



Kanton St.Gallen



Gemeinde Berneck



Gemeinde Au

Littenbach / Äächeli

Hochwasserschutzmassnahmen

Dossier 03 Brücken Kantonsstrassen

Technischer Bericht

Vorprüfung
31.10.2020

Ausfertigung für		Projekt Nr. 2.043	Plan Nr. 03-001	Beilage Nr.
Studie	Projektverfasser  IUB Engineering Belpstrasse 48, PF, CH-3000 Bern 14	Entw.	Gez.	Gepr.
Vorprojekt		mag, esa		gmo
Auflageprojekt				
Ausführungsprojekt				
Abschlussakten				
		Format	A4	

Impressum

Auftraggeber

Projektgruppe HWS Littenbach-Äächeli
c/o Gemeinde Berneck
Rathausplatz 1
9442 Berneck

Auftragnehmer

IUB Engineering AG
Belpstrasse 48
3014 Bern

Erstellt: 31.10.2020 / Marco Giovani (mag)
31.10.2020 / Eva Sauter (esa)
31.10.2020 / Dr. Georg Möller (gmo)
Geprüft: 31.10.2020 / Dr. Georg Möller (gmo)
Freigegeben: Datum/Name

Auflistung der Änderungen

Ver- sion	Datum	Änderungen	Erstellt	Geprüft	Freigege- ben
V0.1	28.02.2020	Entwurf	mag, esa	gmo	
V1.0	01.07.2020	Bericht Vorprüfung	esa	gmo	
V1.1	31.10.2020	Bericht Vorprüfung rev.	esa, gmo	gmo	

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Anlass und Auftrag	4
1.2	Abgrenzung	4
1.2.1	Gesamtprojekt.....	4
1.2.2	Brückenbauwerke.....	4
1.2.3	Werkleitungen	5
1.3	Grundlagen.....	6
2	Projektannahmen / Dimensionierung.....	8
2.1	Schutzziel.....	8
2.2	Dimensionierungsgrössen.....	8
3	Massnahmenplanung.....	9
3.1	Vorgesehene Nutzungsdauer und Einwirkungen	9
3.2	Einwirkungen	9
3.2.1	Eigenlasten	9
3.2.2	Einwirkungen aus dem Baugrund	9
3.2.3	Nutzlasten	10
3.2.4	Schneelasten	11
3.2.5	Windlast	12
3.2.6	Wasserdruck	12
3.3	Besondere Vorgaben der Bauherrschaft	12
3.4	Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts	12
3.4.1	Betriebssicherheit.....	12
3.4.2	Unterhalt	12
3.5	Schutzziele und Sonderrisiken	12
3.5.1	Schutzziele.....	12
3.5.2	Akzeptierte Risiken.....	13
3.6	Statisches System und Bemessung	13
3.6.1	Durchlass Bahnstrasse.....	13
3.6.2	Durchlass Tramstrasse.....	16
3.7	Projektbeschreibung, allgemein	17
3.7.1	Baustoffeigenschaften und Materialkennwerte	17
3.7.2	Qualitätsanforderungen	17
3.7.3	Wasserhaltung	18
3.7.4	Baugrubensicherung	18
3.7.5	Provisorische Verkehrsführung und Signalisation.....	19
3.8	Projektbeschreibung, objektspezifisch	19
3.8.1	Durchlass Tramstrasse.....	19
3.8.2	Durchlass Bahnstrasse.....	20
3.8.3	Brücke Hauptstrasse Ächeli.....	23
4	Strassenbau	25
5	Bauablauf	25
6	Kostenvoranschlag.....	25
7	Anhang	26
7.1	Statische Berechnungen	26

Planverzeichnis

Plannr. Bauherr 2.043-xx.yyy	Plannr. IUB 200.57.6000.xx.yyy	Plantitel	Darstellung
Dossier 3 Brückenbau Kantonsstrassen		Allgemein	
2.043-03-006	200576000.33-03-006	Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Übersicht Brückenbau Kantonsstrassen	1:25'000
Dossier 3 Brückenbau Kantonsstrassen		Teilprojekte	
2.043-03-010	200576000.33-03-010	Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Durchlass Tramstrasse, Littenbach - Anpassung Situation, Längsschnitt, Querschnitte, Details	1:100 1:50 1:50 1:20
2.043-03-011	200576000.33-03-011	Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Durchlass Bahnstrasse, Entlastungstollen - Neubau Situation, Längsschnitt, Querschnitte, Details	1:100 1:50 1:50 1:20
2.043-03-012	200576000.33-03-012	Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Brücke Hauptstrasse, Äächeli - Anpassung Situation, Längsschnitt, Querschnitte, Details	1:100 1:50 1:50 1:20

1 Einleitung

1.1 Anlass und Auftrag

Die Gemeinden Berneck und Au befinden sich im St. Galler Rheintal, linksufrig nahe des Bodensees. Die besondere Topographie mit einer ausgeprägten Talebene und den steilen Flanken führt zu einer, in Bezug auf etwaige Hochwasser, besonderen Situation. Die seitlichen Zuflüsse können aufgrund des heutigen Alpenrheins nicht in diesen entwässern und werden in eigens erstellten Vorflutern in Richtung Bodensee abgeführt. Die Neigungen der Fliessgewässer sind entsprechend sehr gering. Geringe Fliessgeschwindigkeiten und deutlicher Rückstau sind die Folge.

Vermehrt kam es in den vergangenen Jahren in den Gemeinden Berneck und Au SG zu Hochwasserereignissen. Es wurden grössere Schäden durch die Gewässer Littenbach und Äächeli verursacht. Diese ufern bereits bei einem ca. 30-jährlichen Hochwasser aus.

Ziel des Hochwasserschutzprojekts Littenbach-Äächeli ist es, durch eine Kombination von Gerinneausbau, Entlastung in ein anderes Einzugsgebiet und Rückhalt mit gedrosseltem Abfluss das Siedlungsgebiet von Berneck und Au zu schützen und grössere Hochwasserereignisse möglichst ohne signifikante Schäden zu bewältigen.

Integraler Bestandteil des Projektes sind Ersatzneubauten, Neubauten oder die Anpassung des Durchlassprofils mehrerer Brücken innerhalb des Projektperimeters, deren aktueller Zustand bzw. deren Dimensionen den Anforderungen des Projektes nicht genügen.

1.2 Abgrenzung

1.2.1 Gesamtprojekt

Das vorliegende Dossier "Brückenbau Kantonsstrassen" ist Teil der Gesamtplanung des Projektes "Hochwasserschutz Littenbach / Äächeli". Die Untersuchung der Ausgangslage sowie die Projektierung der Hochwasserschutzmassnahmen werden innerhalb des Technischen Berichts Wasserbau [22] dokumentiert. Für den Brückenbau relevante Kenngrössen werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst. Für die ausführliche Dokumentation wird auf den Technischen Bericht Wasserbau [22] verwiesen.

1.2.2 Brückenbauwerke

In der folgenden Tabelle werden alle Brücken und Stege an Kantonsstrassen aufgezählt, welche im Rahmen der Hochwasserschutzmassnahmen abgebrochen, angepasst oder neu gebaut werden müssen.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Berichtes liegt auf der Dimensionierung und dem Massnahmenbeschrieb der geplanten Neubauten. Die notwendigen Anpassungen werden ebenfalls im Kapitel 3 Massnahmenplanung beschrieben, auf die geplanten Abbrüche wird in diesem Rahmen nicht eingegangen.

Tabelle 1-1: Geplante Massnahmen Bauwerke Brückenbau Kantonsstrasse Projekt HWS Littenbach-Äächeli

Brücke	Gewässer	Geplante Massnahmen	Nutzung	Kote Sohle bestehend* [m ü. M.]	Kote Sohle Projekt* [m ü. M.]	Massgebende UK Brücke [m ü. M.]	WSP* [m ü. M.]
Durchlass Tramstrasse	Littenbach	Anpassung	Strassenverkehr	406.58	405.74	408.55	407.90
Brücke Hauptstrasse	Littenbach	Neubau, Drittprojekt	Nicht Projektbestandteil (vorgezogene Massnahme)				
Durchlass Bahnstrasse	Entlastungskanal	Neubau	Strassenverkehr	-	402.34	406.15	403.71
Brücke Hauptstrasse	Äächeli	Anpassung	Strassenverkehr	400.12	399.97	403.07	402.77

* Bezogen auf die Mittelachse der Brückenplatte

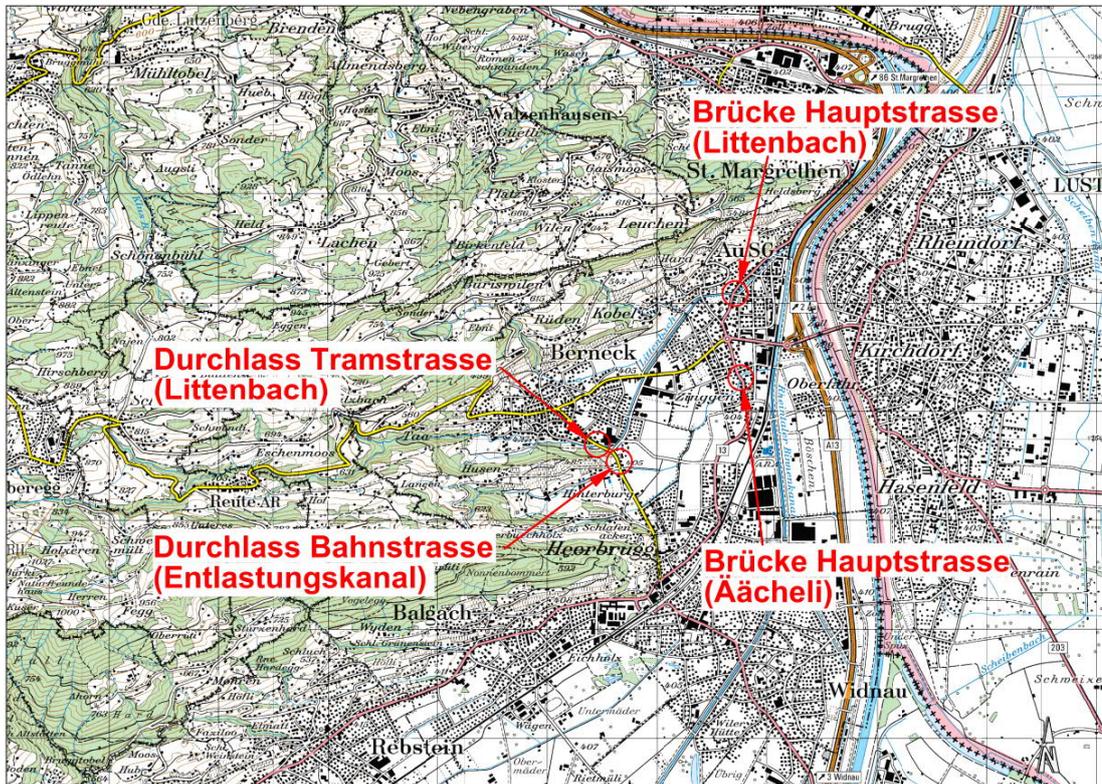


Abbildung 1-1: Lage der Brücken Kantonsstrassen im Projekt HWS Littenbach-Äächeli (Brücke Hauptstrasse Littenbach ist nicht Projektbestandteil)

1.2.3 Werkleitungen

Die Planung der Werkleitungen liegt in der Verantwortung von Dritten. Das weitere Vorgehen bezüglich Werkleitungen wird während der nächsten Projektphasen mit der Bauherrschaft und den Werkeigentümern abgeklärt.

1.3 Grundlagen

Dem vorliegenden technischen Bericht liegen folgende Dokumente zugrunde:

Allgemeine Grundlagen

- [1] Geoportal Kanton St. Gallen, <https://www.geoportal.ch>
- [2] Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung des BWG, 2001

Normbezogene Bestimmungen

- [3] SIA 197 (2004), Projektierung Tunnel - Grundlagen
- [4] SIA 260 (2013), Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- [5] SIA 261 (2014), Einwirkungen auf Tragwerke
- [6] SIA 261/1 (2003); Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen
- [7] SIA 262 (2013), Betonbau
- [8] SIA 263 (2013), Stahlbau
- [9] SIA 267 (2013), Geotechnik
- [10] SIA 469 (1997), Erhaltung von Bauwerken
- [11] SN 640 886 (2001), Temporäre Signalisation auf Haupt- und Nebentrassen
- [12] Normen Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)
- [13] Richtlinie TBA R 2011.05 (2016), Baulicher Standard von Kantonsstrassen, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [14] Richtlinie TBA R 2013.02 (2016), Anforderungen Betonbau, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [15] Richtlinie TBA R 2016.04 (2016), Radverkehr (RRV), Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [16] Richtlinie TBA R 2016.03 (2016), Standardaufbauten Beläge, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [17] Richtlinie TBA R 2016.01 (2016), Entwurfelemente ausserorts (REA), REA 01 Fahrbahnbreiten, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [18] Richtlinie TBA R 2016.02 (2016), Entwurfelemente innerorts (REI), REI 01 Fahrbahnbreiten, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [19] Normalien Kunstbauten (2018), Kanton St. Gallen, Baudepartement, Tiefbauamt
- [20] Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Richtlinien "Behindertengerechte Fusswegnetze", Strassen – Wege – Plätze, 2003

Projektspezifische Unterlagen

- [21] Bänziger Partner AG, wälli Ingenieure, Littenbach / Ächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Vorprojekt, Technischer Bericht und Kostenschätzung, 06.06.2016
- [22] IUB Engineering AG, Littenbach / Ächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Bauprojekt, Dossier 01 Wasserbau, Technischer Bericht, Bericht Nr. 2.043-01-001, 31.10.2020
- [23] IUB Engineering AG, Littenbach / Ächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Bauprojekt, Dossier 01 Wasserbau, Vereinbarung der Projektziele, Bericht Nr. 2.043-01-003, 31.10.2020
- [24] IUB Engineering AG, Littenbach / Ächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Bauprojekt, Dossier 02 Strassenbau, Technischer Bericht, Bericht-Nr. 2.043-02-001, 31.10.2020

- [25] IUB Engineering AG, Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Bauprojekt, Dossier 03 Brücken Kantonsstrassen, Nutzungsvereinbarung, Bericht Nr. 2.043-03-003, 31.10.2020
- [26] Dr. von Moos AG, Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen, Bauprojekt, Baugrunduntersuchung, Bericht vM-11938, 04.05.2018
- [27] Dr. von Moos AG, Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Entlastungsstellen Rosenberg, Bauprojekt, Baugrunduntersuchung, Bericht vM-11938-9, 13.07.2018
- [28] Dr. von Moos AG, Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen Sedimentationsbecken, Bauprojekt, Baugrunduntersuchung, Bericht vM-11938-11, 04.10.2019
- [29] Dr. von Moos AG, Littenbach / Äächeli Hochwasserschutzmassnahmen SBB Brücke / Durchlass Äächeli, Bauprojekt, Baugrunduntersuchung, Bericht vM-11938-12, 04.12.2019
- [30] Dr. Bernasconi AG, Hochwasserschutz Littenbach-Äächeli, Hydrogeologischer Bericht, Erhebung Ausgangszustand Grundwasser, Bericht 2132-B01, 23.07.2020

2 Projektannahmen / Dimensionierung

2.1 Schutzziel

Das Schutzziel wurde unter Beachtung der Schutzzielmatrix [1] festgelegt. Der Littenbach und das Äächeli durchfliessen geschlossene Siedlungen, weshalb der Hochwasserschutz dem Schutzziel der Objektkategorie "geschlossene Siedlungen, Industrieanlagen" genügen muss. Entsprechend werden die Massnahmen so ausgelegt, dass die Siedlungsgebiete Au und Berneck bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser vollständig geschützt sind. Das System ist gutmütig und die Retentionsflächen erlauben einen Rückhalt eines 300-jährlichen Hochwassers. Grössere Ereignisse sollen kontrolliert ausgeleitet werden.

2.2 Dimensionierungsgrössen

Die Festlegung der lichten Breite sowie der Unterkante der Brücke resultieren unter Beachtung des ermittelten Wasserspiegels im Falle des Dimensionierungsabflusses.

Tabelle 2-1: Dimensionierungsgrössen und Kriterien für die verschiedenen Gewässerabschnitte

Gewässer	Abschnitt	Dimensionierungsgrösse
Littenbach	Einmündung Kübach – Einmündung RBK	$Q_{Dim} = 38 \text{ m}^3/\text{s}$, RBK hoch (Kote 402.04 m ü. M.)
Äächeli	Drosselbauwerk Emseren – Einmündung RBK	$Q_{Dim} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$, RBK hoch (Kote 402.60 m ü. M.)
Entlastungsstollen	Schlossbrugg bis Mündung in den Hinterburgbach	$Q_{Dim} = HQ_{100} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Dimensionierung des Brückenquerschnittes erfolgt aufgrund der mittels HEC-RAS (1D) berechneten Wasserspiegel und unter Einhaltung des erforderlichen Freibords sowie der Erfüllung des Verkläusungsnachweises. Auf das Berechnungsverfahren sowie die Beurteilung des Freibords wird innerhalb des Technischen Berichtes Wasserbau [22] eingegangen.

Die Brückenneubauten haben für den Dimensionierungsfall HQ_{100} folgende Kriterien zu erfüllen:

- Freibord $\geq 0.30 \text{ m}$
- Verkläusungswahrscheinlichkeit $\leq 25 \%$

Die resultierenden Wasserspiegel sowie die minimal erforderliche Unterkante der Brückenplatte sind in Tabelle 1-1 aufgeführt.

3 Massnahmenplanung

3.1 Vorgesehene Nutzungsdauer und Einwirkungen

Für die Brücken Kantonsstrassen ist nur der Durchlass Bahnstrasse als Neubau vorgesehen. Bei den übrigen betroffenen Brücken (Durchlass Tramstrasse, Brücke Hauptstrasse Äächeli) ist eine Anpassung des Querschnittes und kein kompletter Neubau vorgesehen. Die Brücke Hauptstrasse Littenbach wird aufgrund des zu geringen Fliessquerschnittes abgebrochen und durch einen Neubau ersetzt (Drittprojekt).

Für Neubauten bzw. Ersatzneubauten Brücken Kantonsstrassen werden unter der Voraussetzung eines angemessenen Unterhalts im Sinne der Norm SIA 469 (Erhaltung von Bauwerken) [10] sowie der VSS-Normen [12] die Nutzungsdauern festgelegt. Für die Brücken Kantonsstrassen, bei denen Querschnittsanpassungen vorgesehen sind, wird versucht den Bestand soweit als möglich zu erhalten. Für Bauteile, welche im Zuge der Querschnittsanpassung ersetzt werden müssen, werden ebenfalls unter Beachtung der oben genannten Normen die Nutzungsdauern festgelegt. Es gelten die folgenden Nutzungsdauern:

Tabelle 3-1: Nutzungsdauer Neubau bzw. Ersatzneubauten nach Bauteil bzw. Material

Bauwerk, Massnahme	Bauteil / Material	Nutzungsdauer
Durchlass Bahnstrasse (Neubau) Durchlass Tramstrasse (Anpassung) Brücke Hauptstrasse, Äächeli (Anpassung)	Stahlbetonbauten, Tragkonstruktion, Rohbau	80 Jahre
	Randborde	50 Jahre
	Oberflächenschutz	25 Jahre
	Abdichtungen	25 Jahre
	Belag	25 Jahre
	Geländer	25 Jahre

3.2 Einwirkungen

3.2.1 Eigenlasten

Die Eigenlasten werden den projektierten Bauteilen und gewählten Materialien wirkend angenommen.

