Standsicherheitsnachweis

Entwurfsstatik

Stützwände im Zuge
der Trassierung der Gleisanlage
in der Dieskaustraße Leipzig

aufgestellt: Kniewel

1. Allgemeines

1. Allgemeines

1.1 Gesamtinhaltsverzeichnis

		Seite
1.	**Allgemeines**	
1.1	Gesamtinhaltsverzeichnis	1
1.2	Beschreibung des Gesamtbauwerks, Allgemeines zum Herstellungsprinzip	1 - 5
1,3	Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme	1 - 8
1.4	Abweichungen sowie ergänzende und/oder zusätzliche Vorschriften	1
2.	**Bauteil 1: Stützwand - Segment 5**	
2.1	Berechnungsgrundlagen	1 - 10
2.2	Einwirkungen	1 - 6
2.3	Schnitt- und Stützgrößen / Tragfähigkeitsnachweise	1 - 77
2.4	Zusammenstellung der Stahlbetonbemessung / ergänzende Nachweise	1 - 11
3.	**Bauteil 2: Stützwand - Segment 6**	
3.1	Berechnungsgrundlagen	1 - 22
3.2	Einwirkungen	1 - 44
3.3	Schnitt-, Auflager- und Weggrößen	1 - 16
3.4	Nachweise der Grenzzustände im GZT und GZG	1 - 32
3.5	Zusammenstellung der Stahlbetonbemessung / ergänzende Nachweise	1 - 17
3.6	Nachweise der Standsicherheit	1

II. Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip

Für den vom Verkehrs- und Tiefbauamt (VTA) der Stadt Leipzig beabsichtigten Ausbau der Dieskaustraße in Leipzig von Antonienstraße (HS Adler) bis G.-Ellrodt-Straße (HS Huttenstraße) planen die Leipziger Verkehrsbetriebe im Zuge der Trassierung des Gleisdreiecks an der Radrennbahn an der Windorfer Str. den Neubau zweier Stützwände.
Das Gleisdreieck soll als Ersatz zur Gleiswendeschleife im Bereich der Kötzschauer und Pörstner Straße dienen, welche aufgrund der schmalen Straßenbreite nicht für die Befahrung mit größeren Fahrzeugen geeignet ist und daher außer Betrieb genommen wird.
Das Amt für Sport beabsichtigt zudem die Anlage einer Trainingsbahn um das Stadion der Radrennbahn in der Windorfer Straße. Zur Sicherung des Sprungs zwischen dem vorhandenen Gelände bzw. des geplanten Trainingsbandes und der Gradiente des geplanten Gleisarms des Einfahrgleises soll eine Stützkonstruktion errichtet werden

Südlich des Gleisarms soll ein Trainingsband für Radfahrer ergänzt werden, welches teils parallel zur geplanten Stützwand verläuft und in Stationierungsrichtung des Gleisarms mit einer Längsneigung von 9,5% fällt. Somit wird die Höhe der Wand maßgeblich durch den Verlauf des geplanten Trainingsbandes bestimmt.
Nördlich des Gleisarms kann der Sprung zwischen Gelände und Gradiente zunächst durch eine Dammböschung überbrückt werden. Erst zum Ende des Gleisarms hin wird wegen der geringen Platzverhältnisse eine Stützkonstruktion erforderlich. Dort trifft das Ende des Gleisarms auf eine Bestandszufahrt der Radrennbahn. Am Ende des Gleisarms entsteht so eine kastenförmige Umrandung.

Die Gesamtlänge der Stützwand i. Z. des Gleisarms ergibt sich somit zu 56,228 m.
Die seitlichen Ausmaße des Bauwerks werden maßgebend durch den Regelquerschnitt des Rangierweges bestimmt. Das Einfahrgleis selbst misst von der Gleisachse aus beidseitig 1,70 m.
Daran grenzt ebenfalls zu beiden Seiten ein 0,95 m breiter Wirtschafts- bzw. Dienstgehweg, welcher der betrieblichen Wagendurchsicht durch befugtes Personal dienen soll.

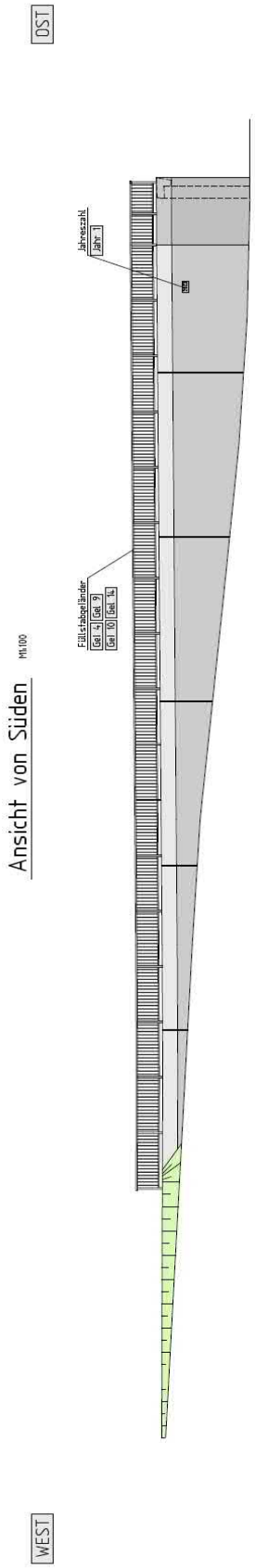
Zum Radrennstadion hin wird das Gelände zum geplanten Trainingsband durch Winkelstützelemente in Fertigteilbauweise gesichert. Da hier relativ geringe Höhenunterschiede zur überbücken sind und keine nennenswerten Lasten außer des Erddrucks auf die Wand treffen, eignen sich Fertigteile am besten.
Als Absturzsicherung wird ein Füllstabgeländer auf Einzelfundamenten in Anlehnung an RiZ-ING "Gel 7" angeordnet.

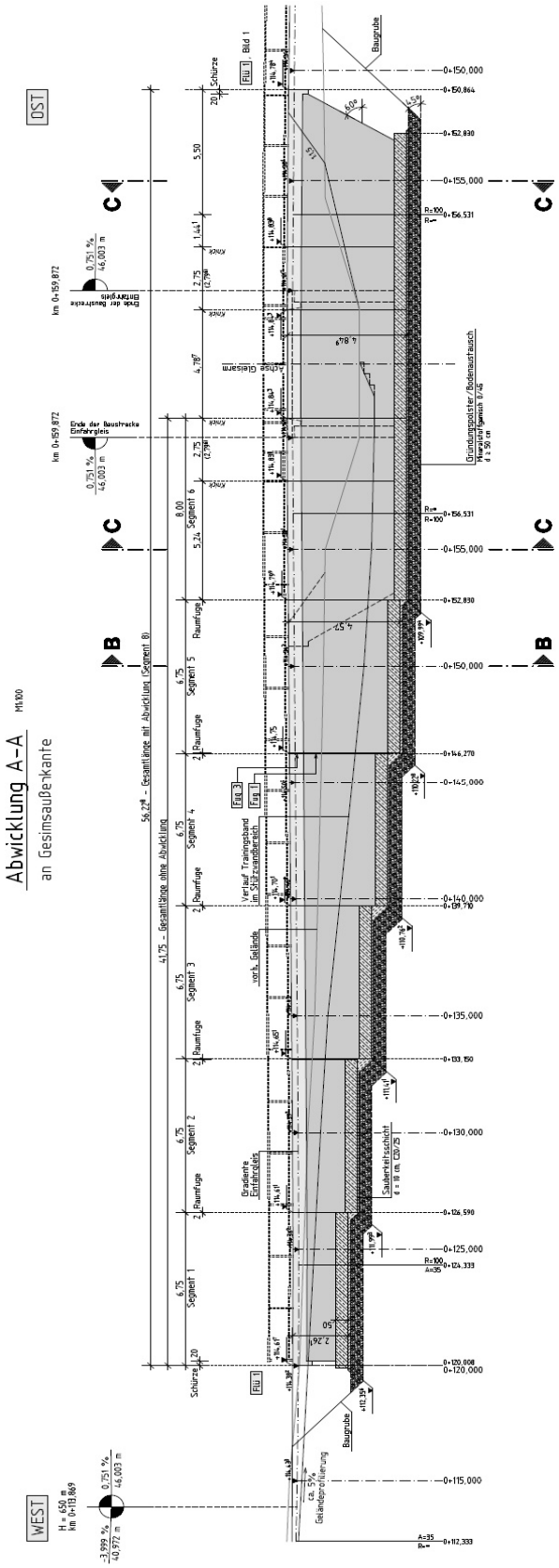
Die Stützwand im Zuge des geplanten Gleisarms wird als klassische Winkelstützwand ausgebildet.
Die Winkelstützwand in Ortbetonbauweise weist im unteren Bereich eine Dicke von 50 cm auf, was der Mindestbauteildicke gemäß RE-ING - Teil 4, Abs. 2.4.2 bei einer Bauwerkshöhe ≥ 4,00 m entspricht.
Oberhalb weitet sich die Stützwand auf 95 cm auf, damit die Kappenbreite von 1,20 m realisiert werden kann.

Die Kappen, auf denen der Betriebsweg vorgesehen wird, werden in Anlehnung an RiZ "Kap 6" ausgeführt.
Als Absturzsicherung für das Besichtigungspersonal wird ein Füllstabgeländer aus Stahl mit einer Höhe von 1,0 m angeordnet. Im nördlichen Böschungsbereich wird das Geländer auf Einzelfundamenten weitergeführt.

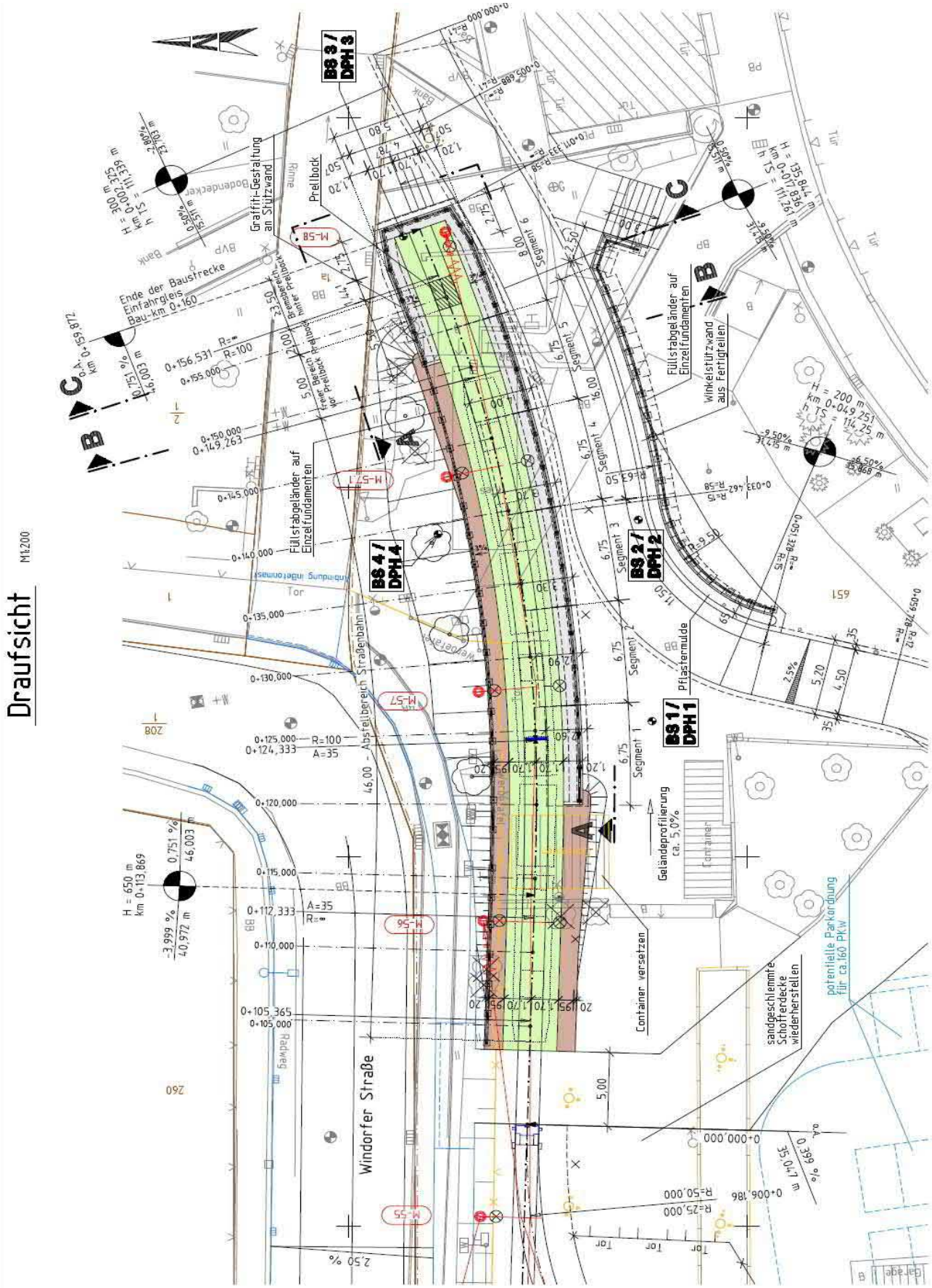
Gemäß Straßenbahn-Bau und Betriebsordnung - BOStrab §29, (2) ist auf dem Ingenieurbauwerk eine zusätzliche Leiteinrichtung vorzusehen, sofern die Spurführung nicht auf andere Weise (z.B. durch Fangschienen) sichergestellt wird.
Daher soll im Falle eines Abkommens das Bauwerk selbst als eine solche Leiteinrichtung fungieren.
Die Bauwerkskappe soll dafür in nachfolgenden Planungsphasen für diese außergewöhnliche Einwirkung (Anprall bei Entgleisung) bemessen werden. Dies wird als Nachweis von der technischen Aufsichtsbehörde der Leipziger Verkehrsbetriebe gefordert.

