

Erneuerung Waldenburgerbahn Los 5: Haltestelle Hirschlang

Auflageprojekt

Statische Berechnung Durch- lass Zwüschenflüebächli

Version 1.2 | 16. November 2018



Projektverfasser
Gruner AG

Bauherrschaft
BLT Baselland Transport AG



Bernhard Senn

Urs Willimann

Reto Rotzler

Peter Baumann

Impressum

Auftragsnummer 210'958'000

Auftraggeber BLT Baselland Transport AG

Datum 16. November 2018

Version 1.2

Autor(en) Alex Lais

Freigabe Roland Marty

Verteiler Peter Baumann (ext. PL BLT), Andreas Anetzeder (BHU; Rapp Infra AG)

Datei K:\vi\210958000_Haltestelle

Hirschlang\06_Bauprojekt\1_Dokumentation\Abgabedossier_181116_PGV\Dossier\Mit Unterschrift\H_Statische
Berechnung Durchlass Zwischenfluehbächli_181116.docx

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	1
2.1	Gesetze, Verordnung, Richtlinien von Bund und Kanton	1
2.2	Normen, Richtlinien und Empfehlungen der Fachverbände	1
2.3	Normalien BLT	1
3	Systembeschreibung	2
3.1	Tragsystem	2
3.2	Systemskizze	2
4	Belastungen und Einwirkungen	3
4.1	Ständige Einwirkungen	3
4.1.1	Eigengewicht	3
4.1.2	Auflasten	3
4.1.3	Erddrücke	3
4.2	Veränderliche Einwirkungen	4
4.2.1	Bahnlasten im Gleisbereich	4
4.2.2	Entgleisung	4
4.2.3	Dynamischer Beiwert gem. Art. 11.3.1	5
4.2.4	Nutzlast auf Perron gem. SIA 261 Art. 9.2	5
4.2.5	Geländer / Brüstung / Handlauf gem. SIA 261, Art. 13.2 für Brücken	5
4.2.6	Erddruck aus veränderlichen Lasten	5
4.3	Aussergewöhnliche Einwirkungen	7
4.4	Baustoffe	7
4.4.1	Beton	7
4.4.2	Bewehrung	7
4.4.3	Abdichtung	7
4.5	Baugrund	7
5	Berechnung	8
5.1	Mindestbewehrung	8
5.2	Berechnung der Gebrauchstauglichkeit	8
5.3	Berechnung der Tragsicherheit	9
5.3.1	Nachweis Riegel und Rahmeneck:	10
5.3.2	Nachweis Bodenplatte und Foundation	11
5.3.3	Ermüdungsnachweise für Rahmeneck und Riegel	13
5.3.4	Ermüdungsnachweise für Bodenplatte	15

5.4	Nachweis Flügelwand am Ende des Durchlasses	15
5.4.1	Gebrauchstauglichkeit	15
5.4.2	Tragsicherheit	16

Anhang: Statische Berechnung

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.0		Gruner AG	17.11.17	
1.1	Einarbeitung Anmerkung Prüfin- genieur	Gruner AG	31.08.18	
1.2	redaktionelle Anpassungen	Gruner AG	16.11.18	

1 Einleitung

Die Gruner AG wurde im Zusammenhang mit dem Projekt "Erneuerung Waldenburgerbahn" mit der Ausarbeitung des PGV für das Los 5 "Haltestelle Hirschlang" beauftragt. Im Genehmigungsverfahren wird der aktuelle Projektstand in der dazu benötigten Nutzungsvereinbarung, Projektbasis und statischen Berechnungen einfließen.

2 Grundlagen

2.1 Gesetze, Verordnung, Richtlinien von Bund und Kanton

- Projektierungsgrundlagen Strassenbau Kanton Basel-Landschaft

2.2 Normen, Richtlinien und Empfehlungen der Fachverbände

Normen Überprüfung bestehender Bauwerke

- SIA 269 (2011) Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken
- SIA 269/1 (2011) Erhaltung von Tragwerken - Einwirkungen
- SIA 269/2 (2011) Erhaltung von Tragwerken - Betonbau
- SIA Merkblatt 2018 (2004) Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben

Normen für Neubauten

- SIA 260 (2013) Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- SIA 261 (2014) Einwirkungen auf Tragwerke
- SIA 261/1 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen
- SIA 262 (2013) Betonbau
- SIA 262/1 (2003) Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- SIA 263 (2013) Stahlbau
- SIA 267 (2013) Geotechnik
- SIA 267/1 (2013) Geotechnik – Ergänzende Festlegungen

Richtlinien des BAFU

- Baulärm - Richtlinie 2006
- Luftreinhaltung auf Baustellen 2009
- Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie) 1999

Sonstiges

- Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (EBV)
- Richtlinien des VÖV und des BAV für Bahnanlagen
- Projektierungshandbuch (PHI)
- Verordnung des Bundes betreffend der behindertengerechten Gestaltung des öffentlichen Verkehrs.

2.3 Normalien BLT

- Migrationskonzept; Einführung Lichtraumprofil A (LRP A): Interaktion Fahrzeuge-Personen vom 12. Oktober 2016 Verfasser BLT / Emch + Berger, Bern
- BLT-Projektierungsrichtlinie "Bahn+Tiefbau" vom 31.08.2017.

3 Systembeschreibung

3.1 Tragsystem

Der Durchlass wird als Betonrahmen ausgeführt. Dabei sollen wenn möglich Fertigteilelemente verwendet werden. Diese werden daraufhin auf eine vor Ort betonierete Bodenplatte montiert.

Die Neuerstellung des Durchlasses resultiert aus dem geänderten Lastmodell und dem neuen geplanten Nutzungsquerschnitt.

3.2 Systemskizze

Die Abmessungen der Elemente unterscheiden sich je nach Systemschnitt. Sie variieren im Schnitt B-B von ca. 2.70m bis ca. 3.00m Breite (Aussenmasse). Die lichte Höhe von ca. 0.90m ist über alle Bereiche konstant. Im Schnitt C-C weist der Bachdurchlass eine Breite von ca. 2.30m auf (Aussenmasse). Die aus der Statik resultierenden Abmessungen sind in folgenden Abbildungen ersichtlich:

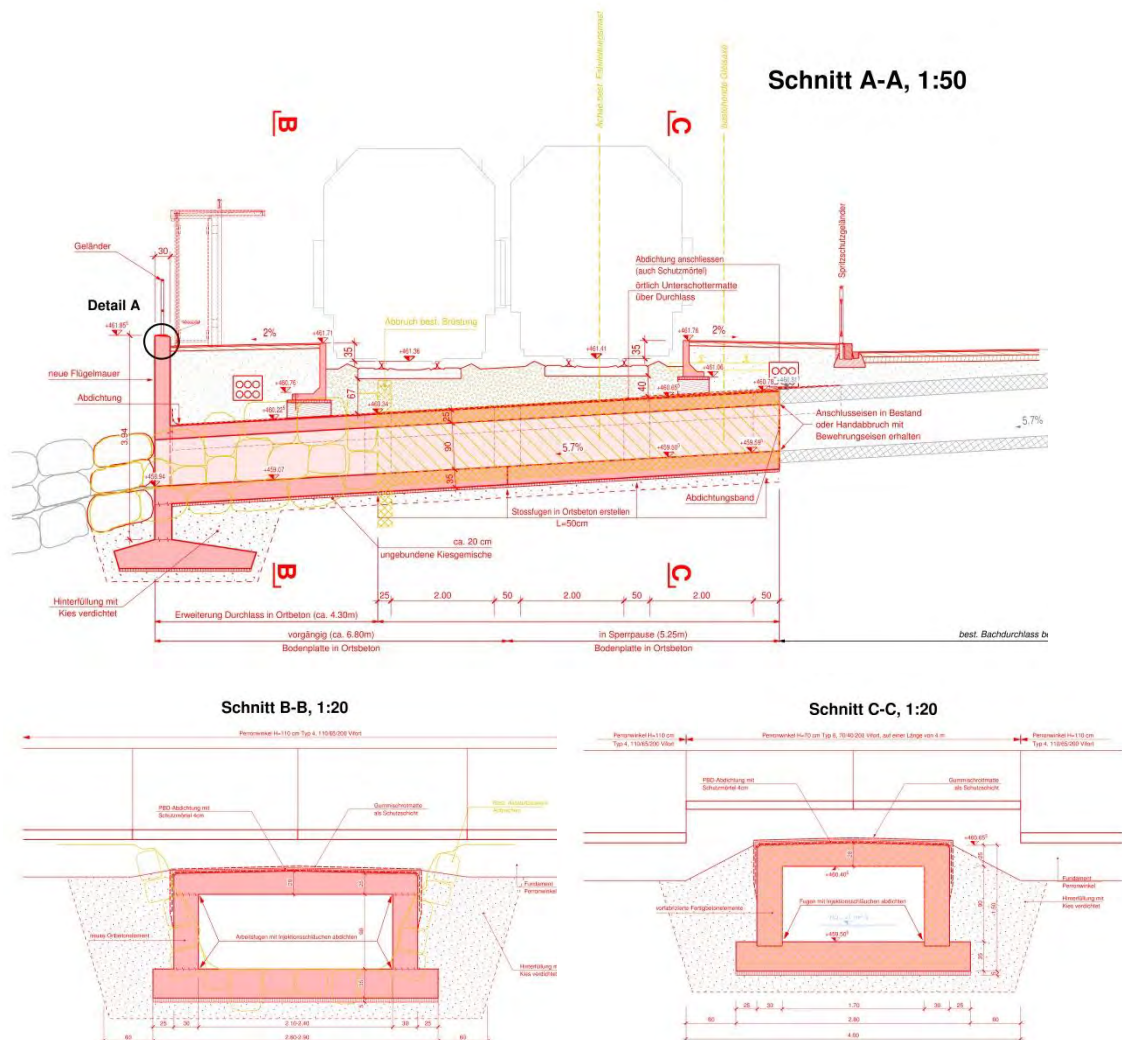


Abbildung 1: Systemskizze des Durchlasses mit Flügelmauer

4 Belastungen und Einwirkungen

Die Berechnung bzw. Nachrechnung des bestehenden Durchlasses ist nicht Bestandteil dieser statischen Berechnung, da der Durchlass ersetzt werden muss (siehe Kap. 3.1).

Die Einwirkungen werden auf Basis des vorliegenden Bau- / Auflageprojektes abgeschätzt und werden aufgrund der fehlenden Aufschlüsse vor Ort (Geologie) in der nächsten Phase verifiziert. Um Setzungen und unvorhergesehenen Ereignissen während der Ausführung entgegen zu wirken, sind zusätzliche geologische Untersuchungen am Durchlass notwendig und werden eingeplant.

4.1 Ständige Einwirkungen

4.1.1 Eigengewicht

Das Eigengewicht der Konstruktion wird mit $\gamma = 25\text{kN/m}^3$ in Rechnung gestellt.

4.1.2 Auflasten

Bereich Perron:

Wichte	Belag	24	kN/m^3
	Bodenaufbau	22	kN/m^3
	Schutzbeton	24	kN/m^3
	Abdichtung	24	kN/m^3

Bereich Gleis 1 und 2:

Wichte	Schotter	20	kN/m^3
	Bodenaufbau	22	kN/m^3
	Gleise	1	kN/m
	Schutzbeton	24	kN/m^3
	Abdichtung	24	kN/m^3

4.1.3 Erddrücke

Die Berechnung der Erddrücke des Durchlasses erfolgen anhand der Unverschieblichkeit gemäss SIA261:2014 Tabelle 1 mit dem Erdruhedruck. Die Flügelmauer wird mit dem erhöhten aktiven Erddruck nachgewiesen.

Annahme Hinterfüllungsmaterial:

Reibungswinkel:	φ	=	25 - 30 °
Kohäsion:	c	=	0 kN/m^2
Wichte:	γ	=	20 - 30 kN/m^3
Wandreibungswinkel (rau):	δ_a	=	2/3 φ
Beiwert Erdruhedruck:	k_0	=	0.54
Beiwert aktiver Erddruck:	k_a	=	0.311

Die Erddruckverteilung der ständigen Lasten wurde als dreieckförmig angenommen und sind im Anhang A und Anhang B ersichtlich.

4.2 Veränderliche Einwirkungen

4.2.1 Bahnlasten im Gleisbereich

Lastmodell 4, SIA 261 Art. 12.2

$Q_k = 130 \text{ kN}$, $q_k = 25 \text{ kN/m}$

Figur 17: Lastmodelle für Schmalspur (Abmessungen in m)

Lastmodelle 4 und 5

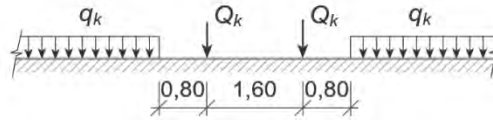


Abbildung 2: Auszug SIA 262:2014 Lastmodell 4 und 5 (Figur 17)

Schlinger- und Zentrifugalkraft können auf Grund der Lage der Gleise und der Ausbildung als Rahmen vernachlässigt werden.

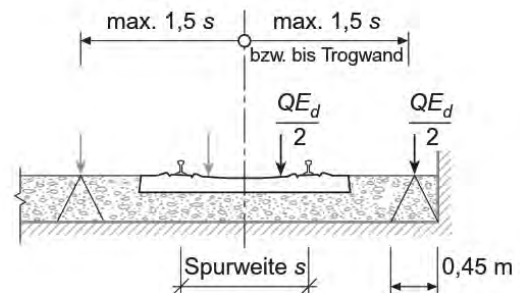
In Querrichtung wird nach SIA 262:12.2.14 eine Verteilung auf die doppelte Spurweite ($s = 0.75 \text{ m}$) in einer Tiefe von 0.6 m angenommen. Dies entspricht der Bahnlast in der Übergangsphase vor der Umspurung auf das Metergleis. Dies ist die ungünstigere Situation bezüglich der einwirkenden Kräfte und somit auf der sicheren Seite.

4.2.2 Entgleisung

Figur 16: Entgleisungslastmodelle

Entgleisungslastmodell 1

Längsverteilung gemäss Figur 13 (Lastmodell 1)



Entgleisungslastmodell 2

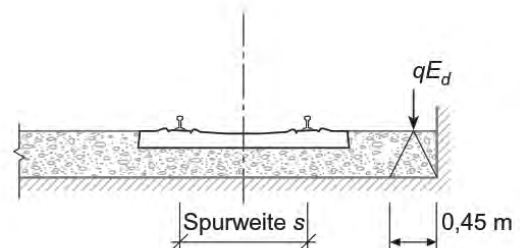
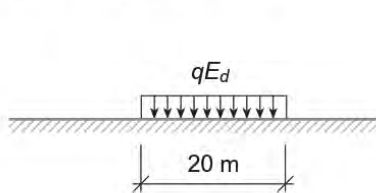


Abbildung 3: Entgleisungslastmodell gemäss SIA 261:2014

Lastmodell	Entgleisungslastmodell		
	1	2	2
	$q_{Ed} \text{ [kN/m]}$	$Q_{Ed} \text{ [kN]}$	$q_{Ed} \text{ [kN/m]}$
4	35	180	50

gemäss SIA 261:2014 Tabelle 19

4.2.3 Dynamischer Beiwert gem. Art. 11.3.1

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{l_{\Phi}-0.2}} + 0.82 \quad (1 \leq \Phi \leq 1.67)$$

Für die Bestimmung von l_{Φ} wird die Berechnung für einen Einfeldrahmen verwendet. Hierbei wird die massgebende Stelle am Schnitt C-C verwendet (siehe Abbildung 1).

$$l_{\Phi} = \frac{1.3(l_{s1} + l_r + l_{s2})}{3} \quad l_{s1} = 1.15 \text{ m} \quad l_r = 1.95 \text{ m} \quad l_{s2} = 1.15 \text{ m}$$

$$l_{\Phi} = 1.84 \text{ m}$$

$$\Phi = 1.67$$

4.2.4 Nutzlast auf Perron gem. SIA 261 Art. 9.2

$$\text{LM1: } q_k = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{LM2: } Q_k = 10 \text{ kN}$$

4.2.5 Geländer / Brüstung / Handlauf gem. SIA 261, Art. 13.2 für Brücken

$q_k = 3.0 \text{ kN/m}$ horizontale Kraft.
 Öffentlich zugänglich, Menschengedränge nicht ausschliessbar.

4.2.6 Erddruck aus veränderlichen Lasten

Der Erddruck aus den Bahn- und Entgleisungslasten wird beim Durchlass ebenfalls mit dem Erdruhedruck berechnet. Die Erddrücke bei der Flügelmauer werden mit dem erhöhten aktiven Erddruck berücksichtigt. Für den massgebenden Fall der Momente und Querkräfte auf den Durchlass wurden die Hauptlasten aus den Achsen direkt auf das Bauwerk projiziert.

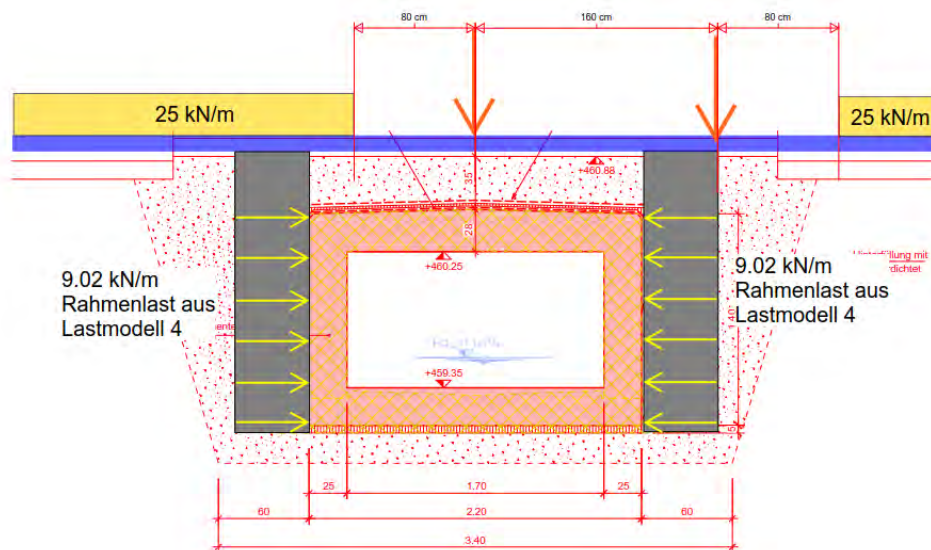


Abbildung 4: Darstellung LFK 5 und 7 für Lastverteilung Achslasten auf Durchlass

Da bei Erddrücken der dynamische Beiwert vernachlässigt werden kann ist das aufgeführte Modell für die betrachtete Situation angemessen. Es wurde, aufgrund des geringen

Einflusses der zweiten Achslast, auf eine Erhöhung des einseitigen Erddrucks verzichtet. Die Schnittgrößen aus einer reinen seitlichen Einwirkung ist in den Lastfallkombinationen 6 und 8 abgebildet.

Bei den erwähnten LFK's 6 und 8 wurden die Hauptachslasten auf die einwirkende Fläche aus der SIA 262:2014 Lastmodell 4 (Figur 17) verteilt.

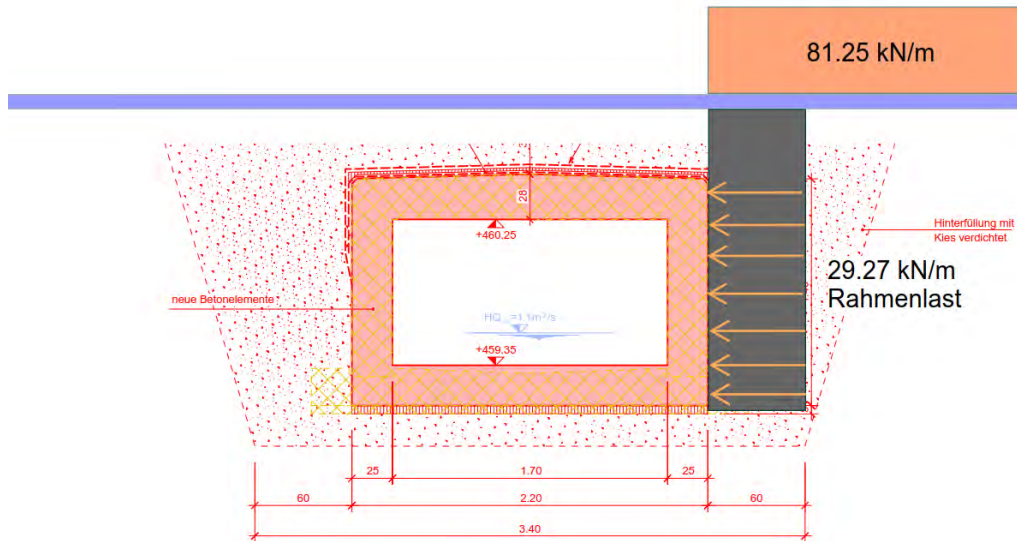


Abbildung 5: Darstellung LFK 6 und 8 für Lastverteilung Achslasten auf Durchlass

Für die Berechnung der Flügelmauer wurden die Bahnlasten für den Bereich neben dem Durchlass berücksichtigt. Die Darstellung der Einwirkungen ist in der Handstatik im Anhang B Seite 21 bis 33 ersichtlich.

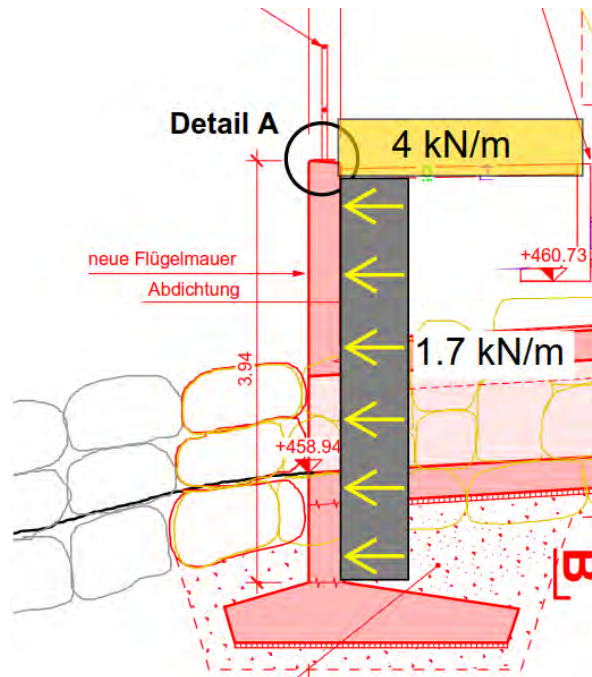


Abbildung 6: Darstellung Lastverteilung der Perronnutzlast auf Flügelmauer

4.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Aussergewöhnliche Bemessungssituationen wie Brand, Anprall, Explosion und Erdbeben werden aufgrund der Position des Bauwerkes vernachlässigt.

4.4 Baustoffe

4.4.1 Beton

Durchlass inkl. Brüstung + Flügelmauern
C 30/37, XC 4, XD 3, XF 4, AAR – P 2, D_{\max} 32 mm,
 $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$

4.4.2 Bewehrung

Bewehrungsstahl B 500 B
 $f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$

4.4.3 Abdichtung

Vollflächig verklebte PBD Abdichtung auf der Decke – bis über die Betonierfugen.

4.5 Baugrund

Für das vorliegende Projekt wird mit folgenden charakteristischen Kernwerten gerechnet:

Hinterfüllung: $\gamma = 19 - 22 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 25 - 30^\circ$
 $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
 $M_E = 20 - 30 \text{ MN/m}^2$

Gehängelehm $\gamma = 19 - 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 22 - 27^\circ$
 $c' = 0 - 15 \text{ kN/m}^2$
 $M_E = 15 - 20 \text{ MN/m}^2$

Frenke-Schotter $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 30 - 32^\circ$
 $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
 $M_E = 15 - 25 \text{ MN/m}^2$

Moräne $\gamma = 20 - 22 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 29 - 30^\circ$ / wenn weich $20 - 22^\circ$
 $c' = 0 - 10 \text{ kN/m}^2$
 $M_E = 30 - 40 \text{ MN/m}^2$

Mittlerer Grundwasserstand ca. bei 454.50 m ü. M.

Die Hinterfüllung des Bauwerkes erfolgt mit Geröll (Hinterfüllung), damit keine Setzungen entstehen.

5 Berechnung

Die einwirkenden Lasten wurden für einen Meterstreifen bestimmt. Das nachzuweisende System ist somit ein Rahmen mit den Stababmessungen 25/100cm.

5.1 Mindestbewehrung

Die Mindestbewehrung wird Anhand der SIA 262:2013 und der SIA262-C1:2017 bestimmt. Es werden erhöhte Anforderungen gefordert. Siehe Anhang B Seite 16.

Parameter	
Häufiger Lastfall	$\sigma_s \leq f_{sd}-80=355 \text{ N/mm}^2$
Quasi ständiger Lastfall	$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm} =408 \text{ N/mm}^2$
Stärke Wand	300 mm
Stärke Riegel	250 bis 280 mm
Stärke Bodenplatte	350 mm
Plattenbreite	1'000 mm
Durchmesser Bewehrung	16 mm

Die Anforderung an die Mindestbewehrung ist für Riegel, Wand und Bodenplatte mit $\emptyset 14/15$ erfüllt. Die gewählte Bewehrung darf einen Bewehrungsgehalt von ca. $930\text{mm}^2/\text{m}$ nicht unterschreiten.

5.2 Berechnung der Gebrauchstauglichkeit

Quasi-Ständiger Lastfall $E_d = E \{ G_k, P_k, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d \}$

Im Lastmodell 4 mit Grenzverformung $w \leq l/700$ ohne Berücksichtigung von veränderlichen Lasten, jedoch mit Schwinden, Kriechen und Relaxation.

Häufiger Lastfall $E_d = E \{ G_k, P_k, \psi_{11} Q_{k1}, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d \}$

Für $v \leq 80 \text{ km/h}$ gilt Grenzverformung $w \leq l/800$ jedoch ohne Berücksichtigung von ständigen Lasten und veränderlichen Begleiteinwirkungen.

Bei der Berechnung der Durchbiegung eines Meterstreifens hat ergeben, dass kaum Differenzverformungen in Betrachtung der Rissbildungen entstehen. Dies resultiert unter anderem aus den Lastfallsituationen, der Lastverteilung und der robusten Bauweise. Die aufgetretenen Verformungen sind in Anhang A.1 Seite 39 ersichtlich.

5.3 Berechnung der Tragsicherheit

Die detaillierte Berechnung ist im Anhang A.1 und Anhang B ersichtlich. Es wird in dem Kapitel nur auf die wichtigsten Parameter eingegangen.

Andauernde Bemessungssituationen $E_d = E (\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d)$

Gefährdungsbilder	Lastbeiwerte (ungünstig / günstig)
Eigengewicht	1.35 / 0.8
Auflasten	1.35 / 0.8
Erddruck	1.35 / 0.7
Bahnverkehrslasten	1.45
Nutzlasten auf Perron	1.5

Die Berechnung des Rahmens erfolgt über eine Punktlagerung. Dadurch können die maximal möglichen Schnittgrößen ermittelt werden. Der massgebende Querschnitt wurde über mehrere Modelle im Berechnungsprogramm AxisVM ermittelt. Die Varianten mit einem eingespannten Auflager wurden ebenfalls untersucht, sind für die Schnittgrößen jedoch nicht massgebend.

Die erwähnten Lastfallkombinationen sind im Anhang A.1 Seite 8 ersichtlich.

Der gewählte Querschnitt für die Nachweise wurde folgendermassen bestimmt:

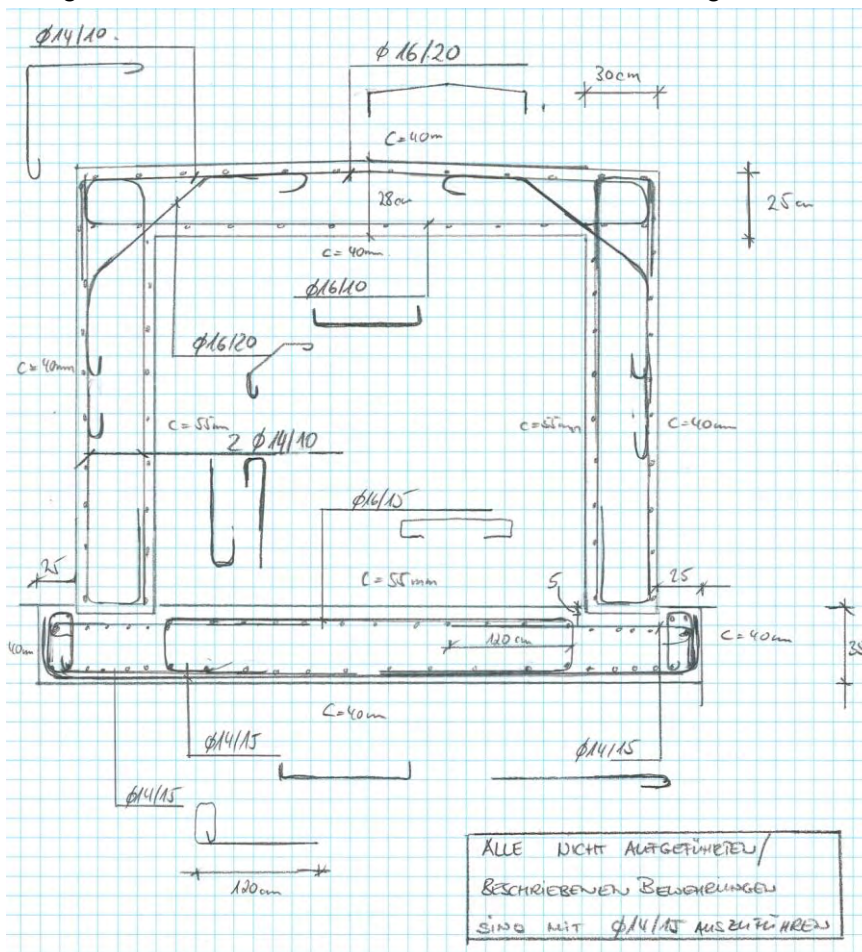


Abbildung 7: Bewehrungsskizze Riegel, Wände und Bodenplatte des Durchlasses

5.3.1 Nachweis Riegel und Rahmeneck:

Massgebende Schnittgrössen aus Lastfallkombination 7 und 10:

M_{Ed} Rahmeneck:	ca. 55 kNm
M_{Ed} Riegel:	ca. -80 kNm
V_{Ed} :	ca. +/-152 kN
$N_{Ed,R}$:	ca. -70 kN (Riegel)
$N_{Ed,W}$:	ca. -159 kN (Wand, max am Fuss)

(Vorzeichendefinition gemäss AxisVM)

Riegel:

Gewählte Bewehrung: $\emptyset 16$ alle 10cm = 2'010mm²/m

$$M_{Rd} = a_{s,vorh} * f_{sd} * \left(d_y - \frac{a_{s,vorh} * f_{sd}}{2 * b * f_{cd}} \right)$$

Parameter	
f_{sd}	435 N/mm ²
d_y	216 mm
f_{cd}	20 N/mm ²

$$M_{Rd} = 170 \text{ kNm/m} \geq M_{Ed} = 80 \text{ kNm/m} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Rahmeneck:

Gewählte Bewehrung: $\emptyset 14$ alle 10cm = 1'540mm²/m

Ansonsten werden die gleichen Parameter verwendet.

$$M_{Rd} = a_{s,vorh} * f_{sd} * \left(d_y - \frac{a_{s,vorh} * f_{sd}}{2 * b * f_{cd}} \right)$$

$$M_{Rd} = 133 \text{ kNm/m} \geq M_{Ed} = 55 \text{ kNm/m} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Querkraftwiderstand (siehe Anhang B):

$$V_{Rd} = k_d * \tau_{cd} * d_v$$

Parameter	
k_d	0.84
d_v	194 mm
τ_{cd}	1.1 N/mm ²

$$V_{Rd} = 180 \text{ kN/m} \geq V_{Ed} = 152 \text{ kN/m} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

5.3.2 Nachweis Bodenplatte und Foundation

Massgebende Schnittgrößen aus Lastfallkombination 7 und 8:

$V_{Ed,max}$: ca. 50 kN

$N_{Ed,max}$: ca. -170 kN

Flächenpressung unter Wand:

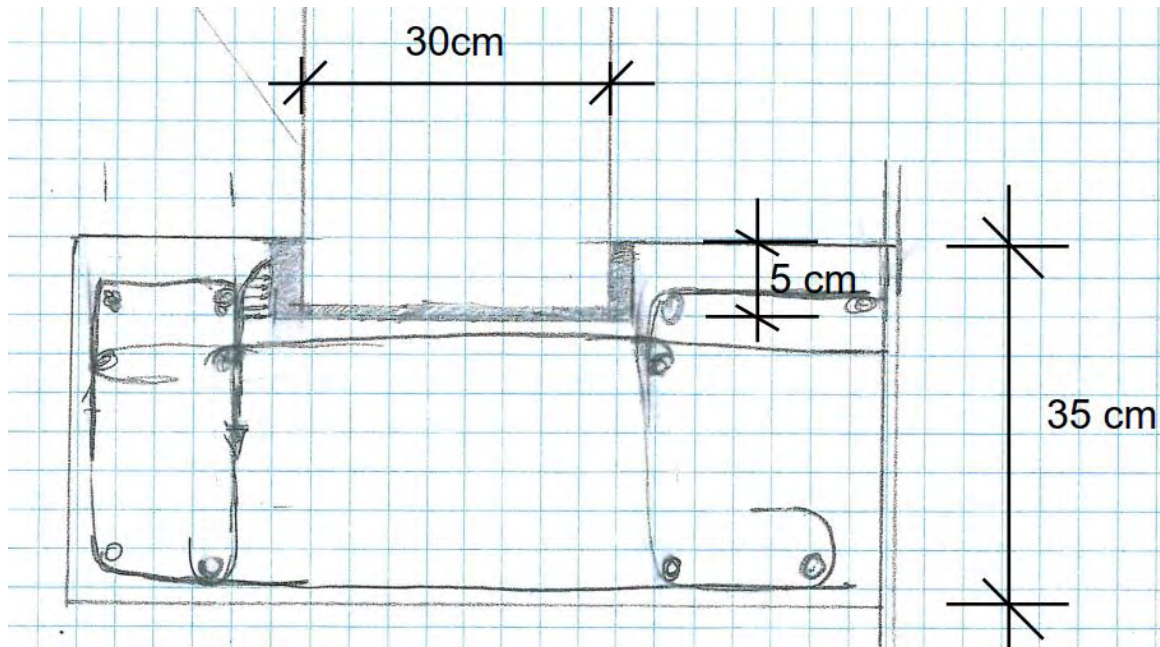


Abbildung 8: Auflagerskizze Wand - Bodenplatte

Parameter	
Verteilfläche A	0.72m ²
$N_{Ed,max}$	-107 kN

$$\sigma_{d,Boden} = \frac{N_{Ed,max}}{A} = \frac{170 \text{ kN/m}}{0.72 \text{ m}^2} = 237 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} / \text{m}$$

Die Pressungen sind relativ hoch. Mit dem geologischen Gutachten des ca. 40m entfernten Sondierschlitzes sind Setzungen zu erwarten. Es wird empfohlen ein geologisches Gutachten direkt bei dem Durchlass durchzuführen. Die Bodenplatte wird aufgrund dieser Tatsache vorerst mit 35cm Dicke gerechnet und gegebenenfalls in den nächsten Phasen angepasst.

Bodenplatte:

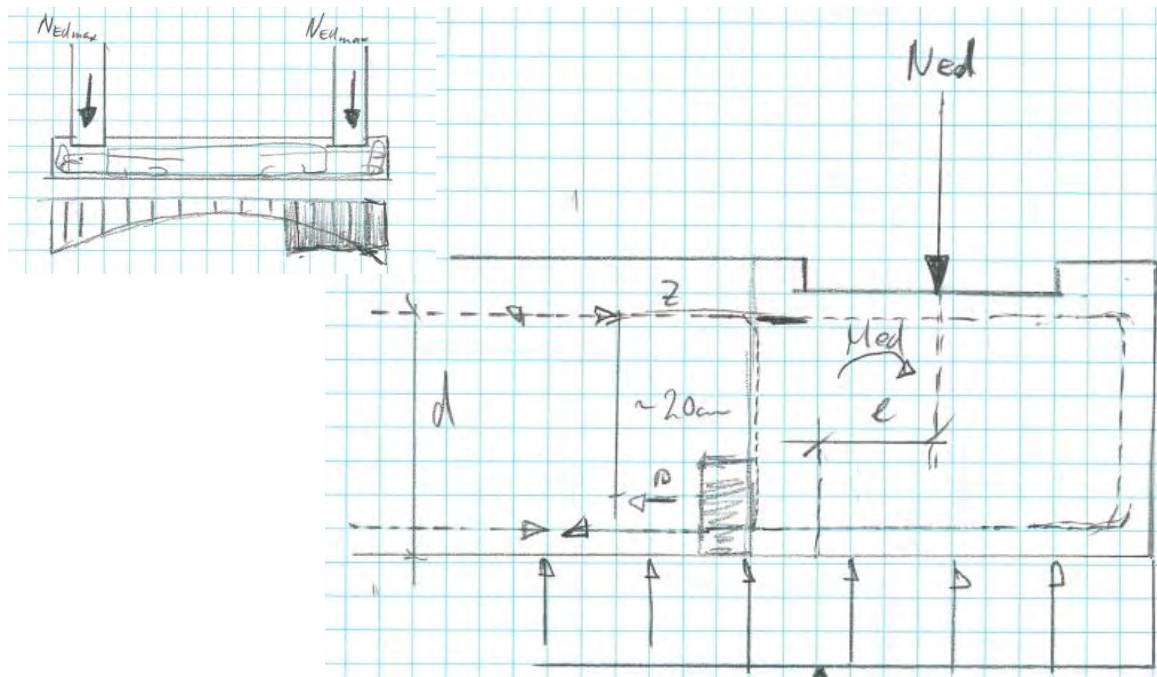


Abbildung 9: Skizze statische Randkräfte Bodenplatte

Parameter	
Hebelarm e	0.72m ²
N _{Ed,max}	-107 kN
0.9*d = z	0.20m
f _{sd}	435 N/mm ²

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{e} = \frac{170 \text{ kN/m}}{0.15 \text{ m}} = 25.5 \text{ kNm/m}$$

$$Z_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{25.5 \text{ kNm/m}}{0.20 \text{ m}} = 130 \text{ kN/m}$$

Gewählte Bewehrung $\emptyset 16/15 = 1'340 \text{ mm}^2/\text{m} = a_s$

$$Z_{Rd} = a_s * f_{sd} = 1'340 \text{ mm}^2/\text{m} * 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 580 \text{ kN/m}$$

$Z_{Rd} = 580 \text{ kN/m} \geq Z_{Ed} = 130 \text{ kN/m} \rightarrow$ in Ordnung

Es ist somit auch genügend Sicherheit gegenüber eines Ermüdungsnachweises vorhanden.

5.3.3 Ermüdungsnachweise für Rahmeneck und Riegel

Bemessungssituationen $E_d = E (\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d)$

Gefährdungsbilder	Lastbeiwerte (ungünstig / günstig)
Eigengewicht	0
Auflasten	0
Erddruck aus Bahnverkehrslasten	1.0
Bahnverkehrslasten	1.0 inkl. dynamischen Beiwert

Bei der Ermüdung wurden die Erddrücke aus der dynamischen Einwirkung aufgrund der Unverschieblichkeit des Bauwerkes berücksichtigt, um die massgebenden Spannungsdifferenzen zu berücksichtigen.

Massgebende Schnittgrössen aus Lastfallkombination 11:

M_{Ed} Rahmeneck: ca. 28 kNm
 M_{Ed} Riegel: ca. -46 kNm
 $V_{Ed,max,Riegel}$: ca. -73 kN
 $V_{Ed,max,Rahmeneck}$: ca. -77.3 kN
 $V_{Ed,min}$: ca. -8.4 kN

(Vorzeichendefinition gemäss AxisVM)

Riegel:

Nachweis Bewehrung:

vorhandene Bewehrung: $\emptyset 16$ alle 10cm = 2'010mm²/m

Parameter	
$\Delta\sigma_{sd}(Q_{fat})$	116.9 N/mm ²
$\Delta\sigma_{sd,D}$	0.8 x 145 N/mm
$\Delta\sigma_{sd,fat}$	145 N/mm ²
λ	1.0

Dauerhaftigkeit:

$\Delta\sigma_{sd}(Q_{fat}) = 116.9 \text{ N/mm}^2 \leq \Delta\sigma_{sd,D} = 116 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ knapp nicht in Ordnung
 Anhand der Rechengenauigkeiten sollte der Nachweis dennoch erfüllt sein.

Betriebsfähigkeit:

$\Delta\sigma_{ed} = \lambda * \Delta\sigma_{sd}(Q_{fat}) = 116.9 \text{ N/mm}^2 \leq \Delta\sigma_{sd,fat} = 145 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ in Ordnung

Nachweis Beton:

$$V_{Rd} = k_d * \tau_{cd} * d_v$$

Parameter	
k_d	0.816
d_v	224 mm
τ_{cd}	1.1 N/mm ²

$$\frac{V_{d,min}}{V_{d,max}} \geq 0$$

$$|v_{d,max}| \leq 0.5 * v_{Rd} + 0.45 * |v_{d,min}| \leq 0.9 * v_{Rd}$$

$$\frac{73 \text{ kN}}{\text{m}} \leq 0.5 * \frac{201 \text{ kN}}{\text{m}} + 0.45 * \frac{8.5 \text{ kN}}{\text{m}} = 104 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \leq 0.9 * \frac{201 \text{ kN}}{\text{m}} = \frac{180 \text{ kN}}{\text{m}} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Rahmeneck:

Nachweis Bewehrung:

vorhandene Bewehrung: $\emptyset 16$ alle 10cm = 2'010mm²/m

Parameter	
$\Delta\sigma_{sd}(Q_{fat})$	106 N/mm ²
$\Delta\sigma_{sd,D}$	0.8 x 145 N/mm
$\Delta\sigma_{sd,fat}$	145 N/mm ²
λ	1.0

Dauerhaftigkeit:

$$\Delta\sigma_{sd}(Q_{fat}) = 106 \text{ N/mm}^2 \leq \Delta\sigma_{sd,D} = 116 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Betriebsfähigkeit:

$$\Delta\sigma_{ed} = \lambda * \Delta\sigma_{sd}(Q_{fat}) = 106 \text{ N/mm}^2 \leq \Delta\sigma_{sd,fat} = 145 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Nachweis Beton:

$$V_{Rd} = k_d * \tau_{cd} * d_v$$

Parameter	
k_d	0.84
d_v	194 mm
τ_{cd}	1.1 N/mm ²

$$\frac{V_{d,min}}{V_{d,max}} \geq 0$$

$$|v_{d,max}| \leq 0.5 * v_{Rd} + 0.45 * |v_{d,min}| \leq 0.9 * v_{Rd}$$

$$\frac{77.3 \text{ kN}}{\text{m}} \leq 0.5 * \frac{180 \text{ kN}}{\text{m}} + 0.45 * \frac{8.5 \text{ kN}}{\text{m}} = 93.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \leq 0.9 * \frac{180 \text{ kN}}{\text{m}} = \frac{162 \text{ kN}}{\text{m}} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

5.3.4 Ermüdungsnachweise für Bodenplatte

Im Nachweis im Kapitel 5.3.2 wurde ausreichend Sicherheit gegenüber eines Ermüdungsnachweises festgestellt. Die exakte Berechnung ist weiterhin abhängig von der tatsächlichen Bodenbeschaffenheit. Es wird empfohlen, nach der Erstellung eines geologischen Gutachtens, die Bodenplatte zu optimieren.

5.4 Nachweis Flügelwand am Ende des Durchlasses

5.4.1 Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Verformungen wurde anhand eines Modells in DC-Winkel berechnet und befindet sich im Anhang B Seite 21 bis 33. Die zu erwartenden Setzungen belaufen sich auf rund 15mm und die Verformung am Wandkopf auf rund 18mm. Hier gilt ebenfalls, dass eine genaue Bestimmung des vorhandenen Baugrundes durch ein geologisches Gutachten erstellt werden muss. Dadurch können die zu erwartenden Verformungen eventuell reduziert werden.

Setzungsberechnung im GZ Gebrauchstauglichkeit

bezogen auf die Bodenpressungen an den kennzeichnenden Punkten:

- Setzung am Fundamentrand Luftseite: 14.6 mm
- Setzung am Fundamentrand Erdseite: 9.2 mm

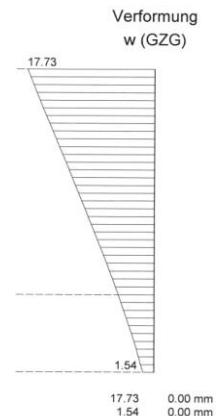


Abbildung 10: Auszug aus der DC-Winkel Berechnung bezüglich Verformungen

5.4.2 Tragsicherheit

Die Berechnung der Flügelwand dient als Vorbemessung, da sich mit einem geologischen Gutachten vor Ort die gesamte Situation ändern kann. Falls sich die Bodenkennwerte nicht erheblich zu den Annahmen verändern kann die Geometrie so belassen werden.

Andauernde Bemessungssituationen $E_d = E (\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d)$

Gefährdungsbilder	Lastbeiwerte (ungünstig / günstig)
Eigengewicht	1.35 / 0.8
Auflasten	1.35 / 0.8
Erddruck	1.35 / 0.7
Bahnverkehrslasten	1.45
Nutzlasten auf Perron	1.5

Für die Bemessung der Flügelmauer wurden AxisVM und DC-Winkel Modelle erstellt.

Massgebende Schnittgrößen für die Bewehrungsberechnung aus Lastfallkombination 1:

M_{Ed} neben DL:	ca. 138 kNm
M_{Ed} über DL:	ca. 12.9 kNm
$V_{Ed,neben DL}$:	ca. -101 kN
$V_{Ed,über DL}$:	ca. -26 kN
$N_{Ed,neben DL}$:	ca. -32.3 kN
$N_{Ed,über DL}$:	ca. -21.7 kN

Parameter	
$d_{über DL}$	196 mm
$d_{neben DL}$	340 mm
z	$0.9 * d$

Über Durchlass:

$$M_{Ed} = 12.9 \text{ kNm}$$

$$Z_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{12.9 \text{ kNm/m}}{0.9 * 0.196 \text{ m}} = 74 \text{ kN/m}$$

Gewählte Bewehrung (Mindestbewehrung): $\emptyset 14/15 = 1'030 \text{ mm}^2/\text{m} = a_s$

$$Z_{Rd} = a_s * f_{sd} = 1'030 \text{ mm}^2/\text{m} * 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 448 \text{ kN/m}$$

$$Z_{Rd} = 448 \text{ kN/m} \geq Z_{Ed} = 74 \text{ kN/m} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Neben Durchlass:

$$M_{Ed}=139 \text{ kNm}$$

$$Z_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{139 \text{ kNm/m}}{0.9 * 0.34\text{m}} = 455 \text{ kN/m}$$

Gewählte Bewehrung (Mindestbewehrung): $\emptyset 22/10 = 3'800 \text{ mm}^2/\text{m} = a_s$

$$Z_{Rd} = a_s * f_{sd} = 3'800 \text{ mm}^2/\text{m} * 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1'653 \text{ kN/m}$$

$$Z_{Rd} = 1'653 \text{ kN/m} \geq Z_{Ed} = 455 \text{ kN/m} \rightarrow \text{in Ordnung}$$

Alle weiteren Nachweise für Bodenpressungen, Kippen und Grundbruchsicherheit siehe Anhang B Seiten 21 bis 33.