3.2.2 Einwirkungen aus dem Baugrund

Der resultierende Erddruck aus dem Baugrund wurde gemäss abgeschätzten geotechnischen Kennwerten berücksichtigt.

3.2.3 Nutzlasten

3.2.3.1 Strassenverkehr

Für die Brücken Kantonsstrassen gilt der Strassenverkehr als massgebende Einwirkung. Die Brücken werden somit auf Strassenverkehr, Lastmodell 1 gemäss SIA 261 bemessen. Das Lastmodell 1 beinhaltet konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten zur Modellierung von Personenwagen- und Lastwagenverkehr und berücksichtigt daher einen möglichen 40-Tonnen Verkehr.

Die Nutzlasten im Strassenverkehr sind gemäss der Norm SIA 261, Kapitel 10 folgendermassen festgelegt:

Tabelle 3-2: Anzahl und Breite der fiktiven Fahrstreifen

Fahrbahnbreite	Anzahl fiktiver Fahrstreifen	Fiktive Fahrstreifenbreite	Breite der Restflächen
$b < 5.4 \text{ m}$	$n = 1$	3 m	$b - 3 \text{ m}$
$5.4 \text{ m} \leq b \leq 6.0 \text{ m}$	$n = 2$	$b/2$	0
$6.0 \text{ m} < b$	$n = \text{ganzzahliger Teil von } b/(3 \text{ m})$	3 m	$b - n \cdot 3 \text{ m}$

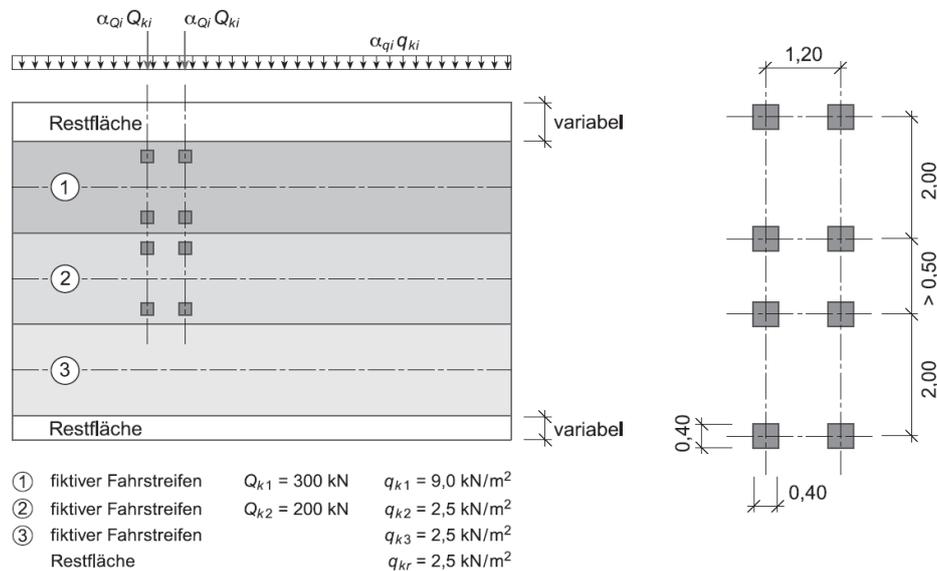


Abbildung 3-1: Mögliche Lastanordnung des Lastmodells 1 nach SIA 261 [5]

Für die Projektierung werden jeweils 2 fiktive Fahrstreifen definiert und die Einwirkungen gemäss fiktiven Fahrstreifen 1 und 2 angesetzt. Die Beiwerte α_{Qi} und α_{qi} werden dabei mit 0.9 angenommen

Tabelle 3-3: Nutzlasten im Strassenverkehr nach SIA 261 [5]

Achslasten Schwerlastwagen:		
- 2 Achslasten auf fiktivem Fahrstreifen 1	$\alpha_{Q1} Q_{k1}$	270 kN
Verteilte Nutzlasten:		
- fiktiver Fahrstreifen 1, Breite 3 m	$\alpha_{q1} q_{k1}$	8.1 kN/m ²

3.2.3.2 Rad- und Fussgängerverkehr

Der Rad- und Fussgängerverkehr ist für die Brücken Kantonsstrassen als nicht massgebend zu betrachten.

3.2.3.3 Ausnahmetransport

Ausnahmetransporte sind als Lastmodell 3 der Strassenverkehrslasten in der SIA 261/1 festgelegt. Die Hauptstrasse in Au liegt auf einer Ausnahmetransportroute des Typs II B. Somit sind die Brücken Hauptstrasse Littenbach und Äächeli betroffen. Gemäss [6] werden Bauwerke entlang dieser Routen während der Überfahrt des Ausnahmetransports für den übrigen Verkehr gesperrt.

Die einzige Brücke, welche innerhalb des vorliegenden Projektes bearbeitet wird, und von Ausnahmetransporten betroffen ist, ist die Brücke Hauptstrasse über das Äächeli. Unter Beachtung, dass diese Brücke ausschliesslich Anpassungen der Sohle erfährt, und die Brückenstatik dadurch nicht beeinflusst wird, wurde auf Berechnungen in Bezug auf Ausnahmetransporte verzichtet.

3.2.3.4 Anfahr- und Bremskraft

Nach der Norm SIA 261 sind die Anfahr- und Bremskraft folgendermassen definiert:

Anfahr- und Bremskräfte werden durch horizontale, auf der Höhe der Fahrbahnoberfläche wirkende Kräfte QA_k bzw. QB_k modelliert.

Die charakteristischen Werte QA_k und QB_k setzen sich aus Anteilen zusammen, die zu den Lasten des Lastmodells 1 auf dem fiktiven Fahrstreifen 1 proportional sind:

$$QA_k = QB_k = 1,2 \alpha_{Q1} Q_{k1} + 0,1 \alpha_{q1} q_{k1} b_1 l \quad (20)$$

Dabei ist die Bedingung $QA_k = QB_k \leq 900$ kN einzuhalten. b_1 und l bezeichnen die Breite des fiktiven Fahrstreifens 1 und die Länge des Tragwerks bzw. die Distanz zwischen den Dilatationsfugen des untersuchten Tragwerksabschnitts.

Die Anfahr- und Bremskräfte sind im Allgemeinen in der Achse des fiktiven Fahrstreifens 1 wirkend anzunehmen. Sofern die Exzentrizität keinen massgebenden Einfluss auf die Beanspruchung des Tragwerks hat, darf die Wirkungslinie als mit der Fahrbahnachse zusammenfallend angenommen werden.

Abbildung 3-2: Anfahr- und Bremskraft nach SIA 261 [5]

3.2.4 Schneelasten

Die Schneelasten werden gemäss SIA 261 angesetzt. Die massgebende Meereshöhe der Brücken Kantonstrassen liegt zwischen 400 m ü.M. und 410 m ü.M. Es wird dementsprechend eine massgebende Meereshöhe von 405 m ü.M. angenommen. Dies ergibt eine Einwirkung von:

$$q_{s,k} = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

3.2.5 Windlast

Die Windlast wird als nicht massgebend betrachtet und somit nicht weiter berücksichtigt.

3.2.6 Wasserdruck

Wasserdruck und Staudruck werden nicht berücksichtigt, da die Verklauungswahrscheinlichkeit < 25 % beträgt.

Der Nachweis gegen Aufschwimmen aufgrund des vorherrschenden Grundwassers wurde gemäss SIA 260 [4] und SIA 261 [5] geführt. In der Bemessung wird der hydrostatische Wasserdruck des Grundwassers gemäss den geologischen Berichten [26] und [30] angesetzt. Die Nachweise wurden unter Vernachlässigung des Abflusses innerhalb der Durchlässe geführt.

3.3 Besondere Vorgaben der Bauherrschaft

Die Bauherrschaft hat bisher keine besonderen Vorgaben formuliert. Die Brücken der Kantonsstrassen werden auf der Basis der Richtlinien der TBA Kanton St. Gallen projektiert.

3.4 Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts

3.4.1 Betriebssicherheit

An die Betriebssicherheit der Brücken und Stege werden hohe Anforderungen gestellt. Dazu werden die gängigen Normen der SIA und der VSS sowie die Empfehlungen der Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) berücksichtigt.

3.4.2 Unterhalt

Alle Bauteile sind so zu konzipieren, dass der Aufwand für Wartung und Unterhalt (inkl. Reinigung) minimal ist. Teile mit geringer Haltbarkeit (z.B. Dichtungen, Lager, etc.) müssen gut erreichbar und leicht austauschbar sein.

Voraussetzung ist eine periodische Durchführung von Unterhaltsarbeiten im Sinne der Norm SIA 469.

3.5 Schutzziele und Sonderrisiken

3.5.1 Schutzziele

Die Gemeinden Berneck und Au befinden sich nach SIA 261 in der Erdbebengefährdungszone Z2. Während der Bauphase wird das Auftreten eines Erdbebens als Gefährdungsbild akzeptiert. Im Endzustand sind die Brücken so zu bemessen, dass ein Versagen infolge Erdbebeneinwirkung ausgeschlossen werden kann. Folgeschäden wie Risse, Verformungen werden akzeptiert. Nach einem Erdbebenereignis wird empfohlen, die Brücken temporär sperren zu lassen und diese durch Fachleute beurteilen zu lassen. Anschliessend sind allfällige nötige Instandhaltungsarbeiten auszuführen um die auftretenden Schadensbilder wieder zu beheben.

Die Brücken werden beidseitig mit einem Geländer als Absturzsicherung ausgebildet. Die Sichtverhältnisse dürfen durch das Geländer nicht eingeschränkt werden.

Auf Leuchtmittel wird auf der Brücke verzichtet.

3.5.2 Akzeptierte Risiken

Folgende Risiken werden vom Bauherr akzeptiert:

- Hochwasser welche das Schutzziel des Projektes überschreiten
- Sonderrisiken wie militärische Einwirkungen oder zivile Katastrophenereignisse
- Brand auf der Brücke oder in deren unmittelbaren Umgebung
- Unfälle (Explosionen, Aufprall etc.)
- Vandalismus

3.6 Statisches System und Bemessung

3.6.1 Durchlass Bahnstrasse

3.6.1.1 Rahmentragwerk

Der Durchlass Bahnstrasse ist Bestandteil des Entlastungsstollens Rosenberg, welcher im Falle eines Hochwassers einen Teil des Abflusses aus dem Littenbach vom Kiesfang Schlossbrugg ins Gerinne des Hinterburgbachs bzw. in die Retentionsräume umleitet. Dabei muss der Entlastungsstollen auf dem Gebiet der Gemeinde Berneck auch die Hauptstrasse Tram- / Bahnstrasse unterqueren. An dieser Stelle entsteht der Durchlass Bahnstrasse.

Der Durchlass Bahnstrasse wird als geschlossenes Rahmentragwerk konzipiert. Die den Rahmen bildenden Bauteile weisen dabei eine Stärke von 40 cm auf.

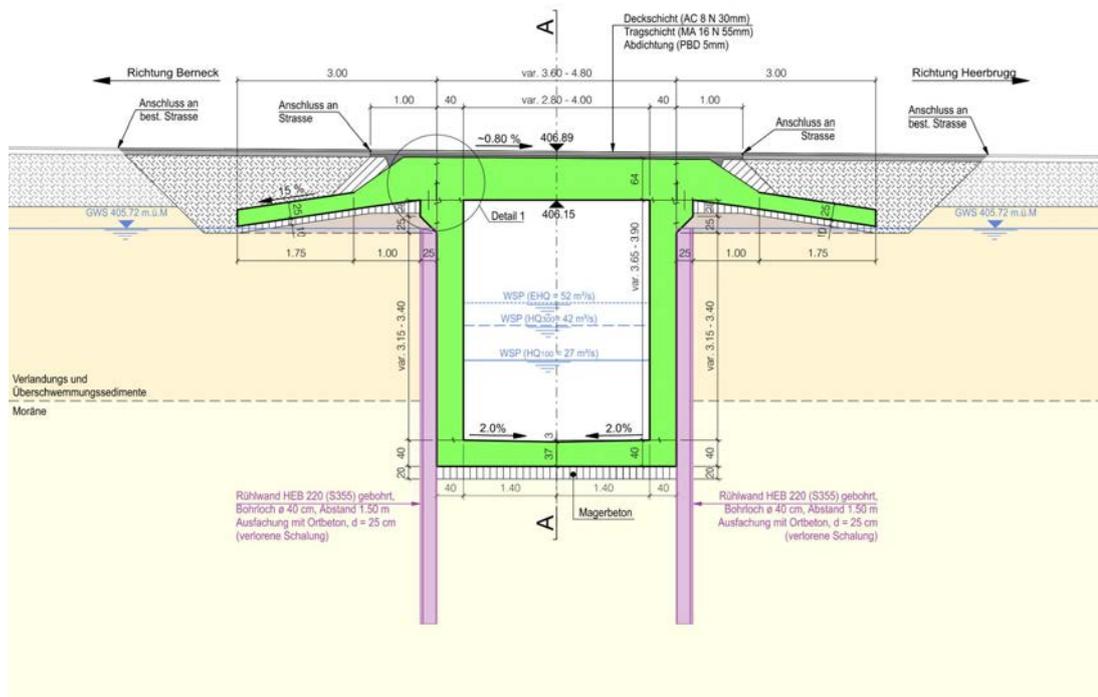


Abbildung 3-3: Ausbildung Rahmentragwerk Durchlass Bahnstrasse

Um eine saubere Arbeitsschicht zu erhalten wird das Rahmentragwerk auf Magerbeton fundiert. Das Bauwerk wird gemäss geologischen Untersuchungen voraussichtlich in einer Moränenschicht zu liegen kommen. Die Tragfähigkeit wurden mit der allgemeinen Tragfähigkeitsformel überprüft. Sollten während der Ausführung vor Ort im Vergleich zu den Annahmen schlechtere Verhältnisse angetroffen werden, so sind zusätzliche Überprüfungen bzw. allenfalls ein entsprechender Materialersatz notwendig. Hinterfüllt wird das Rahmentragwerk mit sickerfähigem und gut verdichtbarem Material.

3.6.1.2 Bemessung

Der Durchlass Bahnstrasse wird in einem ersten Schritt mithilfe der Software CEDRUS-8 (Berechnung und Bemessung von Stahlbetonplatten nach der FE-Methode), STATIK-8 (Berechnung von ebenen und räumlichen Stabtragwerken nach Theorie 1. und 2. Ordnung) und FAGUS-8 (Querschnittsanalyse: Analysen an Stahlbeton-, Spannbeton- und Verbundquerschnitten, dünnwandige Querschnitte, schiefe Biegung) vorbemessen. Die Einwirkungen werden dabei wie in Kapitel 3.2 beschrieben angesetzt.

Mit CEDRUS-8 werden zunächst die massgebenden Bewehrungsmomente der verschiedenen Bewehrungslagen der Decke bestimmt, über welche die Fahrbahn verläuft. Dabei wird nur die befahrene Länge des Durchlasses (ca. 10 m) berücksichtigt, die restliche Länge des Durchlasses ist nicht befahren und wird somit als nicht massgebend betrachtet. Die Breite wird auf 4.20 m festgelegt. Der Anschluss an die anschliessenden Widerlagerwände (Teil des Rahmentragwerkes) werden monolithisch modelliert.

Aufgrund der erhaltenen Resultate kann davon ausgegangen werden, dass die Decke mit gängigen Armierungs-Durchmessern bewehrt werden können. Ausgehend von einer 150 mm-Teilung wird in Fahrtrichtung (1. und 4. Lage) durchgängig ein Durchmesser von 18 mm vorgeschlagen. In Längsrichtung quer zur Fahrbahn (2. und 3. Lage) wird mit derselben Teilung ein Durchmesser von 14 mm als ausreichend betrachtet. Die graphische Darstellung der Resultate ist im Anhang ersichtlich.

Betreffend Querkräften zeigen die entsprechenden Berechnungen, dass die gewählte Bewehrung hinsichtlich auftretenden Querkräften nicht ausreichend ist. Es ist deshalb über den befahrenen Teil der Brückenplatte eine zusätzliche Querkraftbewehrung vorzusehen. Hierbei wird eine Teilung von 150 mm sowie ein Durchmesser von 8 mm vorgesehen.

Die Bewehrung der Decke bzw. Brückenplatte gilt als massgebend für das Bauwerk. In den seitlichen Widerlagern sowie Bodenplatte ist voraussichtlich ein geringerer Bewehrungsgehalt zulässig, da die resultierenden Bewehrungsmomente bzw. Schnittkräfte tiefer ausfallen.

Mit der Software STATIK 8 wurde anschliessend ein entsprechendes Stabmodell erstellt, wobei die Brücke als Rahmentragwerk definiert wurde. Die Einwirkungen wurden erneut wie in Kapitel 3.2 definiert angesetzt. Die Resultate der Modellierung mit STATIK-8 bestätigen die Resultate der entsprechenden Berechnung eines Plattenmodells mit CEDRUS-8. Die gewählten Armierungen werden deshalb als plausibel bewertet.

Ausgehend von der vorgeschlagenen Ausbildung der Armierung wurde anschliessend der Querschnitt der Brückenplatte mit FAGUS-8 überprüft. Das resultierende N-M-Interaktionsdiagramm zeigt, dass die entsprechenden Querschnittsnachweise erbracht werden können.

3.6.1.3 Tragfähigkeit des Bodens

In einem nächsten Schritt wurde die Tragfähigkeit des anstehenden Bodens überprüft. Es wurde die allgemeine Tragfähigkeitsformel und die abgeschätzten Bodenkennwerte gemäss geologischem Bericht verwendet:

$$\sigma_f = cN_c + (\gamma t + q)N_q + \frac{1}{2} b\gamma N_\gamma$$

Die Tragfähigkeitsfaktoren werden wie folgt bestimmt:

$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan(\varphi)}$$

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi)} \left(\tan(45^\circ + \frac{1}{2} \varphi) \right)^2$$

$$N_\varphi \approx 1.8(N_q - 1) \tan \varphi$$

Der Berechnung werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Foundation in Moräne (entsprechende Bodenkennwerte)

- Allfällige Einbindung wird vernachlässigt
- Fundamentabmessungen 10.00 m x 3.60 m
- Sicherheitsfaktor 2.0

Es ergibt sich eine Traglast von rund 8'700 kN, was nach Vergleich mit den entsprechenden Resultaten der STATIK-8 Berechnungen als ausreichend bewertet wird.