Die Stützwand wird mittels Raumfugen in 6 Segmente unterteilt. Die Segmente 1 -5 werden als Winkelstützwand mit Segmentlängen von 6,75 m hergestellt.
Das Segment 6 bildet den Abschluss der Wand. Dort endet das Gleis. Dieses Segment wird deshalb als Trogbauwerk mit einer Länge von 8,00 m ausgeführt.
Für die Stahlbetonbauteile wird eine Beton der Festigkeitsklasse C 30/37 und Betonstahl B 550B vorgesehen..





Bauteil:	1. Allgemeines	**Seite:** 2
Kapitel / Vorgang:	1.2 Beschreibung des Gesamtbauwerks, Allgemeines zum Herstellungsprinzip	**Archiv-Nr.**

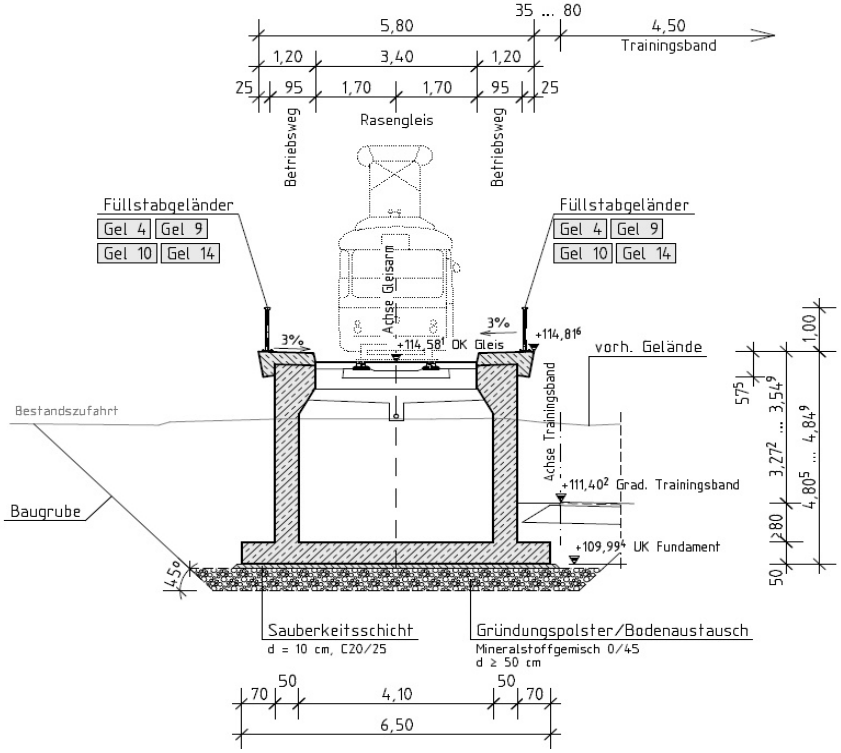

Draufsicht
M1:200
BS 3 / DPH 3
BS 4 / DPH 4
BS 2 / DPH 2
BS 1 / DPH 1
Graffiti-Gestaltung an Stützwand
Prellbock
Ende der Baustrecke Einfahrgleis Bau-km 0+160
Füllstabgeländer auf Einzelfundamenten
Winkelstützwand aus Fertigteilen
Pflastermulde
Geländeprofilierung ca. 5,0%
Container versetzen
sandgeschlemmte Schotterdecke wiederherstellen
potentielle Parkordnung für ca.160 PKW
Windorfer Straße
Straßenbahn
Radweg
Segment 1
Segment 2
Segment 3
Segment 4
Segment 5
Segment 6
M-58
M-57
M-56
M-55

Schnitt C-C

M1:100

NORD SÜD

Regelquerschnitt Segment 6

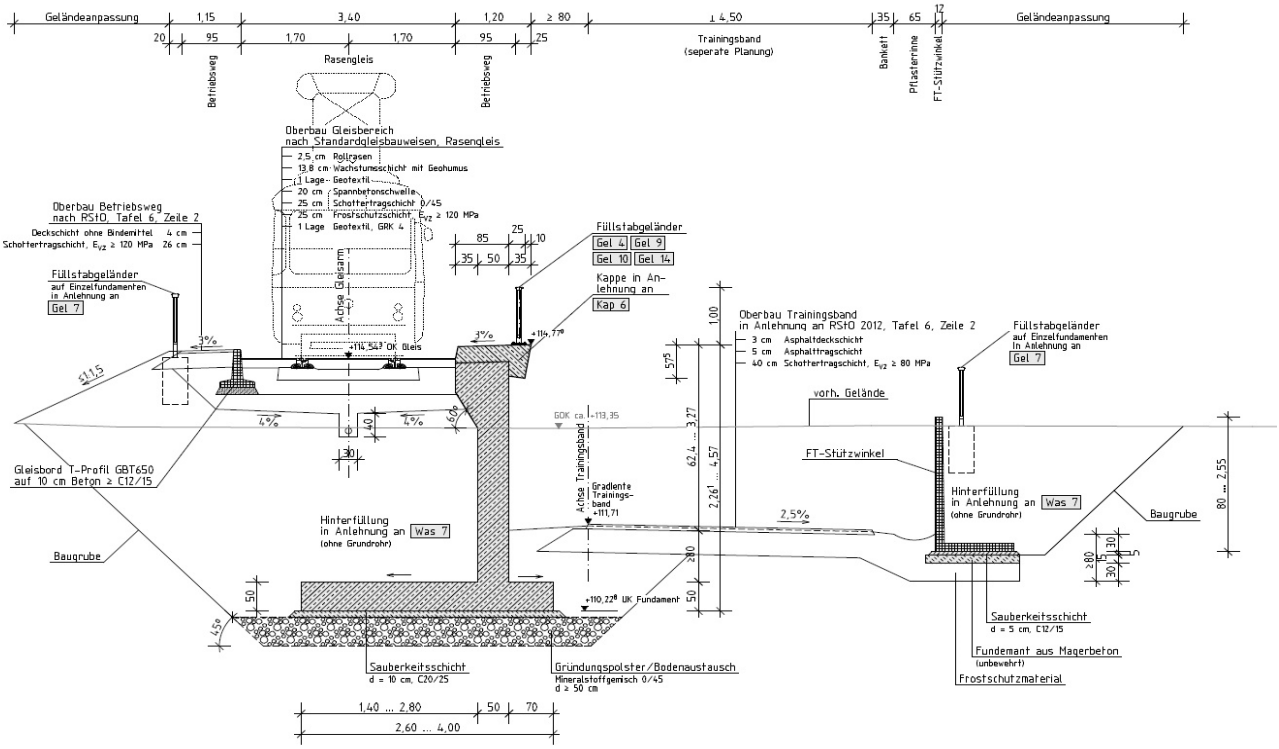


Regelquerschnitt

M1:50

NORD SÜD

Schnitt B-B



Baugrund und Gründungsverhälltnisse nach [U1]

Der m Rahmen der Aufschlussarbeiten erkundete Baugrund setzt sich aus folgenden Schichten zusammen.

Schicht 1a Deckschicht (Asphalt 5 - 25 cm)
Schicht 1b Mutterboden (40 cm)
Schicht 1c ungebundene Tragschicht (20 - 35 cm)
Schicht 2 Auffüllung
Schicht 3 Schluff, sandig/Sand schluffig (Geschiebe)
Schicht 4 Kiessand (Saale-Terasse)

Tabelle 2: tabellarische Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse

Schicht Nr.	Beschreibung	Schichtunterkante m u. GOK / m ü. NHN			
		BS 1	BS 2	BS 3	BS 4
1	Deckschicht, ungeb. TS, Mutterboden	0,50 / 113,69	-	0,50 / 111,39	0,40 / 112,91
2	Auffüllung	1,00 / 113,19	0,80 / 112,66	-	1,30 / 112,01
3	Schluff, sandig/Sand, schluffig	2,80 / 111,39	4,90 / 108,56	3,30 / 108,59	4,80 / 108,51
4	Kiessand	< 106,19	< 105,46	< 103,89	< 105,31

Der höchste, bei den Aufschlussarbeiten ermittelte, Grundwasserstand liegt bei 108,60 m ü. NHN.
Als Bemessungswasserstand wird eine Ordinate von 109,50 m ü. NHN empfohlen.

Die Fundamentunterkanten liegen bei folgenden Ordinaten:
Segment 1 112,356 m ü. NHN
Segment 2 111,993 m ü. NHN
Segment 3 111,411 m ü. NHN
Segment 4 110,762 m ü. NHN
Segment 5 110,228 m ü. NHN
Segment 6 109,994 m ü. NHN

Mit den vorgesehenen Ordinaten steht die Wand in allen Segmenten in der Schicht 3.
Diese Schicht wird als mäßig tragfähig bis tragfähig eingschätzt.
Zur Minimierung der Setzungen wird deshalb ein Bodenaustausch/Gründungspolster mit einer Dicke von 0,50 m vorgesehen.

Im Rahmen dieser statischen Berechnung wird das Segment 5 als höchste Winkelstützwand und das Segment 6 als abschließendes Trogbauwerk untersucht.
Für das Segment 6 wird eine FEM-Berechnung durchgeführt.
Bei beiden Segmenten wird die innere und äußere Standsicherheit nachgewiesen.
Auf der Grundlage der Bemessungsergebnisse der Nachweise im GZT und GZG wird für beide Segmente eine entwurfsmäßige Stahlbetonbemessung durchgeführt.

1.3 Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme

Technische Vorschriften

(1)	ARS 20/2012	Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau Einführung der Eurocodes für Brücken
(2)	DIN EN 1990+NA	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Ausgabe 08/2012 + Nationaler Anhang, Ausgabe 12/2012
(3)	DIN EN 1991-1-1+NA	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke, Ausgabe 12/2010 + Nationaler Anhang, Ausgabe 12/2012
(4)	DIN EN 1991-2+NA	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken, Ausgabe 12/2010 + Nationaler Anhang, Ausgabe 08/2012
(5)	DIN EN 1992-1-1+NA	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Ausgabe 01/2011 + Nationaler Anhang, Ausgabe 01/2011
(6)	DIN EN 1992-2+NA	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken, Teil 2: Betonbrücken - Bemessung und Konstruktionsregeln Ausgabe 12/2010 + Nationaler Anhang, Ausgabe 04/2013
(7)	DIN EN 1997-1+NA	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln, Ausgabe 03/2014 + Nationaler Anhang, Ausgabe 12/2010
(8)	ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten; Ausgabe 04/2019
(9)	DIN 1054	Baugrund; Ausgabe 04/2021
(10)	TR_01_05_01_Brueck_ Rili-Berechn	Einwirkung von Lastzügen der Leipziger Verkehrsbetriebe auf Straßenbrücken, Durchlässe und vergleichbare Bauwerke Allgemeine Berechnungsgrundlagen und Lastanahmen Stand: 13. Juli 2013

Gutachten

[U1] Geotechnischer Bericht zu den Baugrund- und Gründungsverhältnissen
Bauvorhaben: Umgestaltung Dieskaustraße zw. Brückenstraße und Antonienstraße
Auftraggeber: Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH
Objekt: Gleisdreieck Radrennbahn, Neubau Winkelstützwand
der Getechnisches Ingenieurbüro Dipl.Ing. A. Pampel GmbH
vom 20.12.2021

Literaturhinweise

[1]	EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" 5. Auflage, Ausgabe 2012
[2]	Wendehorst/Muth:	Bautechnische Zahlentafeln (31. Auflage)
[3]	Simmer, H.:	Grundbau 2 - Baugruben und Gründungen
[4]	Weißenbach, Hettler	Baugruben, Berechnungsverfahren
[5]	Lang, Huder, Amann	Bodenmechanik und Grundbau (6. Auflage)
[6]	Ralph Holst, K. H. Holst	Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton (6. Auflage)

Programmbeschreibungen

Programm "LIMES" der RIB Software AG
Programm "PONZT/TRIMAS" der RIB Software AG

Hinweis: Auf den folgenden Seiten erfolgt eine kurze Beschreibung des Programms.

