Bauherr: **DB InfraGO AG**
Regionalbereich Südwest
I.IVR-SW-P
Schwarzwaldstraße 82
76137 Karlsruhe

Bauwerk: **Erneuerung EÜ Thalfingen; Strecke 4760; km 66,414**

Statische Berechnung

Bemessung der Unterbauten

Auftragnehmer:

Aufsteller: **Konstruktionsgruppe Bauen AG**
Balanstraße 73
81541 München
Tel 0831 / 52156-898

Seiten: 54 (ohne Anlagen)
Aufgestellt: München, 02.06.2026
M. Eng.. Simon Gimpl

Prüfingenieur	**Auftraggeber**

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines 1-1
1.1 Beschreibung der Maßnahme 1-1
1.2 Abmessungen 1-2
2. Berechnungsgrundlagen 2-4
2.1 Streckenparameter 2-4
2.2 Baustoffkennwerte 2-5
2.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte Baustoffe 2-5
Kennwerte Baustoffe 2-6
2.1 Baugrund 2-7
2.1.1 Bodenparameter und Schichtenprofile 2-8
2.1.2 Gründungsempfehlung 2-9
2.1.3 Grundwasser 2-11
2.2 Vorschriften, Normen, Literatur, Grundlagen 2-12
2.2.1 Technische Vorschriften 2-12
2.2.2 Literaturverzeichnis 2-13
2.3 Programmbeschreibungen 2-13
3. Einwirkungen 3-14
3.1 Ständige Einwirkungen 3-14
3.1.1 Eigenlasten Tragwerk 3-14
3.1.2 Lasten aus dem Überbau (Eigengewicht) 3-14
3.1.3 Ausbaulasten 3-14
3.1.4 Kriechen und Schwinden 3-15
3.1.5 Erddruck 3-15
3.2 Veränderliche Lasten 3-16
3.2.1 Lasten aus Bahnverkehr 3-16
3.2.2 Lasten aus dem Überbau (Verkehr) 3-18
3.2.3 Verdichtungserddruck 3-19
3.2.4 Wind 3-19
3.2.5 Druck-Sog aus Zugverkehr 3-19
3.2.6 Temperatur 3-19
3.3 Überlagerungen 3-20
3.3.1 Verkehrslastgruppen 3-20
4. Berechnungsgrundlagen 4-21
4.1 Modellbildung 4-21
4.1.1 Auswahl des Widerlagers zur Modellierung 4-21

4.1.2 Modell 4-21
4.1.3 Brückenlagerung 4-22
4.1.4 Lastbilder 4-23
4.2 Überlagerungsvorschriften 4-23
4.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit 4-23
4.2.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 4-23
4.2.3 Grenzzustand der Ermüdung 4-23
4.3 Ermittlung der Schnittgrößen 4-24
5. Nachweise und Bemessung 5-25
5.1 Allgemeines 5-25
5.2 Widerlager 5-26
5.2.1 Erforderliche Bewehrung 5-26
5.2.2 Ermüdungsnachweis 5-36
5.2.3 Rissbreite früher Zwang 5-37
5.3 Ergänzende Nachweise 5-45
5.3.1 Lasteinleitung Lagerkraft 5-45
6. Geotechnische Nachweise (äußere Tragsicherheit) 6-46
6.1 Allgemein 6-46
6.2 Berechnungsgrundlagen 6-46
6.1 Nachweise der Gründung 6-49
SCHLUSSBLATT 6-54

Revisionsblatt

Index	Datum	Inhalt	Seiten	Bearbeiter

1. Allgemeines

1.1 Beschreibung der Maßnahme

Die Eisenbahnüberführung EÜ Thalfingen befindet sich auf der eingleisigen Strecke 4760 Aalen – Ulm bei Bahn-km 66,141 und besteht aus zwei Überbauten, die das Hauptgleis und das Bahnhofsgleis überführen. Die bestehenden Bauwerke werden abgebrochen und durch stählerne Trogbrücken mit dicken Blechen nach RIL 804.010 und RIZ S-TRO 11 ersetzt.

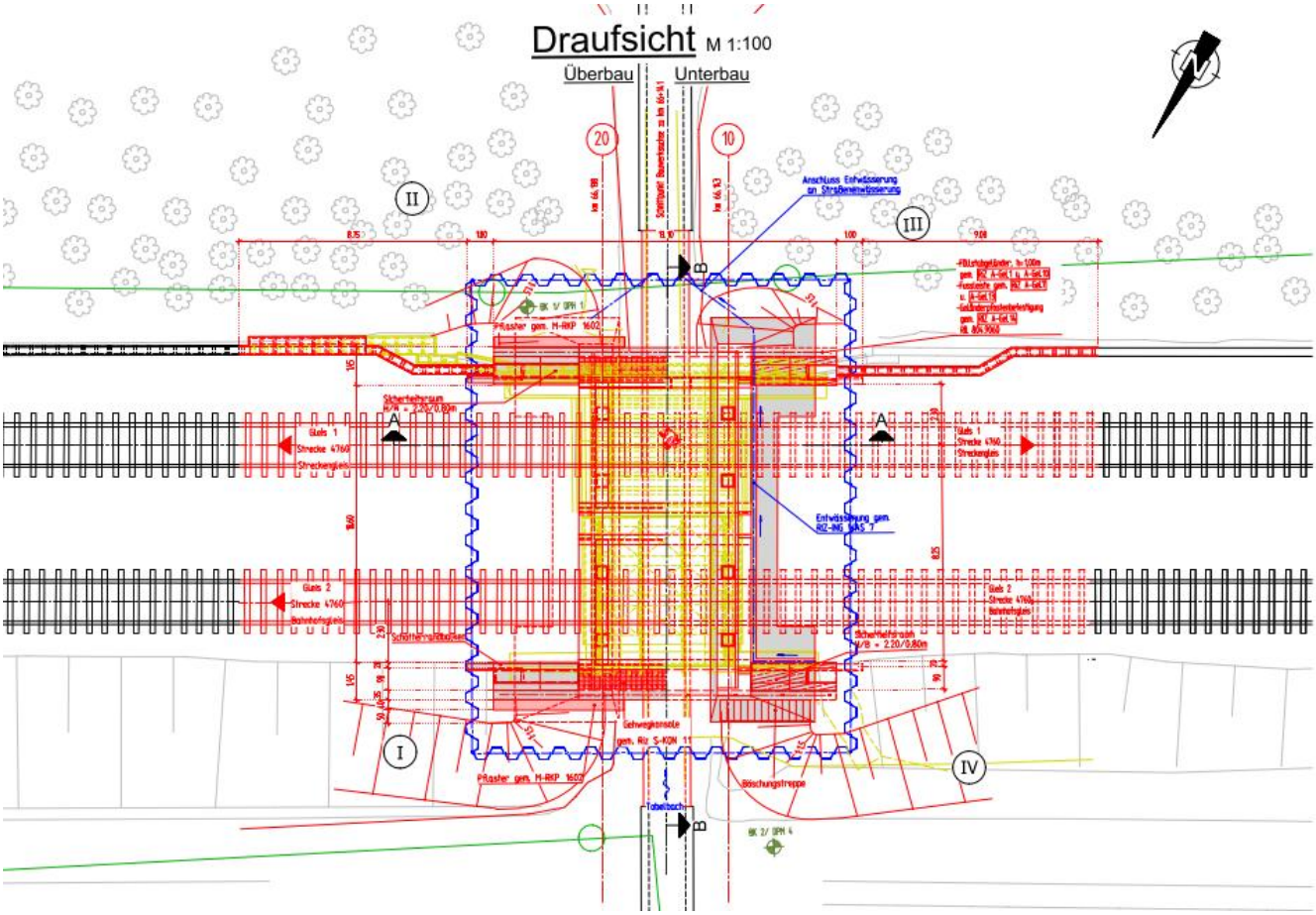
Die neue Brücke weist eine Stützweite von 4,80 m auf. Der Querschnitt des Trogs weist eine Gesamthöhe von 80 cm und eine Breite zw. Geländer von 14,09 m auf. An Außenseiten der Tröge sind Gehwegkonsolen in Anlehnung an RiZ-KON 11. Beide Überbauten haben den gleichen Regelquerschnitt.

Der Unterbau besteht aus zwei gegenüberliegenden, parallel verlaufenden und über Fundamentplatten flachgegründeten Wiederlagerwänden mit seitlichen Flügelwänden. Die ca. 2,50m hohen und 1,30m dicken Widerlagerwände besitzen noch eine 0,80m hohe und 0,50m decke Kammerwand.

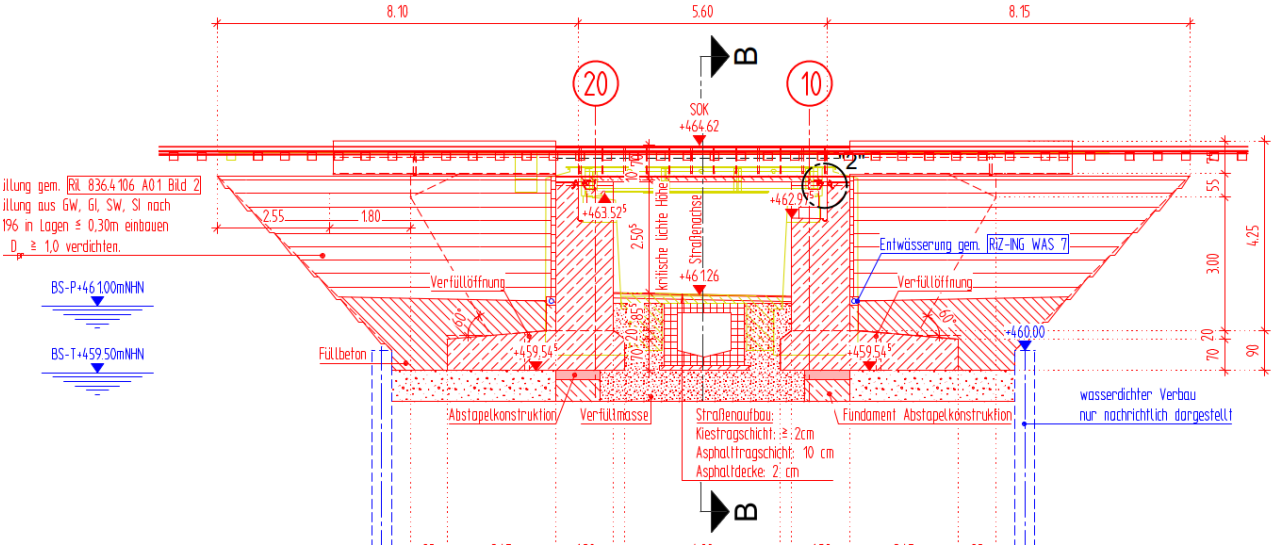
Gegenstand der nachfolgenden Statischen Berechnung ist die Bemessung der Unterbauten. Stellvertretend für den gesamten Unterbau behandelt dieses statische Dokument eine Widerlagerkonstruktion.

1.2 Abmessungen

Grundriss

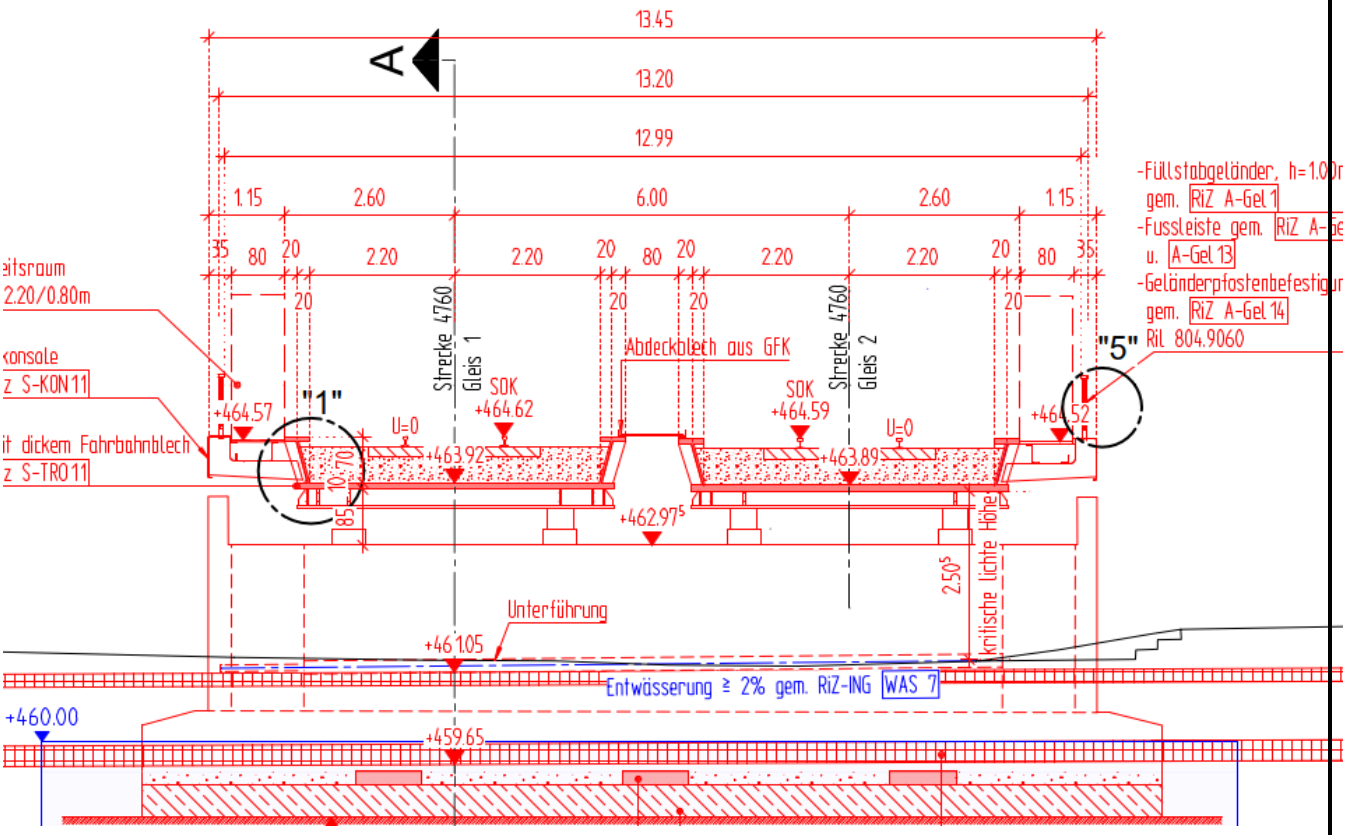


Längsschnitt

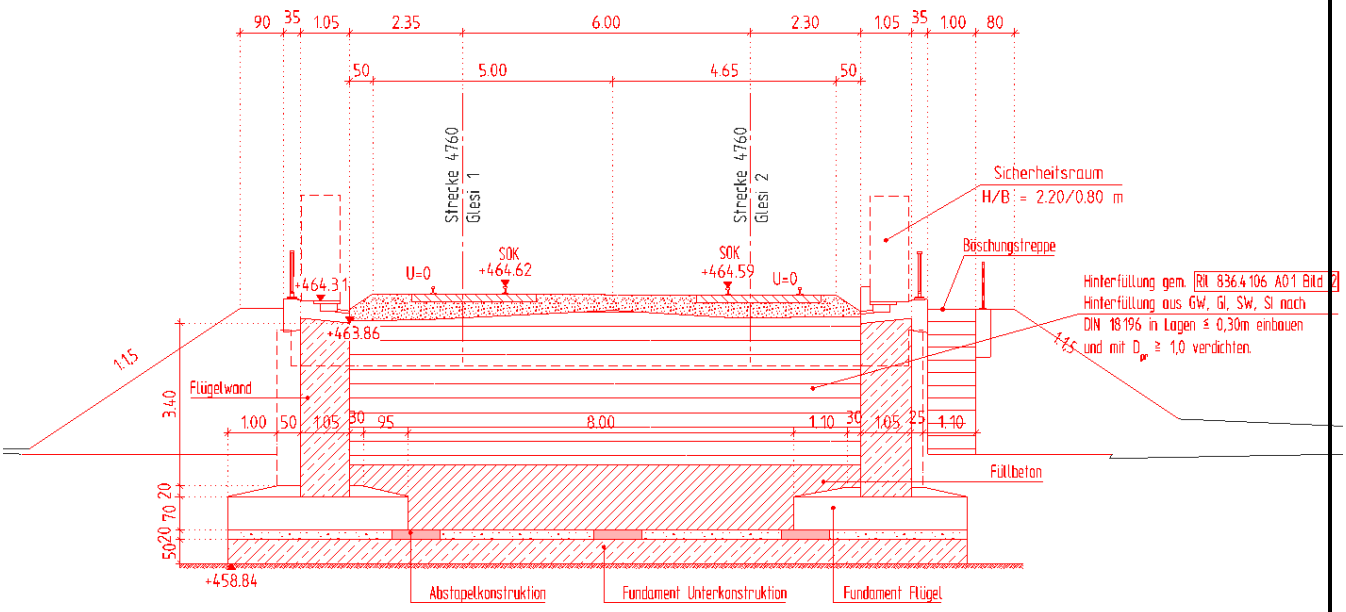


Baumaßnahme:	Erneuerung EÜ Bensheim	**Bauwerksnummer (ASB):**	
Bauherr:	DB InfraGO AG		
Aufsteller:	Konstruktionsgruppe Bauen AG | Balanstraße 73 | 81541 München	**Datum:**	02.06.2026

Querschnitt Überbau



Querschnitt Flügelwände



Bauteil:	Überbau	**Seite:** 1-3 a
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2 Abmessungen	**Archiv Nr.:**

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Streckenparameter

Strecke 4760 km 66,141 (Streckenabschnitt ist gerade)

Ersatzneubau mit Nutzungsdauer von 100 Jahren.

Bauwerksdaten		*) Nichtzutreffendes streichen
Bauart:		Stahlbeton ~~Spannbeton~~ Stahl ~~Verbund~~ *)
Entwurfsgeschwindigkeit v_e		140 km/h
Streckenklasse		D4
Lastmodell		LM 71 und LM SW/0 und SW/2 nach DIN EN 1991-2 (Lastklassenbeiwert α=1,0)
Breite zw. Kappenaußenkanten	(m)	13,37 m
Lichte Weite (⊥)	(m)	4,00 m
Stützweite (⊥)	(m)	4,80 m
Lichte Höhe	(m)	2,505 m
Kreuzungswinkel	(gon)	99,90 gon
Breite zw. Geländern	(m)	12,99 m
Brückenfläche	(m²)	88,77 m²

2.2 Baustoffkennwerte

Bauteil:	**Beton:**	**Expositions-klassen:**	**Entw. der Betonfestigkeit:**	**Betonstahl:**	**Spannstahl:**	**Betondeckung c_{nom}:**
Kappen	C25/30+ LP	XC4, XD1, XF2, WA	-	B 500 B	-	5,0 cm / 2,5 cm
Widerlager/Flügel	C35/45	XC4, XD3, XF4, WA	r ≤ 0,3	B 500 B	-	5,5 cm
Fundament	C30/37	XC2, XD2, XF3, WA	-	B 500 B	-	5,5 cm
Sauberkeitsschicht	C12/15	X0		-	-	-

2.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte Baustoffe

NPD zu DIN EN 1992-2, 2.4.2.4 (1) und (2), Tabelle 2.1DE

	Beton γ_c	Betonstahl/ Spannstahl γ_s
Grenzzustand der Tragfähigkeit ständige und vorübergehende Bemessungssituation (A/V)	1,5	1,15
Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit seltene EK (rare) nichthäufige EK (nonf) häufige EK (freq) quasi-ständige EK (perm)	1,0	1,0
Ermüdungsnachweise	1,5	1,15
Außerordentliche Einwirkungen	1,0	1,0

Kennwerte Baustoffe

Mat 11 C 35/45 (EN 1992) Widerlager

Elastizitätsmodul	E	34077	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	29.75	[MPa]
Schubmodul	G	14199	[N/mm2]	Nennfestigkeit	fck	35.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	18932	[N/mm2]	Zugfestigkeit	fctm	3.21	[MPa]
Nominelle Wichte	γ	25.0	[kN/m3]	Zugfestigkeit	fctk,05	2.25	[MPa]
Rohdichte	ρ	2400.0	[kg/m3]	Zugfestigkeit	fctk,95	4.17	[MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	fbd	3.37	[MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	fcm	43.00	[MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	fcd,fat	17.06	[MPa]
				Zugfestigkeit	fctd	1.27	[MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.14	[N/mm]

Mat 3 C 30/37 S (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	32837	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	25.50	[MPa]
Schubmodul	G	13682	[N/mm2]	Nennfestigkeit	fck	30.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	18243	[N/mm2]	Zugfestigkeit	fctm	2.90	[MPa]
Wichte	γ	25.0	[kN/m3]	Zugfestigkeit	fctk,05	2.03	[MPa]
Rohdichte	ρ	2400.00	[kg/m3]	Zugfestigkeit	fctk,95	3.77	[MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	fbd	3.04	[MPa]
Langsam härtender Zement				Gebrauchsfestigkeit	fcm	38.00	[MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	fcd,fat	14.96	[MPa]
				Zugfestigkeit	fctd	1.15	[MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.14	[N/mm]

Mat 9 B 500 B (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	200000	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.15	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	500.00	[MPa]
Schubmodul	G	76923	[N/mm2]	Druckfließgrenze	fyc	500.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	166667	[N/mm2]	Zugfestigkeit	ft	540.00	[MPa]
Wichte	γ	78.5	[kN/m3]	Druckfestigkeit	fc	540.00	[MPa]
Rohdichte	ρ	7850.00	[kg/m3]	Bruchdehnung		50.00	[o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		1.00	[-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	32.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)	k1	0.80	[-]
				Verfestigungsmodul	Eh	0.00	[MPa]
				Proportionalitätsgrenze	fp	500.00	[MPa]
				Schwingbreite	σ-dyn	152.17	[MPa]

2.1 Baugrund

Zur Beurteilung der Boden- und Baugrundverhältnisse wurde am 12.04.2022 von der DB Netz AG der Dr. Spang GmbH der Auftrag zur Erstellung eines Baugrundgutachtens erteilt.

Es werden in Weiteren die wichtigsten Abschnitte des BGA zitiert. Die vollständigen Angaben zum Baugrund können dem BGA entnommen werden.

Erdbebenzone:	0
Untergrundklasse:	T
Baugrundklasse:	C
Frosteinwirkungszone:	F 2

Nach den Ergebnissen der Erkundung ist der **Neubau der EÜ mit einer Flachgründung** umsetzbar. Die für eine frostsichere Gründung erforderliche Gründungstiefe von 1,0 m u. GOK ist sicherzustellen.

Die nach den Erkundungsbohrungen im Bereich der Gründungssohle von ca. 459 m NN anstehenden Böden der Schicht 2b (Donaukies) sind für das geplante Bauvorhaben **als ausreichend tragfähig** einzustufen und zeigen **günstige Setzungseigenschaften**.

2.1.1 Bodenparameter und Schichtenprofile

Bodenkennwerte

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ 1) [MN/m²]
1a	Auffüllungen (bindig)	18	8	25	5	20 – 100	8 – 10
1b	Auffüllungen (rollig)	20	10	32,5	0	0	50 – 80

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k	Wichte unter Auftrieb γ_k'	Reibungswinkel φ_k'	Kohäsion c_k'	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$	Steifemodul $E_{s,k}$ 1)
2a	Auelehm	19,5	9,5	25	10	20 – 150	8 – 12
2b	Donaukies	19	11,5	30	0	0	40 – 60
3	Mergelstetten-formation, zersetzt	20	10	25	20	60 – 200	12 - 20

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{S,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

Böschungswinkel

Bezeichnung	Schicht	Böschungswinkel β [°]
nichtbindige oder weiche bindige Böden	1b, 2b	≤ 45
mindestens steife bindige Böden	1a, 2a, 3	≤ 60

Tabelle 4.2-1: zulässige Böschungswinkel ohne Standsicherheitsnachweis

2.1.2 Gründungsempfehlung

5.1.1 Flachgründung

Für die Erneuerung der EÜ empfehlen wir eine Ausführung mit einer Flachgründung mit Gründungssohle in Schicht 2b, bei der die Lasten des Bauwerks in die oberflächennah anstehenden Donaukiese abgetragen werden.

Alle Gründungen sind in frostfreier Tiefe nach Normenhandbuch EC 7-1 bei mindestens 1,0 m unter Geländeoberfläche vorzusehen oder es ist ein Bodenaustausch bis in die entsprechende Tiefe mit frostsicherem gut verdichtbarem, rolligem, steinfreien Material (Material der Frostklasse F1, nach ZTVE, Bodenklasse nach DIN 18 196: GW, SW, GI, SI) durchzuführen. Der Bodenaustausch muss, um den Lastabtrag zu gewährleisten, einen seitlichen Überstand mindestens in Auftragsstärke haben.

Sollten an der Gründungssohle bindige Bereiche (Schicht 2a) oder die Oberkante der Schicht 2b entsprechend aufgelockert sein, ist um eine Auflockerungen des Planums möglichst gering zu halten mit gerader Schneide zu arbeiten. Die Gründungssohle ist statisch nachzuverdichten. Das Erdplanum darf im Bereich bindiger Böden nicht befahren werden und es darf nur rückschreitend gearbeitet werden. Ein Vernässen von bindigen Bodenschichten durch Niederschlagswasser ist zu vermeiden. Aufgeweichte und aufgelockerte Bereiche sind abzutragen.

Der nachfolgenden Tabelle 5.1-1 sind die Bemessungswerte des Sohlwiederstands für Streifenfundamente für die Schicht 2b (Donaukies) mit einer Auflage von 0,3 m aus rolligem, gut verdichtbarem Material zu entnehmen. Die Bemessungswerte entsprechen einer maximalen Setzung von 2 cm.

Das Erdplanum für eine Flachgründung ist mit einem geeigneten Quergefälle (≥ 3%) idealerweise in einem Dachprofil herzustellen, um eine funktionierende Planumsdrainage zu gewährleisten. Es wird hier darauf hingewiesen, dass die Ableitung von Tag- und Niederschlagswasser Nebenleistung nach DIN 18 299 ist.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	**Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] b bzw. b'**					
	0,5 m	**1,0 m**	**1,5 m**	**2,0 m**	**2,5 m**	**3,0 m**
0,5	185	245	285	325	360	390
1,0	210	350	400	430	470	490
1,5	415	455	500	540	540	490

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente in Schicht 2b unter Berücksichtigung von Grundwasser

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 3.2-1. Es wurde von einem Horizontallastanteil H/V ≤ 0,2 und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen.

Die Gründung ist in frostfreier Tiefe mindestens 1,0 m unter Geländeoberfläche vorzusehen.

Für die Sohlplatte auf dem wie oben beschrieben hergestellten Gründungsplanum kann für die statische Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren für **Vorentwurfszwecke** ein Bettungsmodul von $k_{s,k}$ = 20 MN/m³ angesetzt werden. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern maßgeblich von der Größe der Lastfläche, der Belastung und der Laststellung abhängig. Daher stellt der angegebene Bettungsmodul lediglich einen Schätzwert dar und ist im Zuge der Planung anhand von Setzungsberechnungen zu überprüfen. Im Bereich der Plattenränder darf der Bettungsmodul auf einem Randstreifen von 2 m mit dem 3-fachen Wert angesetzt werden. Im Bereich eines konzentrierten Lasteintrags (Einzelstützen, innenliegende Wände) darf der doppelte Bettungsmodul angesetzt werden.

<u>gewählter Bettungsmodul für die Flachgründung (Breite = 4,40m)</u>

$k_{s,k}$ **=** 3 x 20 = **60 MN/m**

2.1.3 Grundwasser

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

In den Kernbohrungen wurde das Grundwasser in Tiefe von ca. 2,5 m bzw. 3,0 m erbohrt. In den Bohrsondierungen konnte aufgrund des Zufallens der Bohrlöcher kein Wasserstand genommen werden. Die Bohrgutansprache weist aber auf einen erhöhten Wassergehalt ab 3,0 bzw. 5,0 m hin.

Während der Erkundung wurde Wasser angetroffen. Die angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m NHN]
BK 1	23.06.2022	461,76	3,0	458,76
BK 2	23.06.2022	461,35	2,5	458,85

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Die Bewertung der Grundwasserstände wurde nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 auf Grundlage der verfügbaren Informationen vorgenommen. Grundwassermessstellen sind gemäß [U 4] und [U 7] in greifbarer Entfernung nicht vorhanden, sodass auf entsprechende Messdaten nicht zurückgegriffen werden konnte. Da zuverlässige Daten von Langzeitmessungen für den unmittelbaren Bereich des geplanten Bauwerks fehlen, ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen abzuschätzen. Auf dieser Basis wird der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) auf 459,5 m NHN und der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) auf 461,0 m NHN im Baugrund angegeben.

Bauwasserstand: **459,50 m NHN**

Bemessungswasserstand: **461,00 m NHN**

2.2 Vorschriften, Normen, Literatur, Grundlagen

2.2.1 Technische Vorschriften

[1] DIN EN 1990:2010-12 Grundlagen der Tragwerksplanung

[2] DIN EN 1991:2010-12 Einwirkungen auf Tragwerke

[3] DIN EN 1992:2010-12 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

[4] DIN EN 1997:2009-09 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

[5] DIN EN 1998:2010-12 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben

(sämtliche DIN EN mit zugehörigem nationalem Anwendungsdokument)

[6] RiL 804:2017/10 Richtlinie 804 – Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten

[7] RiL 804.5501:2013/01 Richtlinie 804 – Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten – Lärmschutzanlagen

[8] RiL 836:2014/03 Richtlinie 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten

[9] DIN 1054:2010-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

[10] DIN 4085:2017-08 Baugrund - Berechnung des Erddrucks

[11] DIN 4149:2005-04 Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

[12] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ 5. Auflage 2012

[13] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand – Ausgabe 05/2011

[14] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur – Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand – 1. Ergänzung – Ausgabe 04/2015

[15] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) – Stand 2021/03

[16] ZTV-Ing: 2021/03 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien

[17] für Ingenieurbauten, Bundesanstalt für Straßenwesen

[18] RE-ING: 2021/01 Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

[19] RiZ-ING: 2020/12 Richtzeichnungen für Ingenieurbauten, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

[20] ARS 22/2012 Rundschreiben zur Einführung der Eurocodes

2.2.2 Literaturverzeichnis

[21] Bautabellen für Ingenieure, Schneider, 23. Auflage 2019

2.3 Programmbeschreibungen

SOFiSTiK	FEM-Programm der SOFiSTiK AG, Bruckmannring 38, 85764 Oberschleißheim, Version SOFiSTiK 2022
Word/ Excel 365	Microsoft Deutschland GmbH, Konrad-Zuse-Str. 1, 85716 Unterschleißheim
GGU-CANTILEVER	Civilserve GmbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig

3. Einwirkungen

3.1 Ständige Einwirkungen

3.1.1 Eigenlasten Tragwerk

Das Eigengewicht der Stahlbetonkonstruktion wird von SOFiSTiK programmintern anhand der Bauteilabmessungen mit einer Betonwichte von γ_b = 25 kN/m³ berücksichtigt.

3.1.2 Lasten aus dem Überbau (Eigengewicht)

Die Lasten aus dem Eigengewicht Überbau inkl. Oberbau wurden aus der Überbaustatik übernommen und folgend angesetzt:

	Achse 10 [kN]		Achse 20 [kN]	
Lagertyp	allseits fest	querfest	allseits fest	querfest
Überbau 1	206,6	144,4	206,6	144,4
Überbau 2	206,6	144,4	206,6	144,4

Lagersystem siehe Abschnitt **4.1.3**

3.1.3 Ausbaulasten

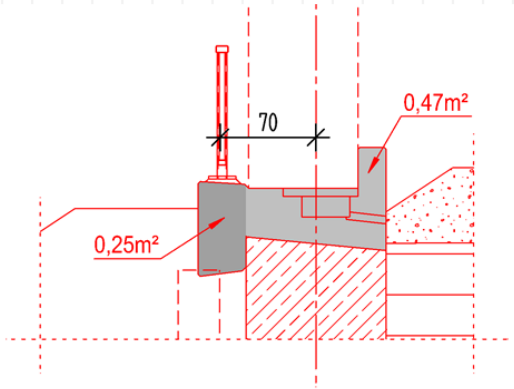
Kappe

Fläche: $A_{Kap} := 0,25\ m^2 + 0,47\ m^2 = 0,72\ m^2$

Wichte Beton: $\gamma_s := 25\ \frac{kN}{m^3}$

Vertikallast: $G_{2,1} := A_{Kap} \cdot \gamma_s = 18\ \frac{kN}{m}$

Moment: $M_{2,1} := 0,25\ m^2 \cdot \gamma_s \cdot 0,6\ m\ m = 3,75\ kNm$



Geländer

Vertikallast: $G_{2,2} := 1,0\ kN$

Moment: $M_{2,2} := G_{2,2} \cdot 0,7\ m = 0,7\ kNm$

Eigenlast Fahrbahn

Charakteristisches Schottergewicht nach RIL 804.2101, 2.4 [1]: $\gamma_{Schotterr} := 20\ \frac{kN}{m^3}$

Höhe: $h_{Schotter} := 0,6\ m$

Mehreinbau: $1,0\ \frac{kN}{m^2}$

Gesamt: $G_2 := \gamma_{Schotterr} \cdot h_{Schotter} + 1\ \frac{kN}{m^2} = 13\ \frac{kN}{m^2}$

3.1.4 Kriechen und Schwinden

Das Kriechen und Schwinden wird mit dem Modul CSM in SOFiSTiK berechnet.

3.1.5 Erddruck

Es werden für die Hinterfüllung folgende Bodenkennwerte angenommen:

Reibungswinkel: $\varphi := 35\ °$

Wandreibungswinkel: $\delta_a := \frac{2}{3} \cdot \varphi = 23,3333\ °$

Wichte Boden: $\gamma_{k,A} := 19\ \frac{kN}{m^3}$

aktiver Erddruckbeiwert: $K_{agh} = 0,2244$

Erddruckbeiwert für vertikale Oberflächenlast $K_{aph} = 0,2244$

Ruhedruckbeiwert: $K_{0gh} := (1 - \sin(\varphi)) = 0,4264$

Wandneigungswinkel: $\alpha := 0\ °$

Geländeneigungswinkel: $\beta := 0\ °$

Kohäsion Endzustand: $c := 0,00\ \frac{kN}{m^2}$

Gleitflächenwinkel: $\vartheta_{ag} = 58,9426\ °$

Höhen Auffüllung

Höhe Auffüllung OK Widerlager $h_{OKW} := 0,2\ m$

Höhe Auffüllung OK Fundamentplatte: $h_{OKF} := 3,75\ m$

Höhe Auffüllung UK Fundamentplatte: $h_{UKF} := h_{OKF} + H_F = 4,45\ m$

Fundamentdicke: $H_F := 0,7\ m$

Programmtechnisch werden die Erddrucklasten durch „Volumenlasten“ aufgebracht. Diese wirken nur bis zu Oberkante des Fundaments, da bis diese Höhe die Flächenelemente definiert sind. Die restliche Last wird mittels einer Linienlast auf die Fundamentplatte angesetzt. Da es sich um ein weitgehend unverschiebliches Bauwerk handelt, wird für den Erddruck aus den ständigen Lasten der Erdruhedruck angesetzt.

vertikale Erddrücke:

Erdauflast auf Fundamentplatte hinter Widerlagerwand: $e_v := h_{OKF} \cdot \gamma_{k,A} = 71,25\ \frac{kN}{m^2}$

horizontale Erddrücke:

auf Höhe OK Widerlagerwand $e_{0gh,OKW} := (\gamma_{k,A} \cdot h_{OKW} + G_2) \cdot K_{0gh} = 7,1639\ \frac{kN}{m^2}$

auf Höhe OK Fundamentplatte $e_{0gh,OKF} := (\gamma_{k,A} \cdot h_{OKF} + G_2) \cdot K_{0gh} = 35,9262\ \frac{kN}{m^2}$

auf Hohe UK Fundamentplatte $e_{0gh,UKF} := (\gamma_{k,A} \cdot h_{UKF} + G_2) \cdot K_{0gh} = 41,5976\ \frac{kN}{m^2}$

Ersatzlinienlast auf Stirnseite Fundamentplatte: $E_{0gh} := \frac{e_{0gh,OKF} + e_{0gh,UKF}}{2} \cdot H_F = 27,1333\ \frac{kN}{m}$

3.2 Veränderliche Lasten

3.2.1 Lasten aus Bahnverkehr

Gemäß DIN EN 1992-2, 6.3.6.4 (1) werden die LM71 Lasten über eine Breite von 3,0 m in einer Tiefe von 0,70 m unter Schienenoberkante verteilt. Gemäß DIN EN 1992-2, 6.3.6.4 (2) brauchen keine dynamischen Einwirkungen berücksichtigt werden. Der Klassifizierungsfaktor α = 1,00 wurde weiterhin berücksichtigt.

$p_{LM71,Q}$ = 1,00 * 250 * 4 / (6,4 * 3,0) = 52,08 kN/m²

$p_{LM71,q}$ = 1,00 * 80 / 3,0 = 36,67 kN/m²

Winkel der inneren Reibung: $\varphi := 35\ °$

Wandneigungswinkel $\alpha := 0\ °$

Geländeneigungswinkel: $\beta := (10)\ °$

Erddruckneigungswinkel $\delta := \frac{2}{3} \cdot \varphi = 23,3333\ °$

Breite der vertikalen Streifenlast: $b := 3\ m$

Ordinate der vertikalen Streifenlast: $Q := 52,08\ \frac{kN}{m^2}$

Ordinate der vertikalen Streifenlast: $q := 26,67\ \frac{kN}{m^2}$

Abstand Gleisachse zum Bauteil: $b_{q1} := 2,35\ m$

Berechnung Erddruck:

Erddruckbeiwerte:

aktiver Erddruckbeiwert: $K_{agh} = 0,2244$

Ruhedruckbeiwert: $K_{0gh} = 0,4264$

erhöhter aktiver Erddruck: $K_{a0gh} = 0,3254$

Die Erddrucklast aus dem Bahnverkehr an der Widerlagerwand mit dem erhöhten aktiven Erddruckbeiwert berechnet und in einem 3,0 m breiten Streifen angesetzt:

Erddruck auf Widerlagerand

horizontaler Erddrucck infolge Einzellasten LM71: $e_{Qh} := Q \cdot K_{a0gh} = 16,948\ \frac{kN}{m^2}$

horizontaler Erddrucck infolge Streckenlast LM71: $e_{qh} := q \cdot K_{a0gh} = 8,679\ \frac{kN}{m^2}$

Erddruck auf Flügelwände

Zentrifugalkräfte:

Geschwindigkeit: $v := 120$

Radius: $r := \infty$

Abminderugnsbeiwert: $f := 1$

$$q_{tk} := \frac{v^2}{127 \cdot r} \cdot f \cdot q \cdot b = 0\ \frac{kN}{m}$$

Seitenstoß:

Lastwert: $Q_{sk} := 100\ kN$

Schwellenlänge: $l_{Schwelle} := 2,60\ m$

Abstand Schwelle zu Bauwerk: $a_{sk} := b_{q1} - \frac{l_{Schwelle}}{2} = 1,05\ m$

Verteilungslänge Seitenstoß: $b_{sk} := 4\ m + 2 \cdot a_{sk} = 6,1\ m$

Erddrucklast aus vertikaler Belastung

$E_{aqh,Qk} := b \cdot Q \cdot K_{a0gh} = 50,844 \frac{kN}{m}$ $\qquad$ $E_{aqh,qk} := b \cdot q \cdot K_{a0gh} = 26,037 \frac{kN}{m}$

Verteilungshöhe der Erddrucklast aus Verkehr

$$h_q := \left(b_{q1} + \frac{3\,m}{2}\right) \cdot \tan\left(\vartheta_{ag}\right) - \left(b_{q1} - \frac{3\,m}{2}\right) \cdot \tan\left(\varphi\right) = 5,7978\,m$$

Ordinate des horizontalen Erddruckanteils aus Eisenbahnverkehrlasten:

horizontaler Erddrucck infolge Einzellasten LM71: $e_{mh,Qk} := \frac{E_{aqh,Qk}}{h_q} = 8,7695 \frac{kN}{m^2}$

vereinfacht wird der horizotale Erddruck aus den vertikalen Eisenbahnlasten auf die komplette Flügelwandhöhe angesetzt.

horizontaler Erddrucck infolge Streckenlast LM71: $e_{mh,qk} := \frac{E_{aqh,qk}}{h_q} = 4,4908 \frac{kN}{m^2}$

horizontale Linienlastauf OK Flügelwand infolge Seitenstoß: $e_{mh,Qsk} := \frac{Q_{sk}}{b_{sk}} = 16,3934 \frac{kN}{m}$

die horizontale Linienlast aus dem Seitenstoß wird auf die komplette Flügelwandlänge aufgebracht:

Belastung Dienstgehweg

Gemäß DIN EN 1991-2, 6.3.7 (2) wird auf die Kragarme eine gleichmäßige Belastung von 5 kN/m² aufgebracht.

Auf das Geländer wird eine Belastung von 0,8 kN/m aufgebracht.

Lastmodell für Ermüdung

DIN EN 1992-2: NA.NN.3

Die Ermüdungsnachweise werden mit dem vereinfachten Verfahren anhand der schädigungsäquivalenten Schwingbreite geführt. Maßgebendes Ermüdungslastmodell ist das Lastmodell LM71 (DIN EN 1992-2: NA.NN.3 (101)P).

Militärlasten

Sind nicht zu berücksichtigen.

3.2.2 Lasten aus dem Überbau (Verkehr)

WICHTIG!

Der Überbau wurde auf der sicheren Seite liegend mit einem Klassifizierungsfaktor von α=1,21 berechnet. Die Gleisstrecke, auf der die zu berechnende Brücke liegt, besitzt allerdings einen Klassifizierungsfaktor von α=1,00.

Die nachfolgend aufgeführten charakteristischen Lasten aus dem Überbau, entnommen aus der Sofistik-Berechnung für den Überbau, wurden mit α=1,21 ermittelt.

Auf der sicheren Seite liegend, der Übersichtlichkeit und Einfachheit halber, werden die Lasten aus dem Überbau für die Standsicherheitsnachweise der Unterbauten so verwendet und nicht umgerechnet.

Es wurden die maximalen vertikalen und horizontalen Lasten aus der Überbaustatik übernommen und folgend pro Gleis angesetzt. Dabei wird berücksichtigt, dass jedes Gleis in beide Richtungen befahren werden kann.

Beschreibung zu den Auflagerkräften in Längsrichtung siehe Abschnitt 4.1.3 (Brückenlagerung)

Die Überlagerung der Lasten erfolgt nach Überlagerungsregeln für eingleisige Brücken.

Lagerachse	10A	10B			20A	20B		
Belastung [kN]	P_z	P_z	P_y	P_x	P_z	P_z	P_y	
Einwirkung								
EG	70,8	70,8			70,8	70,8		
Ausbau	135,9	73,6			135,8	73,6		
Wind o.V	±0,3	±0,3	2,4		±0,3	±0,3	2,4	
Wind m.V +	34,7	-4,2	19,6		26,8	-5,5	19,6	
Wind m.V -	0,4	29,6	-19,6		0,4	29,6	-19,6	
Entgleisung	781	-104			791	-104		kann spiegelverkehrt auftreten
LM 71, Gr 11 +	503,5	575,5	-33,4	119,8	514,1	554,3	93,9	
LM 71, Gr 11 -	579,8	483,5	93,7	-119,8	575,5	508,9	-33,2	entgegengesetzte Fahrtrichtung
LM 71, Gr12 +	512	564,8	106,2	59,9	518,9	553,5	139,1	
LM 71, Gr12 -	584,5	484,5	138,7	-59,9	584	496,4	106,7	entgegengesetzte Fahrtrichtung
LM 71, Gr 13 +	259	296,5	-33,4	119,8	268,3	285,9	93,9	
LM 71, Gr 13 -	259	296,5	-33,4	119,8	268,3	285,9	93,9	entgegengesetzte Fahrtrichtung
LM71, Gr 14 +	512	564,8	106,2	59,9	518,9	553,5	139,1	
LM71, Gr 14 -	584,5	484,5	138,7	-59,9	584	496,4	106,7	entgegengesetzte Fahrtrichtung
SW, Gr 16 +	352,8	341,3	-39,8	-88,1	232,6	241,6	-61,7	
SW, Gr 16 -	350,6	358,7	-61,4	-105	343,8	357,6	-39,9	entgegengesetzte Fahrtrichtung
SW, Gr 17 +	351,4	345,6	-95,8	-44,1	233,2	237,2	-107	
SW, Gr 17 -	348,6	354,3	-106,6	52,5	248,9	342,1	-96,2	entgegengesetzte Fahrtrichtung
Dienstweg	38,1	0			38,1	14,8		

3.2.3 Verdichtungserddruck

Gem. DIN 4085, Kap. 11 angesetzt.

Breite des zu verfüllenden Raumes > 2,50 m.

e_{vh} = 25 kN/m² (intensive Verdichtung)

Die Erddruckzunahme darf näherungsweise nach Bild 13 mit z_p nach Gleichung (64)

$$z_p = \frac{e_{vh}}{\gamma \cdot K_{pgh}(\delta_p = 0)}$$

angesetzt werden.

3.2.4 Wind

Windzone 1 qp = 0,32kN/m² und ze < 20m

Die Windlasten auf die Unterbauten fallen verhältnismäßig klein aus und können bei diesem massigen Bauwerkstyp vereinfacht vernachlässigt werden.

Bei den Lagerkräften aus dem Überbau werden allerdings Kräfte infolge Wind mit Verkehr angesetzt.

3.2.5 Druck-Sog aus Zugverkehr

Da keine parallel zu den Gleisen verlaufenden, vertikalen Bauteile, wie z.B. Lärmschutzwände, auf den Brückenunterbauten angebracht werden, entstehen keine Druck-Sog-Wirkungen, die beachtet werden müssen.

3.2.6 Temperatur

Gemäß DIN EN 1991-1-5: 2010-12, 6.2.2 wird auf allen Wänden ein linear veränderlicher Temperaturunterschied von 15 °C zwischen Innenseite und Außenseite berücksichtigt. Dieser Temperaturunterschied wird in OK Kammerwand mit dem vollen Wert aufgetragen und linear auf Null bis OK Fundament fallend.

Im Lastfall Temperatur ergeben sich in der schwimmenden Lagerung Rückstellkräfte aus den Bewegungen des Überbaus. Diese werden mit 15 kN in Brückenlängsrichtung in allen Auflagerpunkten angesetzt und können in beide Richtungen wirken.

3.3 Überlagerungen

3.3.1 Verkehrslastgruppen

Gemäß DIN EN 1991-2, 6.8.1 gilt folgendes:

(4)P Zur Bestimmung der ungünstigsten Lasteinwirkungen aufgrund der Anwendung des Lastmodells 71 ist:

— für ein Gleis die gleichmäßig verteilte Last q_{vk} auf unbegrenzter Länge und bis zu vier Einzellasten Q_{vk} einmal je Gleis anzusetzen,

— für Bauwerke mit zwei Gleisen das Lastmodell 71 auf ein Gleis oder auf beide Gleise gleichzeitig anzusetzen,

— für Bauwerke mit drei oder mehr Gleisen das Lastmodell 71 auf ein Gleis, zwei beliebige Gleise oder als 0,75faches Lastmodell 71 auf alle Gleise anzusetzen.

Gemäß DIN EN 1991-2, 6.8.2 sind die Schienenverkehrseinwirkungen in Lastgruppen gemäß Tabelle 6.11 anzusetzen:

Tabelle 6.11 — Nachweis der Lastgruppen für Eisenbahnverkehr (charakteristische Werte der mehrteiligen Einwirkungen)

Anzahl der Gleise auf Bauwerk			Lastgruppen			Vertikalkräfte			Horizontalkräfte			Bemerkungen
			Verweis auf EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	≥ 3	Anzahl belastete Gleise	Lastgruppe[h]	belastetes Gleis	LM 71[a] SW/0[a,b] HSLM[f,g]	SW/2[a,c]	Unbeladener Zug	Anfahren, Bremsen[a]	Fliehkraft[a]	Seitenstoß[a]	
			1	gr11	T_1	1			1[e]	0,5[e]	0,5[e]	Max. vertikal 1 mit max. längs
			1	gr12	T_1	1			0,5[e]	1[e]	1[e]	Max. vertikal 2 mit max. quer
			1	gr13	T_1	1[d]			1	0,5[e]	0,5[e]	Max. längs
			1	gr14	T_1	1[d]			0,5[e]	1	1	Max. quer
			1	gr15	T_1			1		1[e]	1[e]	Seitenstabilität mit „unbeladenem Zug"
			1	gr16	T_1		1		1[e]	0,5[e]	0,5[e]	SW/2 mit max. längs
			1	gr17	T_1		1		0,5[e]	1[e]	1[e]	SW/2 mit max. quer
			2	gr21	T_1 T_2	1 1			1[e] 1[e]	0,5[e] 0,5[e]	0,5[e] 0,5[e]	Max. vertikal 1 mit max. längs
			2	gr22	T_1 T_2	1 1			0,5[e] 0,5[e]	1[e] 1[e]	1[e] 1[e]	Max. vertikal 2 mit max. quer
			2	gr23	T_1 T_2	1[d] 1[d]			1 1	0,5[e] 0,5[e]	0,5[e] 0,5[e]	Max. längs
			2	gr24	T_1 T_2	1[d] 1[d]			0,5[e] 0,5[e]	1 1	1 1	Max. quer
			2	gr26	T_1 T_2	1	1		1[e] 1[e]	0,5[e] 0,5[e]	0,5[e] 0,5[e]	SW/2 mit max. längs
			2	gr27	T_1 T_2	1	1		0,5[e] 0,5[e]	1[e] 1[e]	1[e] 1[e]	SW/2 mit max. quer
			≥3	gr31	T_i	0.75			0,75[e]	0,75[e]	0,75[e]	zusätzlicher Lastfall

Dominierender Anteil der entsprechenden Einwirkung

Zu betrachten beim Bemessen eines eingleisigen Tragwerks (Lastgruppen 11–17)

Zu betrachten beim Bemessen eines zweigleisigen Tragwerks (Lastgruppen 11–27 außer 15). Jedes der beiden Gleise ist sowohl als T_1 (Gleis 1) oder T_2 (Gleis 2) zu betrachten.

Zu betrachten beim Bemessen eines drei- oder mehrgleisigen Tragwerks; Lastgruppen 11 bis 31 außer 15. Irgendein Gleis ist als T_1 anzusetzen, irgendein anderes Gleis als T_2, alle anderen Gleise sind unbelastet. Zusätzlich ist Lastgruppe 31 als ein zusätzlicher Lastfall zu betrachten, bei dem alle ungünstigen Gleise T_i belastet sind.

a Alle relevanten Beiwerte (α, Φ, f, ...) sind zu berücksichtigen.
b SW/0 ist nur bei Durchlaufträgern zu berücksichtigen.
c SW/2 ist nur bei Vereinbarung für die Strecke zu berücksichtigen.
d Beiwert kann auf 0,5 im günstigen Fall vermindert werden, er kann nicht null sein.
e Im günstigsten Fall sind diese nicht-dominanten Werte zu null zu setzen.
f HSLM und Betriebszug falls erforderlich nach 6.4.4 und 6.4.6.1.1.
g Falls eine dynamische Berechnung nach 6.4.4 erforderlich ist, siehe auch 6.4.6.5 (3) und 6.4.6.1.2.
h Siehe auch EN 1990 Anhang A2, Tabelle A2.3

4. Berechnungsgrundlagen

4.1 Modellbildung

4.1.1 Auswahl des Widerlagers zur Modellierung

Da es sich bei der gesamten Brücke, Überbau & Unterbauten, um ein symmetrisches Bauwerk handelt, besitzen die gegenüberliegenden und parallel verlaufenden Brückenwiederlager identisch Abmessungen. Auch die auf den Unterbau wirkenden Lasten aus dem Überbau fallen in beiden Achsen nahezu identisch aus. Aus diesen Gründen wird die Entscheidung getroffen, die Nachweise der inneren Tragfähigkeit nur für das Widerlager in Achse 10 zu führen. Die Rechenergebnisse daraus gelten dann für beide Widerlager.

4.1.2 Modell

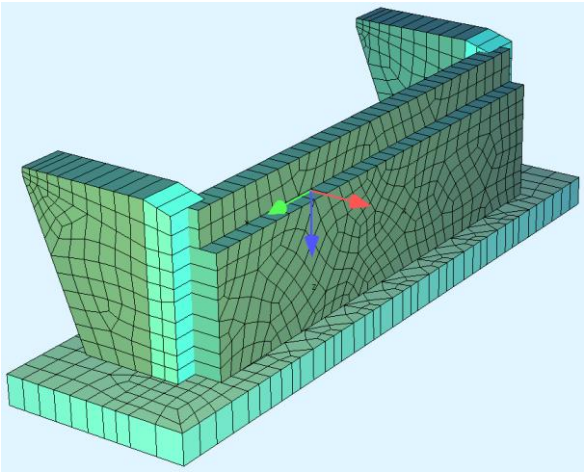
Der Gesamtunterbau ist kastenförmig ausgebildet und wurde als gebettetes Faltwerk modelliert. Die Kammerwände sind biegesteif mit den Flügelwänden verbunden. Die Wände sind biegesteif mit der Fundamentplatte verbunden.

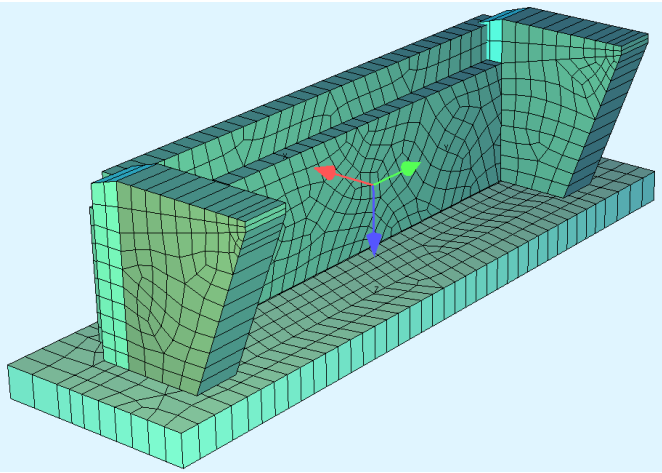
Das Widerlager wird als getrenntes Bauwerk in SOFiSTiK abgebildet. Es werden somit alle Einwirkungen aus dem Überbau über Knotenlasten auf dem Modell des Widerlagers aufgebracht, die mit den direkt auf dem Widerlager einwirkenden Lasten für die Bemessung überlagert werden. Die Einwirkungen aus dem Überbau sind teilweise lastfallweise ausgegeben und teilweise ist die Umhüllende der Einwirkungen abgebildet (max, min) aufgebracht. Die Lager selbst werden an die Achse der Widerlagerwand starr gekoppelt.

Das System wird aus Schalenelementen zusammengesetzt. Die Widerlager- und Flügelwände werden mittels gewichtsloser Elemente in Überschneidungsbereichen an Fundament angeschlossen.

Bauteil	Dicke [cm]
Fundament	70
Flügel	105
Kammerwand hinten	50
Widerlager	130

Isometrische Ansichten



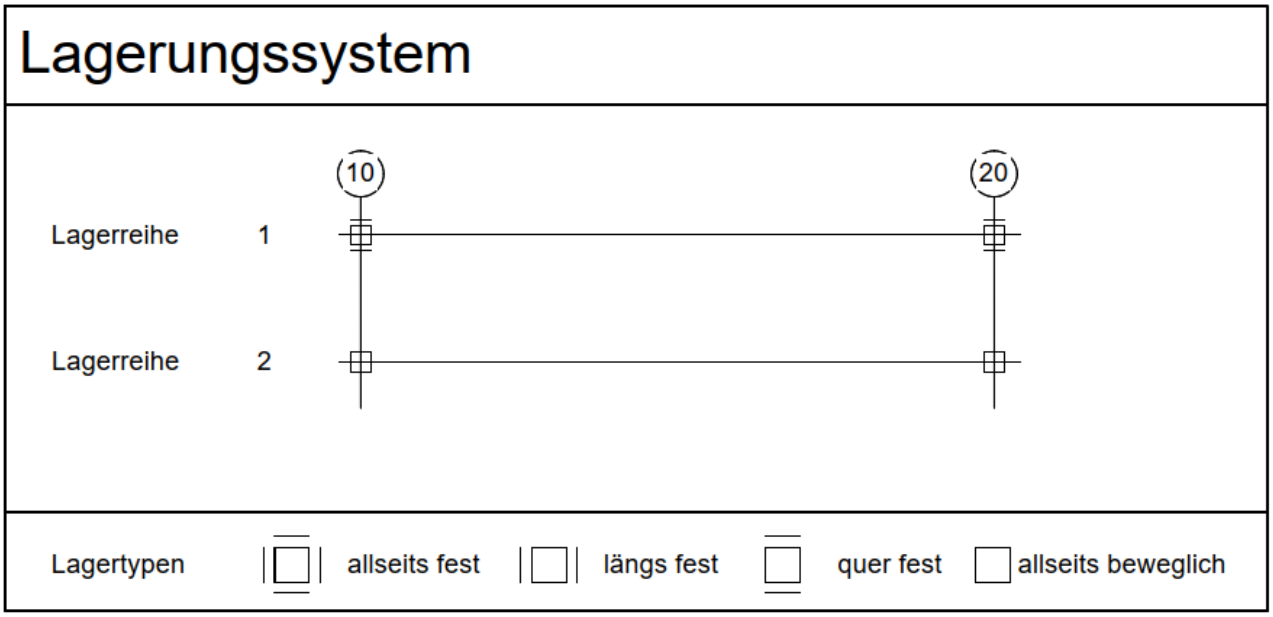


Bettung

Das Fundament wird mit einer angenommenen Bettung in vertikaler Richtung von c_z=8 MN/m³ und in Brückenlängs- und querrichtung werden Linienauflager mit einer Steifigkeit von c=10^8 kN/m³ modelliert.

4.1.3 Brückenlagerung

Der Überbau wird gemäß dem unten dargestellten Lagerschema gelagert. An der Bauwerksfuge zwischen den beiden Überbauten wird die Querhalterung vorgesehen. Die Einwirkungen aus dem Überbau werden entsprechend dem Lagerschema auf beide Widerlager aufgebracht.



Die mittleren Lager erhalten eine Querfesthaltung.

In der statischen Berechnung für den Überbau wurden die mittleren Lager ebenfalls längsfest gerechnet. Gem. Ril. 804.5101 (16) dürfen einteilige Tragwerke mit L ≤ 30m und durchgehend verschweißten Geils in Längsrichtung elastisch gelagert werden.

Auf der sicheren Seite liegend, werden die aus der Überbauberechnung resultierenden Auflagerkräfte in Längsrichtung bei den Nachweisen für die innere Tragsicherheit angesetzt. Bei den Nachweisen für die äußere Tragfähigkeit bzw. bei der Führung der geotechnischen Nachweise finden die Längskräfte keine Beachtung.

Ds werden stattdessen Rückstellkräfte von 40 kN pro Lager eingesetzt und können in beide Richtungen wirken.

4.1.4 Lastbilder

In Anlage 1 werden ausgewählte Lastfälle grafisch dargestellt. Auf Nachfrage können Lastbilder zusätzlicher Lastfälle nachgeliefert werden

4.2 Überlagerungsvorschriften

Die charakteristischen Schnittgrößen werden für jeden Lastfall gesondert ermittelt. Darüber hinaus werden die Überlagerungen gemäß den definierten Überlagerungsvorschriften programmintern generiert. Die Bemessung erfolgt je nach erforderlicher Kombinationsvorschrift.

4.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j}\text{"+"}\gamma_P\,P\text{"+"}\gamma_{Q,1}\,Q_{k,1}\text{"+"}\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

4.2.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Charakteristische Kombination

$$\sum_{j\geq 1}G_{k,j}\text{"+"}P_k\text{"+"}Q_{k,1}\text{"+"}\sum_{i>1}\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

Begrenzung der Stahlbauspannungen auf f_{yk}
Begrenzung der Betondruckspannungen auf 0,6 × f_{ck}
Begrenzung der Betonstahlspannungen auf 0,8 × f_{yk}

Häufige Kombination

$$\sum_{j\geq 1}G_{k,j}\text{"+"}P\text{"+"}\psi_{1,1}\,Q_{k,1}\text{"+"}\sum_{i>1}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung (w_k = 0,2 mm)

Quasi-ständige Kombination

$$\sum_{j\geq 1}G_{k,j}\text{"+"}P\text{"+"}\sum_{i\geq 1}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

Begrenzung der Betondruckspannungen auf 0,45 × f_{ck} (lineares Kriechen)

4.2.3 Grenzzustand der Ermüdung

Nicht relevant

DIN EN 1992-2, 6.8.3

$$\left(\sum_{j\geq 1}G_{k,j}\text{"+"}P\text{"}+\text{"}\psi_{1,1}*Q_{k,1}\text{"}+\text{"}\sum_{i\geq 1}\psi_{2,i}*Q_{k,i}\right)+Q_{fat}$$

4.3 Ermittlung der Schnittgrößen

Die Schnittgrößen für die ausgewählten Lastfälle und die Überlagerungen sind der Anlage 2 zu entnehmen.

5. Nachweise und Bemessung

5.1 Allgemeines

Die Bemessung erfolgt nach den allgemein anerkennten mechanisch-technischen Grundsätzen.

Die Bemessung erfolgt stufenweise, wobei die Ergebnisse aus der vorherigen Stufe immer als Grundlage für den nächsten Nachweis zugrunde gelegt werden. Die Bewehrungsmenge wird durch die einzelnen Bemessungsschritte falls erforderlich erhöht. Folgende Schritte werden durchgeführt:

Bemessungslastfall 1 **GZT**
Bemessungslastfall 2 **Robustheit**
Bemessungslastfall 3 **Rissbreite (häufig)**
Bemessungslastfall 4 **Spannungsnachweis, selten**
Bemessungslastfall 5 **Spannungsnachweis quasi-ständig**

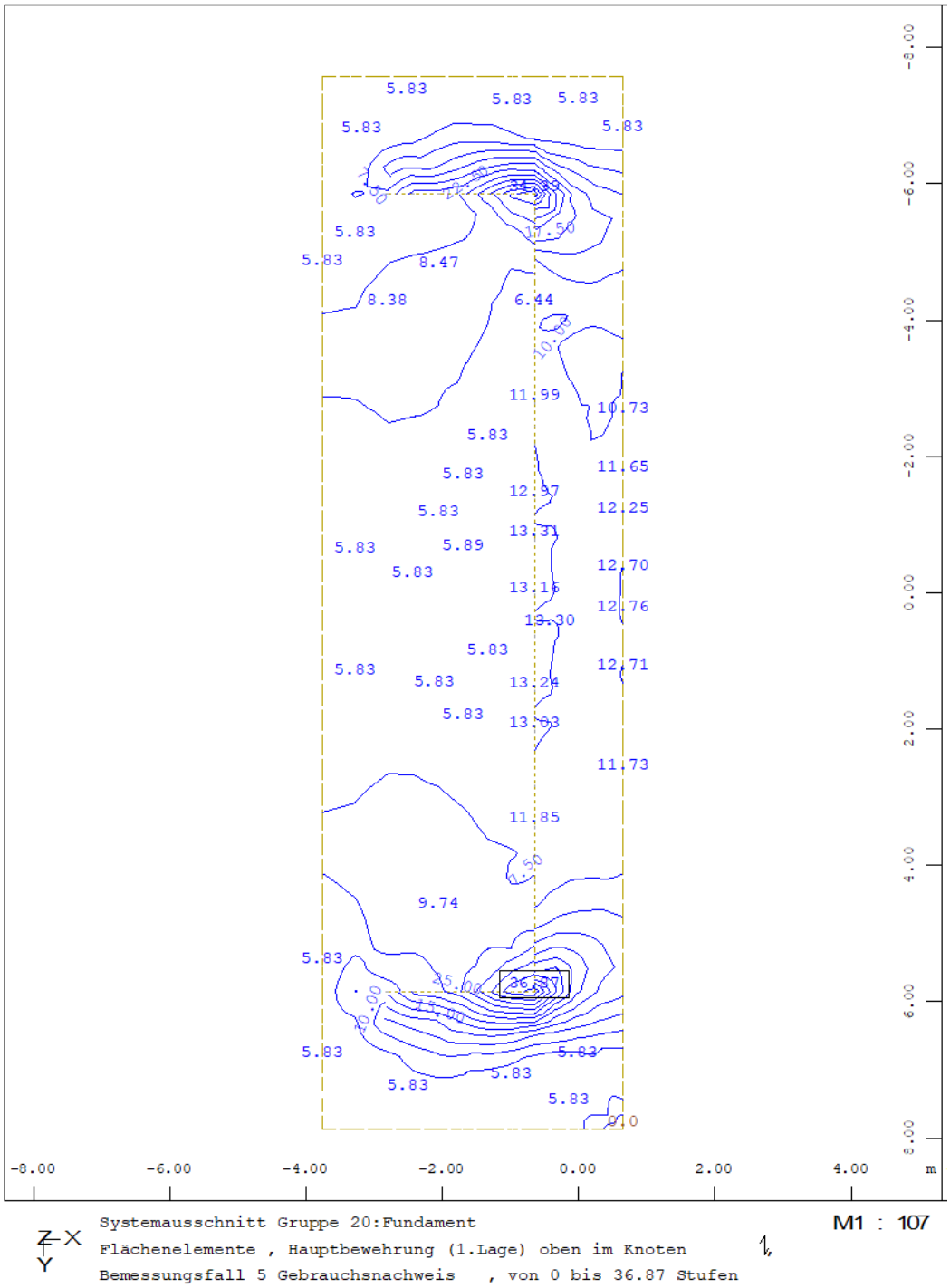
5.2 Widerlager

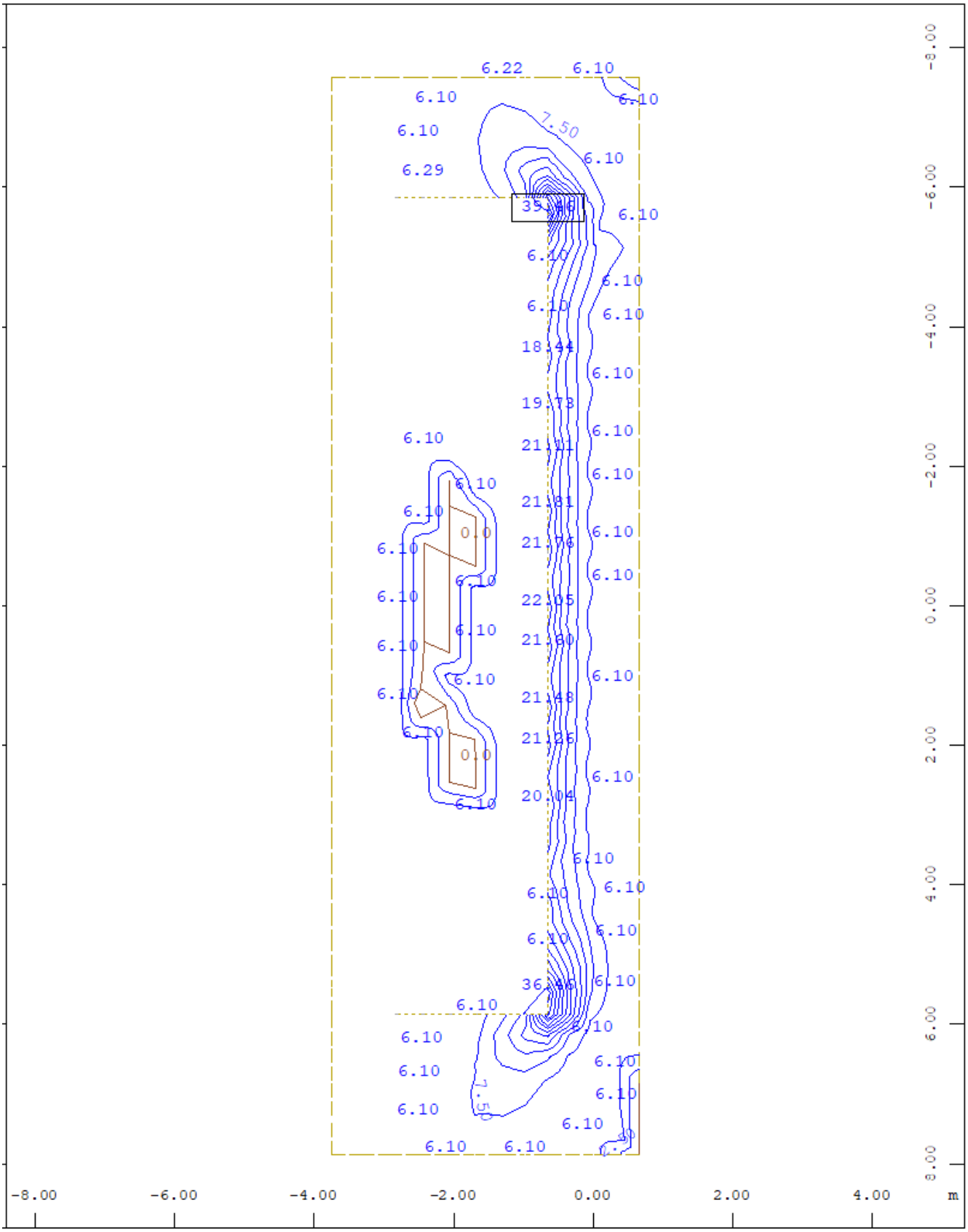
5.2.1 Erforderliche Bewehrung

Aus der Bemessung im GZT und GZG ergibt sich die nachfolgende Bewehrung:

<u>Fundamentplatte</u>

Oben

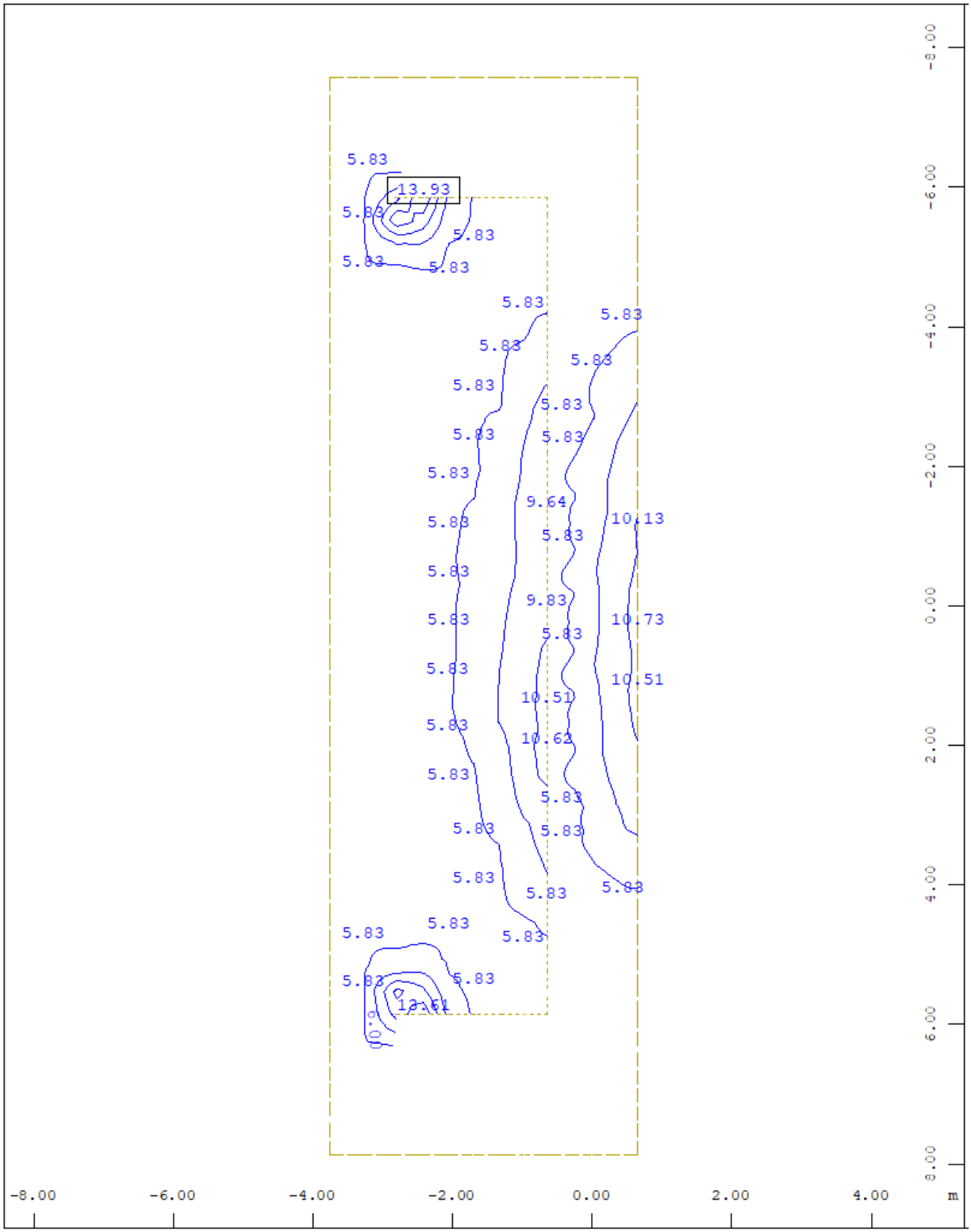




Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten ⇄,
Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 0 bis 39.46 Stufen

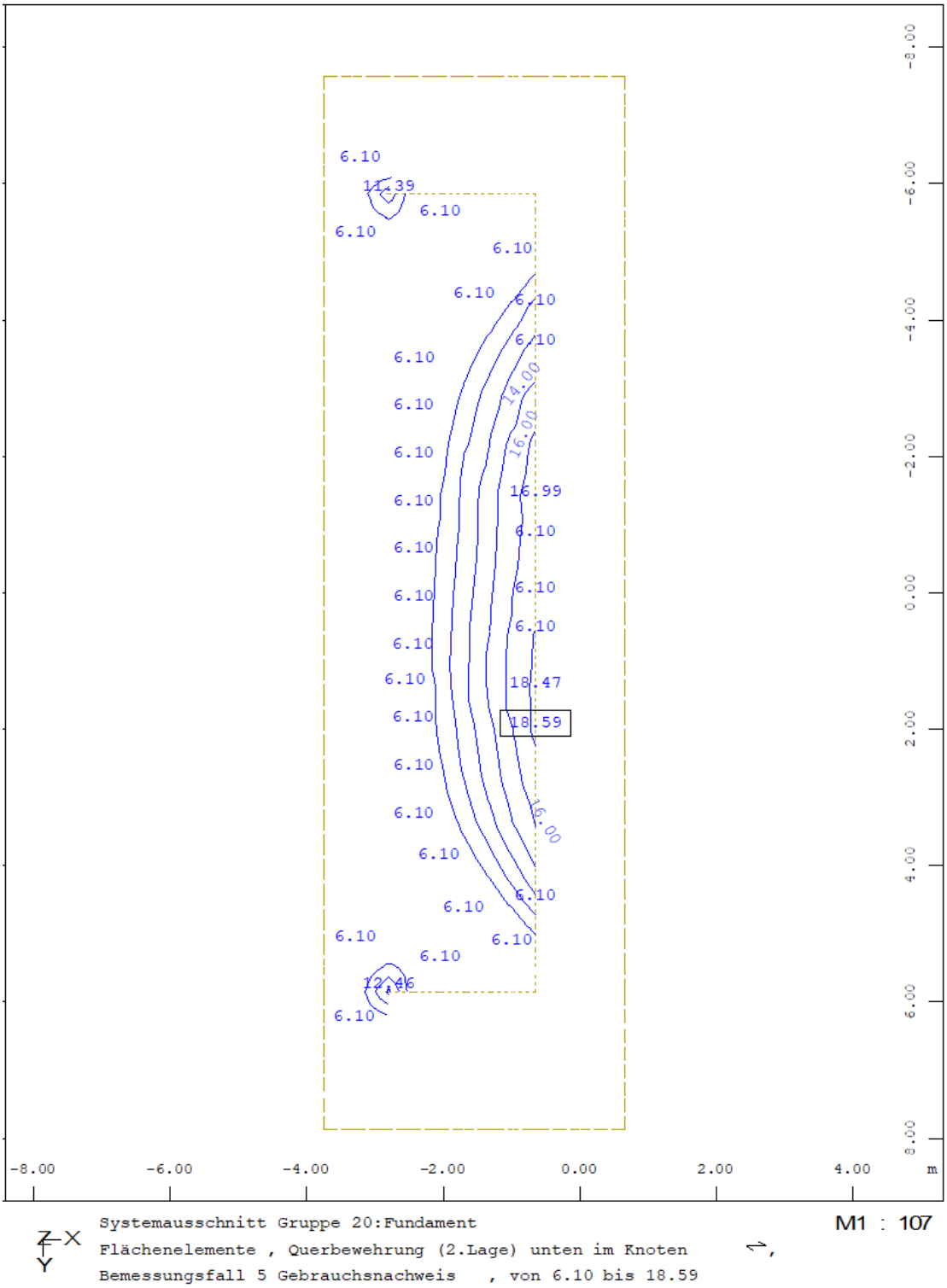
M1 : 107

Unten



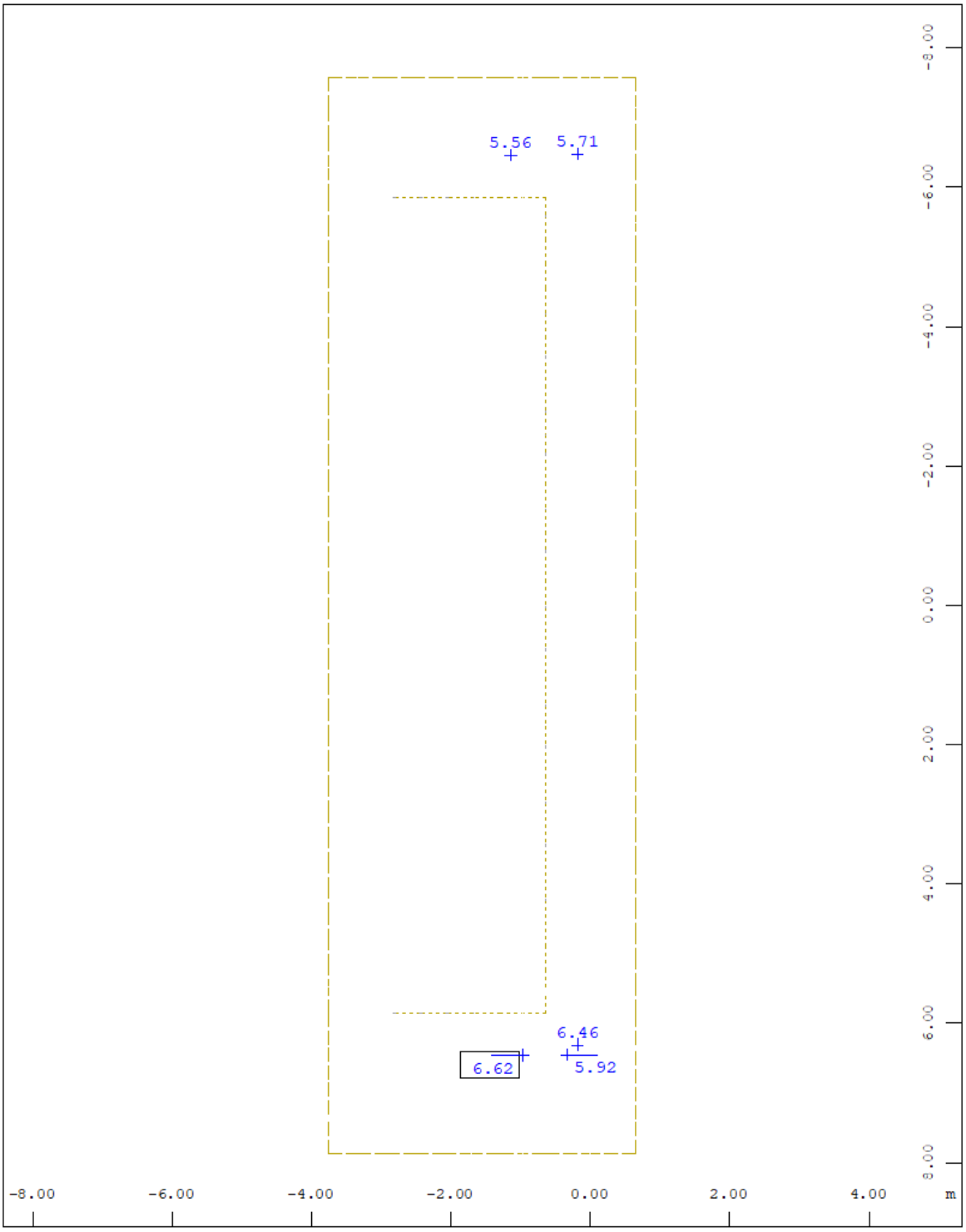
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten im Knoten
Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 5.83 bis 13.93

M1 : 107



Es wurde eine Grundbewehrung von ϕ20 mm im Abstand 15 cm in der Platte geplant (20,94 cm²/m). Die Bereiche, in denen rechnerisch eine größere Bewehrungsmenge benötigt ist, befinden sich im Anschluss der Widerlagerwand an die Bodenplatte und sind mit der vereinfachten Modellierung zu begründen. Die Bereiche werden bei der Nachweisführung nicht berücksichtigt.

Bügelbewehrung



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 5
Gebrauchsnachweis

M1 : 107

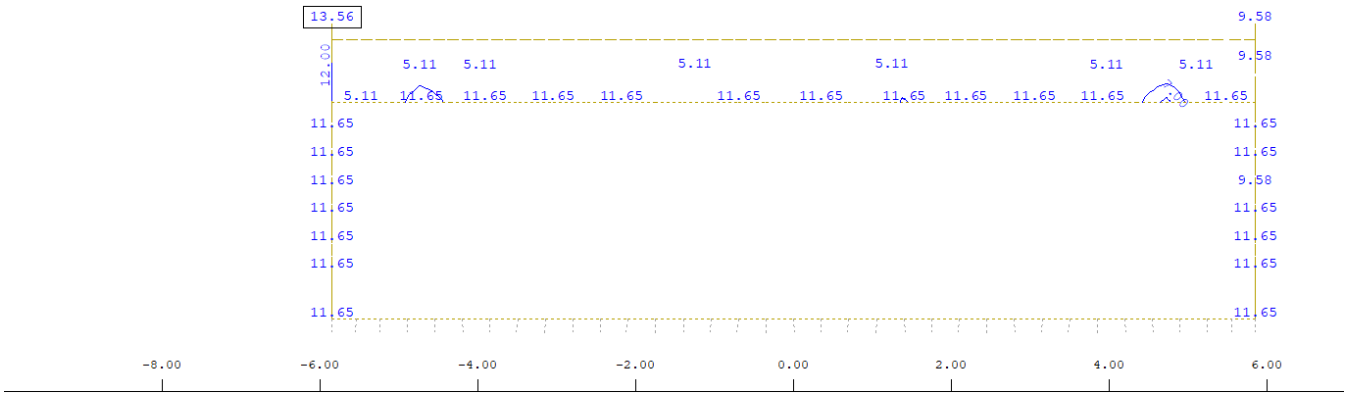
Die Bereiche mit der rechnerisch notwendigen Bügelbewehrung befinden sich unter der Widerlagerwand bzw. im Abstand < t =0,70m von der Außenkante der Widerlagerwand. Eine Ermittlung der Schubbewehrung in diesen Bereichen ist nicht vorgesehen. Es ist keine Schubbewehrung notwendig.

Widerlagerwand inkl. Kammerwand

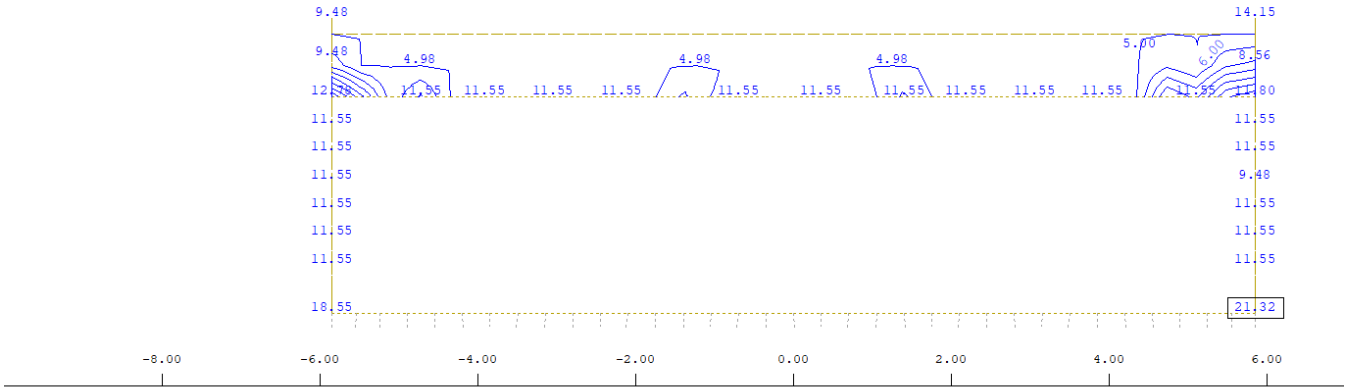
Vertikal

gilt für Luft- und Erdseite

gewählt: Φ16-15cm = 13,4 cm²/m

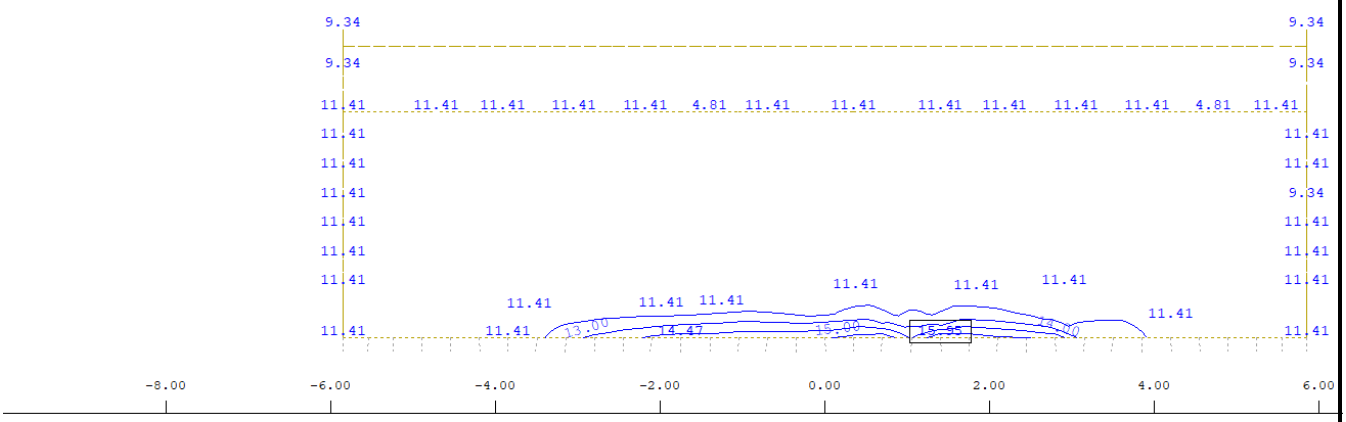


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 5.11 bis 13.56 Stufen 1.00 cm2/m

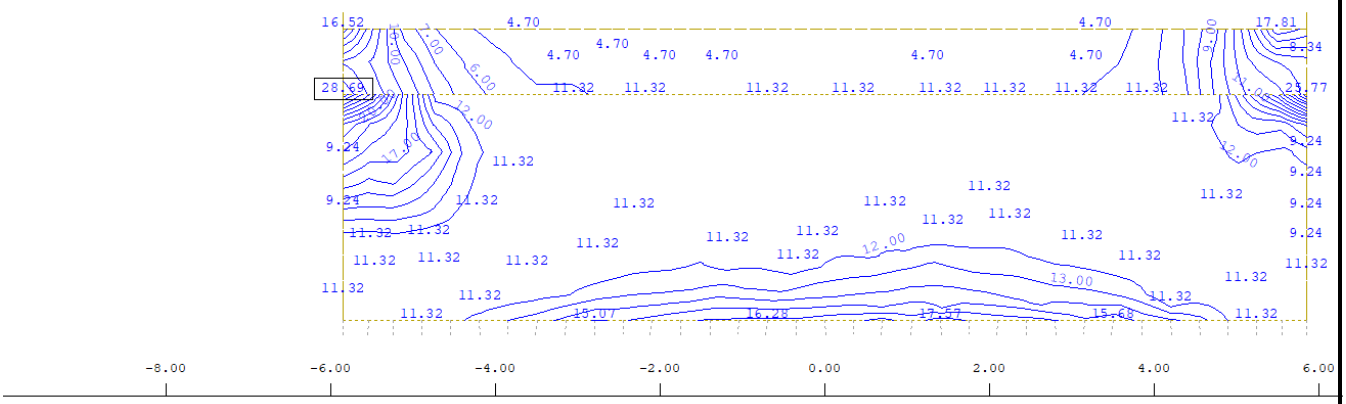


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.98 bis 21.32 Stufen 1.00 cm2/m

Horizontal



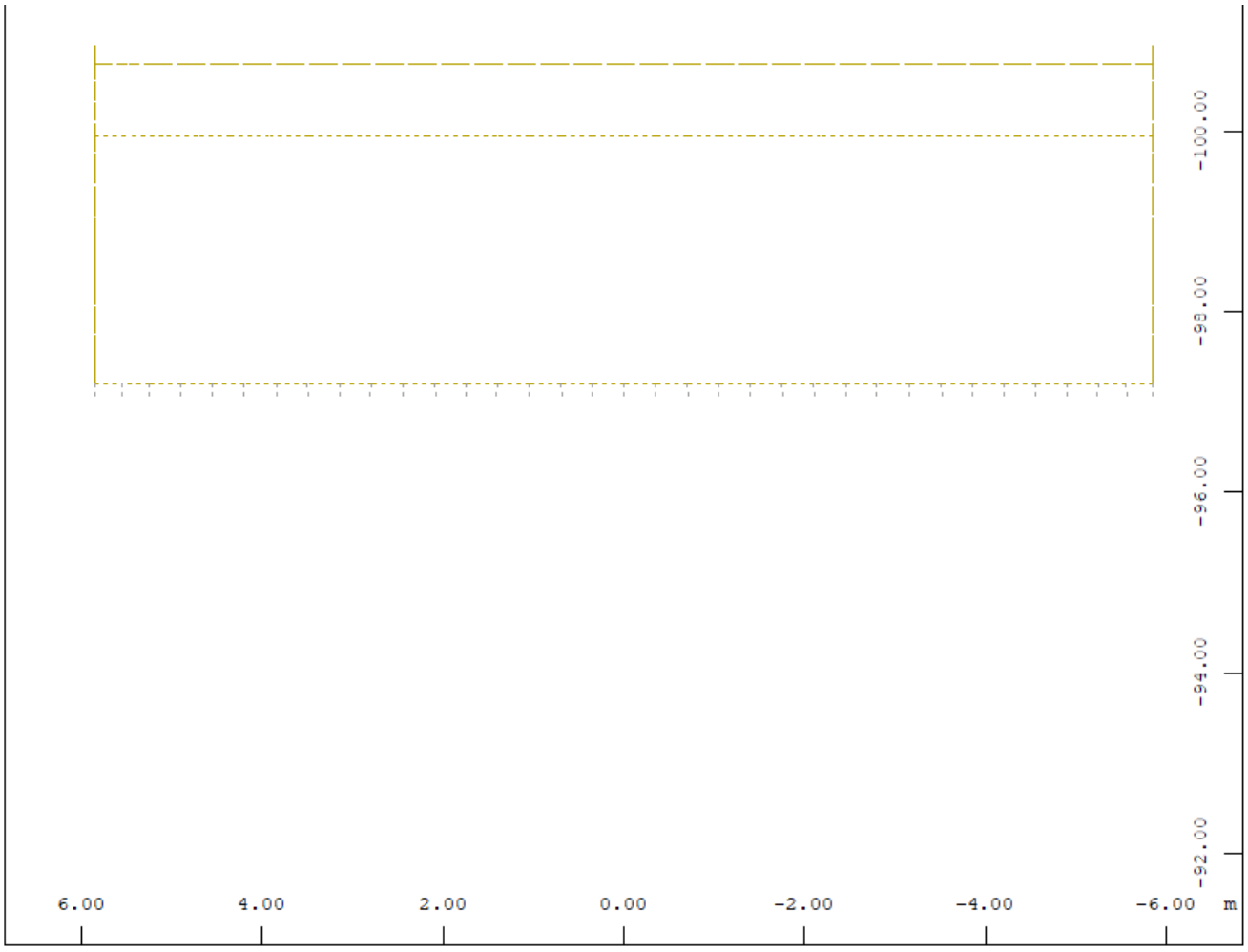
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten im Knoten, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.81 bis 15.95 Stufen 1.00 cm2/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben im Knoten, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.70 bis 28.69 Stufen 1.00 cm2/m

Maßgebend für die horizontale Bewehrung ist der Nachweis der Rissbreite aus frühem Zwang (s. Kapitel 5.2.3)

Bügelbewehrung



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 103

Y X Z

Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 5

Gebrauchsnachweis

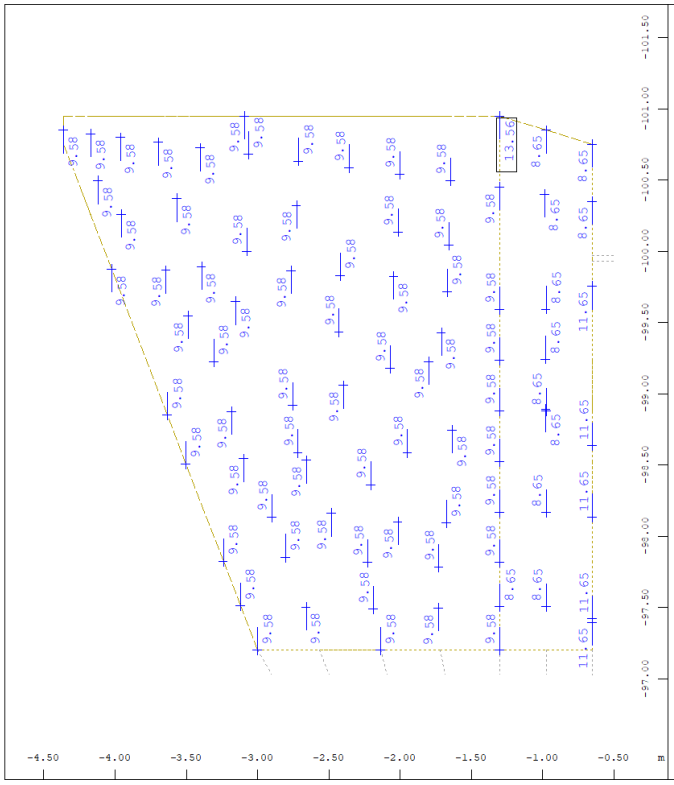
Die rechnerische Schubbewehrung ist auf der Höhe der Lagersockel notwendig. Diese Stelle wird separat betrachtet nach der Festlegung der genauen Abmessungen der Lagersockeln.

Flügelwand

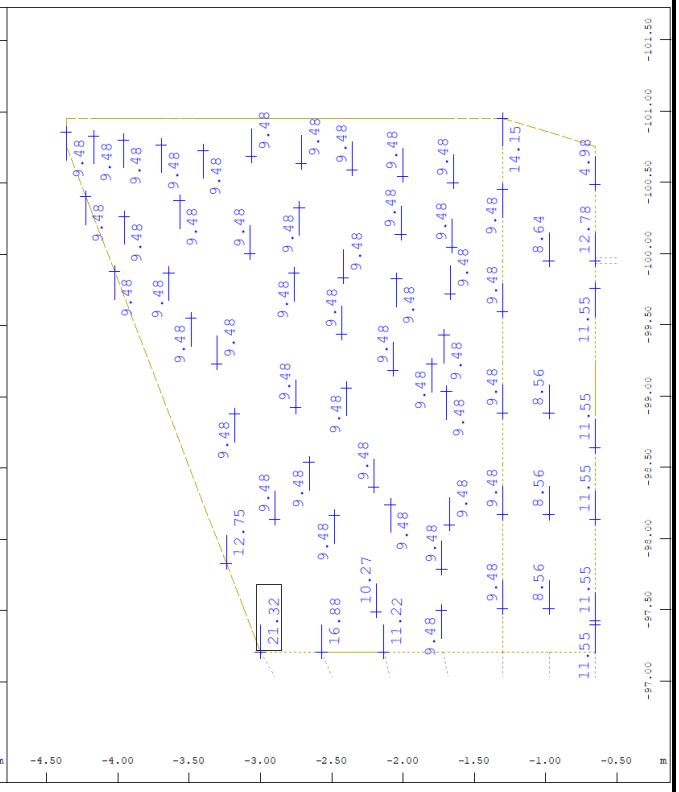
Vertikal

gilt für Luft- und Erdseite

gewählt: Φ16-15cm = 13,4 cm²/m

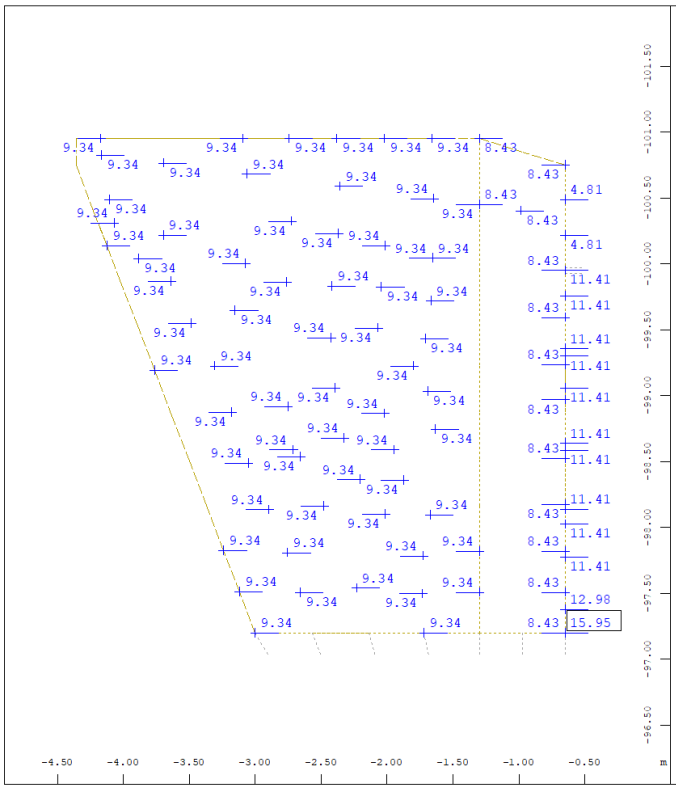


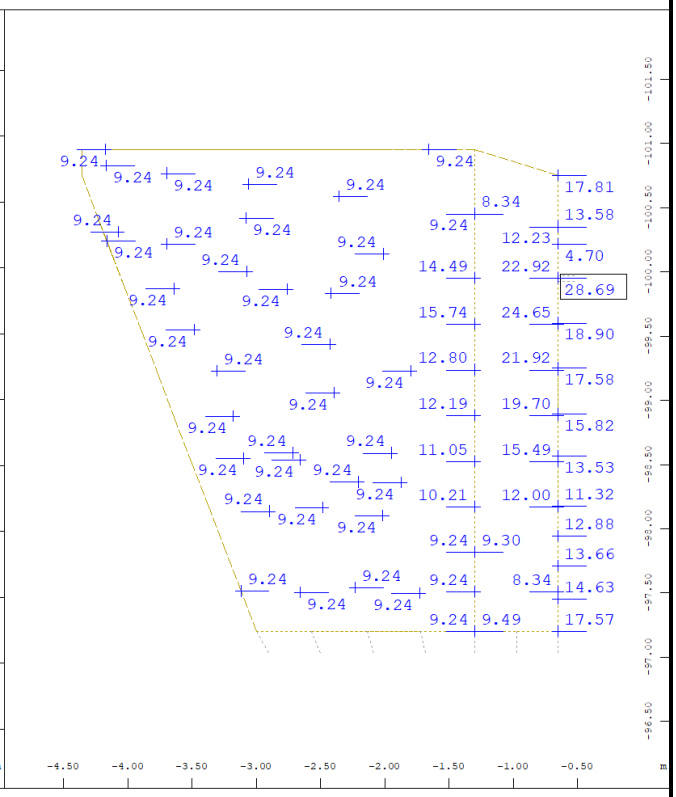
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten in
cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=13.56)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten in
cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=21.32)

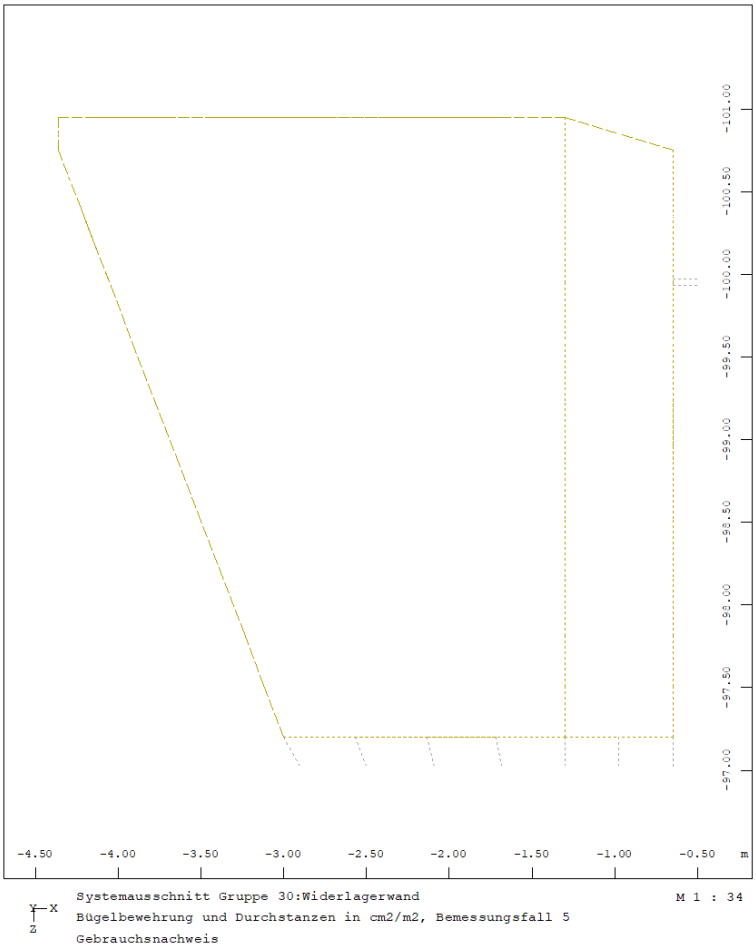
Horizontal





Maßgebend für die horizontale Bewehrung ist der Nachweis der Rissbreite aus frühem Zwang (s. Kapitel 5.2.3)

Bügelbewehrung



Die Singularitäten am Rand des modellierten Übergangbereichs zwischen den Flächenelementen der Widerlager- und Flügelwand werden vernachlässigt.

5.2.2 Ermüdungsnachweis

Gemäß [7] EC2-2 NDP zu 6.8.1 (102) e) wird für dieses Bauteil kein Ermüdungsnachweis geführt.

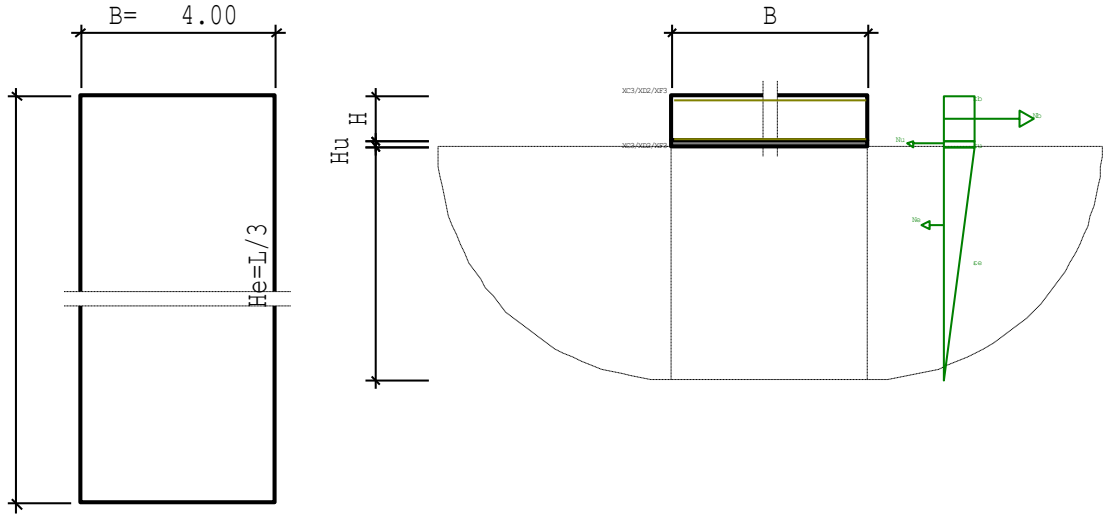
5.2.3 Rissbreite früher Zwang

Der Nachweis für die Rissbreitenbewehrung infolge frühen Zwangs wird nur einmal geführt, da bei Widerlager identische Abmessungen aufweisen.

Fundamentplatte:

erforderliche Rissbreitenbewehrung längs (1. Lage)

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)
Maßstab 1 : 150



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 35/45		
t= 3d (langsame Erh.)			
BetonzugfestigkeitkFct(t)=		0.46	(Gl.
E-Modul Beton	αE	=1.00(Zuschlagstoffe)	
kEc(t) =	0.79 (nach MC90)	Ecm= 26899 N/mm2	

KRIECHZAHL			
Betonalter	t =	3	Tage
junger Beton	ϕt=0.36(nach Lohmeyer)		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XF3/WA			
Bewehrungskorrosion		XC3/XD2			
Mindestbetonklasse		C 35/45			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	55	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3

*3: nutzerdef.

BODENPLATTE

Abmessungen B =4.00 m H = 0.90 m
L = 15.50 m
Bewehrungdob = 6.5cm dun = 6.5 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.
Verfahren nach DAfStb Heft 466
Bodenplatte:
ΔT=-25.00K αT=10.00*10-6 1/K
εb=-0.250o/ooCb=2.4209e+05kN/cm
Baugrund:
Ee = 50.00 MN/m2 Ce= 1.2155e+06 KN
Unterbeton: C 16/20
αE=1.00kEc(t)=0.90Ecm=26100N/mm2
Hu = 0.10 m Cu= 2.6100e+04 kN/cm
Nzw= 650.21 kN/m
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):
γ = 25.00 kN/m3 q = 0.00 kN/m2
cal ϕ=32.5Grdμ = 0.56
γ_R = 1.35μ_d = 0.75
Nzw= 131.22 kN/m
maßgebend:Nzw= 131.22 kN/m

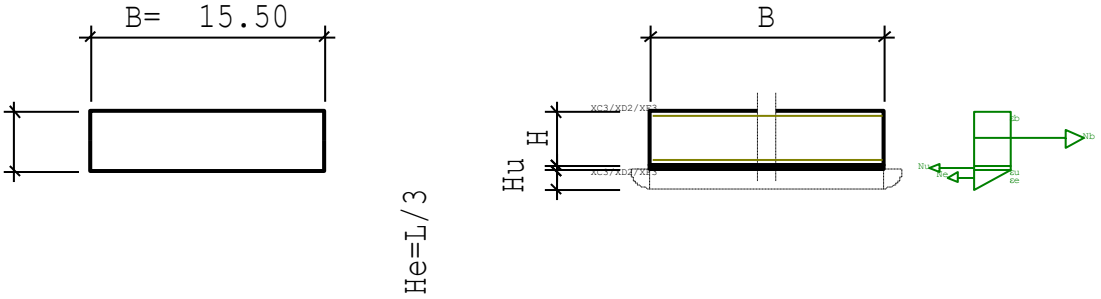
NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =20.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
zentr. ZwangNx = 131.22 kN/m
ε2s=0.66o/ooFs=131.2kN/m
heff = 32.5 cm Fcre = 477.8 kN/m
erforderlich:Asu =4.94 cm2/m Aso = 4.94
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Rissbreitenbewehrung nicht maßgebend!

erforderliche Rissbreitenbewehrung quer (2. Lage)

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)
Maßstab 1 : 125



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Betonstahl B500B
Beton C 35/45
t= 3d (langsame Erh.)
BetonzugfestigkeitkFct(t)= 0.46 (Gl.
E-Modul Beton αE =1.00(Zuschlagstoffe)
kEc(t) = 0.79 (nach MC90) Ecm= 26899 N/mm2

KRIECHZAHL
Betonalter t = 3 Tage
junger Beton ϕt=0.36(nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XF3/WA			
Bewehrungskorrosion		XC3/XD2			
Mindestbetonklasse		C 35/45			
Bügel	$d_{s,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	75	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3

*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

BODENPLATTE							
Abmessungen	B	=15.50	m	H	=	0.90	m
L =	4.00	m					
Bewehrung	dob	=	8.5cm	dun	=	8.5	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.
Verfahren nach DAfStb Heft 466
Bodenplatte:
ΔT=-25.00K αT=10.00*10-6 1/K
εb=-0.250o/ooCb=2.4209e+05kN/cm
Baugrund:
Ee = 50.00 MN/m2 Ce= 5.6321e+05 KN
Unterbeton: C 16/20
αE=1.00kEc(t)=0.90Ecm=26100N/mm2
Hu = 0.10 m Cu= 2.6100e+04 kN/cm
Nzw= 596.39 kN/m
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):
γ = 25.00 kN/m3 q = 0.00 kN/m2
cal ϕ=32.5Grdμ = 0.56
γ_R = 1.35μ_d = 0.75
Nzw= 33.86 kN/m
maßgebend:Nzw= 33.86 kN/m

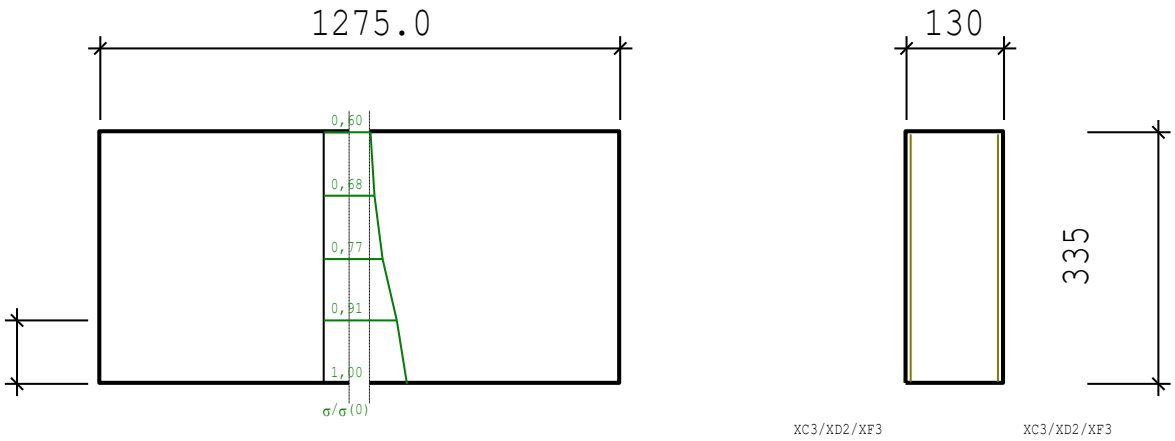
NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =20.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
zentr. ZwangNx = 33.86 kN/m
ε2s=0.66o/ooFs=33.9kN/m
heff = 42.5 cm Fcre = 624.8 kN/m
erforderlich:Asu =1.27 cm2/m Aso = 1.27
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Rissbreitenbewehrung nicht maßgebend!

horizontale Rissbreitenbewehrung Widerlagerwand

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)
Maßstab 1 : 100



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 35/45		
t= 5d (normale Erh.)			
BetonzugfestigkeitkFct(t)=		0.71	(Gl.
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)		
kEc(t) =	0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2	

KRIECHZAHL			
Betonalter	t =	5	Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XF3/WA			
Bewehrungskorrosion		XC3/XD2			
Mindestbetonklasse		C 35/45			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	25	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	55	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3

*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT							
Abmessungen	B	=1.30	m	H	=	3.35	m
L =	12.75 m						
Bewehrung	dli	=	6.8cm	dre	=	6.8	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage

Zemen t : 32.5R ;42.5 Z = 300 kg/m3

tm = 2.04 d QH = 236 kJ/kg

αb= 0.96 TbH = 27.4K

TcO = 20.0 °C ktV = 0.70

Tb,m = 41.4 K T_F = 15.0 °C

αT= 1010-6/K kV = 1.00

Zwangsspannungen am Fußpunkt : σct = 8.09N/mm2

Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.68

σct,d=5.50N/mm2 > fcteff

Nzw,hydr= σct,d* Ac =7155.13 kN/m

Nzw,max= k* fcteff* Ac=1542.01kN/m k= 0.52 maßgebend

NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =25.0mm

Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)

zentr. Zwang Nx =1542.01 kN/m

ε2s=0.93o/ooFs=1542.0kN/m

heff = 34.0 cm Fcre = 775.6 kN/m

erforderlich:Asli = 41.25cm2/m Asre = 41.25

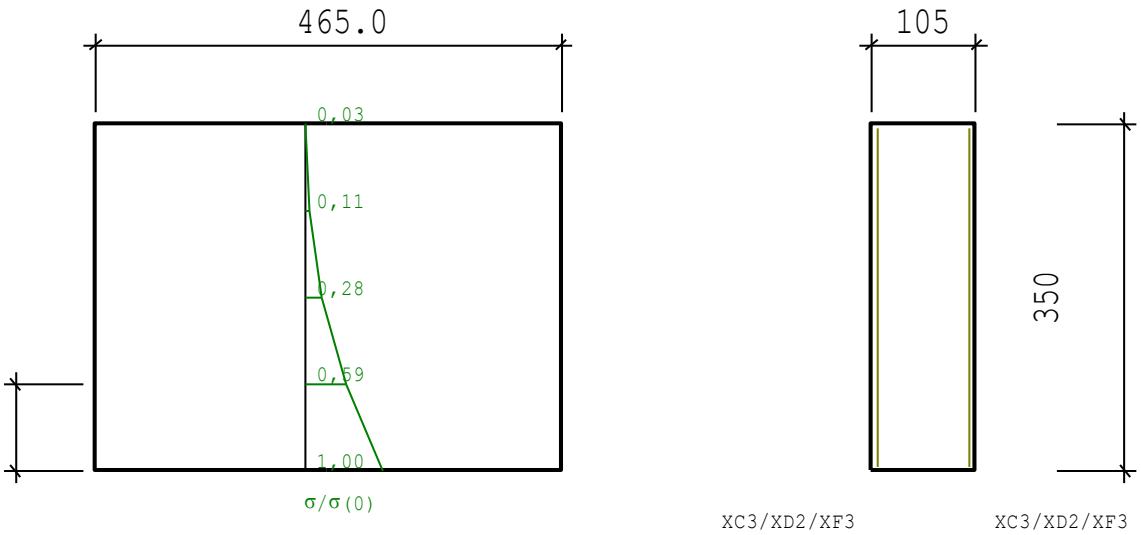
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Gewählt:

Φ25-10 cm, 1-lagig mit a_s=49,2 cm²/m je Seite

horizontale Rissbreitenbewehrung Flügelwand

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)
Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 35/45		
t= 5d (normale Erh.)			
BetonzugfestigkeitkFct(t)=		0.71	(Gl.
E-Modul Beton	αE	=1.00(Zuschlagstoffe)	
kEc(t) =	0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2	

KRIECHZAHL			
Betonalter	t =	5	Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XF3/WA			
Bewehrungskorrosion		XC3/XD2			
Mindestbetonklasse		C 35/45			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	55	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3

*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT							
Abmessungen	B	=1.05	m	H	=	3.50	m
L =	4.65	m					
Bewehrung	dli	=	6.5cm	dre	=	6.5	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage

Zemen t : 32.5R ;42.5 Z = 300 kg/m3

tm = 1.84 d QH = 226 kJ/kg

αb= 0.95 TbH = 25.9K

TcO = 20.0 °C ktV = 0.70

Tb,m = 39.9 K T_F = 15.0 °C

αT= 1010-6/K kV = 1.00

Zwangsspannungen am Fußpunkt : σct = 7.63N/mm2

Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.40

σct,d=3.05N/mm2 > fcteff

Nzw,hydr= σct,d* Ac =3197.81 kN/m

Nzw,max= k* fcteff* Ac=1245.47kN/m k= 0.52 maßgebend

NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =20.0mm

Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)

zentr. Zwang Nx =1245.47 kN/m

ε2s=0.98o/ooFs=1245.5kN/m

heff = 32.5 cm Fcre = 741.4 kN/m

erforderlich:Asli = 31.67cm2/m Asre = 31.67

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Gewählt:

Φ20-10 cm, 1-lagig mit a_s=31,42 cm^2/m je Seite

5.3 Ergänzende Nachweise

5.3.1 Lasteinleitung Lagerkraft

Die endgültigen Abmessungen der Lagersockel, sowie der Lagerhersteller, sind noch nicht bekannt. Die Nachweise für die Lasteinleitung werden deshalb noch nicht geführt.

5.3.1 Kappenanschlussbewehrung

Kappenanschlussbewehrung gemäß RIZ-ING Kap1: Ø14 – 20

6. Geotechnische Nachweise (äußere Tragsicherheit)

6.1 Allgemein

Für den Nachweis der äußeren Tragsicherheit werden folgende Nachweise im geotechnischen Berechnungsprogramm GGU-FOOTING und GGU-CANTILEVER geführt:

- Kippen nach EC 7 (EQU)
- Gleiten nach EC 7 (GEO-2)
- Grundbruch nach DIN 4017 (GEO-2)
- Durchstanzen nach DIN 4017

6.2 Berechnungsgrundlagen

Berechnungsmodell

Die Widerlagerwand wird im GGU-Cantilever modelliert. Die genauen Eingabeparameter und Ergebnisse der Berechnung sind in der Anlage 3 (Ausdruck aus der GGU-Berechnung) dokumentiert.

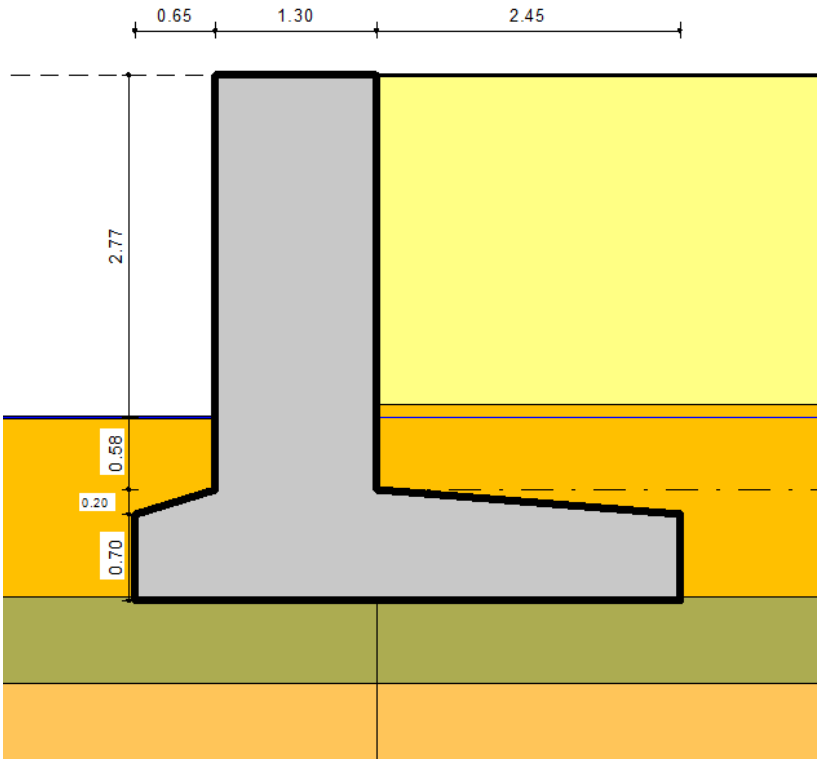
Es werden drei unterschiedliche Laststellungen untersucht:

- Linienlast und Einzellasten LM71 auf Hinterfüllung direkt hinter Widerlagerwand
- Linienlast und Einzellasten LM71 auf Überbau, keine Verkehrslasten auf Hinterfüllung
- Linienlast und Einzellasten LM71 auf Überbau, Linienlast LM71 auf Hinterfüllung

Um die geotechnischen Nachweise nicht auf der zu sicheren Seite zu führen, wird bei der Berechnung in GGU das Eigengewicht der gegenüberliegenden Widerlagerwand samt Erdreich auf dessen Gründungstiefe modelliert und so eine stabilisierende Auflast für den Grundbruchnachweis geschaffen. Die Höhe und Verteilung der Auflast entspricht der in einem separaten GGU-Rechnungslauf ermittelten Sohldruckspannung infolge Eigengeweicht Widerlager inklusive Erdreich auf der Aktivseite.

Baugrund

Als Grundlage des Schichtaufbaus des Baugrunds ist das Bohrprofil BK1 & BK2.



(Ausdruck aus dem Programm GGU, Lastkombination mit 50% Verkehrslasten)

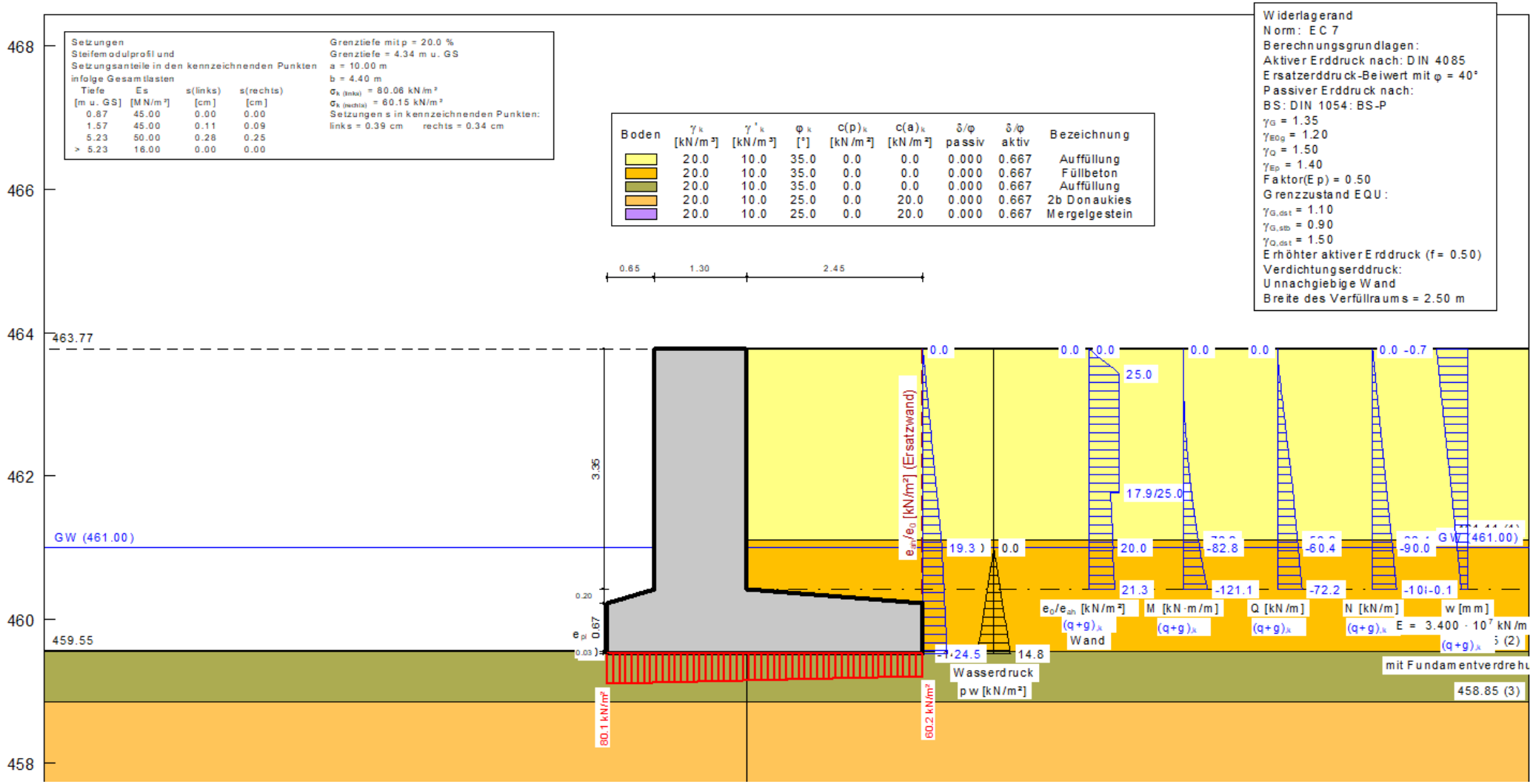
Bodenkennwerte

Anzahl Böden ändern | Gängige Böden | GGU-CONNECT

	Bezeichnung	UK	gam	gam'	phi	c(a)	c(p)	d(a)/phi	d(p)/phi	k [m/s]	k [m/s]	Es
		[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	links	rechts	[MN/m²]
1	Auffüllung	461.11	20.0	10.0	35.0	0.0	0.0	0.667	0.000	1.00E-4	1.00E-4	45.0
2	Füllbeton	459.55	20.0	10.0	35.0	0.0	0.0	0.667	0.000	1.00E-4	1.00E-4	45.0
3	Auffüllung	458.85	20.0	10.0	35.0	20.0	0.0	0.667	0.000	1.00E-4	1.00E-4	45.0
4	2b Donaukies	455.19	20.0	10.0	25.0	20.0	0.0	0.667	0.000	1.00E-4	1.00E-4	50.0
5	Mergelgestein	452.10	20.0	10.0	25.0	20.0	0.0	0.667	0.000	1.00E-4	1.00E-4	16.0

OK | Abbruch | Sortieren | Laden | Speichern

Baumaßnahme:	Erneuerung EÜ Bensheim	**Bauwerksnummer (ASB):**	
Bauherr:	DB InfraGO AG		
Aufsteller:	Konstruktionsgruppe Bauen AG | Balanstraße 73 | 81541 München	**Datum:**	02.06.2026



Bauteil:	Überbau	**Seite:** 6-48 a	
Kapitel / Vorgang:	6 Geotechnische Nachweise (äußere Tragsicherheit) 6.2 Berechnungsgrundlagen	**Archiv Nr.:**	

6.1 Nachweise der Gründung

Einwirkungen

Die geotechnischen Nachweise werden mithilfe der Software GGU geführt. Es werden im Modell Lasten pro 1 m Wand angegeben.