Wird der Durchlass nicht auf Moräne fundiert, so ist die Tragfähigkeit des Bodens mit den entsprechenden angepassten Kennwerten erneut zu überprüfen. Alternativ ist lokal ein entsprechender Materialersatz durchzuführen.

3.6.1.4 Nachweis Auftriebssicherheit

Für den Durchlass Bahnstrasse wurde der Nachweis gegen Auftrieb Typ 1 (SIA 260, 261) berechnet. Dafür wurden die Einwirkungen Eigengewicht des Bauwerkes und Wasserdruck infolge Grundwasser berücksichtigt. Weitere Lasten, wie das Eigengewicht des Strassenaufbaus und die veränderlichen Lasten infolge Abfluss und Strassenverkehr wurden vernachlässigt. Der Nachweis erfolgte am Durchlass-Querschnitt.

Unter Berücksichtigung des Lastbeiwertes resultiert folgendes Eigengewicht des Durchlasses Bahnstrasse (Bestand + Projekt):

$$g_a = 194.5 \text{ kN/m}$$

Die Auftriebskraft wurde für zwei verschiedene Grundwasserspiegel berechnet:

Mittlerer Grundwasserspiegel (ca. 405.72 m ü. M.) $q_a = 128.5 \text{ kN/m}$

Maximaler Grundwasserspiegel (ca. 407.5 m ü. M.) $q_a = 164.5 \text{ kN/m}$

Der Nachweis ist für beide betrachteten Grundwasserspiegel erfüllt ($g_a > q_a$).

3.6.1.5 Schleppplatte

Direkt an das Rahmenwerk anschliessend werden, wie bei den anderen Brücken, beidseitig Schleppplatten vorgesehen. Bei der Schleppplatte handelt es sich um eine konstruktive Massnahme, deren Ziel es ist eine Verminderung des aktiven Erddrucks auf die Widerlager und eine gleichmässige Verteilung der Sohlpressungen unter den Fundamenten aus ständigen Lasten zu erreichen. So sollen grössere Beanspruchungen aus anderen Lastfällen zuverlässig aufgenommen werden können. Nachteilige Folgen durch erwartete Setzungen im Hinterfüllbereich sollen ausgeglichen werden.

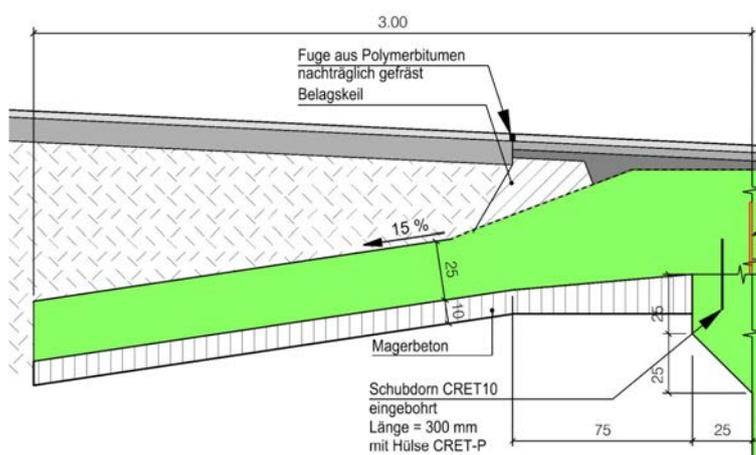


Abbildung 3-4: Schematische Ausbildung Schleppplatte

Die Schleppplatte wird auf eine Länge von 3.00 m vorgesehen und auf einer Magerbetonschicht fundiert. Das Gefälle wird mit 15% vormessen.

Die konstruktive Ausbildung der Schleppplatte erfolgt gemäss den Normalien des TBA des Kantons St. Gallen.

3.6.1.6 Belagsaufbau

Der Belagsaufbau orientiert sich an den Richtlinien und Normalien des TBA des Kantons St. Gallen [16] und [19]. Es ist ein Aufbau vorgesehen, bestehend aus Deckschicht, Schutzschicht und Abdichtung. Für die Bemessung der Brücken wurde jeweils von einer Schichtstärke von 10 cm ausgegangen. Für die Brücken Kantonsstrassen wurden folgende Strassenbeläge definiert:

Tabelle 3-4: Beläge Brücken Kantonsstrassen

Belag	Fahrbahn	Gehweg
Deckschicht AC 8 N	30 mm	30 mm
Schutzschicht MA 16 N	55 mm	40 mm
Abdichtung PBD	5 mm	5 mm

3.6.2 Durchlass Tramstrasse

3.6.2.1 Nachweis Auftriebssicherheit

Für den Durchlass Tramstrasse wurde der Nachweis gegen Auftrieb Typ 1 (SIA 260, 261) berechnet. Dafür wurden die Einwirkungen Eigengewicht des Bauwerkes und Wasserdruck infolge Grundwasser berücksichtigt. Weitere Lasten, wie Eigengewicht der Sohleinbauten und die veränderliche Last des Abflusses wurden vernachlässigt. Der Nachweis erfolgte am massgebenden Querschnitt des Durchlasses.

Unter Berücksichtigung des Lastbeiwertes resultiert folgendes Eigengewicht des Durchlasses Tramstrasse (Bestand + Projekt):

$$g_d = 168.7 \text{ kN/m}$$

Die Auftriebskraft wurde für zwei verschiedene Grundwasserspiegel berechnet:

Mittlerer Grundwasserspiegel (ca. 406.5 m ü. M.) $q_d = 78.6 \text{ kN/m}$

Maximaler Grundwasserspiegel (ca. 407.5 m ü. M.) $q_d = 138.6 \text{ kN/m}$

Der Nachweis ist für beide betrachteten Grundwasserspiegel erfüllt ($g_d > q_d$).

3.6.2.2 Nachweis Sohlplatte

Der massgebende Lastfall der Sohlplatte tritt bei maximalem Grundwasserspiegel, und bei fehlendem Abfluss innerhalb des Durchlasses auf. Die Sohlplatte des Durchlasses Tramstrasse wurde mithilfe der Software CEDRUS vorbemessen. Als Einwirkungen wurde dabei das Eigengewicht (günstig wirkend) und der Wasserdruck (ungünstig wirkend) betrachtet.

Mit CEDRUS wurden zunächst die massgebenden Bewehrungsmomente der verschiedenen Bewehrungslagen der Platte bestimmt. Die Breite wird auf 3.60 m festgelegt. Der Anschluss an die anschliessenden Trägerwände (Teil des U-Profils) werden monolithisch modelliert.

Aufgrund der geringen Spannweite in Haupttragrichtung (Querrichtung) treten geringe Biegemomente auf, weshalb für die Platte die Mindestbewehrung massgebend wird. Ausgehend von einer 150 mm-Teilung ist in Quer- (1. und 4. Lage) und Längsrichtung (2. + 3. Lage) ein Durchmesser von 8 mm erforderlich. Die graphische Darstellung der Resultate ist im Anhang ersichtlich.

3.7 Projektbeschreibung, allgemein

3.7.1 Baustoffeigenschaften und Materialkennwerte

Die voraussichtlich eingesetzten Materialien weisen folgende Charakteristiken auf:

- Beton: SG 1 Beton gemäss SN EN 206:3013
C30/37, XD3 (CH), XF1 (CH)
 $D_{max} = 32$, CI 0.10, C3
CEM I oder CEM II
 $w/z = 0.43 (\pm 0.02)$
ohne künstlich zugeführte Luftporen
 $f_{cd} = 20.0 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ctm} = 2.9 \text{ N/mm}^2$, $E_{cm} = 33.6 \text{ kN/mm}^2$
- Bewehrungsstahl: B500B $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$
 $k_s = 1.08$
 $\epsilon_{ud} = 4.5 \%$
- Spannstahl: T15S $A_p = 150 \text{ mm}^2$
 $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$, $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$
 $E_p = 195 \text{ kN/mm}^2$
- Belag: siehe Kapitel 3.6.1.6
- Baustahl: S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $\tau_y = 135 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$ (für Dicke $t \leq 40 \text{ mm}$)
 $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$
 $E = 210 \text{ kN/mm}^2$
 $G = 81 \text{ kN/mm}^2$
 $\nu = 0.3$

3.7.2 Qualitätsanforderungen

3.7.2.1 Stahlbeton

Es sind generell keine klaffenden Risse in den Bodenplatten, Wänden und Decken zugelassen (Vermeiden von grösseren Wasserzutritten, verbesserter Korrosionsschutz der Bewehrung, robuste Tragkonstruktion etc.).

Die Bauteile werden auf erhöhte Anforderungen bemessen (Minimalbewehrung, Rissbreitenbeschränkung auf ca. 0.3-0.4 mm), Konsolköpfe auf hohe Anforderungen.

In Anlehnung an SIA 197 8.6.2 [3] wird die Dichtigkeitsklasse 3: "Feucht bis nass, einzelne Feuchtstellen zugelassen" definiert. Die Bauwerksdecken werden mit einer PBD Abdichtung geschützt.

Es ist vorgesehen, alle Flächen mit Schalungstyp 2 (Betonoberfläche mit einheitlicher Struktur) auszuführen.

Die zugelassenen Toleranzen orientieren sich an der Norm gemäss [7], es sind keine erhöhten Anforderungen vorgesehen.

3.7.2.2 Belag

Für den Belag gelten die Bestimmungen gemäss Richtlinie TBA; R 2016.03 Standardaufbauten Beläge des Kantons St. Gallen (siehe Kapitel 3.6.1.6) [16].

3.7.3 Wasserhaltung

Für die Projektierung der Wasserhaltung sind grundsätzlich zwei Aspekte zu berücksichtigen. Der erste Aspekt betrifft den natürlichen Wasserlauf der betroffenen Gewässer (Littenbach, Ächeli). Für die Brücken Kantonsstrasse, deren Querschnitt durch eine Absenkung der Sohle erfolgt, ist während der Bauphase vorzusehen, das entsprechende Gewässer oberhalb der betroffenen Brücke zu fassen und umzuleiten. Am einfachsten sind hierfür entsprechende Rohre (Stahl, Kunststoff o. glw.) zu verlegen und Erddämme als Abschottung zu verwenden. Je nach Bauablauf muss die Bachumleitung während der Bauphase mehrmals umgelegt werden.

Grundsätzlich sind Massnahmen im Baustellenperimeter für die Dauer der Bauarbeiten auf ein HQ₂₀ des betroffenen Gewässers auszulegen.

Im Zuge der geologischen Untersuchungen (siehe hierzu [26], [27]) konnte zudem festgestellt werden, dass die bestehenden Brücken Kantonsstrassen sowie der zukünftige Durchlass Bahnstrasse grösstenteils im Grundwasser liegen. Der dabei zu erwartende Wasseranfall wurde bisher noch nicht näher quantifiziert. In einer ersten Abschätzung wird deshalb davon ausgegangen, dass das anfallende Grundwasser mittels entsprechenden Pumpensümpfen gefasst und abgeleitet werden kann. Idealerweise wird das Wasser direkt dem natürlichen Bachverlauf zugeführt. Der Durchlass Bahnstrasse liegt aktuell nicht an einem Gewässer. Hier wird das Wasser, welches während der Bauausführung anfällt an den nahe liegenden Hinterburgbach abgegeben.



Abbildung 3-5: Beispiel Wasserhaltung mit oberflächennahem Pumpensumpf, eingelegt in Filterschicht

Im Hinblick auf den Gewässerschutz sind vor allem Betonierarbeiten für Fundamente / Widerlager / Bodenplatten als kritisch einzustufen. Hier ist mit geeignetem Mitteleinsatz zu verhindern, dass beim Betonieren eingesetzte Materialien mit dem Gewässer in Kontakt kommen. Während den Betonierarbeiten anfallendes Wasser ist mittels einer entsprechenden Neutralisationsanlage in die Kanalisation einzuleiten und darf nicht dem natürlichen Gewässer zugeführt werden.

3.7.4 Baugrubensicherung

Die Brücken Kantonsstrassen befinden sich jeweils in der näheren Umgebung von Siedlungsgebieten. Aufgrund dieser Nähe und des entsprechenden Platzbedarfes scheidet die Baugrube mit einer natürlichen Böschung als Möglichkeit aus. Es ist deshalb vorgesehen, die entsprechende Baugrubensicherung mittels Rühlwänden sicherzustellen. Vor Ausführung sind in den nahegelegenen Siedlungsgebieten entsprechende Rissaufnahmen zur Beweissicherung zu erstellen.

Für die bestehenden Brücken Kantonsstrassen, deren Querschnitt durch eine Absenkung der bestehenden Sohle erfolgt, sind im Bauzustand allenfalls lokal Unterfangungs-Massnahmen nötig.

3.7.5 Provisorische Verkehrsführung und Signalisation

Während der Bauphase wird angestrebt allfällige Unterbrüche und Einschränkungen auf ein Minimum zu begrenzen. Für die Brücken Kantonsstrassen wird der Verkehr während der Bauphase umgeleitet. Es wird nicht angestrebt die Durchgängigkeit auch während der Bauphase sicherstellen zu können.

Die provisorische Verkehrsführung ist abhängig von den massgebenden Randbedingungen, wie Schulwege, Buslinie, Transportrouten für Lastwagen etc. Diese Randbedingungen sind durch die Gemeinde festzulegen. Die provisorische Verkehrsführung, und damit verknüpft das Bauprogramm sind entsprechend zu planen.

Während der Bauausführung muss entlang der Baustelle eine entsprechende temporäre Signalisation erstellt werden. Die temporäre Signalisation richtet sich nach der Norm SN 640 886 [11]. Bei der Planung der Signalisation sind die entsprechenden Behörden frühzeitig miteinzubinden und die Signalisation durch diese zu genehmigen / abzunehmen.

3.8 Projektbeschreibung, objektspezifisch

3.8.1 Durchlass Tramstrasse

3.8.1.1 Ausgangslage und Grundlagen

Die Sohle des Durchlasses Tramstrasse wird als Folge der projektierten Sohländerung angepasst. Der Durchlass weist damit eine ausreichende Kapazität auf, weshalb dieser innerhalb des Projektes nicht erneuert wird.

Gemäss dem geologischen Bericht der von Moos AG [26] und der dazugehörigen Rammsondierung R1 liegen folgende Verhältnisse vor:

- | | |
|---|-------------------------|
| • OK Terrain (Sondierungsstelle) | 409.47 m ü. M. |
| • Verwitterungslehm / künstliche Aufschüttung | Bis ca. -1.00 m |
| • Bachschutt | ca. -1.00 m bis -6.00 m |
| • Fels (Untere Süsswassermolasse) | Ab ca. -6.00 m |
| • Länge der Rammsondierung | 6.4 m |
| • Grundwasserspiegel (gemessen am 21.02.2018) | -2.97 m |

3.8.1.2 Horizontale und vertikale Linienführung

Der Durchlass Tramstrasse folgt in kurzer Distanz auf den Kiesfang resp. die Kiesfangsperre Schlossbrugg. Die Sohle des Durchlasses wird abgebrochen, die Sohle wird tiefer gelegt und durch ein U-Profil ersetzt. Der Anschluss des neuen Bauteils an den Bestand erfolgt anhand der Montage von nachträglicher Bewehrung (bspw. Systemlösung von HILTI). Die neue Bachsohle liegt 70 cm, die Oberkante des U-Profiles liegt 130 cm tiefer als die ursprüngliche Betonsohle. Die Betonsohle wird mit Kies überschüttet. Um das Ausspülen des Kieses zu verhindern werden zusätzlich Querriegel von 30 cm Höhe ausgebildet. Der restliche Querschnitt bleibt bestehen und die damit verbundene Linienführung bleibt unverändert.



Abbildung 3-6: Vertikale Linienführung und Anpassung des Fließquerschnittes innerhalb des Durchlasses Tramstrasse, Littenbach

3.8.1.3 Geometrie

Als Folge der Sohlabsenkung weist der Durchlass neu lichte Höhen von 3.30 m (oberstrom) und 3.10 m (unterstrom) auf, anstelle von 2.00 m und 1.80 m. Die restlichen Abmessungen und Geometrien bleiben unverändert.

Innerhalb des Durchlasses werden in unregelmässigen Abständen Blocksteine versetzt, um Störungen im Strömungsbild zu erzeugen. Die seitlichen Betonstreifen dienen der terrestrischen Durchgängigkeit bei Niederwasser. Aufgrund des Kapazitätsengpasses ist die Ausbildung von grösseren Bermen nicht möglich (mehr zur terrestrischen Durchgängigkeit, s. technischer Bericht, Dossier 01 Wasserbau).

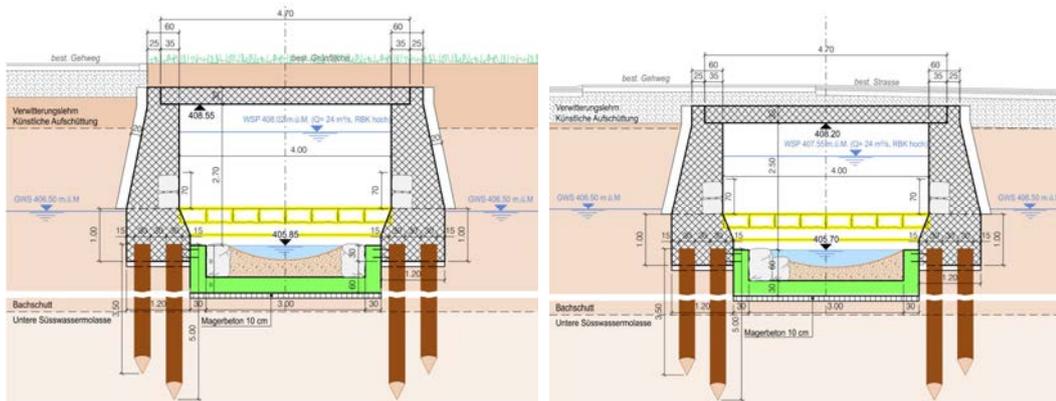


Abbildung 3-7: Querprofile des Durchlasses Tramstrasse, Littenbach (links: oberstrom, rechts: unterstrom)

3.8.2 Durchlass Bahnstrasse

3.8.2.1 Ausgangslage und Grundlagen

Der Durchlass Bahnstrasse ist Bestandteil des projektierten Entlastungsstollens durch den Rosenberg. Im Hochwasserfall führt der Entlastungsstollen die Entlastungswassermenge vom Kiesfang Schlossbrugg dem Hinterburgbach resp. den Retentionsflächen zu. Dabei quert der Entlastungsstollen die Bahnstrasse unterirdisch, welche auf dem Gebiet der Gemeinde Berneck liegt. Der Durchlass wird als Rahmentragwerk ausgebildet. Ergänzende Informationen zum Entlastungsstollen sind dem technischen Bericht Wasserbau [22] zu entnehmen.