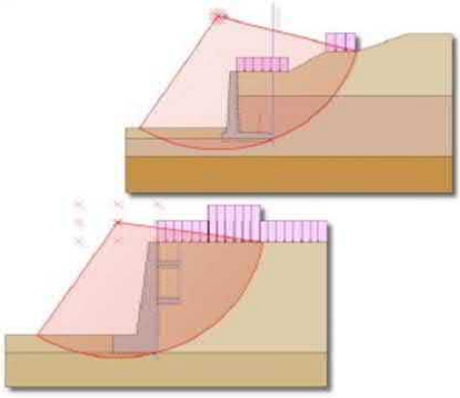
Produktinformation: **RIBTEC®**

RIB running together

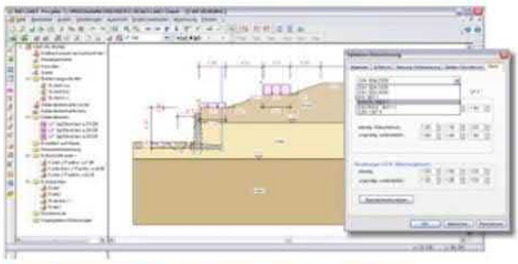
RIBgeo: Berechnung und Bemessung von Stützwänden - LIMES

Berechnung und Bemessung von Stützwänden
LIMES Bestellnr.: 11.10.352

- geotechnische Nachweise nach DIN 1054 sowie EC 7, EN 1997 und entsprechende NADs für DE & AT
- Wandbemessung nach DIN 1045, DIN 1045-1, DIN FB 102, EC2 und EN 1992 und entsprechende NADs für DE, UK, CZ/SK, AT
- klassischer Erddruckansatz sowie Erddruckermittlung nach DIN, EC und EN oder alternative Ermittlung nach Culmann
- Nachweis Grundbruch, Setzung und Sohlpressung
- Berücksichtigung eines Wandsporns im Gleitsicherheits- und im Geländebruchnachweis
- Stahlbetonnachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit inkl. wasserundurchlässigen Beton
- grafisch-interaktive Konstruktionsfunktionen mit CAD-Schnittstelle



Innovative Softwarelösungen für anspruchsvolle Ingenieuraufgaben



Berechnung und Bemessung von Stützwänden

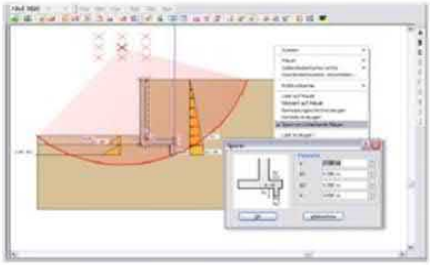
Windows®-Programm mit grafisch-interaktiver Arbeitsumgebung für die Berechnung und Bemessung von Stützwänden, Winkelstützmauern, Schwergewichtsmauern und Kaimauern.

Leistungsumfang

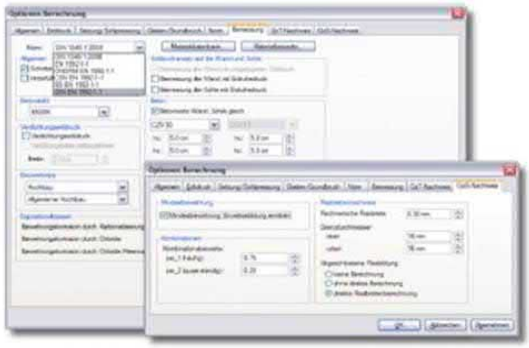
- Parametrisierbare Geländeoberkante & Geländedatenbank
- Grafisch-interaktive Konstruktionshilfe sowie tabellarische Polygonbearbeitung
- Bearbeitung von Sonderformen mit freier Polygonbearbeitung und Vorgabe eines vertikalen Wandsporns
- Grafisch-interaktive Bearbeitung von Konsolen
- Berücksichtigung verschiedener Erddruckansätze
- Berücksichtigung des Erddrucks, Erdruhedrucks oder erhöhten aktiven Erddrucks bei der Bemessung
- Vorgabe/Begrenzung des talseitigen Erdwiderstandes
- Vorgabe einer Wirkungsebene für den Erddruck auf eine fiktive senkrechte Wand, eine Gegengleitfläche oder die Hinterkante der Stützwand
- Verschiedene Formen der Erdumlagerung
- Linien-, unendliche Streifenlasten sowie Block-, Dreiecks-, und Trapezlasten oder geneigte Lasten
- Blocklasten nach DS 804 und Ankerlasten
- Unterschiedliche Wasserstände
- Automatische und manuelle Generierung von Bemessungsschnitten

Bemessungsgrundlagen

- klassischer Erddruckansatz oder Ermittlung nach DIN 4085, EC7 & EN1997 bzw. Ermittlung nach Culmann
- Gleit- und Kippsicherheit nach DIN 1054, EC7 und EN1997 sowie NADs für DE & AT
- Standsicherheit gegen Geländebruch nach DIN 4084, EC7 und EN1997 sowie NADs für DE & AT
- Grundbruchsicherheit nach DIN 4017, EC7 und EN1997 sowie NADs für DE & AT
- Setzungsnachweis nach dem Verfahren der DIN 4019, EC7 und EN1997 sowie NADs für DE & AT
- Nachweis der mittleren Sohlpressung nach DIN 1054 EC7 und EN1997 sowie NADs für DE & AT
- Biege- und Schubbemessung nach DIN 1045, DIN 1045-1, DIN FB 102, EC2 und EN 1992 sowie NADs für DE, UK, CZ/SK, AT inkl. Gebrauchstauglichkeitsnachwesie



PB-415 03-2011
Impressum: www.rib-software.com/impressum



Systemeingabe

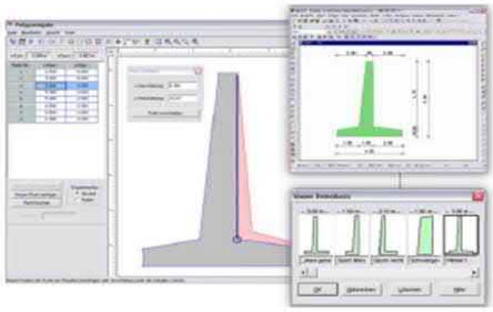
Unterschiedliche Wandquerschnitte sowie Geländeoberflächen und Bodenprofile lassen sich übersichtlich in Datenbanken ablegen und können in parametrisierter Form grafisch bearbeitet werden.

Es lassen sich beliebige Wandtypen eingeben und bearbeiten, z.B.

- Stützwände mit Entlastungskonsolen
- Stützwände mit / ohne Sporn
- Kaimauern / Ufereinfassungen
- Schwergewichtsmauern

Die Programmanwendung unterstützt folgende Funktionen:

- parametrisierbare, polygonale Geländeoberkante und Geländedatenbank
- grafisch-interaktive Konstruktionsfunktionen mit CAD-Schnittstelle
- tabellarische Polygonbearbeitung
- Bearbeitung von Sonderformen mit freier Polygonbearbeitung
- grafisch-interaktive Bearbeitung von Konsolen



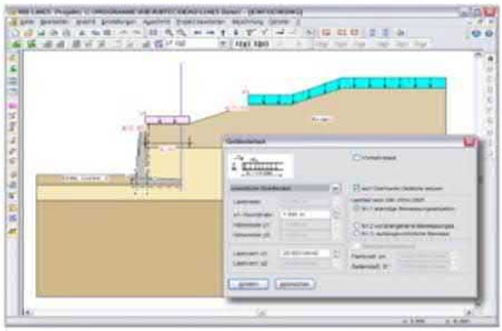
Eingabe der Wasserstände

Für die Berücksichtigung von unterschiedlichen Wasserständen bei Ufereinfassungen und Kaimauern können die entsprechenden Wasserhorizonte grafisch eingegeben werden. Die Geometrie kann wie bei allen Objekten über sensitive Maß- und Winkelmarken modifiziert werden.

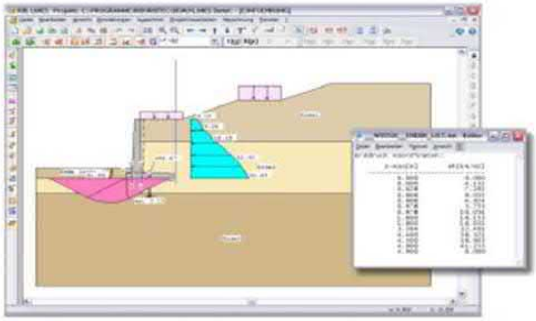
Lasteingabe

Die Lasten auf die Geländeoberfläche oder die Stützwand können aus einer Datenbank entnommen und grafisch angeordnet werden. Es lassen sich auch Lasten aus Tiefgründungen in den Bodenschichten eintragen. Wie bei allen anderen Funktionen kommt insbesondere bei der Lastbearbeitung die objektorientierte, kontextsensitive Arbeitsweise zur Geltung. Alle Lasten/Objekte werden dabei mit der Maus markiert und bearbeitet. Mögliche Lasten:

- Linienlasten, unendliche Streifenlasten sowie Block-, Dreiecks- und Trapezlasten oder geneigte Lasten
- Anschmiegung der Lasten an die Geländeoberfläche



- Blocklast nach DS 804 für Deutsche Bundesbahn mit Angabe der Fliehkräfte und des Seitenstoßes
- Einzellasten pro laufenden Meter in frei wählbarer Größe, Richtung und beliebigem Angriffspunkt auf die Wand; dadurch kann auch eine verankerte Wand definiert werden.

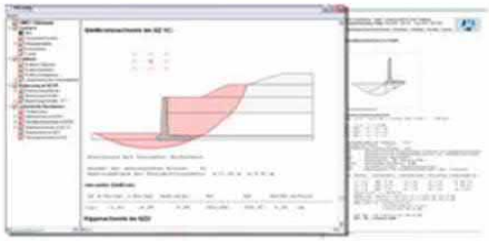


Eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse erleichtert die Kontrolle der Berechnung.

Sowohl die Geometrie der Stützwand als auch die Geländeform, die Bodenschichtung und die Belastung werden als Grafik mit einer entsprechenden Vermassung ausgegeben. Der Ausdruck eines jeden Nachweises ist kompakt gehalten, indem er durch eine aussagekräftige Grafik ergänzt wird.

Ergebnisausgabe mit RTconfig

Mit der neuen individuellen Listenausgabe können alle tabellarischen und grafischen Ergebnisse bürospezifisch ausgegeben werden.



Mit dem Export in RTprint, RTF (Word) oder BauText können die Ergebnisse weiter bearbeitet werden. Stichwort: „Digitale Statik", so können Grafiken, Details oder Excel-Makros etc. in den Statikausdruck eingefügt, archiviert oder per E-Mail versendet werden.

RIBTEC® Für die tägliche Routinearbeit und die Lösung anspruchsvoller Ingenieuraufgaben. CAD, konstruktiver Hoch- & Ingenieurbau, Grundbau, Berechnungen mit finiten Elementen sowie Tunnel- & Brückenbau. www.rib-software.com/ribtec

RIB Gruppe
+49 711 7873 157
tragwerksplanung@rib-software.com
rib-software.com/tragwerksplanung

Produktübersicht: **RIBTEC®**

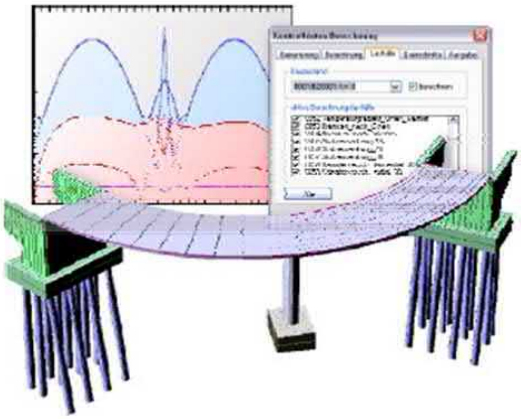
RIB running together

PONTI® – FEM-System für Massivbrücken inkl. TRIMAS® fem

lLeistungsfähiges FEM-System für den Hochbau & Massivbrücken

PONTI® kompakt	Bestellnr.: 11.10.490
PONTI®	Bestellnr.: 11.10.491
PONTI® EXPERT	Bestellnr.: 11.10.492

- **wirtschaftliche Bemessung nach DIN-Fachbericht, ÖNorm und Eurocode**
- **schnelle Bearbeitung von Brückensystemen auf der Basis von Achsdaten**
- **einfache Erfassung der Bauwerksgeschichte über Bauzustände durch Teilsystemzuordnungen**
- **Einfache Vorlagentechnik für Querschnitte, Überbausysteme und Spannglieder**
- **Effiziente Berechnung und Bemessung komplexer, räumlicher Gesamtmodellek**



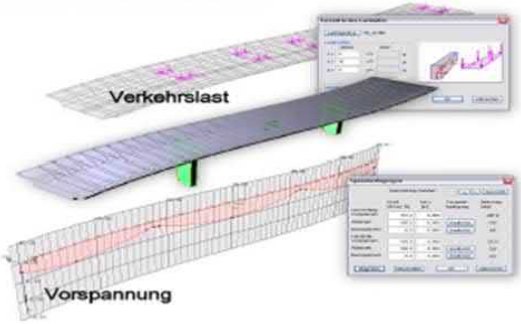
RIBfem PONTI® – Innovative Brückenbausoftware für anspruchsvolle Ingenieuraufgaben

Vielseitigkeit bei Brückenmodellen

PONTI® berechnet und bemisst beliebige Straßen-, Eisenbahn- sowie Fuß- u. Radwegbrücken als räumliche Brückensysteme, welche als Stabtragwerk oder als allgemeines Faltwerkmodell erfasst werden können. Die Brückentragwerke lassen sich mit oder ohne Vorspannung unter Berücksichtigung des Herstellungsprozesses modellieren. Auf dieser Basis kann eine Vielzahl von Brückentypen bearbeitet werden:

- Balkenbrücken und Trägerroste
- Bogen- und Rahmenbrücken
- Hänge- und Schrägseilbrücken
- kombinierte Stabtrag- und Faltwerke
- Gesamtmodelle inkl. Widerlager und Pfählen

Die FE-Analyse kann linear oder geometrisch nichtlinear für große Verformungen erfolgen.