Der Nachweis der Gleitsicherheit ist knapp nicht erfüllt. Abgesehen von der möglichen Argumentation der Rechenungenauigkeit sind auch keine Halterungen durch den Durchlass berücksichtigt worden. Die Halterungen durch den Durchlass erhöhen die Sicherheit gegenüber dem Gleitsicherheitsnachweis erheblich. Dadurch ist der Nachweis mit einer statischen Verbindung an den Durchlass erfüllt.

Gruner AG

Roland Marty Alex Lais
Leiter Abteilung Bauwerkserhalt Projektleiter Bauwerkserhalt

Anhang A **EDV Ausdrucke Axis VM 13**

A.1 **Durchlass**

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

AxisVM 13.0 R4 · Registrierter Benutzer: Gruner Ingenieure AG

WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Ausgabe

<i>Eintrag</i>	<i>Seite</i>
Eingabeparameter	4
Materialien	4
Querschnitte	4
Knotenauflager	5
Linienauflager	6
Bereichsauflager	7
Benutzerdefinierte Lastkombinationen aus Lastfällen	8
Einwirkungen Rahmen	9
G, Vorderansicht	9
A_Gleis 1, Vorderansicht	10
A_Gleis 2, Vorderansicht	11
A_Perron, Vorderansicht	12
Gleis_1, Vorderansicht	13
Gleis_1_2, Vorderansicht	14
Gleis_2, Vorderansicht	15
Gleis_2_2, Vorderansicht	16
N_Bahn_LM4, Vorderansicht	17
N_Entgl., Vorderansicht	18
N_perron, Vorderansicht	19
q1.1_1, Vorderansicht	20
q1.2_1, Vorderansicht	21
q1.3_1, Vorderansicht	22
Einwirkungen Bodenplatte	23
A_Gleis 1, Vorderansicht BP	24
A_Gleis 2, Vorderansicht BP	25
A_Perron, Vorderansicht BP	26
G, Vorderansicht BP	27
Gleis_1, Vorderansicht BP	28
Gleis_1_2, Vorderansicht BP	29
Gleis_2, Vorderansicht BP	30
Gleis_2_2, Vorderansicht BP	31
N_Bahn_LM4, Vorderansicht BP	32
N_Entgl., Vorderansicht BP	33
N_perron, Vorderansicht BP	34
q1.1_1, Vorderansicht BP	35
q1.2_1, Vorderansicht BP	36
q1.3_1, Vorderansicht BP	37
SLS Rahmen	38
[I], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eX, Diagramm, Vorderansicht	38

<i>Eintrag</i>	<i>Seite</i>
[I], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eZ, Diagramm, Vorderansicht	39
[I], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm, Vorderansicht	40
[I], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm, Vorderansicht	41
[I], Linear, LFK_4_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm, Vorderansicht	42
[I], Linear, LFK_4_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm, Vorderansicht	43
ULS Rahmen	44
[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht	44
[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Nx, Diagramm, Vorderansicht	45
[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht	46
[I], Linear, LFK_8_Gleis2_ULS (ULS), Rx (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	47
[I], Linear, LFK_10_Gleis2_ma (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht	48
[I], Linear, LFK_10_Gleis2_ma (ULS), Rz (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	49
[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht	50
[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Rx (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	51
[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Rz (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	52
[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht	53
[I], Linear, LFK_12_Erm._2 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht	54
[I], Linear, LFK_13_Erm._3 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht	55
SLS Bodenplatte	56
[I], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eX, Diagramm, Vorderansicht BP	57
[I], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eZ, Diagramm, Vorderansicht BP	58
ULS Bodenplatte	59
[I], Linear, LFK_14_Entgl._1 (ULS), Rz (Flächenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	60
[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Rz (Flächenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	61
[I], Linear, LFK_8_Gleis2_ULS (ULS), Rx (Flächenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht	62

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG



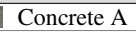
Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 4

Eingabeparameter


Materialien

	Name	Typ	Nationale Norm	Materialnorm	Modell	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Material Farbe	Kontur Farbe	Textur	P_1
1	C30/37	Beton	SIA 26x (Schweiz)	SN EN 206	Lineare	33700	33700	0.20	1E-5	2500			 Concrete A	f_{ck} [N/mm ²] = 30.00

	Name	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	C30/37	$\gamma_c = 1.500$	$\phi_t = 0$											

Name: Materialname; **Typ:** Materialtyp; **Modell:** Materialmodell; **E_x :** E-Modul in lokaler x-Richtung; **E_y :** E-Modul in lokaler y-Richtung; **ν :** Poisson Faktor; **α_T :** Wärmeausdehnungskoeffizient; **ρ :** Dichte; **Material Farbe:** Materialfarbe; **Kontur Farbe:** Konturfarbe des Materials; **$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$:** Bemessungsparameter;

Querschnitte

	Name	Zeichnung	Herstellung	Form	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
1	1000x250		Sonstige	Recht.	250.0	1000.0	0	0	0	0	0	250000.00	208333.30	208333.30	4.4E+09	1.3E+09	2.1E+10

	Name	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]
1	1000x250	0	2.1E+10	1.3E+09	90.00	8.4E+13	4.2E+07	4.2E+07	1E+07	1E+07	6.2E+07	1.6E+07	72.2	288.7	1000.0	250.0	500.0	125.0

	Name	y_s [mm]	z_s [mm]	F.p.
1	1000x250	0	0	5

Name: Querschnittsname; **Herstellung:** Herstellungsmethode; **Form:** Querschnitt; **h :** Querschnittshöhe; **b :** Querschnittsbreite; **tw :** Stegdicke; **tf :** Flanschdicke; **r_1, r_2, r_3 :** Abrundungsradius; **A_x, A_y, A_z :** Querschnittsfläche; **I_x, I_y, I_z :** Torsionsträgheitsmoment; **I_{yz} :** Zentrifugalträgheitsmoment; **I_1, I_2 :** Haupt-Biegeträgheitsmoment; **α :** Hauptrichtung; **$I\omega$:** Verwölbung; **$W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}$:** W-elastisch; **$W_{1,pl}, W_{2,pl}$:** W-plastisch; **i_y, i_z :** Trägheitsradius; **H_y, H_z :** Querschnittsmaß in lokaler y Richtung; **H_z :** Querschnittsmaß in lokaler z Richtung; **y_G, z_G :** y Koordinate des Schwerpunktes; **z_G :** z Koordinate des Schwerpunktes; **y_s, z_s :** y-Koordinate des Schubmittelpunktes vom Schwerpunkt; **z_s :** z-Koordinate des Schubmittelpunktes vom Schwerpunkt; **F.p.:** Anzahl der Spannungsauswertungspunkte;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 5

Knotenauflager

	<i>Knot.</i>	<i>Typ</i>	<i>Ref. elem</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
		Glob.																
1	6	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
2	7	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
3	2	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
4	3	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
5	25	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
6	26	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
7	34	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
8	35	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
9	38	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
10	39	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
11	33	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
12	36	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
13	37	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
14	40	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
15	47	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
16	48	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							

	<i>Knot.</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
1	6			
2	7			
3	2			
4	3			
5	25			
6	26			
7	34			
8	35			
9	38			
10	39			
11	33			
12	36			
13	37			
14	40			
15	47			
16	48			

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 6

Knotenauflager

	<i>Knot.</i>	<i>Typ</i>	<i>Ref. elem</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
17	51	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
18	52	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
19	46	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
20	49	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
21	50	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						
22	53	Glob.		1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knot.</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
17	51			
18	52			
19	46			
20	49			
21	50			
22	53			

Knot.: Auflagerknoten; **Typ:** Typ des Auflagers; **Ref. elem:** Referenzelement; **R_x, R_y, R_z:** Auflagersteifigkeit gegen Verschiebung; **R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}:** Auflagersteifigkeit gegen Verdrehung; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Nichtlineare Parameter; **F(x):** Die Grenzkraft in x-Richtung; **F(y):** Die Grenzkraft in y-Richtung; **F(z):** Die Grenzkraft in z-Richtung; **M(x):** Der Grenzmoment um x-Achse; **M(y):** Der Grenzmoment um y-Achse; **M(z):** Der Grenzmoment um z-Achse;

Linienauflager

	<i>Linie</i>	<i>Typ</i>	<i>Ref. elem</i>	<i>R_x</i> [kN/m/m]	<i>R_y</i> [kN/m/m]	<i>R_z</i> [kN/m/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad/m]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad/m]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad/m]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>
		Stab-r													
1	Stab 5	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
2	Stab 6	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
3	Stab 4	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			

	<i>Linie</i>	<i>F(x)</i> [kN/m]	<i>F(y)</i> [kN/m]	<i>F(z)</i> [kN/m]	<i>M(x)</i> [kNm/m]	<i>M(y)</i> [kNm/m]	<i>M(z)</i> [kNm/m]
1	Stab 5						
2	Stab 6						
3	Stab 4						

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 7

Linienauflager

	Linie	Typ	Ref. elem	Rx [kN/m/m]	Ry [kN/m/m]	Rz [kN/m/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
4	Stab 4	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
5	Stab 4	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
6	Stab 4	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
7	Stab 10	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
8	Stab 11	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
9	Stab 12	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
10	Stab 12	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
11	Stab 12	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
12	Stab 12	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
13	Stab 12	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			

	Linie	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
4	Stab 4						
5	Stab 4						
6	Stab 4						
7	Stab 10						
8	Stab 11						
9	Stab 12						
10	Stab 12						
11	Stab 12						
12	Stab 12						
13	Stab 12						

Linie: Linienelement Auflager; **Typ:** Typ des Auflagers; **Ref. elem:** Referenzelement; **Rx, Ry, Rz:** Auflagersteifigkeit gegen Verschiebung; **Rxx, Ryy, Rzz:** Auflagersteifigkeit gegen Verdrehung; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Nichtlineare Parameter; **F(x):** Die Grenzkraft in x-Richtung; **F(y):** Die Grenzkraft in y-Richtung; **F(z):** Die Grenzkraft in z-Richtung; **M(x):** Der Grenzmoment um x-Achse; **M(y):** Der Grenzmoment um y-Achse; **M(z):** Der Grenzmoment um z-Achse;

Bereichsauflager

	Typ	Fläche [m ²]	Rx [kN/m/m ²]	Ry [kN/m/m ²]	Rz [kN/m/m ²]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	F(x) [kN/m ²]	F(y) [kN/m ²]	F(z) [kN/m ²]
4	⊕ Schale	2.750	1E+4	1E+4	2E+4	.	.	.	0	0	0
5	⊕ Schale	10.450	1E+4	1E+4	2E+3	.	.	.	0	0	0

Typ: Der Typ des Flächenelementes; **Fläche:** Bereichsfläche; **Rx, Ry, Rz:** Auflagersteifigkeit gegen Verschiebung; **NL(x), NL(y), NL(z):** Nichtlineare Parameter; **F(x):** Die Grenzkraft in x-Richtung; **F(y):** Die Grenzkraft in y-Richtung; **F(z):** Die Grenzkraft in z-Richtung;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 8

Benutzerdefinierte Lastkombinationen aus Lastfällen

	Name	Typ	G (STÄND1)	A_Gleis 1 (STÄND1)	A_Gleis 2 (STÄND1)	A_Perron (STÄND1)	N_perron (VERÄND1)	N_Bahn_LM4 (VERÄND1)	N_Entgl. (VERÄND1)	q1.1_1 (Erdruehdruck)	q1.2_1 (Erdruehdruck)
1	LFK_1_Deckel_ULS	ULS	1.35	0	1.35	0	0	1.45	0	0	0
2	LFK_2_Deckel_SLS	SLS Häufige	0	0	0	0	0	1.00	0	0	0
3	LFK_3_Deckel_SLS	SLS Quasi-ständige	1.00	0	1.00	0	0	0	0	0	0
4	LFK_4_Deckel_SLS	SLS Quasi-ständige	1.00	0	0	1.00	0.60	0	0	0	0
5	LFK_5_Gleis1_ULS	ULS	1.35	1.35	0	0	0	1.45	0	0.70	1.35
6	LFK_6_Gleis1_ULS	ULS	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0.70	0
7	LFK_7_Gleis2_ULS	ULS	1.35	0	1.35	0	0	1.45	0	0.70	1.35
8	LFK_8_Gleis2_ULS	ULS	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0.70	0
9	LFK_9_Gleis1_max	ULS	1.35	1.35	0	0	0	1.45	0	1.35	1.35
10	LFK_10_Gleis2_ma	ULS	1.35	0	1.35	0	0	1.45	0	1.35	1.35
11	LFK_11_Erm_1	ULS	0	0	0	0	0	1.00	0	1.00	1.00
12	LFK_12_Erm_2	ULS	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
13	LFK_13_Erm_3	ULS	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
14	LFK_14_Entgl_1	ULS	1.35	1.35	0	0	0	0	1.00	0.70	0
15	LFK_15_Entgl_2	ULS	1.35	0	1.35	0	0	0	1.00	0.70	0

	q1.3_1 (Erdruehdruck)	Gleis_1 (Erdruehdruck_)	Gleis_2 (Erdruehdruck_)	Gleis_1_2 (Erdruehdruck_)	Gleis_2_2 (Erdruehdruck_)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	1.35	0	0.70	0
6	1.35	1.35	0	0.70	0
7	0	0	1.35	0	0.70
8	1.35	0	1.35	0	0.70
9	0	1.35	0	1.35	0
10	0	0	1.35	0	1.35
11	0	0	0	0	0
12	1.00	0	0	0	0
13	1.00	0	0	0	0
14	1.35	1.35	0	0.70	0
15	1.35	0	1.35	0	0.70

Name: Name der Lastkombination; Typ: Lastkombinationstyp; G (STÄND1): G (STÄND1) Faktor; A_{Gleis 1} (STÄND1): A_{Gleis 1} (STÄND1) Faktor; A_{Gleis 2} (STÄND1): A_{Gleis 2} (STÄND1) Faktor; A_{Perron} (STÄND1): A_{Perron} (STÄND1) Faktor;

N_{perron} (VERÄND1): N_{perron} (VERÄND1) Faktor; N_{BahnLM4} (VERÄND1): N_{BahnLM4} (VERÄND1) Faktor; N_{Entgl.} (VERÄND1): N_{Entgl.} (VERÄND1) Faktor; q1.1 (Erdruehdruck): q1.1 (Erdruehdruck) Faktor; q1.2 (Erdruehdruck): q1.2 (Erdruehdruck) Faktor;

q1.3 (Erdruehdruck): q1.3 (Erdruehdruck) Faktor; Gleis₁ (Erdruehdruck): Gleis₁ (Erdruehdruck) Faktor; Gleis₂ (Erdruehdruck): Gleis₂ (Erdruehdruck) Faktor; Gleis₁₂ (Erdruehdruck): Gleis₁₂ (Erdruehdruck) Faktor; Gleis₂₂ (Erdruehdruck): Gleis₂₂ (Erdruehdruck) Faktor;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

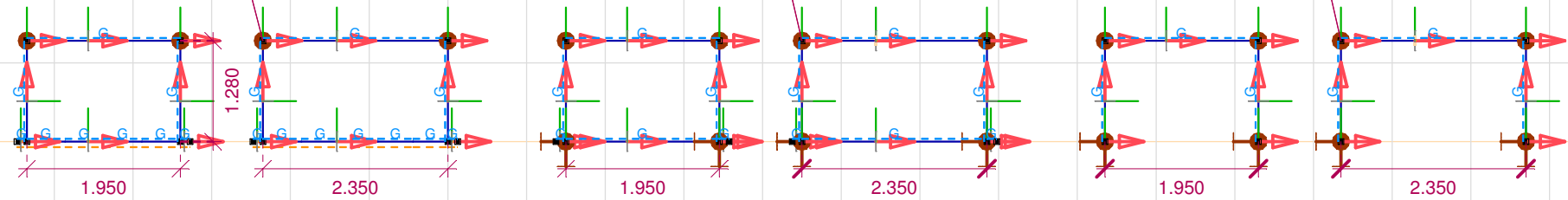
Seite 9

Einwirkungen RahmenNorm SIA 26x
Fall : G

Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung



G, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

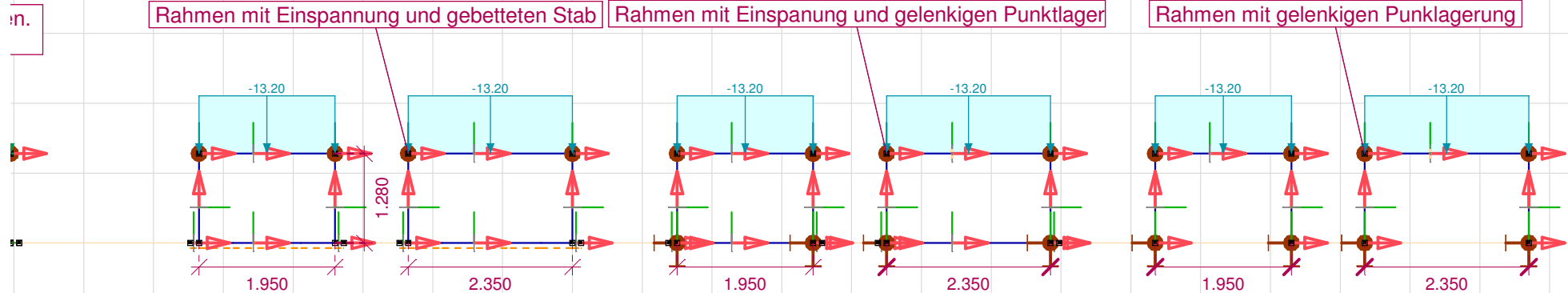
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 10

Norm SIA 26x
Fall : A_Gleis 1



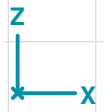
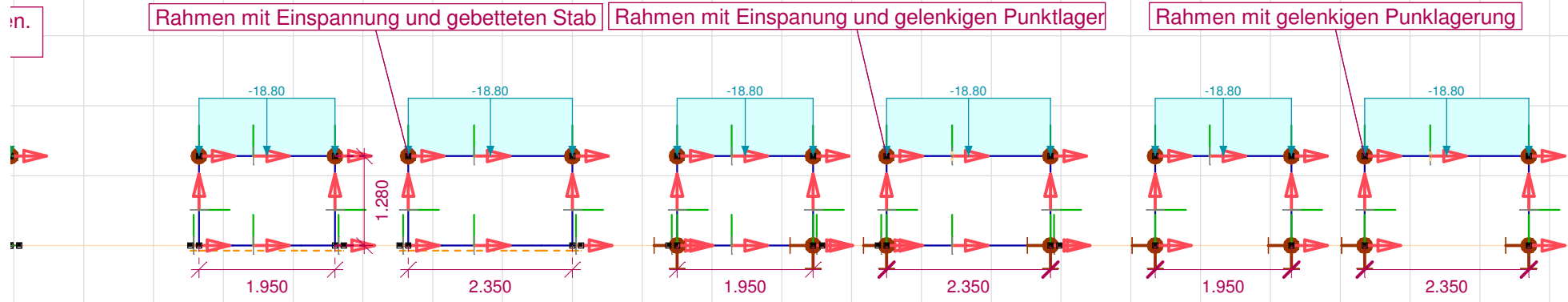
A_Gleis 1, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Norm SIA 26x
Fall : A_Gleis 2



A_Gleis 2, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 12

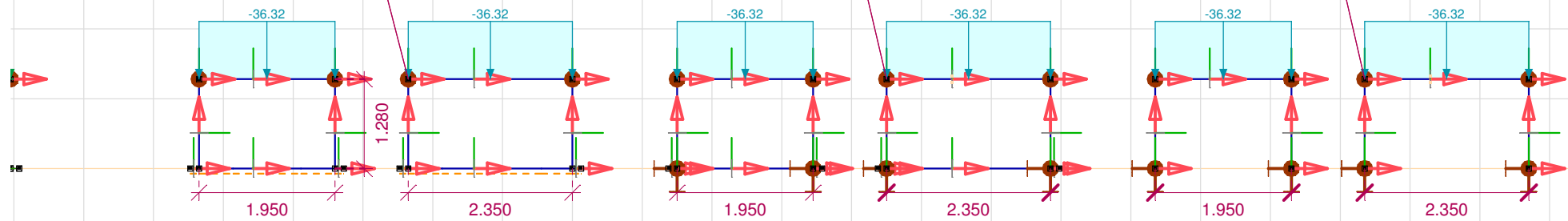
Norm SIA 26x
Fall : A_perron

n.

Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung



A_Perron, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

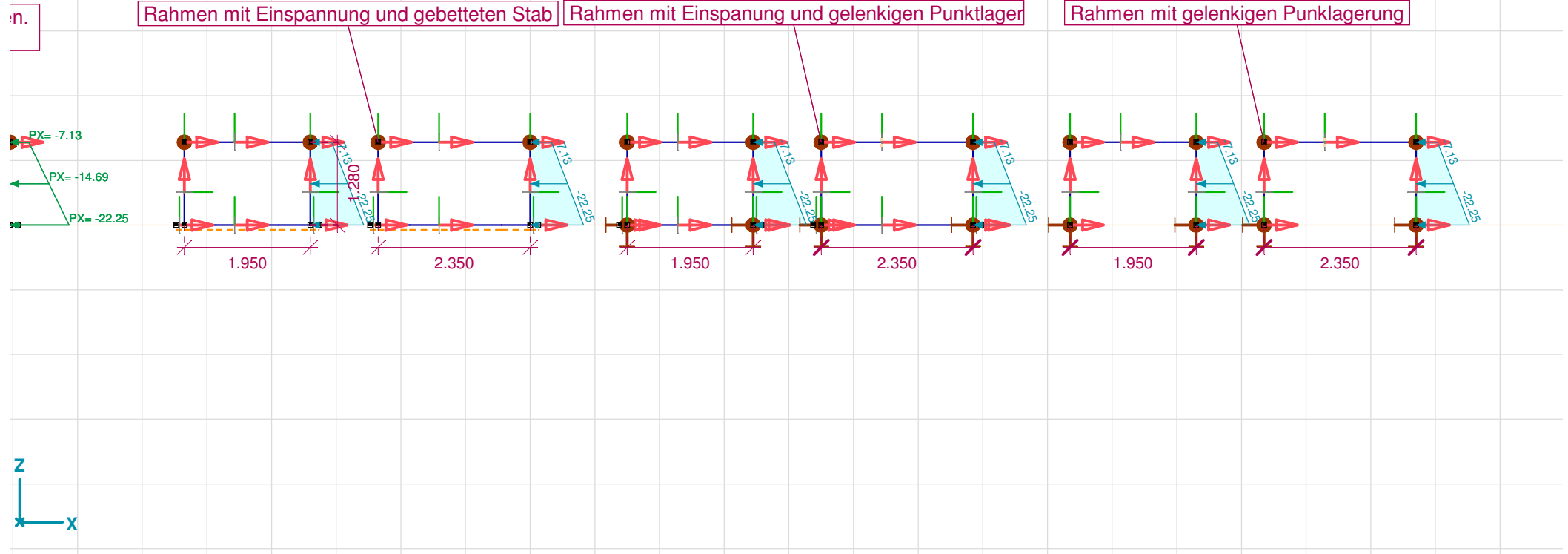
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 13

Norm SIA 26x
Fall : Gleis₁



Gleis_1, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

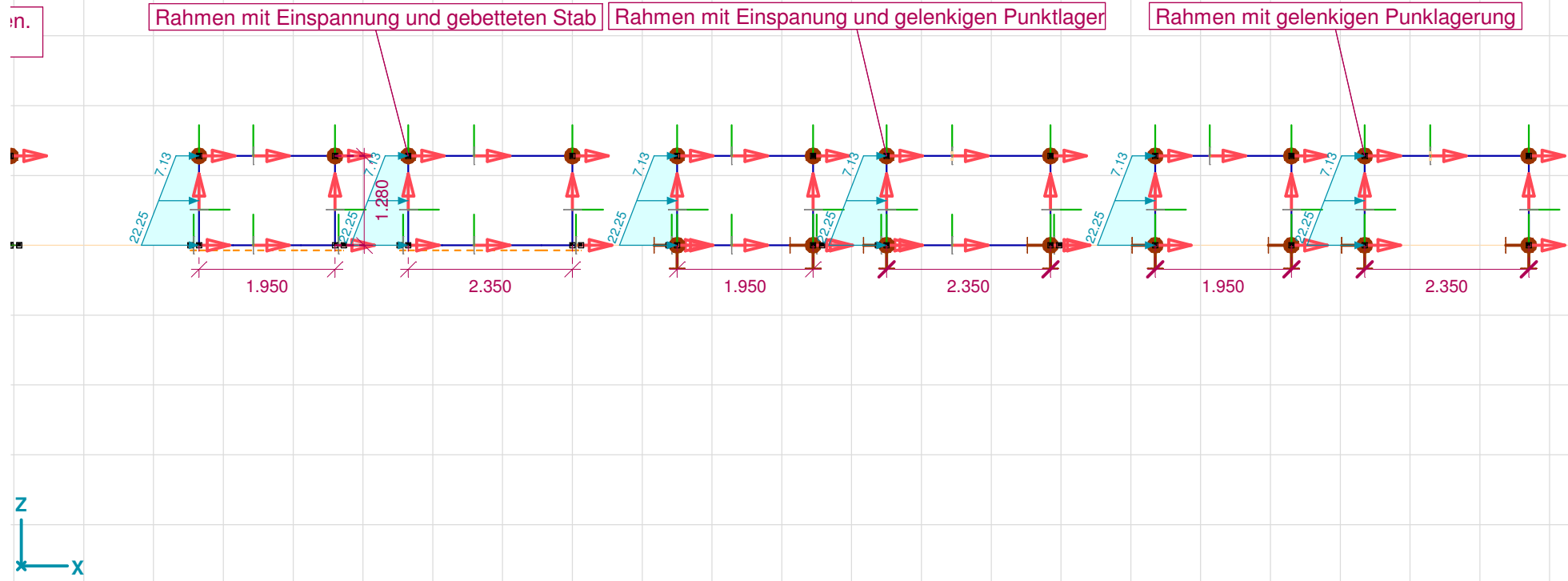
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 14

Norm SIA 26x
Fall : Gleis₁₂



Gleis_1_2, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

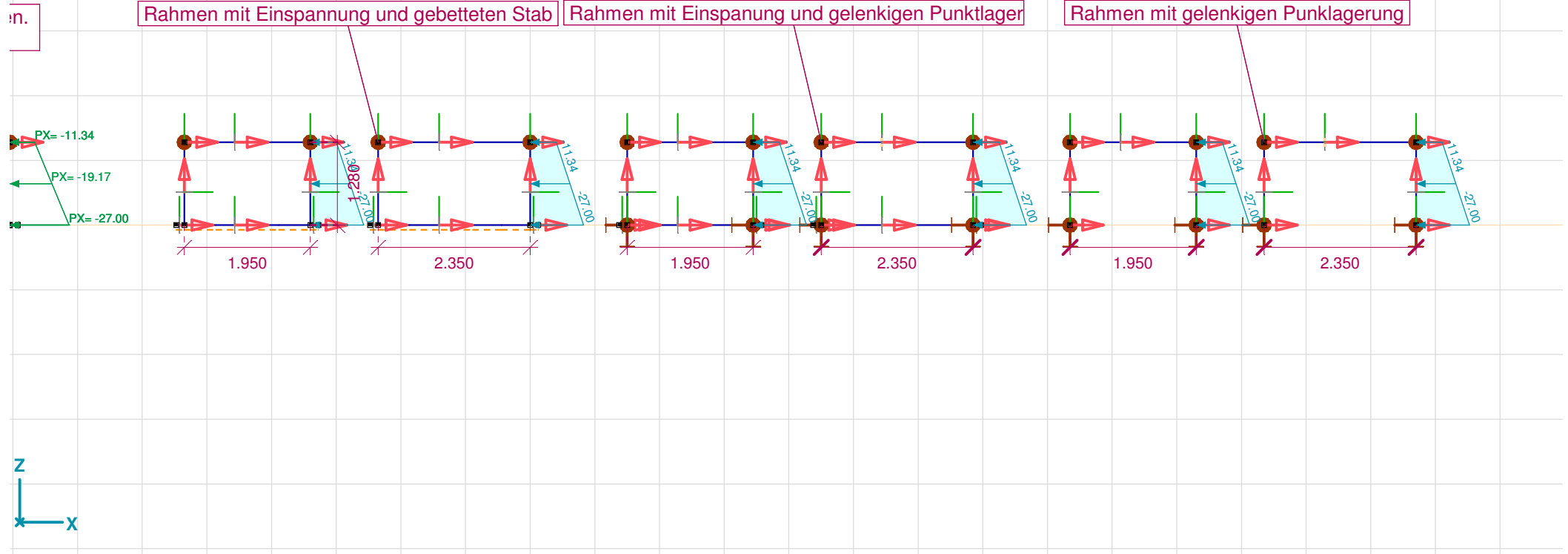
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 15

Norm	SIA 26x
Fall	: Gleis ₂



Gleis_2, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

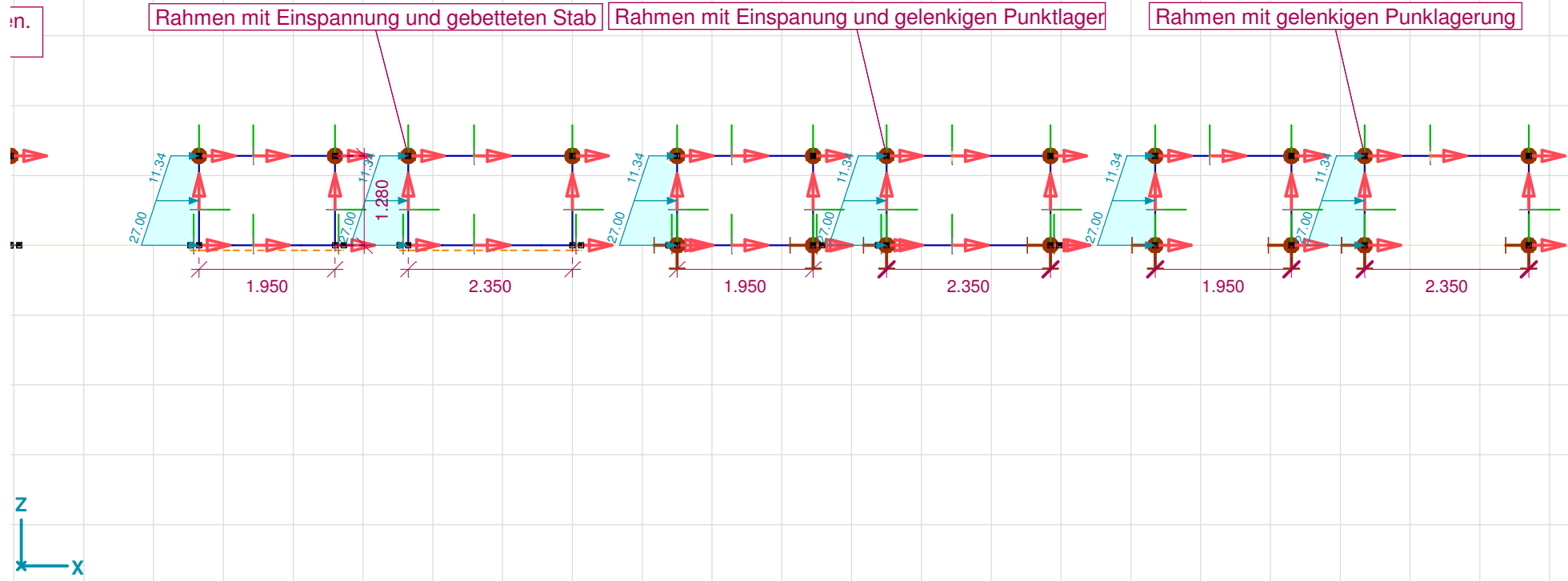
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 16

Norm SIA 26x
Fall : Gleis22



Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung

Gleis_2_2, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

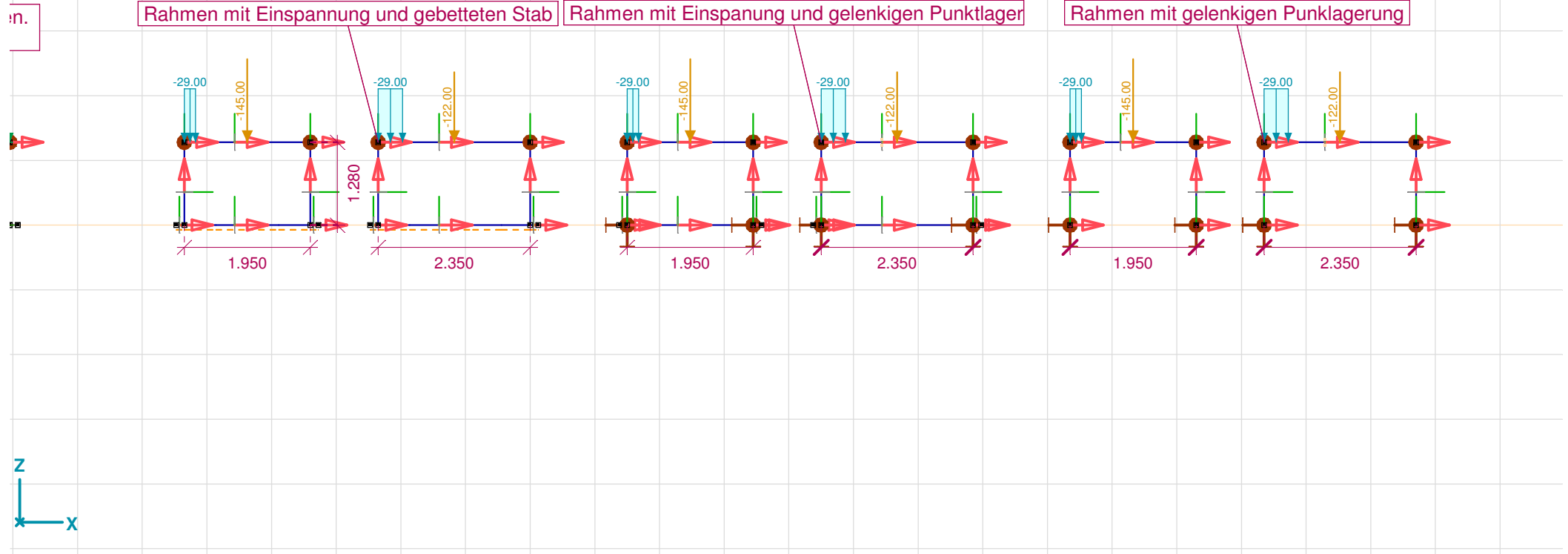
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 17

Norm SIA 26x
Fall : N_{BahnLM4}



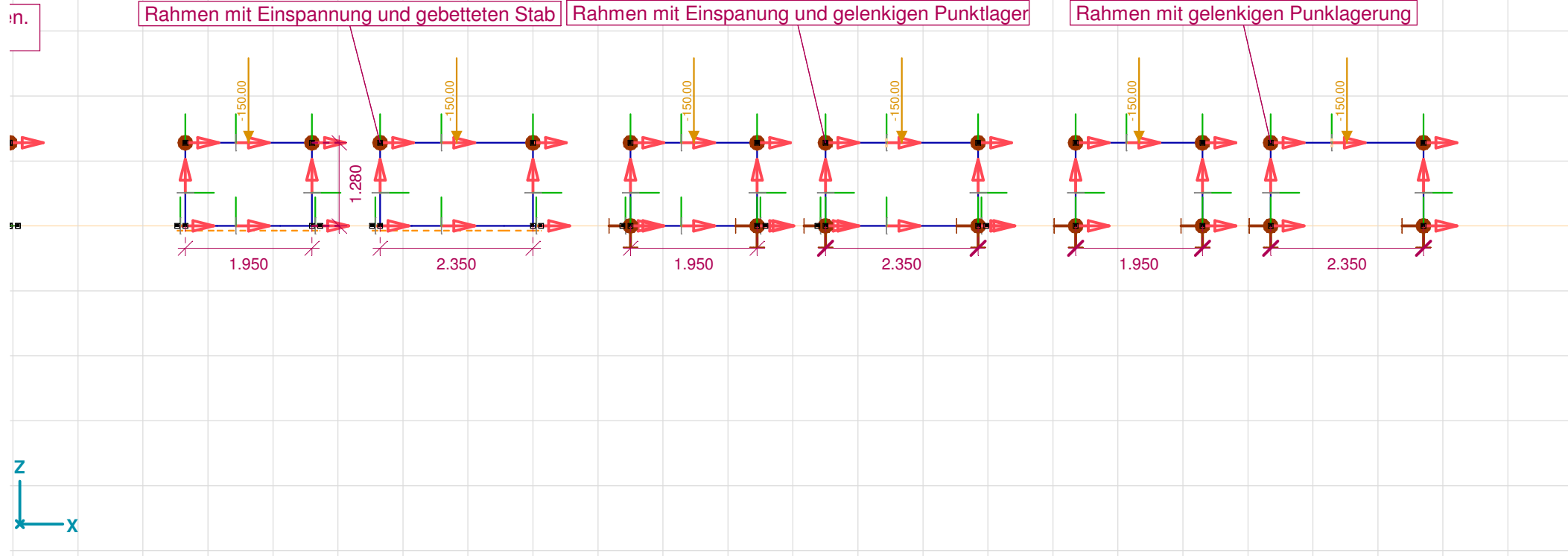
N_{Bahn_LM4}, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Norm SIA 26x
Fall : N_{Entgl.}



N_{Entgl.}, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

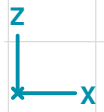
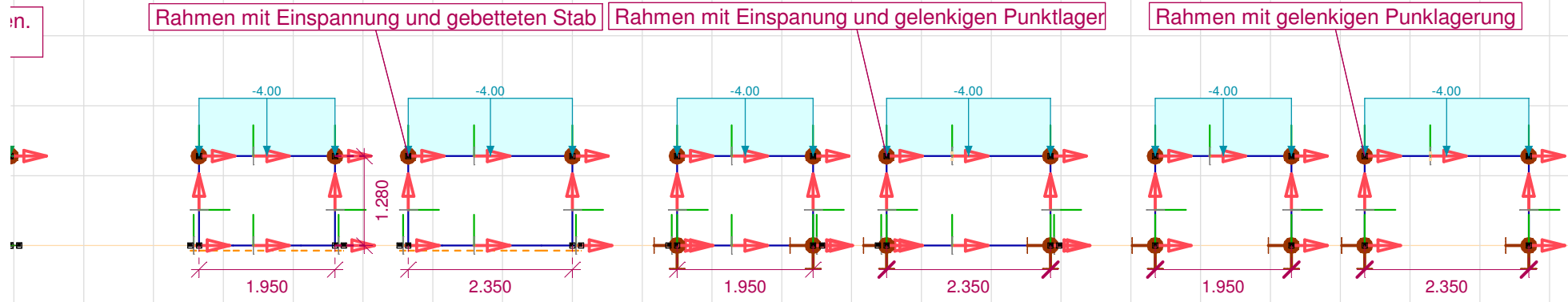
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 19

Norm SIA 26x
Fall : N_perron



N_perron, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

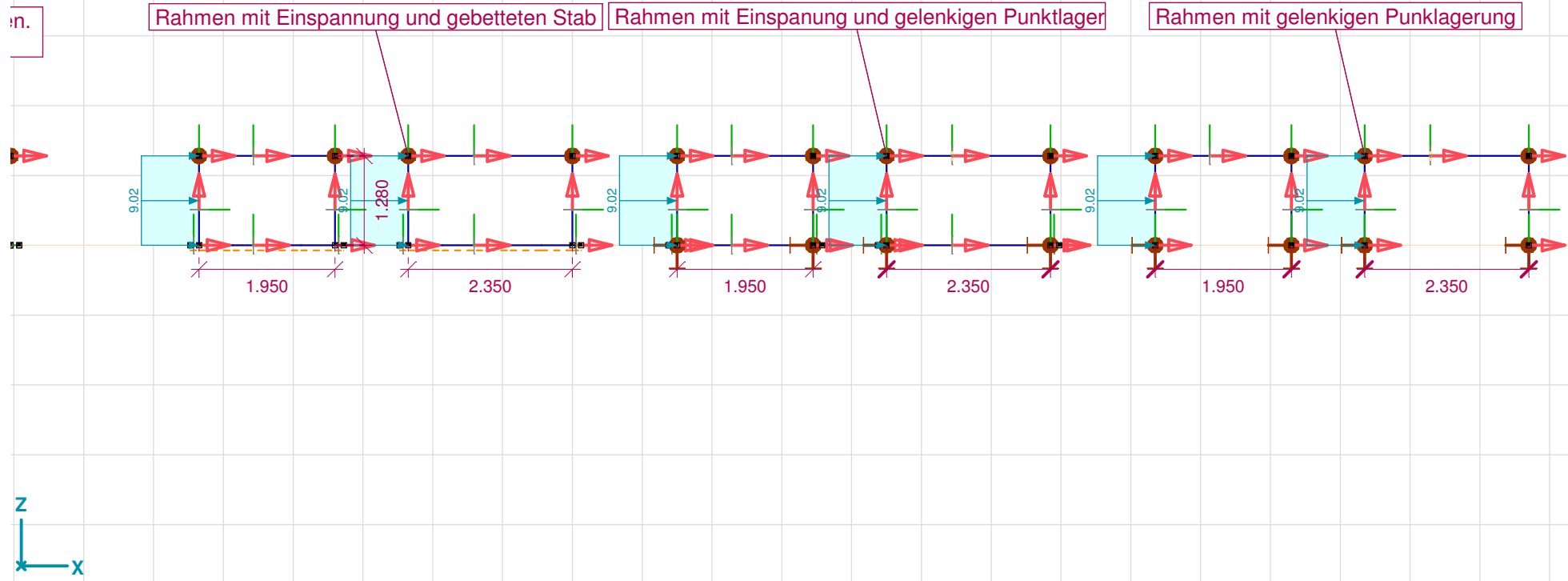
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 20

Norm SIA 26x
Fall : q1.1₁



q1.1_1, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

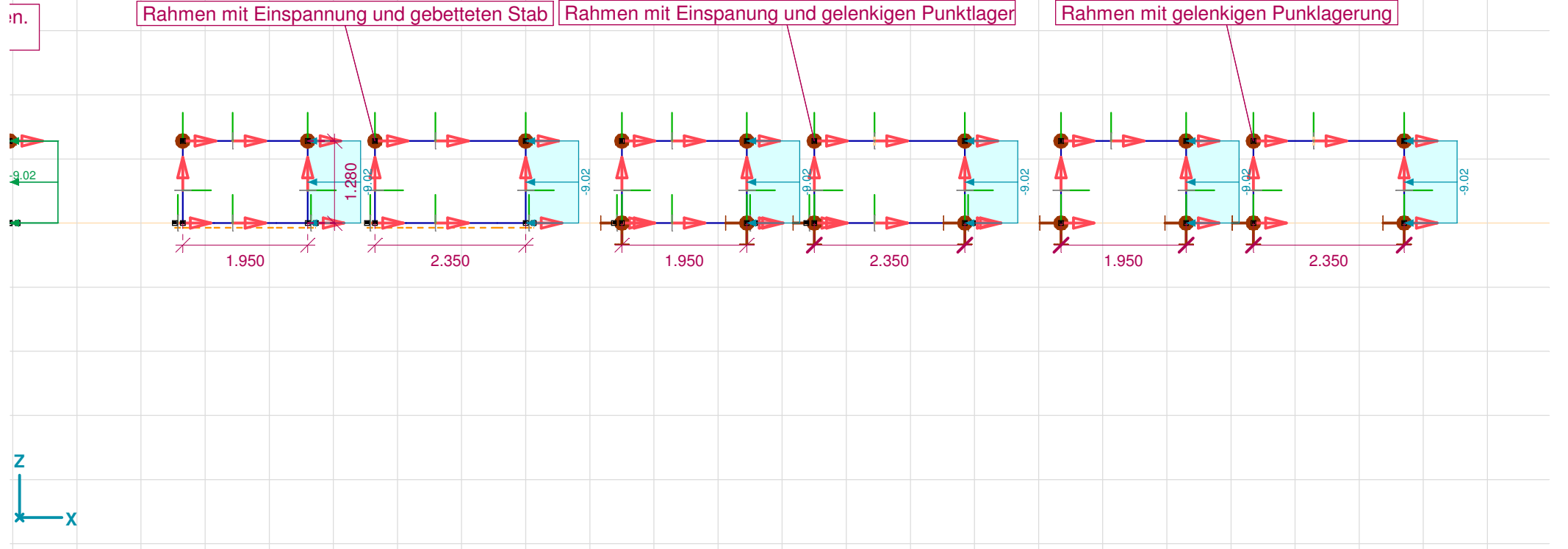
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 21

Norm SIA 26x
Fall : q1.2₁



q1.2_1, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

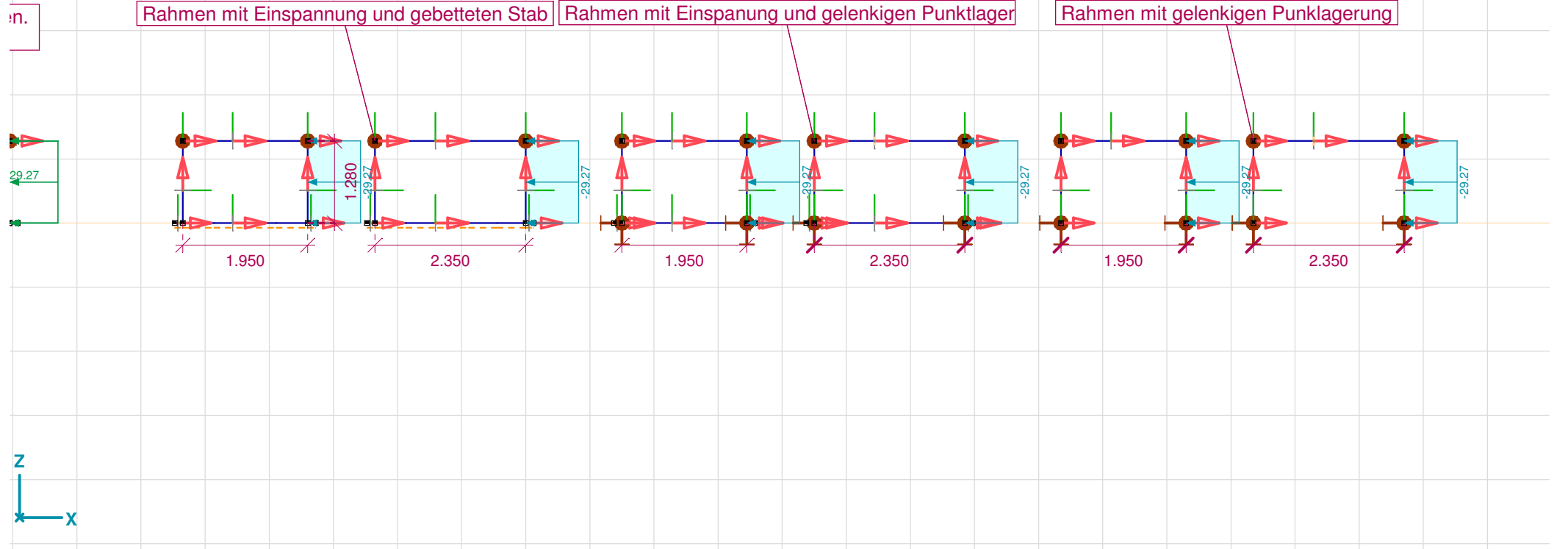
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 22