Gemäss dem geologischen Bericht der von Moos AG [26] und der dazugehörigen Rammsondierung R2 liegen folgende Verhältnisse vor:

- | | |
|---|-----------------|
| • OK Terrain (Sondierungsstelle) | 406.58 m ü. M. |
| • Verwitterungslehm | Bis ca. -1.00 m |
| • Verlandungs- und Überschwemmungssedimente | Bis ca. -4.50 m |
| • Delta- und Bachablagerungen | Ab ca. -4.50 m |

- Länge der Rammsondierung 7.40 m
- Grundwasserspiegel (gemessen am 23.02.2018) -0.86m

3.8.2.2 Horizontale und vertikale Linienführung

Der Durchlass Bahnstrasse unterquert die Bahnstrasse im Bereich Gibel. Er ist Teil des Entlastungsstollens, welcher vom Littenbach auf Höhe Schlossbrugg in den Hinterburgbach führt.

Der Durchlass weist auf der Brückenachse und in Strassenmitte eine Kote von 406.89 m ü. M. auf. Die Unterkante des Durchlasses liegt auf 406.15 m ü. M. Der Strassenaufbau ist nach aktuellem Stand mit einem Dachgefälle geplant. Die Fahrbahn weist ein Quergefälle von 3.00 % auf, die Trottoirs sind um 2.50 % in Richtung Fahrbahn geneigt. Das Längsgefälle liegt bei ca. 0.8 % (gemäss AV-Daten). Der durch den Neubau tangierte Strassenabschnitt wird nach Abschluss der Bauarbeiten neu erstellt und an den Bestand angeschlossen. Der Strassenverlauf soll horizontal, und nach Möglichkeit auch vertikal, wiederhergestellt werden.

Innerhalb des Durchlasses ist beidseitig ein Quergefälle von 2% vorgesehen, damit das Wasser bei geringem Abfluss gegen die Mitte hin abfließen kann.

Da als Rahmentragwerk angedacht, sind keine Flügelmauern notwendig. Es werden aber beidseitig Schleppplatten vorgesehen.

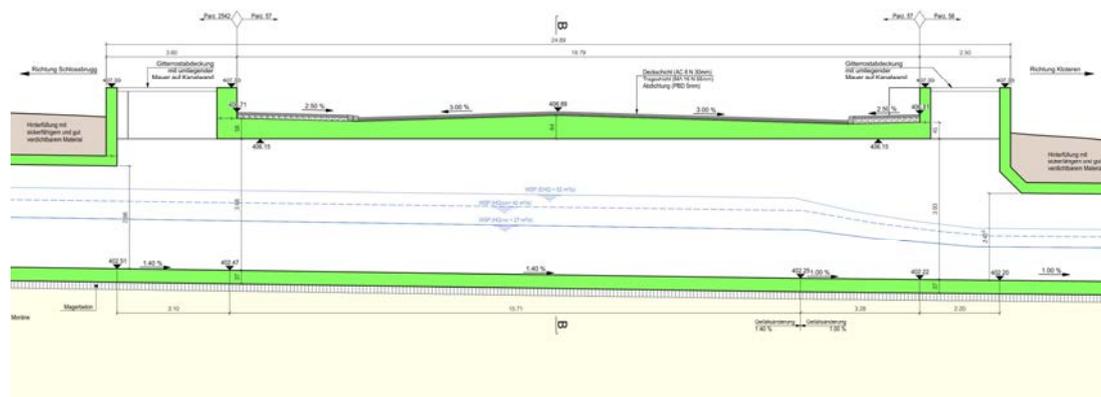


Abbildung 3-8: Vertikale Linienführung Durchlass Bahnstrasse, Entlastungsstollen

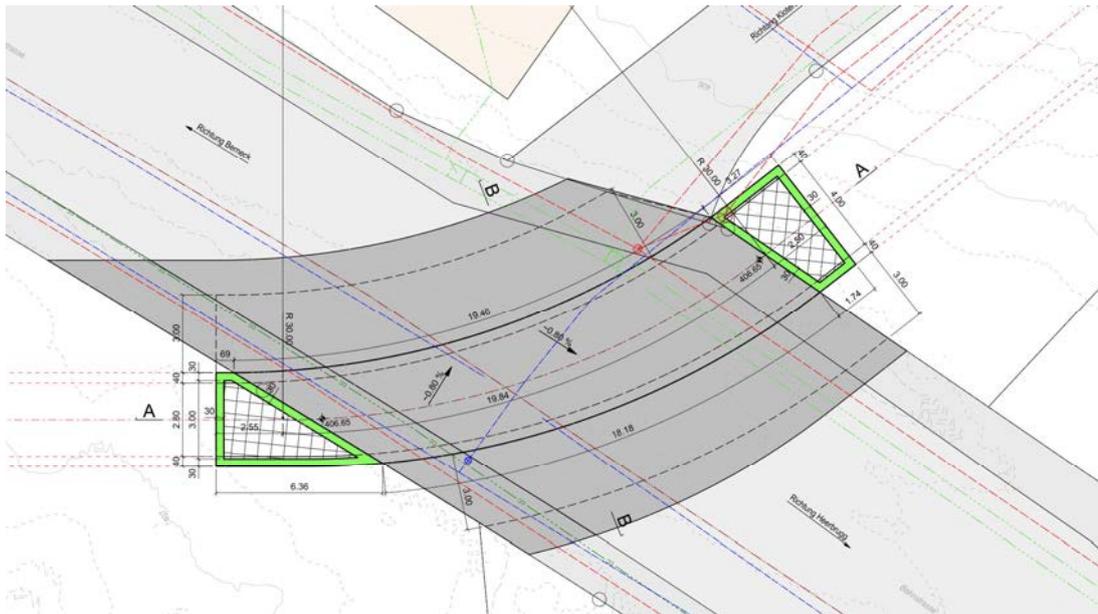


Abbildung 3-9: Horizontale Linienführung Durchlass Bahnstrasse, Entlastungsstollen

Die angedachten Brüstungen auf der Brücke dienen als Absturzsicherung. Anschliessend ist jeweils eine Gitterrostabdeckung auf der Kanalwand als zusätzliche Sicherheitsmassnahme vorgesehen.

3.8.2.3 Geometrie

Der Durchlass Bahnstrasse weist eine variable lichte Weite von 2.80 bis 4.00 m auf und eine Länge von ca. 25 m entlang der Brückenachse. Die lichte Höhe liegt zwischen 3.15 und 3.40 m. Die Breite der Fahrbahn, der Trottoirs und des Bushaltestreifens sollen nach dem Bau entsprechend dem Bestand wiederhergestellt werden. Durch den Neubau bleibt die Fahr situation unverändert.

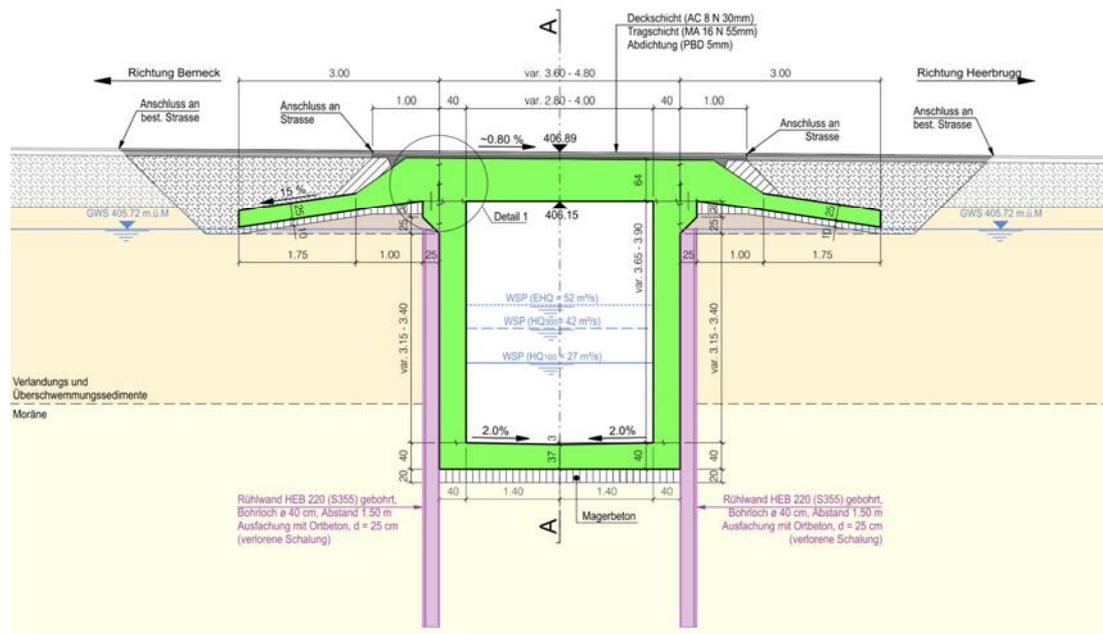


Abbildung 3-10: Querschnitt Durchlass Bahnstrasse, Entlastungsstollen

Das Normalprofil im Brückenbereich wird folgendermassen festgelegt:

- Brüstung 0.30 m
- Trottoir gemäss Bestand
- Fahrbahn gemäss Bestand
- Bushaltestreifen gemäss Bestand
- Trottoir gemäss Bestand
- Brüstung 0.30 m

Trottoirs, Fahrbahn und Bushaltestreifen weisen eine Gesamtbreite von 24.89 m entlang der Durchlassachse auf.

3.8.3 Brücke Hauptstrasse Äächeli

3.8.3.1 Ausgangslage und Grundlagen

Die Brücke Hauptstrasse über das Äächeli weist einen ausreichenden Freibord auf, weshalb die Brücke innerhalb des Projektes nicht erneuert, sondern aufgrund der veränderten Sohl-lage des Baches die Sohle innerhalb des Brückenperimeters angepasst wird.

Gemäss dem geologischen Bericht der von Moos AG [26] und der dazugehörigen Rammson-dierung R14 liegen folgende Verhältnisse vor:

- OK Terrain (Sondierungsstelle) 403.62 m ü. M.
- Verlandungs- und Überschwemmungssedimente Bis ca. -6.50 m
- Delta- und Bachablagerungen Ab ca. -6.50 m
- Länge der Rammsondierung 14.2 m
- Grundwasserspiegel (gemessen am 23.02.2018) -2.04 m

3.8.3.2 Horizontale und vertikale Linienführung

Die horizontale und vertikale Linienführung der Brücke bleibt unverändert. Die Sohle inner-halb des Brückenquerschnittes wird um ca. 13 cm abgesenkt. Die bestehende Bruchstein-pflästerung wird beibehalten und der Fliessquerschnitt lediglich im Bereich der Sohle ange-passt. Die bestehende Bruchsteinpflästerung wird abgebrochen und durch neue Bermen mit Blocksteinen ersetzt.

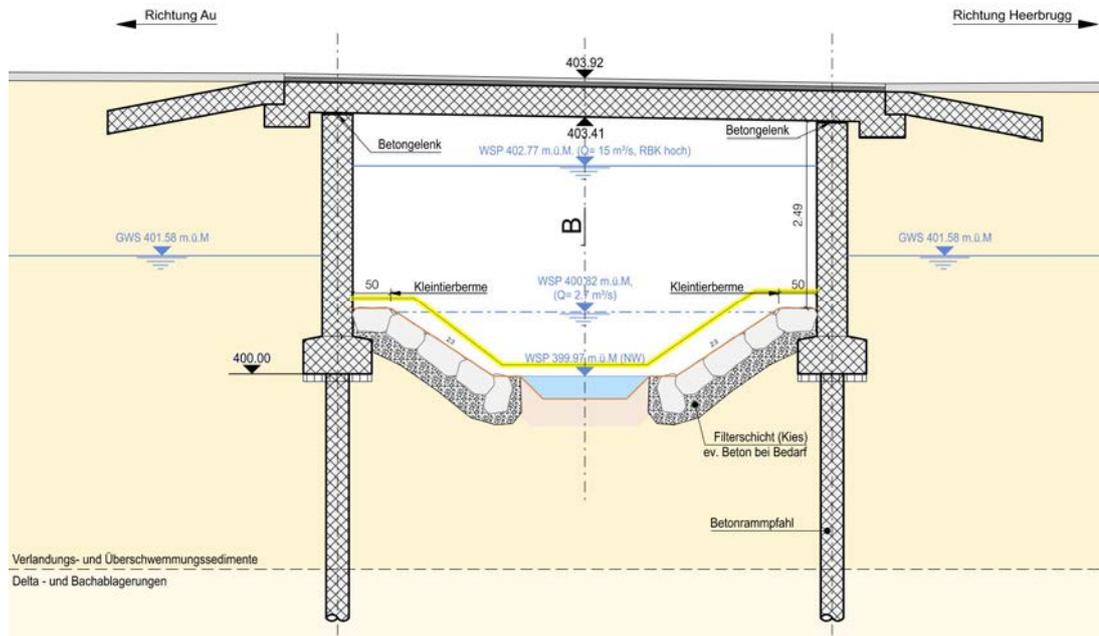


Abbildung 3-11: Vertikale Linienführung und Anpassung des Fliessquerschnittes innerhalb der Brücke Hauptstrasse, Äächeli

3.8.3.3 Geometrie

Das Normalprofil der Brücke bleibt unverändert.

4 Strassenbau

Die Informationen zum Strassenbau innerhalb des Projektes Hochwasserschutz Littenbach-Äächeli sind dem technischen Bericht Strassenbau (Dossier 02) zu entnehmen.

5 Bauablauf

Für den Bau des Durchlasses Bahnstrasse ist im Groben folgender Bauablauf vorgesehen:

In einer ersten Phase werden die nötigen Installationen erstellt sowie der Zugang zum Projektperimeter sichergestellt. Anschliessend finden die nötigen Aushub- und Erdarbeiten statt. Wo nötig wird das anfallende Wasser mit entsprechender Wasserhaltung abgeführt und dem natürlichen Bachlauf wieder zugeführt. Innerhalb der erstellten Baugruben wird anschliessend das Rahmentragwerk in Ortbeton erstellt. Nach Abschluss der Betonarbeiten wird das Bauwerk mit sickerfähigem und gut verdichtbarem Material hinterfüllt. In einem nächsten Schritt werden die anschliessenden Schlepplatten ebenfalls in Ortbeton erstellt.

In einer zweiten Phase finden die kleineren Arbeiten zur abschliessenden Ausbildung des Durchlasses statt. Diese Arbeiten betreffen Abdichtungen, Randabschlüsse, Belagsarbeiten etc.

Abschliessend werden die Arbeiten mit den entsprechenden Reinigungsarbeiten und dem Rückbau der Installationen durchgeführt.

Es ist wichtig, die Arbeiten betreffend Durchlass Bahnstrasse mit den anderen Arbeiten des Entlastungstollens Rosenberg zu koordinieren.

Für den Durchlass Tramstrasse sowie die Brücke Hauptstrasse Äächeli, bei denen eine Querschnittsvergrösserung durch eine Absenkung der Sohle erfolgt, werden zunächst ebenfalls die nötigen Installationen erstellt sowie der Zugang zum Projektperimeter sichergestellt. Anschliessend wird das entsprechende Gewässer oberhalb des Durchlasses bzw. der Brücke gefasst. Eventuell ist hier eine entsprechende Dammschüttung nötig. Das Gewässer wird in Rohren durch das natürliche Gerinne geführt, wobei die Rohrführung mit dem Bauablauf abgestimmt werden muss. Idealerweise verläuft die Umleitung zunächst rechts- oder linksseitig während die entsprechenden Arbeiten zur Absenkung der bestehenden Sohle gegenüber ausgeführt werden. Anschliessend wird die Bachumleitung umgelegt und die Arbeiten auf der anderen Seite weitergeführt. Herausfordernd für die anstehenden Arbeiten dürften besonders die beengten Platzverhältnisse im Durchlass bzw. unter der Brücke sein. Während den Arbeiten zur Absenkung der bestehenden Sohle dürften temporäre Unterfangungen nötig sein.

Es ist vorgesehen, den Verkehr während den Arbeiten zur Anpassung der Sohle beim Durchlass Tramstrasse sowie bei der Brücke Hauptstrasse Äächeli aufrechtzuerhalten. Die Bauabläufe sind so zu planen, dass die Strassensperrung nur phasenweise notwendig ist.

6 Kostenvoranschlag

Preisbasis Dezember 2019 / Kostengenauigkeit +/- 10%

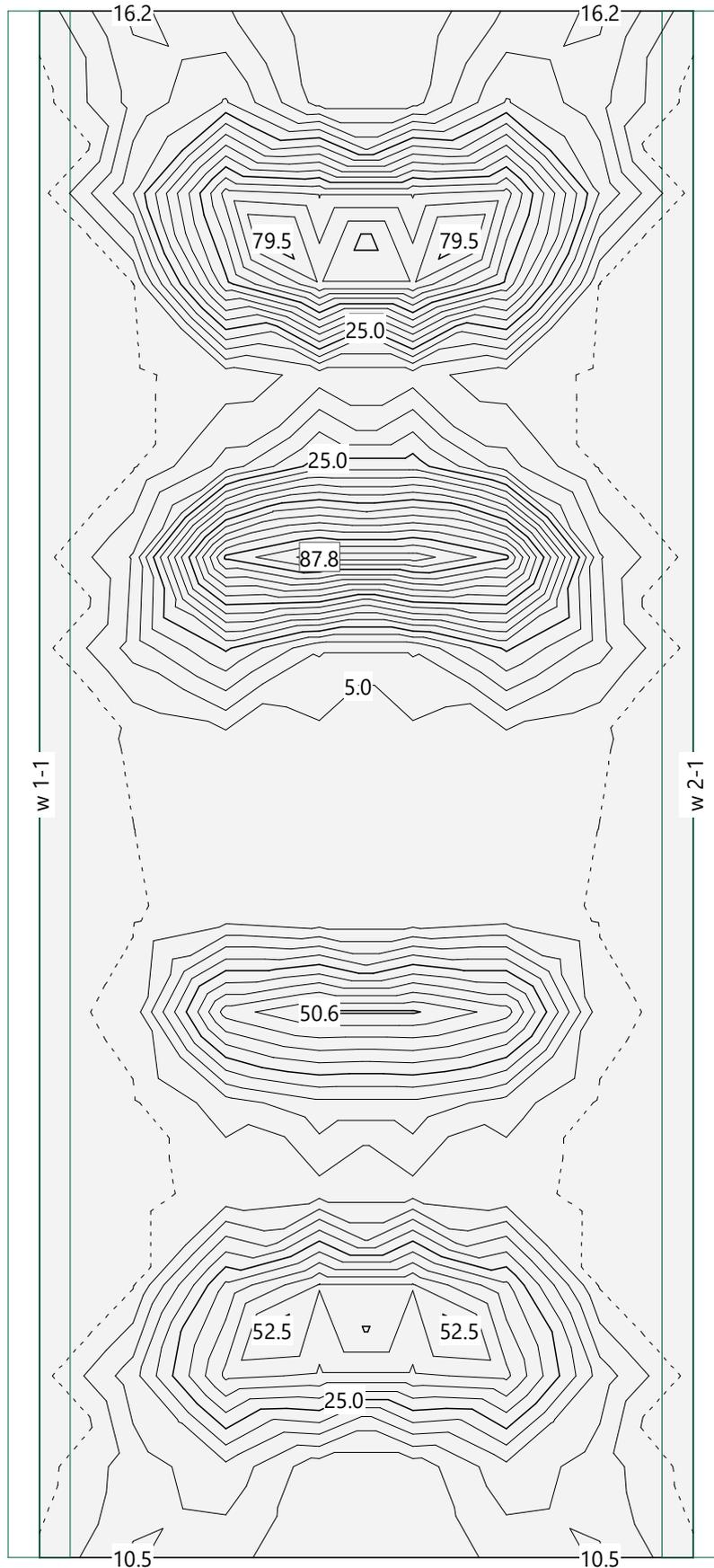
Der detaillierte KV ist in Dokument 03-002 ersichtlich.