Praxisgerechtes Brückenbausystem

Das modulare Programmsystem PONTI® besteht aus den vier Komponenten QUER3 - TRIMAS®fem - HAUZU - NAZWEI, die jeweils über offene Schnittstellen Daten austauschen und sowohl einzeln als auch im Verbund eingesetzt werden können. Alle Anwendungsmöglichkeiten werden von der Arbeitsumgebung in optimaler Weise unterstützt. Die erforderlichen Daten der einzelnen Arbeitsschritte - z. B. für die Bemessung - werden automatisch generiert, so dass selbst komplexe Systeme schnell und sicher mit PONTI® bearbeitet werden können.

Modellorientierte Systemeingabe

Durch die grafisch-interaktive Eingabe auf Modellebene - unabhängig von den FE-Daten - ist die Beschreibung des realen Bauwerks als statisches System relativ einfach. Mit Hilfe der Achsdaten und/oder CAD-orientierten Konstruktionsfunktionen können auch komplexe Systeme schnell erzeugt werden. Für die Generierung von Punkten, Linien sowie Balken, Flächen, Lagern, Lasten und Vorspannung stehen leistungsstarke Funktionen zur Verfügung.

Berücksichtigung des Herstellungsprozesses

Eingusssysteme als auch abschnittsweise hergestellte Brückenüberbauten - egal welcher Herstellungsart - können mit PONTI® FEM bearbeitet werden. Der zeitliche Ablauf sowohl der Systemmodifikation als auch die Änderungen auf der Last- und Vorspannungsseite lässt sich durch Vor- und Rückbauzustände einfach und übersichtlich berücksichtigen. Durch die Veränderung des statischen Systems treten Spannungsumlagerungen infolge Kriechen und Relaxation

390 03-2011
Impressum: www.rib-software.com/impressum

auf, die im Programm nach dem anerkannten Verfahren von TROST behandelt werden. Dabei wird das System- und Querschnittskriechen stets entkoppelt betrachtet.

Optimaler Datenaustausch

Standardisierte externe Daten können jederzeit importiert werden. PONTI® FEM unterstützt sowohl die CAD-Schnittstellen zu ZEICON®, DICAD und DXF als auch alle gängigen Schnittstellen für Punkt- und Achsdaten (DA 040 bzw. DA 001) und zum Programmsystem STRATIS®.

Optionale Brückenabsteckung

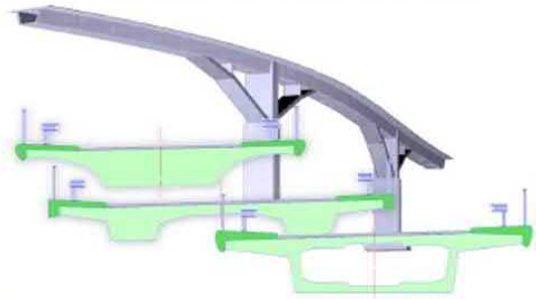
Die eingelesenen Achs- und Punktdaten lassen sich für die Berechnung der Absteckkoordinaten der verschiedenen Schnittpunkte eines Brückenbauwerks und deren Kilometrierung heranziehen. Andererseits können auch die Achshauptpunkte mit den jeweiligen Trassierungselementen wie Geraden, Kreise und Klothoiden und die Kilometrierung aus einem Lageplan direkt übertragen werden.

Leistungsfähige FEM-Technologie

Als Rechenkern wird von PONTI® der volle Leistungsumfang von TRIMAS®fem genutzt. Die Ermittlung von Verformungen und Schnittgrößen erfolgt mit modernen und zuverlässigen finiten Elementen. Die verfügbare Elementbibliothek erlaubt die Lösung einer Vielzahl von unterschiedlichen Ingenieuraufgaben im Brückenbau:

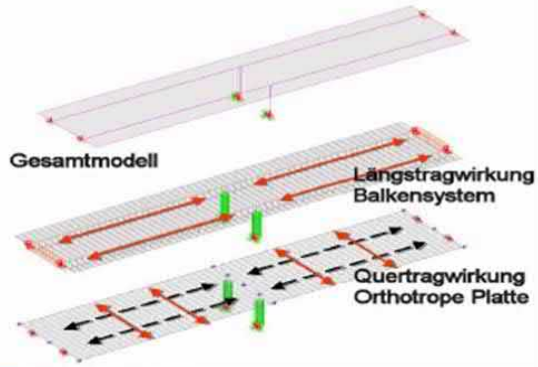
- räumliche Fachwerkelemente
- räumliche Balkenelemente
- räumliche Schalenelemente
- Volumenelemente
- GAP-Elemente (Bauwerk-Boden-Interaktion)

Mit TRIMAS®fem lassen sich sowohl brückenbauspezifische Stabwerksmodelle als auch kombinierte Stab- und Flächentragwerksmodelle bilden. Eine ausführliche Beschreibung der Leistungsfähigkeit des verwendeten FE-Systems ist in der Produktbeschreibung von TRIMAS®fem zu finden.



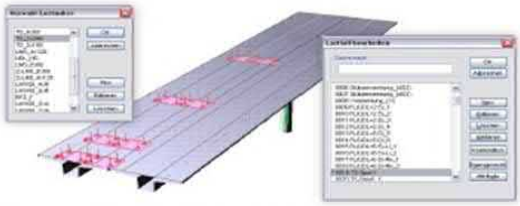
Brückenbauorientierte Querschnittseingabe

Mit Hilfe einer Vorlagentechnik können alle gängigen Regelquerschnitte als Makro ausgewählt und entsprechend dem aktuellen Brückenbauwerk angepasst werden. Die Berechnung allgemeiner, dickwandiger Querschnittswerte einschließlich der Einheitsschubflüsse erfolgt mit der PONTI®-Komponente QUER3. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um offene oder geschlossene Querschnitte handelt. Die Querschnittswerte können sowohl für den homogenen- oder Verbundquerschnitt als auch für den Gesamt- und mitwirkenden Querschnitt berechnet werden.



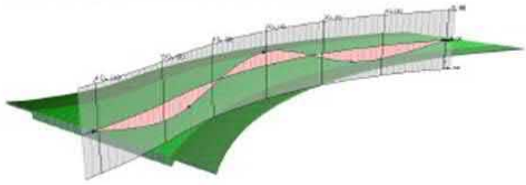
Flexible Lasteingabe

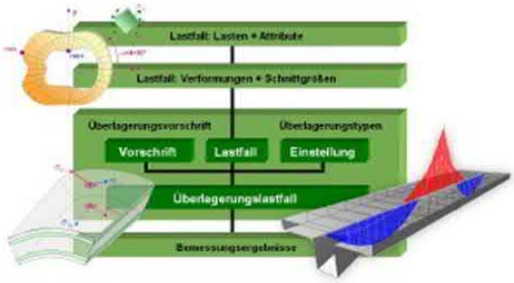
Die Generierung aller gängigen Lasttypen wie z. B. Punktlasten, linear veränderliche Linienlasten, Balkenlasten, Temperaturlasten, KS-Lasten, Zwangsverschiebungen, beliebige Flächenlasten und Lastmakros sind möglich. Jedem Lastfall wird ein Lastfallattribut zugewiesen, das nicht nur die Lastart sondern auch die Lastwirkung berücksichtigt. Alle gängigen Lastfallattribute sind für den Brückenbau eingestellt. Das Programm unterscheidet zwischen sechs möglichen Fahrspuren. Aus der Zuordnung von Lastfallattributen ergeben sich dann automatisch die Überlagerungsvorschriften.



Die Lasteingabe erfolgt entweder absolut oder relativ bezogen auf den Linien- bzw. Linienzugzuganfang. Die Definition der Linienzüge ist beliebig, d. h. sie können z.B. feldweise und hauptträgerweise gebildet werden.

Die spurgebundene Lastenzuggenerierung erfolgt mit typisierten oder selbstdefinierten Lastmakros entsprechend der Belastungsnorm weitgehend automatisch. Das Lastmakro eines Verkehrslastmodells kann bezogen auf einen beliebigen Linienzug mit oder ohne Exzentrizität zur Systemachse inkrementweise entlang der Linie verschoben werden. Jede Laststellung erhält eine eigene Lastfallnummer. Diese Lastfälle werden später ausschließend überlagert und können dann für die Bildung von extremalen Einwirkungen in der Brückenbemessung weiter verwendet werden.



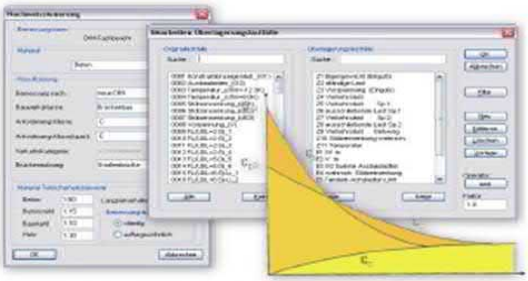


Leistungsfähige Überlagerungstechnik

Über die Zuweisung von Lastfallattributen werden die Überlagerungsvorschriften entsprechend den Brückenbaunormen automatisch erzeugt. Alle Einstellungen zu den Vorschriften sind frei bearbeitbar. Die Vorlagen sind so eingestellt, dass automatisch alle Überlagerungen für Verformungen, Lagerreaktionen und Lasten nach der Lastwirkung wie ständige Lasten, Verkehrslasten etc. korrekt erfasst werden.

Durchgängiger Nachweiskonzept

PONTI® kann alle Nachweise entsprechend den DIN-FB 101 & 102, EC2 sowie ÖNORM in aktueller Fassung für Vorspannung mit ext. Spanngliedern in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit führen. Die Bemessungseinwirkungen für ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituation sowie die Einwirkungskombinationen der Gebrauchstauglichkeitszustände werden je nach Anforderungsklasse (bis zu 80 versch. Einwirkungsarten) berücksichtigt. Die Beton-Normalspannungen für die Dekompression sowie weitere Spannungsbegrenzungen im ungerissenen Querschnitt können unter Berücksichtigung der Normalspannungsverteilung in den Gurten ein- oder zweistufig mit bis zu zwei Kriechintervallen geführt werden. Neben dem Querschnittskriechen, Schwinden und der Spannstahlrelaxation wird auch das Systemkriechen berücksichtigt.



Der Tragfähigkeitsnachweis für Biegung mit Normalkraft wird unter Berücksichtigung der Mindest- und Robustheitsbewehrung geführt. Der Nachweis kann zweiachsig und mit beliebigen Spannungs-Dehnungslinien für Beton, Betonstahl und Spannstahl erfolgen. Der Einzelrissbreitennachweis geht von der erforderlichen Längsbewehrung des Biegetragfähigkeitsnachweises aus und legt im Bereich der wahrscheinlichen Rissbildung in Abhängigkeit der vorhandenen Stahlspannungen Bewehrung zu. Dabei können die in der Zugzone liegenden wirksamen Spannglieder angerechnet werden. Falls erforderlich wird der abgeschlossene Rissbildungsnachweis automatisch ohne oder mit direkter Berechnung der Rissbreite geführt. Die Spannungsbegrenzung für Beton- und Spannstahl sowie Beton im Zustand I und II erfolgt automatisch. Die Ermüdungsnachweise für Betonstahl und Spannstahl sowie für Beton unter Druck werden unter Berücksichtigung der erforderlichen Bewehrung im gerissenem Zustand geführt. Die Querkraft- und Torsionsbemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit erfolgt mit dem erweiterten Fachwerksmodell mit Rissreibung.

Nachweise Im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

- Robustheitsbewehrung
- Grenzzustand der Biege-, Querkraft- und Torsionstragfähigkeit
- Grenzzustand der Ermüdung für Beton- und Spannstahl sowie für Beton unter Druck und Schub
- Durchstanzen

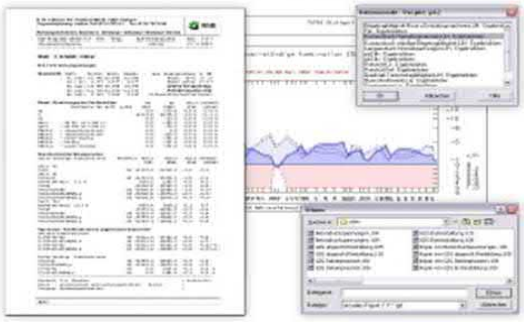
Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:

- Grenzzustand der Dekompression
- Begrenzung der Spannungen im Zustand I und II
- Begrenzung der Betondruckspannungen
- Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite
- Grenzzustand der abgeschlossenen Rissbildung
- Begrenzung der Schubrissbildung
- lineares /nichtlineares Kriechen, Schwinden, Relaxation
- Systemkriechen – Betonalter je Bauabs. berücksichtigt
- Grenzzustand der Verformungen für A – C(D)
- Koppelfugennachweise

Gebrauchstauglichkeitsnachweise für Flächentragwerke auf Anfrage. Weiterhin können alle erforderliche Nachweise für die außergewöhnliche Bemessungssituation geführt werden. Auch ist eine direkte Eingabe der Längsbewehrung für Nachrechnungen möglich.

Übersichtliche Ergebnissausgabe

Alle System- und Ergebnisdaten werden grafisch dargestellt und ausgegeben. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt wahlweise am statischen System oder in Form von Diagrammen. Die Dokumentenausgabe wird entsprechend nach Heft 504 auch im Word-Format ausgeführt. Die Ausgabe steht mit übersichtlichen, nachvollziehbaren Ergebnissen in Deutsch und Englisch zur Verfügung.