Lasten aus dem Überbau:

Ständige Einwirkung:
Summe ständiger Lasten aus dem Überbau (s. 3.1.2) wird gleichmäßig auf die Widerlagerwand verteilt:

702 kN/13,45 m = 53 kN/m

Diese Lastverteilung kann durch die FEM-Modellierung bestätigt werden, s. Programmausdruck, Schnittgrößen im Fundament, LF 101: EG Überbau)

Veränderliche Einwirkung aus Verkehr
Es wird eine Lastausbreitung in der Widerlagerwand von 2:1 unter der Lagersockel angenommen. Aufgrund der Abstände zwischen den Lagern wird unter dieser Lastausbreitung keine Überlappung der Lasten aus zwei Lagerpunkten berücksichtigt. Für die Bemessung in GGU wurde das am höchsten belastete Lager ausgewählt – die allseits beweglichen Lager in der Lastgruppe 12 weisen die höchste vertikale Belastung infolge Eisenbahnverkehres auf.
Für die Bemessung in GGU wird das am höchsten und am niedrigsten belastetet Lager ausgewählt

$Q_{k,max}$ = 585,00 kN allseits bewegliche Lager Lastgruppe 12
$Q_{k,max}$ = 259,00 kN querfeste Lager Lastgruppe 16

Für die Lastausbreitung wurde die Breite des Lagersockel auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt.
Länge der Lastausbreitung:
L=2*3,4 m/2 m=3,4 m
585 kN/3,4 m =172 kN/m
259 kN/3,4 m = 76,18 kN/m
40 kN/3,4 m = 12,00 kN/m (Rückstellkräfte Lager)

Für sämtliche geotechnischen Nachweise und die Setzungsberechnung werden 100% der Verkehrslasten angesetzt.

Linienlasten auf Hinterfüllung:

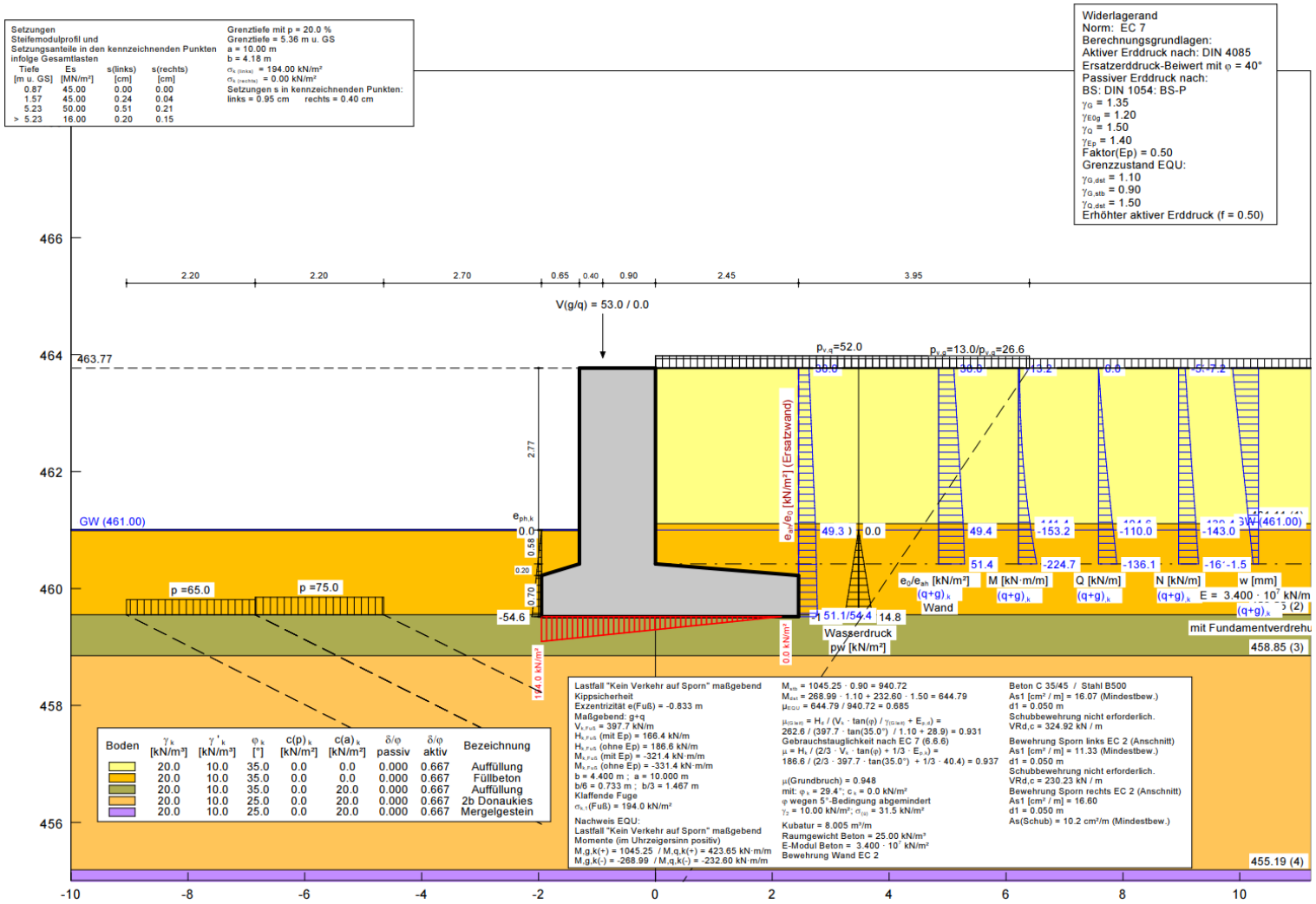
Eigengewicht Oberbau 13 kN/m^2 * 1m = 13 kN/m

Verkehrlasten

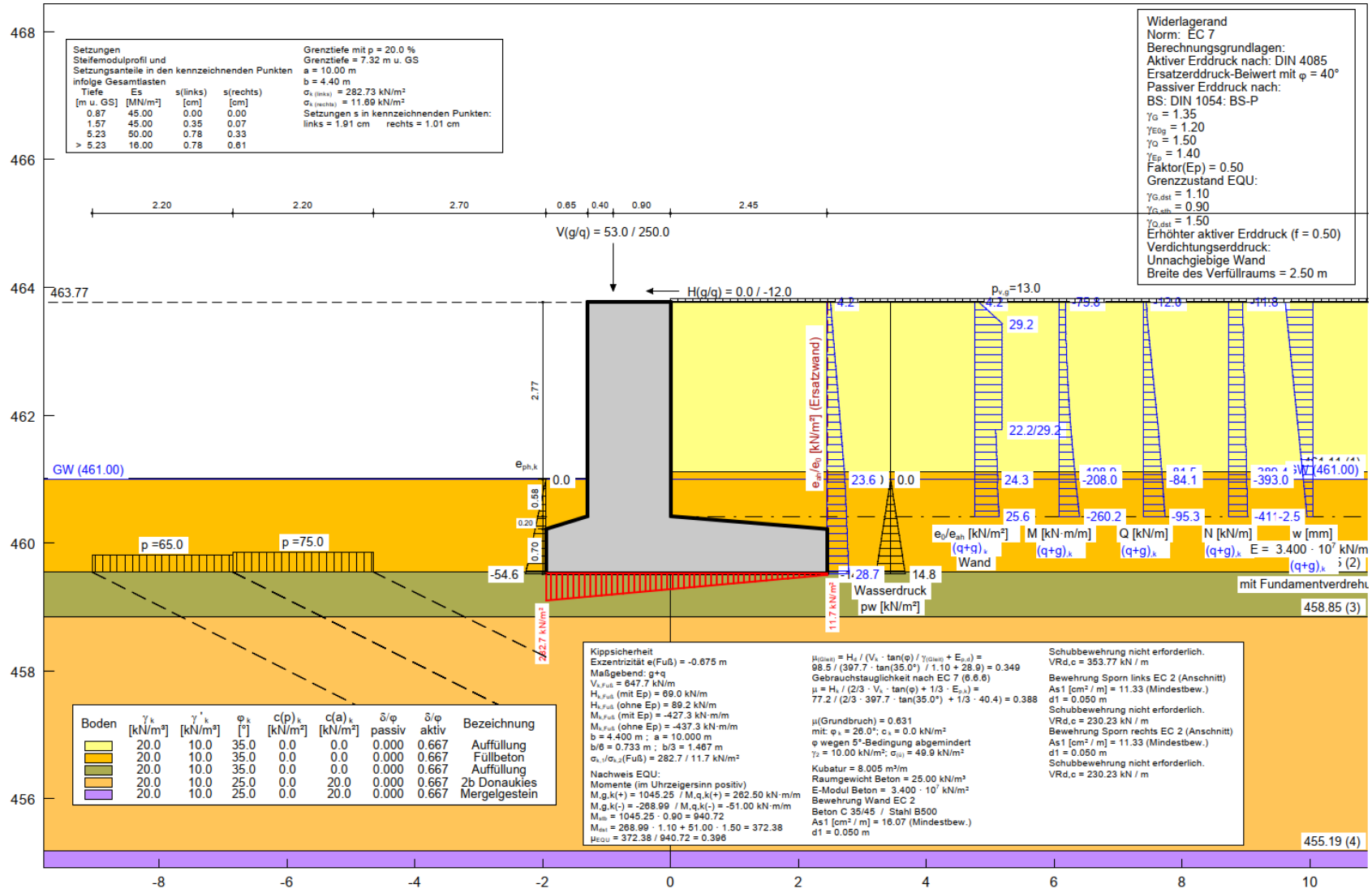
Linienlast (80kN/m / 3 m) *1,0 = 26,6 kN/m²

LOK-Last 1000kN/(6,4 m*3 m) 1,0 = 52kN/m²

Nachweise

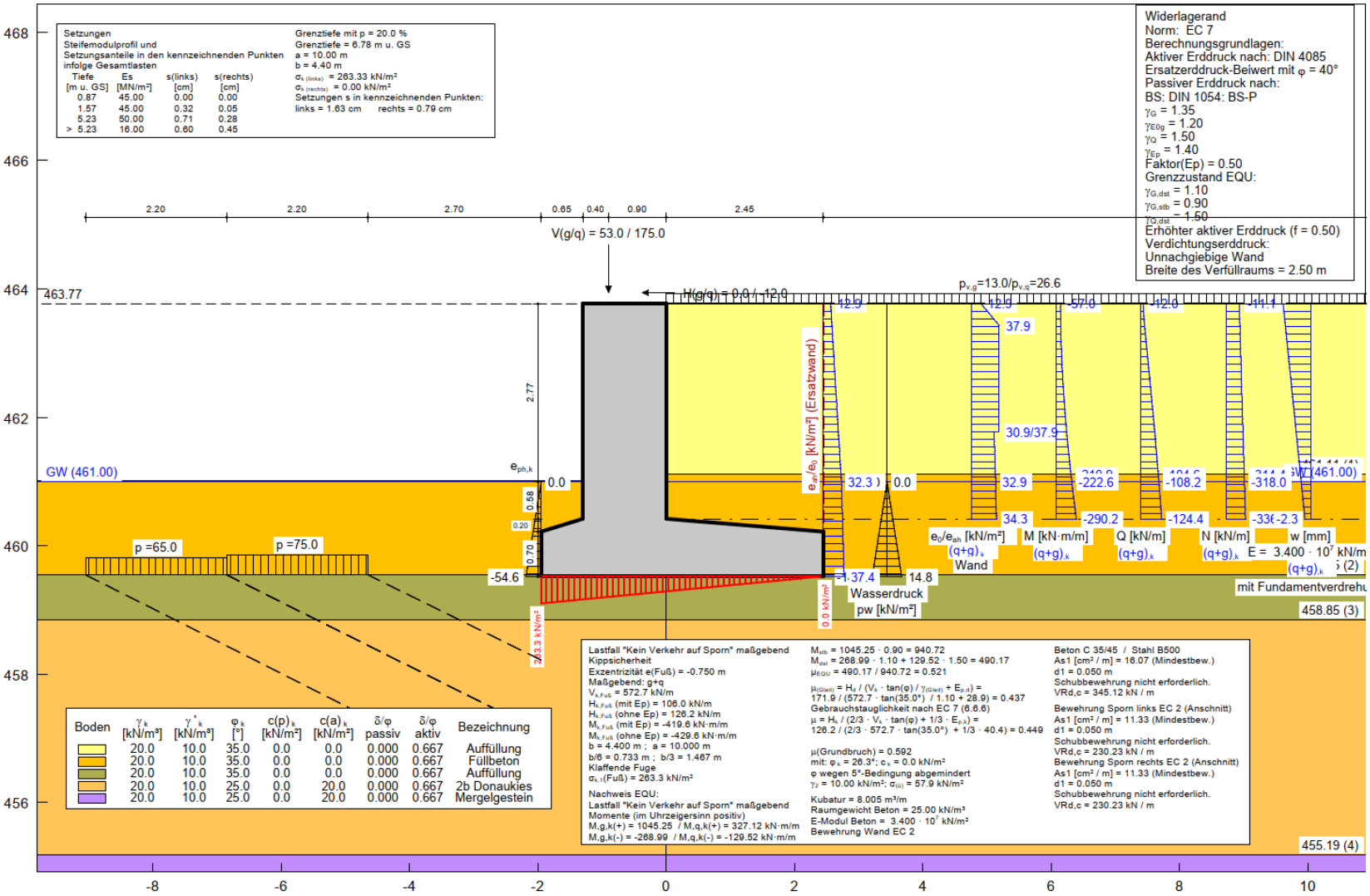

Setzungen
Steifemodulprofil und
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
infolge Gesamtlasten
Tiefe [m u. GS] | Es [MN/m²] | s(links) [cm] | s(rechts) [cm]
0.87 45.00 0.00 0.00
1.57 45.00 0.24 0.04
5.23 50.00 0.51 0.21
> 5.23 16.00 0.20 0.15
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe = 5.36 m u. GS
a = 10.00 m
b = 4.18 m
σk (links) = 194.00 kN/m²
σk (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen s in kennzeichnenden Punkten:
links = 0.95 cm rechts = 0.40 cm
Widerlagerand
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40°
Passiver Erddruck nach:
BS: DIN 1054: BS-P
γG = 1.35
γEOg = 1.20
γQ = 1.50
γEp = 1.40
Faktor(Ep) = 0.50
Grenzzustand EQU:
γG,dst = 1.10
γG,stb = 0.90
γQ,dst = 1.50
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.50)
466
464
462
460
458
456
463.77
2.20
2.20
2.70
0.65
0.40
0.90
2.45
3.95
V(g/q) = 53.0 / 0.0
pv,k=52.0
pv,k=13.0/pv,k=26.6
2.77
GW (461.00)
ep,h,k
0.0
0.58
0.20
0.70
p =65.0
p =75.0
-54.6
194.0 kN/m²
eah/eo [kN/m²] (Ersatzwand)
49.3
0.0
49.4
-153.2
-110.0
-143.0
51.4
-224.7
-136.1
-16.1
eo/eah [kN/m²]
M [kN·m/m]
Q [kN/m]
N [kN/m]
w [mm]
(q+g)k
Wand
E = 3.400 · 10⁷ kN/m
51.1/54.4
14.8
Wasserdruck
pw [kN/m²]
0.0 kN/m²
mit Fundamentverdrehu
458.85 (3)
455.19 (4)
Boden | γk [kN/m³] | γ'k [kN/m³] | φk [°] | c(p)k [kN/m²] | c(a)k [kN/m²] | δ/φ passiv | δ/φ aktiv | Bezeichnung
20.0 10.0 35.0 0.0 0.0 0.000 0.667 Auffüllung
20.0 10.0 35.0 0.0 0.0 0.000 0.667 Füllbeton
20.0 10.0 35.0 0.0 20.0 0.000 0.667 Auffüllung
20.0 10.0 25.0 0.0 20.0 0.000 0.667 2b Donaukies
20.0 10.0 25.0 0.0 20.0 0.000 0.667 Mergelgestein
Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn" maßgebend
Kippsicherheit
Exzentrizität e(Fuß) = -0.833 m
Maßgebend: g+q
Vk,Fuß = 397.7 kN/m
Hk,Fuß (mit Ep) = 166.4 kN/m
Hk,Fuß (ohne Ep) = 186.6 kN/m
Mk,Fuß (mit Ep) = -321.4 kN·m/m
Mk,Fuß (ohne Ep) = -331.4 kN·m/m
b = 4.400 m ; a = 10.000 m
b/6 = 0.733 m ; b/3 = 1.467 m
Klaffende Fuge
σk,1(Fuß) = 194.0 kN/m²
Nachweis EQU:
Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn" maßgebend
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
M,g,k(+) = 1045.25 / M,q,k(+) = 423.65 kN·m/m
M,g,k(-) = -268.99 / M,q,k(-) = -232.60 kN·m/m
Mstb = 1045.25 · 0.90 = 940.72
Mdst = 268.99 · 1.10 + 232.60 · 1.50 = 644.79
μEQU = 644.79 / 940.72 = 0.685
μ(Gleit) = Hd / (Vk · tan(φ) / γ(Gleit) + Ep,d) =
262.6 / (397.7 · tan(35.0°) / 1.10 + 28.9) = 0.931
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
μ = Hk / (2/3 · Vk · tan(φ) + 1/3 · Ep,k) =
186.6 / (2/3 · 397.7 · tan(35.0°) + 1/3 · 40.4) = 0.937
μ(Grundbruch) = 0.948
mit: φk = 29.4°; ck = 0.0 kN/m²
φ wegen 5°-Bedingung abgemindert
γd = 10.00 kN/m²; σGrd = 31.5 kN/m²
Kubatur = 8.005 m³/m
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³
E-Modul Beton = 3.400 · 10⁷ kN/m²
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
As1 [cm² / m] = 16.07 (Mindestbew.)
d1 = 0.050 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 324.92 kN / m
Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm² / m] = 11.33 (Mindestbew.)
d1 = 0.050 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 230.23 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm² / m] = 16.60
d1 = 0.050 m
As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10

Baumaßnahme:	Erneuerung EÜ Bensheim	**Bauwerksnummer (ASB):**	
Bauherr:	DB InfraGO AG		
Aufsteller:	Konstruktionsgruppe Bauen AG | Balanstraße 73 | 81541 München	**Datum:**	02.06.2026



Bauteil:	Überbau	**Seite:** 6-51 a	
Kapitel / Vorgang:	6 Geotechnische Nachweise (äußere Tragsicherheit) 6.1 Nachweise der Gründung	**Archiv Nr.:**	

Baumaßnahme:	Erneuerung EÜ Bensheim	**Bauwerksnummer (ASB):**	
Bauherr:	DB InfraGO AG		
Aufsteller:	Konstruktionsgruppe Bauen AG | Balanstraße 73 | 81541 München	**Datum:**	02.06.2026



Bauteil:	Überbau	**Seite:** 6-52 a	
Kapitel / Vorgang:	6 Geotechnische Nachweise (äußere Tragsicherheit) 6.1 Nachweise der Gründung	**Archiv Nr.:**	

zulässige Sohldruckspannungen

Auszug aus Bodengutachten vom 23.01.2023 (Seite 37)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] b bzw. b‘					
[m]	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	185	245	285	325	360	390
1,0	210	350	400	430	470	490
1,5	415	455	500	540	540	490

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente in Schicht 2b unter Berücksichtigung von Grundwasser

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 3.2-1. Es wurde von einem Horizontallastanteil H/V ≤ 0,2 und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen.

max. Sohldruckspannung: **267 kN/m²**

zul. Sohldruckspannung: **490 kN/m²**

Ausnutzung: **267 / 490 = 0,544**

SCHLUSSBLATT

Seiten: Deckblatt
1-1 bis 6-53
Schlussblatt

Aufgestellt: 02.06.2026

Konstruktionsgruppe Bauen AG
Balanstraße 73, Haus 10
81541 München

Sachbearbeiter:

Simon Gimpl

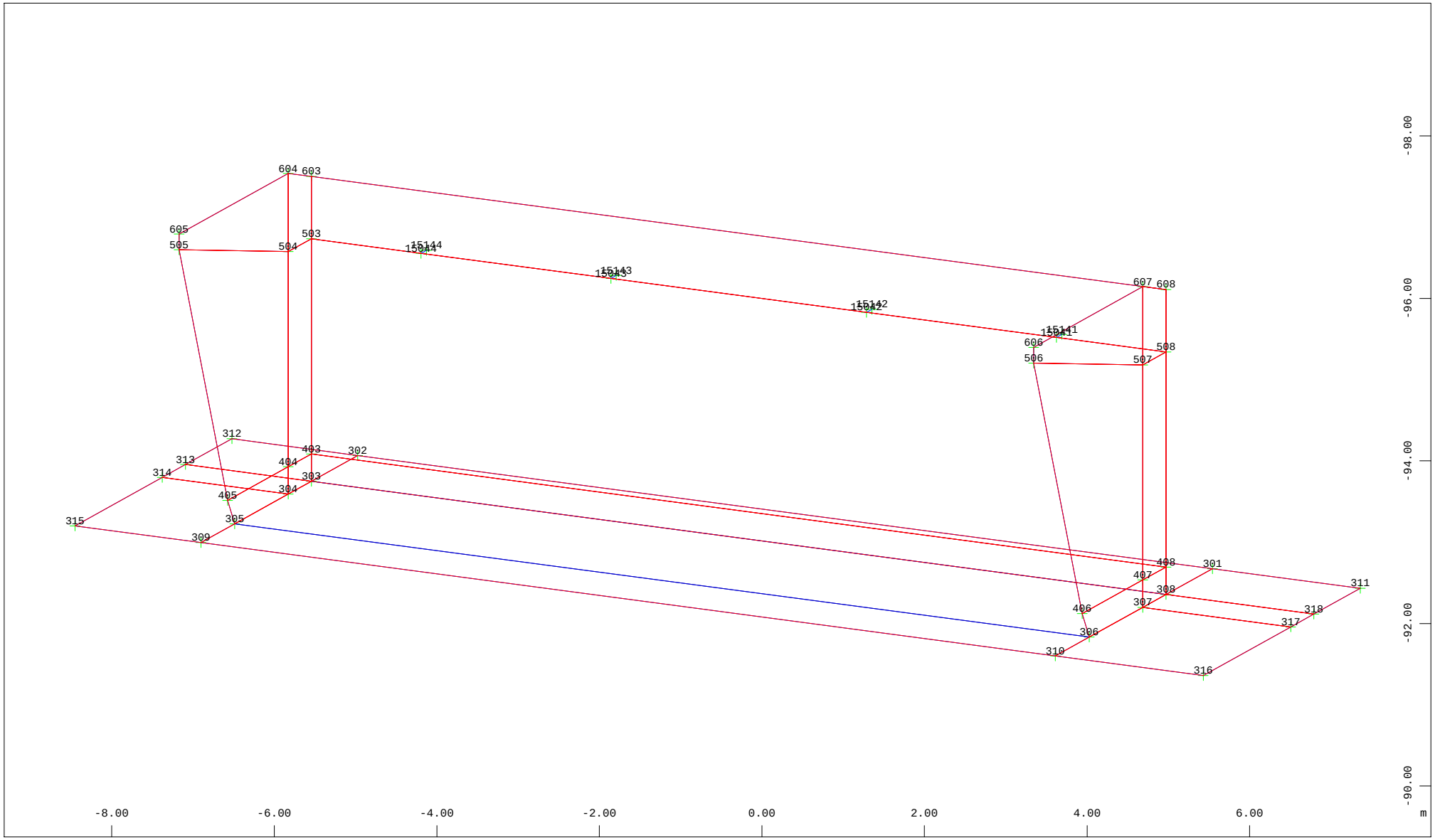
Simon Gimpl, M. Eng.

Projektleiter

Kathrin Obermayr, M. Eng.

ANLAGE 1

ANLAGE 2

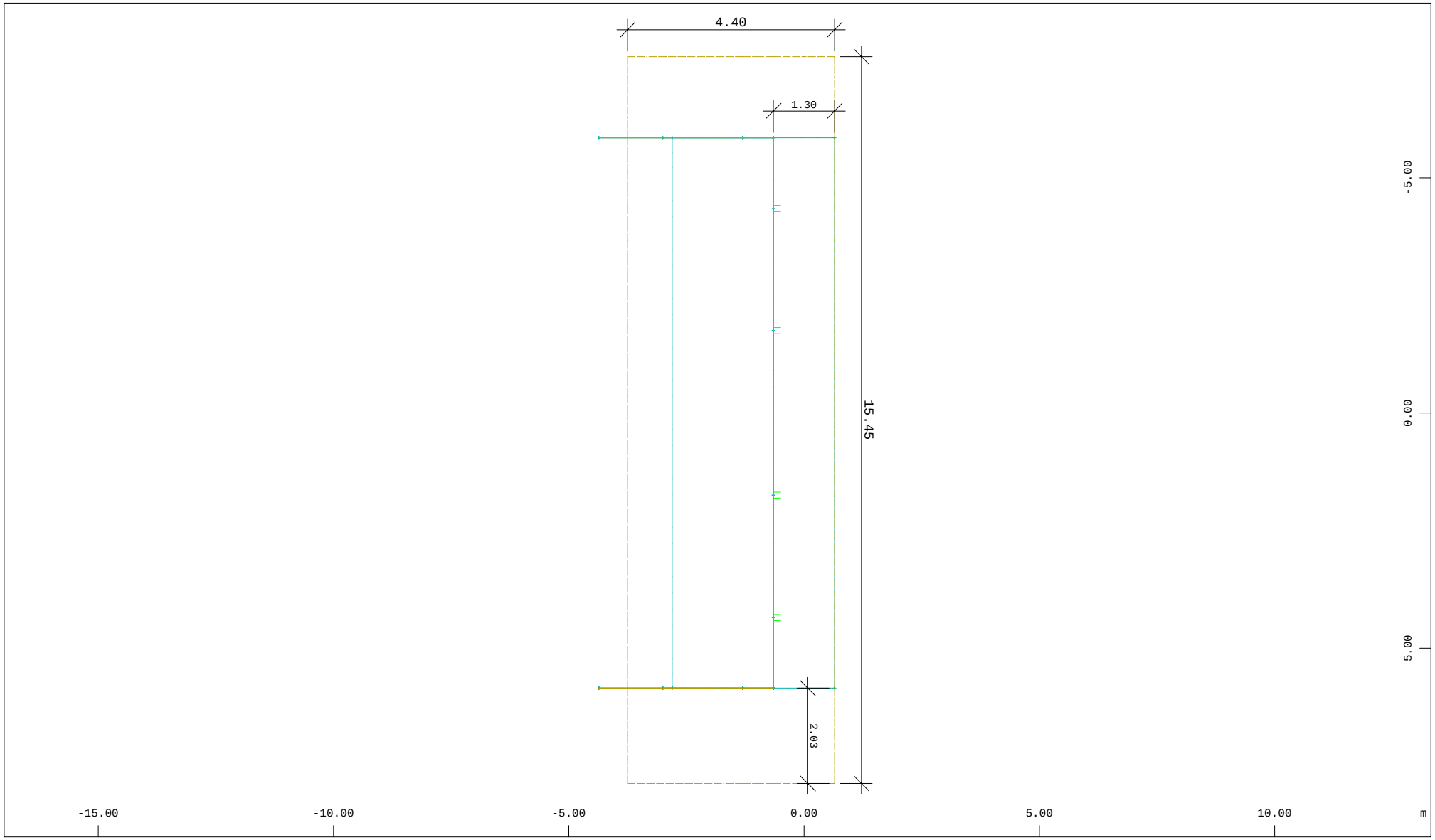


StrukturPunkte (Max=15144)

X Y Z

M 1 : 66

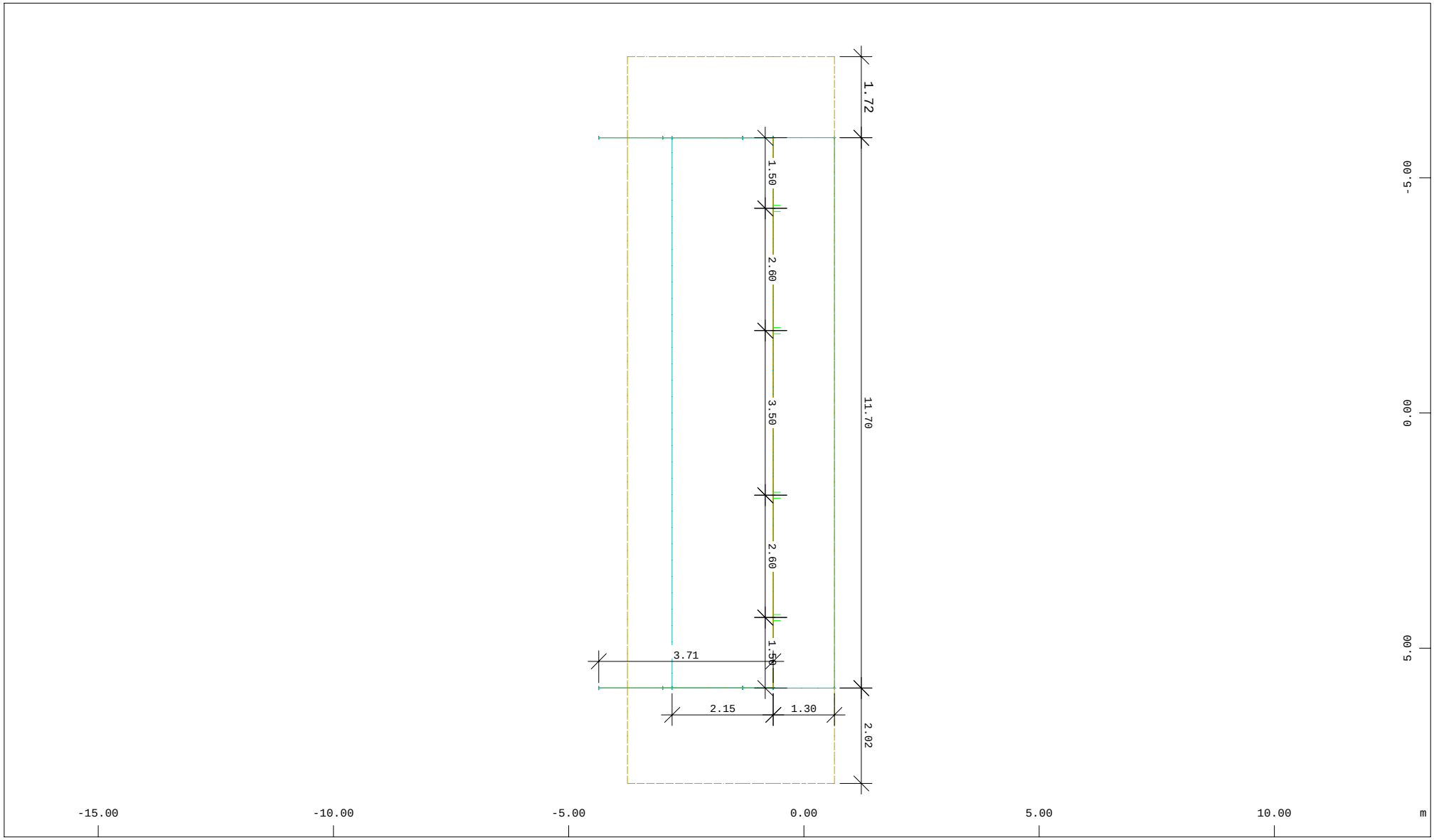
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Systemausschnitt Stabelemente,Flächenelemente,Randelemente
Kontur

Z X
Y

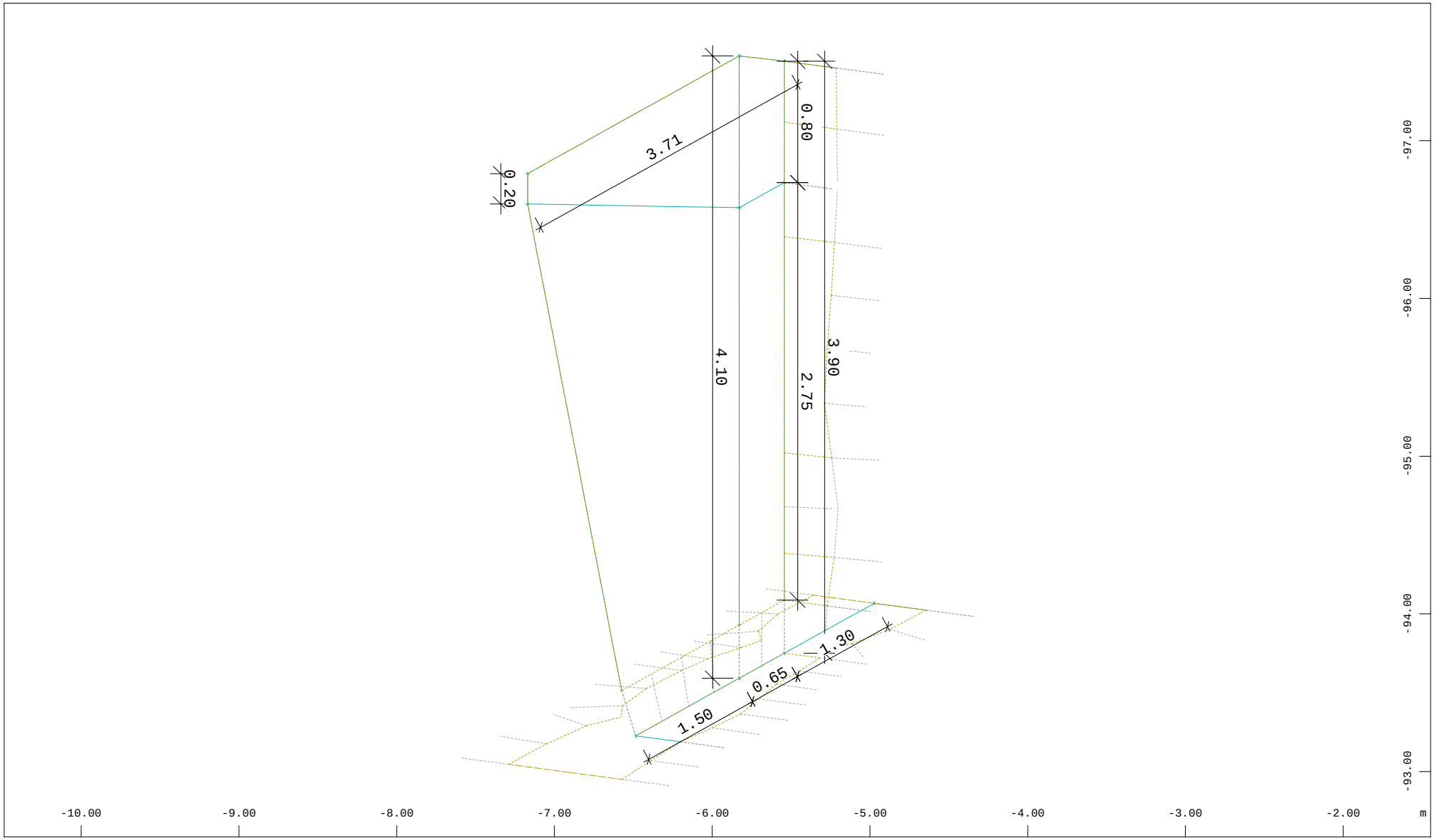
M 1 : 114



Systemausschnitt Stabelemente,Flächenelemente,Randelemente
Kontur

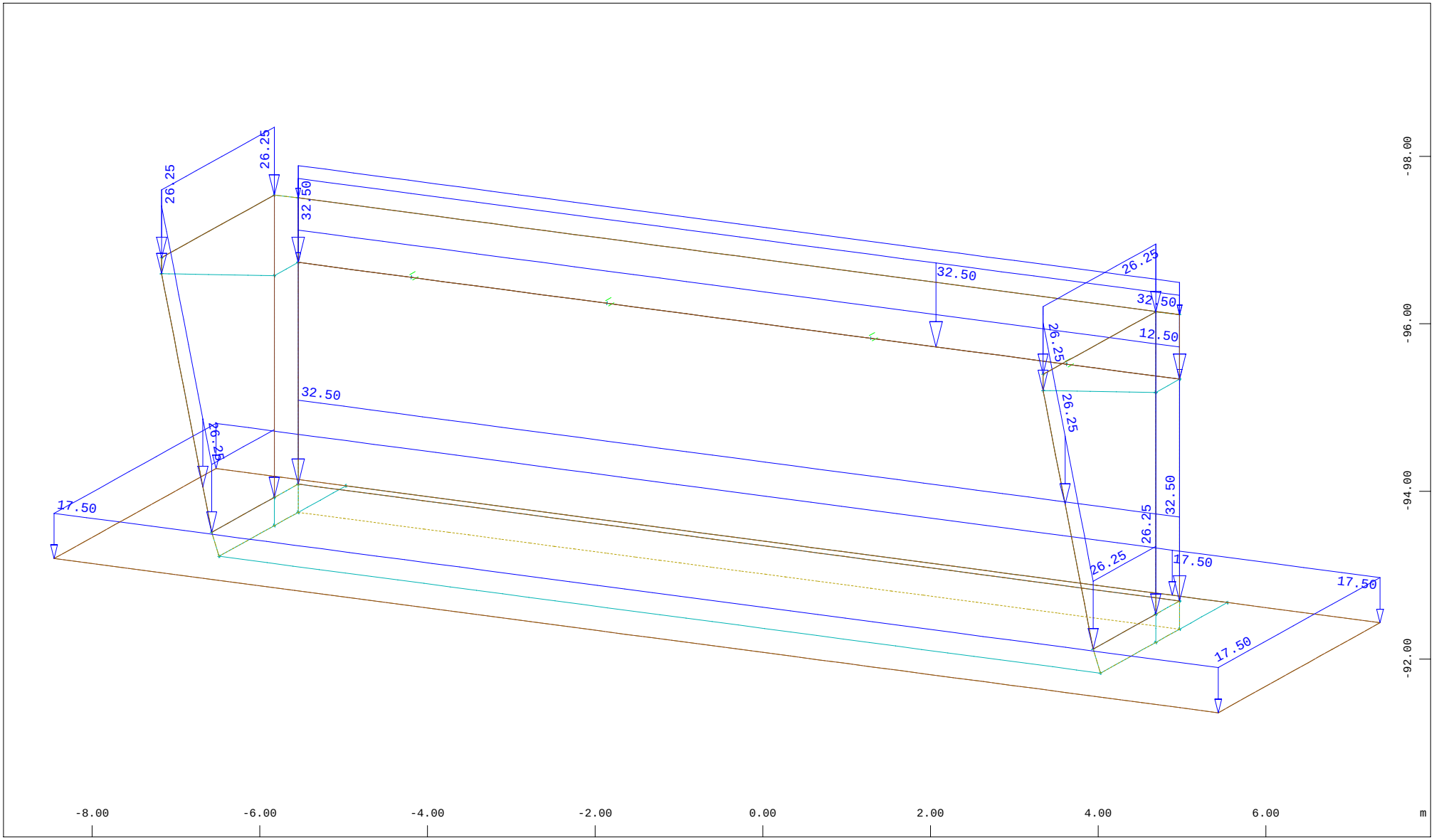
Z X
Y

M 1 : 114



Systemausschnitt Gruppe 20 30
Kontur

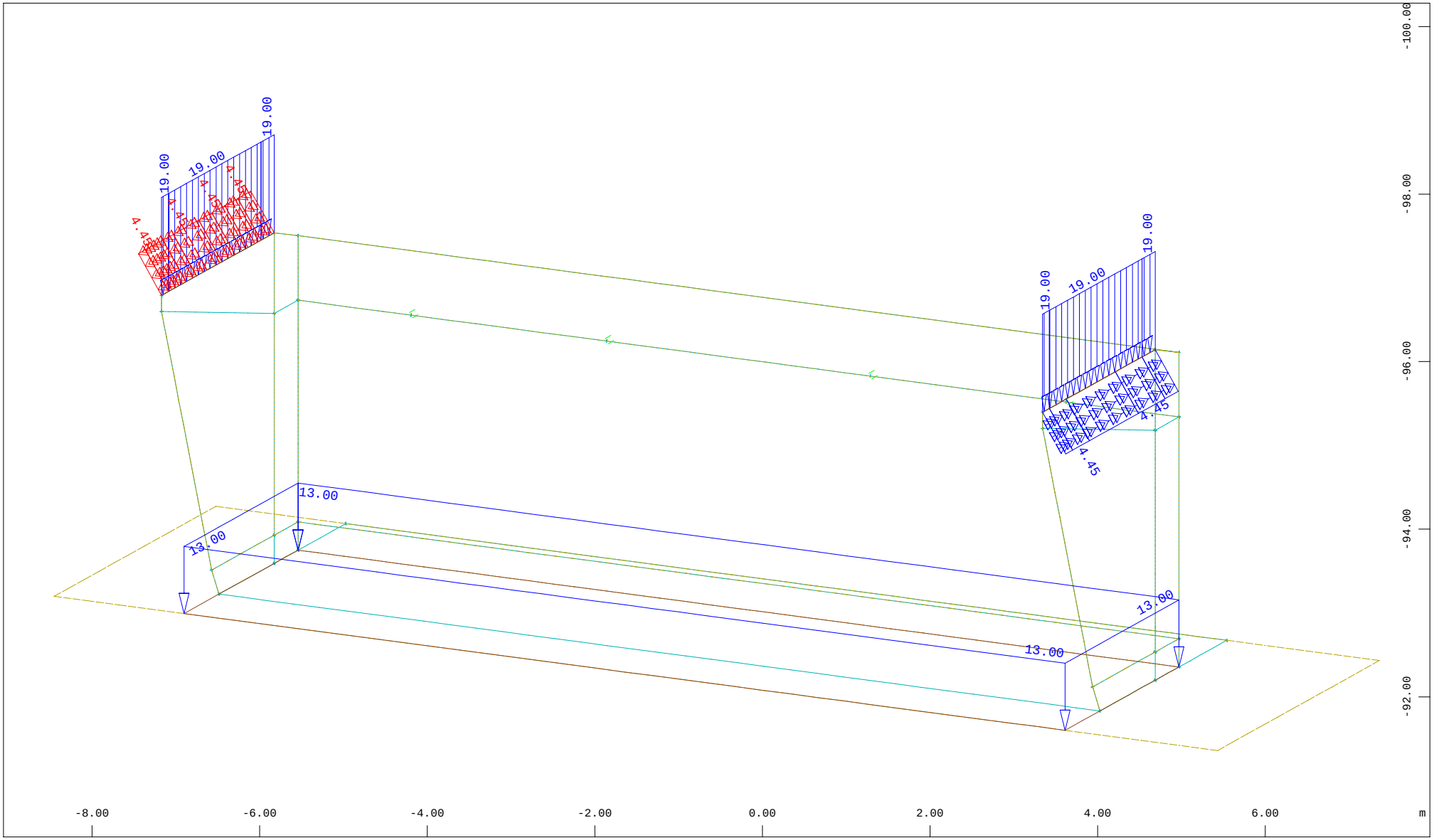
M 1 : 34
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 11 Eigengewicht , (1 cm im Raum = Unit) QUAD-Flächeneigengewicht in global Z im Element (Unit=20.00 kN/m2)
(Max=32.50)

X Y Z

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

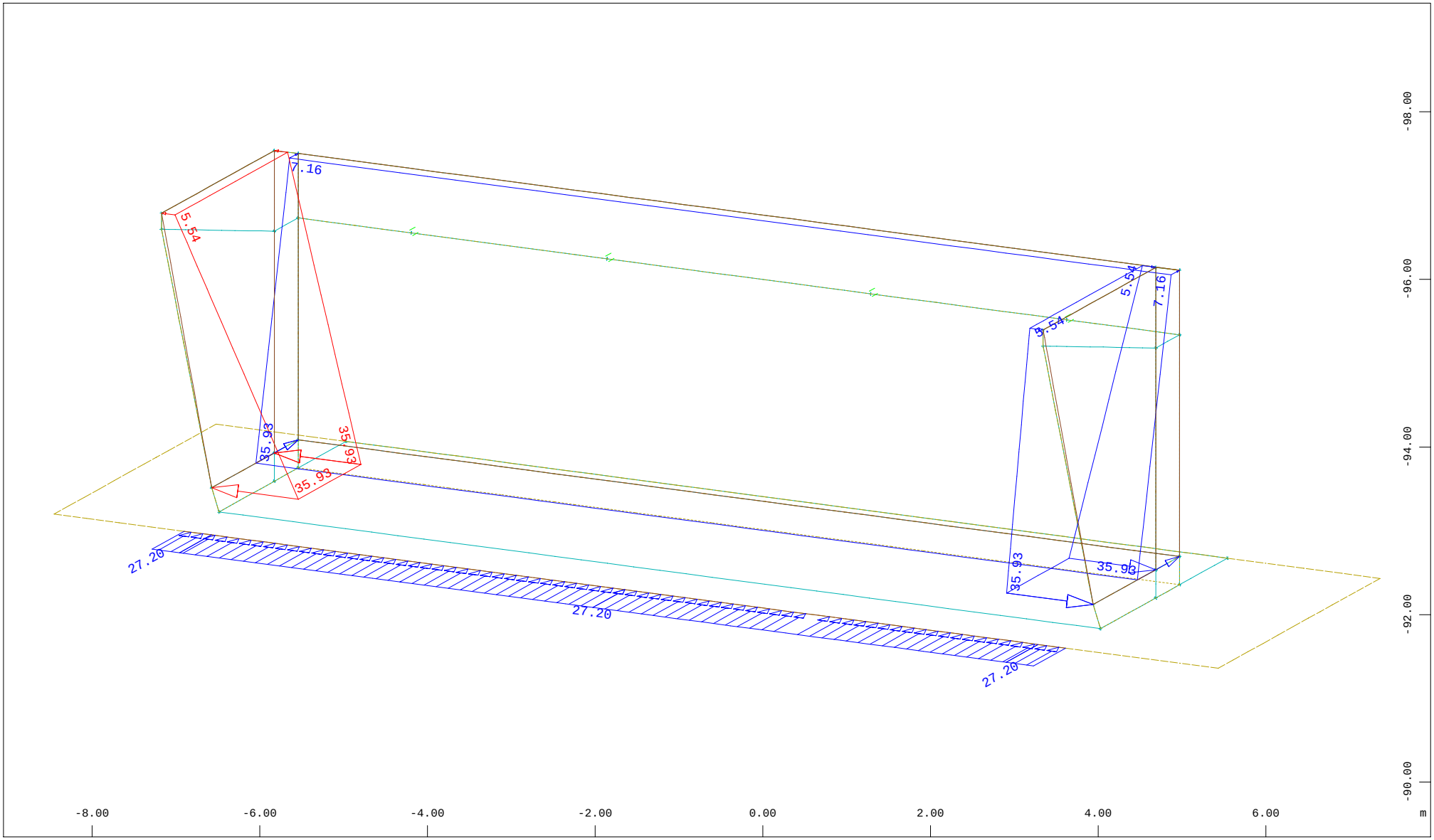


Alle Lasten, Lastfall 12 Ausbau , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Z (Unit=10.00 kN/m2,Max=13.00), Randlast (Kraft) in global Z (Unit=10.00 kN/m,Max=19.00), Randlast (Moment) um global X (Unit=5.00 kNm/m,Min=-4.45 Max=4.45)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

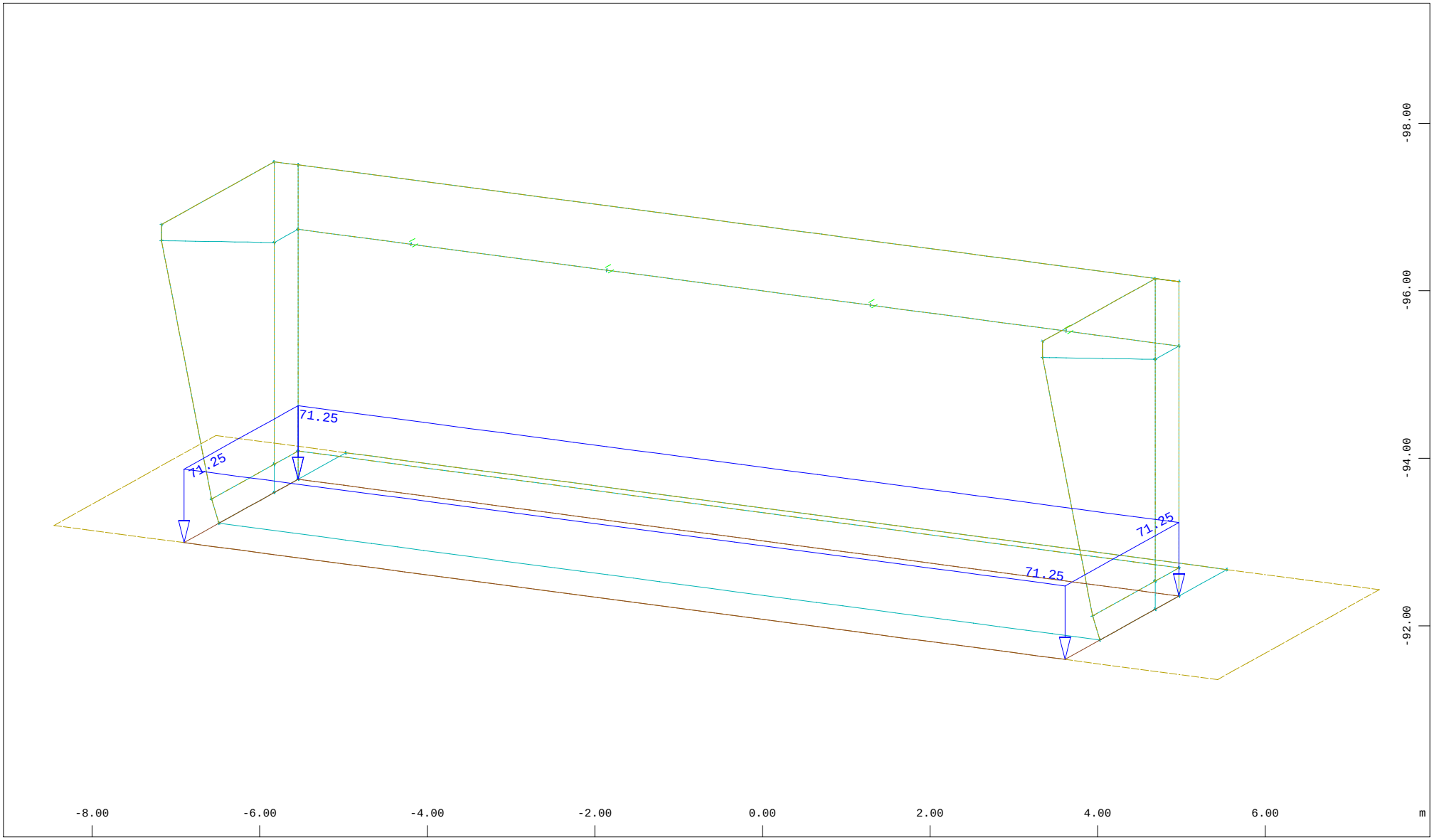


Alle Lasten, Lastfall 21 Erdruhedruck , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=20.00 kN/m2,Max=35.93), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=20.00 kN/m2,Min=-35.93 Max=35.93), Randlast (Kraft) in global X (Unit=20.00 kN/m,Max=27.20)

X Y Z

M 1 : 64

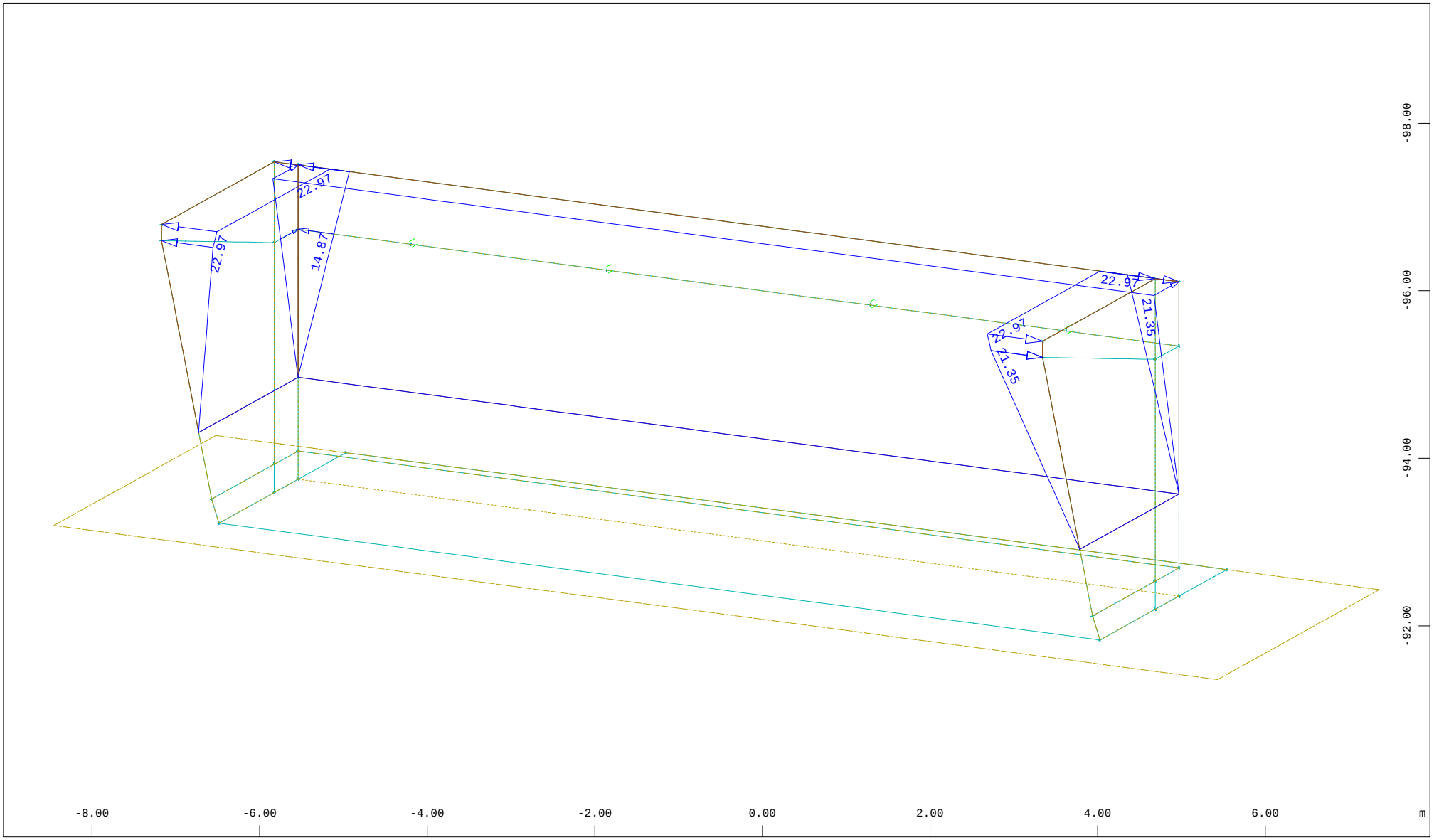
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 22 Bodeneigengewicht , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Z (Unit=50.00 kN/m2) (Max=71.25)

M 1 : 64

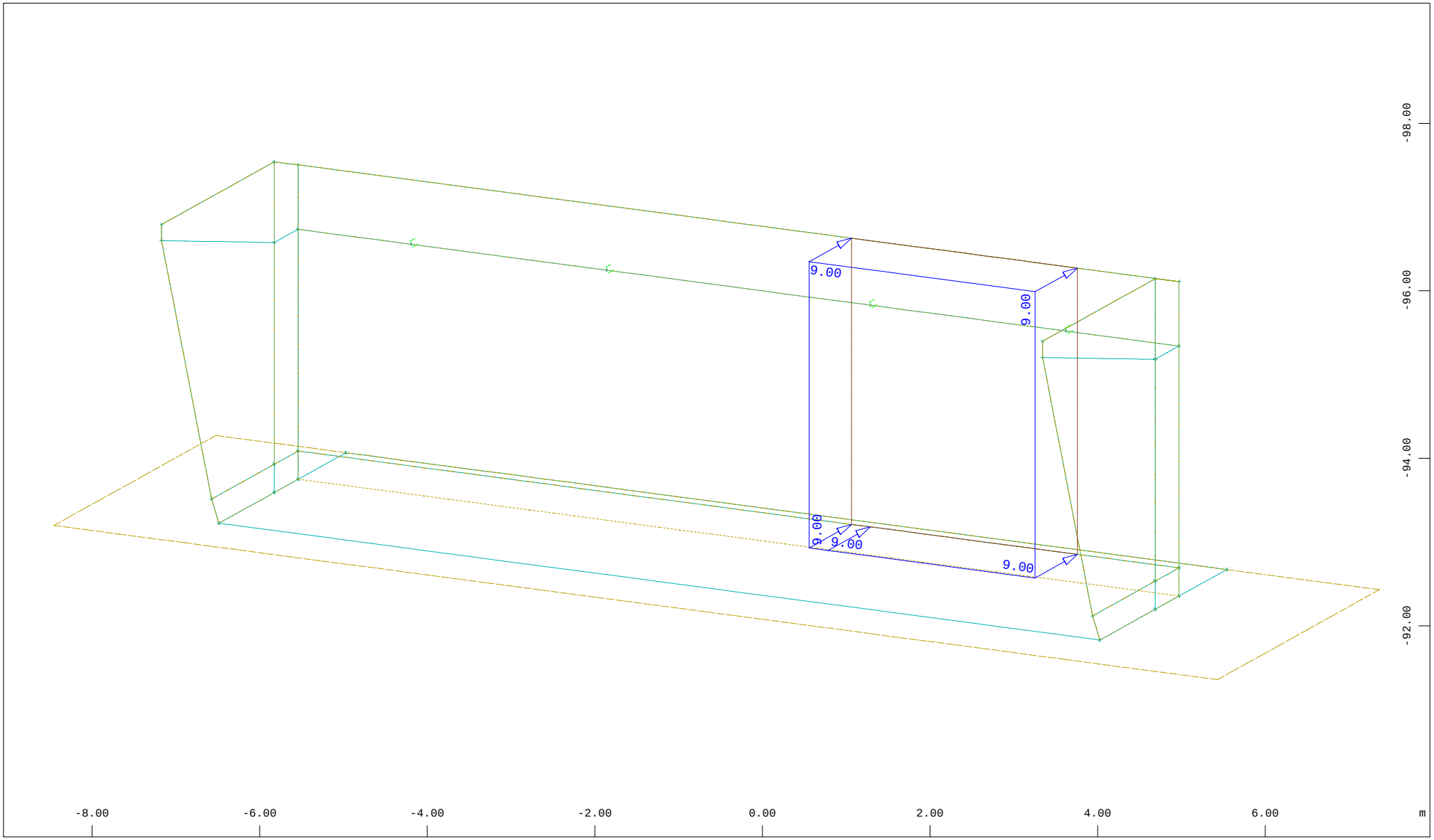
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 23 Verdichtungserddruck , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in lokal z (Unit=20.00 kN/m2) (Max=22.97) M 1 : 64

X Y Z

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

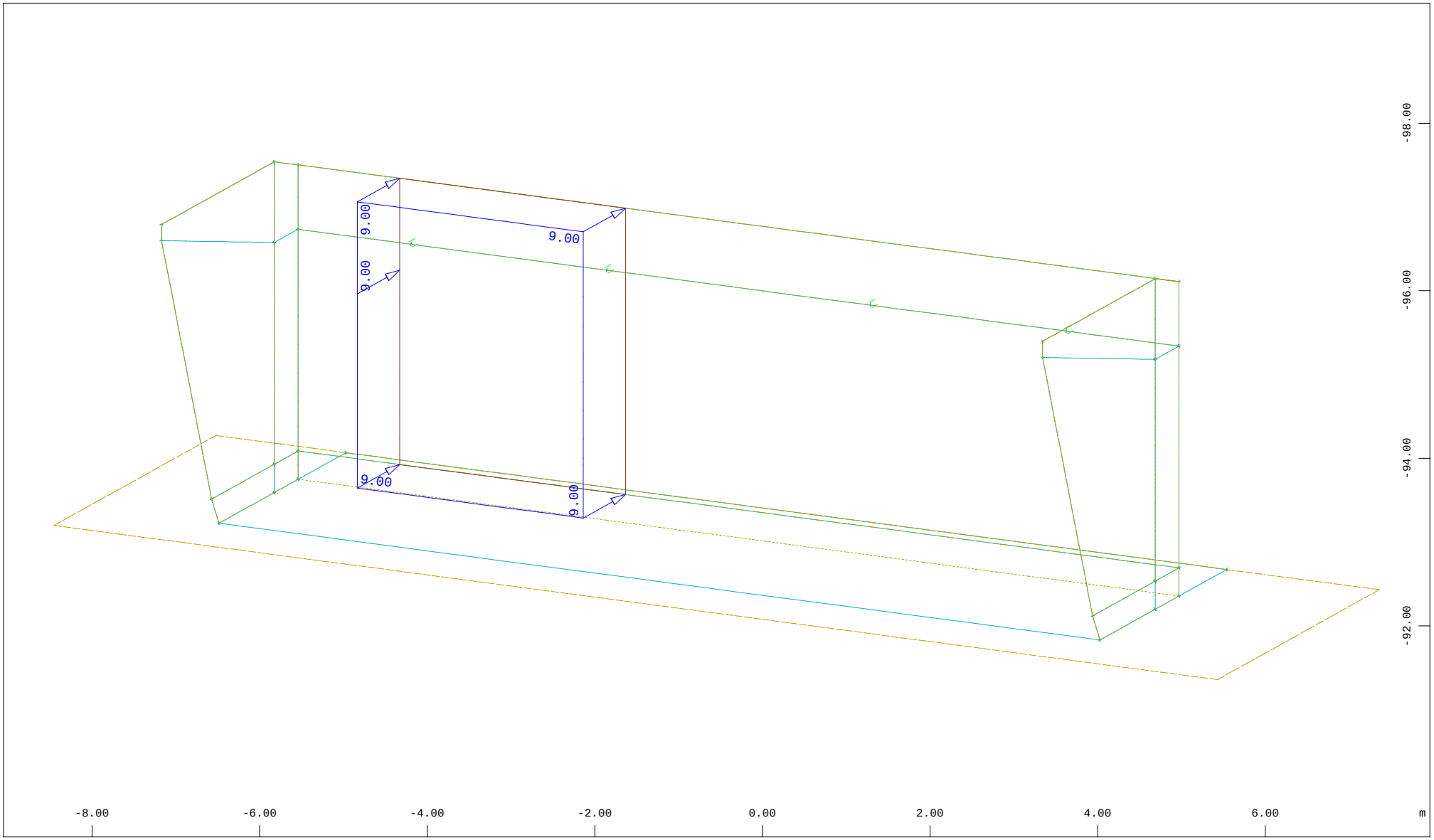


Alle Lasten, Lastfall 31 Erddruck 80kN/m G1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2) (Max=9.00)

X Y Z

M 1 : 64

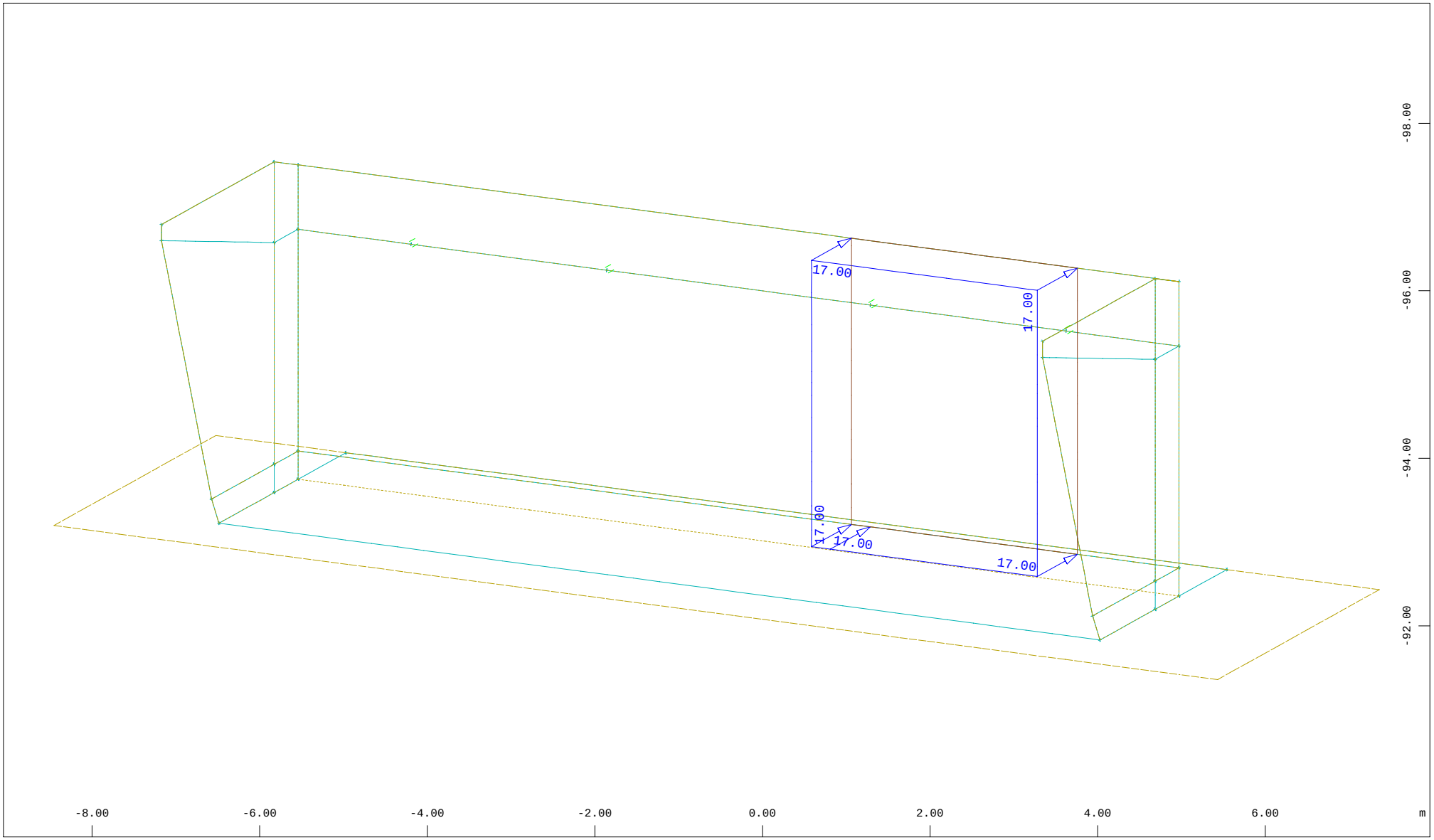
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 32 Erddruck 80kN/m G2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2) (Max=9.00)

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

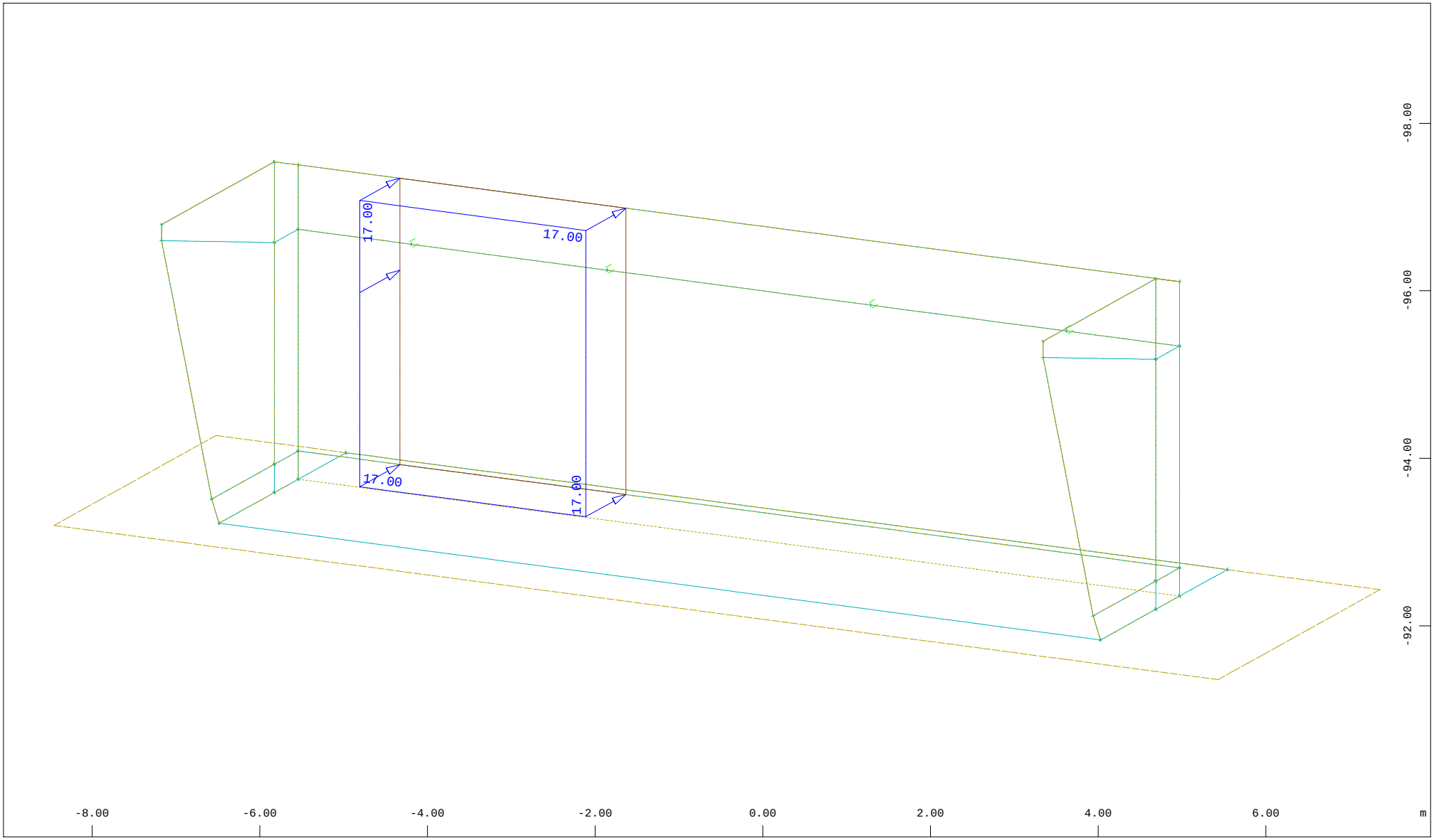


Alle Lasten, Lastfall 35 Erddruck Lok G1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2) (Max=17.00)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

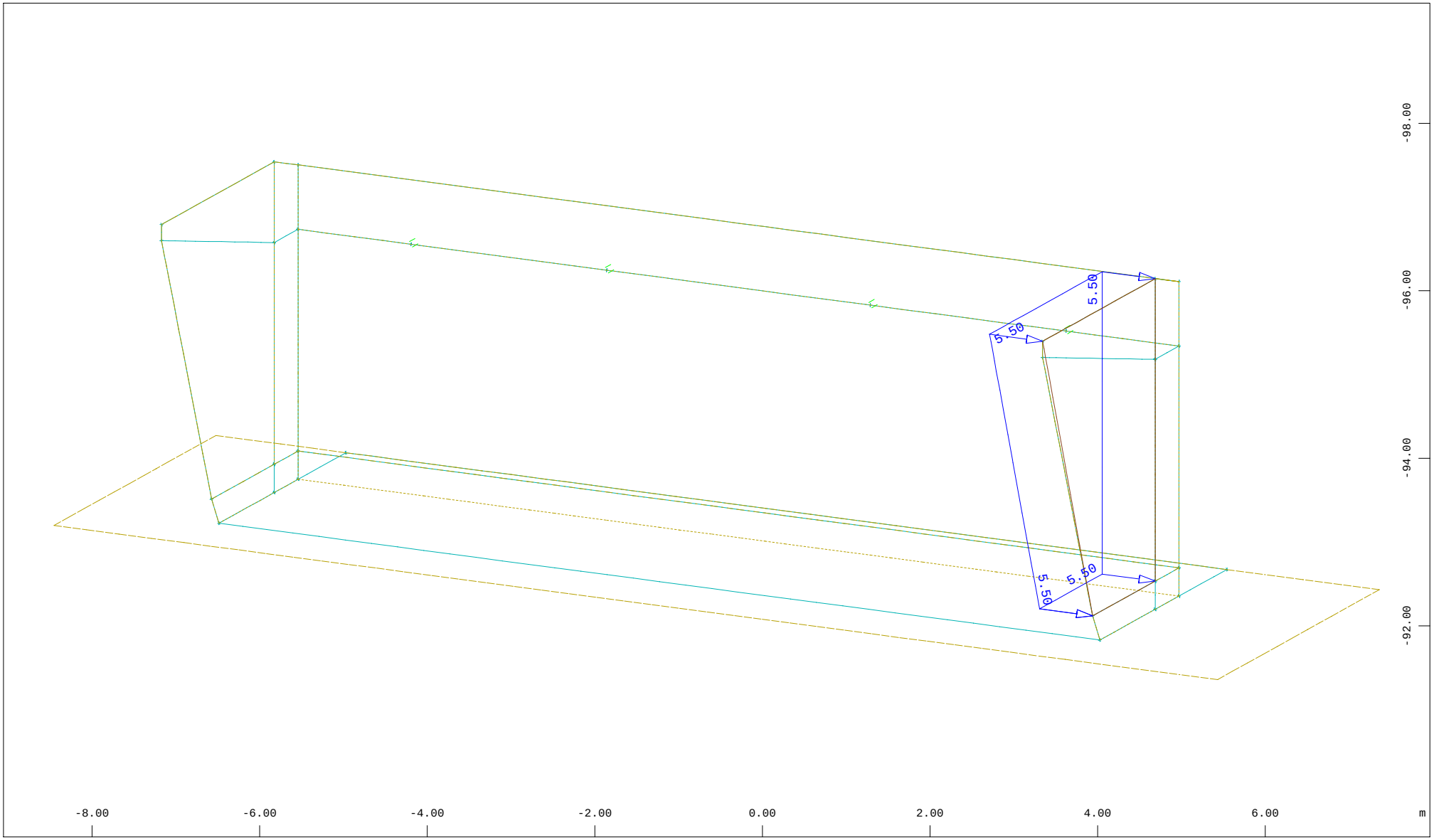


Alle Lasten, Lastfall 36 Erddruck Lok G2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2) (Max=17.00)

X Y Z

M 1 : 64

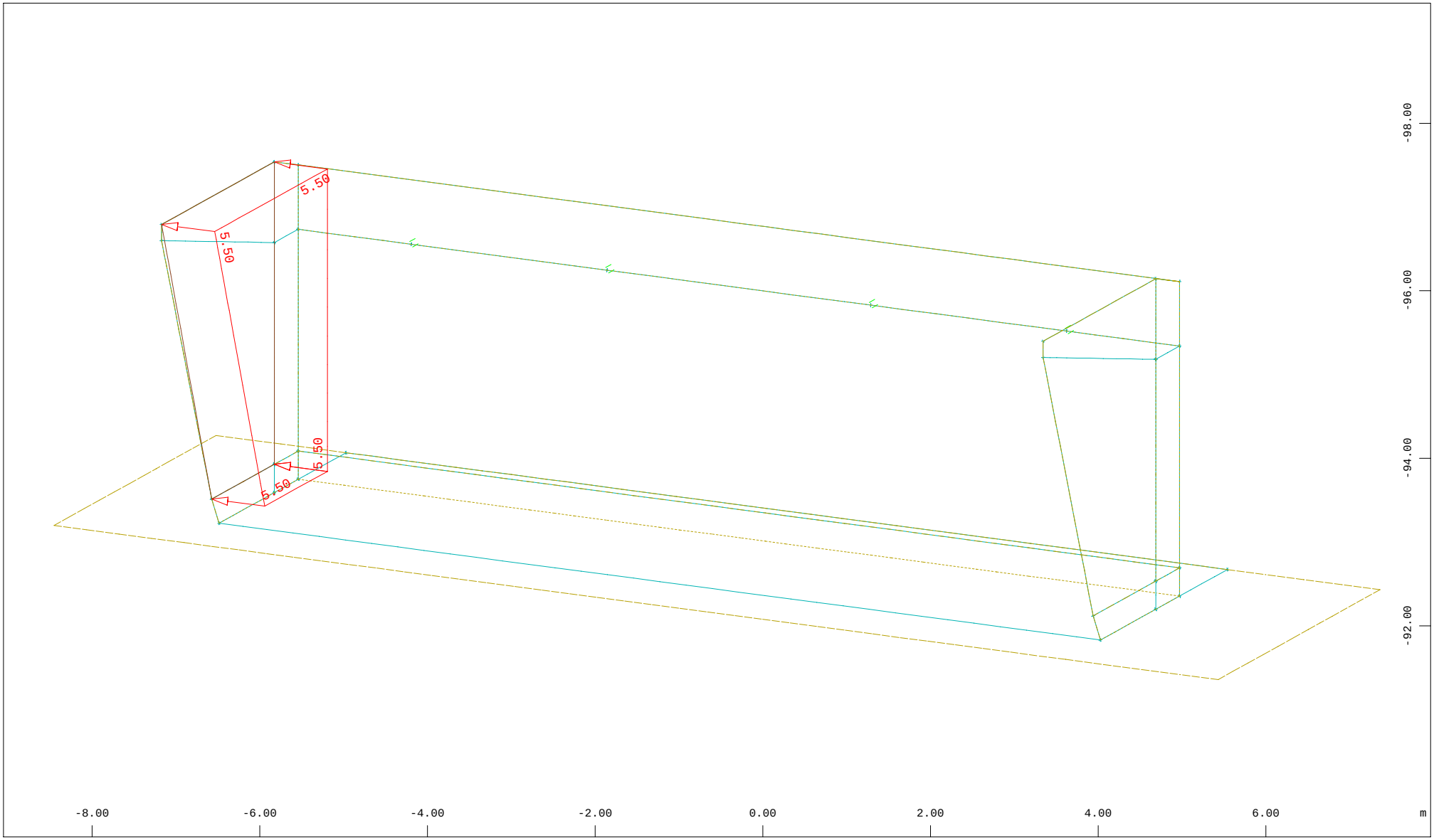
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 39 Erddruck 80kN/m Flügel 2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2 (Max=5.50)

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

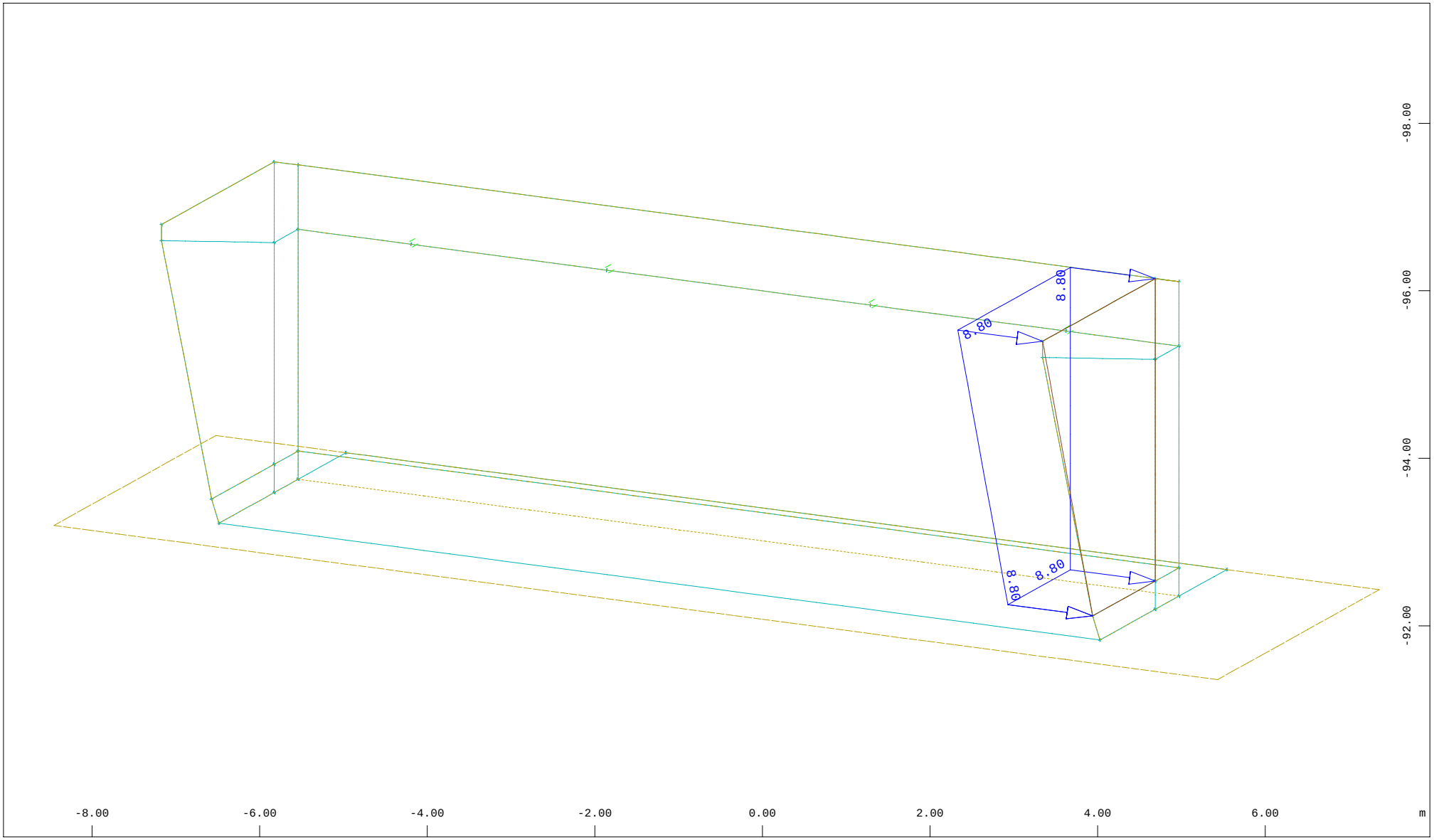


Alle Lasten, Lastfall 42 Erddruck 80kN/m Flügel 1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2
(Min=-5.50) (Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

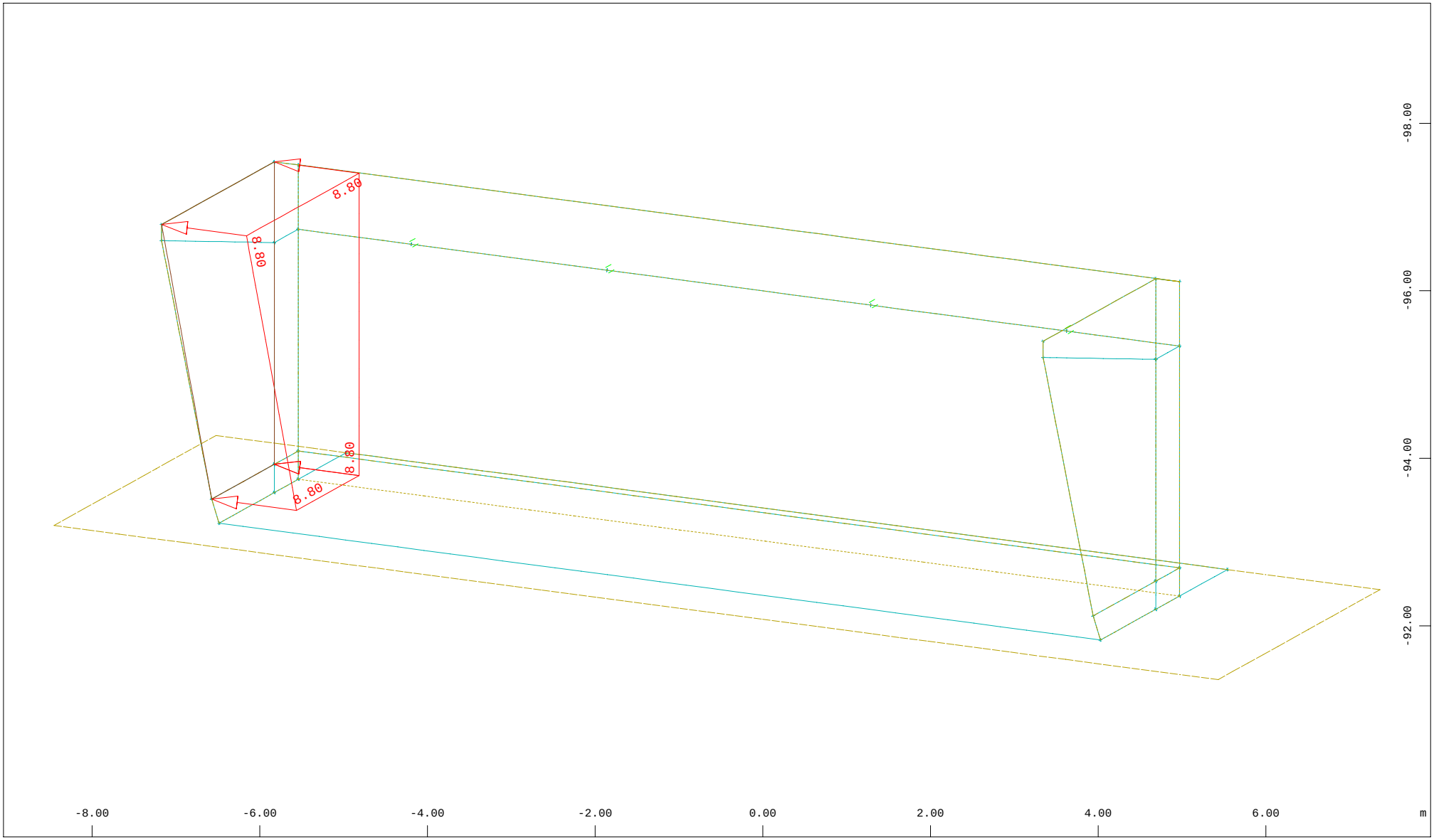
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 40 Erddruck Lok Flügel 2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2 (Max=8.80)

M 1 : 64

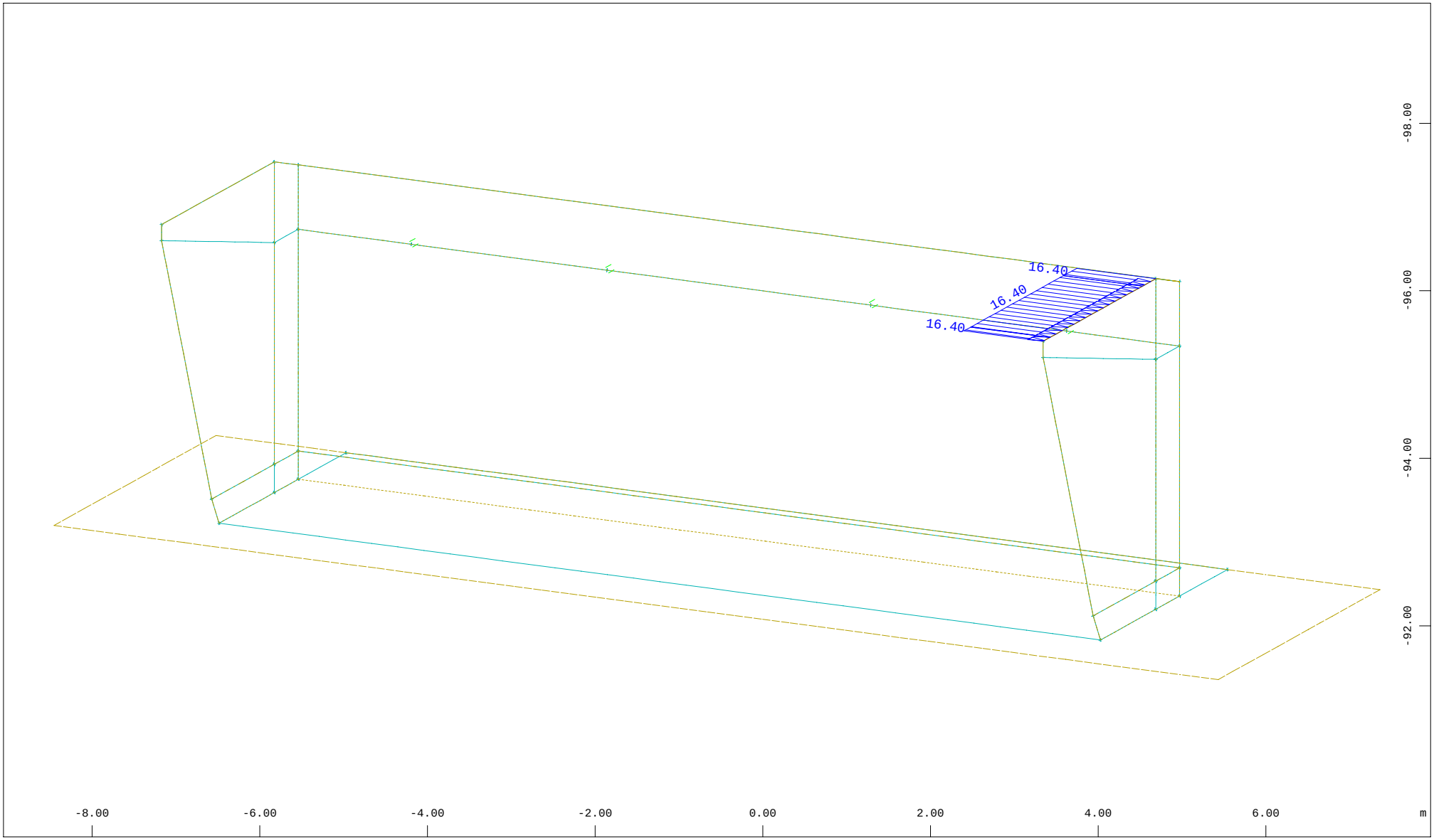
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 43 Erddruck Lok Flügel 1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2
(Min=-8.80) (Max=-8.80)

X Y Z

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

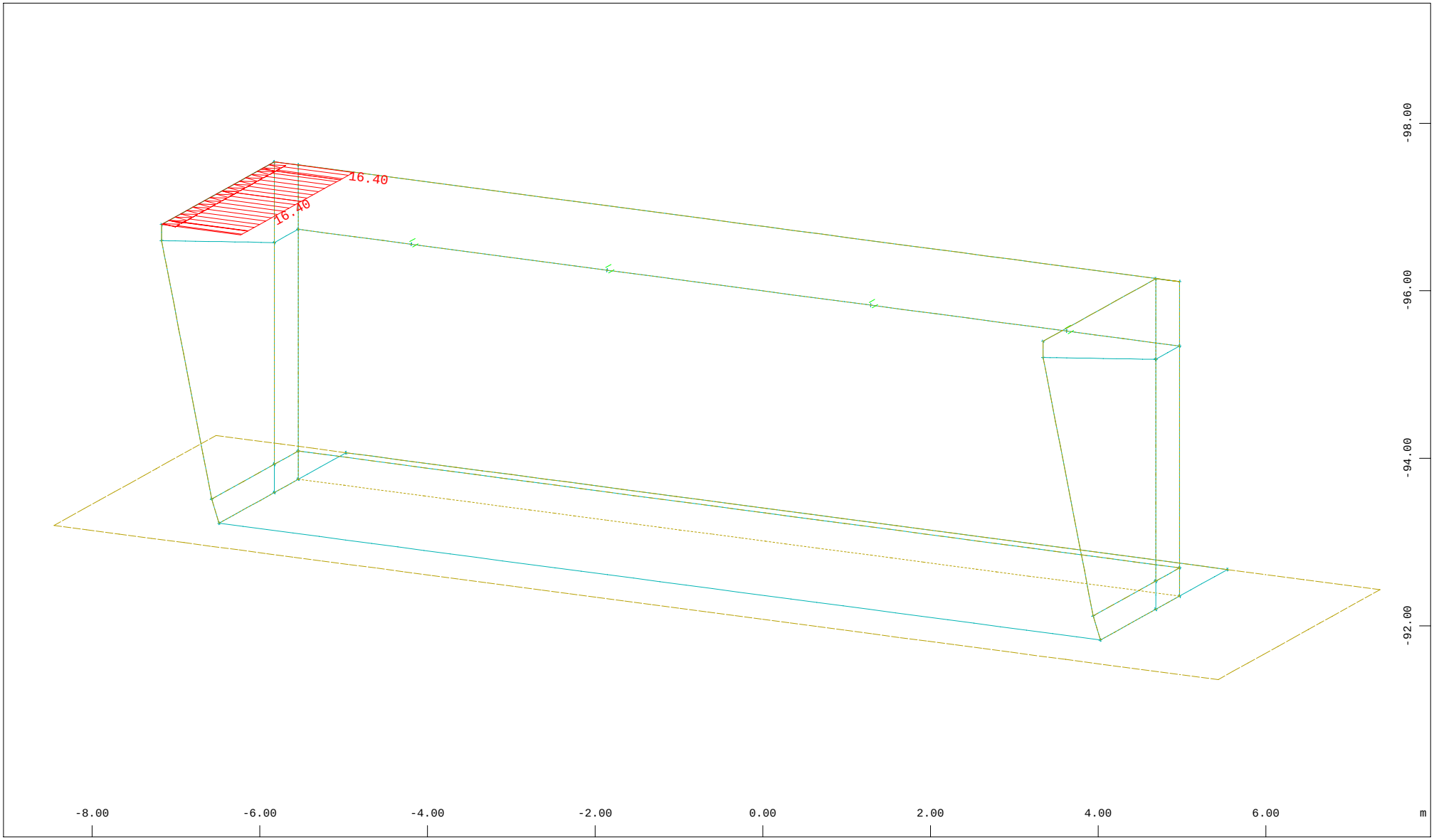


Alle Lasten, Lastfall 41 Erddruck Seitenstoß Flügel 1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m
(Max=16.40)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

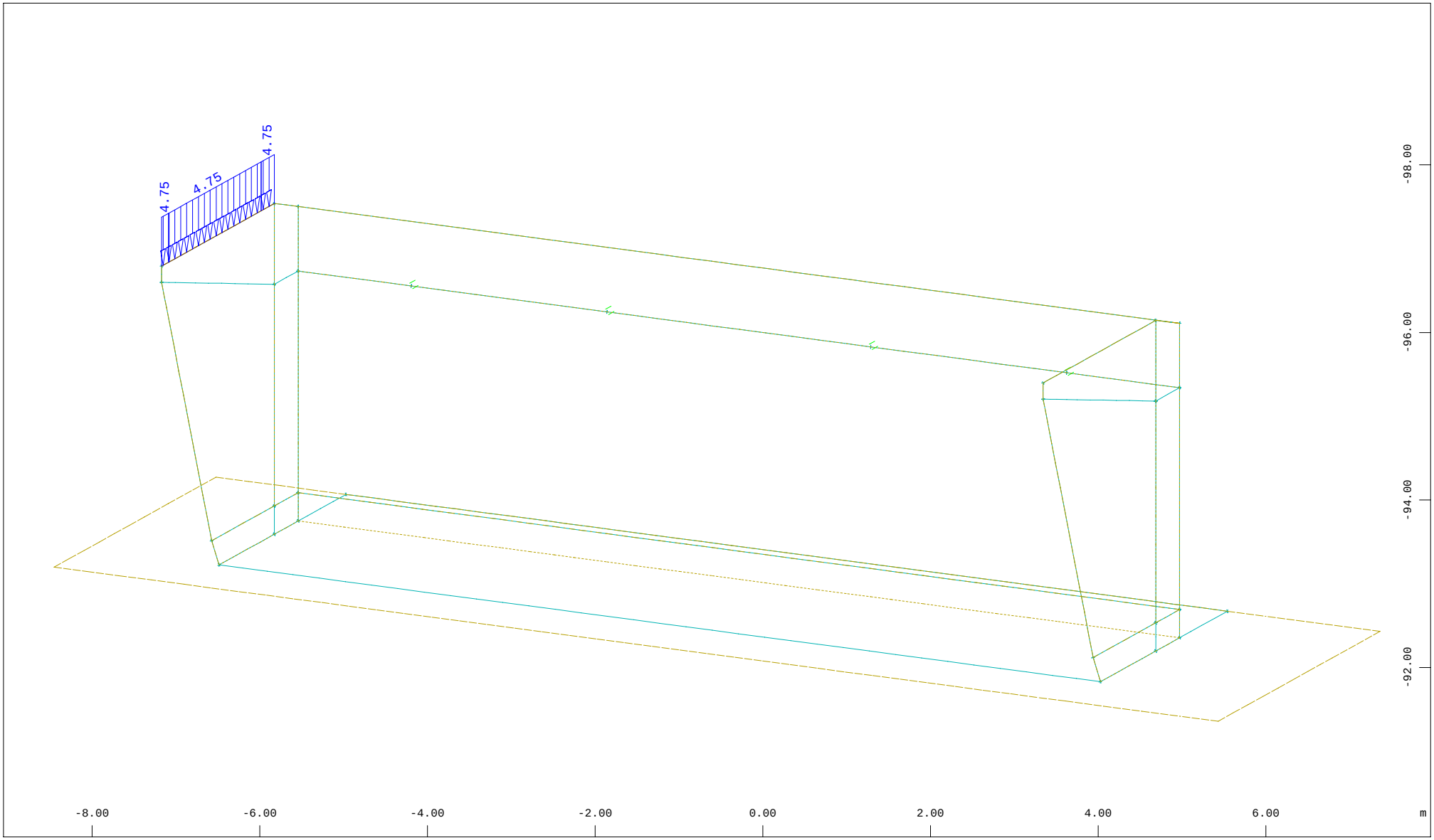


Alle Lasten, Lastfall 44 Erddruck Seitenstoß Flügel 1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m
(Min=-16.40) (Max=-16.40)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

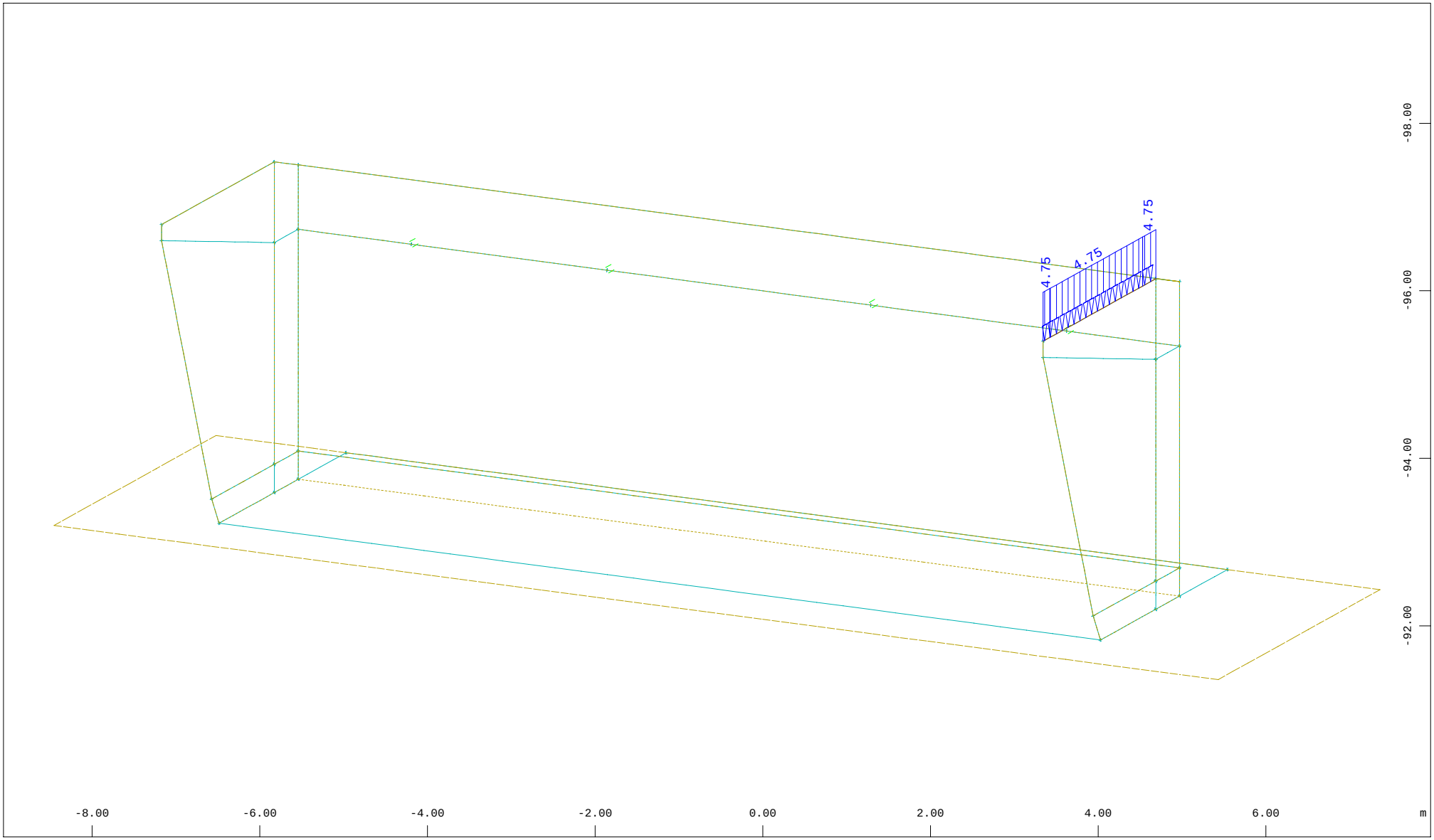


Alle Lasten, Lastfall 51 Gehweg_1 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m) (Max=4.75)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

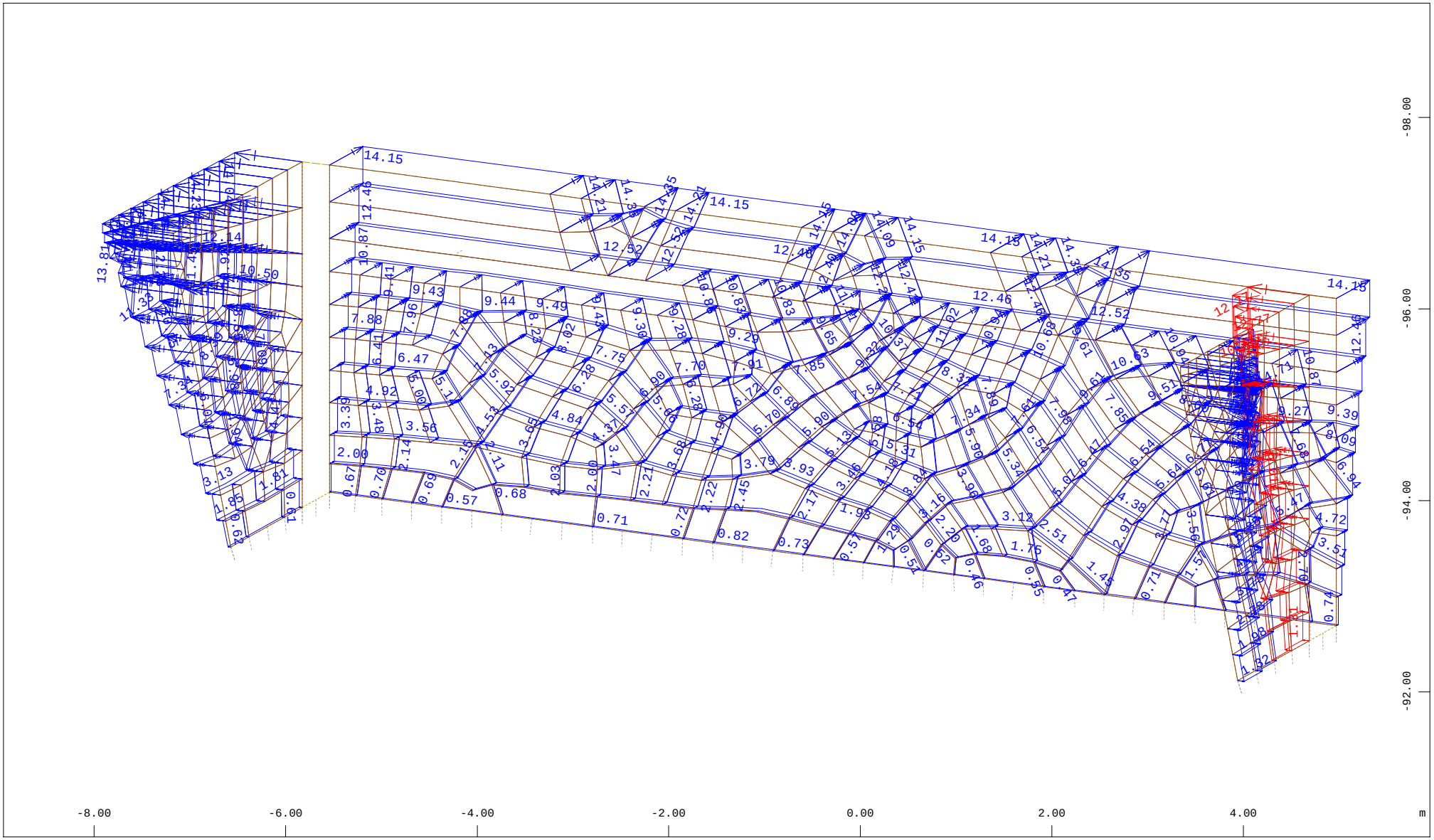


Alle Lasten, Lastfall 52 Gehweg_2 , (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m) (Max=4.75)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



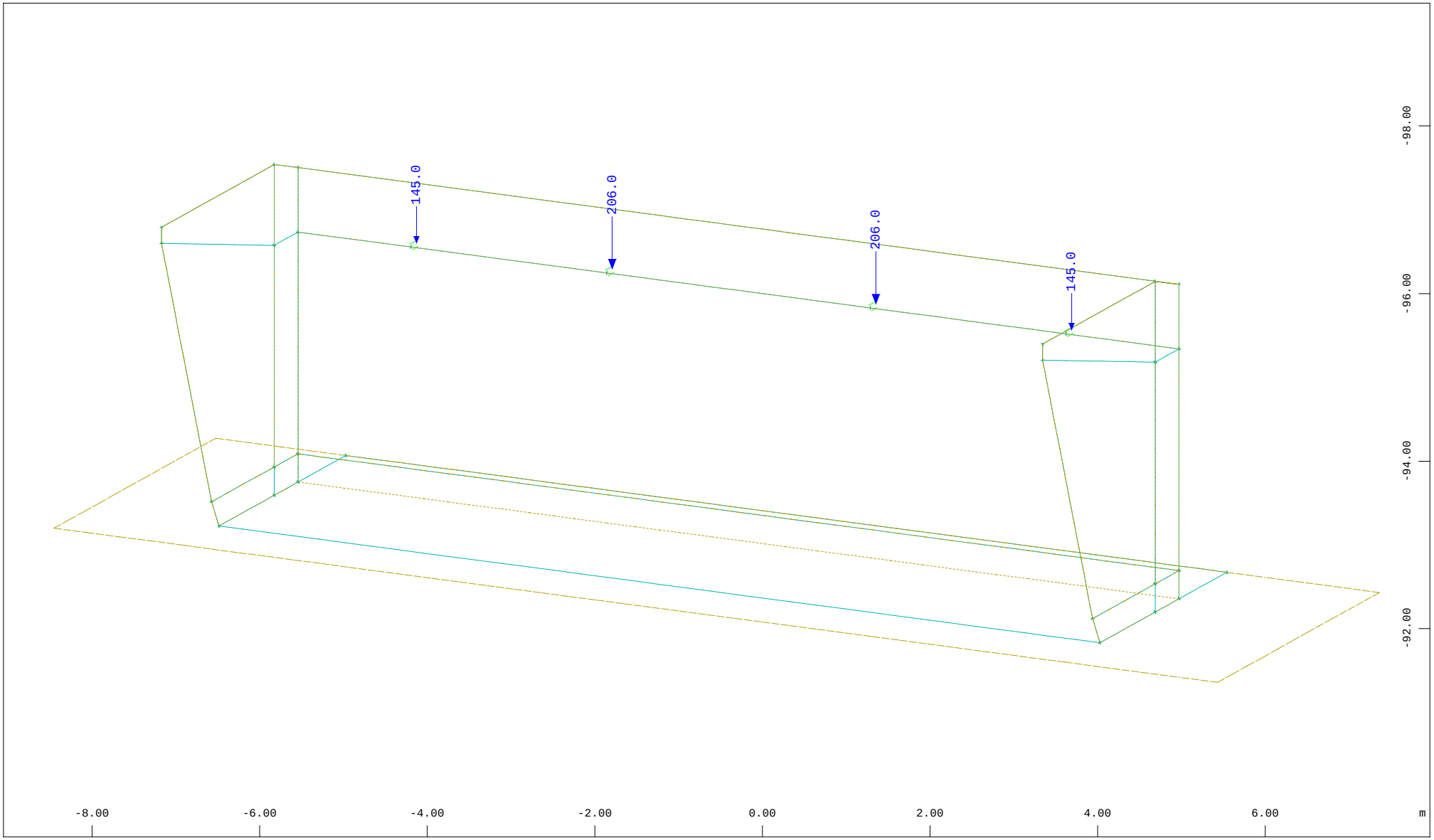
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

Alle Lasten, Lastfall 61 Temperatur , (1 cm im Raum = Unit) Flächenelementlast (Temperaturzuwachs) (Unit=10.00 °C

(Max=14.78)) (Min=-12.77)

M 1 : 56

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

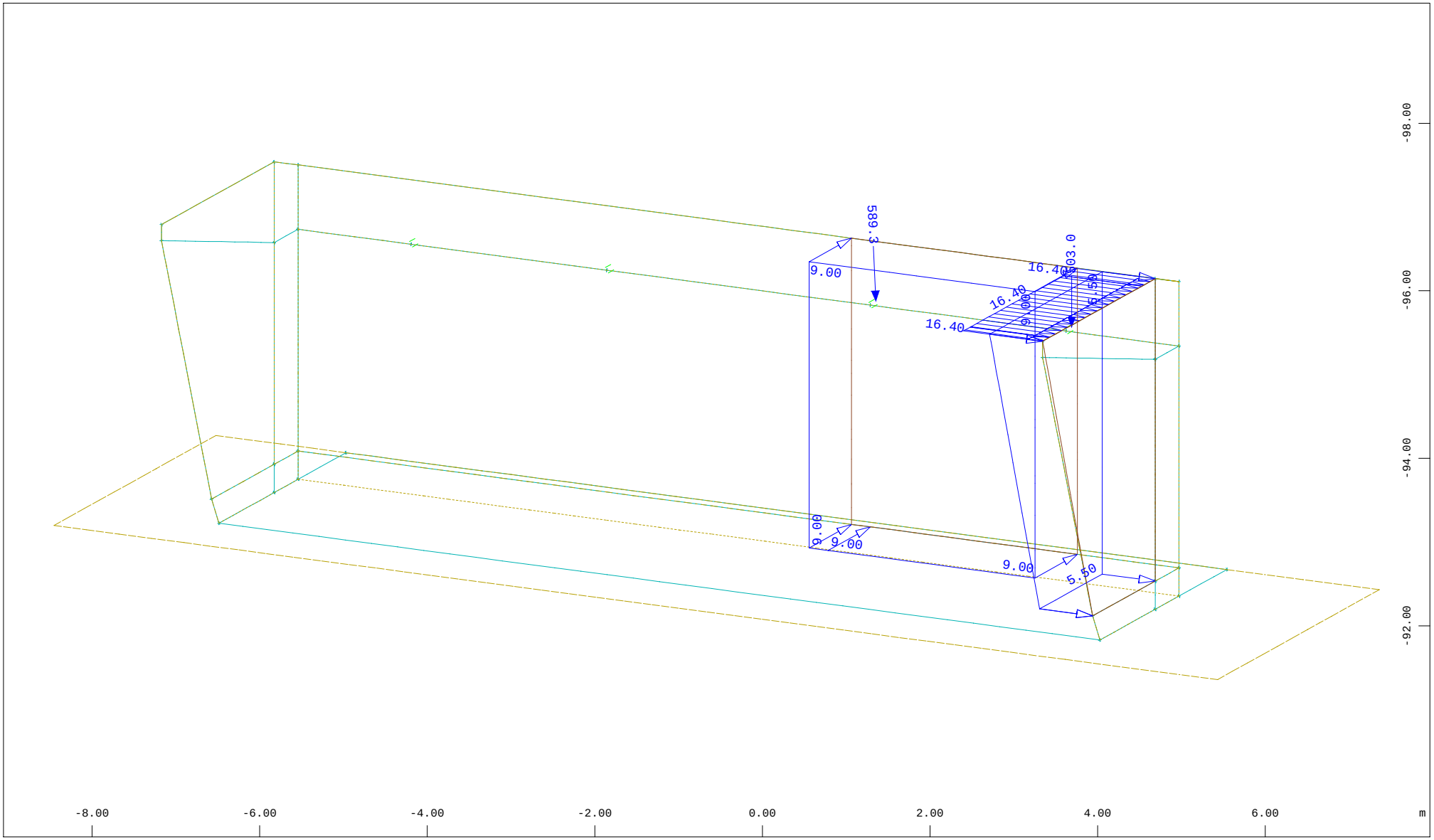


Alle Lasten, Lastfall 101 EG Überbau , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN) (Max=206.0)

X Y Z

M 1 : 64

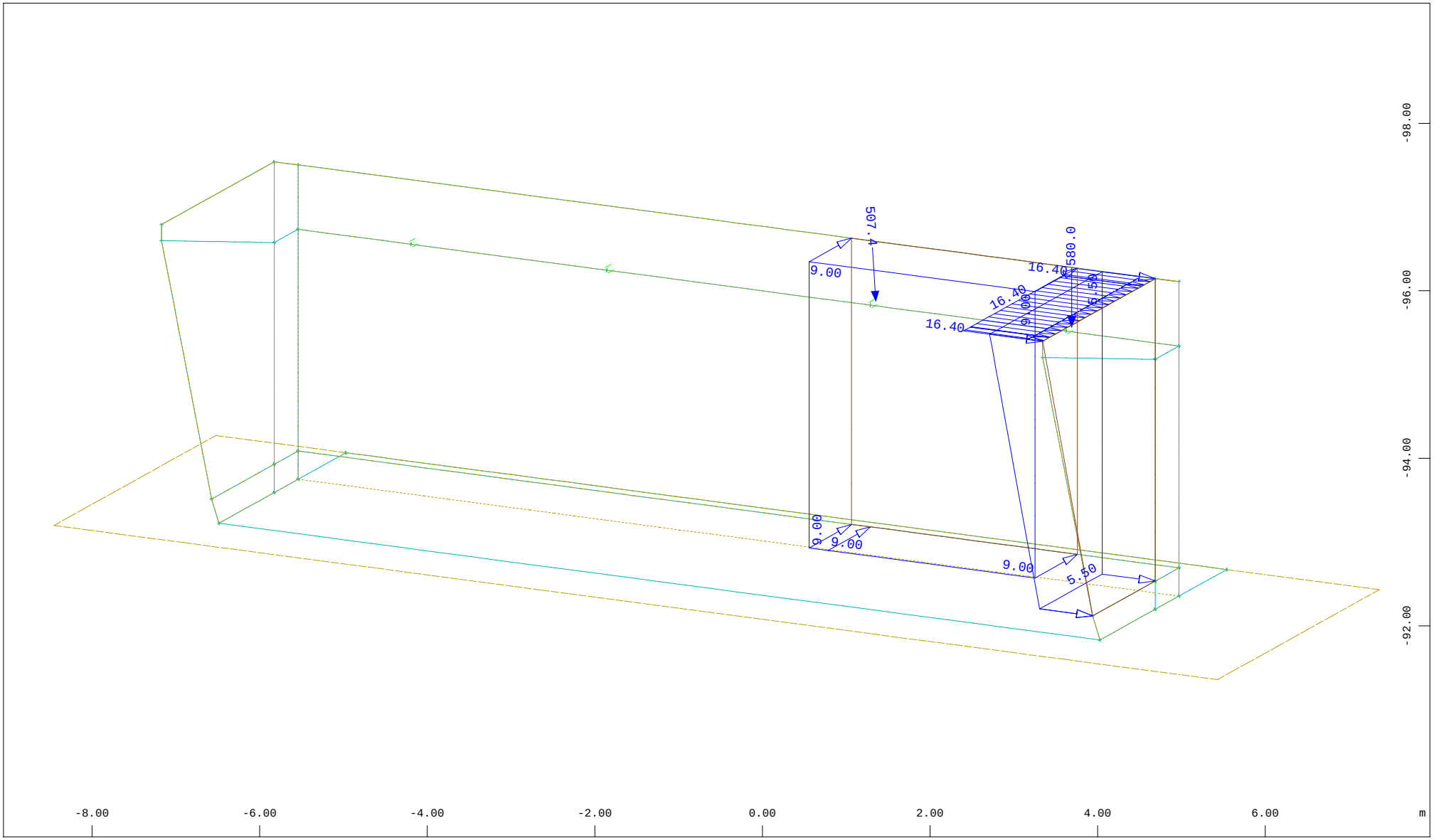
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 111 LM71 G11 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=589.3
in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00
in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

), Freie Linienlast (Kraft)
), Freie Flächenlast (Kraft)

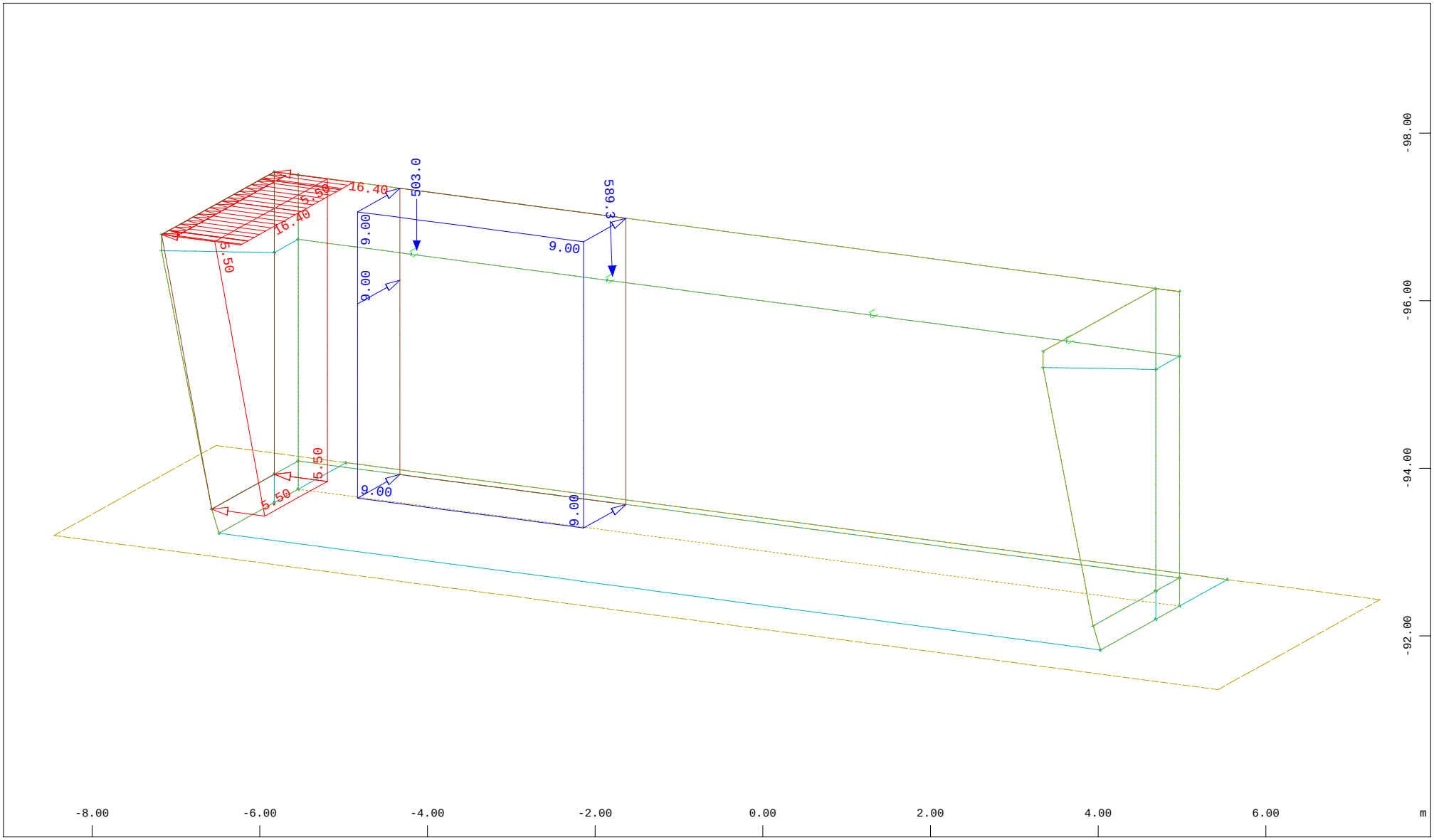
M 1 : 64
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 112 LM71 -G11 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=580.0), Freie Linienlast
(Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast
(Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