7 Anhang

7.1 Statische Berechnungen

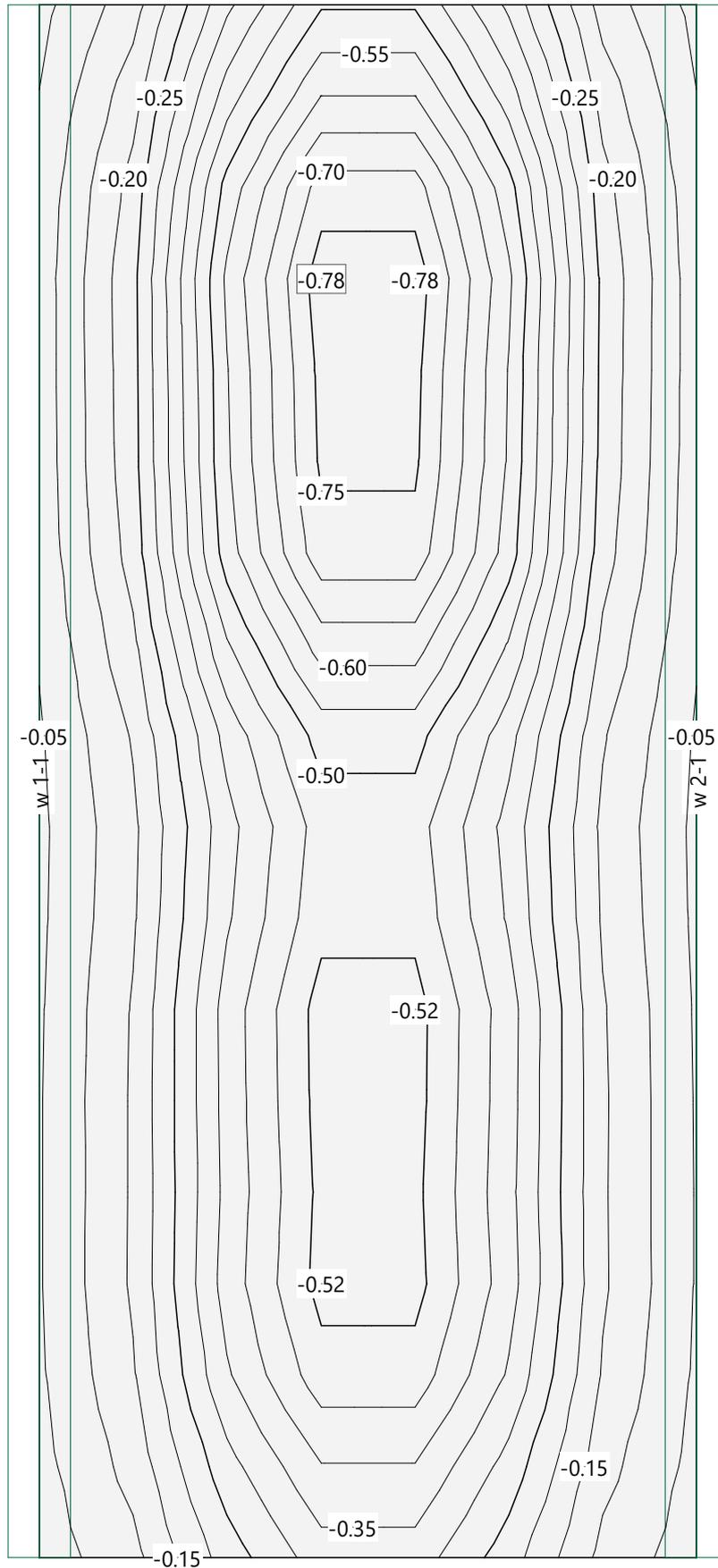
Grenzwerte Bewehrungsmomente: mayb [kN], Äquidistanz: 5.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

Mstb. 1 :43.8



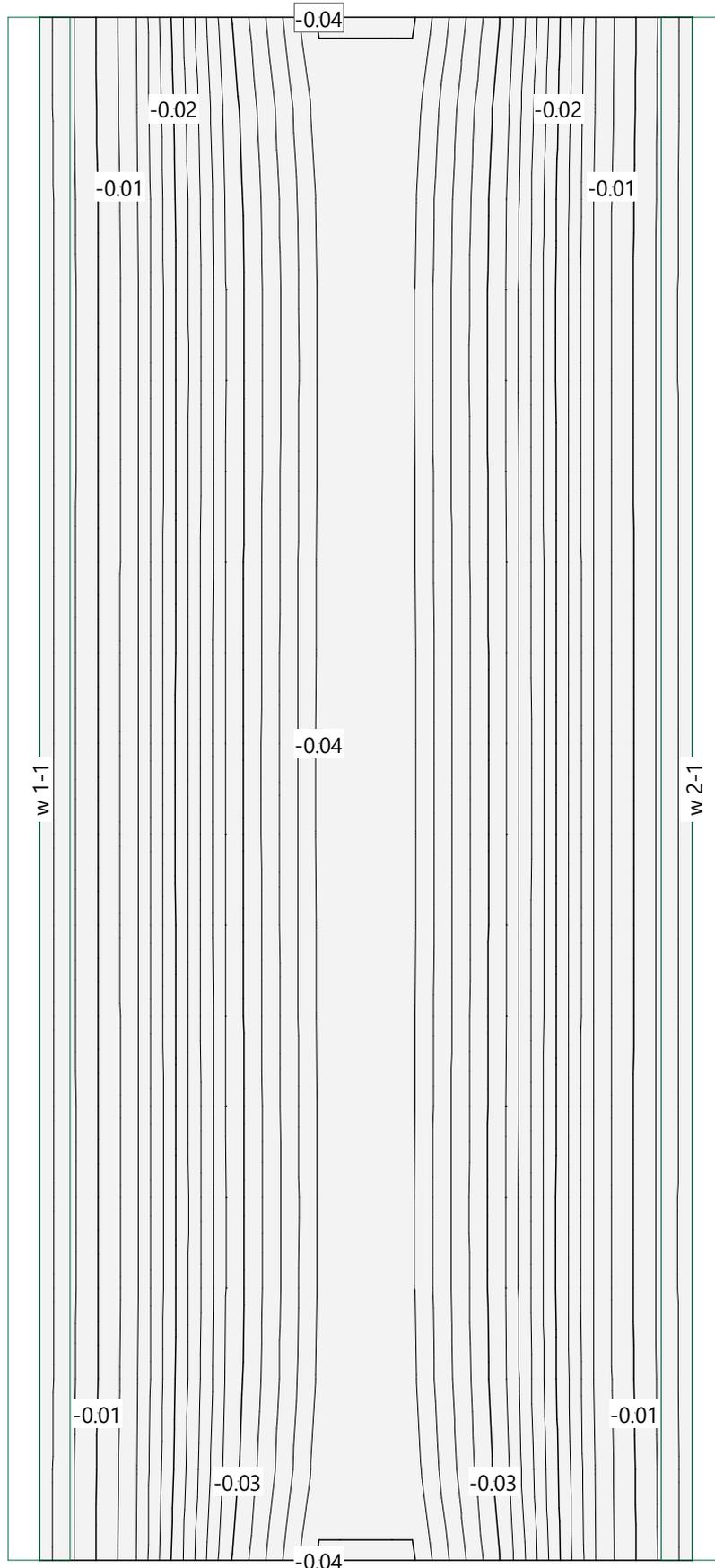
Grenzwerte Durchbiegungen: Minima [mm], Äquidistanz: 0.05 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: !GZT

Mstb. 1 :43.4



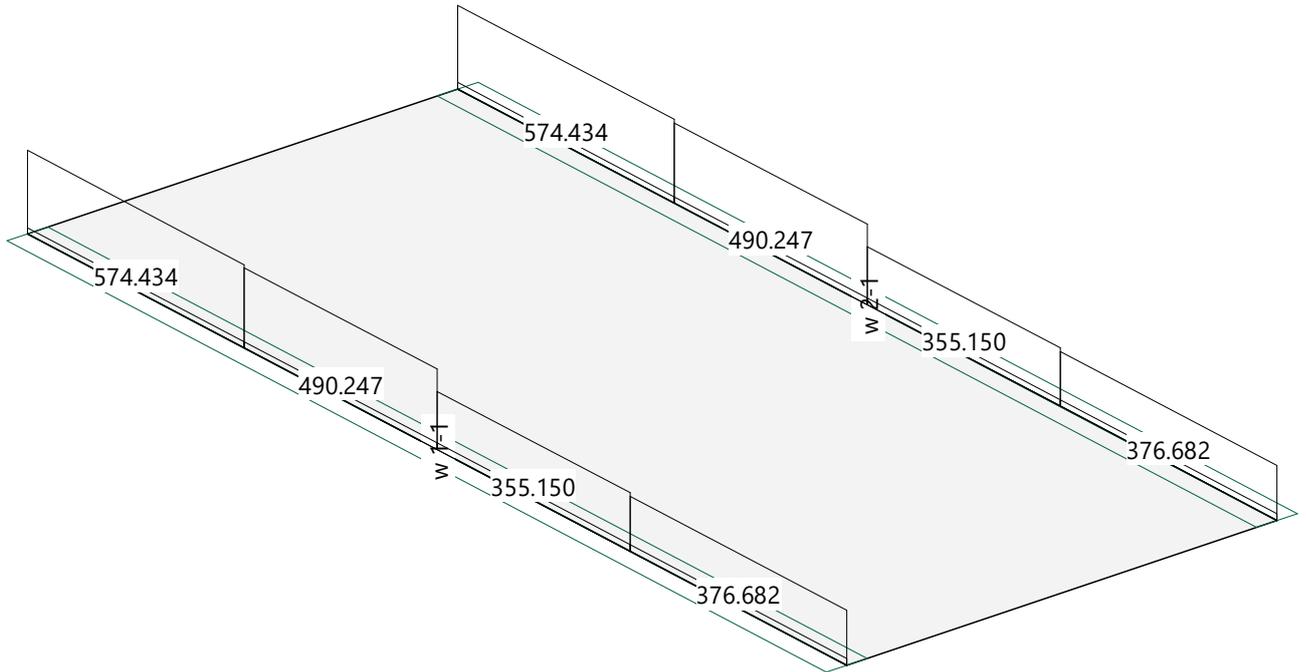
Grenzwerte Durchbiegungen: Maxima [mm], Äquidistanz: 0.00 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: !GZT

Mstb. 1 :43.8

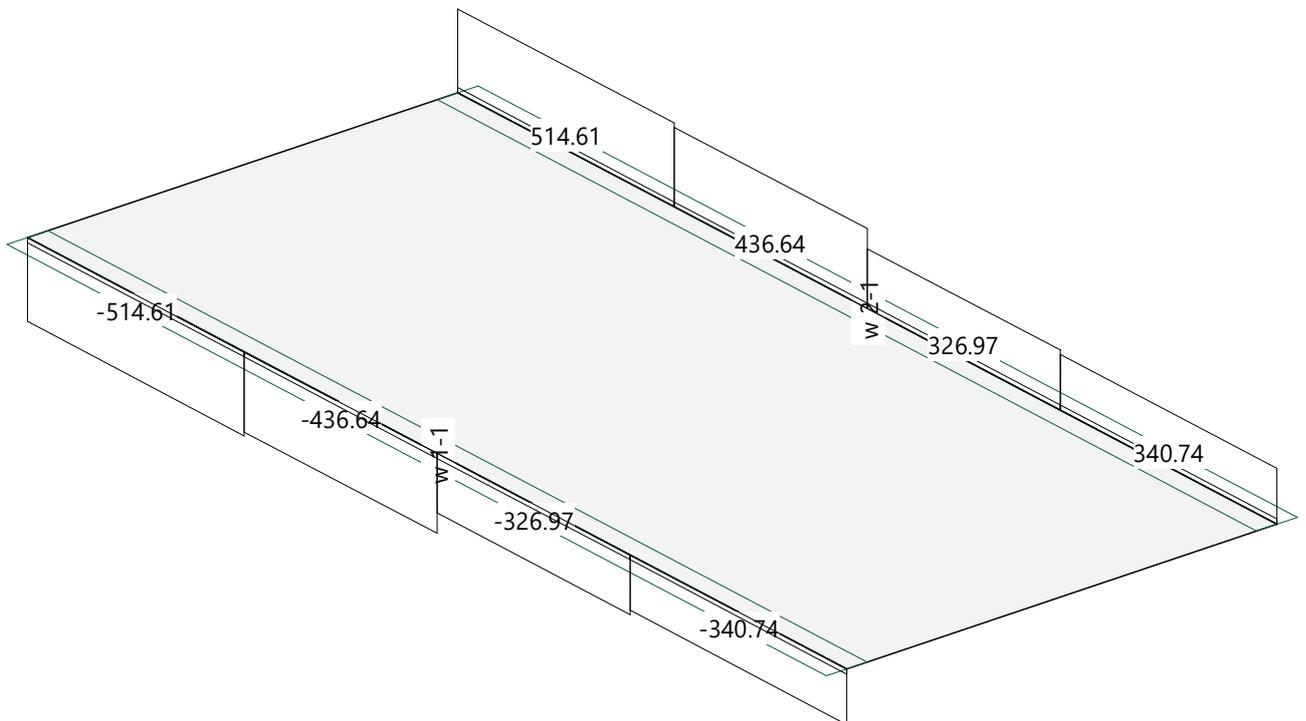


Nr.:

Grenzwerte Reaktionskräfte Wände: Grenzwertspezifikation: !GZT
Wandwerte abschnittsweise gemittelt, Beschriftungen: Wände: [kN]

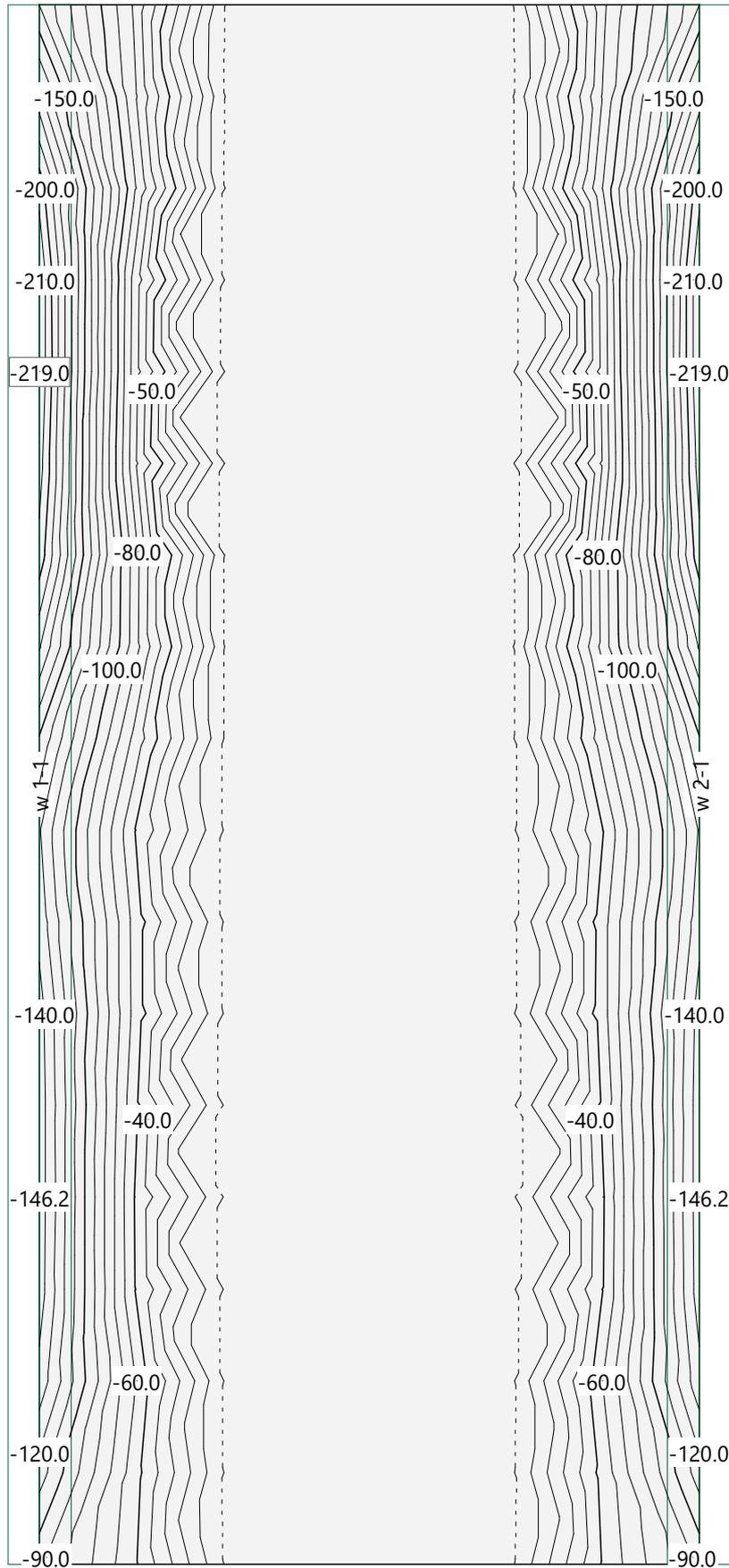


Grenzwerte Reaktionsmomente Wände: Grenzwertspezifikation: !GZT
Wandwerte abschnittsweise gemittelt, Beschriftungen: Wände: [kNm]



Grenzwerte Bewehrungsmomente: maxt [kN], Äquidistanz: 10.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

