ertüchtigung der Bodenplattenoberseite
 - o Abtragen der oberen Betondeckung
 - o Einlegen von zusätzlichen Bewehrungsstahl im Feldbereich
 - o Wiederherstellung der Betondeckung
 - o Wiederherstellung des Fußbodenaufbaus

Der Bereich des Betriebsraums ist für Straßenverkehrslasten der Brückenklasse 30/30 der Nachrechnungsrichtlinie tragfähig. Hier sind keine Maßnahmen nötig.

Als Verkehrslast wurde für den bestehenden Tunnel und den Ertüchtigungsbereich die Brückenklasse 30/30 gemäß Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie) angesetzt. Der Geh- und Radweg ist nur für eine Verkehrslast von 5,0 kN/m² belastbar! Dies ist auch für Wartungs-, Pflege- und Bauarbeiten sicherzustellen.