Norm SIA 26x
Fall : q1.3₁



q1.3_1, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 23

Einwirkungen Bodenplatte

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 24

Norm	SIA 26x
Fall	: A_Gleis 1

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



A_Gleis 1, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

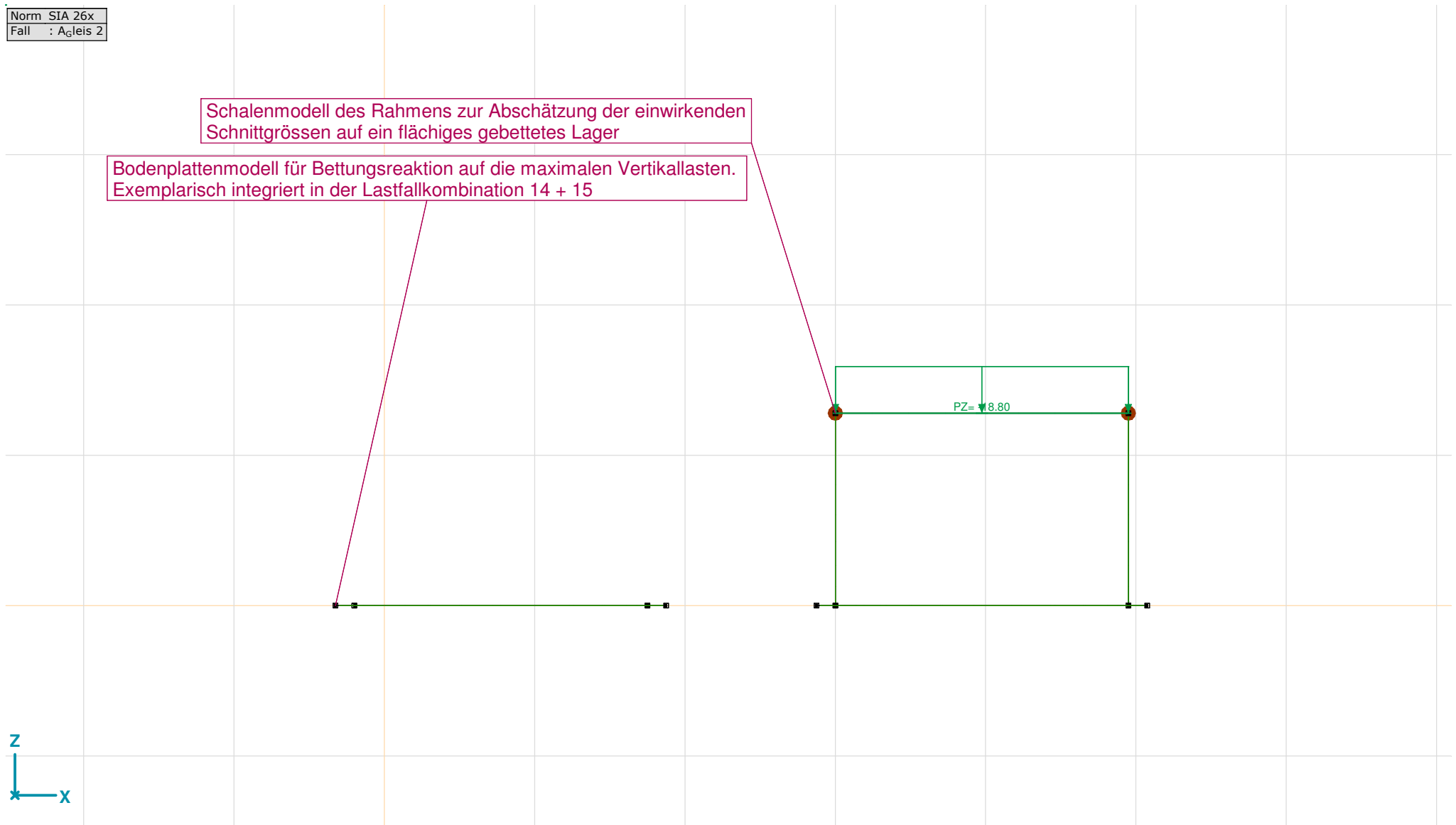
01.11.2017

Seite 25

Norm	SIA 26x
Fall	: A_Gleis 2

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



A_Gleis 2, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

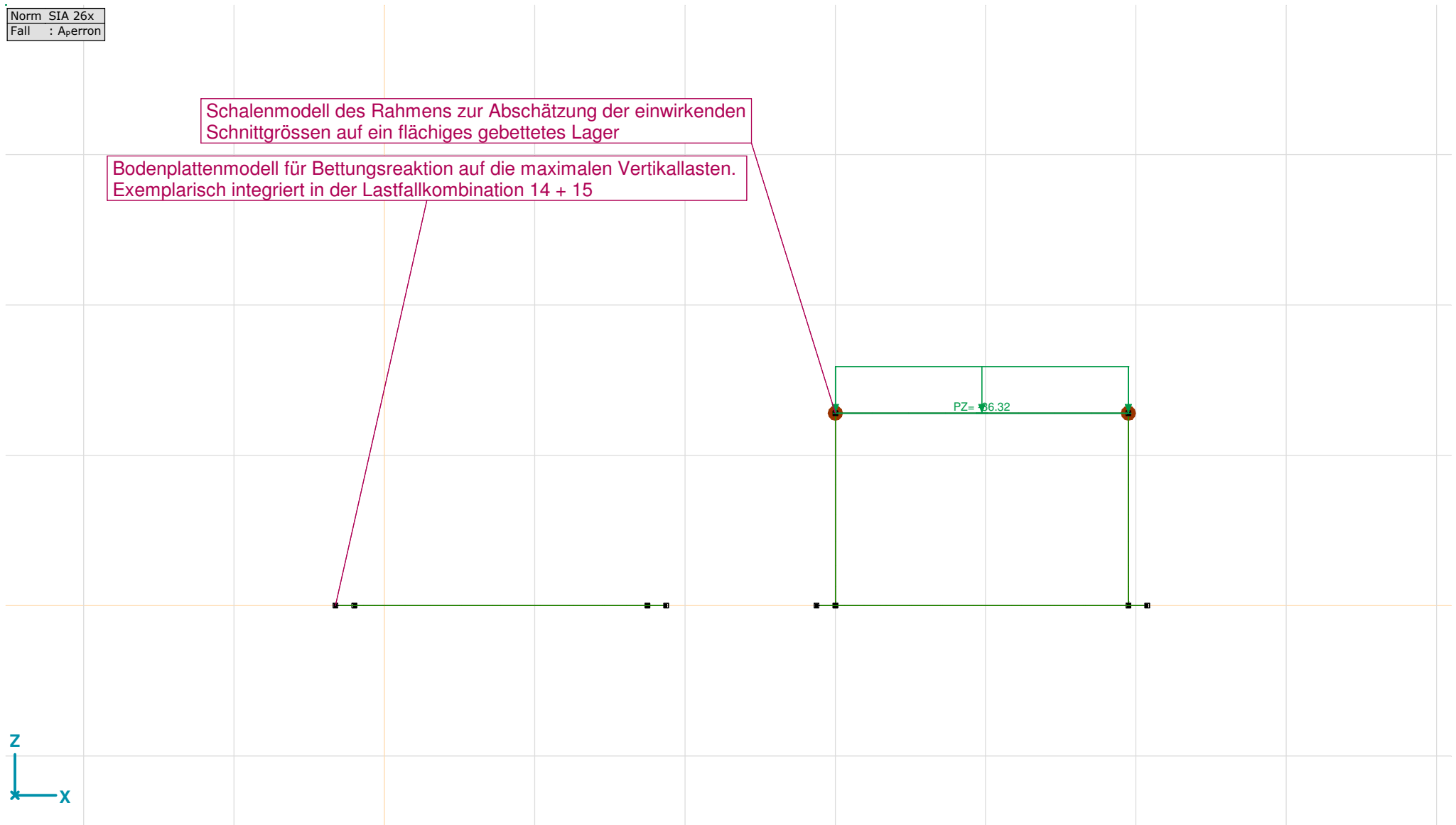
Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017 Seite 26

Norm	SIA 26x
Fall	: A_perron

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



A_Perron, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

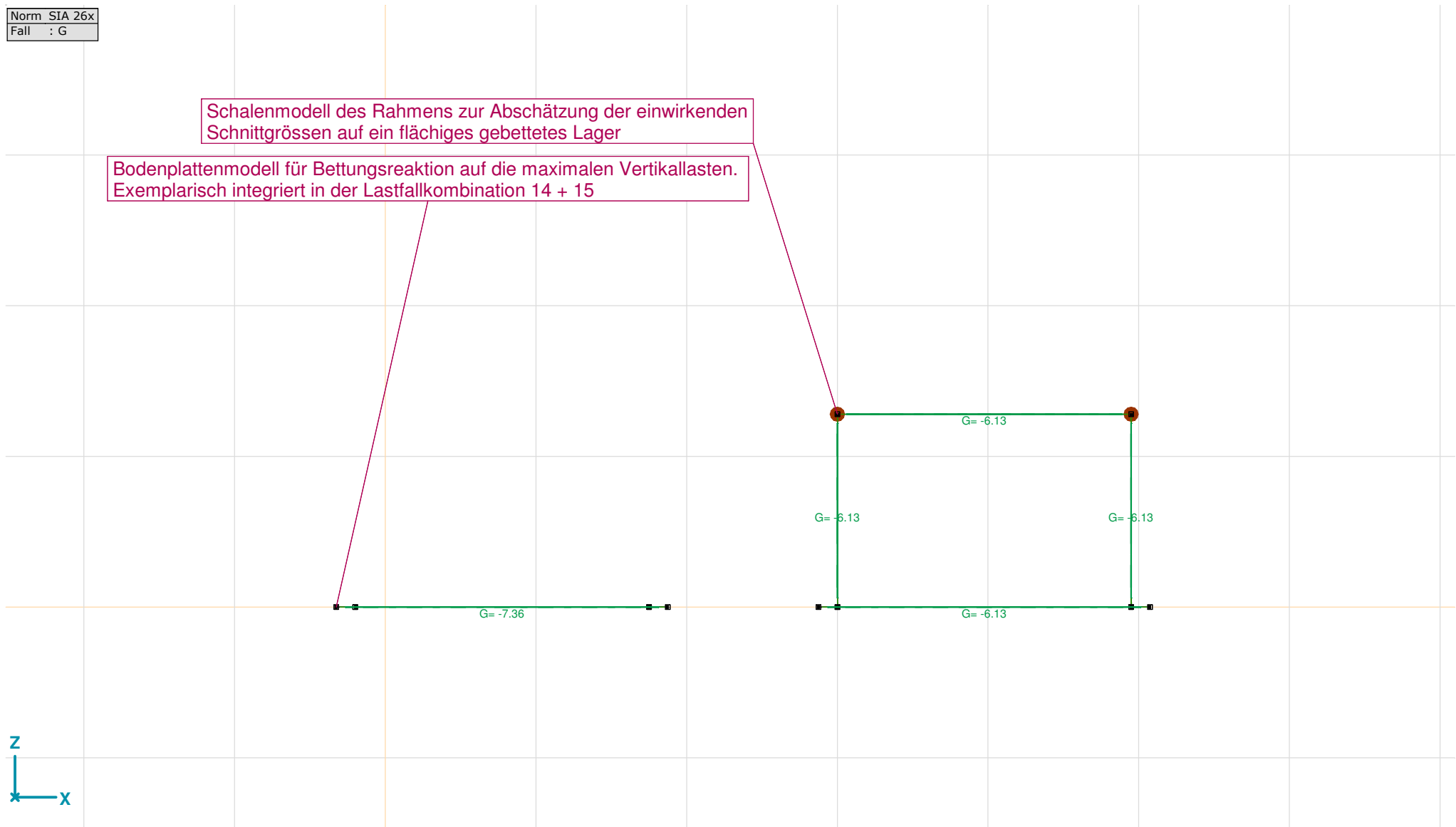
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 27

Norm SIA 26x
Fall : G

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



G, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

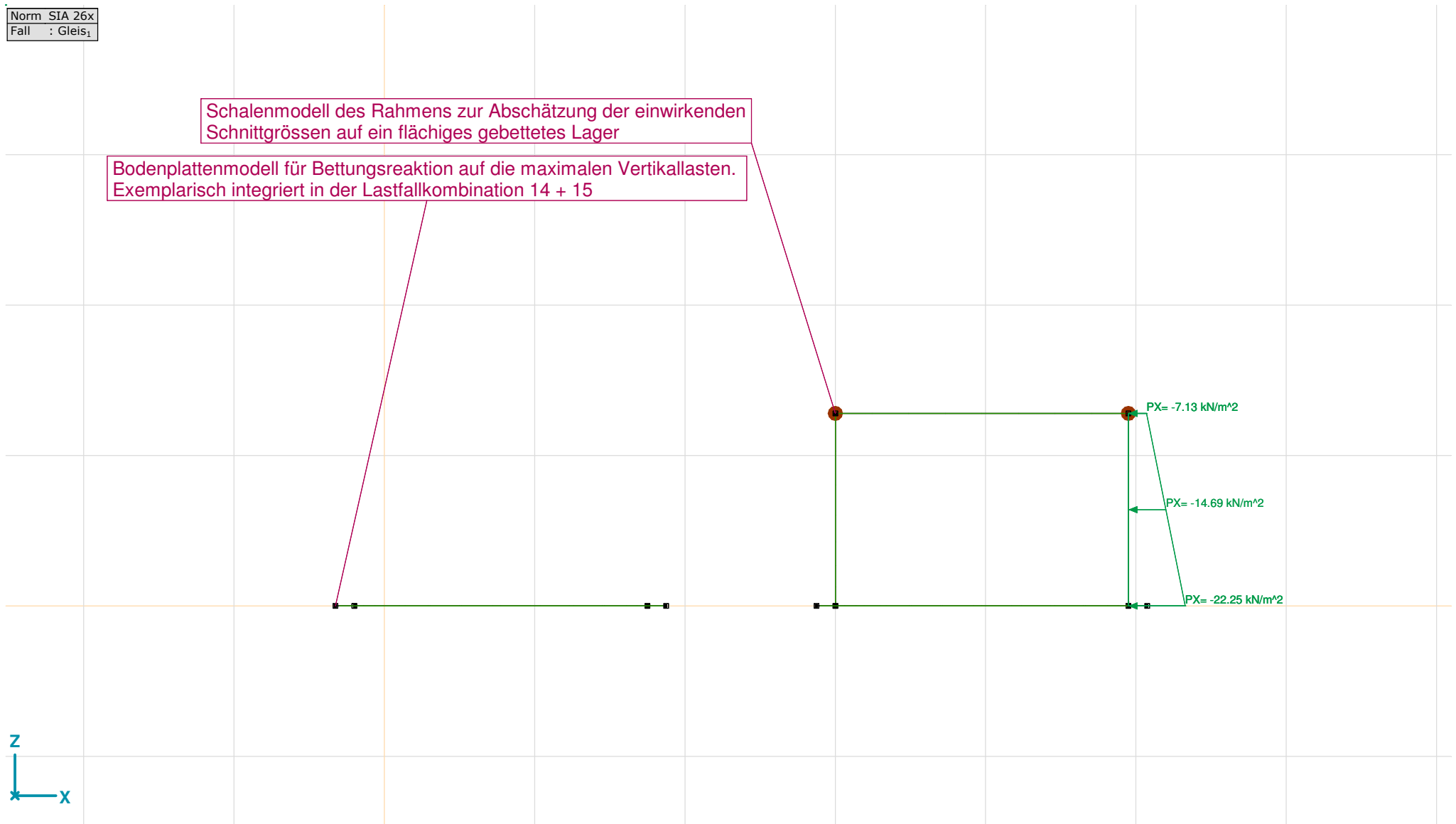
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 28

Norm	SIA 26x
Fall	: Gleis ₁

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



Gleis_1, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

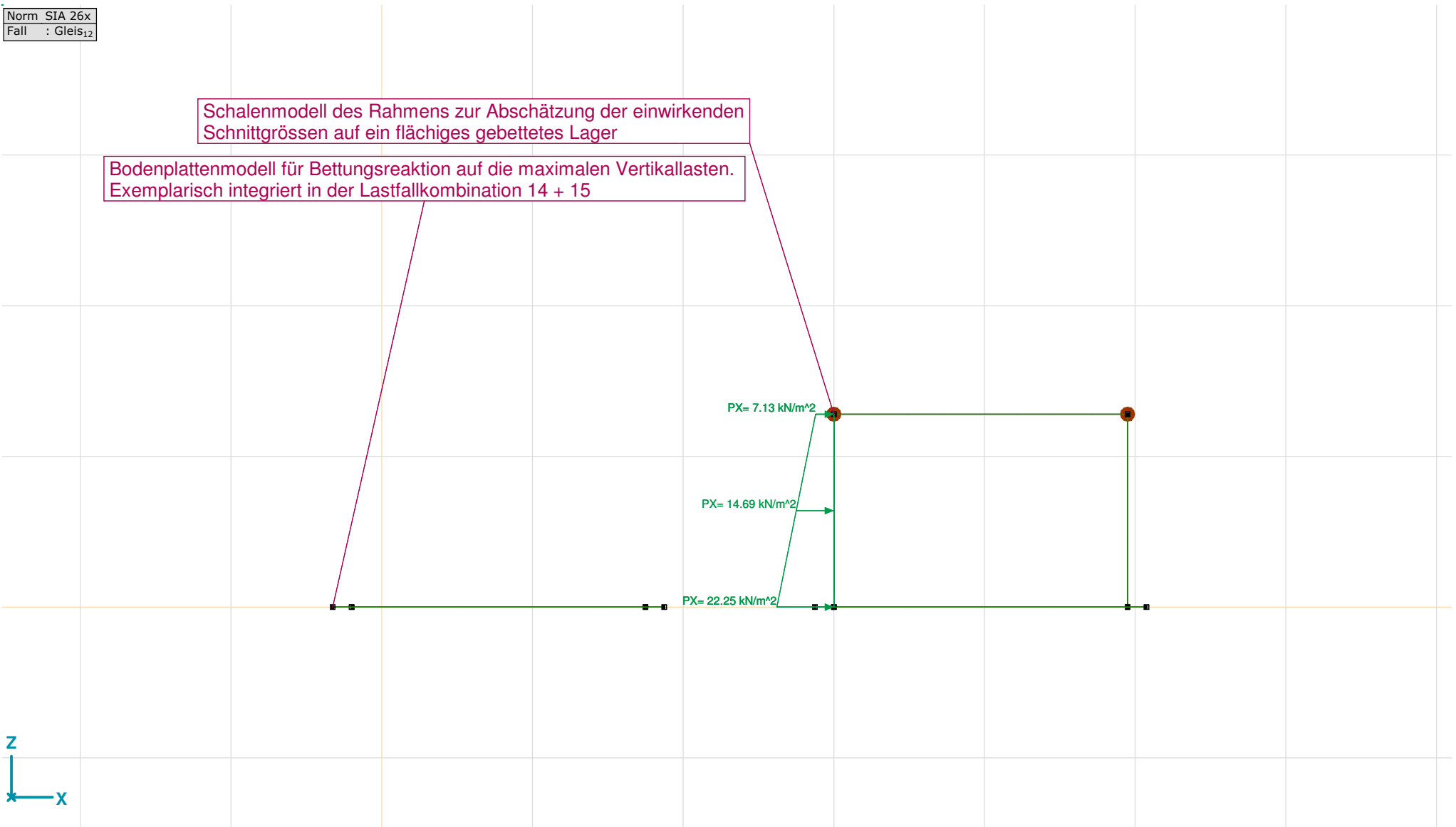
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 29

Norm	SIA 26x
Fall	: Gleis _{1,2}

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



Gleis_1_2, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

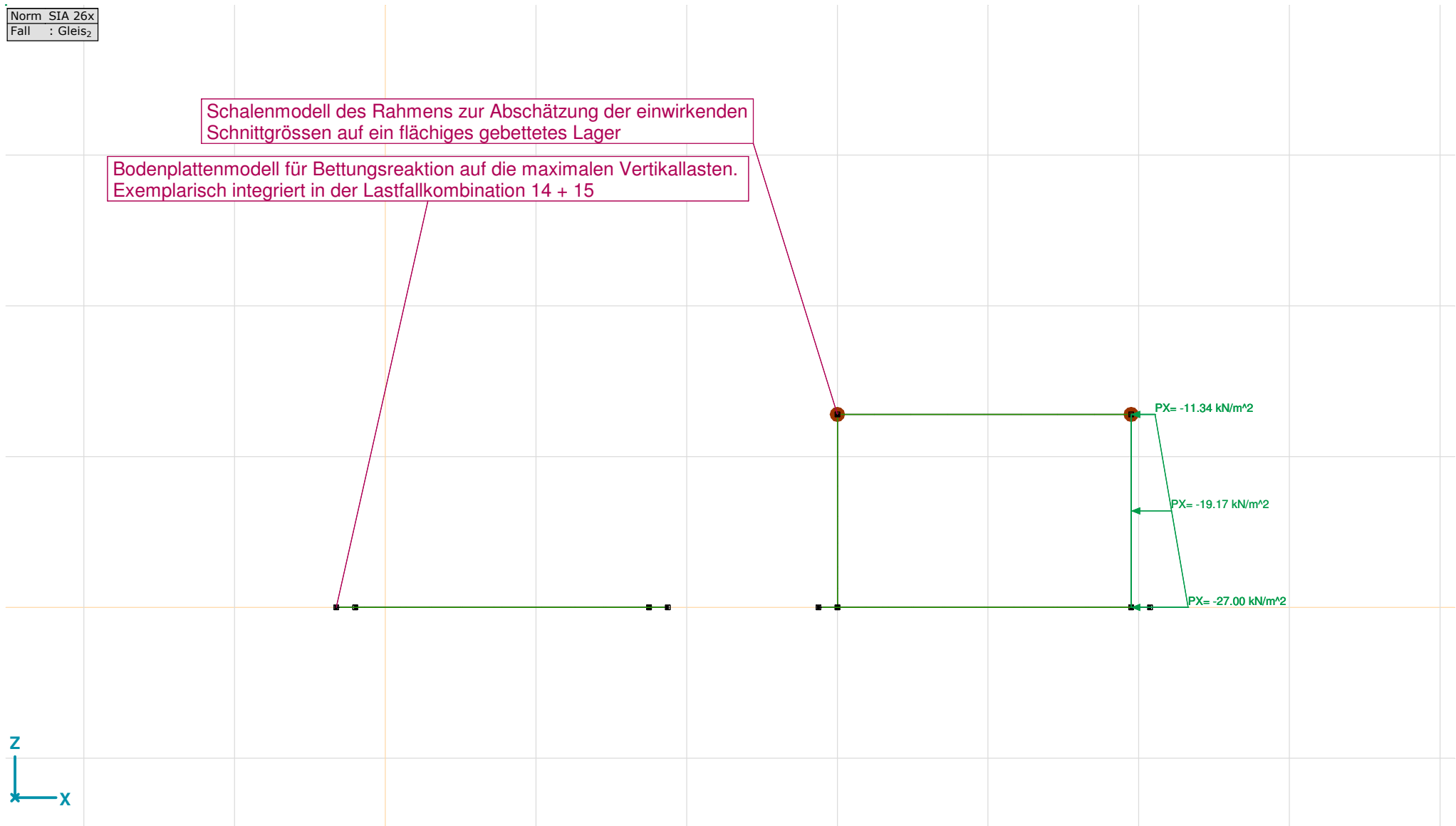
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 30

Norm	SIA 26x
Fall	: Gleis ₂

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



Gleis_2, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

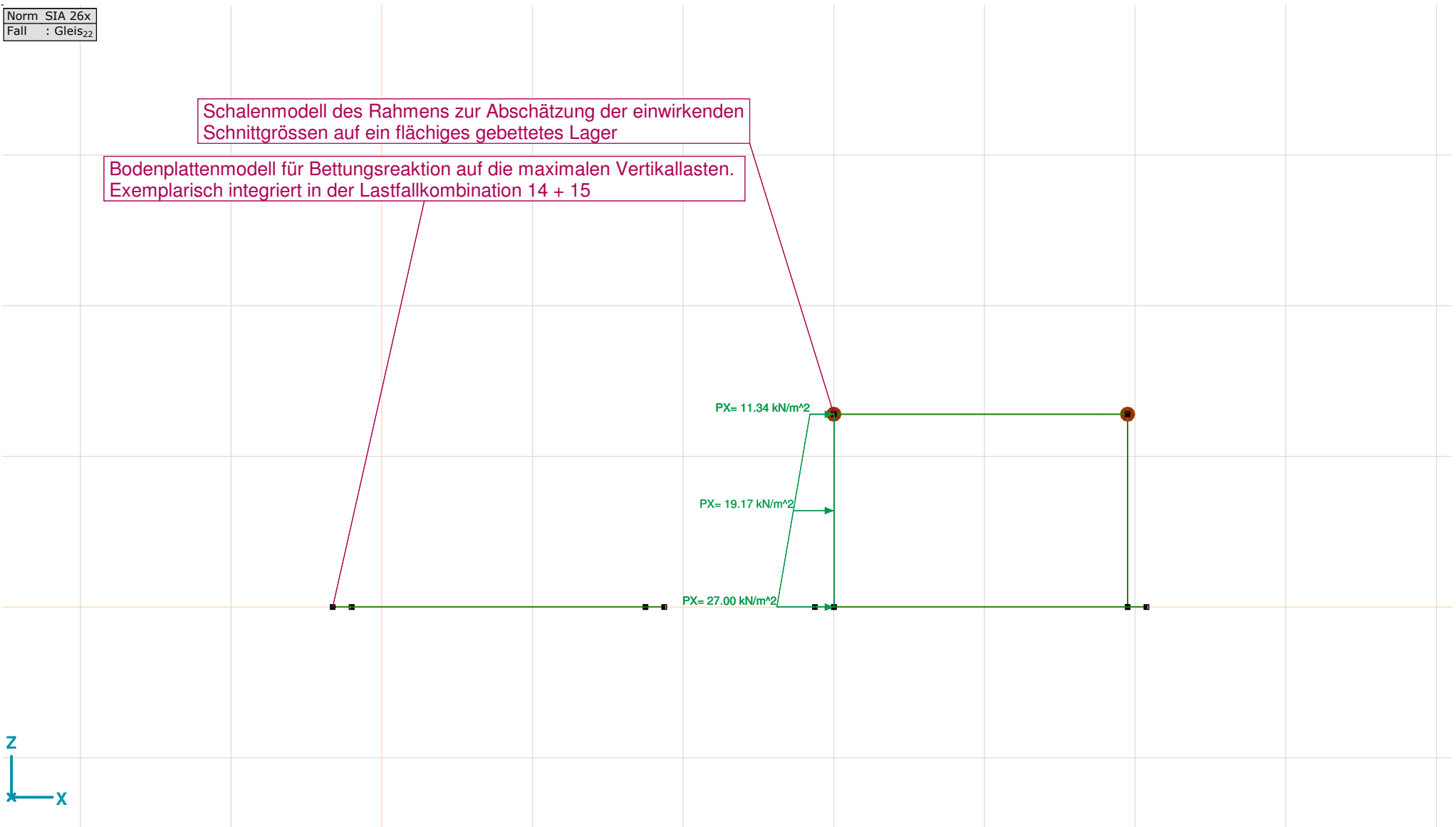
01.11.2017

Seite 31

Norm	SIA 26x
Fall	: Gleis ₂₂

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



Gleis_2_2, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

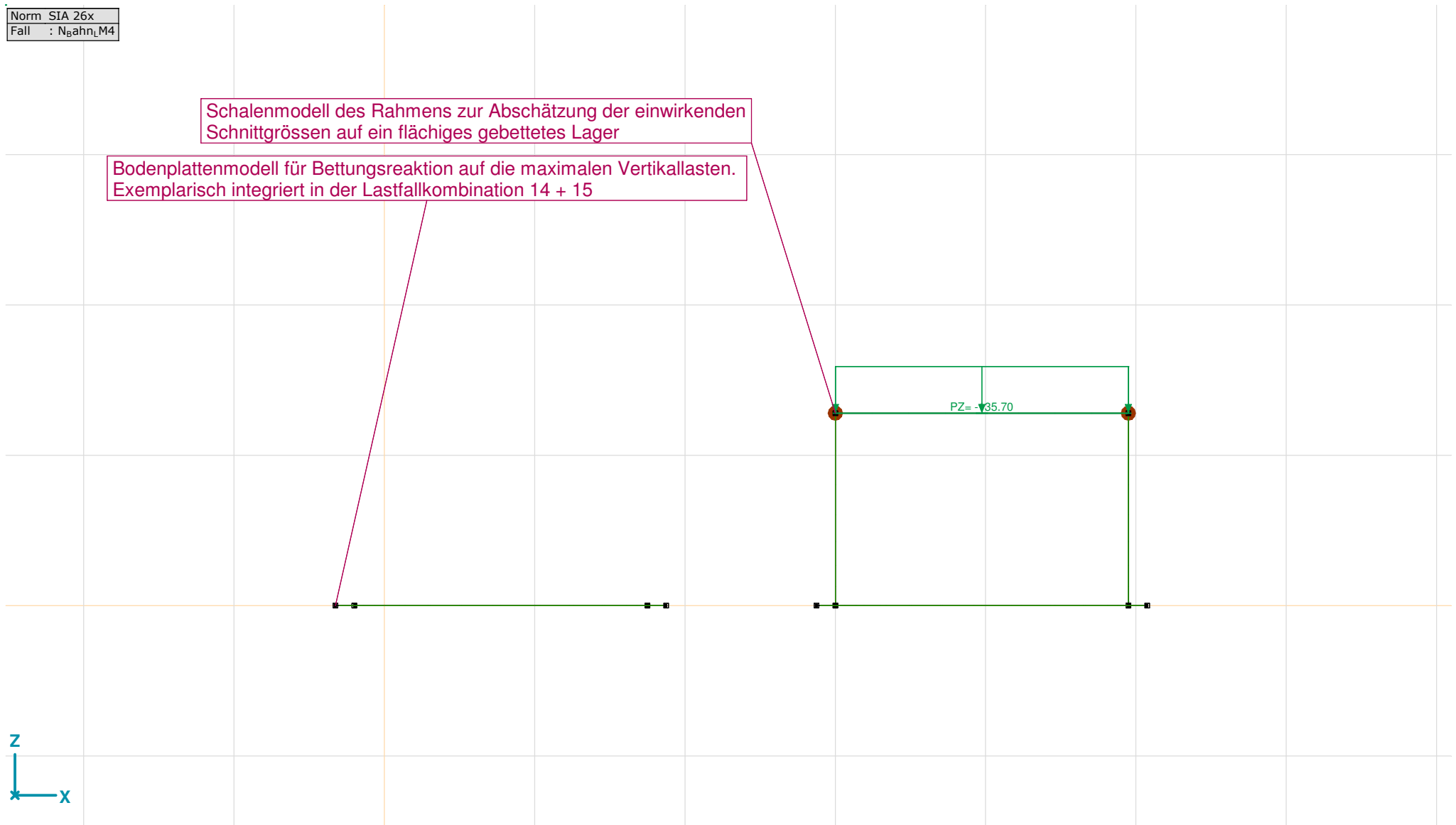
01.11.2017

Seite 32

Norm	SIA 26x
Fall	: N _{Bahn} _LM4

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



N_{Bahn}_LM4, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 33

Norm	SIA 26x
Fall	: N _{Entgl.}

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15

PZ= -170.00 kN/m

PZ= -170.00 kN/m

PZ= -740.00 kN/m²

N_Entgl., Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

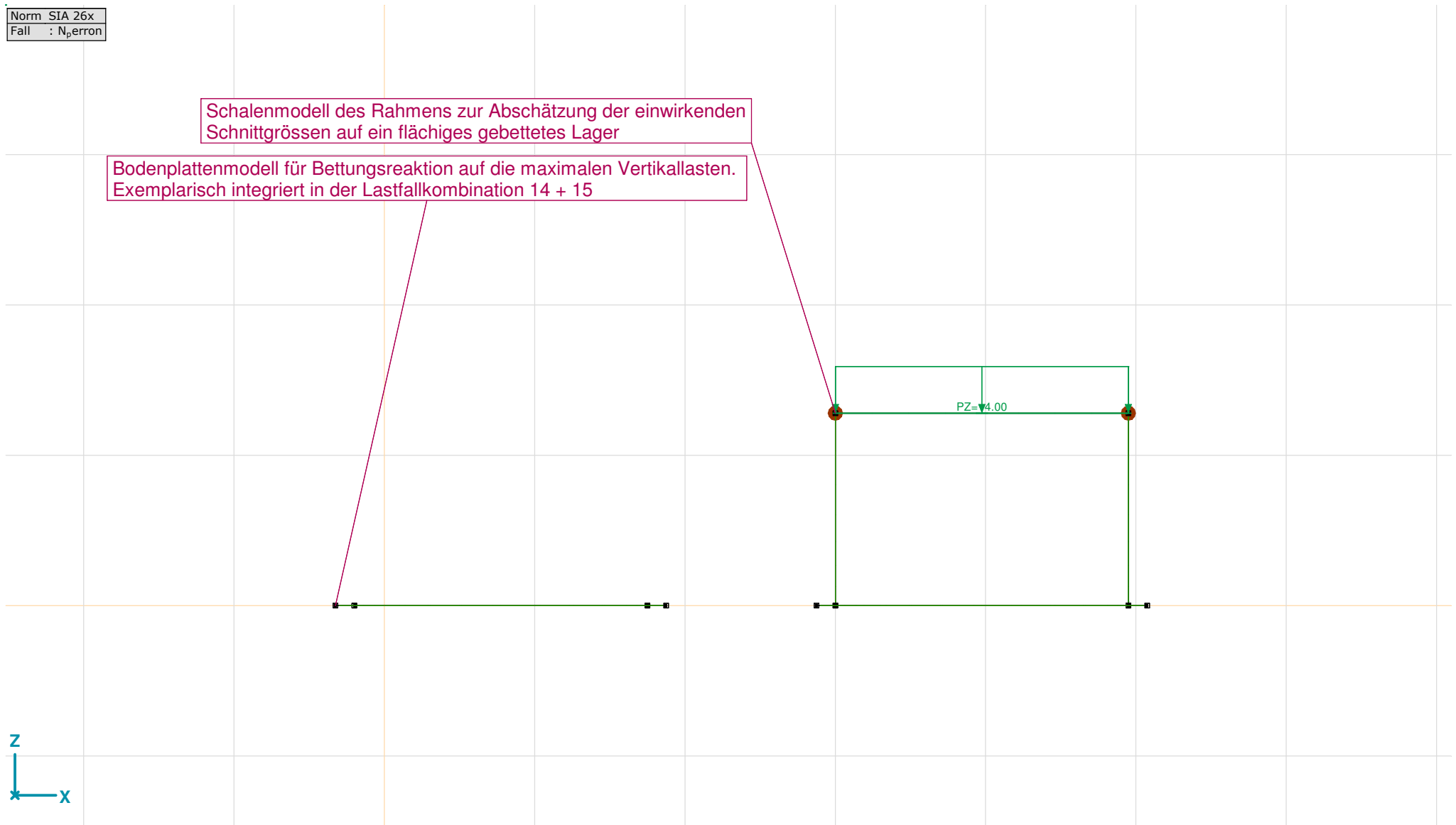
01.11.2017

Seite 34

Norm	SIA 26x
Fall	: N _p erron

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



N_perron, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

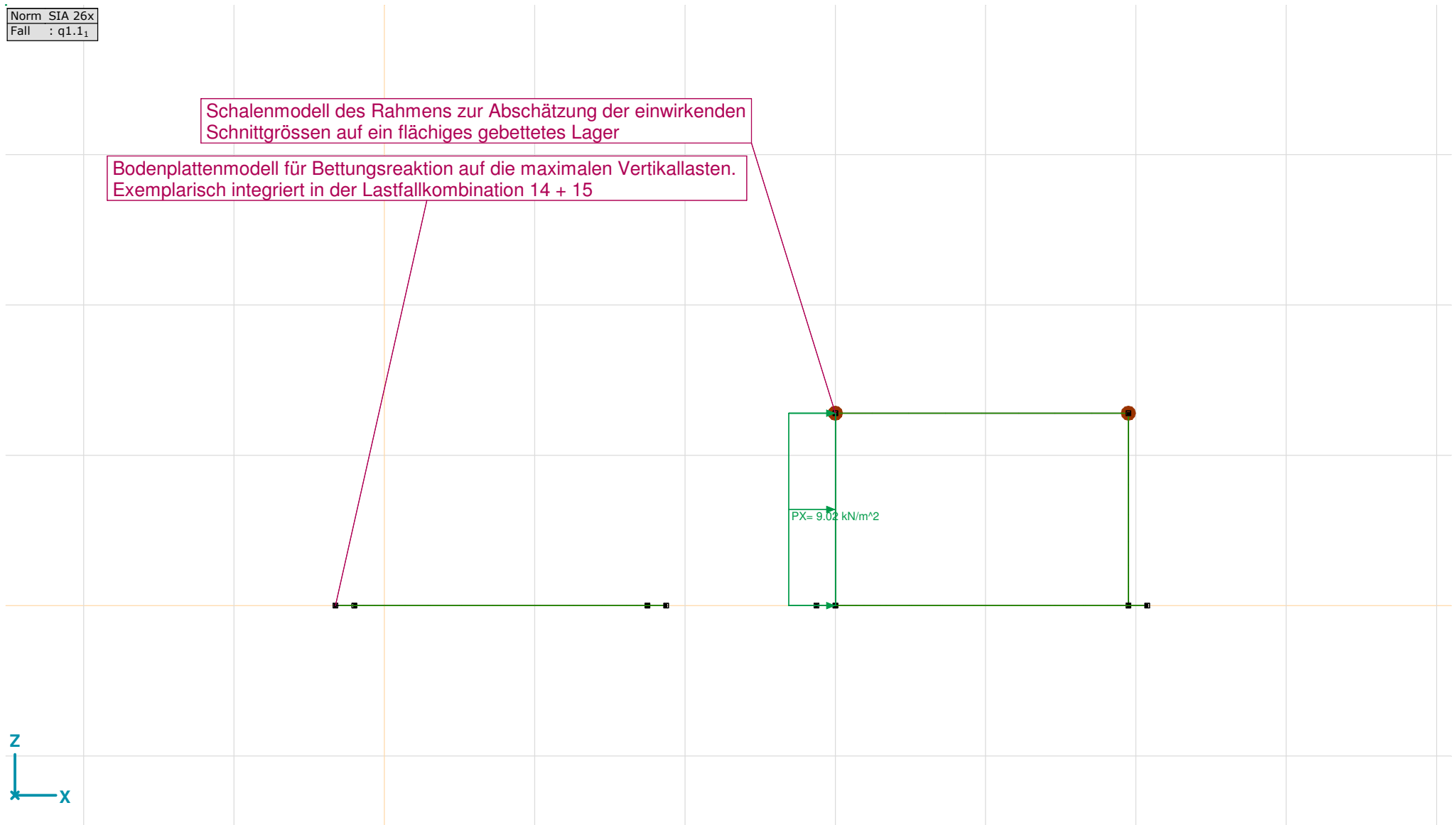
01.11.2017

Seite 35

Norm	SIA 26x
Fall	: q1.1 ₁

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



q1.1_1, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

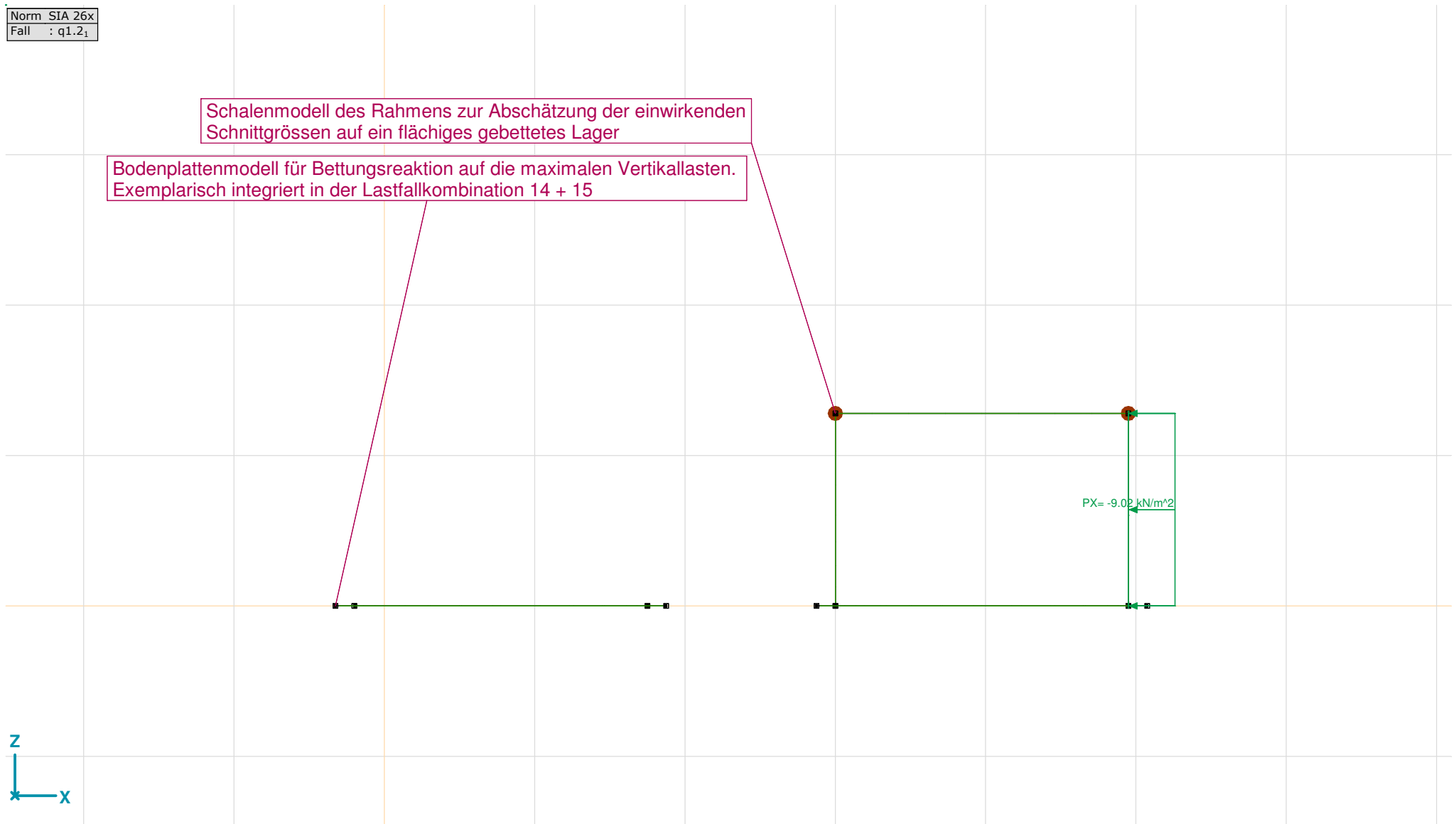
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 36

Norm	SIA 26x
Fall	: q1.2 ₁

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



q1.2_1, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

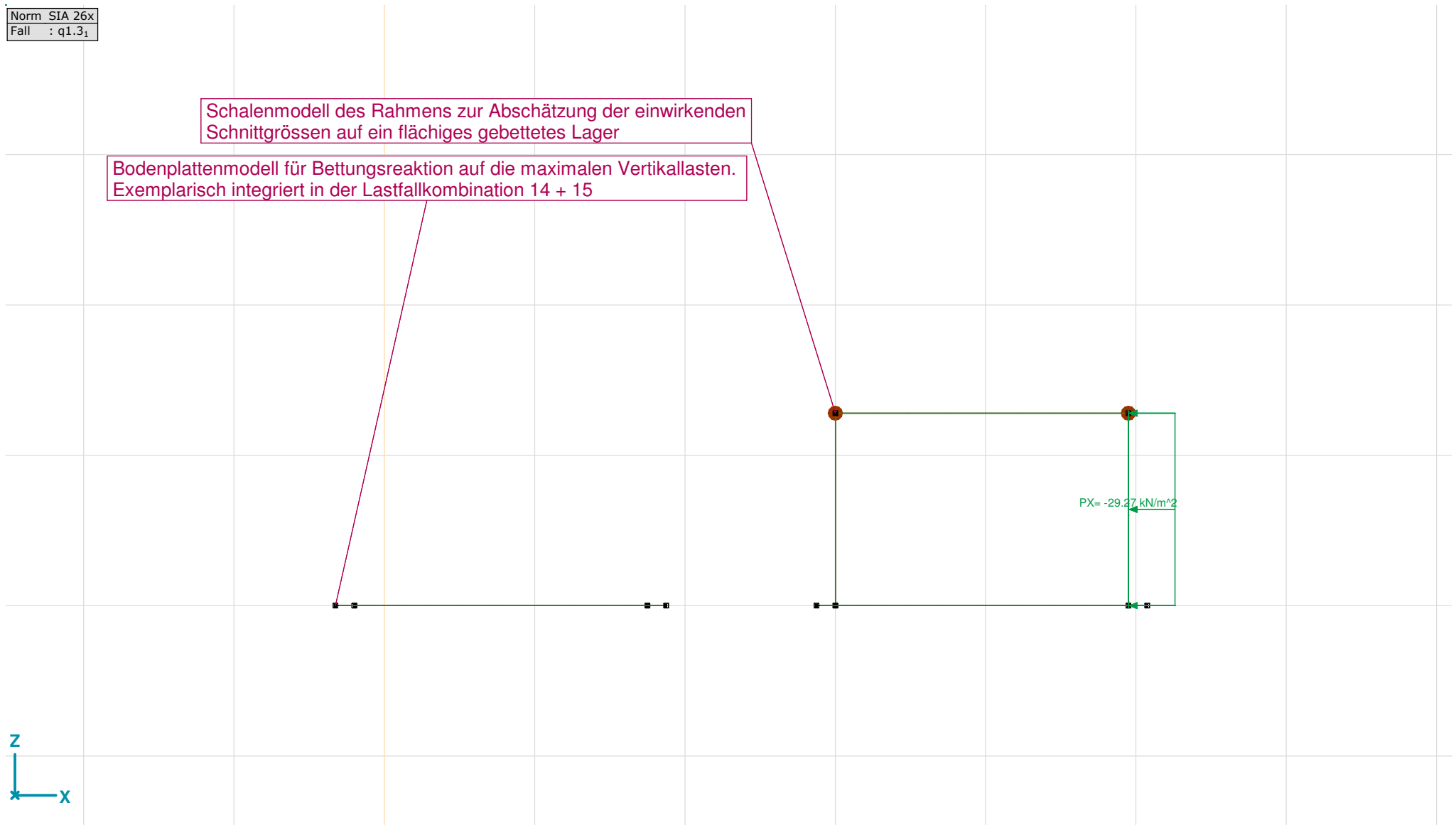
Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017 Seite 37

Norm	SIA 26x
Fall	: q1.3 ₁

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



q1.3_1, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

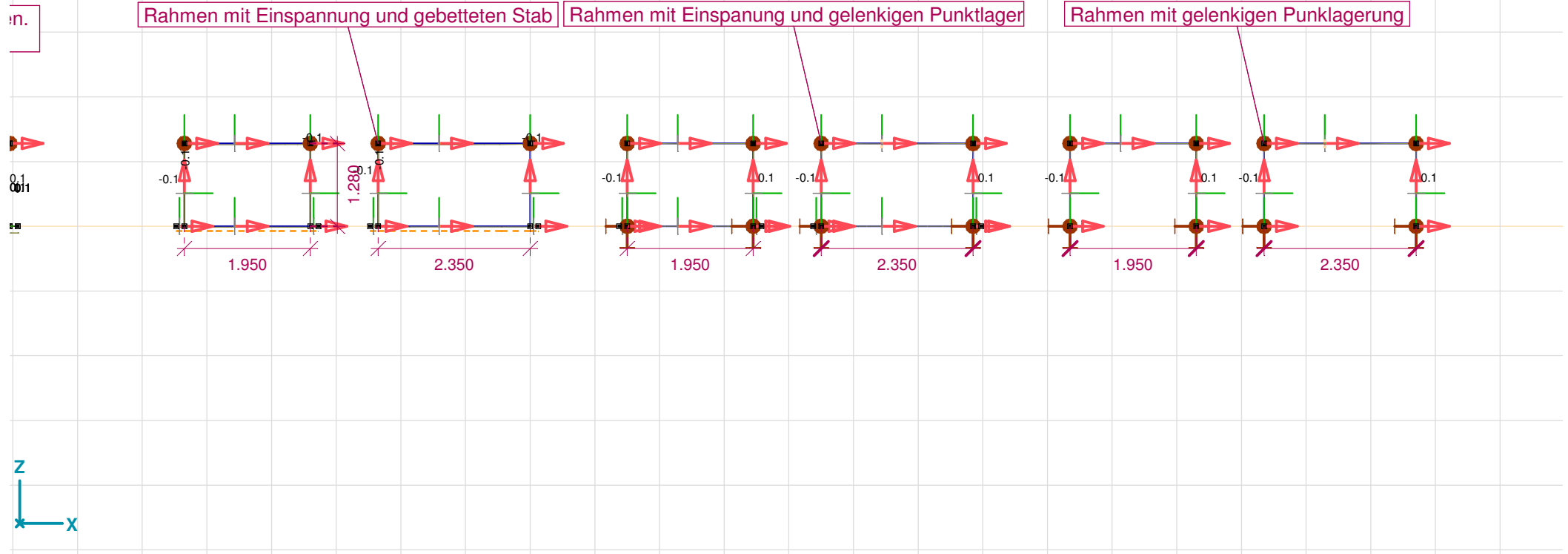
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 38

SLS Rahmen

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{2D} eckel _S LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: eX [mm]



[!], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eX, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 39

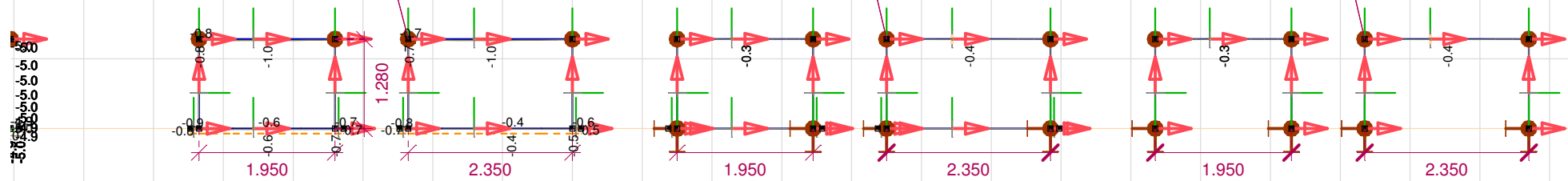
Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK ₂ deckel _s LS
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : eZ [mm]

n.

Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung



[!], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eZ, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 40

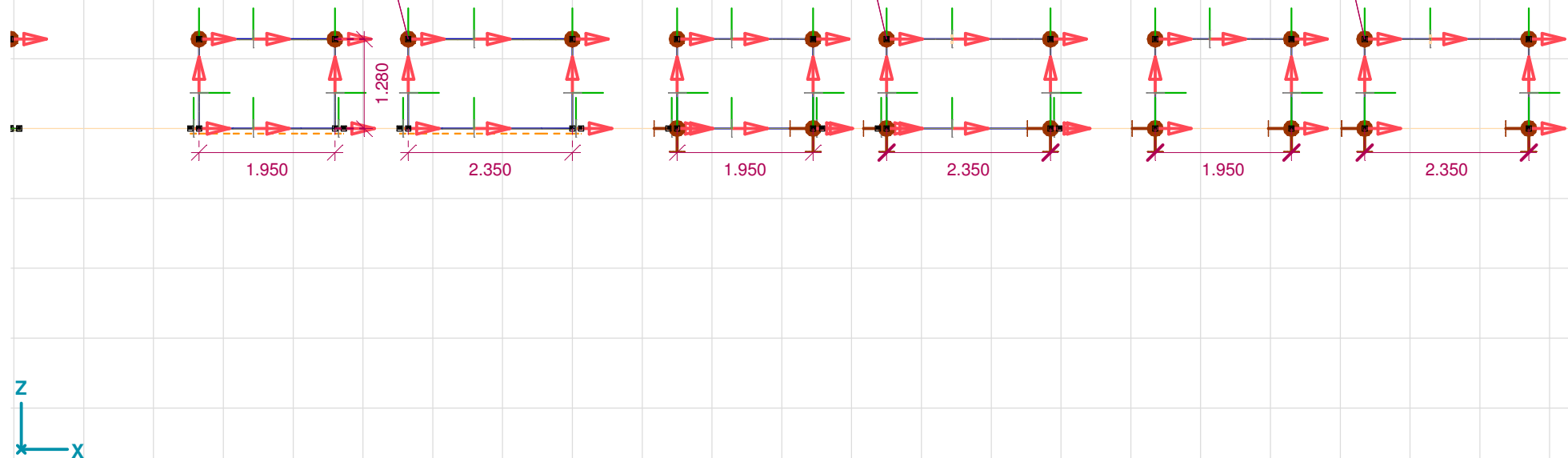
Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK _{3p} eckelsLS
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : eX [mm]

n.

Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung



[!], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

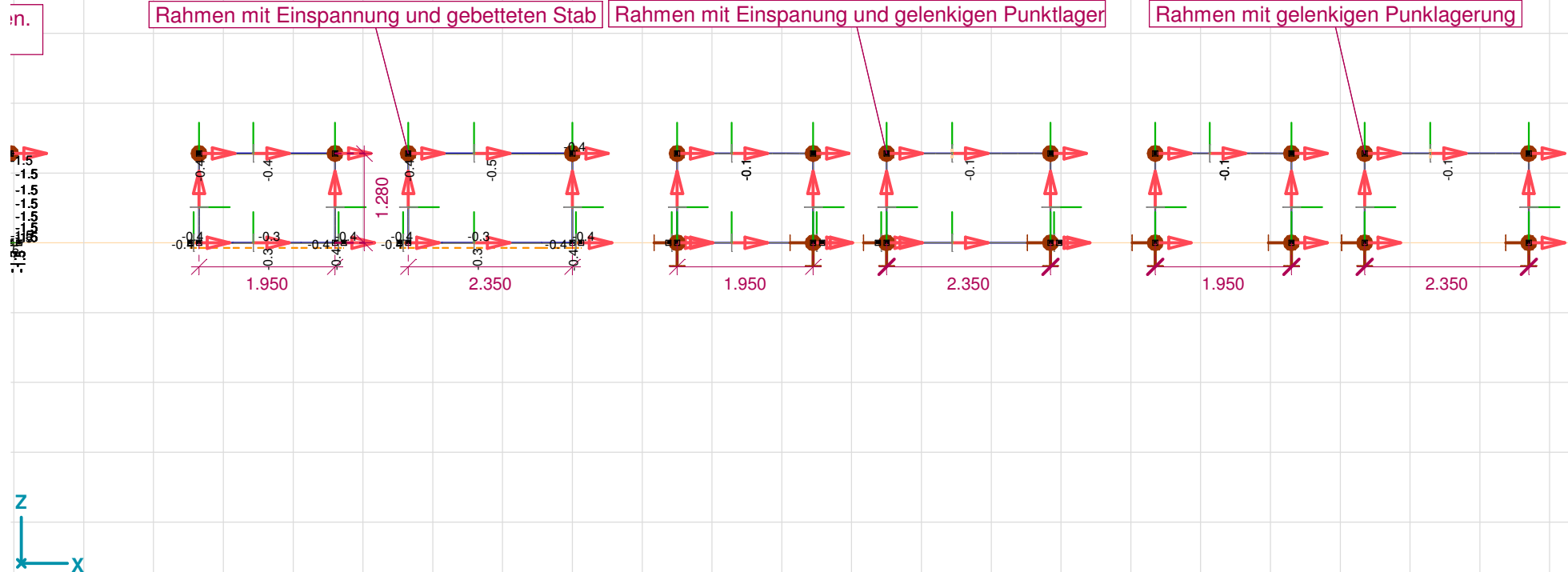
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 41

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₃ peckelsLS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: eZ [mm]



[1], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 42

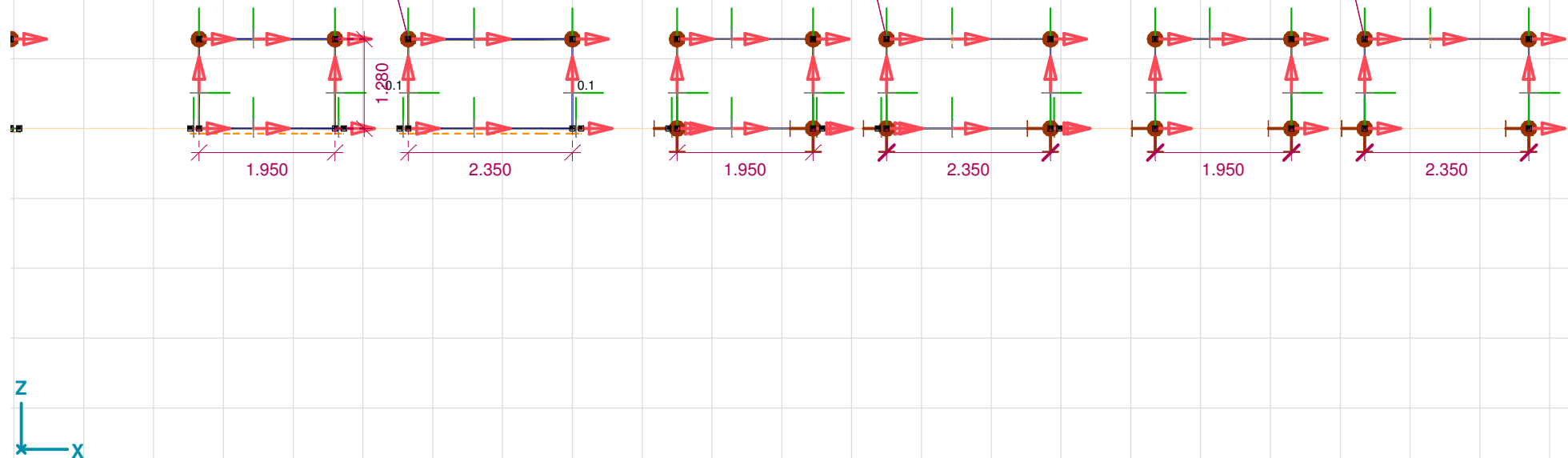
Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK ₄ deckel _s LS
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : eX [mm]

n.

Rahmen mit Einspannung und gebetteten Stab

Rahmen mit Einspannung und gelenkigen Punktlager

Rahmen mit gelenkigen Punktlagerung



[1], Linear, LFK_4_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

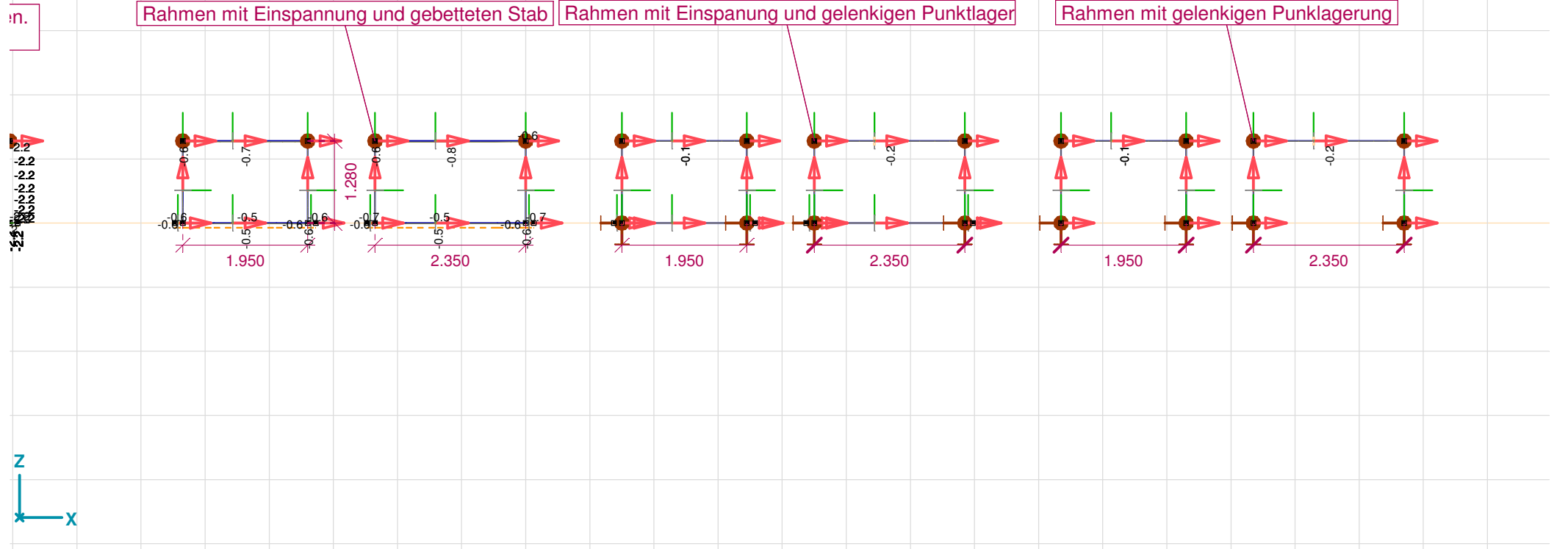
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 43

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₄ deckel _s LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: eZ [mm]



[I], Linear, LFK_4_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

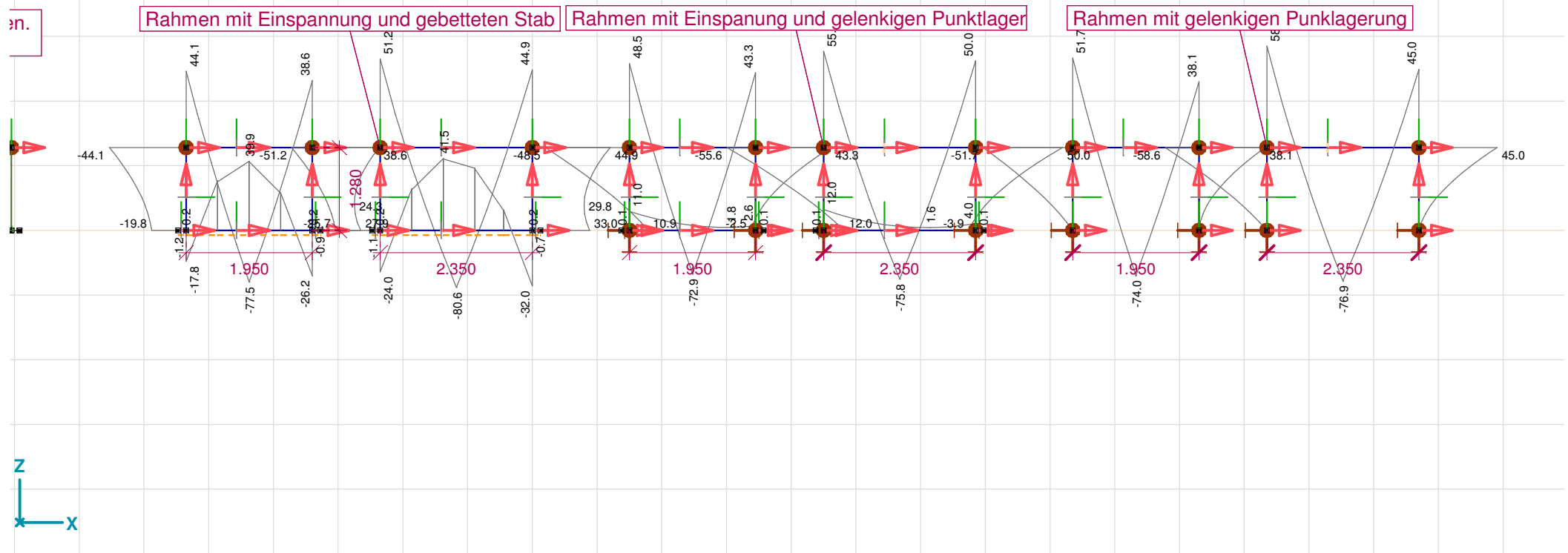
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017 Seite 44

ULS Rahmen

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₇ Gleis2 _U LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: My [kNm]



[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht

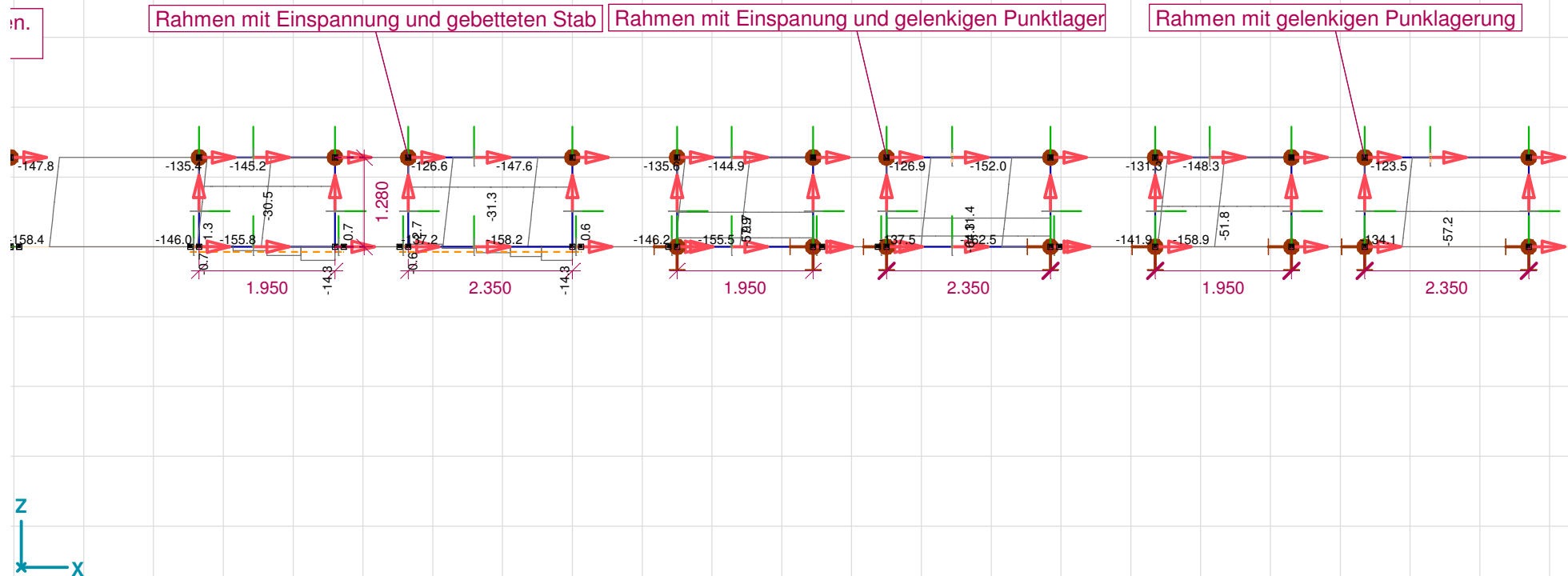
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017 Seite 45

Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK ₇ Gleis2 _U LS
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : Nx [kN]



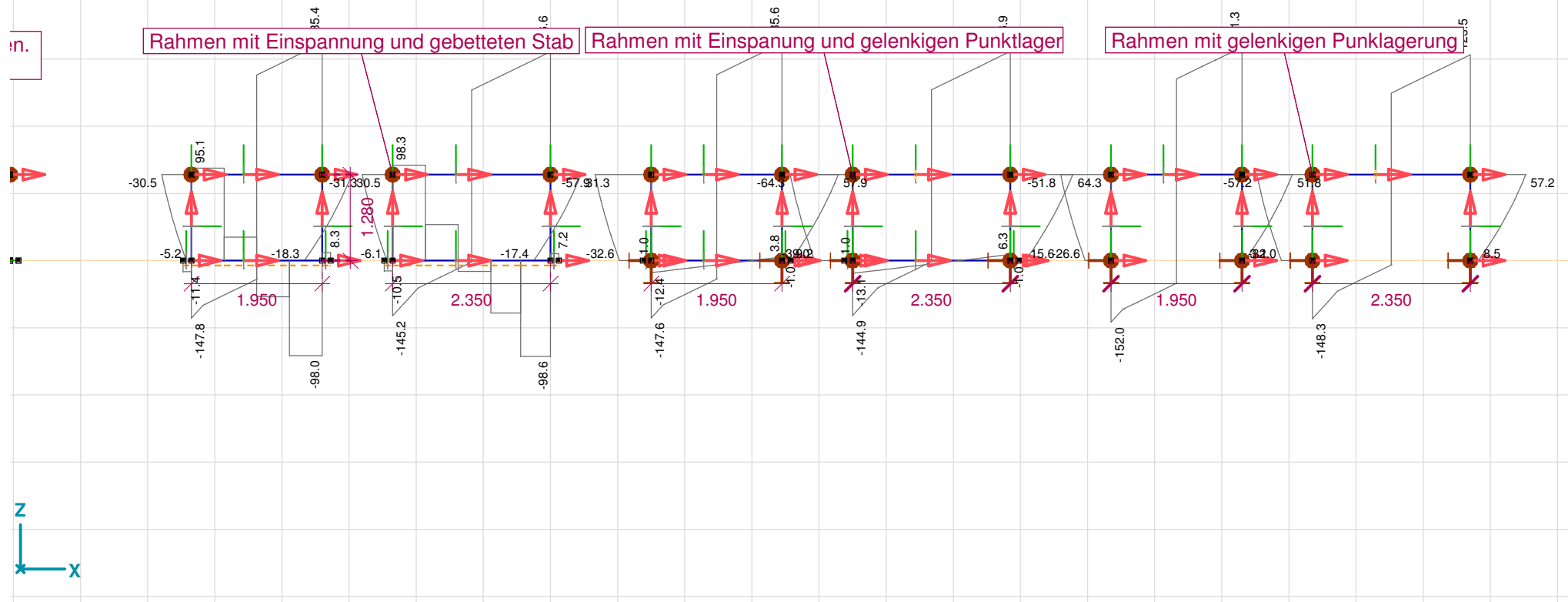
[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Nx, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₇ Gleis2 _U LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Vz [kN]



[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

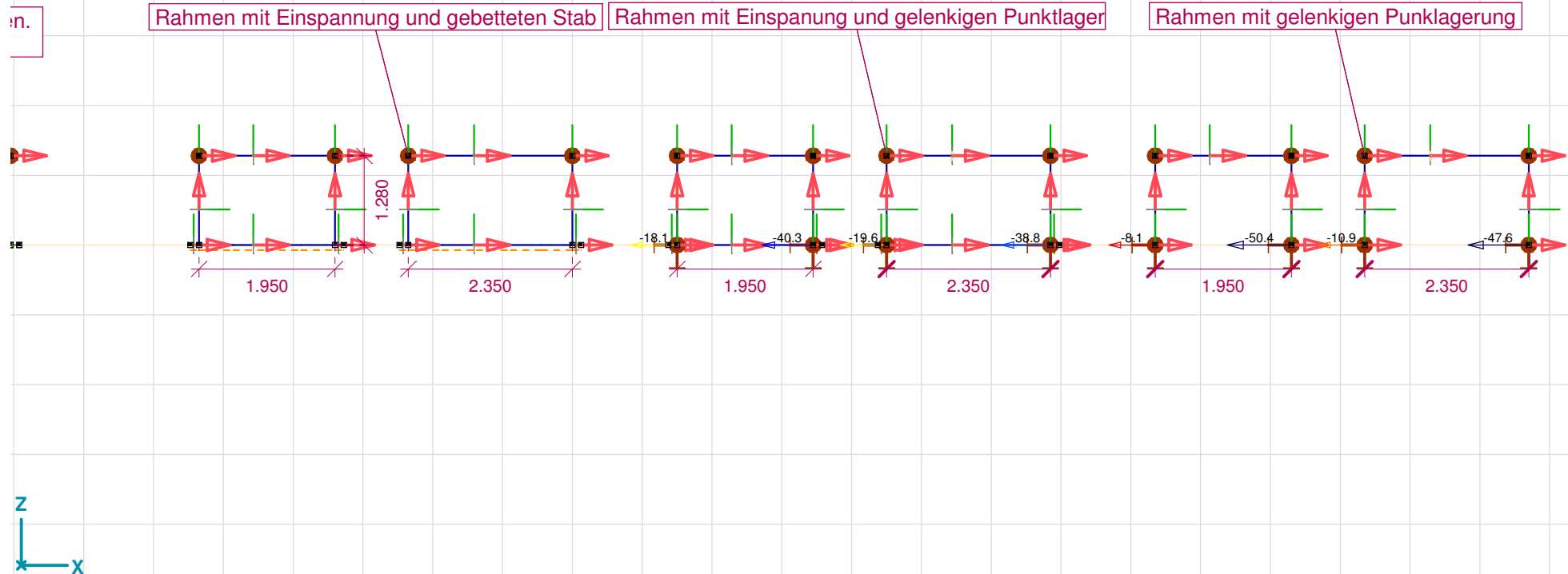
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 47

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{gg} leis2 _u LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Rx [kN]

Rx [kN]
0
-3.6
-7.2
-10.8
-14.4
-18.0
-21.6
-25.2
-28.8
-32.4
-36.0
-39.6
-43.2
-46.8
-50.4



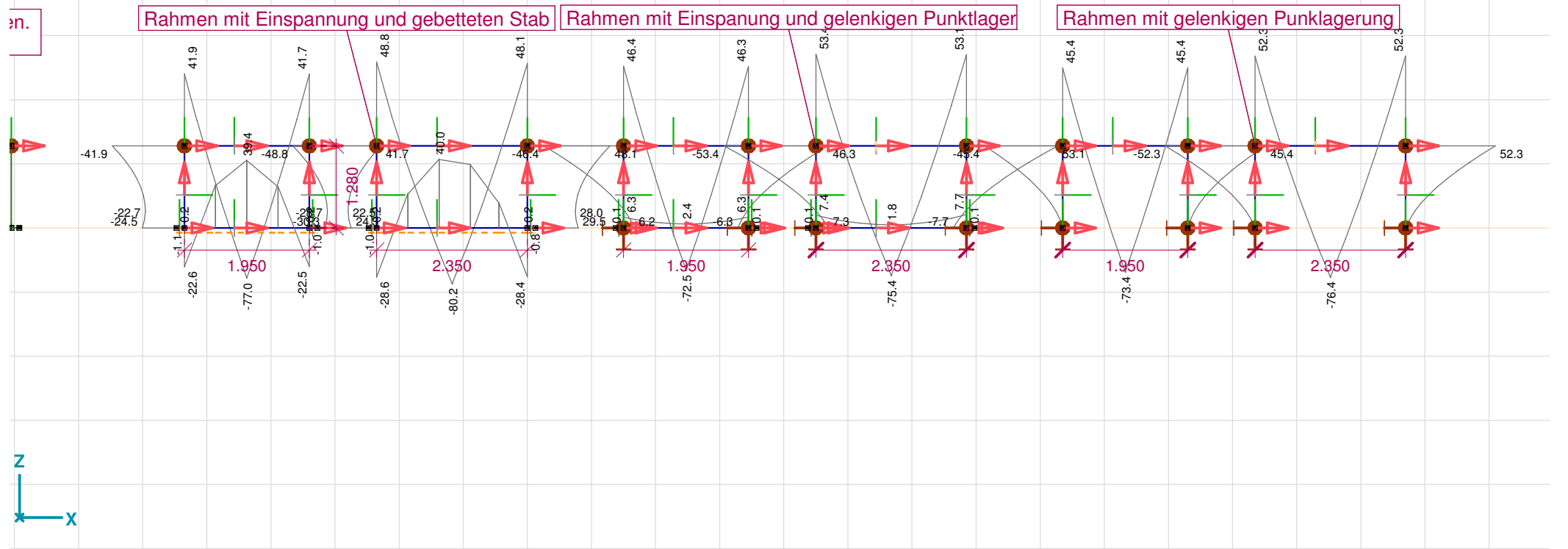
[1], Linear, LFK_8_Gleis2_ULS (ULS), Rx (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁₀ Gleis2 _{ma}
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: My [kNm]



[I], Linear, LFK_10_Gleis2_ma (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

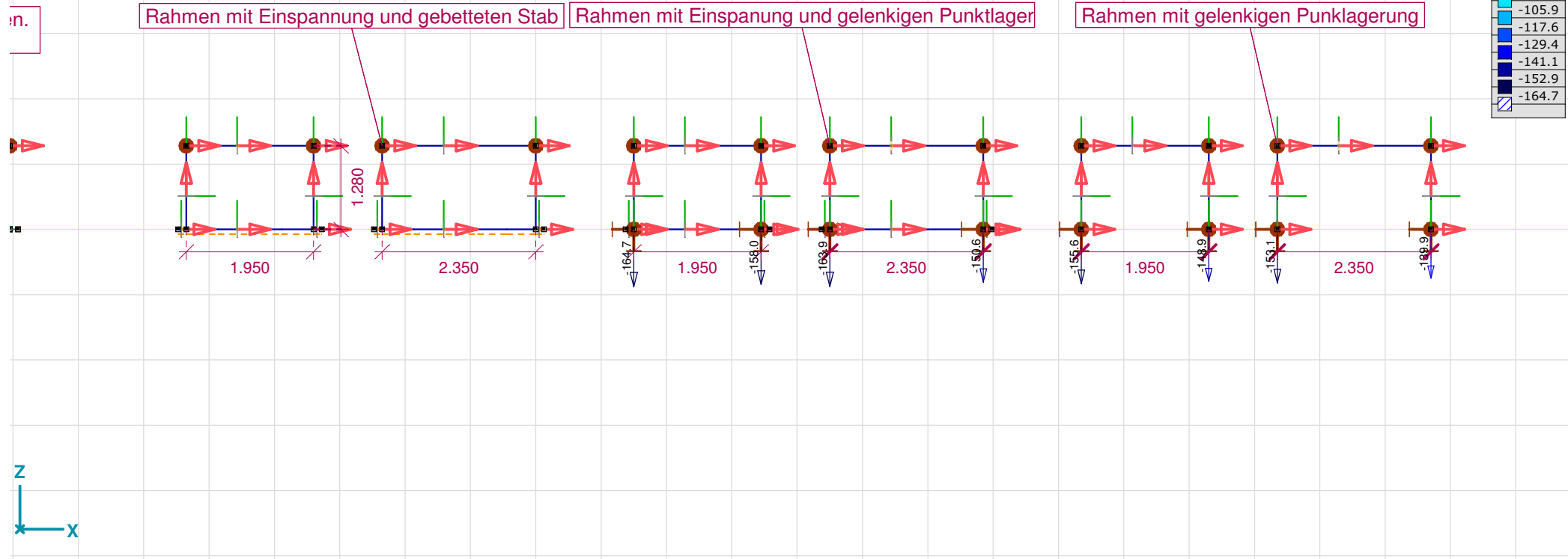
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 49

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁₀ Gleis2 _{ma}
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Rz [kN]

Rz [kN]
0
-11.8
-23.5
-35.3
-47.0
-58.8
-70.6
-82.3
-94.1
-105.9
-117.6
-129.4
-141.1
-152.9
-164.7



[1], Linear, LFK_10_Gleis2_ma (ULS), Rz (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

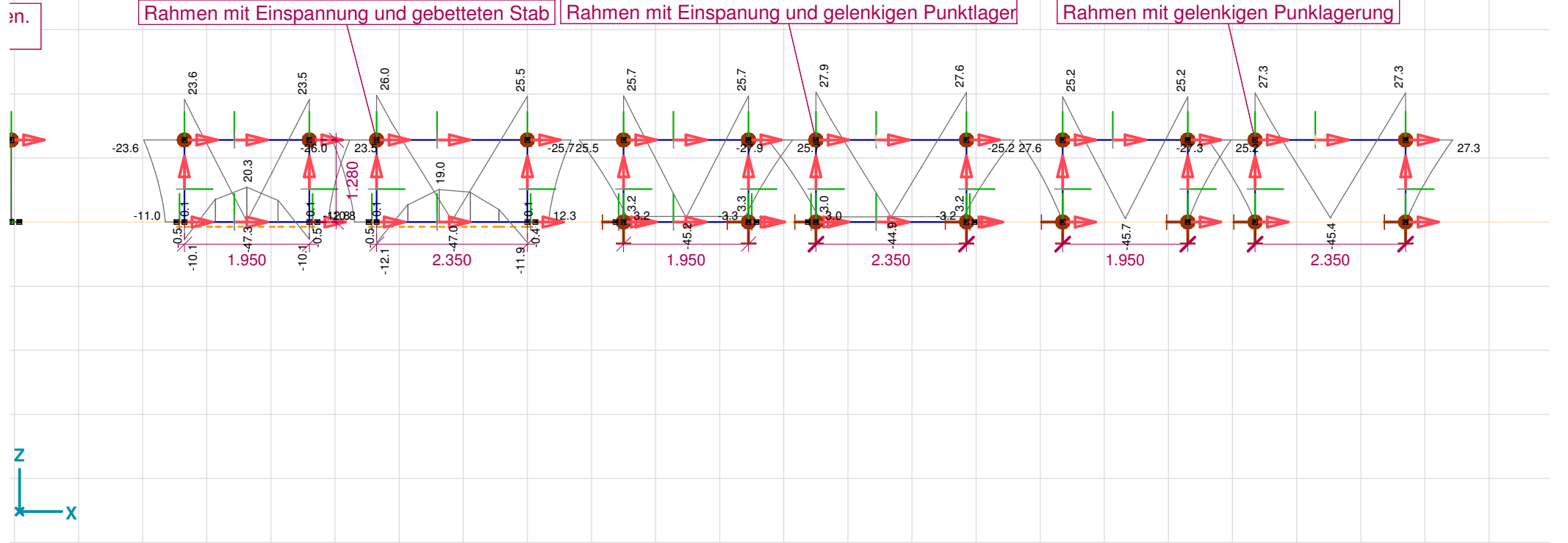
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 50

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁ 1 _{erm.1}
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: My [kNm]



[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), My, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

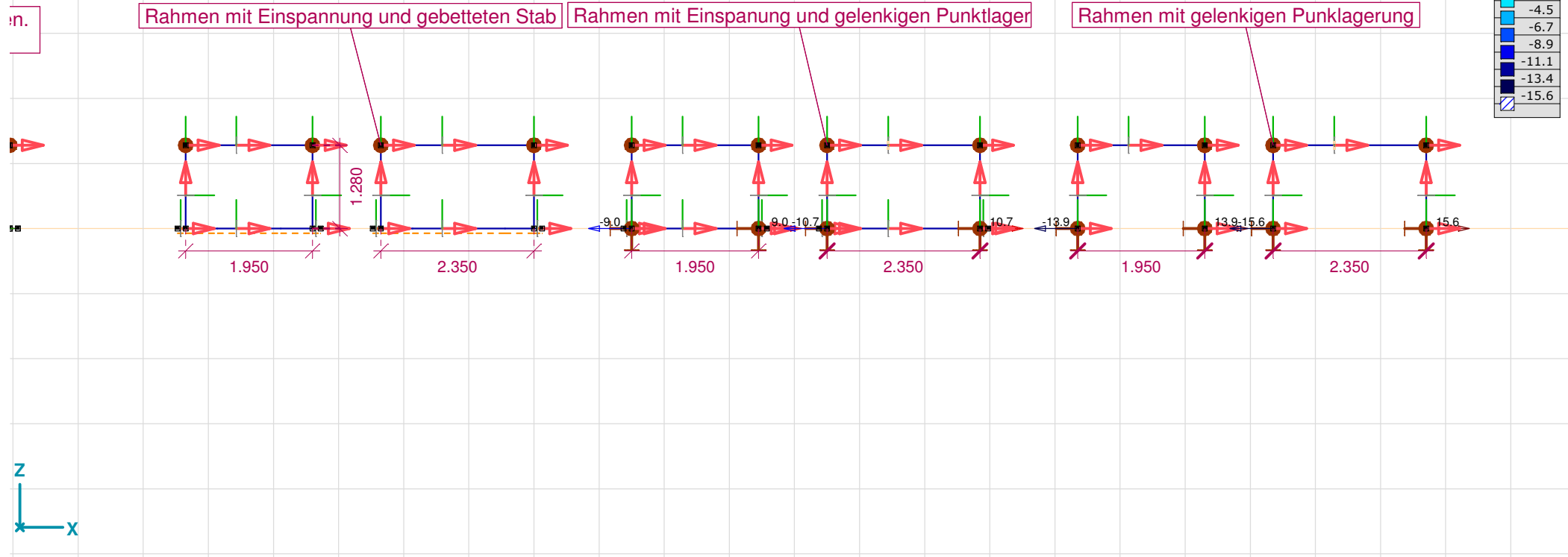
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 51

Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK ₁ Erm. ₁
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : Rx [kN]

Rx [kN]
15.6
13.4
11.1
8.9
6.7
4.5
2.2
0
-2.2
-4.5
-6.7
-8.9
-11.1
-13.4
-15.6



[], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Rx (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

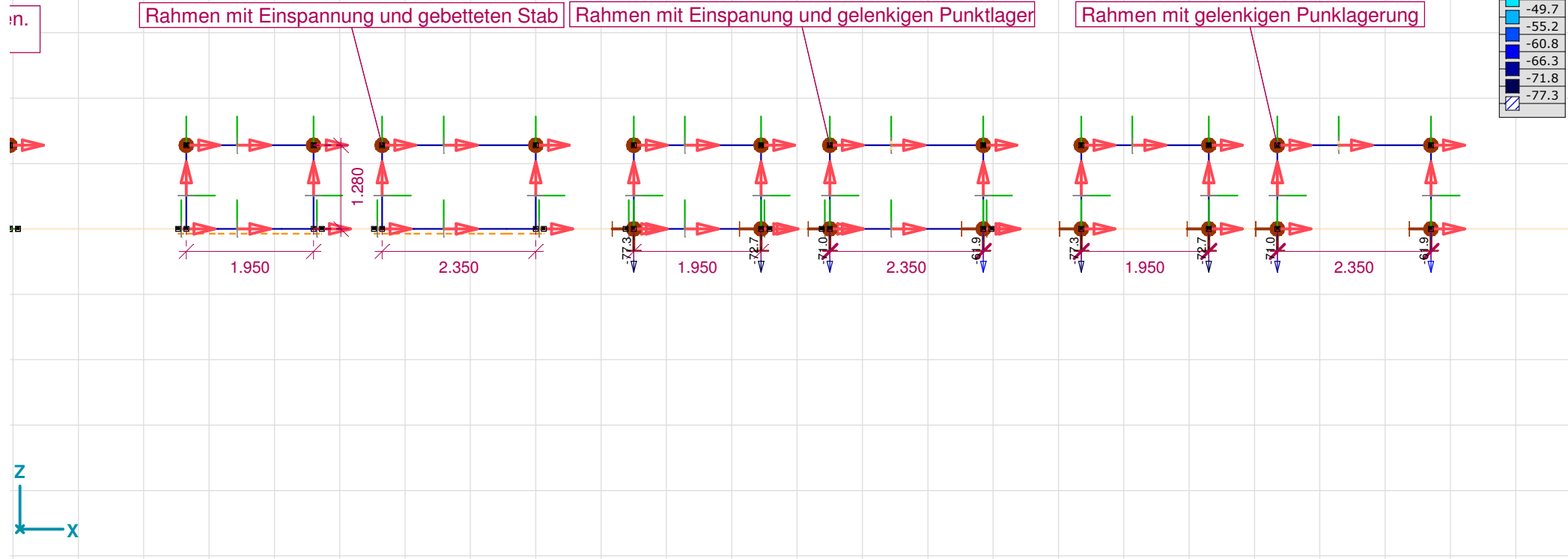
Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 52

Lineare Berechnung
Norm : SIA 26x
Fall : LFK ₁ Erm. ₁
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : Rz [kN]

Rz [kN]
0
-5.5
-11.0
-16.6
-22.1
-27.6
-33.1
-38.7
-44.2
-49.7
-55.2
-60.8
-66.3
-71.8
-77.3



[I], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Rz (Knotenauflagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

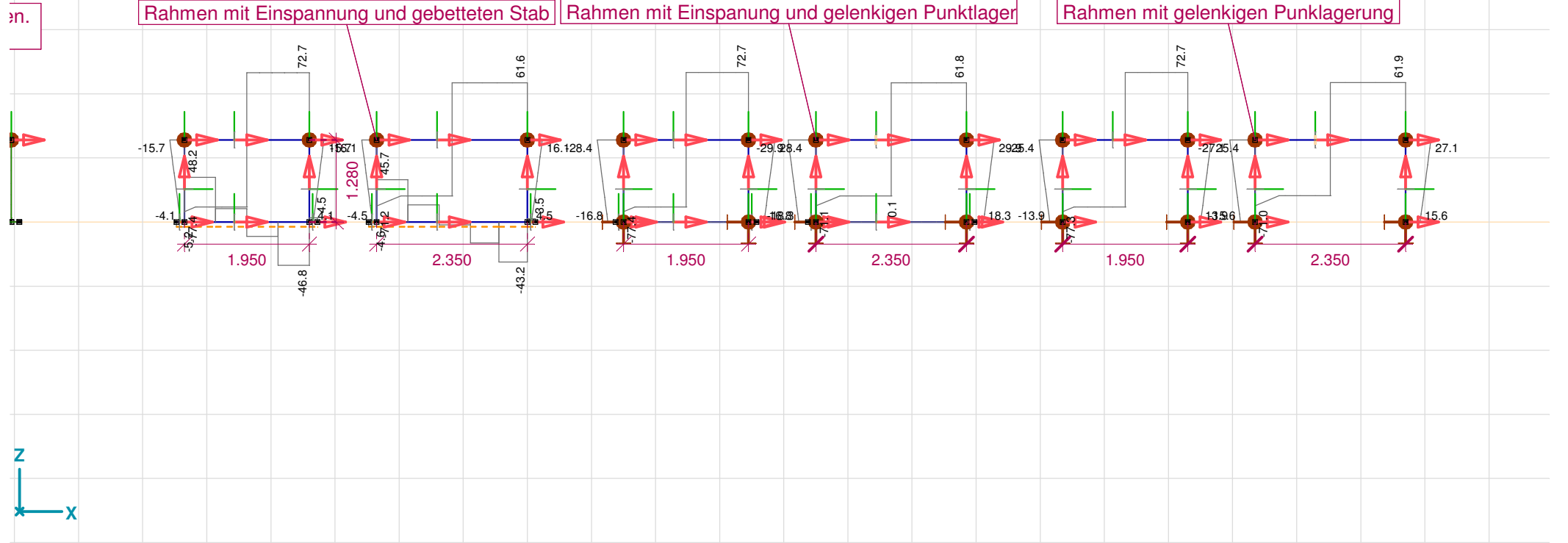
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 53

Lineare Berechnung
Norm SIA 26x
Fall : LFK ₁₁ Erm. ₁
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : Vz [kN]



[[], Linear, LFK_11_Erm._1 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

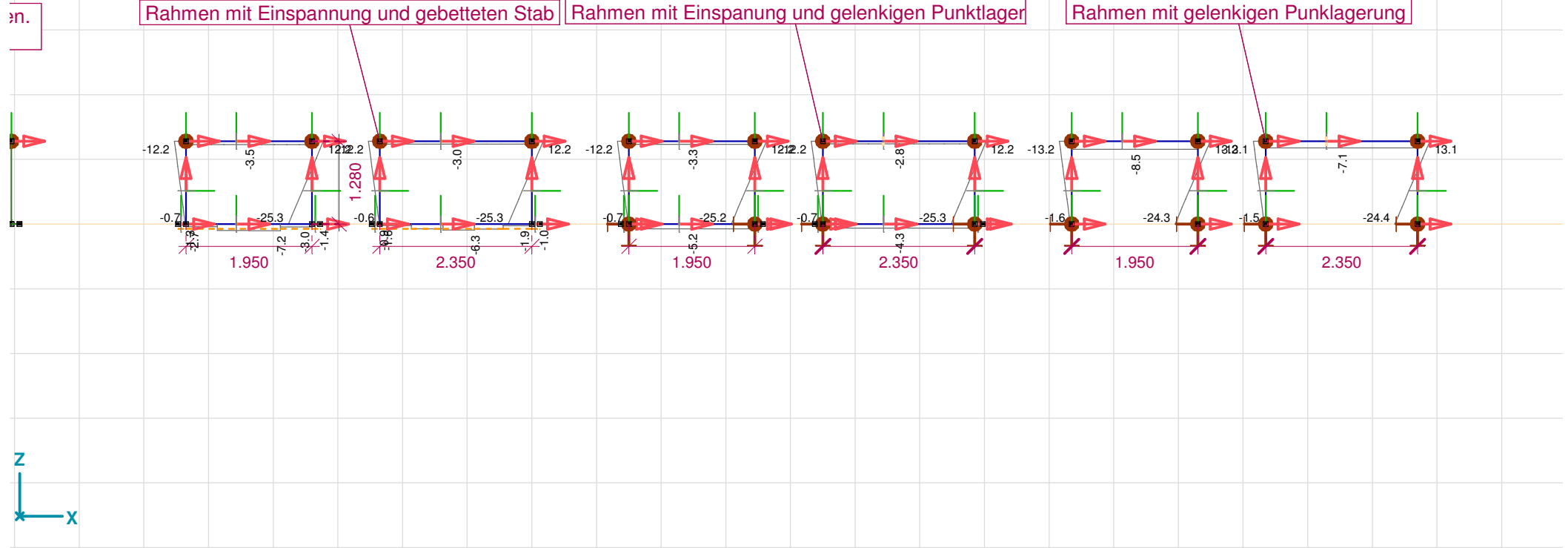
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 54

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁₂ Erm. ₂
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Vz [kN]