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

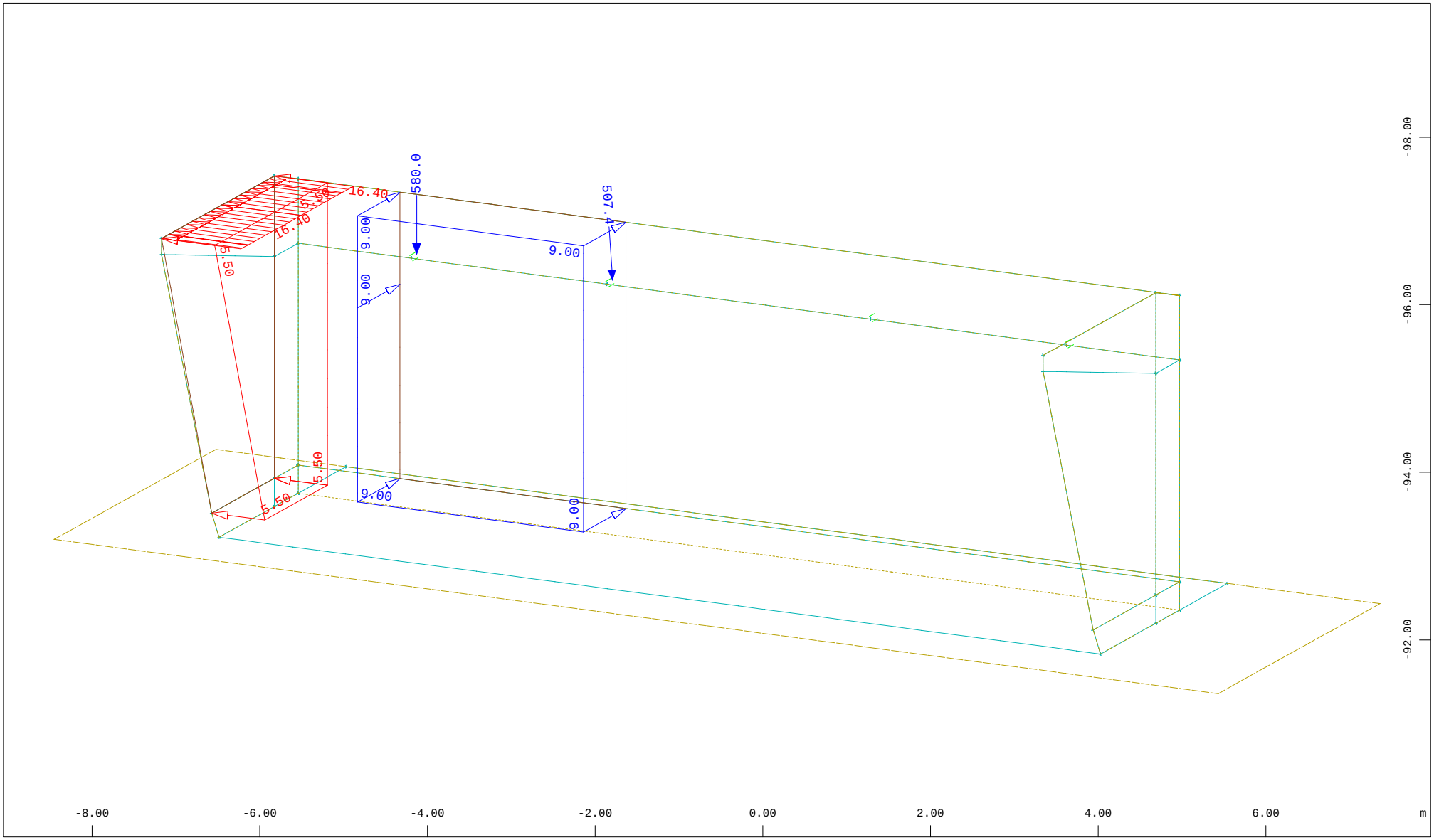


Alle Lasten, Lastfall 113 LM71 G11 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=589.3), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

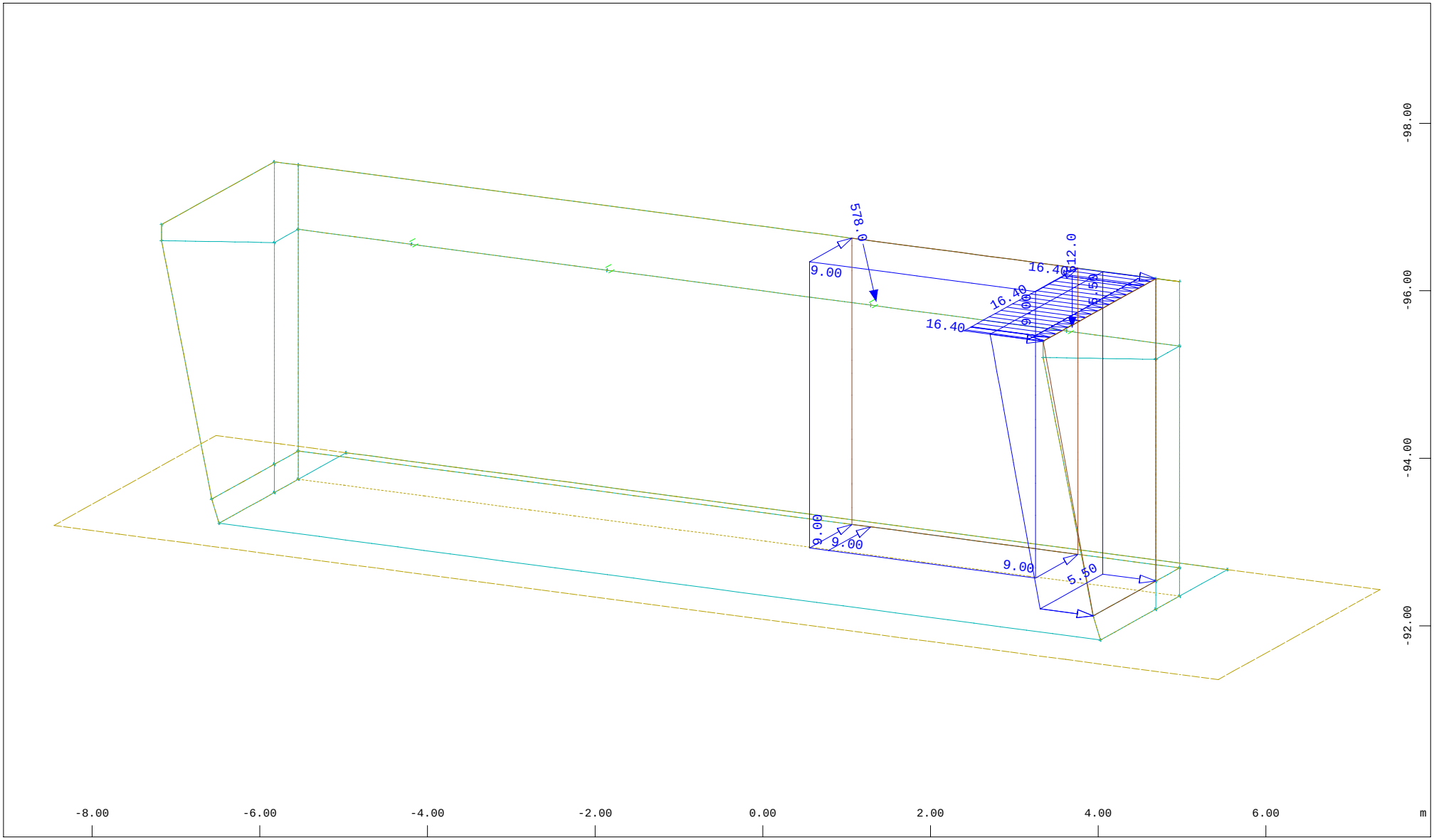


Alle Lasten, Lastfall 114 LM71 -G11 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=580.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

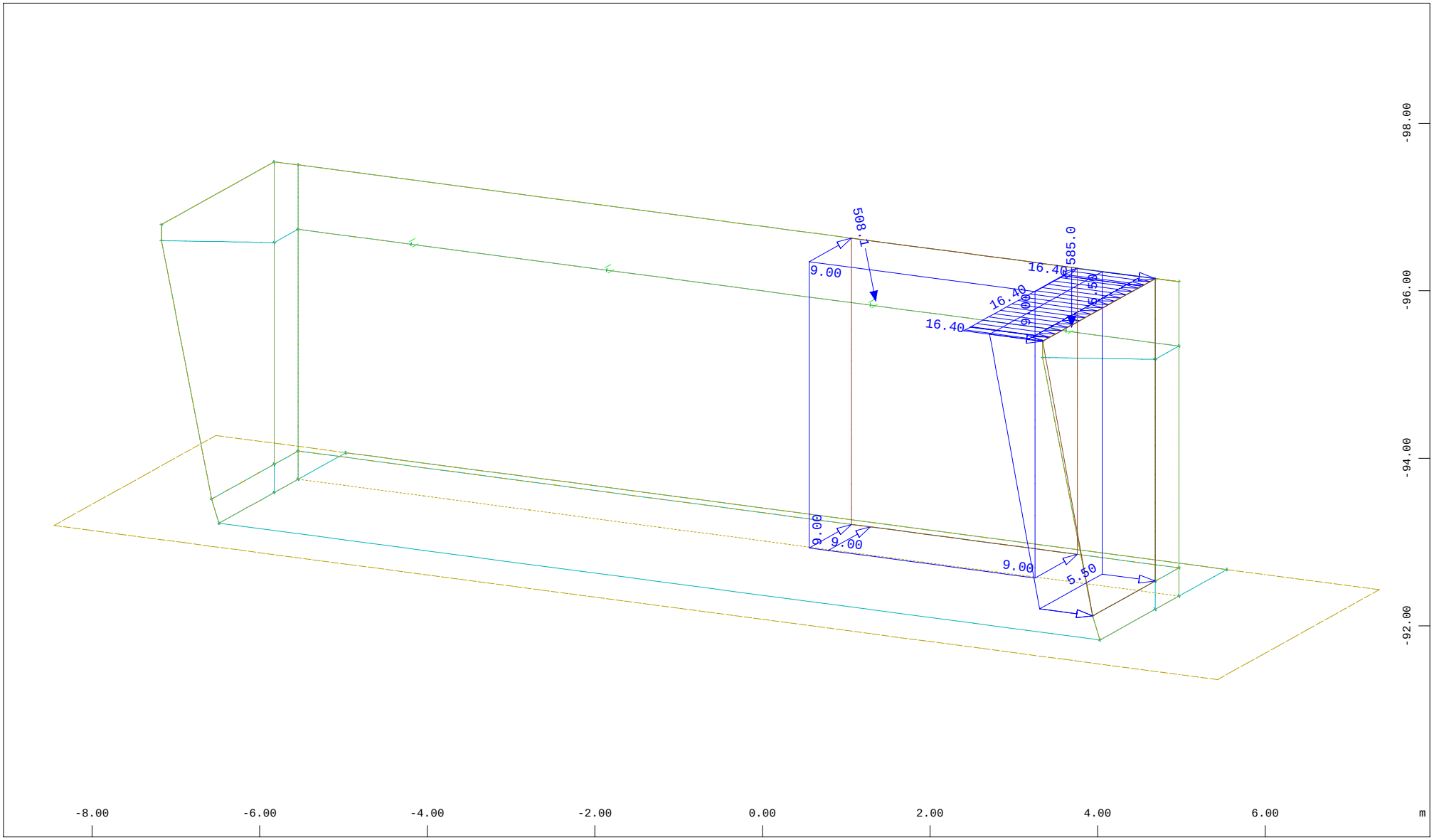
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 121 LM71 G12 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=578.0), Freie Linienlast (Kraft)
in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft)
in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

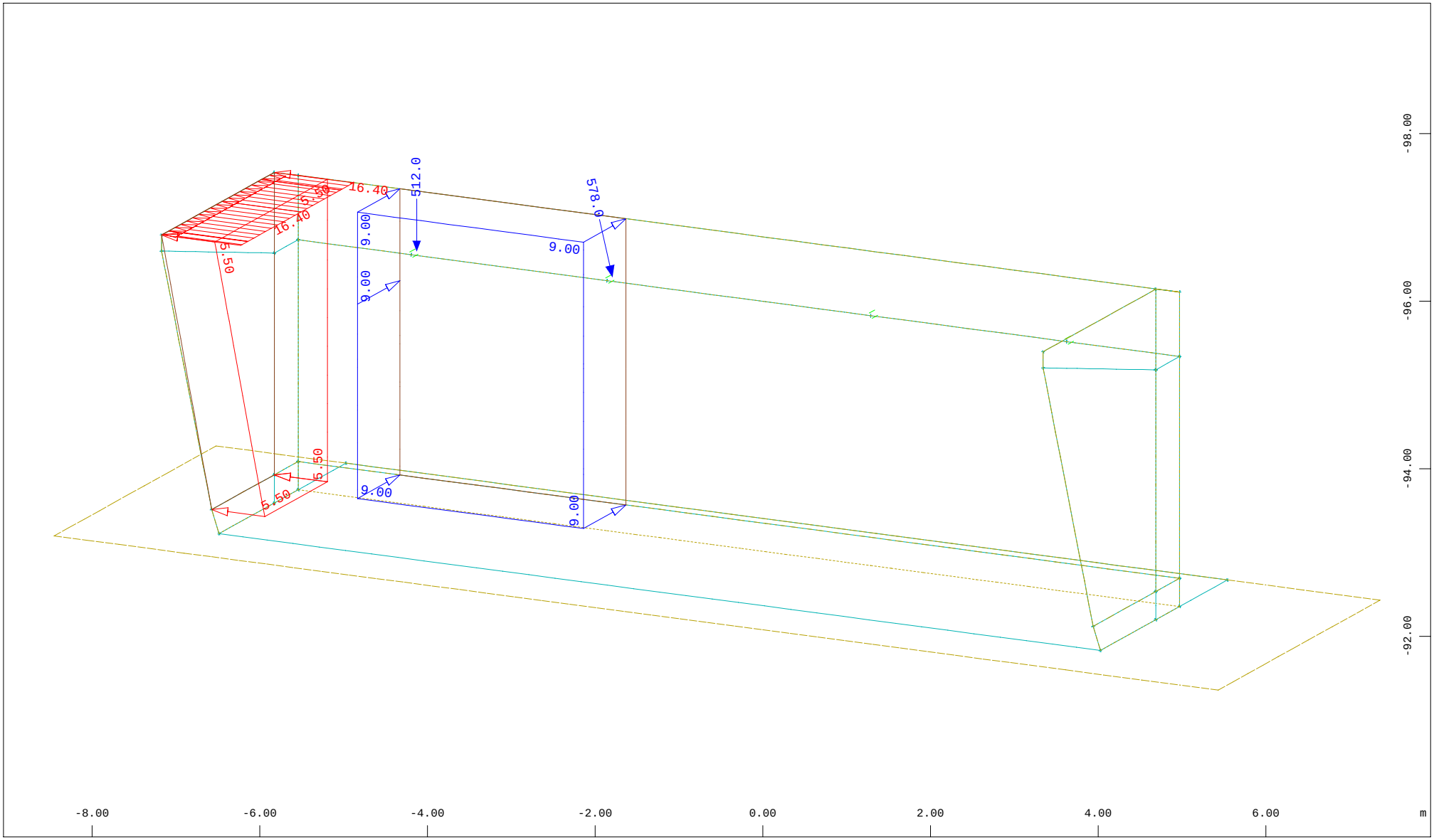
M 1 : 64
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 122 LM71 -G12 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=585.0), Freie Linienlast
(Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast
(Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

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

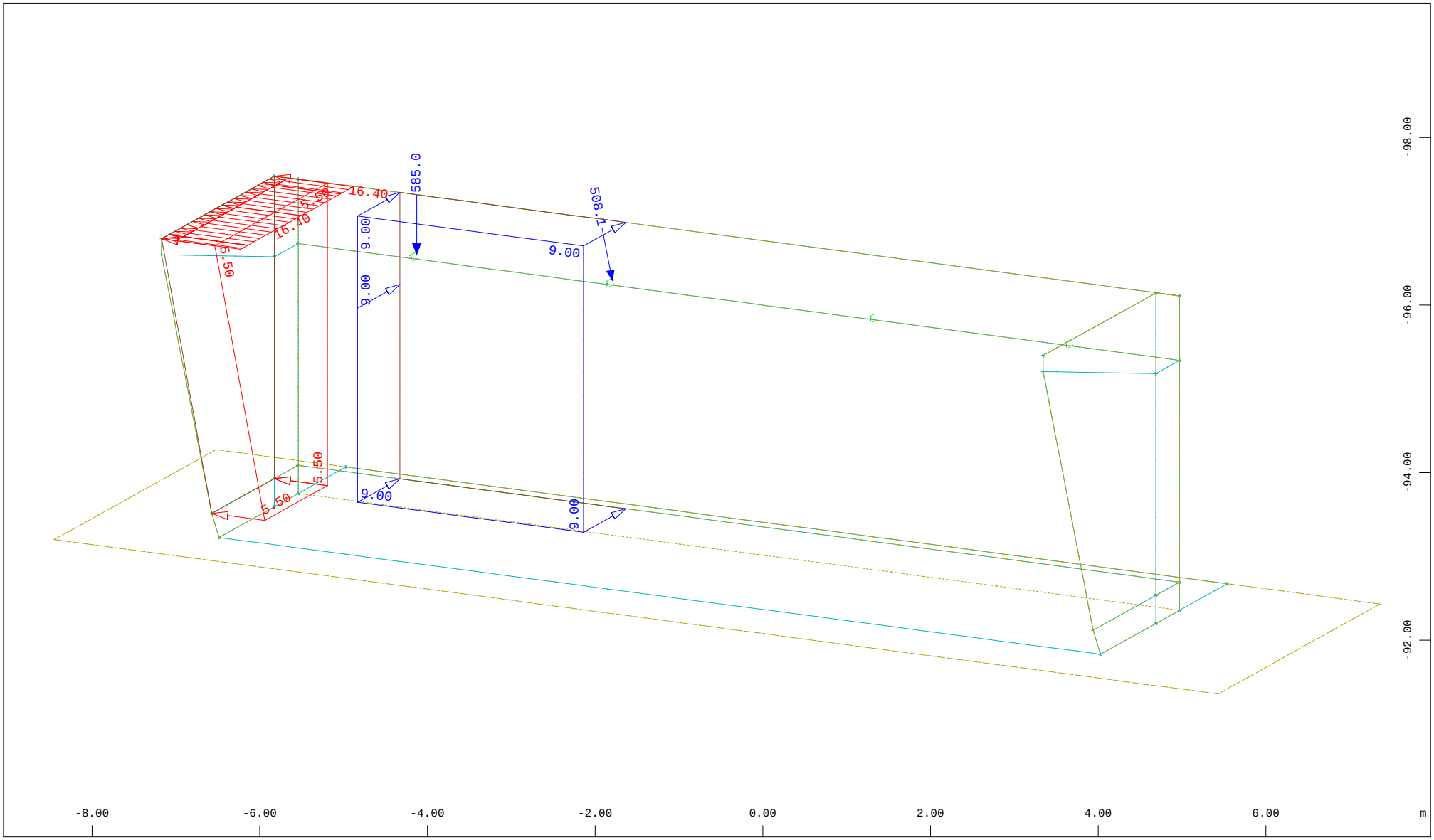


Alle Lasten, Lastfall 123 LM71 G12 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=578.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

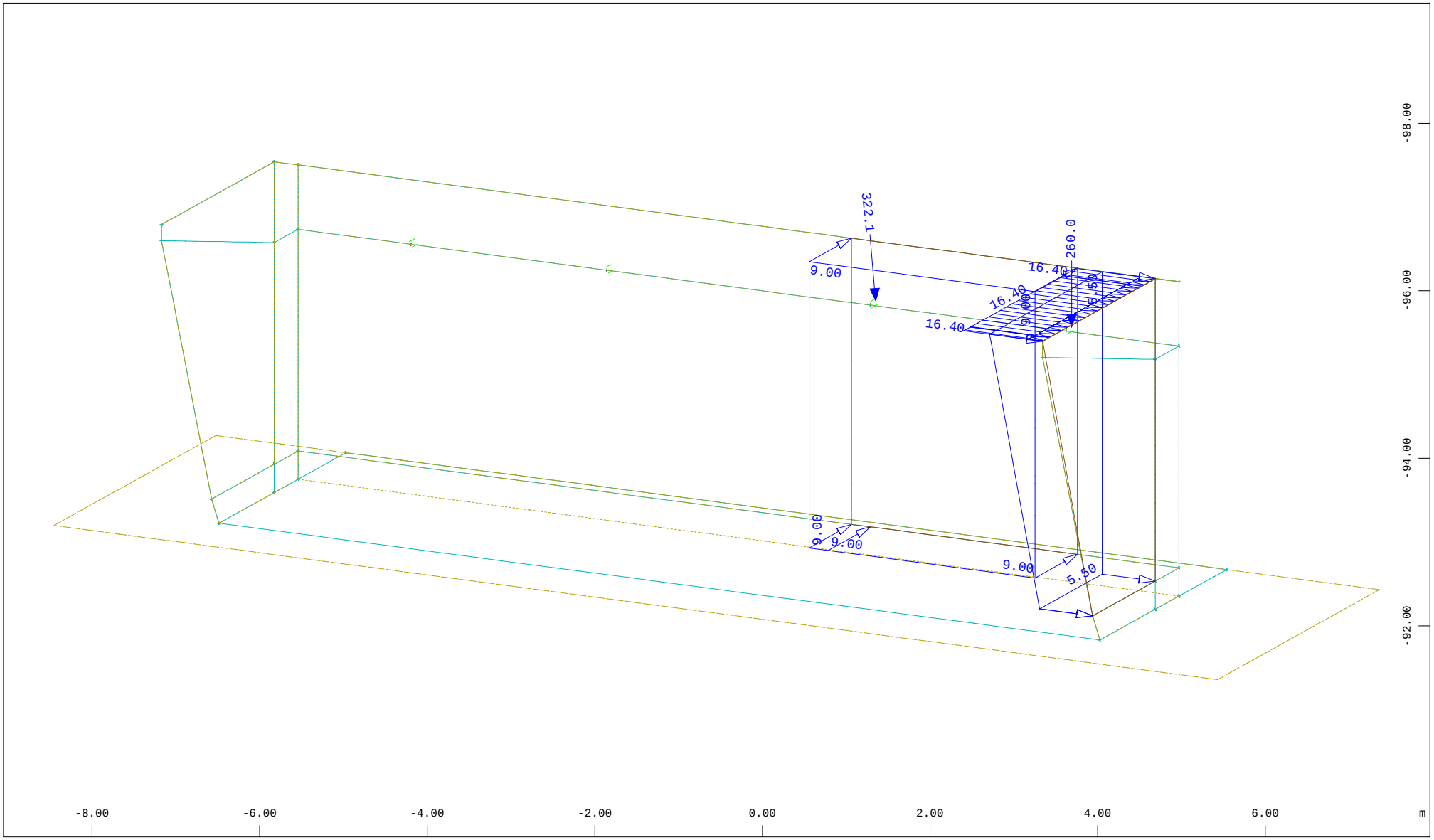
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 124 LM71 -G12 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=585.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

M 1 : 64

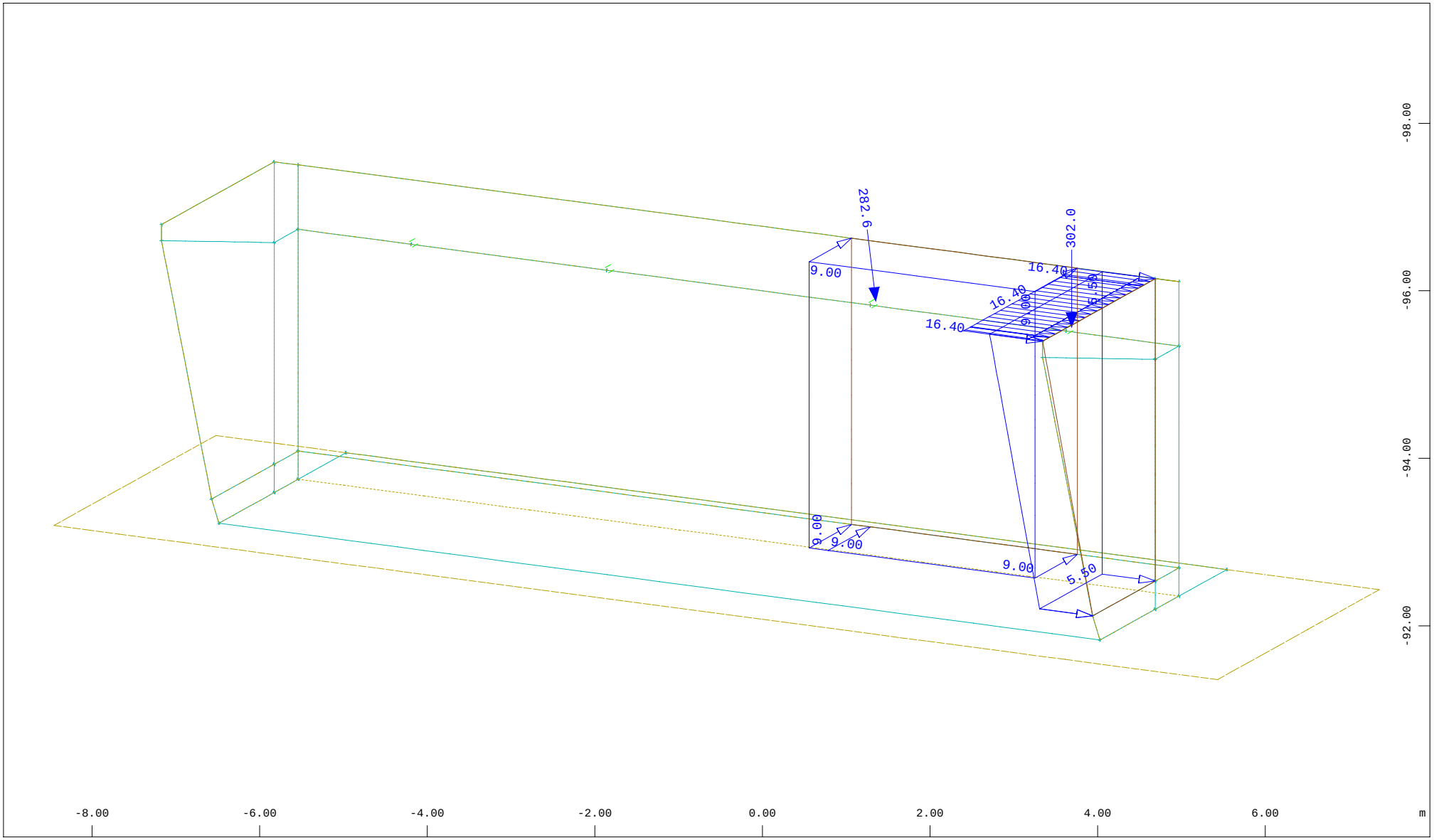
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 131 LM71 G13 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=322.1), Freie Linienlast (Kraft)
in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft)
in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

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



Alle Lasten, Lastfall 132 LM71 -G13 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=302.0), Freie Linienlast

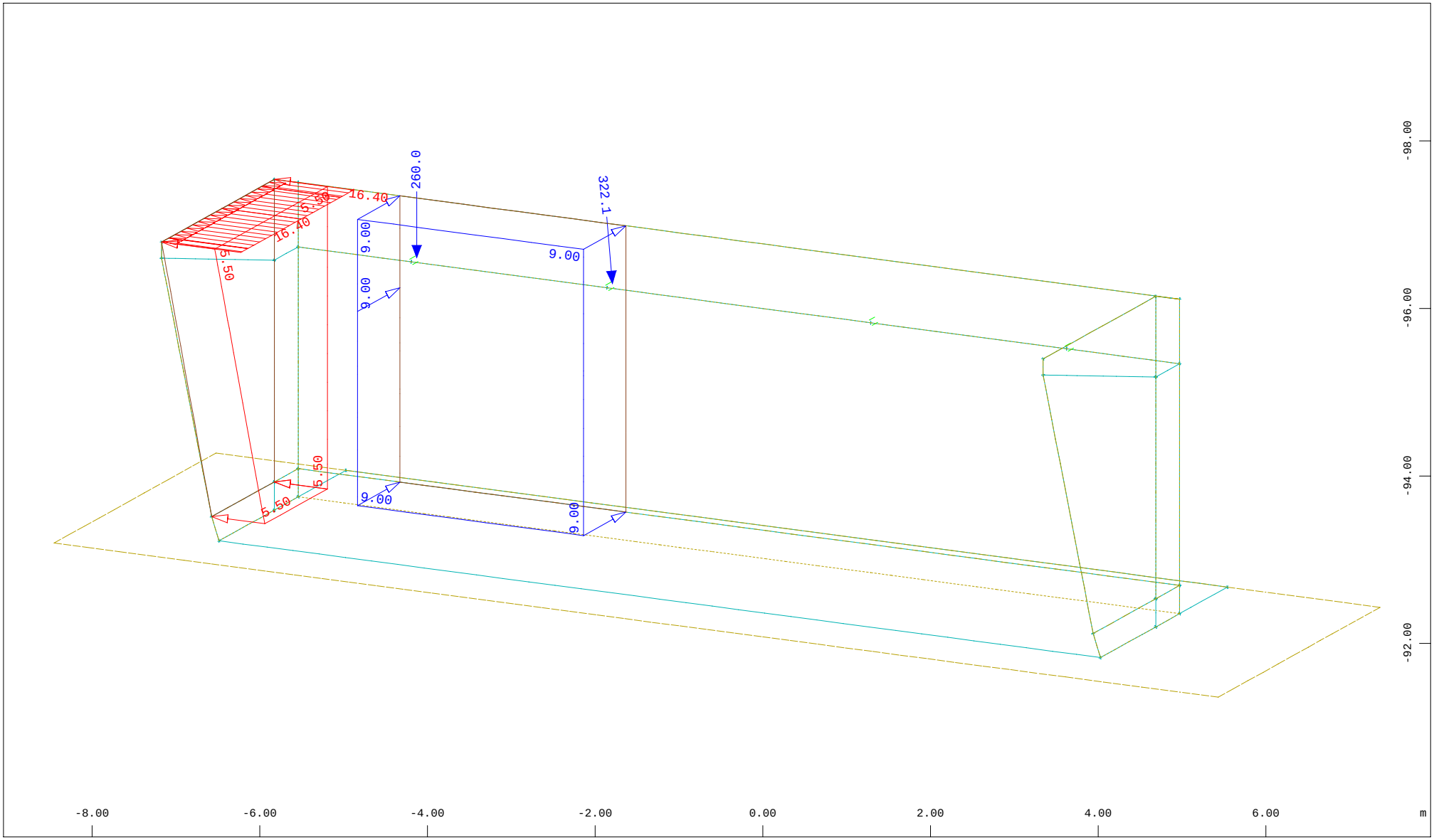
(Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast

(Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

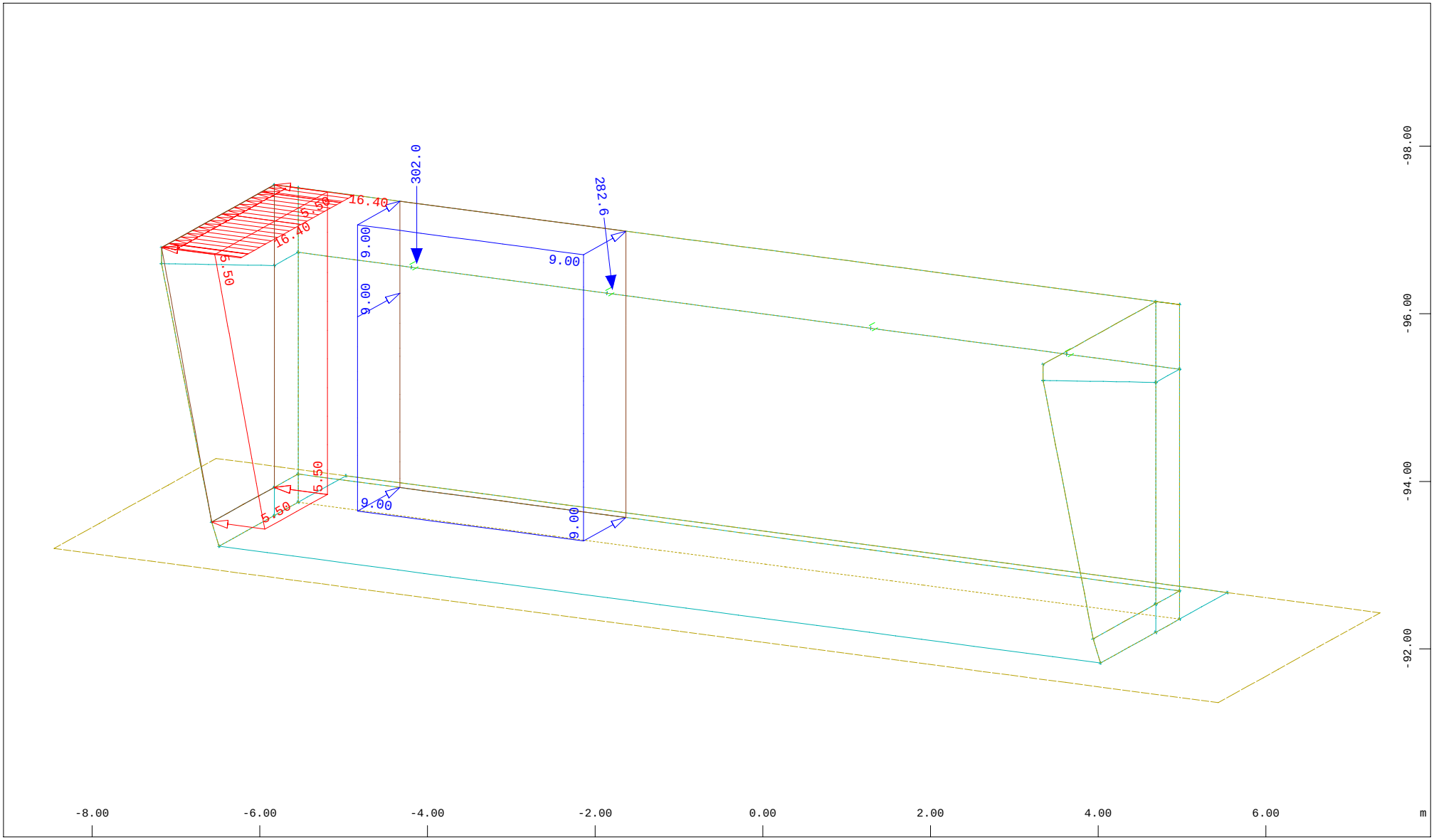


Alle Lasten, Lastfall 133 LM71 G13 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=322.1), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

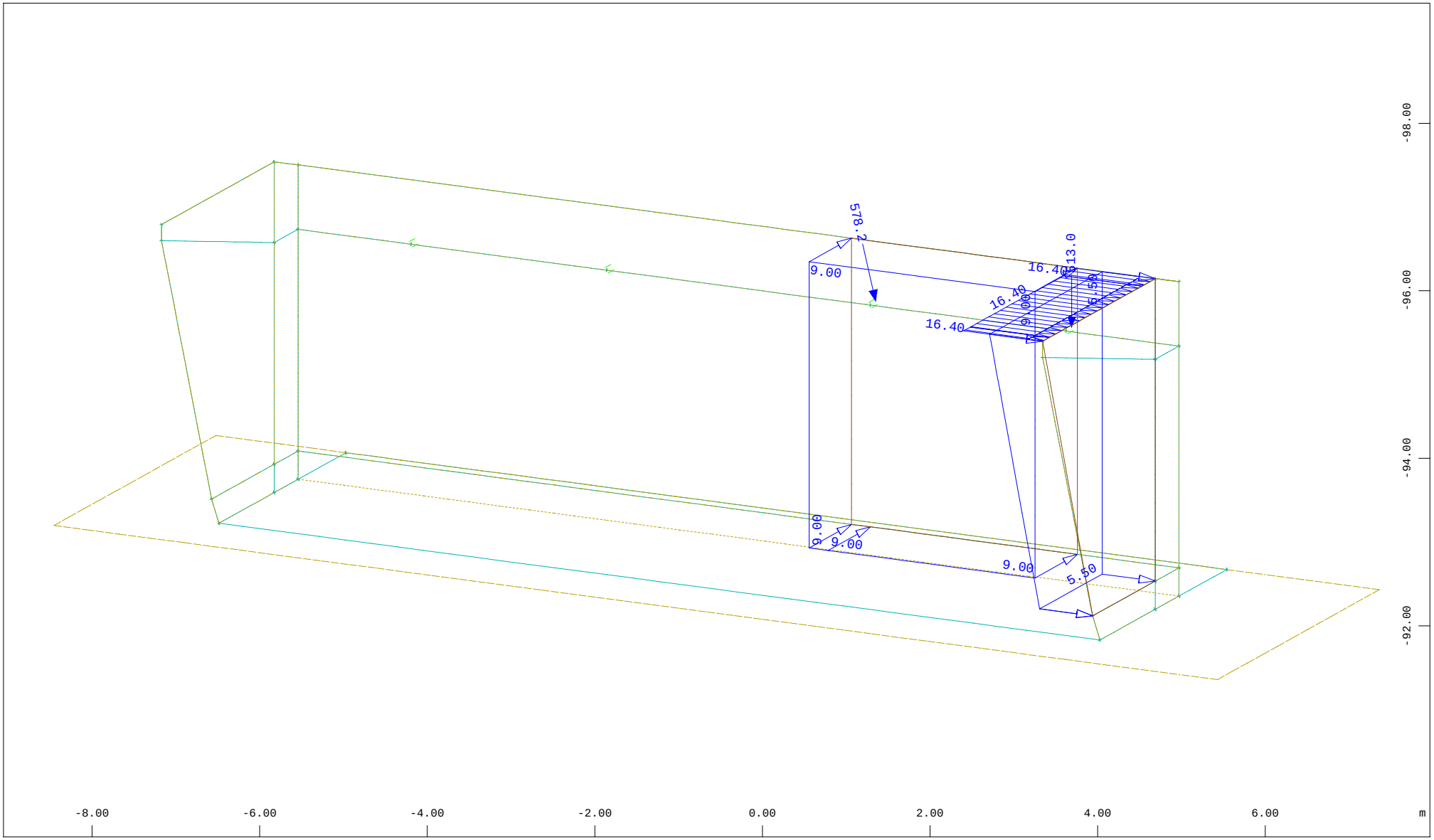


Alle Lasten, Lastfall 134 LM71 -G13 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=302.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

X Y Z

M 1 : 64

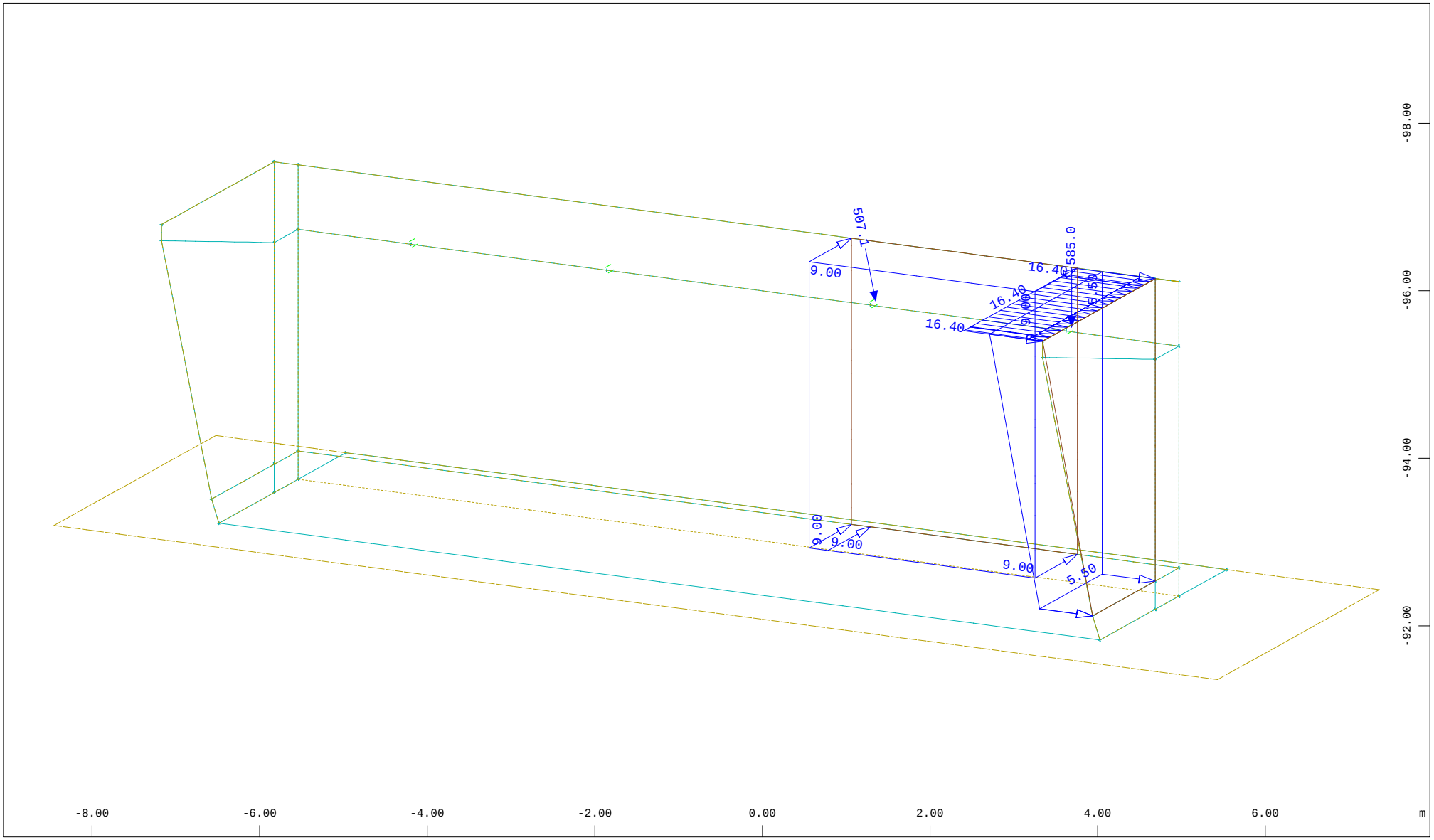
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 141 LM71 G14 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=578.2), Freie Linienlast (Kraft)
in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft)
in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

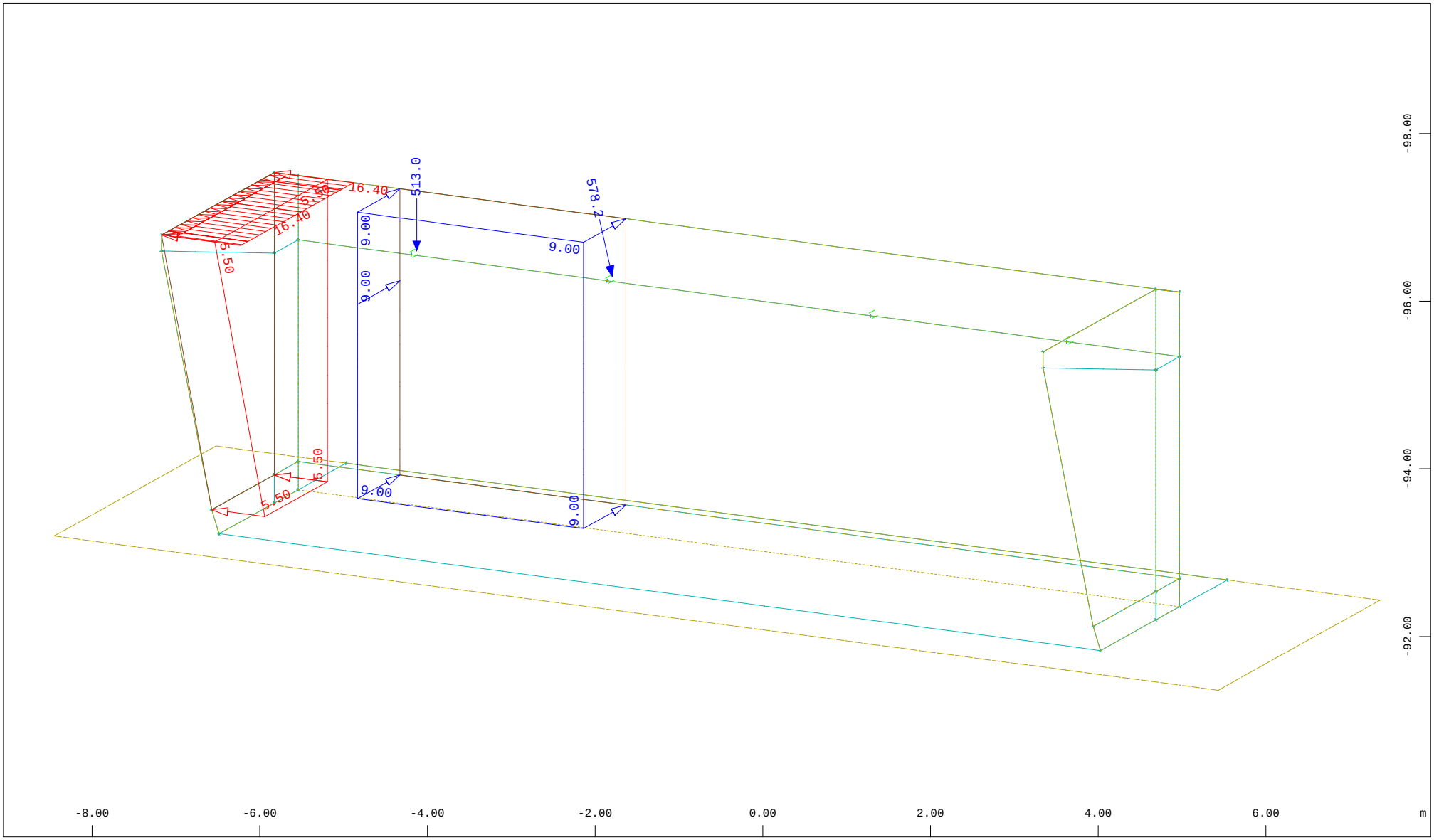
M 1 : 64
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 142 LM71 -G14 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=585.0), Freie Linienlast
(Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast
(Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Max=5.50)

X Y Z

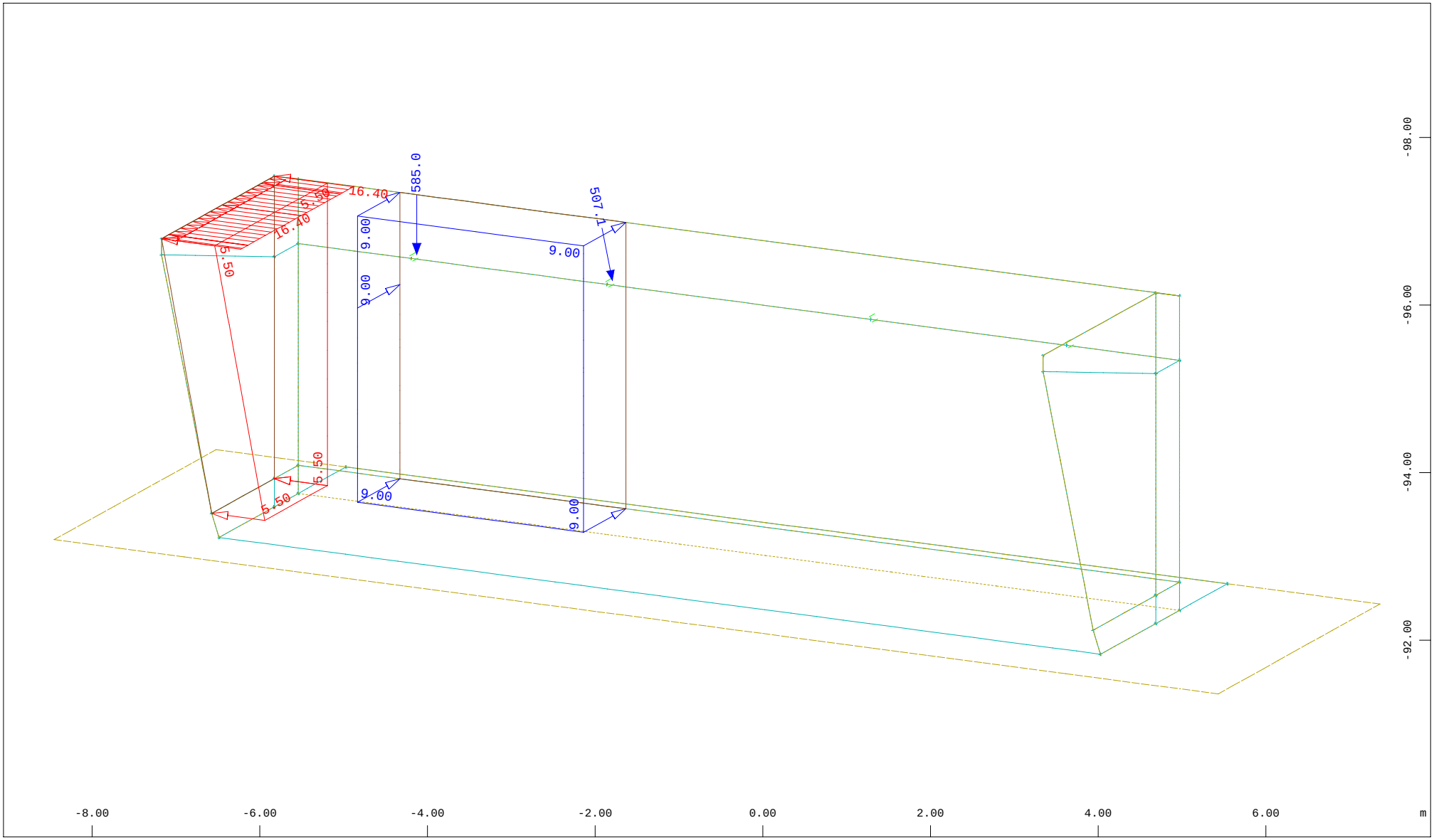
M 1 : 64
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 143 LM71 G14 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=578.2), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

M 1 : 64

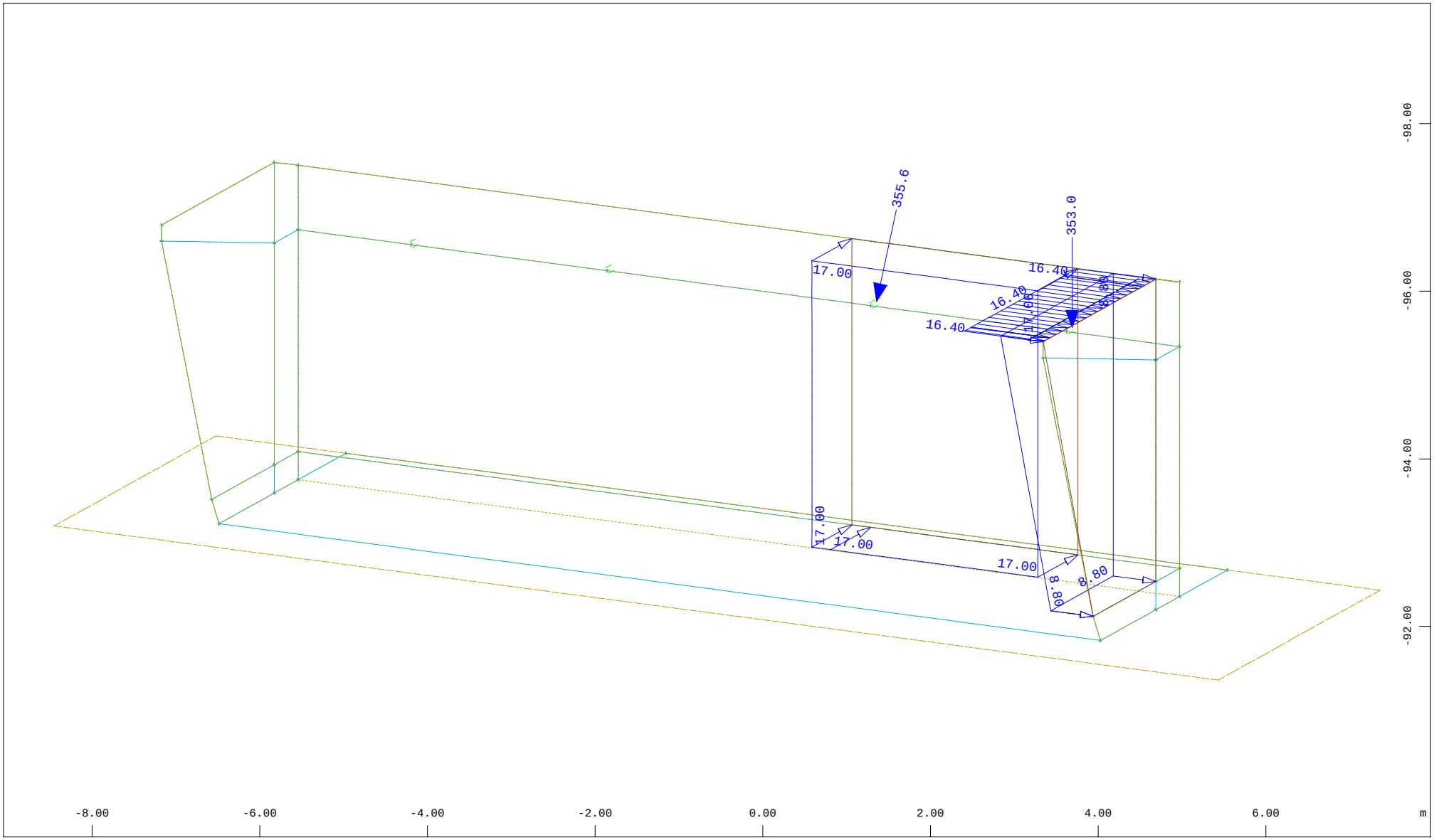
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 144 LM71 -G14 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=500.0 kN,Max=585.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=5.00 kN/m2,Max=9.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=5.00 kN/m2,Min=-5.50 Max=-5.50)

M 1 : 64

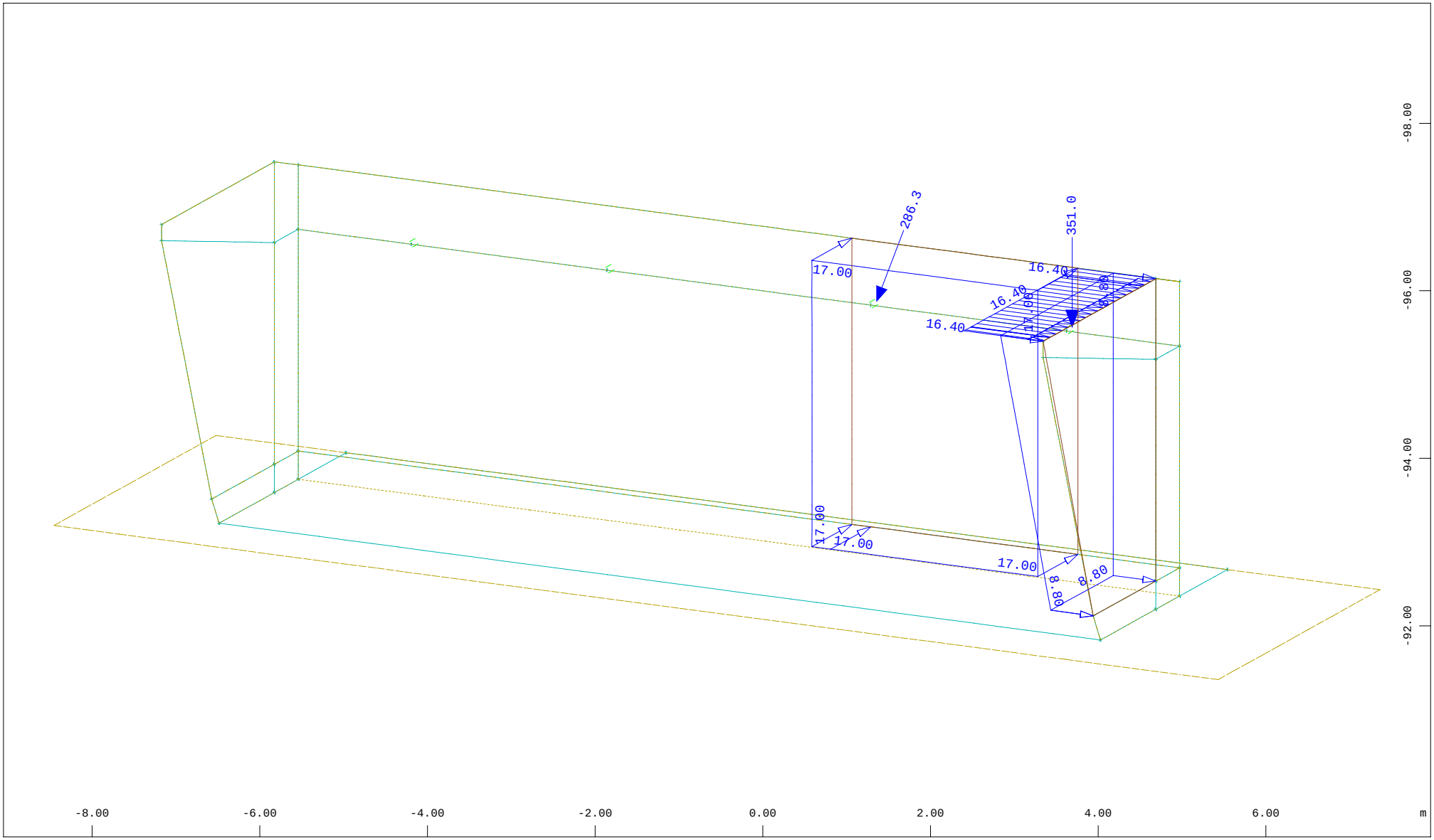
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 161 LM71 G16 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=355.6), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Max=8.80)

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

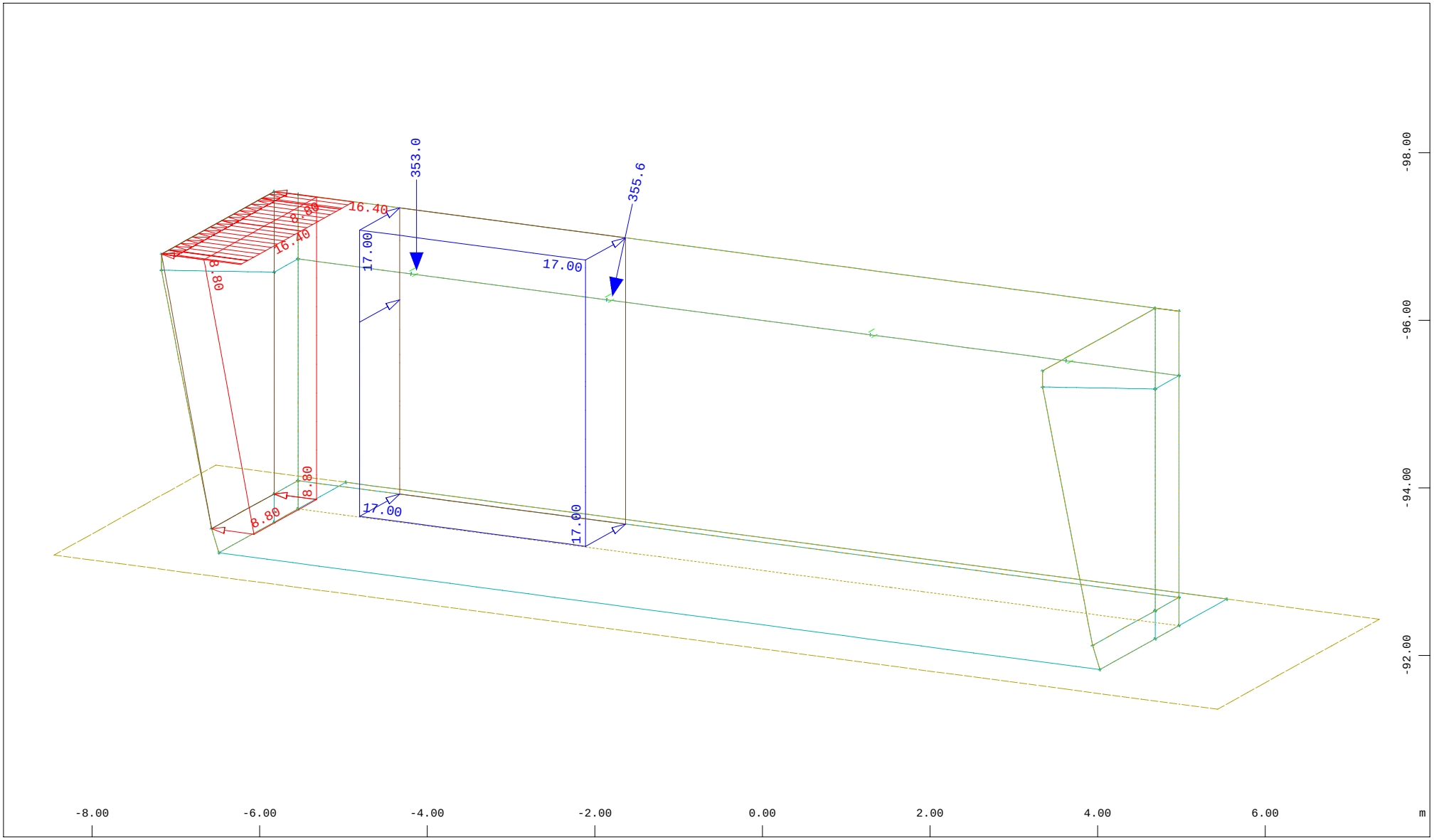


Alle Lasten, Lastfall 162 LM71 -G16 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=351.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Max=8.80)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

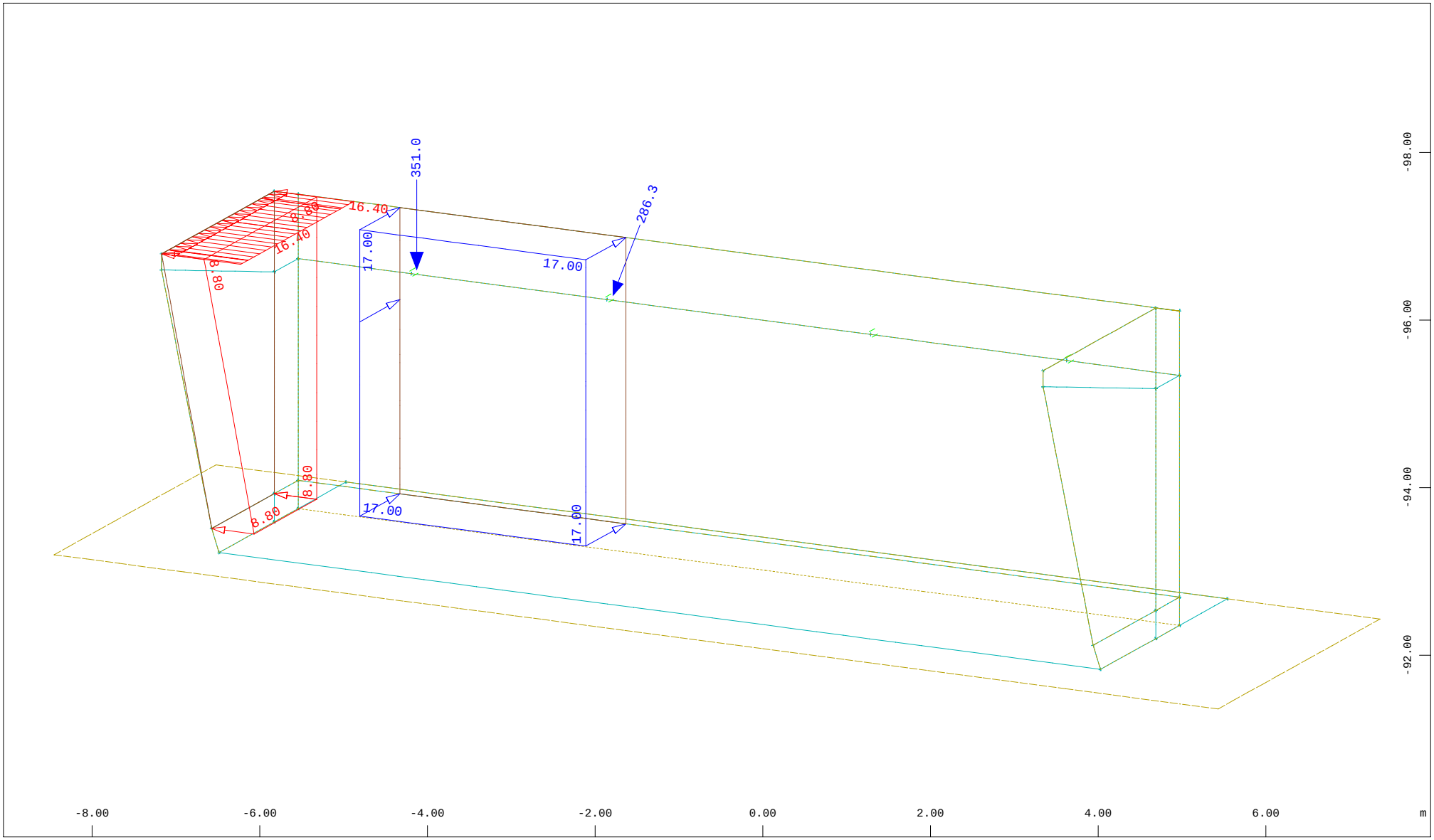


Alle Lasten, Lastfall 163 LM71 G16 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=355.6), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Min=-8.80 Max=-8.80)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

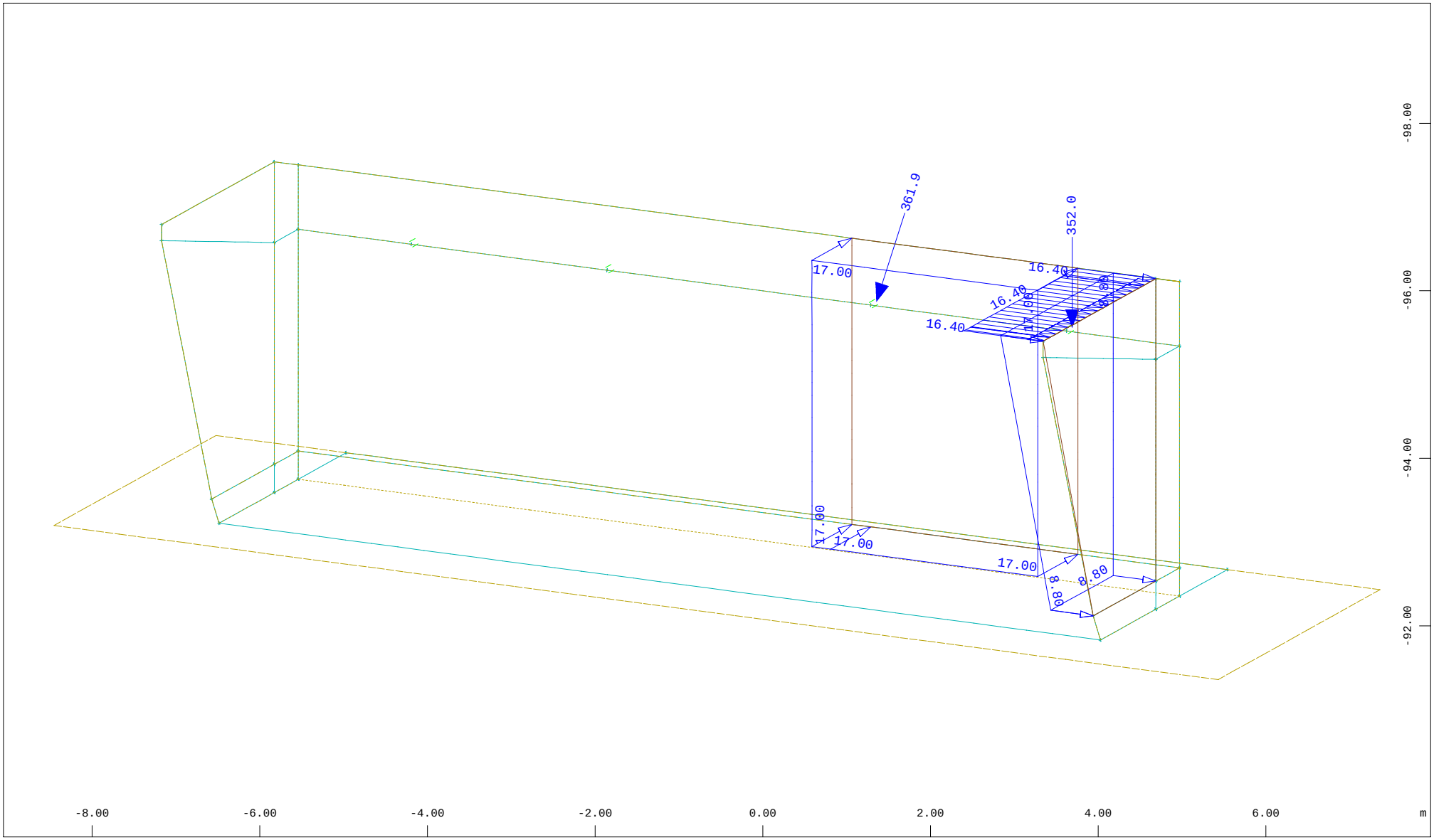


Alle Lasten, Lastfall 164 LM71 -G16 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=351.0), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Min=-8.80 Max=-8.80)

X Y Z

M 1 : 64

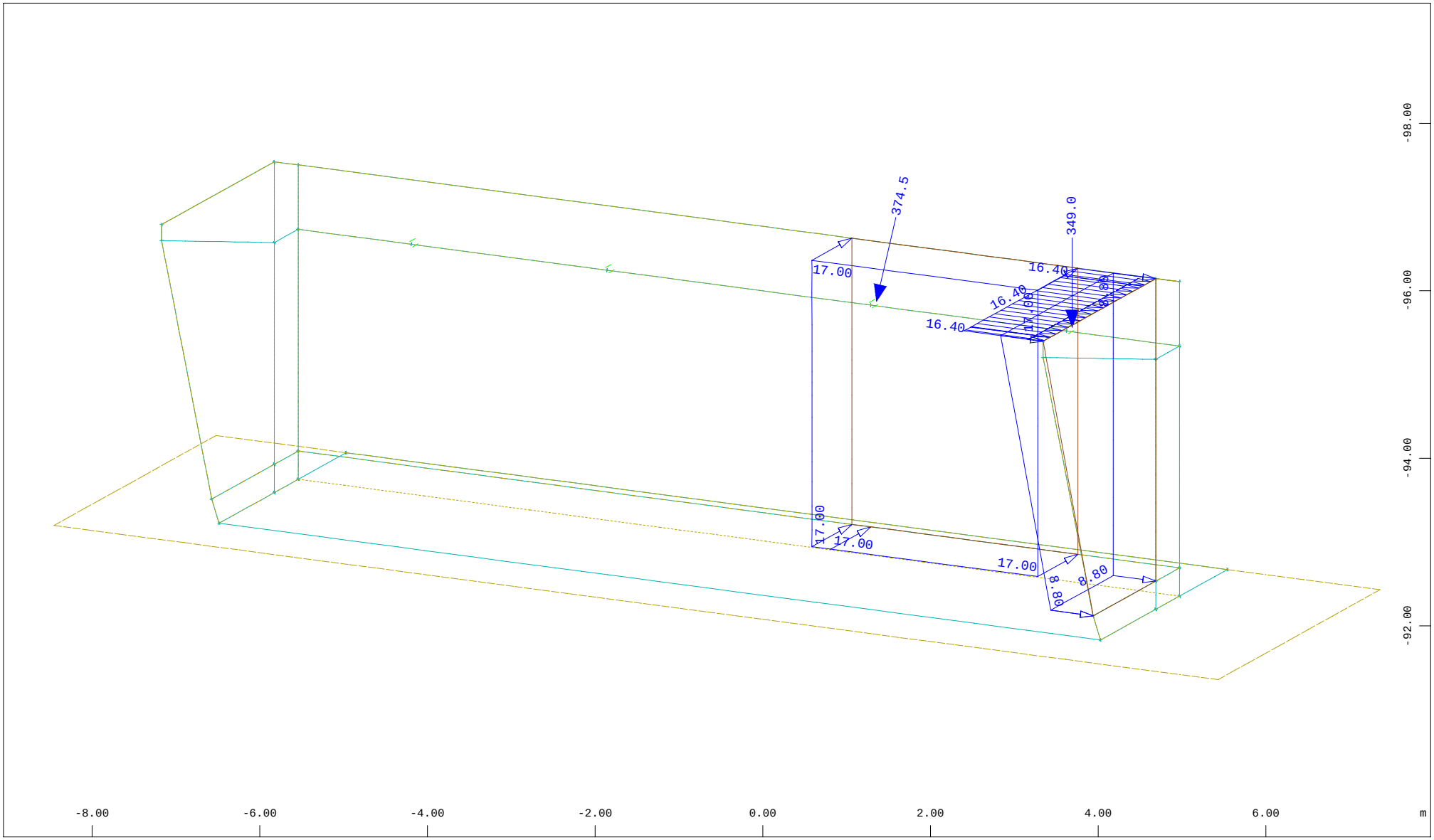
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 171 LM71 G17 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=361.9), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Max=8.80)

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

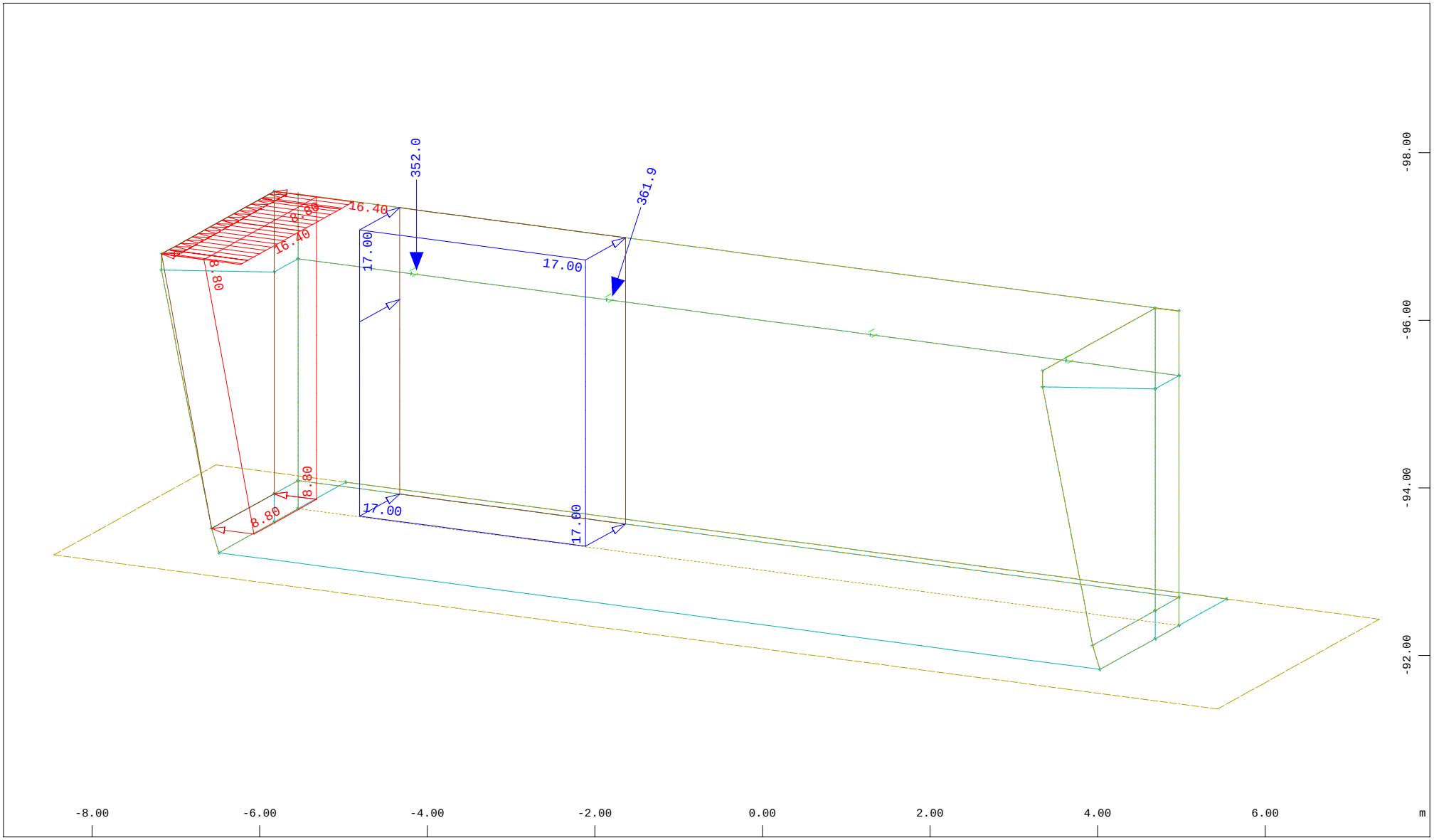


Alle Lasten, Lastfall 172 LM71 -G17 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=374.5), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Max=16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Max=8.80)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

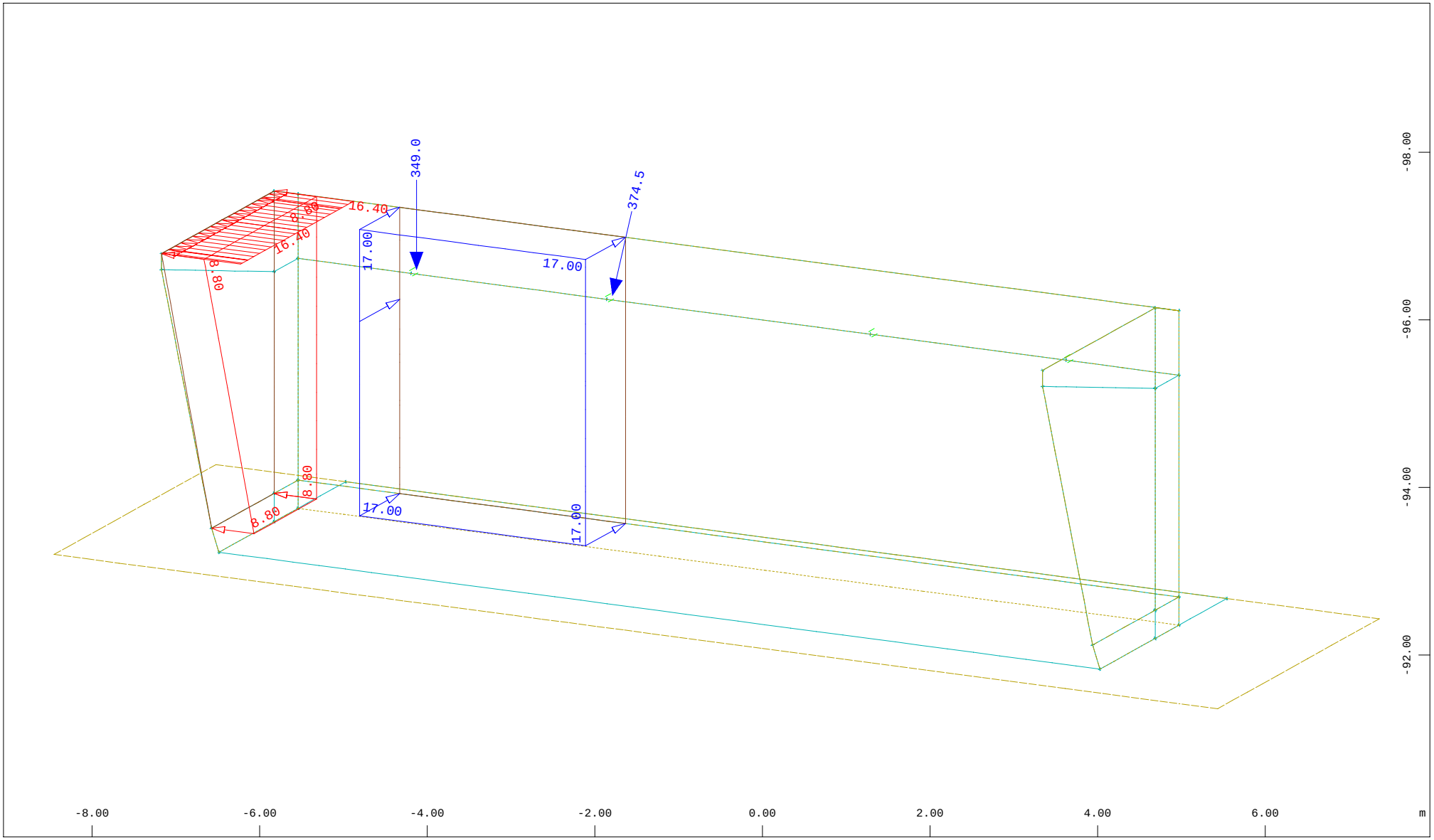


Alle Lasten, Lastfall 173 LM71 G17 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=361.9), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Min=-8.80 Max=-8.80)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

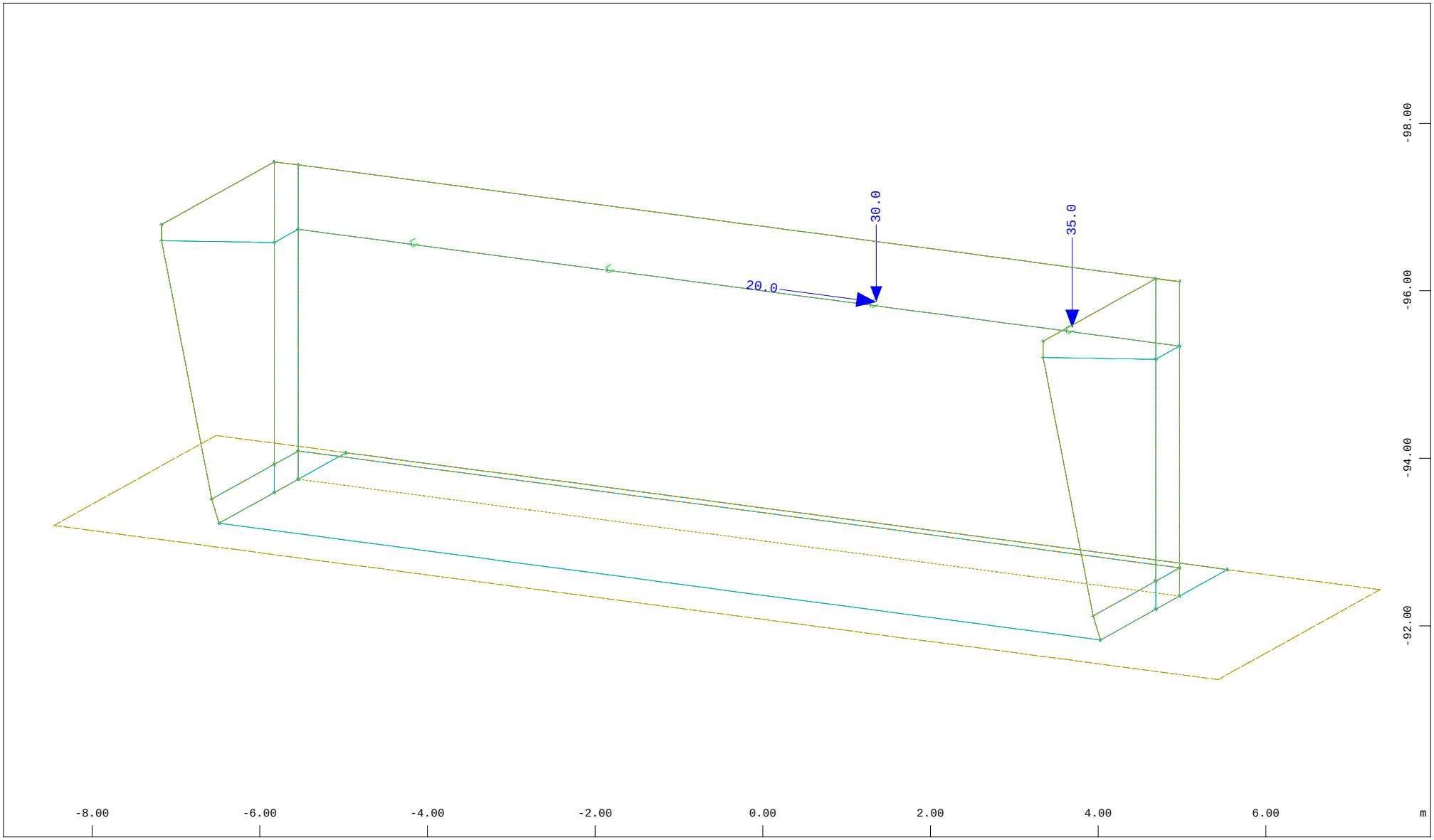


Alle Lasten, Lastfall 174 LM71 -G17 , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=200.0 kN,Max=374.5), Freie Linienlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m,Min=-16.40 Max=-16.40), Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=10.00 kN/m2,Max=17.00), Freie Flächenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.00 kN/m2,Min=-8.80 Max=-8.80)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



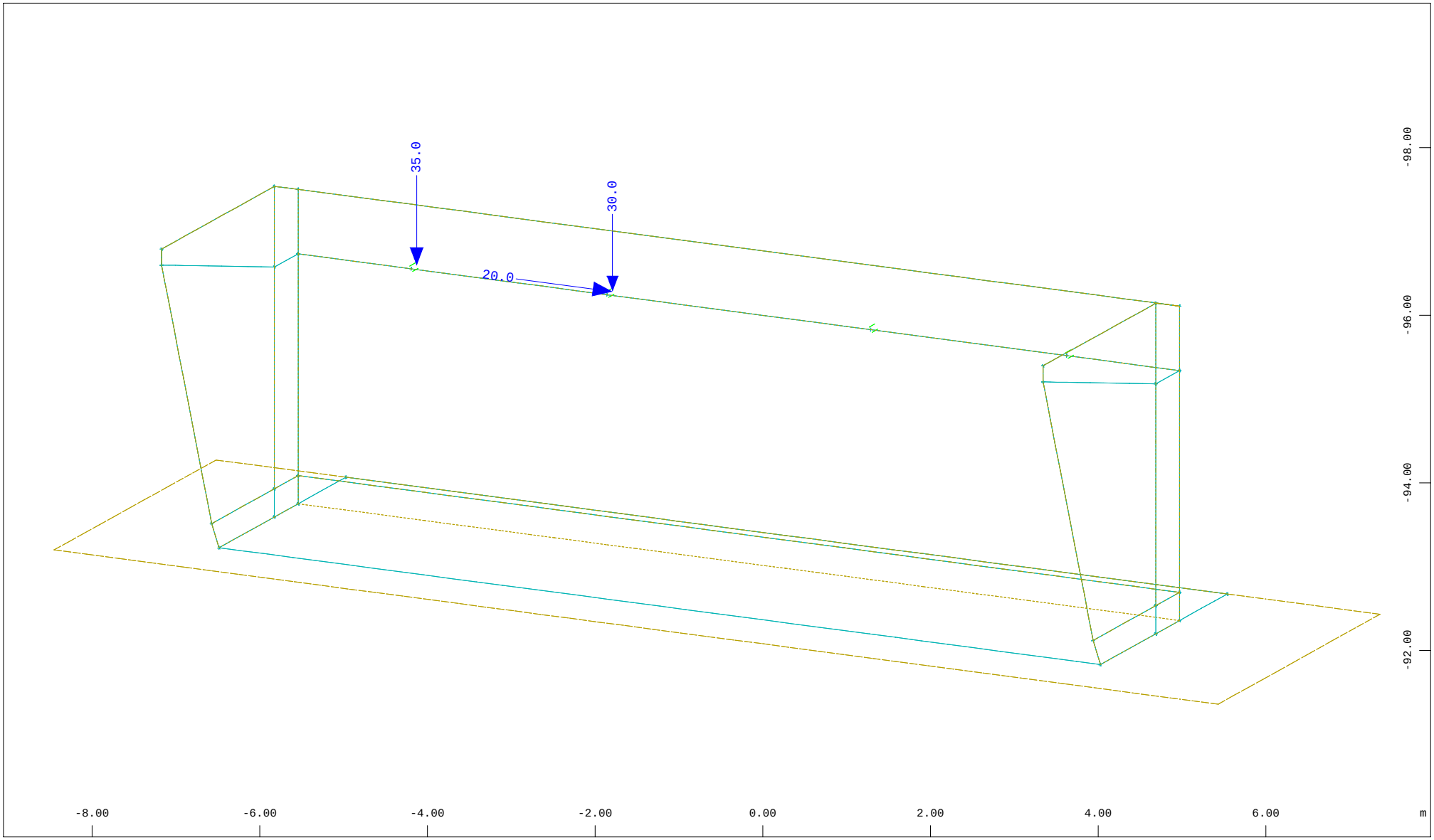
Knotenlast in global Z, Lastfall 181 Wind , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=20.0 kN) (Max=35.0) (Summe: 65.0)

Knotenlast in global Y, Lastfall 181 Wind , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.0 kN) (Max=20.0) (Summe: 20.0)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



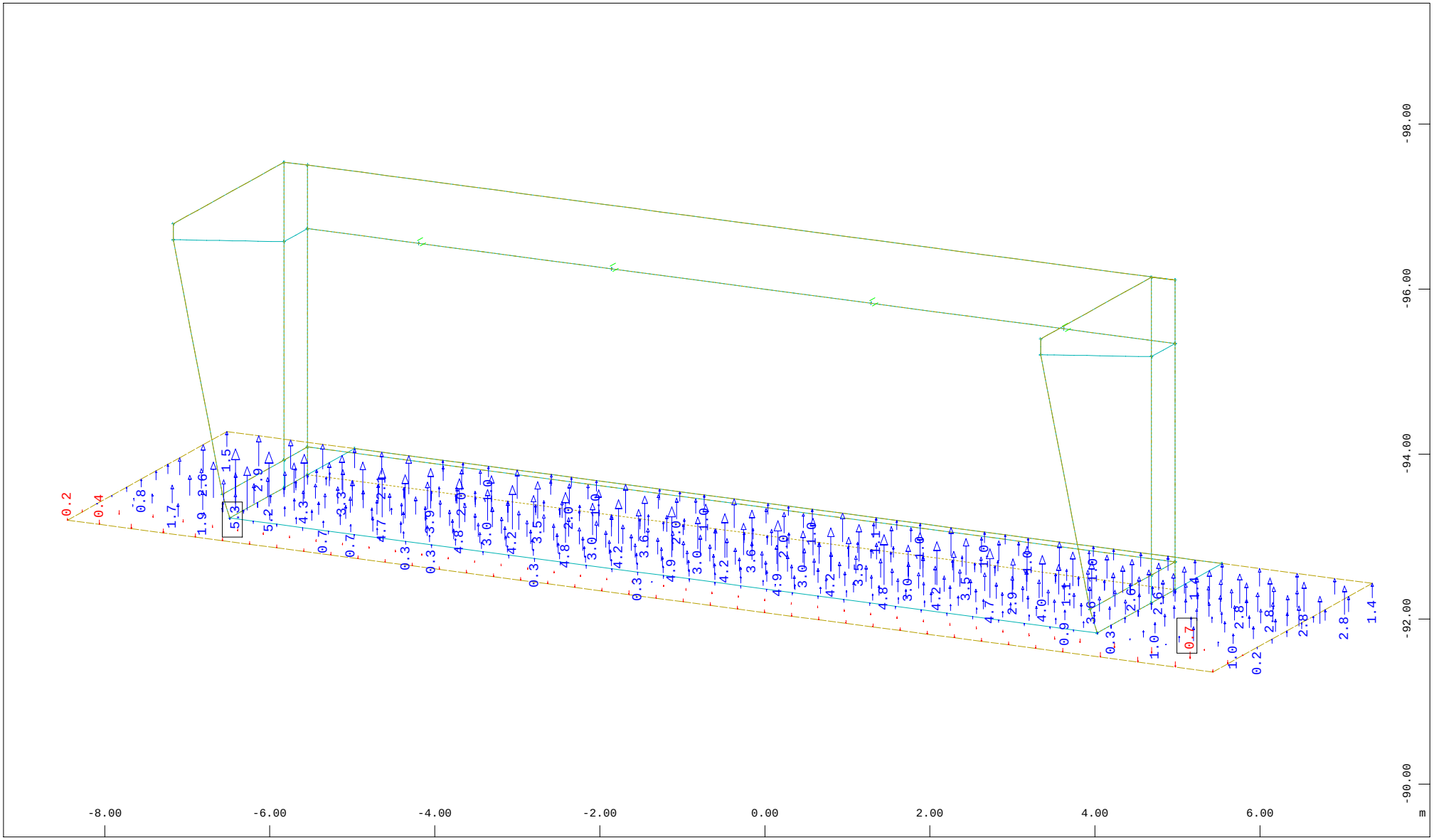
Knotenlast in global Z, Lastfall 182 Wind , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=20.0 kN) (Max=35.0) (Summe: 65.0)

Knotenlast in global Y, Lastfall 182 Wind , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast (Kraft) in global Y (Unit=10.0 kN) (Max=20.0) (Summe: 20.0)

X Y Z

M 1 : 64

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

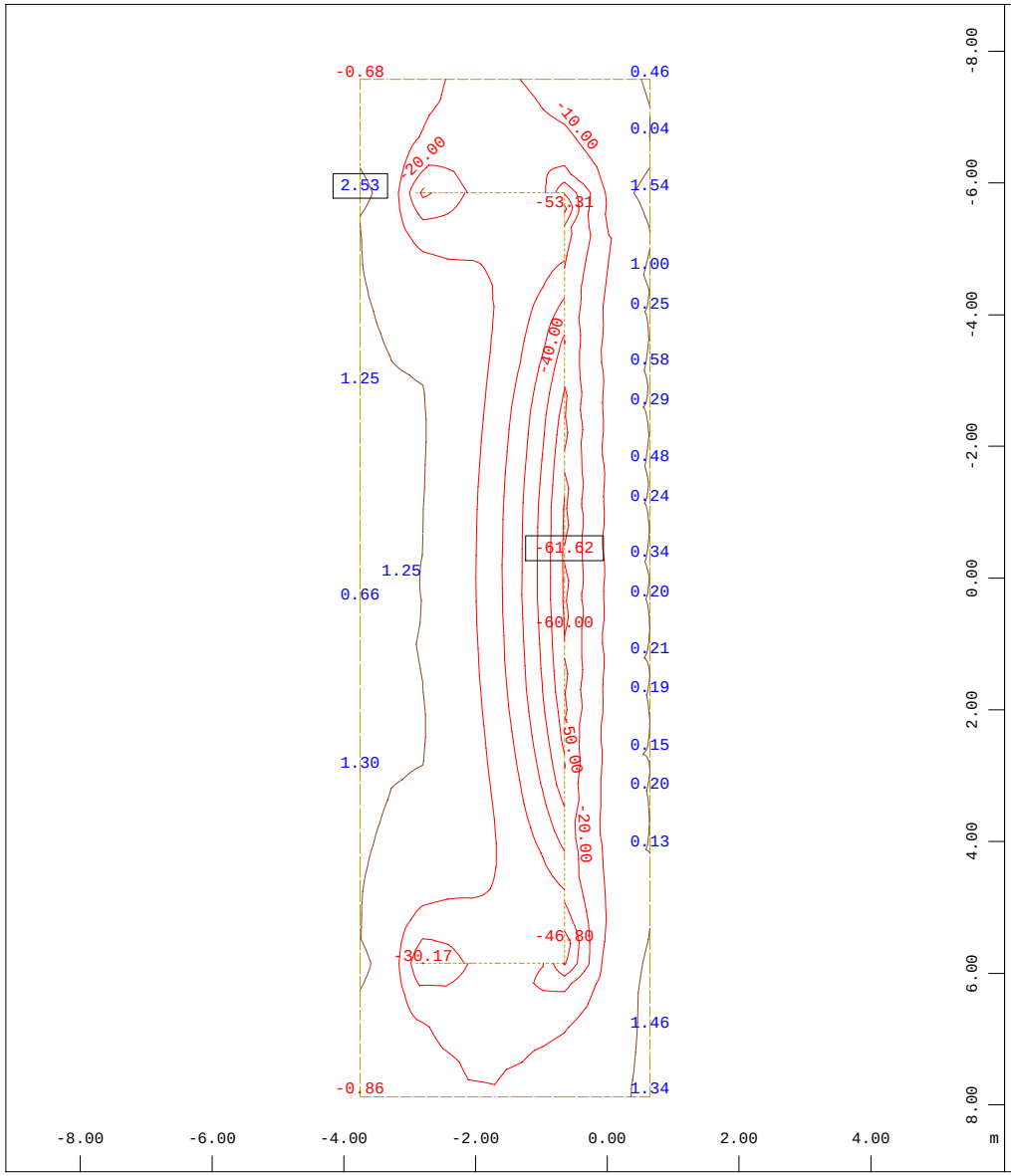


Resultierende Kräfte Senkbettung im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau , 1 cm im Raum = 5.0000 kN

(Min=-0.7) (Max=5.3) (Summe: 702.0)

M 1 : 65

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

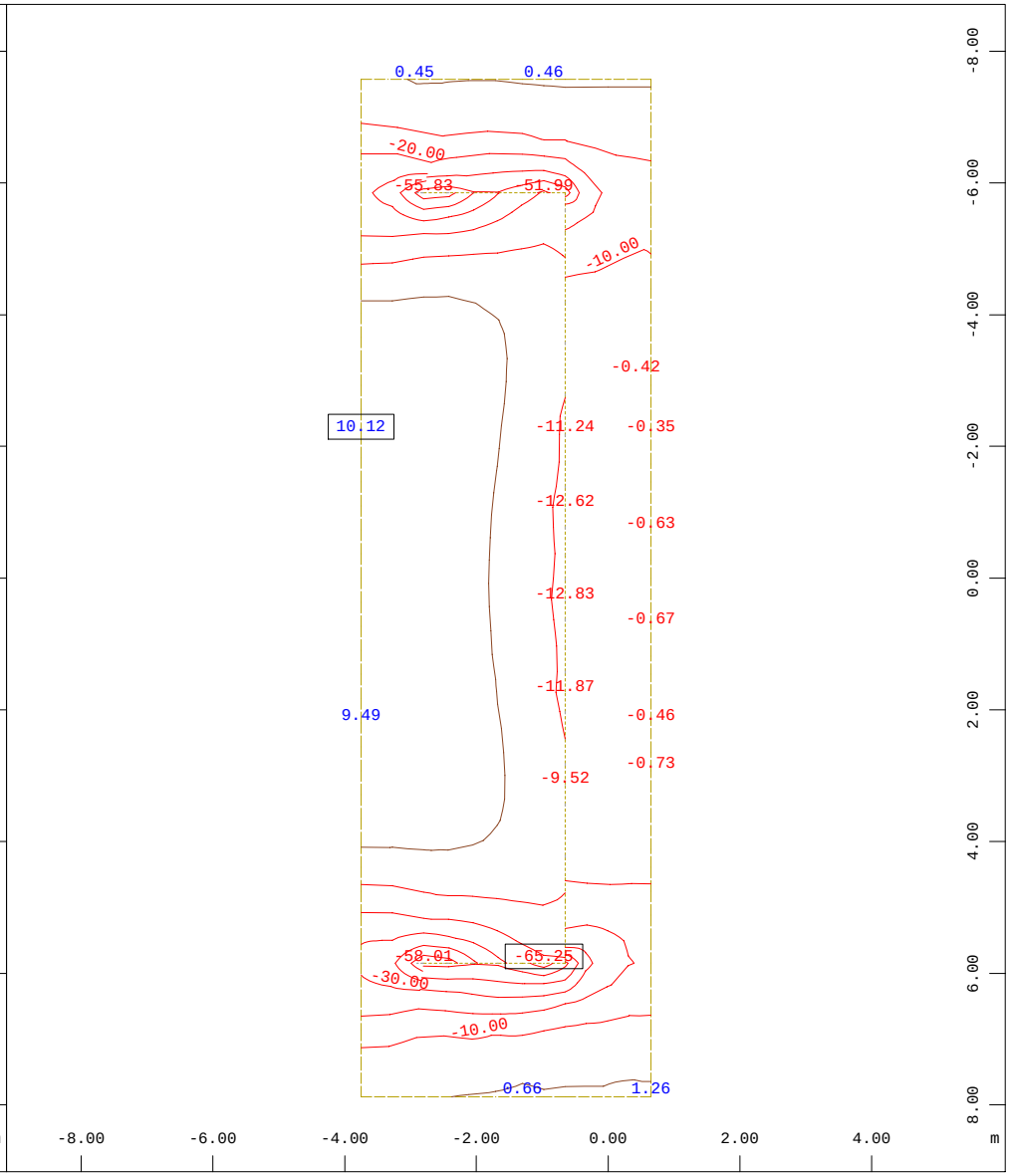


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 11

Eigengewicht , von -61.62 bis 2.53 Stufen 10.00 kNm/m

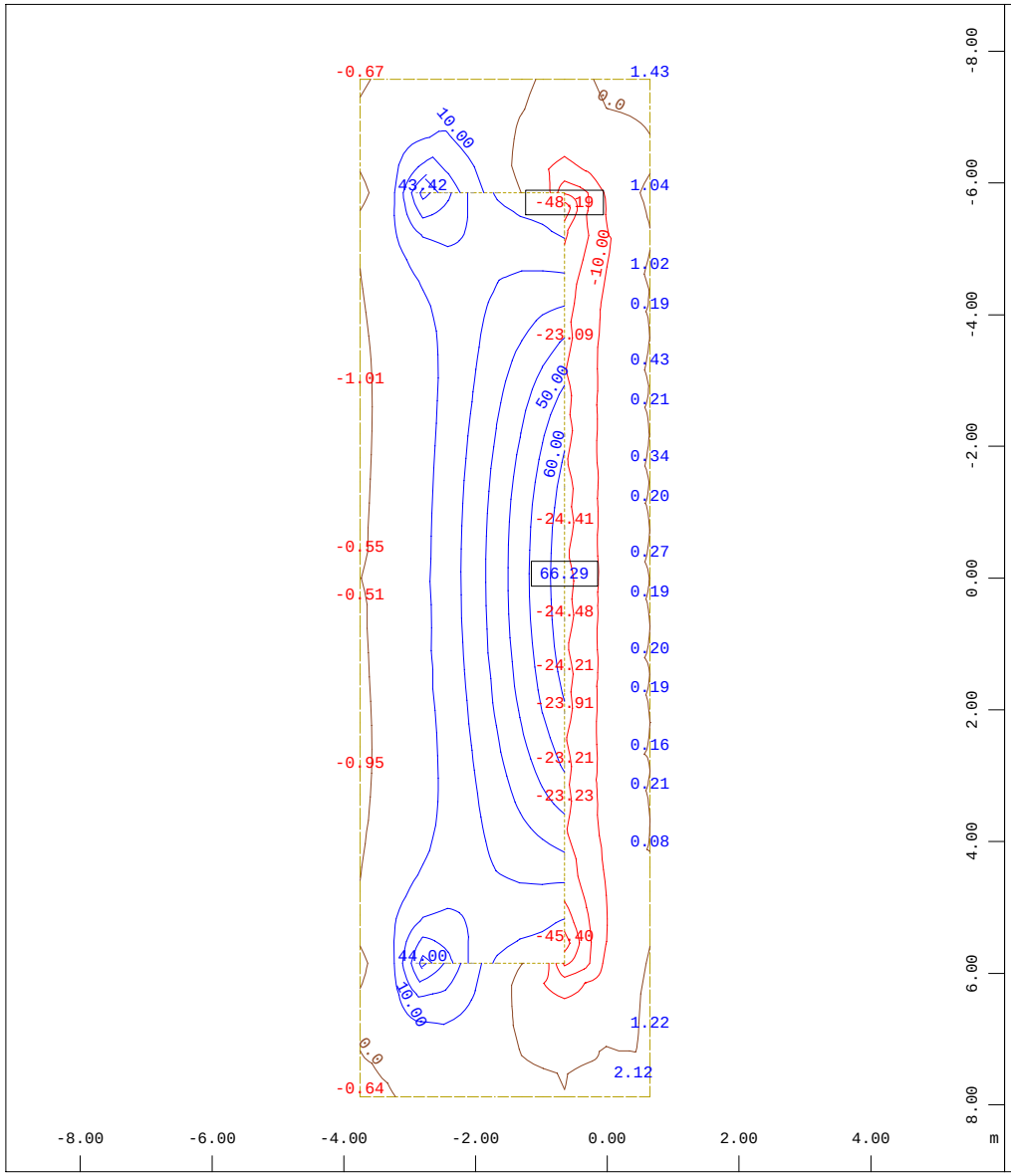


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ↕ , Lastfall 11

Eigengewicht , von -65.25 bis 10.12 Stufen 10.00 kNm/m

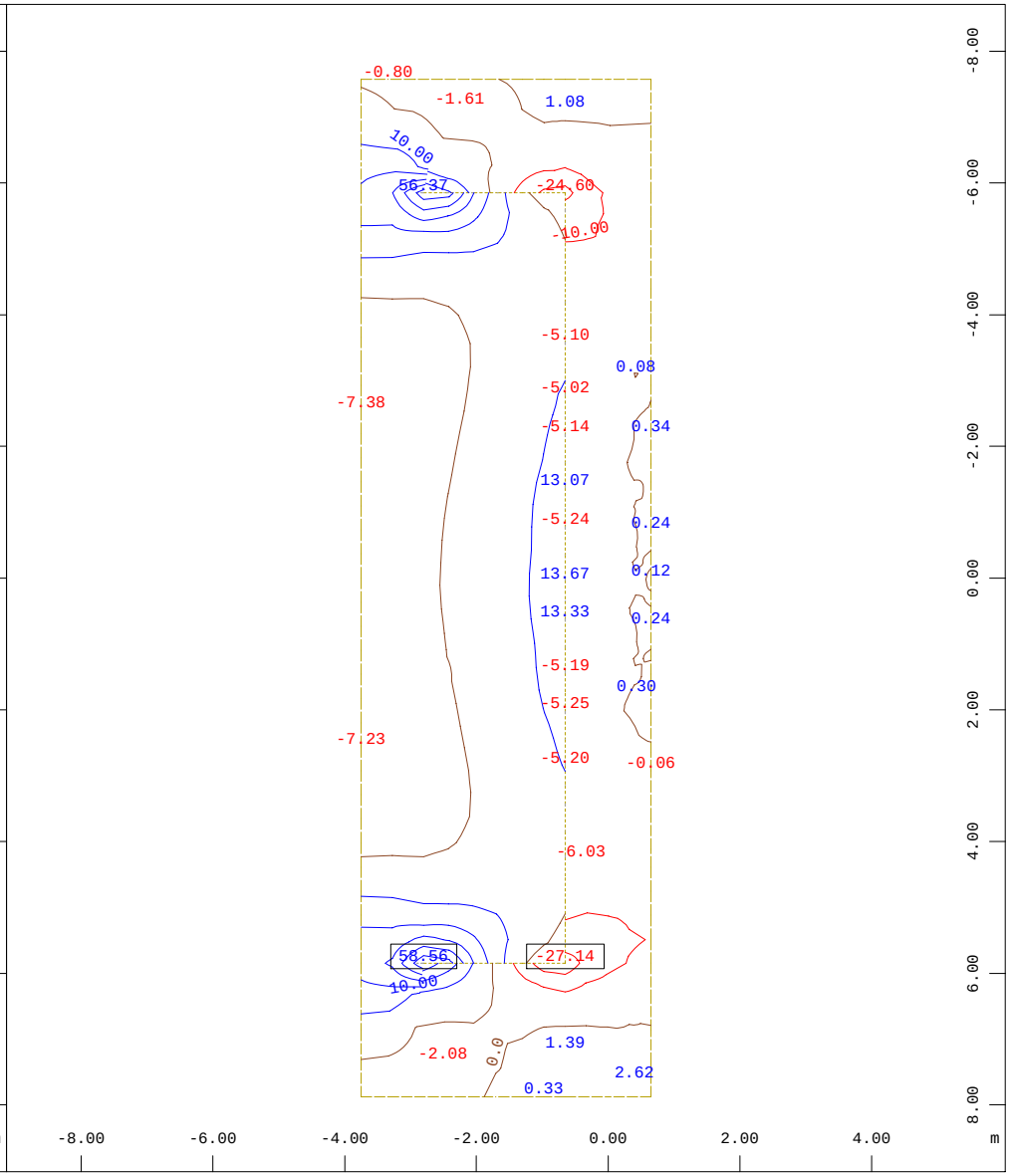


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 21

Erdruhedruck , von -48.19 bis 66.29 Stufen 10.00 kNm/m

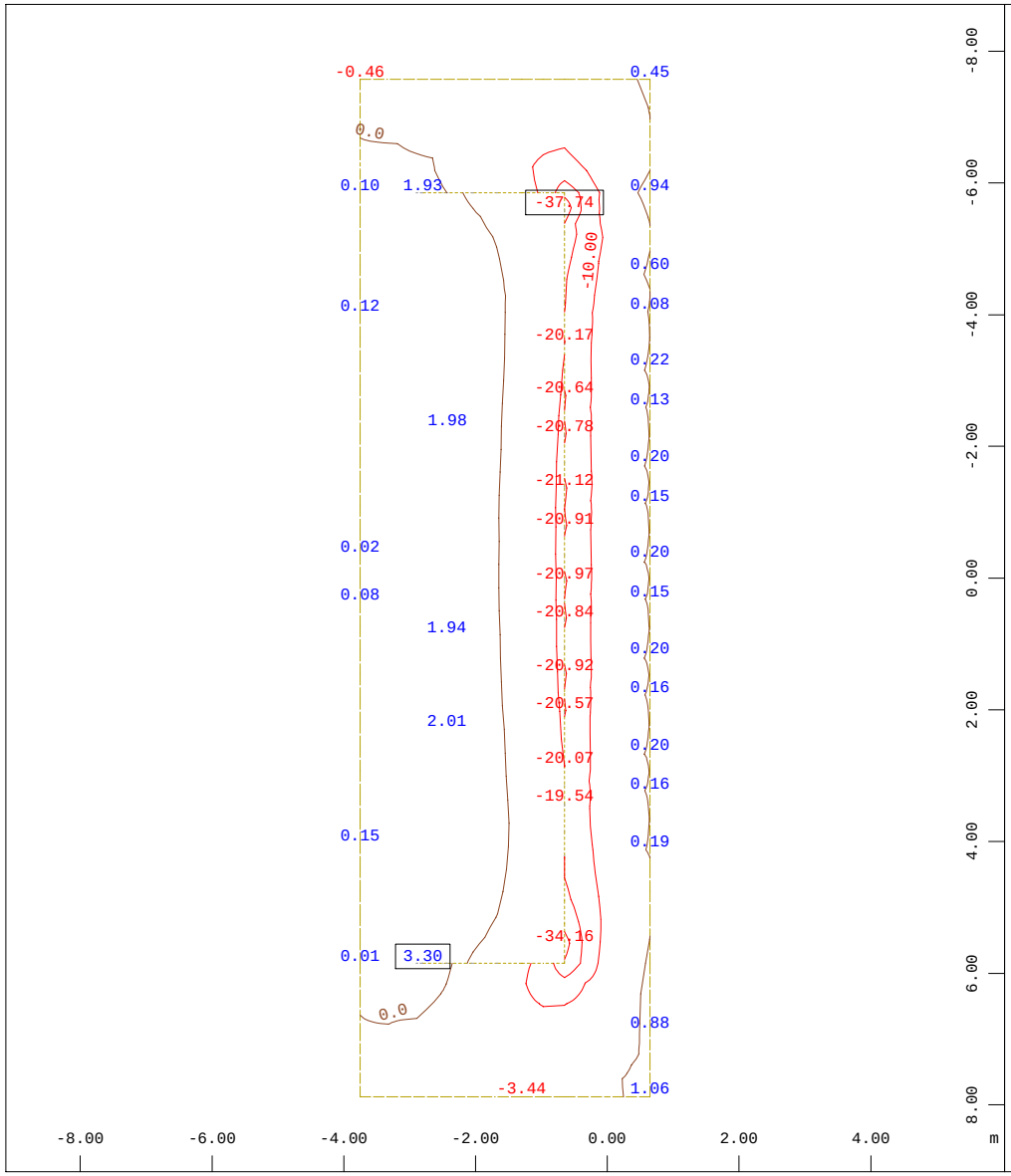


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

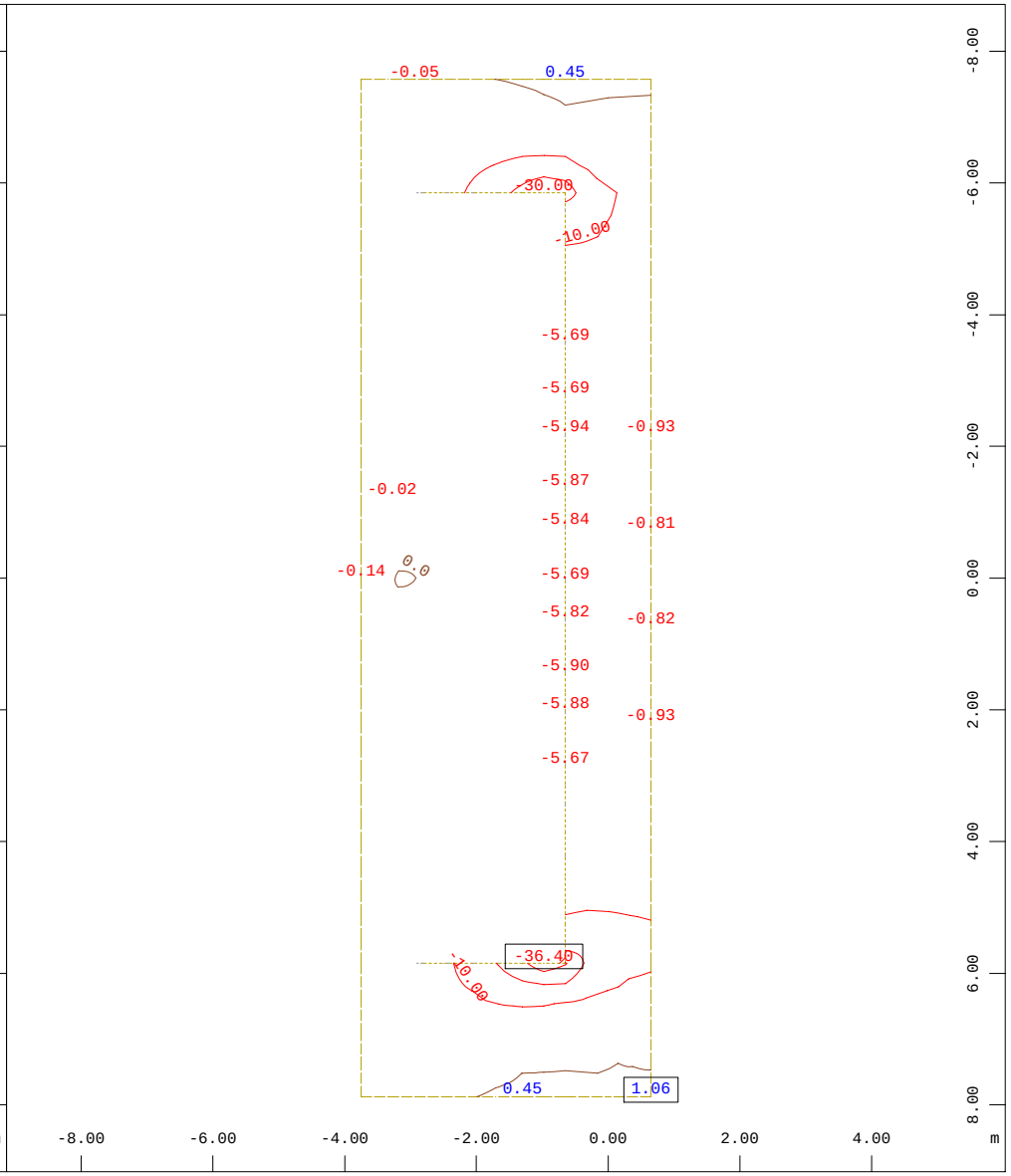
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ↕ , Lastfall 21

Erdruhedruck , von -27.14 bis 58.56 Stufen 10.00 kNm/m



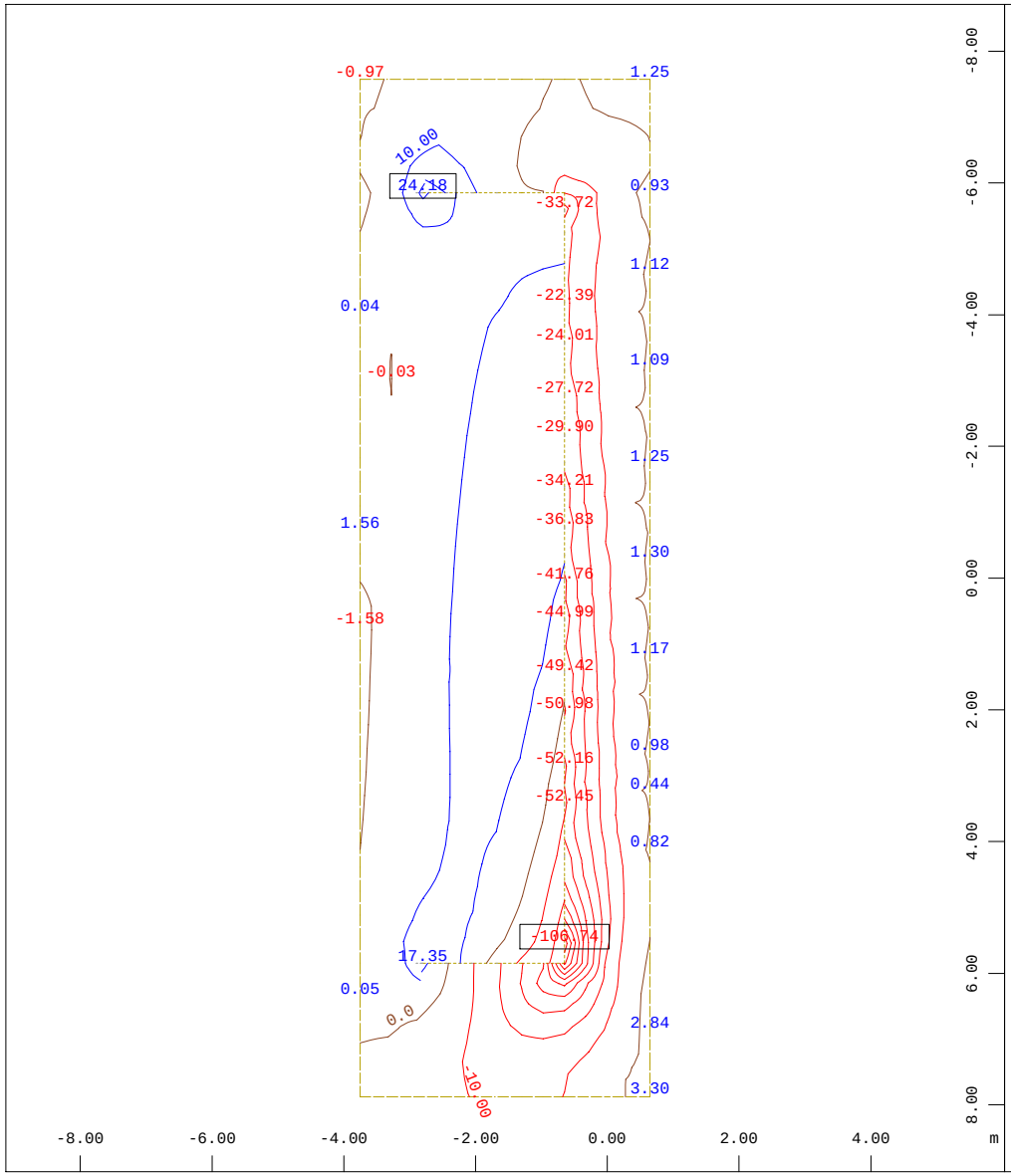
Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 101 EG
Überbau , von -37.74 bis 3.30 Stufen 10.00 kNm/m



Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ↕ , Lastfall 101 EG
Überbau , von -36.40 bis 1.06 Stufen 10.00 kNm/m