Flexibles Vorspannungsmodul

Auch die Spannstranggeometrie wird vollkommen grafisch interaktiv bezogen auf beliebige, räumliche Achsen generiert. Der Anwendungsbereich des Vorspannmoduls liegt vor allem bei Spannbetonbrücken und vorgespannten Flachdecken, kann aber auch im Behälterbau eingesetzt werden.

Einfaches Arbeiten mit Spannsträngen

Dem geometrischen Spannstrangverlauf liegt eine räumliche kubische Splinefunktion zugrunde. Sie bezieht sich entweder auf die Schwerachse oder auf die Oberkante der Fahrbahnplatte von beliebigen polygonalen Querschnitten und beliebig wählbaren Linienzügen bzw. Bezugsachsen.

Alle gängigen Spannverfahren sind in einer Datenbank gespeichert und enthalten i. a. die Daten der jeweils gültigen Zulassung. Durch die separate Zuweisung der Spannverfahren zu den Spannsträngen ist es möglich, in einer Anwendung Spannstränge mit unterschiedlichen Eigenschaften zu berücksichtigen wie z. B. interne Spannglieder mit sofortigem, nachträglichem Verbund oder ohne Verbund sowie externe Spannglieder und die Mischbauweise. Alle Angaben der verfügbaren Spannverfahren lassen sich ändern. Außerdem wird jedem Spannstrang ein Lastfall zugewiesen, der bei Eingusssystemen unterschiedlich sein kann. Bei abschnittsweise hergestellten Systemen werden die Spannstränge verschiedenen Lastfällen und Vor- und Rückbauzuständen zugeordnet.

Schnelle Eingabe der Spannstranggeometrie

Die Kurvenpunkte eines Spannstranges können in zwei unterschiedlichen Konstruktionsebenen - dem Aufriss und dem Grundriss - beschrieben werden. Diese Konstruktionsebenen stellen Abwicklungsebenen der Bezugsachsen dar. Die Kurvenpunkte im Auf- und Grundriss sind dabei unabhängig voneinander. Die Spannstrangkurven können unterschiedlich generiert werden:

- automatische Standardkurve mit Hoch-, Tief- und Wendepunkten oder Wendegeraden
- Dialogeingabe der Kurvenpunktskoordinaten bez. auf den Anfang der jeweiligen Bezugsachse
- mit geometrischem Bezug auf vorher definierte Referenzspannglieder
- Verschieben, Schwenken um 180 Grad und abschnittsweises Kopieren oder
- gleichmäßige Verteilung der Spannglieder in definiertem Grundrissbereich (Flächentragwerke)

Besonders hilfreich ist dabei die automatische Überprüfung der zulässigen Krümmungsradien.

Vielseitige Spannbedingungen

Grundsätzlich werden an jedem Spannstrangende vier Spannbedingungen unterschieden: Vorspannen, Ablassen, Nachspannen, mit Keilschlupf verankern. Sie wird definiert durch Angabe einer Vorspannkraft oder durch prozentuale Angabe der vorhandenen zu der zulässigen Spannkraft. Jeder einzelne Spannvorgang kann grafisch als Spannkraftverlauf in Form eines Diagramms dargestellt werden. Zusätzlich lassen sich 3 Vorspannbedingungen angeben:

- Vorgabe bestimmte Kraft an bestimmten Ort
- beibehalten der bisherigen Kraft an bestimmten Ort
- beibehalten der vorhandenen Kraft an einem Ort

Direkte Generierung der Spannanweisungen

Aus den Spannbedingungen und dem Verpressungszeitpunkt der Hüllrohre werden die genauen Längenänderungen der Spannglieder unter Berücksichtigung der Reihenfolge der Spannschritte berechnet.

Automatische Lastgenerierung für Vorspannung

Zur Berechnung der Zwängungsschnittgrößen werden die auf das System wirkenden Anker- und Umlenkkräfte nach dem "Äquivalenzlastverfahren" ermittelt. Bei Stabtragwerken werden Anker- und Umlenkkräfte über n Ersatzlasten für n Stabintervalle ermittelt, welche mit der statisch bestimmten Wirkung der Vorspannung einschließlich Reibung eine Gleichgewichtsgruppe bilden. Unstetigkeitsstellen oder Systemlinienknickpunkten werden über Sonderbetrachtungen berücksichtigt. Anker- und Umlenkkräfte für Flächentragwerke werden über die Richtung der Hauptnormalen der Raumkurve berücksichtigt.

Hochwertige Schnittgrößenermittlung

Durch das Aufbringen aller Ersatzlasten als äußere Belastung auf das FE-System werden direkt die Gesamtschnittgrößen aus Vorspannung, bestehend aus dem statisch bestimmten und dem statisch unbestimmten Anteil, berechnet. Bei vorgespannten Platten- und Scheibentragwerken können aufgrund der inneren Unbestimmtheit nur Gesamtschnittgrößen ermittelt werden.

Effiziente Datenübergabe

Alle Eingaben und Ergebnisse werden in erster Linie grafisch dargestellt. Dazu gehören auch Kabelpläne mit exzentrischer Spanngliedlage im Hüllrohr und allen Spanngliedlagen im Betonquerschnitt. Die Kabelpläne können auch im DXF-Format exportiert werden. Für die einzelnen Spannstränge können Spannkraftdiagramme erzeugt und ausgegeben werden. Daneben können auch umfangreiche Ausdrucke mit nachvollziehbaren Ergebnissen erzeugt werden.

RIBTEC®
Für die tägliche Routinearbeit und die Lösung anspruchsvoller Ingenieuraufgaben. CAD, konstruktiver Hoch- & Ingenieurbau, Grundbau, Berechnungen mit finiten Elementen sowie Tunnel- & Brückenbau. www.rib-software.com/tragwerksplanung

RIB Gruppe
+49 711 7873 157
tragwerksplanung@rib-software.com
www.rib-software.com

1.4 Abweichungen sowie ergänzende und/oder zusätzliche Vorschriften

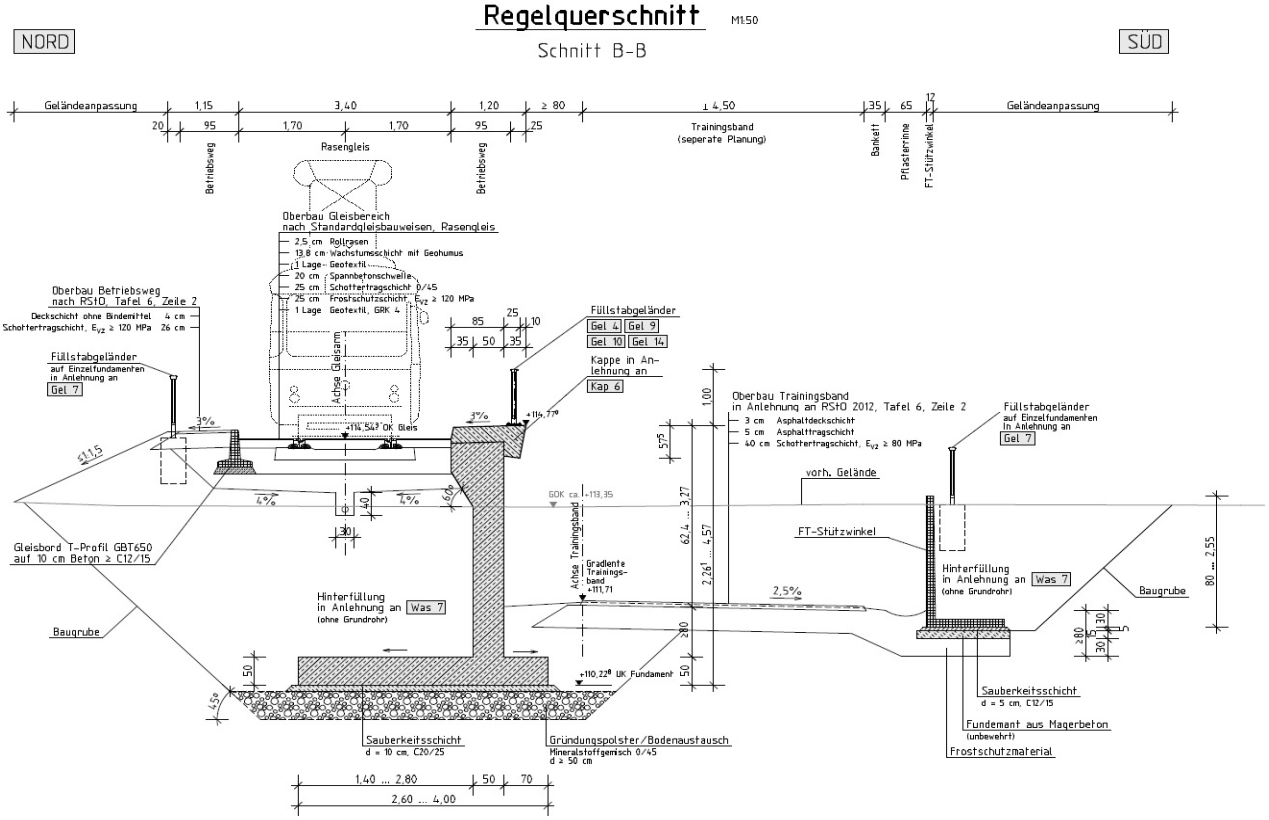
Für den Standsicherheitsnachweis wurden weder Abweichungen noch ergänzende oder zusätzliche Regelungen zu den Vorschriften in Kapitel 1.3 getroffen.