[[], Linear, LFK_12_Erm._2 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

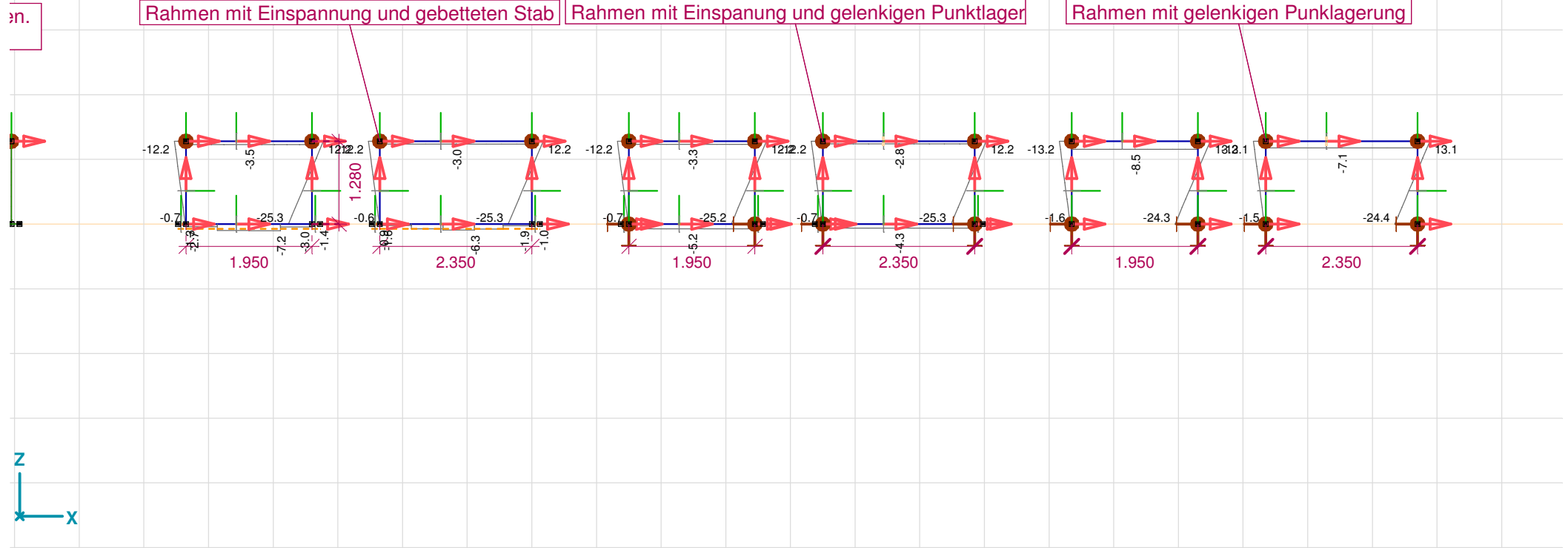
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

01.11.2017

Seite 55

Lineare Berechnung
Norm SIA 26x
Fall : LFK ₁₃ Erm ₃
E (P) : 8.18E-10
E (W) : 8.18E-10
E (ER) : 5.27E-11
Komp. : Vz [kN]



[[], Linear, LFK_13_Erm_3 (ULS), Vz, Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 56

SLS Bodenplatte

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

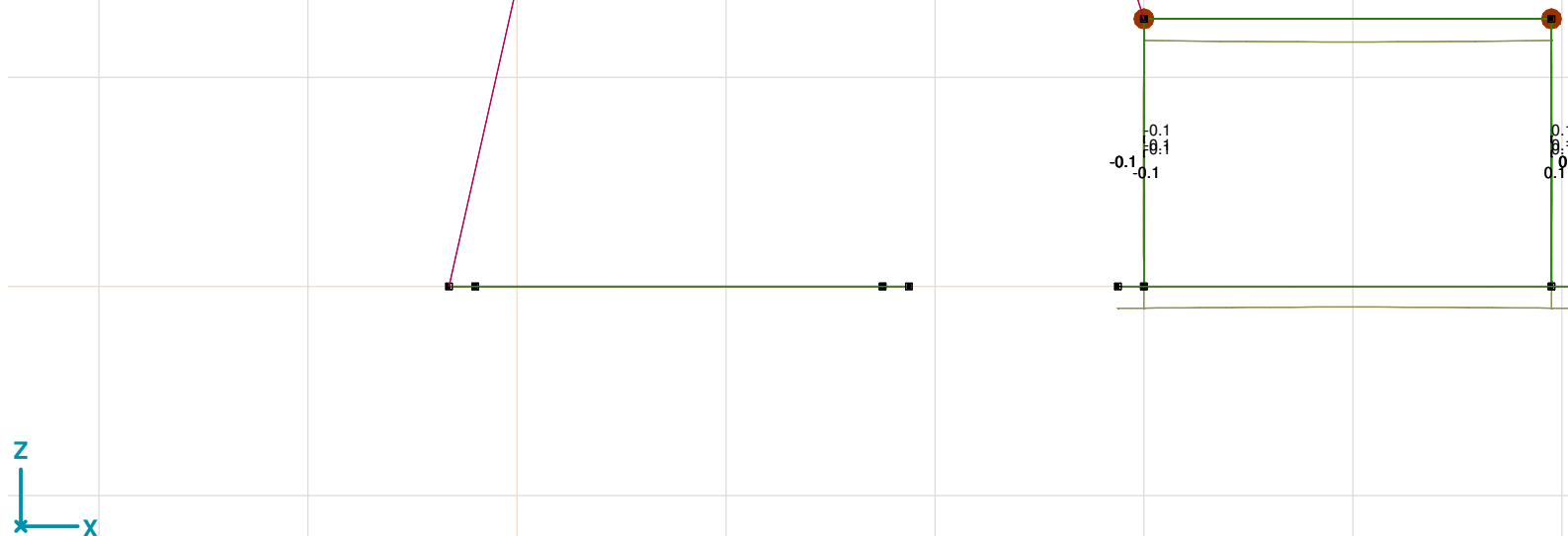
01.11.2017

Seite 57

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{2D} eckel ₅ LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: eX [mm]

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

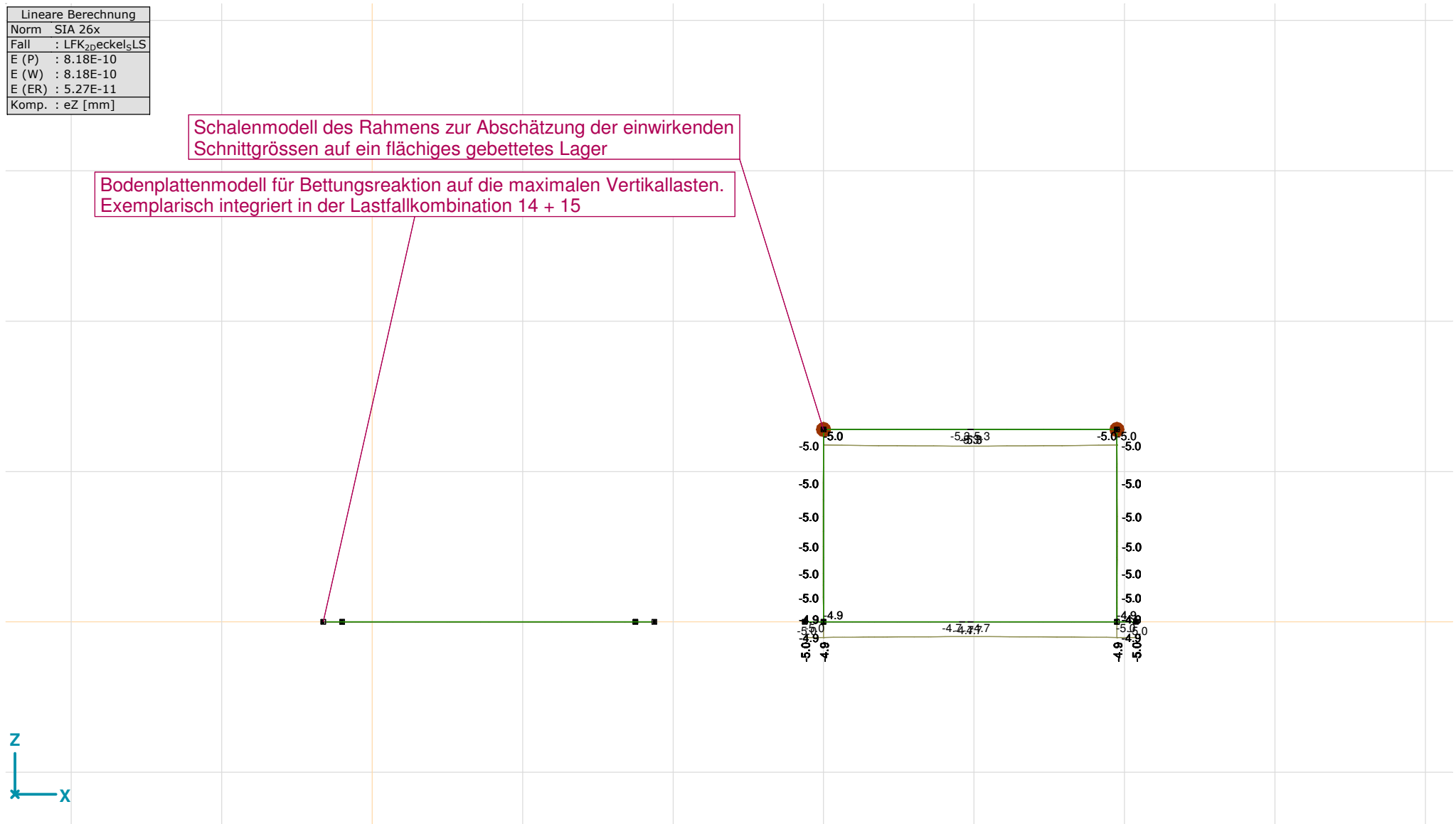
01.11.2017

Seite 58

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{2D} eckel ₅ LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: eZ [mm]

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



[1], Linear, LFK_2_Deckel_SLS (SLS Häufige), eZ, Diagramm, Vorderansicht BP

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 59

ULS Bodenplatte

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

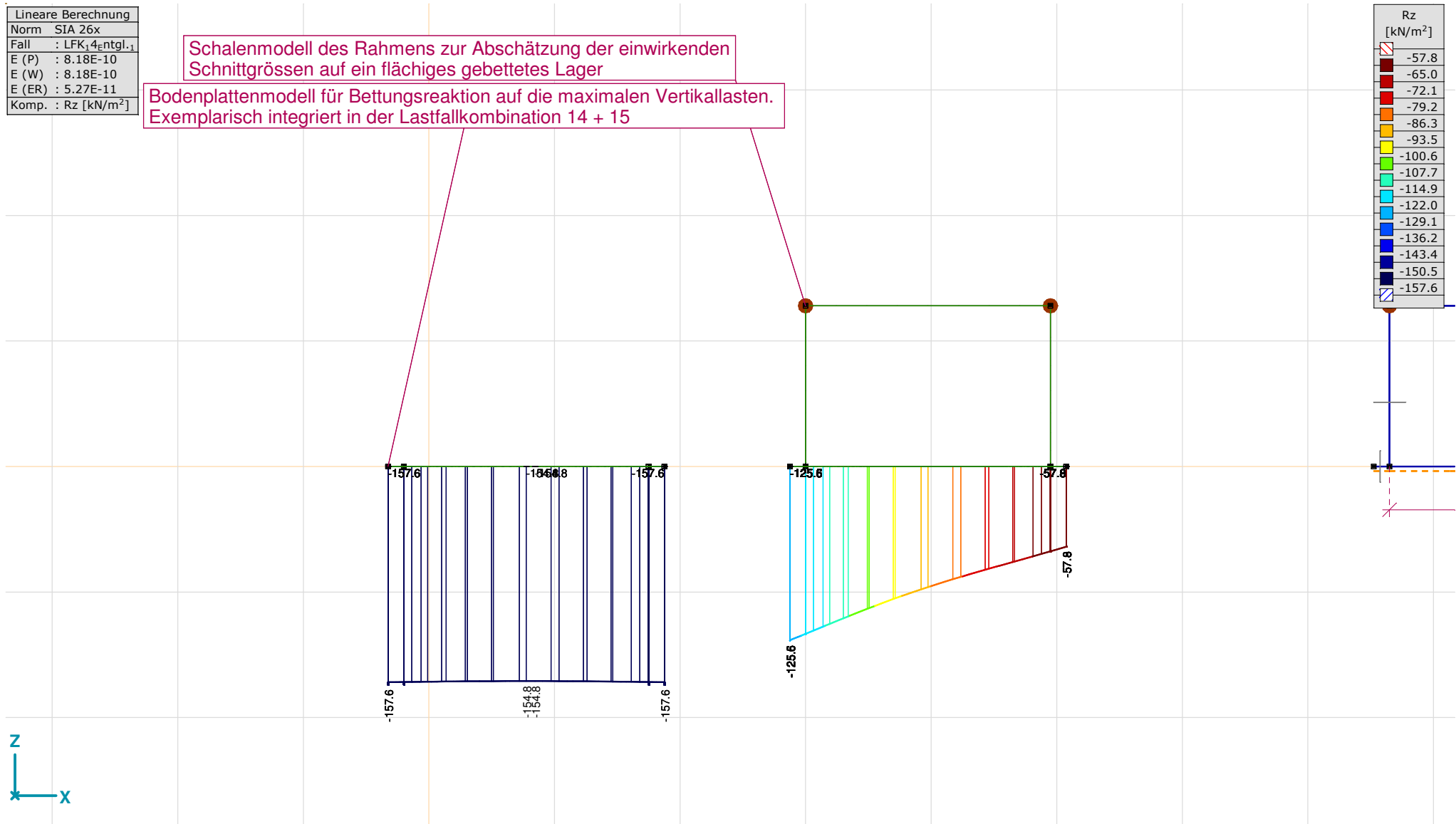
Modell: **WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs**

01.11.2017 Seite 60

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁₄ entgl. ₁
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Rz [kN/m ²]

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



[I], Linear, LFK_14_Entgl._1 (ULS), Rz (Flächenaullagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

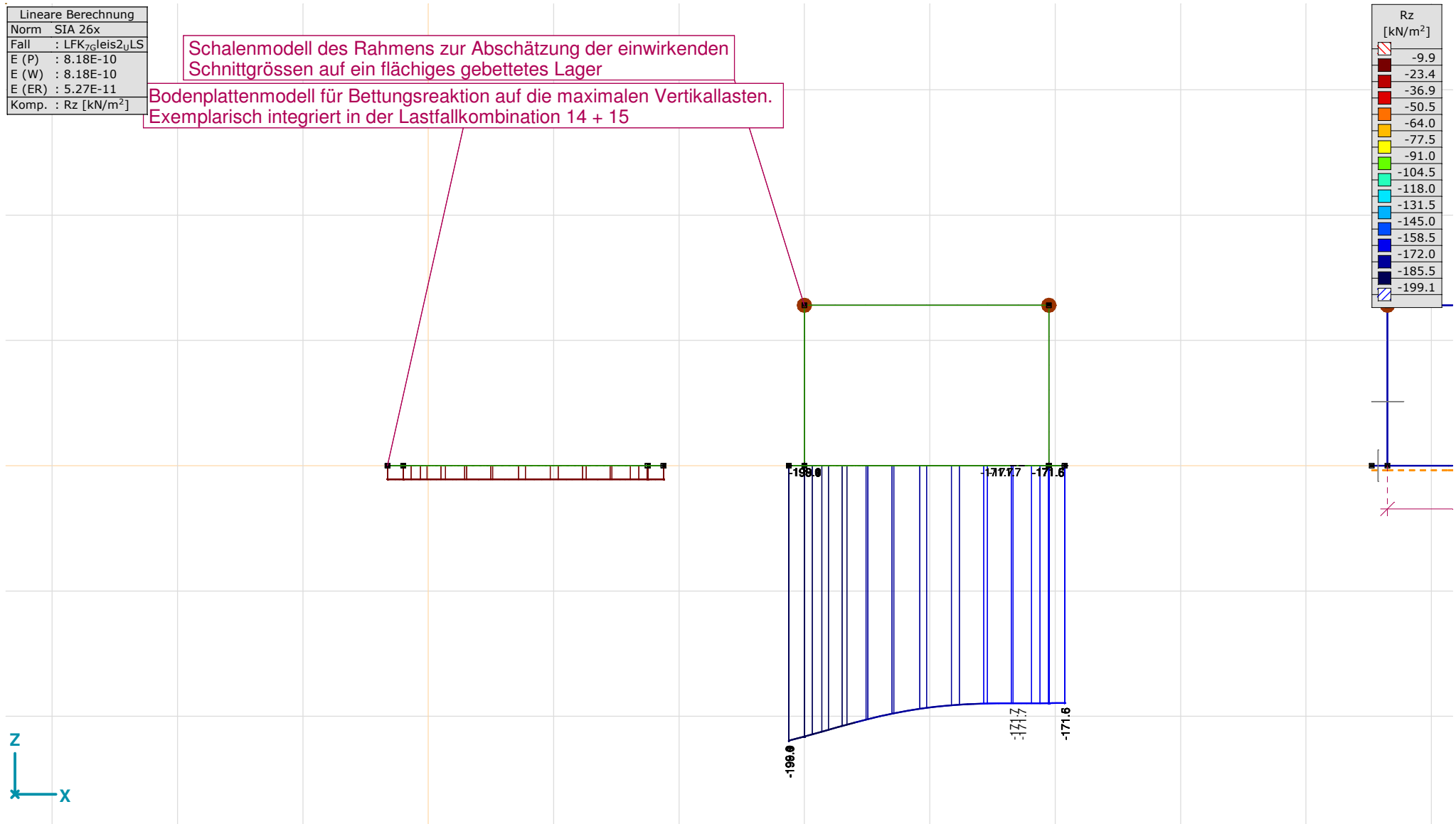
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{7c} leis2 _u LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Rz [kN/m ²]

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



[I], Linear, LFK_7_Gleis2_ULS (ULS), Rz (Flächenauflegerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Rahmen_Neu.axs

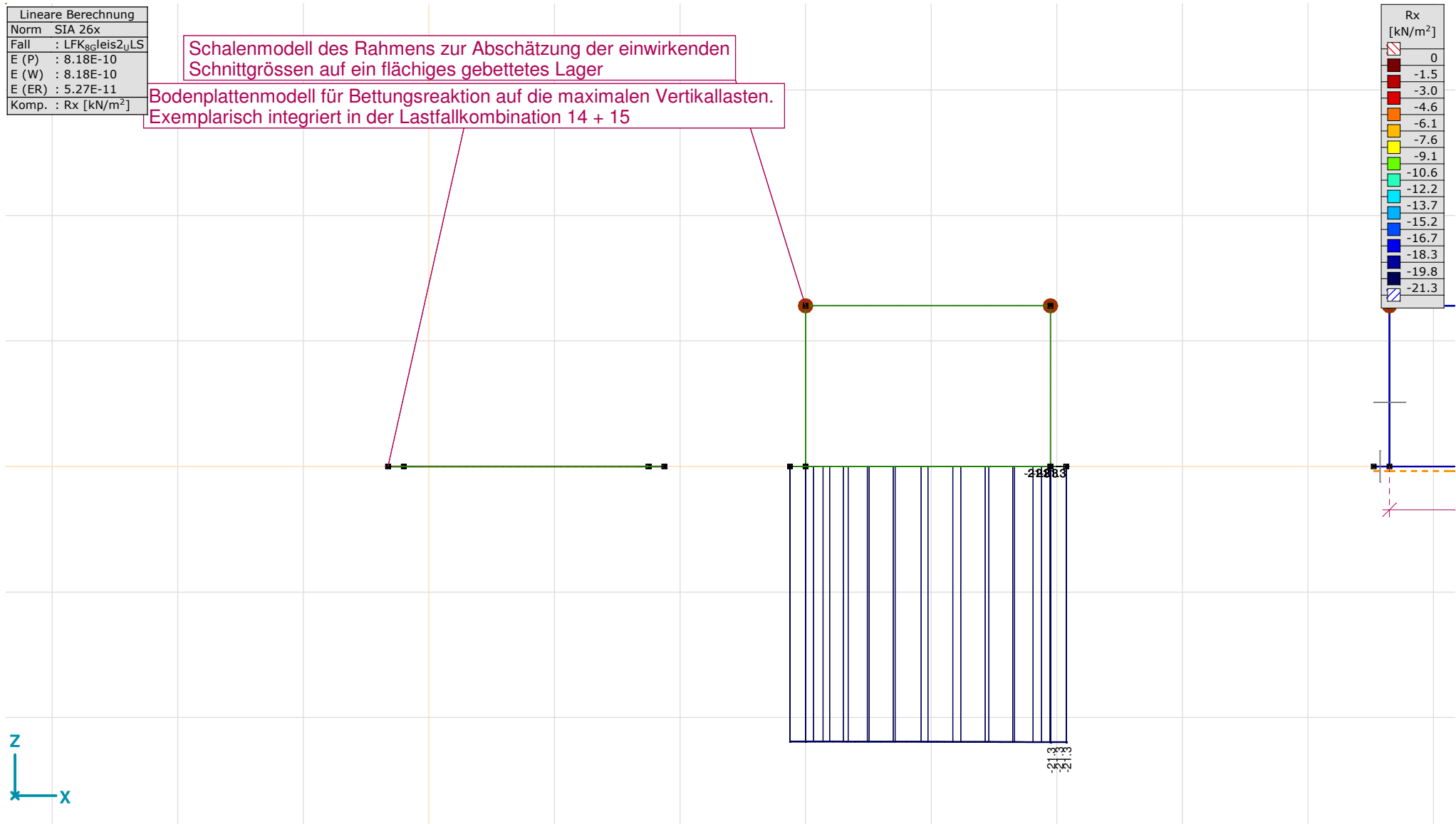
01.11.2017

Seite 62

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{8G} leis2 _U LS
E (P)	: 8.18E-10
E (W)	: 8.18E-10
E (ER)	: 5.27E-11
Komp.	: Rx [kN/m ²]

Schalenmodell des Rahmens zur Abschätzung der einwirkenden Schnittgrößen auf ein flächiges gebettetes Lager

Bodenplattenmodell für Bettungsreaktion auf die maximalen Vertikallasten. Exemplarisch integriert in der Lastfallkombination 14 + 15



[I], Linear, LFK_8_Gleis2_ULS (ULS), Rx (Flächenaullagerkräfte), Diagramm, Vorderansicht

A.2 Flügelmauer

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

AxisVM 13.0 R4 - Registrierter Benutzer: Gruner Ingenieure AG
WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

Ausgabe

Ausgabe

<i>Eintrag</i>	<i>Seite</i>	<i>Eintrag</i>	<i>Seite</i>
Materialien	3	[I], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm	11
Knotenaufleger	3	ULS	12
Linienauflager	4	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), My, Diagramm	12
Querschnitte	5	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Nx, Diagramm	13
Einwirkungen	6	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Vz, Diagramm	14
G	6	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rx (Knotenauflegerkräfte), Diagramm	15
A_Perron	7	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rx (Linienauflagerkräfte), Diagramm	16
N_perron	8	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rz (Knotenauflegerkräfte), Diagramm	17
Benutzerdefinierte Lastkombinationen aus Lastfällen	9	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rz (Linienauflagerkräfte), Diagramm	18
SLS	10	[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Ryy (Knotenauflegerkräfte), Diagramm	19
[I], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm	10		

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 3

Materialien

	Name	Typ	Nationale Norm	Materialnorm	Modell	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Material Farbe	Kontur Farbe	Textur
1	C30/37	Beton	SIA 26x (Schweiz)	SN EN 206	Lineare	33700	33700	0.20	1E-5	2500			Concrete A

	Name	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	C30/37	f_{ck} [N/mm ²] = 30.00	$\gamma_c = 1.500$	$\phi_t = 0$											

Name: Materialname; **Typ:** Materialtyp; **Modell:** Materialmodell; **E_x :** E-Modul in lokaler x-Richtung; **E_y :** E-Modul in lokaler y-Richtung; **ν :** Poisson Faktor; **α_T :** Wärmeausdehnungskoeffizient; **ρ :** Dichte; **Material Farbe:** Materialfarbe; **Kontur Farbe:** Konturfarbe des Materials; **$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$:** Bemessungsparameter;

Knotenauflager

	Knot.	Typ	Ref. elem	R_x [kN/m]	R_y [kN/m]	R_z [kN/m]	R_{xx} [kNm/rad]	R_{yy} [kNm/rad]	R_{zz} [kNm/rad]	$NL(x)$	$NL(y)$	$NL(z)$	$NL(xx)$	$NL(yy)$	$NL(zz)$	$F(x)$ [kN]	$F(y)$ [kN]	$F(z)$ [kN]
		Glob.																
1	2	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
2	7	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
3	6	Glob.		1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	.	.	.	.	.	.
4	12	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
5	17	Glob.		0	1E+10	0	0	0	0		.							
6	16	Glob.		1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	1E+10	.	.	.	.	.	.

	Knot.	$M(x)$ [kNm]	$M(y)$ [kNm]	$M(z)$ [kNm]
1	2			
2	7			
3	6			
4	12			
5	17			
6	16			

Knot.: Auflagerknoten; **Typ:** Typ des Auflagers; **Ref. elem:** Referenzelement; **R_x, R_y, R_z :** Auflagersteifigkeit gegen Verschiebung; **R_{xx}, R_{yy}, R_{zz} :** Auflagersteifigkeit gegen Verdrehung; **$NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz)$:** Nichtlineare Parameter; **$F(x)$:** Die Grenzkraft in x-Richtung; **$F(y)$:** Die Grenzkraft in y-Richtung; **$F(z)$:** Die Grenzkraft in z-Richtung; **$M(x)$:** Der Grenzmoment um x-Achse; **$M(y)$:** Der Grenzmoment um y-Achse; **$M(z)$:** Der Grenzmoment um z-Achse;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 4

Linienauflager

	Linie	Typ	Ref. elem	Rx [kN/m/m]	Ry [kN/m/m]	Rz [kN/m/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
		Stab-r													
1	Stab 3	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
2	Stab 4	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
3	Stab 2	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
4	Stab 2	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
5	Stab 2	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
6	Stab 2	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
7	Stab 7	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
8	Stab 8	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
9	Stab 10	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
10	Stab 10	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
11	Stab 10	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			
12	Stab 10	Stab-r		1E+4	1E+4	1E+5				.	.	Druck			

	Linie	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
1	Stab 3						
2	Stab 4						
3	Stab 2						
4	Stab 2						
5	Stab 2						
6	Stab 2						
7	Stab 7						
8	Stab 8						
9	Stab 10						
10	Stab 10						
11	Stab 10						
12	Stab 10						

Linie: Linienelement Auflager; **Typ:** Typ des Auflagers; **Ref. elem:** Referenzelement; **Rx, Ry, Rz:** Auflagersteifigkeit gegen Verschiebung; **Rxx, Ryy, Rzz:** Auflagersteifigkeit gegen Verdrehung; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Nichtlineare Parameter; **F(x):** Die Grenzkraft in x-Richtung; **F(y):** Die Grenzkraft in y-Richtung; **F(z):** Die Grenzkraft in z-Richtung; **M(x):** Der Grenzmoment um x-Achse; **M(y):** Der Grenzmoment um y-Achse; **M(z):** Der Grenzmoment um z-Achse;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

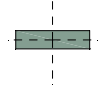
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 5

Querschnitte

	Name	Zeichnung	Herstellung	Form	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
1	1000x250		Sonstige	Recht.	250.0	1000.0	0	0	0	0	0	250000.00	208333.30	208333.30	4.4E+09	1.3E+09	2.1E+10

	Name	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _ω [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]	y _G [mm]	z _G [mm]
1	1000x250	0	2.1E+10	1.3E+09	90.00	8.4E+13	4.2E+07	4.2E+07	1E+07	1E+07	6.2E+07	1.6E+07	72.2	288.7	1000.0	250.0	500.0	125.0

	Name	y _s [mm]	z _s [mm]	F.p.
1	1000x250	0	0	5

Name: Querschnittsname; **Herstellung:** Herstellungsmethode; **Form:** Querschnitt; **h:** Querschnittshöhe; **b:** Querschnittsbreite; **tw:** Stegdicke; **tf:** Flanschdicke; **r₁, r₂, r₃:** Abrundungsradius; **A_x:** Querschnittsfläche; **A_y, A_z:** Schubfläche; **I_x:** Torsionsträgheitsmoment; **I_y, I_z:** Trägheitsmoment; **I_{yz}:** Zentrifugalträgheitsmoment; **I₁, I₂:** Haupt-Biegeträgheitsmoment; **α:** Hauptrichtung; **I_ω:** Verwölbung; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** W-elastisch; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** W-plastisch; **i_y, i_z:** Trägheitsradius; **H_y:** Querschnittsmaß in lokaler y Richtung; **H_z:** Querschnittsmaß in lokaler z Richtung; **y_G:** y Koordinate des Schwerpunktes; **z_G:** z Koordinate des Schwerpunktes; **y_s:** y-Koordinate des Schubmittelpunktes vom Schwerpunkt; **z_s:** z-Koordinate des Schubmittelpunktes vom Schwerpunkt; **F.p.:** Anzahl der Spannungsauswertungspunkte;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

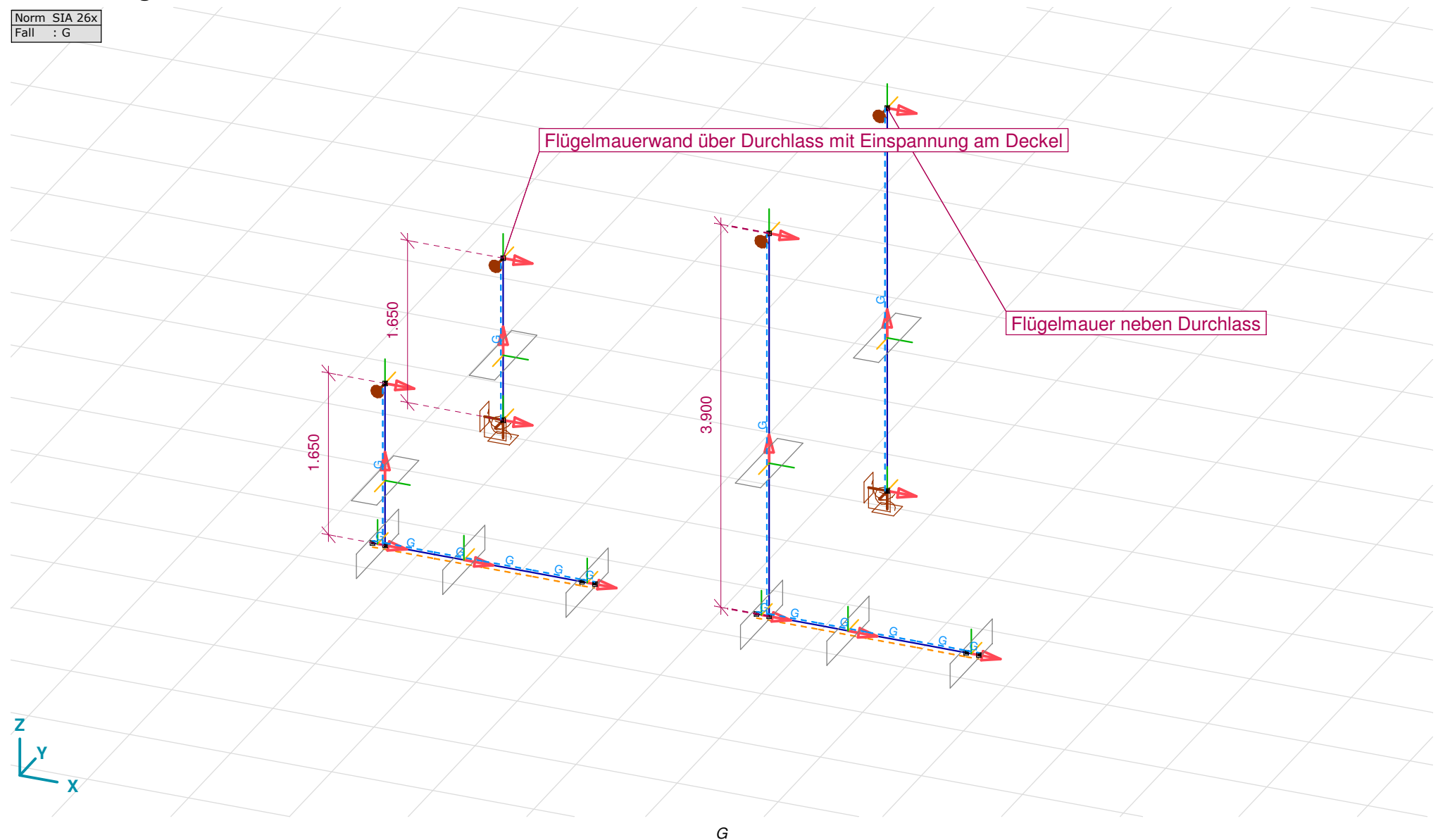
Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017

Seite 6

Einwirkungen

Norm SIA 26x
Fall : G



G

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

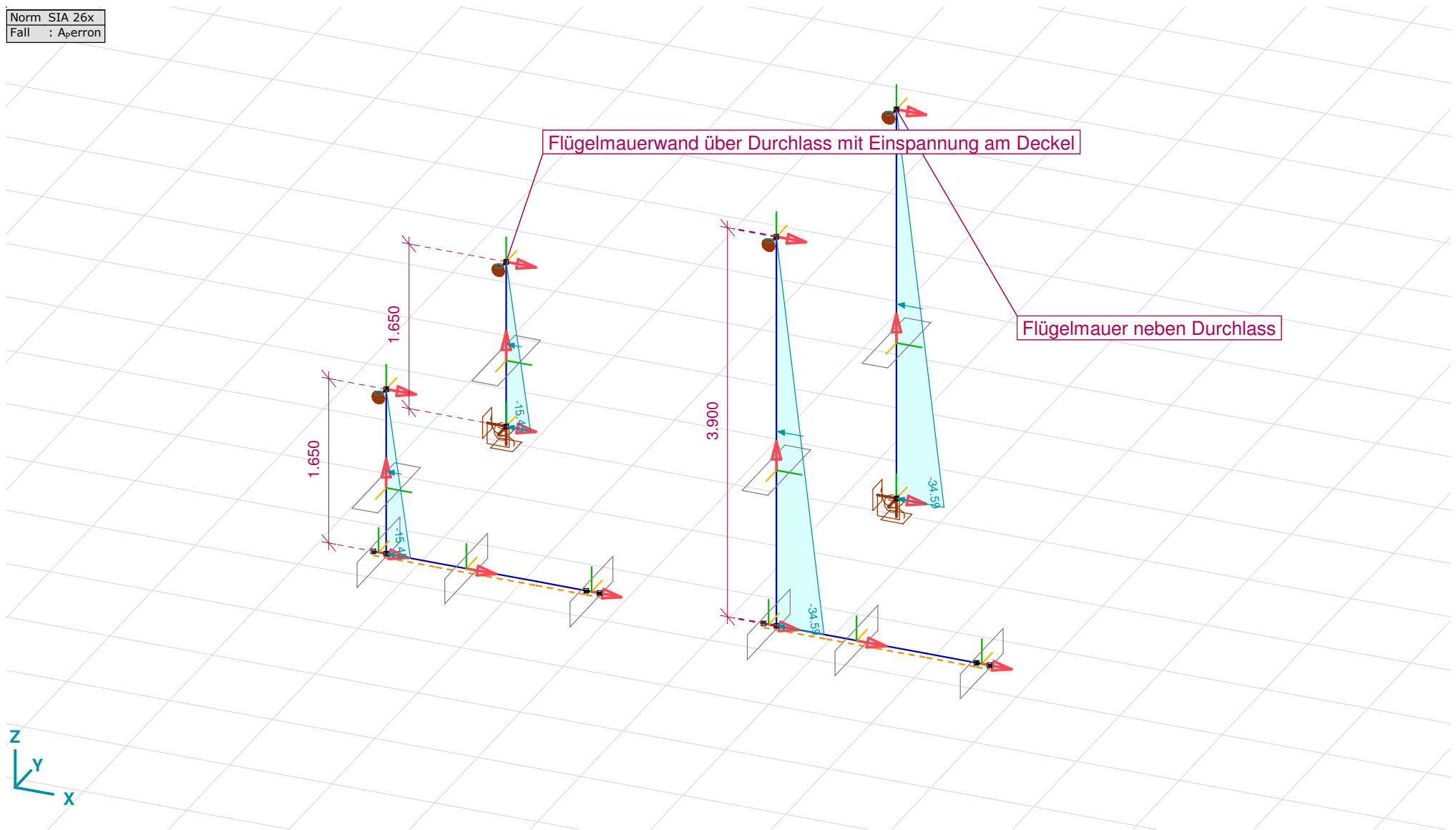
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017

Seite 7

Norm SIA 26x
Fall : Aperron



A_Perron

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

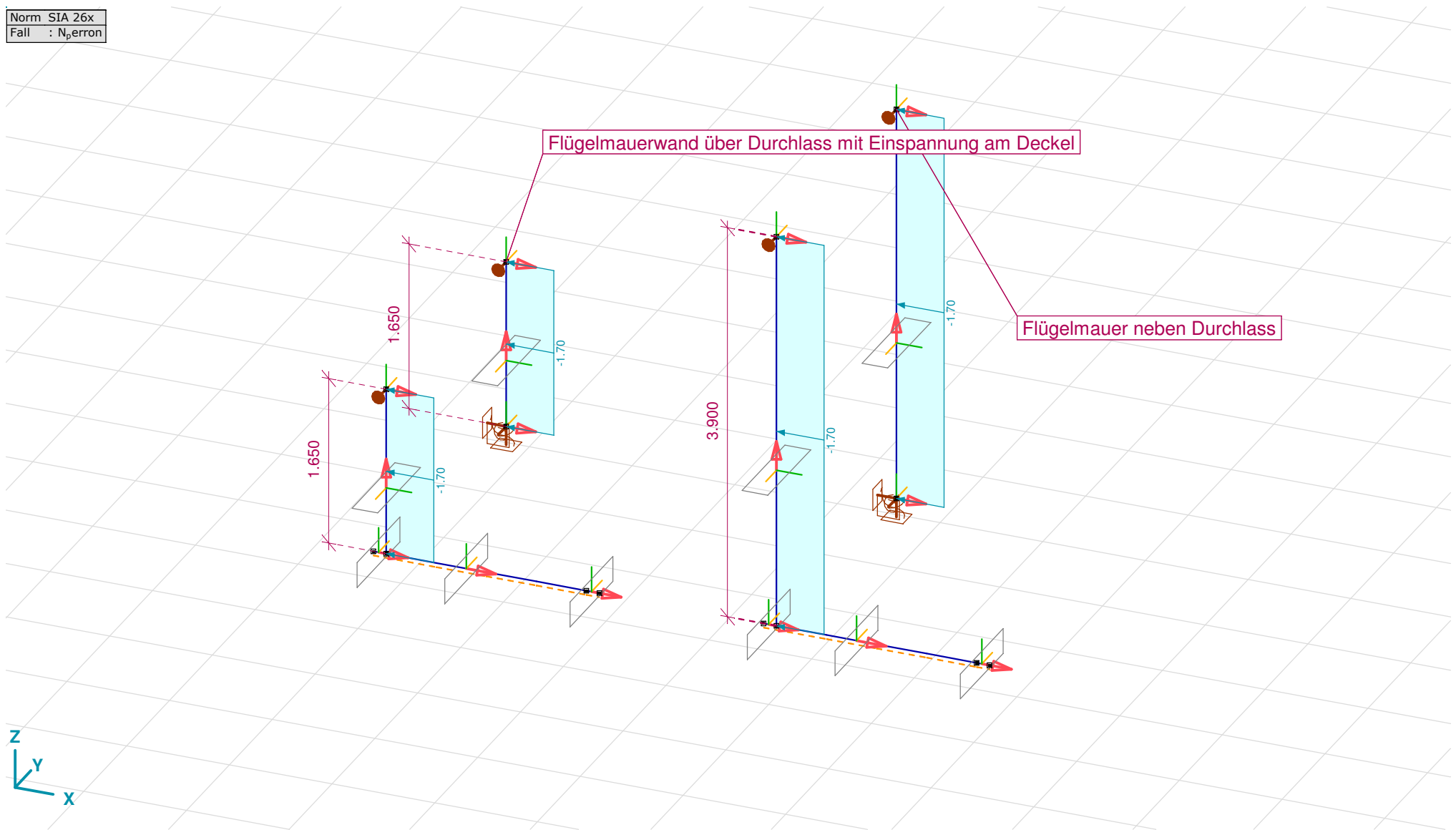
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017

Seite 8

Norm SIA 26x
Fall : N_perron



N_perron

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: **WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs**

01.11.2017

Seite 9

Benutzerdefinierte Lastkombinationen aus Lastfällen

	<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>G</i> <i>(STÄND1)</i>	<i>A_Perron</i> <i>(STÄND1)</i>	<i>N_perron</i> <i>(VERÄND1)</i>
1	LFK_1_Deckel_ULS	ULS	1.35	1.35	1.50
2	LFK_3_Deckel_SLS	SLS Quasi-ständige	1.00	1.00	0
3	LFK_4_Deckel_SLS	SLS Quasi-ständige	1.00	1.00	0.60

Name: Name der Lastkombination; **Typ:** Lastkombinationstyp; **G (STÄND1):** G (STÄND1) Faktor; **A_{perron} (STÄND1):** A_{perron} (STÄND1) Faktor; **N_{perron} (VERÄND1):** N_{perron} (VERÄND1) Faktor;

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

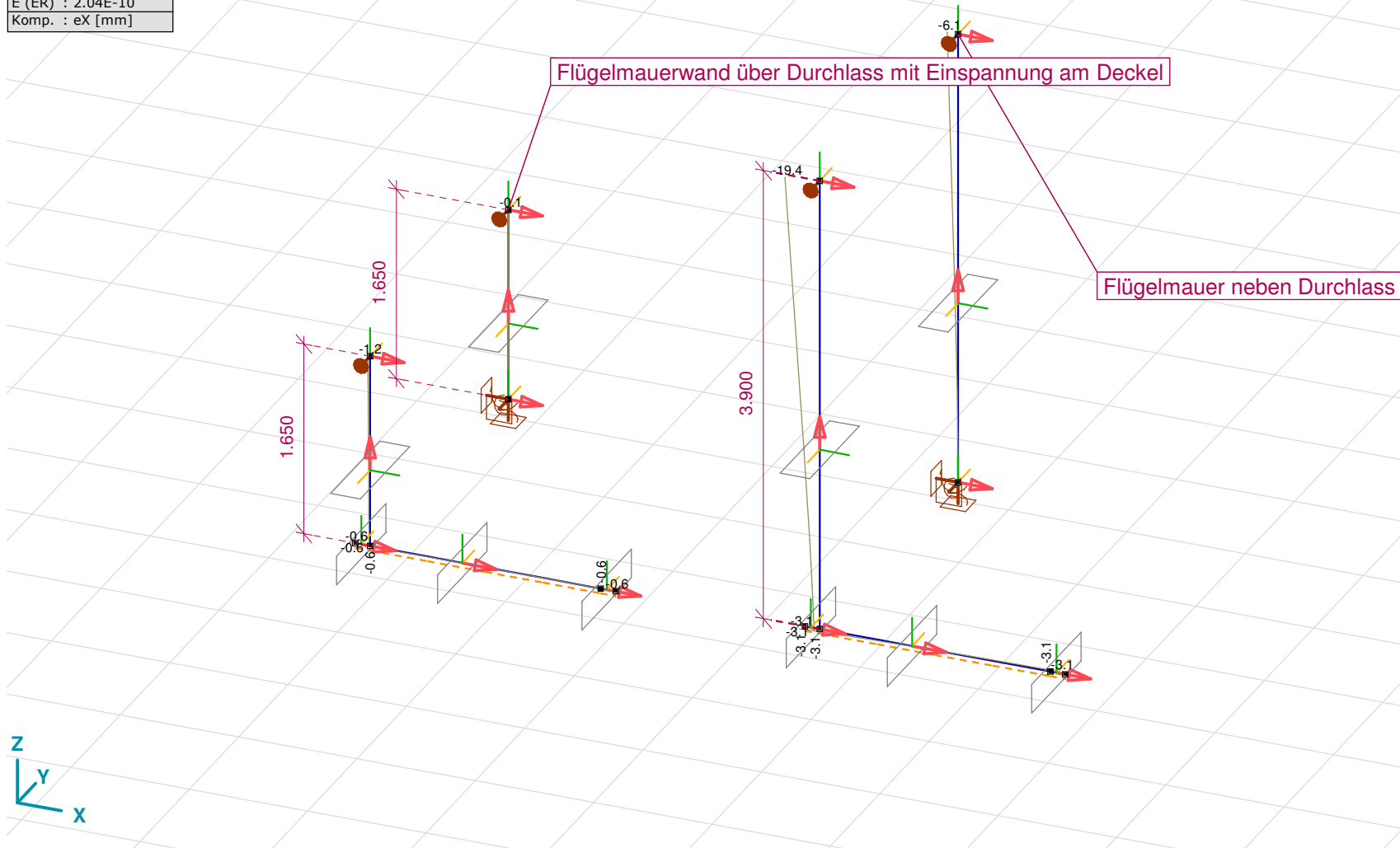
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 10

SLS

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{3D} eckelsLS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: eX [mm]



[I], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eX, Diagramm

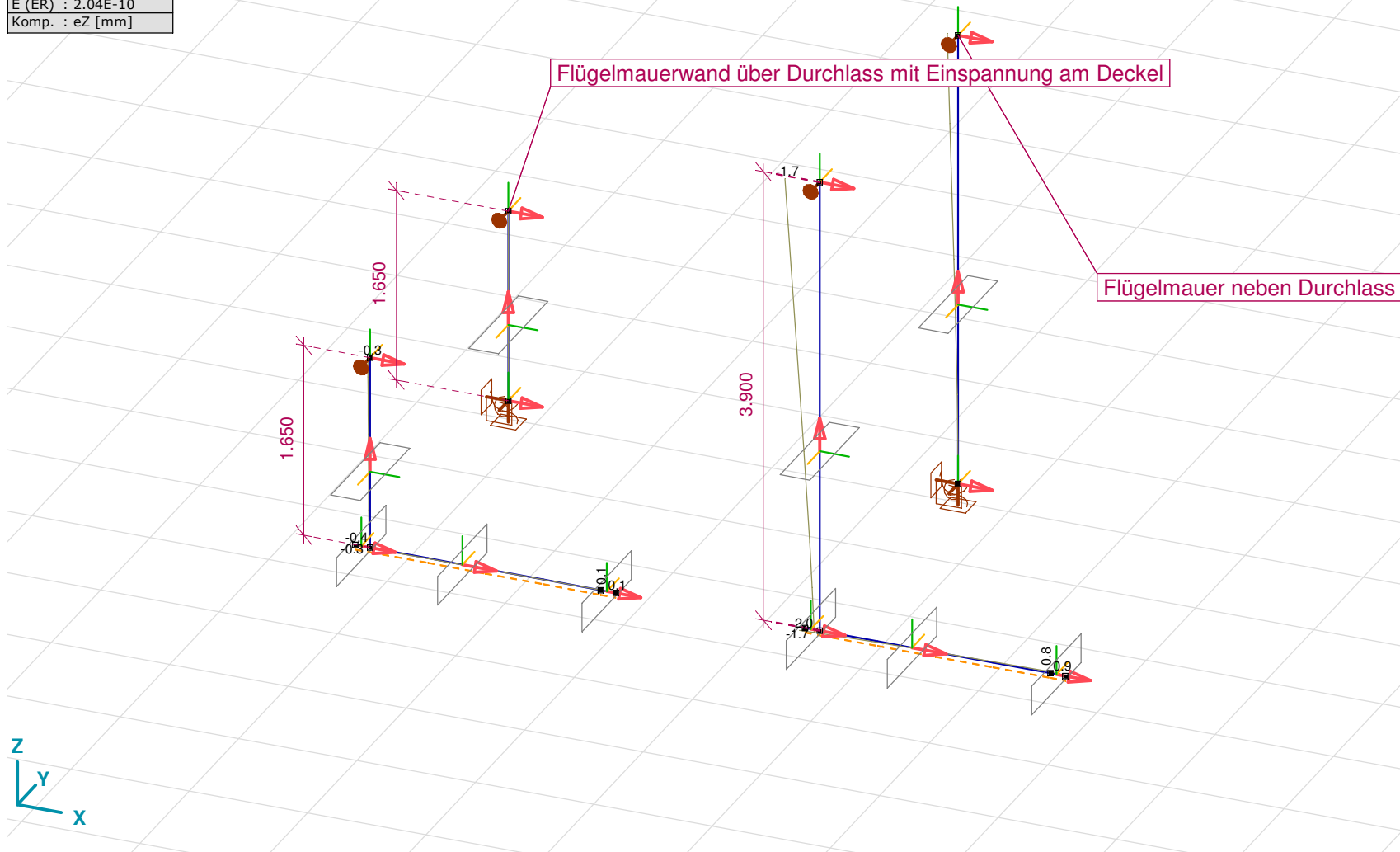
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 11