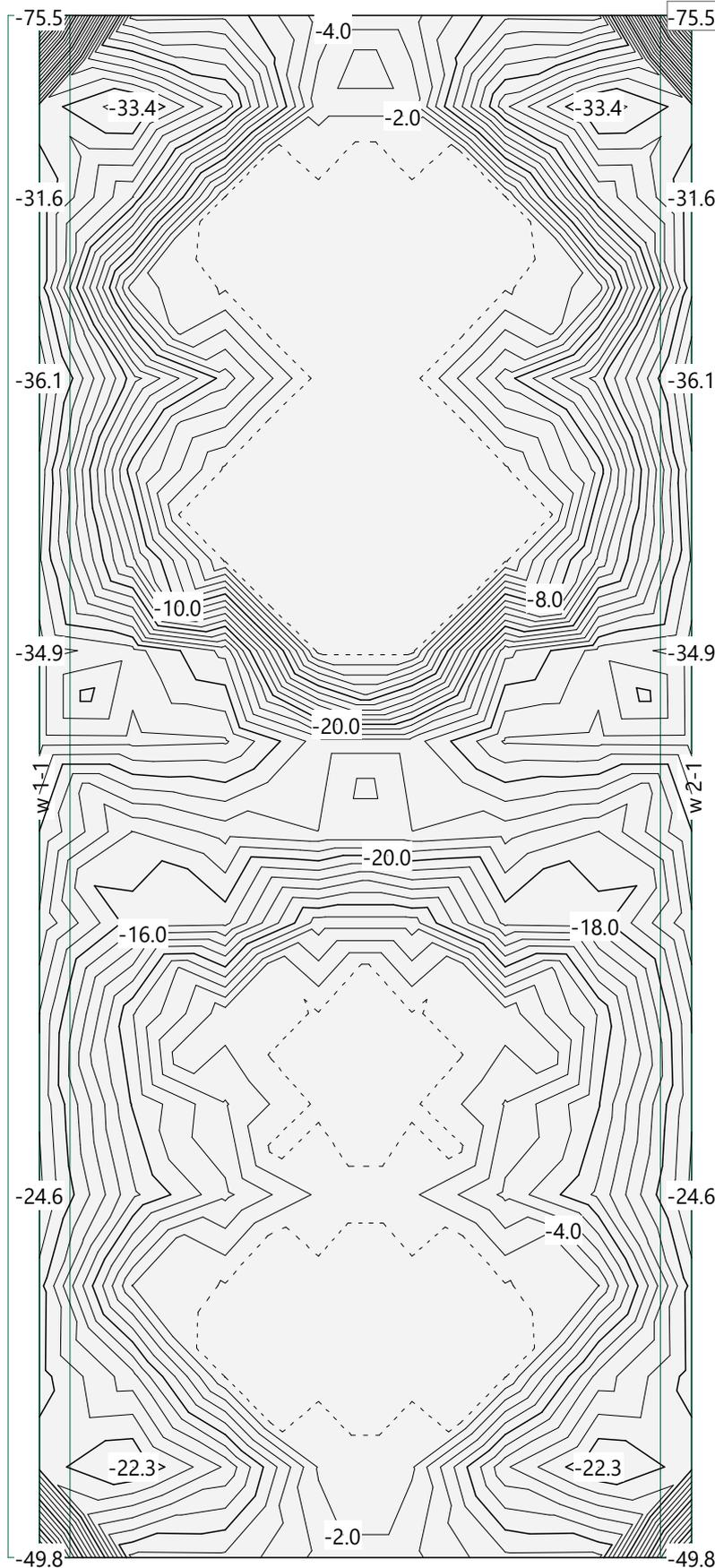
Mstb. 1 :43.2



Nr.:

Grenzwerte Bewehrungsmomente: m_{ayt} [kN], Äquidistanz: 2.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

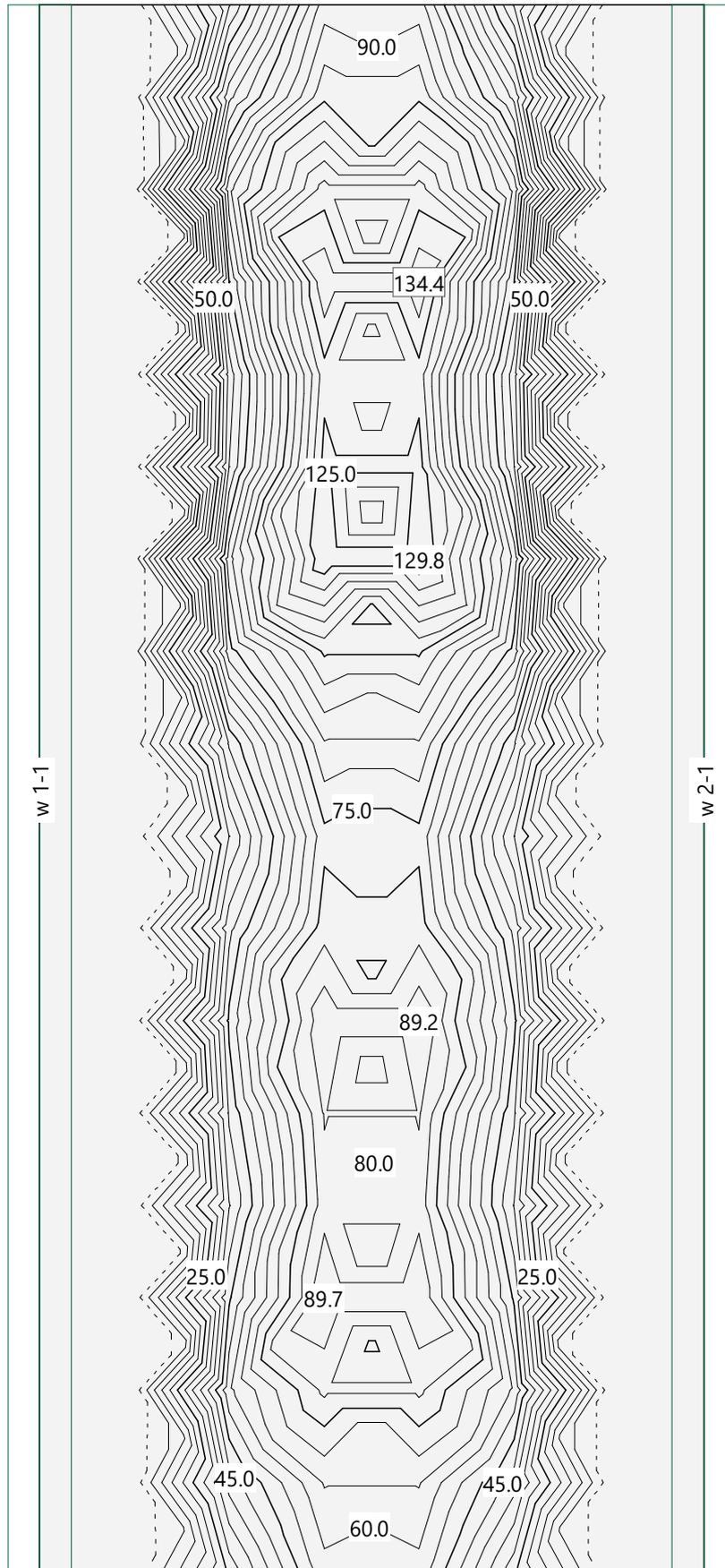
Mstb. 1 :43.8



Nr.:

Grenzwerte Bewehrungsmomente: maxb [kN], Äquidistanz: 5.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

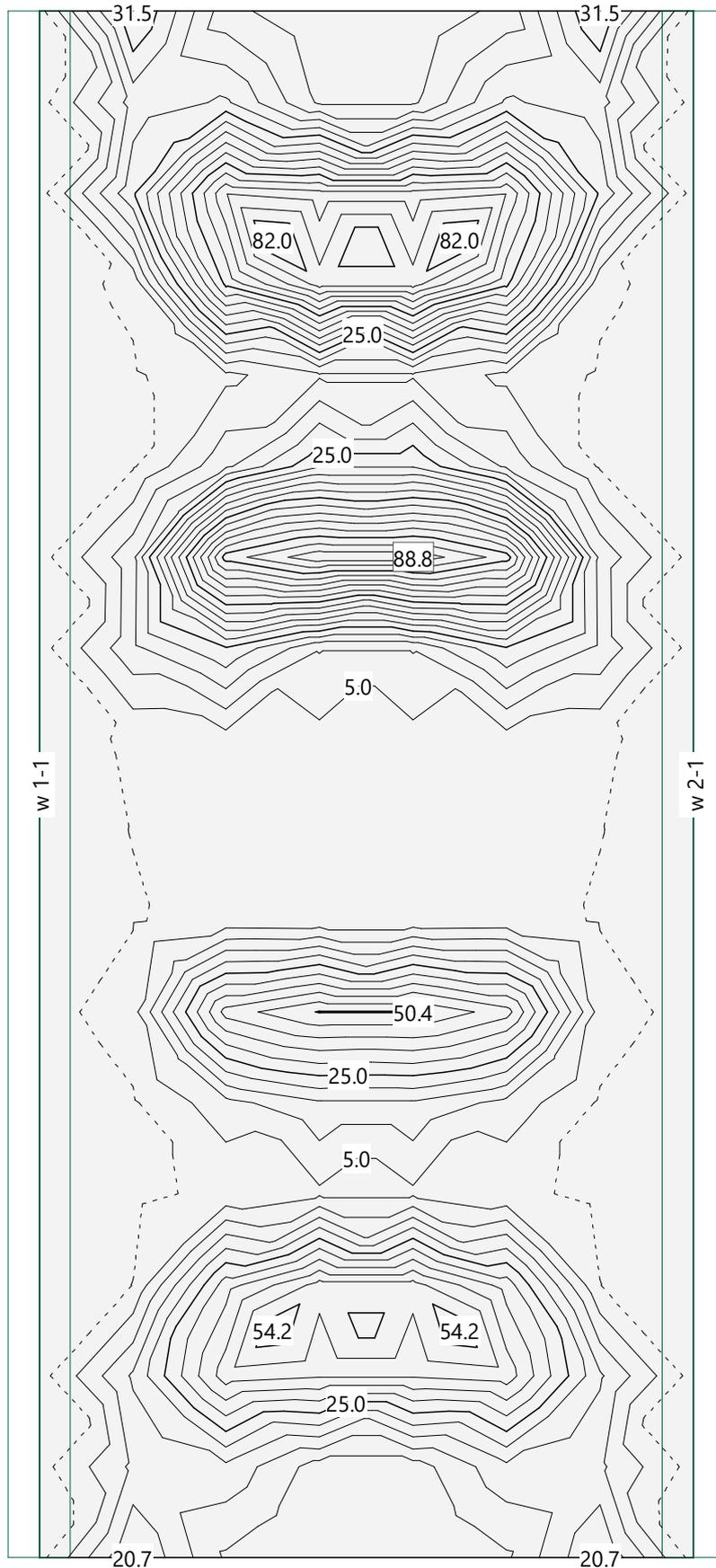
Mstb. 1 :43.0



Nr.:

Grenzwerte Bewehrungsmomente: mayb [kN], Äquidistanz: 5.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

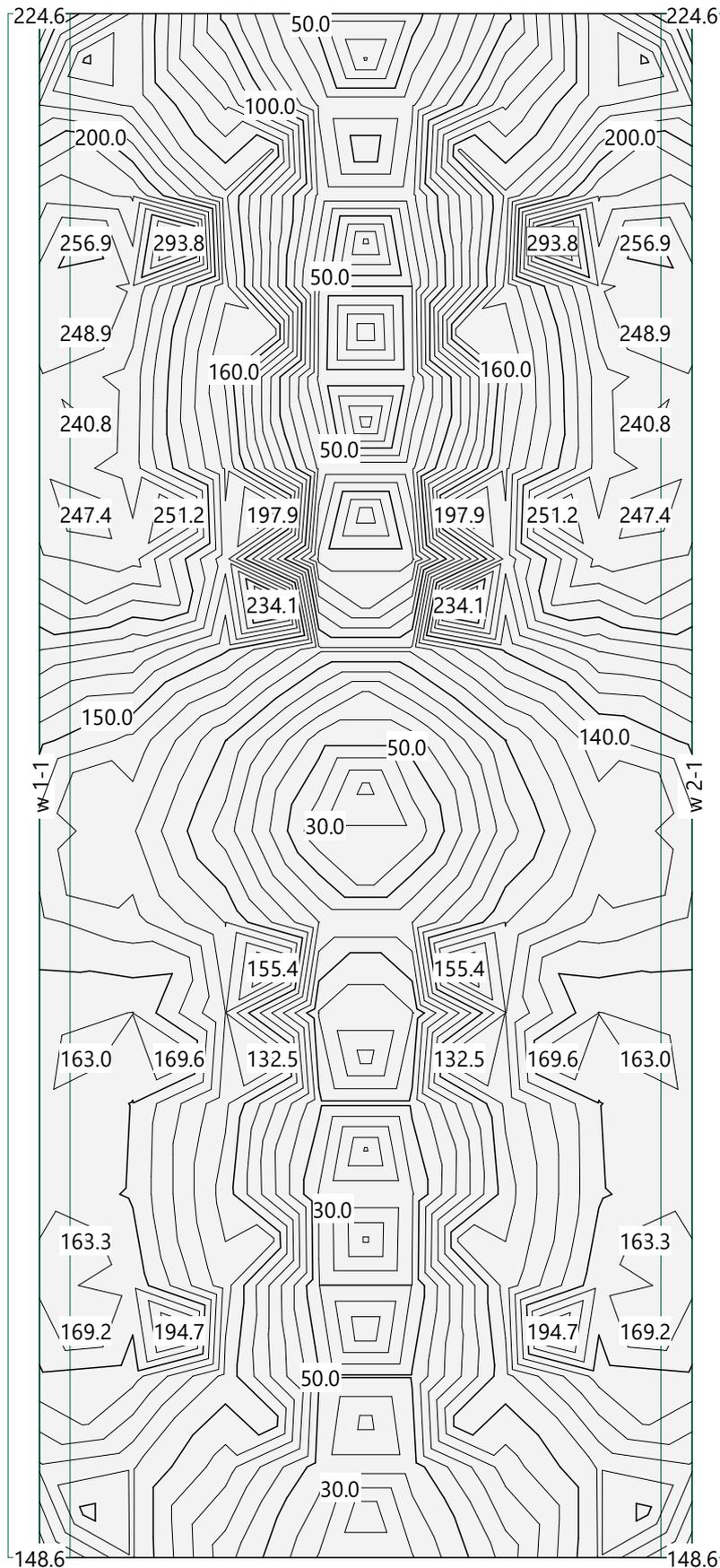
Mstb. 1 :43.8



Nr.:

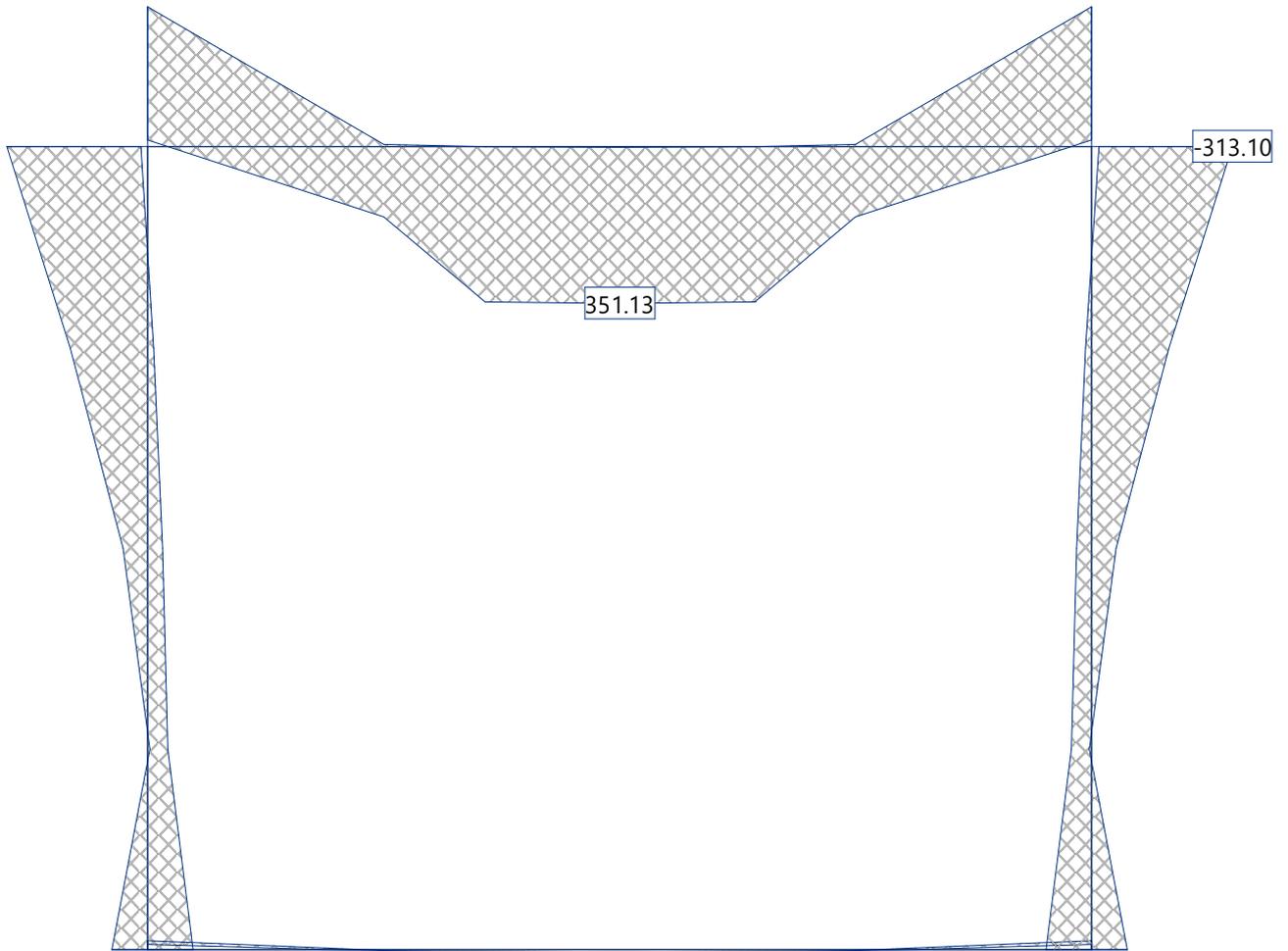
Grenzwerte Querkräfte: [kN/m], Äquidistanz: 10.0 [kN/m], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: !GZT