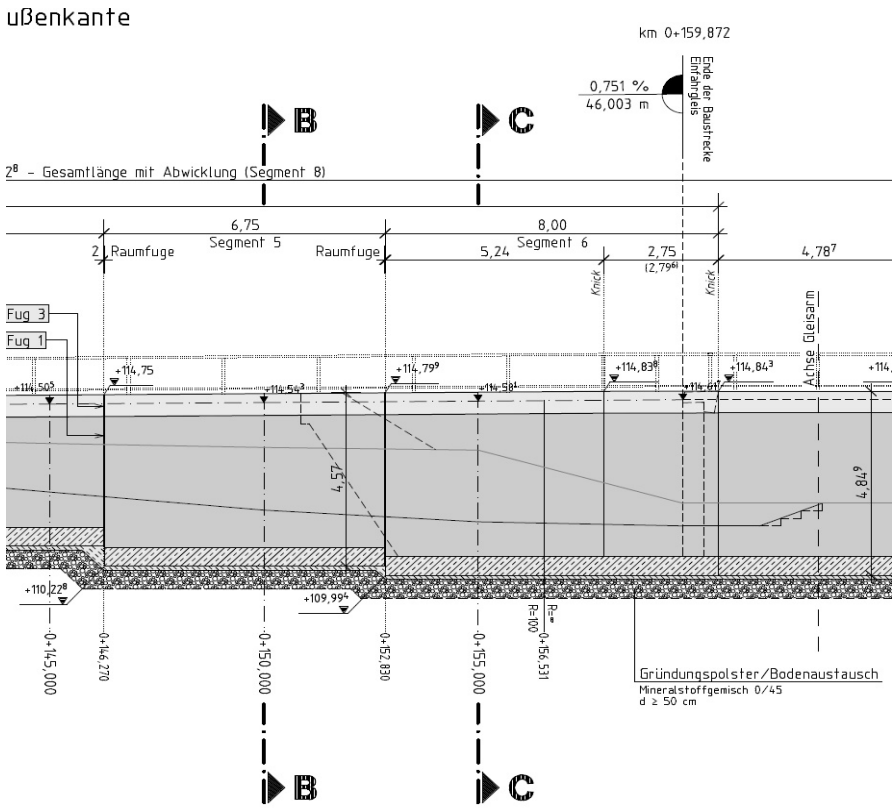
2. Bauteil 1: Stützwand Segment 5

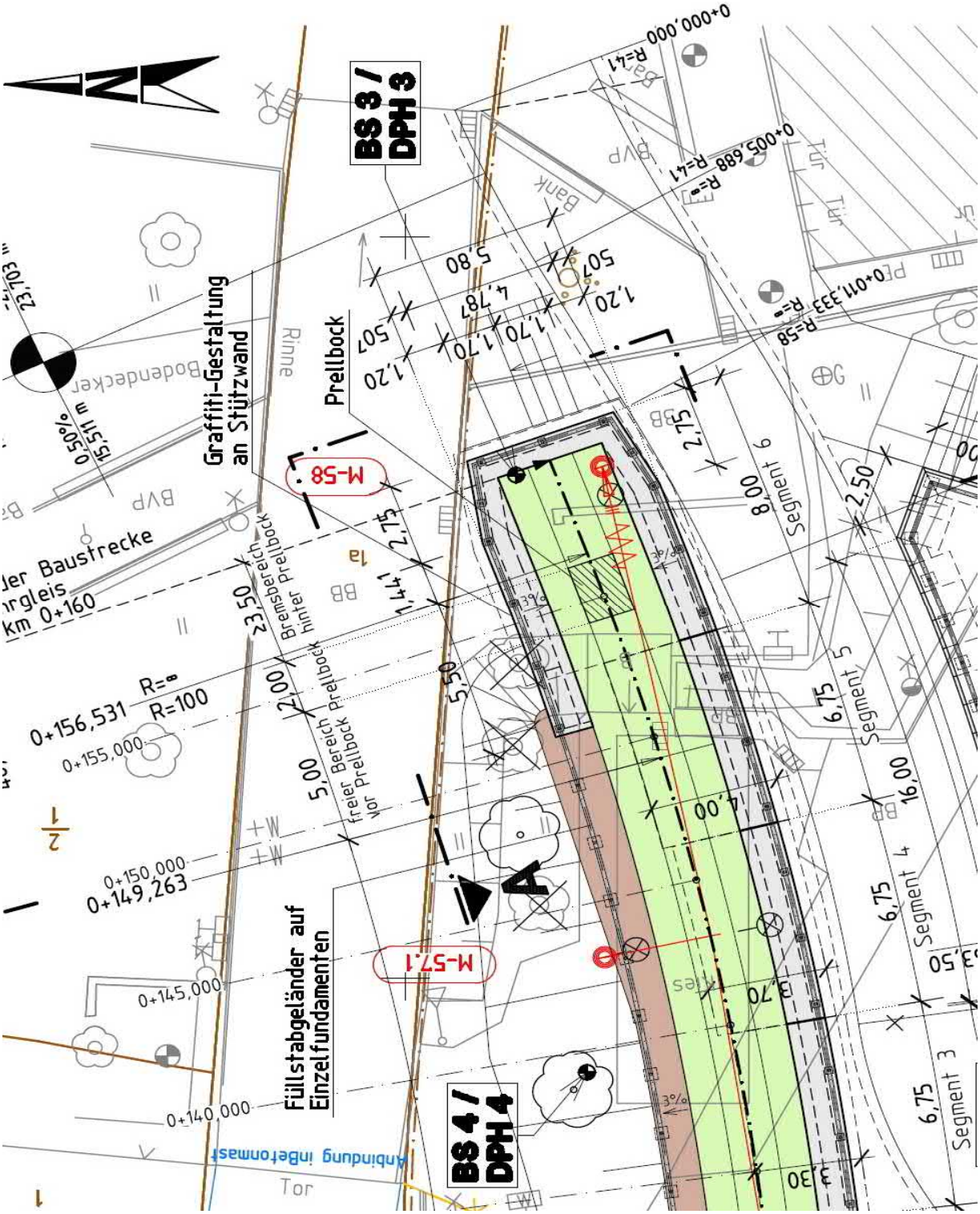
2.1 Berechnungsgrundlagen

2.1 Berechnungsgrundlagen

1) Geometrie






BS 3 / DPH 3
BS 4 / DPH 4
Graffiti-Gestaltung an Stützwand
Prellbock
Füllstabgeländer auf Einzelfundamenten
Bremsbereich hinter Prellbock
freier Bereich vor Prellbock
M-58
M-57.1
Segment 3
Segment 4
Segment 5
Segment 6
0+156,531
0+149,263
0+000,000

Ordinaten:

O.K. Wand: Kappe	114,80	m ü. NHN	
Dicke der Kappe	0,30	m	
O.K. Wand:	114,50	m ü. NHN	
U.K. Wand:	110,23	m ü. NHN	
O.K. Gelände (Gleis):	114,54	m ü. NHN	
O.K. Gelände vor Stützwand:	111,53	m ü. NHN	
O.K. Grundwasser:	109,50	m ü. NHN	(Bemessungswasserstand)

h_{ges} =	427,1	cm	(ohne Kappe)
h_{Wand} =	377,1	cm	(ohne Kappe)
$d_{Wand,u}$ =	50,0	cm	
$d_{Wand,o}$ =	50,0	cm	
L =	6,75	m	(Länge Abschnitt)
h_{Luft} =	2,97	m	(Abstand O.k. Wand zum Gelände vor der Wand)
t_E =	1,30	m	(Einbindetiefe)

Vorsprung

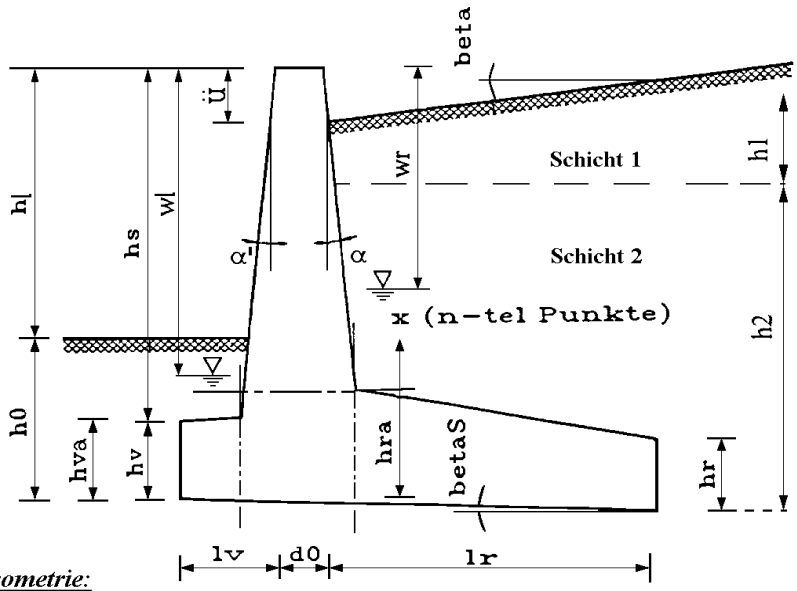
h_{Vor} =	50,0	cm	
$h_{Vor,A}$ =	50,0	cm	(Anschnitt)
l_{Vor} =	70,0	cm	

Rücksprung

$h_{Rück}$ =	50,0	cm	
$h_{Rück,A}$ =	50,0	cm	(Anschnitt)
$l_{Rück}$ =	280,0	cm	

α =	0,0	°	
α' =	0,0	°	
beta =	0,0	°	
betaS =	0,0	°	

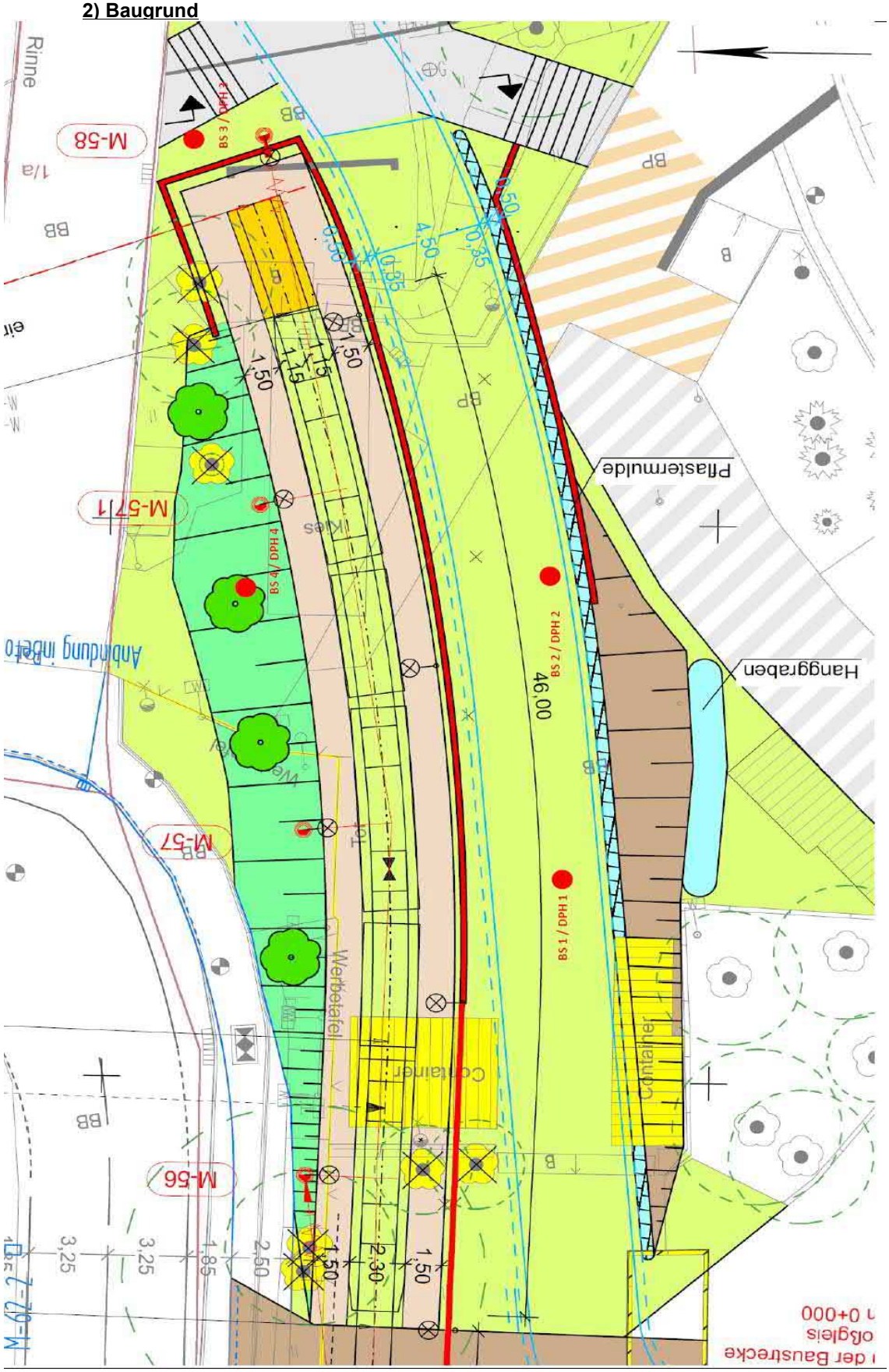
Abgrabung:	100,0	cm	
ü =	0	cm	(Überstand)
(Hinterfüllung)			



- Geometrie:

Baumaßnahme:	Stützwände i.Z. der Gleisanlage in der Dieskaustraße	**Bauwerksnummer (ASB)**
Auftraggeber:	Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH	
Aufsteller:	Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH, Reichardtstr. 7, 06114 Halle/S.	**Datum:** 07/2022

2) Baugrund



Bauteil:	**Seite:** 4
Kapitel / Vorgang:	**Archiv-Nr.**

Bodenkennwerte und Grundwasserstand nach [U1] BS4:

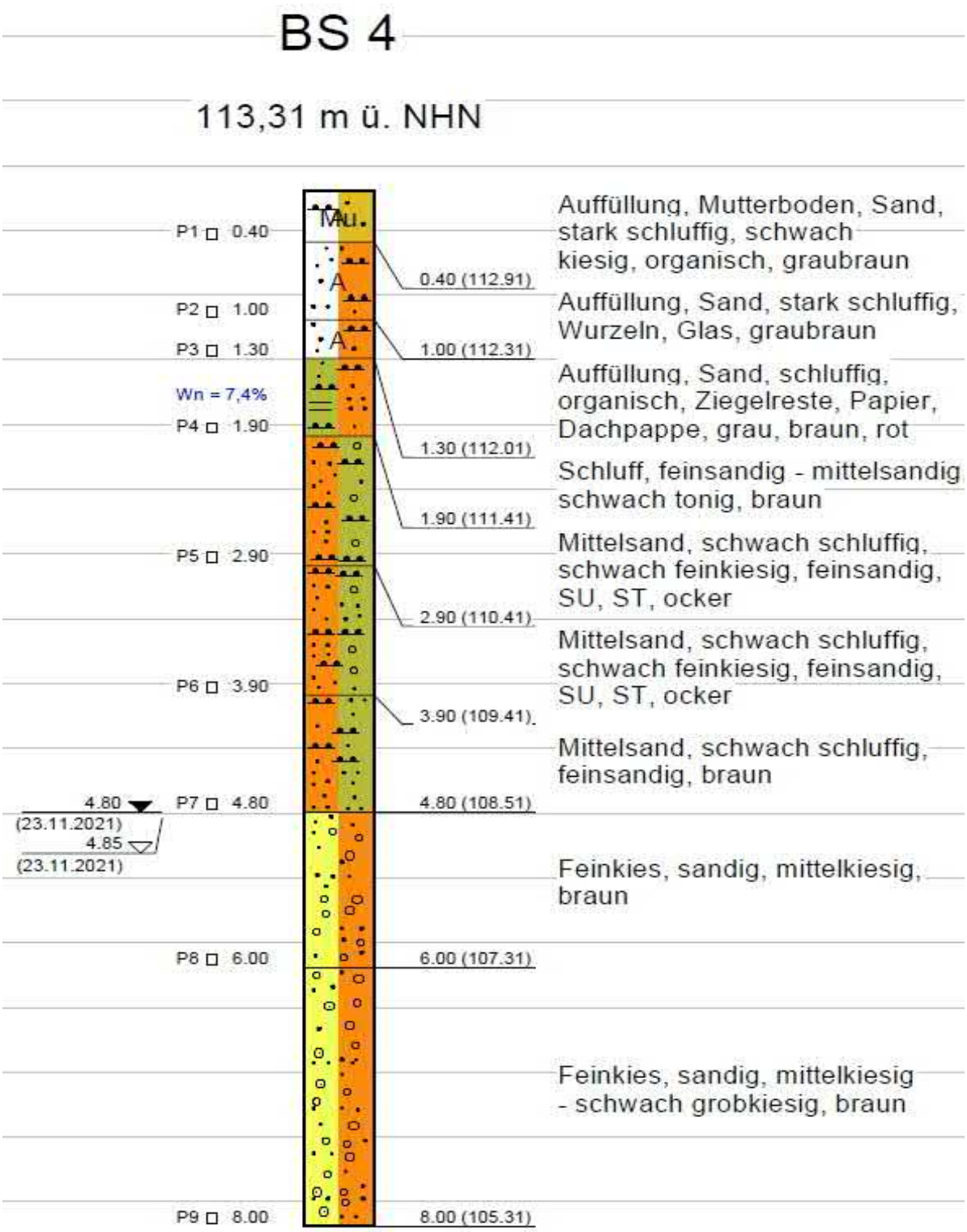


Tabelle 2: tabellarische Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse

Schicht Nr.	Beschreibung	Schichtunterkante m u. GOK / m ü. NHN			
		BS 1	BS 2	BS 3	BS 4
1	Deckschicht, ungeb. TS, Mutterboden	0,50 / 113,69	-	0,50 / 111,39	0,40 / 112,91
2	Auffüllung	1,00 / 113,19	0,80 / 112,66	-	1,30 / 112,01
3	Schluff, sandig/Sand, schluffig	2,80 / 111,39	4,90 / 108,56	3,30 / 108,59	4,80 / 108,51
4	Kiessand	< 106,19	< 105,46	< 103,89	< 105,31