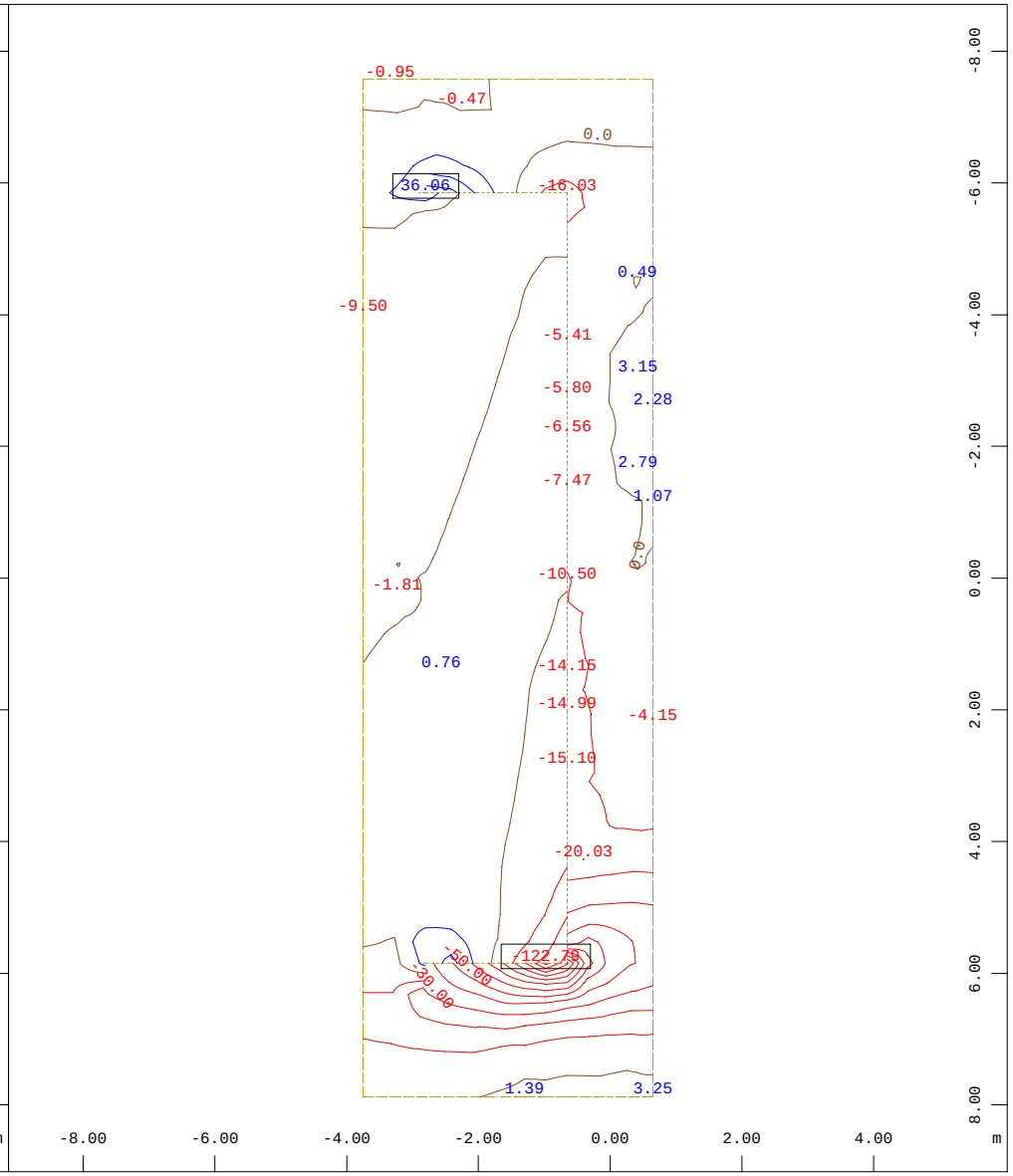


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 111 LM71

G11 , von -106.74 bis 24.18 Stufen 10.00 kNm/m

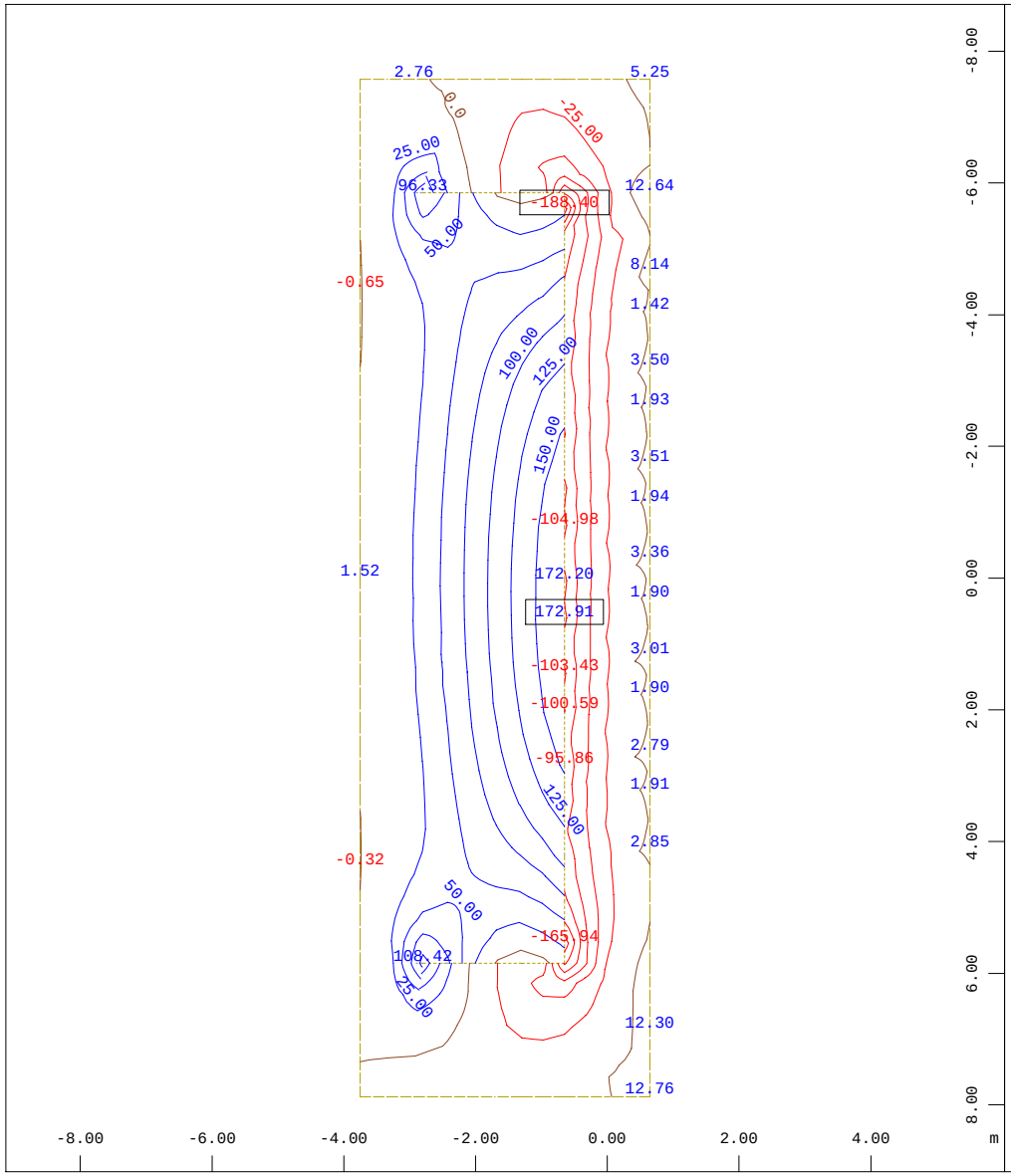


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ↕ , Lastfall 111 LM71

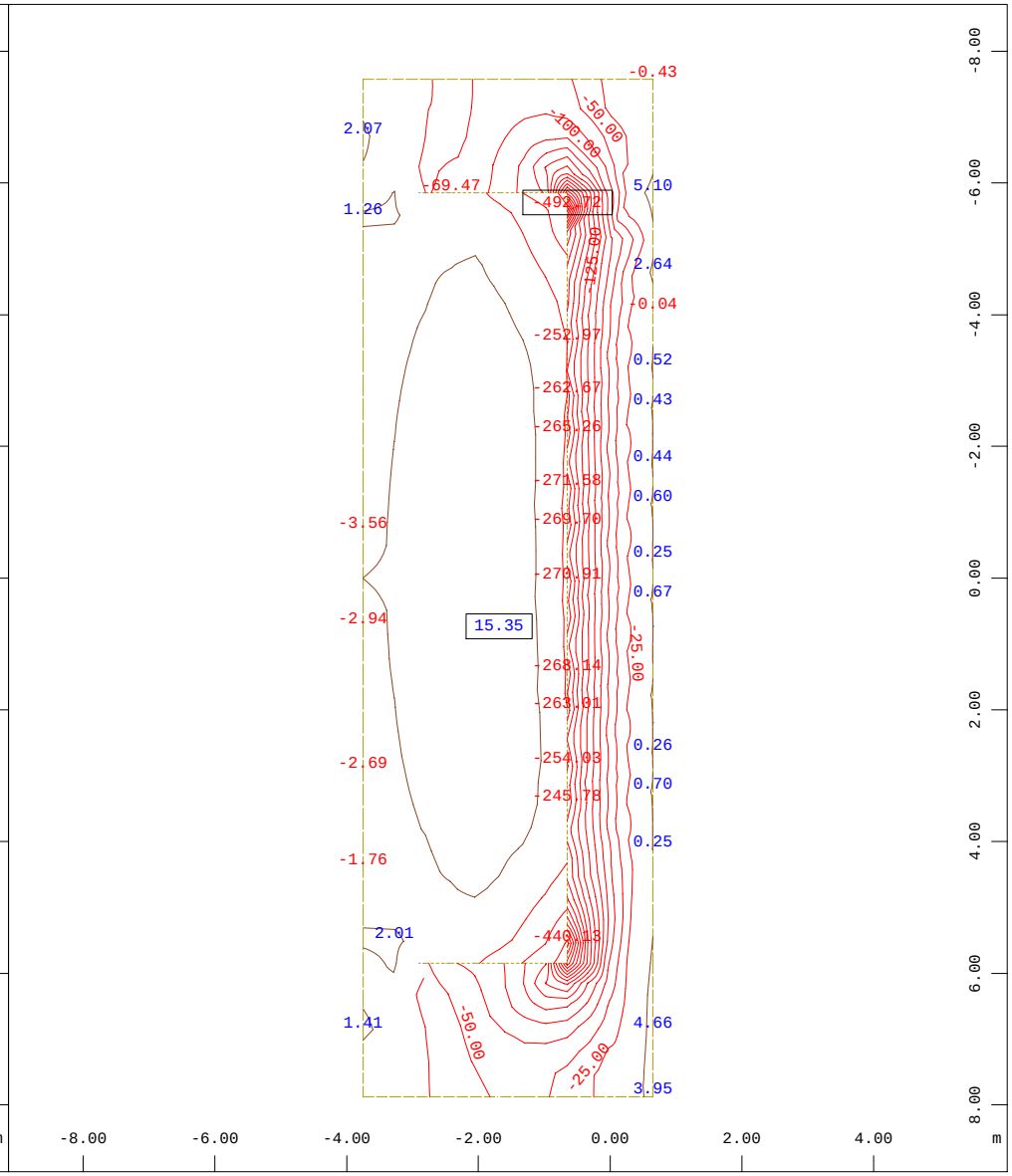
G11 , von -122.79 bis 36.06 Stufen 10.00 kNm/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 2101 MAX-PX

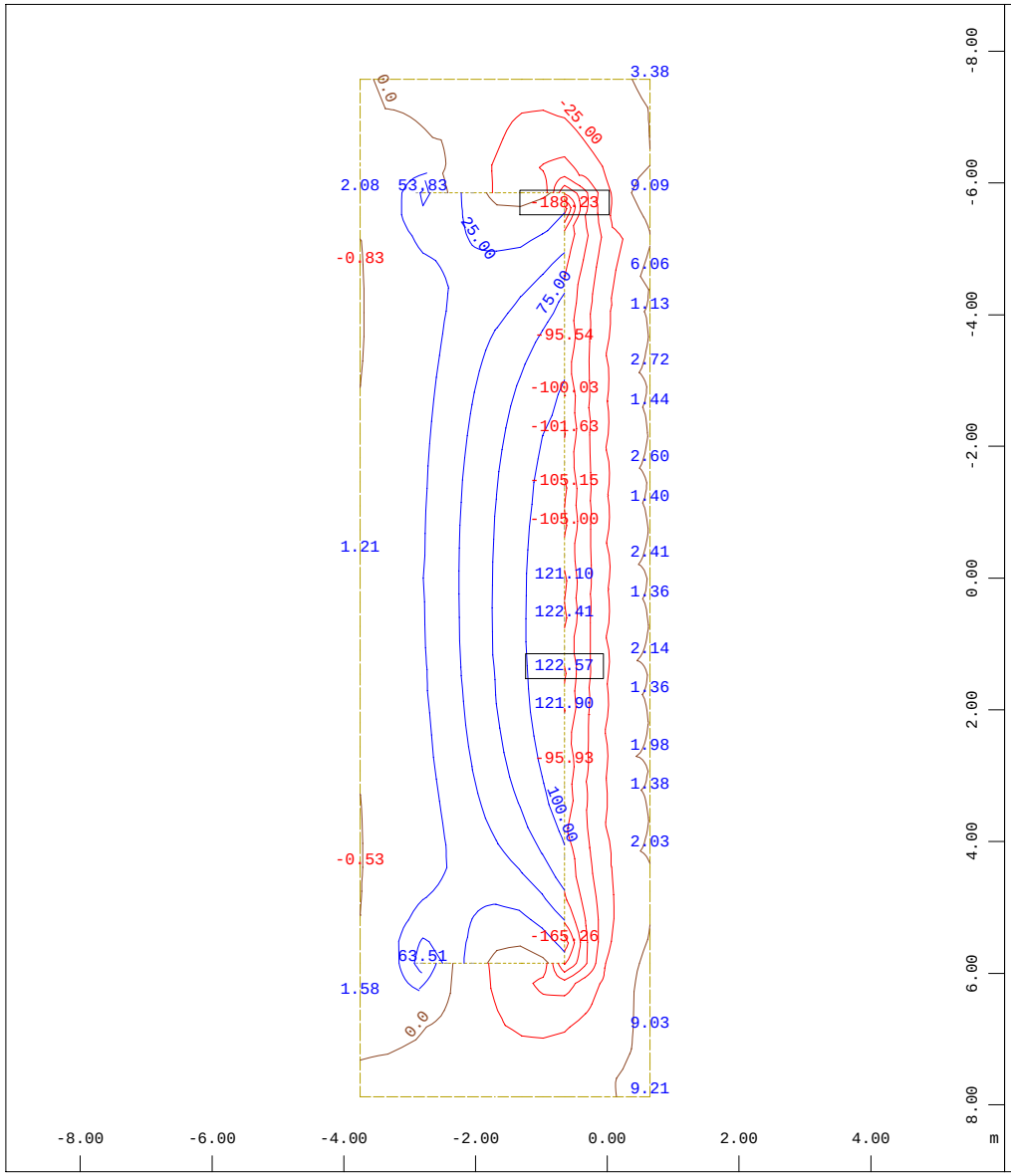
KNOT #titel MY|mxx|PX , von -188.40 bis 172.91 Stufen 25.00



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 2102 MIN-PX

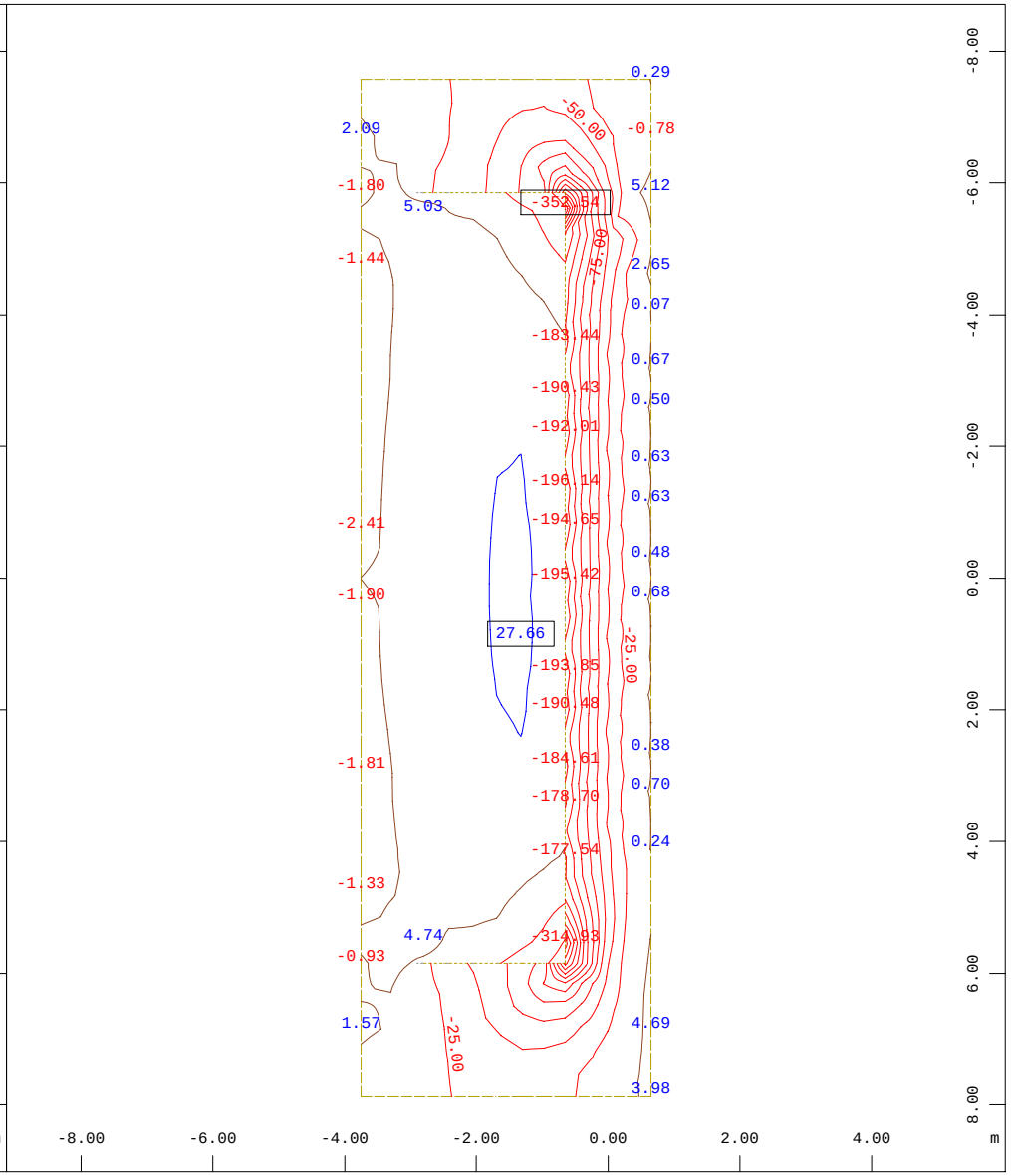
KNOT #titel MY|mxx|PX , von -492.72 bis 15.35 Stufen 25.00



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 1101

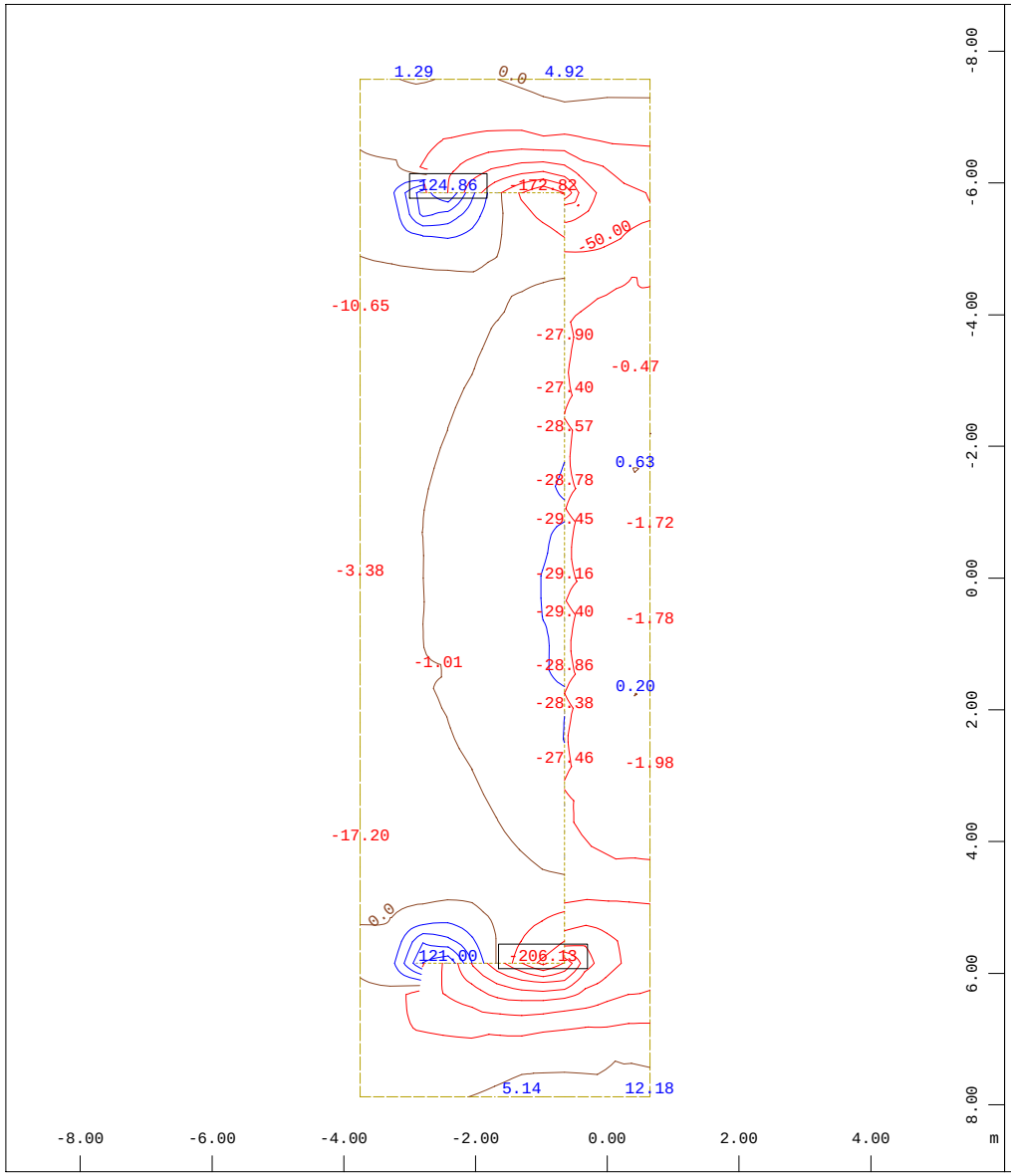
MAXR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX , von -188.23 bis 122.57



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 1102

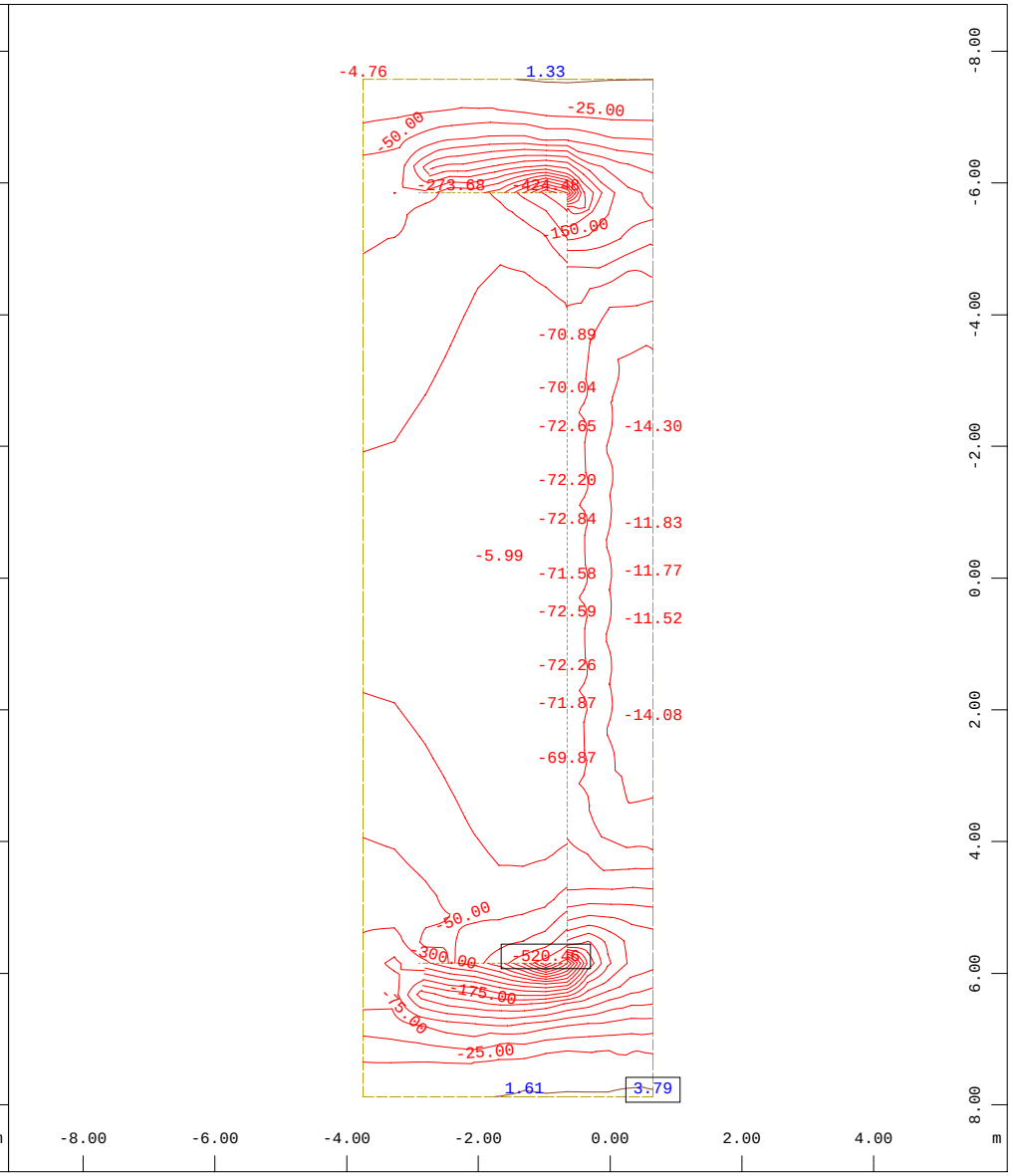
MINR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX , von -352.54 bis 27.66 Stufen



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten , Lastfall 2103 MAX-PY

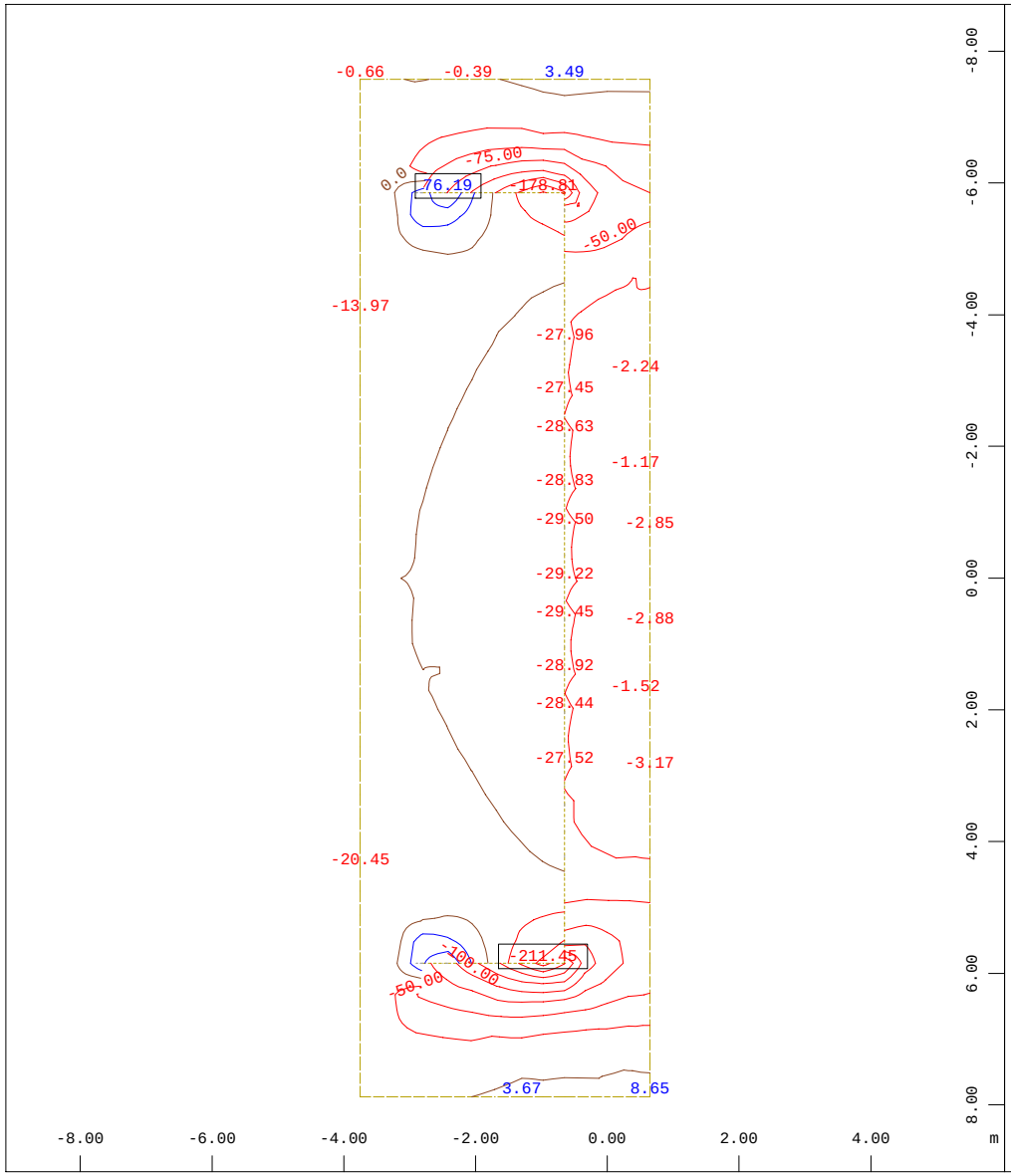
KNOT #titel VZ|myy|PY , von -206.13 bis 124.86 Stufen 25.00



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten , Lastfall 2104 MIN-PY

KNOT #titel VZ|myy|PY , von -520.46 bis 3.79 Stufen 25.00

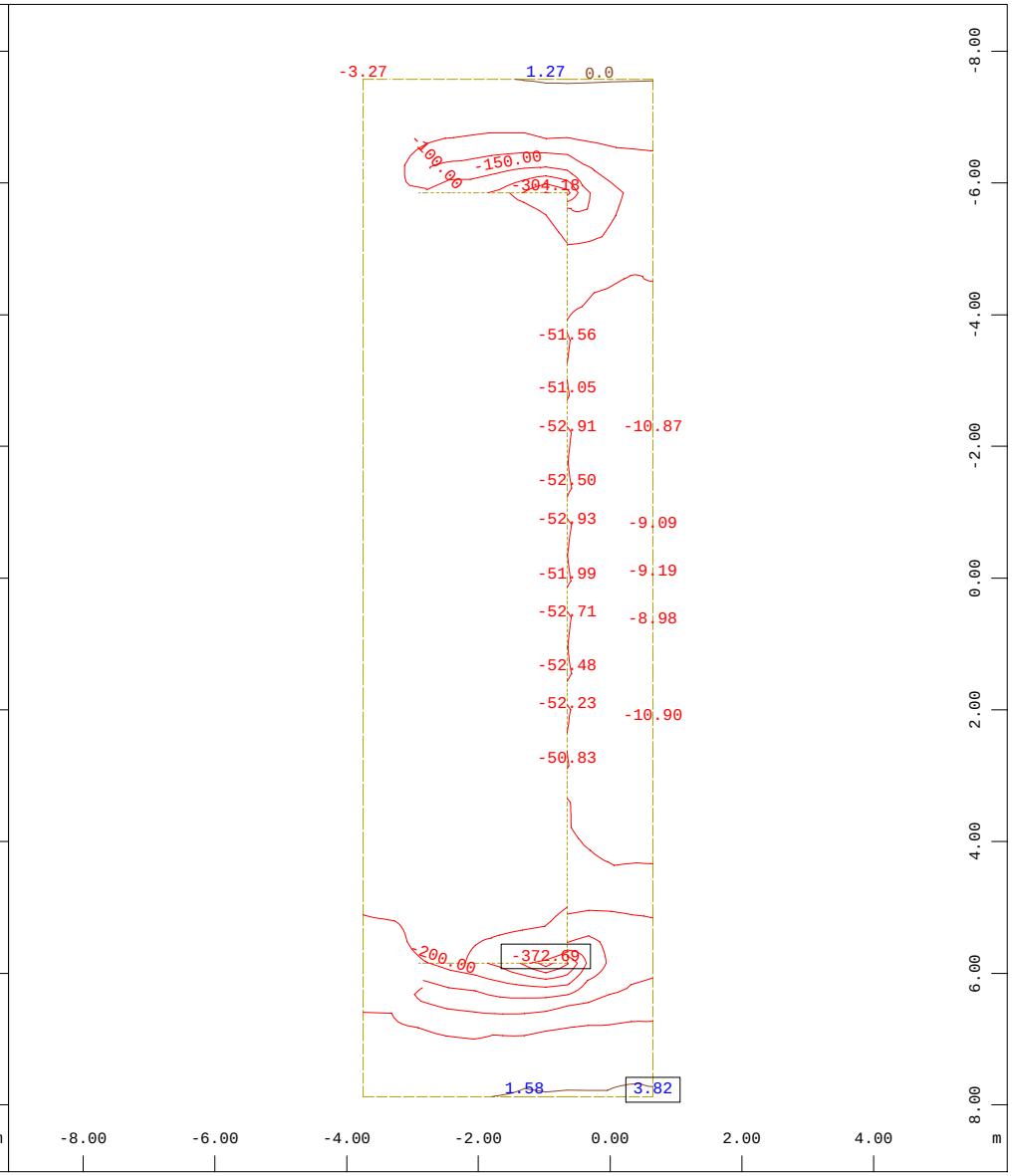


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 1103

MAXR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY , von -211.45 bis 76.19 Stufen

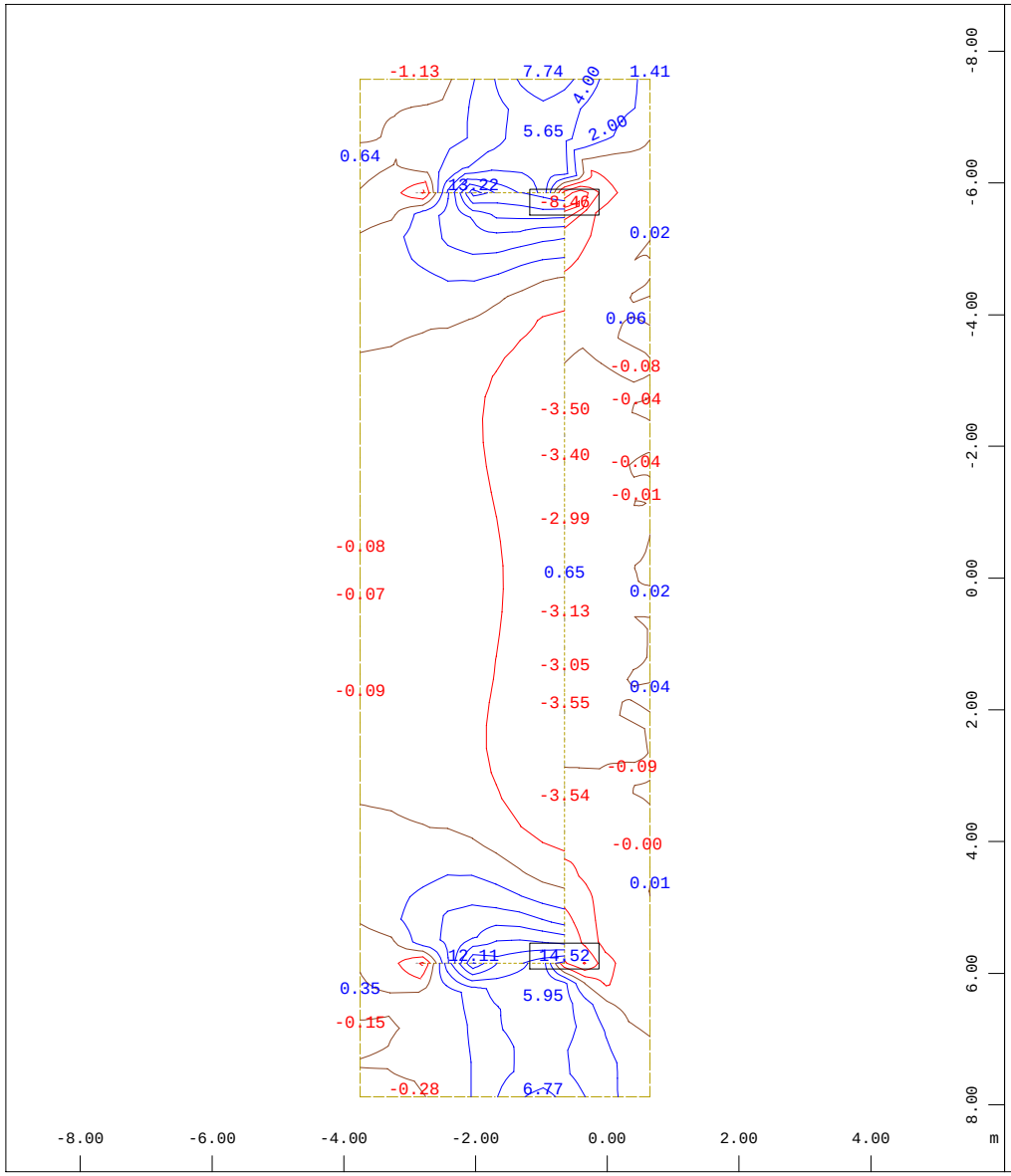


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z—X
Y

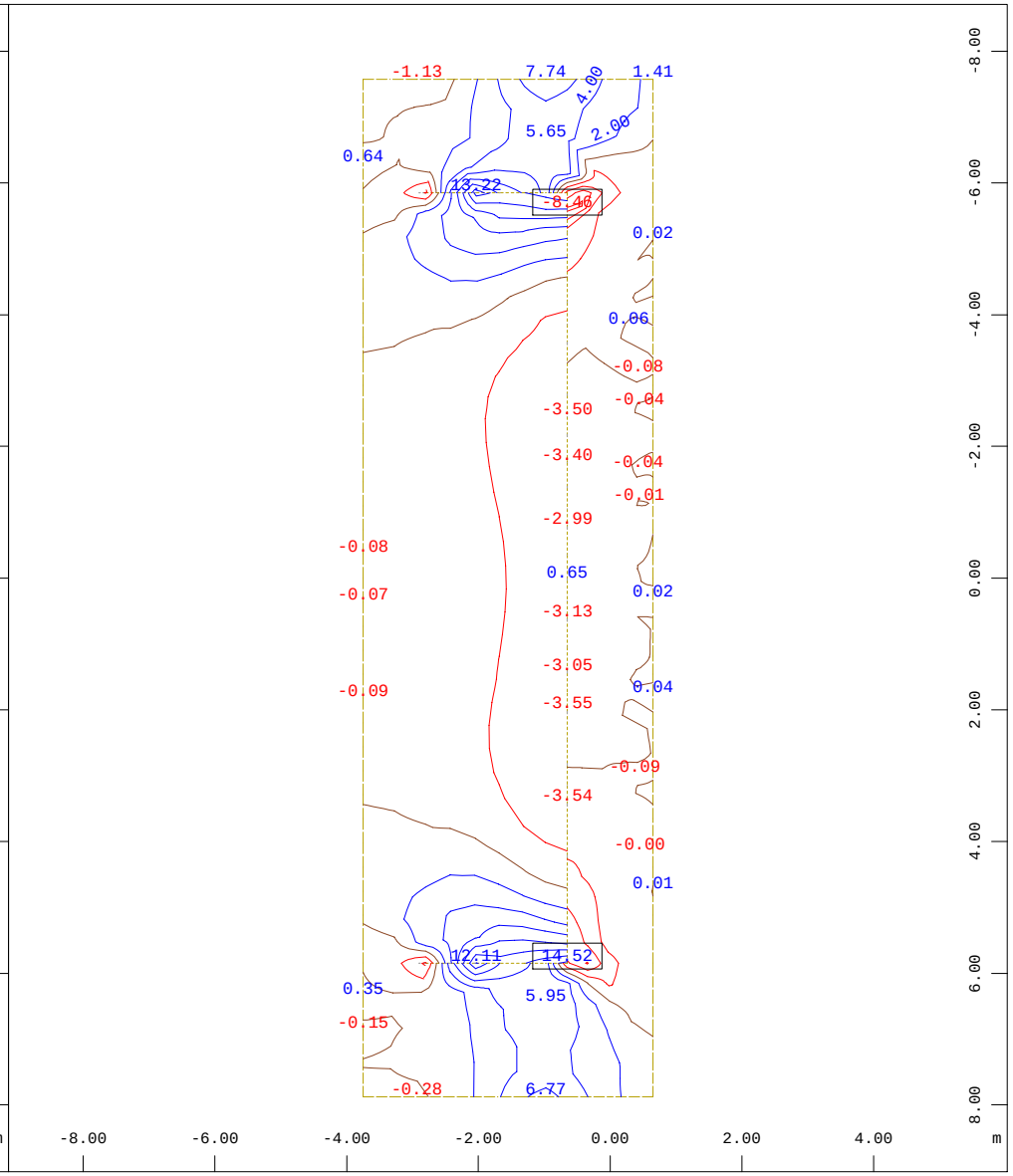
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 1104

MINR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY , von -372.69 bis 3.82 Stufen



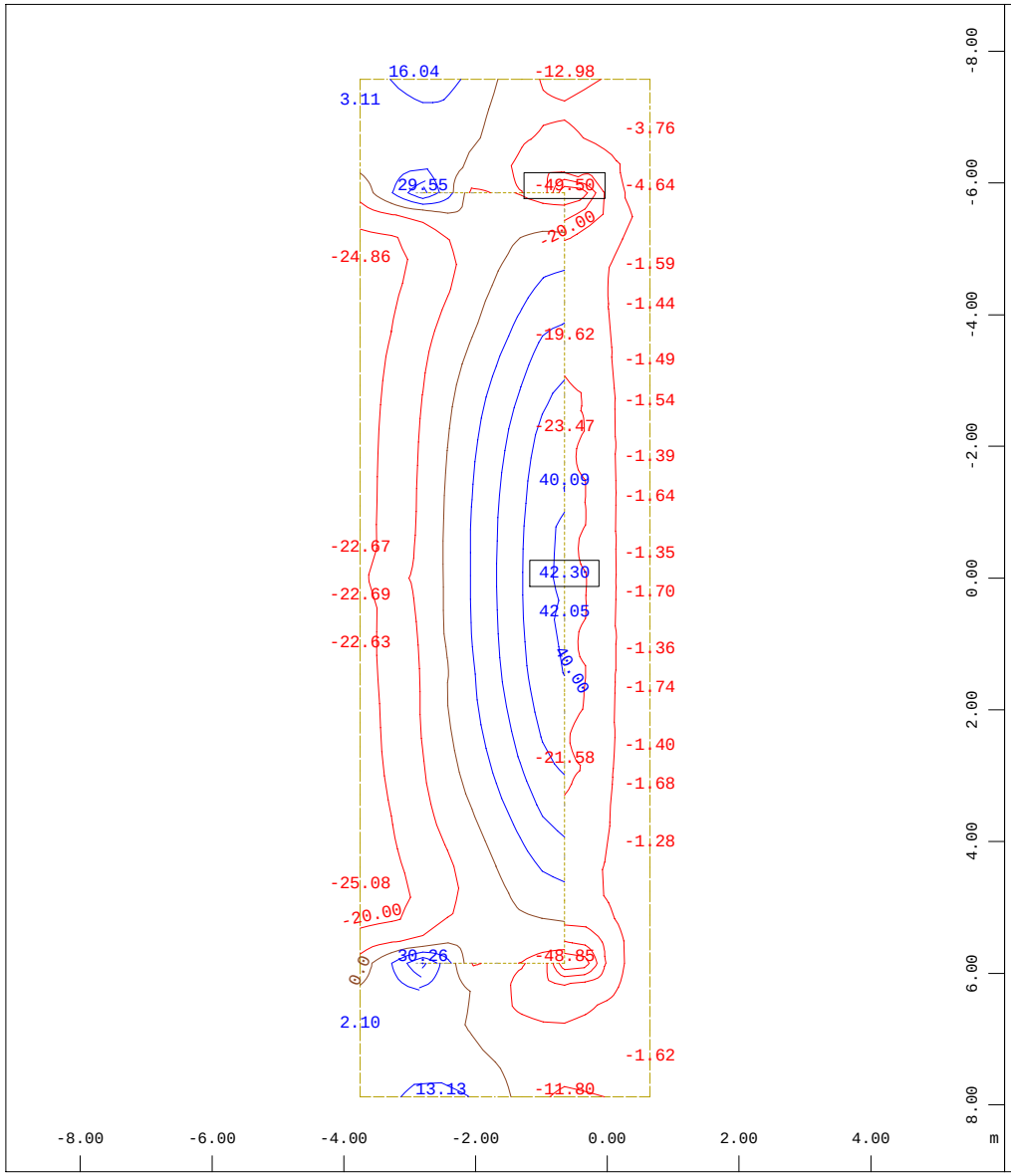
Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 11
Eigengewicht , von -8.46 bis 14.52 Stufen 2.00 kN/m



Z—X
Y

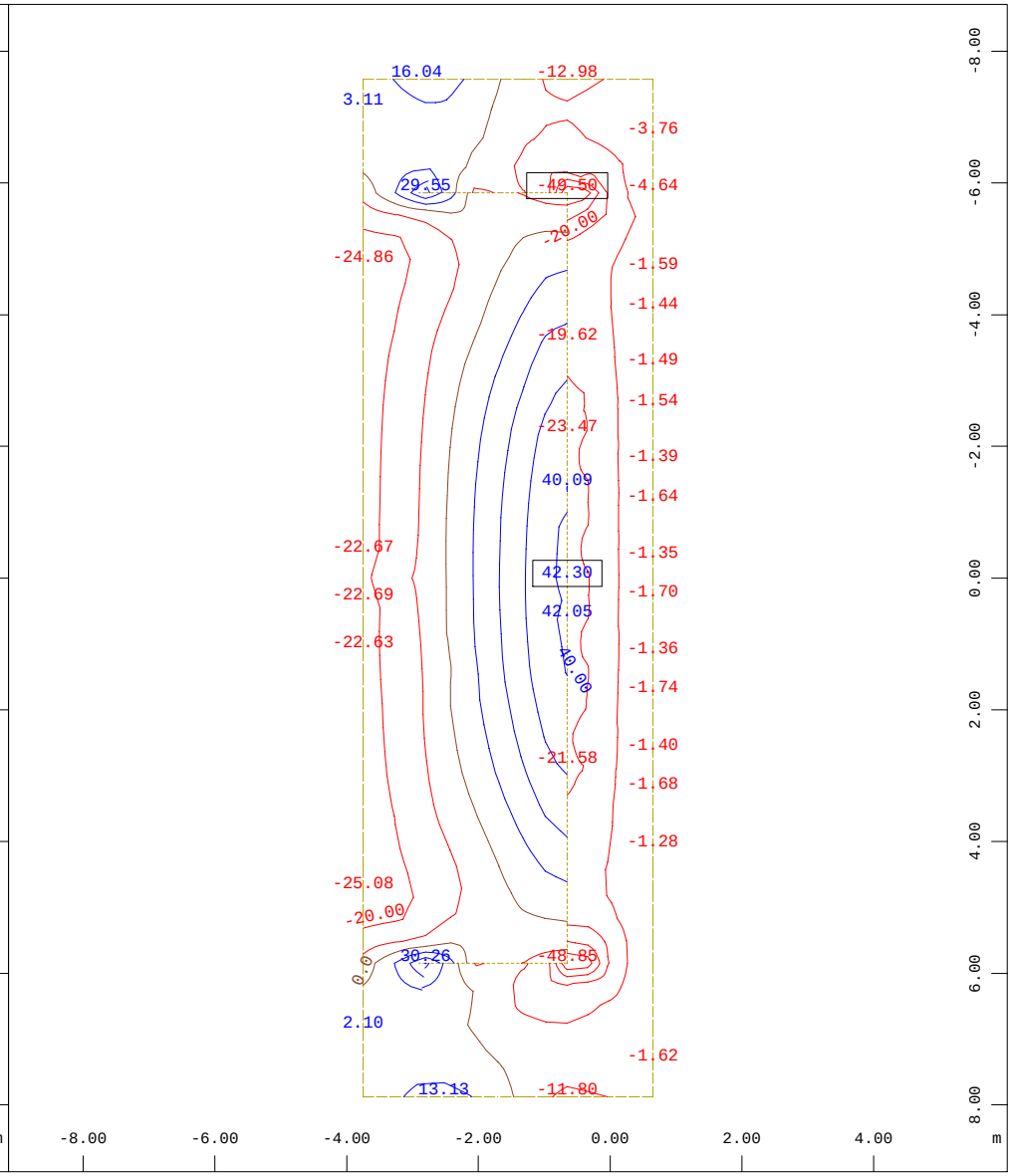
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 11
Eigengewicht , von -8.46 bis 14.52 Stufen 2.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 21

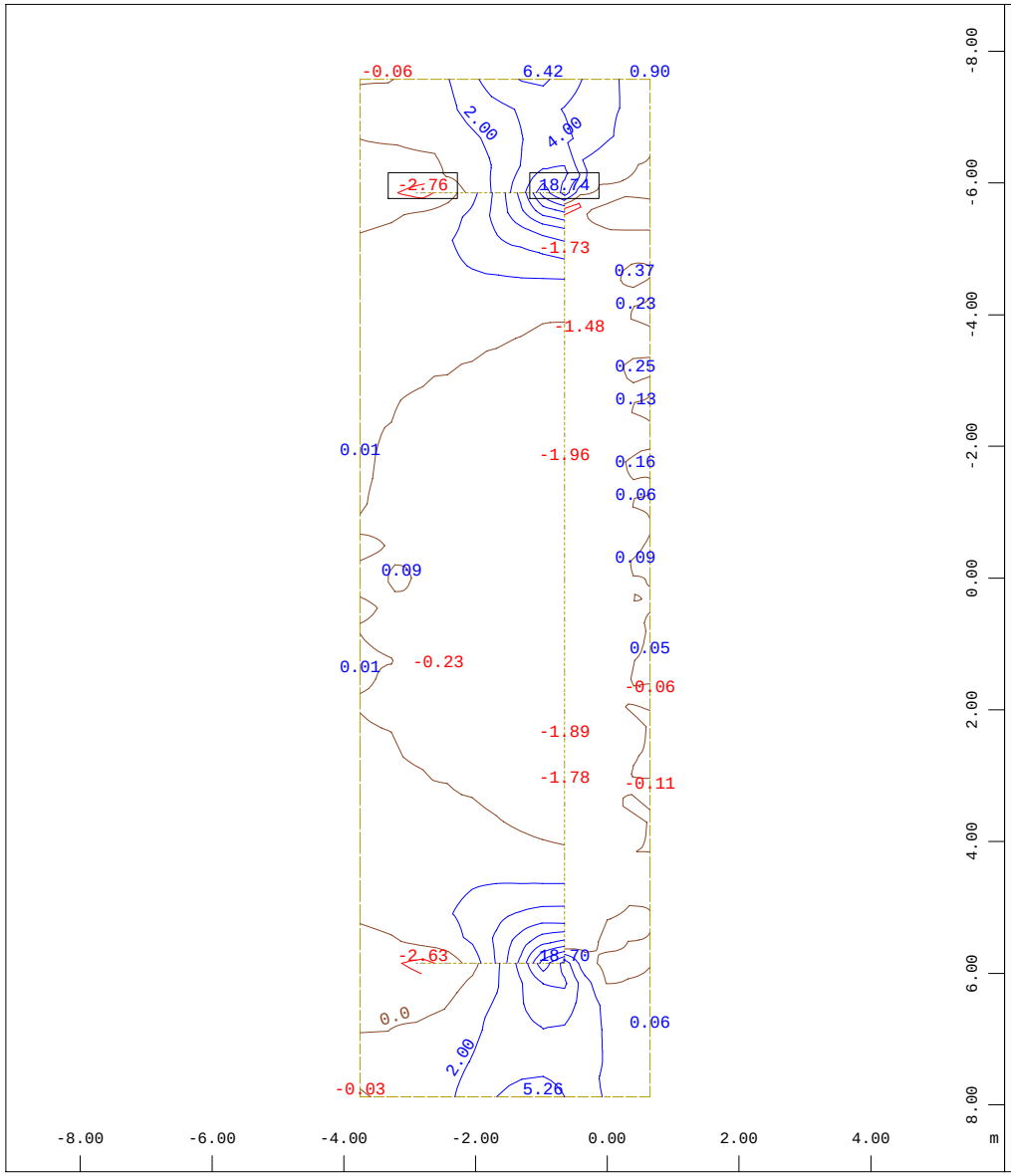
Erdruhedruck , von -49.50 bis 42.30 Stufen 10.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 21

Erdruhedruck , von -49.50 bis 42.30 Stufen 10.00 kN/m

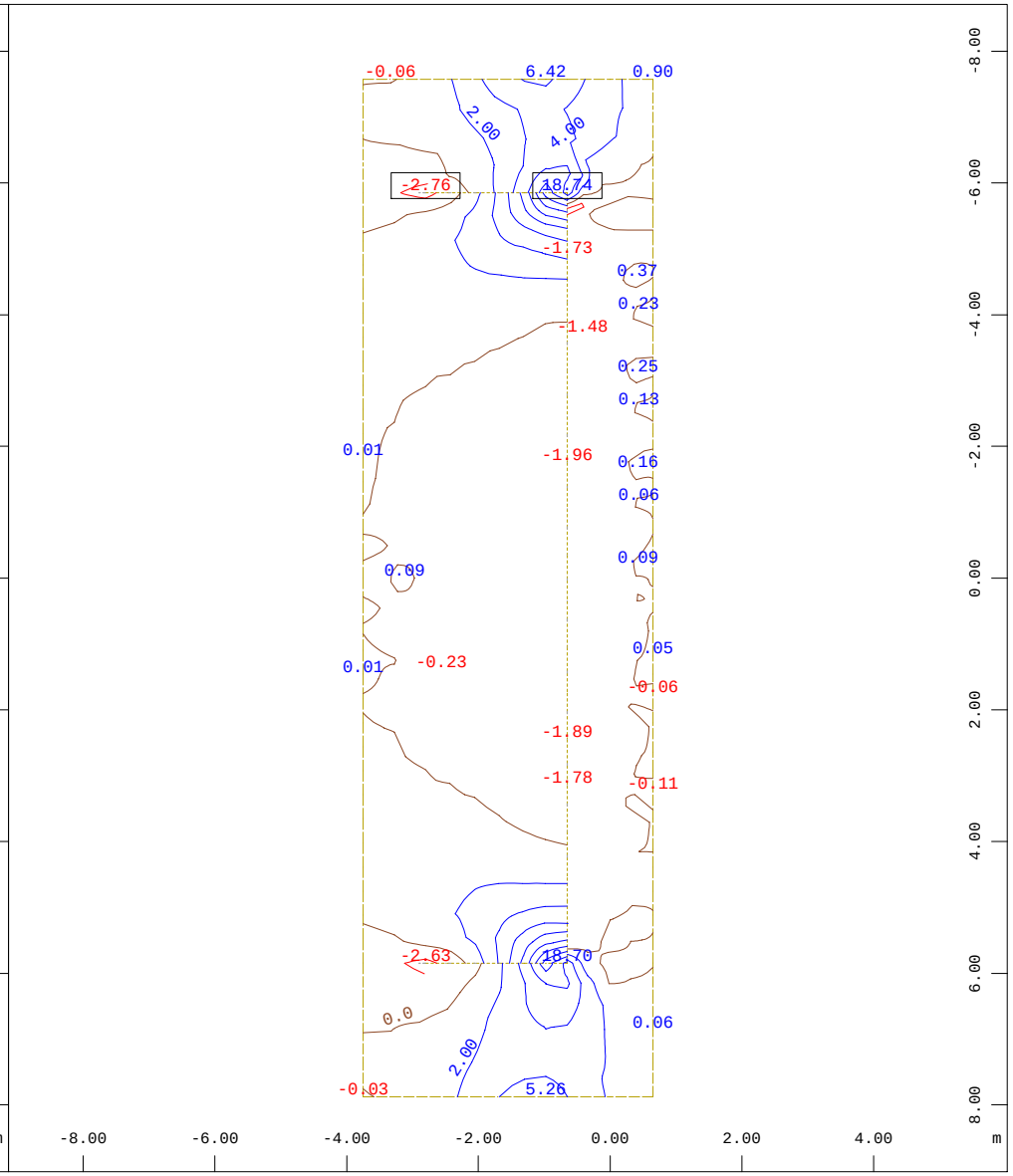


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 101 EG

Überbau , von -2.76 bis 18.74 Stufen 2.00 kN/m

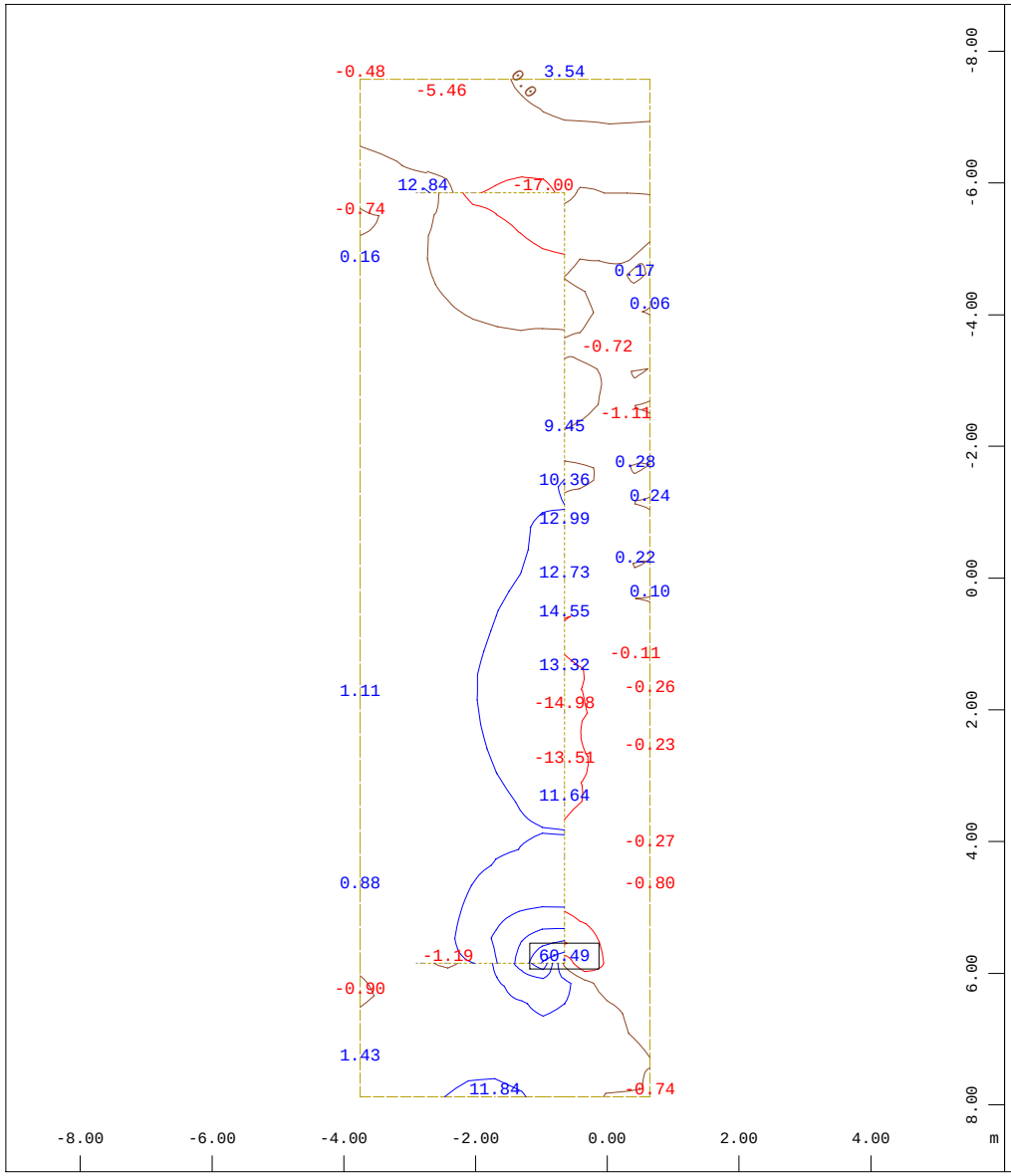


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 101 EG

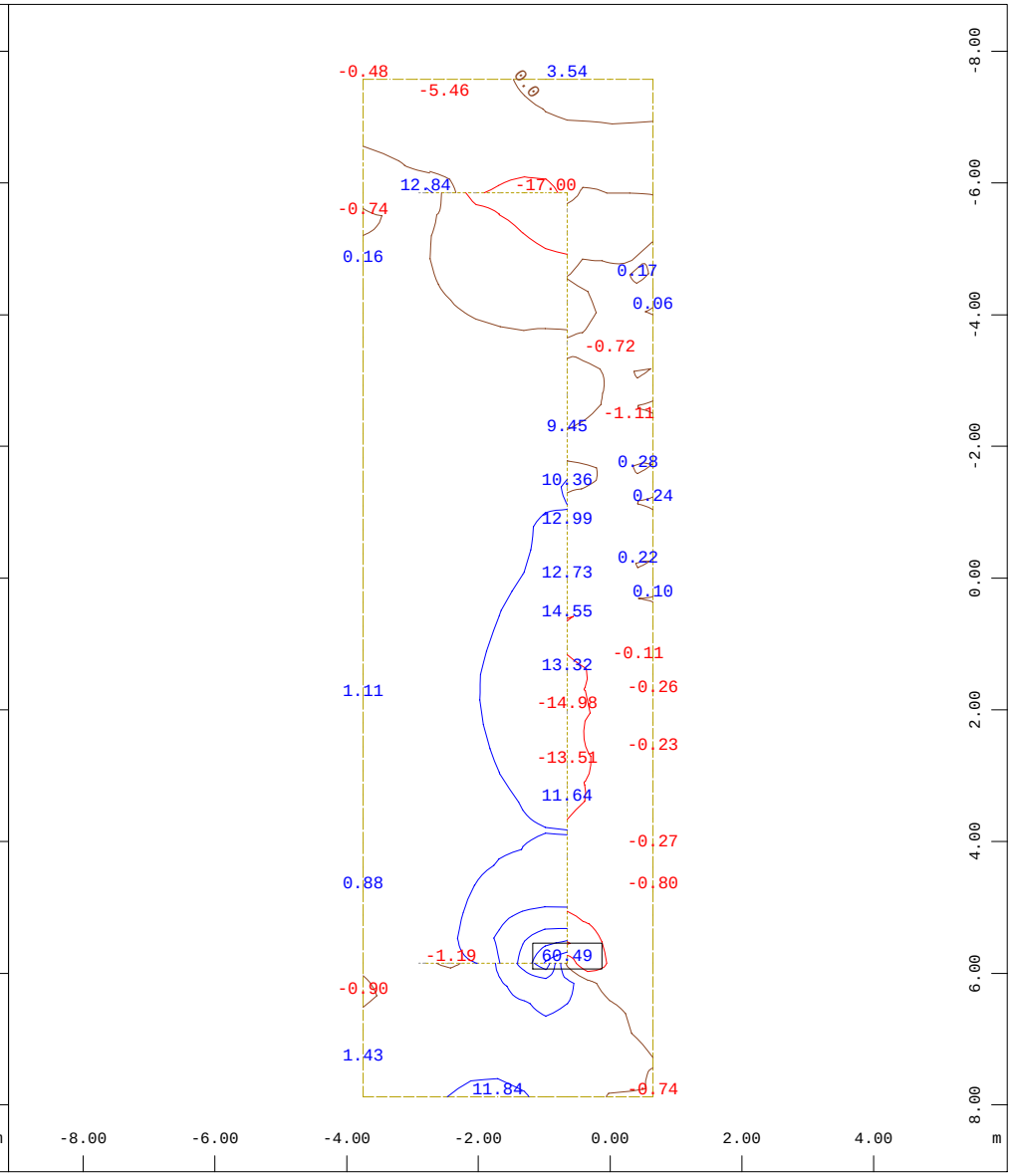
Überbau , von -2.76 bis 18.74 Stufen 2.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 111 LM71

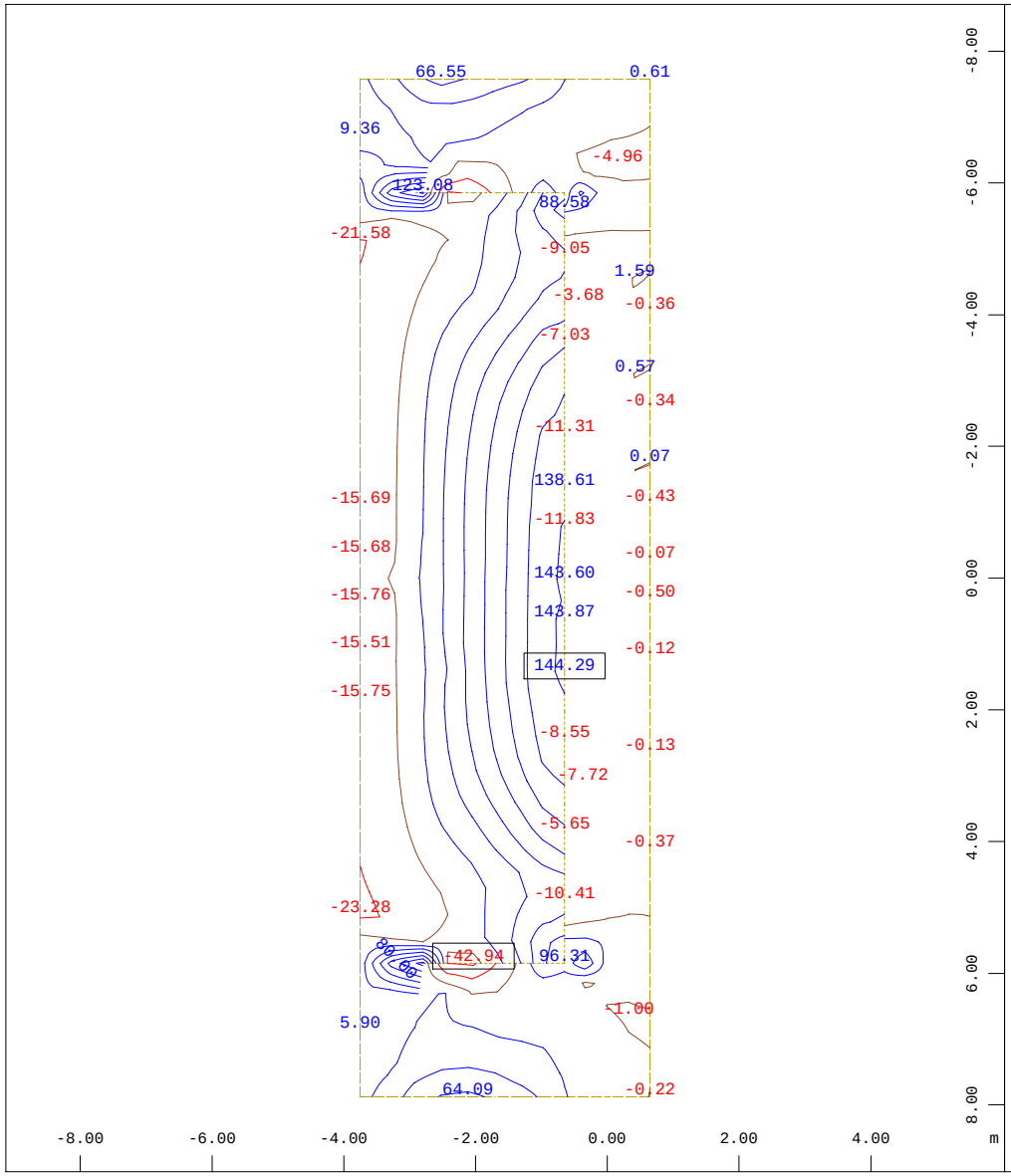
G11 , von -20.72 bis 60.49 Stufen 10.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 111 LM71

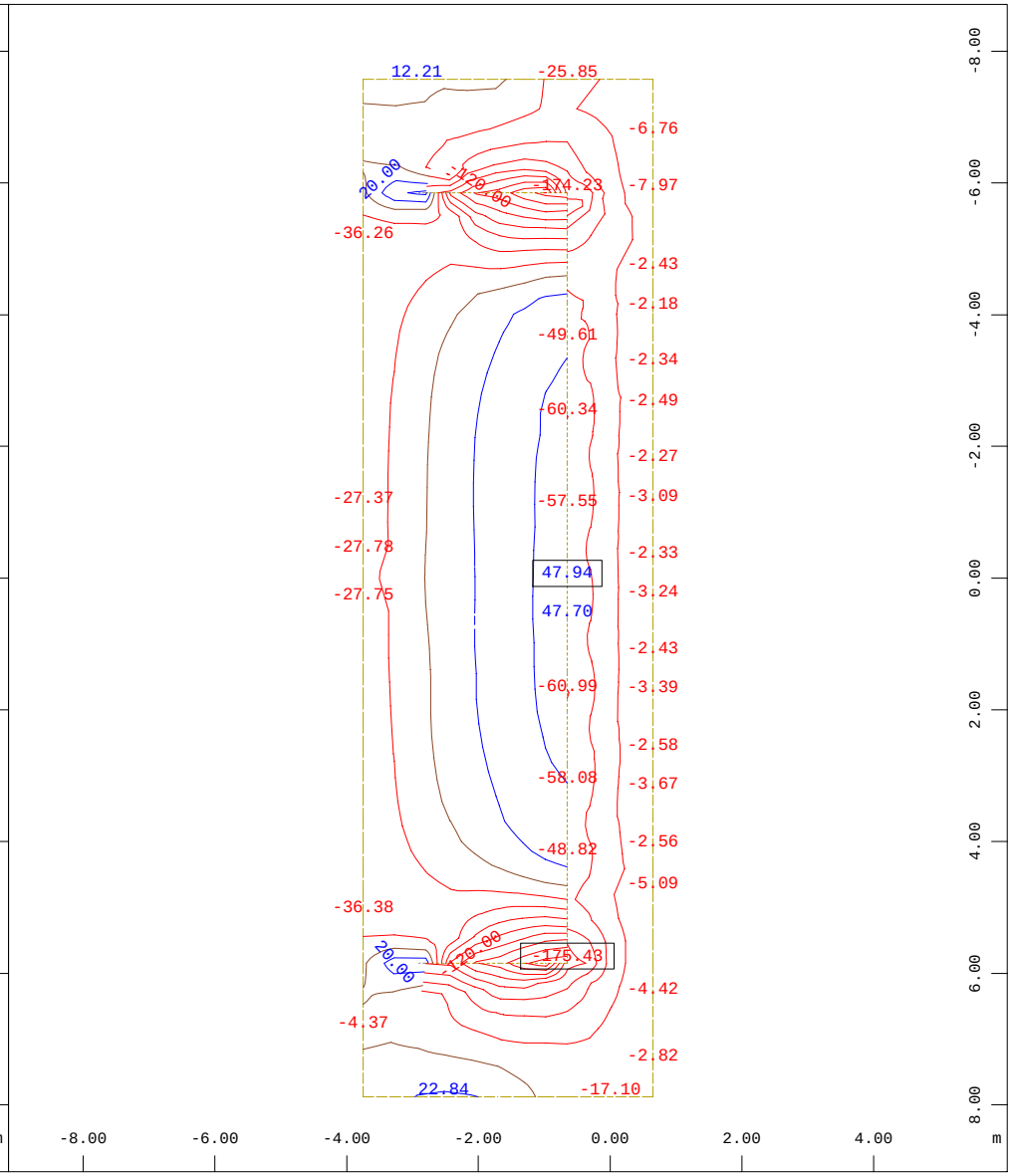
G11 , von -20.72 bis 60.49 Stufen 10.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 2105

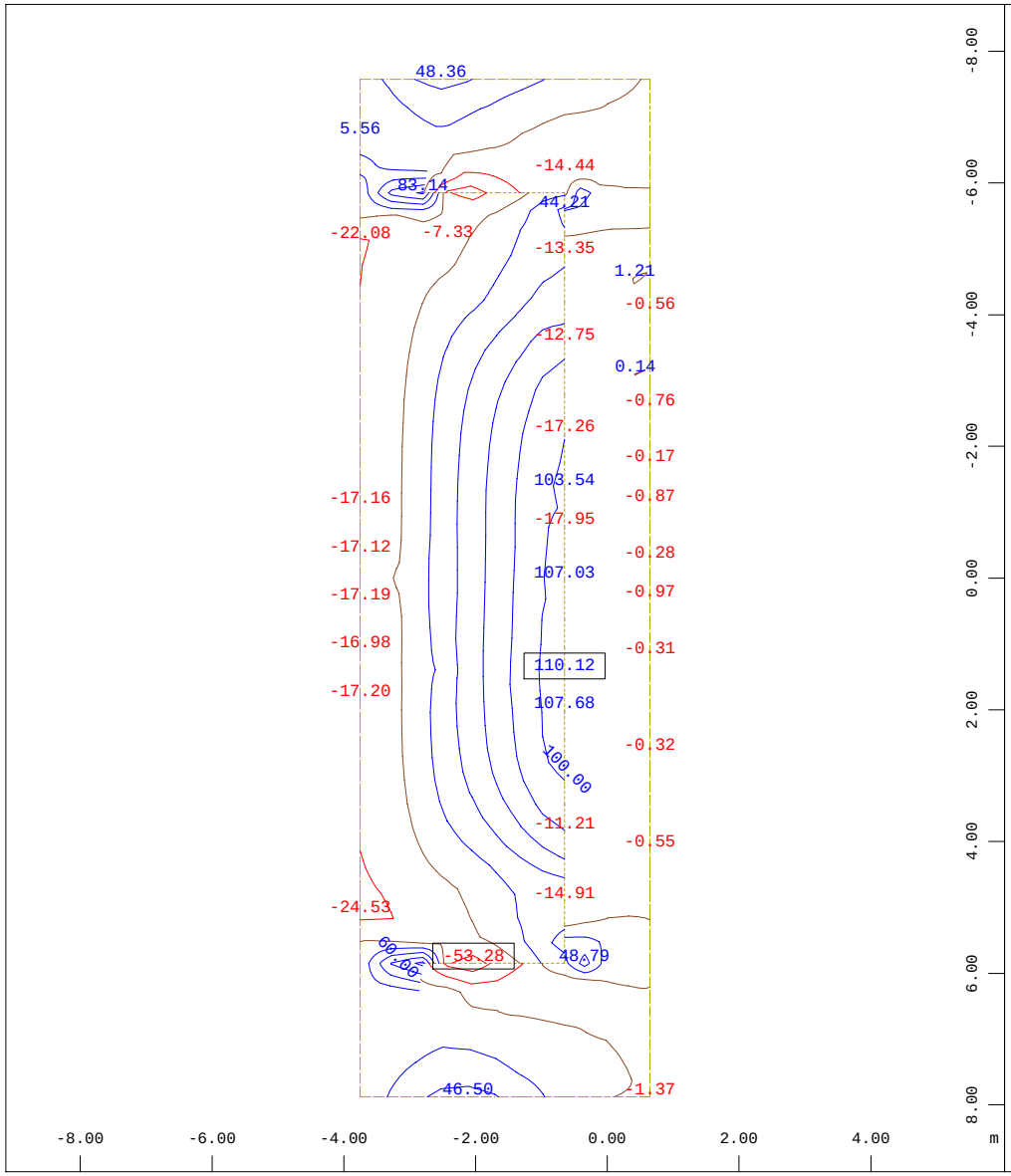
MAX-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ , von -42.94 bis 144.29 Stufen



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

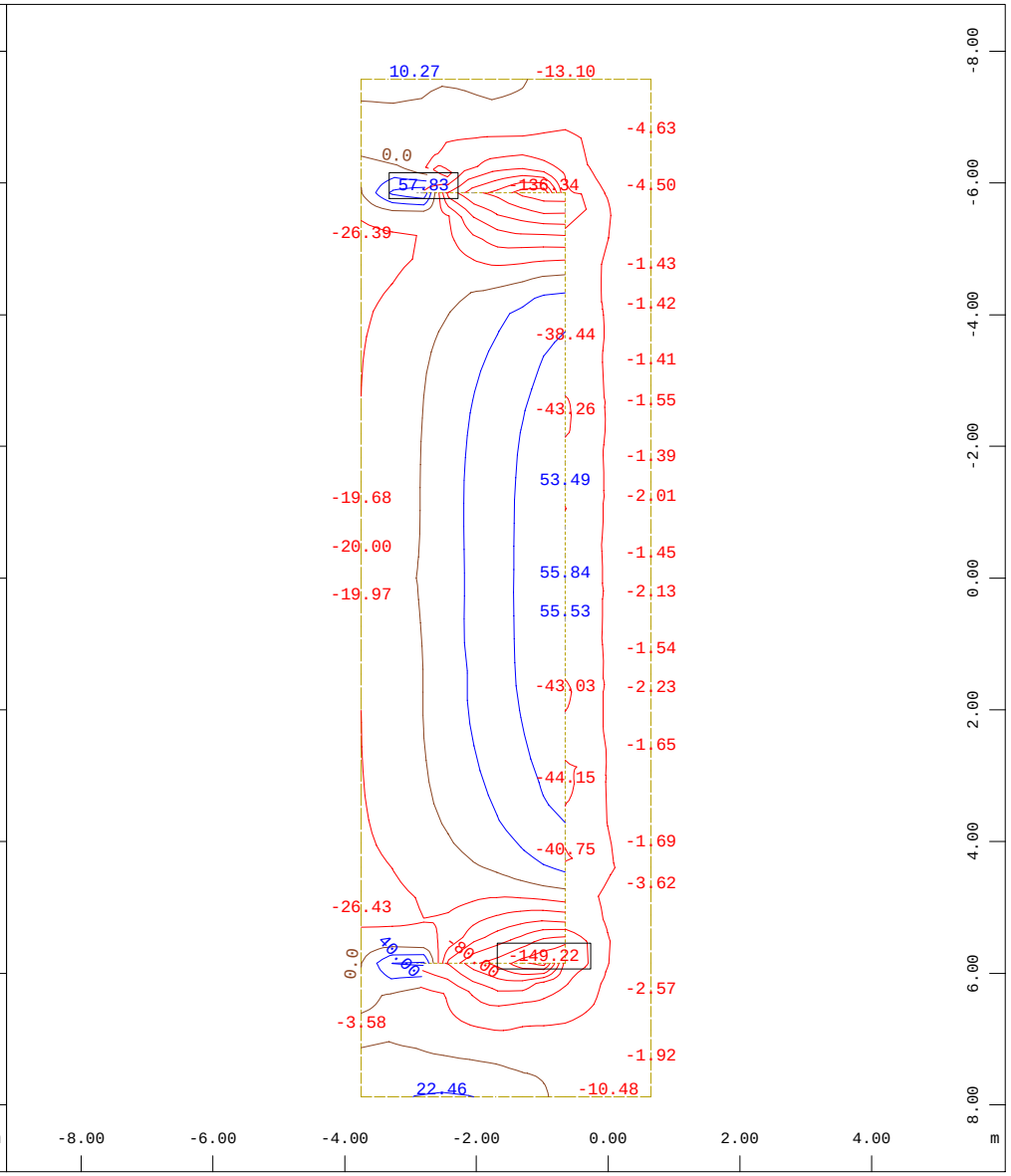
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 2106

MIN-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ , von -175.43 bis 47.94 Stufen



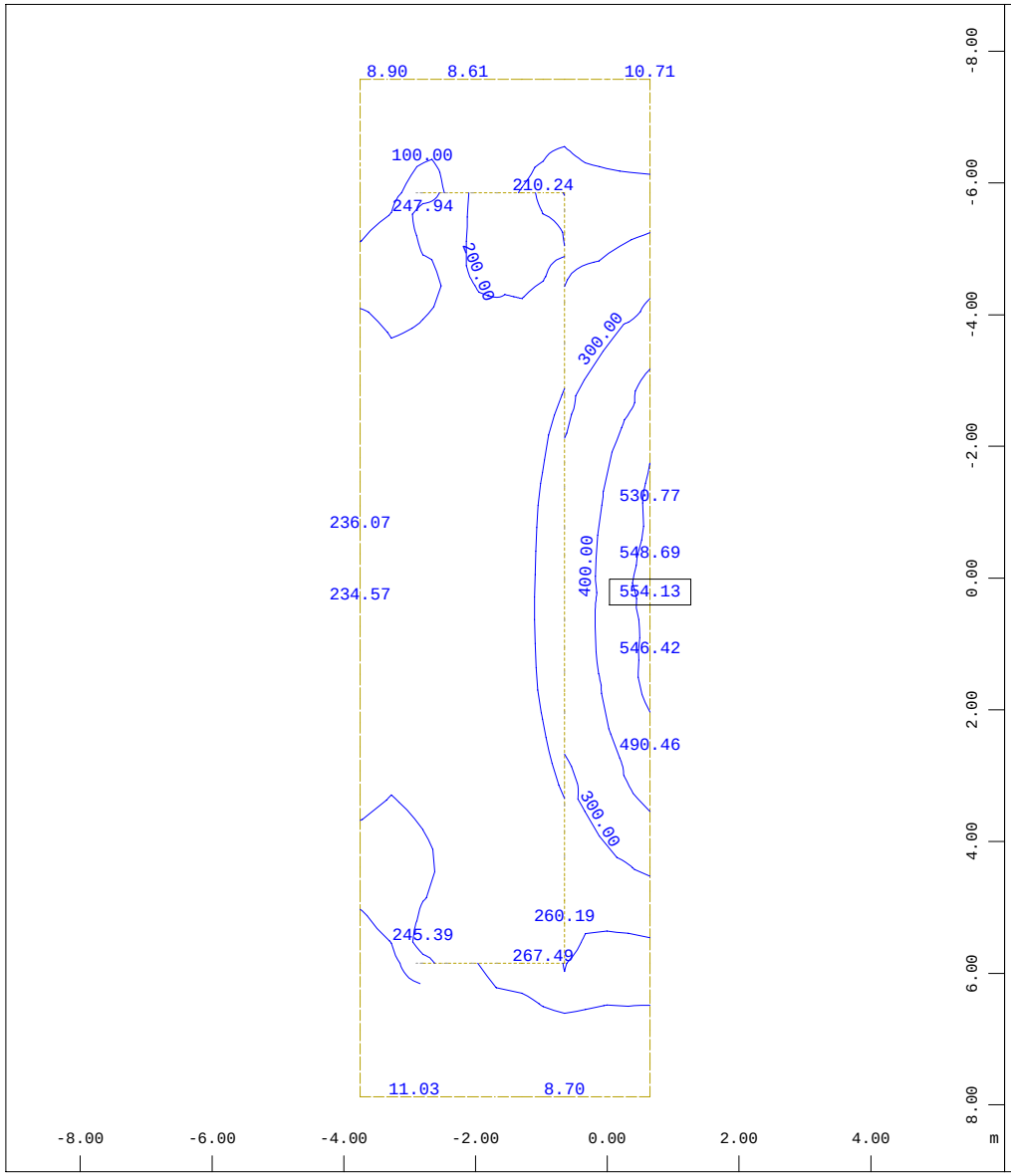
Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 1105
MAXR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ , von -53.28 bis 110.12 Stufen



Z—X
Y

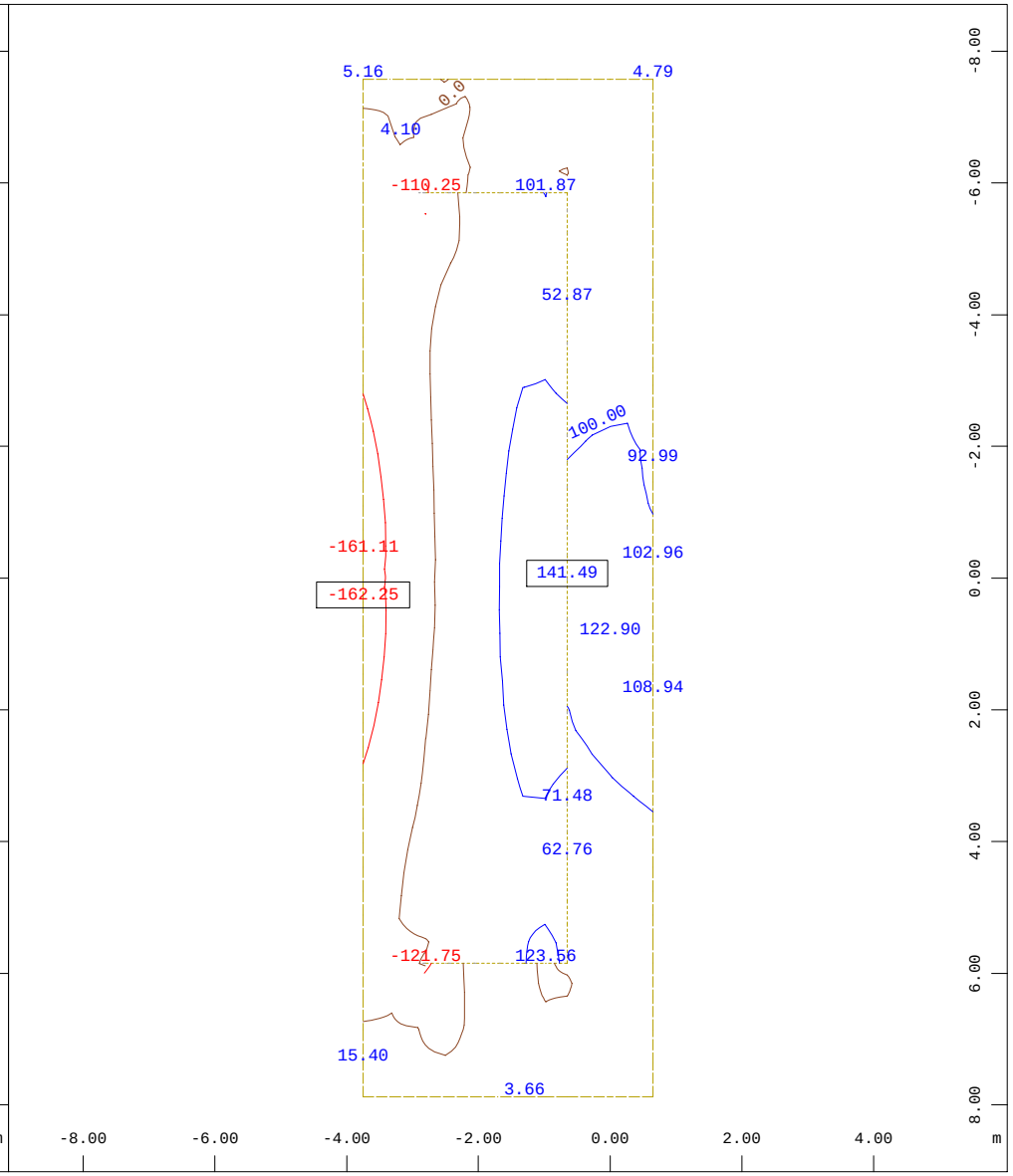
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten ↔, Lastfall 1106
MINR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ , von -149.22 bis 57.83 Stufen



Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 2107
MAX-UX KNOT #titel N |nyy|UX , von 8.61 bis 554.13 Stufen

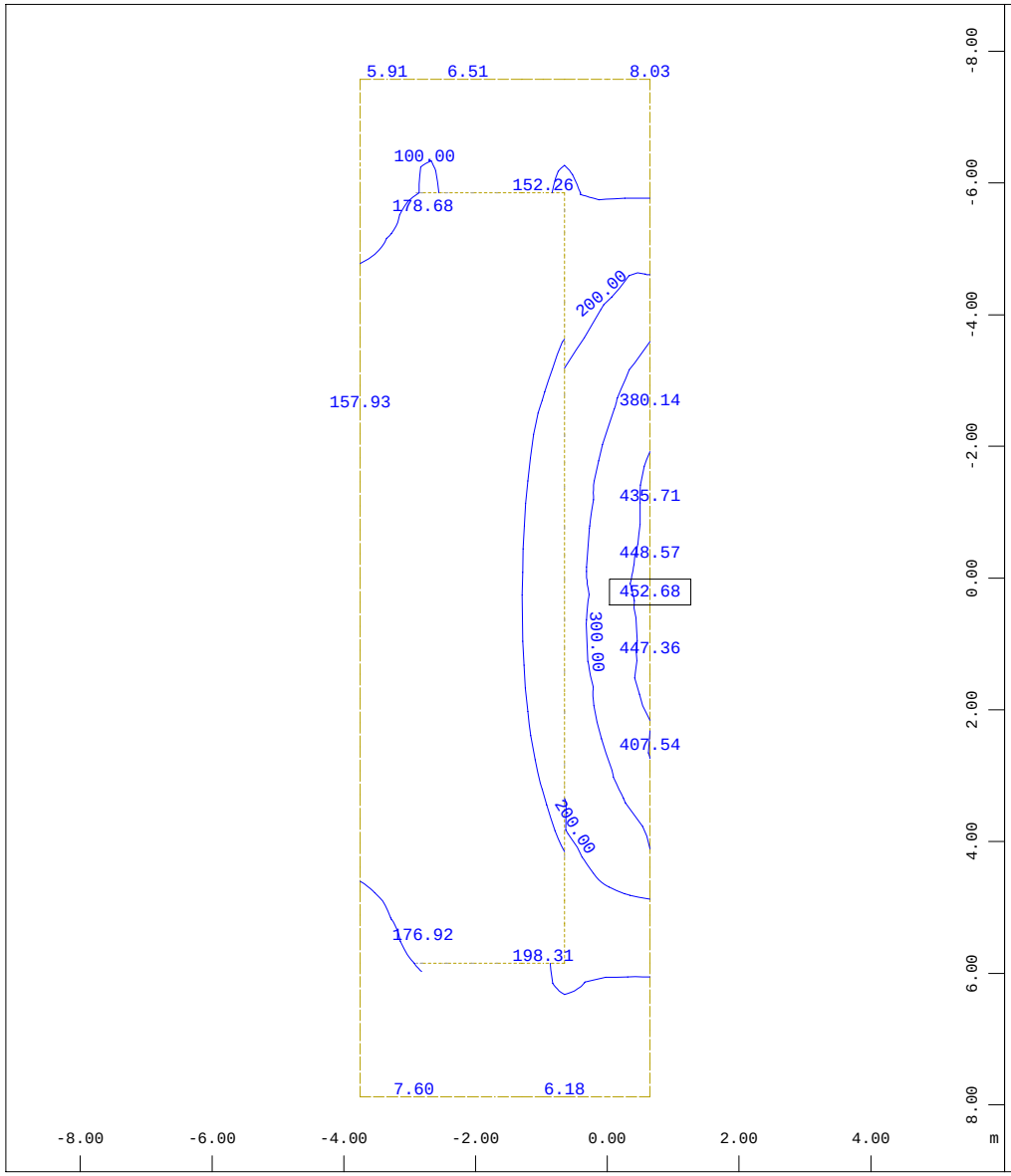
M 1 : 114



Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 2108
MIN-UX KNOT #titel N |nyy|UX , von -162.25 bis 141.49 Stufen

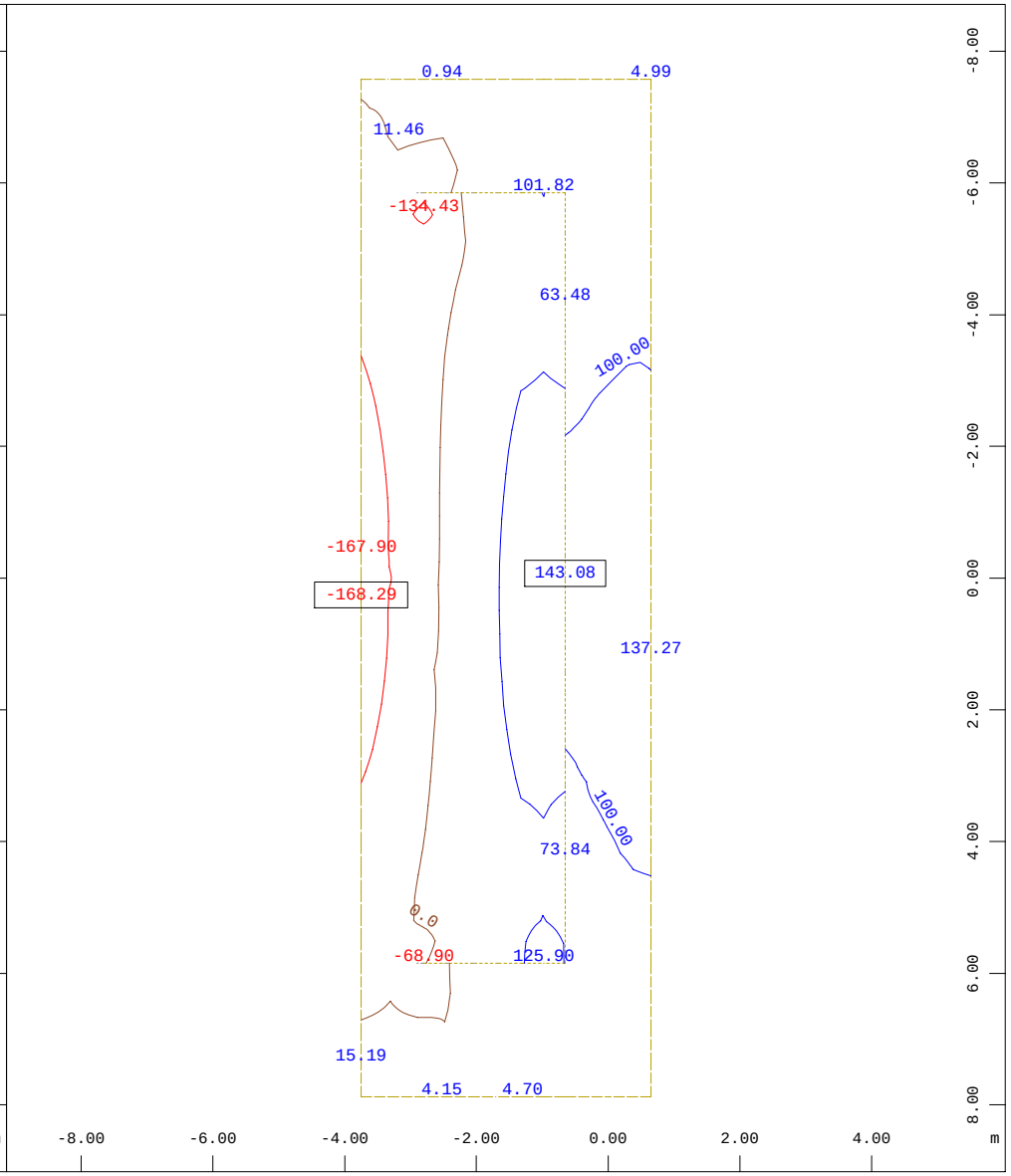
M 1 : 114



Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 1107
MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX , von 5.91 bis 452.68 Stufen

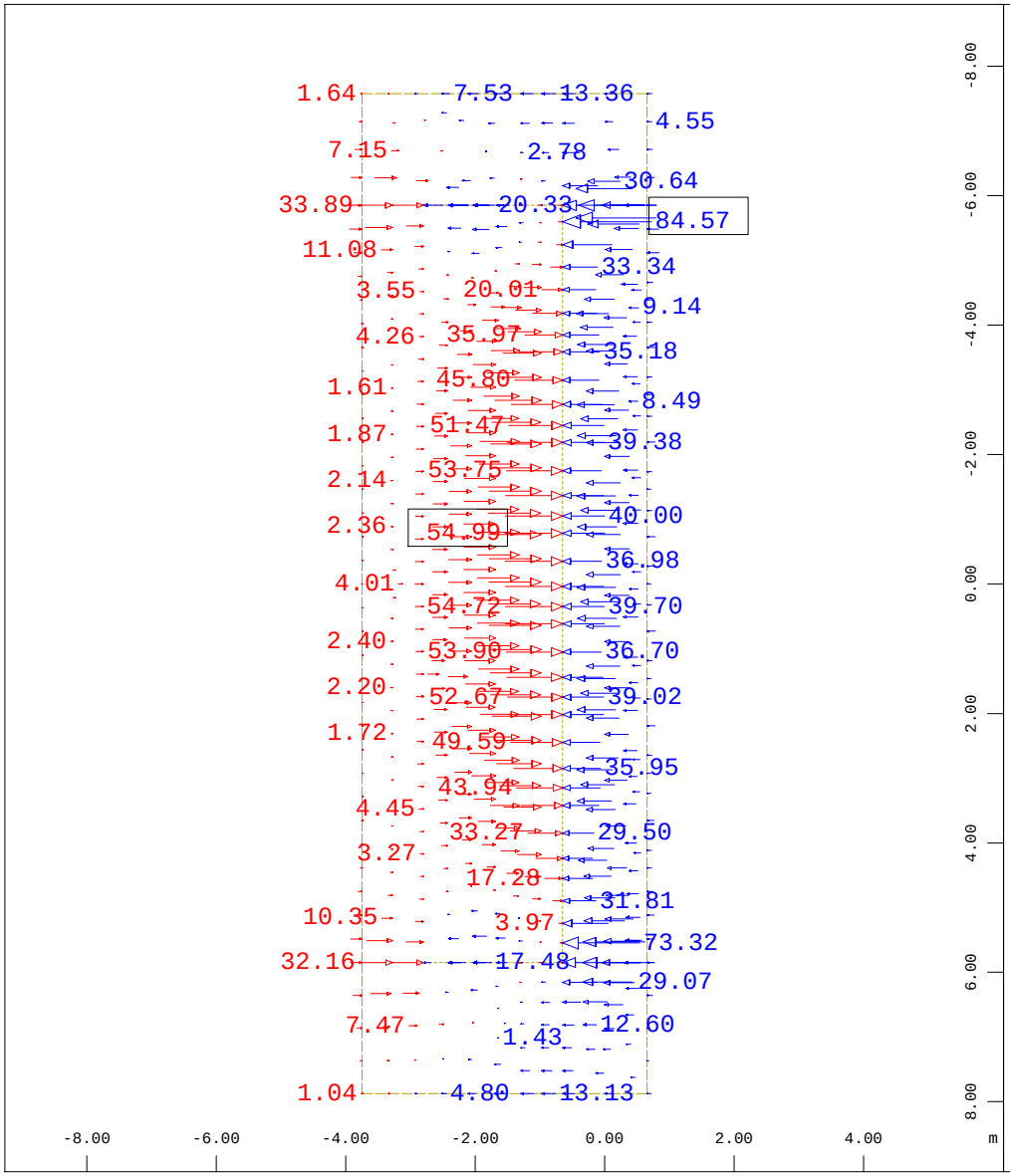
M 1 : 114



Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament
Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten ⇕ , Lastfall 1108
MINR-UX KNOT #titel N |nyy|UX , von -168.29 bis 143.08

M 1 : 114

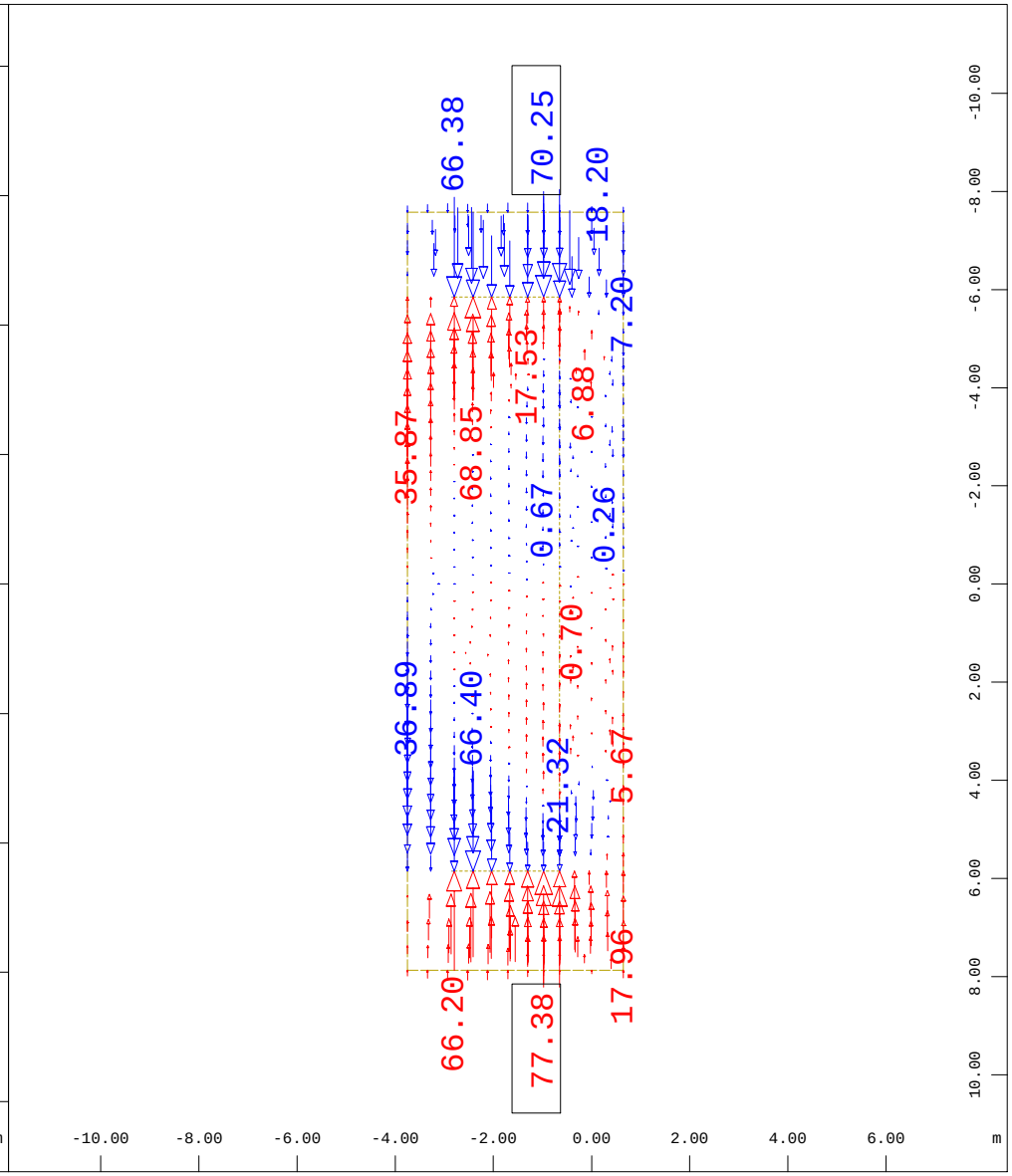


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116

Z X
Y

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht

, 1 cm im Raum = 71.484 kN/m (Min=-54.99) (Max=84.57)

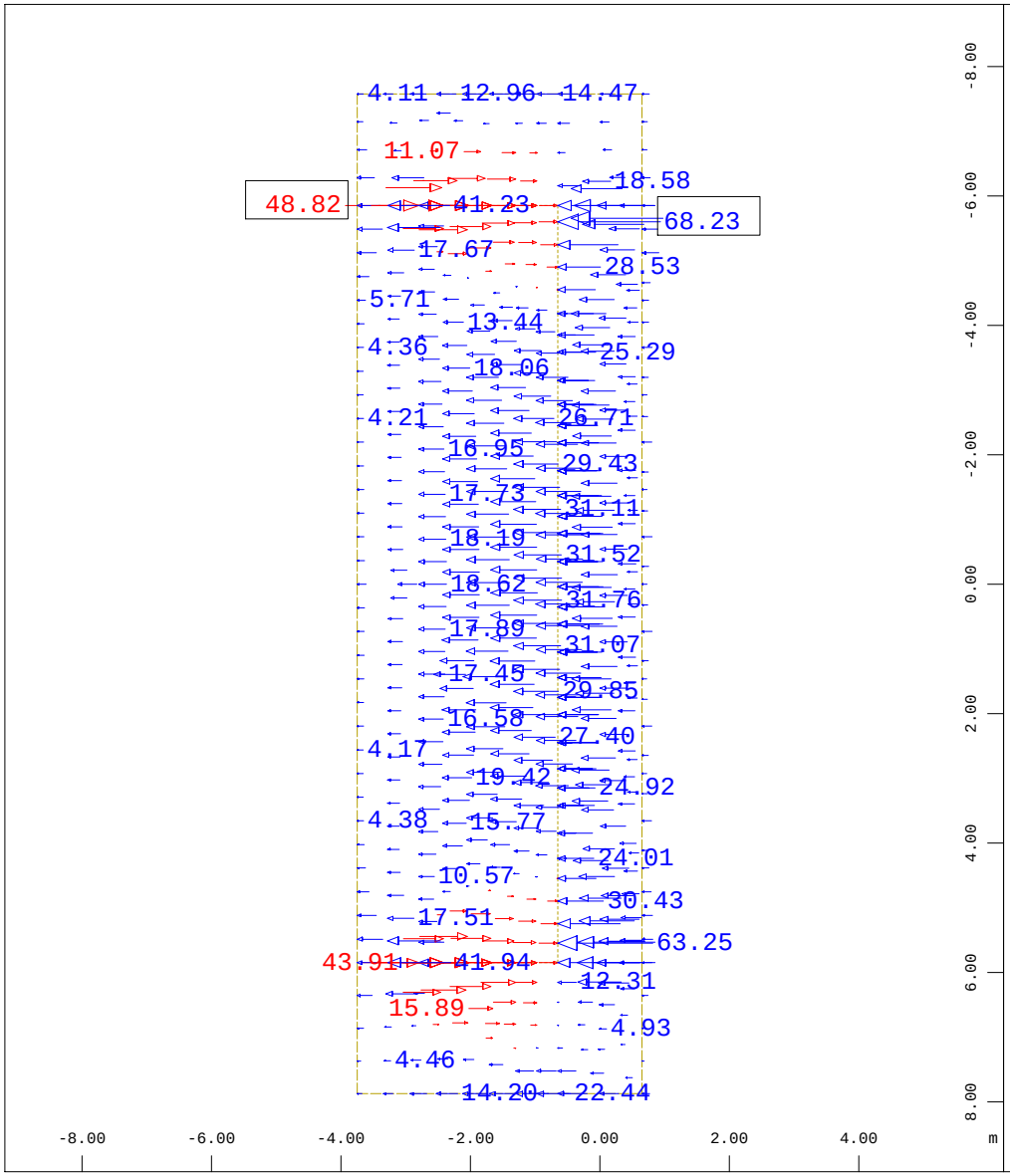


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 153

Z X
Y

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht

, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-77.38) (Max=70.25)

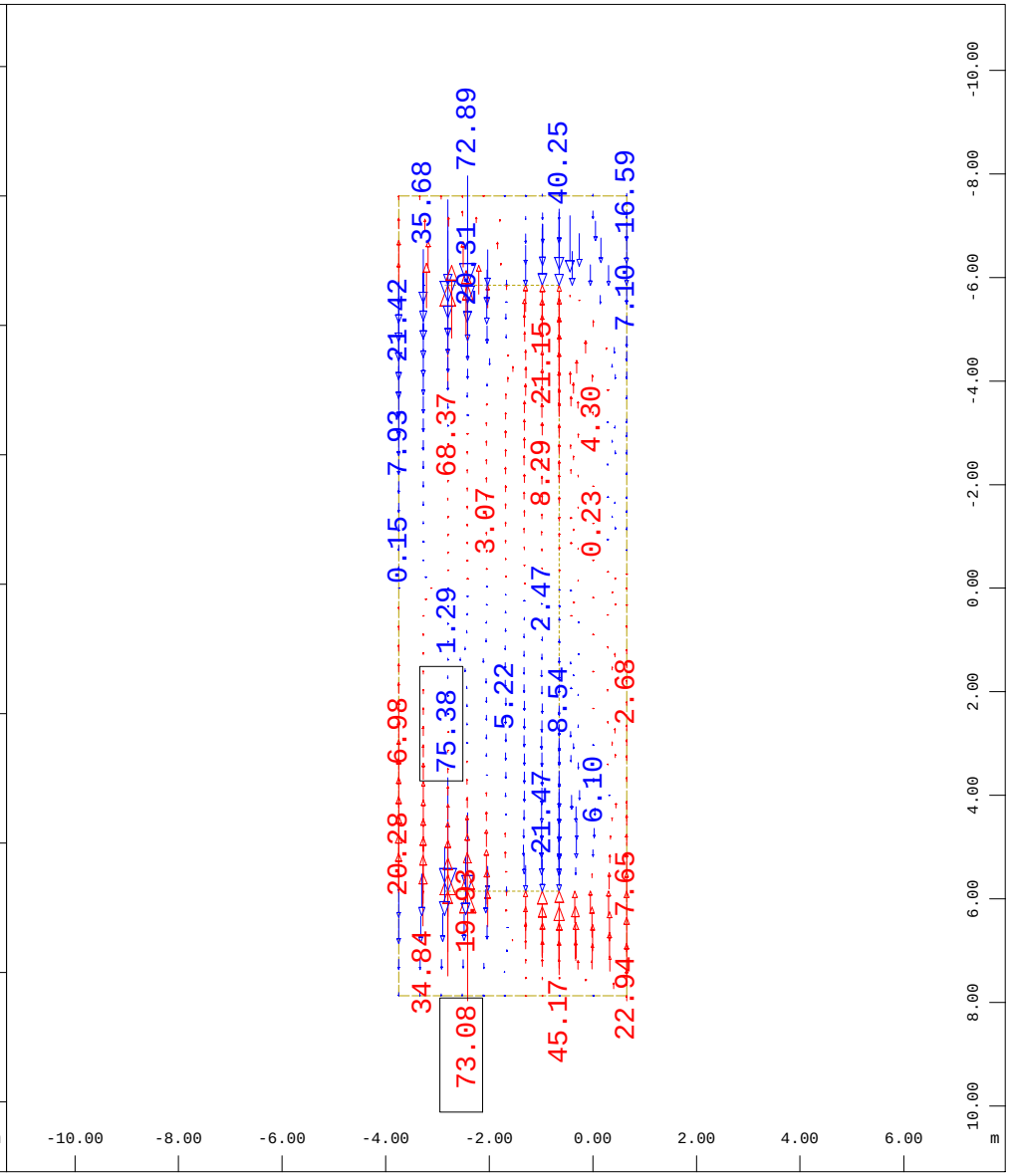


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116

Z X Y

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-48.82) (Max=68.23)

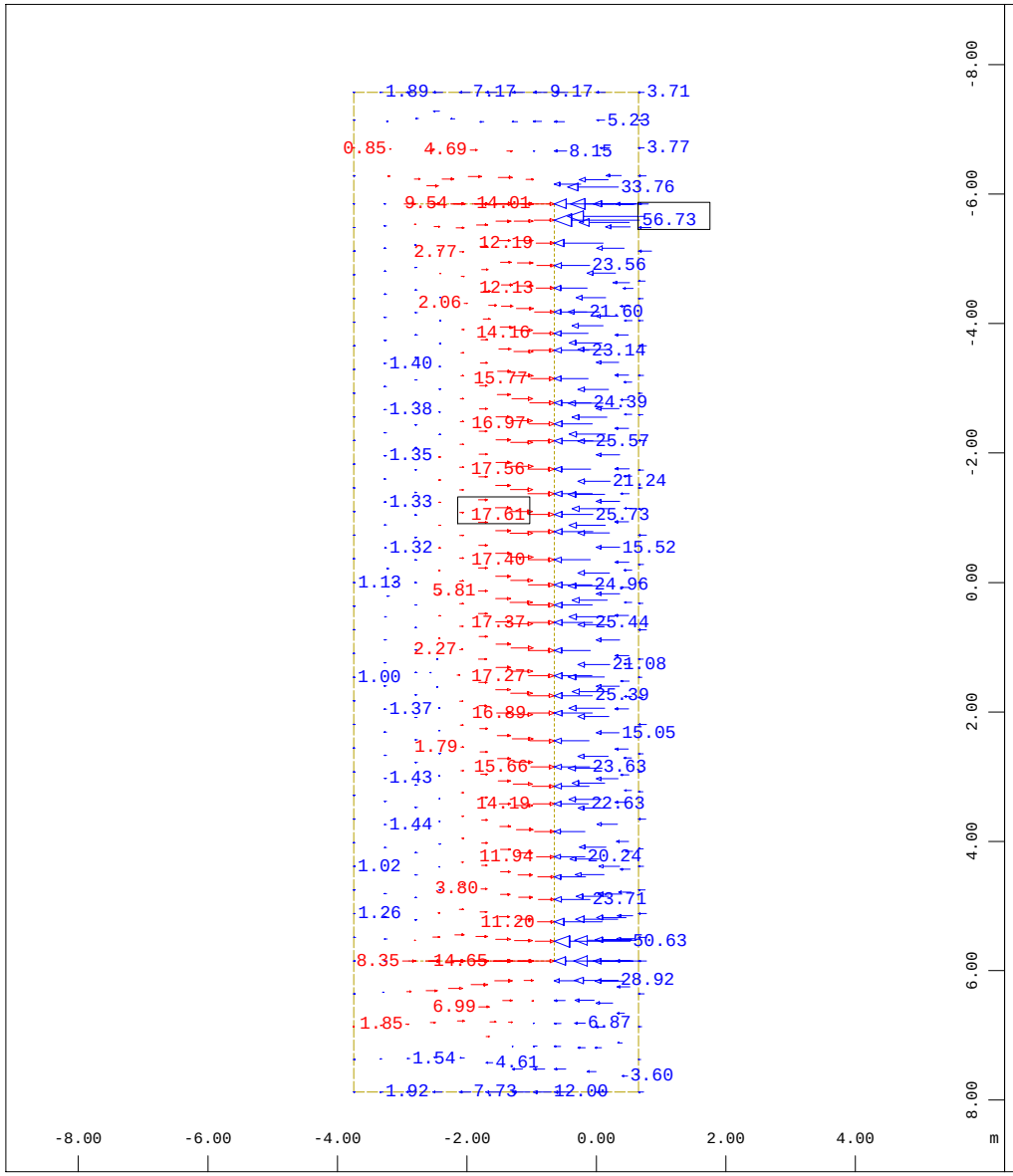


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 145

Z X Y

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

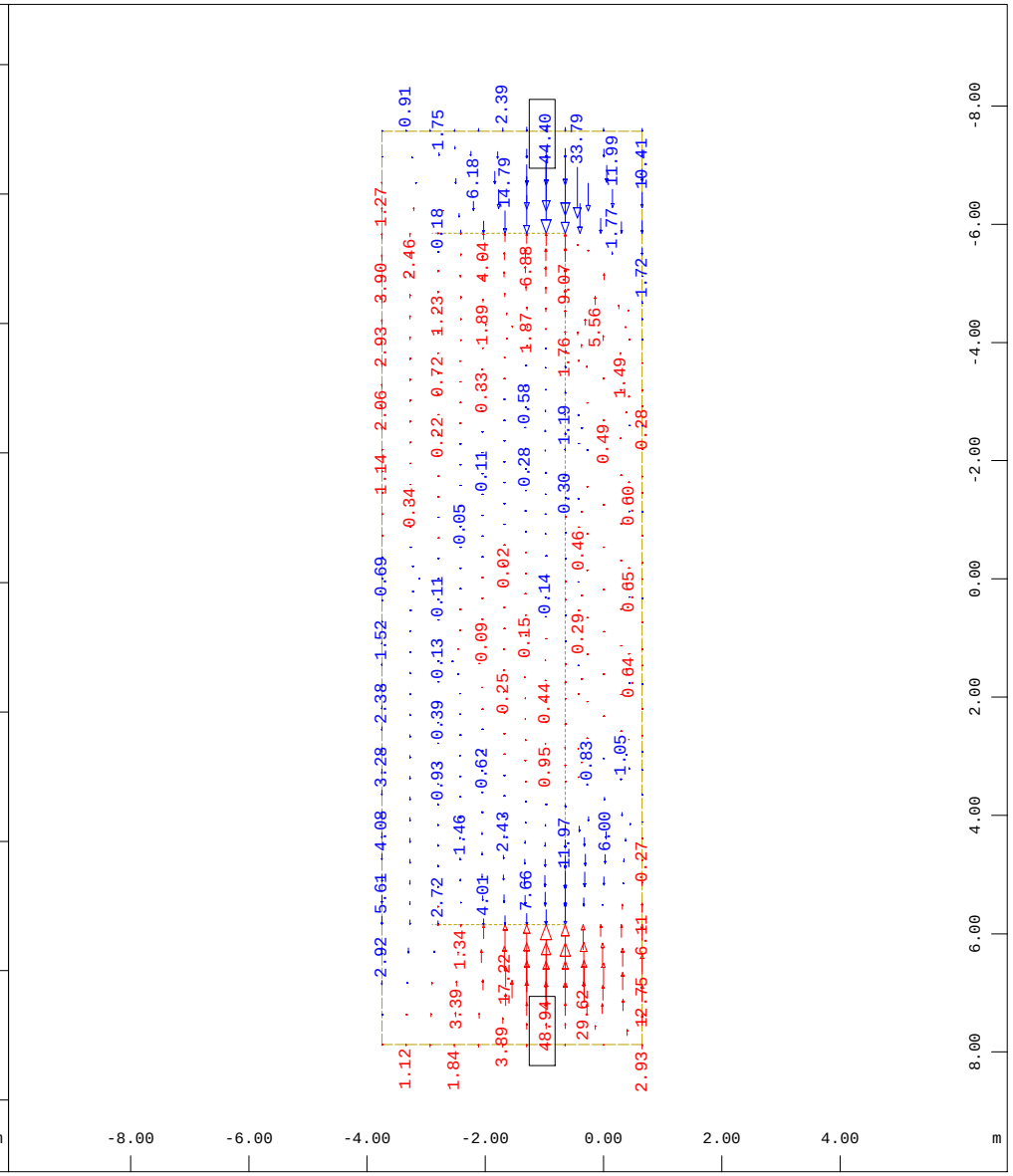
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-73.08) (Max=75.38)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

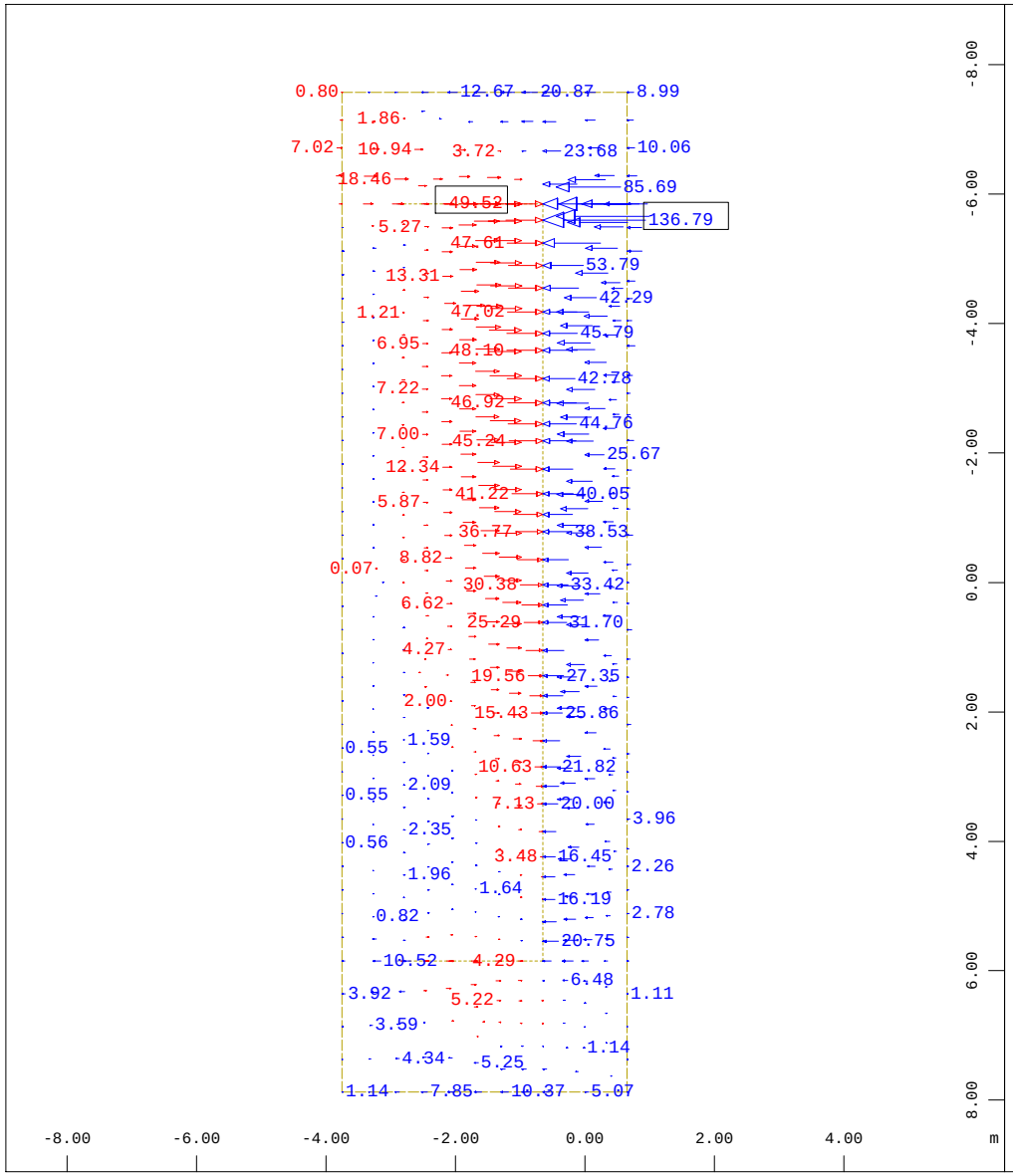
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-17.61) (Max=56.73)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 127

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

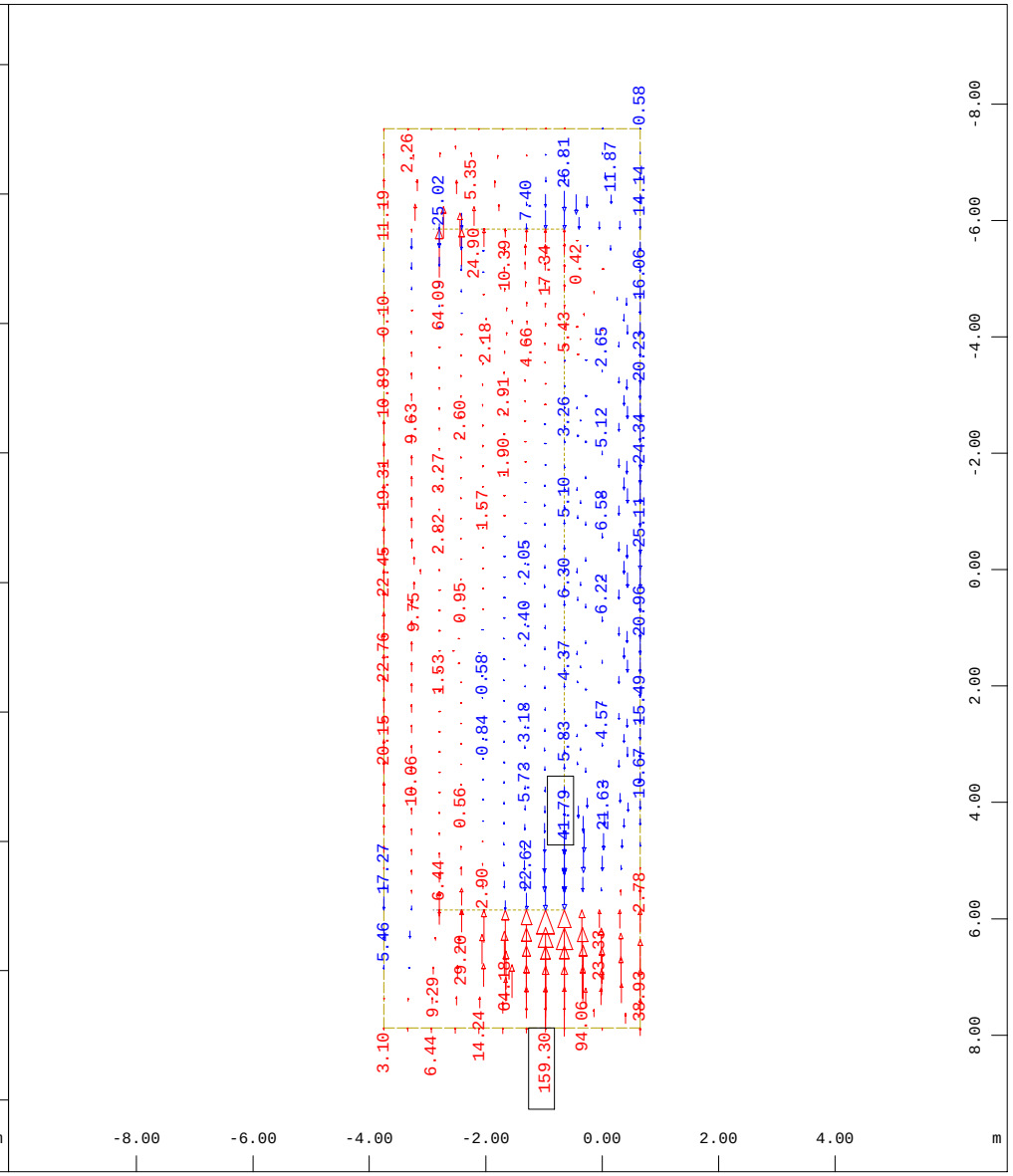
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-48.94) (Max=44.40)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 114 LM71 -G11

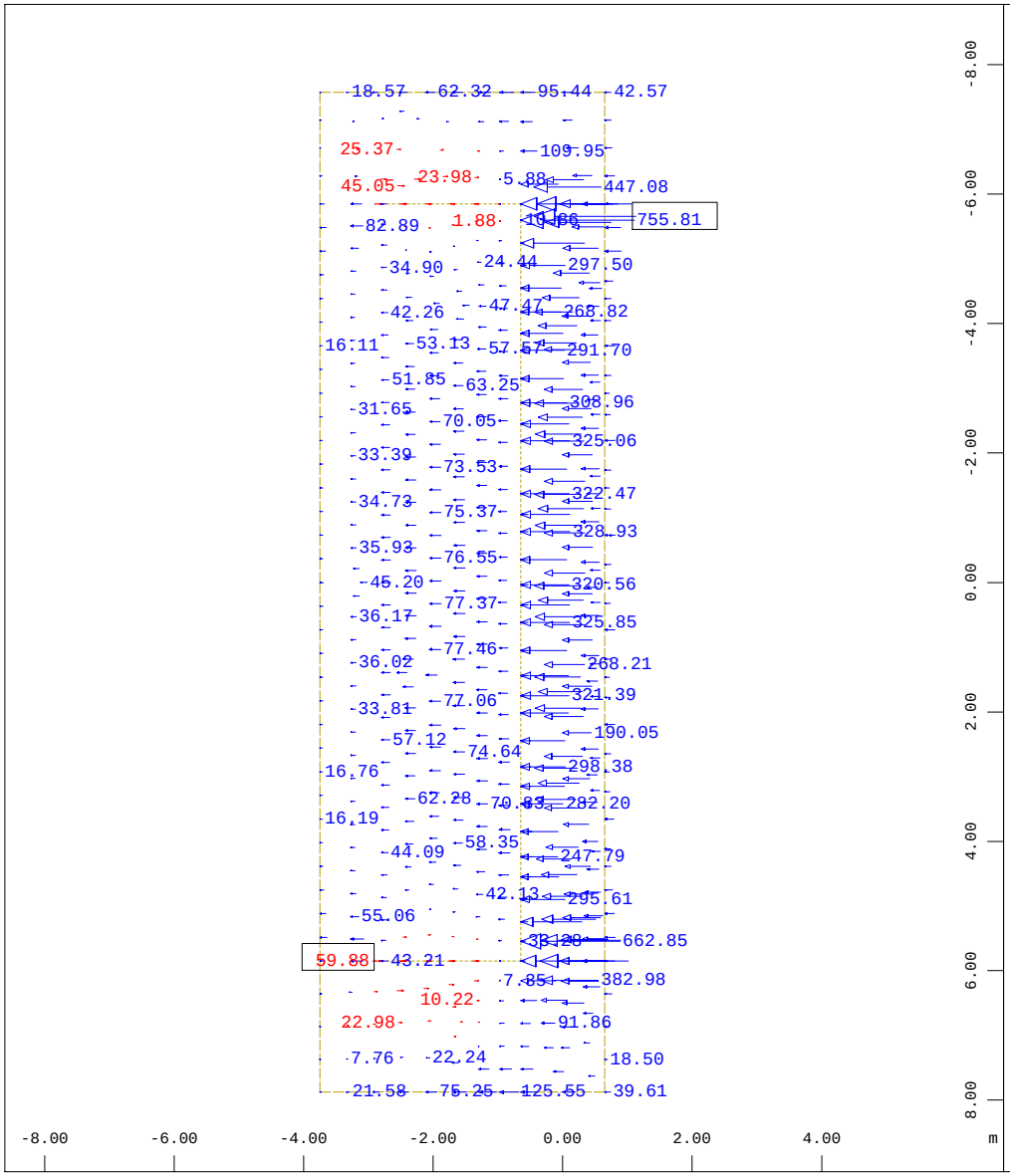
, 1 cm im Raum = 100.00 kN/m (Min=-49.52) (Max=136.79)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 129

