

**PONT DE ZAEHRINGEN**  
**RENFORCEMENT DU MUR TEPPAN-YAKI ET MISE EN PLACE DU FILET ANTI-SUICIDE**

---

**NOTE TECHNIQUE****16.04.2024**

---

**1. OBJET**

La Ville de Fribourg a mandaté le bureau d'ingénieurs MGI dans le cadre de la remise en état et la sécurisation contre les suicides du pont de Zaehringen. L'avant-projet prévoit la pose d'un filet de sécurité pour prévenir les suicides le long du pont, ainsi qu'au droit de la zone de parking/terrasse, au droit des parcelles n° 17201, 16459 (à l'aval), 16467, 16457 (à l'amont) de la Commune de Fribourg. Les parcelles à l'amont sont soutenues par deux murs avals en maçonnerie.

**2. BASES ET DOCUMENTS**

Les bases et les documents suivants ont été utilisés :

- Rapport géotechnique, De Cérenville, 09.06.2021
- Sondage dans le mur, MGI Ingénieurs, 09.06.2022
- Plan filet de protection, MGI Ingénieurs, 15.04.2024
- Mémoire technique, De Cérenville, 10.01.2022
- Note de calcul du mur existant, 27.10.2022
- Remarques au calcul EF, De Cerenville, 10.11.2022

**3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES**

Des investigations ont été réalisées en collaboration avec le bureau Decerenville dans la zone des murs en maçonnerie. La zone se caractérise par de nombreux petits murs (dénommés M1 à M4), dont les caractéristiques géométriques ne sont pas connues, aucun plan ou document conforme de ces murs n'ayant pu être mis à disposition et aucune investigation n'ayant été effectués à ce stade. À l'amont, l'accès au bord du mur M3 n'est pas permis pour les véhicules (restriction de parage). L'étude géotechnique du bureau Decerenville permettait de définir, via le sondage exécuté et l'inspection des murs M3, M4 et de la falaise, un modèle géotechnique qui montre des remblais à l'arrière du mur, puis de la molasse dont le niveau a été atteint env. à 5.5m de profondeur. Au pied de l'ouvrage, une épaisseur de matériaux meubles et/ou de molasse altérée de l'ordre maximal du mètre est constatée.

Une inspection sommaire concluait également au bon état visuel des ouvrages principaux, à savoir le mur en maçonnerie (M3) et de l'ouvrage en béton armé (M4). La falaise rocheuse sous-jacente est sécurisée à l'aide d'un treillis plaqué à l'aide de clous, en bon état. Ce treillis recouvre aussi le mur M2 qui est jugé en mauvais état.

L'avant-projet a été développé sur ces bases. Le résultat complet des investigations est présenté dans le rapport réalisé par le bureau Decerenville.

Est

Ouest



Figure 3-1 Position des murs M2, M3 et M4

#### 4. VARIANTES DU PROJET

Étant donné le contexte et les faibles efforts que générera le filet, 3 variantes de retenue du filet ont été proposées, à savoir :

- Des fondations ponctuelles sur micropieux et goujonnées dans le rocher sain, nécessitant des excavations ponctuelles relativement importantes
- Des fondations ponctuelles sur micropieux et clouées dans le rocher sain, nécessitant des excavations ponctuelles moins importantes, complétées par un clou au niveau du filet permettant de reprendre les efforts horizontaux.
- Un système de haubanage similaire à ce qui se fera sur le pont, permettant de ne pas excaver en pied d'ouvrage et reportant les efforts dans le rocher sain et sollicitant peu l'ouvrage existant.

#### 5. VARIANTE RETENUE

En accord avec le MO et le service des biens culturels, la variante avec le système de haubanage a été retenue.

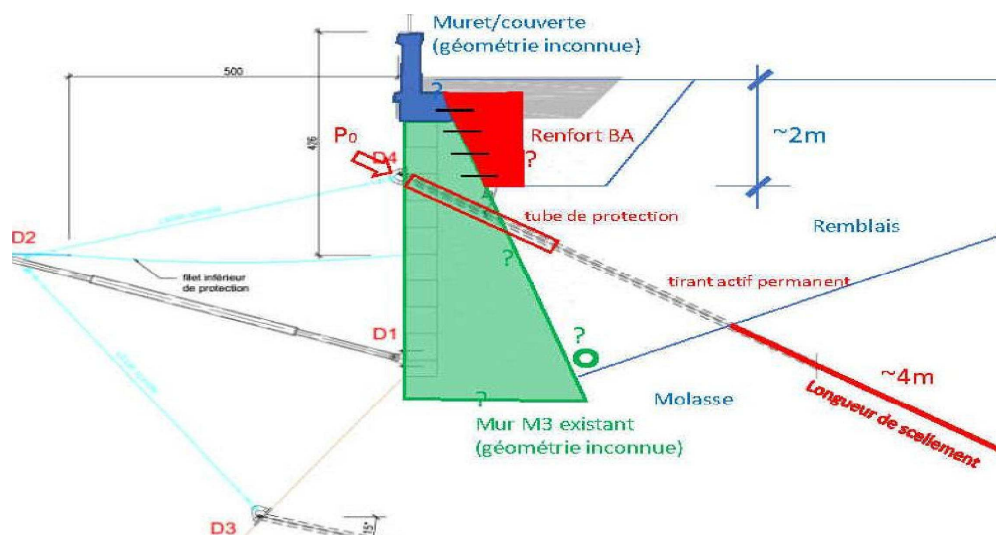


Figure 5-1 Variante de haubanage

Le filet est fixé, selon 5 profils d'espacement variable, aux murs M3 et M4, via deux haubans (en traction) et une bécille inclinée (compression). Le hauban supérieur traverse l'ouvrage existant et va se sceller dans la molasse, alors que le hauban inférieur est ancré directement dans la molasse pour une partie du mur M3 ou est ancré au bas des parements pour l'autre partie du mur M3 et pour M4. La bécille s'appuie contre le parement dans sa moitié inférieure.

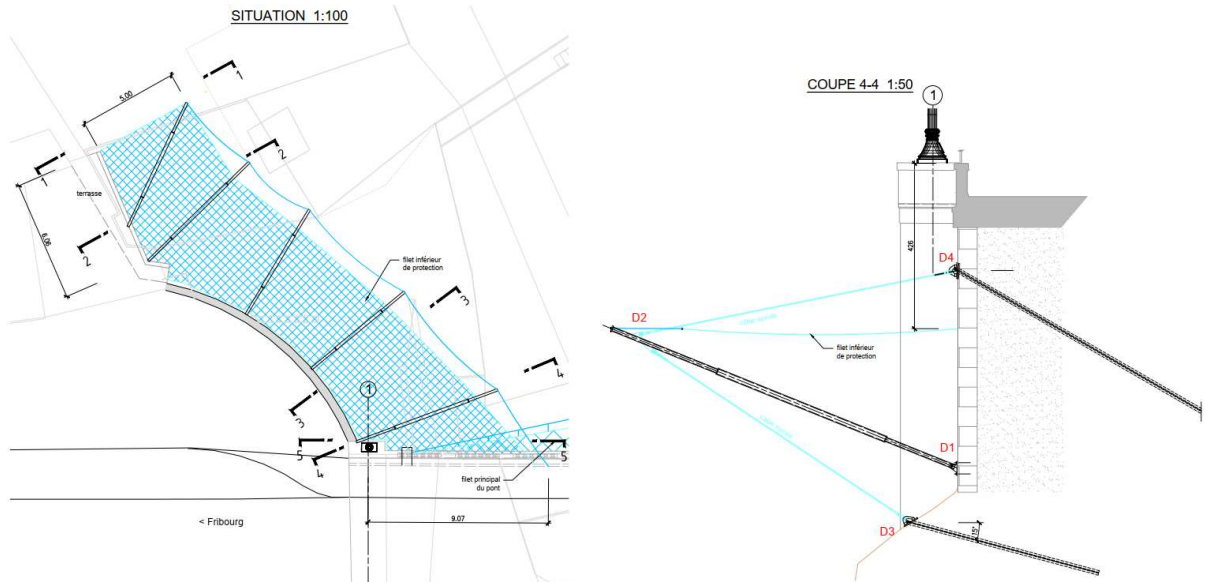


Figure 5-2 Situation et coupe du filet anti-suicide

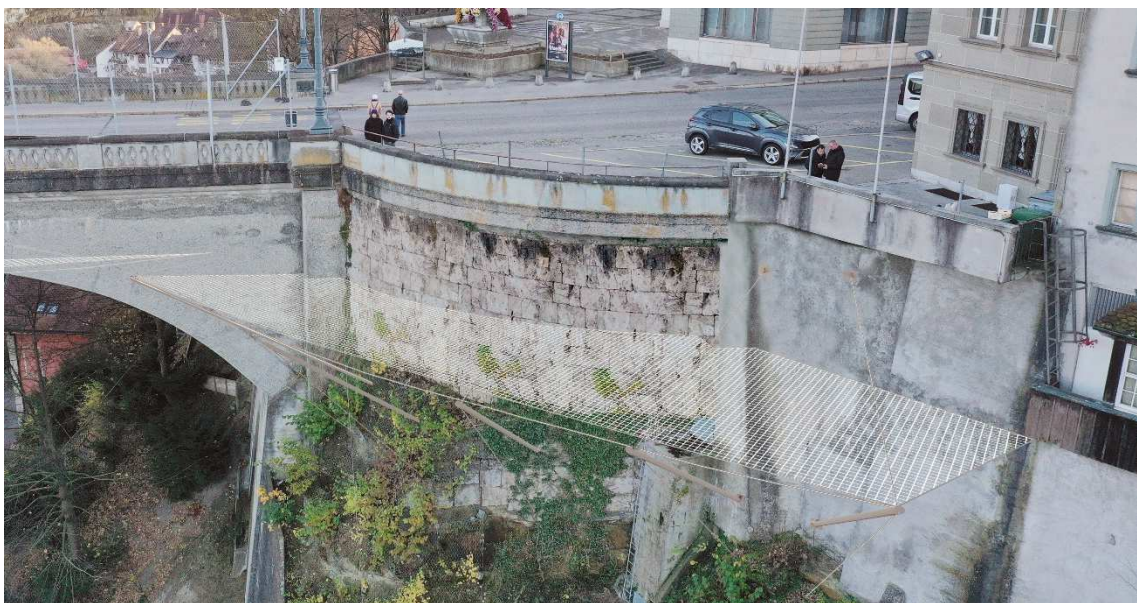


Figure 5-3 Photomontage du filet anti-suicide

### 5.1. Type des ancrages (passif et tirants précontraints)

La configuration des clous passifs supérieurs induit des contraintes défavorables sur le mur, car leurs extrémités s'appuient transversalement sur le parement, ce qui requiert une précontrainte des clous à un niveau supérieur aux forces exercées par les haubans pour assurer la stabilité structurelle de l'ouvrage.