Tabelle 6: Rammsondierergebnisse DPH 4 zur BS 4

Schicht	Unterkante [m u. Ansatz]	Unterkante [m ü. NHN]	ermittelte Schlagzahlen N_{10}	Bewertung nach Placzek	Bewertung Rammbarkeit
1 - Mutterboden	0,10	113,21	-	-	-
	0,40	112,91	1	locker	leicht
2 - Auffüllung	0,90	112,41	1 ... 4	locker	leicht
	1,30	112,01	6 ... 13	mitteldicht	leicht bis mittelschwer
3 - Schluff, sandig/Sand, schluffig	1,90	111,41	6 ... 10	steif	leicht
	2,90	110,41	14 ... 34	dicht bis sehr dicht	mittelschwer bis schwer
	4,40	108,91	4 ... 11	mitteldicht	leicht bis mittelschwer
	4,80	108,51	1 ... 5	locker bis mitteldicht	leicht
4 - Kiessand	7,20	106,11	3 ...15	mitteldicht bis dicht	leicht bis mittelschwer
	8,00	105,31	15 ... 33	dicht bis sehr dicht	mittelschwer bis sehr schwer

Tabelle 18: Baugrundmodell, charakteristische Bodenkennwerte

Nr. d. Schicht	Bodenart		Rohwichte γ_n [kN/m³]	Wichte u. Auftrieb γ' [kN/m³]	Winkel der inneren Reibung ϕ_K' [°]	wirksame Kohäsion c_K' [kN/m²]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s;k}$ [MN/m²]
1c	Tragschicht (GU/GT), (GI), (SU/ST)		21	12	37,5	0	0	100
2	Auffüllung (SU/ST), (GU/GT),		20	10	27,5	0	5	10
3	Schluff, sandig/ Sand, schluffig (SU/ST), (TL)	steif	20	10	27,5	10	25	5
		mitteldicht	20	11	32,5	0	5	30
		dicht	21	12		5	10	60
4	Kiessand (GU/GT), (SU/ST), (GI), (GW), (GE), (SI), (SW), (SE)		20	10	30	0	0 - 5	30

BS 4

- O.K. Bohrung bei: 113,310 m ü. NHN
- U.K. Bohrung bei: 105,310 m ü. NHN

Schicht: 1 Mutterboden

Schichtunterkante: 112,91 m ü. NHN

Höhe Schicht: 40 cm

Lagerung:

	min	max	i.M.	
γ =	21,0	21,0	21,0	kN/m³
γ' =	12	12	12,0	kN/m³
φ' =	37,5	37,5	37,5	°
c' =	0	0	0,0	kN/m²
E_s =	100	100	100,0	MN/m²

Schicht: 2 Auffüllung

Schichtunterkante: 112,01 m ü. NHN

Höhe Schicht: 90 cm

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	10	10	10,0	kN/m³
φ' =	27,5	27,5	27,5	°
c' =	0,0	0,0	0,0	kN/m²
E_s =	10,0	10,0	10,0	MN/m²

Schicht: 3 Schluff, sandig / Sand, schluffig

Schichtunterkante: 111,41 m ü. NHN

Höhe Schicht: 60 cm

Konsistenz: steif

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	10	10	10,0	kN/m³
φ' =	27,5	27,5	27,5	°
c' =	10,0	10,0	10,0	kN/m²
E_s =	5,0	5,0	5,0	MN/m²

Schicht: 3 Schluff, sandig / Sand, schluffig

Schichtunterkante: 110,41 m ü. NHN

Höhe Schicht: 100 cm

Lagerung: dicht bis sehr dicht

	min	max	i.M.	
γ =	21,0	21,0	21,0	kN/m³
γ' =	12	12	12,0	kN/m³
φ' =	32,5	32,5	32,5	°
c' =	5,0	5,0	5,0	kN/m²
E_s =	60,0	60,0	60,0	MN/m²

Schicht: 3 Schluff, sandig / Sand, schluffig

Schichtunterkante: 108,91 m ü. NHN

Höhe Schicht: 150 cm

Lagerung: mitteldicht

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	11	11	11,0	kN/m³
φ' =	32,5	32,5	32,5	°
c' =	0,0	0,0	0,0	kN/m²
E_s =	30,0	30,0	30,0	MN/m²

Schicht: 3 Schluff, sandig / Sand, schluffig

Schichtunterkante: 108,51 m ü. NHN

Höhe Schicht: 40 cm

Lagerung: locker bis mitteldicht

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	11,0	11,0	11,0	kN/m³
φ' =	32,5	32,5	32,5	°
c' =	0,0	0,0	0,0	kN/m²
E_s =	30,0	30,0	30,0	MN/m²

Schicht: 4 Kiessand

Schichtunterkante: 105,31 m ü. NHN

Höhe Schicht: 320 cm

Lagerung: mitteldicht bis dicht

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	10	10	10,0	kN/m³
φ' =	30	30	30,0	°
c' =	0,0	0,0	0,0	kN/m²
E_s =	30,0	30,0	30,0	MN/m²

Gründung: 110,23 m ü. NHN

Grundwasser: 109,50 m ü. NHN

Hinterfüllung:

Wandoberkante: 114,50 m ü. NHN

Schichtunterkante: 110,23 m ü. NHN

Höhe Schicht: 427,1 cm

γ =	20	kN/m³
γ' =	11	kN/m³
φ' =	30	°
c' =	0	kN/m²
E_s =	80	MN/m²

O.k. Gelände vor der Wand: 111,53 m ü. NHN (geplant)
110,53 m ü. NHN (mit Abgrabung)

Für die statische Berechnung wird folgende Schichtung angesetzt:

Schicht		U.k. Schicht	
0	Hinterfüllung	110,23	m ü. NHN
3 (b)	Schluff, sandig / Sand, schluffig	108,51	m ü. NHN
4	Kiessand	105,31	m ü. NHN

Schichtung bezogen auf Oberkante Wand

0	4,27	m
3 (b)	5,99	m
4	9,19	m

Grundwasser: 5,00 m

3) Erddruck, Randbedingungen, Material

Erddruckansatz: **DIN 4085:2007-10**

Tabelle AAA.2 — Erddruckansatz in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion bei Dauerbauwerken[1)]

Zeile	Nachgiebigkeit der Stütz-konstruktion	Konstruktion (Beispiele)	Erddruckansatz
1	nachgiebig	Stützwände, die während ihrer gesamten Nutzungszeit geringe Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung ausführen können und dürfen. Zum Beispiel Uferwände, auf Lockergestein gegründete Stützwände	aktiver Erddruck
2	wenig nachgiebig	Stützwände nach Zeile 1, bei denen während ihrer Nutzungszeit Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung unerwünscht sind und die gegen den ungestörten Boden hergestellt worden sind.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}75 \cdot E_{ah} + 0{,}25 \cdot E_{0h}$
3	annähernd unnachgiebig	Stützwände, die auf Grund ihrer Konstruktion unter der Erddruckbelastung anfänglich gering-fügig nachgeben, sich dann aber nicht mehr verformen können oder dürfen. z. B.: Kellerwände und Stützwände, die in Bauwerke einbezogen sind und von diesen zusätzlich gestützt werden, Bemessung der stehenden Schenkel von Winkelstützwänden.	erhöhter aktiver Erddruck im Normalfall: $E'_{ah} = 0{,}50 \cdot E_{ah} + 0{,}50 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen: $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$
4	unnachgiebig	Stützwände die auf Grund ihrer Konstruktion weitgehend unnachgiebig sind: Zum Beispiel auf Festgestein gegründete Stütz-mauern als ebene Systeme und auf Locker-gestein gegründete Stützwände als räumliche Systeme, z. B. Brückenwiderlager mit biegesteif angeschlossenen Parallel-Flügelmauern.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen bis Erdruhedruck

	Nachgiebigkeit:	wenig	
	Standsicherheit	erhöhter aktiver Erddruck	
		25	% Anteil Erdruhedruck
	Bemessung	Erdruhedruck	
Ansatz Erdwiderstand:	Standsicherheit	25,0	%
	Bemessung	0,0	%

Freischachtung: vor der Wand

Einbindetiefe:	1,30	m	(ohne Abschachtung)
t =	1,00	m	(angesetzte Freischachtung)
Einbindetiefe:	0,30	m	(mit Abschachtung)

Sohlreibungswinkel: $\delta_k = \varphi$ (Ortbetonfundament)

zulässiger Sohlbemessungsdruck:

Schicht: 3
Bodengruppe: SU/ST
Lagerung: mitteldicht bis dicht

Tabelle 20: Ergebnisse einer Grundbruch- und Setzungsabschätzung, Bettungsmoduli für Streifenfundament, Gründung im Horizont der Schicht 3, Fundament ca. 8m x 6m

Fundament-breite [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] / max. charakteristische Einwirkung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²] / zugehörige Setzungen s [cm]	charakt. Sohlspannung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	mittlere Setzung s [cm]	mittlerer Bettungsmodul k_s [MN/m³]
5,0	900 / 625 / 9,0	100	1,0	8
		200	2,5	
		300	3,9	
		400	5,4	
6,5	960 / 670 / 10,5	100	1,2	7
		200	2,7	
		300	4,3	
		400	5,9	
7,0	765 / 540 / 11,0	100	1,3	6
		200	2,9	
		300	4,6	
		400	6,4	

für b = 5,0 m
σ_{Rd} = 900 kN/m²
für b = 6,5 m
σ_{Rd} = 960 kN/m²

Einbindetiefe: 1,30 m
vorh b = 4,00 m
$\sigma_{Rd} \approx$ 860 kN/m²

Material Winkelstützwand:

Beton	C 35/45	Fundament	XC4, XD1, XF2, WA
	C 35/45	Wand	XC4, XD1, XF2, WA
Betonstahl	B 500B		

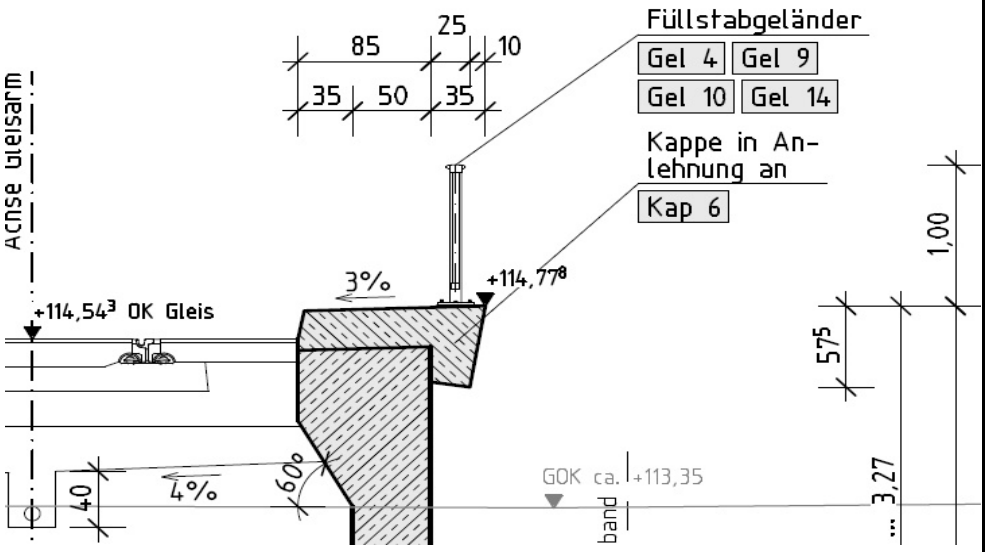
γ_B = 25 kN/m³

2.2 Einwirkungen

2.2 Einwirkungen:

a) Auflasten auf die Stützwand

ständige Lasten



aus Geländer	h =	1,00	m	
	g =	1,00	kN/m	
	a =	0,41	m	(Abstand zur Wandachse)
	m_{Gel} =	0,41	kNm/m	
Gesims	b =	0,30	m	
	d =	0,58	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	g_{Gesims} =	4,31	kN/m	
	a =	0,400	m	(Abstand zur Wandachse)
	m_{Gesims} =	1,73	kNm/m	
Kappe	b_1 =	0,50	m	
	b_2 =	0,35	m	
	d =	0,30	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	$g_{Kappe,1}$ =	3,75	kN/m	
	$g_{Kappe,2}$ =	2,63	kN/m	
	a_1 =	0,00	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Kappe,1}$ =	0,00	kNm/m	
	a_2 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Kappe,2}$ =	-1,12	kNm/m	
Auflast aus Gesims+Kappe	Σg =	10,69	kN/m	
	Σm =	0,61	kN/m	

obere Wandauskragung	b_2 =	0,35	m	
	d_1 =	0,50	m	
	d_2 =	0,61	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	$g_{Krag,1}$ =	4,38	kN/m	
	$g_{Krag,2}$ =	2,65	kN/m	
	a_1 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Krag,1}$ =	-1,86	kNm/m	
	a_2 =	0,367	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Krag,2}$ =	-0,97	kNm/m	
Summe der	Σg =	18,71	kN/m	
ständigen Lasten	Σm =	-1,81	kNm/m	