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 ,

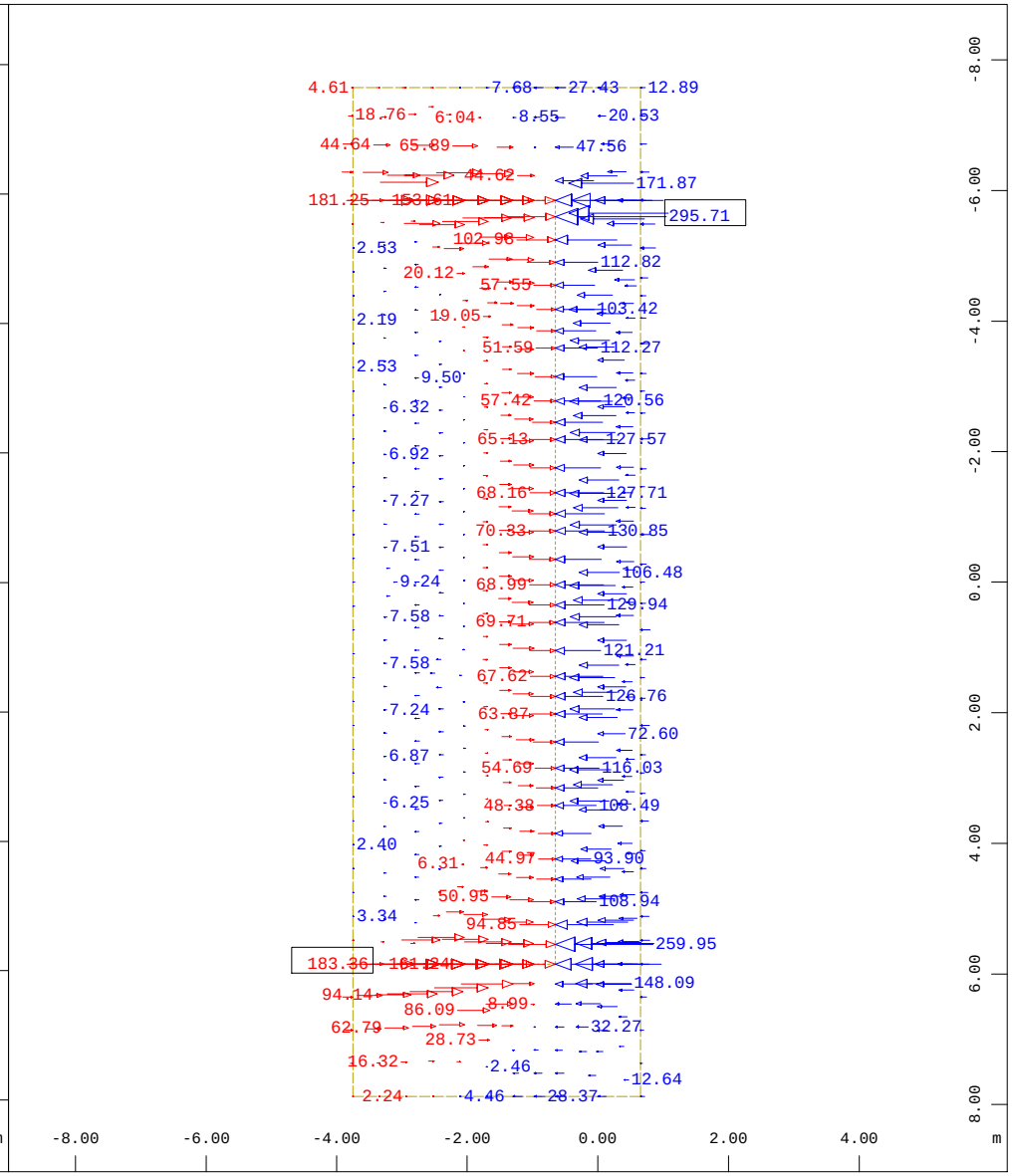
1 cm im Raum = 100.00 kN/m (Min=-159.30) (Max=41.79)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2109 MAX-UY KNOT

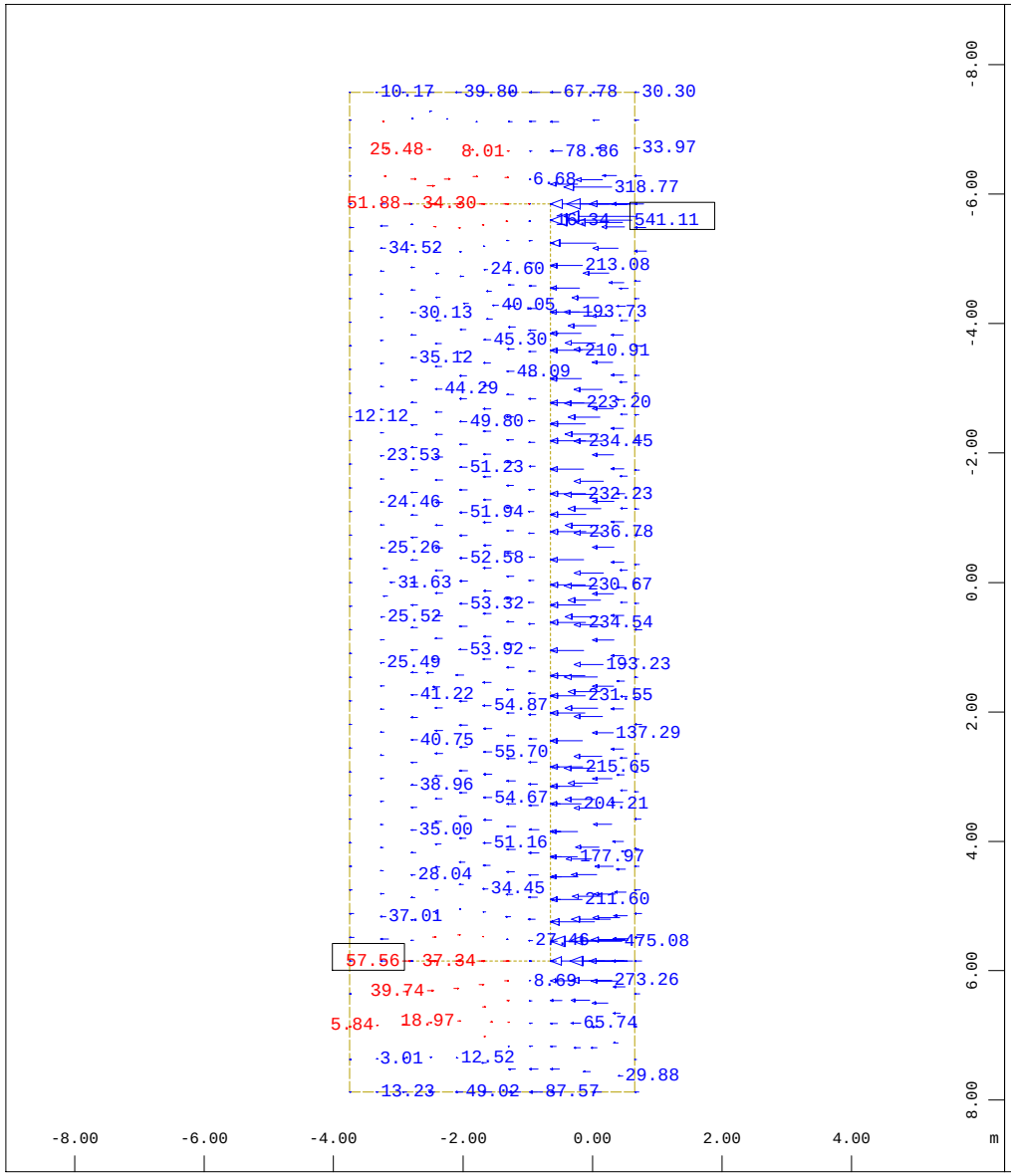
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m



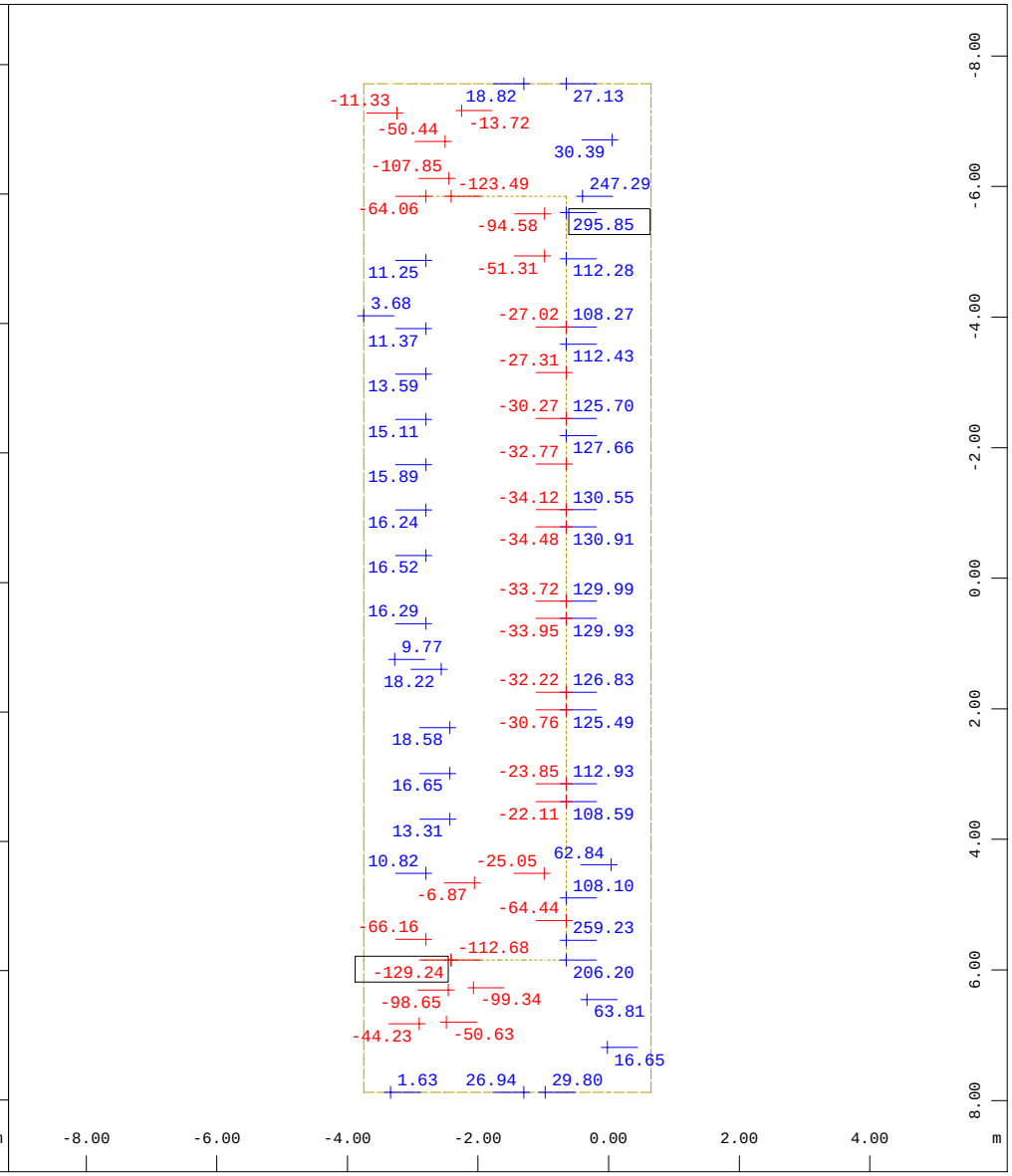
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 115

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2110 MIN-UY KNOT

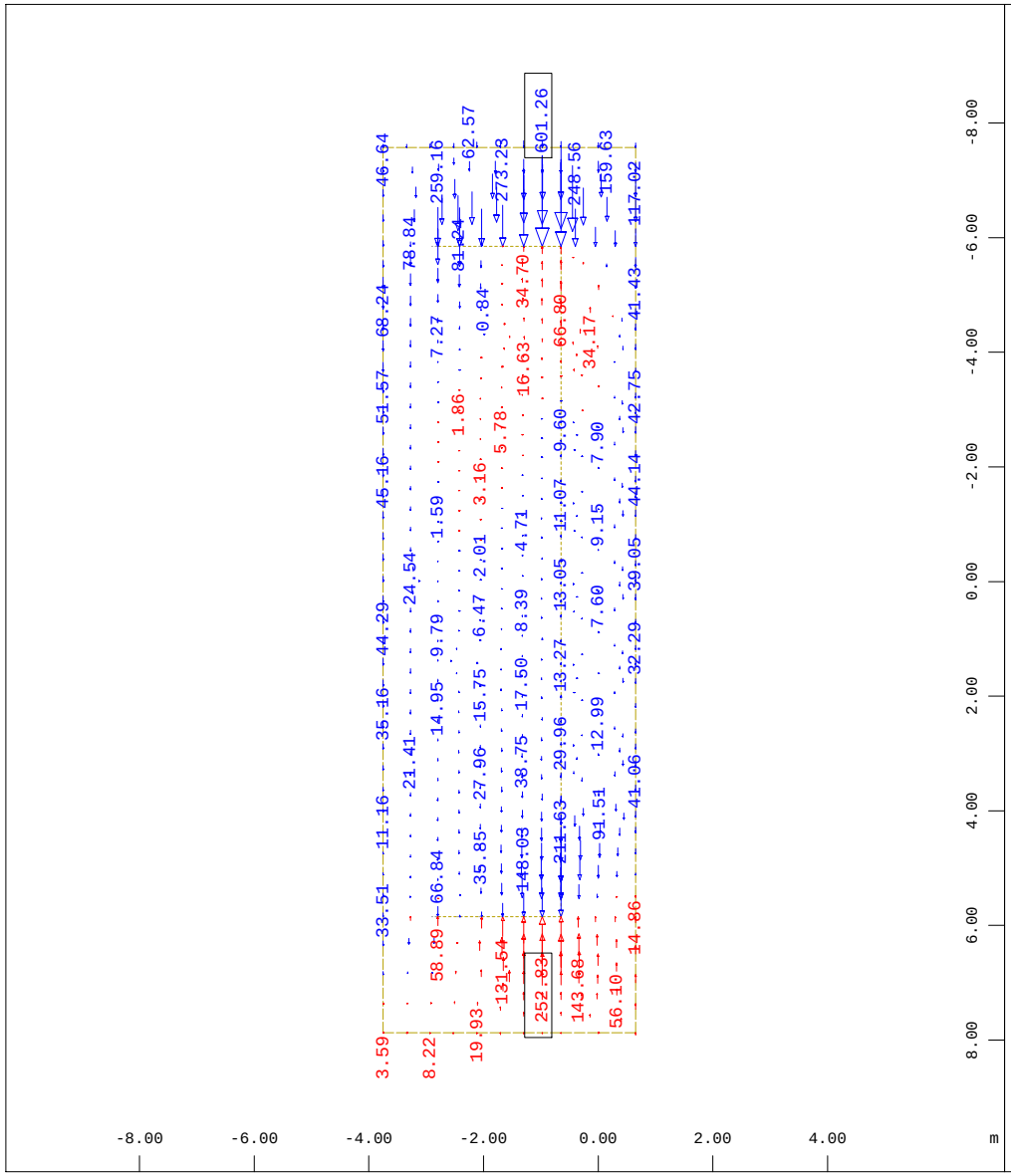
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 116
Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 1109 MAXR-UY
KNOT #titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m



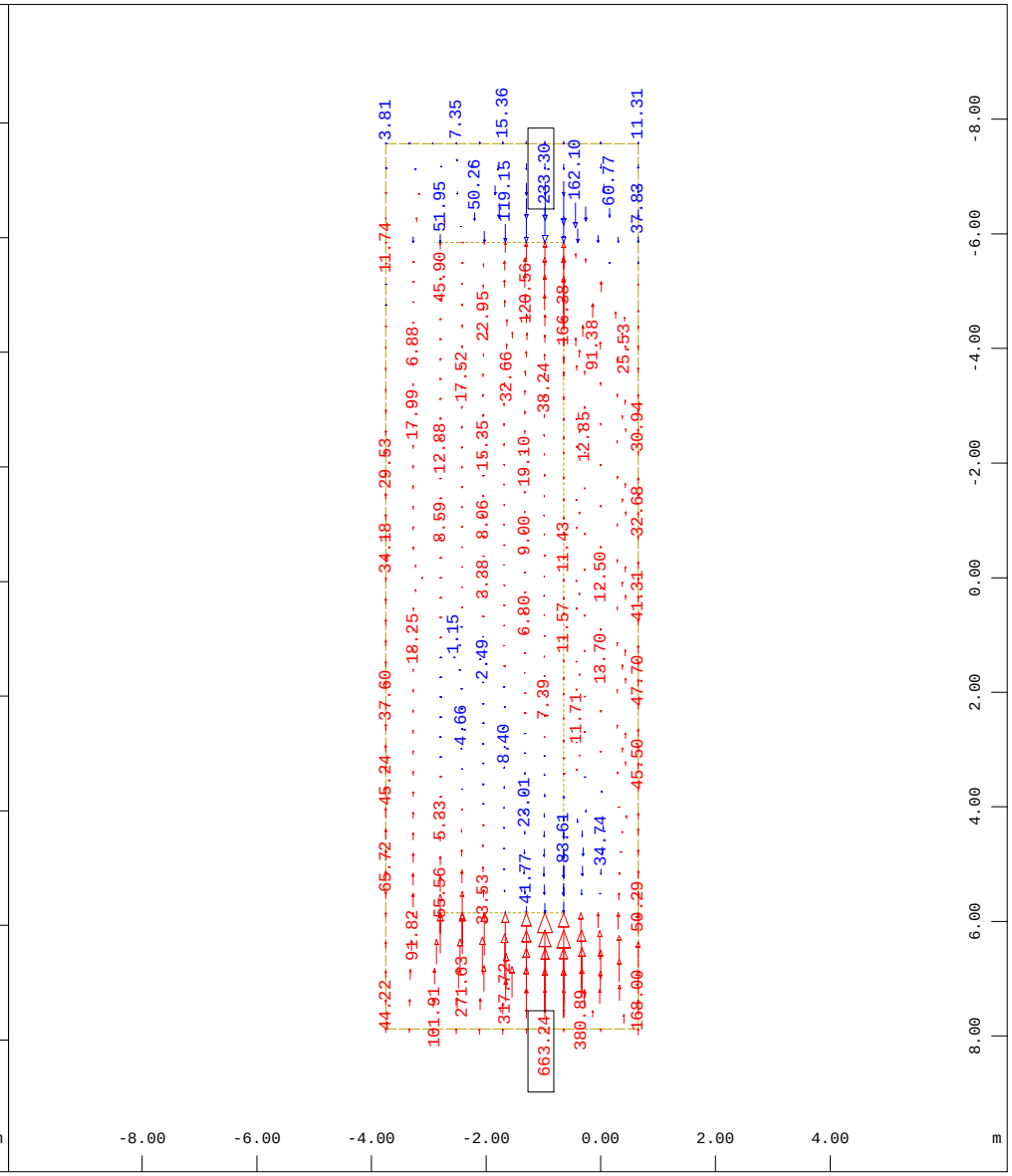
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 115
Querkraft |v-x| im Knoten in kN/m, Lastfall 1110 MINR-UY KNOT
#titel MZ| vx|UY (Min=-129.24) (Max=295.85)



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 131

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2111 MAX-UZ KNOT

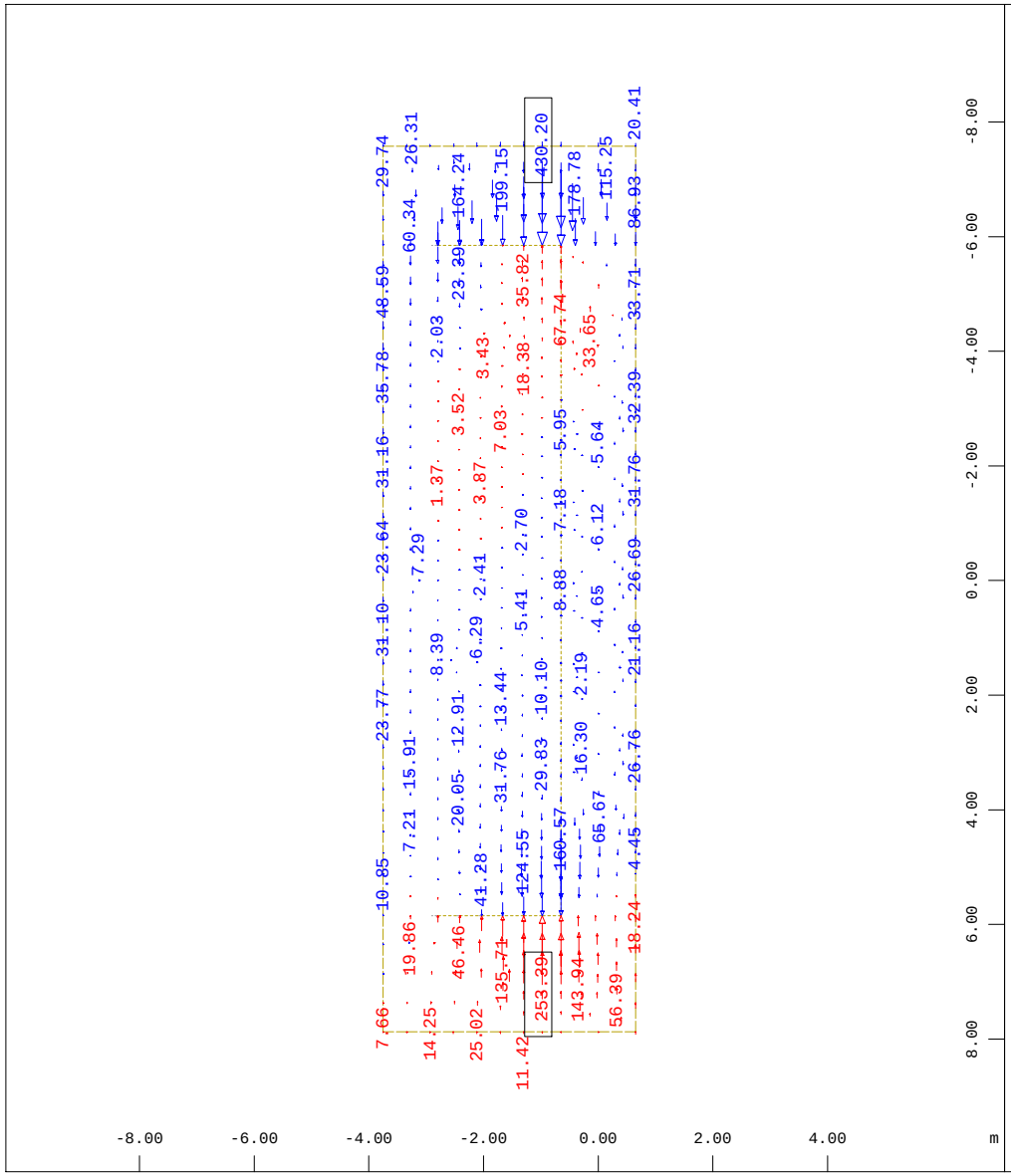
#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 131

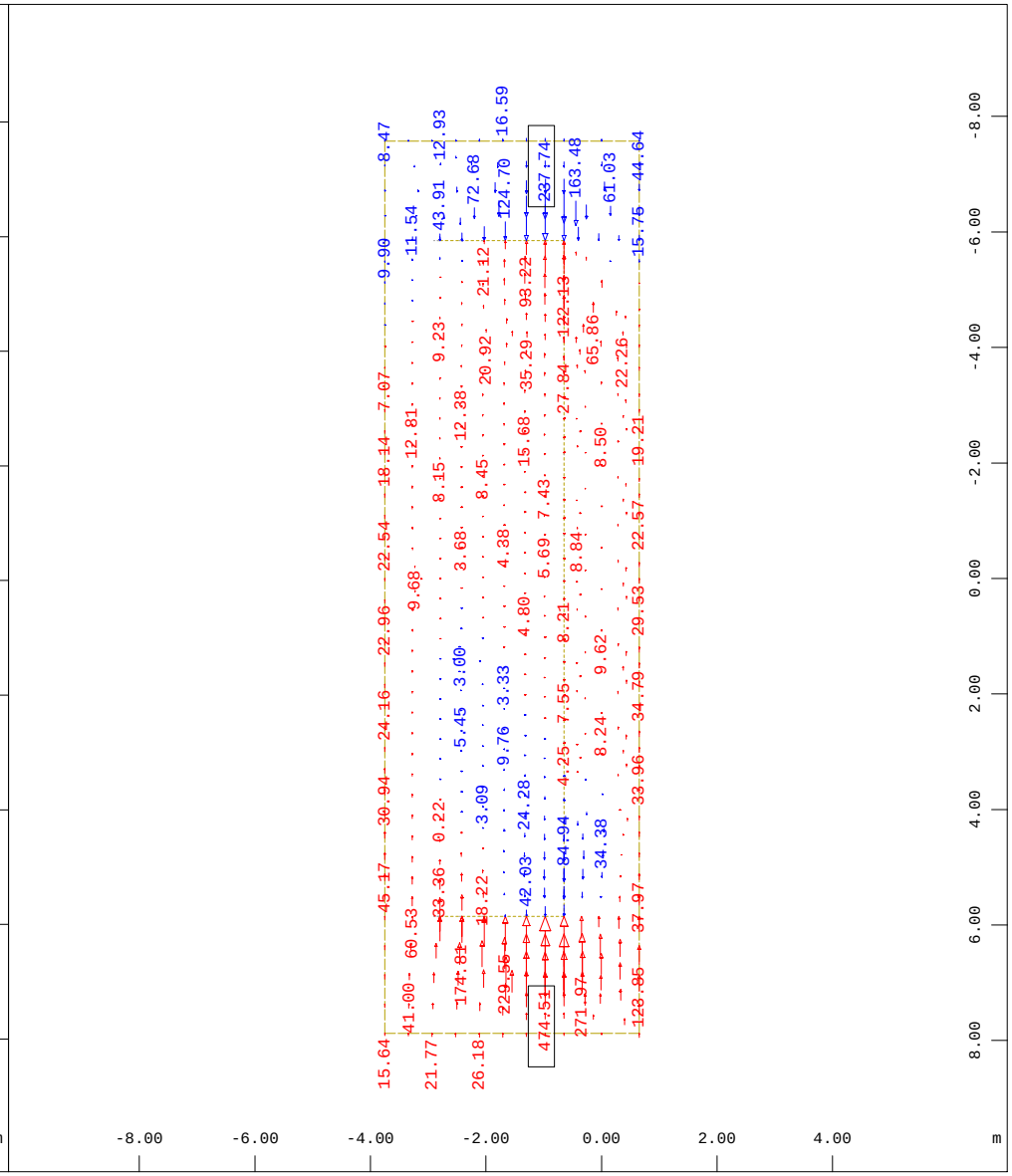
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2112 MIN-UZ KNOT

#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m



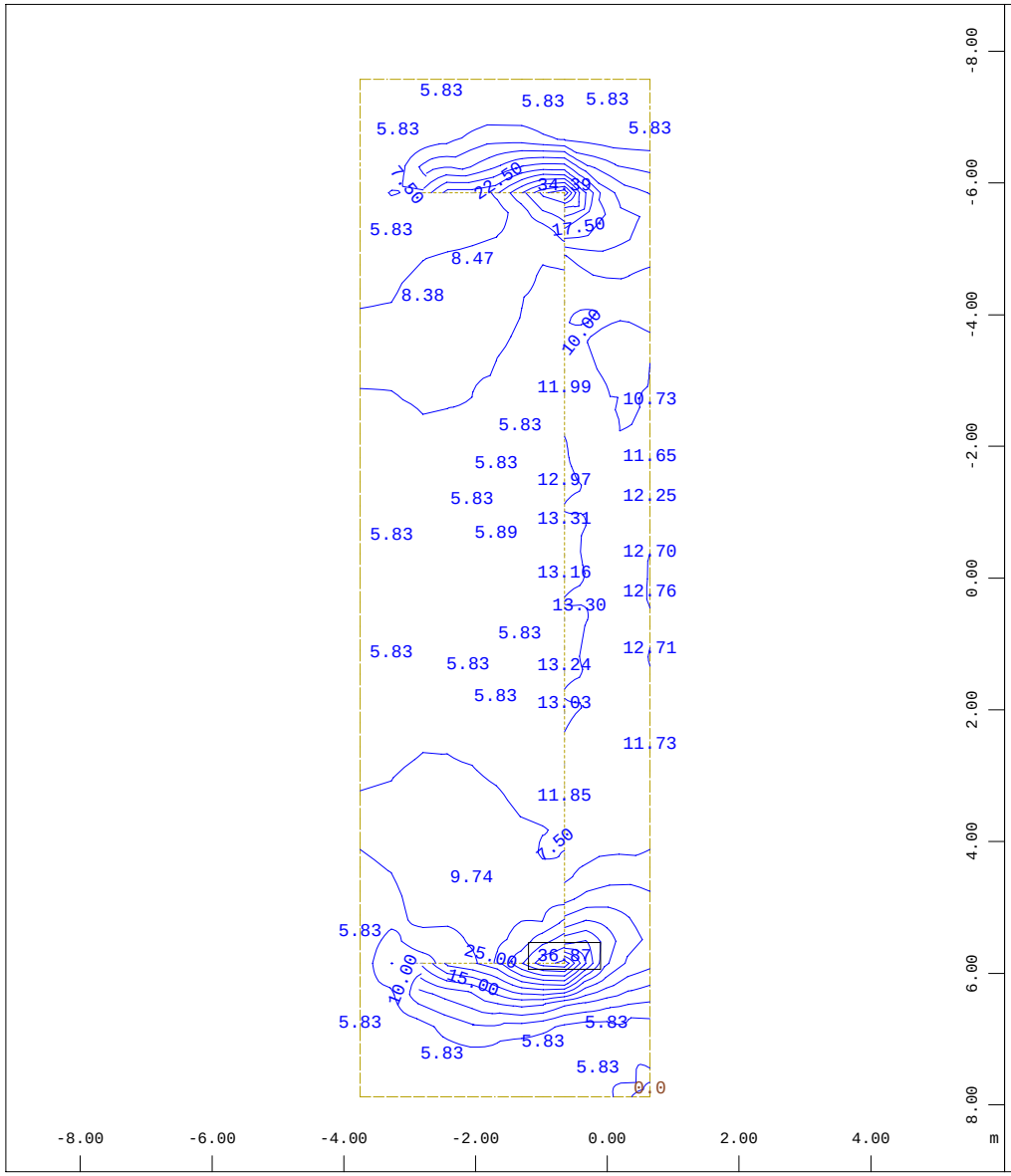
Z—X
Y

Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 131
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 1111 MAXR-UZ
KNOT #titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m

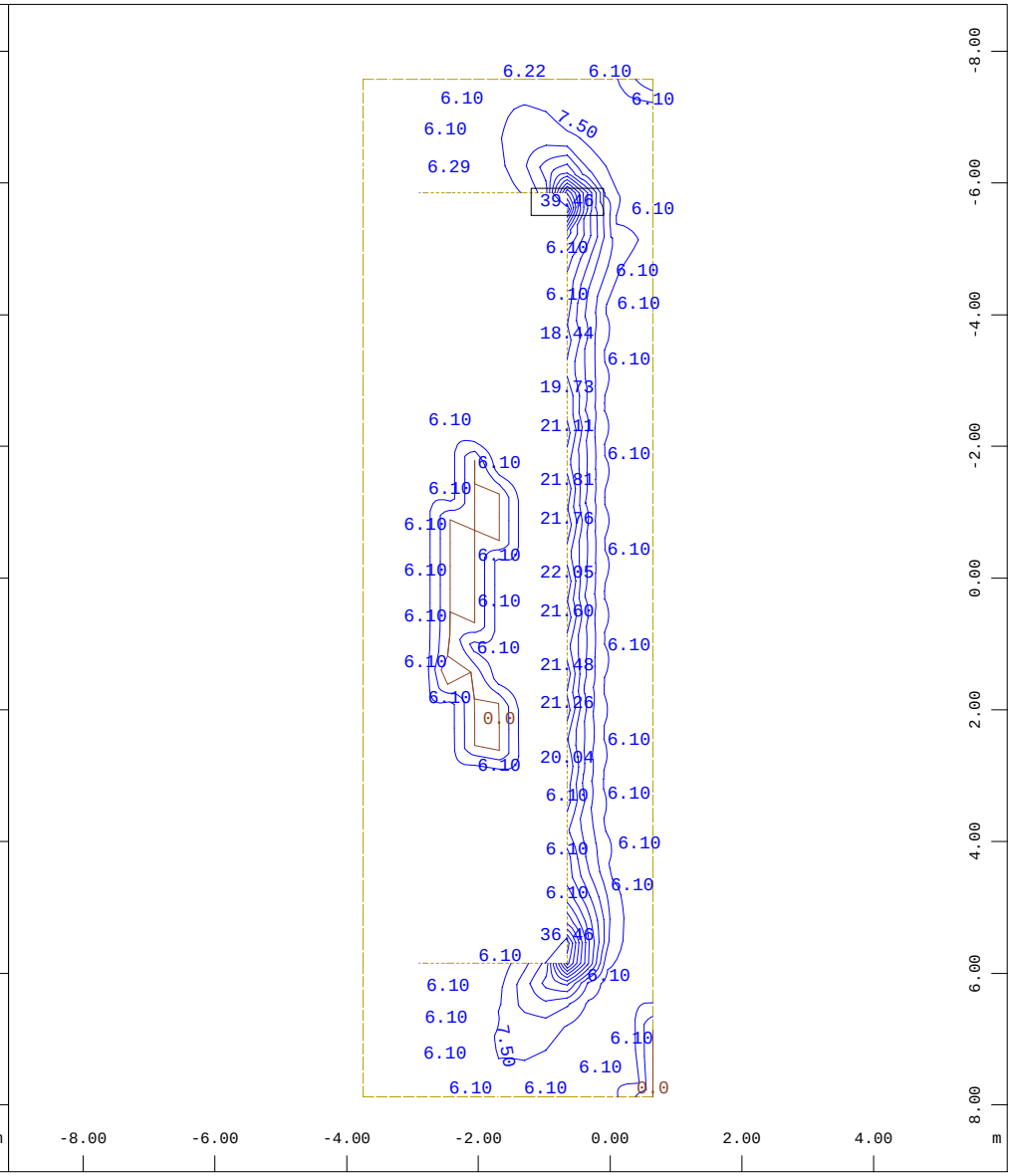


Z—X
Y

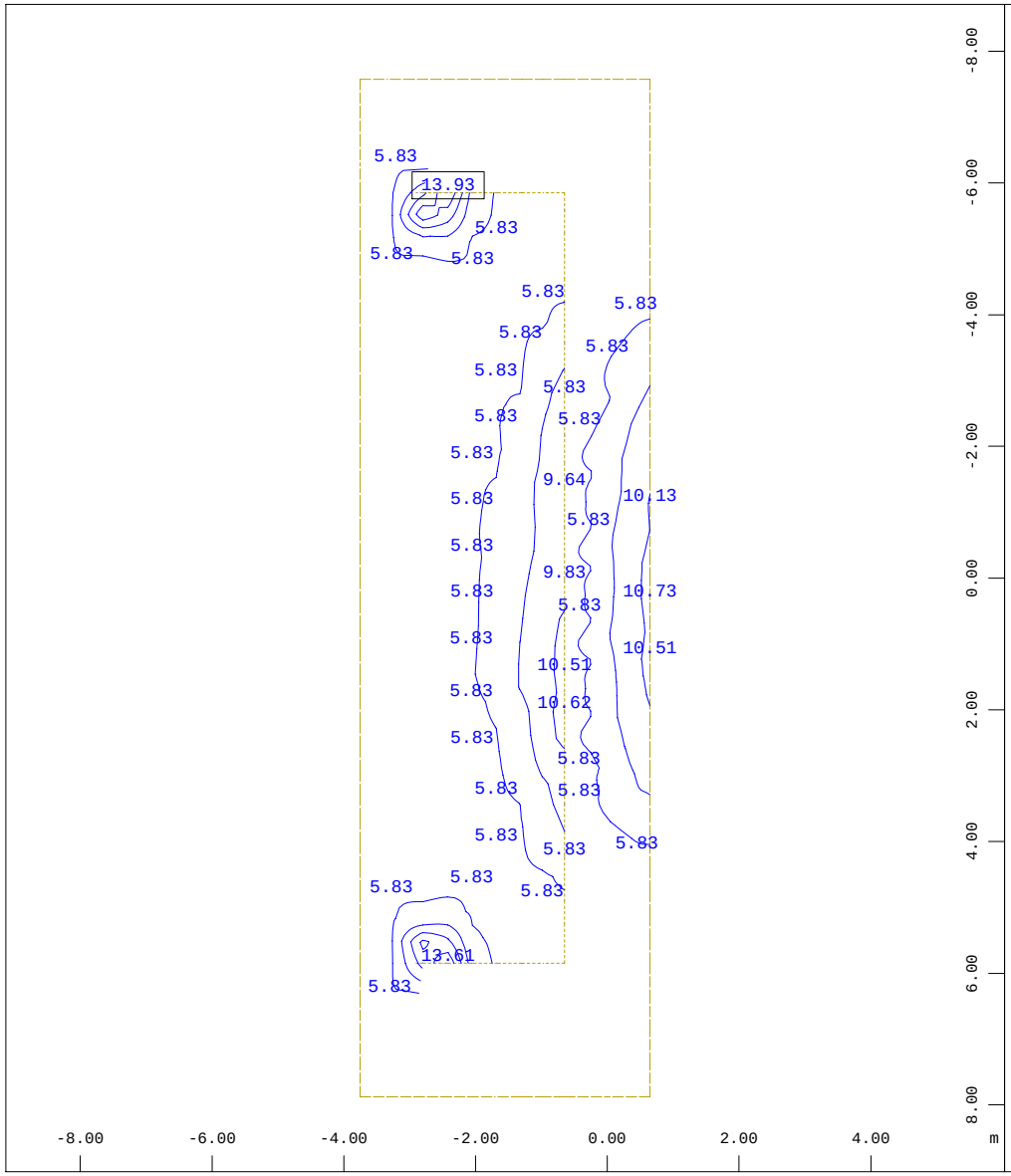
Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 130
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 1112 MINR-UZ
KNOT #titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 500.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben im Knoten
Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 0 bis 36.87 Stufen



Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten
Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 0 bis 39.46 Stufen

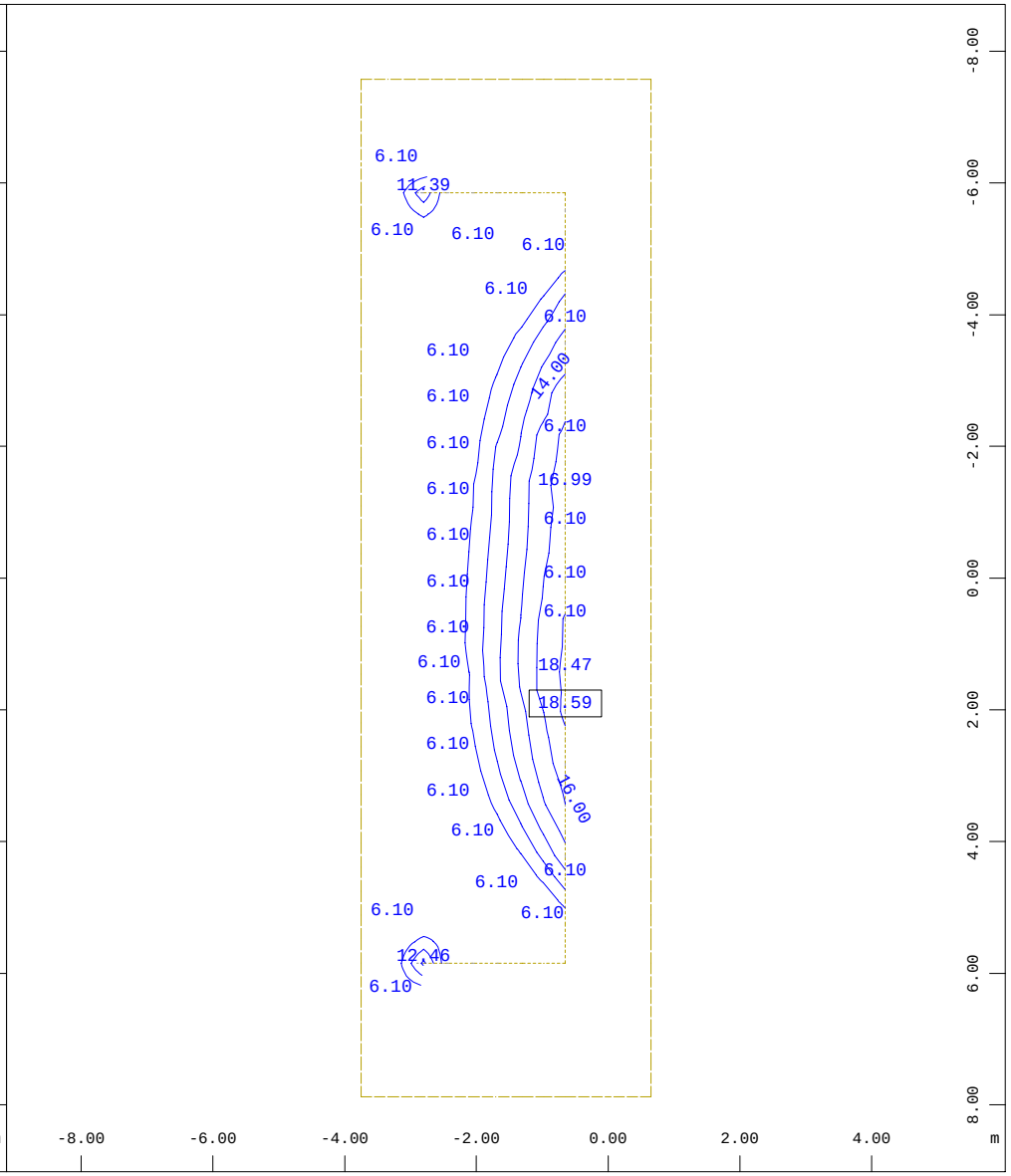


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten im Knoten

Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 5.83 bis 13.93

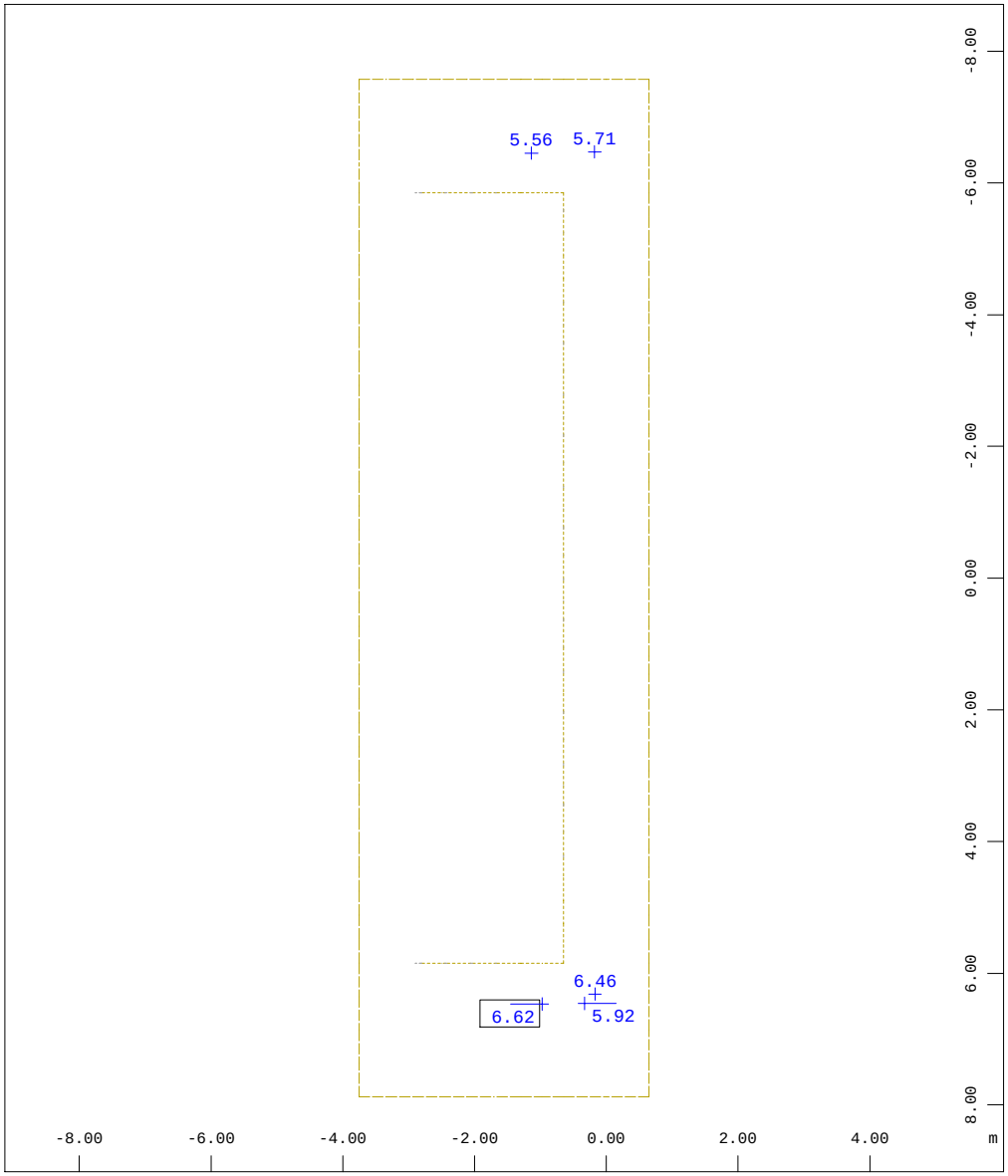


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament M 1 : 114

Z X
Y

Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten

Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 6.10 bis 18.59

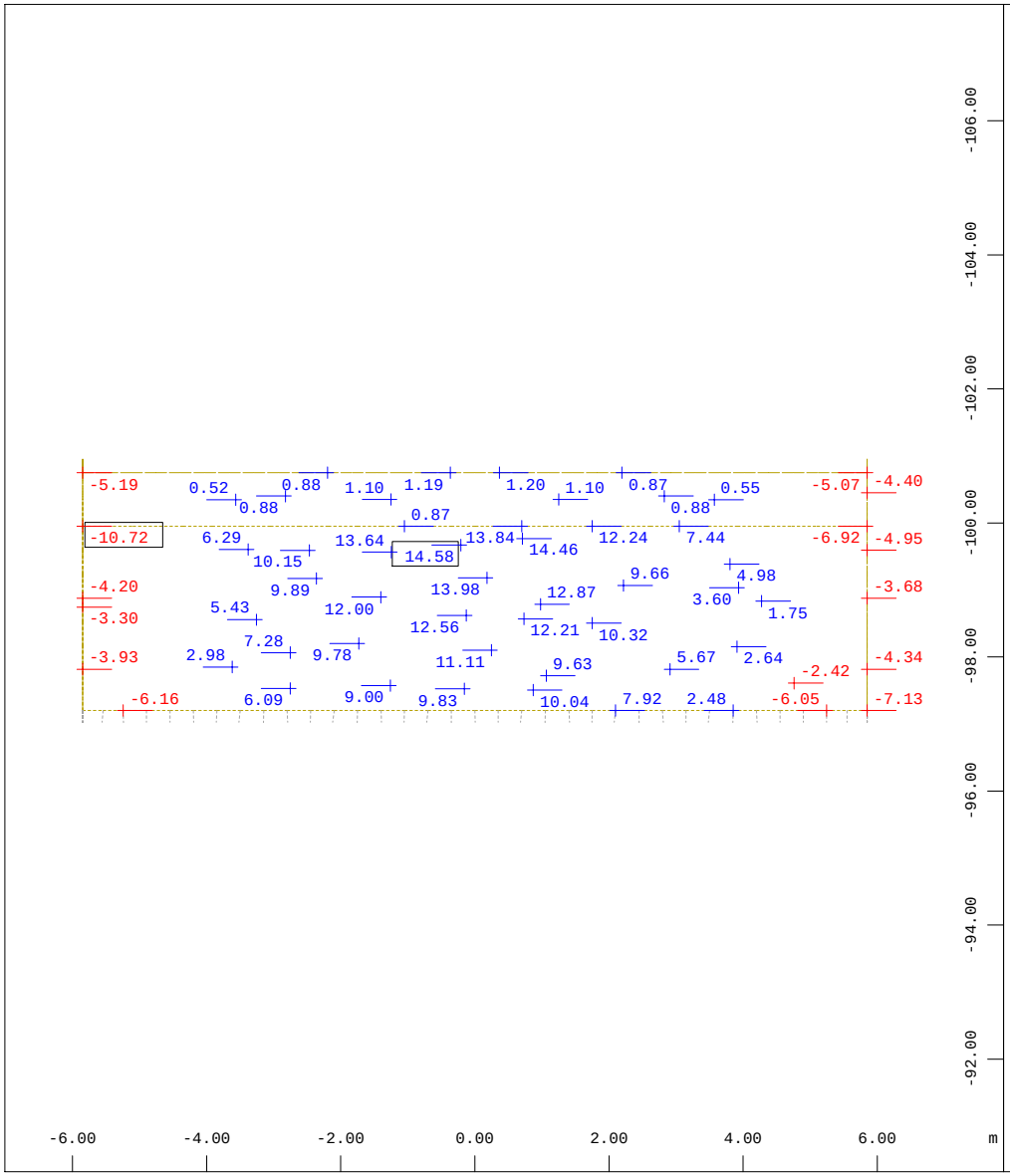


Systemausschnitt Gruppe 20:Fundament

M 1 : 114

Z X
Y

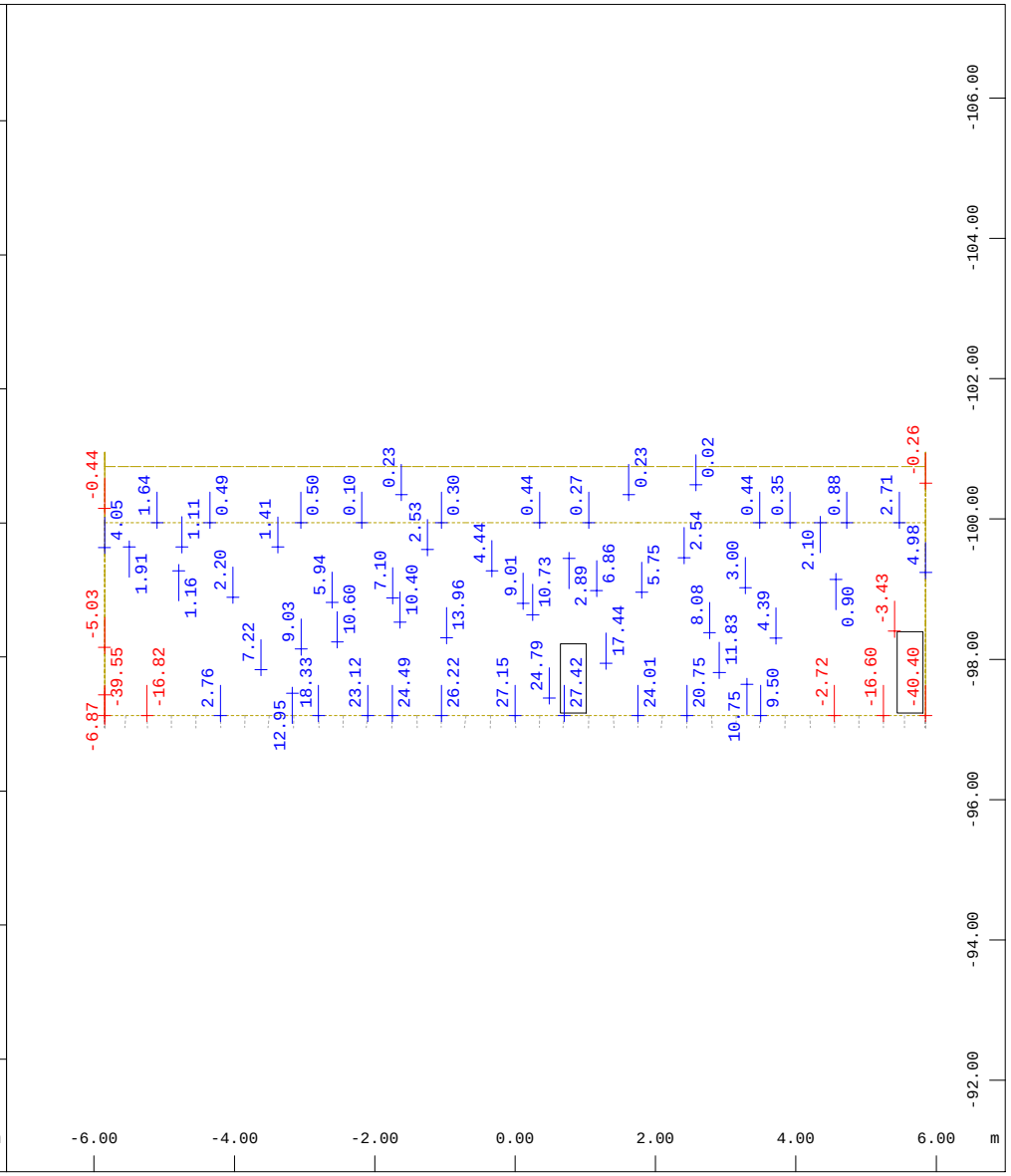
Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 5
Gebrauchsnachweis



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 112

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 11

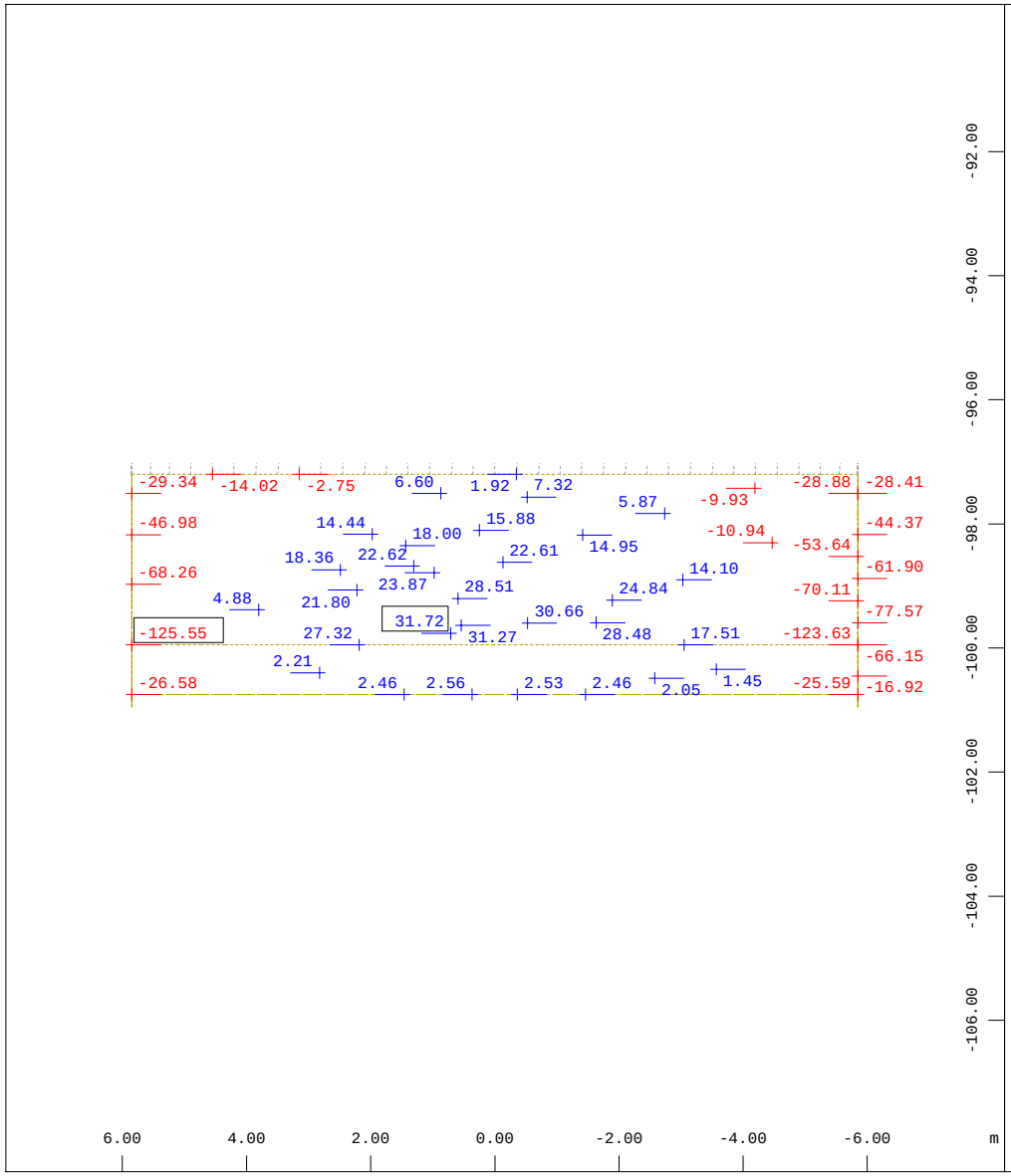
Eigengewicht (Min=-10.72) (Max=14.58)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 11

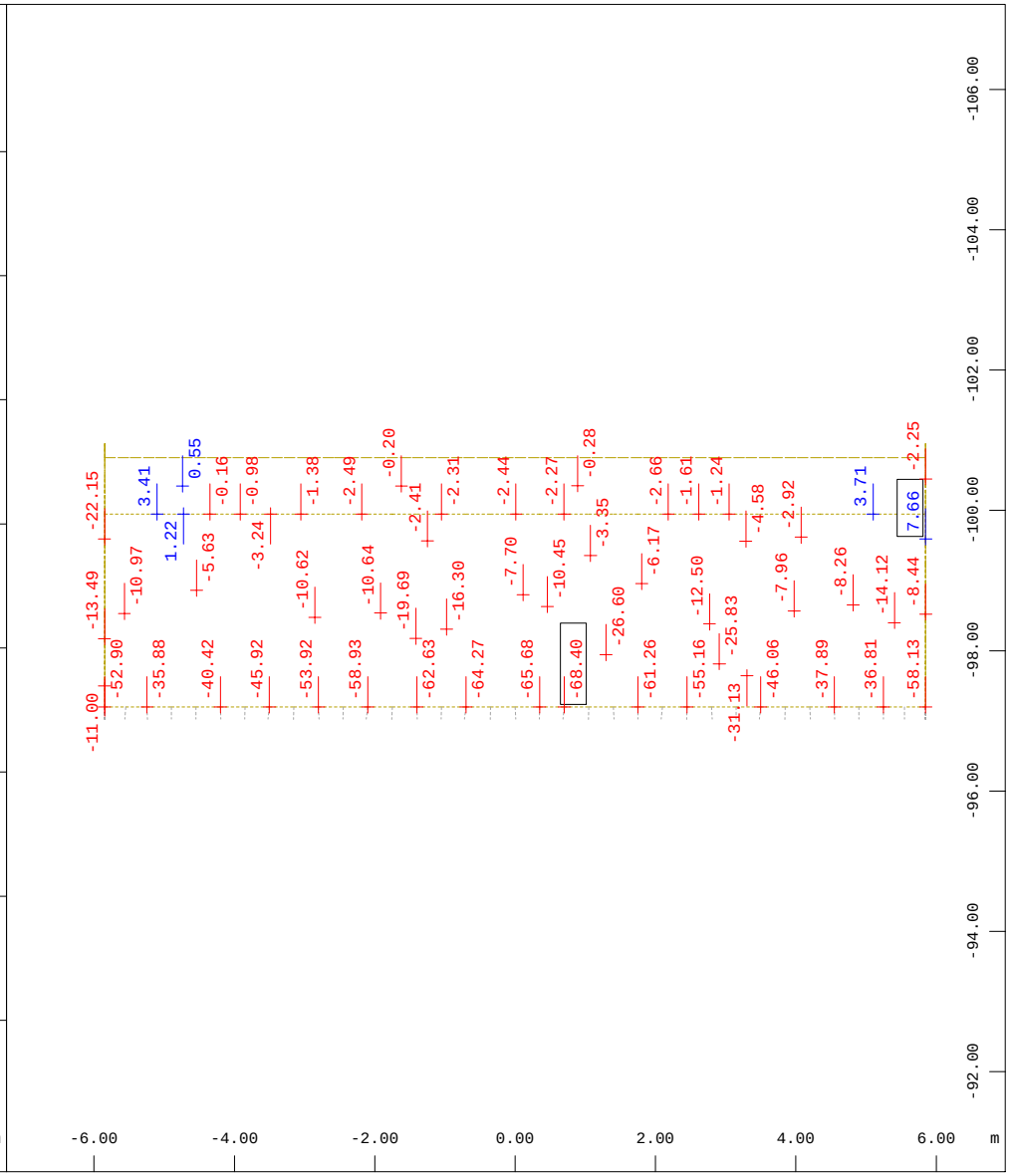
Eigengewicht (Min=-40.40) (Max=27.42)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 121

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 21

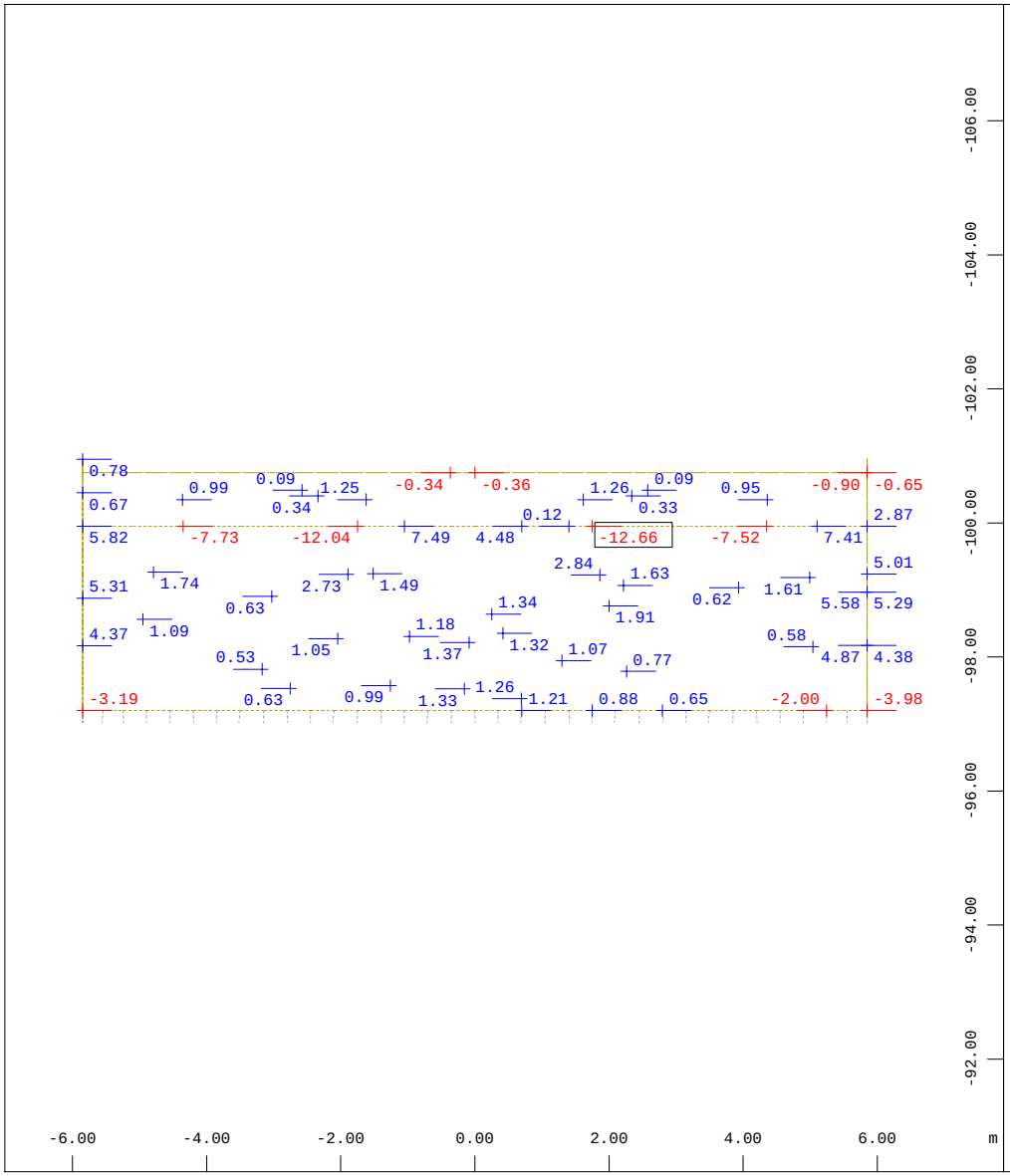
Erdruhedruck (Min=-125.55) (Max=31.72)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 21

Erdruhedruck (Min=-68.40) (Max=7.66)

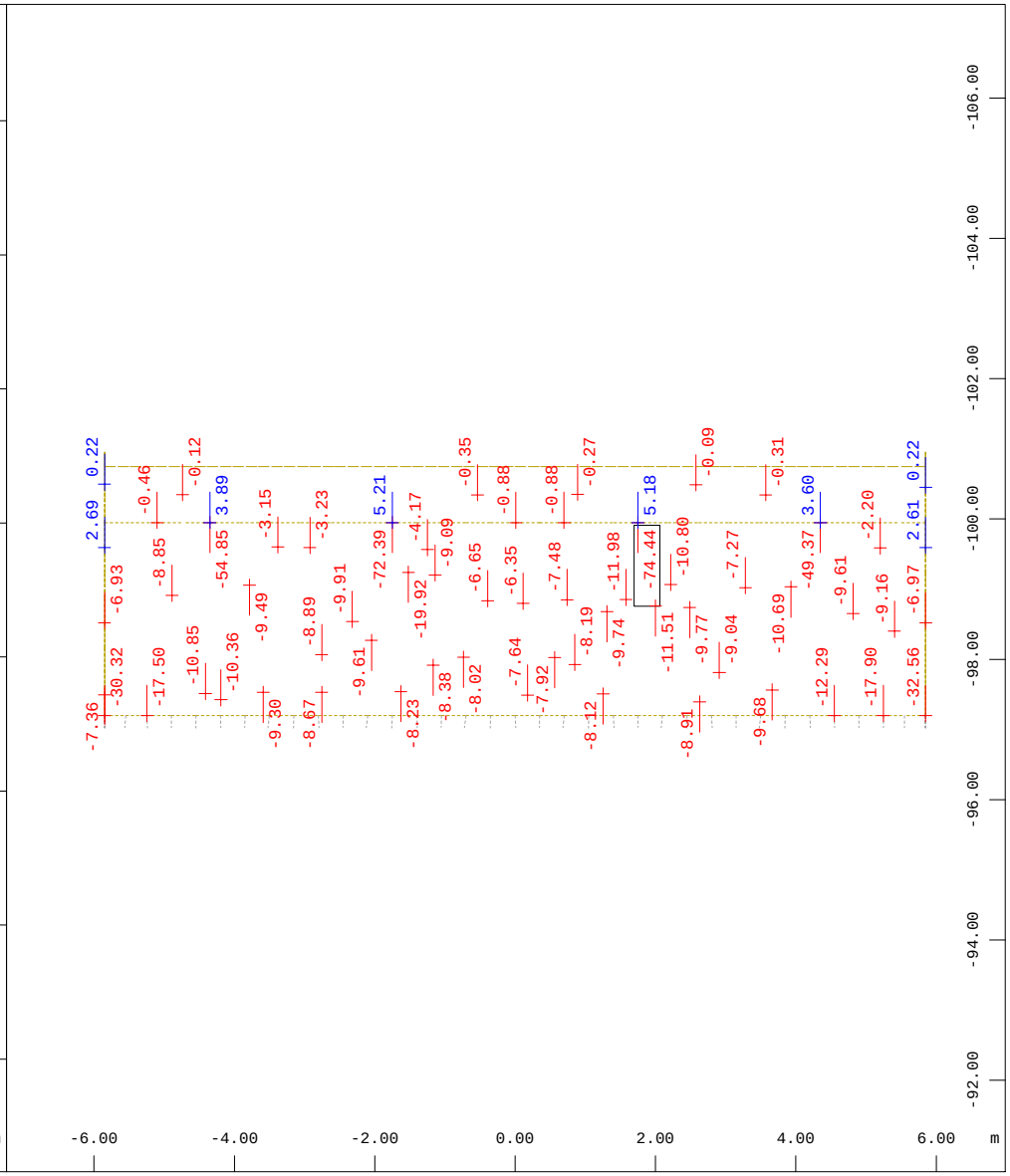


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 112

X Y Z

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 101

EG Überbau (Min=-12.66) (Max=8.08)

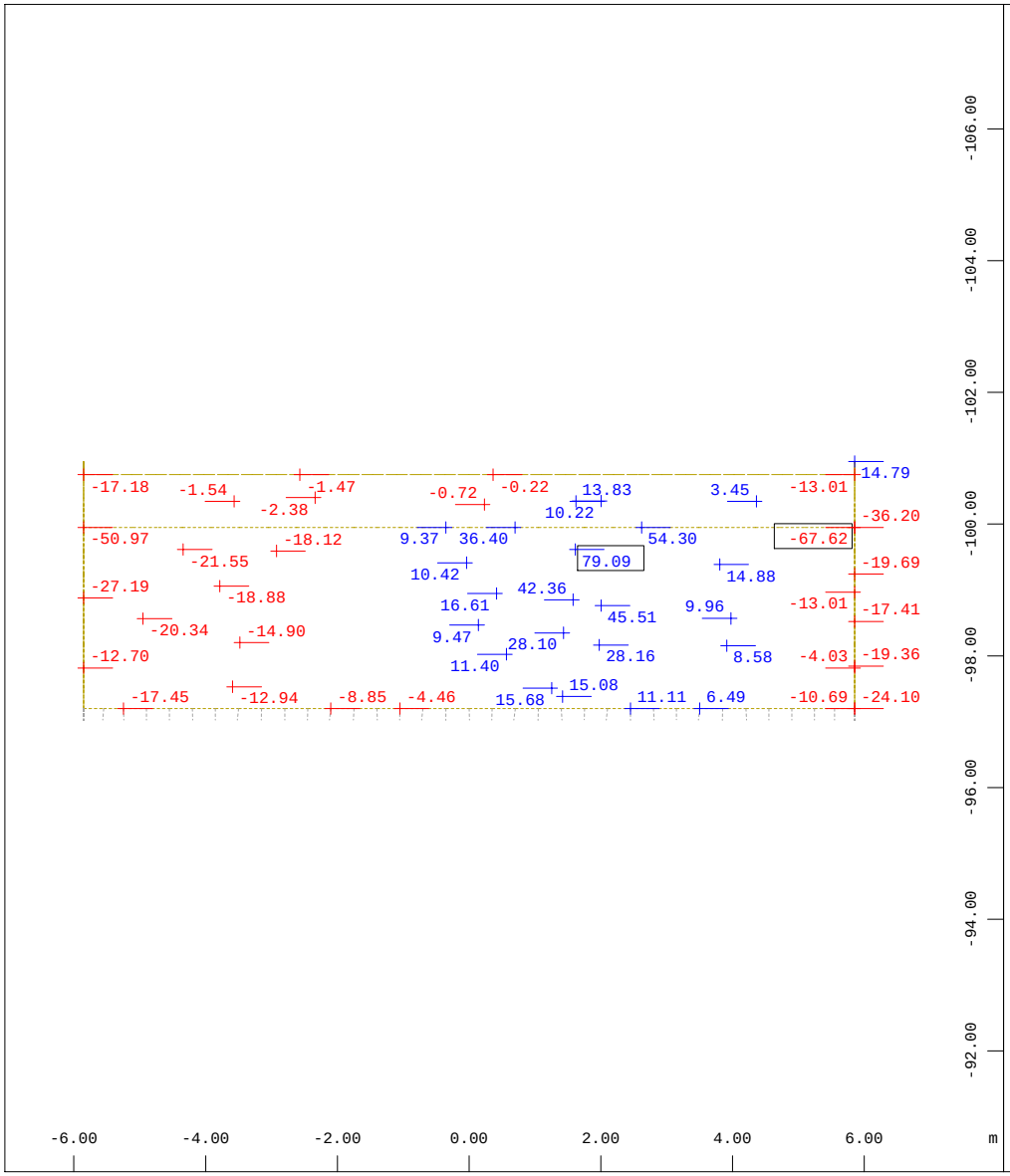


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

X Y Z

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 101

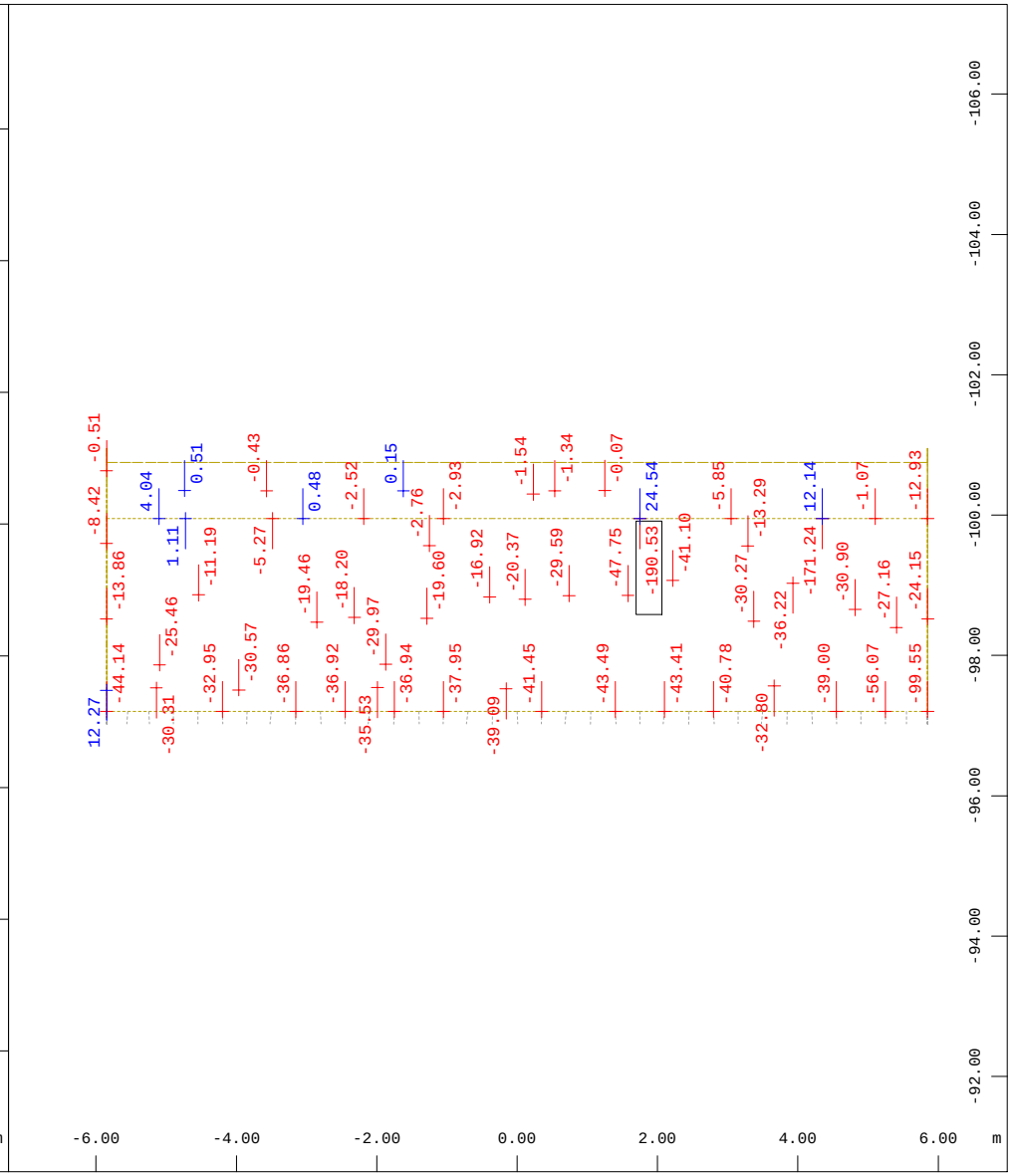
EG Überbau (Min=-74.44) (Max=8.69)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 111

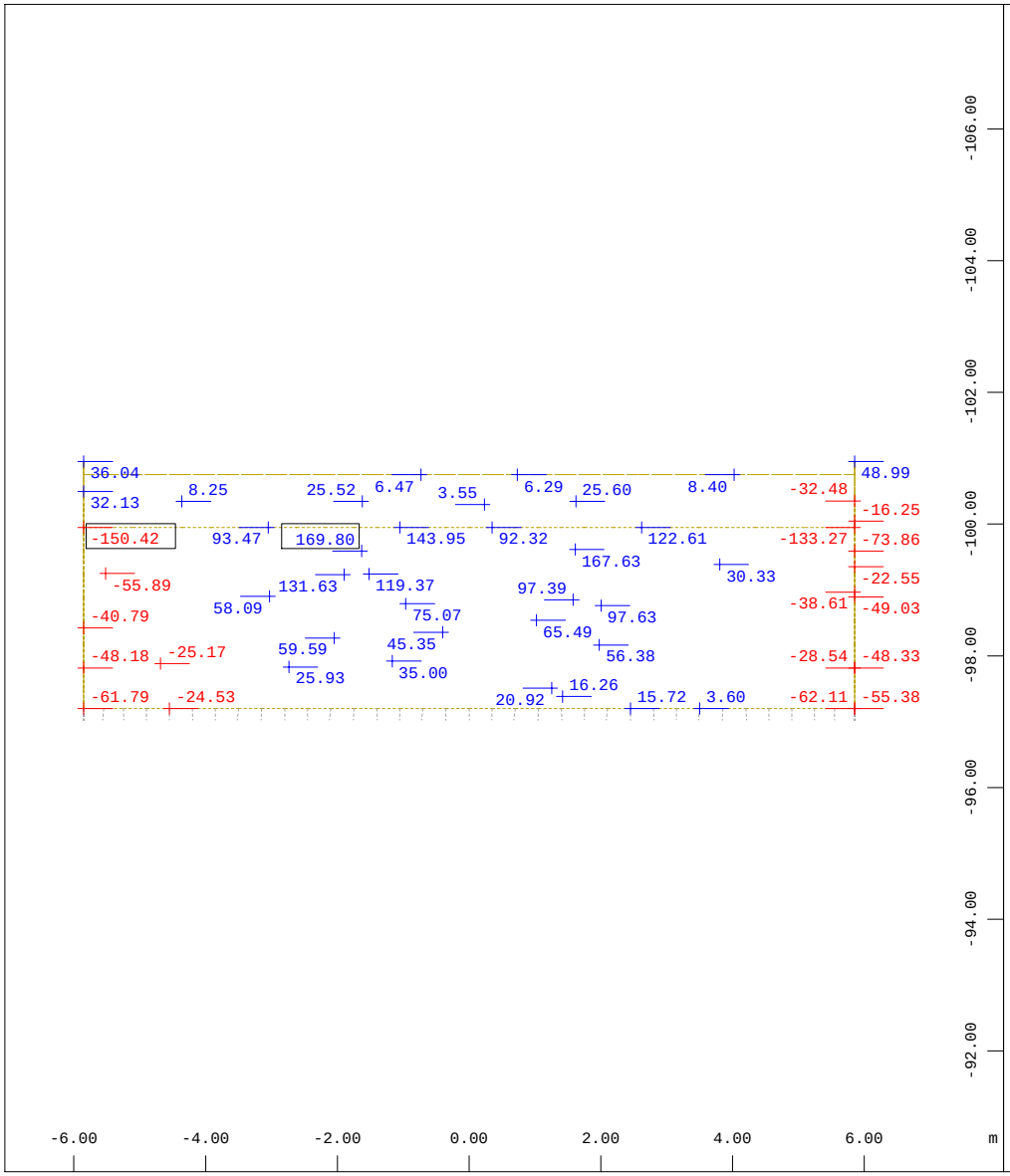
LM71 G11 (Min=-67.62) (Max=79.09)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 111

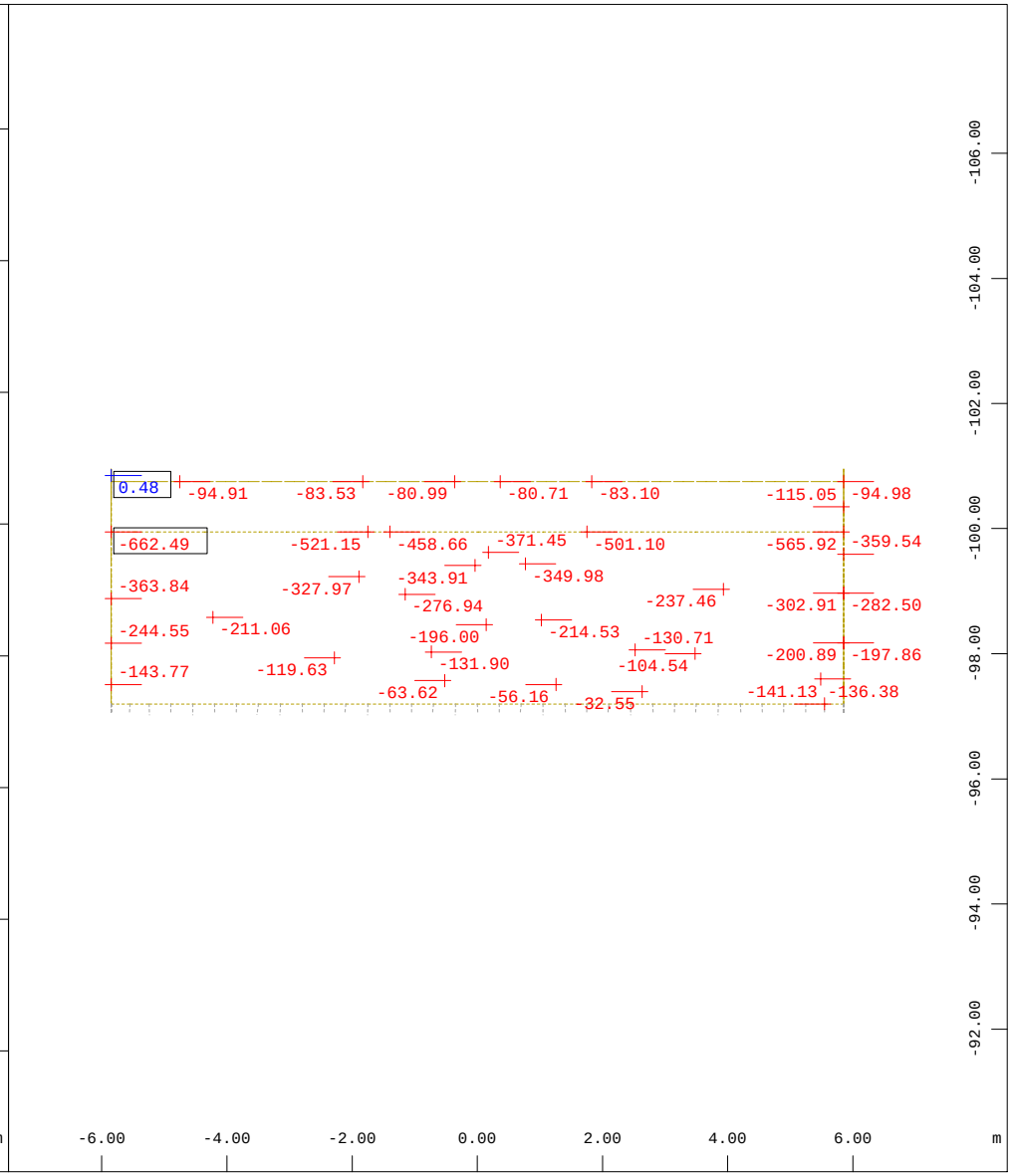
LM71 G11 (Min=-190.53) (Max=35.93)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 2101

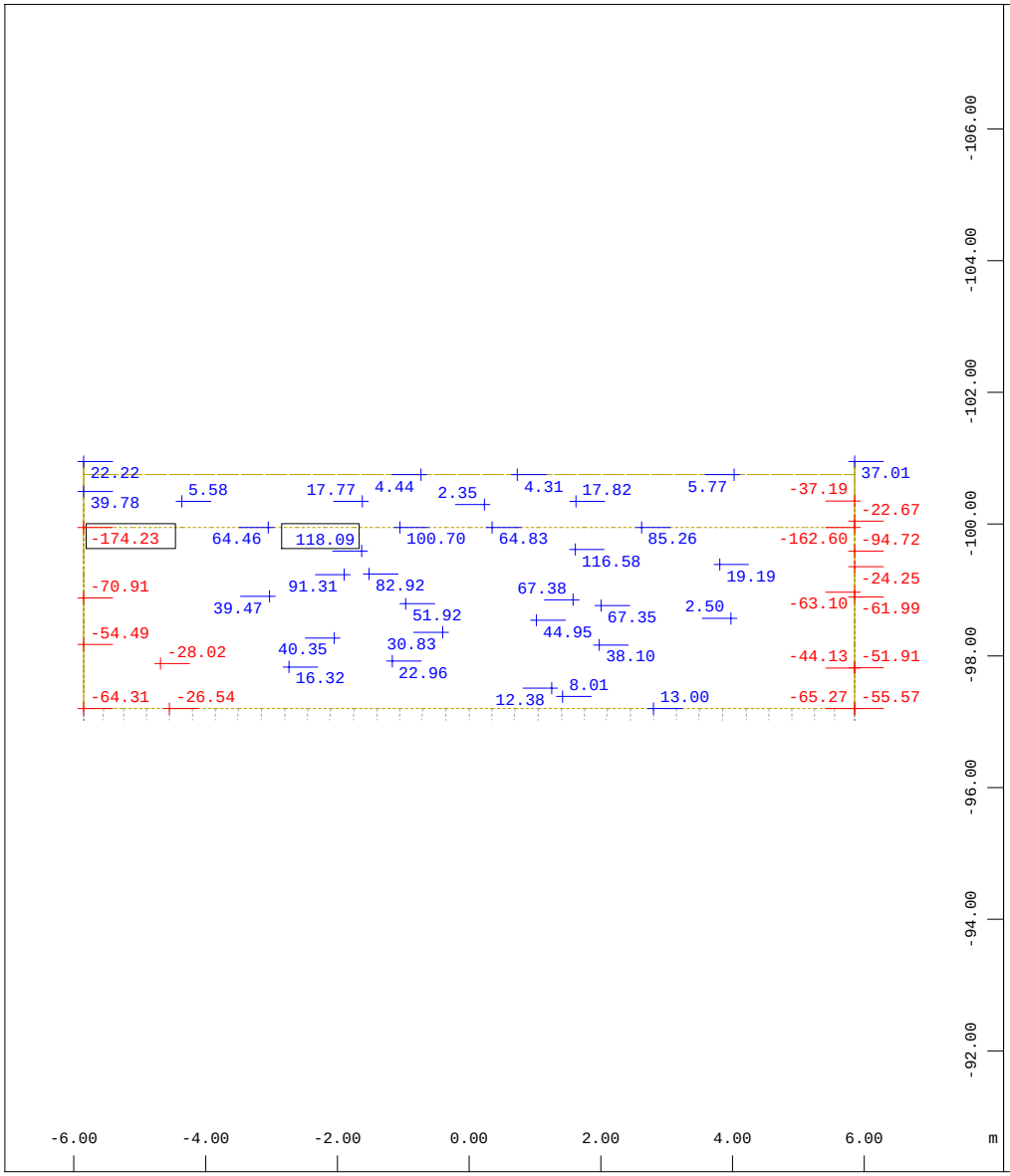
MAX-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-150.42) (Max=169.80)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 120

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 2102

MIN-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-662.49) (Max=0.48)

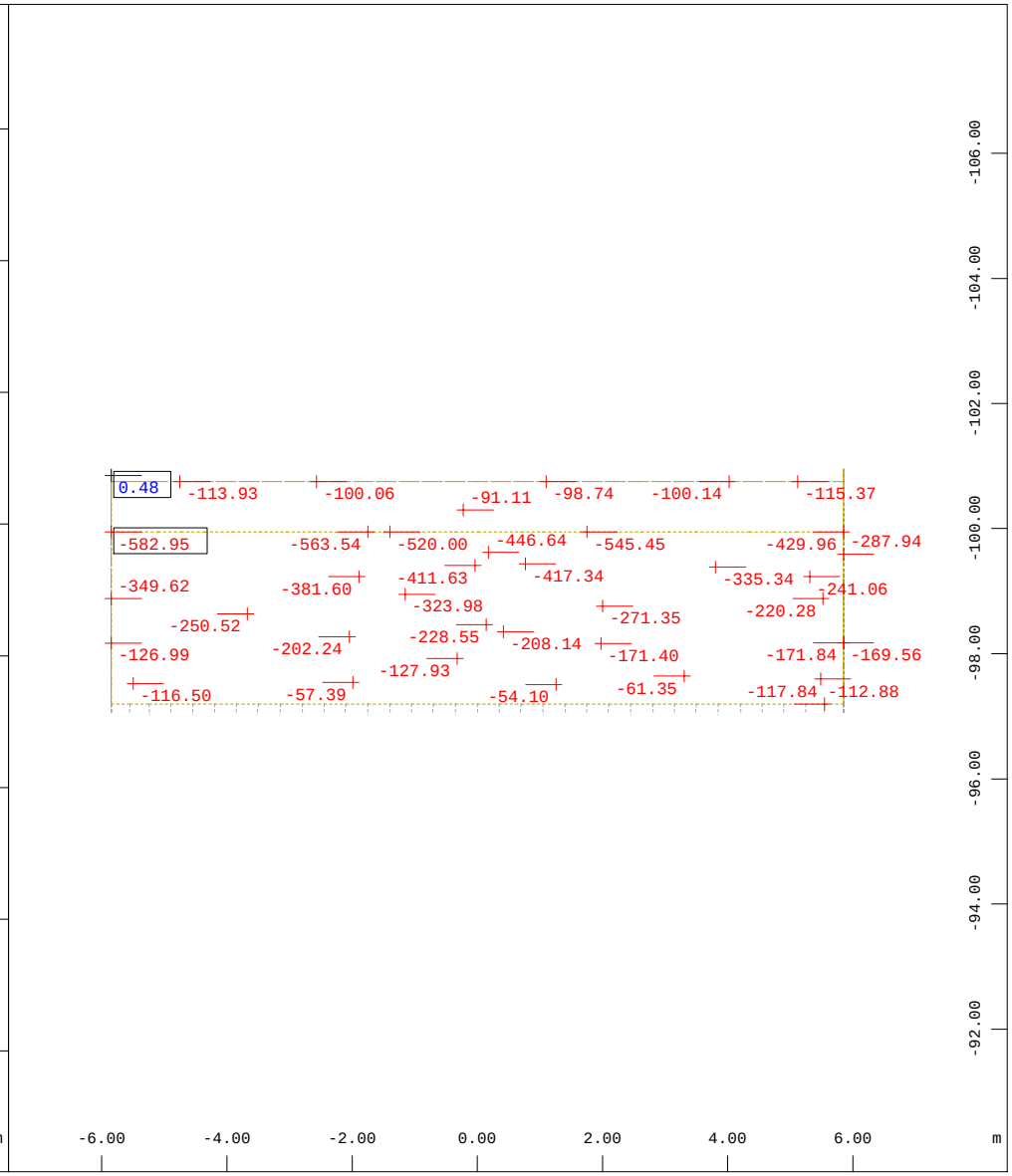


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114

X—Y
Z

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 1101

MAXR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-174.23) (Max=118.09)

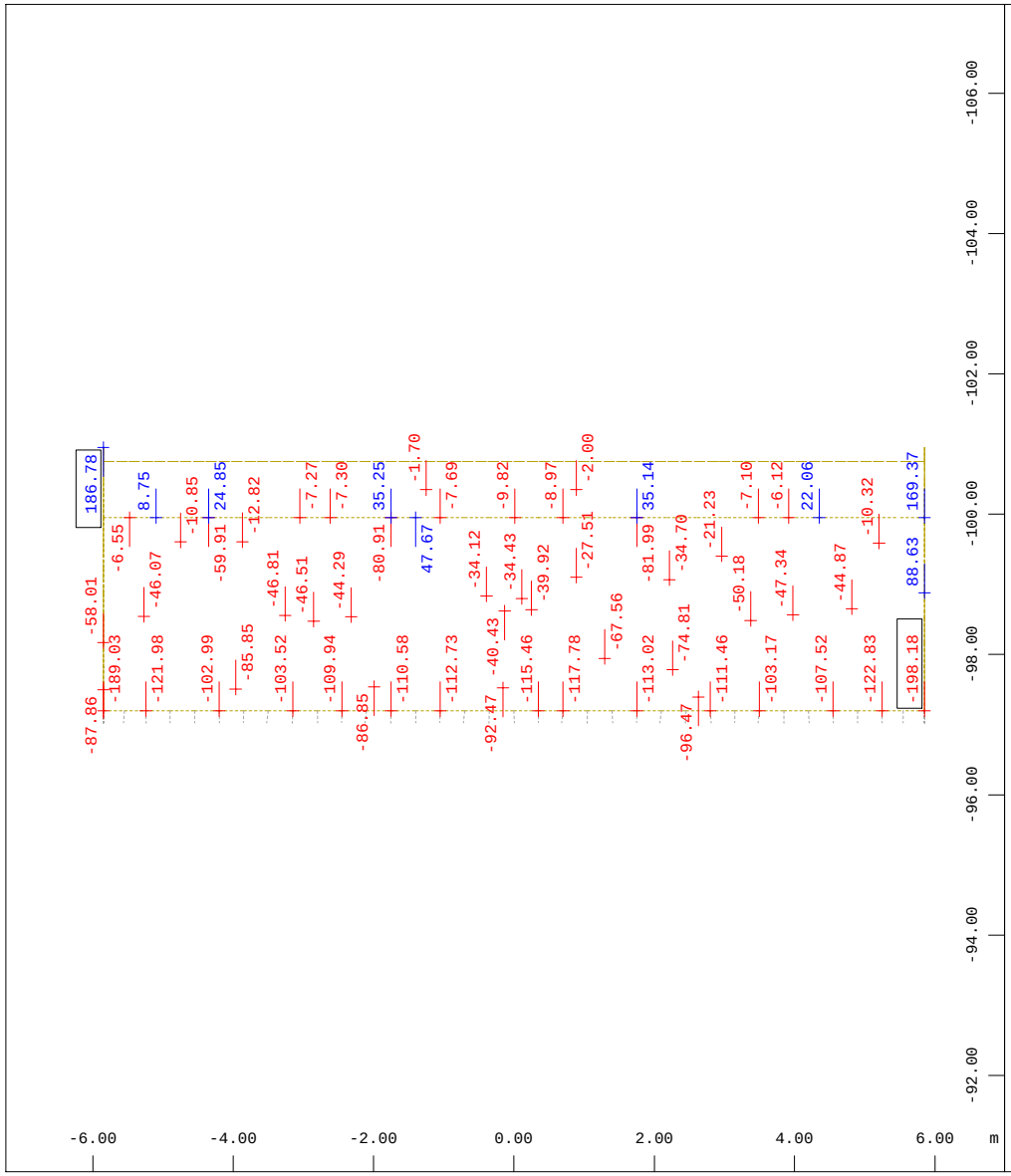


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 120

X—Y
Z

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 1102

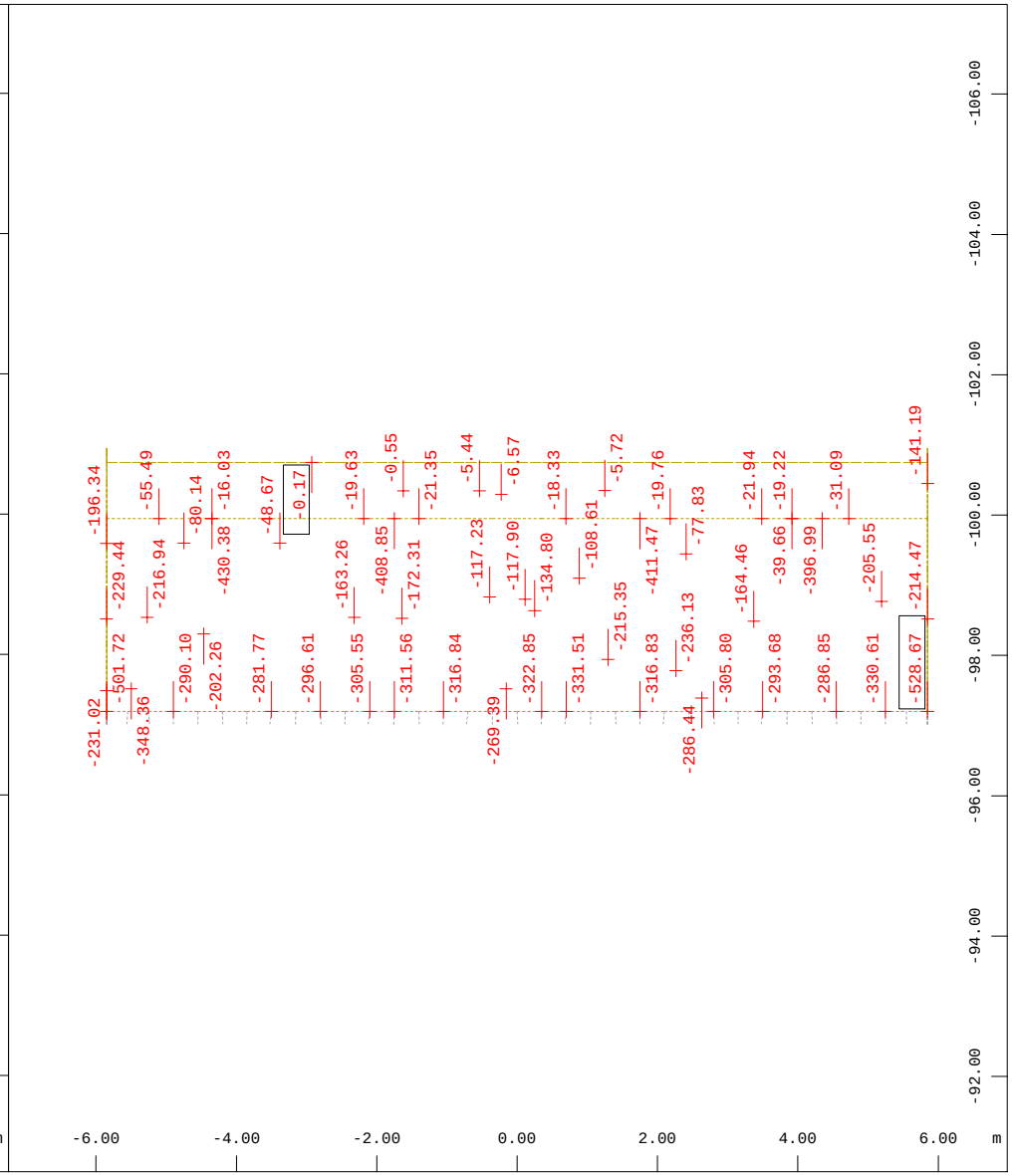
MINR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-582.95) (Max=0.48)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 2103

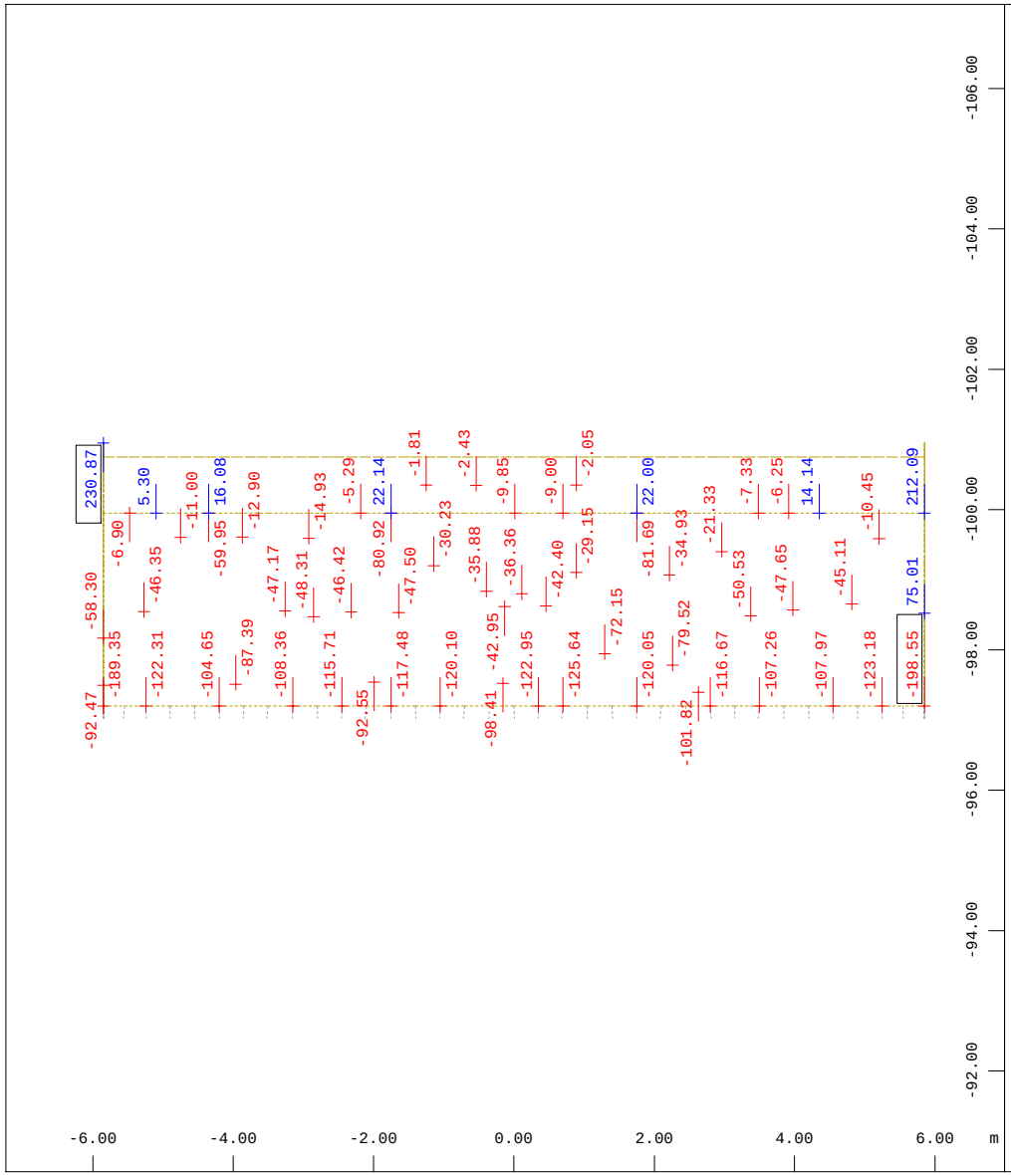
MAX-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-198.18) (Max=186.78)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 2104

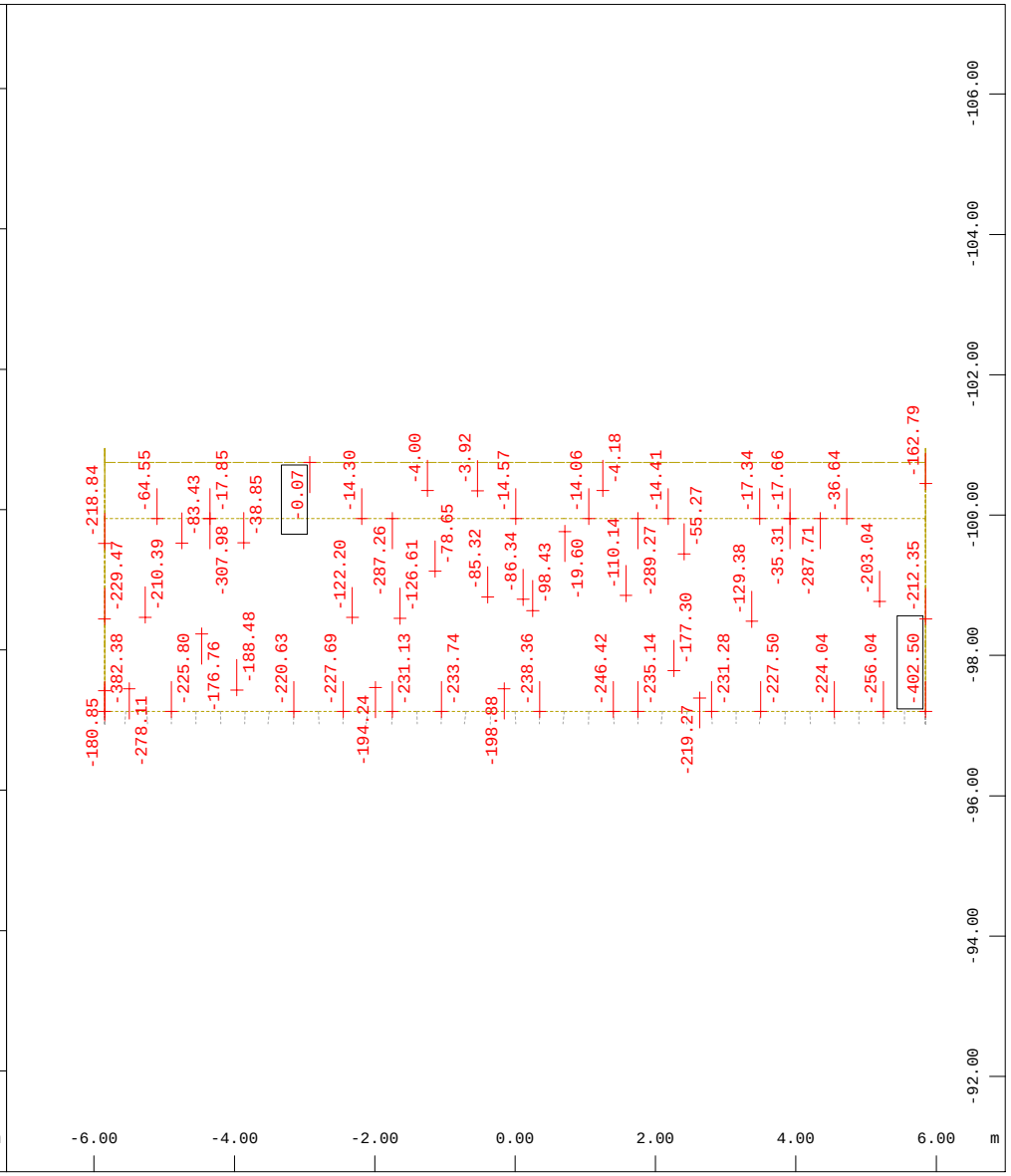
MIN-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-528.67) (Max=-0.17)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 1103

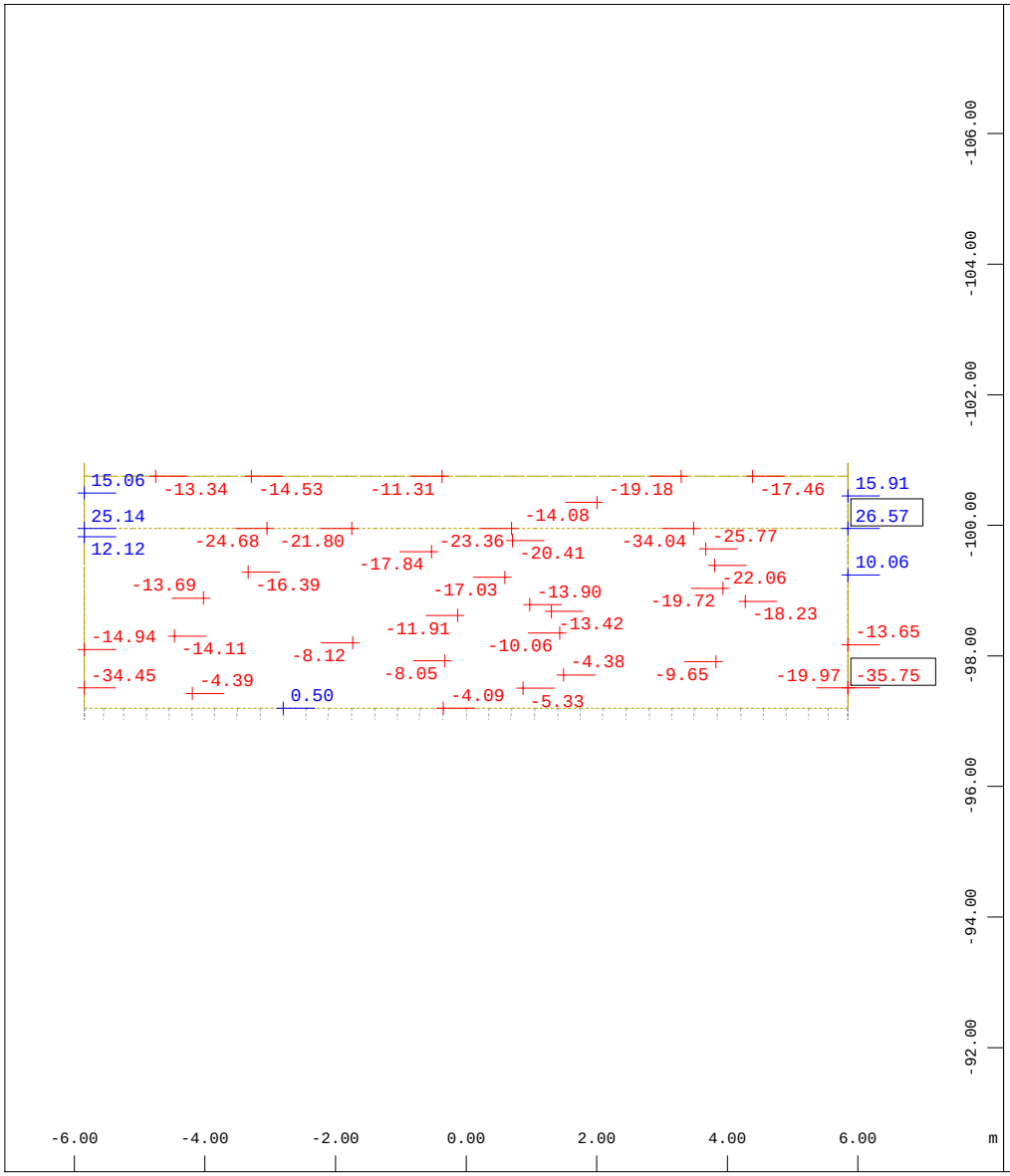
MAXR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-198.55) (Max=230.87)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 1104

MINR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-402.50) (Max=-0.07)

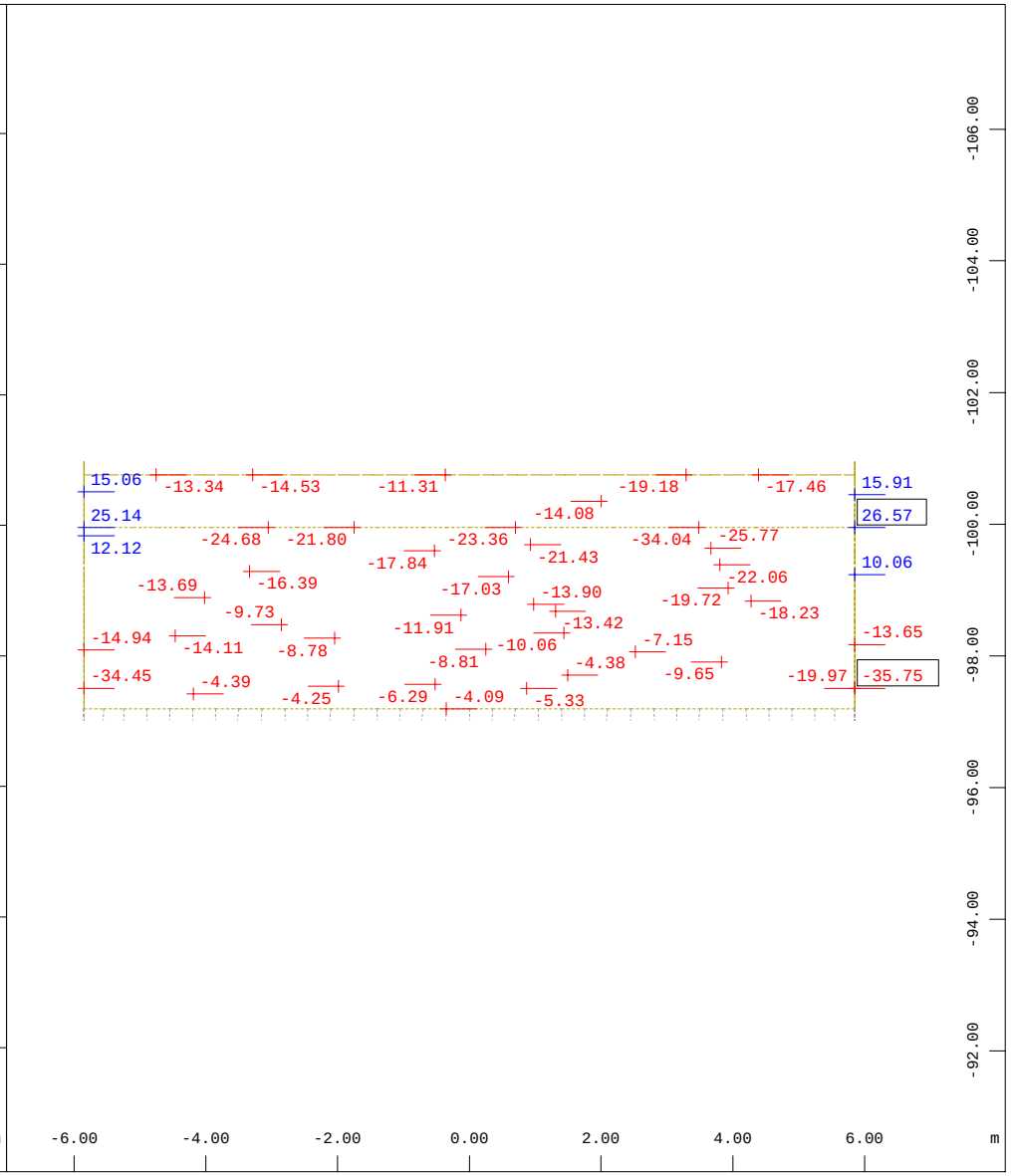


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 115

X Y Z

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 11

Eigengewicht (Min=-35.75) (Max=26.57)

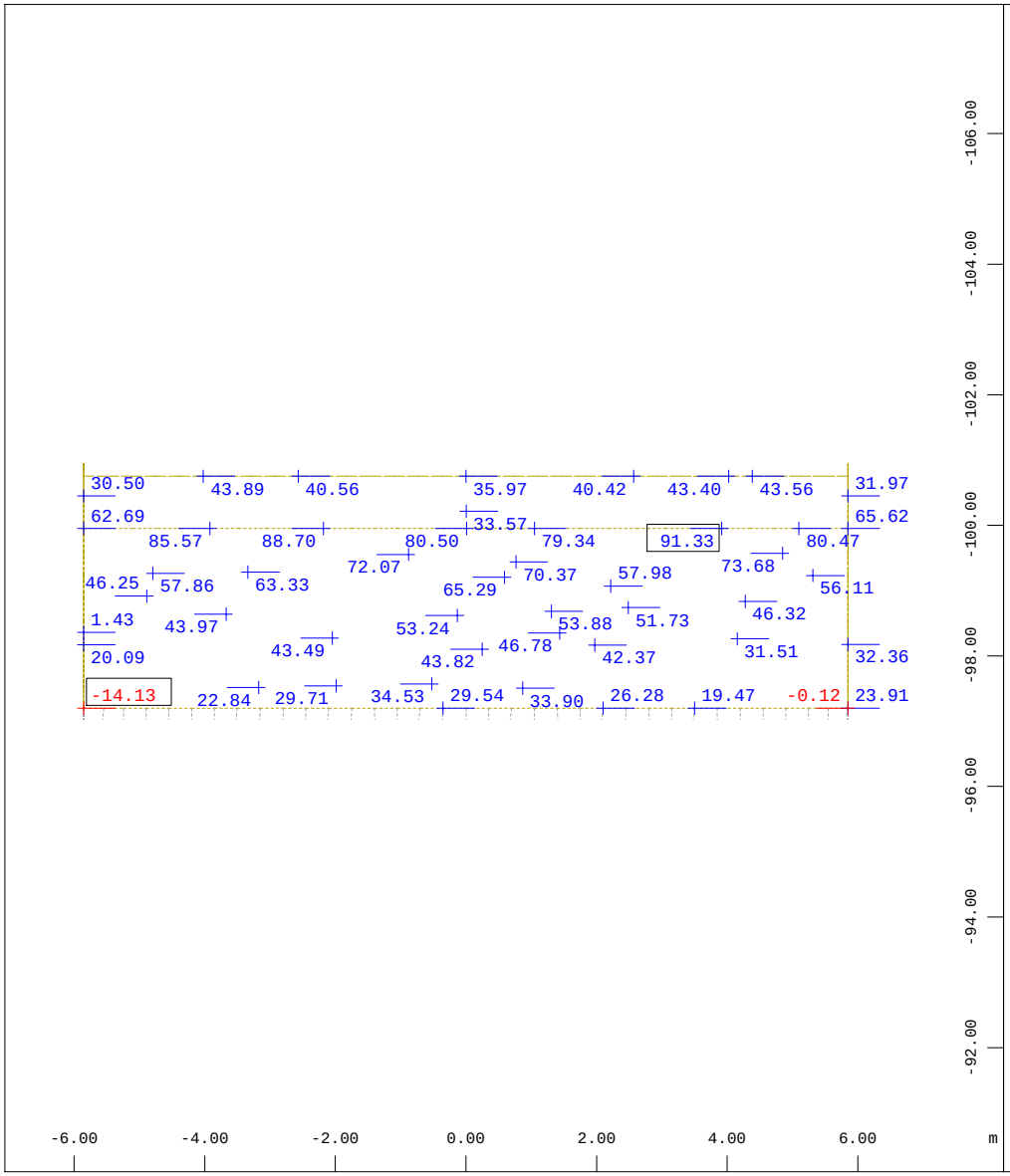


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114

X Y Z

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 11

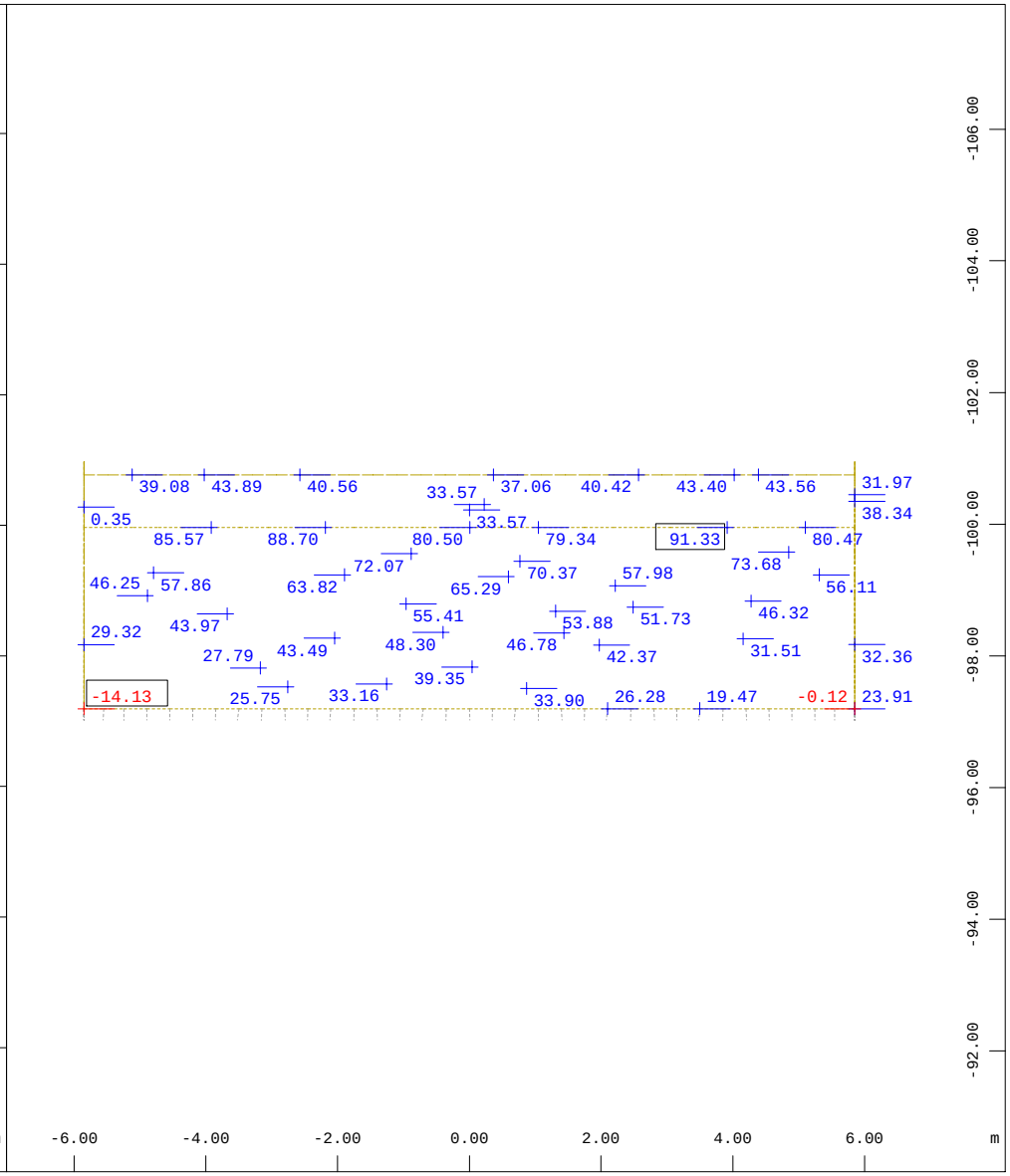
Eigengewicht (Min=-35.75) (Max=26.57)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 115