Pour éviter une rupture fragile, il est décidé de passer à des tirants actifs permanents car les aciers des clous ne sont généralement pas adaptés à la précontrainte, sauf à des niveaux de précontrainte modérés.

La longueur des tirants est choisie de manière à ce que les scellements se fassent dans la molasse. Des tirants de 10m permettront un scellement d'environ 3-4m dans la molasse selon le modèle géotechnique proposé.

Ce raisonnement s'applique principalement aux tirants supérieurs des murs en maçonnerie M3 et en béton armé M4. Les clous passifs sont choisis les rangs inférieurs qui ne sont pas affectés par ces considérations.

## **5.2. Mesures constructives**

Un tube de protection sera mis en place pour éviter, en cas de présence d'éléments drainants à l'arrière des murs existants, que ces derniers ne se remplissent de coulis lors des opérations de remplissage/réinjections.

Afin de faire participer le maximum de moellons, le carottage sera fait aux intersections afin que la plaque repose sur 3 ou 4 moellons équarris. En effet, selon la SIA 266, la résistance de ce type d'ouvrage est dépendante plutôt des joints qu'à la qualité pétrographique des moellons. A priori, pour une maçonnerie de type E avec des joints de 1-2 cm d'épaisseur, la résistance à la compression est suffisante en regard des contraintes induites par la précontrainte ( $-1 \text{ N/mm}^2$ )

Étant donné les longueurs et les orientations, il n'y a pas de conflits pour les clous supérieurs, à l'exception du clou d'extrémité du M4, pour lequel un angle plus prononcé est nécessaire.

## **6. VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ DU MUR**

### **6.1. Hypothèse de base**

Le mur a été modélisé aux éléments finis 2D à l'aide du logiciel Z-Soil permettant la prise en compte de la réduction de la poussée au repos vers la poussée active (interaction sol-structure).

Les paramètres suivants, basés sur le rapport géotechnique, ont été utilisés pour cette analyse :

- Remblais et moraine :
  - o  $E=15 \text{ [MPa]}$
  - o  $\varphi'_k=34^\circ - 28^\circ$
  - o  $c'_k= 0 - 5 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
  - o  $\gamma_k= 20 \text{ [kN/m}^3\text{]}$
- Surcharge du trafic :  $15 \text{ kPa}$
- Assise du mur sur grès altéré
- Hauteur du mur : env.  $5.5 \text{ m}$

### **6.2. Vérification du mur existant**

Dans une première étape, la stabilité du mur existant a été vérifiée en faisant varier les paramètres suivants, qui sont inconnus à l'état actuel du projet :

- Couches inclinées
- Couches horizontales
- Mur d'une épaisseur constante de  $1.1 \text{ m}$
- Mur d'une épaisseur variable de  $1.1$  à  $1.5 \text{ m}$



Il est important de noter que la stabilité ne peut pas être démontrée sans cohésion de la moraine et du remblai existant.

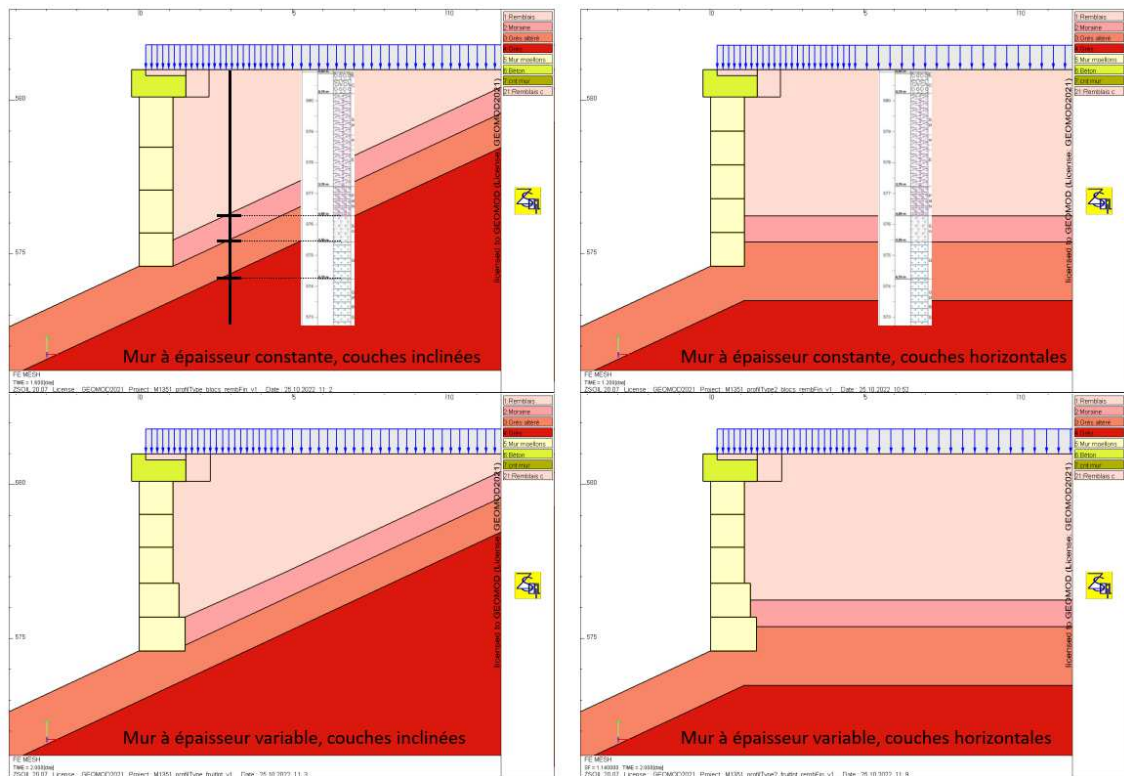


Figure 6-1 modèle EF du mur

Les résultats des différents modèles EF sont illustrés ci-dessous :

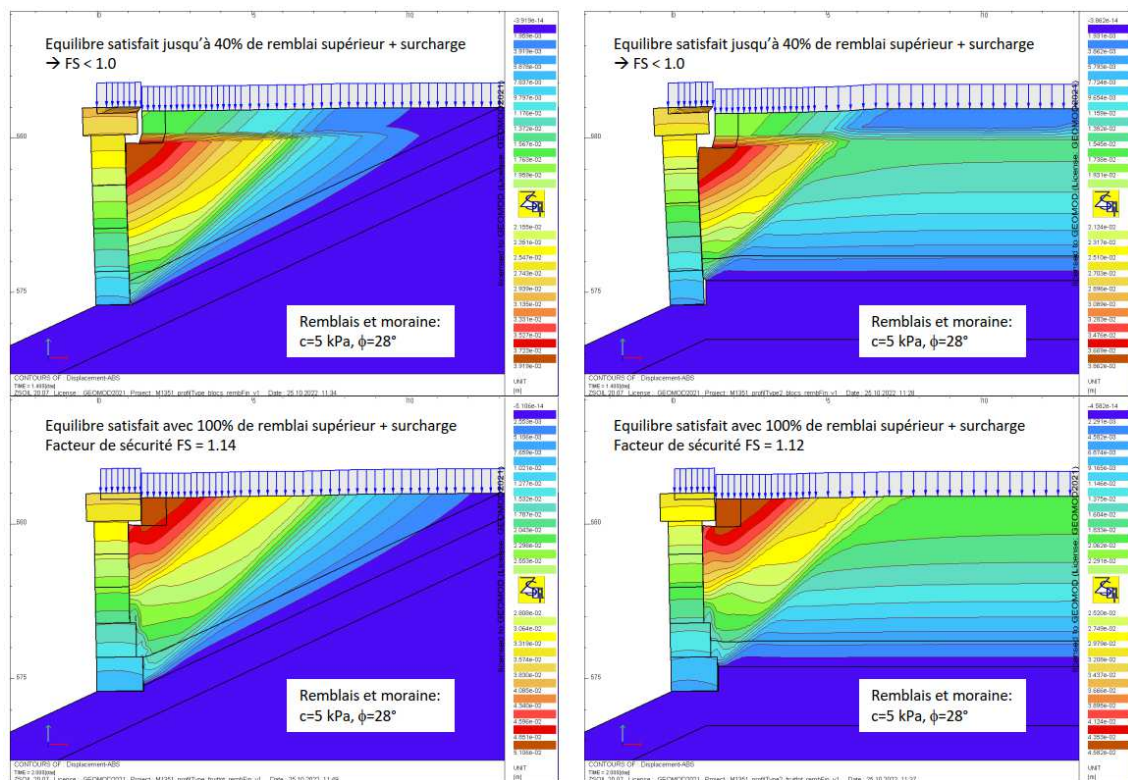


Figure 6-2 Résultats obtenus du modèle EF du mur

Il est observé que l'épaisseur du mur à la base joue un rôle important pour garantir la stabilité du mur. De plus, cette analyse repose sur les hypothèses suivantes :

- Un bon contact entre les moellons et entre le mur et le rocher
- Des surfaces planes en contact
- Absence de pression d'eau

### 6.3. Vérification du mur existant renforcé

Un modèle statique a été réalisé en se basant sur l'hypothèse que le mur existant a une épaisseur constante sur toute sa hauteur. Afin d'augmenter le facteur de sécurité du mur, une console en béton est réalisée à l'arrière du mur en moellon.