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{3D} eckel _S LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: eZ [mm]



[1], Linear, LFK_3_Deckel_SLS (SLS Quasi-ständige), eZ, Diagramm

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

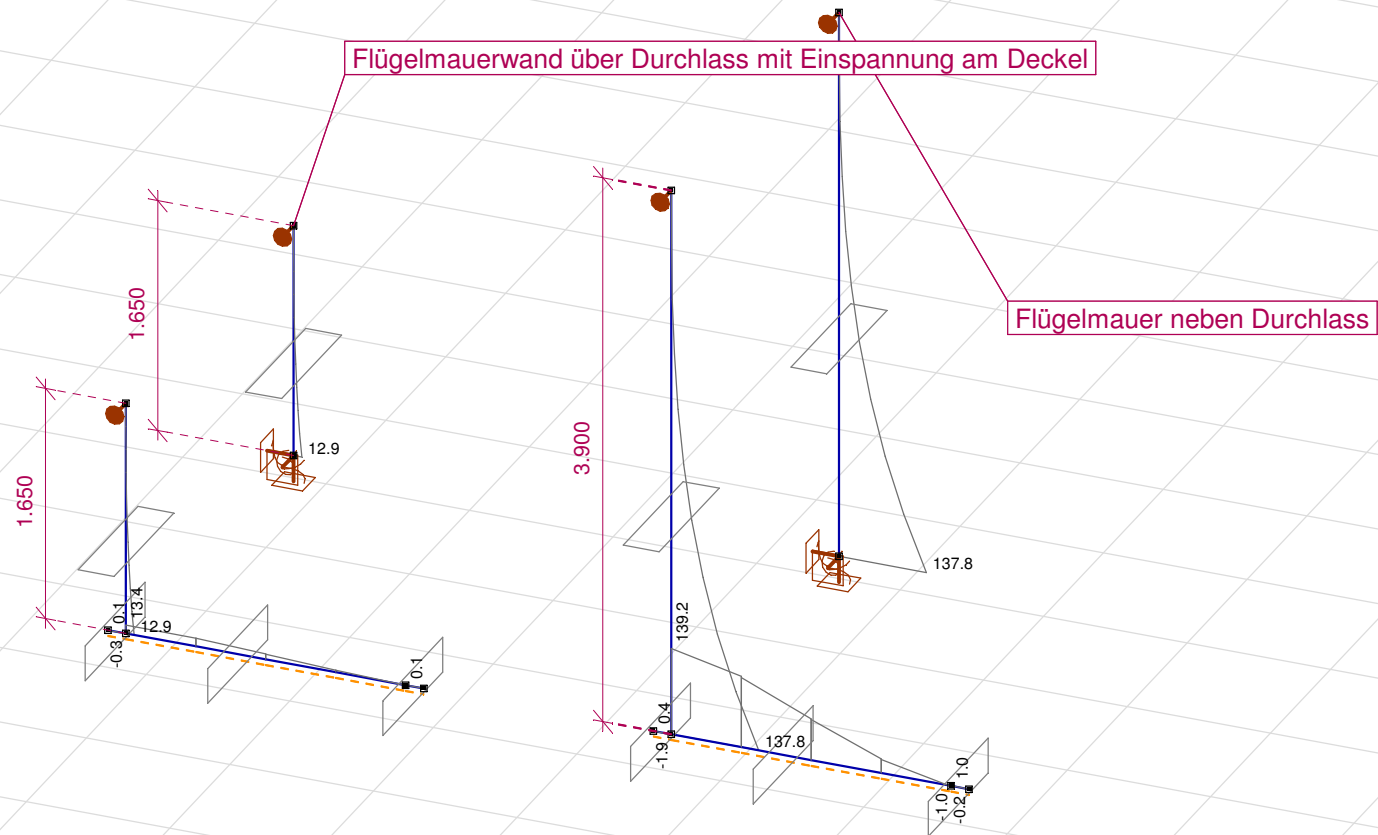
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 12

ULS

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁ deckel ₀ LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: My [kNm]



[!], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), My, Diagramm

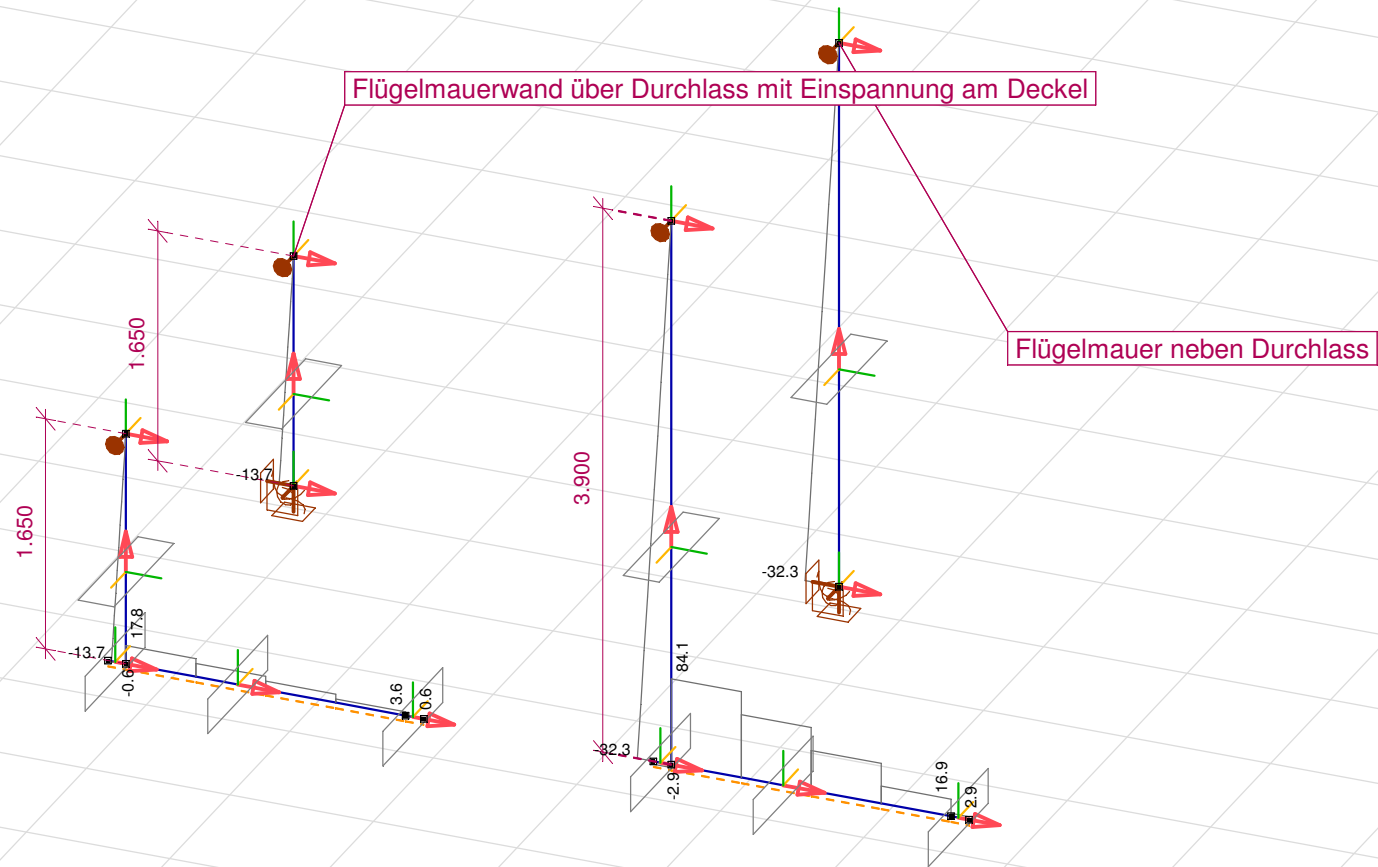
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 13

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Nx [kN]



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Nx, Diagramm

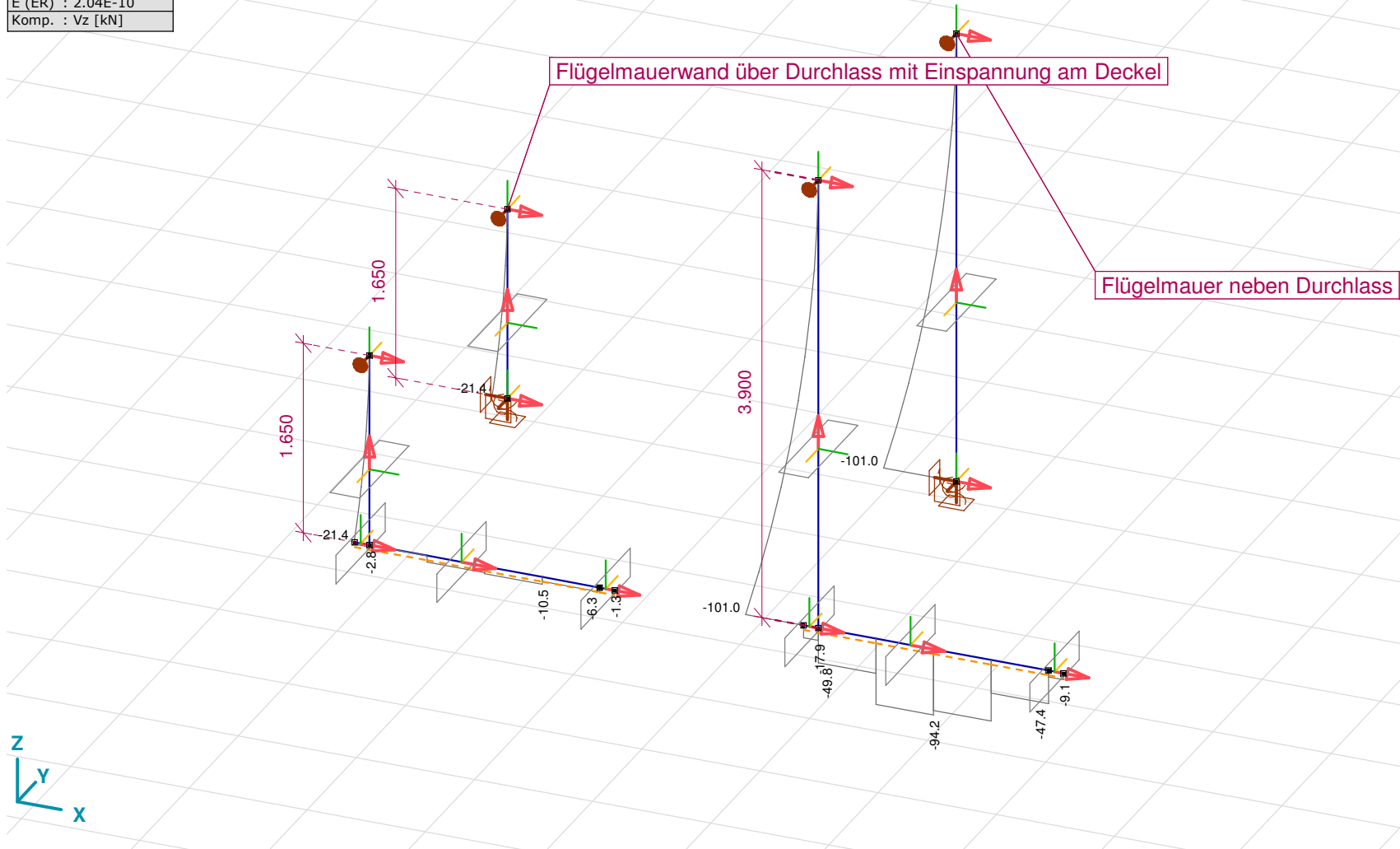
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 14

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK ₁ Deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Vz [kN]



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Vz, Diagramm

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

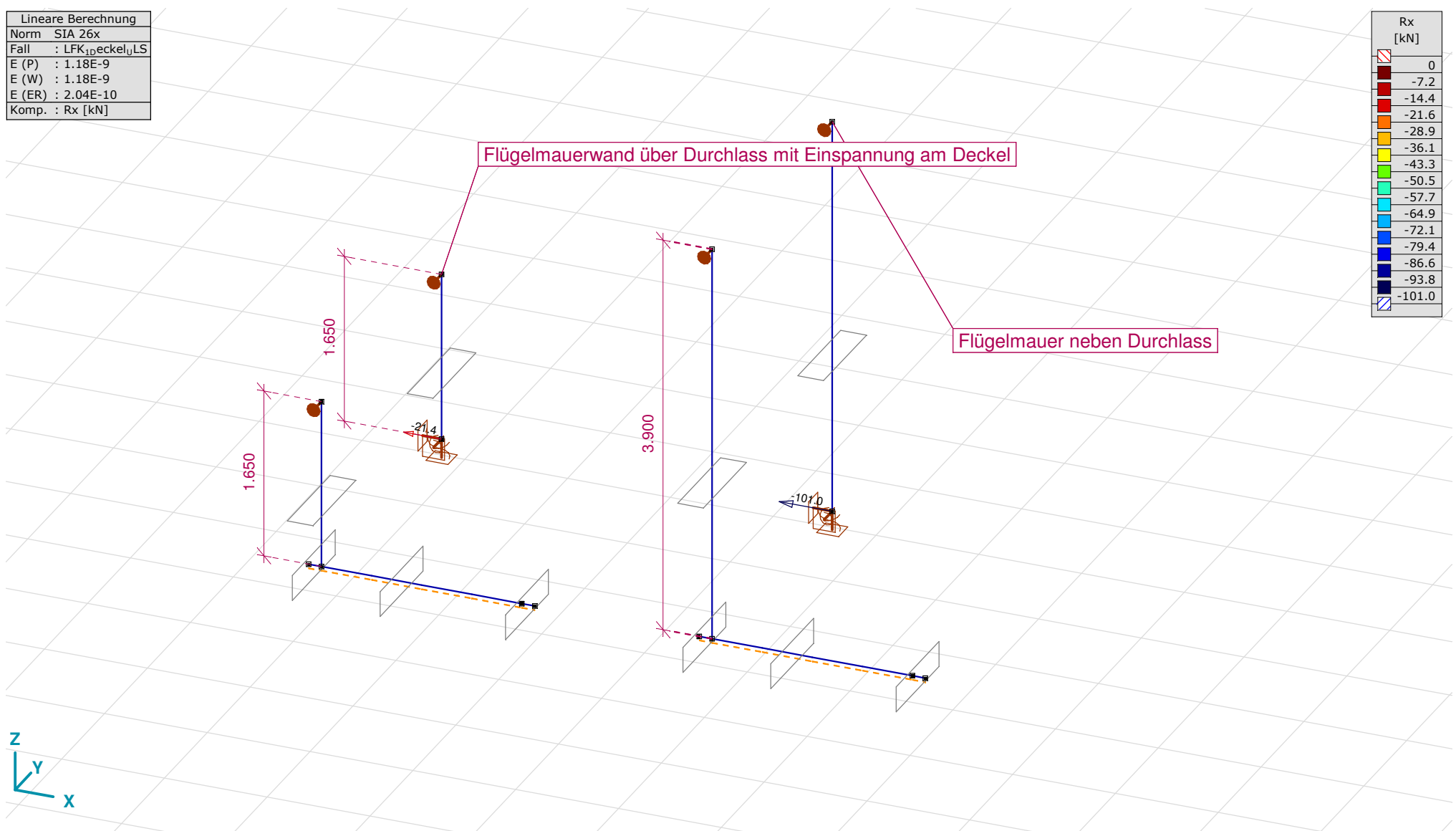
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 15

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Rx [kN]

Rx	[kN]
0	
-7.2	
-14.4	
-21.6	
-28.9	
-36.1	
-43.3	
-50.5	
-57.7	
-64.9	
-72.1	
-79.4	
-86.6	
-93.8	
-101.0	



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rx (Knotenaufagerkräfte), Diagramm

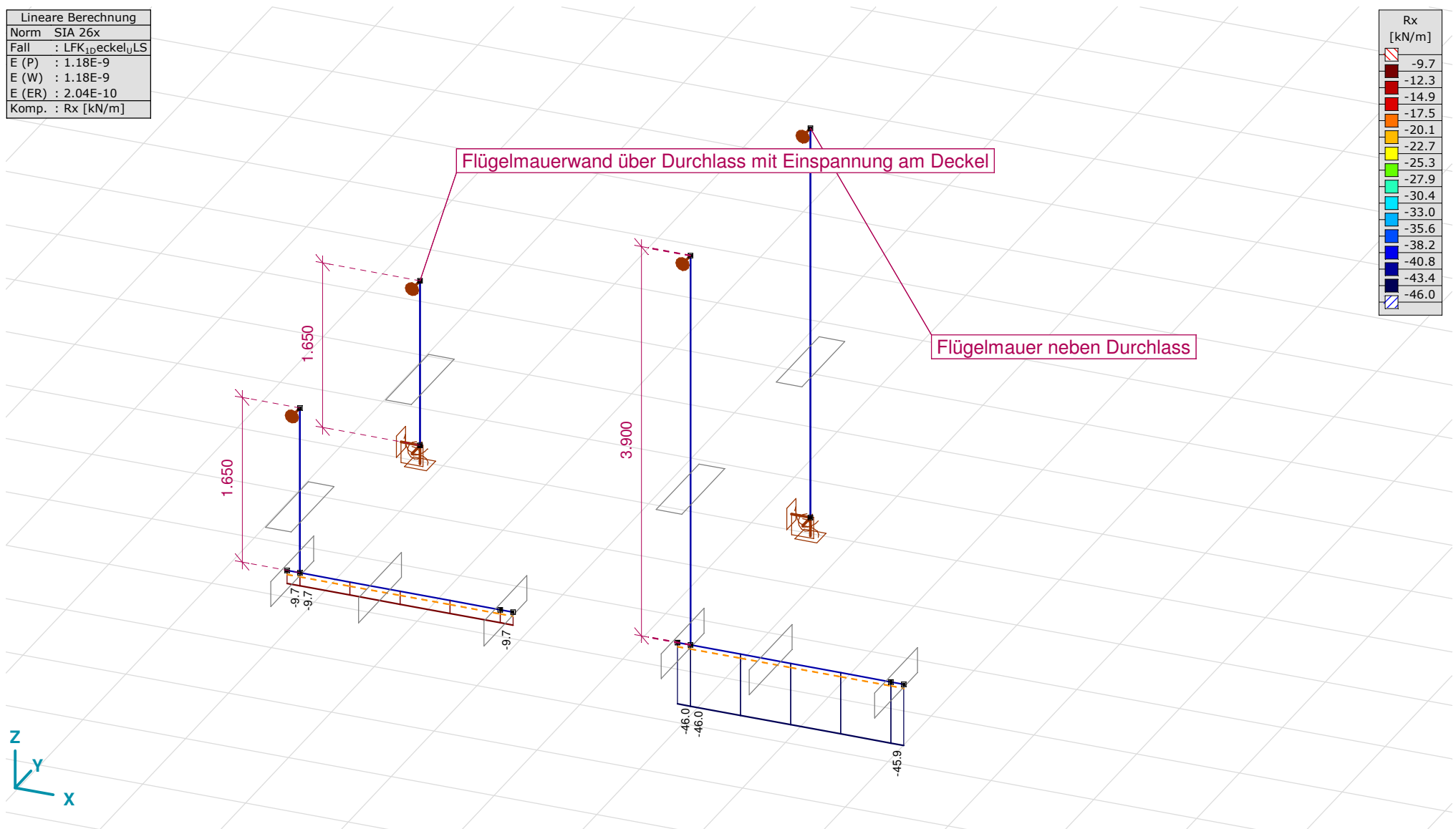
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 16

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Rx [kN/m]



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rx (Linienauflagerkräfte), Diagramm

Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

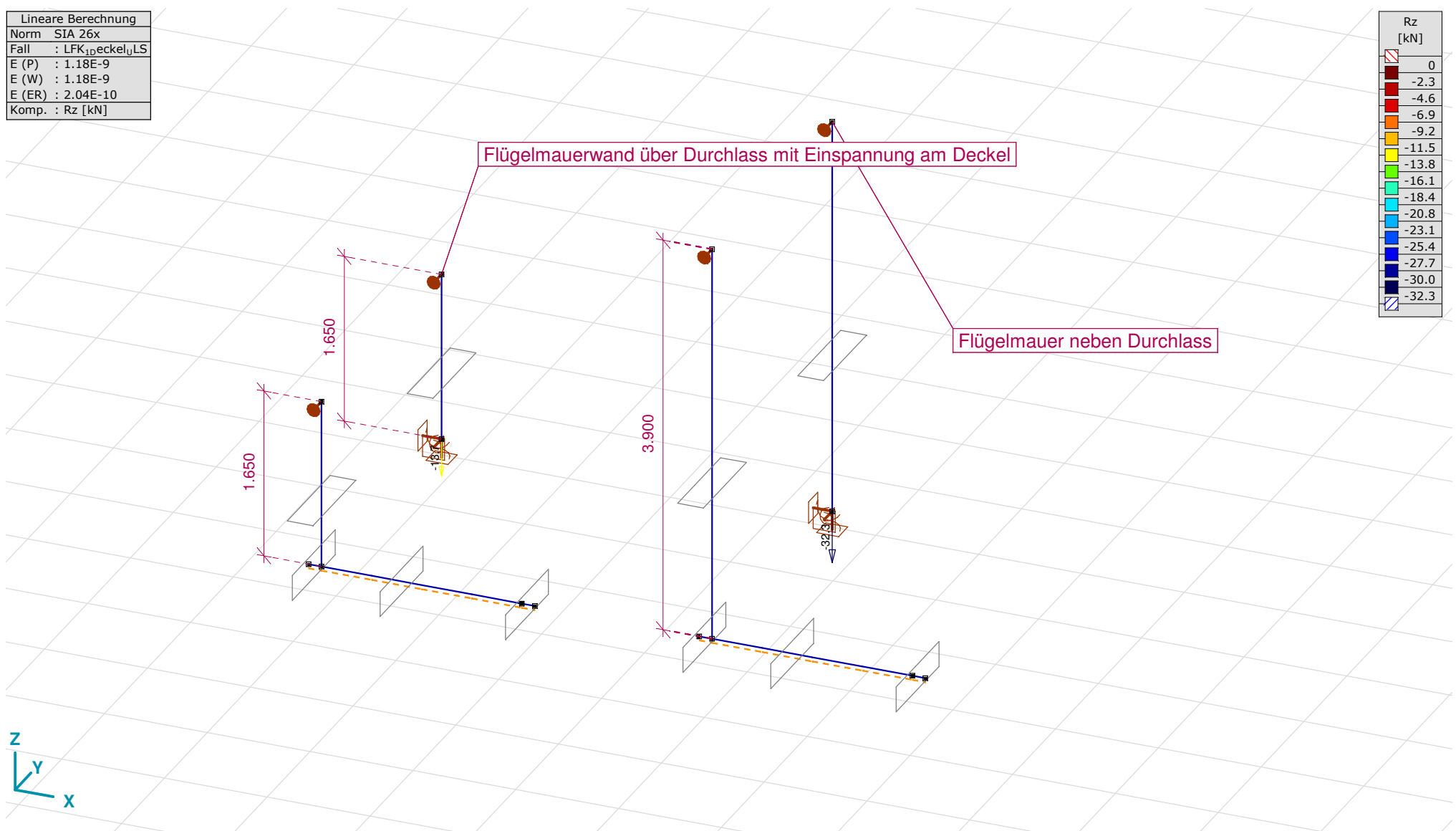
Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017

Seite 17

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Rz [kN]

Rz [kN]	
	0
	-2.3
	-4.6
	-6.9
	-9.2
	-11.5
	-13.8
	-16.1
	-18.4
	-20.8
	-23.1
	-25.4
	-27.7
	-30.0
	-32.3



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rz (Knotenauflagerkräfte), Diagramm

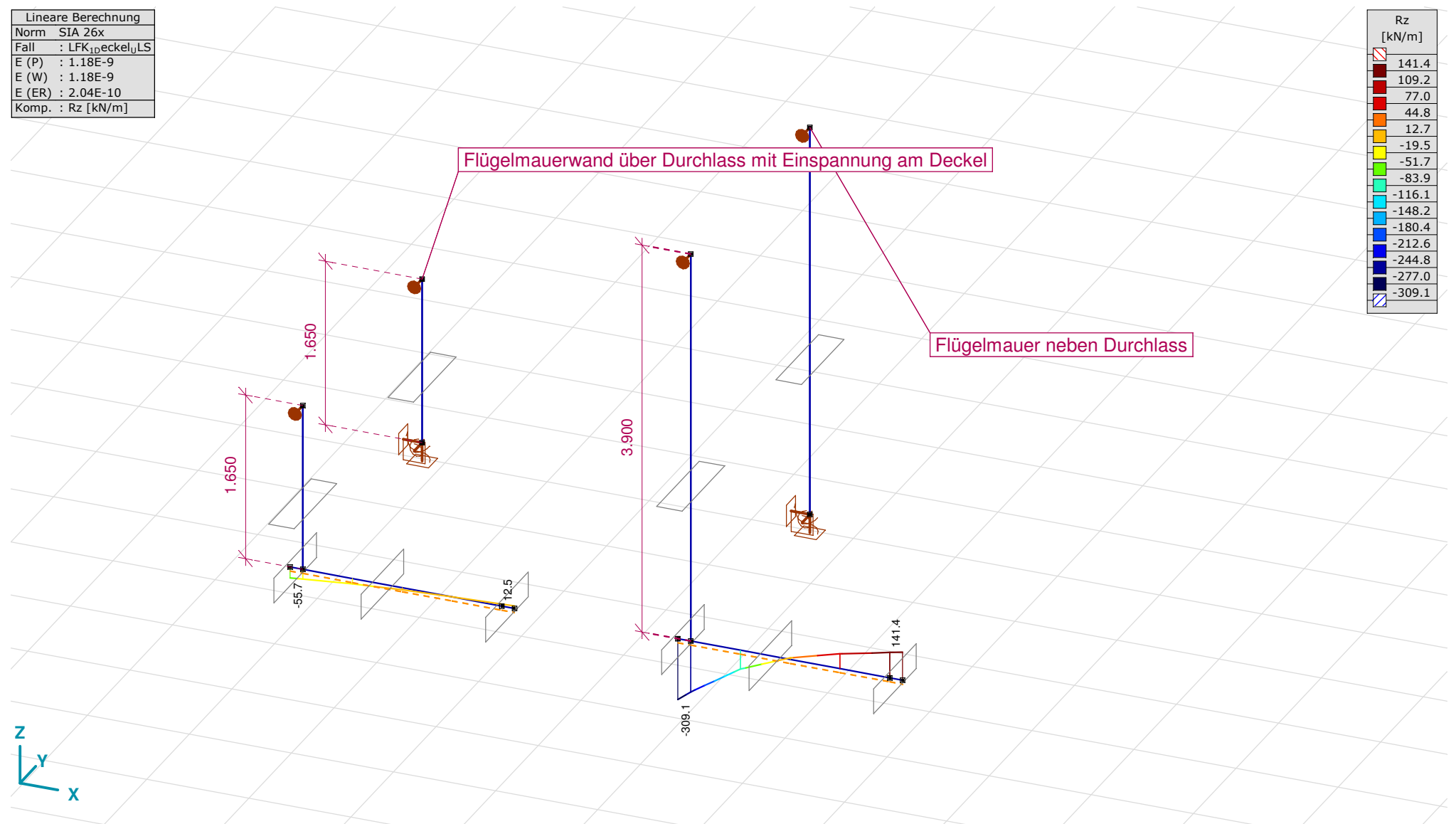
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 18

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Rz [kN/m]



[I], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Rz (Linienauflagerkräfte), Diagramm

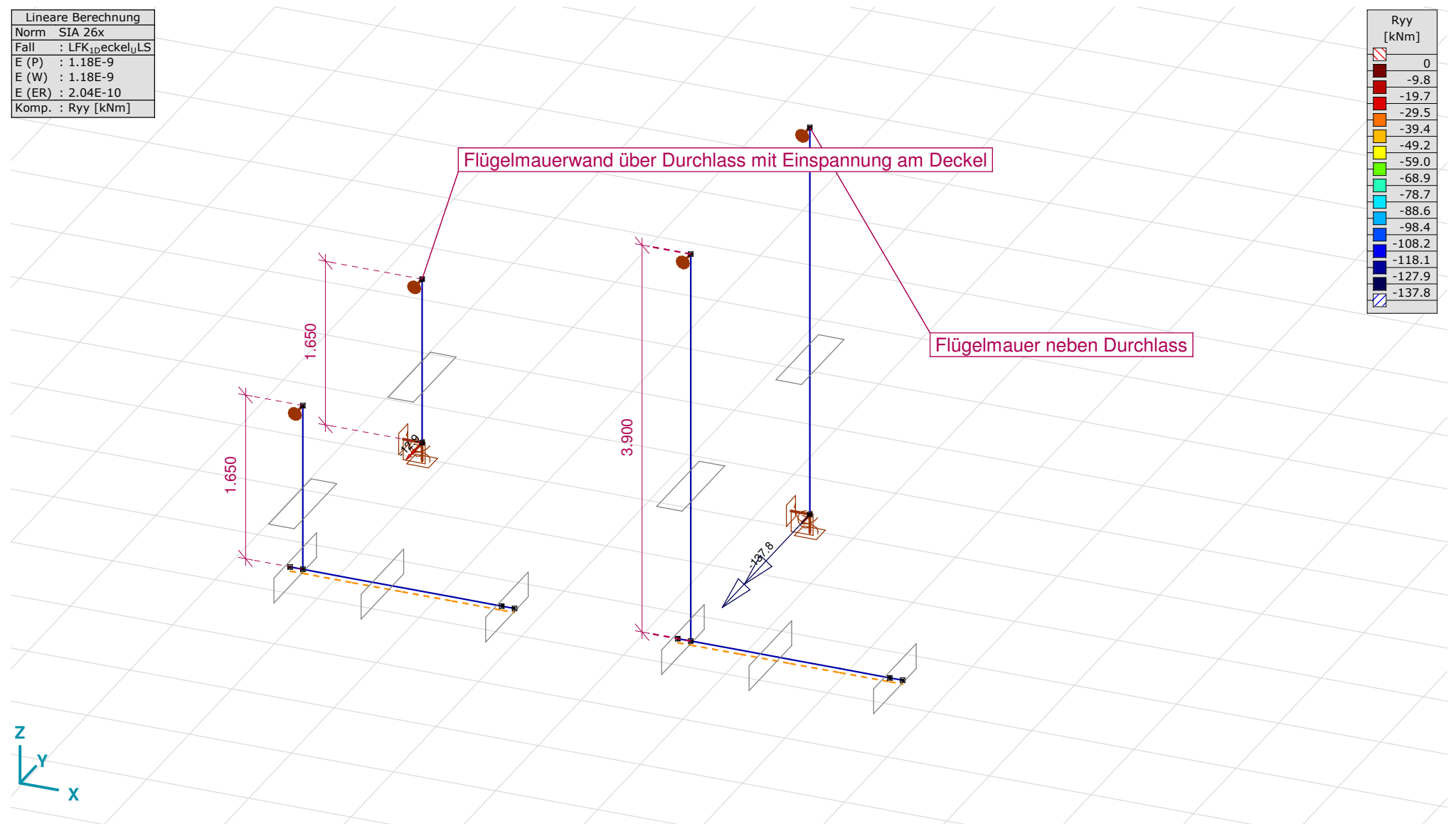
Projekt: 210'958'051 - WB Los5 - Durchlass

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG

Modell: WB_Los5_Durchlass_Stuetzm_Neu.axs

01.11.2017 Seite 19

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: LFK _{1D} deckel _U LS
E (P)	: 1.18E-9
E (W)	: 1.18E-9
E (ER)	: 2.04E-10
Komp.	: Ryy [kNm]



[1], Linear, LFK_1_Deckel_ULS (ULS), Ryy (Knotenauflagerkräfte), Diagramm

Anhang B **Handstatik**

ABSCHÄTZUNG PERRONLAST Typ 4: (SEITE STÜTZMAUER)

- REDUKTION DER AUFLASTEN INFOLGE LEITUNGEN WIRD NICHT BERÜCKSICHTIGT

• AUFLASTEN:

> BELAG: $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,10 \text{ m} = 2,4 \text{ kN/m}^2$

> BODENAUFBAU: $22 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,40 \text{ m} = 30,8 \text{ kN/m}^2$

> SCHUTZBETON: $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 \text{ m} = 1,92 \text{ kN/m}^2$

> ABDICHTUNG: $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m} = 1,20 \text{ kN/m}^2$

36,32 kN/m²

• Nutzlasten:

> LASTMODELL 1: $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$

> LASTMODELL 2: $Q_k = 10,0 \text{ kN}$

4,0 kN/m²

ABSCHÄTZUNG GLEISLAST NERBEN STÜTZMAUER: (GLEIS 2)• AUFLASTEN:

> SCHOTTER: $20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,50 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}^2$

> BODENAUFBAU: $22 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,40 \text{ m} = 8,8 \text{ kN/m}^2$

> GLEISE: $1 \text{ kN/m} \cdot 2 \cdot 1/1,50 \text{ m} = 1,33 \text{ kN/m}^2$

> SCHUTZBETON: $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 \text{ m} = 1,92 \text{ kN/m}^2$

> ABDICHTUNG: $24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m} = 1,20 \text{ kN/m}^2$

23,25 kN/m²

• NUTZLASTEN:

> LASTMODELL 4: $Q_k = 130 \text{ kN} \times 1/1,50 \text{ m} = 87 \text{ kN/m} / 1,50 \text{ m}$

$q_k = 25 \text{ kN/m} \times 1/1,50 \text{ m} = 17 \text{ kN/m}^2 / 1,50 \text{ m}$

> LASTMODELL 5: $Q_k = 160 \text{ kN} \times 1/1,50 \text{ m} = 107 \text{ kN/m} / 1,50 \text{ m}$

$q_k = 60 \text{ kN/m} \times 1/1,50 \text{ m} = 34 \text{ kN/m}^2 / 1,50 \text{ m}$

FÜR DEN TRAGSICHERHEITS LASTFALL IST DAS LASTMODELL 4 MASSGEBEND. BEIM LASTMODELL 4 GLEICHEN SICH DIE LASTEN IN ETWA IN DER HÖHE. DA Q_k JEDOCH EINEN GRÖßEREN EINFLUSS HABEN WIRD, IST DIE LASTFALLKOMBINATION UNTER DEN SCHIENEN MASSGEBEND.

BEI DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT GILT DIESE BETRACHTUNG ERENTFAUS, DA ZUM EINEN NUR DIE VERÄNDERLICHE LEITEINWIRKUNG BERÜCKSICHTIGT WIRD UND ZUM ANDEREN DIE VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN MIT $\psi_0, \psi_1 = 1,0$ IN RECHNUNG GESTELLT WERDEN.

ERMITTLUNG DER ERDRÜCKE

$$\varphi_1' = 27,5^\circ = \text{Hinterfüllung [1]}$$

$$\varphi_2' = 25,0^\circ = \text{Gehängeleim [2]}$$

$$\alpha = 0^\circ \quad \text{für Wandneigung}$$

$$\beta = 0^\circ \quad \text{für Hangneigung}$$

$$S_q = S_p = \frac{2}{3} \quad \text{NÄHUNG REAKTIONSKRAFT}$$

$K_0 = 0,54$ ERDRUHEDRUCK, NUR AUSSEHEN DES ERDRUHEDRUCKS GENÄSS

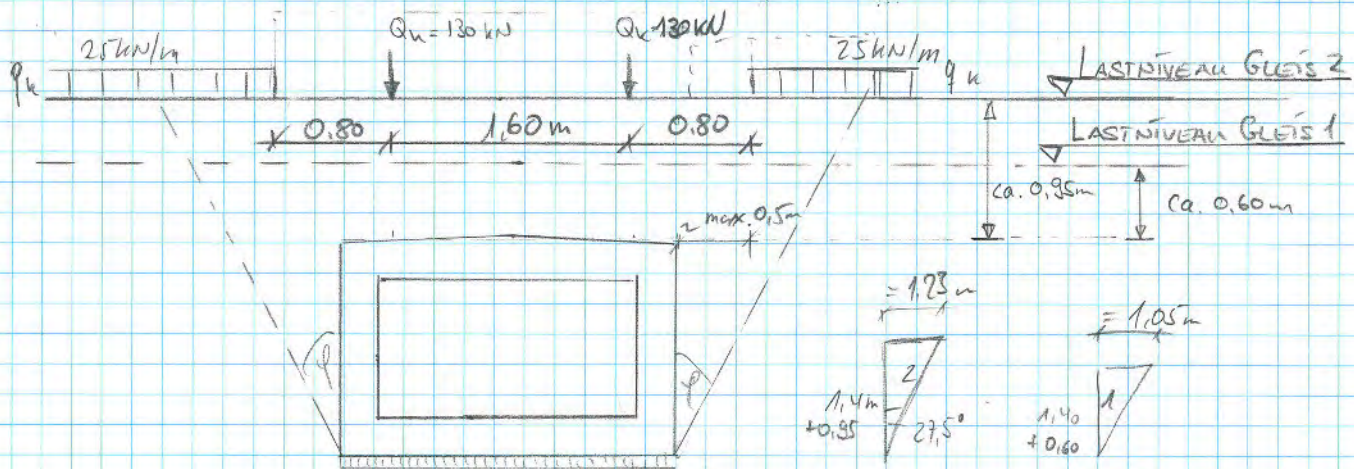
SARG1:2014 Tab. 1.

K_{act}

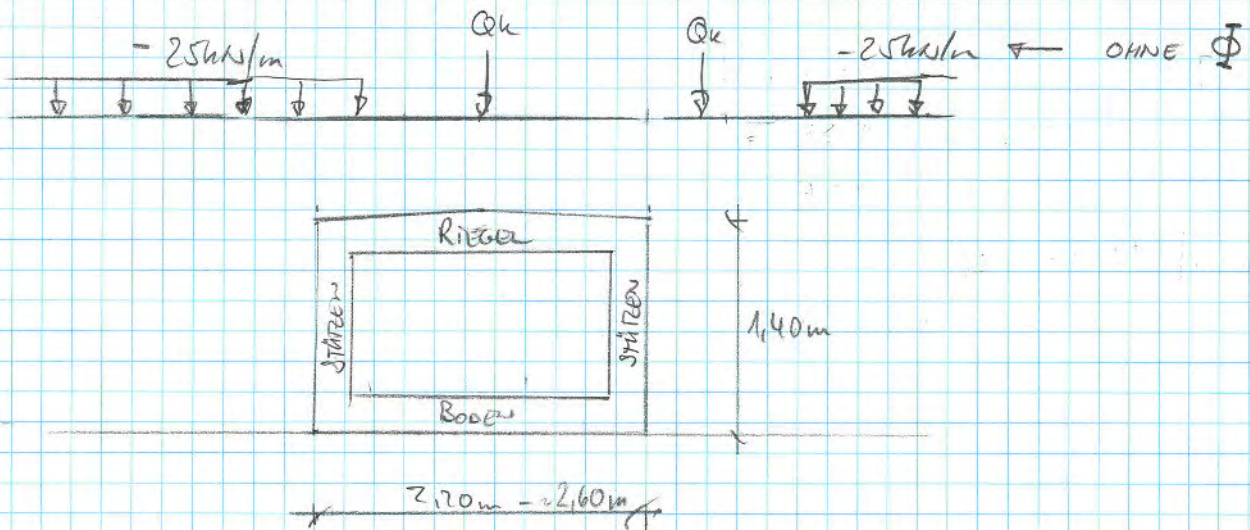
MÖGLICHE BELASTUNGSZUSTÄNDE

1): HAUPTACHSLASTEN AUF DECKEL [BEMESSUNGSZUSTAND 1]

2): HAUPTACHSLASTEN ÜBER SEITENWÄNDE [BEMESSUNGSZUSTAND 2]



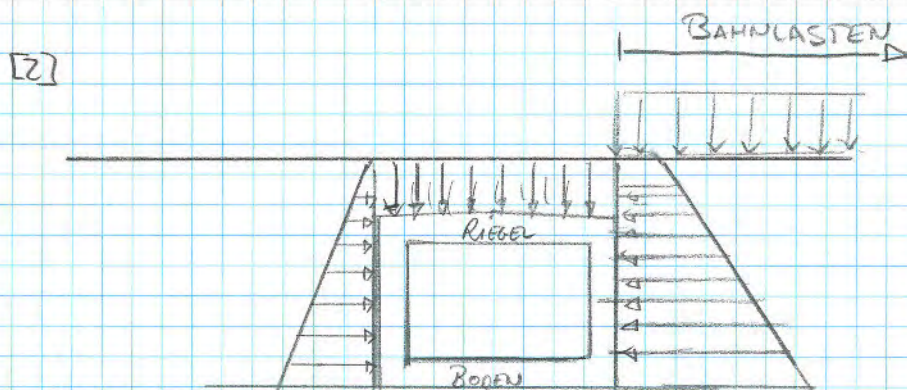
[1] UNGÜNSTIGE LASTSTELLUNG Q_k ALS EINZELLAST DIREKT AUF EINEN METERSSTREIFEN ANSETZEN OHNE DIE VERTEILUNG DURCH DEN AUFRICHT ZU BERÜCKSICHTIGEN. DIE LINIENLAST WIRD AUF EINE 1,50m VERTEILT.
 unkl. Dyn. Faktor. \Rightarrow



$$Q_k = 130 \text{ kN} \cdot 1,67 = \underline{218 \text{ kN}}$$

Gleis 1: $218 \text{ kN} / 1,5 \text{ m} = \underline{145 \text{ kN/m}}$ (FÜR METERSSTREIFEN)

Gleis 2: $218 \text{ kN} / 1,80 \text{ m} = \underline{122 \text{ kN/m}}$ (FÜR METERSSTREIFEN)



MÖGLICHE BELASTUNGSGRÖßEN

> ANLAST: DECKEL

$$\text{GLEIS 1: } q_{1,0} = 0,60\text{m} \cdot 22\text{ kN/m}^2 = 13,2\text{ kN/m}^2$$

$$\text{GLEIS 2: } q_{2,0} = 0,40\text{m} \times 22,0\text{ kN/m}^2 = 8,8\text{ kN/m}^2$$

$$+ 0,50\text{m} \times 20,0\text{ kN/m}^2 = 10,0\text{ kN/m}^2$$

18,8 kN/m²

> NURLAST: DECKEL (SIEHE S. 03)

$$\text{GLEIS 1} = 145\text{ kN/m}$$

$$\text{GLEIS 2} = 122\text{ kN/m}$$

> NURLAST: ALS ERDRUCK

GLEIS 1 = GLEIS 2: UNGÜNSTIGE LASTSTELLUNG FÜR RAHMENECKE MIT EINSEITIG AKTIVEM ERDRUCK UND GEGENÜBER ERDRUCKERDRUCK MIT VOLLER NURLAST (HAUPTLAST)

$$e_{oh, q_{1,3}} = 29,27\text{ kN/m}^2$$

$$e_{oh, q_{1,2}} =$$

$$e_{oh, q_{1,1}} = 9,02 \text{ "}$$

$$e_{ah, q_{1,3}} = 16,86\text{ kN/m}^2$$

$$e_{ah, q_{1,2}} =$$

$$e_{ah, q_{1,1}} = 5,12 \text{ "}$$

Erddruckermittlung

Durchlass WB Los 5 - Belastungssituation Gleis 1



Ermittlung der Höhe, ab der die Kohäsion angesetzt werden kann:
(mit Berücksichtigung des Erddruckbeiwertes)

$$e_{ah,g} = e_{ah,c}$$

$$K_{ah} \cdot \gamma \cdot h_c = 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{ah}}$$

$$h_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma \cdot \sqrt{K_{ah}}}$$

$h_c = 0.000 \text{ m}$

Aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und Kohäsion

Kote	Tiefe [m]	Az [m]	Schicht [-]	v/γ' [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	$\Sigma(v-z)$ [kN/m ²]	ϕ' [°]	K_{sh} [-]	Tiefe [m]	$e_{ah,g}$ [kN/m ²]	$e_{ah,c}$ [kN/m ²]	$e_{ah,Boden}$ [kN/m ²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													$E_{ah,Boden}$	$E_{ah,q,1}$
0.00	0.00	0.00	Boden	22.00	0.00	0.00	27.50	0.311	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	11.84
-0.60	0.60	0.60	Boden	22.00	0.00	13.20	27.50	0.311	0.60	4.11	0.00	4.11	0.00	11.84
-2.00	2.00	1.40	Kies	20.00	0.00	41.20	27.50	0.311	2.00	12.81	0.00	12.81	0.00	0.00
Summe													13.07	0.00

= Aktiver Erddruck ständige Lasten

Aktiver Erddruck	
$E_{ah,Boden}$	13.07 kN/m
$E_{ah,q,1}$	11.80 kN/m
ΣE_{ah}	24.87 kN/m

Erhöhter Aktiver Erddruck	
$E_{a+Oh,Boden}$	17.89 kN/m
$E_{a+Oh,q,1}$	16.14 kN/m
ΣE_{a+Oh}	34.03 kN/m

Erddruck aus veränd. Lasten

Kote	Tiefe [m]	Az [m]	Belastung [-]	Tiefe [m]	ϕ' [°]	K_{sh} [-]	q_1 [kN/m ²]	$e_{ah,q,1}$ [kN/m ²]	Tiefe [m]	$e_{Oh,g}$ [kN/m ²]	$e_{Oh,c}$ [kN/m ²]	$e_{Oh,Boden}$ [kN/m ²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													$E_{ah,q,1}$	$E_{Oh,q,1}$
-0.60	0.00	0.00	Schiene	0.00	27.50	0.311	54.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.7	36.0
-2.00	1.40	1.40	Schiene	1.40	27.50	0.311	54.20	16.86	1.80	7.13	0.00	7.13	36.0	54.2
Summe													11.80	16.86

= Erddruck ständige Lasten

Nur Nebenlast
Haupt- + Nebenlast gemischt
Hauptlast

Erddruck	
$E_{Oh,Boden}$	22.70 kN/m
$E_{Oh,q,1}$	20.49 kN/m
ΣE_{Oh}	43.19 kN/m

= Aktiver Erddruck veränderliche Lasten

q	$E_{ah,q,1}$	$E_{Oh,q,1}$
1.1	5.19	9.02
1.2	11.2	19.44
1.3	16.86	29.27

= Erddruck veränderliche Lasten

Ermittlung der Höhe, ab der die Kohäsion angesetzt werden kann:
(mit Berücksichtigung des Erddruckbeiwertes)

$$e_{ah,g} = e_{ah,c}$$

$$K_{ah} \cdot \gamma \cdot h_c = 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{ah}}$$

$$h_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma \cdot \sqrt{K_{ah}}}$$

$h_c = 0.000 \text{ m}$

Aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und Kohäsion

Kote	Tiefe [m]	Δz [m]	Schicht [-]	V/γ' [kN/m³]	c' [kN/m²]	Σ(y-z) [kN/m²]	φ' [°]	K _{ah} [-]	Tiefe [m]	e _{ah,g} [kN/m²]	e _{ah,c} [kN/m²]	e _{ah,Boden} [kN/m²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													E _{ah,Boden}	kN/m
0.00	0.00	0.00	Boden	22.00	0.00	0.00	27.50	0.311	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	19.35
-0.50	0.50	0.50	Boden	22.00	0.00	11.00	27.50	0.311	0.50	3.42	0.00	3.42	2.49	19.35
-1.00	1.00	0.50	Kies	20.00	0.00	21.00	27.50	0.311	1.00	6.53	0.00	6.53	16.01	19.35
-2.45	2.45	1.45	Kies	20.00	0.00	50.00	27.50	0.311	2.45	15.55	0.00	15.55	0.00	19.35
Summe													19.35	19.35

= Aktiver Erddruck ständige Lasten

Erddruck aus veränd. Lasten

Kote	Tiefe [m]	Δz [m]	Belastung [-]	Tiefe [m]	φ' [°]	K _{ah} [-]	q ₁ [kN/m²]	e _{ah,q,1} [kN/m²]	Tiefe [m]	e _{oh,g} [kN/m²]	e _{oh,c} [kN/m²]	e _{oh,q,1} [kN/m²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													E _{oh,q,1}	kN/m
-0.60	0.00	0.00	Schiene	0.00	27.50	0.311	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	16.7
-2.45	1.85	1.85	Schiene	1.85	27.50	0.311	36.00	11.20	10.36	5.94	0.00	5.94	36.0	36.0
Summe													10.36	54.2

= Erddruck ständige Lasten

Nur Nebenlast

Haupt- + Nebenlast gemischt

Hauptlast

= Aktiver Erddruck veränderliche Lasten

= Erddruck veränderliche Lasten

Aktiver Erddruck	
E _{ah,Boden}	19.35 kN/m
E _{ah,q,1}	10.36 kN/m
Σ E _{ah}	29.71 kN/m

Erhöhter Aktiver Erddruck	
E _{a+oh,Boden}	26.48 kN/m
E _{a+oh,q,1}	14.17 kN/m
Σ E _{a+oh}	40.65 kN/m

Erddruck	
E _{oh,Boden}	33.60 kN/m
E _{oh,q,1}	17.98 kN/m
Σ E _{oh}	51.58 kN/m

q	E _{ah,q,1}	E _{oh,q,1}
1.1	5.19	9.02
1.2	11.2	19.44
1.3	16.86	29.27

ERMÜNDUNG:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \lambda \leq \lambda_{\max} = 1,4$$

$\lambda = 1,0 \Rightarrow$ ANNAHME AUF DER SICHEREN SEITE

$$\Phi = 1,67$$

$$\lambda_1 = 0,7 ?$$

$$m = 7 \quad n = 0$$

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$\lambda_4 = 1,0$$

$$\lambda_2 = 1,0$$

ENTLEISUNG:

LASTMODELL 4

$$q_{Ed} = 35 \text{ kN/m} \quad Q_{Ed} = 180 \text{ kN} \quad [1] \quad \text{WIE LASTMODELL 4}$$

$$q_{Ed} = 50 \text{ kN/m} \quad [2]$$

$$10 \text{ kN} \quad \Phi = 1,67$$

\rightarrow BEI BETRACHTUNG DES LASTMODELLS 4 TRETEN FLÄCHIG BETRACHTET GRÖßERE LASTEN AUF.