Mstb. 1 :43.8



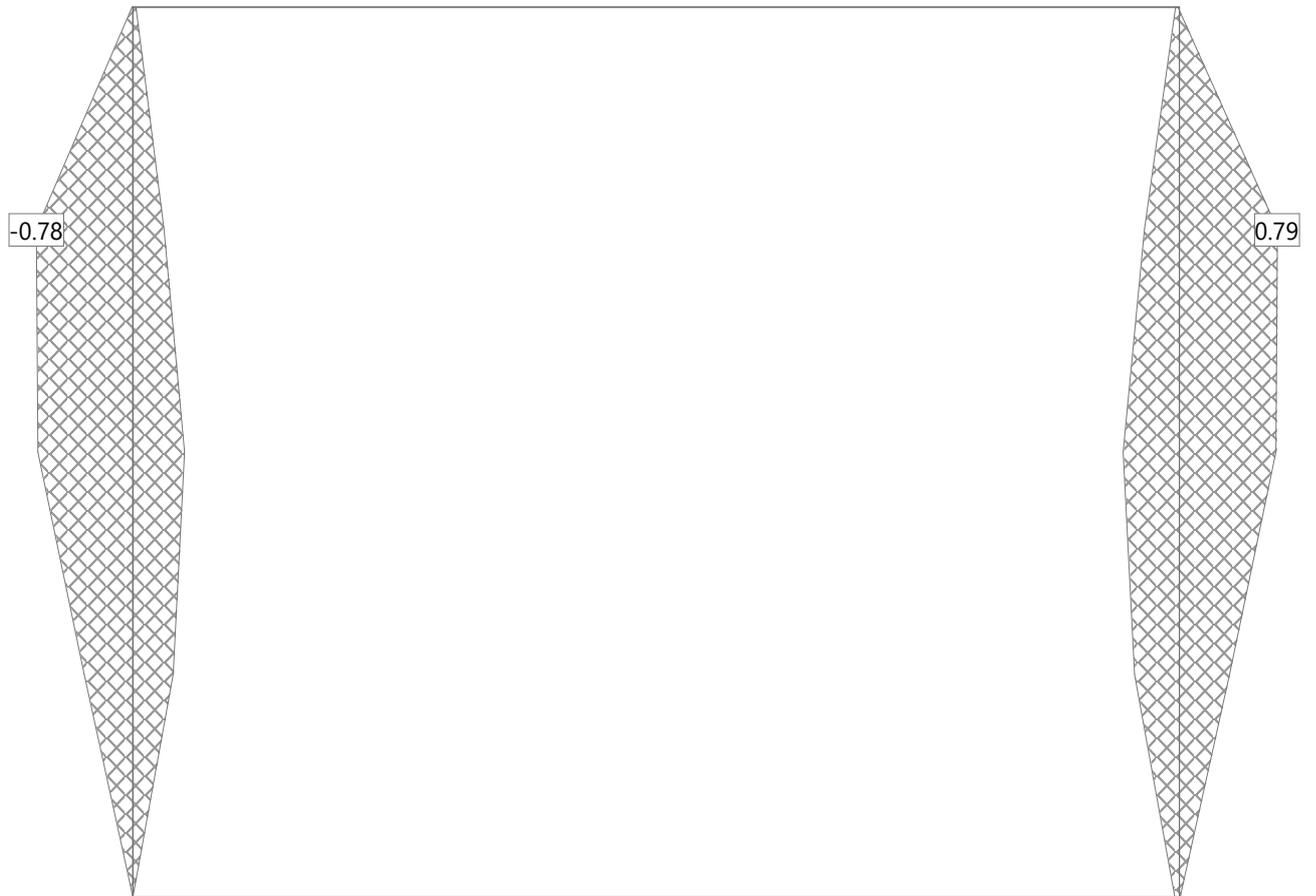
Schnittkraftgrenzwerte M_y [kNm] für: !GZT

Mstb. 1 :33.1



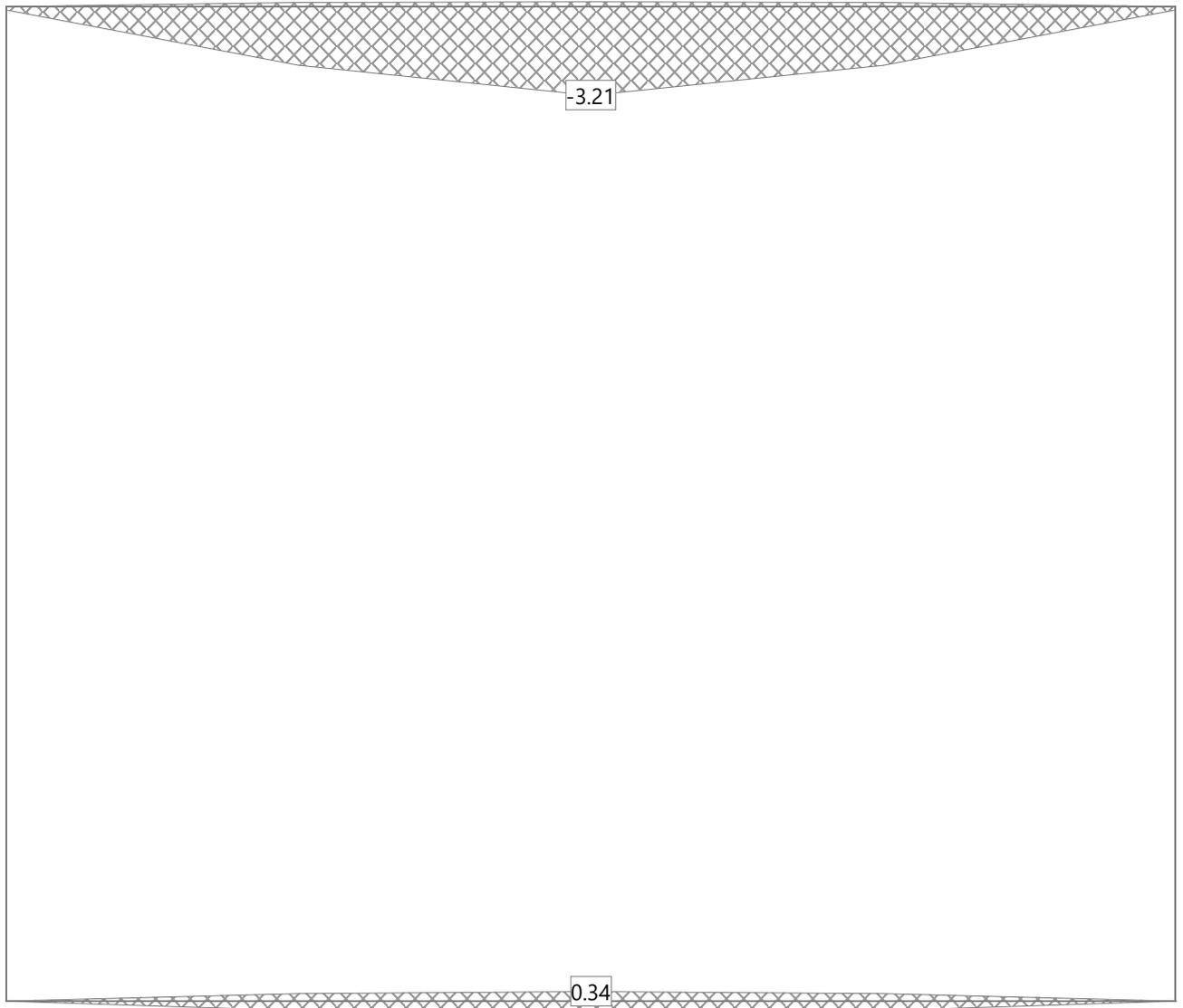
Verschiebungsgrenzwerte DX [mm] für: IGZT, Überhöhung: 500.0

Mstb. 1 :30.5



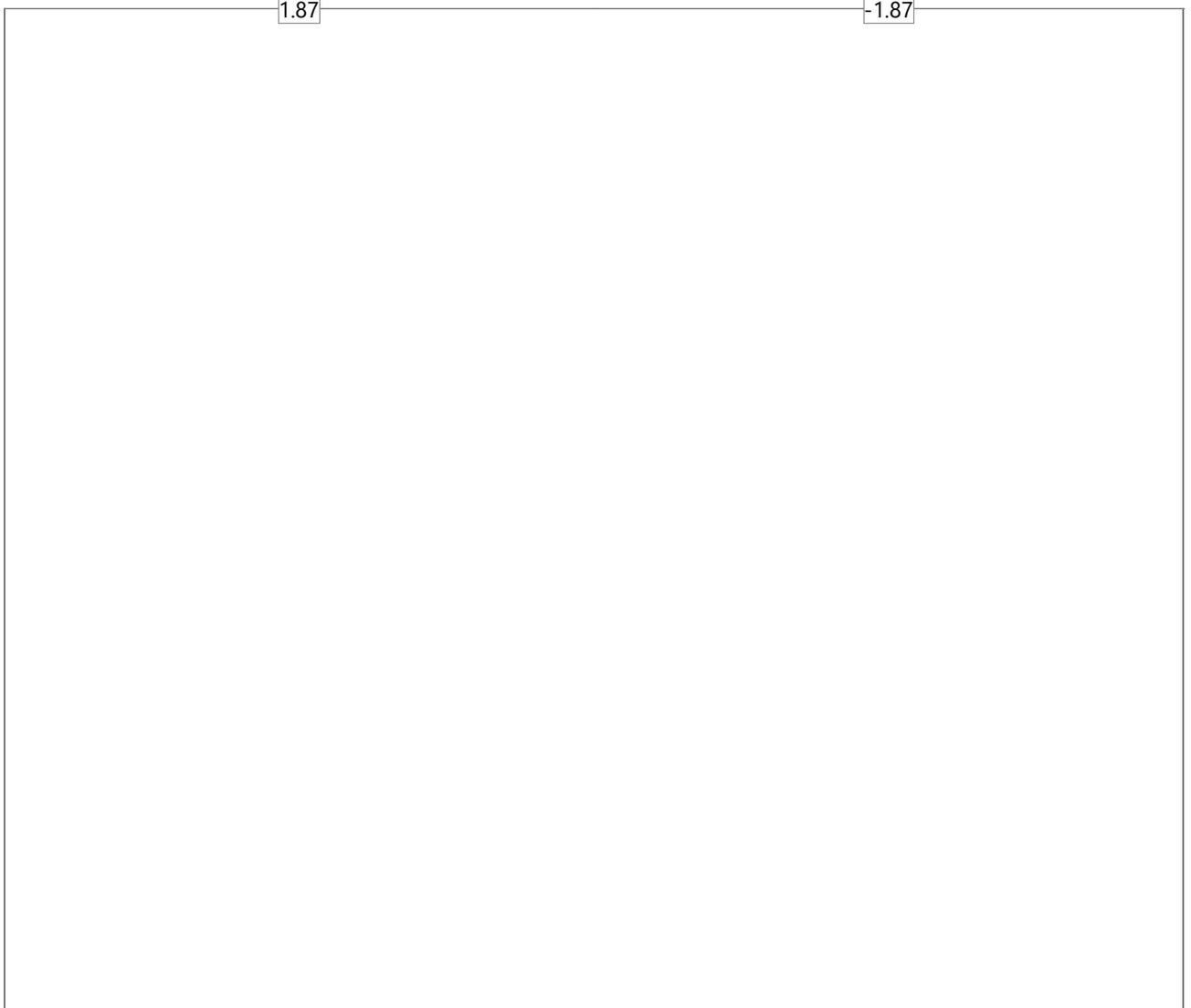
Verschiebungsgrenzwerte DZ [mm] für: !GZT, Überhöhung: 100.0

Mstb. 1 :24.7



Rotationsgrenzwerte RY [mrad] für: !GZT, Überhöhung: 100.0

Mstb. 1 :24.7



Reaktionsgrenzwerte für FX und zugehörige Komponenten [kN]/[kNm], Spezifikation: IGZT

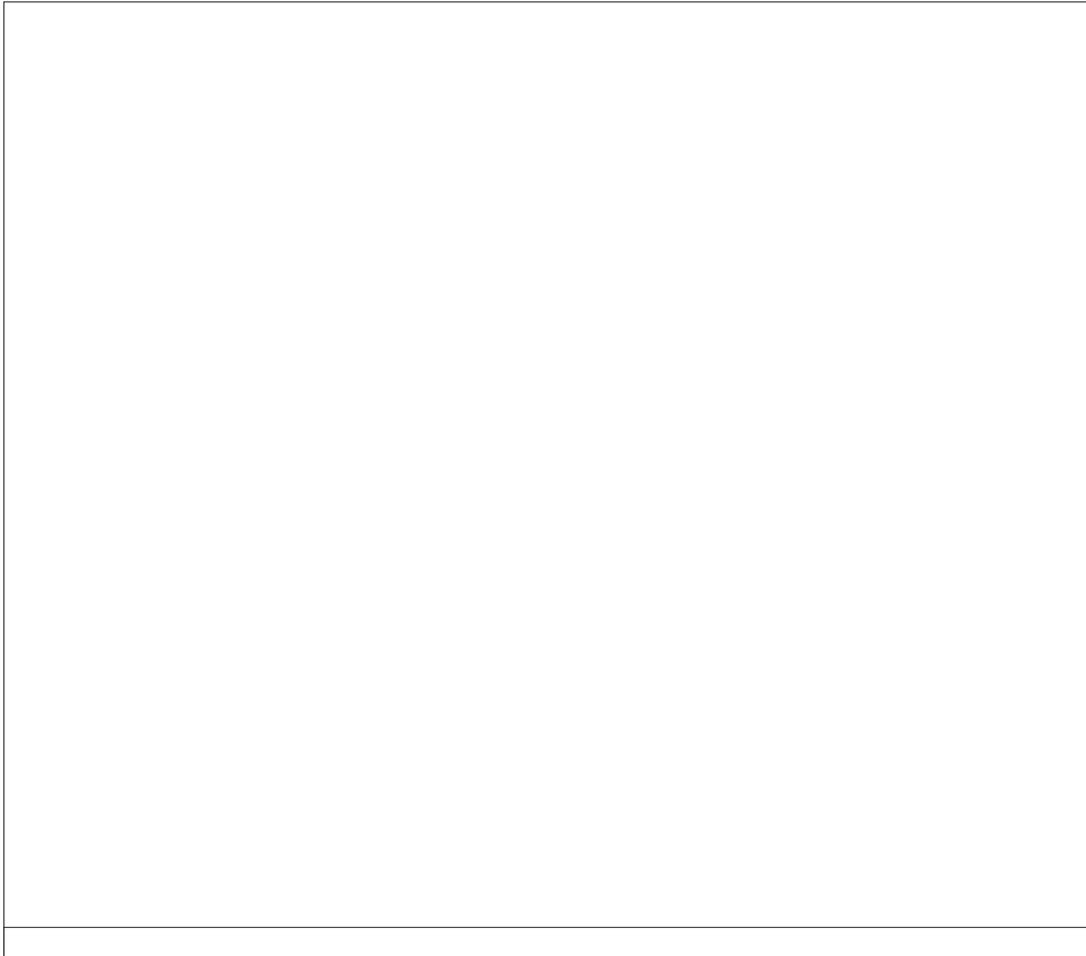
Mstb. 1 :26.4



FX=0.00 <> 0.00

Reaktionsgrenzwerte für FZ und zugehörige Komponenten [kN]/[kNm], Spezifikation: IGZT