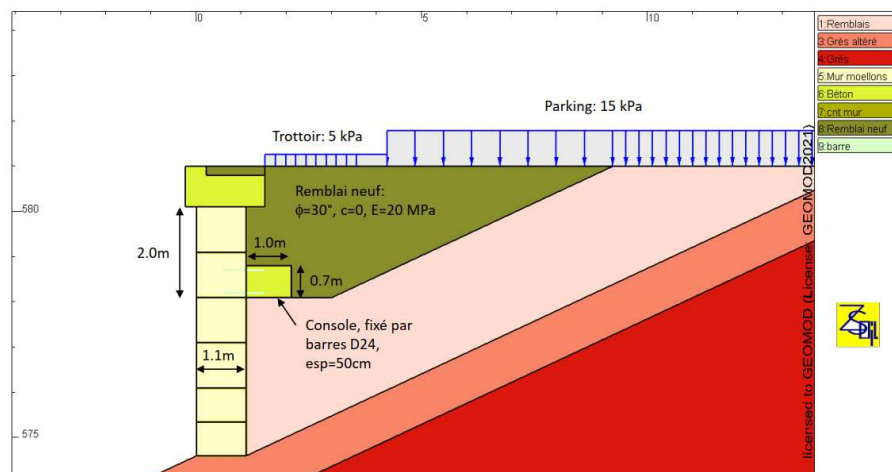


Figure 6-3 modèle EF du mur renforcé

Les résultats des différents modèles EF sont illustrés ci-dessous :

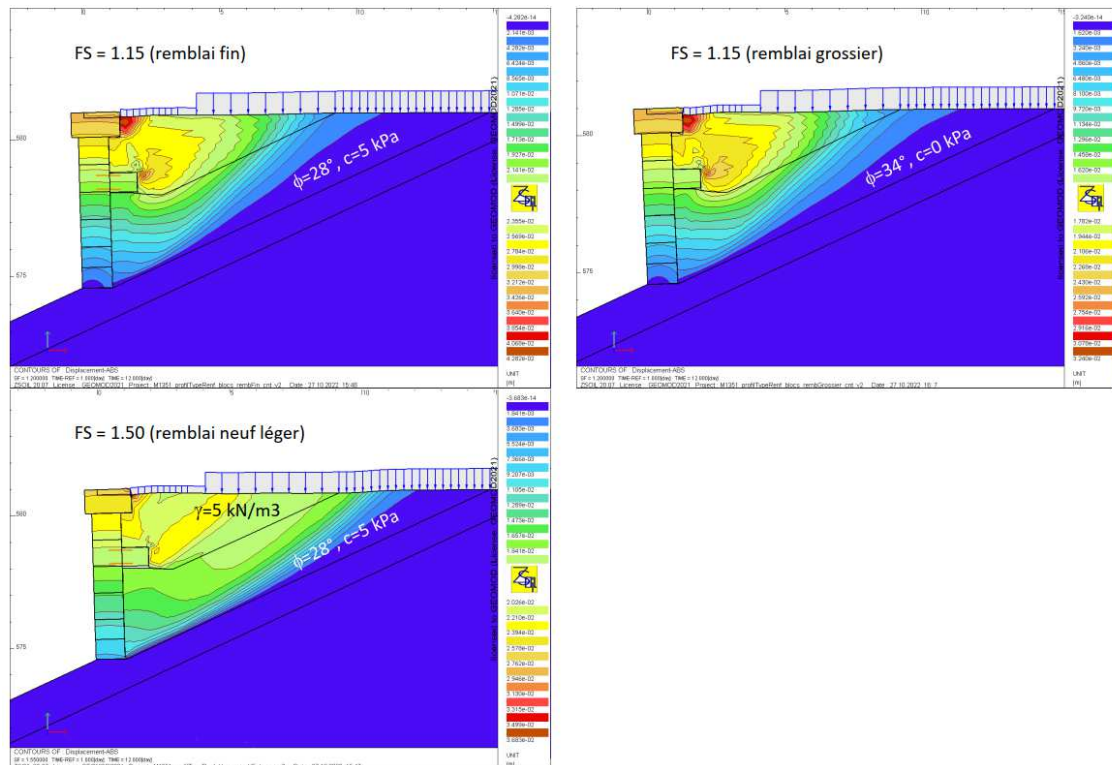


Figure 6-4 Résultats obtenus du modèle EF du mur renforcé

Il est observé que l'ajout d'une console en béton à l'arrière du mur en moellon permet d'augmenter le coefficient de sécurité à 1,15.

#### **6.4. Analyse des résultats du calcul numérique en tenant compte de l'interaction sol-structure**

Les analyses par éléments finis ont démontré les points suivants :

- Que l'hypothèse d'estimer les ELU peut se faire sur la base des poussées actives des terrains.
- L'effet d'une éventuelle surépaisseur du bas du mur est fort. Le facteur passe de  $< 1.0$  à 1.14 si la base passe d'une largeur de 1.1 à 1.5m.

En ce qui concerne les facteurs de sécurité obtenus, si nous souhaitons comparer celui de la minoration des paramètres des terrains (approche EF) avec celui des ELU, nous devrions viser 1,35.

En effet :

- Calcul ELU «à la main » : les facteurs de sécurité partiels admis sont :  $y_G = 1.0$ ,  $y_Q = 1.5$ ,  $y_E = 1.35 \rightarrow n = R_d/E_d = 1.0$
- Calcul EF : tous les facteurs de sécurité sont fixés à 1,0 et le facteur de sécurité est pris comme le facteur de minoration des paramètres des terrains conduisant à l'instabilité. Comme nous avons le droit de prendre  $y_G = 1,0$  pour les poids propres (selon la norme SIA 269, car nous "connaissons" la géométrie) et que nous n'allons pas encore majorer la charge de trafic dont la valeur nominale est déjà importante ( $y_Q = 1,5$ ), la valeur de 1,15 obtenue avec le renforcement à -2m doit être comparée au facteur sur la poussée des terres, qui est de 1,35 ( $y_E$ ).

Les facteurs de sécurité actuellement obtenus sont donc légèrement bas, mais il convient de noter que de nombreuses hypothèses conservatrices ont été prises en compte lors du prédimensionnement, notamment :

- L'utilisation du grès altéré pour la fondation du mur plutôt que du grès sain a été admise. Bien que conservatrice, cette décision est justifiée par la variabilité de la dureté des bancs gréseux (avec une contrainte de cisaillement allant de 0,2 à 1,3 MPa) et le module admissible de 500 MPa est jugé raisonnable.
- La surcharge de trafic de 15 kPa est très conservatrice, car le projet futur n'envisage plus de stationnement à l'arrière du mur en moellon. Cet espace sera exclusivement réservé aux piétons, avec une charge utile de 5 kPa prévue pour cet usage.
- La décision de maintenir la largeur constante du mur sur toute sa hauteur est considérée comme conservatrice étant donné la possibilité que le mur soit légèrement plus large à sa base. Cependant, les carottages réalisés jusqu'à présent ne permettent pas de confirmer cette hypothèse. De plus, le fruit arrière du mur n'a pas été clairement déterminé par ces investigations, et une légère variation dans l'interprétation des carottages peut avoir un impact significatif sur le résultat, ce qui justifie cette approche conservatrice.
- La console découverte lors des investigations a été prise en compte avec une longueur un peu faible (1.5m contre 1.75m) ce qui est légèrement conservateur
- La précontrainte des clous supérieurs qui agit favorablement n'est pas considérée dans le calcul

Il est également important de noter que les hypothèses de base suivantes, considérées comme non conservatrices, ont été prises en compte :

- Le niveau de fondation du mur est fixé à 574.6 msn. Cette hypothèse semble appropriée si l'on considère le modèle avec le toit de la molasse comme étant subhorizontal par rapport au sondage. Cependant, il est possible que la fondation doive être placée à un niveau plus bas si l'on prend en compte un toit légèrement incliné (ce qui semble être plus probable).
- Absence d'eau.

En se basant sur ces hypothèses, il devrait être possible d'atteindre un facteur de sécurité de 1.35 comparé à celui actuellement de 1.15, en prenant en compte notamment :

- La précontrainte des clous supérieurs qui agit favorablement
- La considération d'une charge de 5 kN/m<sup>2</sup> au lieu de 15 kN/m<sup>2</sup> à l'arrière du mur en moellon.
- L'augmentation des dimensions de la console en béton à l'arrière du mur afin d'atteindre le facteur de sécurité visé.

Le renforcement du mur est réalisé comme indiqué à la figure suivante :

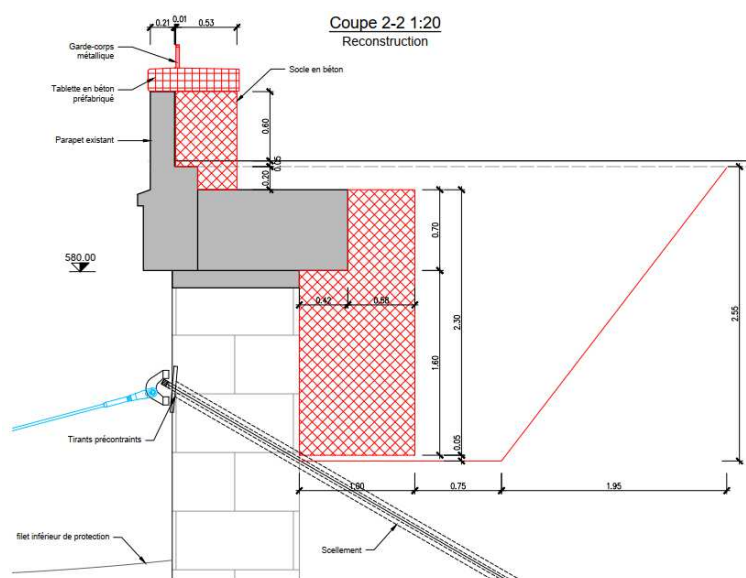


Figure 6-5 Coupe type du renforcement du mur

## 7. DIMENSIONNEMENT DU FILET ANTI-SUICIDE

Le dimensionnement du filet anti-suicide a été réalisé par l'entreprise Jakob AG. La note de calcul est annexée à ce document ci-après.



Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

## STATISCHE BERECHNUNG

### BAUVORHABEN

130 - Pont de Zaehringen  
Abutment

### BAUHERR

### ERSTELLER

Fabian Graber  
Head of Engineering Jakob AG  
MSc ETH / SIA Civil Engineer  
fabian.graber@jakob.ch

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

### 1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/cm <sup>2</sup> ]	Querdehnzahl $\nu$ [-]	Spez. Gewicht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehn. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
2	Baustahl S 355   DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
7	Baustahl S 235 D3W120			80.00	1.60E-05	1.00	Orthotrop elastisch 2D...
Zusätzliche Materialkennwerte sind im Dialog Materialmodell definiert							
12	JAKOB - INOX, 1x19/37   Jakob 13000.00	4333.33	0.500	83.00	1.60E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

### 1.3.5 MATERIALIEN - MATERIALMODELL - ORTHOTROP ELASTISCH 2D

Mat. Nr.	Elastizitätsmodul [kN/cm <sup>2</sup> ]		Schubmodul [kN/cm <sup>2</sup> ]			Querdehnzahl[-]		
	E <sub>x</sub>	E <sub>y</sub>	G <sub>yz</sub>	G <sub>xz</sub>	G <sub>xy</sub>	ν <sub>xy</sub>	ν <sub>yx</sub>	
7	D3W120							
	3068.20	332.60	1.00	1.00	1.00	0.500	0.054	

### 2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990   DIN Einwirkungskategorie	Aktiv	Eigengewicht - Faktor in Richtung		
				X	Y	Z
LF1	SW+P		<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	-1.100
LF2	Temp	Temperatur (ohne Brand)	<input type="checkbox"/>			
LF3	Snow + Ice	Schnee ( $H \leq 1000$ m über NN)	<input type="checkbox"/>			
LF4	Wind	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF5		Imperfektion	<input type="checkbox"/>			
Form-Finding			<input type="checkbox"/>			

### 2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	SW+P	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Steffigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J, I_y, I_z, A, A_y, A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G_J, E_{I_y}, E_{I_z}, EA, GA_y, GA_z$ )
LF2	Temp	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Steffigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J, I_y, I_z, A, A_y, A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G_J, E_{I_y}, E_{I_z}, EA, GA_y, GA_z$ )
LF3	Snow + Ice	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Steffigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J, I_y, I_z, A, A_y, A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G_J, E_{I_y}, E_{I_z}, EA, GA_y, GA_z$ )
LF4	Wind	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Steffigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J, I_y, I_z, A, A_y, A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G_J, E_{I_y}, E_{I_z}, EA, GA_y, GA_z$ )
LF5		Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Steffigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J, I_y, I_z, A, A_y, A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G_J, E_{I_y}, E_{I_z}, EA, GA_y, GA_z$ )
Form-Finding		Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson

### 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK1		0.35*LF1 + 1.5*LF3 + LF5	1	0.35	LF1 SW+P
			2	1.50	LF3 Snow + Ice
			3	1.00	LF5
LK2		0.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5	1	0.35	LF1 SW+P
			2	1.50	LF3 Snow + Ice
			3	0.60	LF4 Wind
			4	1.00	LF5
LK3		0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5	1	0.35	LF1 SW+P
			2	0.60	LF2 Temp
			3	1.50	LF3 Snow + Ice

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

## 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK4		0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + LF5	4	0.60	LF4
			5	1.00	LF5
			1	0.35	LF1
			2	0.60	LF2
			3	1.50	LF3
LK5		0.35*LF1 + 1.5*LF4 + LF5	4	1.00	LF5
			1	0.35	LF1
			2	1.50	LF4
LK6		0.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5	3	1.00	LF5
			1	0.35	LF1
			2	0.90	LF3
			3	1.50	LF4
LK7		0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5	4	1.00	LF5
			1	0.35	LF1
			2	0.60	LF2
			3	0.90	LF3
			4	1.50	LF4
LK8		0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF4 + LF5	5	1.00	LF5
			1	0.35	LF1
			2	0.60	LF2
			3	1.50	LF4
			4	1.00	LF5
LK9		0.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5	1	0.35	LF1
			2	1.50	LF2
			3	1.00	LF5
LK10		0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF3 + LF5	1	0.35	LF1
			2	1.50	LF2
			3	0.90	LF3
			4	1.00	LF5
LK11		0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF3 + 0.6*LF4 + LF5	1	0.35	LF1
			2	1.50	LF2
			3	0.90	LF3
			4	0.60	LF4
			5	1.00	LF5
LK12		0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.6*LF4 + LF5	1	0.35	LF1
			2	1.50	LF2
			3	0.60	LF4
			4	1.00	LF5

## 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK1	0.35*LF1 + 1.5*LF3 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
		Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
		<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$
LK2	0.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5	StEIFigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ )
		: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ )
		: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )
		Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
LK3	0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5	Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
		<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$
		StEIFigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ )
		: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ )
LK4	0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + LF5	: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )
		Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen a : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

## 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		algebraischen Gleichungen Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK5	0.35*LF1 + 1.5*LF4 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK6	0.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK7	0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK8	0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF4 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK9	0.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, $I_y$ , $I_z$ , A, $A_y$ , $A_z$ ) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y$ , $EI_z$ , EA, $GA_y$ , $GA_z$ )
LK10	0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF3 + LF5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System b



Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

## 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )
LK11	$0.35 \cdot LF1 + 1.5 \cdot LF2 + 0.9 \cdot LF3 + 0.6 \cdot LF4 + LF5$	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )
LK12	$0.35 \cdot LF1 + 1.5 \cdot LF2 + 0.6 \cdot LF4 + LF5$	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie III. Ordnung Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$ Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ ) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )

## 2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1		LK1 oder bis LK12

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
<b>Lastfall RF-Formfindung</b>				
	Summe Belastung in Richtung X	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-17.7	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-17.7	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.003	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.748, Y:-2.358, Z:-1.151 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.009	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.341	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-537.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 497 (X: 33.620, Y: -2.736, Z: -0.047 m)
	Max. Verschiebung in Y	-970.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 314 (X: 38.913, Y: -2.541, Z: -0.025 m)
	Max. Verschiebung in Z	-236.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 801 (X: 44.027, Y: -1.692, Z: -2.757 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	1012.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 314 (X: 38.913, Y: -2.541, Z: -0.025 m)
	Max. Verdrehung um X	15.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 46 (X: 44.254, Y: 1.853, Z: -3.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-7.5	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 53 (X: 34.528, Y: 0.405, Z: -3.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	-1.0	mmrad	Stab Nr. 455, x: 0.306 m
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	49		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.723E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.733E+1648		
	Unendlich-Norm	9.292E+13		
<b>Lastkombination LK1 - 0.35*LF1 + 1.5*LF3 + LF5</b>				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-97.2	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-97.2	kN	Abweichung 0.01%
	Resultierende der Reaktionen um X	-39.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-80.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-32.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verschiebung in Y	75.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 787 (X: 34.235, Y: -1.501, Z: 0.968 m)
	Max. Verschiebung in Z	-516.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	518.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verdrehung um X	-16.4	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
	Max. Verdrehung um Y	-13.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.0	mmrad	Stab Nr. 455, x: 0.350 m
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	5		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.72E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.344E+1708		
	Unendlich-Norm	9.298E+13		
<b>Lastkombination LK2 - 0.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5</b>				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-110.7	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-110.7	kN	Abweichung 0.01%
	Resultierende der Reaktionen um X	-42.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-79.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-33.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verschiebung in Y	73.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 787 (X: 34.235, Y: -1.501, Z: 0.968 m)
	Max. Verschiebung in Z	-513.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	515.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verdrehung um X	-17.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
	Max. Verdrehung um Y	-15.3	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	7		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.72E+10		

Projekt:

Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.907E+1710		
	Unendlich-Norm	9.298E+13		
Lastkombination LK3 - 0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + 0.6*LF4 + LF5				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.1	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-110.7	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-110.7	kN	Abweichung 0.01%
	Resultierende der Reaktionen um X	-42.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-79.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-34.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verschiebung in Y	74.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 787 (X: 34.235, Y: -1.501, Z: 0.968 m)
	Max. Verschiebung in Z	-508.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	509.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verdrehung um X	-18.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
	Max. Verdrehung um Y	-15.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	5		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.72E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	6.421E+1710		
	Unendlich-Norm	9.3E+13		
Lastkombination LK4 - 0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF3 + LF5				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-97.2	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-97.2	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	-39.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-80.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.5	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-34.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verschiebung in Y	76.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 787 (X: 34.235, Y: -1.501, Z: 0.968 m)
	Max. Verschiebung in Z	-511.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	513.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 262 (X: 44.572, Y: -1.857, Z: -0.014 m)
	Max. Verdrehung um X	-16.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
	Max. Verdrehung um Y	-14.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	5		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.72E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	2.357E+1709		
	Unendlich-Norm	9.3E+13		
Lastkombination LK5 - 0.35*LF1 + 1.5*LF4 + LF5				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.0	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-57.7	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-57.7	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	-7.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	2.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-5.0	mm	Stab Nr. 476, x: 0.690 m
	Max. Verschiebung in Y	9.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 459 (X: 29.497, Y: -4.927, Z: 0.050 m)
	Max. Verschiebung in Z	-222.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	222.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
	Max. Verdrehung um X	11.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 470 (X: 46.158, Y: 1.239, Z: -3.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-4.7	mrad	Stab Nr. 556, x: 2.000 m
	Max. Verdrehung um Z	-0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	4		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.723E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.270E+1668		
Unendlich-Norm	9.296E+13		