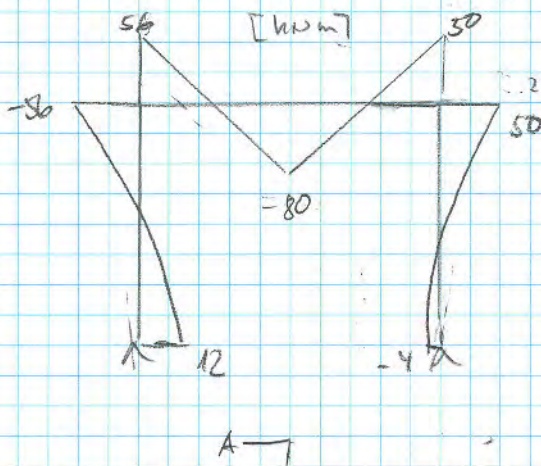
$$[1] \quad 180 \text{ kN} / \cdot 1/2 = 90 \text{ kN} \cdot 1,67 = \underline{150 \text{ kN}}$$

$$150 \text{ kN} \cdot \frac{1}{0,45 \times 0,45 \text{ m}} = \underline{740 \text{ kN/m}^2} \quad \text{auf } 0,45 \times 0,45 \text{ m}$$

$$35 \text{ kN/m} \cdot 1/0,45 \text{ m} = \underline{78 \text{ kN/m}^2} \quad \text{auf } 0,45 \text{ m}$$

$$[2] \quad 50 \text{ kN/m} \cdot 1/0,45 \text{ m} = \underline{112 \text{ kN/m}^2} \quad \text{auf } 0,45 \text{ m}$$

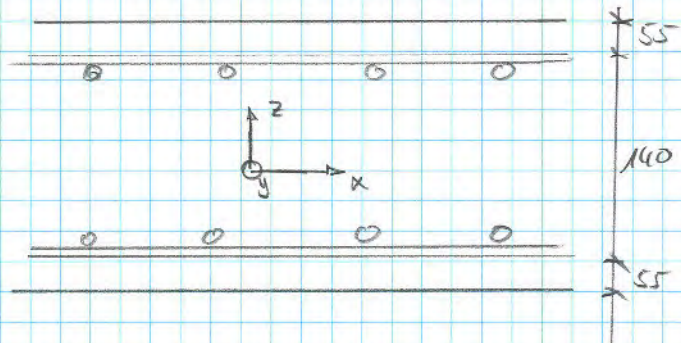
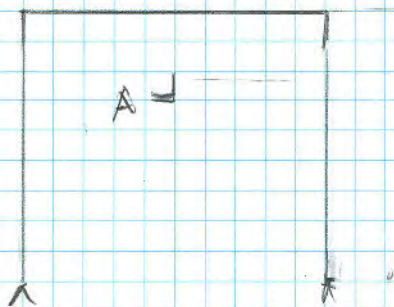
NACHWEIS RIEGEL + RAHMENWECK. [VORZEICHENDEFINITION AUS AXIS VM]



max. EINWIEKUNGEN MOMENT AUS LFK7.
 AUFLAST AUS GLEIS 2 SOMIT AUCH
 ERORRNE DRUCK, ACHSLASTEN DIREKT
 AUF RIEGEL. MAX. QUERKRAFT AUS
 EINZELLAST Q_k AUS LFKSTMODELL 4.

ANGENOMMENE QUERSCHNITT.

Schnitt A-A:



STATISCHE HOHE: DECKEL -

RAHMENWECK $dx_e = 250 - 40 - 16/2 = 202 \text{ mm}$
 $dy_e = 250 - 40 - 16 - 16/2 = 186 \text{ mm}$

FELOMITZ $dx_f = 280 - 40 - 16/2 = 232 \text{ mm}$
 $dy_f = 280 - 40 - 16 - 16/2 = 216 \text{ mm}$

MOMENT RIEGEL [FELOMITZ]

$$M_{ed} \leq M_{rd} = \sigma_{s,ief} \cdot f_{sd} \cdot \left(d - \frac{\sigma_{s,ief} \cdot f_{sd}}{2 \cdot b \cdot f_{cd}} \right)$$

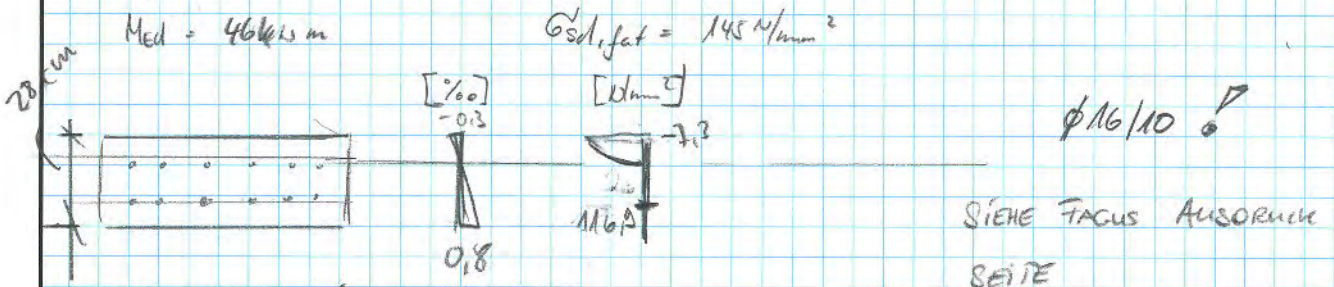
$$80 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \leq \sigma_{s,ief} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot \left(216 \text{ mm} - \frac{\sigma_{s,ief} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{2 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} \right)$$

$$\sigma_{s,ief} \geq 900 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{Ø14/15}$$

$$M_{rd} = 1'030 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot \left(216 \text{ mm} - \frac{1'030 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{2 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} \right)$$

$$M_{rd} = 91,8 \text{ kNm} > M_{ed} = 80 \text{ kNm} \Rightarrow 1.0$$

ERMÜNDUNG NACHWEIS BEWEHRUNG: => QUERSCHNITT FELD 28/100cm



DAUERHAFTIGKEIT:

$$\Delta \sigma_{s, \text{fat}} \leq \Delta \sigma_{s, \text{d}}$$

$$116,9 \text{ N/mm}^2 \leq 0,8 \cdot 145 \text{ N/mm}^2 = 116 \text{ N/mm}^2 \quad \text{KNAPP NICHT ERFÜLLT}$$

BETRIERSTESSTIGKEIT: (FALLS DAUERHAFTIGKEIT NICHT ERFÜLLT) SIA 262:2013 4.3.8, 2.4

$$\Delta \sigma_{s, \text{d}} = 1 \cdot \Delta \sigma_{s, \text{fat}} \leq \Delta \sigma_{s, \text{fat}}$$

$$= 1,0 \cdot 137 \text{ N/mm}^2 \leq 145 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{i.O.}$$

NACHWEIS BETON:

$$v_{d, \text{min}} = 8,5 \text{ kN/m} \quad \frac{-8,5 \text{ kN/m}}{-73 \text{ kN/m}} = 0,1165 \geq 0$$

$$v_{d, \text{max}} = -73 \text{ kN/m}$$

$$|v_{d, \text{max}}| = 73 \text{ kN/m} \leq 0,5 \cdot v_{rd} + 0,45 |v_{d, \text{min}}| \leq 0,9 v_{rd}$$

$$v_{rd} = k_d \cdot f_{ct, \text{d}} \cdot d_v$$

$$k_d = \frac{48}{16 + 32} = 1 \quad d_v = \frac{d_x + d_y}{2} = 224 \text{ mm}$$

$$k_{d1} = \frac{1}{1 + 0,001 \cdot 224 \text{ mm}} = 0,816 \quad (\text{BEI DER ERMÜNDUNGSBELASTUNG})$$

$$v_{rd} = 0,83 \cdot 1,10 \text{ N/mm}^2 \cdot 224 \text{ mm}$$

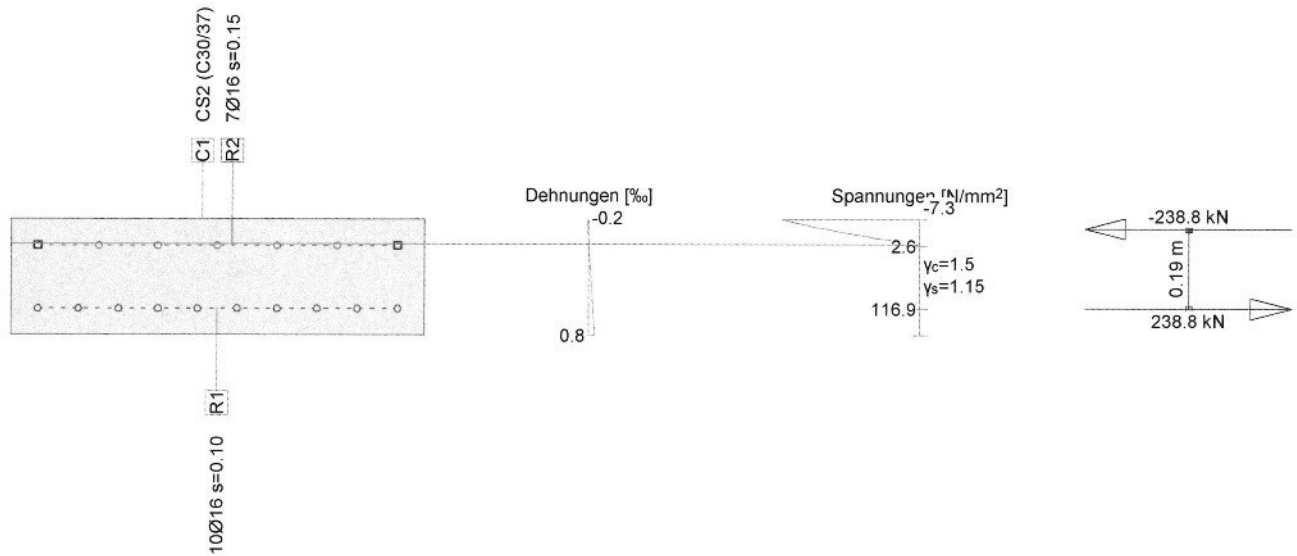
$$= 201 \text{ kN/m}$$

$$73,0 \text{ kN/m} \leq 0,5 \cdot 201 \text{ kN/m} + 0,45 \cdot 8,5 \text{ kN/m} = 104 \text{ kN/m} \leq 0,9 \cdot 201 \text{ kN/m} = 180 \text{ kN/m}$$

=> NACHWEIS BETON i.O.

Querschnitt QS-FELDMITTE (C30/37;B500B): Spannungsanalyse mit Kräften $M_y=46.0$;

Mstb. 1 :18.3



Spannungsanalyse Querschnitt (Träger): QS-FELDMITTE

Beanspruchung

Nr.	AP	P	Biegung und Normalkraft			Querkraft und Torsion			Bemerkungen
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!GZT		0	46.0	-				-

- : Berechnung als einfache Biegung um y-Achse !!

Analyseparameter "IGZT" Norm: SIA

ID	σ-ε-Diagramme		Grenzdehnungen			σ _s [N/mm ²]	Widerstandsbeiwerte			Diverses		
	c	s	ε _{c1d} [‰]	ε _{c2d} [‰]	ε _{ud} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]	α [-]	φ [-]		
!GZT	4/0	1	-2.0	-3.0	20.0		1.50	1.15	45.00	0		

Sigma-Epsilon : SIA262 Fig 12 + Fig 16

Maximale Dehnungen und Spannungen

Name	Klasse	y _q [m]	z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C30/37	0.50	0.28	-0.2	-7.3	1.50
C1	C30/37	-0.50	0	0.8	0	1.50
R2	B500B	-0.44	0.22	0.0	2.6	1.15
R1	B500B	-0.44	0.06	0.6	116.9	1.15

Zustand im letzten Iterationsschritt

N [kN]	Innere Kräfte		Dehnung und Krümmungen			Steifigkeiten		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	$M_y/χ_y$ [kNm ²]	$M_z/χ_z$ [kNm ²]
-0.1	46.0	-0.0	0.3	3.7	0	215.75	12545.32	* 3.079E+5

Nr.:

NACHWEIS RAHMENECKE

[QUERSCHNITT RAHMENECKE 25/100...]

$$M_{ed} = 54 \text{ kNm} \leq M_{rd} = a_{s, \text{ef}} \cdot f_{sd} \cdot \left(d - \frac{a_{s, \text{ef}} \cdot f_{sd}}{2 \cdot b \cdot f_{cd}} \right)$$

$$54 \text{ kNm} \leq a_{s, \text{ef}} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot \left(186 \text{ mm} - \frac{a_{s, \text{ef}} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{2 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} \right)$$

$$a_{s, \text{ef}} \geq 700 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi \text{ M115 } 1030 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$M_{ed} = 1010 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot \left(186 \text{ mm} - \frac{1010 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{2 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} \right)$$

$$M_{rd} = 89 \text{ kNm/m} > M_{ed} = 54 \text{ kNm/m} \Rightarrow \text{i.O.}$$

ERWÄHDUNG: [ANALOGE AUCH SEITE 09] $\phi 14/10$?

$$\text{DAUERHAFTIGKEIT: } 1106 \text{ N/mm}^2 \leq 10,8 \cdot 145 \text{ N/mm}^2 = 156 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{i.O.}$$

BETRIEBSTESIGKEIT [FALLS DAUERHAFTIGKEIT NICHT ERFÜLLT]

$$\Delta \sigma_{ed} = \alpha \cdot \Delta \sigma_{sd}(\sigma_{fat}) \leq \sigma_{sd, \text{fat}}$$

$$= 1,0 \cdot 106 \text{ N/mm}^2 \leq 145 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{i.O.}$$

NACHWEIS BETON:

$$v_{d, \text{min}} = -8,5 \text{ kN/m} \quad \frac{-8,5 \text{ kN/m}}{-77,3 \text{ kN/m}} = 0,11 \geq 0$$

$$v_{d, \text{max}} = -77,3 \text{ kN/m}$$

$$|v_{d, \text{max}}| = 77,3 \text{ kN/m} \leq 0,5 \cdot v_{rd} + 0,45 \cdot |v_{d, \text{min}}| \leq 0,9 \cdot v_{ed}$$

$$v_{rd} = k_{ed} \cdot \tau_{ed} \cdot d_v$$

$$d_v = \frac{d_{xe} + d_{ye}}{2} = \frac{202 + 186 \text{ mm}}{2} = 194 \text{ mm}$$

$$k_{ed} = \frac{1}{1 + 0,001 \cdot 194 \text{ mm} \cdot 1} = 0,84$$

[Bei max Ermüdungsbelastung]

ev aus Fokus \Rightarrow Näherungsgröße ξ

$$v_{ed} = 0,84 \cdot 1,10 \text{ N/mm}^2 \cdot 194 \text{ mm}$$

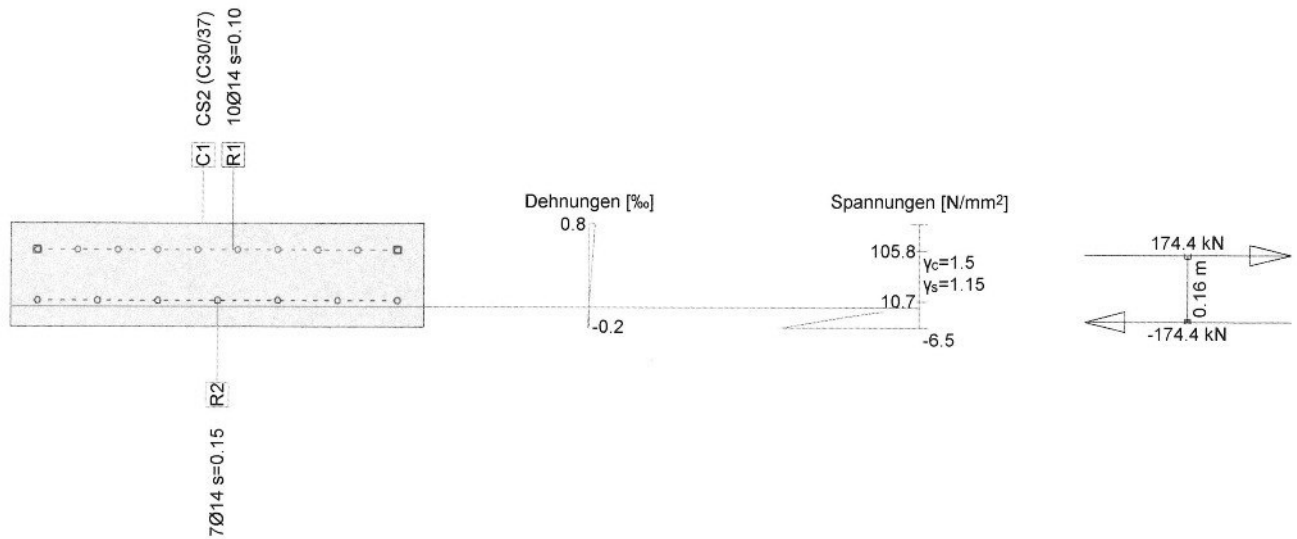
$$= 180 \text{ kN/m}$$

$$-77,3 \text{ kN/m} \leq 0,5 \cdot 180 \text{ kN/m} + 0,45 \cdot 8,5 \text{ kN/m} = 93,8 \text{ kN/m} \leq 0,9 \cdot 180 \text{ kN/m} = 162 \text{ kN/m}$$

 \Rightarrow Nachweis Beton i.O.

Querschnitt QS-RAHMENECKE (C30/37;B500B): Spannungsanalyse mit Kräften $M_y = -28.0$;

Mstb. 1 : 18.3



Spannungsanalyse Querschnitt (Träger): QS-RAHMENECKE

Beanspruchung

Nr.	AP	P	Biegung und Normalkraft			Querkraft und Torsion			Bemerkungen
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1	!GZT		0	-28.0	-				-

- : Berechnung als einfache Biegung um y-Achse !!

Analyseparameter "IGZT" Norm: SIA

ID	σ - ϵ -Diagramme		Grenzdehnungen			σ_s [N/mm²]	Widerstandsbeiwerte			Diverses		
	c	s	ϵ_{c1d} [‰]	ϵ_{c2d} [‰]	ϵ_{ud} [‰]		γ_c [-]	γ_s [-]	α [-]	ϕ [-]		
!GZT	4/0	1	-2.0	-3.0	20.0		1.50	1.15		45.00	0	

Sigma-Epsilon : SIA262 Fig 12 + Fig 16

Maximale Dehnungen und Spannungen

Name	Klasse	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C30/37	-0.50	0	-0.2	-6.5	1.50
C1	C30/37	0.50	0.25	0.8	105.8	1.50
R2	B500B	-0.44	0.06	0.1	10.7	1.15
R1	B500B	-0.44	0.19	0.5	105.8	1.15

Zustand im letzten Iterationsschritt

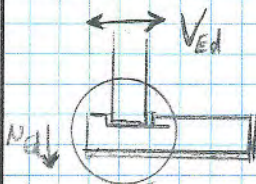
N [kN]	Innere Kräfte			Dehnung und Krümmungen			Steifigkeiten		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	$\chi_{y,1}$ [km⁻¹]	$\chi_{z,1}$ [km⁻¹]	N/ ϵ_x [kN]	$M_y/\chi_{y,1}$ [kNm²]	$M_z/\chi_{z,1}$ [kNm²]	
-0.1	-28.0	-0.0	0.3	-3.8	0	205.85	7369.25	* 2.589E+5	

Nr.:

NACHWEIS AUFLAGER BOODENPLATE - WANDE

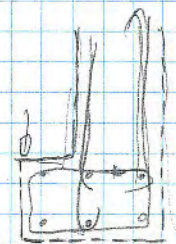
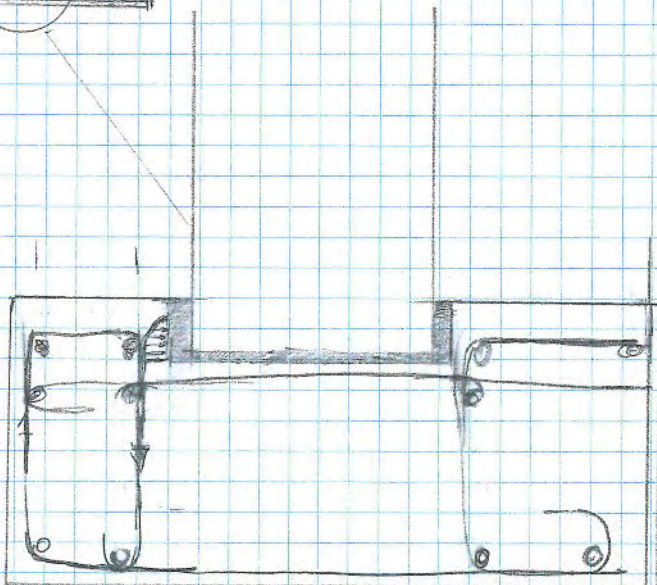
> VARIANTE GELENKIGES AUFLAGER

SKIZZE



$V_{ed, max} = 50kN$ (JE METER)

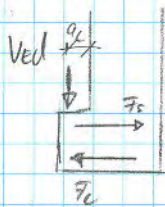
$M_{ed, max} = -170kN$ (NUR DRUCK) (JE METER)



$\sigma_{dv} = \frac{60kN}{20mm \times 1000mm} = 2 \frac{N}{mm^2} < f_{ctd} = 20 \frac{N}{mm^2} \Rightarrow i.O.$

$\sigma_{dn} = \frac{170kN}{\frac{300}{2} mm \times 1000mm} = 1,13 \frac{N}{mm^2} < f_{ctd} = 20 \frac{N}{mm^2} \Rightarrow i.O.$

STAT. MODELL:



$$F_s = \frac{V_{ed} \cdot q_c}{z_0} + \frac{H_{ed} \cdot (z_0 \tan \alpha)}{z_0} \quad H_{ed} = 0 \text{ DA NUR DRUCK VORHANDEN}$$

$$q_c \approx 0,03 \text{ m}$$

$$z_0 \approx 0,10 \text{ m}$$

$$F_s \approx \frac{50 \text{ kN} \cdot 0,03 \text{ m}}{0,10 \text{ m}} = 15 \text{ kN} \quad \text{SEHR GERINGE ZUGKRÄFTE!}$$

⇒ MINDESTBEWEHRUNG MASSGEBEND

ERMÜDUNG BEI HORIZONTALLAST NICHT MASSGEBEND.

NACHWEIS FLÄCHENPRESSUNGEN FUNDAMENT:

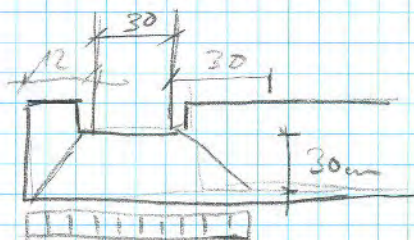
$$H_{ed, \text{max}} = -170 \text{ kN/m}$$

$$\text{FLÄCHE AUFGABERZ} = 0,4 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^2 \quad (\text{KONSERVATIV GESCHÄTZT})$$

$$G_{d, \text{Boden}}_{0,4} = \frac{-170 \text{ kN/m}}{0,4 \text{ m}^2} = -425 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \rightarrow \text{VERTEILUNG AUF } 0,6 \text{ m}^2$$

$$G_{d, \text{Boden}}_{0,6} = \frac{-170 \text{ kN/m}}{0,6 \text{ m}^2} = -283 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

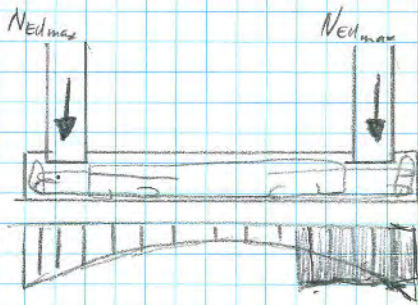
⇒ PRESSUNGEN SEHR HOCH, SETZUNGEN SIND BEI SCHMALEN BOGENPLATTEN WAHRSCHEINLICH.



$$30 + 30 + 12 = 72 \text{ m}$$

$$G_{d, \text{Boden}}_{0,72} = \frac{-170 \text{ kN/m}}{0,72 \text{ m}^2} = 237 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

⇒ GEOLOGISCHES GUTACHTEN VOR ORT DURCHFÜHREN, FALLS UNZUREICHENDE WIDERSTANDSWERTE VORHANDEN SIND MUSS MINO. LOKAL DIE BOGENPLATTE DICKER GEMACHT WERDEN ODER VERTEILSCHWELLE DARUNTER BETONIER/ERSTELLT WERDEN.

NACHWEIS BODENPLATTE

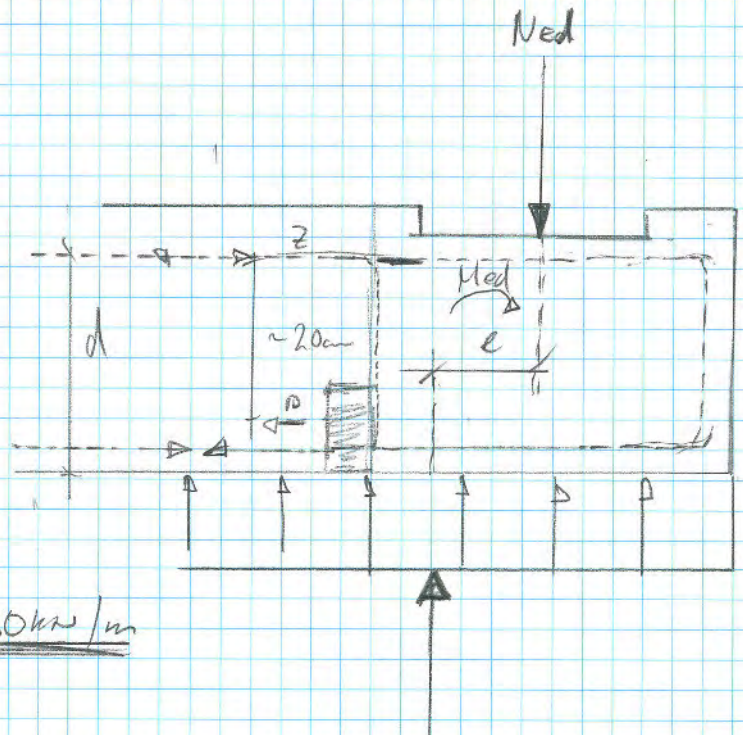
$$e \approx 15 \text{ cm}$$

$$M_{ed} = 170 \text{ kN/m} \cdot 0,15 \text{ m} \\ = 25,5 \text{ kNm/m}$$

$$z_{ed} = \frac{M_{ed}}{Z} = \frac{25,5 \text{ kNm/m}}{0,20 \text{ m}} \approx \underline{\underline{130 \text{ kN/m}}}$$

$$\phi 16/15 = 1'340 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\underline{\underline{Z_{rd} = 1'340 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 = 580 \text{ kN/m} \gg z_{ed} = 130 \text{ kN/m}}}$$



BERECHNUNG DER MINDESTBEWEHRUNG

GELASSE SIA 262: 2013 + SIA 262-Cl: 2017

ERHÖHTE ANFORDERUNGEN:

1) KÜRZLICHE LASTFALL: $\sigma_s \leq f_{sd} = 80 \text{ N/mm}^2 = \underline{355 \text{ N/mm}^2}$

2) QUASI STÄND. LASTFALL: $\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,5 \text{ mm}$

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{g \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\rho_s}} \leq f_{sd}$$

$$= \sqrt{\frac{9 \cdot 205'000 \text{ N/mm}^2 \cdot 2,90 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,5 \text{ mm}}{16 \text{ mm}}} = 408 \text{ N/mm}^2 \leq \underline{425 \text{ N/mm}^2}$$

⇒ LASTABHÄNGIGE BETRACHTUNG NICHT MASSGEBEND

$$A_{s,min} = \frac{d \cdot b \cdot f_{ctd}}{\sigma_{s,adm}} \cdot \frac{1}{2}$$

d = Plattendicke

b = Plattenbreite

$$f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2 \quad [C30/37]$$

$$k_t = \frac{1}{1 + 0,5 \cdot t} = \frac{1}{1 + 0,5 \cdot 0,28 \text{ m}} = 0,88$$

$$f_{ctd} = 0,88 \cdot 2,90 \text{ N/mm}^2 = 2,55 \text{ N/mm}^2$$

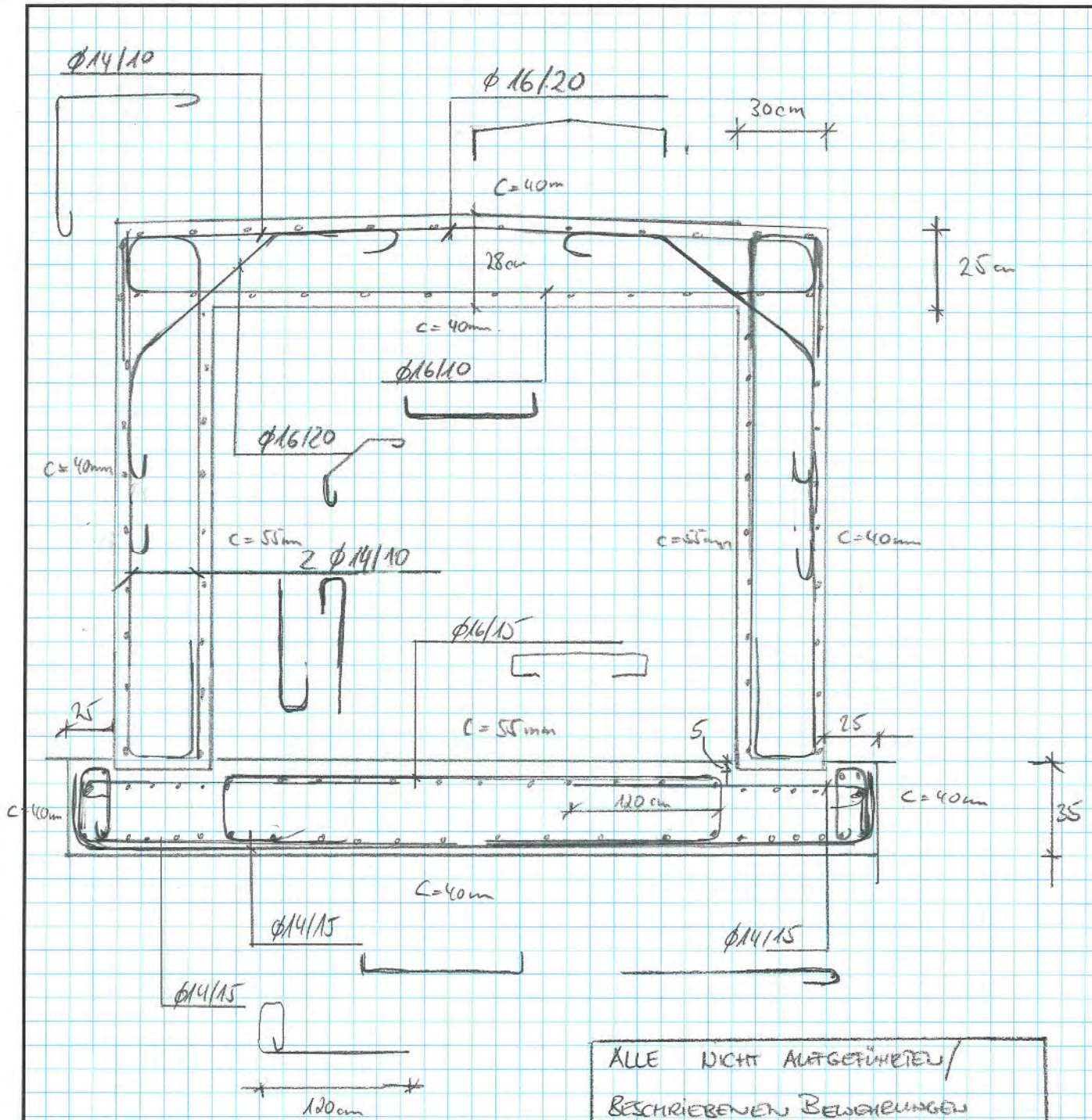
$$A_{s,min} = \frac{280 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \cdot 2,55 \text{ N/mm}^2}{408 \text{ N/mm}^2} \cdot \frac{1}{2} = 875 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Rightarrow \underline{\phi 14/15} = 1030 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s,min} = 875 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{i. O.}$$

MINDESTBEWEHRUNG BOGENPLATZ

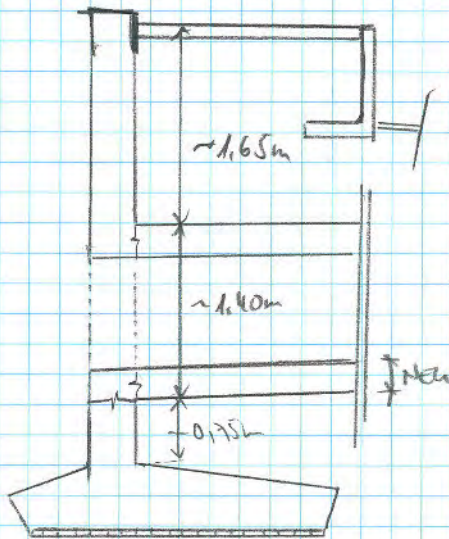
$$A_{s,min} = \frac{350 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \cdot 2,55 \text{ N/mm}^2}{408 \text{ N/mm}^2} \cdot \frac{1}{2} = 930 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Rightarrow \underline{\phi 14/15} = 1030 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s,min} = 930 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{i. O.}$$



ALLE NICHT AUFGEFÜHRTEN /
BESCHRIEBENEN BEWEHRUNGEN
SIND MIT $\phi 14/15$ AUSZUFÜHREN

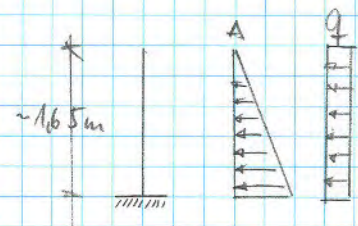
Skizze:



$$N = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_A = 21-22 \text{ kN/m}^3$$

STAT. MODELL: VARIANTE 1



$$e_{q,h_1} = q \cdot k_{ah}$$

$$= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,311$$

$$e_{q,h_2} = q \cdot k_{oh}$$

$$= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,540$$

$$e_{hq} = \frac{1}{2} \cdot e_{q,h_1} + \frac{1}{2} \cdot e_{q,h_2}$$

$$= 1,70 \text{ kN/m}^2$$

$$A = e_{q,h_1} = \gamma \cdot z \cdot k_{ah} = 22 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,65 \text{ m} \cdot 0,311$$

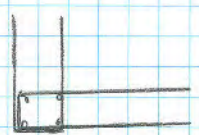
$$e_{q,h_2} = \gamma \cdot z \cdot k_{oh} = \dots \cdot 0,540$$

$$e_{gh} = \frac{1}{2} \cdot e_{q,h_1} + \frac{1}{2} \cdot e_{q,h_2}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 11,29 \text{ kN/m}^2 + \frac{1}{2} \cdot 19,60$$

$$= 15,45 \text{ kN/m}^2$$

$M_{ed} = 12,9 \text{ kNm/m}$ [Aus Axis VM]



$$d = 250 \text{ mm} - 44 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 196 \text{ mm}$$

$$z_{ed} = \frac{12,9 \text{ kNm/m}}{0,9 \times 0,1} = 74 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{mit MINDESTBEWEHRUNG}$$

$$\phi 14/15 = 1030 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot f_{sd} = 448 \text{ kN/m} > z_{ed} \Rightarrow \therefore 0.$$

Erddruckermittlung Durchlass WB Los 5 - Flügelwand bei Durchlass



Ermittlung der Höhe, ab der die Kohäsion argesetzt werden kann:
(mit Berücksichtigung des Erddruckbeiwertes)

$$e_{ah,g} = e_{ah,c}$$

$$K_{ah} \cdot \gamma \cdot h_c = 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{ah}}$$

$$h_c = \frac{\gamma \cdot \sqrt{K_{ah}}}{2 \cdot c}$$

$$h_c = 0.000 \text{ m}$$

Aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht und Kohäsion

Kote	Tiefe [m]	Δz [m]	Schicht [-]	v/γ' [kN/m³]	c' [kN/m²]	Σ (v·z) [kN/m²]	φ' [°]	K _{ah} [-]	Tiefe [m]	e _{ah,g} [kN/m²]	e _{ah,c} [kN/m²]	e _{ah,Boden} [kN/m²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													E _{ah,Boden}	Σ E _{ah}
0.00	0.00	0.00	Boden	22.00	0.00	0.00	27.50	0.311	0.00	0.00	0.00	0.00	9.31	0.00
-1.65	1.65	1.65	Boden	22.00	0.00	36.30	27.50	0.311	1.65	11.29	0.00	11.29	41.15	0.00
-3.90	3.90	2.25	Kies	20.00	0.00	81.30	27.50	0.311	3.90	25.28	0.00	25.28	0.00	0.00
Summe													50.46	0.00

= Aktiver Erddruck ständige Lasten

Erddruck aus veränd. Lasten

[kN/m²]

Kote	Tiefe [m]	Δz [m]	Belastung [-]	Tiefe [m]	φ' [°]	K _{ah} [-]	q ₁ [kN/m²]	e _{ah,q,1} [kN/m²]	Tiefe [m]	e _{oh,g} [kN/m²]	e _{oh,c} [kN/m²]	e _{oh,Boden} [kN/m²]	Resultierende Erddruckkräfte	
													E _{oh,Boden}	Σ E _{oh}
0.00	0.00	0.00	Perron	0.00	27.50	0.311	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.17	0.00
-1.65	1.65	1.65	Perron	1.65	27.50	0.311	4.00	1.24	1.65	19.60	0.00	19.60	71.44	0.00
Summe													87.61	0.00

= Erddruck ständige Lasten

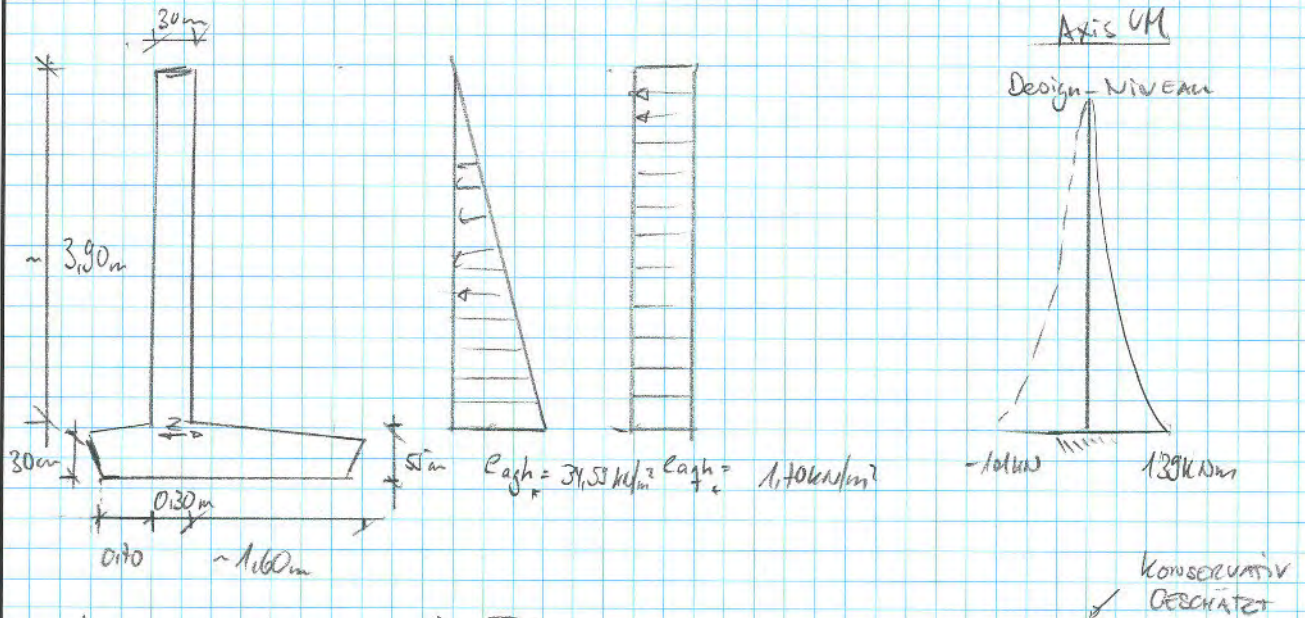
Aktiver Erddruck	50.46 kN/m
E _{ah,Boden}	1.03 kN/m
Σ E _{ah}	51.49 kN/m

Erhöhter Aktiver Erddruck	69.04 kN/m
E _{a+oh,Boden}	1.40 kN/m
Σ E _{a+oh}	70.44 kN/m

Erddruck	87.61 kN/m
E _{oh,q,1}	1.78 kN/m
Σ E _{oh}	89.40 kN/m

Erddruck Höhe -1.65		Erddruck Höhe -3.9			
Nutzlast	Ständig	Nutzlast	Ständig		
Aktiv	1.24	11.29	Aktiv	1.24	25.28
Ruhe	2.16	19.60	Ruhe	2.16	43.90
erhöht Aktiv	1.70	15.45	erhöht Aktiv	1.70	34.59

SITUATION 2. (NEBEN DURCHLAUF)



$M_{ed} = 139 \text{ kNm/m}$ $d \approx \frac{55+30}{2} - 5 \text{ cm} - 2.0 \text{ cm} - 1.0 \text{ cm} = 84 \text{ cm} = 840 \text{ mm}$

$Z_{ed} = \frac{M_{ed}}{\sigma_s \cdot d} = \frac{139 \text{ kNm/m}}{0.85 \cdot 0.84 \text{ m}} = 195 \text{ kN/m}$

Mindestbewehrung $\approx A_{s, \text{min}} = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot f_{ctd}}{\sigma_{s, \text{min}} \cdot \phi_{s2}} = \frac{425 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 2.5 \text{ N/mm}^2}{350 \text{ N/mm}^2} = 3086 \text{ mm}^2/\text{m}$

$\Rightarrow \phi 22/10 = 3800 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s, \text{min}} = 3086 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{i.O.}$

$Z_{ed} = 3800 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 485 \text{ N/mm}^2 = 1853 \text{ MN/m} \Rightarrow 195 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{i.O.}$

$\Rightarrow \alpha$ -WINKEL BERECHNUNG FOLGENDE SEITEN

Programm DC-Winkel *** Copyright 2004-2017 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: C:\ProgramData\DC-Grundbaustatik\Daten\MauerDurchl-WB-LOS5.dbm

Berechnung einer Winkelstützmauer nach SIA 267

Berechnung nach GZ Typ 2

Systemwerte

Wandkopf: frei beweglich
 Erddruckart für Wandbemessung: erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil 50 %
 Erddruckart für Standsicherheitsberechnung: aktiver Erddruck
 Bodenart: nicht bindiger Boden
 Erddruckbeiwerte nach SIA 261
 Mindesterdruddruckbeiwert: 0.20

Wandgeometrie

Wandhöhe 3.90 m
 Wanddicke 0.30 m
 Breite Fundament luftseitig 0.70 m
 Dicke Fundament luftseitig 0.55 m
 Breite Fundament erdseitig 1.60 m
 Dicke Fundament erdseitig 0.55 m

Schichtdaten

		Gelände	Gründung
Schichthöhe Δh	[m]	6.00	94.00
Innere Reibung φ'	[°]	25.00	25.00
Wandreibung aktiv δ_a	[°]	16.67	16.67
Wandreibung passiv δ_p	[°]	-12.50	-12.50
Kohäsion c_a'	[kN/m ²]	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m ³]	20.00	20.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m ³]	10.00	10.00
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	17.00	17.00

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.346
Erddruckbeiwert K_{oh}	(Ruhe)	0.577	0.577
Angesetzt: 50 % K_{agh} + 50 % K_{oh}	(erh.)	0.462	0.462
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 4$			
Erdwiderstandsbeiwert K_{pgh}	(passiv)	3.468	3.468