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 21

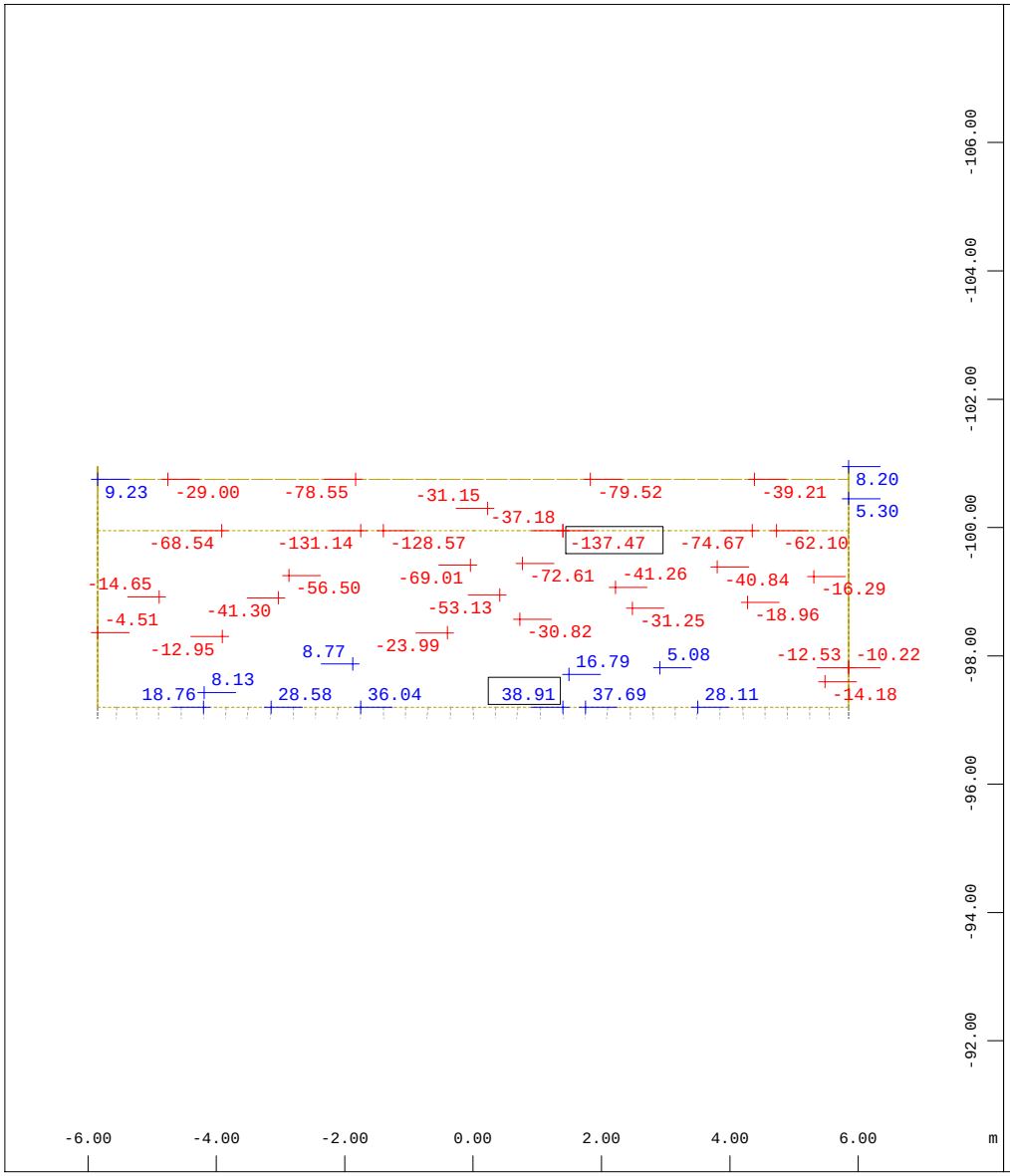
Erdruhedruck (Min=-14.13) (Max=91.33)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 21

Erdruhedruck (Min=-14.13) (Max=91.33)

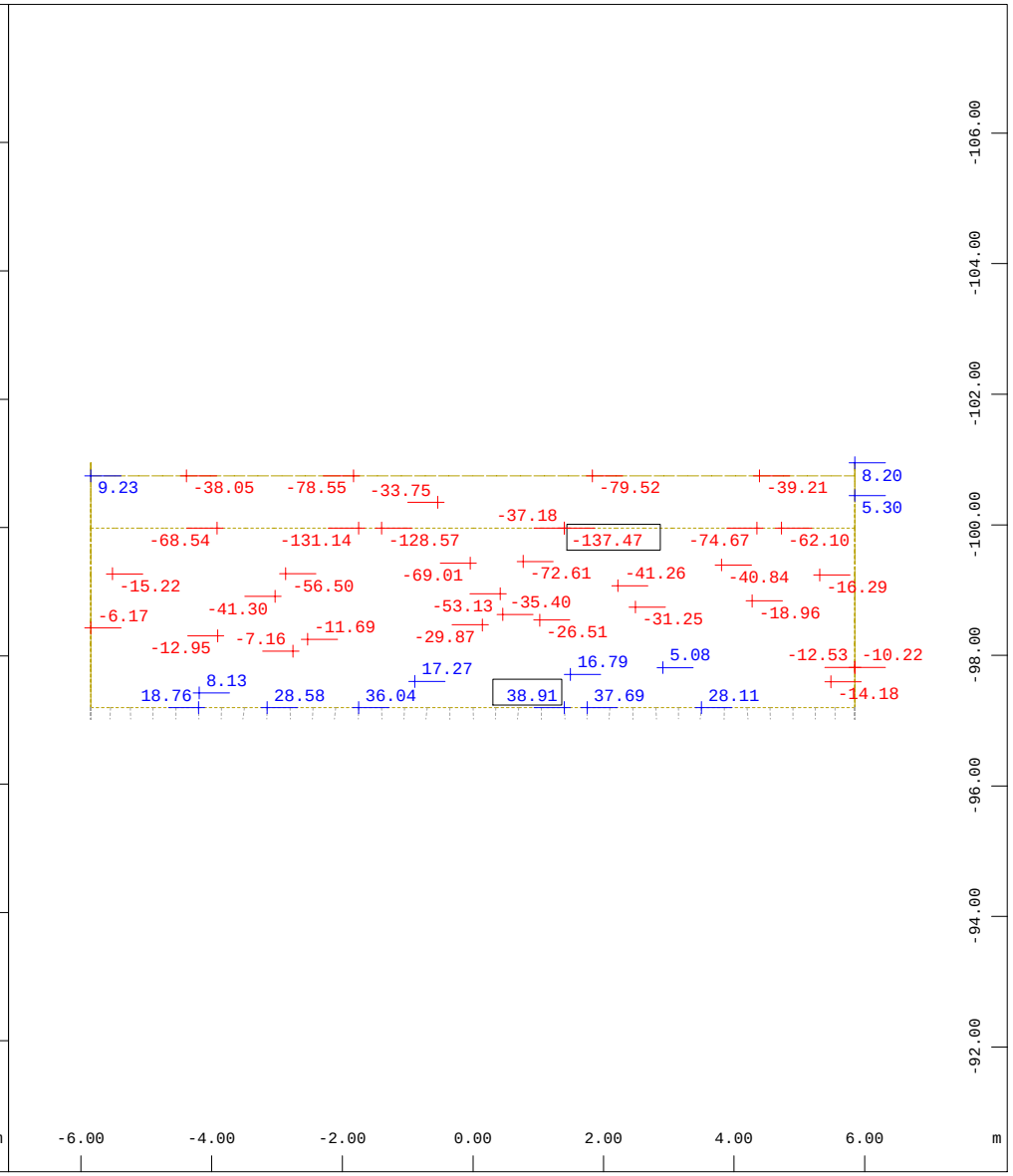


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 117

X Y Z

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 101

EG Überbau (Min=-137.47) (Max=38.91)

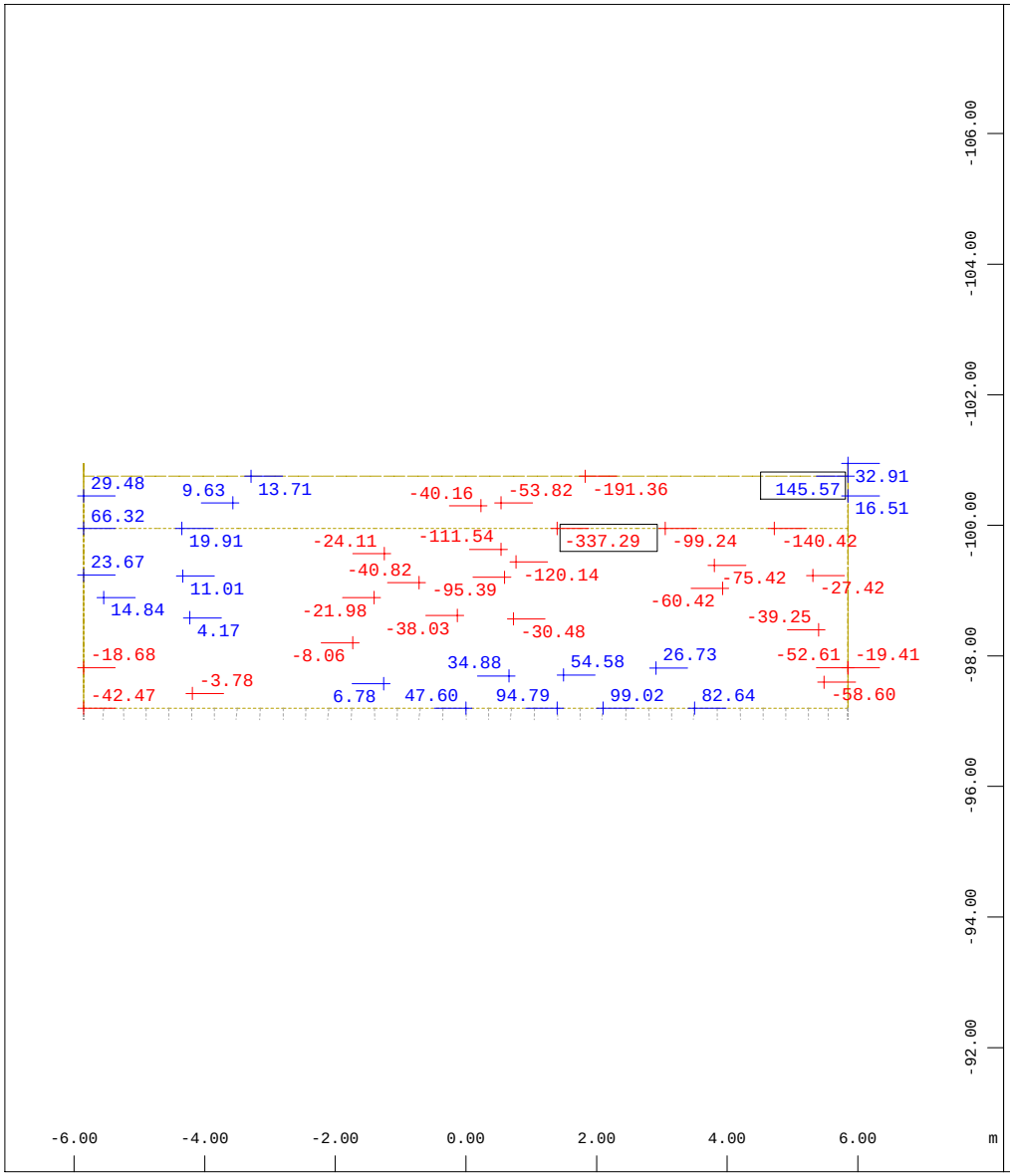


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 115

X Y Z

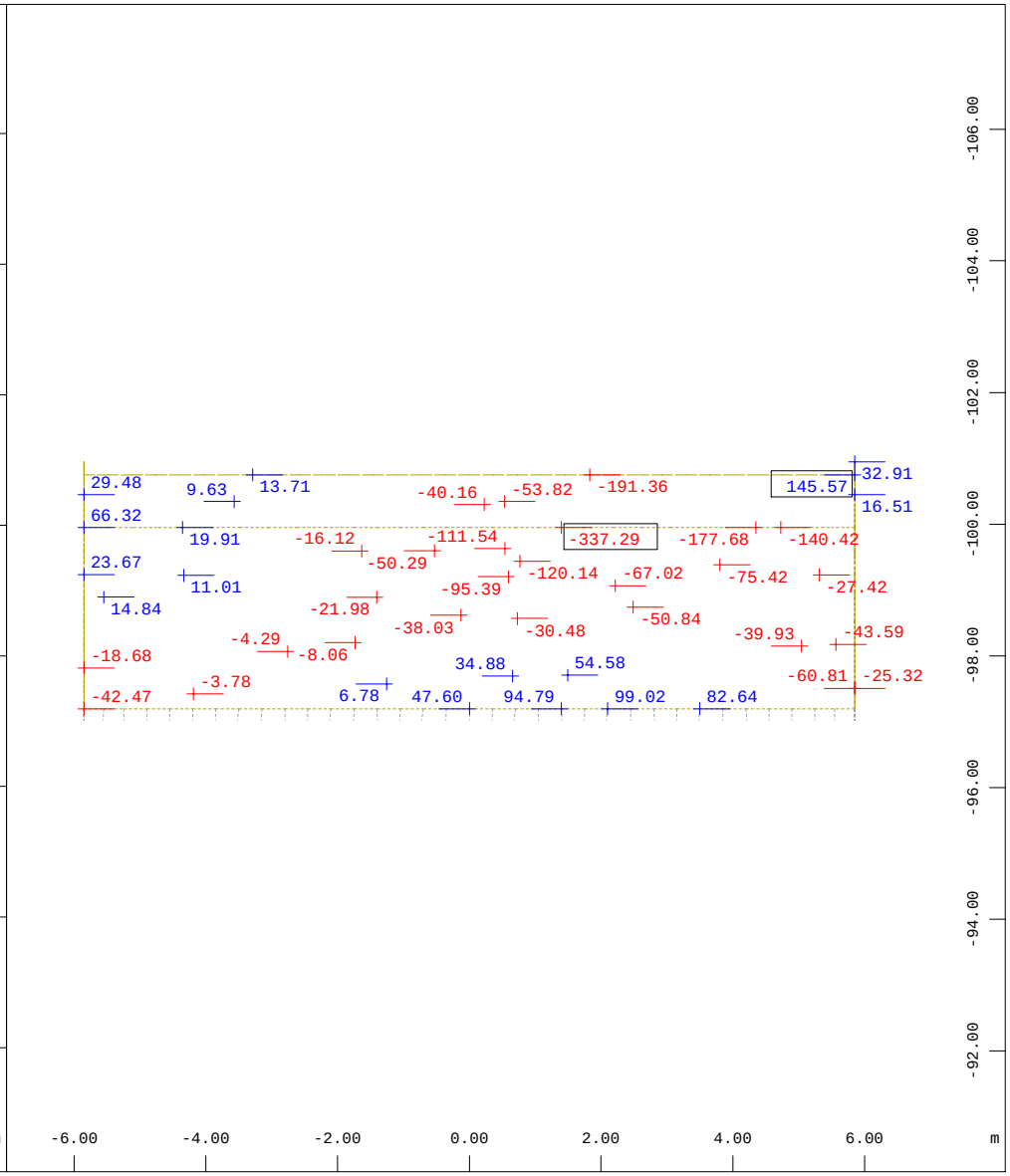
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 101

EG Überbau (Min=-137.47) (Max=38.91)



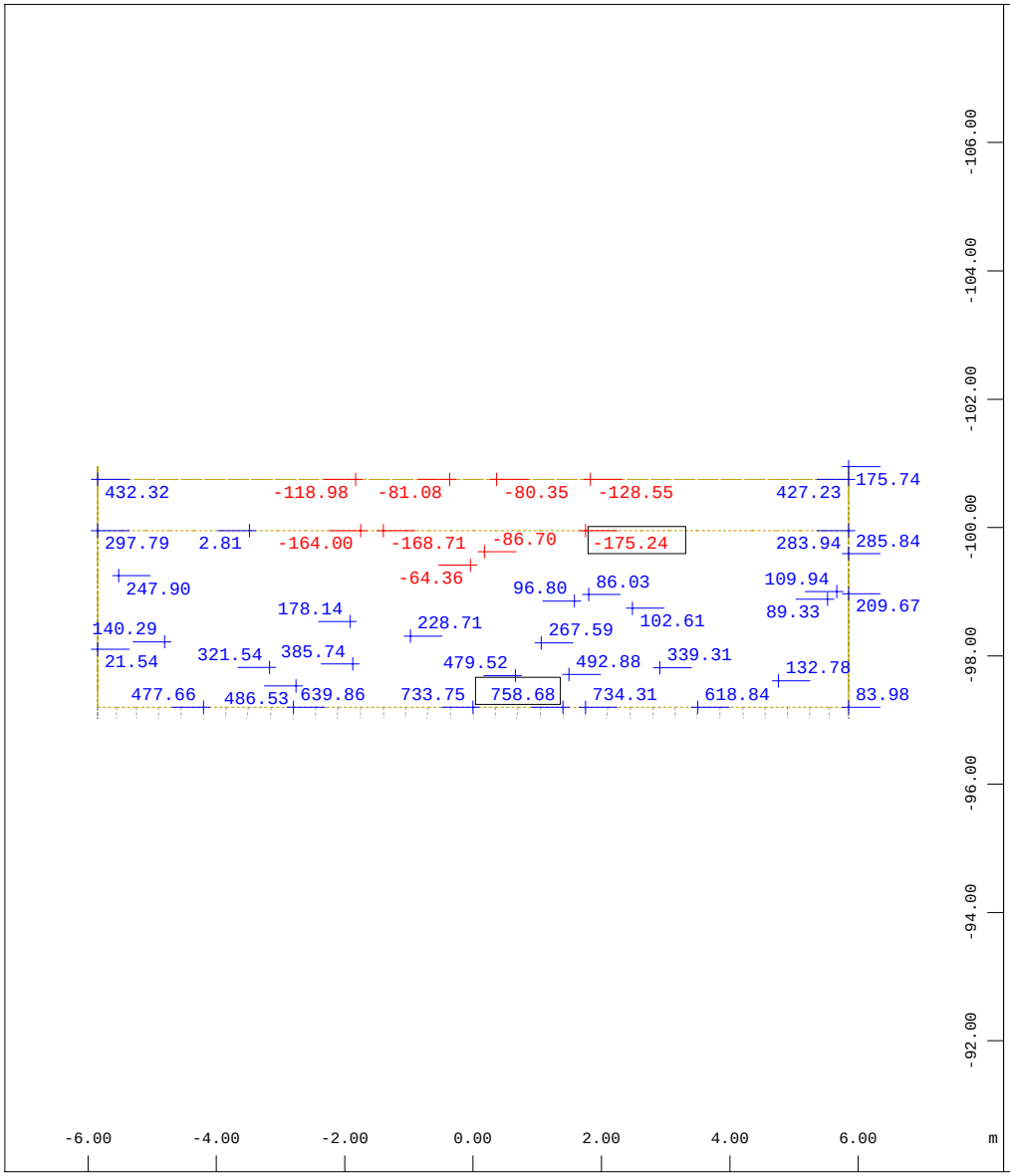
X Y
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 115
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 111
LM71 G11 (Min=-337.29) (Max=145.57)



X Y
Z

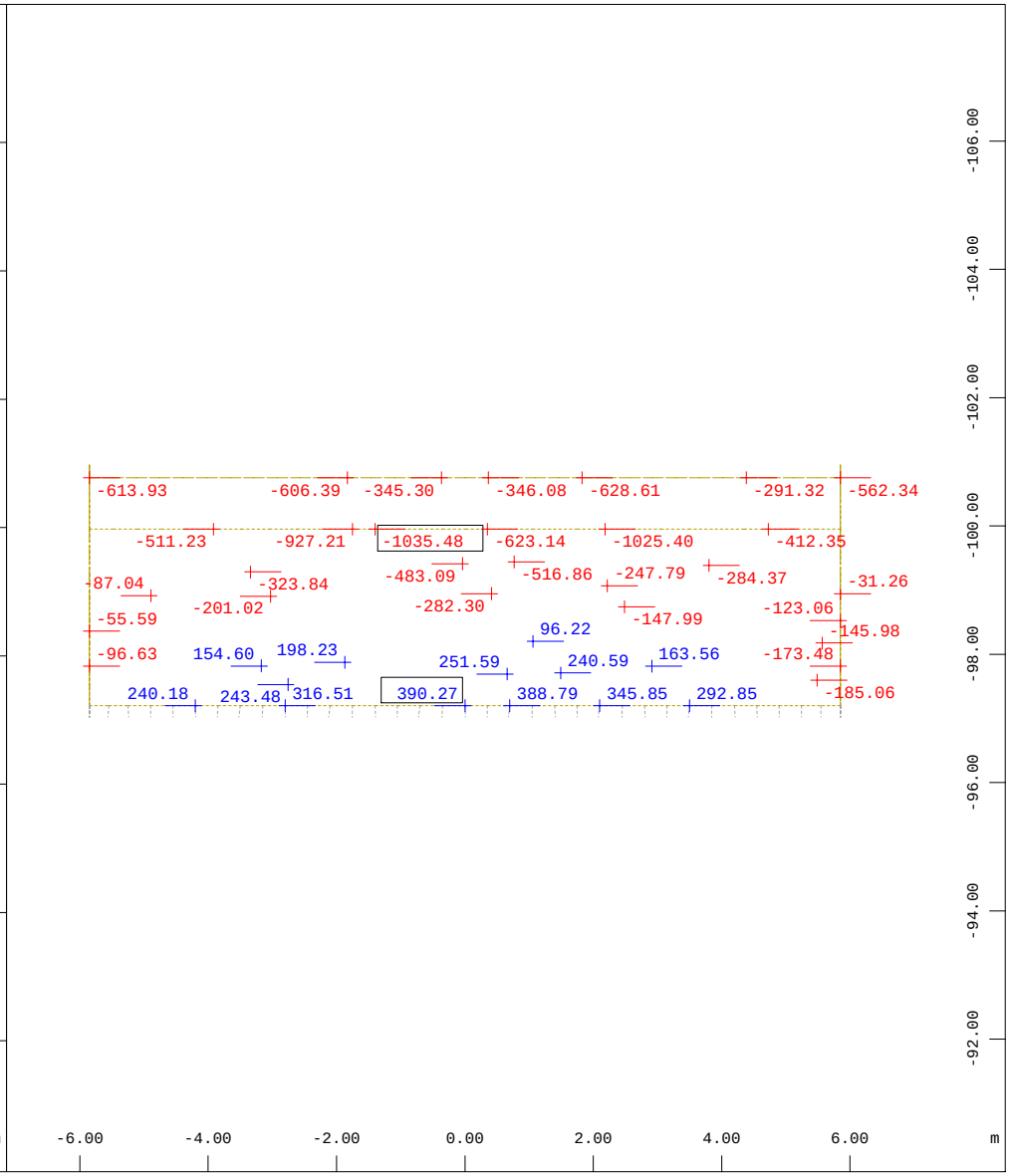
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 114
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 111
LM71 G11 (Min=-337.29) (Max=145.57)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 117

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 2105

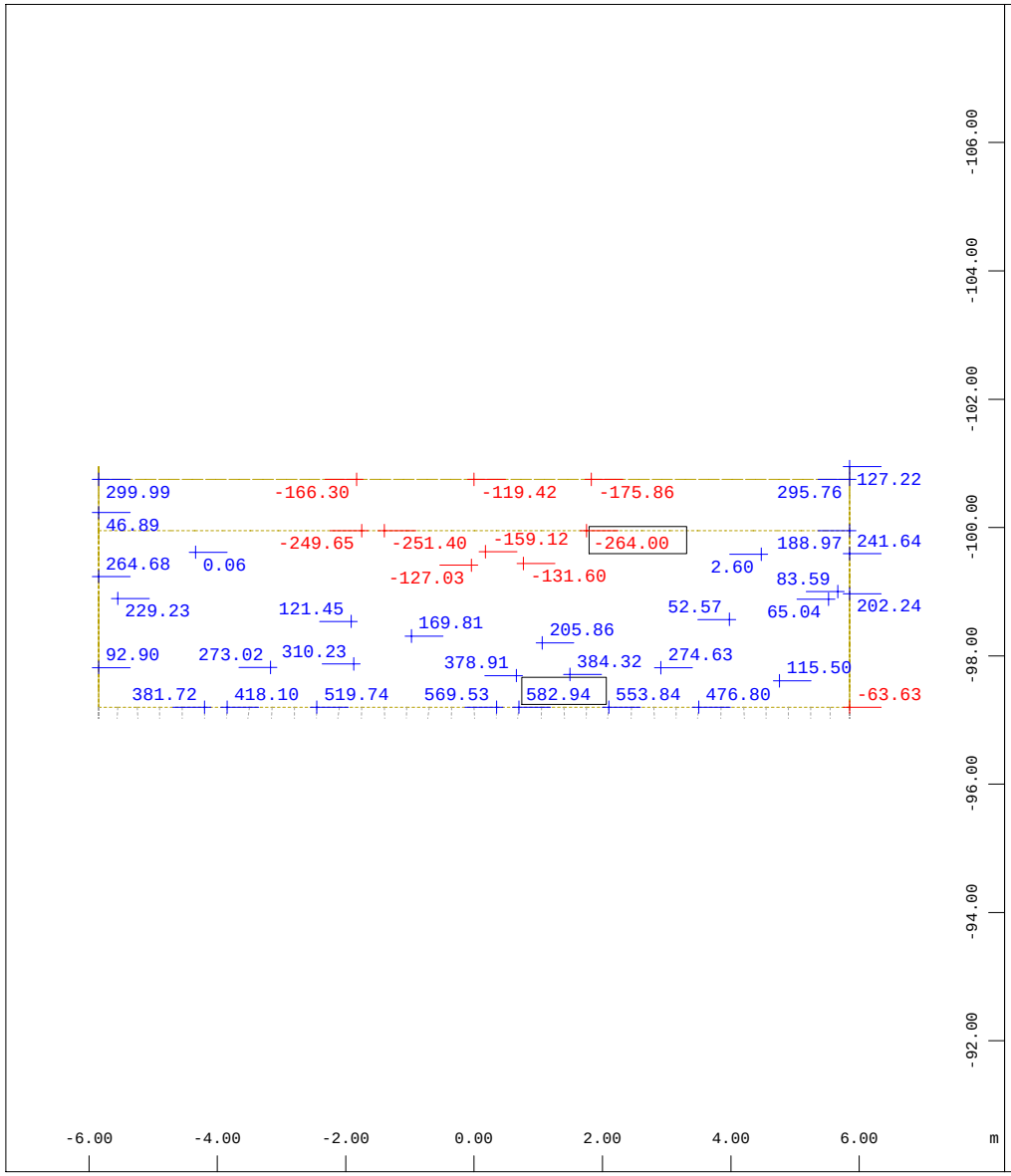
MAX-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-175.24) (Max=758.68)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 117

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 2106

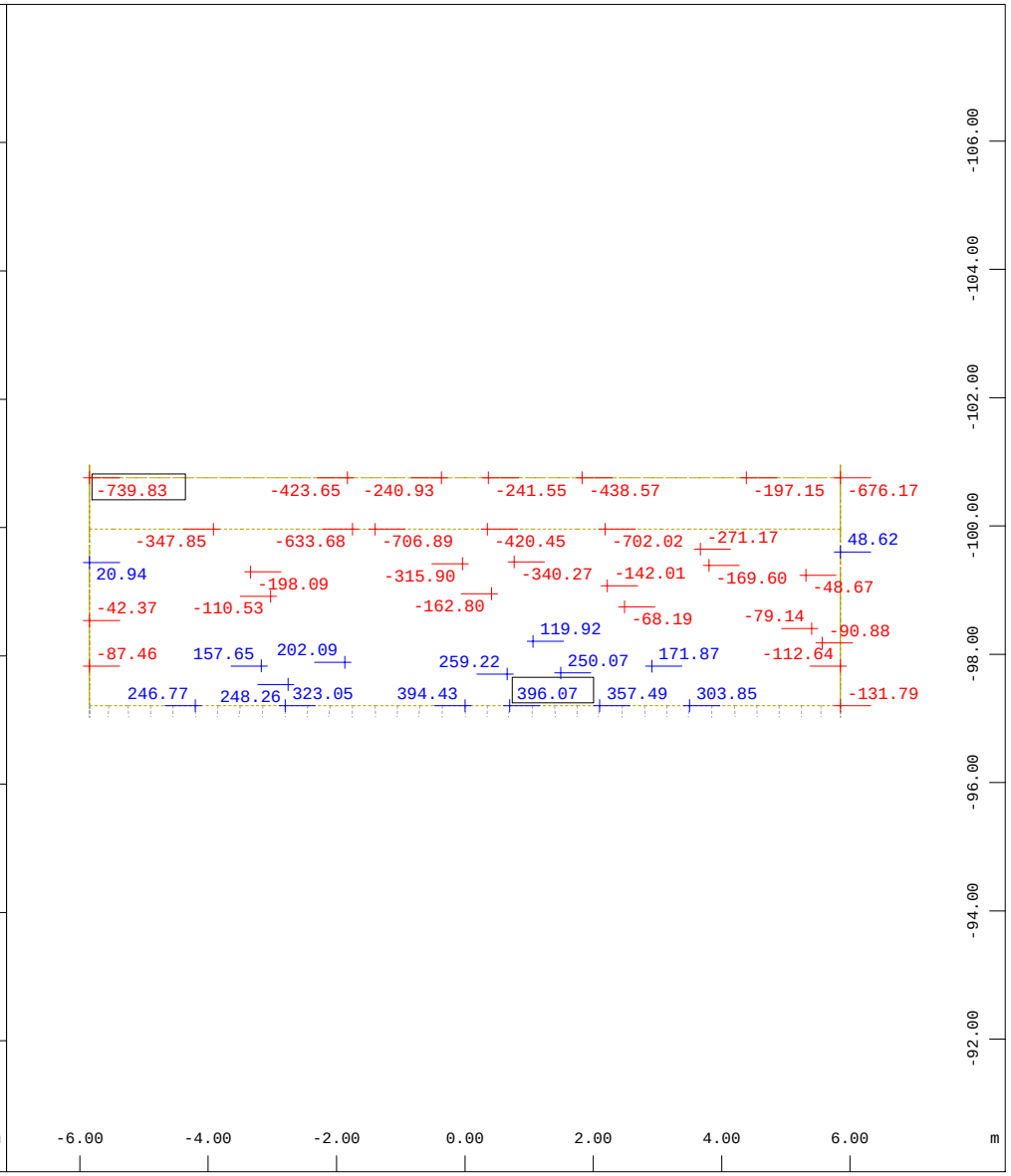
MIN-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-1035.48) (Max=390.27)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 117

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 1105

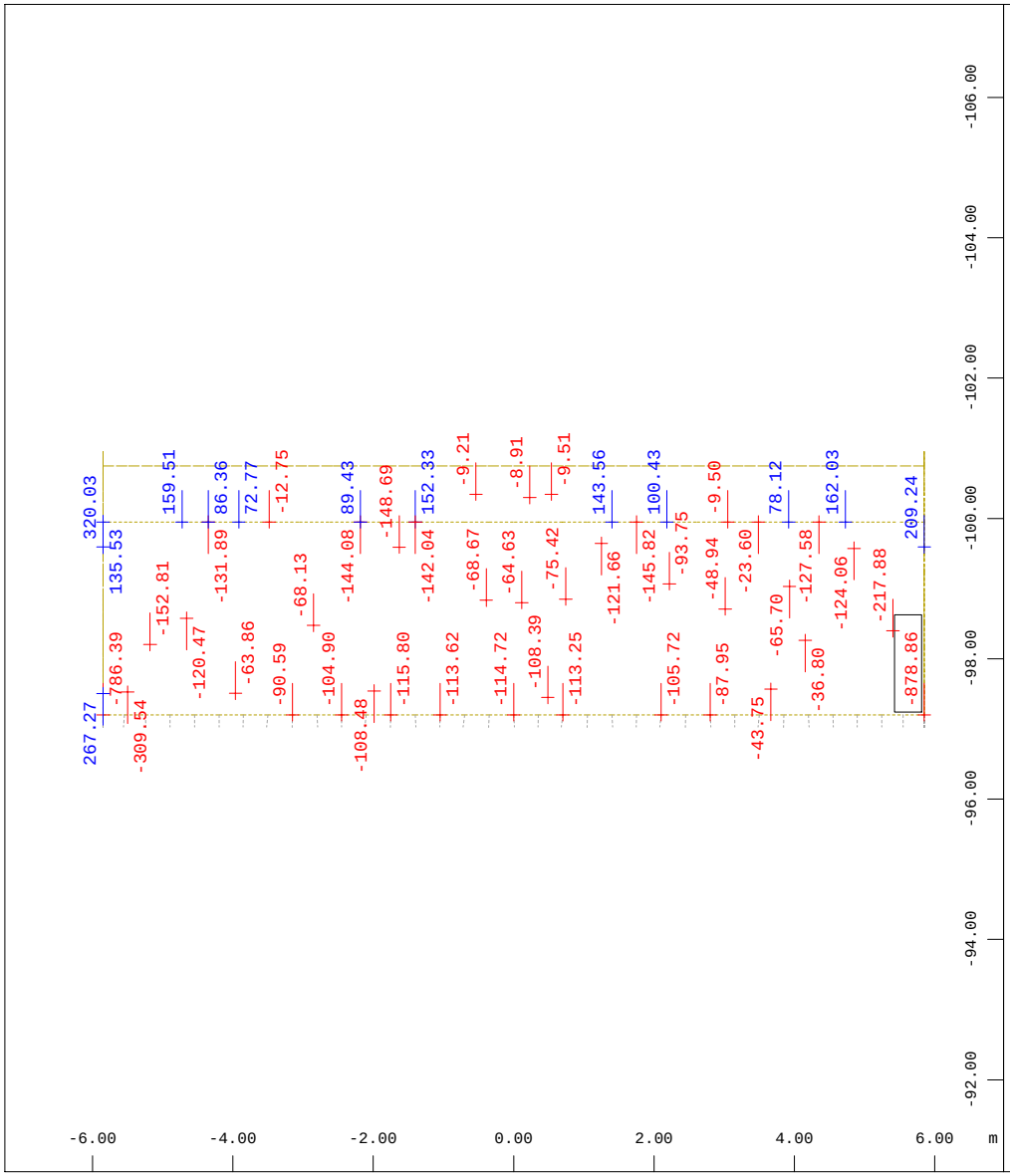
MAXR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-264.00) (Max=582.94)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 117

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 1106

MINR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-739.83) (Max=396.07)

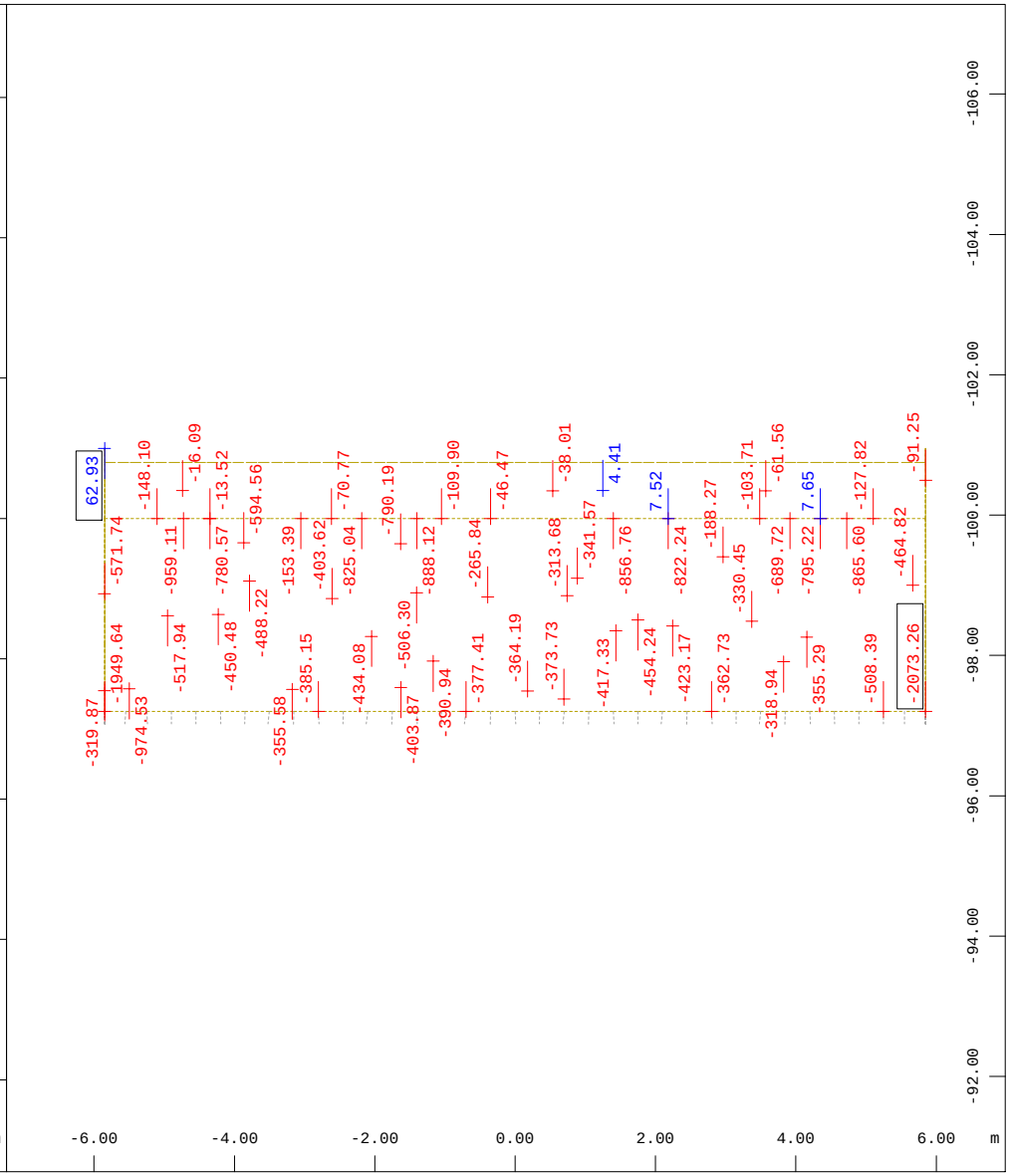


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

X—Y
Z

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 2107

MAX-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-878.86) (Max=552.78)

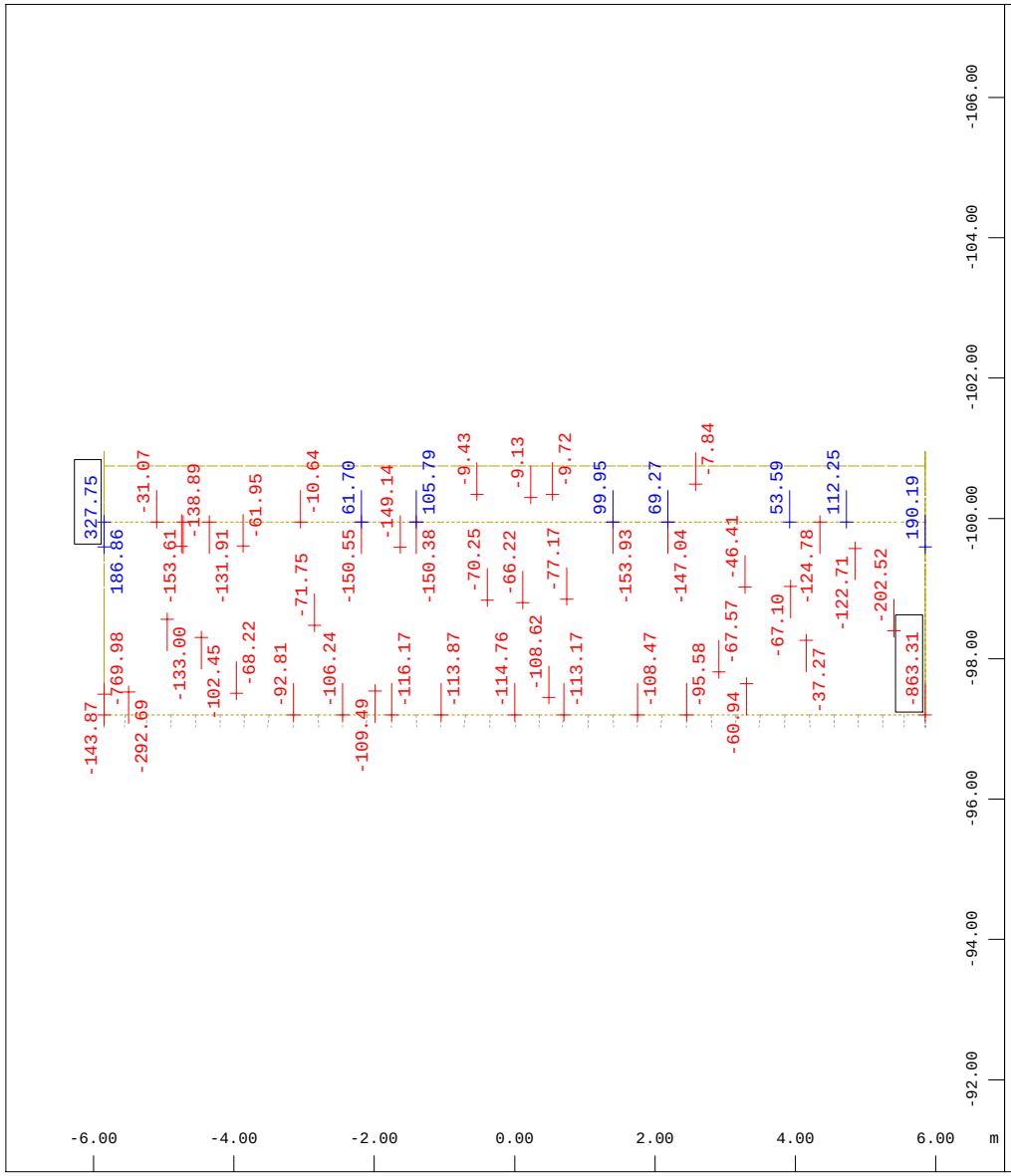


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

X—Y
Z

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 2108

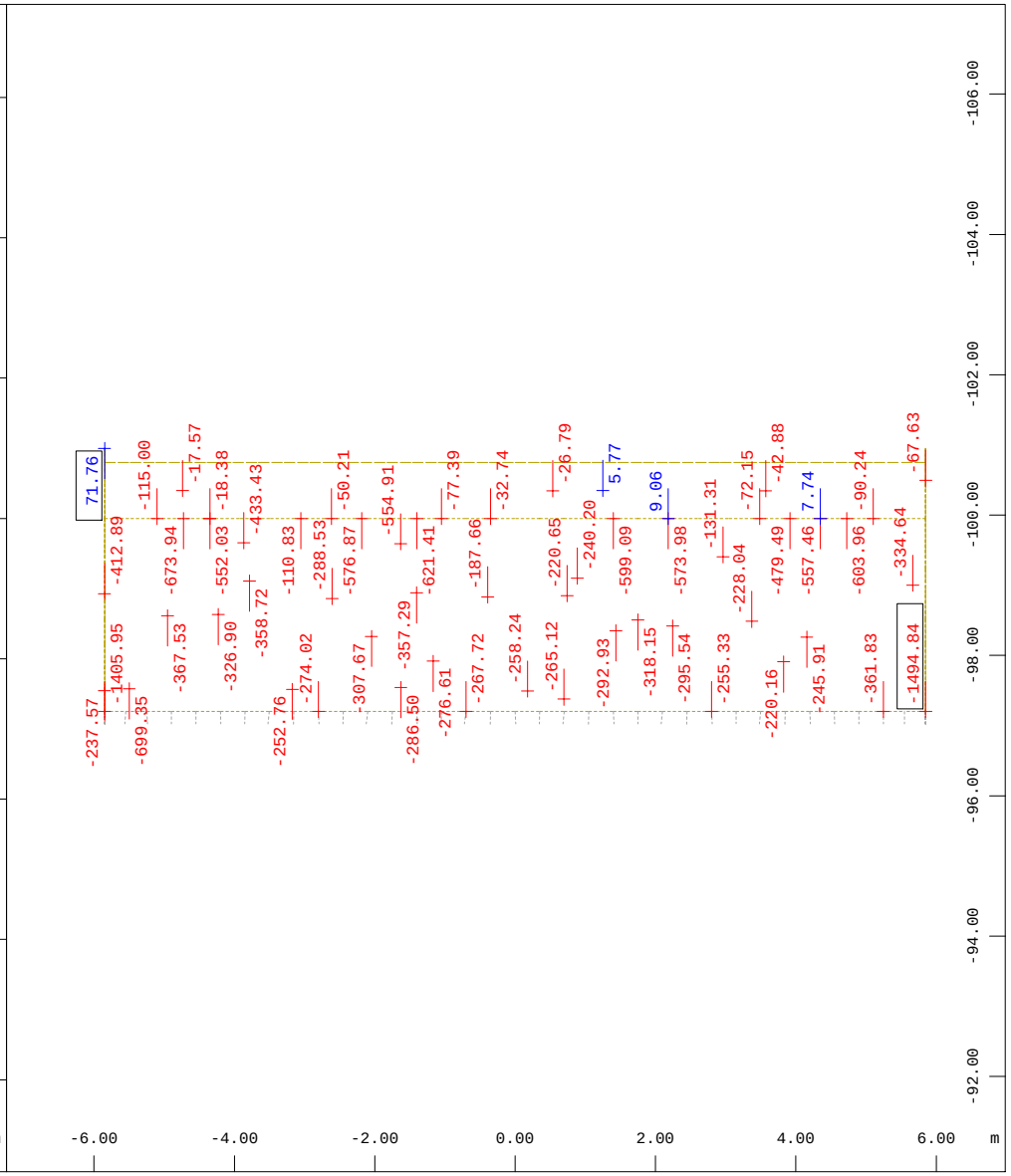
MIN-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-2073.26) (Max=62.93)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 1107

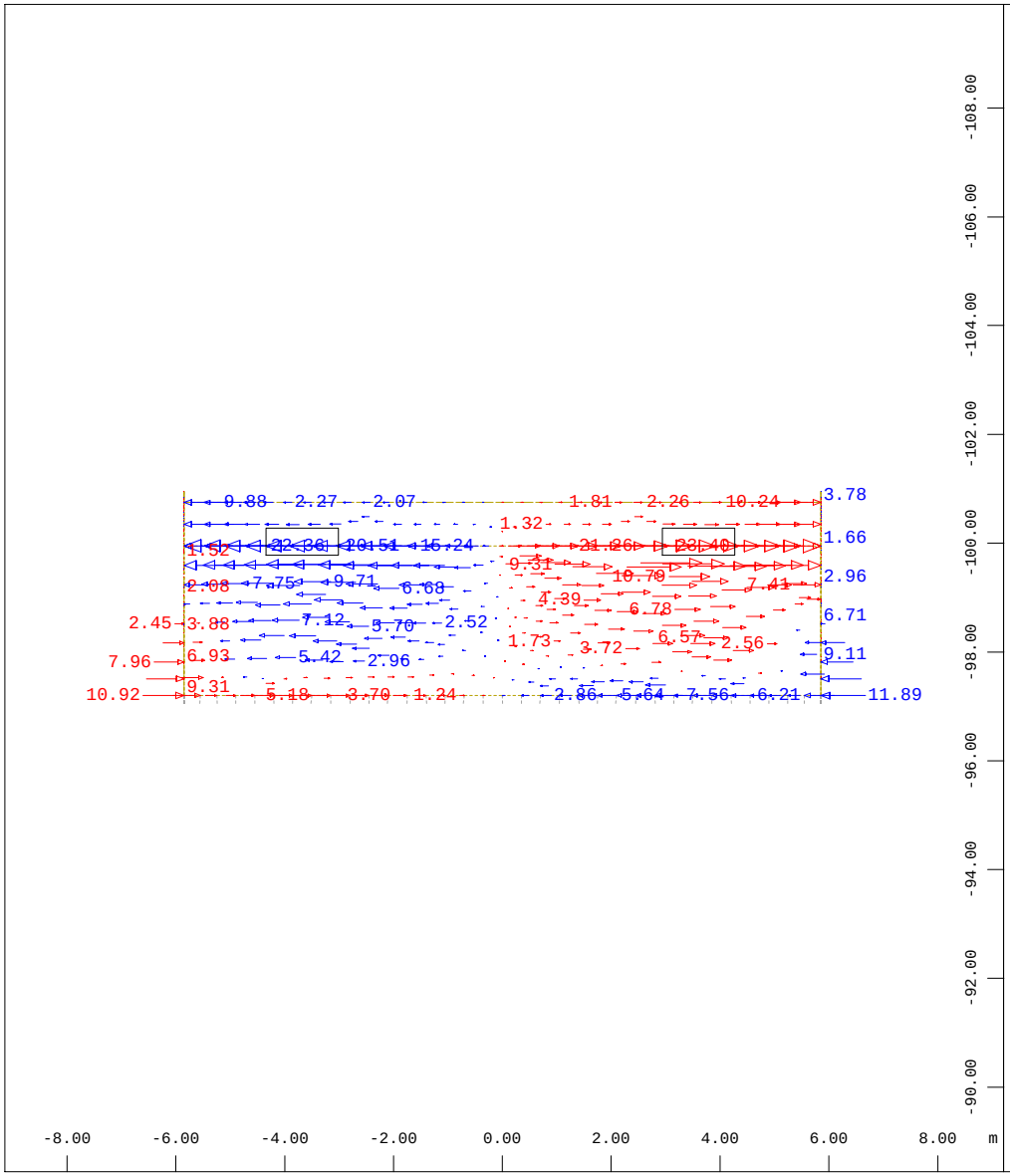
MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-863.31) (Max=327.75)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 107

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 1108

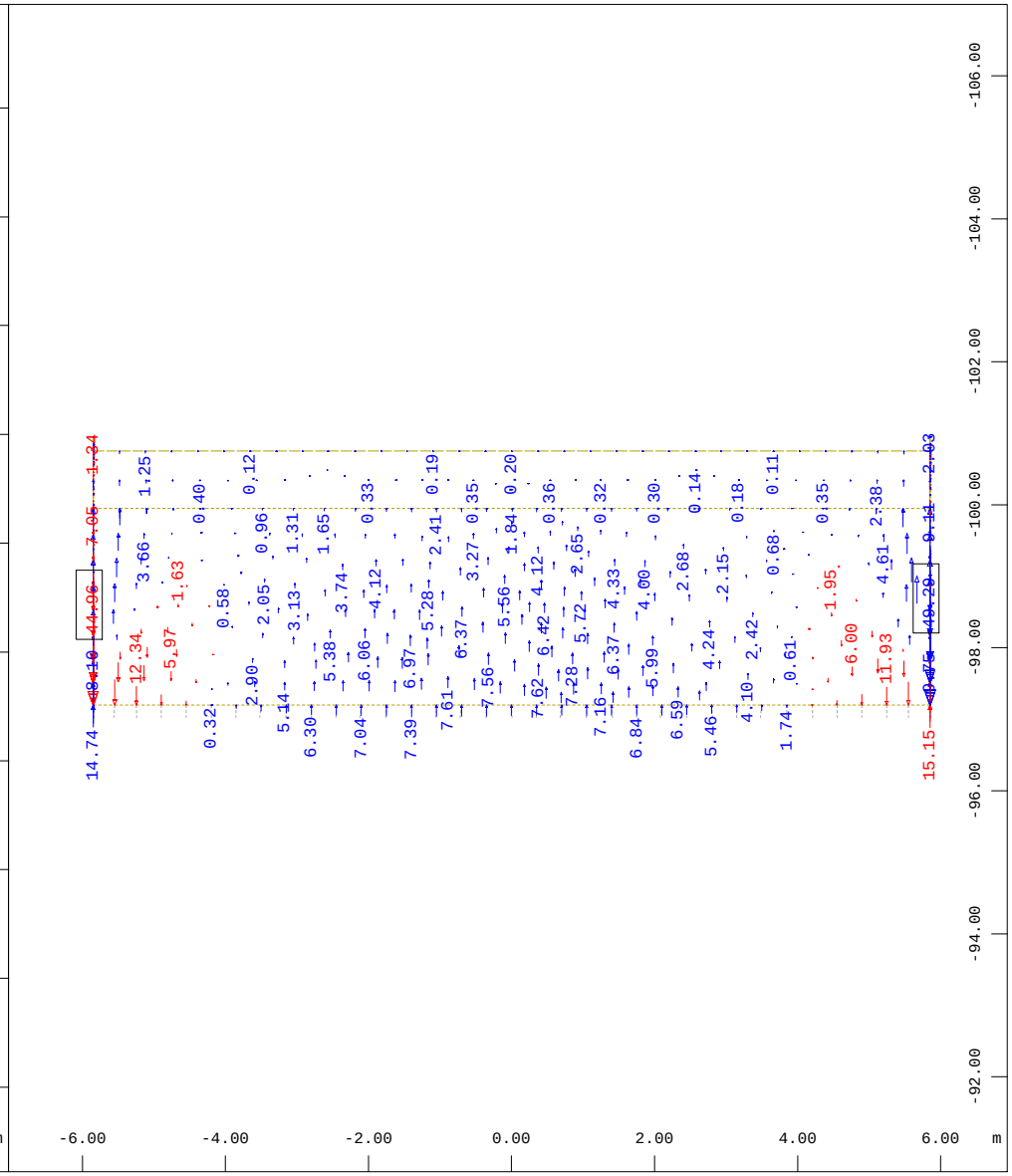
MINR-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-1494.84) (Max=71.76)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 138

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht

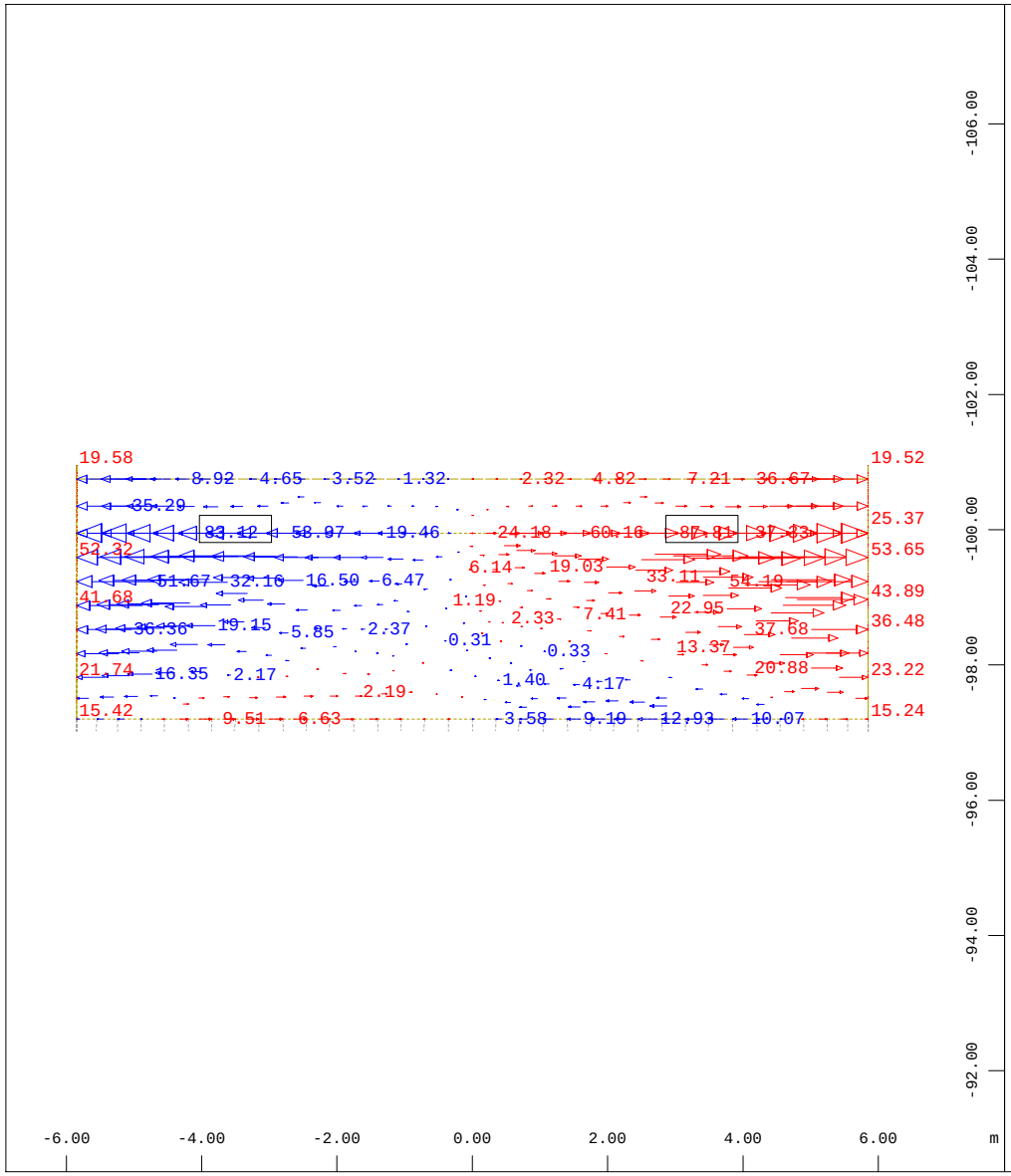
, 1 cm im Raum = 20.000 kN/m (Min=-23.40) (Max=22.36)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 105

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht

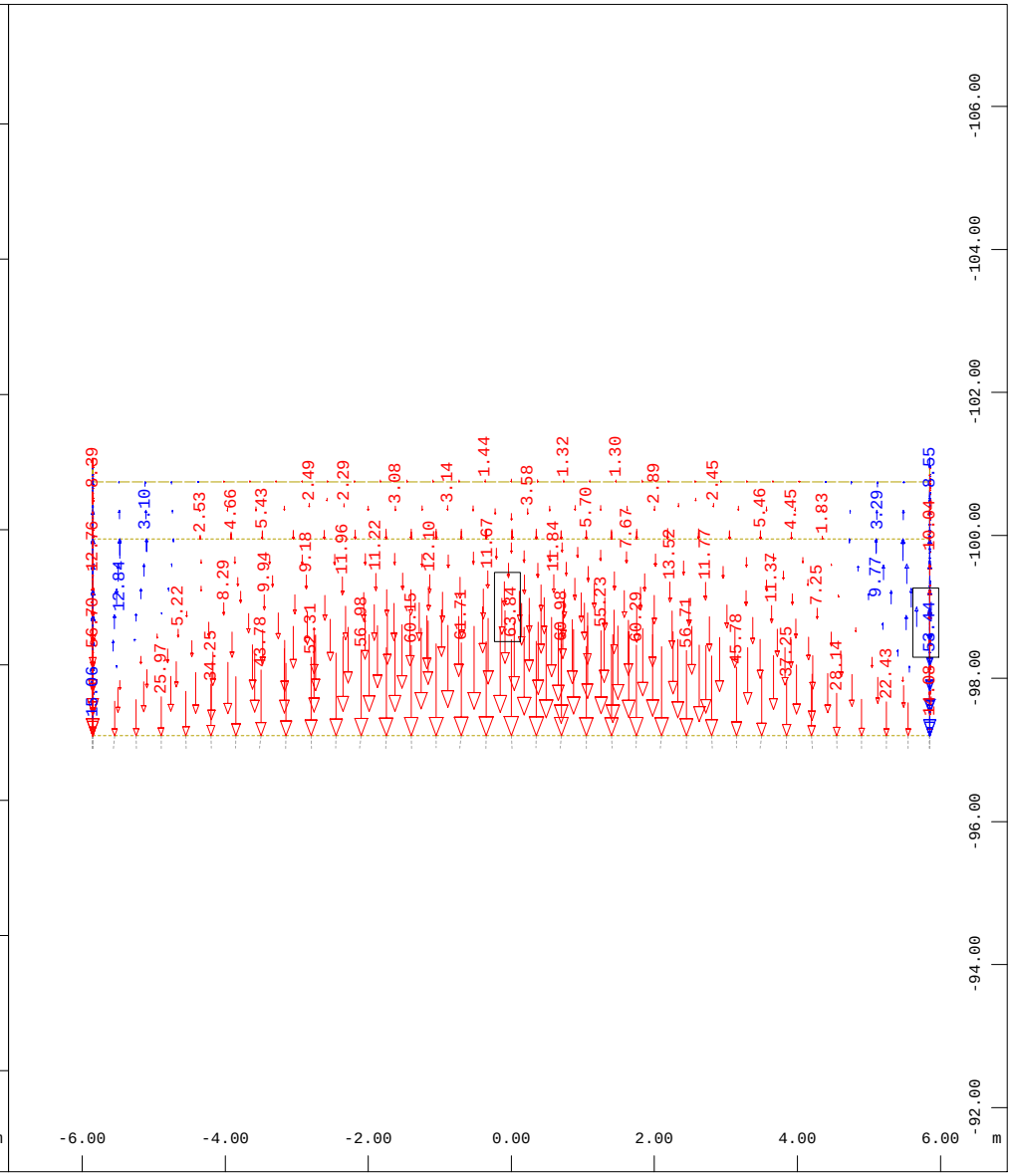
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-44.96) (Max=49.29)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 111

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

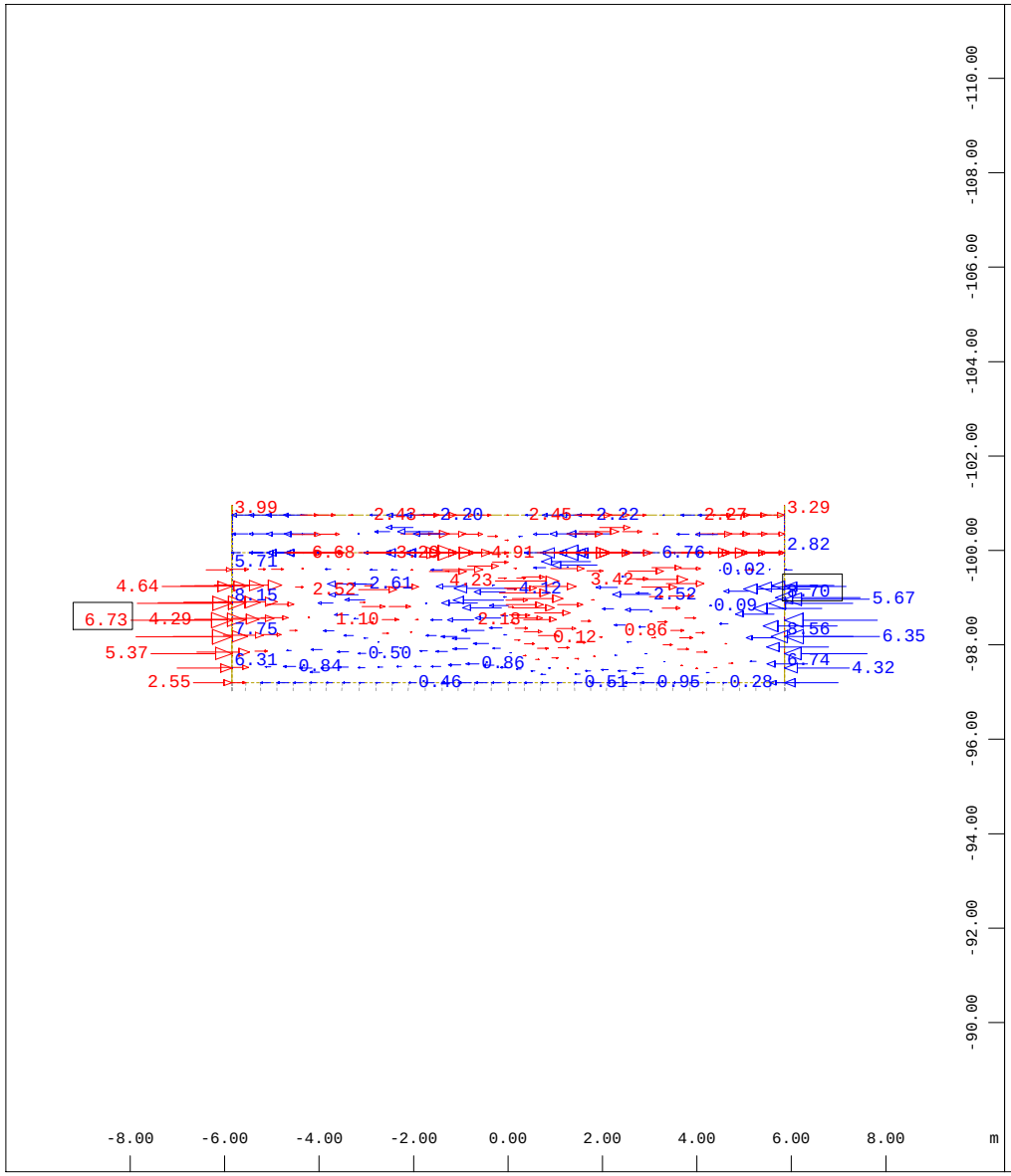
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-87.81) (Max=83.12)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 105

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-63.84) (Max=53.44)

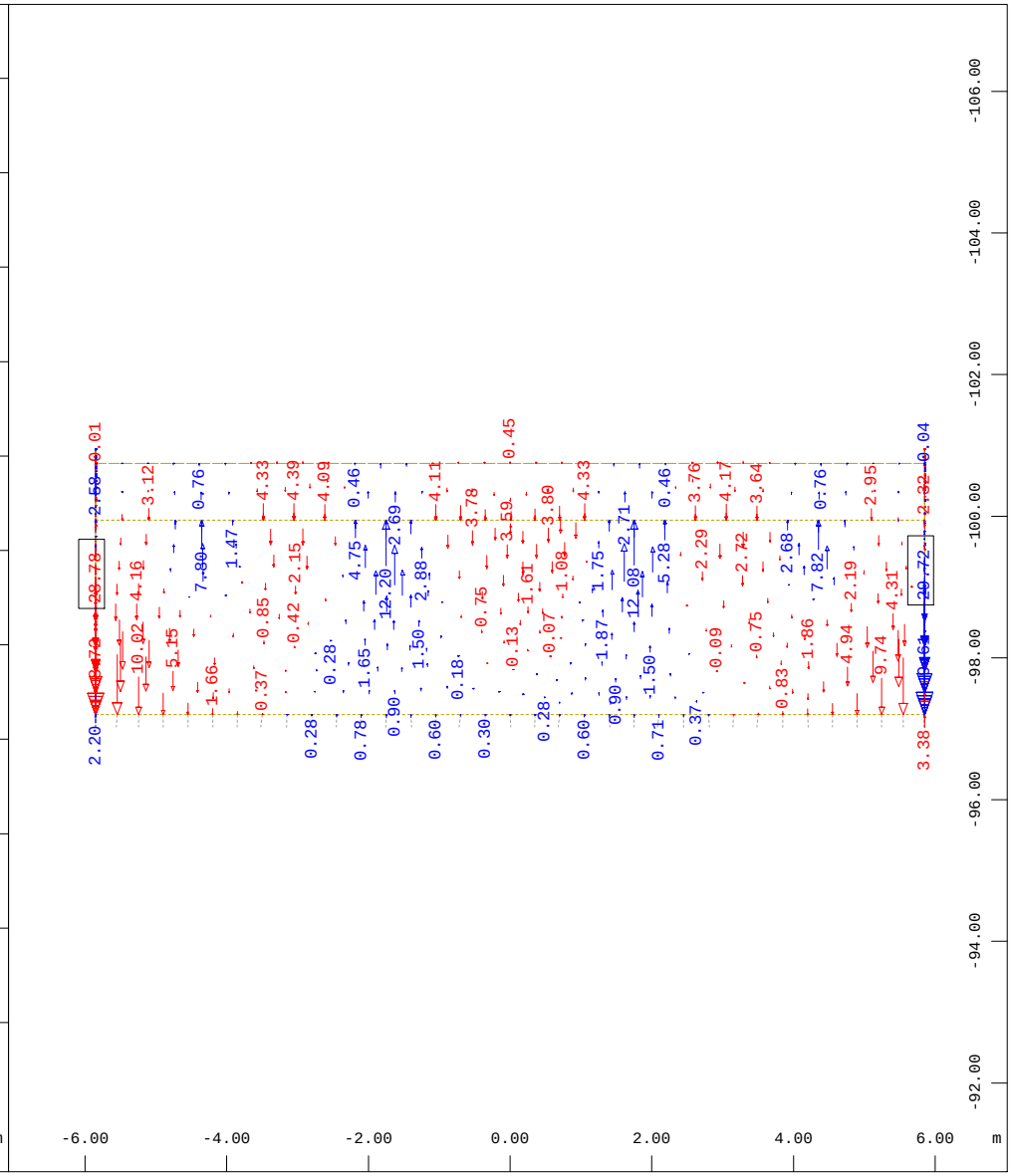


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 159

X Y Z

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

, 1 cm im Raum = 5.0000 kN/m (Min=-6.73) (Max=8.70)

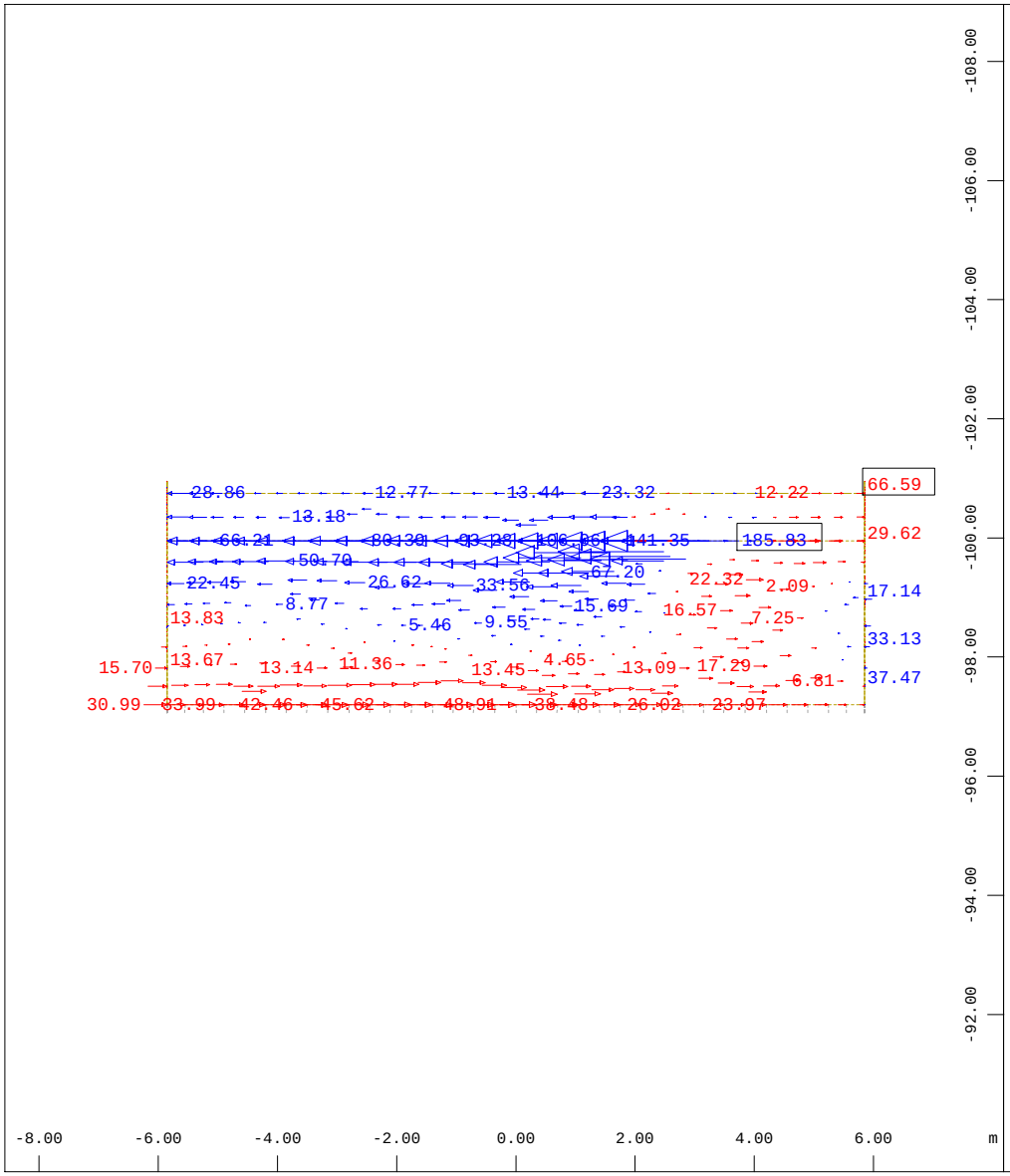


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 106

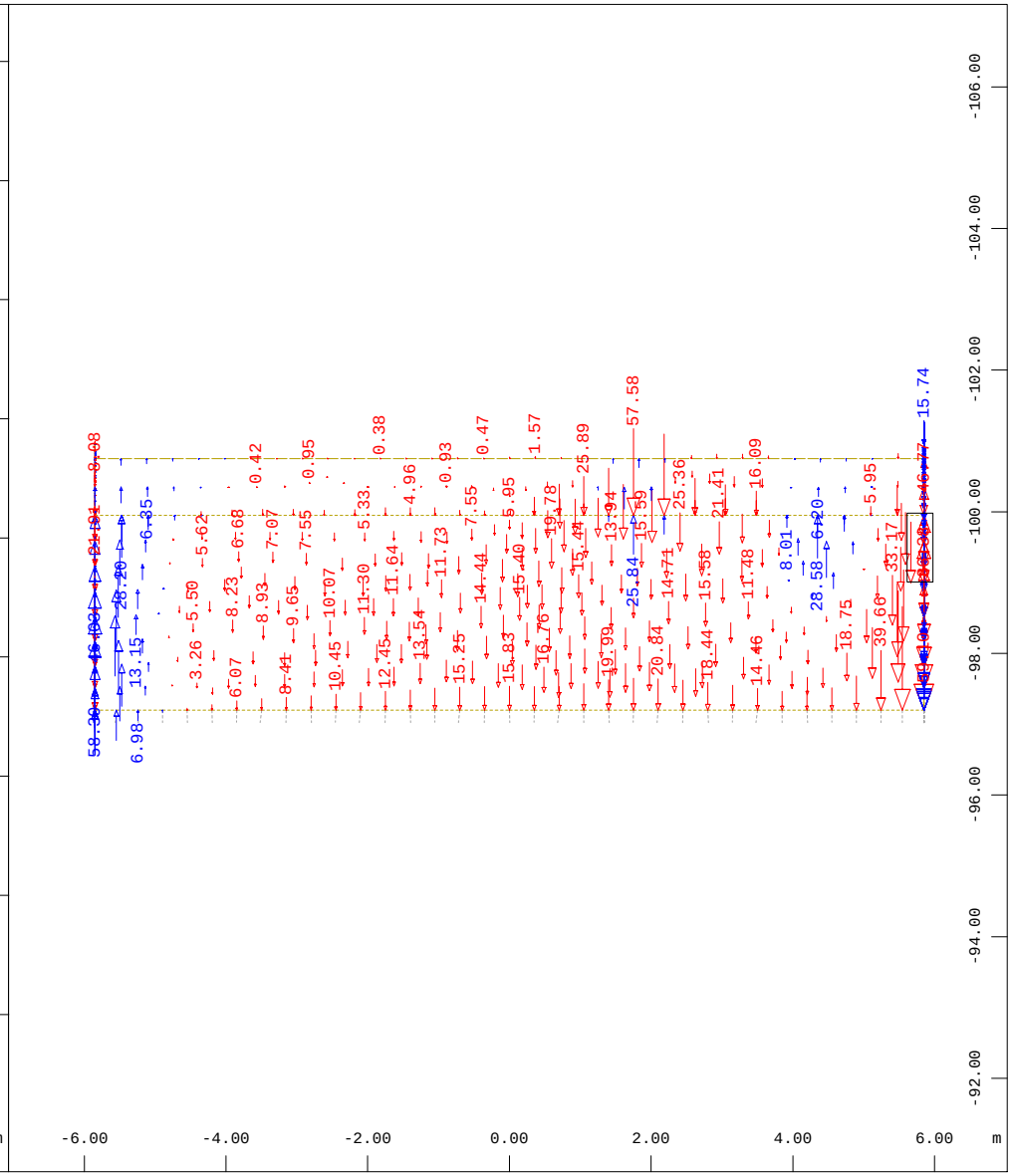
X Y Z

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

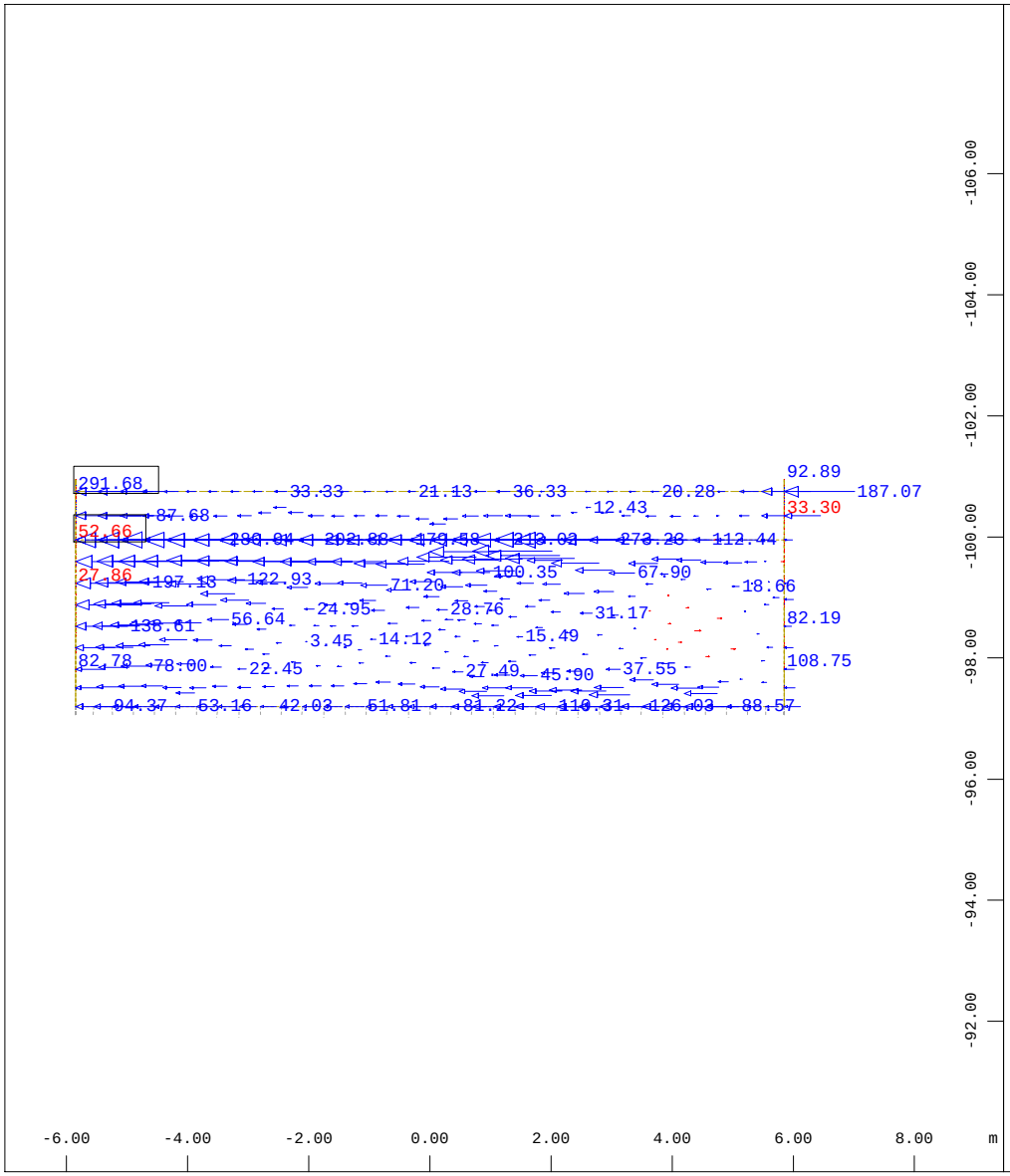
, 1 cm im Raum = 20.000 kN/m (Min=-28.78) (Max=29.72)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 126
Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 ,
1 cm im Raum = 100.00 kN/m (Min=-66.59) (Max=185.83)



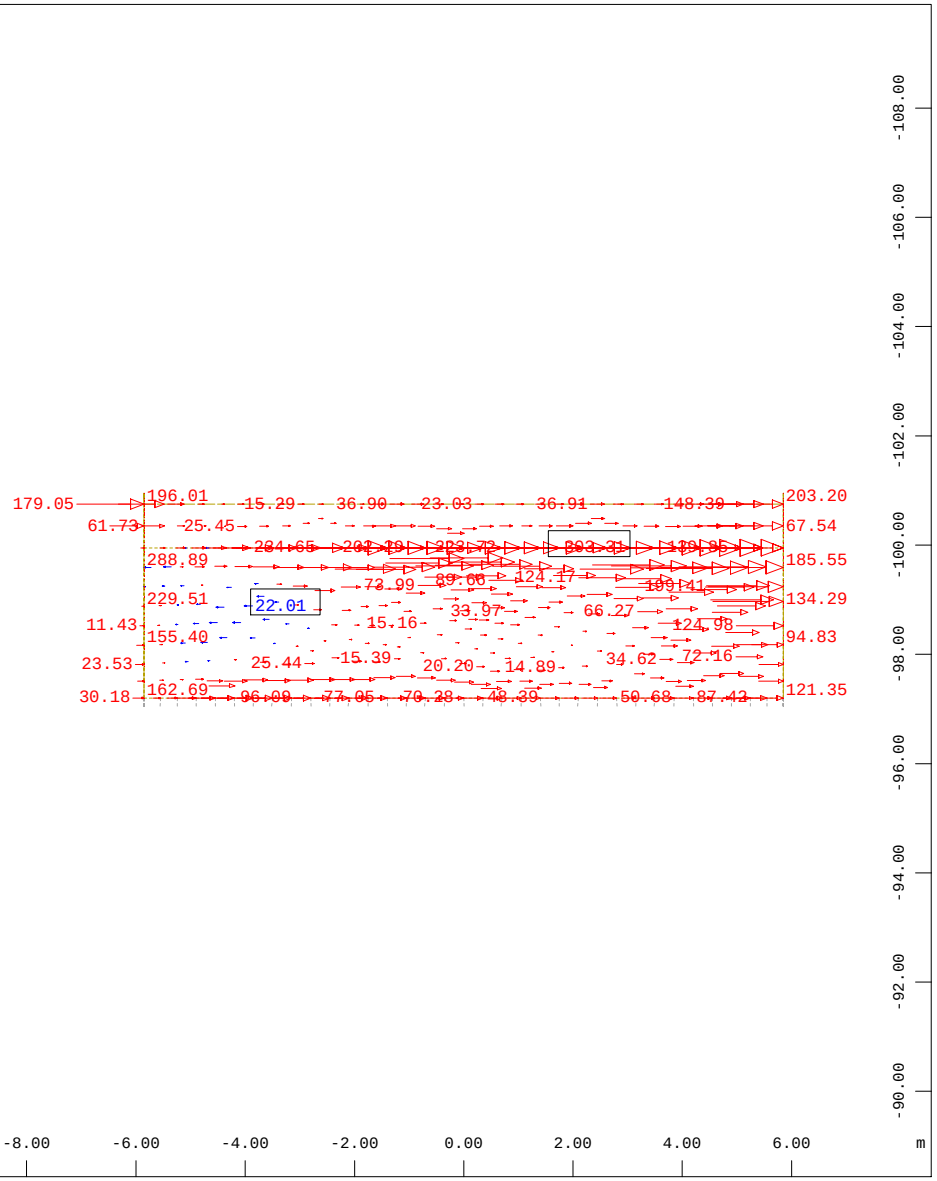
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 106
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 ,
1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-86.38) (Max=69.25)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 124

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2109 MAX-UY KNOT

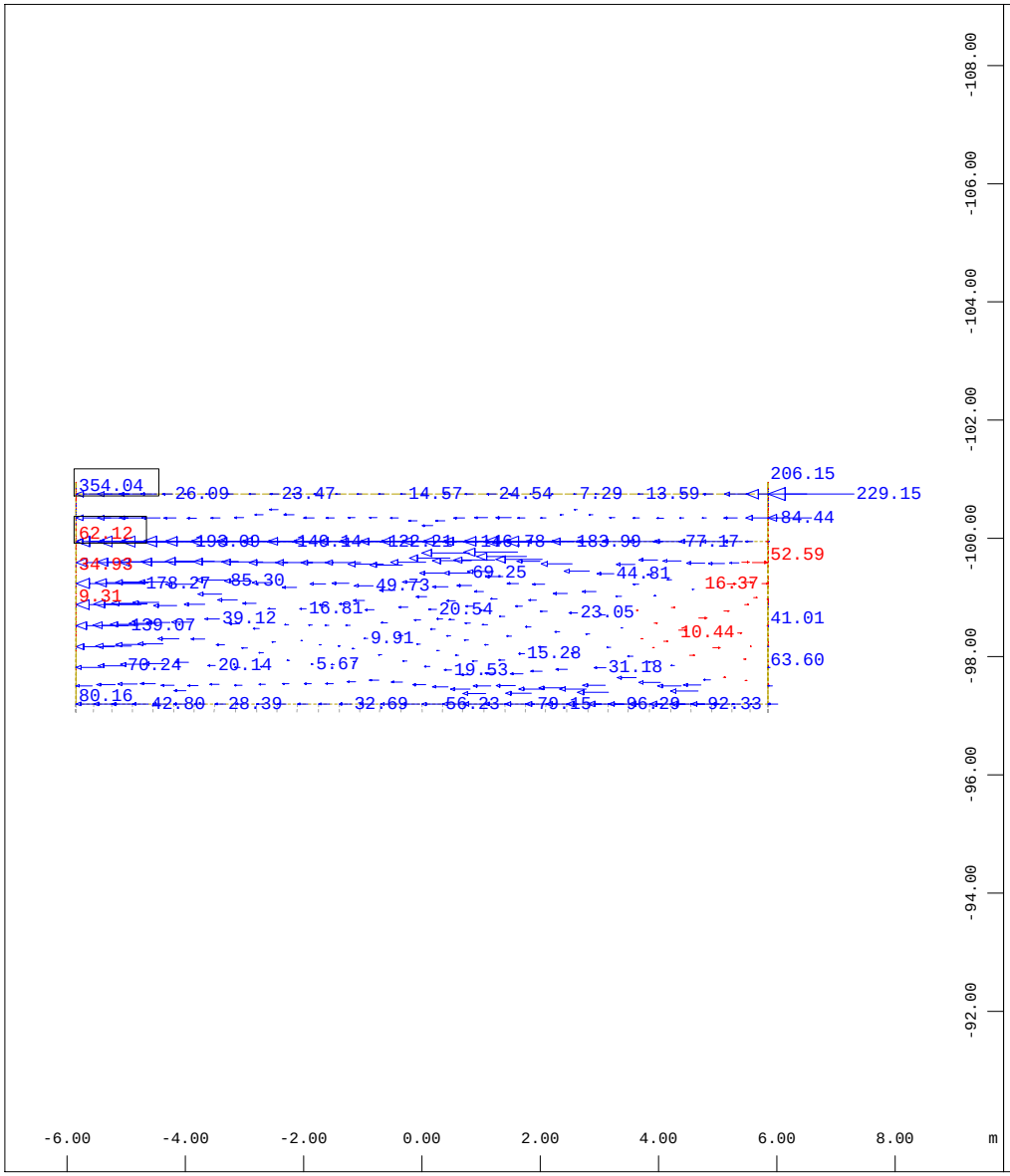
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 138

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2110 MIN-UY KNOT

#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

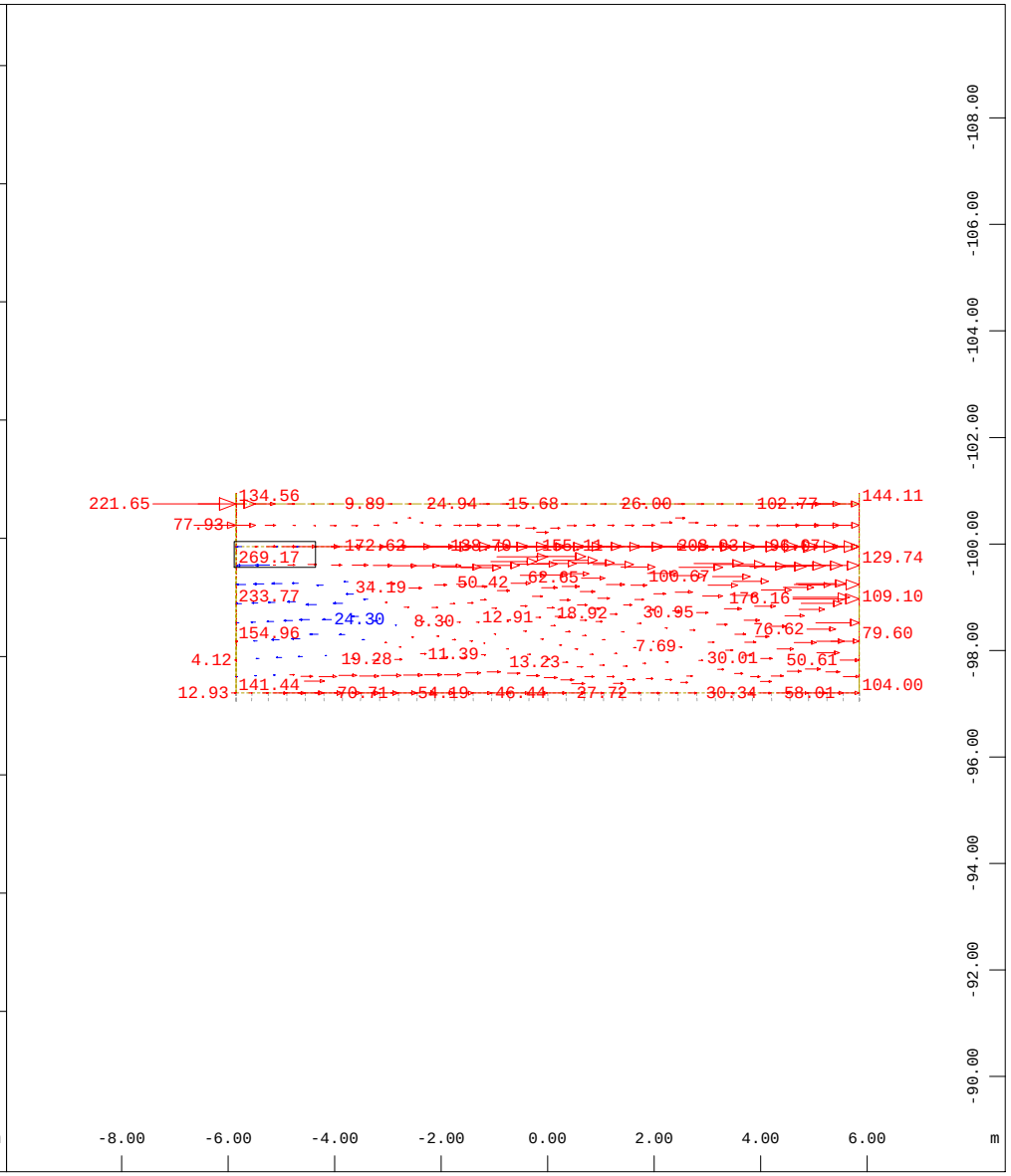


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 127

X—Y
Z

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 1109 MAXR-UY

KNOT #titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

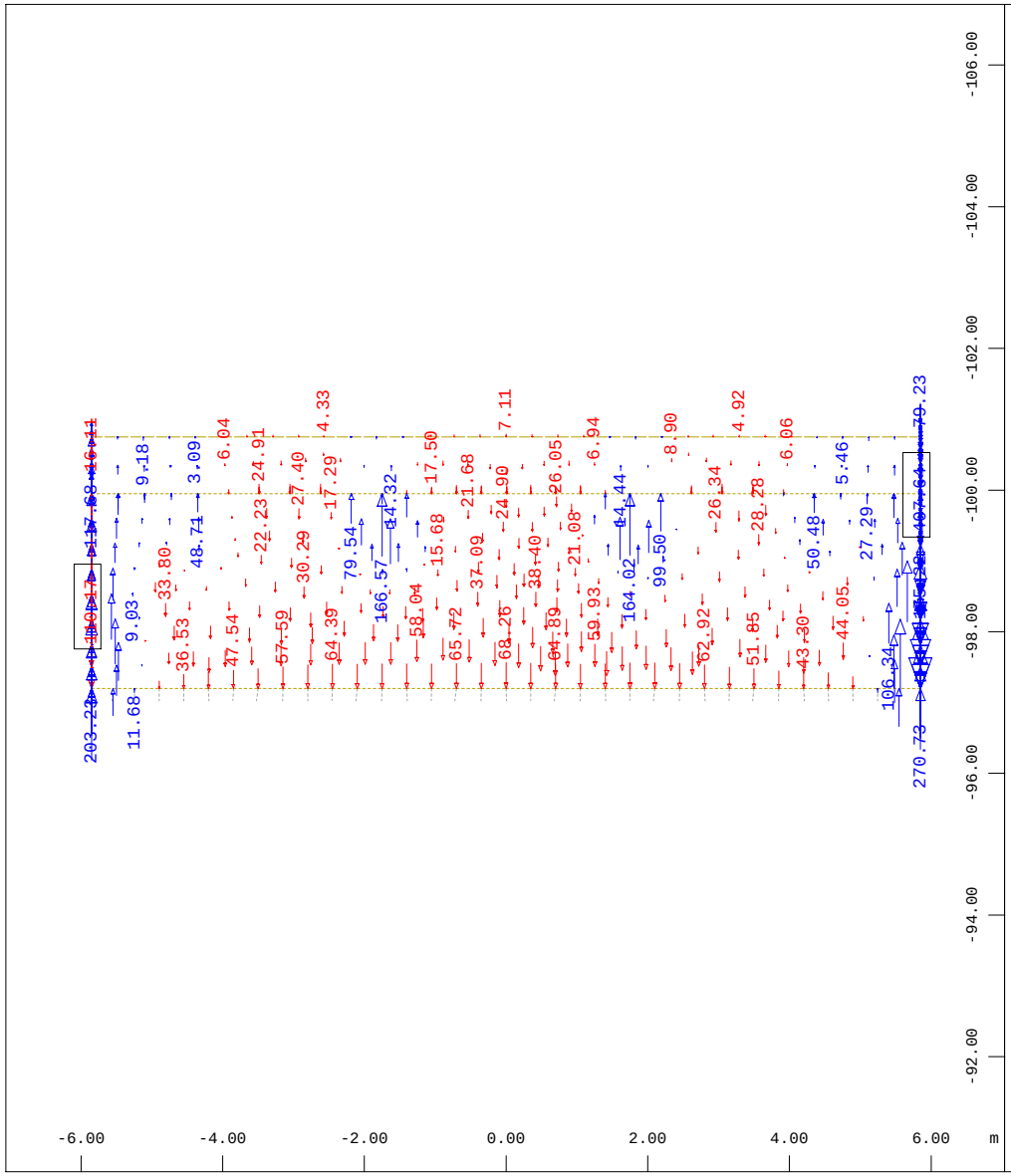


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 141

X—Y
Z

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 1110 MINR-UY

KNOT #titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

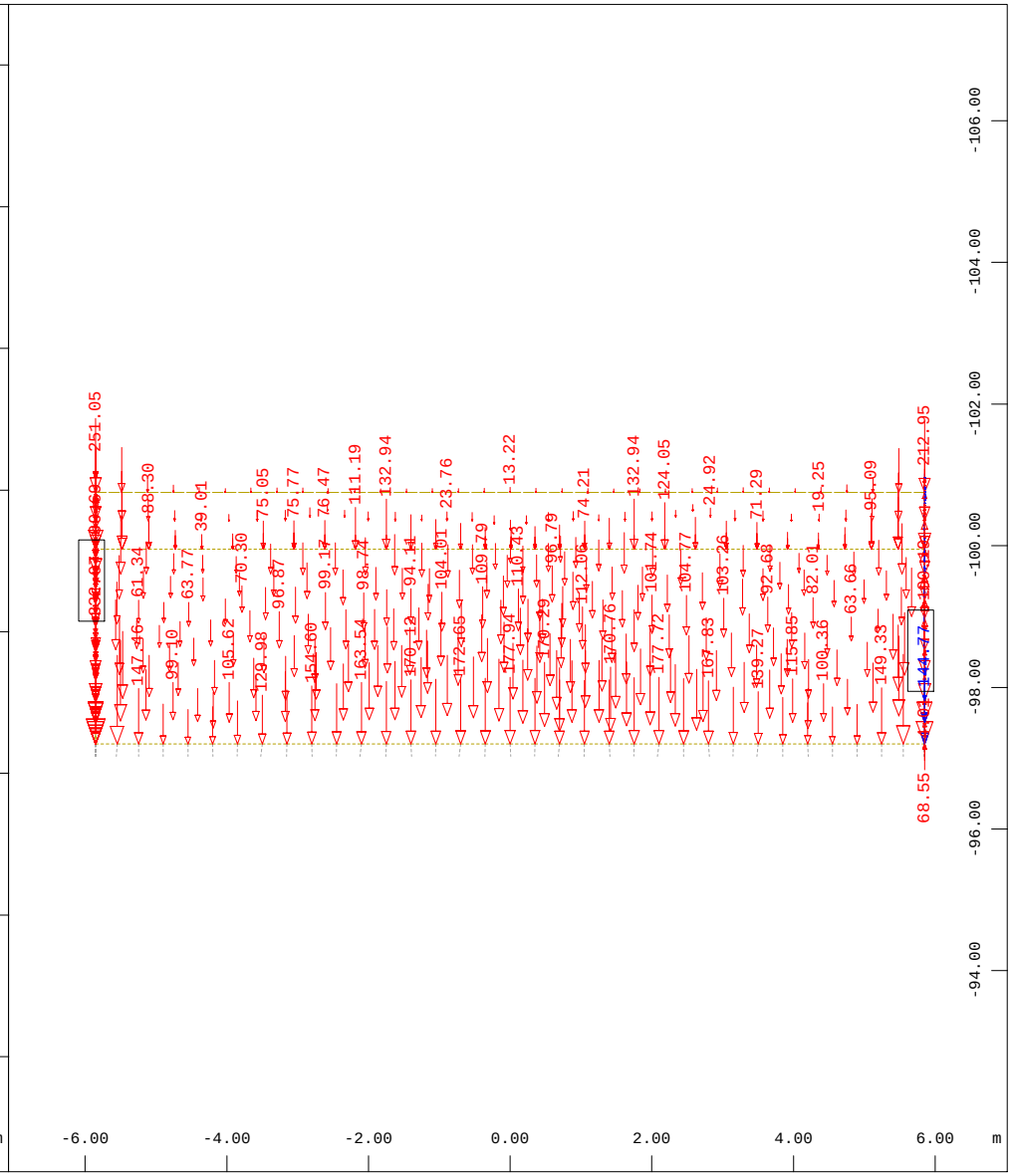


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 106

X Y Z

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2111 MAX-UZ KNOT

#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

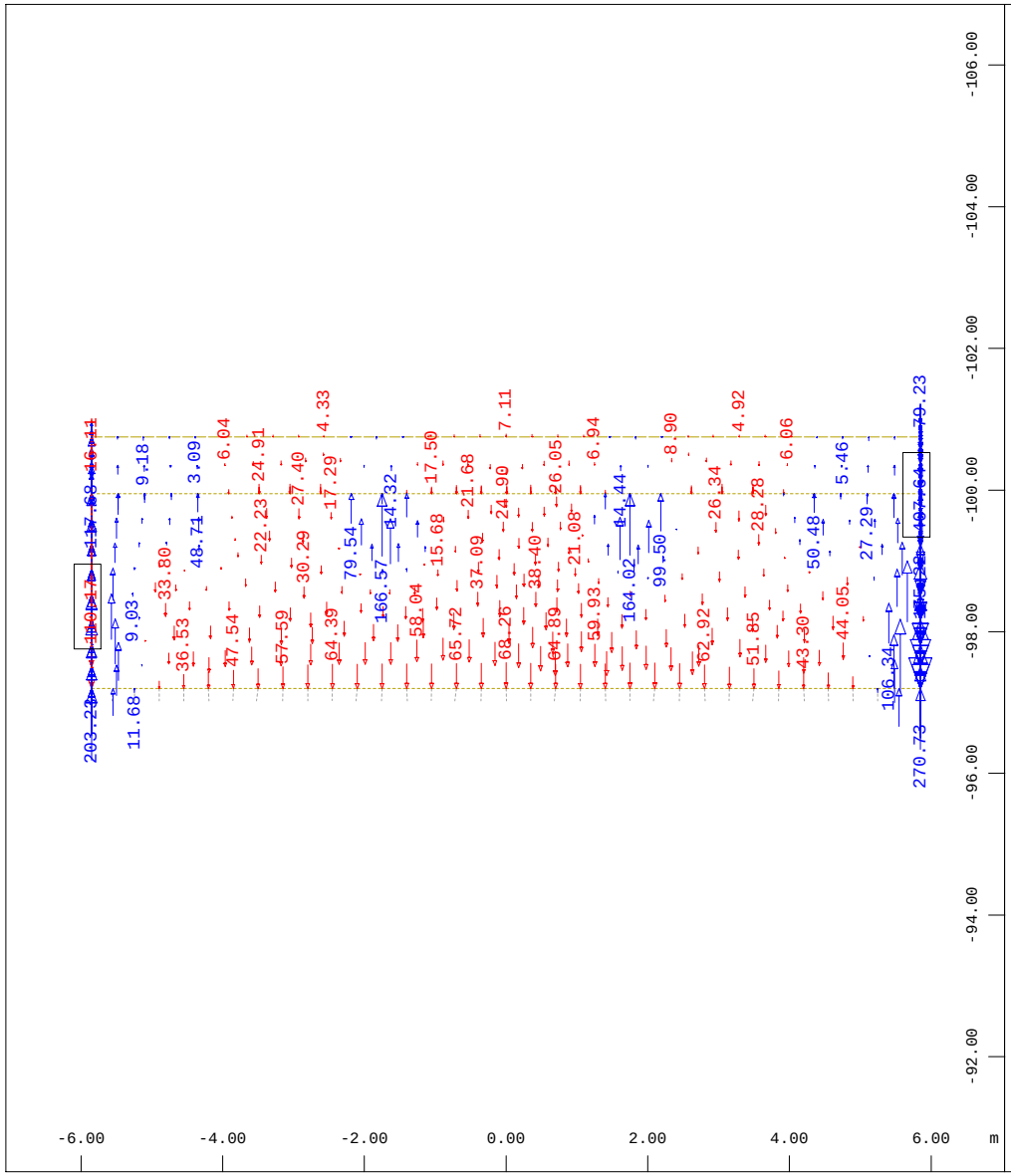


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 106

X Y Z

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2112 MIN-UZ KNOT

#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

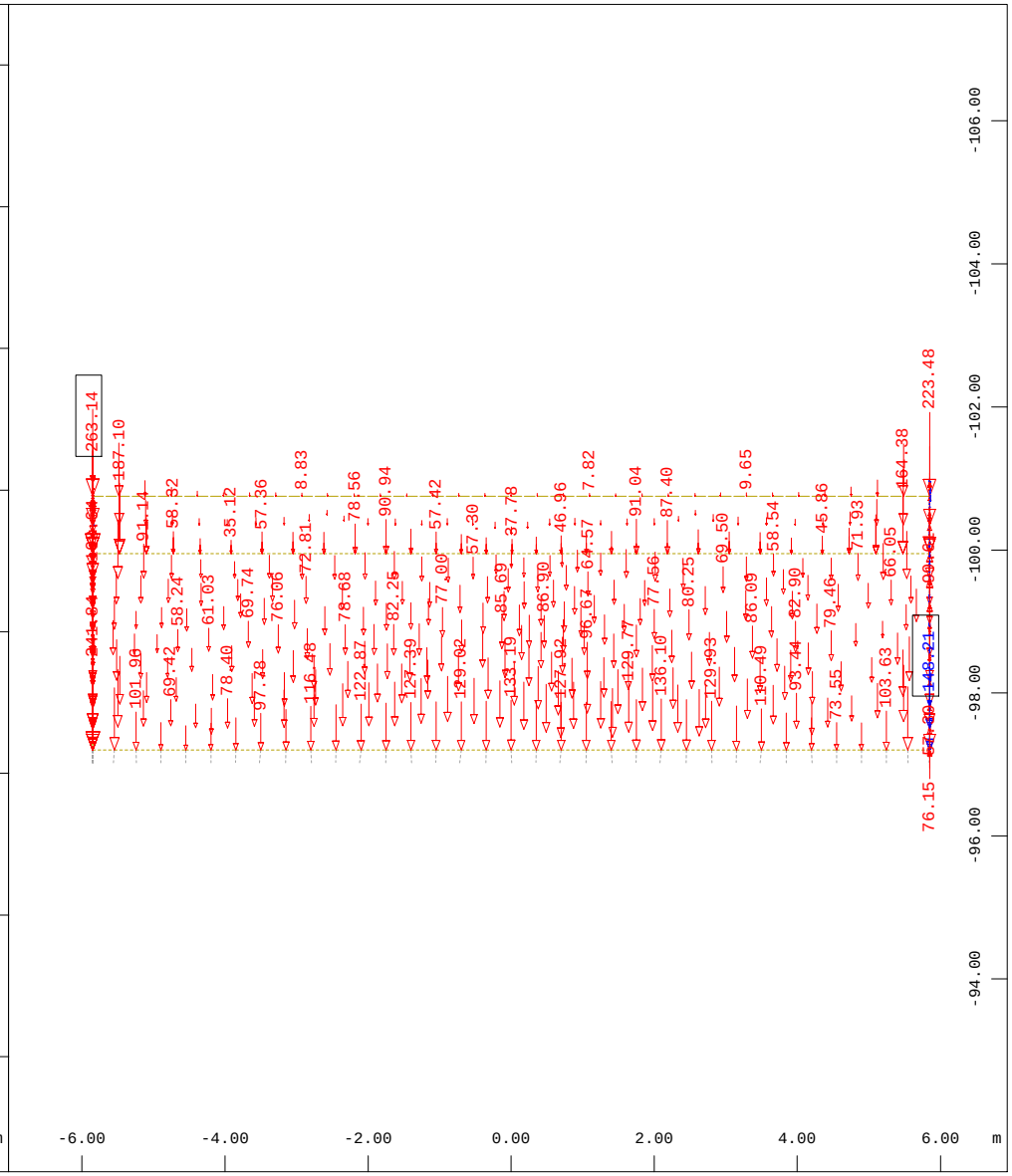


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 106

X Y Z

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2111 MAX-UZ KNOT

#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

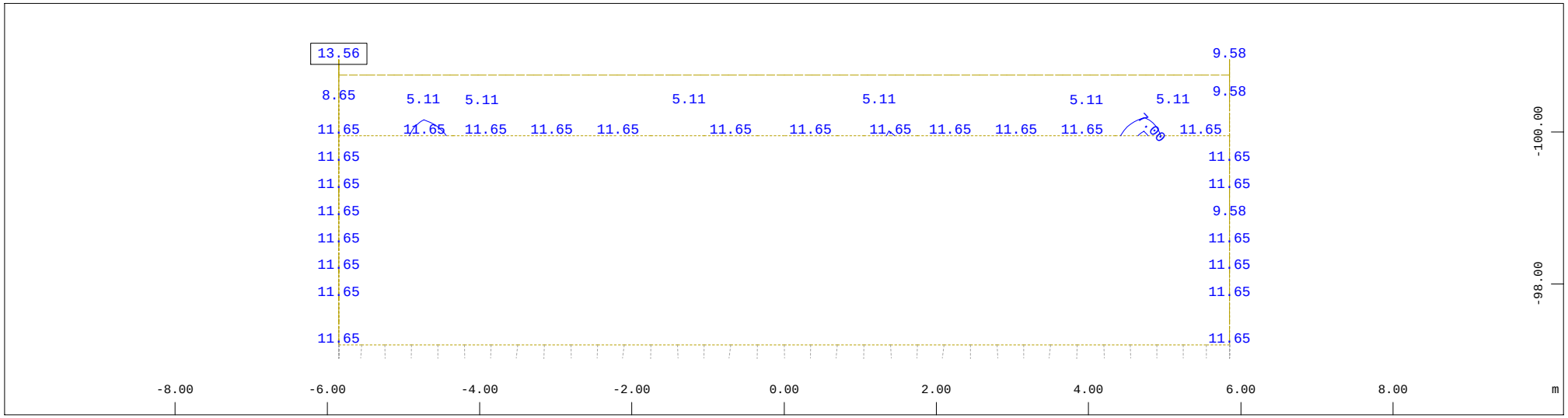


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 105

X Y Z

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 1112 MINR-UZ

KNOT #titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m

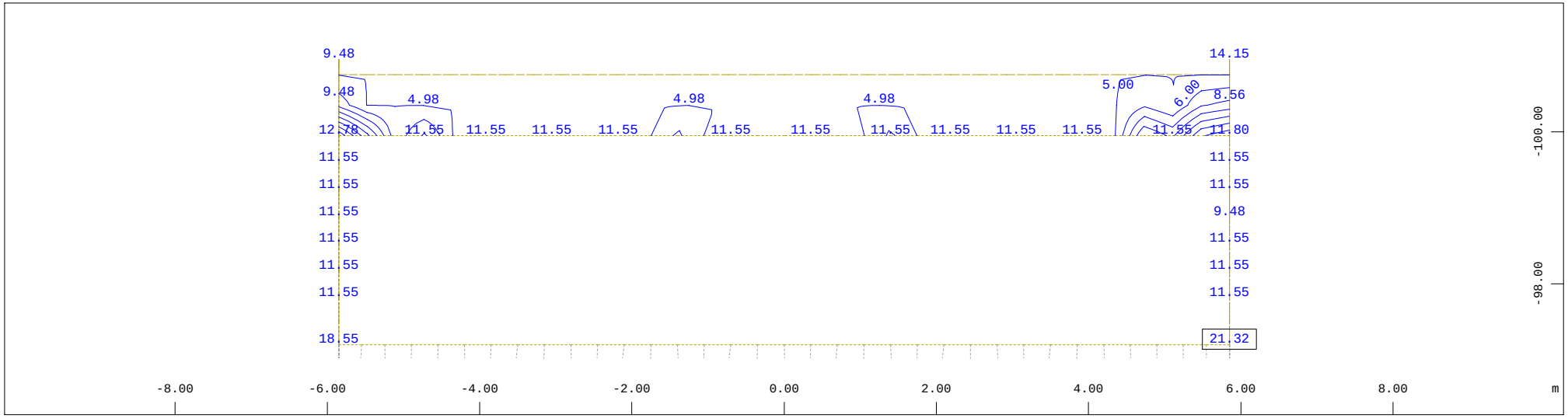


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 77

X Y Z

Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten , Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 5.11 bis 13.56 Stufen 1.00 cm2/m

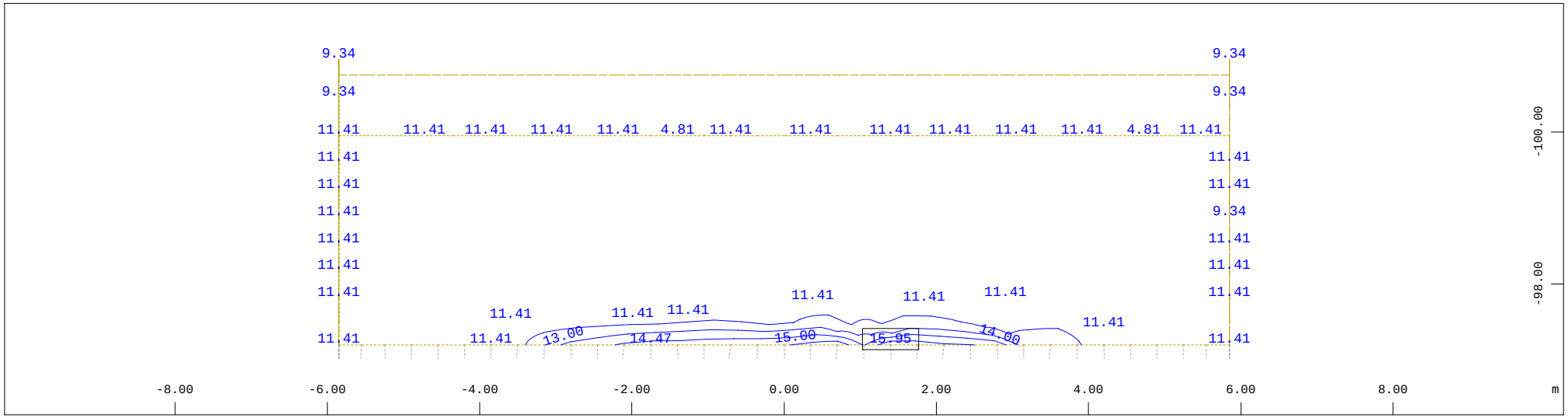


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 77

X Y Z

Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten , Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.98 bis 21.32 Stufen 1.00 cm2/m

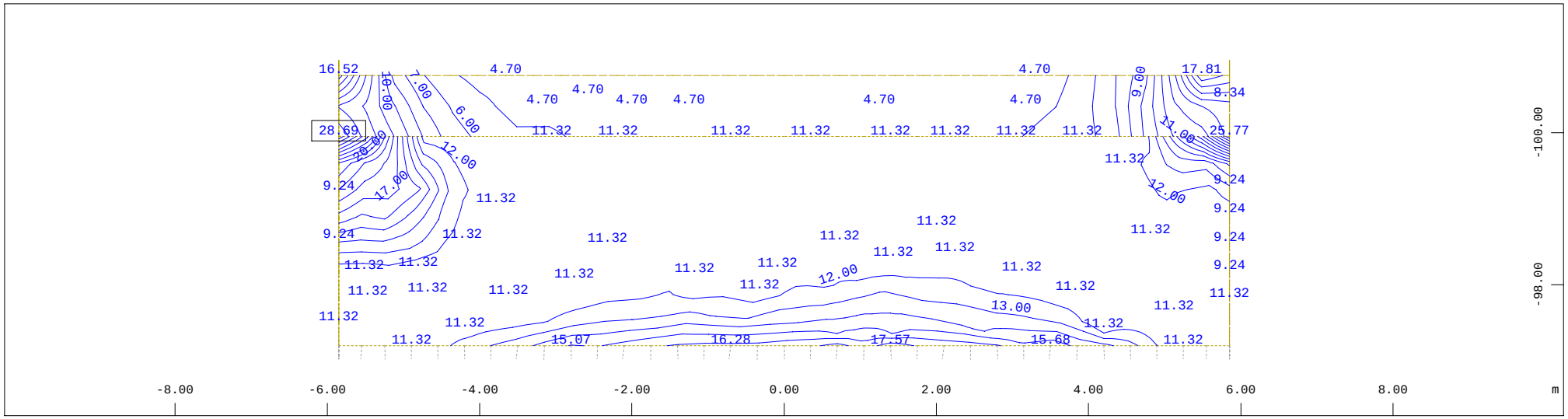


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 77

X Y Z

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten im Knoten, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.81 bis 15.95 Stufen 1.00 cm2/m

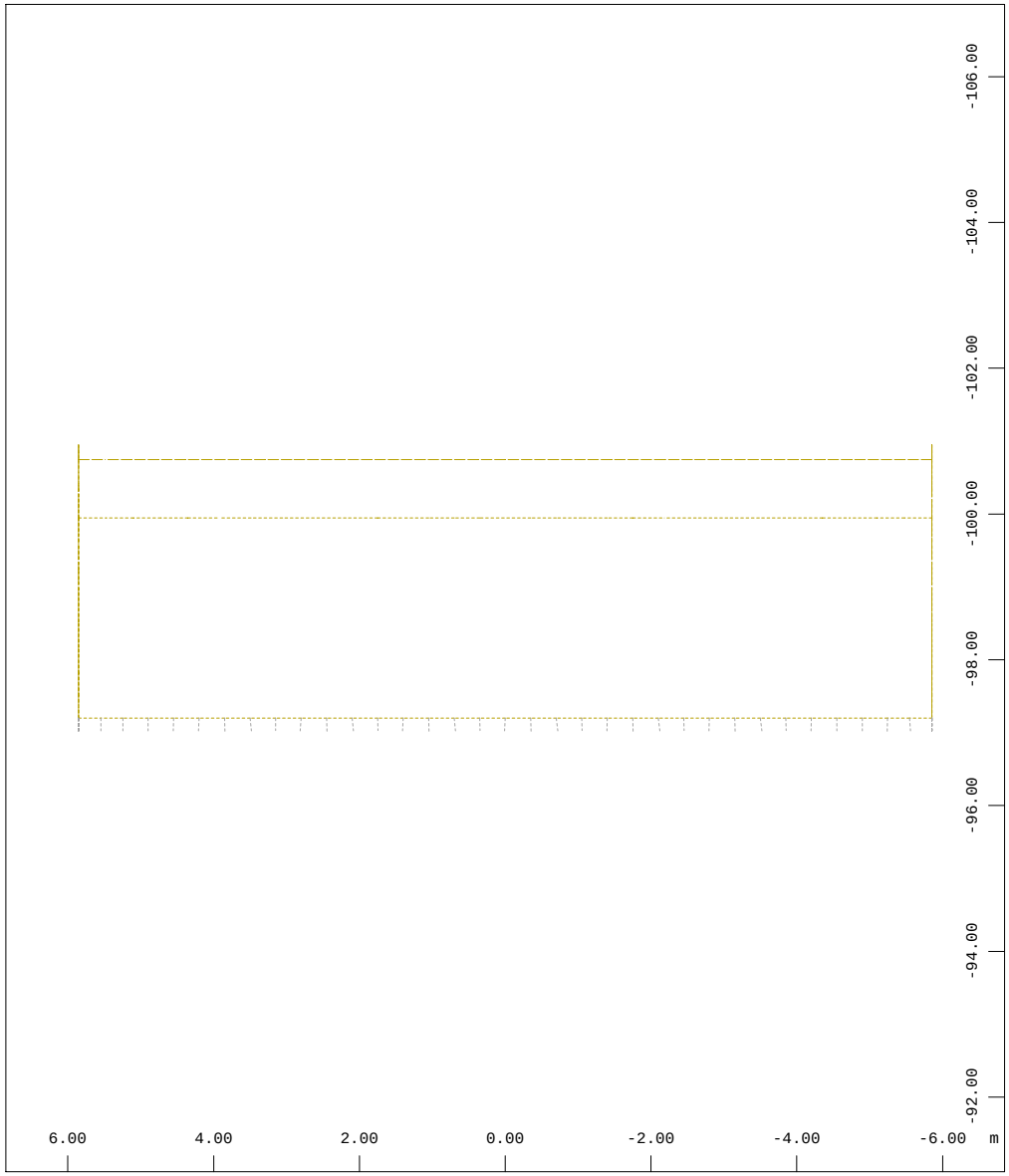


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 77

X Y Z

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben im Knoten, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis , von 4.70 bis 28.69 Stufen 1.00 cm2/m



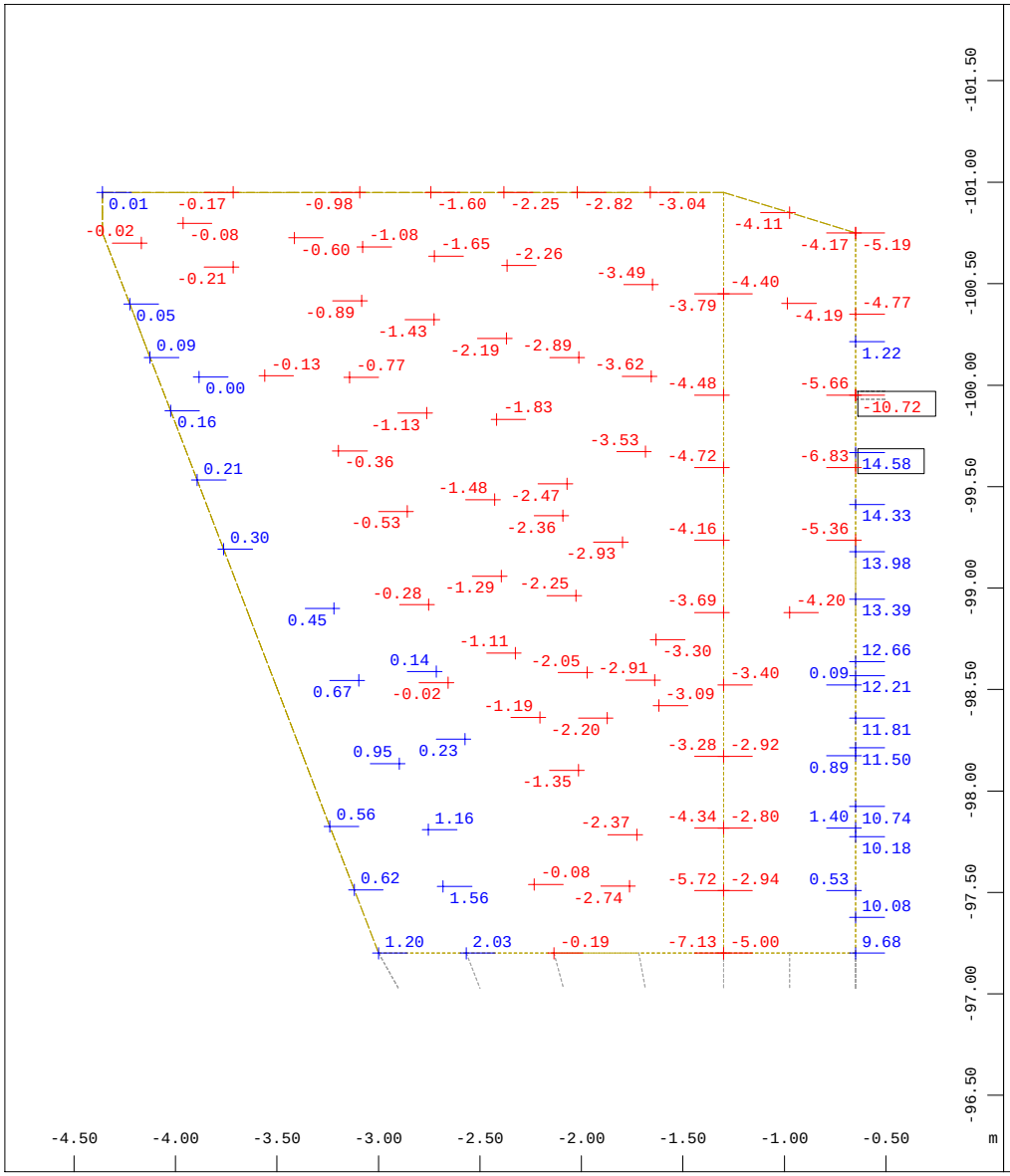
Y X Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 103

Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 5

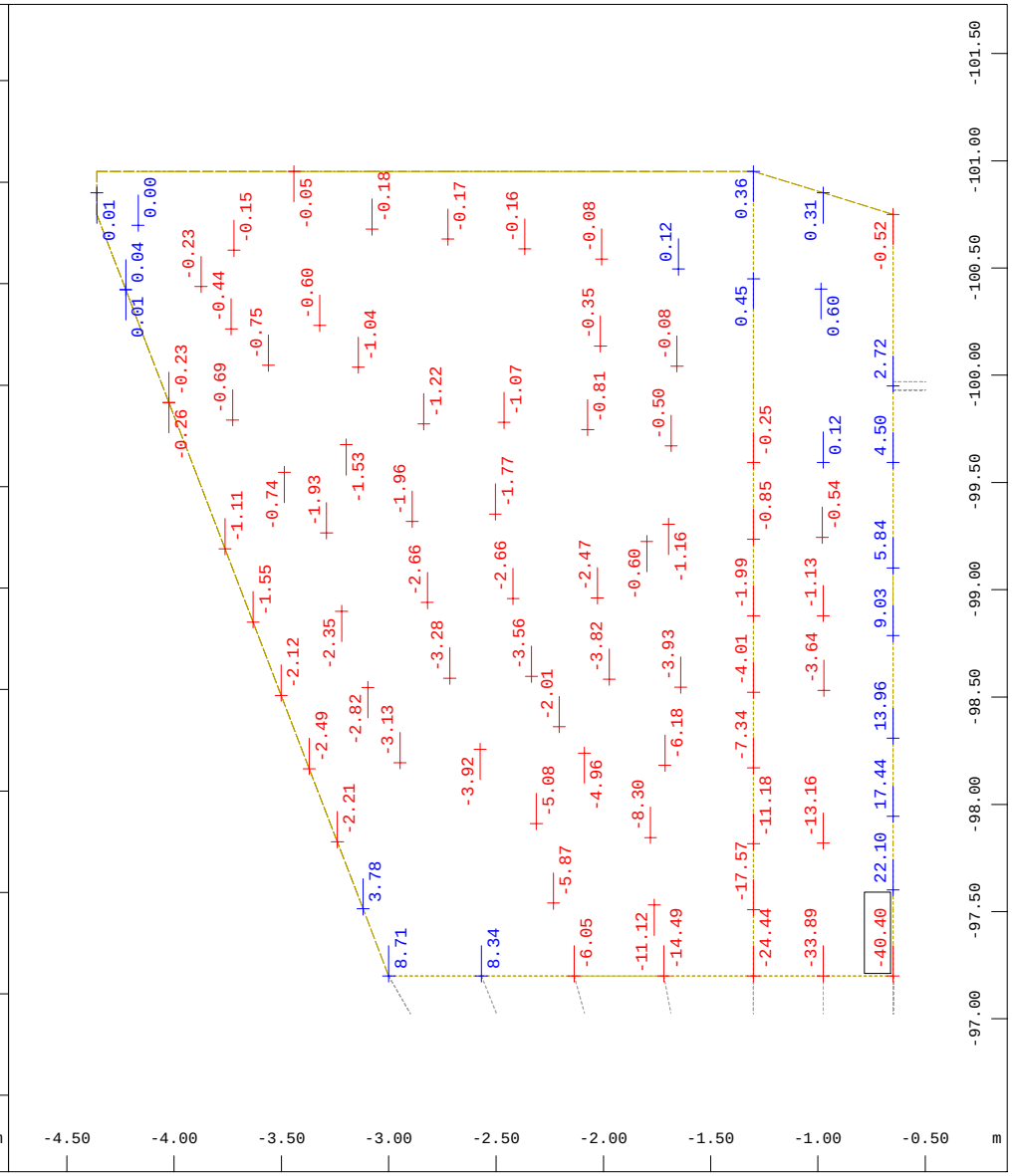
Gebrauchsnachweis



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 11

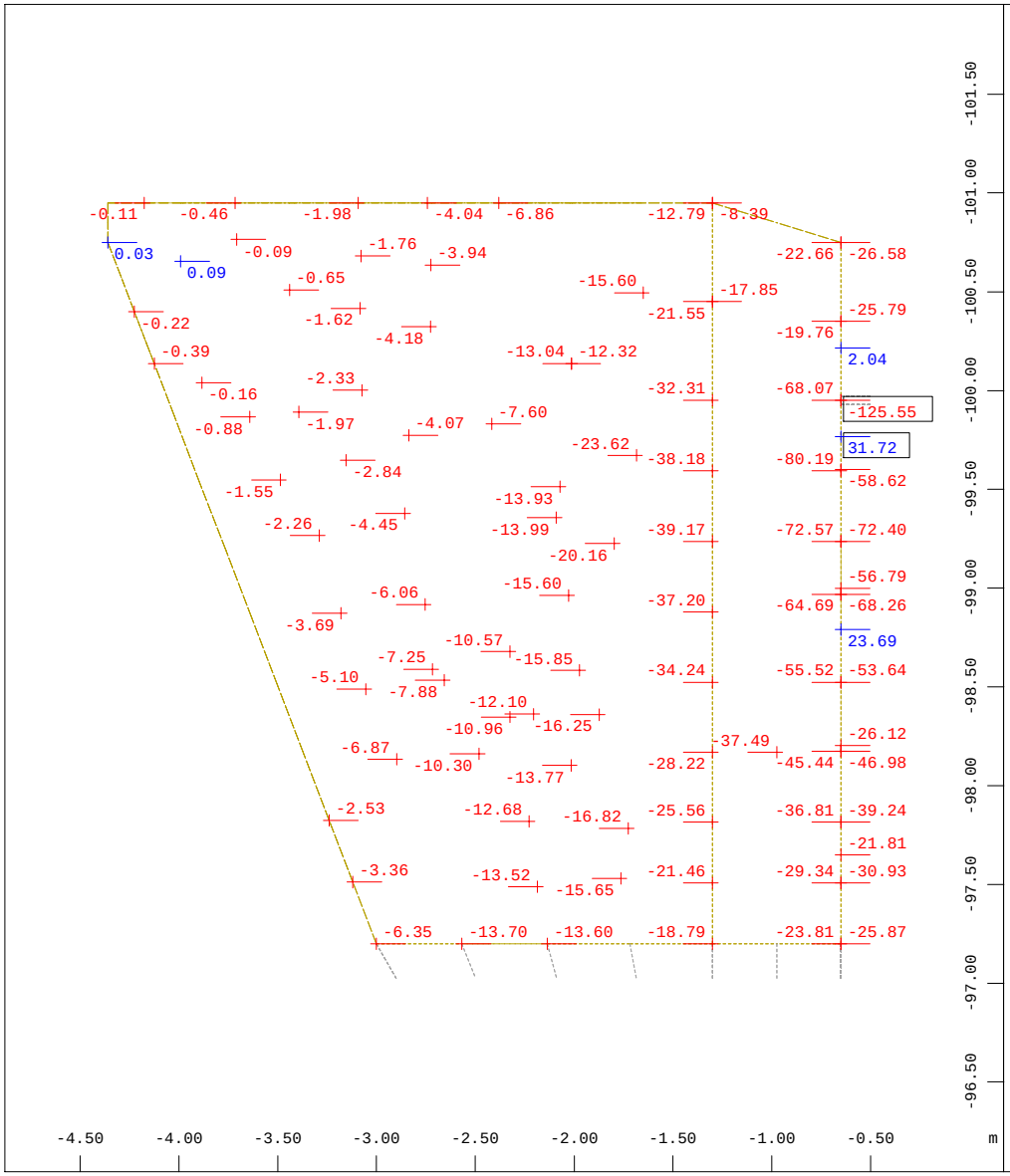
Eigengewicht (Min=-10.72) (Max=14.58)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 11

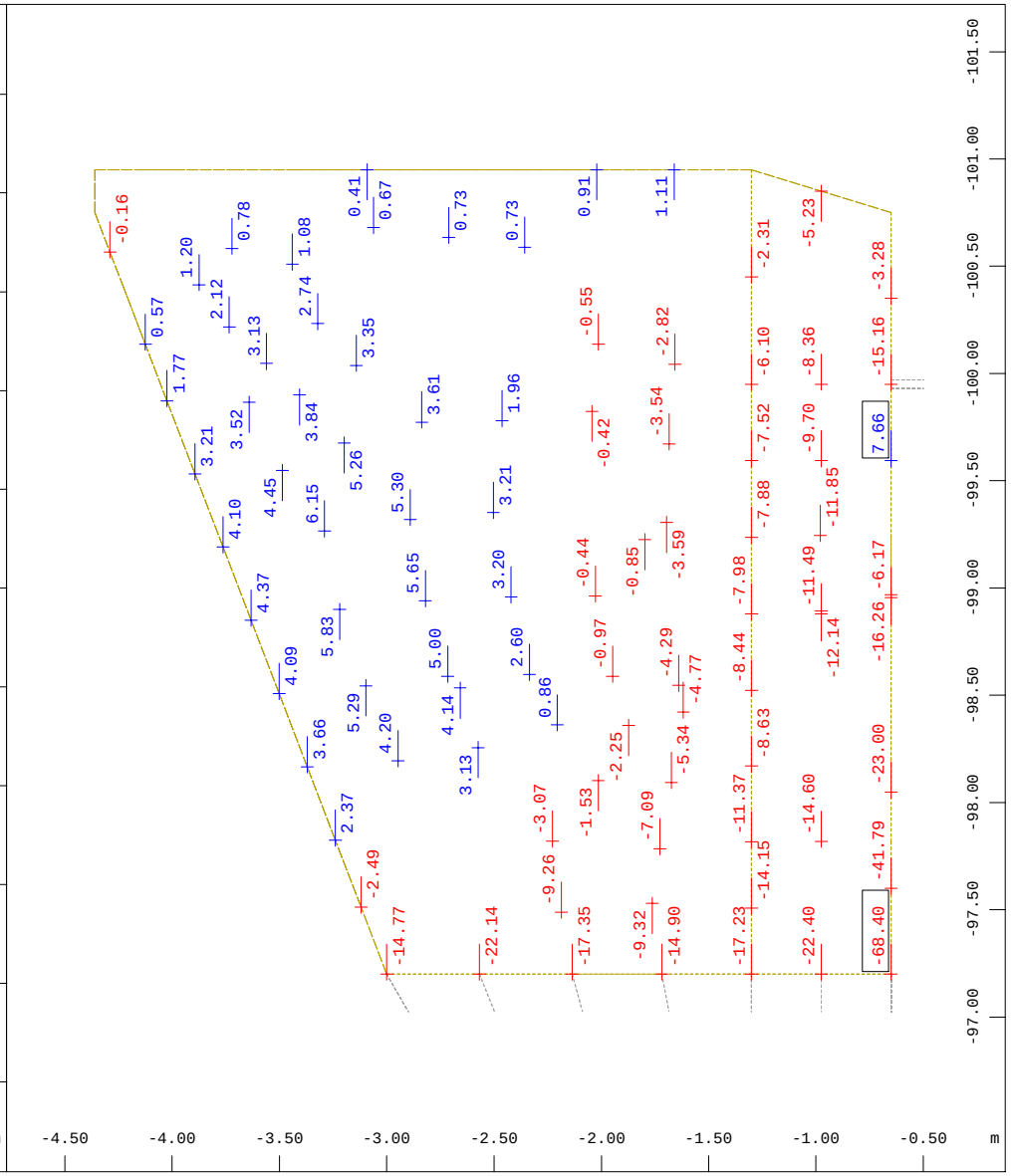
Eigengewicht (Min=-40.40) (Max=27.42)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 21

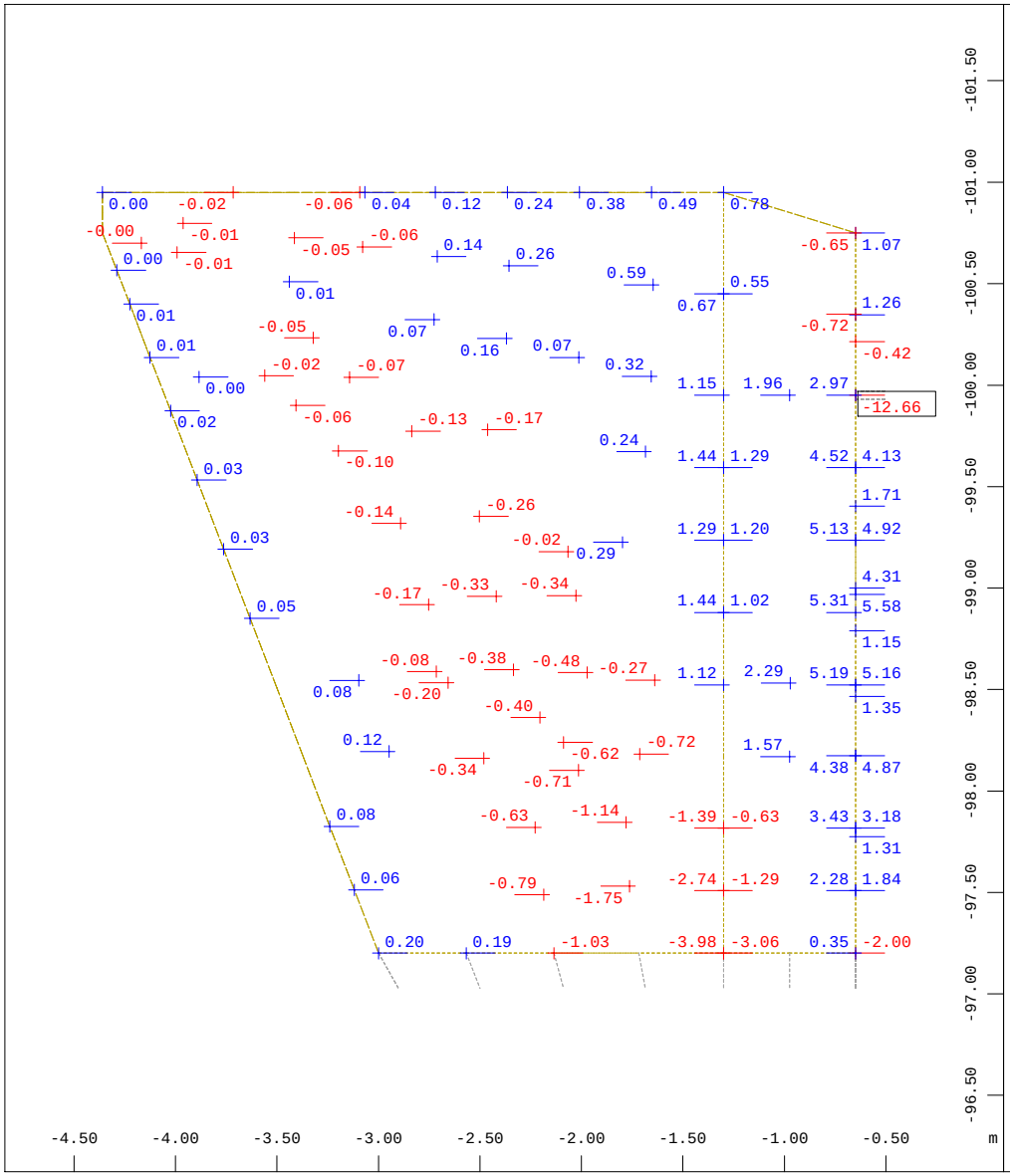
Erdruhedruck (Min=-125.55) (Max=31.72)



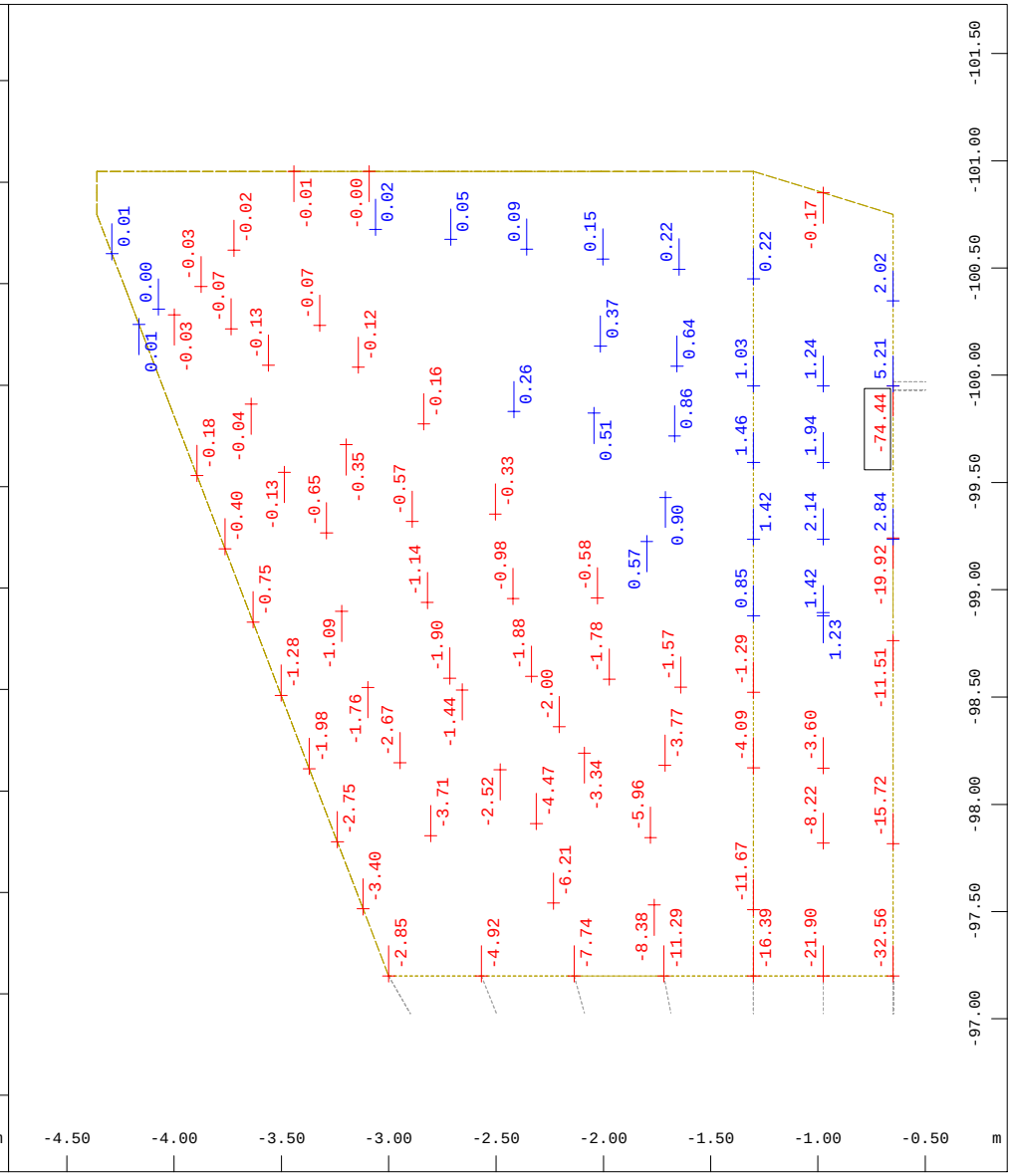
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 21

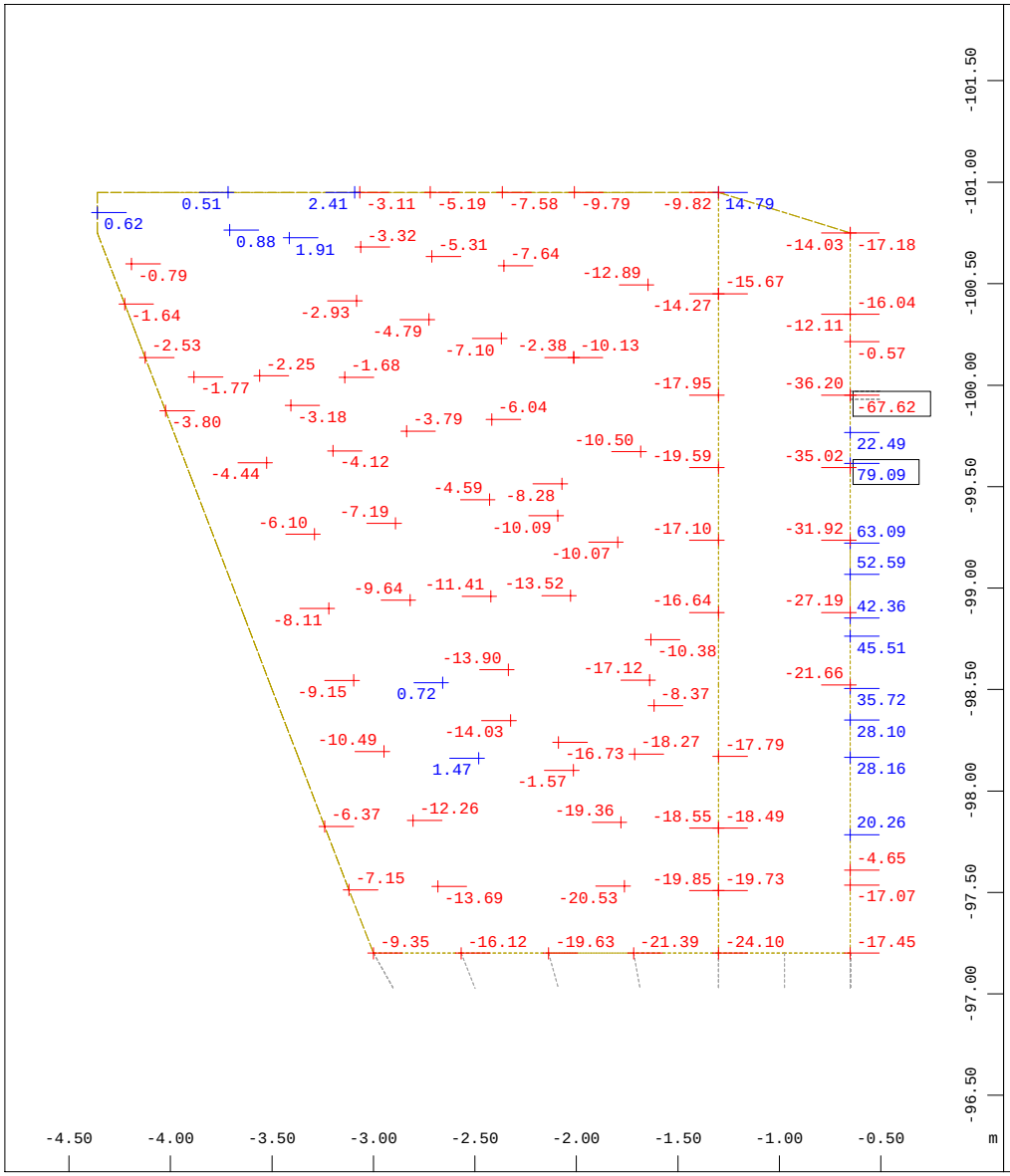
Erdruhedruck (Min=-68.40) (Max=7.66)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 101
EG Überbau (Min=-12.66) (Max=8.08)



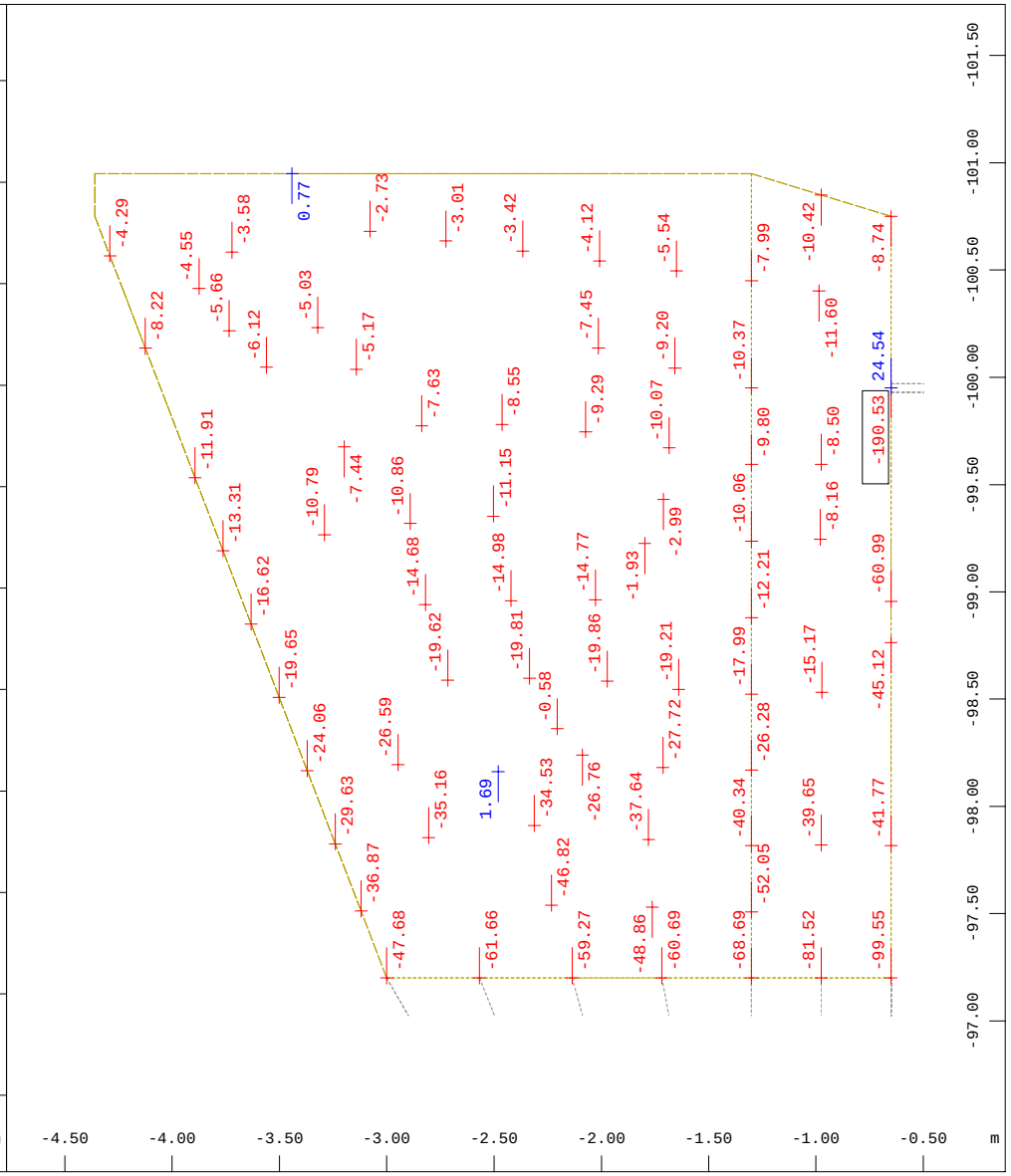
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 101
EG Überbau (Min=-74.44) (Max=8.69)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37

Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 111

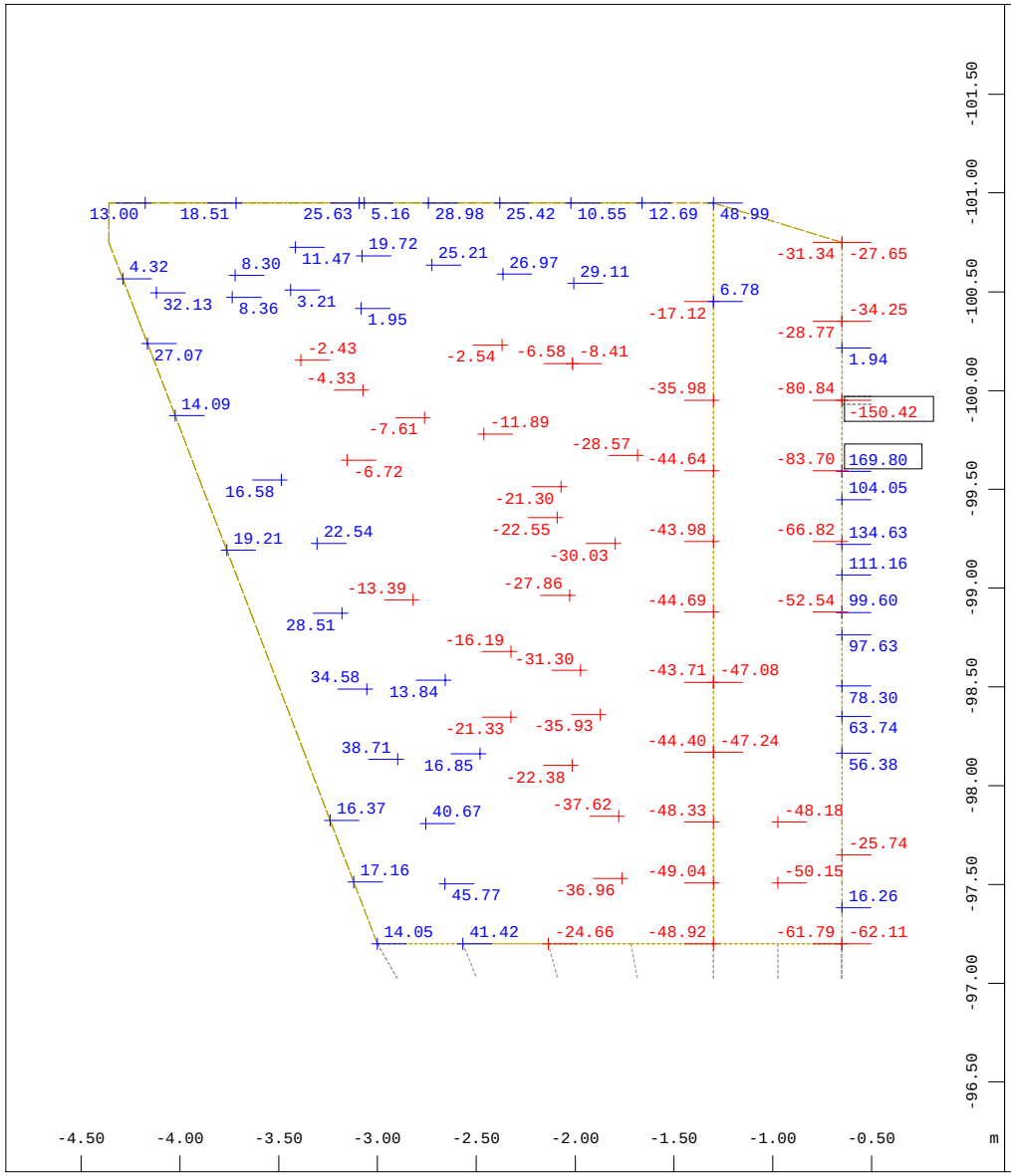
LM71 G11 (Min=-67.62) (Max=79.09)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

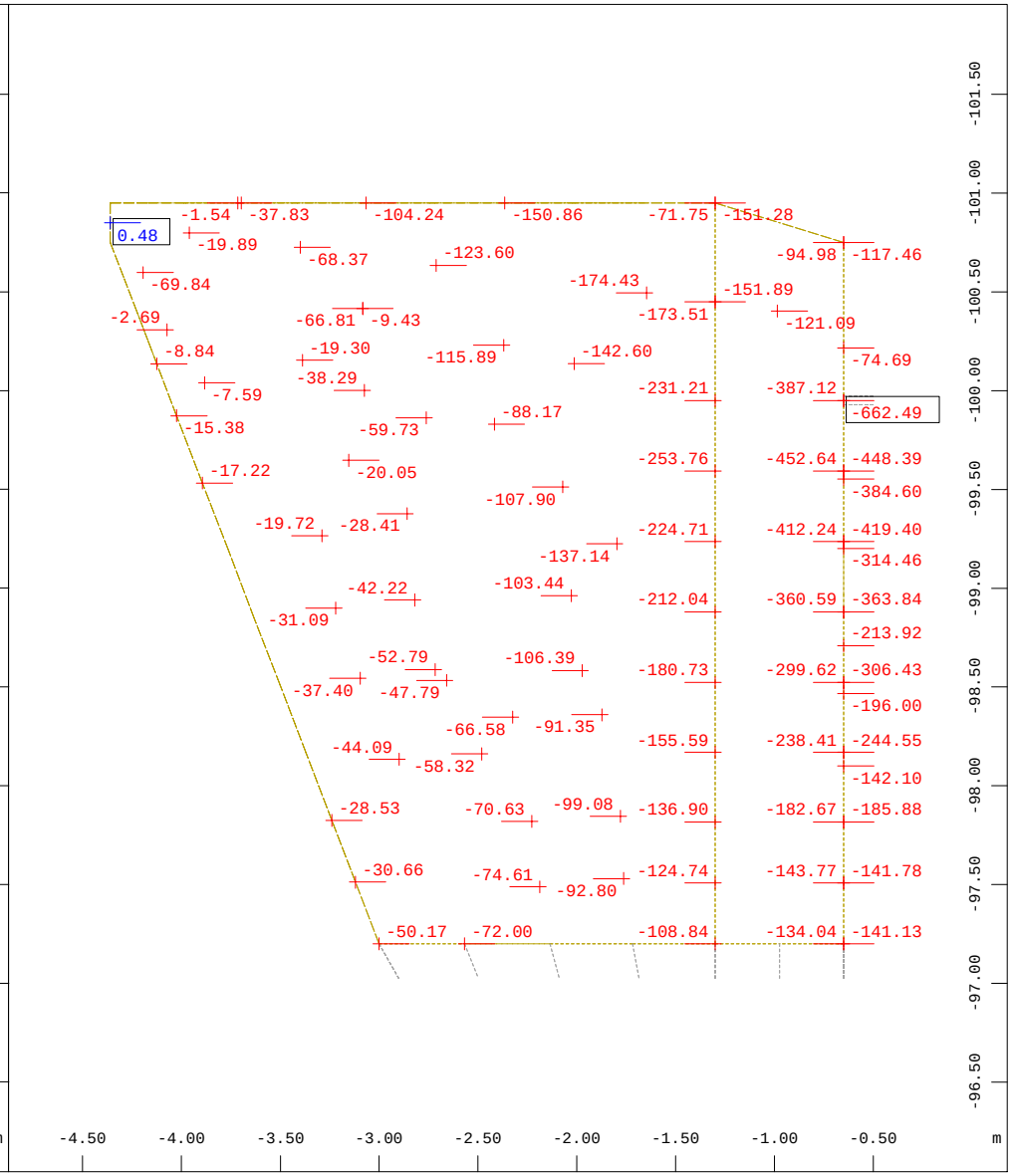
Biegemoment m-yy in lokal y in Knoten in kNm/m, Lastfall 111

LM71 G11 (Min=-190.53) (Max=35.93)



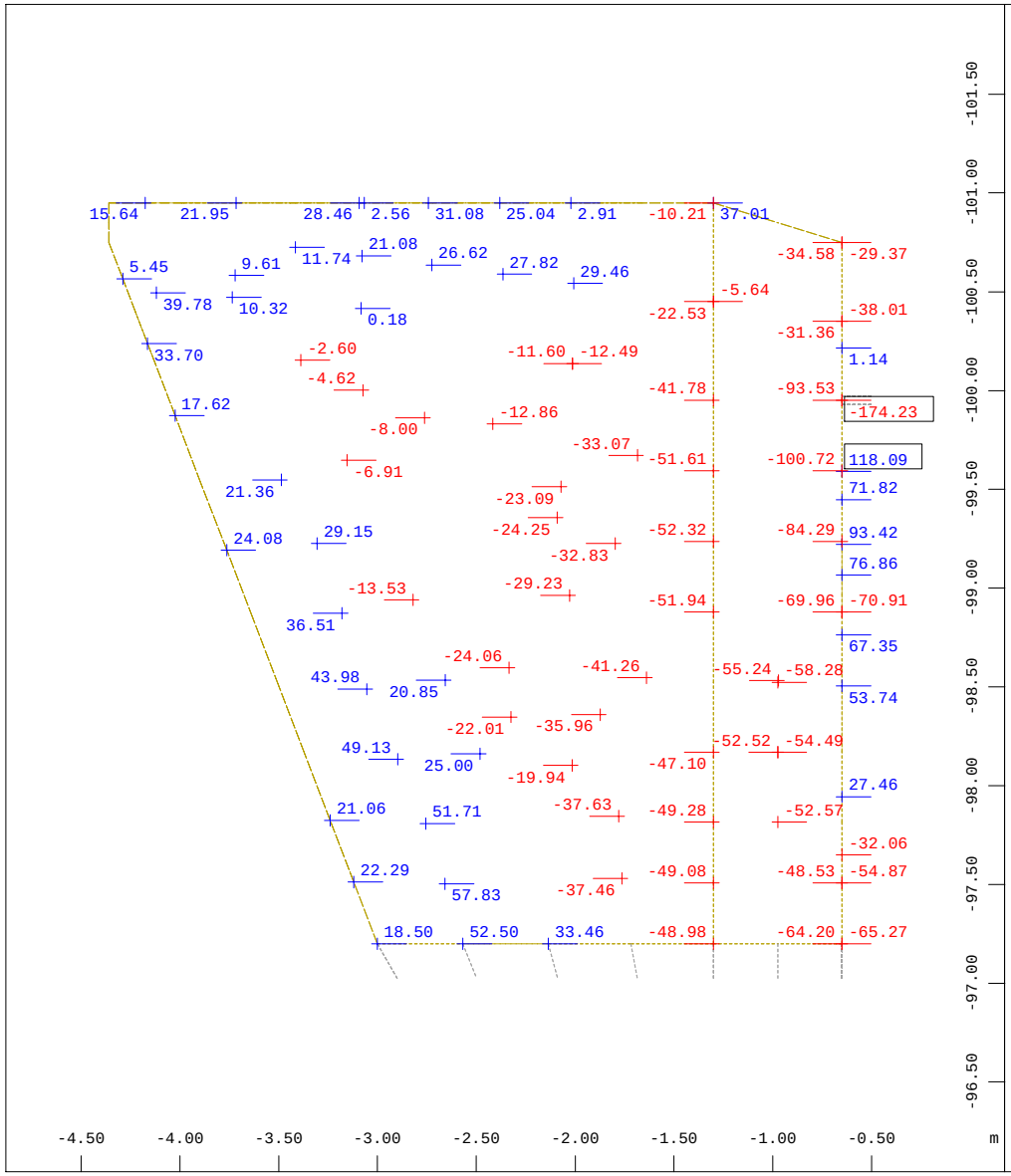
Y—X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 2101
MAX-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-150.42) (Max=169.80)



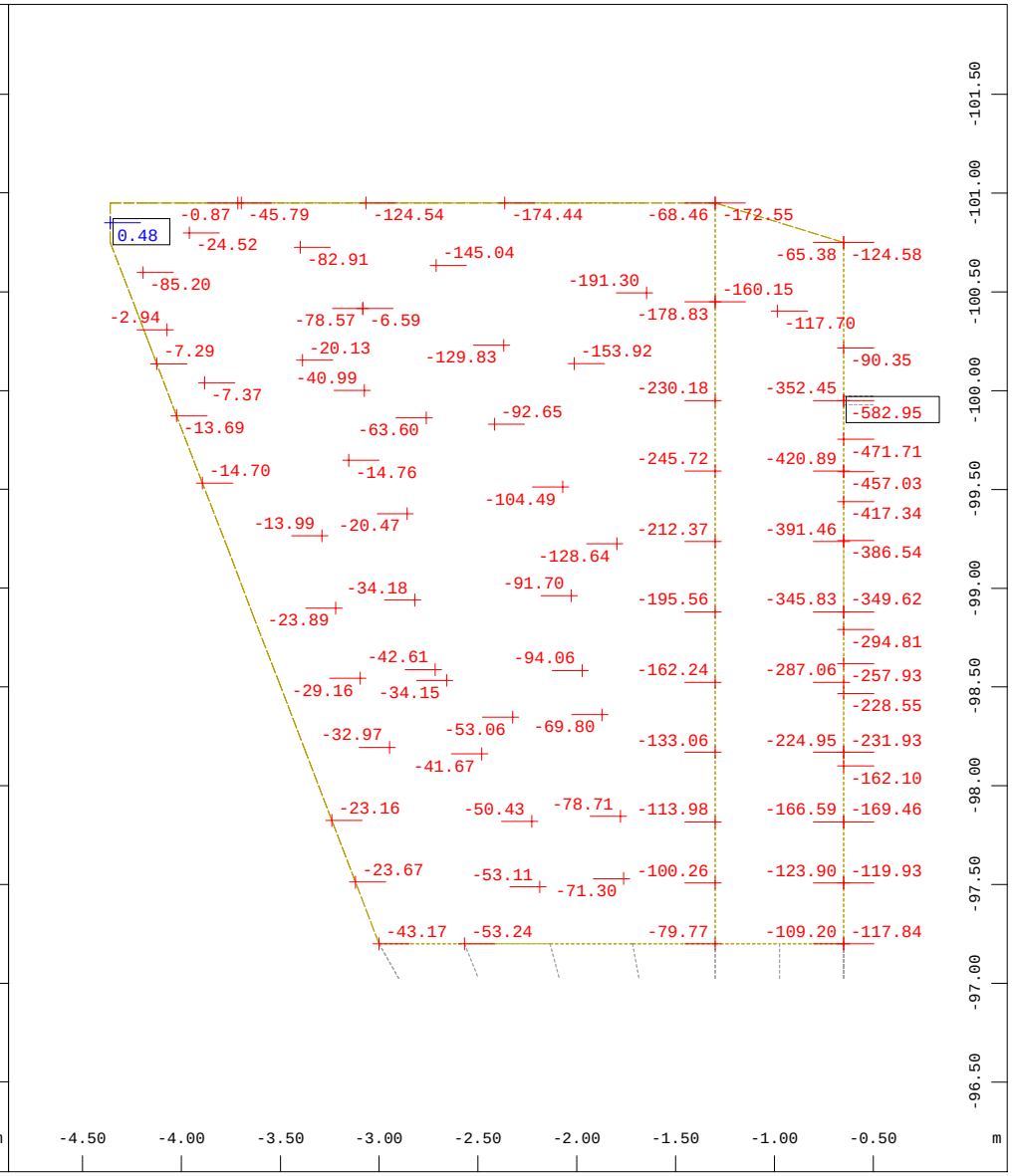
Y—X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 2102
MIN-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-662.49) (Max=0.48)



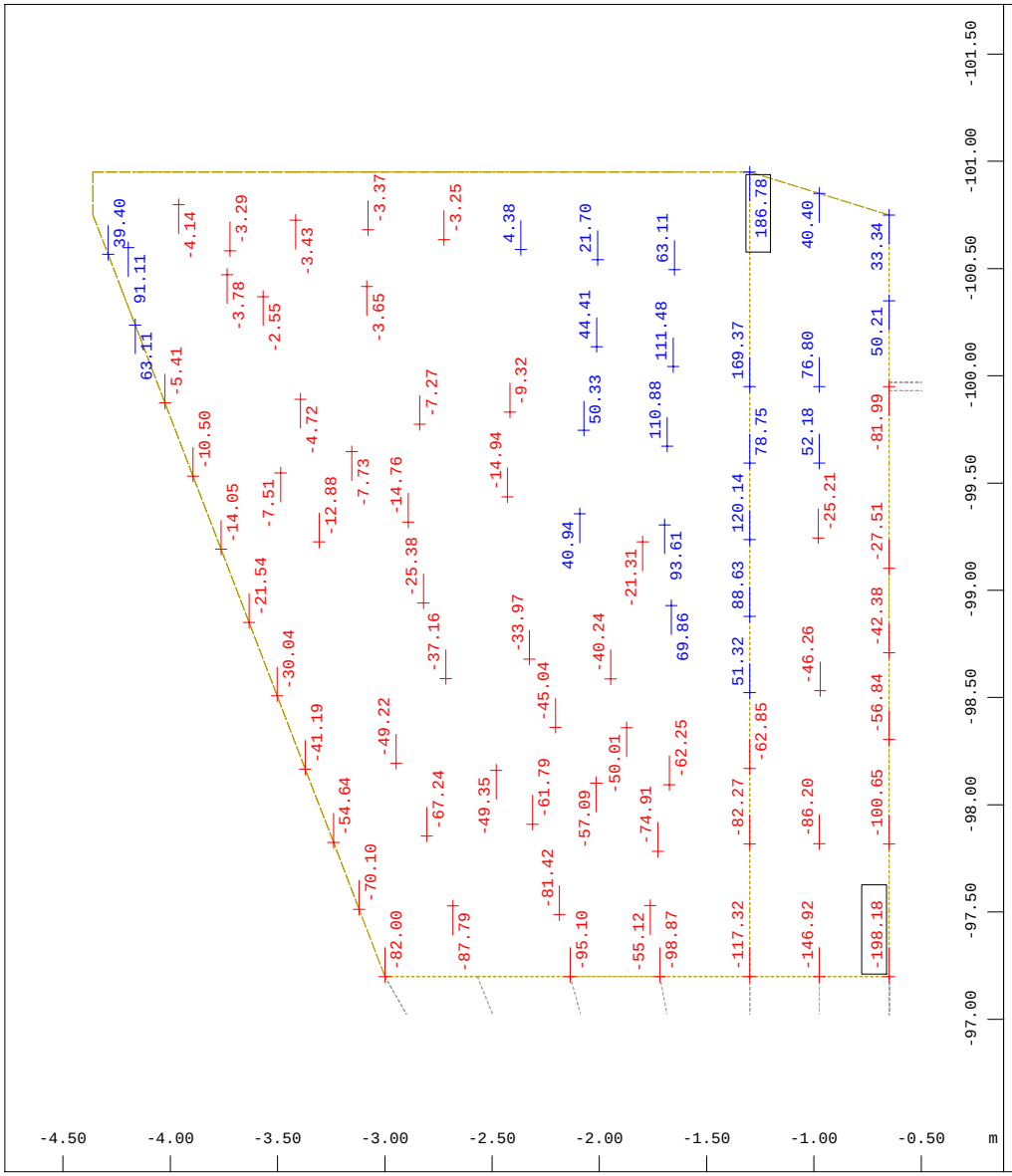
Y—X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 1101
MAXR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-174.23) (Max=118.09)



Y—X
Z

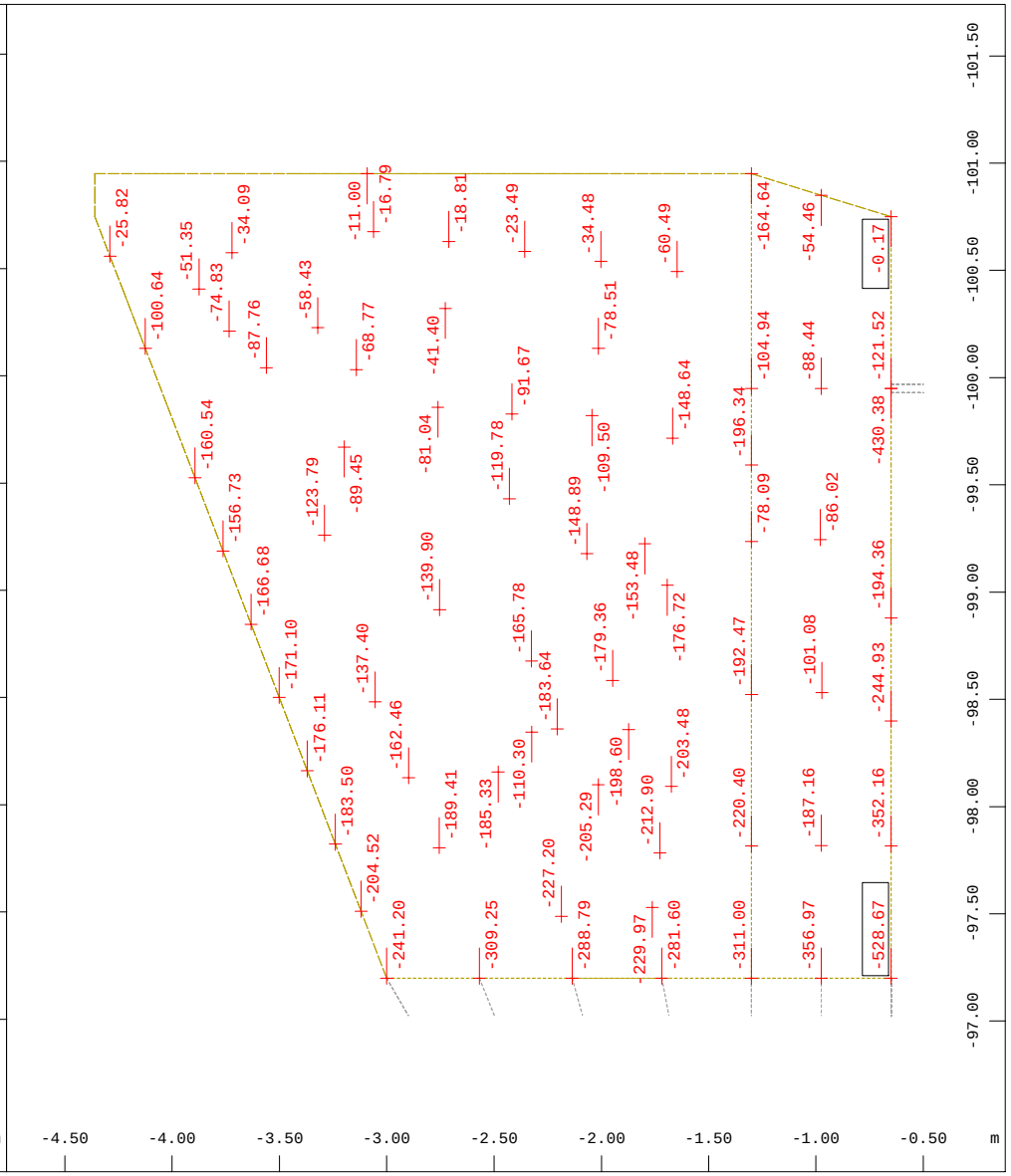
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten in kNm/m, Lastfall 1102
MINR-PX KNOT #titel MY|mxx|PX (Min=-582.95) (Max=0.48)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 2103

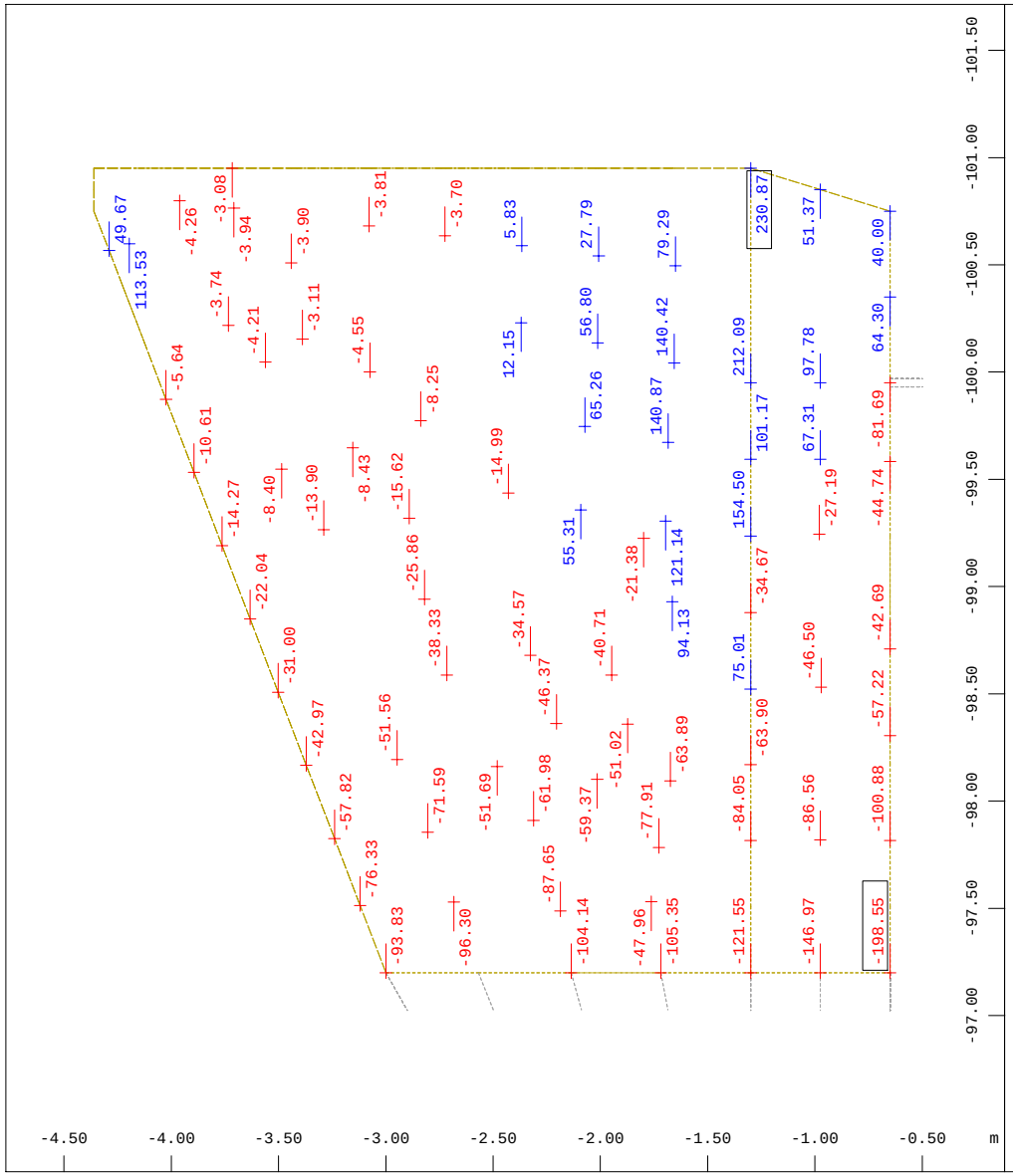
MAX-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-198.18) (Max=186.78)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 2104

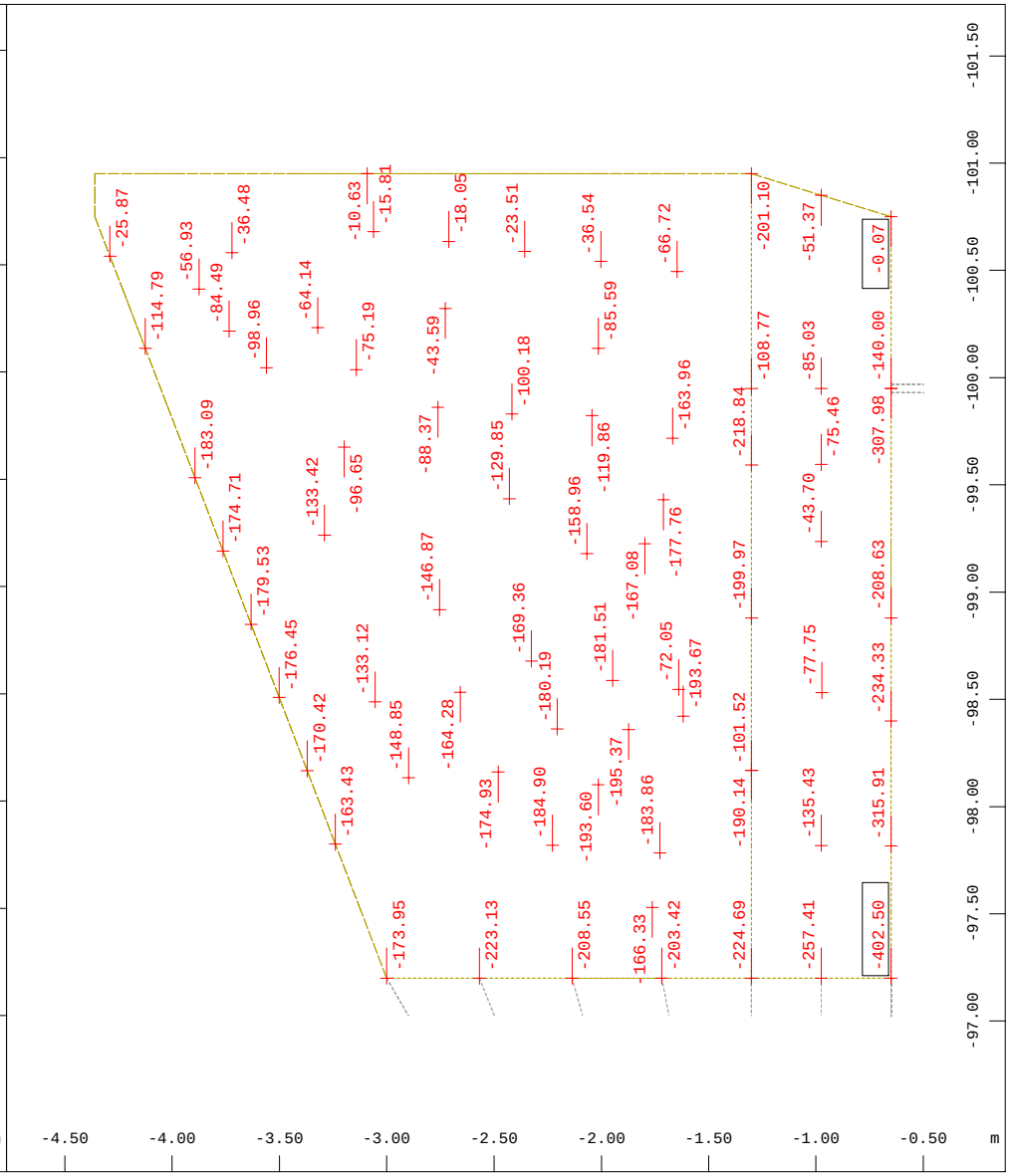
MIN-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-528.67) (Max=-0.17)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 1103

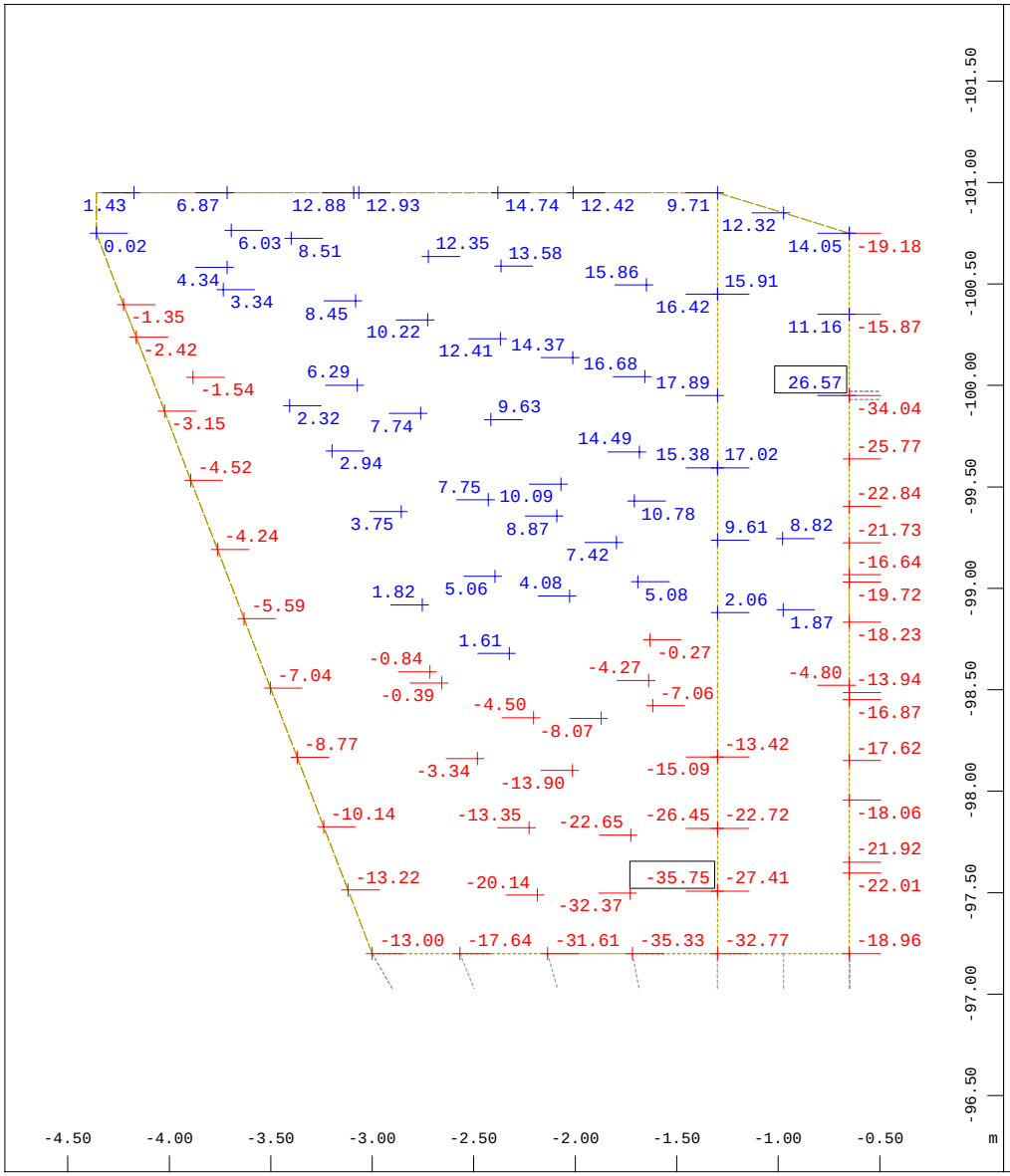
MAXR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-198.55) (Max=230.87)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten in kNm/m, Lastfall 1104

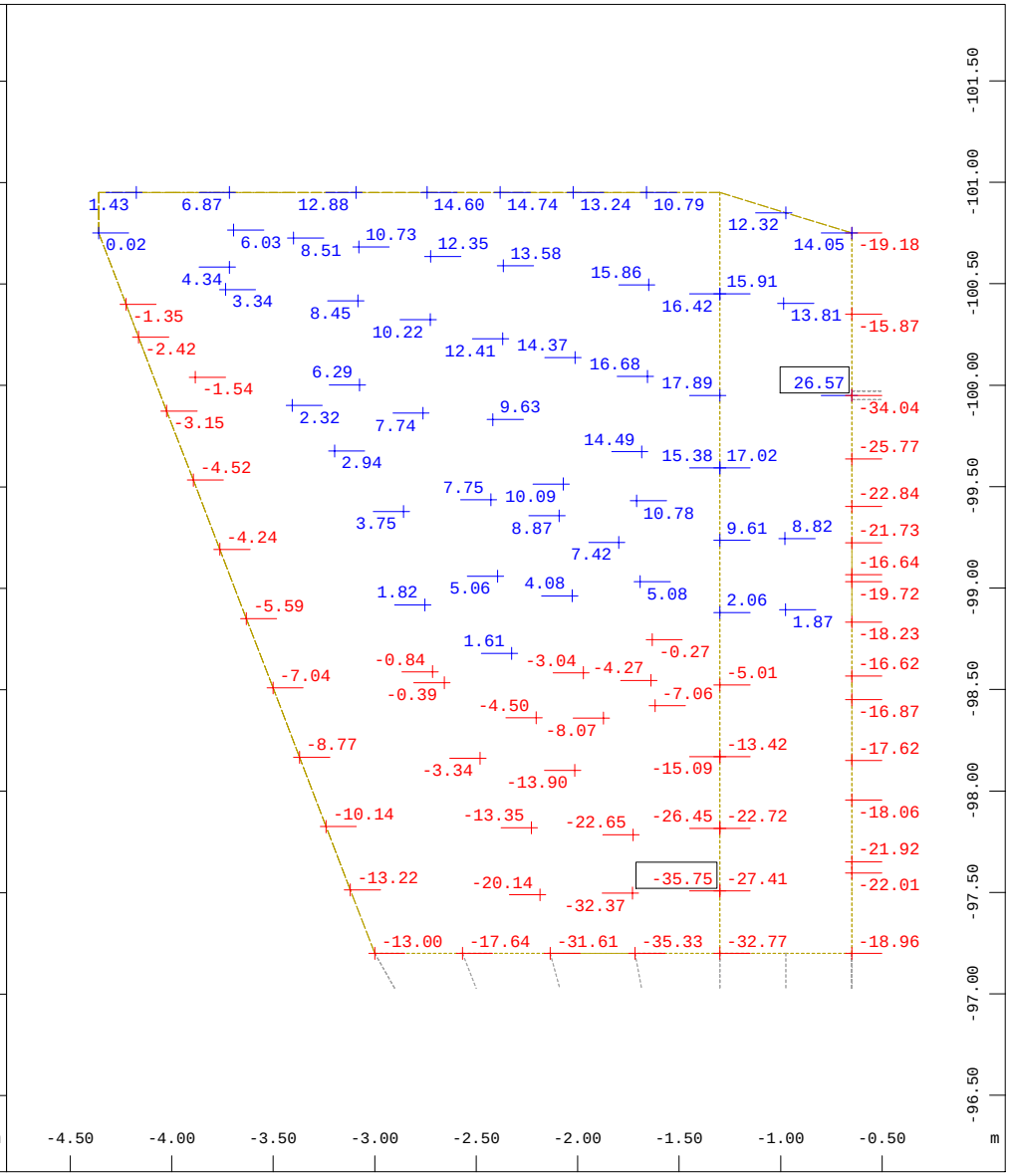
MINR-PY KNOT #titel VZ|myy|PY (Min=-402.50) (Max=-0.07)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 11

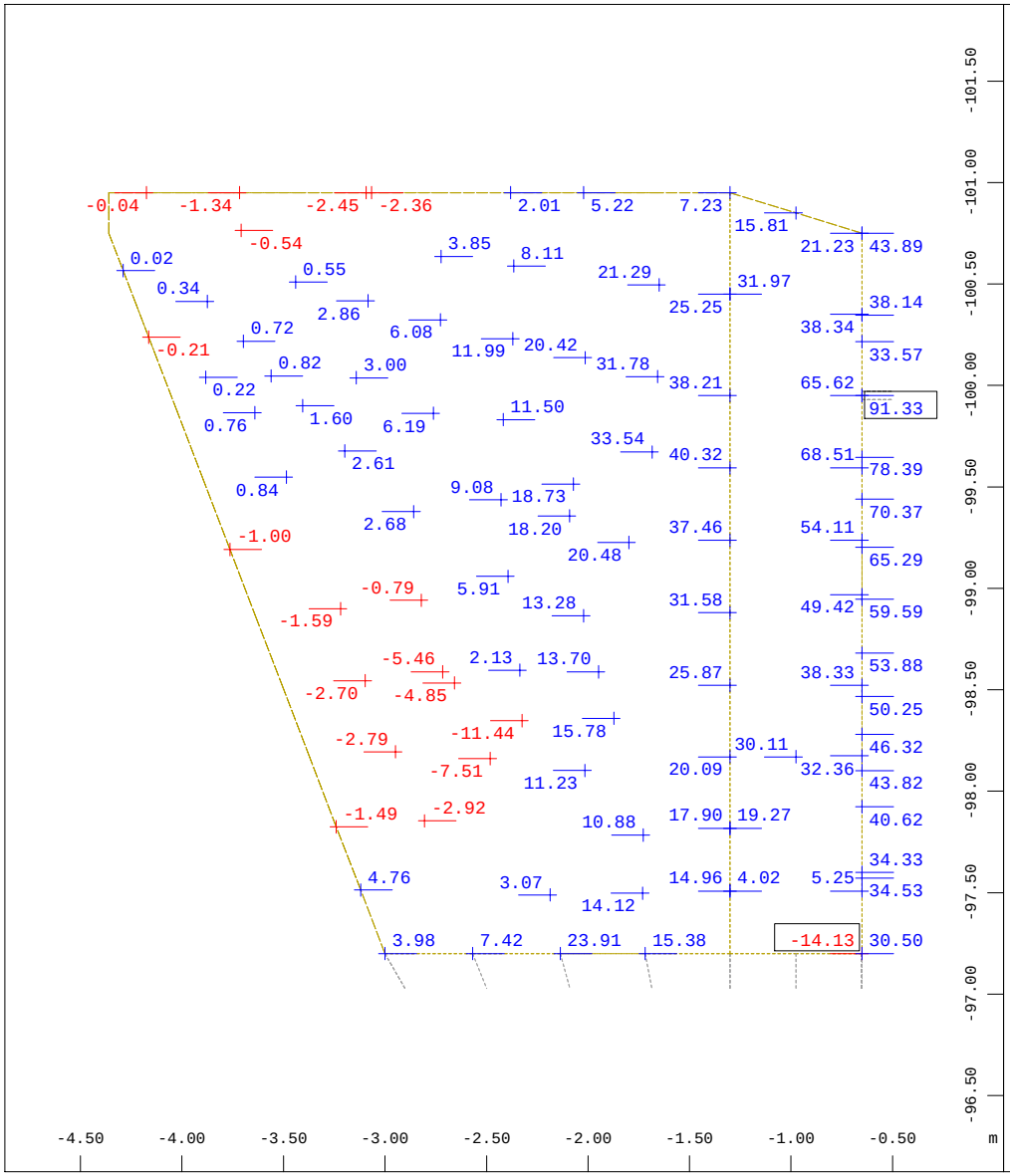
Eigengewicht (Min=-35.75) (Max=26.57)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37

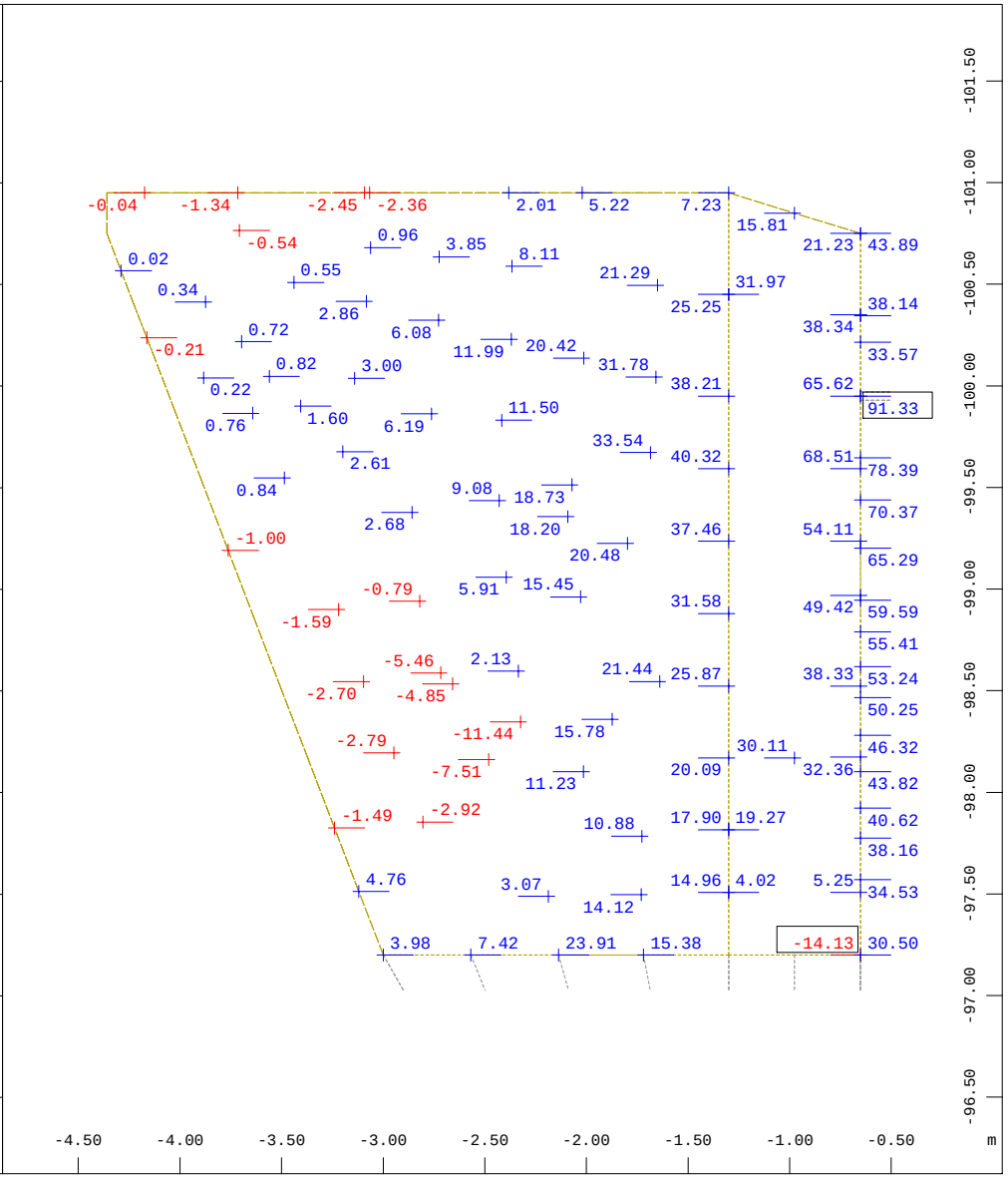
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 11

Eigengewicht (Min=-35.75) (Max=26.57)



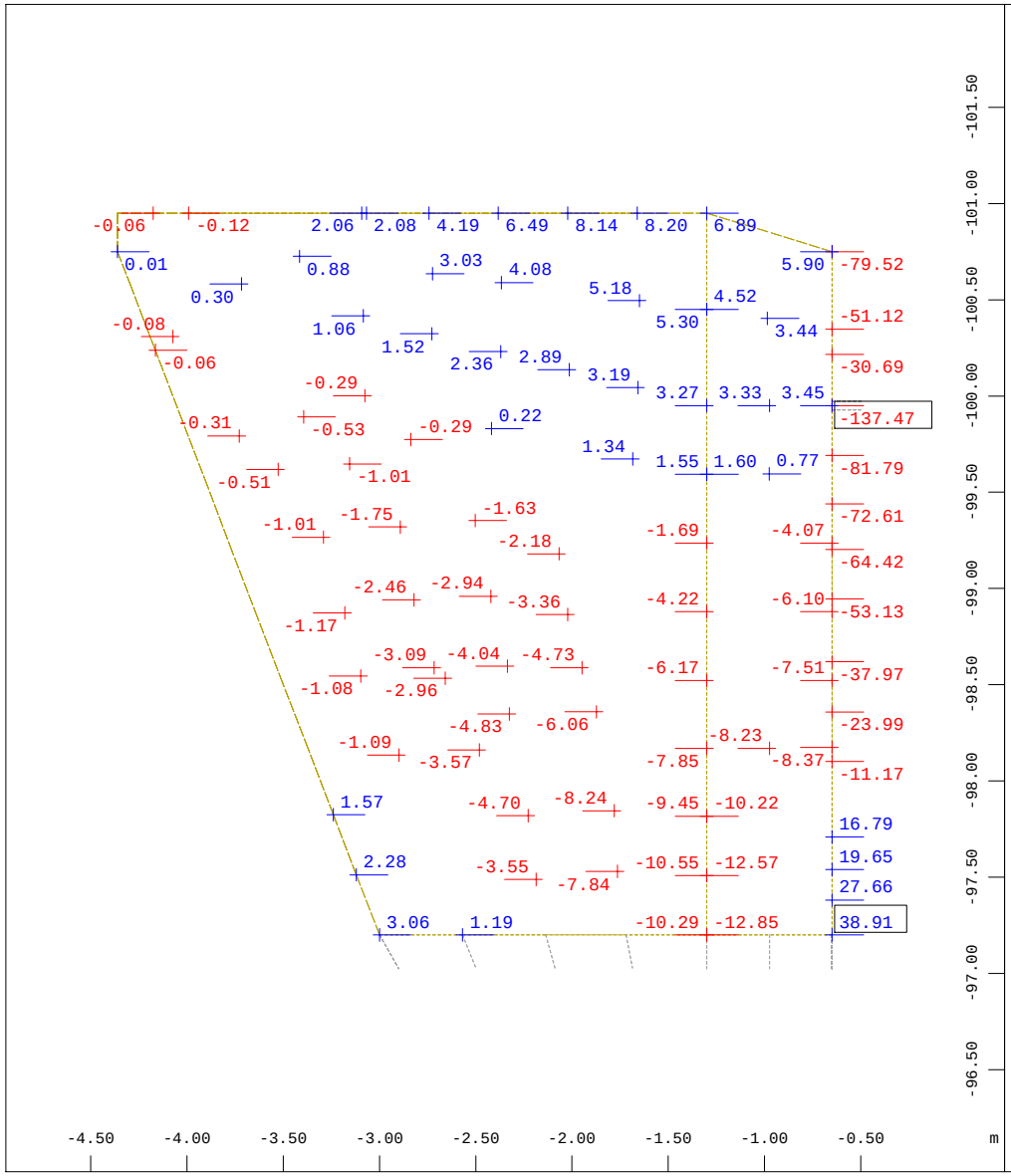
Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 21
Erdruhedruck (Min=-14.13) (Max=91.33)



Y X
Z

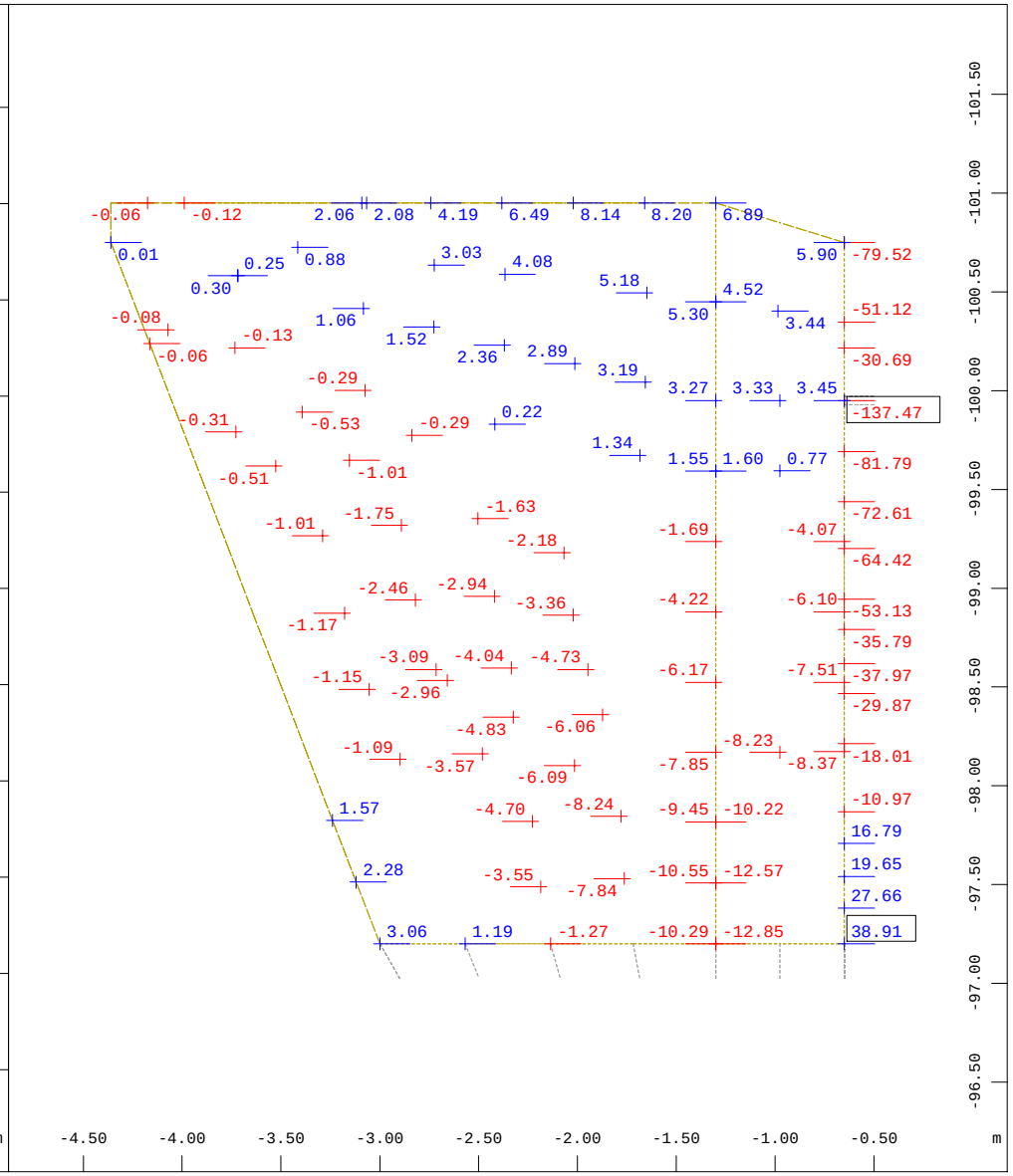
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 21
Erdruhedruck (Min=-14.13) (Max=91.33)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 39

Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 101

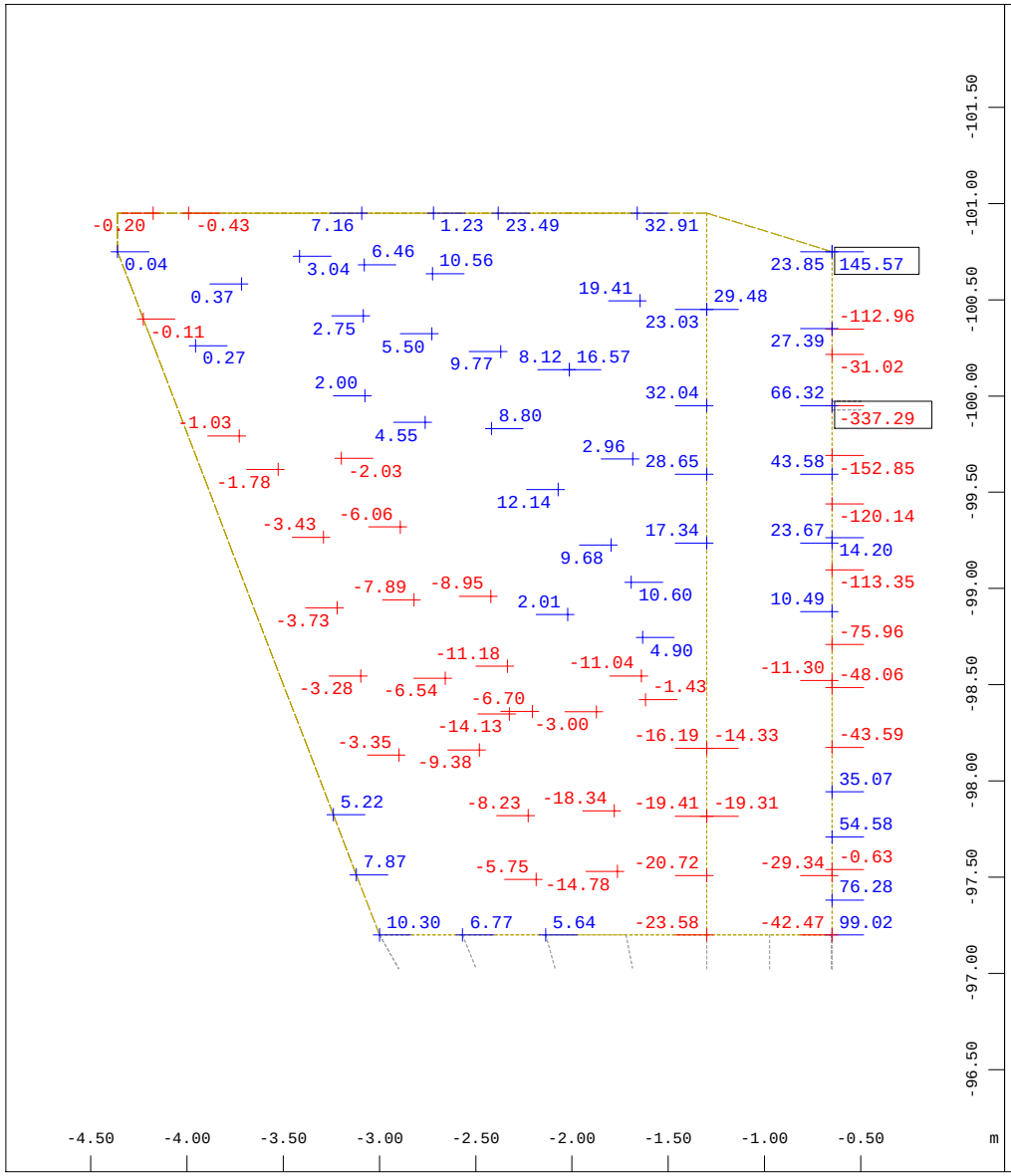
EG Überbau (Min=-137.47) (Max=38.91)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38

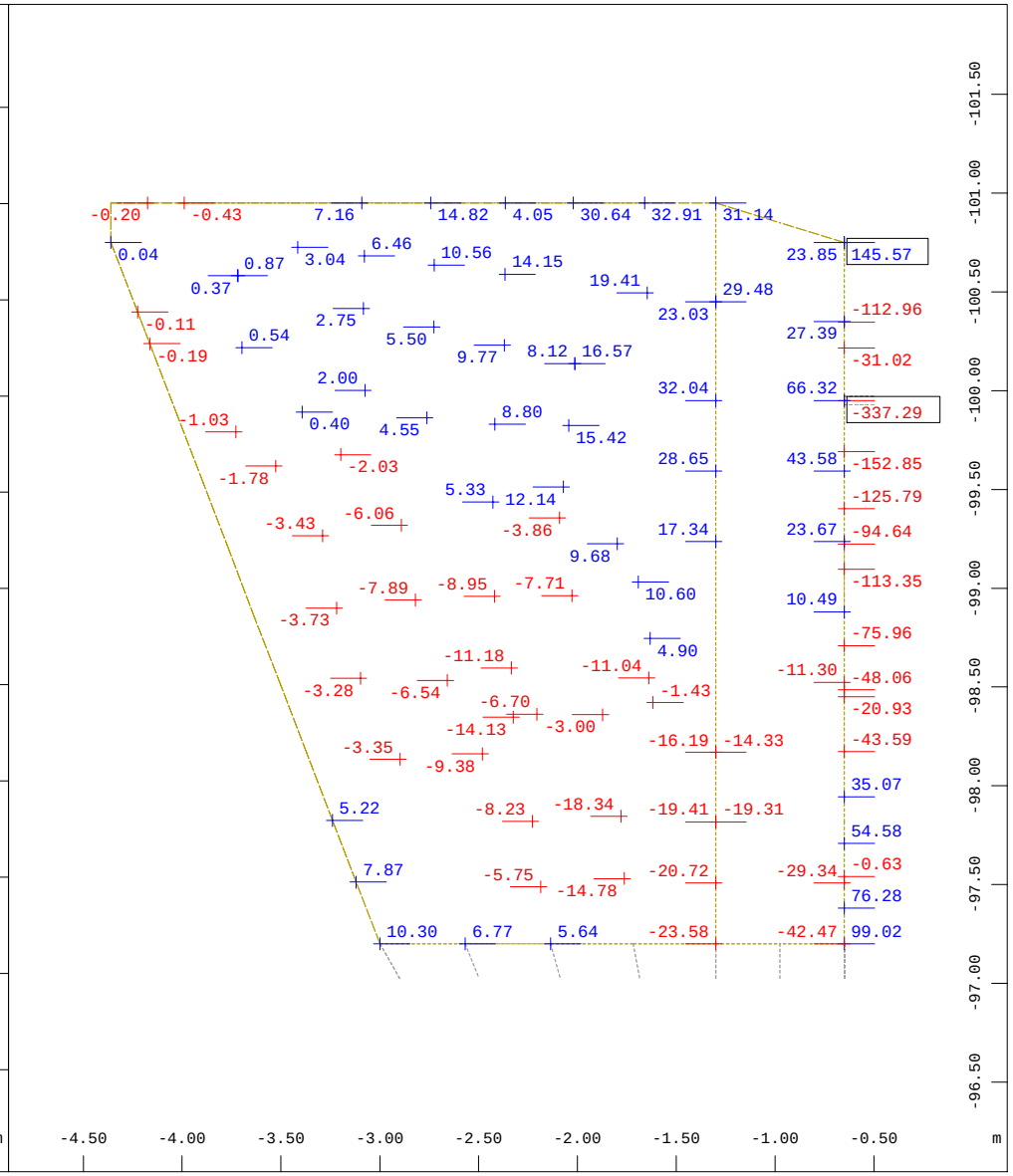
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 101

EG Überbau (Min=-137.47) (Max=38.91)



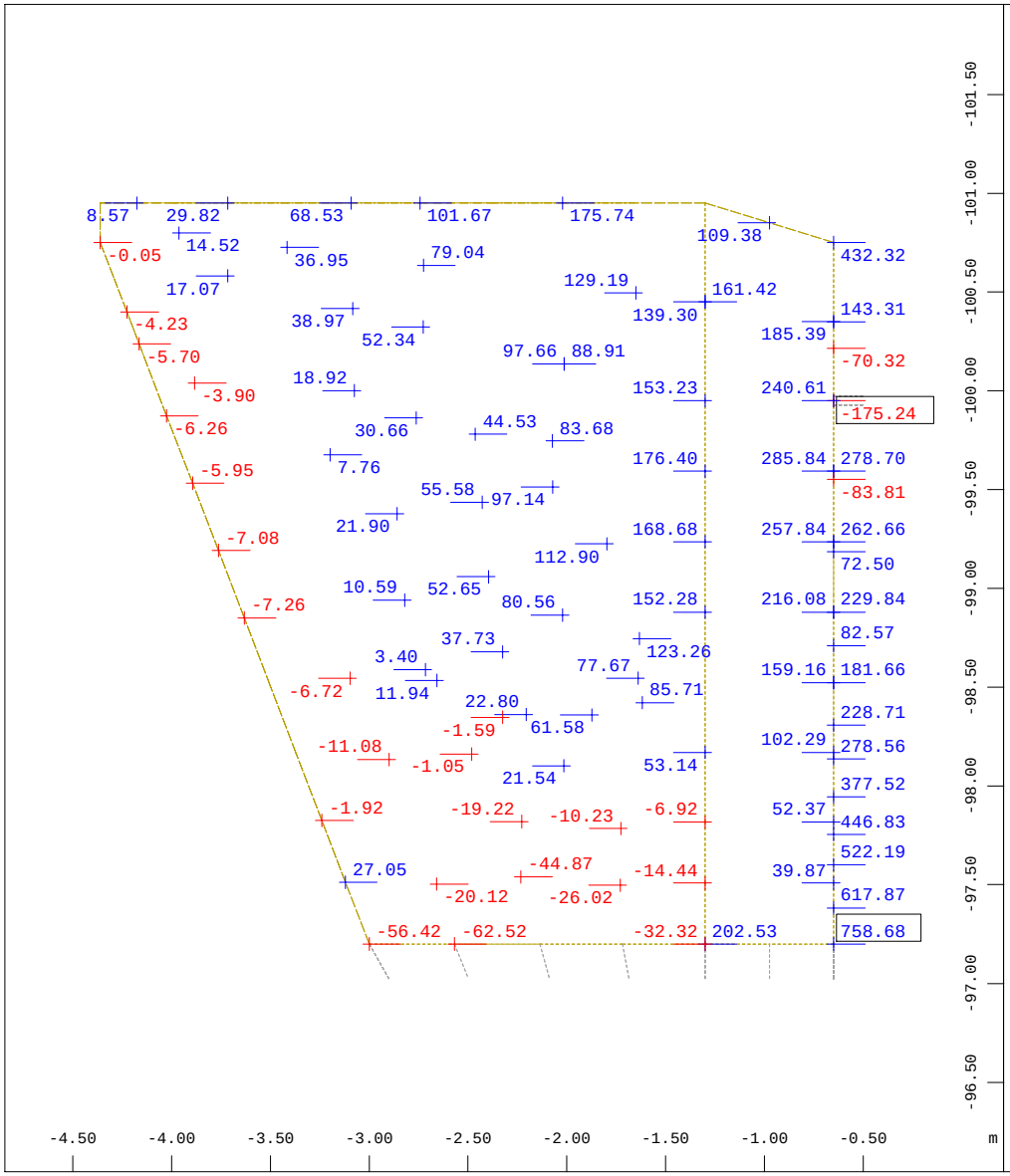
Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 39
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 111
LM71 G11 (Min=-337.29) (Max=145.57)

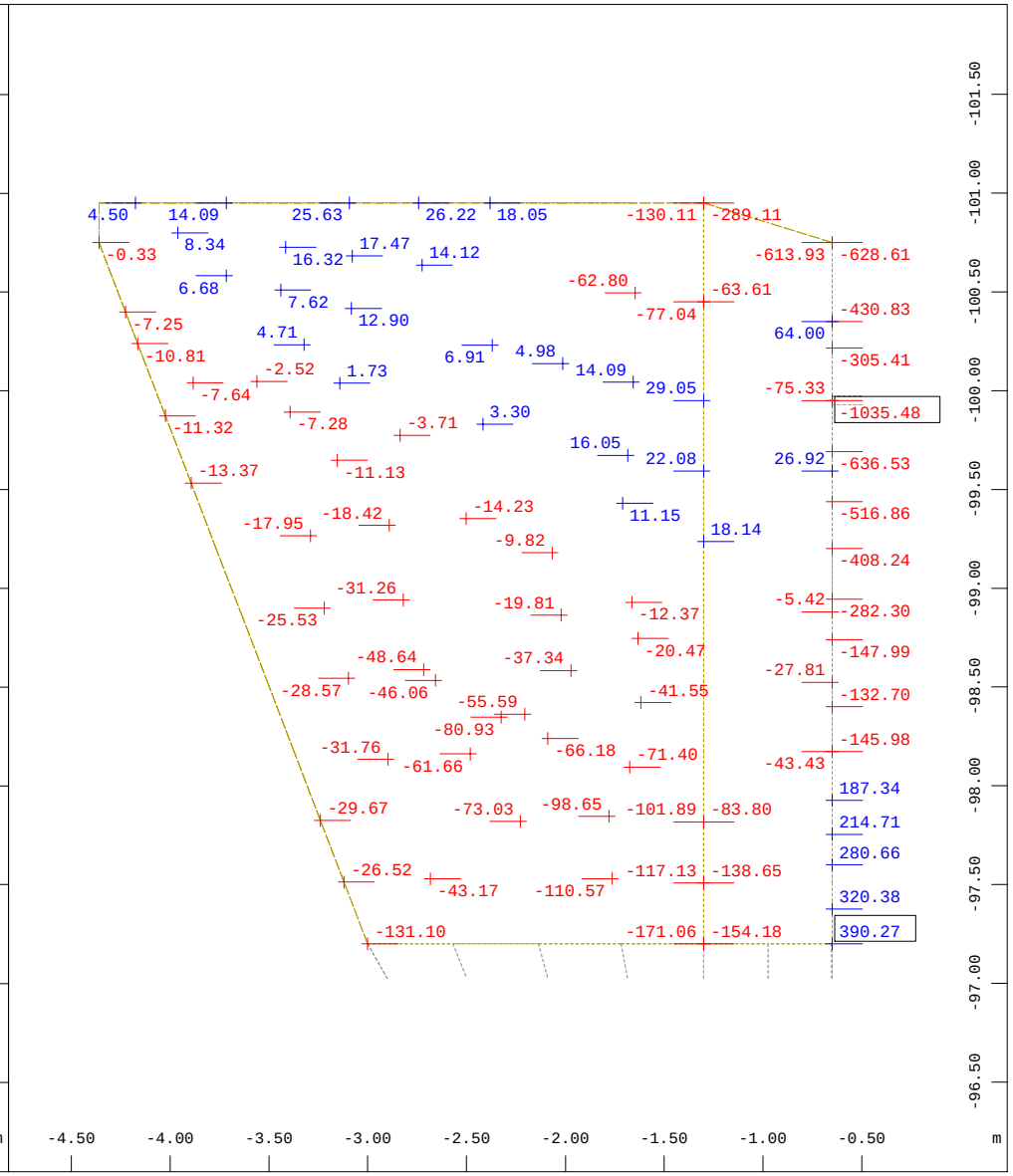


Y X
Z

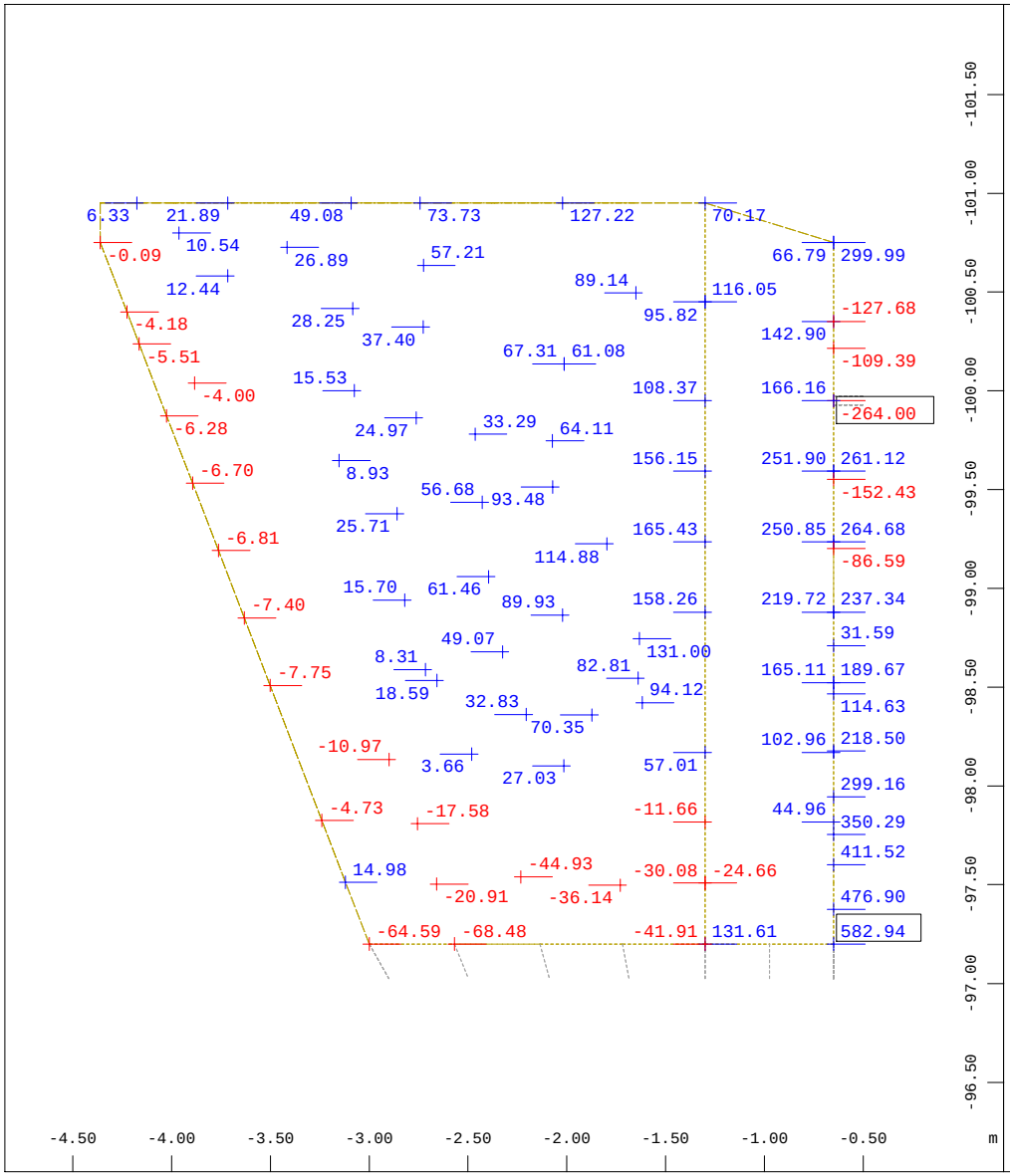
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 111
LM71 G11 (Min=-337.29) (Max=145.57)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 2105
MAX-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-175.24) (Max=758.68)

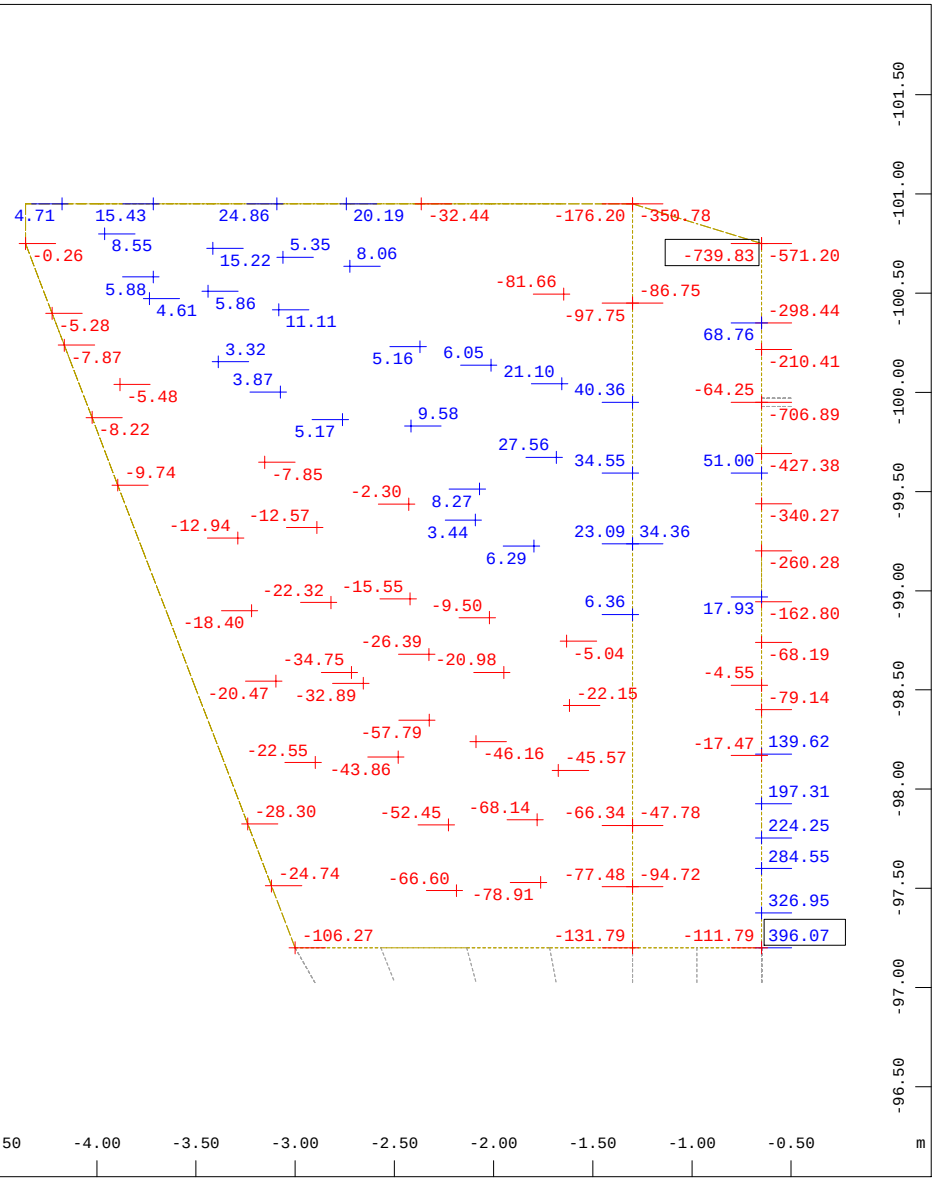


Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 2106
MIN-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-1035.48) (Max=390.27)



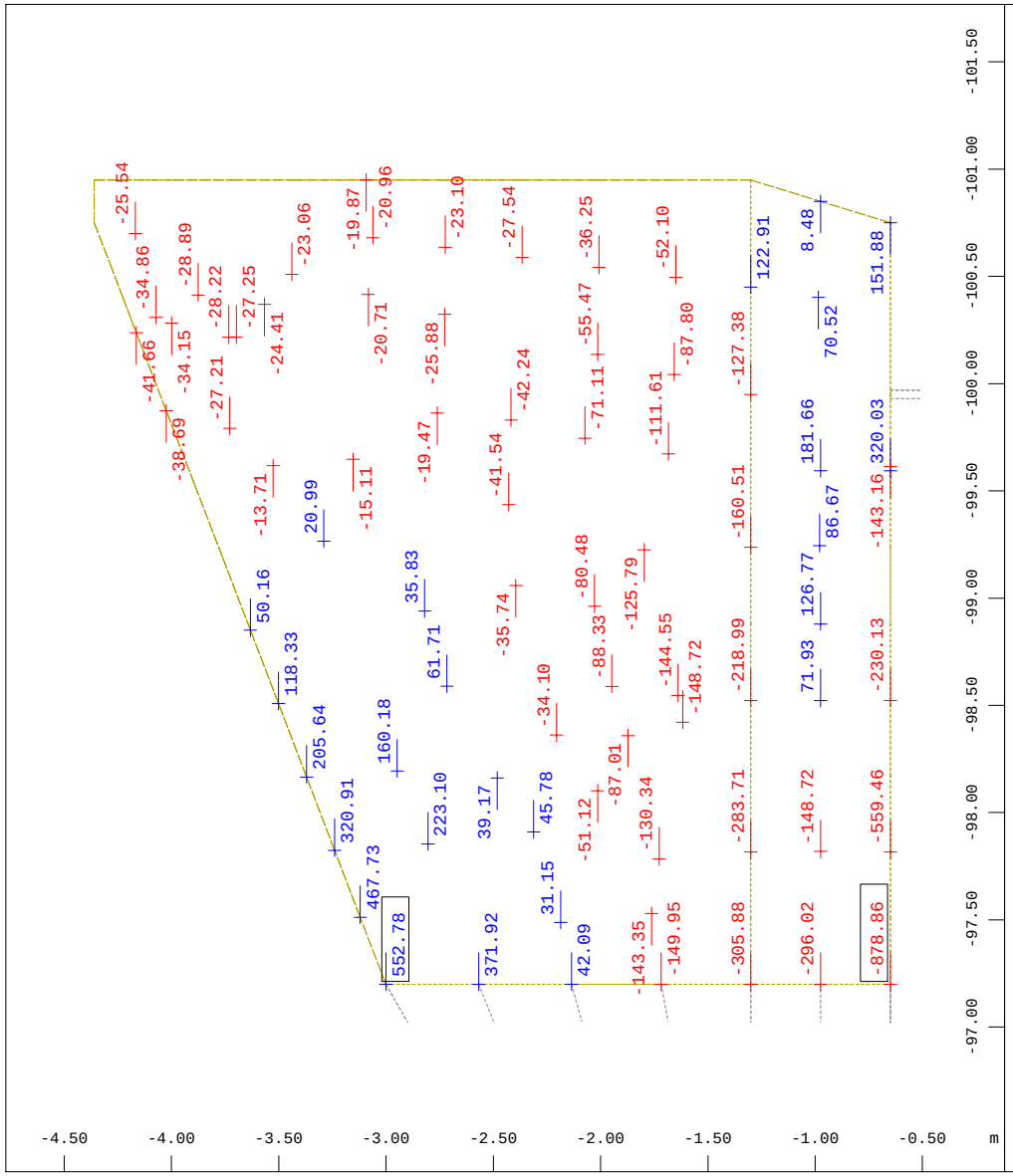
Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 1105
MAXR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-264.00) (Max=582.94)



Y X
Z

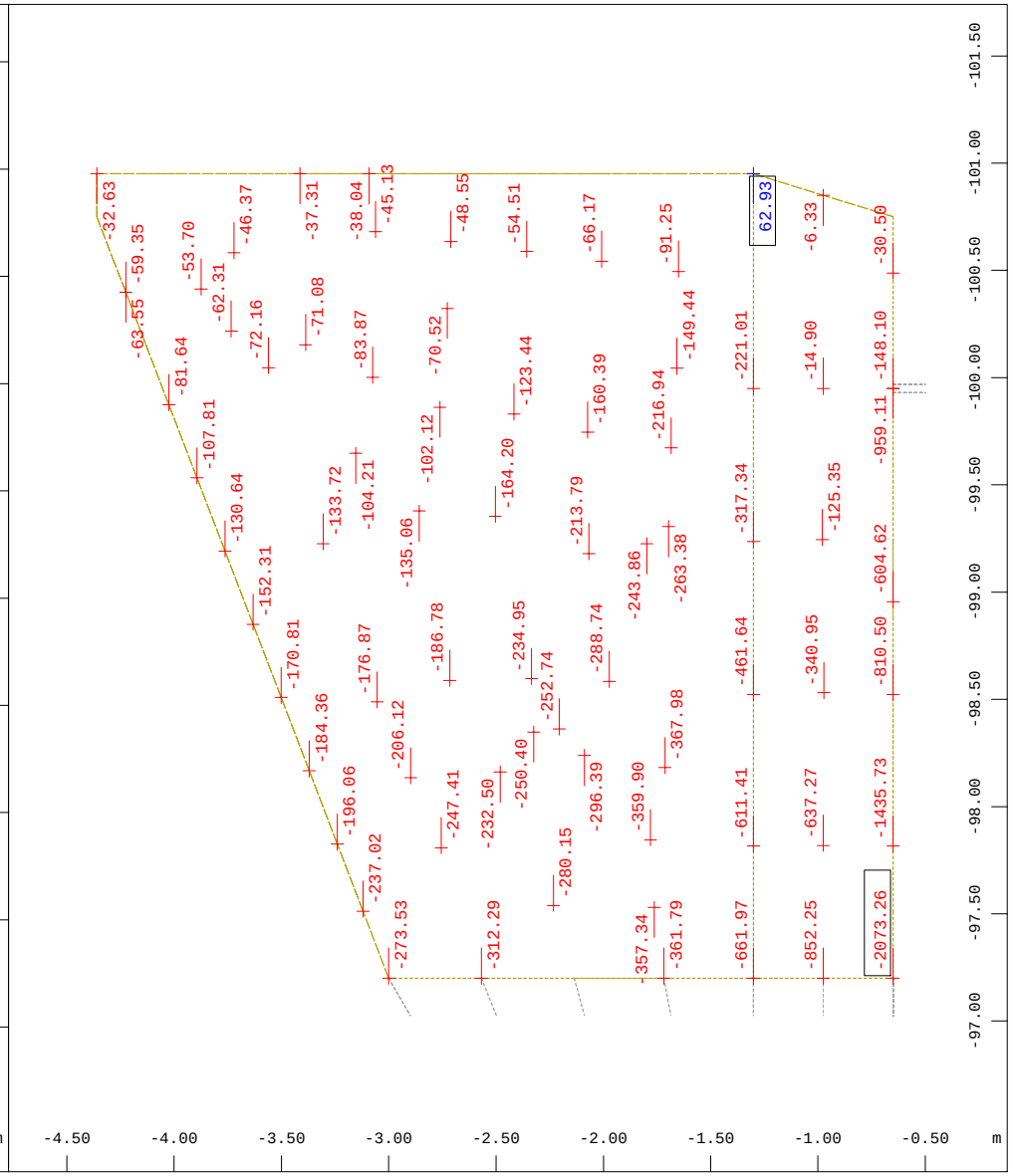
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten in kN/m, Lastfall 1106
MINR-PZ KNOT #titel MT|nxx|PZ (Min=-739.83) (Max=396.07)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 2107

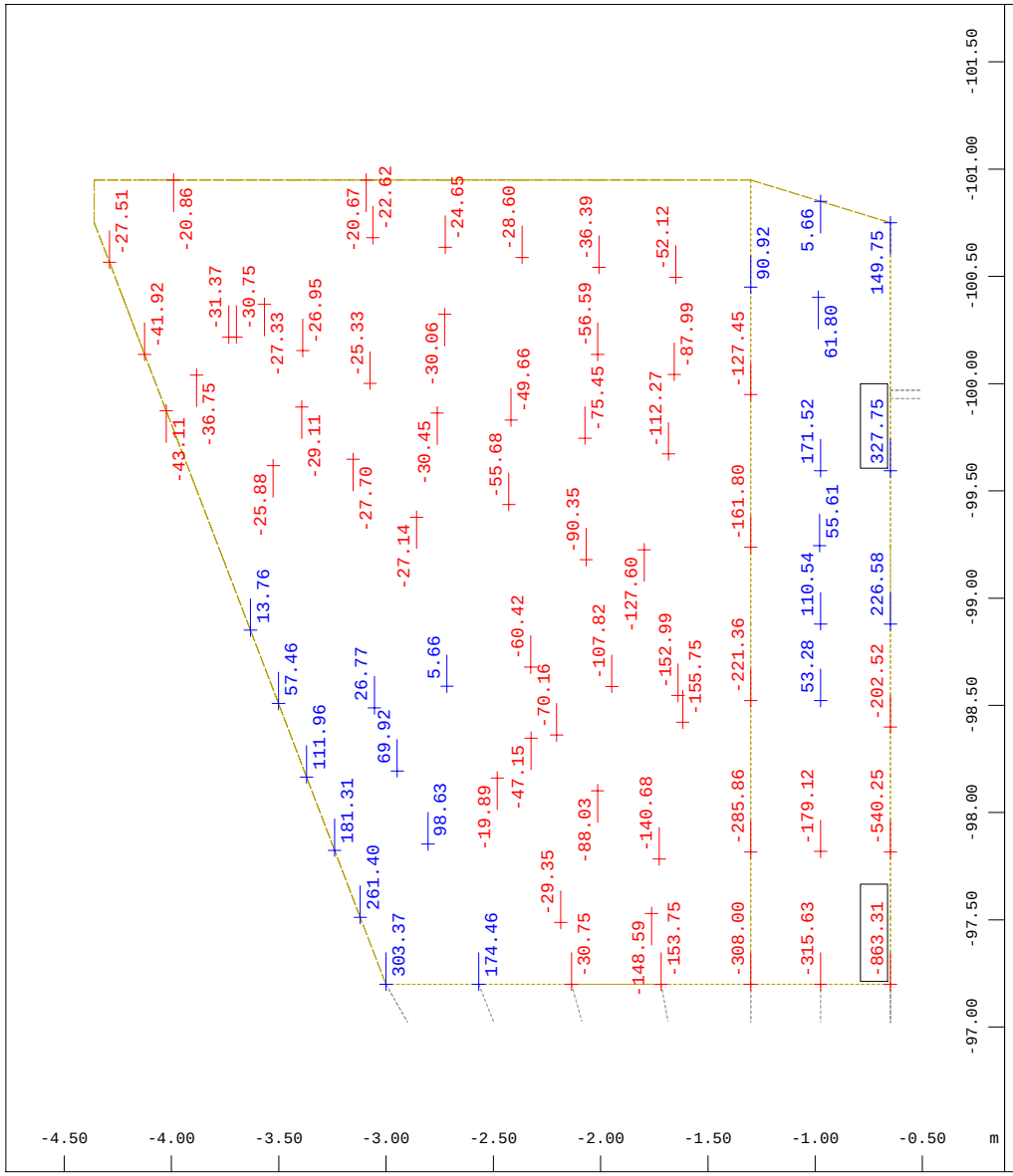
MAX-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-878.86) (Max=552.78)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 2108

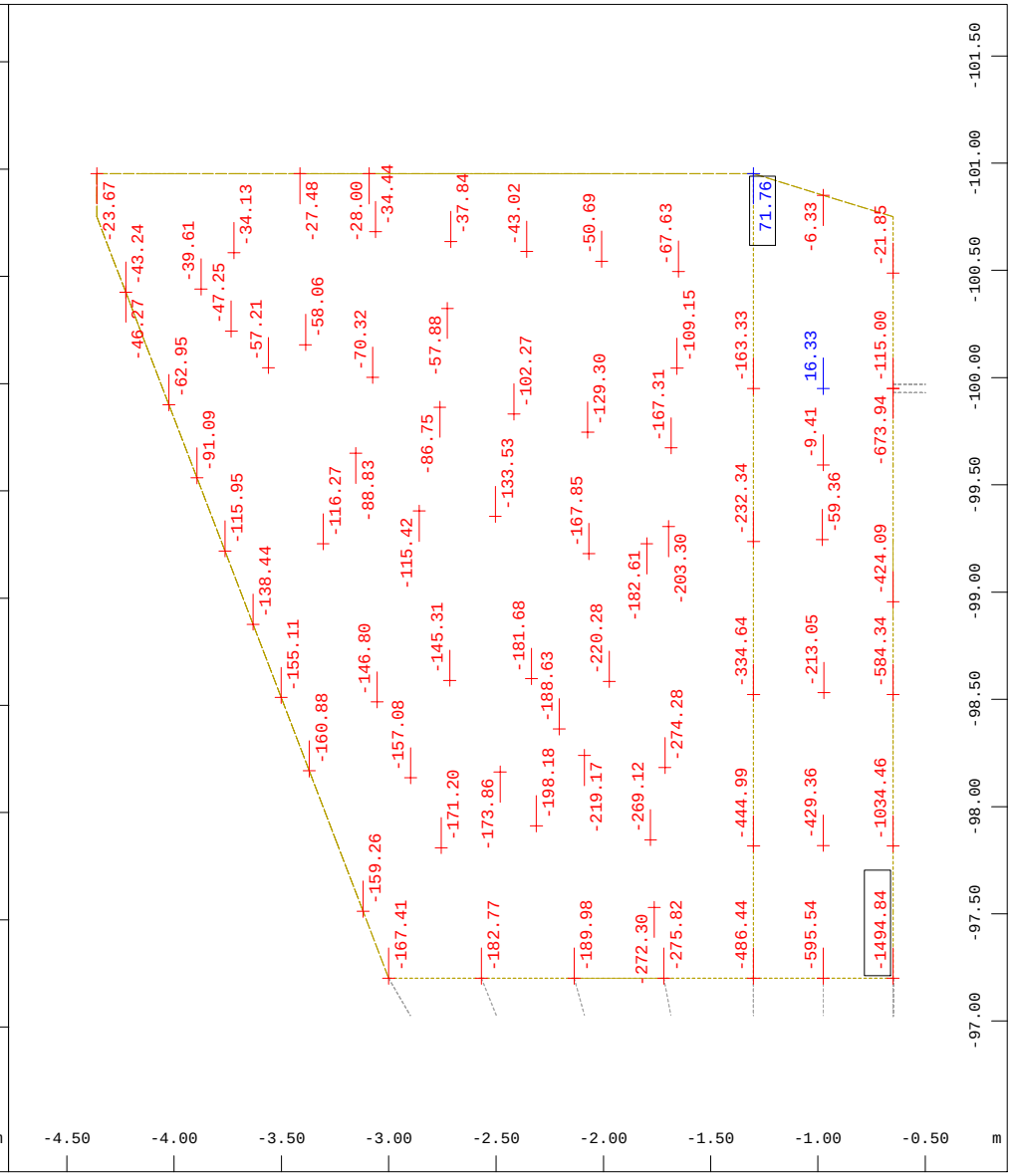
MIN-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-2073.26) (Max=62.93)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 1107

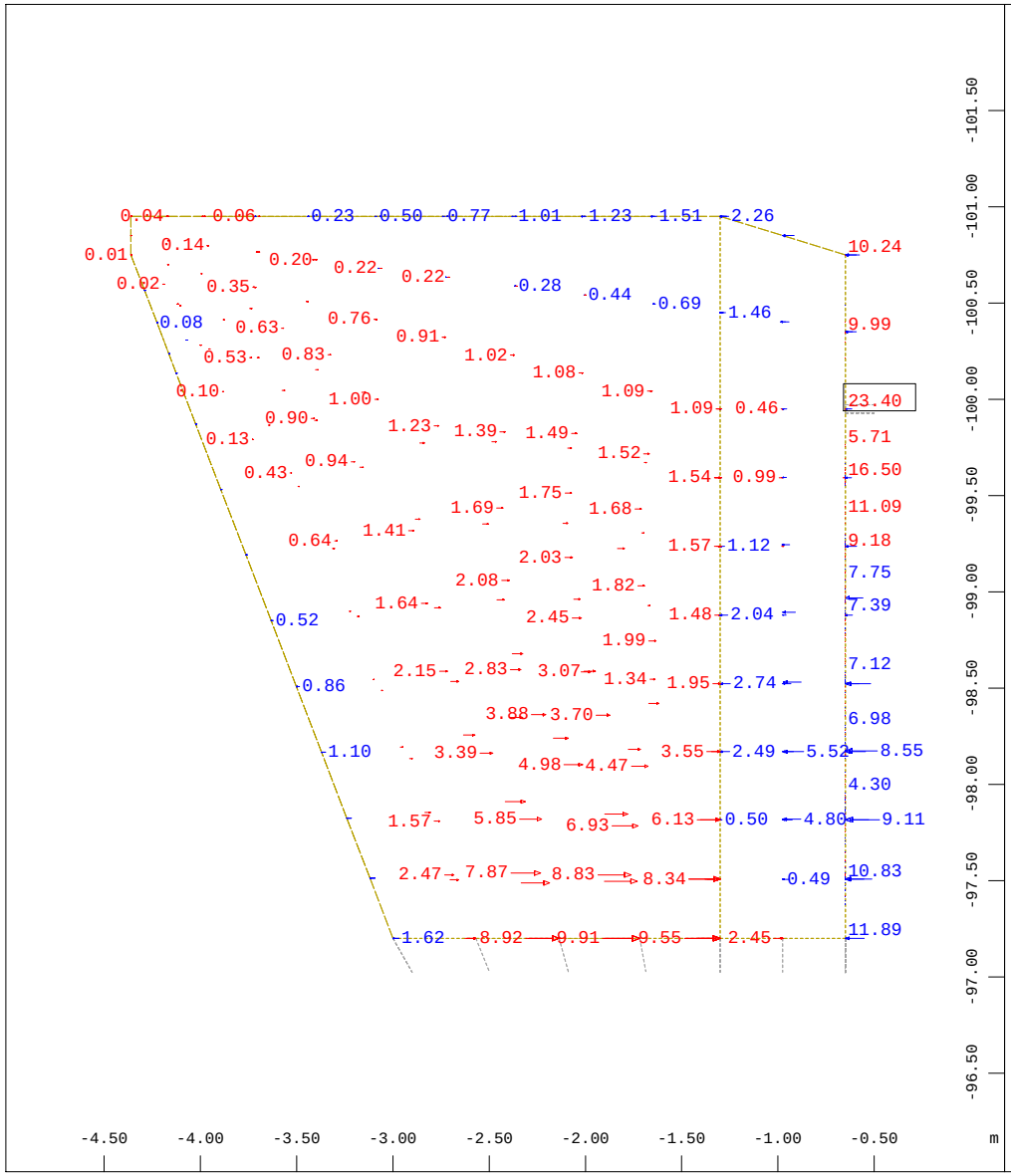
MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-863.31) (Max=327.75)



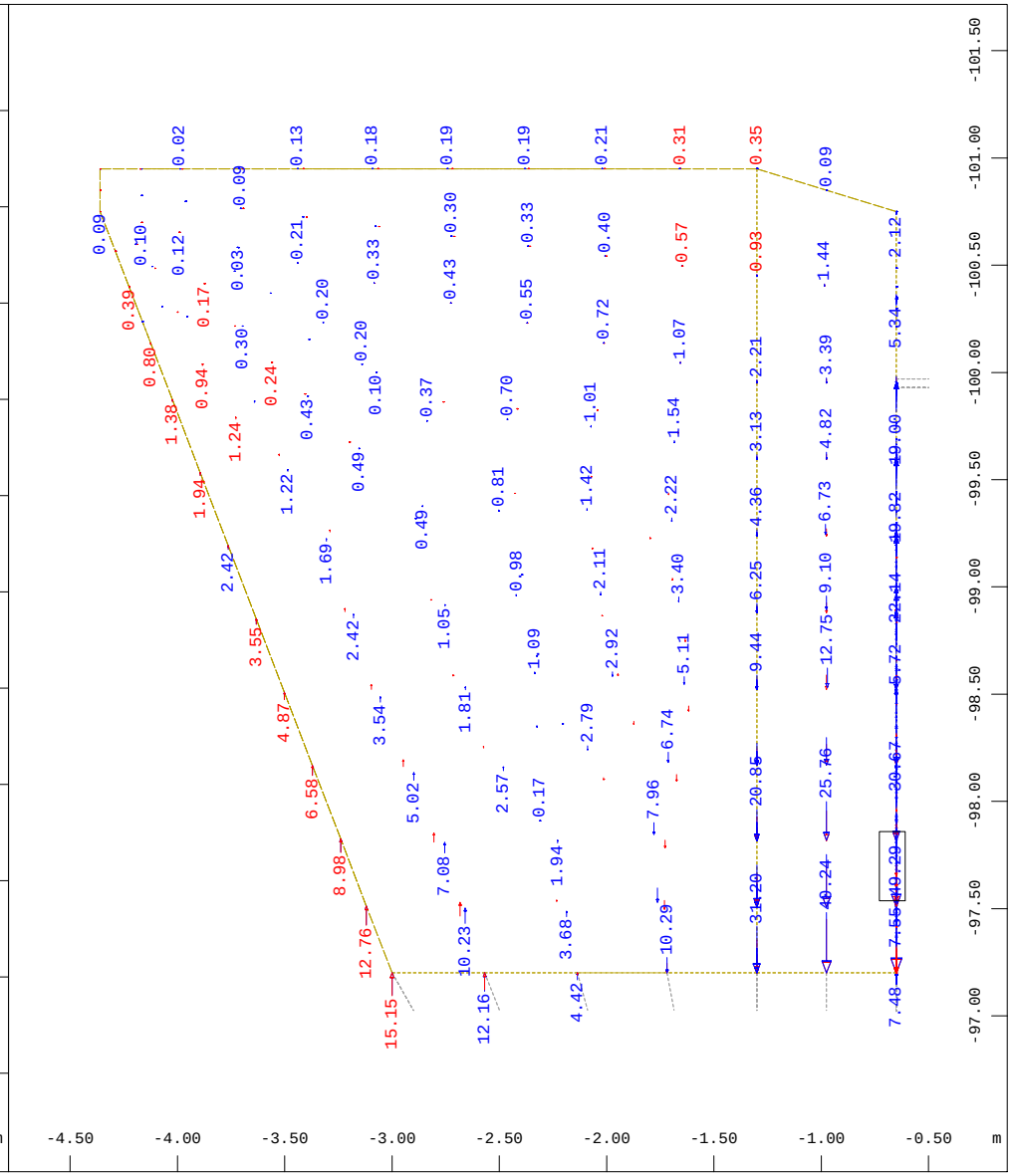
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten in kN/m, Lastfall 1108