Lastkombination LK6 - 0.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.1	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-101.6	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-101.6	kN	Abweichung 0.01%
Resultierende der Reaktionen um X	-30.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-45.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-25.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verschiebung in Y	51.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 787 (X: 34.235, Y: -1.501, Z: 0.968 m)
Max. Verschiebung in Z	-460.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verschiebung vektoriell	461.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verdrehung um X	-17.5	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Y	-13.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	-3.4	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	6		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.721E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.236E+1702		
Unendlich-Norm	9.299E+13		

Lastkombination LK7 - 0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.1	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-101.6	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-101.6	kN	Abweichung 0.03%
Resultierende der Reaktionen um X	-30.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-46.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-27.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verschiebung in Y	53.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 788 (X: 33.946, Y: -3.382, Z: 0.454 m)
Max. Verschiebung in Z	-454.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verschiebung vektoriell	455.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verdrehung um X	-17.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Y	-14.4	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	-3.4	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.721E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.703E+1703		
Unendlich-Norm	9.301E+13		

Lastkombination LK8 - 0.35*LF1 + 0.6*LF2 + 1.5*LF4 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-57.7	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-57.7	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-7.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	2.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-7.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 410 (X: 43.123, Y: -4.262, Z: 0.107 m)
Max. Verschiebung in Y	10.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 459 (X: 29.497, Y: -4.927, Z: 0.050 m)



Projekt:

Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Max. Verschiebung in Z	-215.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verschiebung vektoriell	215.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verdrehung um X	11.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 470 (X: 46.158, Y: 1.239, Z: -3.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-5.3	mmrad	Stab Nr. 556, x: 2.000 m
Max. Verdrehung um Z	-0.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.723E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.654E+1671		
	0		
Unendlich-Norm	9.296E+13		

Lastkombination LK9 - 0.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-23.9	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-23.9	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-8.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 409 (X: 42.780, Y: -4.303, Z: 0.094 m)
Max. Verschiebung in Y	12.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 785 (X: 43.965, Y: -2.658, Z: 0.412 m)
Max. Verschiebung in Z	-148.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verschiebung vektoriell	148.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verdrehung um X	3.5	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 470 (X: 46.158, Y: 1.239, Z: -3.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-2.4	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	0.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 136 (X: 43.798, Y: -5.267, Z: 0.020 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.723E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.746E+1658		
	8		
Unendlich-Norm	9.289E+13		

Lastkombination LK10 - 0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF3 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-0.1	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-67.8	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-67.9	kN	Abweichung -0.03%
Resultierende der Reaktionen um X	-23.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-48.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-27.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verschiebung in Y	61.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 788 (X: 33.946, Y: -3.382, Z: 0.454 m)
Max. Verschiebung in Z	-423.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verschiebung vektoriell	424.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verdrehung um X	-12.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
Max. Verdrehung um Y	-11.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	-2.7	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.722E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.374E+1699		
	6		
Unendlich-Norm	9.302E+13		

Lastkombination LK11 - 0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF3 + 0.6*LF4 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	

Projekt:

Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Summe Lagerkräfte in Y	-0.1	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-81.4	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-81.4	kN	Abweichung -0.02%
Resultierende der Reaktionen um X	-26.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-47.5	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-28.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verschiebung in Y	59.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 788 (X: 33.946, Y: -3.382, Z: 0.454 m)
Max. Verschiebung in Z	-434.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verschiebung vektoriell	435.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 786 (X: 44.547, Y: -2.350, Z: -0.001 m)
Max. Verdrehung um X	-13.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 138 (X: 33.605, Y: -5.598, Z: 0.102 m)
Max. Verdrehung um Y	-12.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	-2.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung	-	Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.722E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.216E+1701		
Unendlich-Norm	9.303E+13		

Lastkombination LK12 - 0.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.6*LF4 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	-0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.0	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-0.0	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-37.4	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-37.4	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-2.9	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:38.7, Y:-2.4, Z:-1.2 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	1.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-9.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 409 (X: 42.780, Y: -4.303, Z: 0.094 m)
Max. Verschiebung in Y	8.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 594 (X: 28.569, Y: -4.211, Z: -0.016 m)
Max. Verschiebung in Z	-176.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verschiebung vektoriell	177.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 101 (X: 43.811, Y: -4.206, Z: 0.134 m)
Max. Verdrehung um X	6.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 470 (X: 46.158, Y: 1.239, Z: -3.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-3.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 42 (X: 48.106, Y: -5.368, Z: -0.007 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 139 (X: 26.861, Y: -5.071, Z: 0.102 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung	-	Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	5		
Anzahl der Iterationen	5		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.723E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.E+01		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.204E+1666		
Unendlich-Norm	9.293E+13		

Gesamt			
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	313		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	1373		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	864		
Anzahl der Gleichungen	5184		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	0		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			
Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	<input type="checkbox"/>		
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
Platten-Biegetheorie	Mindlin		

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Solver-Version	64-bit
Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]		
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
38	Form-Finding	-1.6	-4.6	-1.3	0.0	0.0	0.0
	LK1	-3.4	-9.5	-2.7	0.0	0.0	0.0
	LK2	-3.8	-10.7	-3.0	0.0	0.0	0.0
	LK3	-4.0	-11.2	-3.1	0.0	0.0	0.0
	LK4	-3.6	-10.0	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK5	-2.9	-8.3	-2.4	0.0	0.0	0.0
	LK6	-4.1	-11.4	-3.2	0.0	0.0	0.0
	LK7	-4.3	-11.9	-3.3	0.0	0.0	0.0
	LK8	-3.1	-8.7	-2.5	0.0	0.0	0.0
	LK9	-2.2	-6.2	-1.8	0.0	0.0	0.0
	LK10	-3.4	-9.6	-2.7	0.0	0.0	0.0
	LK11	-3.9	-11.0	-3.1	0.0	0.0	0.0
	LK12	-2.7	-7.5	-2.2	0.0	0.0	0.0
39	Form-Finding	-6.3	-17.8	16.5	0.0	0.0	0.0
	LK1	-20.3	-56.5	52.7	0.0	0.0	0.0
	LK2	-20.3	-56.6	52.9	0.0	0.0	0.0
	LK3	-20.9	-58.2	54.3	0.0	0.0	0.0
	LK4	-20.9	-58.0	54.2	0.0	0.0	0.0
	LK5	-7.6	-21.4	19.8	0.0	0.0	0.0
	LK6	-16.8	-46.8	43.7	0.0	0.0	0.0
	LK7	-17.4	-48.5	45.2	0.0	0.0	0.0
	LK8	-8.2	-23.3	21.6	0.0	0.0	0.0
	LK9	-7.8	-22.1	20.5	0.0	0.0	0.0
	LK10	-17.5	-48.9	45.6	0.0	0.0	0.0
	LK11	-17.9	-50.0	46.6	0.0	0.0	0.0
	LK12	-8.4	-23.7	22.0	0.0	0.0	0.0
41	Form-Finding	6.3	-7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	21.8	-16.8	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK2	22.2	-17.6	-1.2	0.0	0.0	0.0
	LK3	21.7	-19.7	-1.2	0.0	0.0	0.0
	LK4	21.2	-18.8	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK5	8.6	-9.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK6	18.5	-14.7	-0.8	0.0	0.0	0.0
	LK7	17.9	-16.7	-0.8	0.0	0.0	0.0
	LK8	8.4	-12.2	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK9	6.4	-15.8	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	15.6	-19.0	-0.7	0.0	0.0	0.0
	LK11	16.3	-19.4	-0.7	0.0	0.0	0.0
	LK12	7.2	-15.9	-0.2	0.0	0.0	0.0
43	Form-Finding	-0.3	-4.7	-1.2	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK5	-0.4	-6.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK6	-0.2	-3.2	-0.8	0.0	0.0	0.0
	LK7	-0.2	-3.2	-0.8	0.0	0.0	0.0
	LK8	-0.4	-5.9	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK9	-0.1	-1.7	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK11	-0.1	-1.1	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK12	-0.2	-3.2	-0.8	0.0	0.0	0.0
46	Form-Finding	0.3	4.2	-3.3	0.0	0.0	0.0
	LK1	1.3	19.1	-10.3	0.0	0.0	0.0
	LK2	1.4	21.1	-12.3	0.0	0.0	0.0
	LK3	1.4	20.8	-12.2	0.0	0.0	0.0
	LK4	1.3	18.8	-10.2	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.7	11.4	-9.7	0.0	0.0	0.0
	LK6	1.2	18.3	-12.7	0.0	0.0	0.0
	LK7	1.2	18.1	-12.6	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.7	11.4	-9.7	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.4	5.7	-4.5	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.8	12.6	-7.5	0.0	0.0	0.0
	LK11	1.0	14.2	-9.3	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.5	8.0	-6.6	0.0	0.0	0.0
47	Form-Finding	0.0	-0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	-0.7	0.4	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	-0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	-0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	-0.7	0.4	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	-0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
50	Form- F	-1.0	-1.8	-0.1	0.0	0.0	0.0