Erddruckbeiwerte mit Wandneigung α		Gelände	Gelände	Gelände	Gründung
Abschnittshöhe Δh	[m]	3.90	0.55	1.55	94.00
Wandneigung α_a	[°]	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandneigung α_p	[°]	0.00	0.00	0.00	0.00
Erddruckbeiwert K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.346	0.346	0.346
Erddruckbeiwert K_{oh}	(Ruhe)	0.577	0.577	0.577	0.577
Angesetzt: 50 % K_{agh} + 50 % K_{oh}	(erh.)	0.462	0.462	0.462	0.462
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 4$					
Erdwiderstandsbeiwert K_{pgh}	(passiv)	3.468	3.468	3.468	3.468

Wand- und Auflasten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände (g = ständige, p = veränderliche Last)

Eisenbahnlasten: p_H = Fliehkraft, S = Seitenstoß

Lastfall	q [kN/m ²]	x_A [m]	x_E [m]	Tiefe [m]	Typ	p_H [kN/m]	S [kN]	γ	ψ
1 p	4.00	0.00	2.90	0.00	0	1.50	1.00		
p	41.00	3.40	5.40	0.60	7	-	-	1.45	1.00

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: als Rechteck bzw. nach Fröhlich

7 = als Rechteck, wie bei aktivem Erddruck

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ -	G, stb	G, dst	Q, dst	H
	0.90	1.10	1.50	1.60

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ -	G	E0g	W	L	E0l	Q	Qv	Ep	Wg	φ^*	c^*	R, h	R, v
	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	1.50	1.45	1.40	0.90	1.20	1.50	1.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 3

γ -	G	E0g	W	L	E0l	Q	Qv	Ep	Wg	φ	c	R, h
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	1.25	1.00	0.90	1.20	1.50	1.00

- γ - Teilsicherheitsbeiwert für ...
- H Strömungsdruck
- G, stb günstige ständige Einwirkungen
- G, dst ungünstige ständige Einwirkungen
- Q, dst ungünstige veränderliche Einwirkungen
- G Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
- E0g Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht
- W ungünstig wirkenden Wasserdruck
- L ständige Lasten (außer aus Ruhedruck)
- E0l Erdruhedruck aus ständigen Lasten
- Q Einwirkungen aus Verkehrslasten
- Qv Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
- Ep Erdwiderstand
- Wg günstig wirkenden Wasserdruck
- φ Reibungsbeiwert $\tan\varphi$
- c Kohäsion c
- R, h Gleitwiderstand
- R, v Grundbruchwiderstand

* nur für Grundbruch

Lastfall 1

Erd- und Wasserdrücke nach GZ Typ 2 (mit Sicherheiten)

Erddruckverlauf für Wandbelastung ab Wandkopf

Tiefe z [m]	e_n -Summe [kN/m ²]	e_n -Boden+Großfl. [kN/m ²]	e_n -Begr.Auflast [kN/m ²]
0.00	2.074	0.000	2.074
2.19	29.307	27.233	2.074
2.19	39.079	27.233	11.846
3.85	59.813	47.967	11.846
3.85	57.739	47.967	9.772
3.90	58.370	48.598	9.772

Erddruckverlauf für Standsicherheitsuntersuchung ab GOK = 0.00 m

Tiefe z [m]	e_n -Summe [kN/m ²]	e_n -Boden+Großfl. [kN/m ²]	e_n -Begr.Auflast [kN/m ²]
0.00	2.074	0.000	2.074
0.89	10.396	8.322	2.074
0.89	12.089	9.714	2.375
1.93	23.383	21.008	2.375
1.93	34.354	21.008	13.346
2.19	37.155	23.809	13.346
2.97	45.690	32.343	13.346
2.97	43.315	32.343	10.971
3.85	52.908	41.936	10.971
3.90	53.459	42.488	10.971
3.90	47.368	36.397	10.971
4.45	52.501	41.530	10.971

(berechnet für Ersatzwand unter ϑ_a' ab z = 0.89 m, mit $\delta_a = \varphi$)

Phase P2

Bauphase: Tiefe = 1.55 m über FUK

Passiver Erddruck für Wandbemessung

Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000
2.900	0.000
3.900	-49.546

Passiver Erddruck für Standsicherheit

Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000
2.900	0.000
2.969	-3.410
3.849	-47.037
3.900	-49.546
4.450	-76.796

Summe $E_{ph} =$ -24.773 kN/m

Summe $E_{ph} =$ -59.517 kN/m

Auflasten aus Wandbestandteilen (je m Wand)

Eigengewicht der Wand:	33.38 kN
Eigengewicht Fundament Luftseite:	9.63 kN, Hebelarm zur Fundament-Schwerachse: 0.95 m
Auflasten auf Fundament Luftseite:	14.00 kN, Hebelarm zur Fundament-Schwerachse: 0.95 m
Eigengewicht Fundament Erdseite:	22.00 kN, Hebelarm zur Fundament-Schwerachse: 0.50 m
Auflasten auf Fundament Erdseite:	48.13 kN, Hebelarm zur Fundament-Schwerachse: 0.23 m

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Wand (nach GZ Typ 2, Verformungen charakteristisch)

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

(Verformungen einschließlich Neigung aus Setzungen)

Tiefe z [m]	H-Druck h_d [kN/m]	Verformung w [mm]	Moment M_d [kNm]	Querkraft V_d [kN]
0.000	2.07	17.7	0.00	0.00
2.185	29.31	8.0	-26.03	-34.29
2.185	39.08			
2.900	47.98	5.0	-60.69	-65.40
2.900	34.89			
3.117	31.19	4.2	-75.72	-71.82
3.189	31.09	3.9	-80.78	-73.72
3.194	30.94	3.9	-81.17	-73.87
3.202	30.86	3.8	-81.71	-74.07
3.206	22.57	3.8	-81.99	-74.18
3.324	17.80	3.4	-90.90	-76.56
3.765	0.00	1.9	-125.16	-80.49
3.849	-3.38	1.7	-131.74	-80.35
3.849	-4.77			
3.900	-6.81	1.5	-135.69	-80.06

Phase P2	max. M	0.00	zug. V	0.00	max. V	0.00	zug. M	0.00
	min. M	-135.69	zug. V	-80.06	min. V	-80.49	zug. M	-125.16
	max. w	17.7 mm						

Längsbelastung der Wand

Tiefe z [m]	Längsbel. n_d [kN/m]	Normalkraft N_d [kN]
0.000	10.44	0.00
2.185	13.49	-26.14
2.185	14.95	
2.900	15.95	-37.18
2.900	14.34	
3.117	13.43	-40.01
3.189	13.40	-40.89
3.194	13.37	-40.96
3.202	13.35	-41.05
3.206	11.30	-41.10
3.324	10.13	-42.37
3.324	8.92	
3.765	4.40	-45.31
3.849	3.55	-45.64
3.849	3.39	
3.900	2.88	-45.80

Schnittgrößen in der Sohlfuge

(berechnet mit Erddruck für Standsicherheitsuntersuchung)

$N_d = -286.69$ kN, $V_d = -58.10$ kN, $M_d = -101.01$ kNm

Ausmitte $e_d = 0.35$ m

Bodenpressung unter der Sohle

$\sigma_{1d} = 199.916 \text{ kN/m}^2$, $\sigma_{2d} = 20.614 \text{ kN/m}^2$, Breite der Druckzone: 2.60 m
Sohnnormalspannung $\sigma_{0r,d} = 151.259 \text{ kN/m}^2$

Bodenpressung unter der Sohle für Wandbemessung

$\sigma_{1d} = 211.228 \text{ kN/m}^2$, $\sigma_{2d} = 8.396 \text{ kN/m}^2$, Breite der Druckzone: 2.60 m

Nachweis gegen Kippen im GZ Typ 1

Nachweis für ständige Lasten:

Schnittgrößen in der Sohlfuge

$N_d = -193.90 \text{ kN}$, $M_d = -54.82 \text{ kNm}$

Sohldruckkraft im Kern: $e_d = 0.28 \text{ m} \leq 0.333 \cdot b = 0.87 \text{ m}$

*** Nachweis erfüllt ***

Ausnutzungsgrad: 0.33

Nachweis für Gesamtlasten:

Schnittgrößen in der Sohlfuge

$N_d = -226.54 \text{ kN}$, $M_d = -85.66 \text{ kNm}$

Sohldruckkraft im Kern: $e_d = 0.38 \text{ m} \leq 0.333 \cdot b = 0.87 \text{ m}$

*** Nachweis erfüllt ***

Ausnutzungsgrad: 0.44

Nachweis der Gleitsicherheit im GZ Typ 2

	Charakteristisch	Bemessungswerte
Belastung T	= 100.39 kN	117.62 kN
Erdwiderstand E_p	= 83.32 kN	59.52 kN
Belastung V	= 223.06 kN	
Reibungswinkel Sohle δ	= 16.67 °	14.01 °
Gleitwiderstand R_t	= 66.78 kN	55.65 kN
Nachweis: $T_d / (R_{t,d} + E_{p,d})$	= 1.02 > 1.0	*** Nachweis nicht erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit im GZ Typ 2

Belastung		Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	=	2230.57 kN	2866.89 kN
Horizontallast H	=	489.94 kN	581.01 kN
Moment M	=	677.61 kNm	1010.06 kNm
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$	=	0.20	
Abmessungen			
Einbindetiefe t	=	1.55 m	
Ersatzbreite b'	=	1.90 m	
Ersatzbreite quer a'	=	10.00 m	
Ergebnisse			
Breite der Grundbruchfigur	=	5.72 m	
Tiefe der Grundbruchfigur	=	1.58 m	
Maßgebende Bodenkennwerte: γ oberhalb Gründungssohle	=	20.00 kN/m ³	20.00 kN/m ³
γ unterhalb Gründungssohle	=	20.00 kN/m ³	20.00 kN/m ³
Reibungswinkel φ	=	25.00 °	21.24 °
Kohäsion c	=	0.00 kN/m ²	0.00 kN/m ²
Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	16.06	7.24
Lastneigungsbeiwerte i_c, i_q, i_γ	=	0.52	0.59
Formbeiwerte s_c, s_q, s_γ	=	1.09	1.07
Tiefenbeiwerte d_c, d_q, d_γ	=	1.27	1.22
		4.36	0.92
		0.47	1.00

Seite	
Phase	P2
Lastfall	1
Seite	26

Grundbruchspannung p_d = 207.51 kN/m²
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d = 3933.11 kN
 Bemessungswert Beanspruchung N_d = 2866.89 kN
Nachweis: $N_d / R_d = 0.73 < 1.0$ * Nachweis erfüllt *****

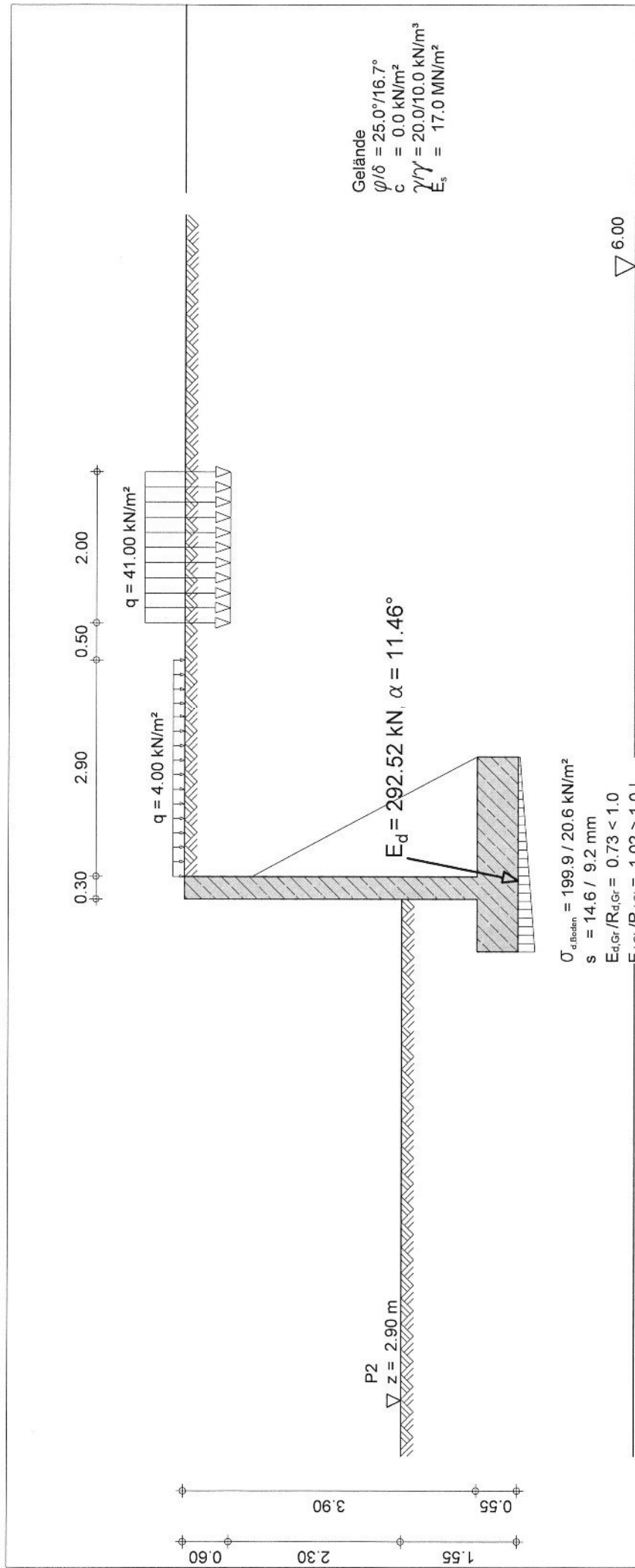
Setzungsberechnung im GZ Gebrauchstauglichkeit

bezogen auf die Bodenpressungen an den kennzeichnenden Punkten:

Setzung am Fundamentrand Luftseite: 14.6 mm
 Setzung am Fundamentrand Erdseite: 9.2 mm

Wandkubatur

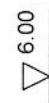
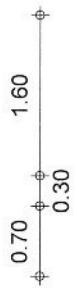
Kubatur Fundament: 1.43 m³/m
 Kubatur Wand: 1.17 m³/m
 Kubatur gesamt: 2.60 m³/m



Gelände
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma_s = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 17.0 \text{ MN/m}^2$

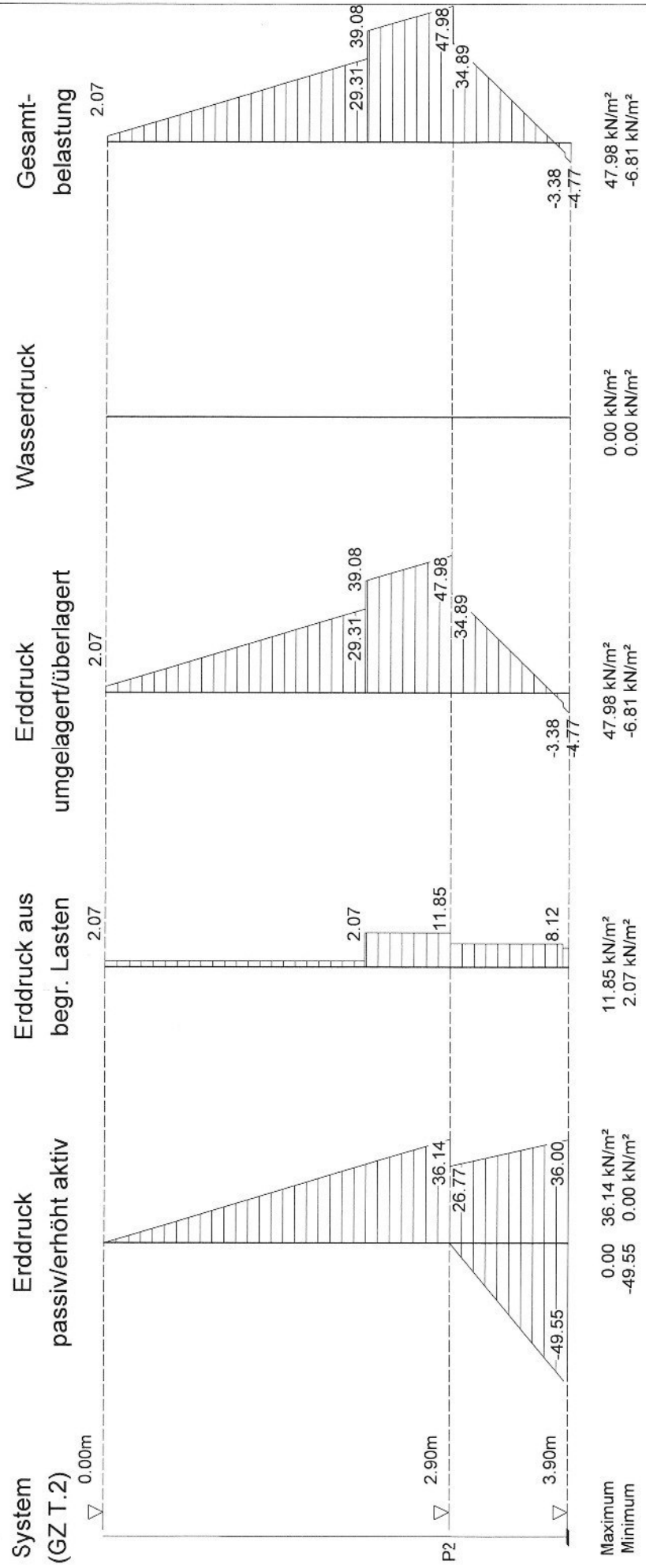
Gründung
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma_s = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 17.0 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{d, \text{Boden}} = 199.9 / 20.6 \text{ kN/m}^2$
 $s = 14.6 / 9.2 \text{ mm}$
 $E_{d, \text{Gr}}/R_{d, \text{Gr}} = 0.73 < 1.0$
 $E_{d, \text{Gl}}/R_{d, \text{Gl}} = 1.02 > 1.0 !$
 Kubatur: $2.60 \text{ m}^3/\text{m}$



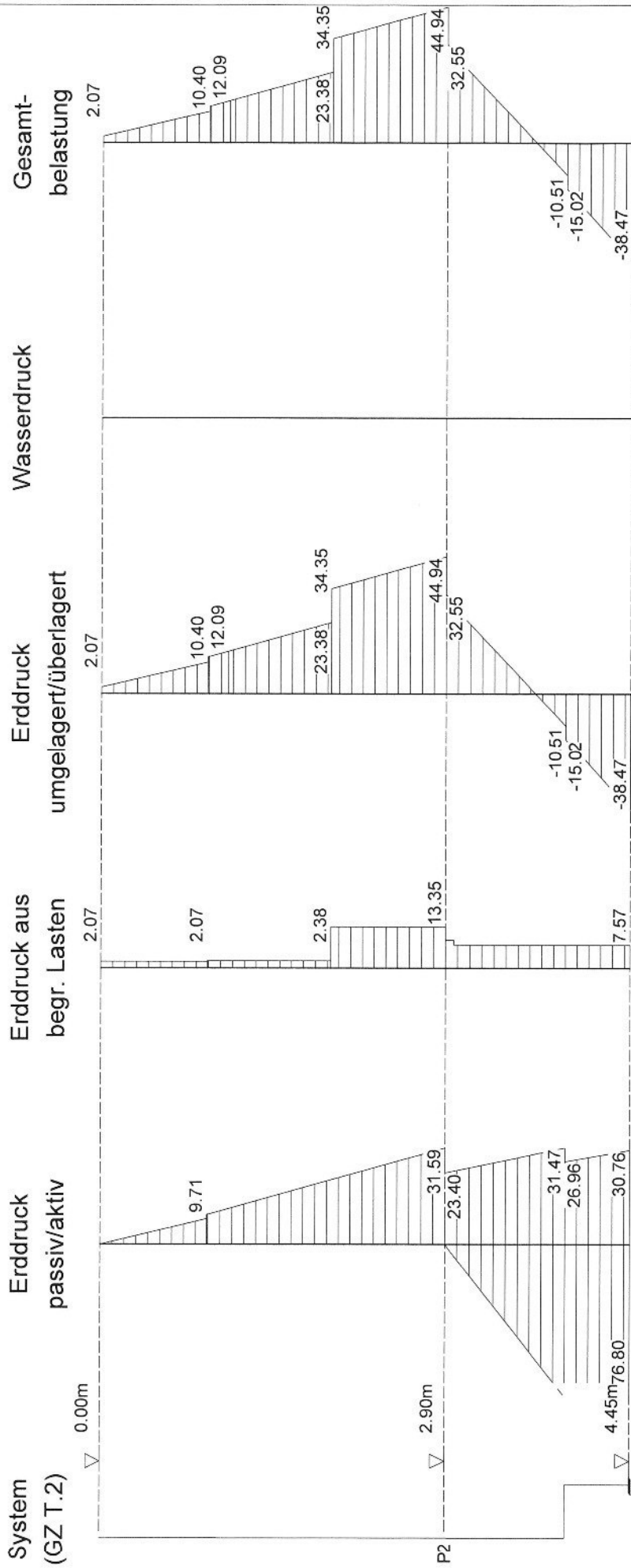
Seite	
Phase	P2
Lastfall	1
Maßstab	1:75

Erddruck auf die Wand (Bem.) (GZ Typ 2)



Seite	
Phase	P2
Lastfall	1
Maßstab	1 : 50

Erddruck für Standsicherheit (Bem.) (GZ Typ 2)



Maximum 0.00 31.59 kN/m²
Minimum -76.80 0.00 kN/m²

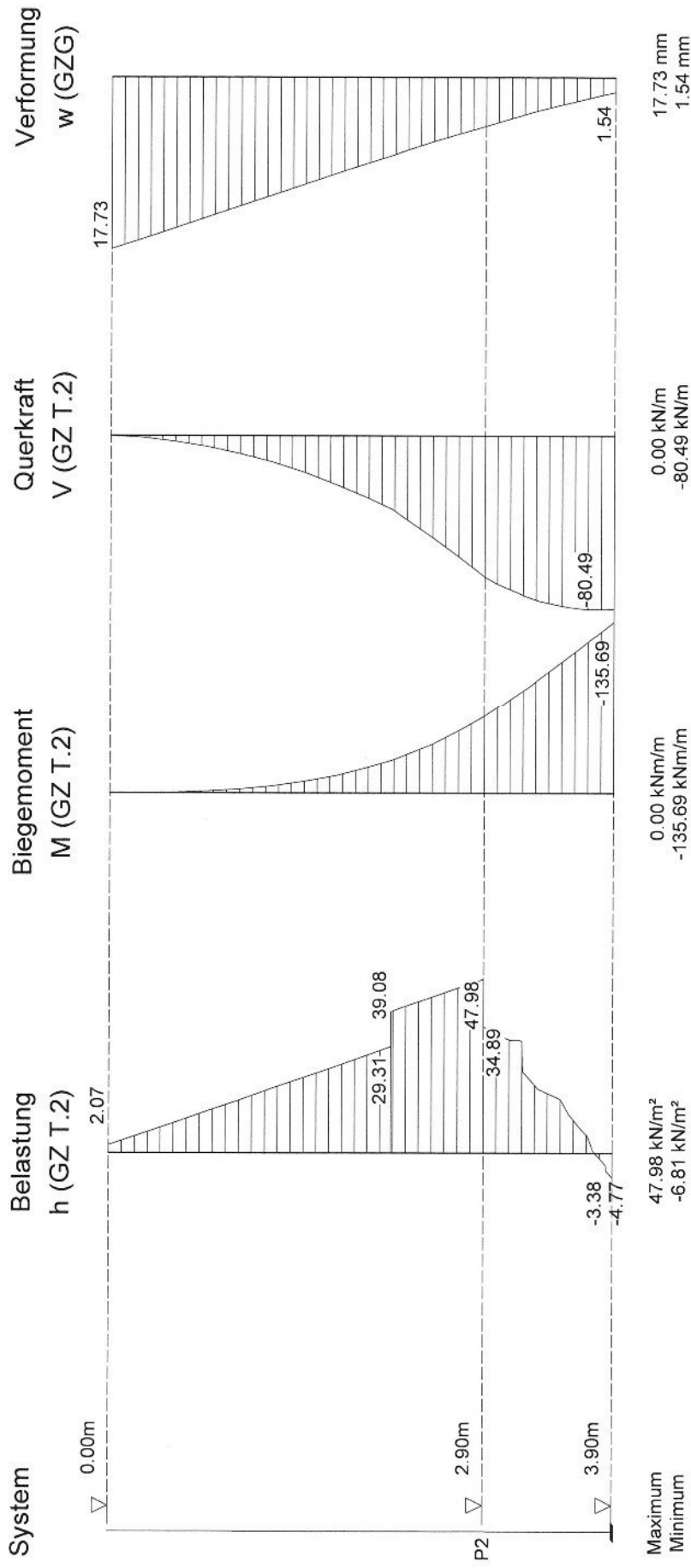
13.35 kN/m²
2.07 kN/m²

44.94 kN/m²
-38.47 kN/m²

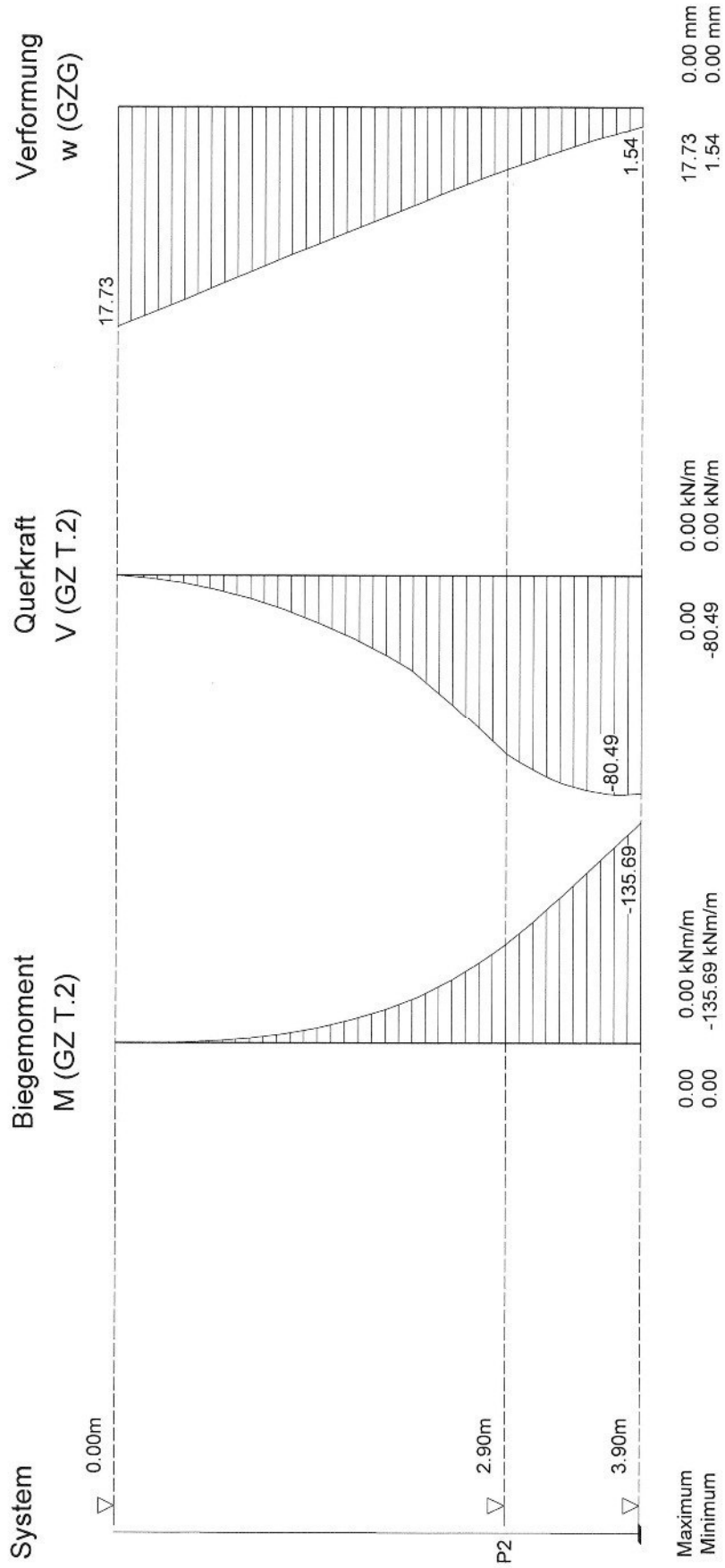
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²

44.94 kN/m²
-38.47 kN/m²

Seite	
Phase	P2
Lastfall	1
Maßstab	1:50



Seite	
Phase	P2
Lastfall	1
Maßstab	1:50



Seite

Einhüllende

Maßstab : 1:50

Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2
für Widerstände: $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

maßg. Moment	max. $M_d = -1.97$ kNm/m *
	zug. $N_d = -10.82$ kN/m
	bei $z = 1.00$ m
maßg. Moment	min. $M_d = -135.69$ kNm/m
	zug. $N_d = -45.80$ kN/m
	bei $z = 3.90$ m
maßg. Querkraft	max. $V_d = 80.22$ kN/m
(bis Abstand d)	zug. $M_d = -116.09$ kNm/m
	zug. $N_d = -44.73$ kN/m
	bei $z = 3.65$ m

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500B
Randabstand Bewehrungsachse $d = 5.0$ cm

Maximale Bewehrung

bei max. M ($z = 1.00$ m): erf. A_S Luftseite = 9.00 cm²/m * (0.00)
bei min. M ($z = 3.90$ m): erf. A_S Erdseite = 13.08 cm²/m
bei max. V ($z = 3.65$ m): erf. Schubbewehrung $A_{SBü} = 0.00$ cm²/m²
(Druckstrebenneigung $\alpha = 30.0^\circ$, $v_{Rd} = 143.31$ kN/m, $v_{Rd,c} = 728.74$ kN/m)
(für Schubbemessung angesetzte Längsbewehrung: erf. A_S im Schnitt)

Abschnittsweise Bemessung der Wand

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm/m]	Normalkraft N_d [kN/m]	Querkraft V_d [kN/m]	Biegebewehrung $A_{S,L}/A_{S,E}$ [cm ² /m]	Schubbewehrung [cm ² /m ²]
0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00	(0.00) 0.01*/ 0.01* (0.00)	0.00
0.50	-0.47 / -0.47	-5.39 / -5.39	2.59	(0.00) 0.03*/ 0.03* (0.00)	0.00
1.00	-2.96 / -2.96	-11.13 / -11.13	8.30	(0.00) 9.00*/ 9.00* (0.11)	0.00
1.50	-9.04 / -9.04	-17.22 / -17.22	17.13	(0.00) 9.00*/ 9.00* (0.56)	0.00
2.00	-20.25 / -20.25	-23.66 / -23.66	29.07	(0.00) 9.00*/ 9.00* (1.45)	0.00
2.50	-38.57 / -38.57	-30.91 / -30.91	47.20	(0.00) 9.00*/ 9.00* (3.02)	0.00
3.00	-67.35 / -67.35	-38.57 / -38.57	68.68	(0.00) 9.00*/ 9.00* (5.78)	0.00
3.50	-104.38 / -104.38	-43.78 / -43.78	79.07	(0.00) 9.00*/ 9.61	0.00
3.65	-116.09 / -116.09	-44.73 / -44.73	80.22	(0.00) 9.00*/ 10.88	0.00
3.90	-135.69 / -135.69	-45.80 / -45.80		(0.00) 9.00*/ 13.08	

Bemessung Fundament Luftseite

maßg. Moment $M_d = 20.68$ kNm/m, Normalkraft $N_d = -56.18$ kN/m, Querkraft $V_d = 31.57$ kN/m
erf. $A_{s0} = 16.50$ cm²/m * (0.00) (am Anschnitt)
erf. $A_{su} = 16.50$ cm²/m * (0.23) (am Anschnitt)
erf. Schubbewehrung $A_{SBü} = 0.00$ cm²/m² (Abstand 0.50 m vom Anschnitt)
(Druckstrebenneigung $\alpha = 45.0^\circ$, $v_{Rd} = 178.89$ kN/m, $v_{Rd,c} = 1828.02$ kN/m)
(für Schubbemessung angesetzte Längsbewehrung: erf. A_S im Schnitt)

Bemessung Fundament Erdseite (keine direkte Lagerung)

maßg. Moment $M_d = -88.63$ kNm/m, Normalkraft $N_d = 23.15$ kN/m, Querkraft $V_d = 94.49$ kN/m
erf. $A_{s0} = 16.50$ cm²/m * (4.10) (am Anschnitt)
erf. $A_{su} = 16.50$ cm²/m * (0.00) (am Anschnitt)
erf. Schubbewehrung $A_{SBü} = 0.00$ cm²/m² (am Anschnitt)
(Druckstrebenneigung $\alpha = 30.0^\circ$, $v_{Rd} = 447.21$ kN/m, $v_{Rd,c} = 1564.99$ kN/m)
(für Schubbemessung angesetzte Längsbewehrung: erf. A_S im Schnitt)

Abschnittsweise Bemessung des Fundaments erdseitig

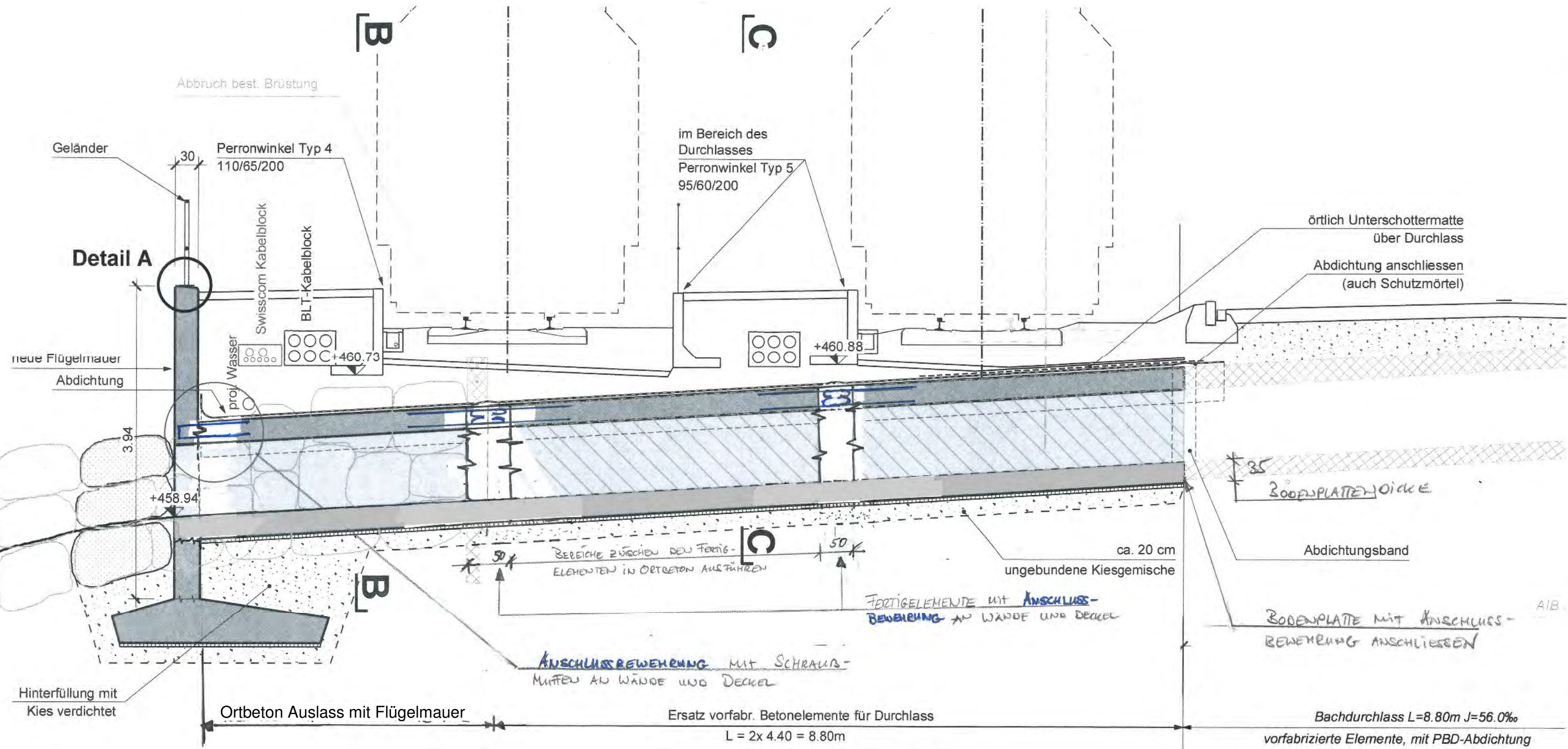
Breite [m]	Moment M_d [kNm/m]	Normalkraft N_d [kN/m]	Querkraft V_d [kN/m]	Biegebewehrung $A_{s,v}/A_{s,u}$ [cm ² /m]	Schubbewehrung [cm ² /m ²]
0.00	-88.63 / -88.63	23.15 / 23.15	94.49	(4.10) 16.50* / 16.50* (0.00)	0.00
0.50	-49.41 / -49.41	-1.66 / -1.66	86.42	(2.11) 16.50* / 16.50* (0.00)	0.00
1.00	-16.77 / -16.77	-17.96 / -17.96	58.84	(0.51) 16.50* / 16.50* (0.00)	0.00
1.50	-0.45 / -0.45	-25.75 / -25.75	11.76	(0.00) 0.08* / 0.08* (0.00)	0.00

* = Mindestbewehrung maßgebend

(Werte in Klammern: statisch erforderliche Bewehrung ohne Mindestbewehrung)

Zusammenfassung

Folgende Nachweise sind nicht erfüllt:
Die Gleitsicherheit ist nicht eingehalten.



Anhang C **Kommentare zum Prüfbericht "Erneuerung Waldenburgerbahn Los 5: Bahnhof Hirschlang" von WMM (vom 22. Januar 2018)**

Stellungnahme Gruner AG zu Prüfbericht Kunstbauten WMM Ingenieure AG 22.01.2018

Objekt Bachdurchlass Zwischenflühbächli

Auszug Prüfbericht "Erneuerung Waldenburgerbahn Los 5: Bahnhof Hirschlang" von WMM 22.01.2018				
Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung		
Nutzungsvereinbarung	Durchflussquerschnitt	E	Quellenangabe bezüglich dem Nachweis der Durchflusskapazität des bestehenden Querschnitts respektive des Neubaus angeben.	4/1
Projektbasis	Baugrund	E	Es soll darauf hingewiesen werden, dass der unmittelbar anstehende Baugrund setzungsempfindlich ist und dass dies für die Bemessung entsprechend zu berücksichtigen ist.	4/2
	Baugrund	E	Wie vom Projektverfasser angemerkt, empfehlen auch wir die noch benötigten, geologischen Untersuchungen möglichst rasch ausführen zu lassen.	4/3
	Baugrund	B	Gemäss SIA 267 müssen bei Überschüttungen Zuschläge für Abweichungen bei der Bauausführung berücksichtigt werden.	4/4
		E	Die entsprechenden Zuschläge sollen gemäss SIA 267 vermerkt werden.	4/5
Zulässige Deformation für die Geleise		E	Die maximal zulässigen Deformationen für die Geleise respektive daraus abgeleitet für das Bauwerk sollen in der Projektbasis festgehalten werden.	4/6

Kommentare Gruner AG:

Thema/Bauteil: Nutzungsvereinbarung Bachdurchlass Zwischenflühbächli	
Seite/Kommentar	Stellungnahme Gruner
4/1	Die Angabe der Durchflusskapazität wurde auf Basis der Nutzungsvereinbarung "Durchlass Zwischenflüebächli" von Wilhelm + Wahlen (24. Mai 2016) übernommen.

Thema/Bauteil: Projektbasis Bachdurchlass Zwischenflühbächli	
Seite/Kommentar	Stellungnahme Gruner
4/2	Ergänzungen bez. mögliche Setzungen im Baugrund werden eingefügt.
4/3	Die Empfehlung entspricht dem Berichtinhalt
4/4	Für die Berücksichtigung der Zuschläge wurde eine ungünstige Kombination aus Auflast (maximale Höhe der Überschüttung der beiden Gleise) und der maximal umverteilten Nutzlast angenommen. Somit ist ein anzusetzendes Delta von 25% (max. 0.25m) abgedeckt.
4/5	Vermerk zu den oben erwähnten Zuschlägen wird ergänzt.
4/6	Vermerk zur maximalen Deformation der Gleise wird ergänzt.

Auszug Prüfbericht "Erneuerung Waldenburgerbahn Los 5: Bahnhof Hirschlang" von WMM 22.01.2018

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung		
Bachdurchlass	Schnittkraftberechnung	B	<i>Die Schnittkraftberechnungen erfolgten an einem 1 Meter breiten Rahmen ohne Berücksichtigung der Längstragwirkung des Bauwerks.</i>	6/1
		E	<i>Die Längstragwirkung des Bauwerks soll für die Bemessung mit berücksichtigt werden.</i>	6/2
	Bewehrung in Querrichtung	B	<i>Die Bewehrung wurde teilweise sehr grosszügig bemessen und kann reduziert werden.</i>	6/3
		E	<i>Wir empfehlen die Bewehrung an die ermittelten Schnittkräfte anzupassen.</i>	6/4
	Bewehrung in Längsrichtung	E	<i>Die entsprechende Bewehrung in Längsrichtung des Bauwerks ist noch zu bestimmen. Auch muss die Bewehrungsführung in den Ortbetonfugen zwischen den vofabrizierten Elementen definiert und bemessen werden.</i>	6/5
	Tragfähigkeit Boden	E	<i>Wie auch vom Projektverfasser angemerkt, soll der Baugrund noch aufgeschlossen werden. Aufgrund der Resultate sollen die Tragfähigkeit des Untergrunds und dessen Setzung kontrolliert werden.</i>	6/6

Kommentare Gruner AG:

Thema/Bauteil: Statische Berechnung Bachdurchlass Zwischenflühbächli	
Seite/Kommentar	Stellungnahme Gruner
6/1	Aufgrund des momentanen Projektstandes und der geänderten Geometrie (Längsschnitt entlang Bachdurchlass) von Auflageprojekt zu Plangenehmigungsverfahren ist die konservative Betrachtung durch einen Meterstreifen zweckmässig. Die Aktualisierung durch ein räumliches Modell empfehlen wir ebenfalls in der nächsten Phase.
6/2	Dieser Punkt korrespondiert mit Punkt 6/1 und kann durch ein räumliches Modell in der nächsten Phase berücksichtigt werden.
6/3	Dieser Punkt korrespondiert mit Punkt 6/1 und kann durch ein räumliches Modell in der nächsten Phase optimiert werden.
6/4	Dieser Punkt korrespondiert mit Punkt 6/1 und kann durch ein räumliches Modell in der nächsten Phase berücksichtigt werden.
6/5	Die nicht aufgeführten oder genauer definierten Bewehrungen werden mit der Mindestbewehrung gemäss Kapitel 5.1 der statischen Berechnung erfolgen. Dies folgt aus der Haupttragrichtung des Bachdurchlasses, welcher aller Voraussicht nach ebenfalls durch ein räumliches Modell an die Mindestbewehrung angenähert werden kann.
6/6	Die Empfehlung entspricht dem Berichtinhalt

Auszug Prüfbericht "Erneuerung Waldenburgerbahn Los 5: Bahnhof Hirschlang" von WMM 22.01.2018

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung		
Bachdurchlass	Ausbildung Stossfugen vorfabrizierte Elemente	E	<i>Der Ausbildung der Stossfugen muss spezielle Beachtung geschenkt werden. Diese sollen einerseits so ausgebildet werden, dass Längskräfte übertragen werden können und müssen andererseits so konzipiert werden, dass die vorfabrizierten Elemente ohne Probleme versetzt werden können.</i>	8/1
	Abdichtung der Arbeitsfugen	E	<i>Wir empfehlen die vertikalen und horizontalen Arbeitsfugen, welche nicht im Perimeter der PBD-Abdichtungen vorhanden sind anstatt mit Injektionsschläuchen mit aussenliegenden Fugenbändern abzudichten.</i>	8/2
	Hinterfüllung des Bauwerks	E	<i>Die Hinterfüllung des Bachdurchlasses respektive dessen Verdichtung muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen der Gleisanlagen auftreten.</i>	8/3
	Prüfung Verdichtung	B E	<i>Der im Objektplan angegebene Verdichtungswert von 70 - 150 MN/m² kann vermutlich mit dem geplanten, wenig mächtigen, Materialersatz und dem vorhandenen Bodenaufbau nicht erreicht werden. Der vorgegebene Verdichtungswert soll so abgestimmt werden, dass dieser aufgrund des vorhandenen Bodenaufbaus auch erreicht werden kann.</i>	8/4 8/5

Kommentare Gruner AG:

Thema/Bauteil: Konstruktive Hinweise Bachdurchlass Zwischenflühbächli	
Seite/Kommentar	Stellungnahme Gruner
8/1	Dies ist bereits so vorgesehen und wir stimmen den Empfehlungen von der Firma WMM zu. Eine Konzeptskizze wurde der Handrechnung aus der statischen Berechnung beigelegt. Dort sind Ortbetonfugen vorgesehen, welche mit Anschlussbewehrung quasi monolithisch wirkend ausgebildet werden können. Die detaillierte Ausarbeitung erfolgt in der nächsten Projektphase.
8/2	Aus unserer Sicht sind beide Massnahmen möglich. Die PBC Abdichtung sollte ebenfalls so ausgebildet werden, so dass leichte Spannungen/Verformungen aufgenommen werden. Unter den Bedingungen ist eine Ausbildung der Fugen durch PBC Abdichtungen ausführbar und kann in der nächsten Phase angepasst werden.
8/3	Wir stimmen der Empfehlung der Firma WMM zu.
8/4	Der Faktor ist abhängig diverser Faktoren der geotechnischen Untersuchung und wird im Zuge der nächsten Phase aktualisiert.
8/5	Der Faktor ist abhängig diverser Faktoren der geotechnischen Untersuchung und wird im Zuge der nächsten Phase aktualisiert.

Rapp Infra AG
Herr Andreas Anetzeder
Hochstrasse 100
Postfach
4018 Basel

Münchenstein, 07.03.2018 – va/ns - 3132

Sehr geehrter Herr Anetzeder

Wir haben die Stellungnahmen von Gruner AG bezüglich unserem Prüfbericht verifiziert.

Die von uns vorgeschlagenen Empfehlungen werden vom Projektverfasser grösstenteils in der nächsten Projektphase umgesetzt respektive nach den noch vorzunehmenden, ergänzenden geotechnischen Untersuchungen entsprechend angepasst.

Unter der Voraussetzung, dass uns das geänderte Projekt nach den Anpassungen nochmals zur Prüfung gestellt wird, sind wir mit dem gewählten Vorgehen einverstanden.

Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass bei den Objekten „Stützmauer längs Bahn“ und „Stützmauer mit vorfabrizierten Winkelementen“ aufgrund der vorzunehmenden Anpassungen aus unserer Sicht die Kosten- und die Terminalsicherheit nicht gegeben ist, respektive der aktuell vorhandene Projektstand nicht der aktuellen Projektphase entspricht. Wir empfehlen daher die im Schreiben von Gruner AG erwähnten geotechnischen Untersuchungen sowie die daraus folgenden Änderungen und ergänzenden Massnahmen umgehend auszuführen.

Freundliche Grüsse

WMM Ingenieure AG



S. von Ah



A. Bärtsch