Mstb. 1 :29.3

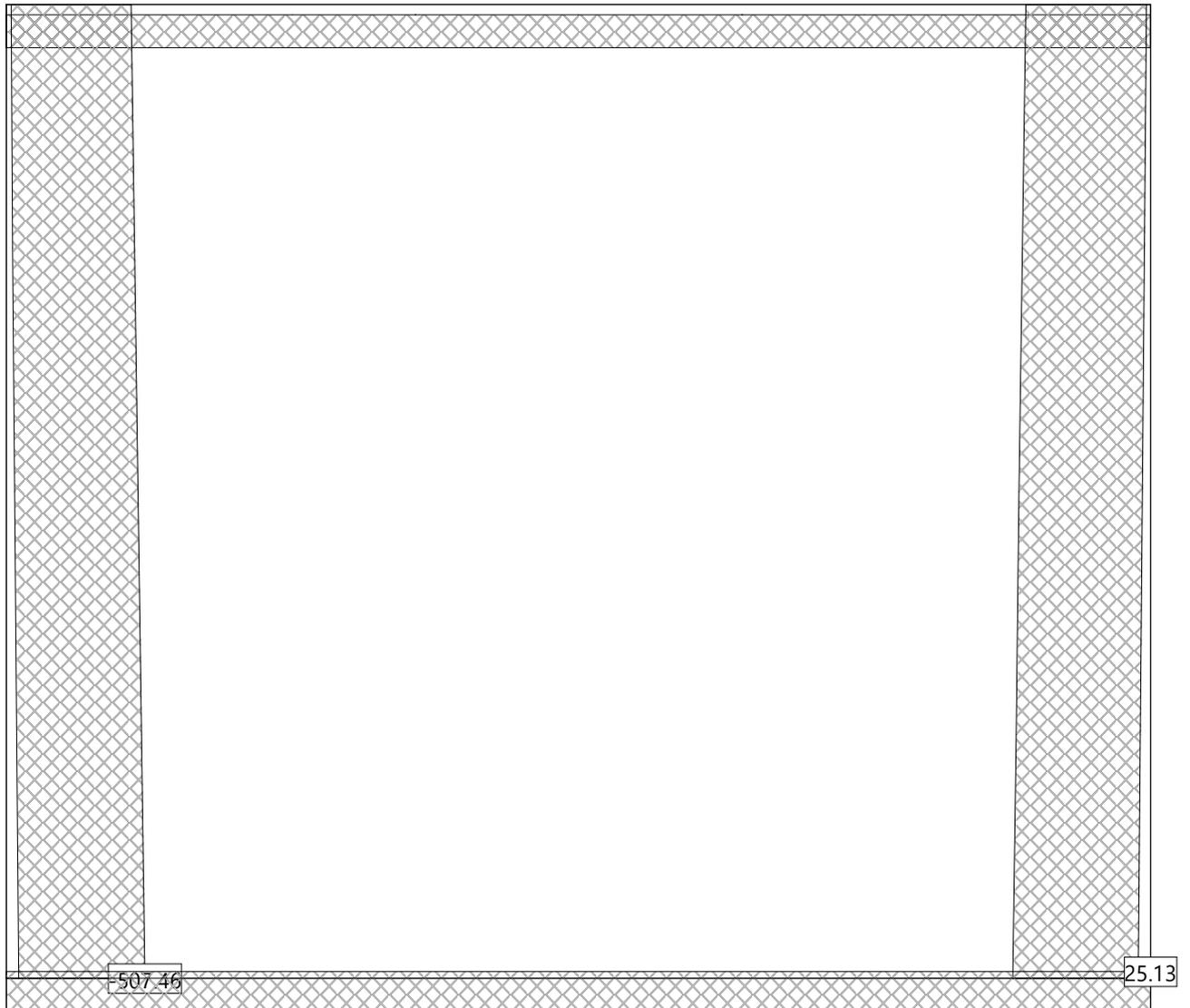


FZ=62.40 <> 535.82

FZ=62.40 <> 535.82

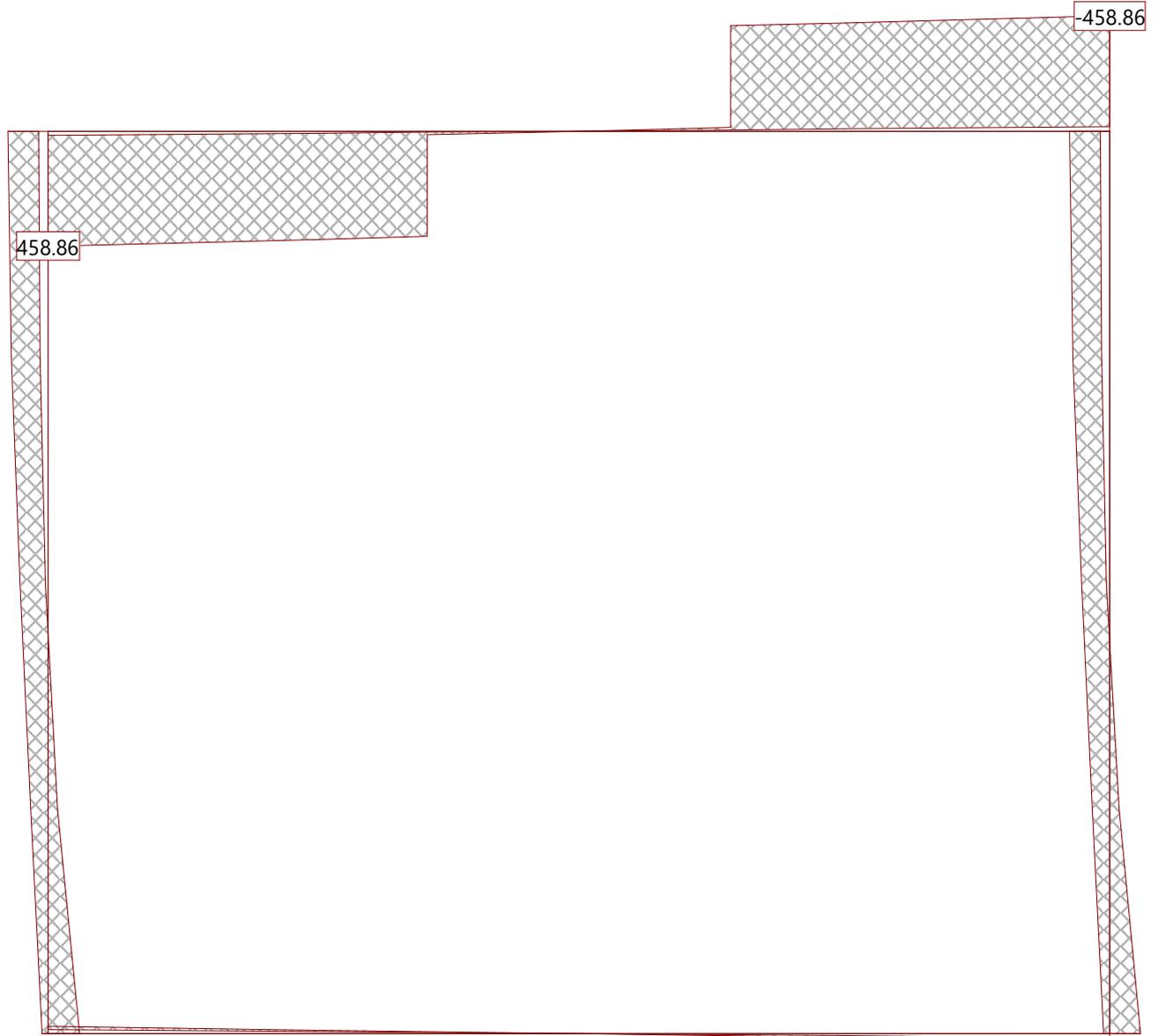
Schnittkraftgrenzwerte N [kN] für: !GZT

Mstb. 1 :25.3



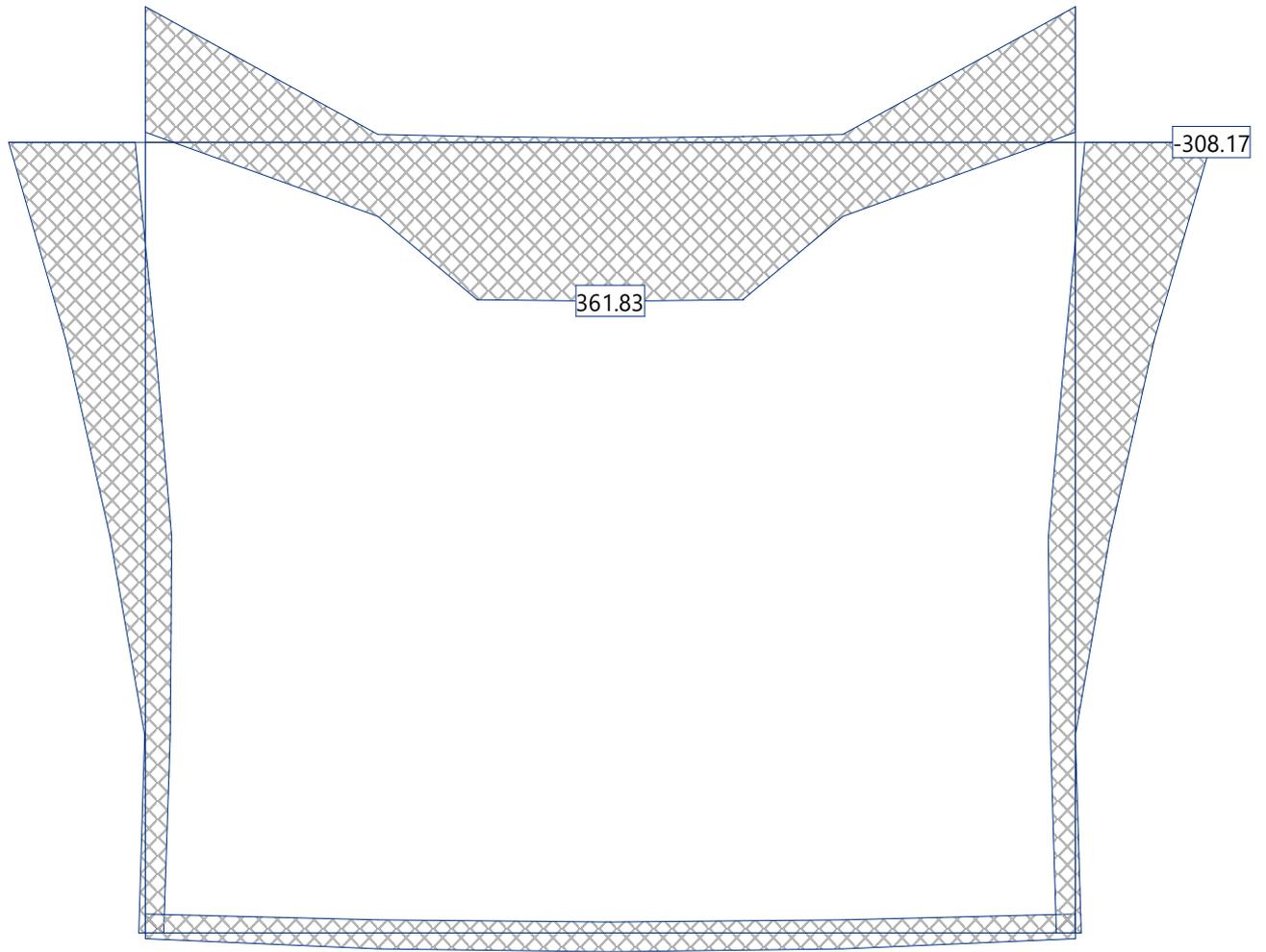
Schnittkraftgrenzwerte Vz [kN] für: IGZT

Mstb. 1 :26.5



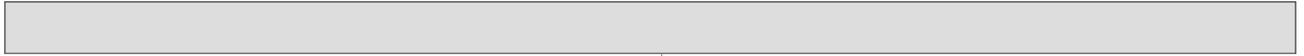
Schnittkraftgrenzwerte M_y [kNm] für: !GZT

Mstb. 1 :33.0



Querschnitt QS (C30/37;B500B): Umriss, ohne Bewehrungen

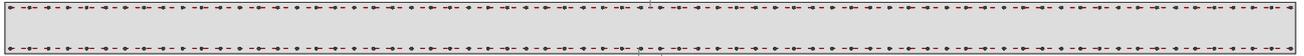
Mstb. 1 :58.9



C1

Querschnitt QS (C30/37;B500B): Umriss, Bewehrungen

Mstb. 1 :58.9



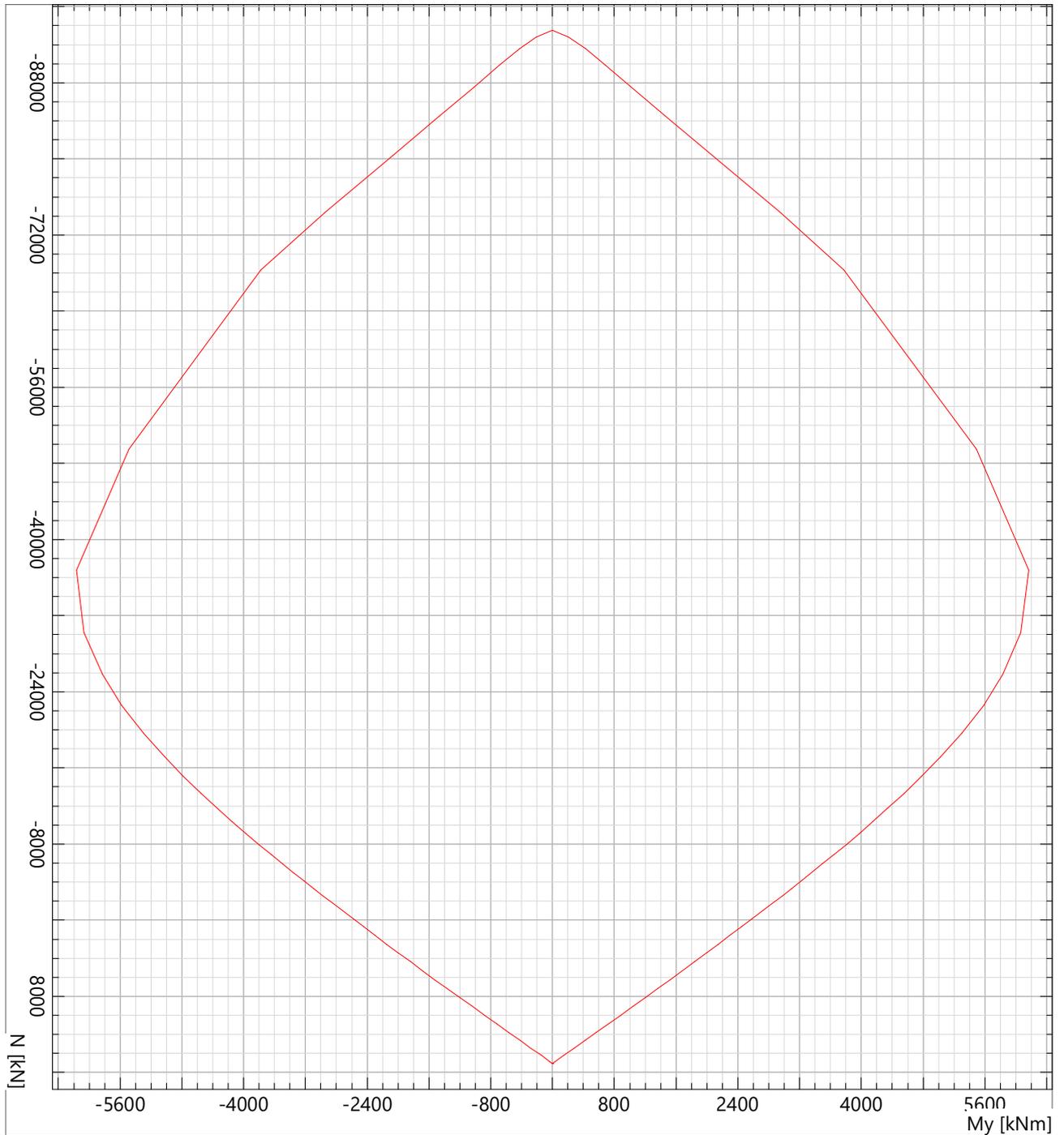
R1 68Ø18 s=0.15

R2
C1
68Ø18 s=0.15
CC (C30/37)

Nr.:

M-N-Interaktionsdiagramm Querschnitt (Träger): QS

!GZT / Bewehrungsgehalt: $\rho = 0.9$ o/o



Analyseparameter "!GZT" Norm: SIA

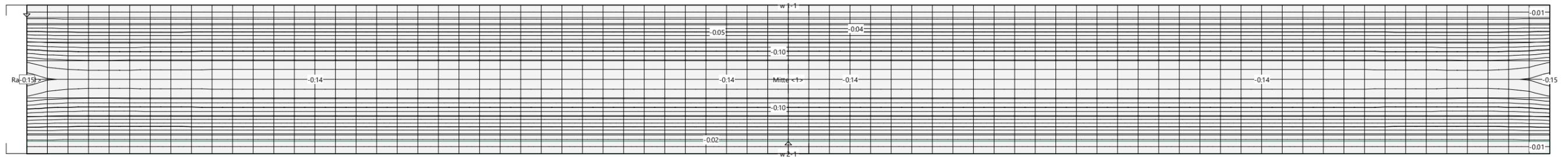
ID	σ-ε-Diagramme		Grenzdehnungen			σ _s [N/mm ²]	Widerstandsbeiwerte			Diverses	
	c	s	ε _{c1d} [‰]	ε _{c2d} [‰]	ε _{ud} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]	α [-]	φ [-]	
!GZT	4/0	1	-2.0	-3.0	20.0		1.50	1.15		45.00	0

Sigma-Epsilon : SIA262 Fig 12 + Fig 16

Nr.:

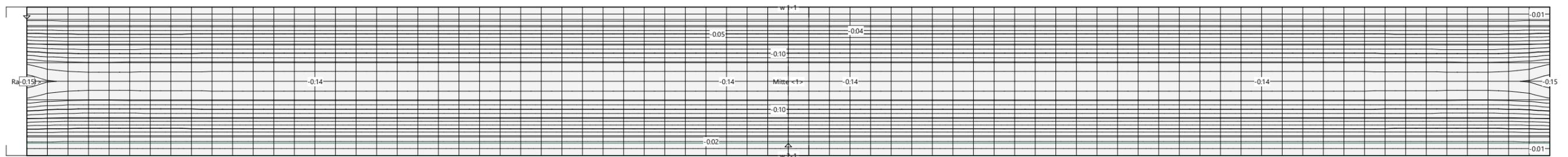
Grenzwerte Durchbiegungen: Minima [mm], Äquidistanz: 0.01 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



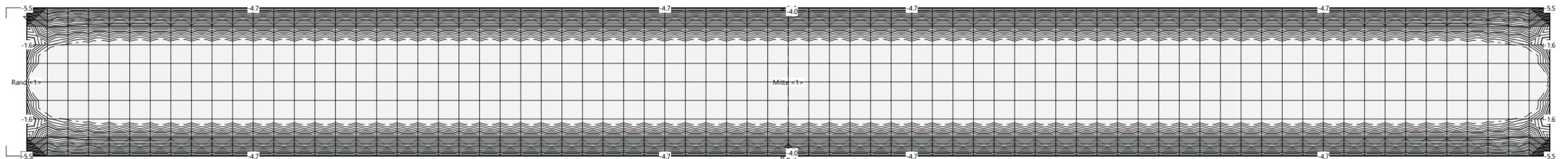
Grenzwerte Durchbiegungen: Maxima [mm], Äquidistanz: 0.01 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



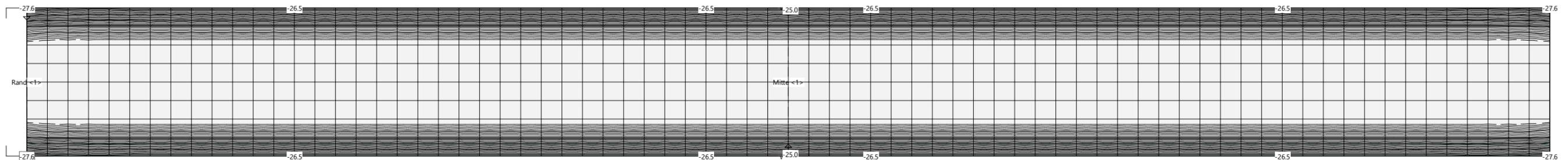
Grenzwerte Bewehrungsmomente: maxt [kN], Äquidistanz: 0.2 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



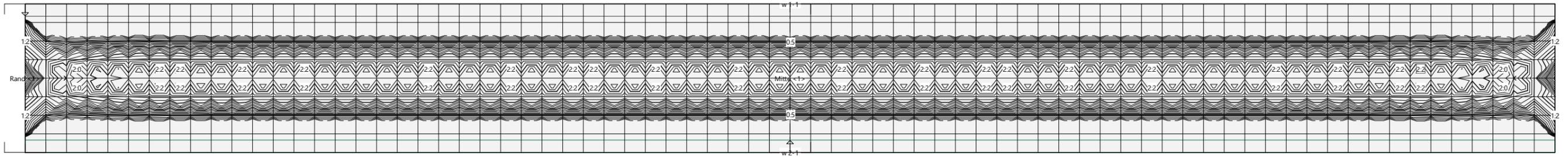
Grenzwerte Bewehrungsmomente: mayt [kN], Äquidistanz: 1.0 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



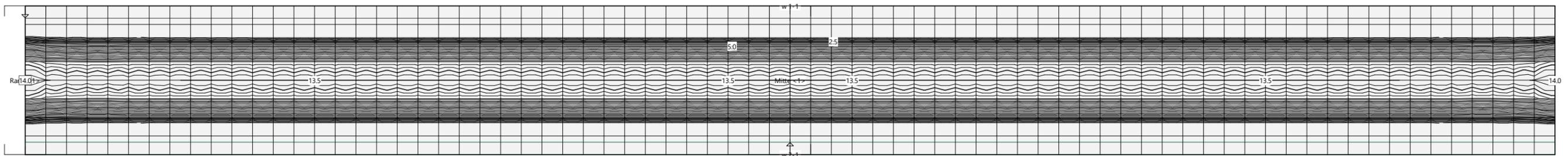
Grenzwerte Bewehrungsmomente: maxb [kN], Äquidistanz: 0.1 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



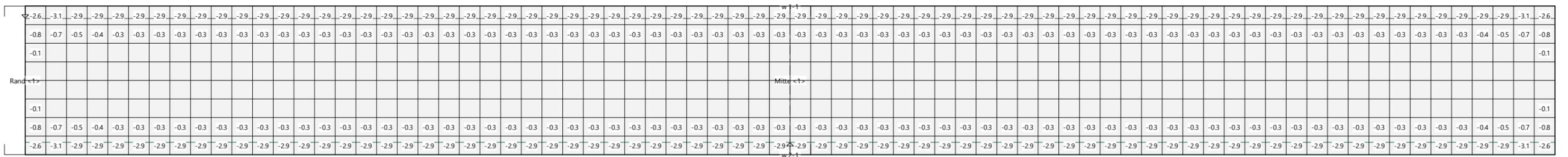
Grenzwerte Bewehrungsmomente: mayb [kN], Äquidistanz: 0.5 [kN], Referenzlinie: 0.0
Spezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



Bewehrungsmomente maxt [kN], Grenzwertspezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0



Bewehrungsmomente mayt [kN], Grenzwertspezifikation: Spez-Tram

Mstb. 1 :100.0