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	
	Finding							
	LK1	-5.2	-16.2	-3.6	0.0	0.0	0.0	
	LK2	-5.0	-17.1	-3.8	0.0	0.0	0.0	
	LK3	-5.1	-17.0	-3.8	0.0	0.0	0.0	
	LK4	-5.2	-16.0	-3.6	0.0	0.0	0.0	
	LK5	-2.2	-4.2	-0.5	0.0	0.0	0.0	
	LK6	-4.3	-14.2	-2.6	0.0	0.0	0.0	
	LK7	-4.3	-14.1	-2.6	0.0	0.0	0.0	
	LK8	-2.1	-4.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	
	LK9	-1.3	-1.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK10	-4.1	-11.3	-2.2	0.0	0.0	0.0	
	LK11	-4.2	-12.4	-2.4	0.0	0.0	0.0	
	LK12	-1.5	-2.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	
51	Form-Finding	-4.4	23.3	-13.3	0.0	0.0	0.0	
	LK1	-11.7	62.4	-34.5	0.0	0.0	0.0	
	LK2	-11.6	62.0	-35.2	0.0	0.0	0.0	
	LK3	-11.7	62.5	-35.4	0.0	0.0	0.0	
	LK4	-11.8	62.9	-34.7	0.0	0.0	0.0	
	LK5	-5.6	29.8	-19.6	0.0	0.0	0.0	
	LK6	-9.0	48.0	-29.1	0.0	0.0	0.0	
	LK7	-9.1	48.4	-29.4	0.0	0.0	0.0	
	LK8	-5.6	30.0	-19.7	0.0	0.0	0.0	
	LK9	-4.7	24.9	-14.6	0.0	0.0	0.0	
	LK10	-9.0	48.4	-27.0	0.0	0.0	0.0	
	LK11	-9.1	48.6	-28.1	0.0	0.0	0.0	
	LK12	-5.0	27.0	-16.7	0.0	0.0	0.0	
52	Form-Finding	-4.8	-0.7	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK1	-13.1	-14.1	-4.1	0.0	0.0	0.0	
	LK2	-13.4	-15.0	-4.3	0.0	0.0	0.0	
	LK3	-13.6	-14.6	-4.3	0.0	0.0	0.0	
	LK4	-13.2	-13.8	-4.1	0.0	0.0	0.0	
	LK5	-6.2	-4.3	-0.6	0.0	0.0	0.0	
	LK6	-11.1	-12.5	-3.0	0.0	0.0	0.0	
	LK7	-11.3	-12.1	-3.0	0.0	0.0	0.0	
	LK8	-6.4	-4.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	
	LK9	-5.3	-0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK10	-10.7	-9.3	-2.5	0.0	0.0	0.0	
	LK11	-11.1	-10.1	-2.7	0.0	0.0	0.0	
	LK12	-5.8	-1.8	-0.3	0.0	0.0	0.0	
53	Form-Finding	4.3	28.0	-15.8	0.0	0.0	0.0	
	LK1	12.7	81.7	-45.2	0.0	0.0	0.0	
	LK2	12.7	82.1	-46.3	0.0	0.0	0.0	
	LK3	12.8	82.6	-46.6	0.0	0.0	0.0	
	LK4	12.8	82.2	-45.4	0.0	0.0	0.0	
	LK5	5.5	35.6	-22.7	0.0	0.0	0.0	
	LK6	10.1	65.1	-38.5	0.0	0.0	0.0	
	LK7	10.2	65.6	-38.7	0.0	0.0	0.0	
	LK8	5.5	35.7	-22.7	0.0	0.0	0.0	
	LK9	4.6	29.9	-17.3	0.0	0.0	0.0	
	LK10	9.9	63.9	-35.5	0.0	0.0	0.0	
	LK11	10.1	65.0	-37.0	0.0	0.0	0.0	
	LK12	5.0	32.2	-19.5	0.0	0.0	0.0	
54	Form-Finding	0.9	-4.8	-1.3	0.0	0.0	0.0	
	LK1	0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK2	0.1	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK3	0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK4	0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK5	1.2	-6.5	-1.8	0.0	0.0	0.0	
	LK6	0.1	-0.7	-0.2	0.0	0.0	0.0	
	LK7	0.1	-0.6	-0.2	0.0	0.0	0.0	
	LK8	1.2	-6.2	-1.8	0.0	0.0	0.0	
	LK9	0.9	-4.7	-1.3	0.0	0.0	0.0	
	LK10	0.1	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	
	LK11	0.1	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	
	LK12	1.0	-5.2	-1.5	0.0	0.0	0.0	
55	Form-Finding	-0.7	-4.8	-1.3	0.0	0.0	0.0	
	LK1	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK2	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK3	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK4	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK5	-0.7	-4.7	-1.3	0.0	0.0	0.0	
	LK6	-0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK7	-0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK8	-0.7	-4.3	-1.2	0.0	0.0	0.0	
	LK9	-0.6	-3.8	-1.1	0.0	0.0	0.0	
	LK10	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK11	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	LK12	-0.6	-3.9	-1.1	0.0	0.0	0.0	
56	Form-Finding	2.5	-13.3	11.4	0.0	0.0	0.0	
	LK1	4.9	-26.5	22.9	0.0	0.0	0.0	
	LK2	4.5	-24.5	21.2	0.0	0.0	0.0	
	LK3	4.6	-24.7	21.4	0.0	0.0	0.0	
	LK4	5.0	-26.7	23.2	0.0	0.0	0.0	
	LK5	2.4	-12.6	10.8	0.0	0.0	0.0	
	LK6	3.1	-16.6	14.3	0.0	0.0	0.0	
	LK7	3.1	-16.8	14.5	0.0	0.0	0.0	
	LK8	2.3	-12.6	10.8	0.0	0.0	0.0	
	LK9	2.4	-13.1	11.2	0.0	0.0	0.0	



Projekt:

Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]		
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
57	LK10	3.9	-21.0	18.1	0.0	0.0	0.0
	LK11	3.6	-19.3	16.6	0.0	0.0	0.0
	LK12	2.4	-12.8	11.0	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	-2.5	-16.1	14.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	-5.8	-37.6	33.0	0.0	0.0	0.0
	LK2	-5.6	-36.3	31.8	0.0	0.0	0.0
	LK3	-5.7	-36.6	32.1	0.0	0.0	0.0
	LK4	-5.9	-37.9	33.3	0.0	0.0	0.0
	LK5	-2.4	-15.8	13.7	0.0	0.0	0.0
	LK6	-4.2	-27.1	23.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	-4.2	-27.4	23.9	0.0	0.0	0.0
	LK8	-2.4	-15.8	13.7	0.0	0.0	0.0
	LK9	-2.5	-16.1	13.9	0.0	0.0	0.0
60	LK10	-4.7	-30.4	26.6	0.0	0.0	0.0
	LK11	-4.6	-29.4	25.7	0.0	0.0	0.0
	LK12	-2.5	-16.0	13.8	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	4.8	-9.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	7.1	-34.4	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK2	6.9	-35.8	-3.0	0.0	0.0	0.0
	LK3	7.2	-37.3	-3.0	0.0	0.0	0.0
	LK4	7.4	-35.9	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK5	4.4	-15.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK6	5.8	-30.4	-2.1	0.0	0.0	0.0
	LK7	6.0	-31.9	-2.1	0.0	0.0	0.0
	LK8	4.7	-16.9	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK9	5.9	-15.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
61*	LK10	6.8	-30.7	-1.7	0.0	0.0	0.0
	LK11	6.7	-32.1	-1.9	0.0	0.0	0.0
	LK12	5.6	-17.0	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	7.3	-3.7	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	7.6	-3.8	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	7.5	-3.8	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	7.2	-3.7	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	1.5	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	5.9	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	5.8	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	1.4	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
64*	LK10	0.0	4.7	-2.3	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	5.1	-2.4	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	0.4	-0.3	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	5.5	-2.1	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	5.7	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	5.6	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	5.4	-2.1	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	1.5	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	4.6	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	4.5	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	1.4	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	0.5	-0.1	0.0	0.0	0.0
65*	LK10	0.0	3.7	-1.3	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	4.0	-1.4	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	5.6	-2.5	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	5.8	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	5.7	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	5.5	-2.5	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	1.5	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	4.6	-1.8	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	4.6	-1.8	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	1.4	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
66	LK10	0.0	3.8	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	4.1	-1.6	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	-2.3	-4.3	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	-0.2	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK2	-0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK3	-0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK4	-0.2	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK5	-2.3	-4.3	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK6	-0.3	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK7	-0.3	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK8	-2.2	-4.2	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK9	-2.2	-4.2	-1.1	0.0	0.0	0.0
68*	LK10	-0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK11	-0.2	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	LK12	-2.2	-4.2	-1.1	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	8.1	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	8.5	-2.7	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	8.5	-2.7	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	8.1	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	2.4	-0.3	0.0	0.0	0.0

Projekt:

Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]		
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
69	LK6	0.0	7.0	-1.9	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	6.9	-1.9	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	2.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	1.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	5.9	-1.6	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	6.3	-1.7	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	1.5	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	-7.6	-14.4	11.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	-16.1	-30.4	23.8	0.0	0.0	0.0
	LK2	-15.5	-29.3	22.9	0.0	0.0	0.0
	LK3	-15.8	-29.8	23.3	0.0	0.0	0.0
	LK4	-16.3	-30.9	24.2	0.0	0.0	0.0
70*	LK5	-7.5	-14.3	11.0	0.0	0.0	0.0
	LK6	-12.0	-22.6	17.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	-12.2	-23.2	18.0	0.0	0.0	0.0
	LK8	-7.8	-14.8	11.4	0.0	0.0	0.0
	LK9	-8.4	-15.9	12.3	0.0	0.0	0.0
	LK10	-13.8	-26.0	20.3	0.0	0.0	0.0
	LK11	-13.4	-25.3	19.7	0.0	0.0	0.0
	LK12	-8.4	-15.8	12.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	7.7	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	8.2	-3.0	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	8.1	-3.0	0.0	0.0	0.0
71	LK4	0.0	7.6	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	2.1	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	6.4	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	6.3	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	2.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	0.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	5.2	-1.7	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	5.6	-1.8	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	1.2	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	-4.8	-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	-15.0	-15.5	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK2	-15.7	-16.1	-0.5	0.0	0.0	0.0
105	LK3	-16.4	-17.9	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK4	-15.7	-17.2	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK5	-7.0	-7.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK6	-13.3	-13.4	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK7	-14.0	-15.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK8	-7.7	-9.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK9	-6.8	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK10	-13.7	-16.8	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK11	-14.3	-17.3	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK12	-7.5	-14.5	-0.1	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	14.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	19.7	4.5	-0.6	0.0	0.0	0.0
134	LK2	19.5	4.6	-0.6	0.0	0.0	0.0
	LK3	21.6	5.3	-0.7	0.0	0.0	0.0
	LK4	21.9	5.2	-0.6	0.0	0.0	0.0
	LK5	12.1	2.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK6	17.7	3.8	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK7	20.0	4.5	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK8	14.6	3.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK9	18.3	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK10	23.0	5.5	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK11	23.4	5.6	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK12	18.4	4.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	10.3	-1.7	0.1	0.0	0.0	0.0
417	LK1	54.9	-8.9	0.8	0.0	0.0	0.0
	LK2	56.6	-9.1	0.8	0.0	0.0	0.0
	LK3	57.6	-9.3	0.9	0.0	0.0	0.0
	LK4	55.9	-9.0	0.9	0.0	0.0	0.0
	LK5	20.7	-3.4	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK6	47.5	-7.8	0.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	48.5	-7.9	0.6	0.0	0.0	0.0
	LK8	21.8	-3.6	0.2	0.0	0.0	0.0
	LK9	15.8	-2.6	0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	44.8	-7.3	0.6	0.0	0.0	0.0
	LK11	47.1	-7.7	0.6	0.0	0.0	0.0
	LK12	19.1	-3.2	0.2	0.0	0.0	0.0
419	Form-Finding	-12.9	-4.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	-36.5	-27.1	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK2	-37.5	-28.0	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK3	-39.2	-27.8	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK4	-38.3	-26.9	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK5	-16.6	-8.7	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	-31.6	-23.2	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK7	-33.5	-23.1	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK8	-19.1	-8.5	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	-20.0	-4.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	-33.8	-19.9	-1.0	0.0	0.0	0.0
	LK11	-35.0	-21.3	-1.0	0.0	0.0	0.0
419	LK12	-21.1	-6.0	-0.2	0.0	0.0	0.0
	Form-Finding	2.2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
419	LK1	0.6	-2.2	-3.5	0.0	0.0	0.0

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]		
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	LK2	0.9	-2.6	-3.7	0.0	0.0	0.0
	LK3	2.1	-0.1	-3.6	0.0	0.0	0.0
	LK4	1.9	0.2	-3.5	0.0	0.0	0.0
	LK5	2.4	1.9	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK6	1.0	-1.0	-2.5	0.0	0.0	0.0
	LK7	2.4	1.4	-2.5	0.0	0.0	0.0
	LK8	3.4	5.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK9	4.3	11.9	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	4.4	5.8	-2.1	0.0	0.0	0.0
	LK11	4.3	5.5	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK12	4.4	11.2	-0.2	0.0	0.0	0.0
434	Form-Finding	13.7	25.8	-13.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	37.9	71.0	-35.6	0.0	0.0	0.0
	LK2	38.3	71.7	-36.7	0.0	0.0	0.0
	LK3	38.8	72.5	-37.1	0.0	0.0	0.0
	LK4	38.4	71.9	-36.0	0.0	0.0	0.0
	LK5	17.7	33.4	-19.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	31.1	58.3	-31.3	0.0	0.0	0.0
	LK7	31.6	59.2	-31.8	0.0	0.0	0.0
	LK8	18.3	34.4	-19.7	0.0	0.0	0.0
	LK9	15.9	29.9	-15.4	0.0	0.0	0.0
	LK10	30.9	57.8	-29.0	0.0	0.0	0.0
	LK11	31.5	59.0	-30.5	0.0	0.0	0.0
	LK12	17.1	32.3	-17.4	0.0	0.0	0.0
437*	Form-Finding	0.0	1.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	6.7	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	7.0	-2.3	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	7.0	-2.3	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	6.8	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	2.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	5.6	-1.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	5.6	-1.6	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	2.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	1.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	5.1	-1.4	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	5.3	-1.5	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	1.7	-0.2	0.0	0.0	0.0
438*	Form-Finding	0.0	1.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	5.4	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	5.6	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	5.6	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	5.5	-1.9	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	1.7	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	4.5	-1.4	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	4.5	-1.4	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	1.7	-0.3	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	1.2	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	4.1	-1.2	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	4.3	-1.3	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	1.4	-0.1	0.0	0.0	0.0
439*	Form-Finding	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	3.0	-1.0	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	3.1	-1.1	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	3.2	-1.0	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	3.1	-1.0	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	1.2	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	2.6	-0.7	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	2.7	-0.7	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	1.2	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	1.2	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	2.4	-0.6	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	2.5	-0.6	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	1.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
440*	Form-Finding	0.0	1.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	11.2	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	11.6	-2.9	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	11.7	-2.9	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	11.3	-2.8	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	3.4	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	9.2	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	9.3	-2.0	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	3.6	-0.4	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	2.5	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	8.5	-1.7	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	8.9	-1.8	0.0	0.0	0.0
	LK12	0.0	3.0	-0.2	0.0	0.0	0.0
441*	Form-Finding	0.0	1.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK1	0.0	11.7	-3.6	0.0	0.0	0.0
	LK2	0.0	12.2	-3.8	0.0	0.0	0.0
	LK3	0.0	12.3	-3.8	0.0	0.0	0.0
	LK4	0.0	11.8	-3.6	0.0	0.0	0.0
	LK5	0.0	3.6	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK6	0.0	9.7	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK7	0.0	9.9	-2.6	0.0	0.0	0.0
	LK8	0.0	3.8	-0.5	0.0	0.0	0.0
	LK9	0.0	2.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
	LK10	0.0	8.9	-2.2	0.0	0.0	0.0
	LK11	0.0	9.5	-2.4	0.0	0.0	0.0

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

#### ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	
470	LK12	0.0	3.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	
	Form-Finding	-10.8	36.6	-18.1	0.0	0.0	0.0	
	LK1	-36.3	125.2	-59.2	0.0	0.0	0.0	
	LK2	-37.1	128.1	-61.6	0.0	0.0	0.0	
	LK3	-38.0	131.1	-63.0	0.0	0.0	0.0	
	LK4	-37.2	128.2	-60.6	0.0	0.0	0.0	
	LK5	-15.1	51.4	-28.1	0.0	0.0	0.0	
	LK6	-31.6	108.5	-54.3	0.0	0.0	0.0	
	LK7	-32.5	111.7	-55.7	0.0	0.0	0.0	
	LK8	-16.1	54.9	-29.7	0.0	0.0	0.0	
	LK9	-13.7	46.6	-23.1	0.0	0.0	0.0	
	LK10	-30.9	106.1	-50.4	0.0	0.0	0.0	
	LK11	-32.2	110.9	-53.7	0.0	0.0	0.0	
	LK12	-15.3	52.1	-26.8	0.0	0.0	0.0	
Σ Lager	LF5005	0.0	0.0	-17.7				
Σ Lasten	LF5005	0.0	0.0	-17.7				
Σ Lager	LK1	0.0	0.0	-97.2				
Σ Lager	LK1	0.0	0.0	-97.2				
Σ Lager	LK2	0.0	0.0	-110.7				
Σ Lager	LK2	0.0	0.0	-110.7				
Σ Lager	LK3	0.0	0.1	-110.7				
Σ Lager	LK3	0.0	0.0	-110.7				
Σ Lager	LK4	0.0	0.0	-97.2				
Σ Lager	LK4	0.0	0.0	-97.2				
Σ Lager	LK5	0.0	0.0	-57.7				
Σ Lager	LK5	0.0	0.0	-57.7				
Σ Lager	LK6	0.0	0.1	-101.6				
Σ Lager	LK6	0.0	0.0	-101.6				
Σ Lager	LK7	0.0	0.1	-101.6				
Σ Lager	LK7	0.0	0.0	-101.6				
Σ Lager	LK8	0.0	0.0	-57.7				
Σ Lager	LK8	0.0	0.0	-57.7				
Σ Lager	LK9	0.0	0.0	-23.9				
Σ Lager	LK9	0.0	0.0	-23.9				
Σ Lager	LK10	0.0	-0.1	-67.9				
Σ Lager	LK10	0.0	0.0	-67.8				
Σ Lager	LK11	0.0	-0.1	-81.4				
Σ Lager	LK11	0.0	0.0	-81.4				
Σ Lager	LK12	0.0	0.0	-37.4				
Σ Lager	LK12	0.0	0.0	-37.4				