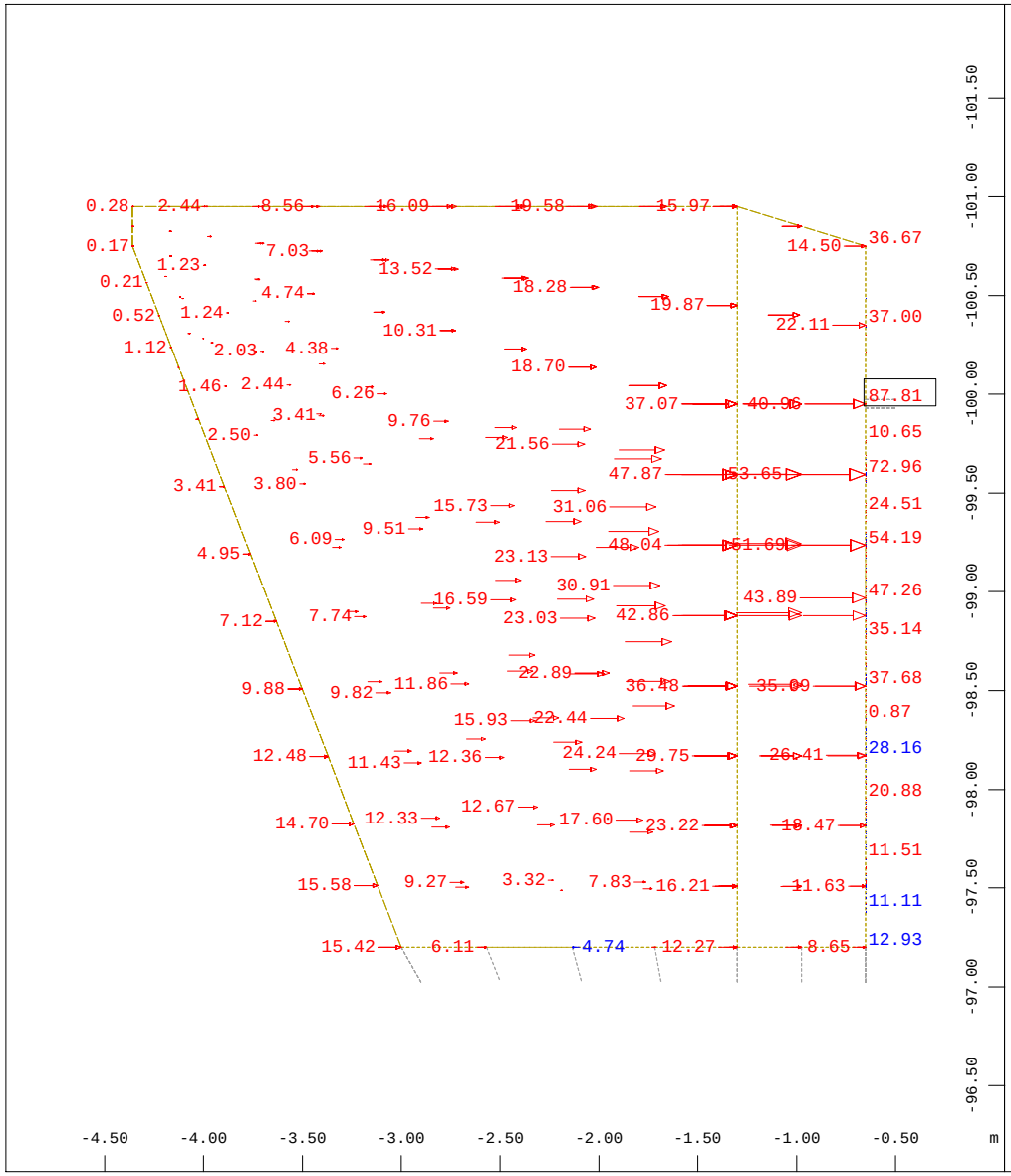
MINR-UX KNOT #titel N |nyy|UX (Min=-1494.84) (Max=71.76)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 39
Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht
, 1 cm im Raum = 20.000 kN/m (Min=-23.40) (Max=22.36)



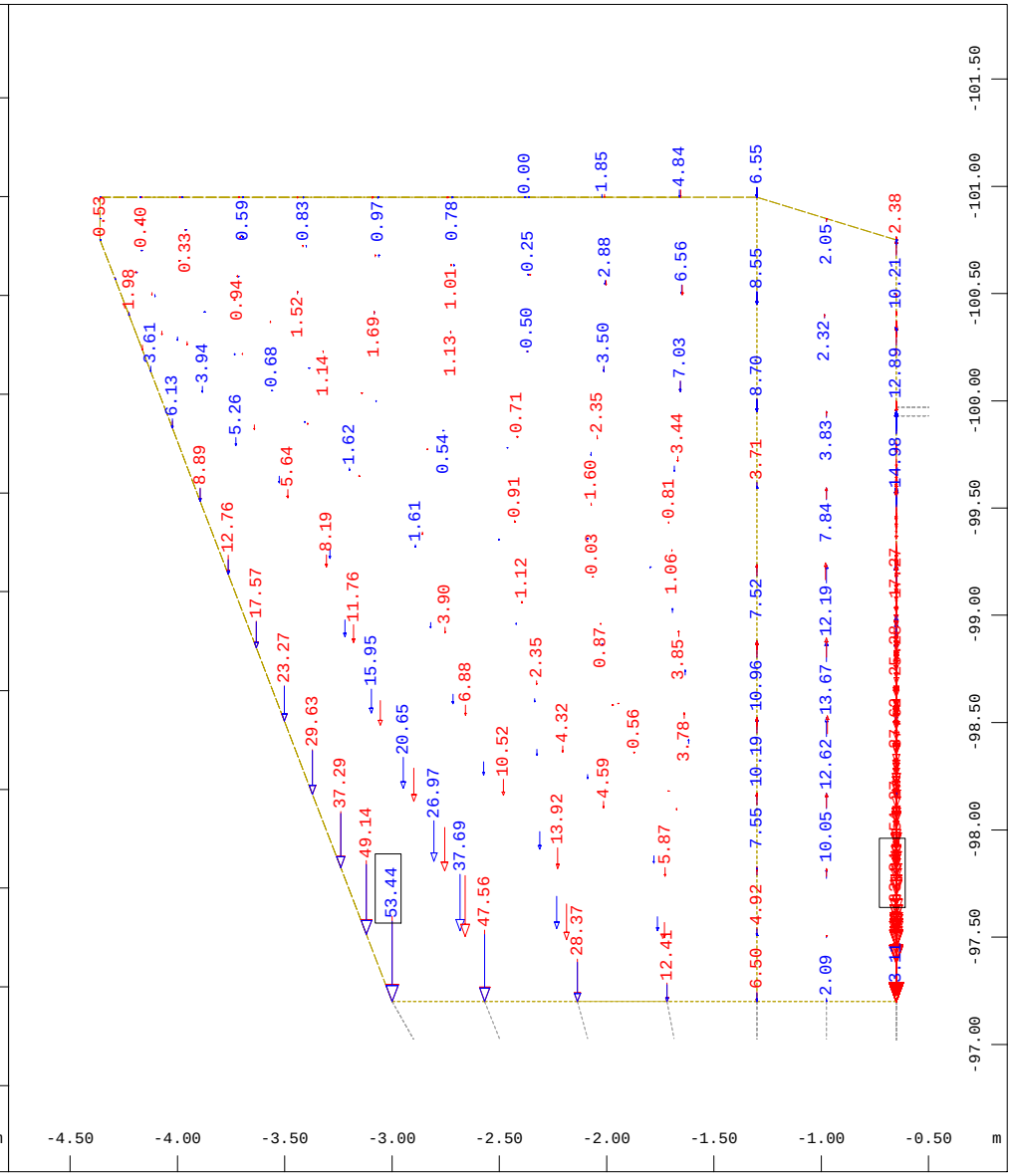
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-44.96) (Max=49.29)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

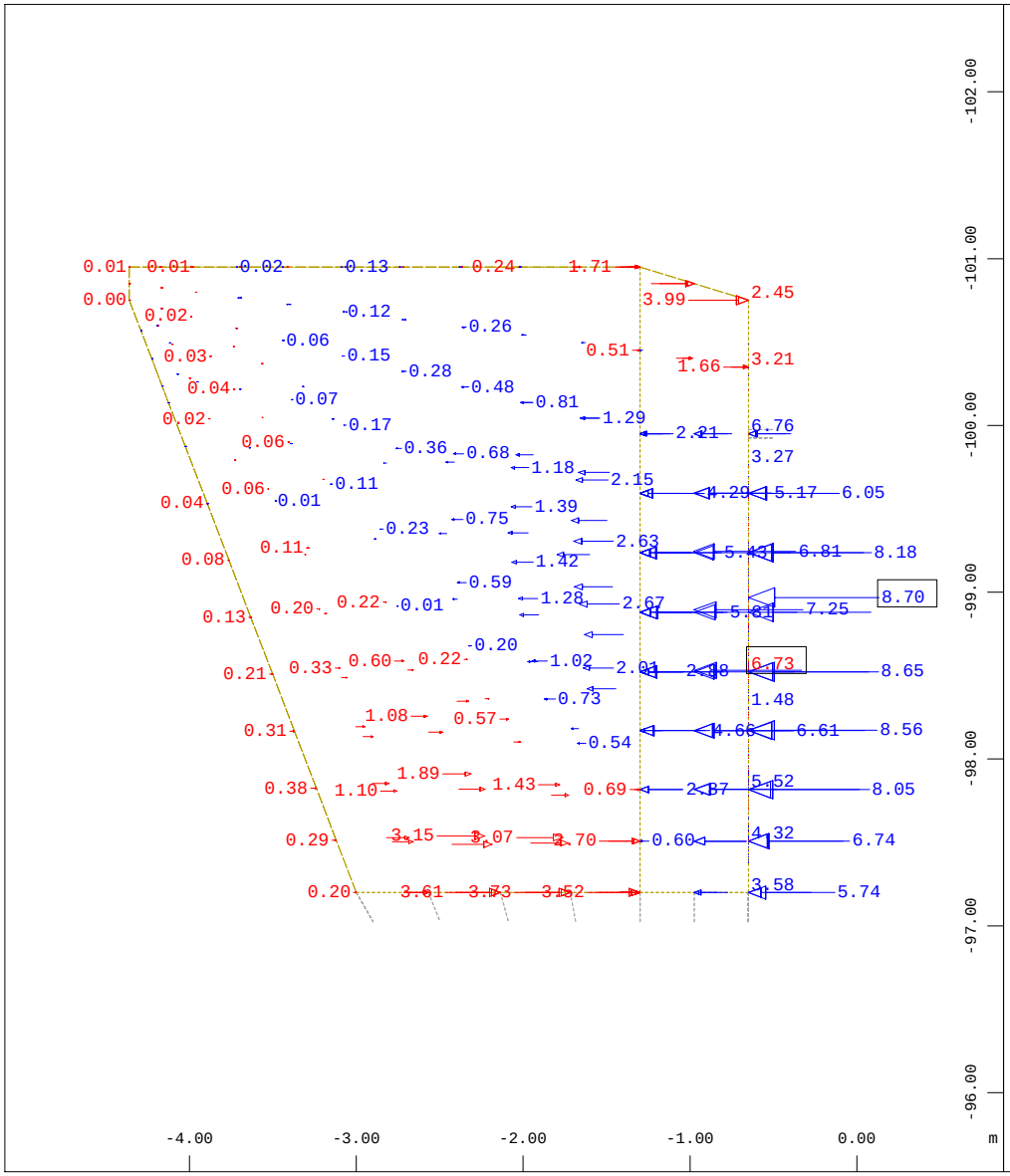
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-87.81) (Max=83.12)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck

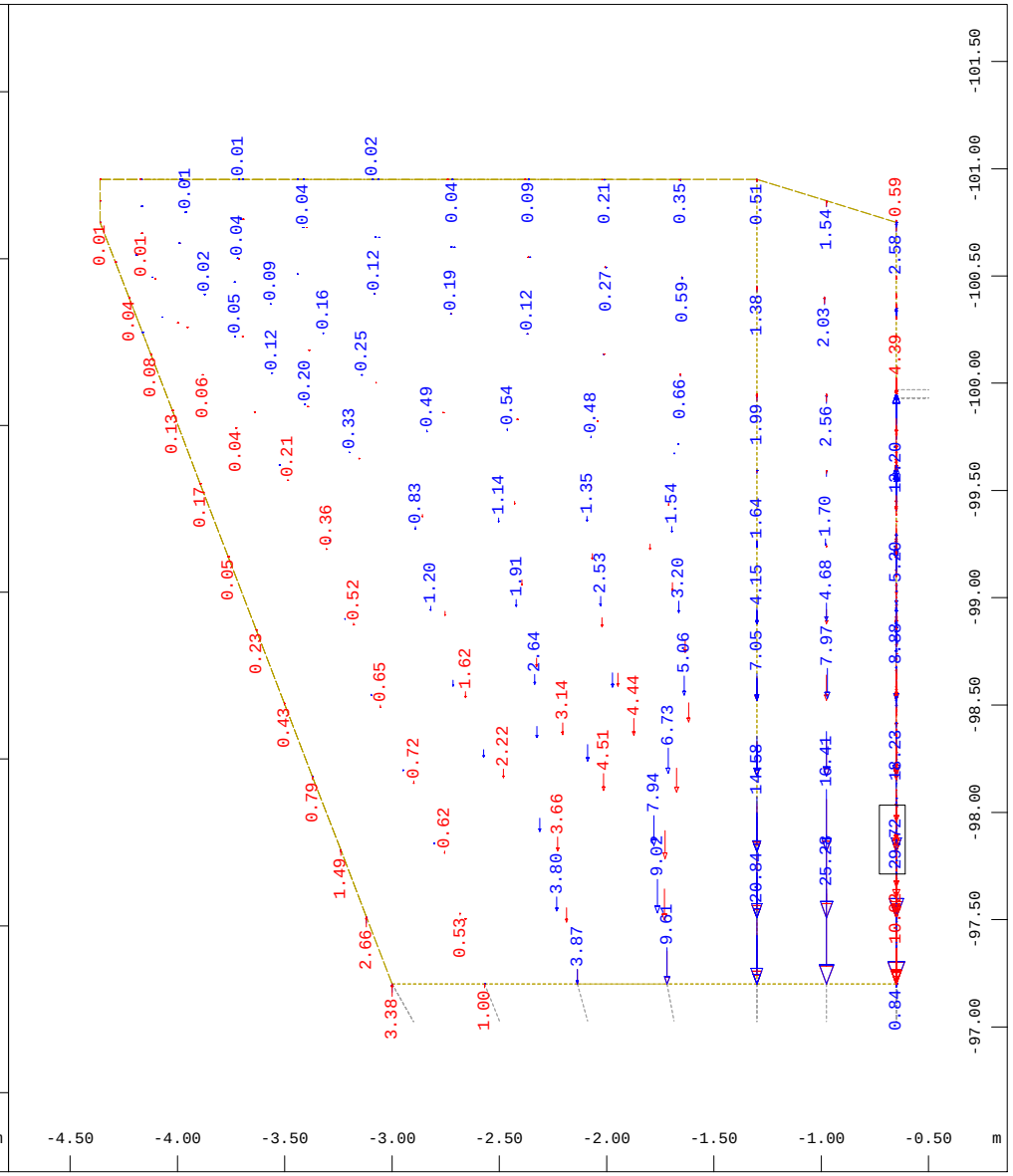
, 1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-63.84) (Max=53.44)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 45

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

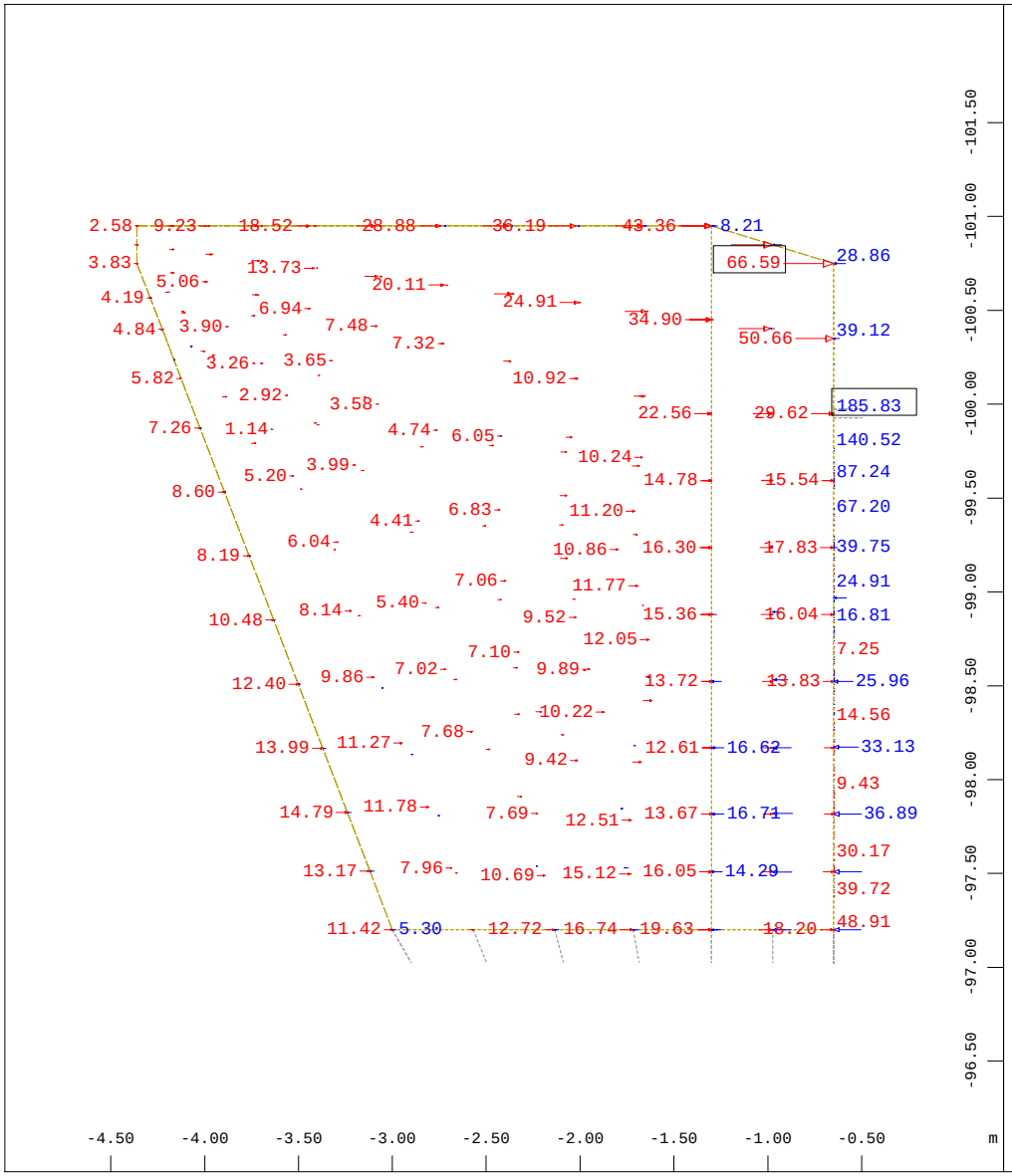
, 1 cm im Raum = 5.0000 kN/m (Min=-6.73) (Max=8.70)



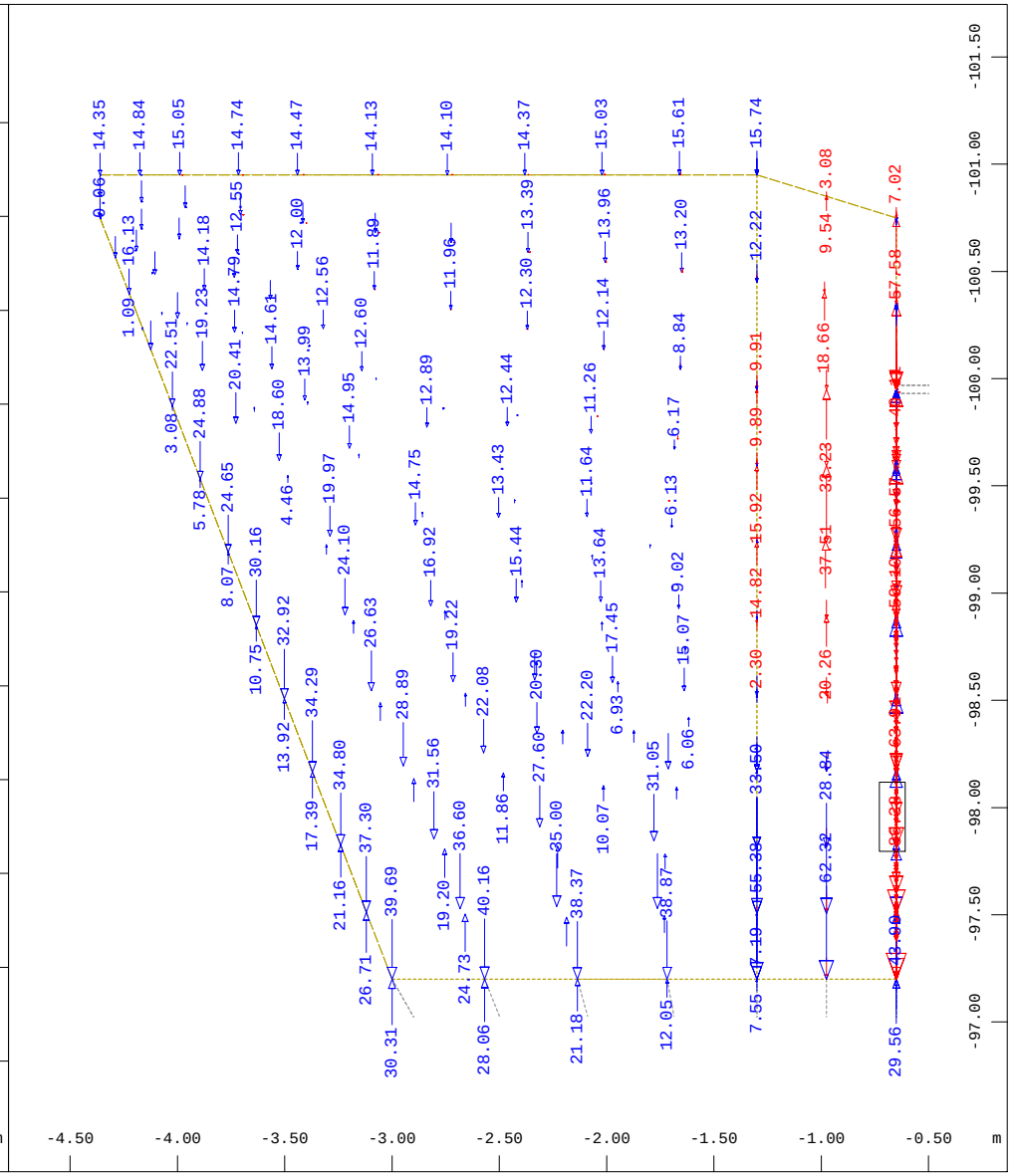
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau

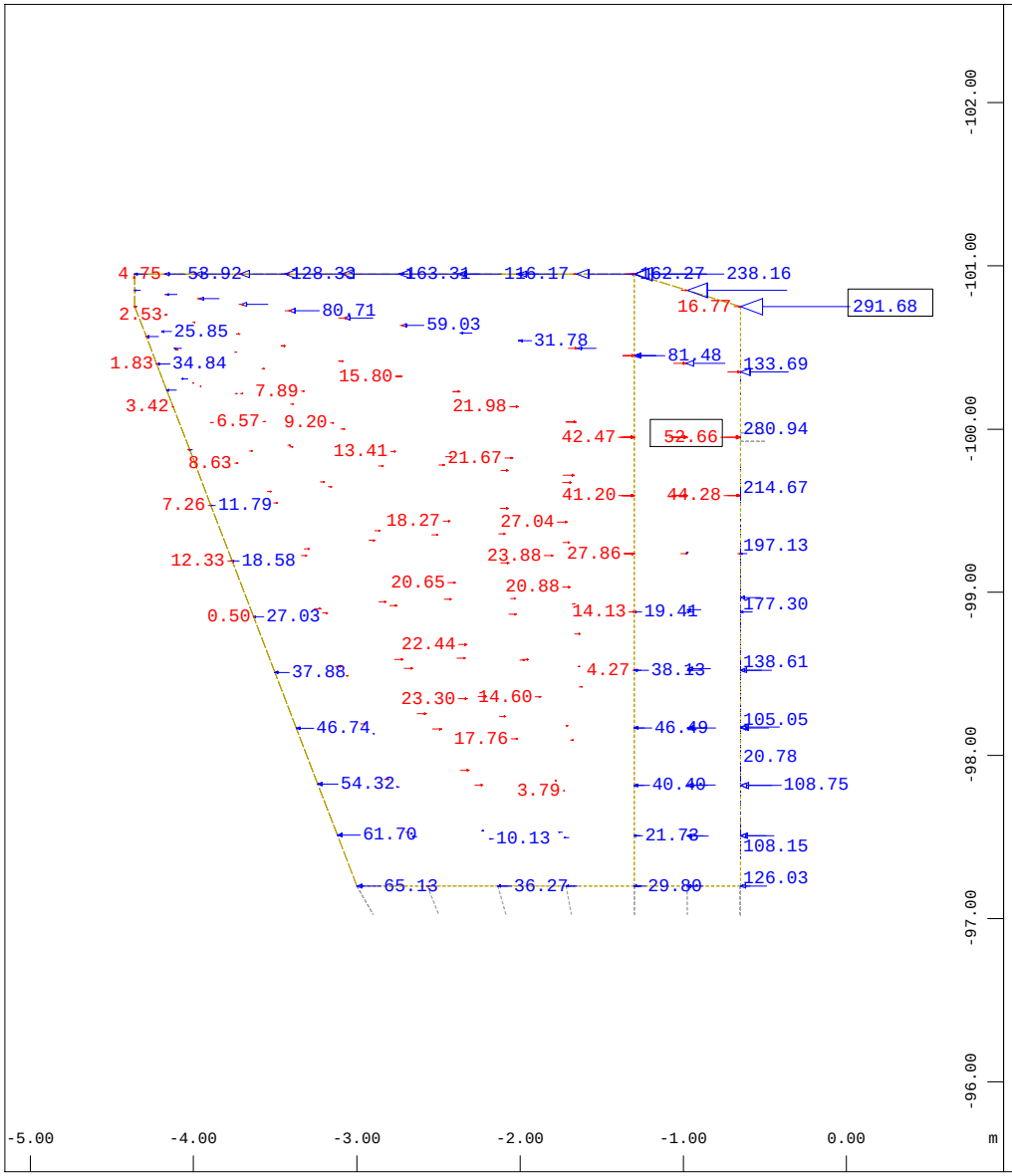
, 1 cm im Raum = 20.000 kN/m (Min=-28.78) (Max=29.72)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 40
Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 ,
1 cm im Raum = 100.00 kN/m (Min=-66.59) (Max=185.83)



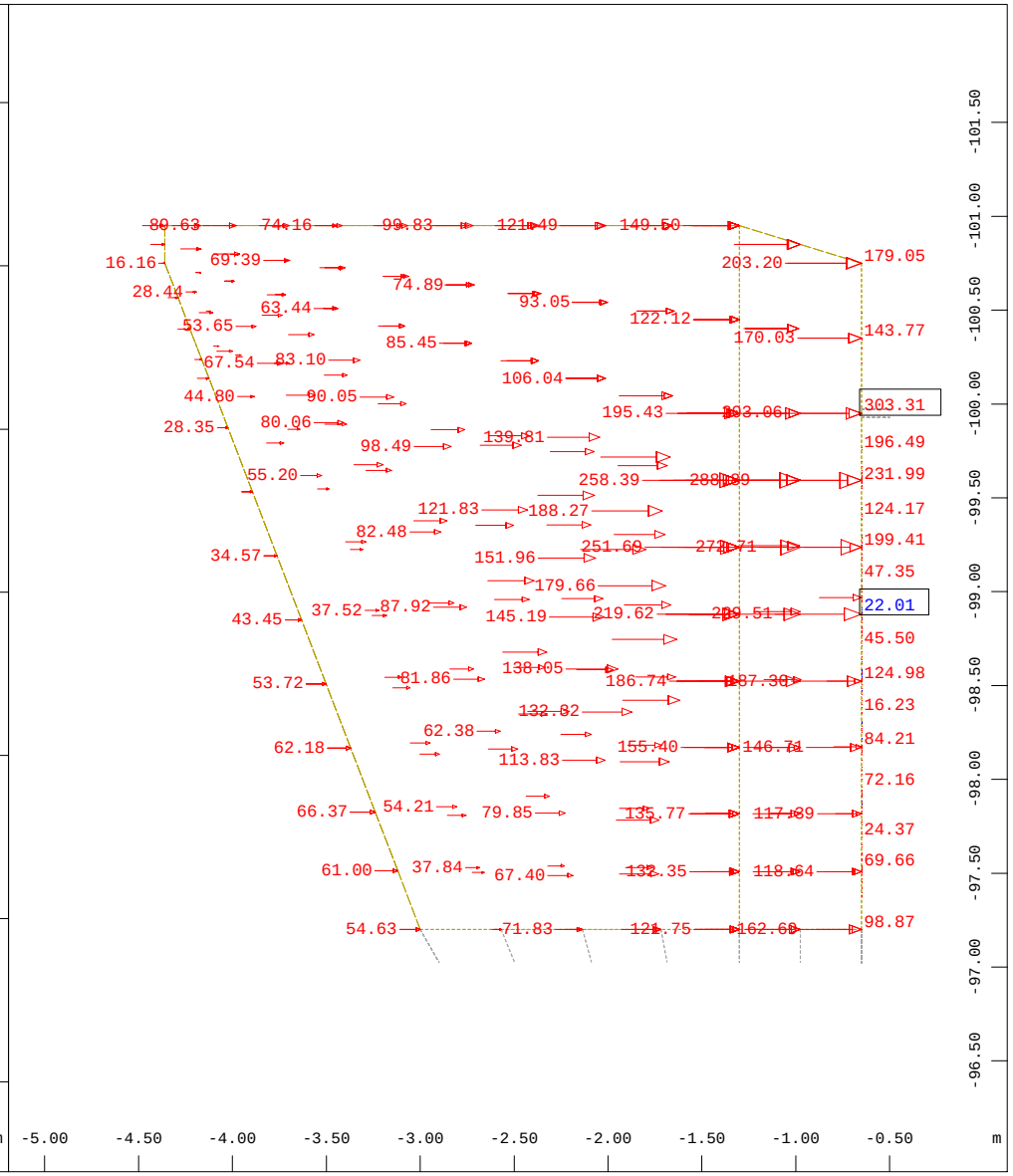
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 ,
1 cm im Raum = 50.000 kN/m (Min=-86.38) (Max=69.25)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 46

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2109 MAX-UY KNOT

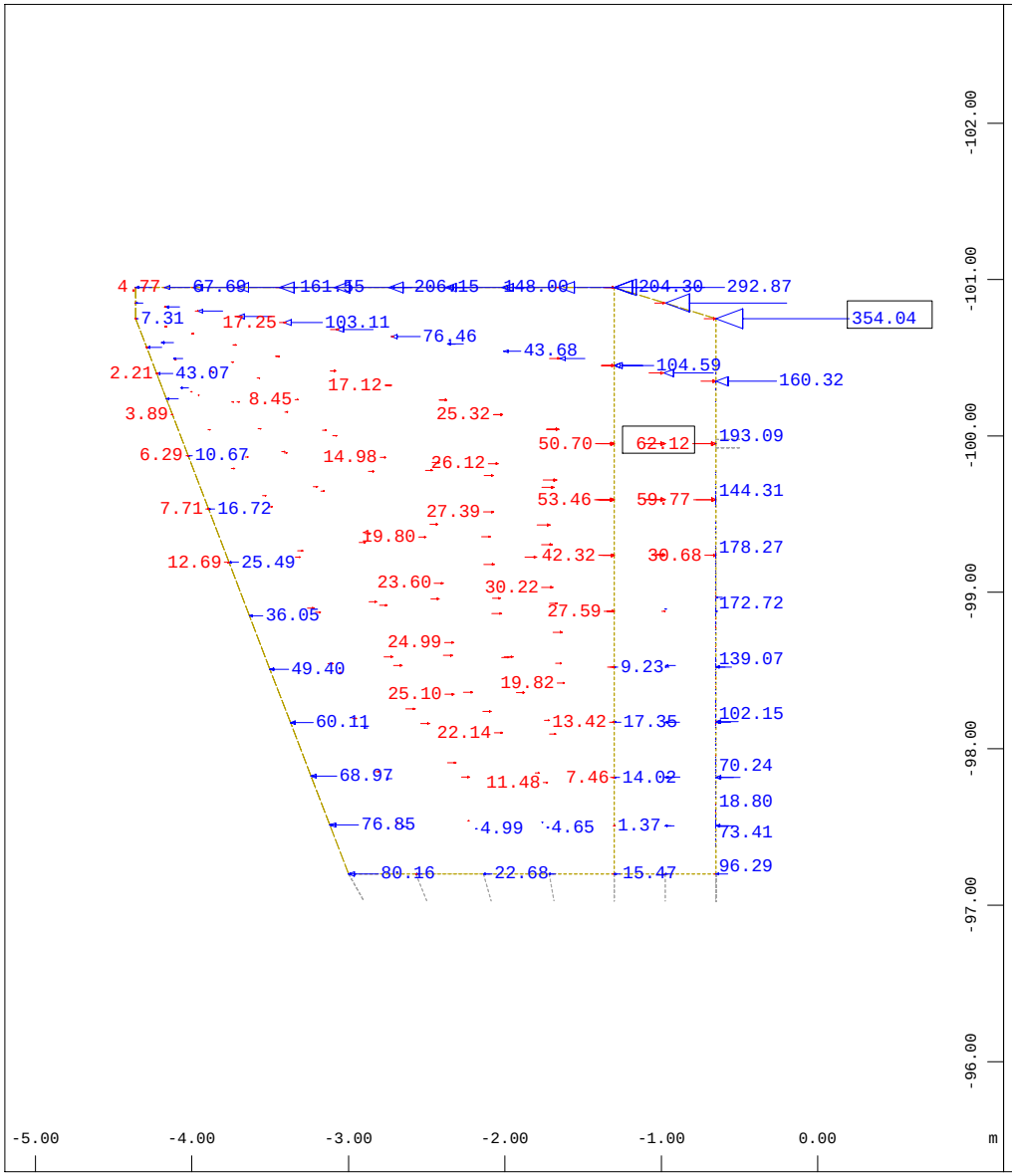
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 40

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 2110 MIN-UY KNOT

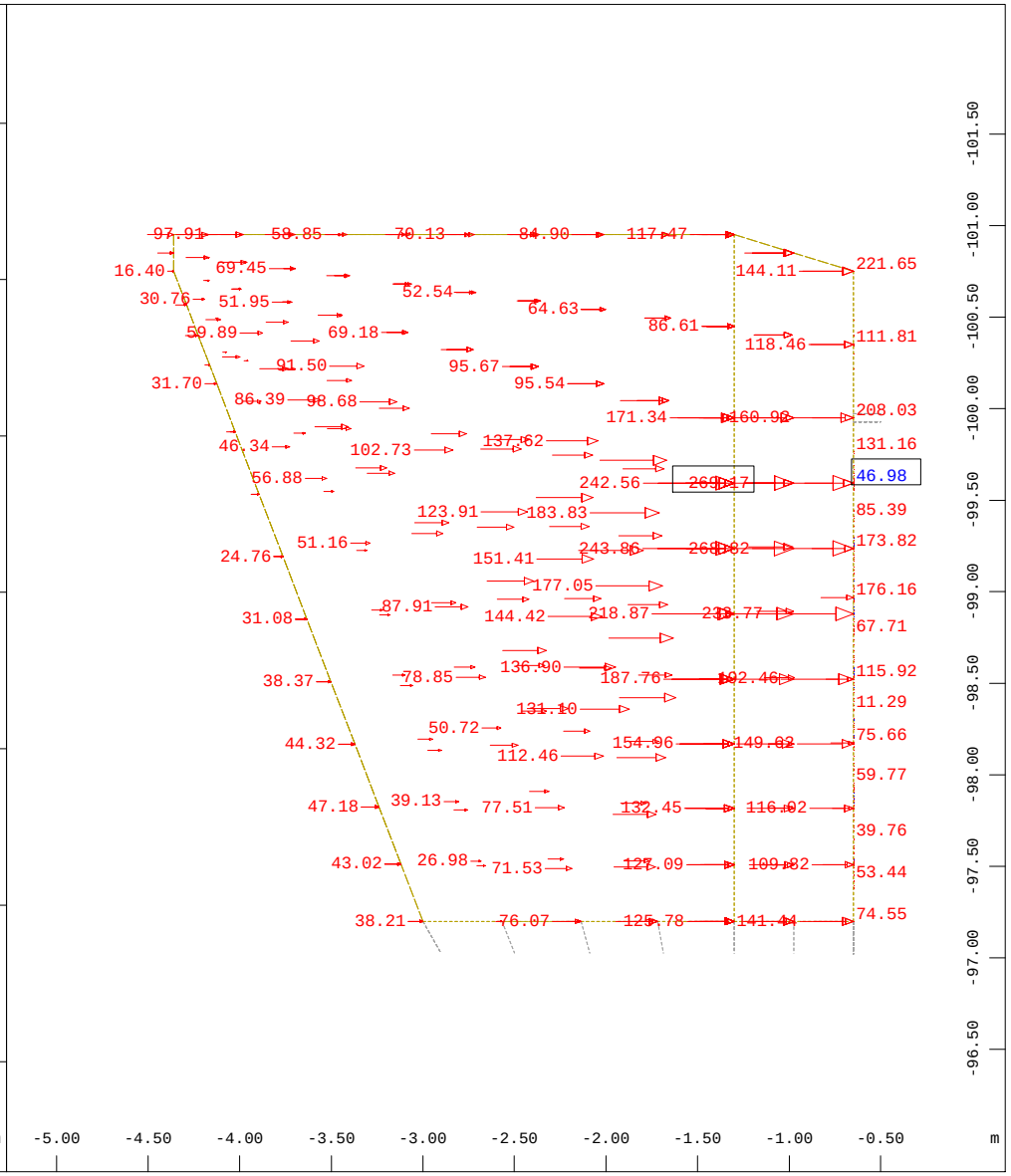
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 48

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 1109 MAXR-UY KNOT

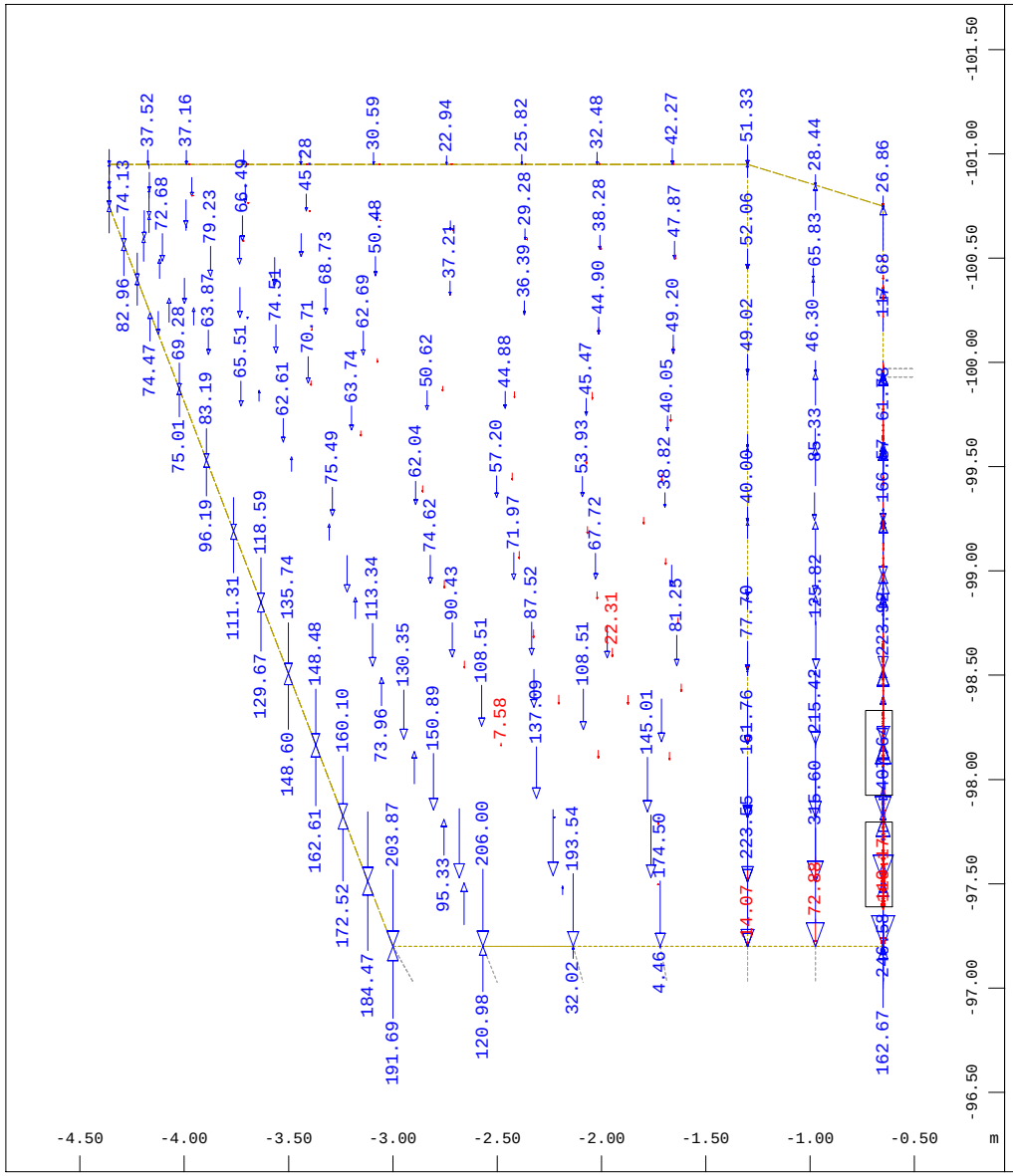
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



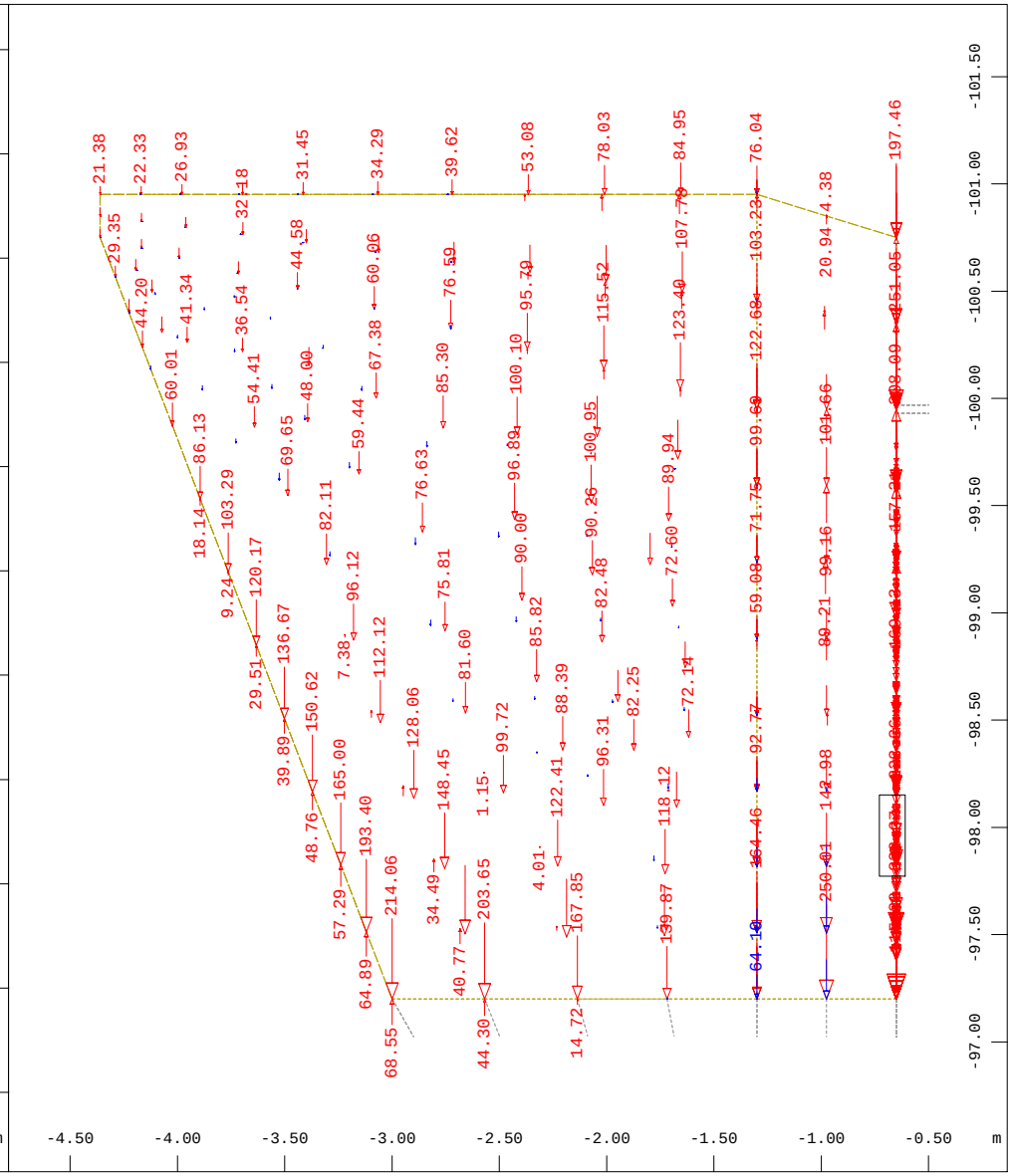
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 41

Querkraft v-x in lokal x im Knoten, Lastfall 1110 MINR-UY KNOT

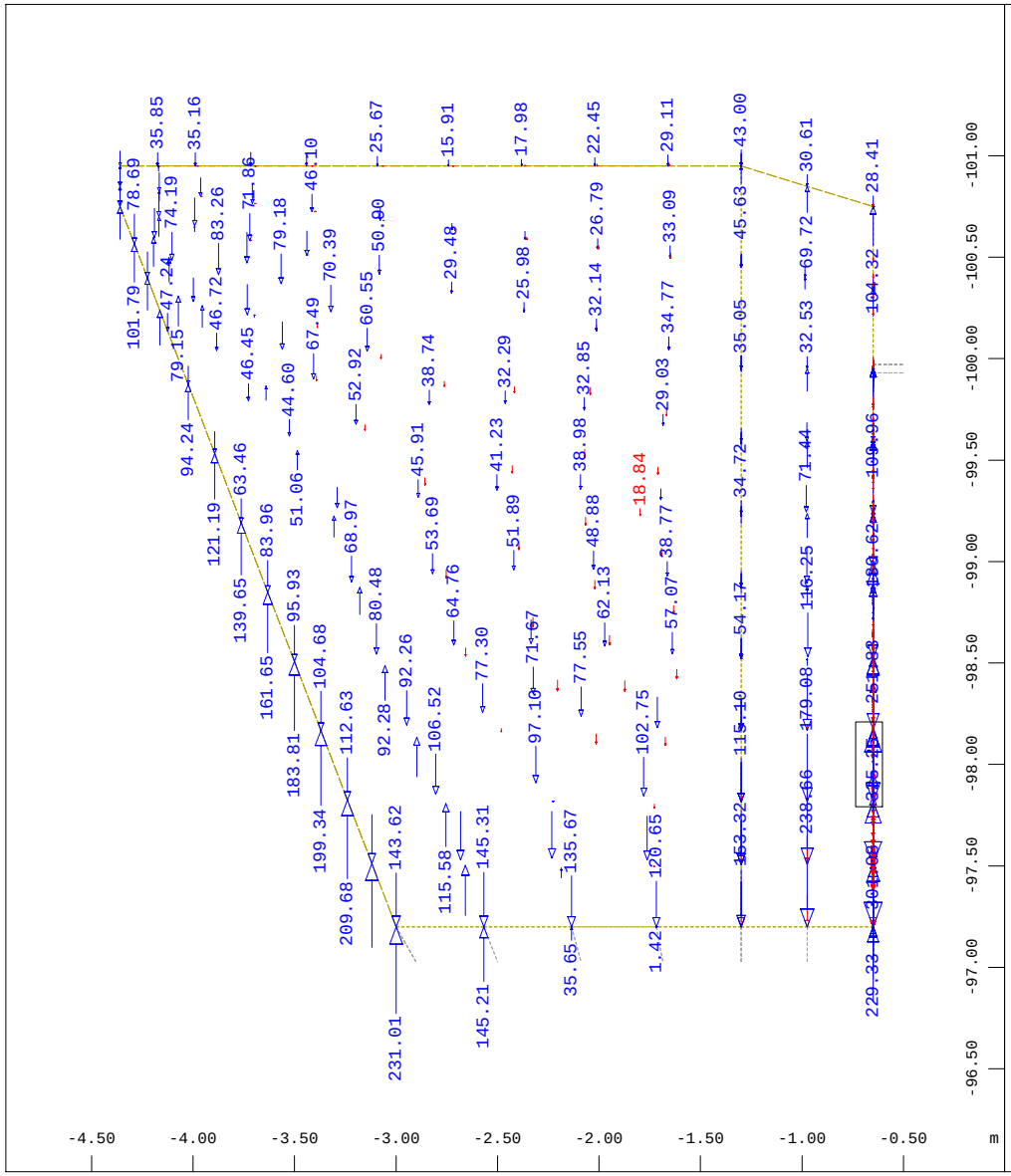
#titel MZ| vx|UY , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 36
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2111 MAX-UZ KNOT
#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



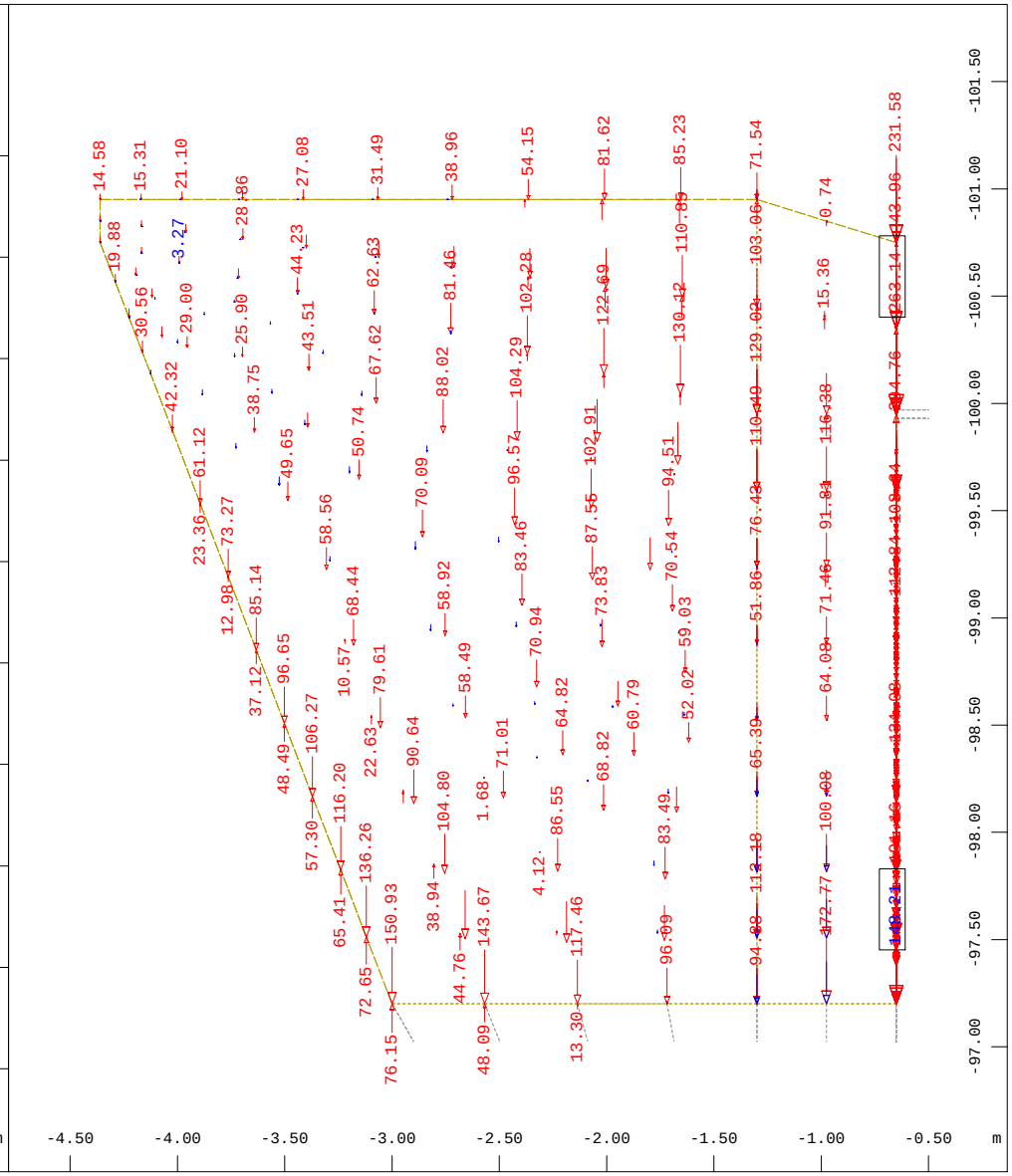
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 2112 MIN-UZ KNOT
#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 37

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 1111 MAXR-UZ KNOT

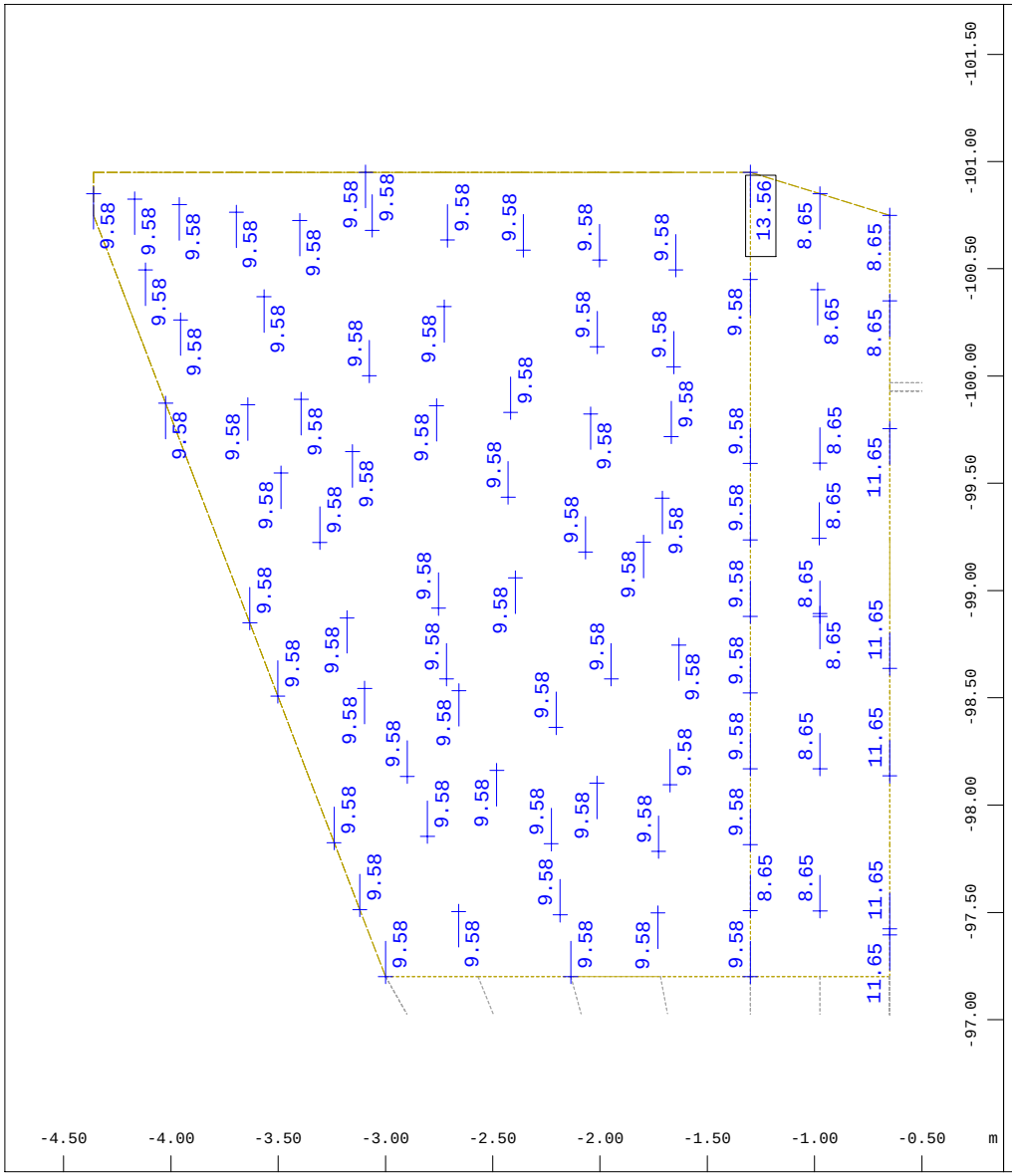
#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



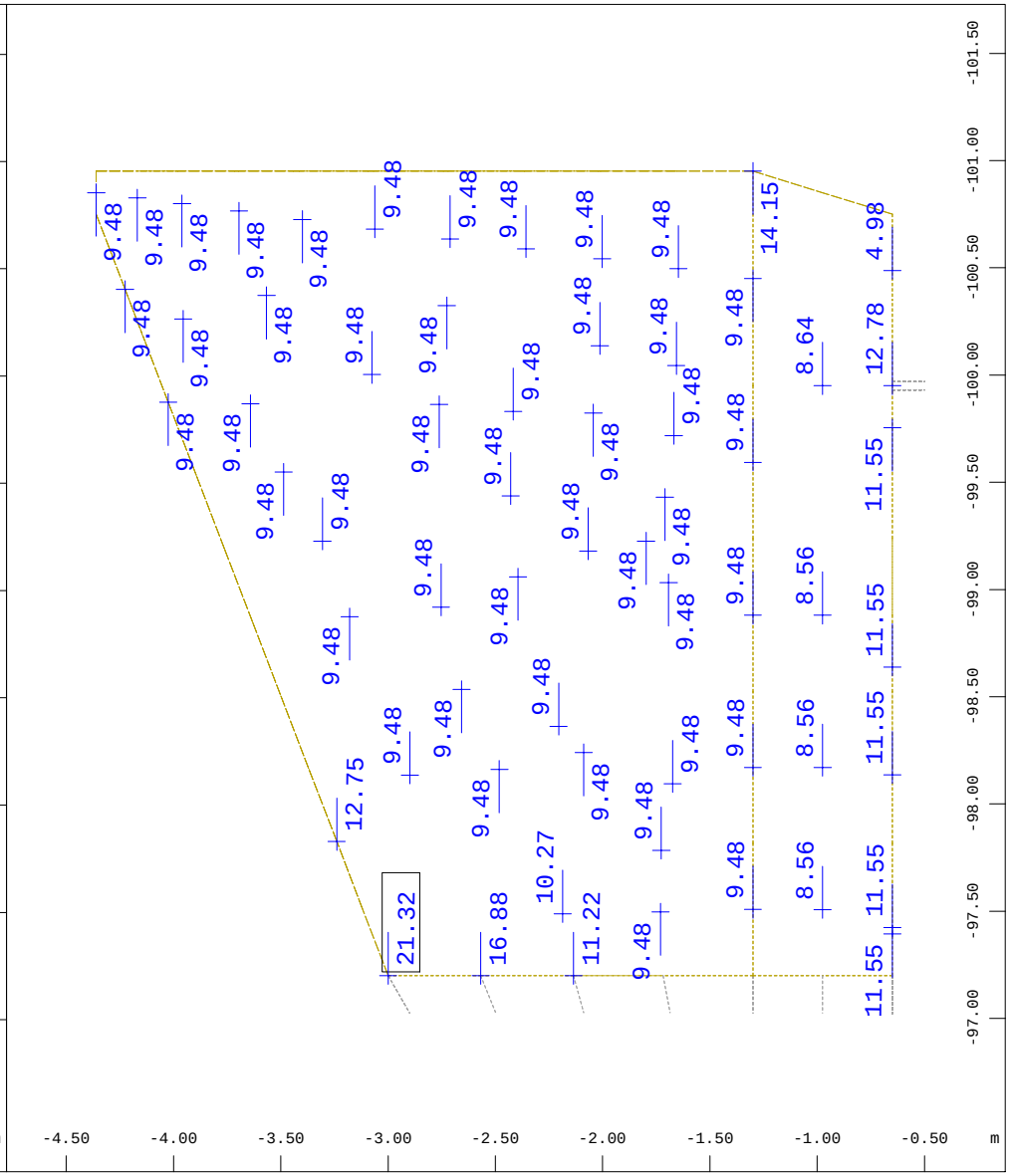
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35

Querkraft v-y in lokal y im Knoten, Lastfall 1112 MINR-UZ KNOT

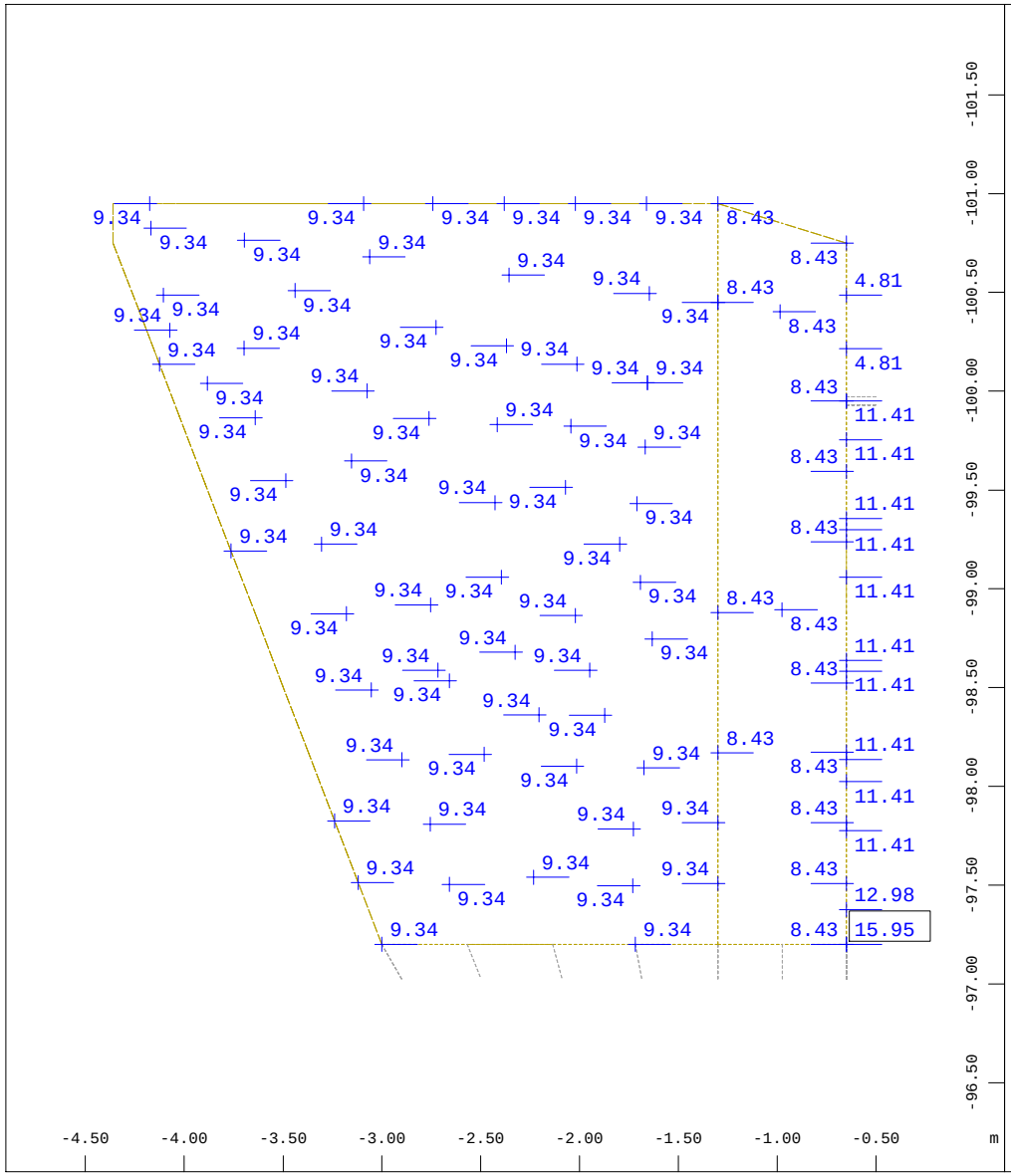
#titel VY| vy|UZ , 1 cm im Raum = 200.00 kN/m



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten im Knoten in
cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=13.56)



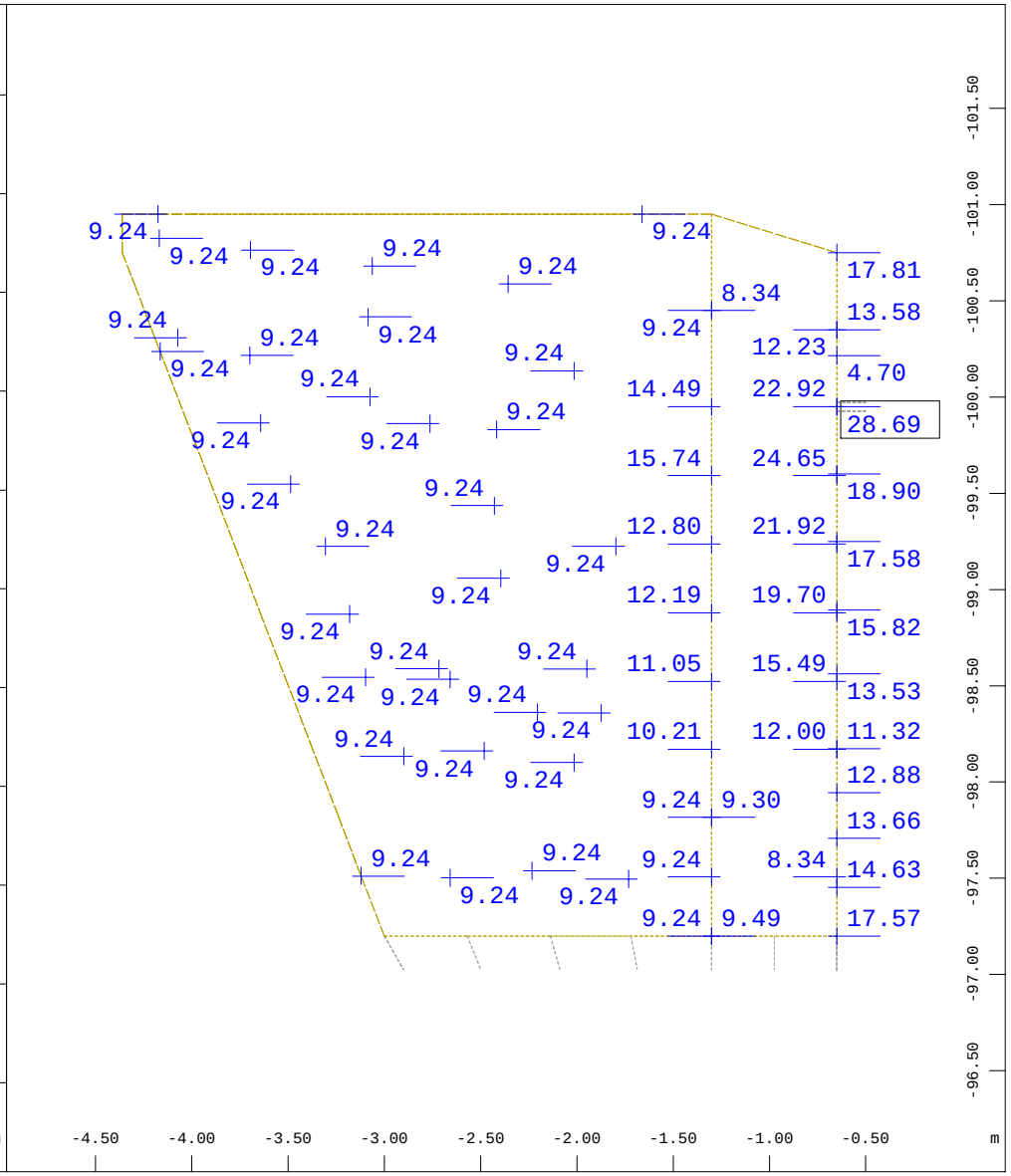
Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 35
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben im Knoten in
cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=21.32)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 38

Y X Z

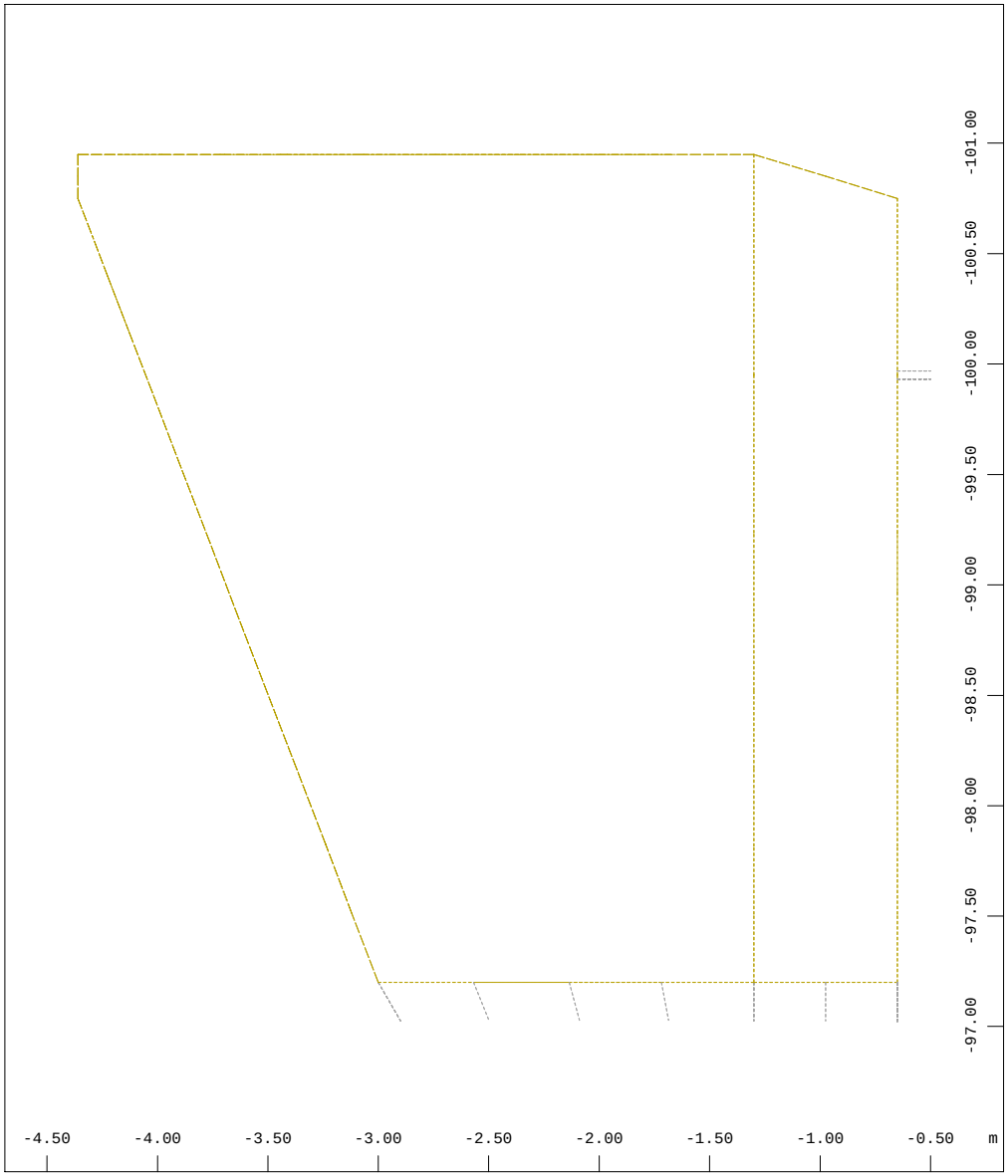
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten im Knoten in cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=15.95)



Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand M 1 : 39

Y X Z

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben im Knoten in cm2/m, Bemessungsfall 5 Gebrauchsnachweis (Max=28.69)



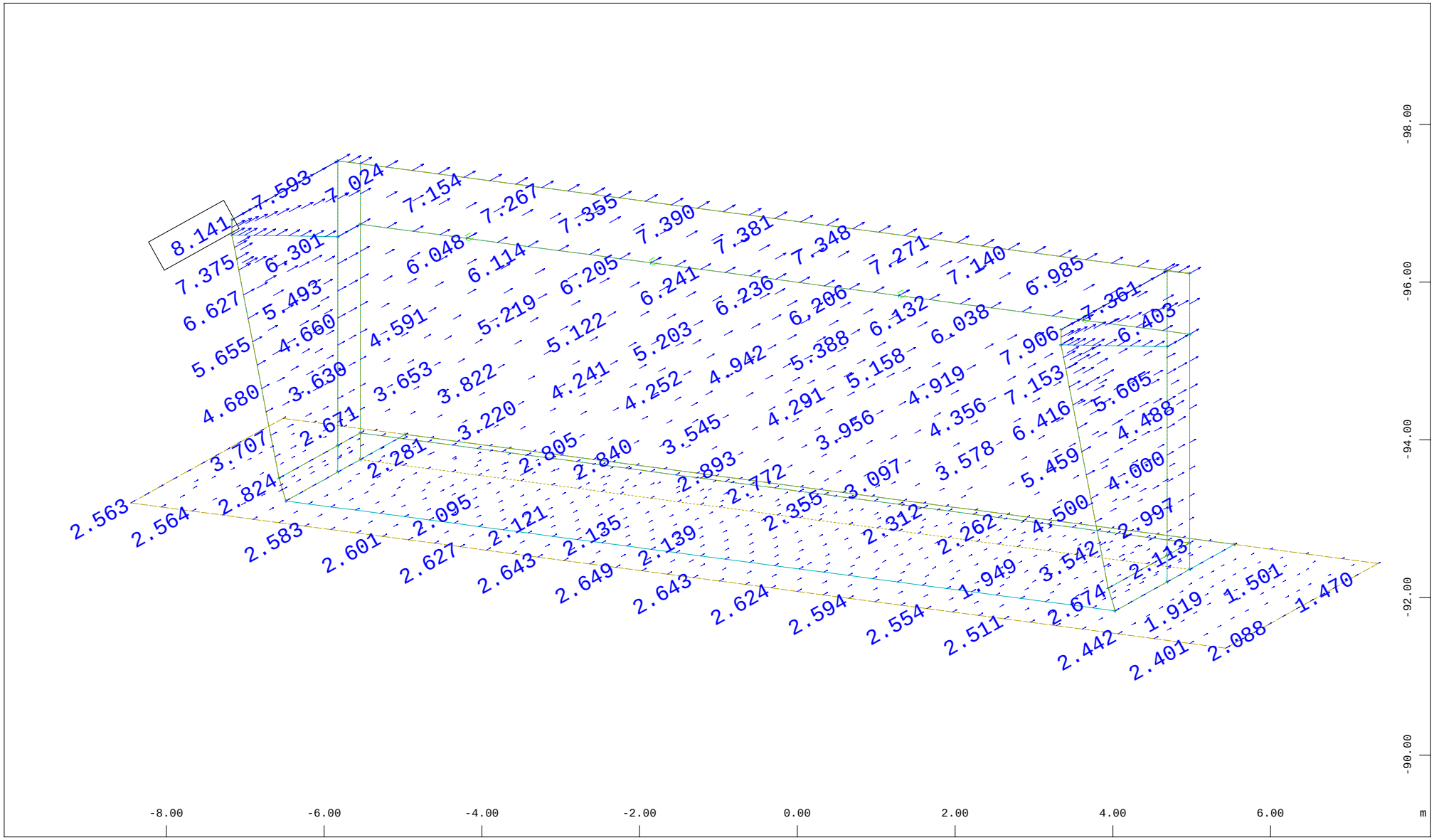
Y—X
Z

Systemausschnitt Gruppe 30:Widerlagerwand

M 1 : 34

Bügelbewehrung und Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 5

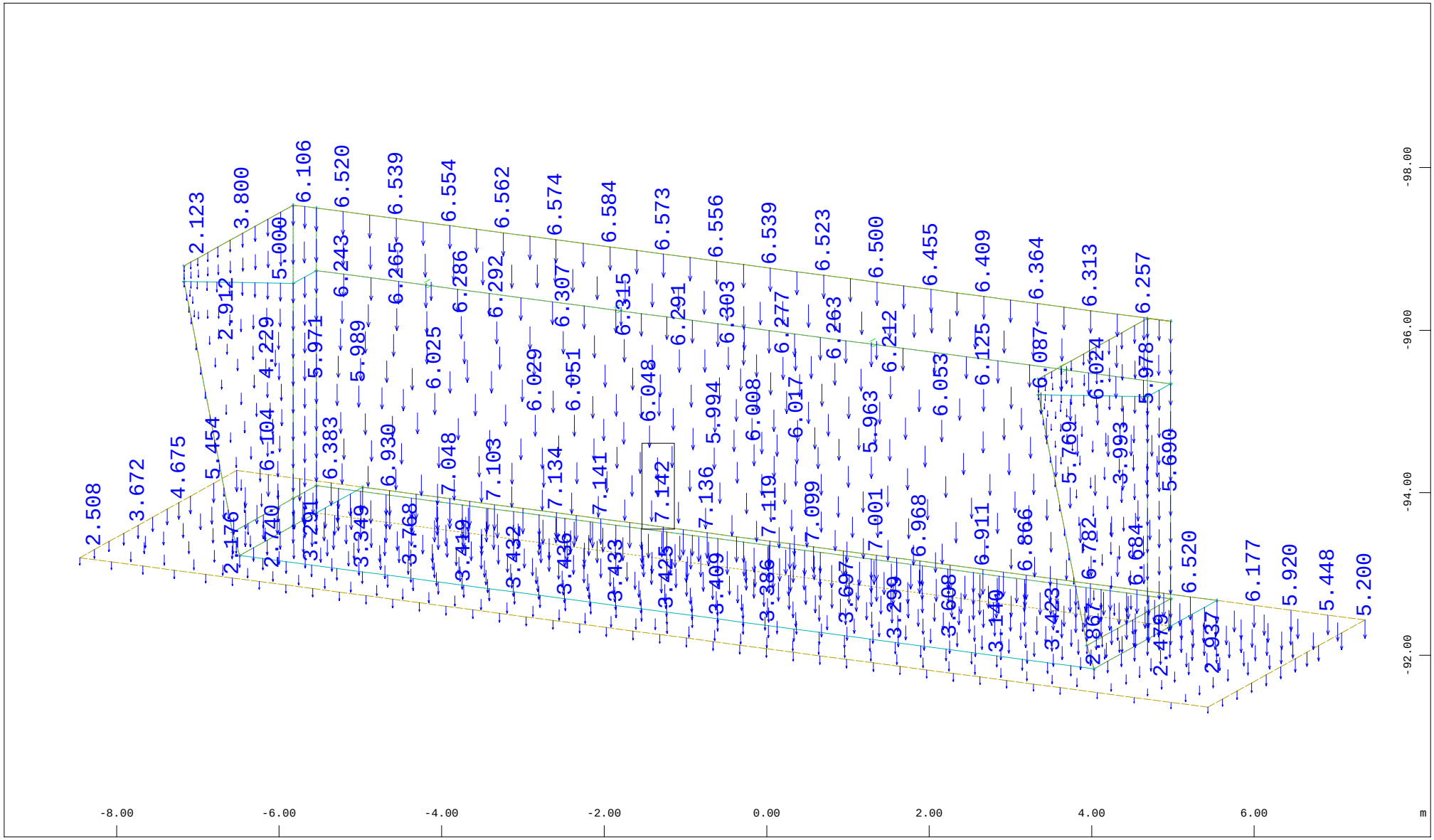
Gebrauchsnachweis



Knotenverschiebung in global X, Lastfall 1107 MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX , 1 cm im Raum = 14.531 mm (Max=8.141)

M 1 : 68

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

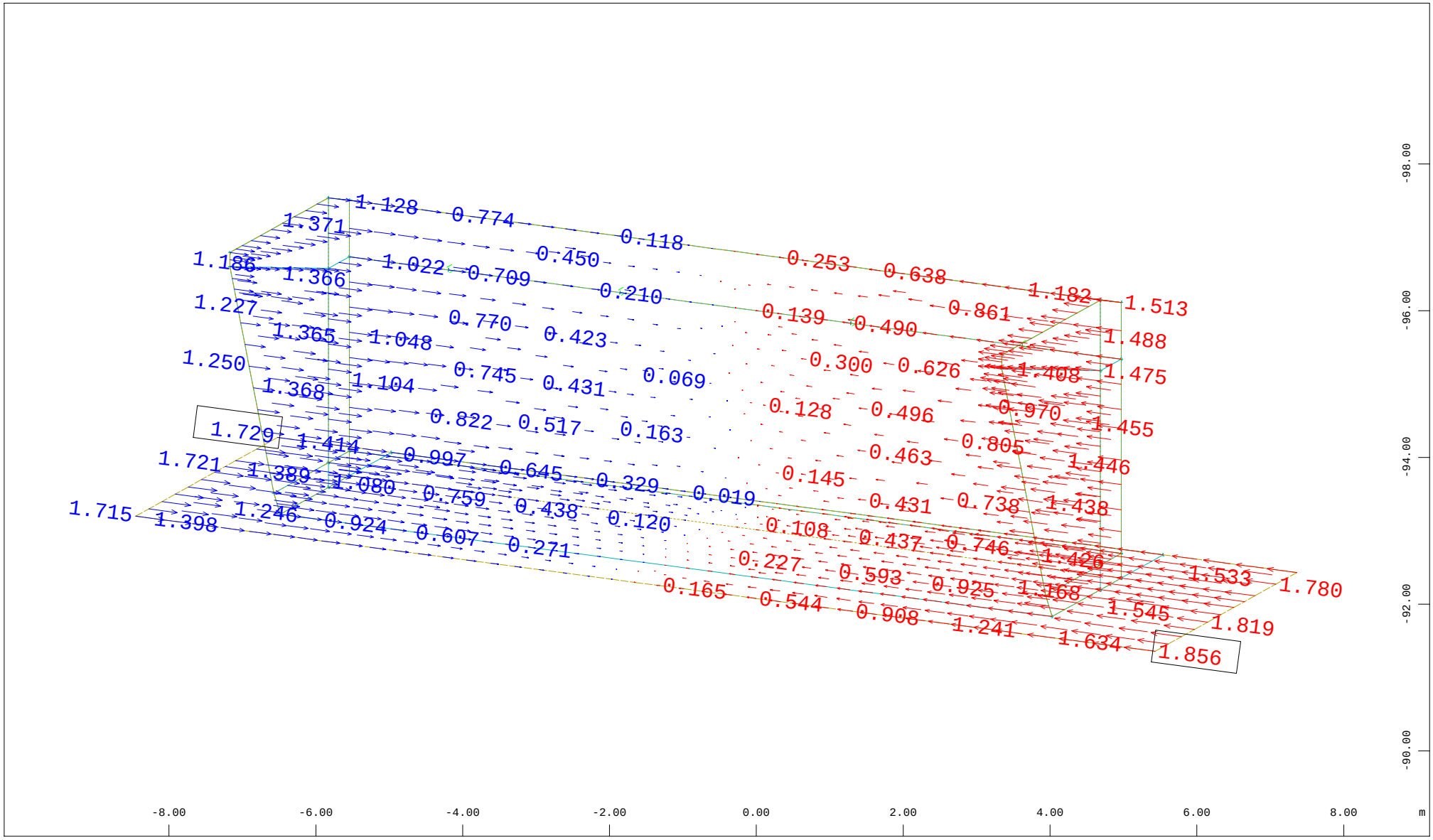


Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1107 MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX , 1 cm im Raum = 14.531 mm (Max=7.142)

X Y Z

M 1 : 66

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

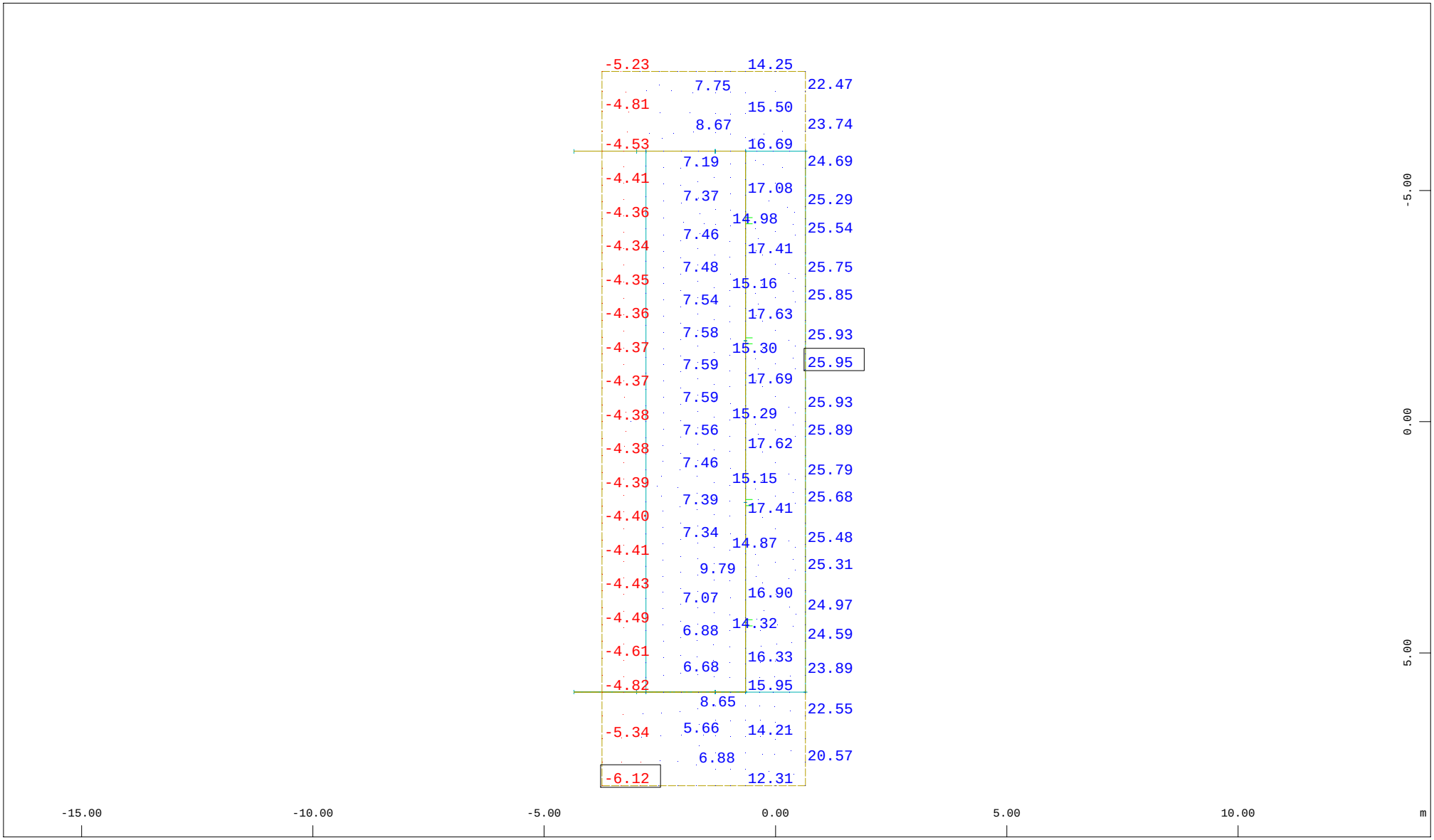


Knotenverschiebung in global Y, Lastfall 1107 MAXR-UX KNOT #titel N |nyy|UX , 1 cm im Raum = 2.9062 mm (Min=-1.856) (Max=1.729)

X Y Z

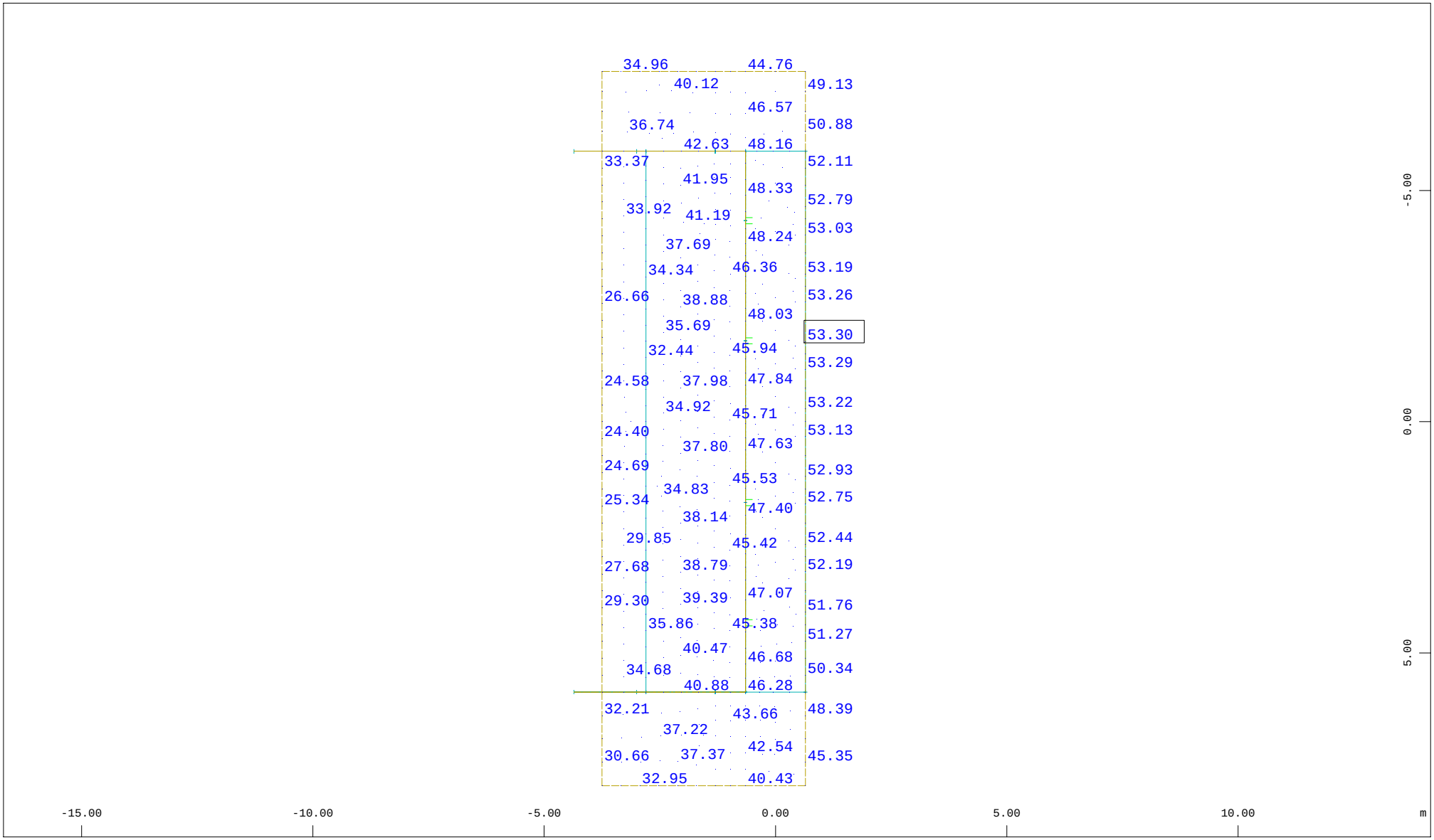
M 1 : 73

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



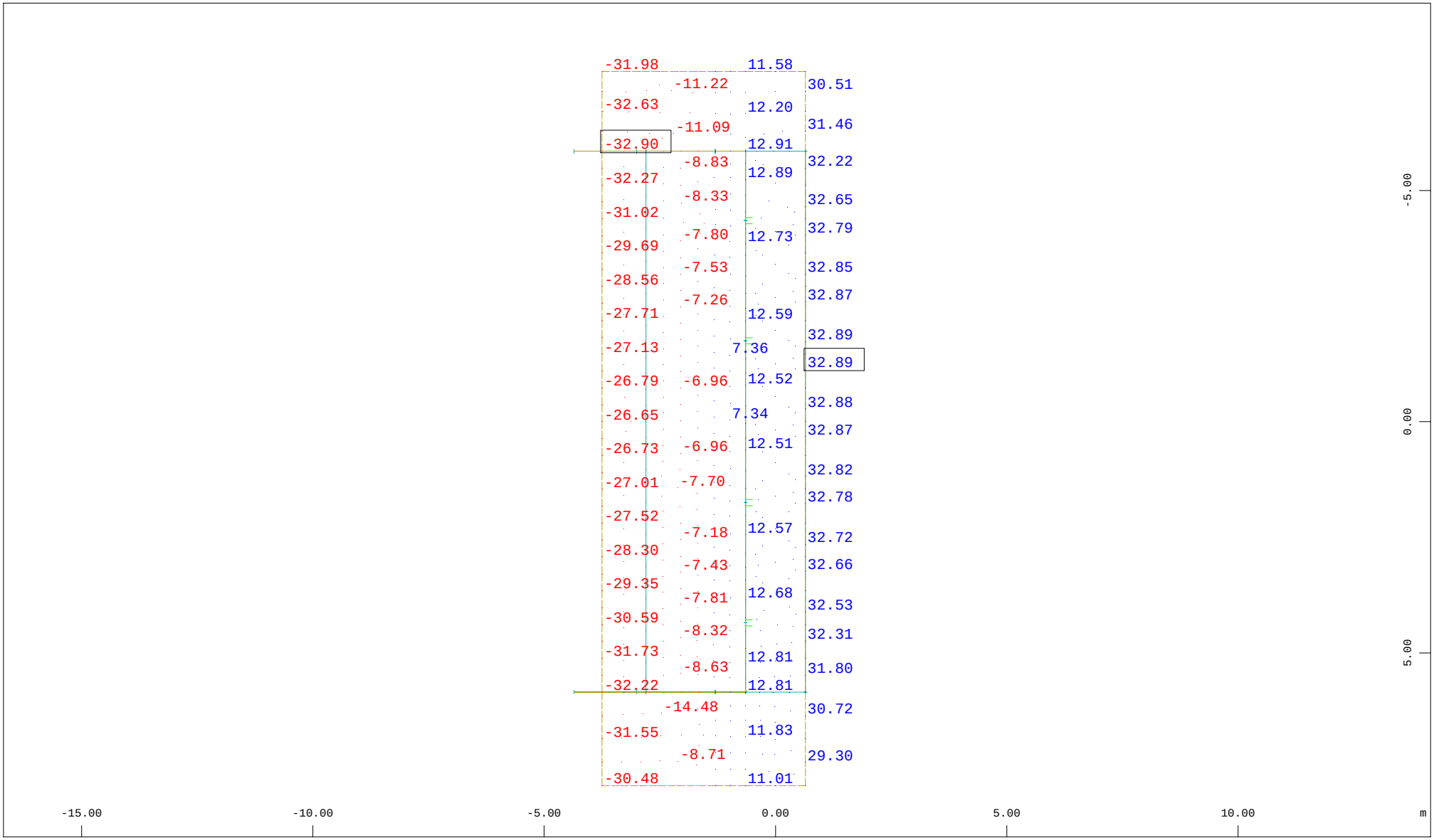
Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 101 EG Überbau , 1 cm im Raum = 58.125 kN/m2 +=——— -=|——| (Min=-6.12) (Max=25.95) M 1 : 116

Z—X
Y



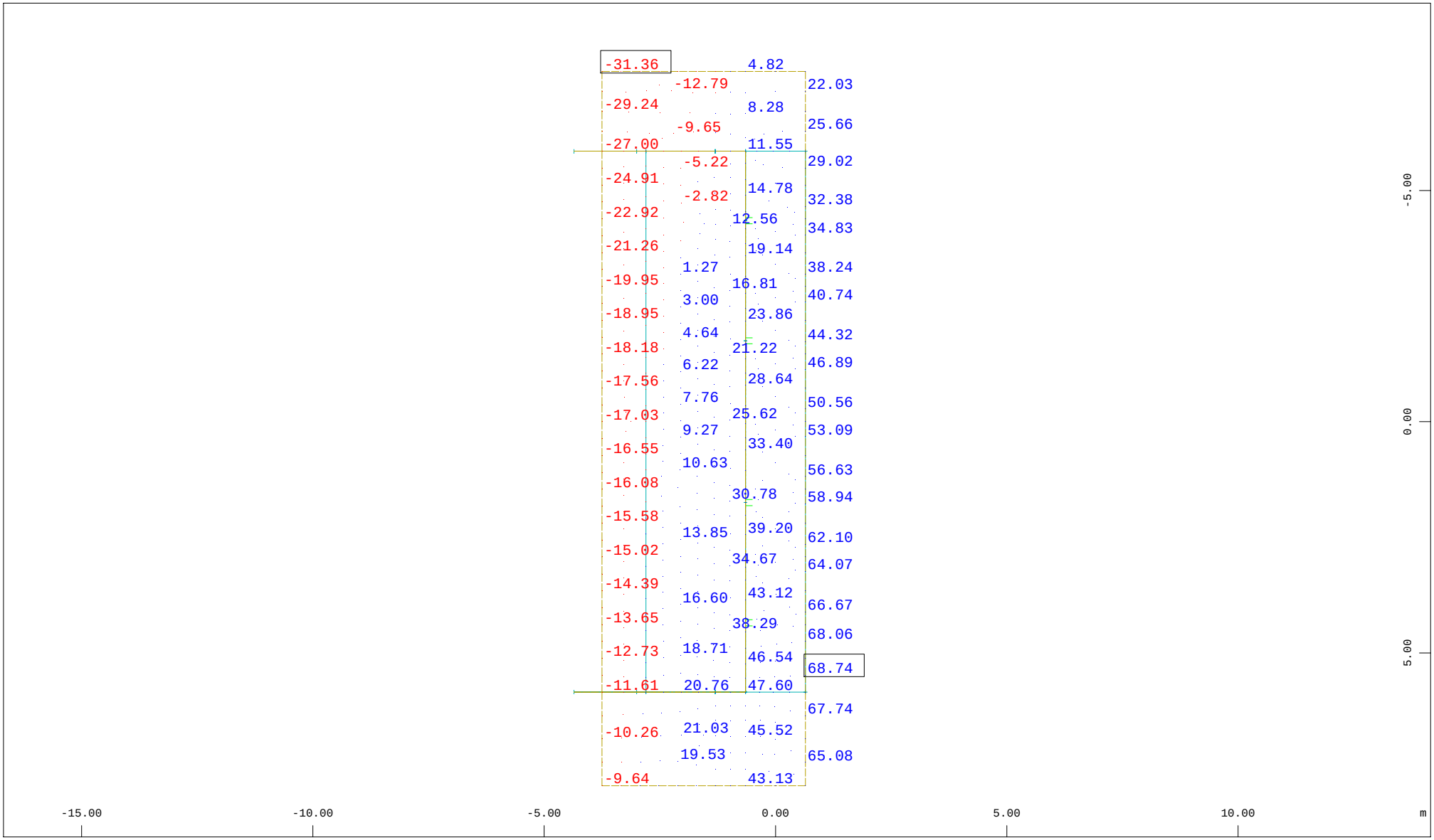
Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 11 Eigengewicht , 1 cm im Raum = 145.31 kN/m2 += -= (Max=53.30) M 1 : 116

Z X
Y



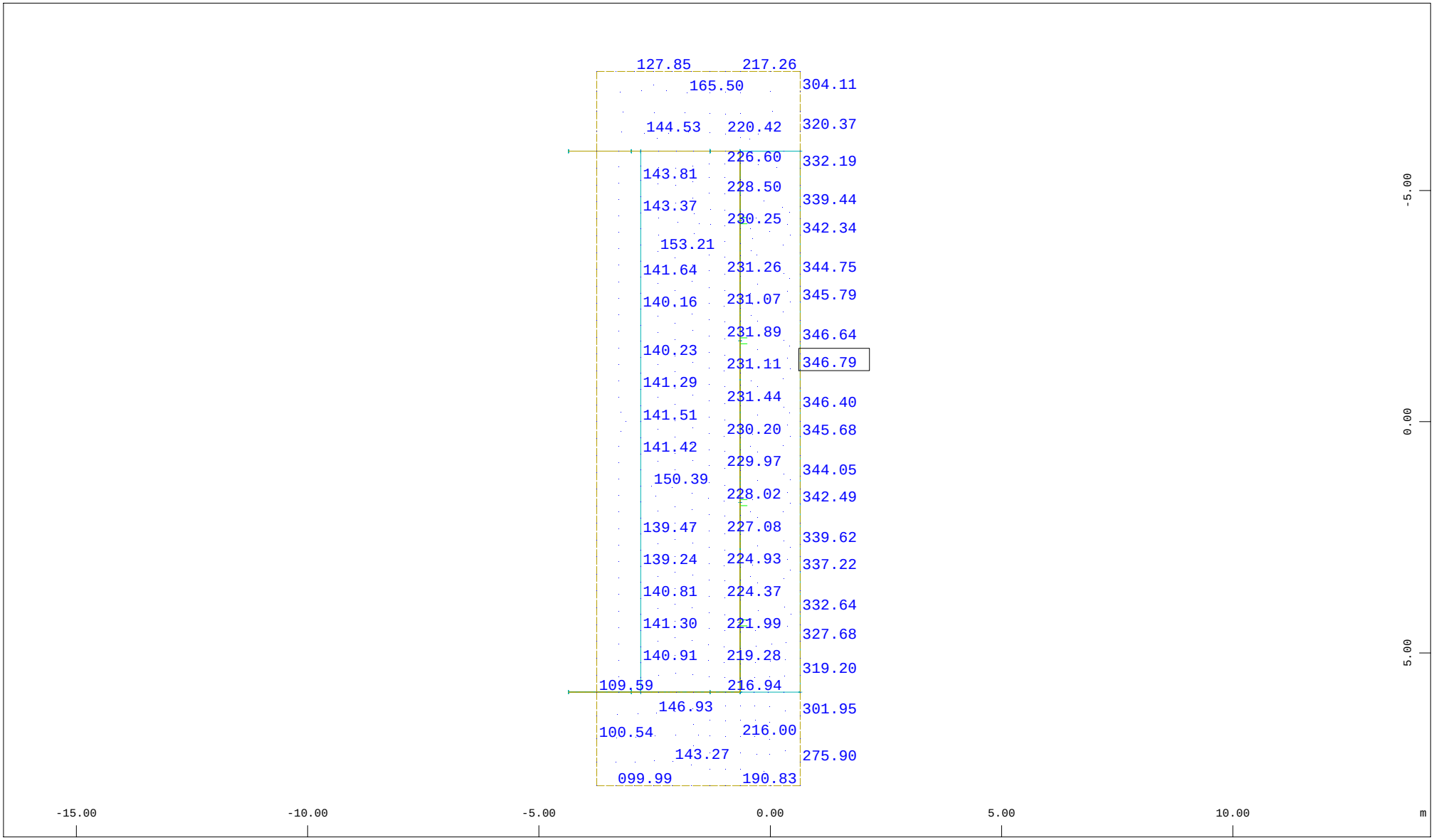
Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 21 Erdruhedruck , 1 cm im Raum = 58.125 kN/m2 += -= (Min=-32.90) (Max=32.89) M 1 : 116

Z X
Y



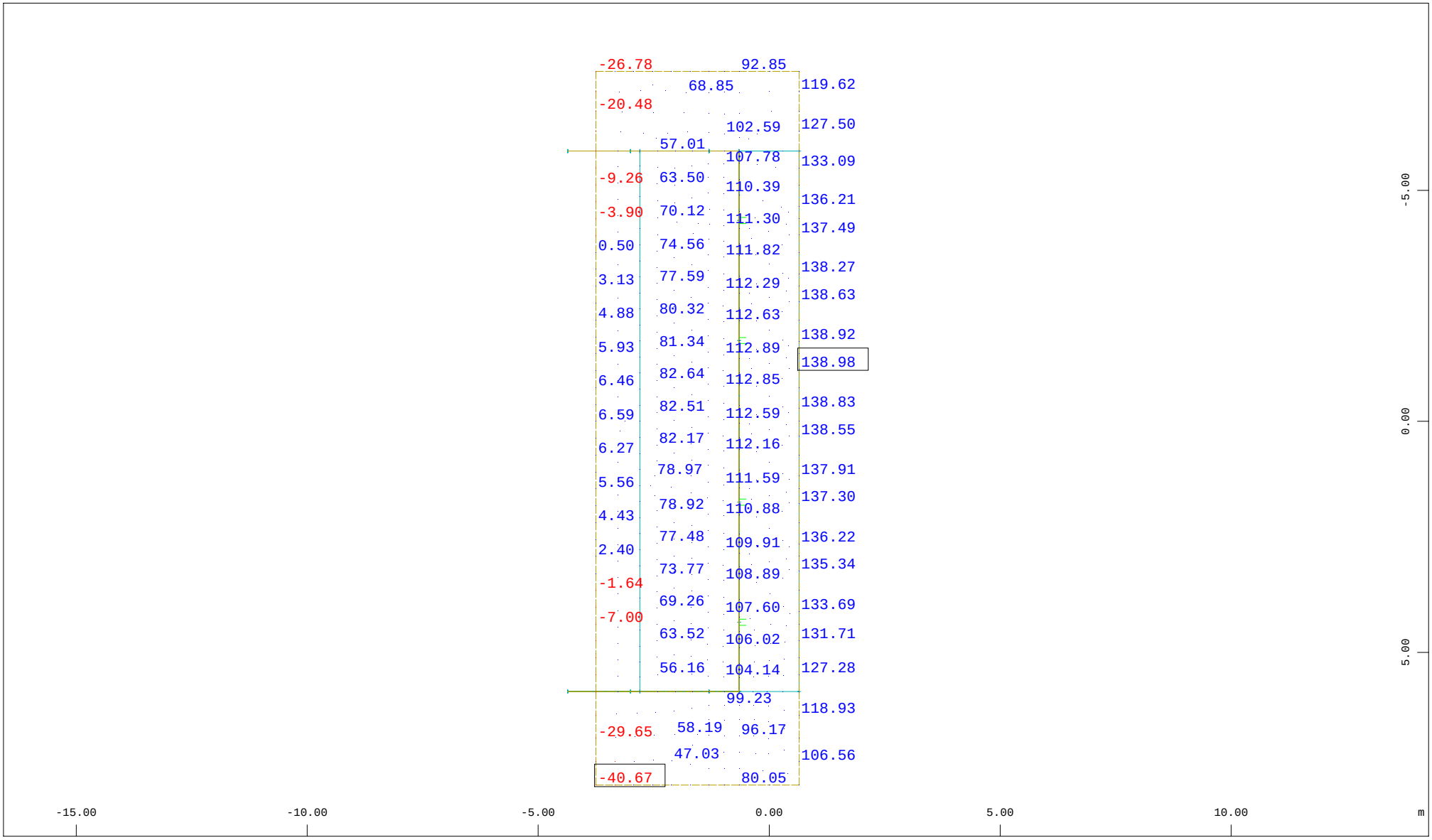
Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 111 LM71 G11 , 1 cm im Raum = 145.31 kN/m2 +=——— -=├——┤ (Min=-31.36) (Max=68.74) M 1 : 116

Z—X
Y



Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 2101 MAX-PX KNOT #titel MY|mxx|PX , 1 cm im Raum = 581.25 kN/m2 += -= (Max=346.79) M 1 : 116

Z X
Y



Bettungsspannung im Knoten, Lastfall 2102 MIN-PX KNOT #titel MY|mxx|PX , 1 cm im Raum = 290.62 kN/m2 +=——— -=|——| (Min=-40.67) M 1 : 116

(Max=138.98)

Z—X
Y

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Widerlagerand

Wandkopf = 463.77 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 461.00 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 461.00 mNHN
Grundwasserstand (links) = 461.00 mNHN

BS: DIN 1054: BS-P
Teilsicherheiten
gamma,g = 1.35
gamma,g,Ruhe = 1.20
gamma,q = 1.50
gamma,Ep = 1.40 (Gleiten)
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
Grenzzustand EQU:
gamma(G,dst) = 1.10
gamma(G,stb) = 0.90
gamma(Q,dst) = 1.50

Winkelstützmauer
γ 25.00 kN/m³
E-Modul = 3.4000E+7 kN/m²
Vertikallast(g) = 53.00 kN/m
Vertikallast(q) = 0.00 kN/m
x (Vertikallast) = -0.900 m
Horizontallast(g) = 0.00 kN/m
Horizontallast(q) = 0.00 kN/m
Moment(g) = 0.00 kN·m/m
Moment(q) = 0.00 kN·m/m
Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe [mNHN]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
463.770	-1.300	0.000	1.300
460.420	-1.300	0.000	1.300

Koordinaten Fundament

x [m]	y [mNHN]
-1.300	460.420
-1.950	460.220
-1.950	459.520
2.450	459.520
2.450	460.220
0.000	460.420

Blocklasten

Nr. [-]	sig(v) [kN/m²]	sig(h) [kN/m²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]
1	13.00	0.00	0.00	20.00	463.77
2	52.00	0.00	0.00	6.40	463.77
3	26.60	0.00	0.00	20.00	463.77

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet
für Standsicherheit
Beziehung: (1 - Faktor) * e(aktiv) + Faktor * e(Ruhe)
Faktor [-] = 0.50
Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah
k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr. [-]	sig(v) [kN/m²]	sig(h) [kN/m²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]
1	13.00	0.00	0.00	17.55	463.77
2	52.00	0.00	0.00	3.95	463.77

3	26.60	0.00	0.00	17.55	463.77

Nr. [-]	y(oben) [mNHN]	y(mitte) [mNHN]	y(unten) [mNHN]	p(oben) [kN/m²]	p(mitte) [kN/m²]	p(unten) [kN/m²]	Typ	
1	463.77	463.77	439.49	4.25	4.25	4.25	0	
2	463.77	463.77	457.54	17.06	17.06	17.06	0	Verkehrslast
3	463.77	463.77	439.49	8.69	8.69	8.69	0	Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Passivseite
Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr. [-]	sigma [kN/m²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	yo [mNHN]	yu [mNHN]
1	75.00	-6.85	-4.65	459.55	456.12	457.26
2	65.00	-9.05	-6.85	459.55	454.99	456.12

Bodenkennwerte

Schicht [-]	Tiefe [mNHN]	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$d(p)/\varphi$ [-]	$d(a)/\varphi$ [-]	E_s [MN/m²]
1	461.11	20.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	45.0
2	459.55	20.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	45.0
3	458.85	20.00	10.00	35.00	0.00	20.00	0.000	0.667	45.0
4	455.19	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	0.000	0.667	50.0
5	452.10	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	0.000	0.667	16.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand
Erhöhter aktiver Erddruck verwendet
Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0
Faktor [-] = 0.50
bestimmt nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °
(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe [mNHN]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	φ_k [°]	δ [°]	alpha [°]	beta [°]	$k_{agh(40°)}$ [-]
463.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
462.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
462.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.110	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.000	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.421	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.420	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand
(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe [mNHN]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	φ_k [°]	δ [°]	alpha [°]	beta [°]	$k_{agh(40°)}$ [-]
463.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
462.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
462.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.110	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
461.000	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.421	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.420	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.270	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
460.221	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
459.770	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
459.550	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
459.521	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179
459.520	0.349	0.521	35.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckordinaten auf Wand (g+q),k

von [mNHN]	bis [mNHN]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
463.770	461.110	30.045	48.596	0.00	0.00
461.110	461.000	48.596	49.363	0.00	0.00

461.000	460.421	49.363	51.382	0.00	0.00

Aktive Erddruckordinaten auf Ersatzwand (g+q),k

von [mNHN]	bis [mNHN]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
463.770	463.670	30.005	30.702	0.00	0.00
463.720	463.620	30.354	31.051	0.00	0.00
463.670	463.570	30.702	31.400	0.00	0.00
463.620	463.520	31.051	31.748	0.00	0.00
463.570	463.470	31.400	32.097	0.00	0.00
463.520	463.420	31.748	32.446	0.00	0.00
463.470	463.370	32.097	32.795	0.00	0.00
463.420	463.320	32.446	33.143	0.00	0.00
463.370	463.270	32.795	33.492	0.00	0.00
463.320	463.220	33.143	33.841	0.00	0.00
463.270	463.170	33.492	34.189	0.00	0.00
463.220	463.120	33.841	34.538	0.00	0.00
463.170	463.070	34.189	34.887	0.00	0.00
463.120	463.020	34.538	35.235	0.00	0.00
463.070	462.970	34.887	35.584	0.00	0.00
463.020	462.920	35.235	35.933	0.00	0.00
462.970	462.870	35.584	36.282	0.00	0.00
462.920	462.820	35.933	36.630	0.00	0.00
462.870	462.770	36.282	36.979	0.00	0.00
462.820	462.720	36.630	37.328	0.00	0.00
462.770	462.670	36.979	37.676	0.00	0.00
462.720	462.620	37.328	38.025	0.00	0.00
462.670	462.570	37.676	38.374	0.00	0.00
462.620	462.520	38.025	38.723	0.00	0.00
462.570	462.470	38.374	39.071	0.00	0.00
462.520	462.420	38.723	39.420	0.00	0.00
462.470	462.370	39.071	39.769	0.00	0.00
462.420	462.320	39.420	40.117	0.00	0.00
462.370	462.270	39.769	40.466	0.00	0.00
462.320	462.220	40.117	40.815	0.00	0.00
462.270	462.170	40.466	41.163	0.00	0.00
462.220	462.120	40.815	41.512	0.00	0.00
462.170	462.070	41.163	41.861	0.00	0.00
462.120	462.020	41.512	42.210	0.00	0.00
462.070	461.970	41.861	42.558	0.00	0.00
462.020	461.920	42.210	42.907	0.00	0.00
461.970	461.870	42.558	43.256	0.00	0.00
461.920	461.820	42.907	43.604	0.00	0.00
461.870	461.770	43.256	43.953	0.00	0.00
461.820	461.720	43.604	44.302	0.00	0.00
461.770	461.670	43.953	44.651	0.00	0.00
461.720	461.620	44.302	44.999	0.00	0.00
461.670	461.570	44.651	45.348	0.00	0.00
461.620	461.520	44.999	45.697	0.00	0.00
461.570	461.470	45.348	46.045	0.00	0.00
461.520	461.420	45.697	46.394	0.00	0.00
461.470	461.370	46.045	46.743	0.00	0.00
461.420	461.320	46.394	47.091	0.00	0.00
461.370	461.270	46.743	47.440	0.00	0.00
461.320	461.217	47.091	47.812	0.00	0.00
461.270	461.163	47.440	48.184	0.00	0.00
461.217	461.110	47.812	48.556	0.00	0.00
461.163	461.055	48.184	48.940	0.00	0.00
461.110	461.000	48.556	49.323	0.00	0.00
461.055	460.954	48.940	49.484	0.00	0.00
461.000	460.908	49.323	49.644	0.00	0.00
460.954	460.862	49.484	49.804	0.00	0.00
460.908	460.816	49.644	49.965	0.00	0.00
460.862	460.770	49.804	50.125	0.00	0.00
460.816	460.720	49.965	50.299	0.00	0.00
460.770	460.670	50.125	50.473	0.00	0.00
460.720	460.620	50.299	50.647	0.00	0.00
460.670	460.571	50.473	50.821	0.00	0.00
460.620	460.521	50.647	50.995	0.00	0.00
460.571	460.471	50.821	51.168	0.00	0.00
460.521	460.421	50.995	51.342	0.00	0.00
460.471	460.420	51.168	51.346	0.00	0.00

460.421	460.370	51.342	51.520	0.00	0.00
460.420	460.320	51.346	51.694	0.00	0.00
460.370	460.270	51.520	51.869	0.00	0.00
460.320	460.221	51.694	52.040	0.00	0.00
460.270	460.171	51.869	52.214	0.00	0.00
460.221	460.121	52.040	52.389	0.00	0.00
460.171	460.071	52.214	52.564	0.00	0.00
460.121	460.021	52.389	52.739	0.00	0.00
460.071	459.970	52.564	52.913	0.00	0.00
460.021	459.920	52.739	53.088	0.00	0.00
459.970	459.870	52.913	53.263	0.00	0.00
459.920	459.820	53.088	53.438	0.00	0.00
459.870	459.770	53.263	53.612	0.00	0.00
459.820	459.715	53.438	53.804	0.00	0.00
459.770	459.660	53.612	53.996	0.00	0.00
459.715	459.605	53.804	54.188	0.00	0.00
459.660	459.550	53.996	54.379	0.00	0.00
459.605	459.521	54.188	51.237	0.00	0.00
459.550	459.520	51.150	51.240	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Tiefe [mNHN]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
459.55	3.690	3.842	35.000	0.00
458.85	3.690	3.842	35.000	0.00
455.19	2.464	3.139	25.000	0.00
452.10	2.464	3.139	25.000	0.00

Passive Erddruckordinaten eph,k
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [mNHN]	bis [mNHN]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
461.11	461.00	0.00	0.00
461.00	460.42	0.00	-21.37
460.42	460.22	-21.37	-28.75
460.22	459.55	-28.75	-53.51
459.55	459.52	-53.51	-54.58

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)
(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)
x(Fuß) = -1.950 mNHN / y(Fuß) = 459.520 mNHN
V,k(Wand) = 200.13
M,k(Wand) = 337.04
Eah,k,g = 77.18
M aus Eah,k,g = -125.72
Eah,k,q = 109.46
M aus Eah,k,q = -232.60
Eav,k,g = 0.00
M aus Eav,k,g = 0.00
Eav,k,q = 0.00
M aus Eav,k,q = 0.00
Eph,k = -20.21
M aus Eph,k = 9.97
Epv,k = 0.00
M aus Epv,k = 0.00
Bodengewicht,k (rechts) = 169.05
M aus Bodengewicht,k (rechts) = 538.73
Bodengewicht,k (links) = 8.84
M aus Bodengewicht,k (links) = 2.73
V,k,g (Lasten) = 84.85
M aus V,k,g + M,k,g (Lasten) = 156.77
V,k,q (Lasten) = 192.57
M aus V,k,q + M,k,q (Lasten) = 611.41
H,k,g (Lasten) = 0.00
M aus H,k,g (Lasten) = 0.00
H,k,q (Lasten) = 0.00
M aus H,k,q (Lasten) = 0.00
V,k,g (Wasserdruck) = -65.12
M aus V,k,g (Wasserdruck) = -143.26

H,k,g (Wasserdruck) = 0.00
M aus H,k,g (Wasserdruck) = 0.00

Summe V,k,g = 397.75
Summe V,k,q = 192.57
Summe H,k,g (ohne Eph) = 77.18
Summe H,k,q (ohne Eph) = 109.46
Summe M,k,g = 776.26
Summe M,k,q = 378.81

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):
x(SM) = 0.250 m / y(SM) = 459.520 mNHN
M,k,g(SM) = -98.78
M,k,q(SM) = -44.85
Exzentrizität,k,g(SM) = -0.248 m
Exzentrizität,k,g+q(SM) = -0.243 m

Ergebnisse für Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn":
V,k,g+q = 397.75
M,k,g+q(SM) = -331.38
Exzentrizität,k,g+q(SM) = -0.833 m
Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn" maßgebend

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [mNHN]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	N [kN/m]
463.77	0.0	-13.2	-53.0
461.11	-104.6	-141.4	-139.4
461.00	-110.0	-153.2	-143.0
460.42	-136.1	-224.7	-161.8

Verschiebungen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe [mNHN]	w [mm]
463.77	-7.2
461.11	-2.7
461.00	-2.5
460.42	-1.5

Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn" maßgebend

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -0.833 m
b/6 = 0.733 m ; b/3 = 1.467 m
Klaffende Fuge
sig,k,1(Fuß) = 194.0 kN/m²

Gleitsicherheit
Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:
Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen
des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens
mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden
- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers
zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte
parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

- Nachweis "Gleitsicherheit" mit selbst definiertem Wert von 35.0° !
Maßgebend: g + q
mue(Gleit) = H,d / (V,k · tan(φ) / gamma(Gleiten) + Ep,d) =
mue(Gleit) = 262.6 / (397.7 · tan(35.0) / 1.10 + 28.9) = 0.931
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
mue = H,k / (2/3 · V,k · tan(φ) + 1/3 · Ep,k) =
mue = 186.6 / (2/3 · 397.7 · tan(35.0) + 1/3 · 40.4) = 0.937

Grundbruchsicherheit
Maßgebend: = g + q
H,k = 166.43 kN/m
M,k = 321.41 kN/m

V,k = 397.75 kN/m
V,d = 536.96 kN/m
Rn,d = 566.23 kN/m
a = 10.000 m
b = 4.400 m
b' = 3.690 m
Ausnutzungsgrad = 0.948
gamma(Grundbruch) = 1.400
φ_k = 29.4°
φ wegen 5°-Bedingung abgemindert
c_k = 0.0 kN/m²
γ_2 = 10.0 kN/m³
$\sigma_ü$ = 31.5 kN/m²
N_{c0} = 28.67 / N_{d0} = 17.14 / N_{b0} = 9.08
ν_c = 1.145 / ν_d = 1.137 / ν_b = 0.916
i_c = 0.342 / i_d = 0.381 / i_b = 0.221
Böschungsneigung = 0.0 °
λ_c = 1.000 / λ_d = 1.000 / λ_b = 1.000
Sohlneigung = 0.0 °
ξ_c = 1.000 / ξ_d = 1.000 / ξ_b = 1.000
Tiefenbeiwerte:
T_c = 1.000 / T_d = 1.000

Nachweis EQU:
Lastfall "Kein Verkehr auf Sporn" maßgebend
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
M,g,k(+) = 1045.25 / M,q,k(+) = 423.65 kN·m/m
M,g,k(-) = -268.99 / M,q,k(-) = -232.60 kN·m/m
M,stb = 1045.25 · 0.90 = 940.72
M,dst = 268.99 · 1.10 + 232.60 · 1.50 = 644.79
µ(EQU) = 644.79 / 940.72 = 0.685

Setzungen
Steifemodulprofil und
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
infolge Gesamtlasten

Tiefe [m u. GS]	E_s [MN/m²]	s(links) [cm]	s(rechts) [cm]
0.87	45.00	0.00	0.00
1.57	45.00	0.24	0.04
5.23	50.00	0.51	0.21
> 5.23	16.00	0.20	0.15

Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe = 5.36 m u. GS
V,k = 397.75 kN/m
a = 10.00 m
b = 4.18 m
sigma (links) = 194.00 kN/m²
sigma (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:
links: s = 0.95 cm
rechts: s = 0.40 cm

Bewehrung Wand EC 2
Tiefe = 460.42 m
Beton C 35/45 / Stahl B500
M,d = 320.2 kN · m / m
N,k = -161.8 kN / m
eps(c2) [o/oo] = -0.9
ep(s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 16.07 (Mindestbew.)
Dicke = 1.300 m
d1 = 0.050 m
sig1(I) = 1.01 / sig2(I) = -1.26 MN/m²
Tiefe = 460.42 m
Q,d = VSd = 193.8 kN / m
VRd,max = 4819.5 kN / m (z = 1.080 m)
(VSd / VRd,max = 0.0402)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 324.92 kN / m

Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
M,d = -58.3 kN · m / m
N,k = -24.0 kN / m
Moment positiv im Gegenuhrzeigersinn
eps(c2) [o/oo] = -0.4
ep(s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 11.33 (Mindestbew.)
Dicke = 0.900 m
d1 = 0.050 m
sig1(I) = -0.46 / sig2(I) = 0.41 MN/m²
Q,d = VSd = 106.5 kN / m
VRd,max = 3213.0 kN / m (z = 0.720 m)
(VSd / VRd,max = 0.0331)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 230.23 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
M,d = -636.6 kN · m / m
Moment positiv im Uhrzeigersinn
N,k = -24.0 kN / m
eps(c2) [o/oo] = -1.91
ep(s1) [o/oo] = 25.00
As1 [cm² / m] = 16.60
Dicke = 0.900 m
d1 = 0.050 m
sig1(I) = -4.74 / sig2(I) = 4.69 MN/m²
Q,d = VSd = 463.4 kN / m
VRd,max = 3213.0 kN / m (z = 0.720 m)
(VSd / VRd,max = 0.1442)
As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)
Bügelabstand = 30.0 cm