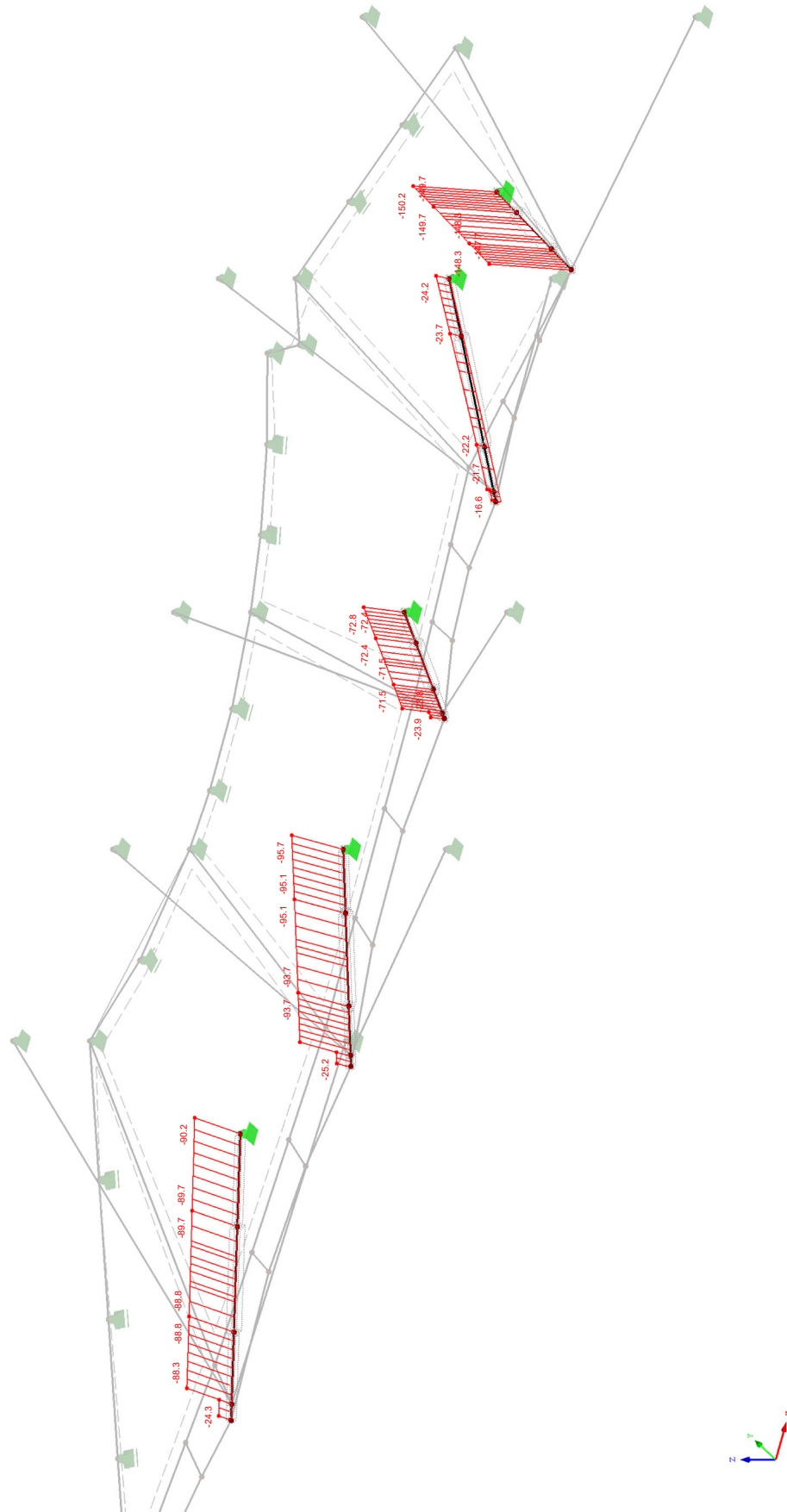


Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

■ SCHNITTGRÖSSEN N

Isometrie



EK1 : LK1 oder bis LK12  
Stäbe Schnittgrößen N  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

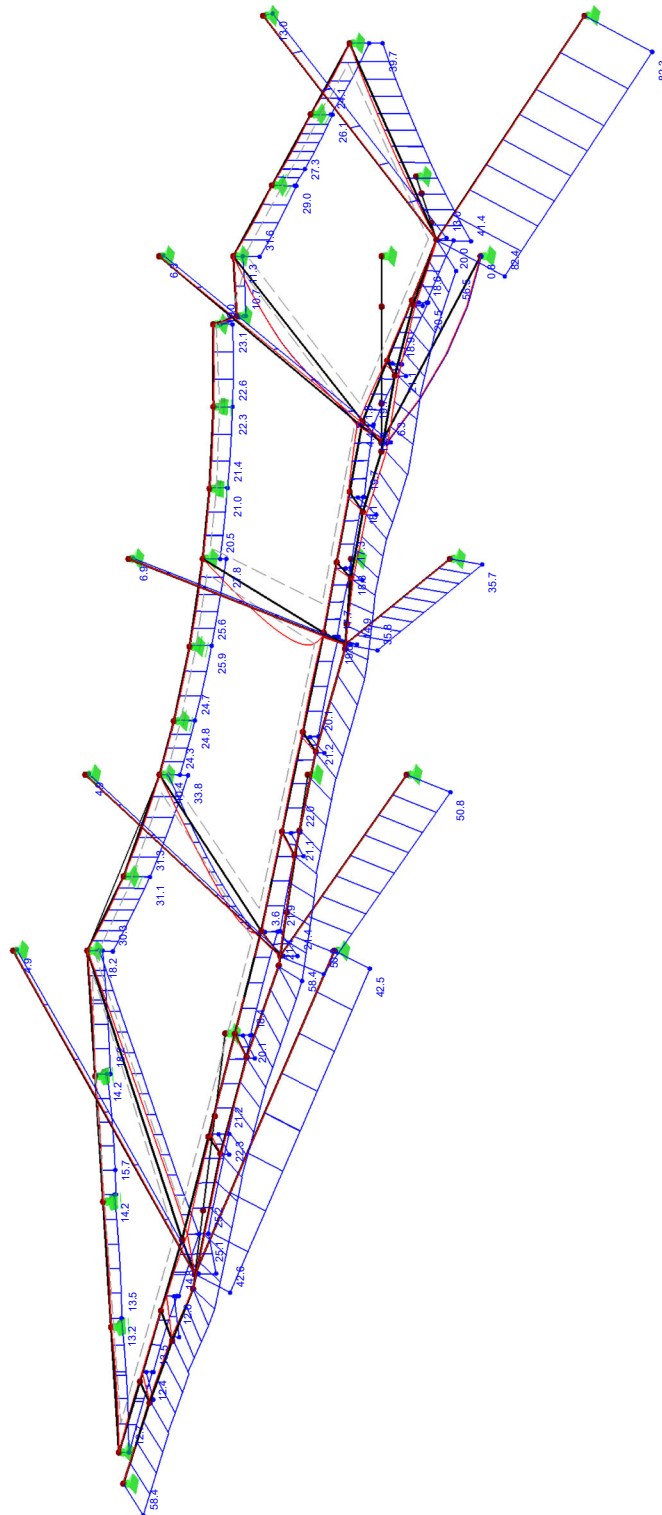
Stäbe Max N: 0.0, Min N: -150.2 [kN]

Projekt: Modell: 130\_Abutment\_Perlim\_v7

Datum: 08.10.2021

■ **SCHNITTGRÖSSEN N**

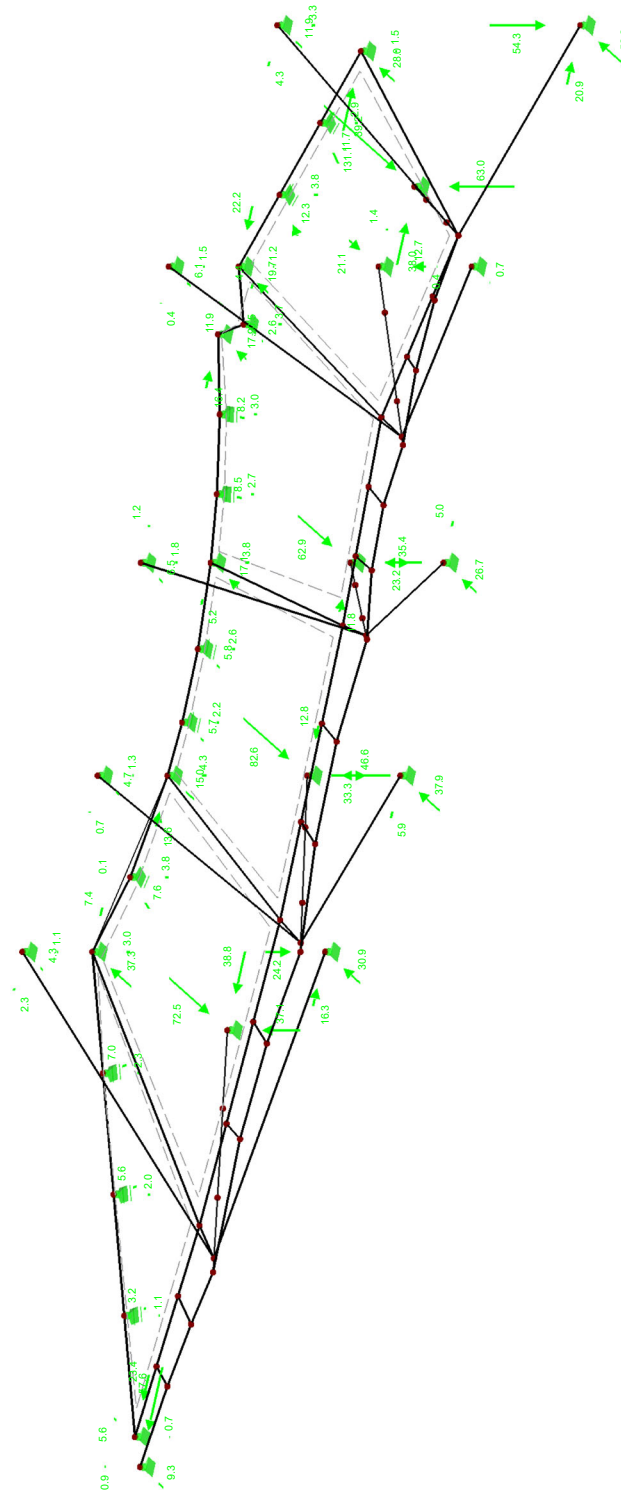
Isometrie



EK1 : LK1 oder bis LK12  
Stäbe Schnittgrößen N  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Stäbe Max N: 82.4, Min N: 0.0 [kN]

## ■ LAGERREAKTIONEN



EK1 : LK1 oder bis LK12  
Lagerreaktionen[kN]  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Max P-X': 57.6, Min P-X': -39.2 kN  
Max P-Y': 131.1, Min P-Y': -58.2 kN  
Max P-Z': 54.3, Min P-Z': -63.0 kN