<u>veränderliche Lasten</u>

aus Geländer	q_v =	0,80	kN/m	(Dienstweg)
	a =	0,41	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Gel,v}$ =	0,33	kNm/m	
	q_h =	0,80	kN/m	(Dienstweg)
	h =	1,30	m	(Höhe Kappe + Geländer)
	$m_{Gel,h}$ =	1,04	kNm/m	
	Σm_{Gel} =	1,37	kNm/m	
Verkehrslast auf Kappe	$q_{f,k}$ =	5,00	kN/m²	
(Betriebsweg)	b_1 =	0,50	m	
	b_2 =	0,35	m	
	$q_{k,1}$ =	2,50	kN/m	
	$q_{k,2}$ =	1,75	kN/m	
	a_1 =	0,000	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{q,1}$ =	0,00	kNm/m	
	a_2 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{q,2}$ =	-0,74	kNm/m	
Summe der Lasten:	v_q =	5,05	kN/m	
	h_q =	0,80	kN/m	
	m_q =	0,62	kNm/m	

<u>b) Verdichtungserddruck</u>

Gemäß (10), 6.1.2 (2) ist zur Berücksichtigung von Verdichtungen im Bauzustand ein Mindesterddruck von 25 kN/m² anzusetzen.

c) Lasten auf der Hinterfüllung

ständige Lasten

nach (10)

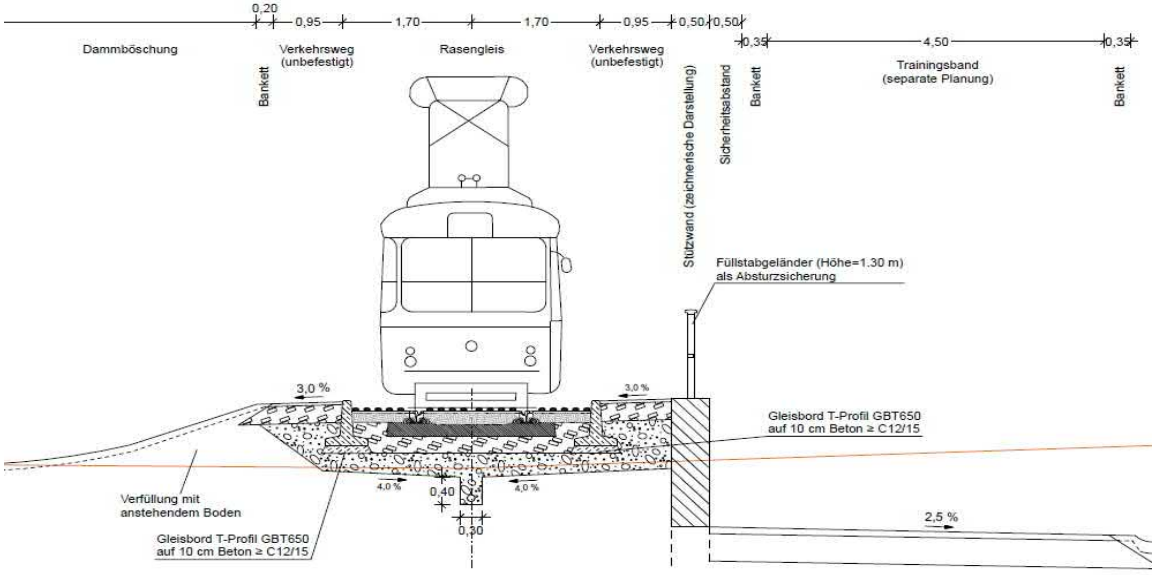
5.2.2 Fahrbahnaufbau

Aufbau 1 –	18 cm	Schiene mit Spurhalter, Kammerstein außen	
	5 cm	Fugenverguss	
	7 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/32	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²
Aufbau 2 –	18 cm	Basaltschotter	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²
Aufbau 3 –	4 cm	Gussasphalt MA 11 S, 25/55-55A	
	5 cm	Asphaltbinder AC 16 BS, 25/55-55A	
	16 cm	Füllbeton C25/30	
		(Scheinfugenabstand 5-7m, Raumfugenabstand bis 50m)	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²

geplanter Aufbau im Gleisdreieck

Querschnitt I - I
Gleisdreieck - Damm/ Einschnitt

Bau-km 0+135,00 des Einfahrgleises



Oberbau Gleisbereich:
nach Standardgleisbauweisen, Rasengleis
2,5 cm Rollrasen
13,8 cm Wachstumsschicht mit Geohumus
1 Lage Geotextil
20 cm Spannbetonschwelle
25 cm Schotterttragschicht 0/45
25 cm Frostschutzschicht, E_{v2}≥ 120 MPa
1 Lage Geotextil, GRK 4
86,3 cm Gesamtdicke

Oberbau Wirtschaftsweg:
nach RStO 2012, Tafel 6, Zeile 2
4 cm Deckschicht ohne Bindemittel
26 cm Schottertragschicht, E_{v2} ≥ 120 MPa
30 cm Gesamtdicke

Oberbau Trainingsband:
in Anlehnung an RStO 2012, Tafel 6, Zeile 2
3 cm Asphaltdeckschicht
5 cm Asphalttragschicht
40 cm Schottertragschicht, E_{v2} ≥ 80 MPa
48 cm Gesamtdicke

6.1.2 Ständige Lasten aus Fahrbahn für die Straßenbahn

(1) Lasten der Fahrbahnen (Schienen, Brückenhölzer, Schwellen, Schutz- u. Führungsschienen, Schotter, Belag, Abdichtungen).
Für die Eigenlast des Oberbaus einschließlich Kleineisen (ohne Brückenhölzer, bzw. Schwellen und Bettung) sind durch den Planer folgende Bauteile zu berücksichtigen:

. Fahrschiene	0,6 kN/m
. Schutzschiene zusätzlich	0,2 kN/m
. Führungsschienen zusätzlich	0,1 kN/m
. Gleisschwellen	5,0 kN/m (Gleis)
. Schotter	20,0 kN/m³
. Basaltschotter	26,0 kN/m³
. bituminöse Beläge	24,0 kN/m³

Es ist mindestens eine Flächenlast von 0,24kN/m² je cm Dicke des Fahrbahnbelags anzusetzen. Zur Berücksichtigung von Ausgleichmehrdicken beim Einbau sind zusätzlich 0,50kN/m² anzunehmen.

(2) Lasten von Fahrleitungsmasten, Stromschienen, vollen bzw. leeren Rohrleitungen, Abwehrblechen, Kabeln und Kabelträgen sowie von Beleuchtungskörpern

Lasten von Masten (Regelabstand 20m)	20,0 kN
Lasten von Stromschienen	0,2 kN/m
Lasten von Kabeln	0,2 kN/m

Abstand der Gleisachse zur Wandinnenkante:	$a_{Gleisachse}$ =	1,70	m
Abstand der Schienen:	$a_{Schiene}$ =	1,46	m
Breite der Schwellen:	$b_{Schwelle}$ =	0,30	m
Länge der Schwellen:	$L_{Schwelle}$ =	2,60	m
2 Schienen	$g_{k,Schiene}$ =	0,60	KN/m
Gleisschwellen	$g_{k,Schwellen}$ =	5,00	KN/m
25,00 cm Schotterbett	γ =	20,00	KN/m³
25,00 cm Frostschutzschicht	γ =	20,00	KN/m³

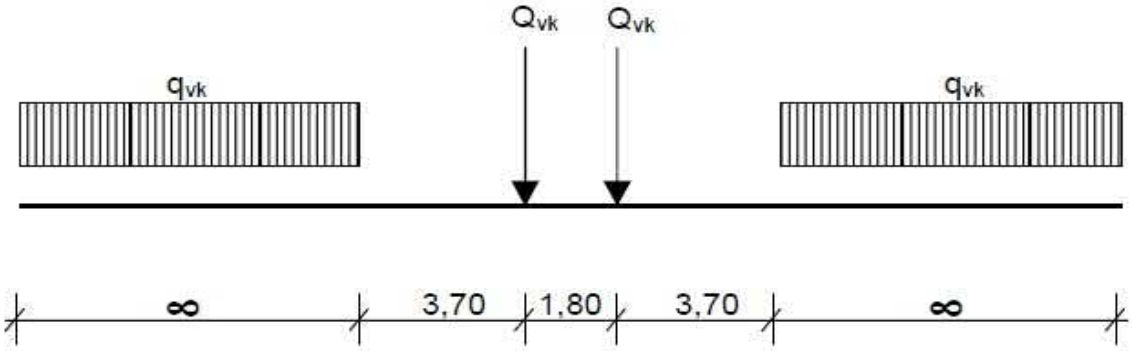
Hinweis: Für die Hinterfüllung der Wand wird eine Wichte von 20 kN/m³ angesetzt.
Damit sind die Angabe für die Schichten des Schotterbetts und der Frostschutzschicht abgedeckt.

Für das eigentliche Gleis aus Schienen und Schwellen wird auf der sicheren Seite liegend eine zusätzliche Auflast berücksichtigt.

für b =	2,60	m
$g_{k,Gleis}$ =	2,38	kN/m²
a =	0,40	m

veränderliche Lasten

nach (10)

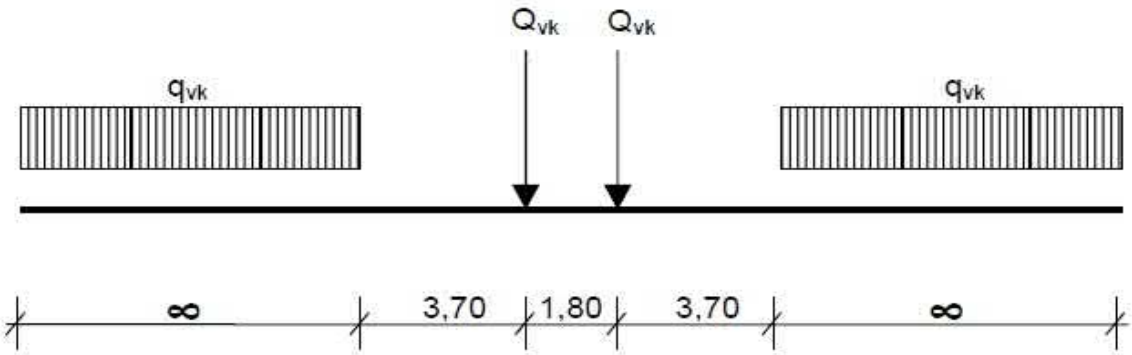


Achslast: Q_{vk} = 90 kN
Ersatzstreckenlast: q_{vk} = 25 kN/m

Bild-2 - LM LVB 2013 – charakteristische Lasten

Dieses Lastmodell gilt bis auf weiteres.

Streckenlasten	q_{vk} =	25,0	kN/m
Achslast	Q_{vk} =	90,0	kN
	α =	1,00	
	$\alpha \times q_{vk}$ =	25,0	kN/m
	$\alpha \times Q_{vk}$ =	90,0	kN



Achslast: Q_{vk} = 100 kN
Ersatzstreckenlast: q_{vk} = 30 kN/m

Bild 3 - LM LVB 2020 – charakteristische Lasten ab ca. 2020

Die Anwendung dieses Lastmodells ist bei der LVB GmbH zu hinterfragen.

Streckenlasten	q_{vk} =	30,0	kN/m
Achslast	Q_{vk} =	100,0	kN
	α =	1,00	
	$\alpha \times q_{vk}$ =	30,0	kN/m
	$\alpha \times Q_{vk}$ =	100,0	kN

6.2.1.5 Vertikale Ersatzlasten für Erdbauwerke und Erddrücke

6.2.1.5.1 Gleisparallele Stütz- beziehungsweise Baugrubenwände

Gültigkeitsbereich: alle Oberbauarten außer Untergussgleis

(1) Fehlen genauere Berechnungen, dürfen die charakteristischen vertikalen Ersatzlasten aus Straßenbahnverkehr (LM LVB 2013 bzw. LVB 2020) zur Ermittlung der Erddrücke unter den Gleisen gleichmäßig verteilt über eine Breite von 2,5 m in einer Tiefe von 0,7 m unter Schienenoberkante (= Belastungsebene) angenommen werden.

(2) Für gleisparallele Stütz – bzw. Baugrubenwände sind 2 Lastmodelle Erdbau zu untersuchen. Die Ersatzlasten sind dabei in eingleisigen Strecken generell und in mehrgleisigen Strecken für das dem Stützbauwerk bzw. dem Verbau benachbarte Gleis als folgende, symmetrisch zu den Gleisachsen angeordnete Flächen – bzw. Blocklasten zu berücksichtigen:

(2a) **Lastmodell Erdbau 1** (Regellast) Flächenlast 25,0 kN/m² auf 2,5 m Breite mit unbegrenzter Länge

Lastmodell Erdbau 2 (Dienstfahrzeug) durch 2 Blocklasten mit je 37,5 kN/m² auf 1,85 m Länge und 2,50 m Breite im Achsabstand von 7,0 m

(2b) Die Blocklasten des Lastmodells Erdbau 2 dürfen entsprechend Bild 5 bis zur Hinterkante Stützbauwerk/Verbau verteilt werden.

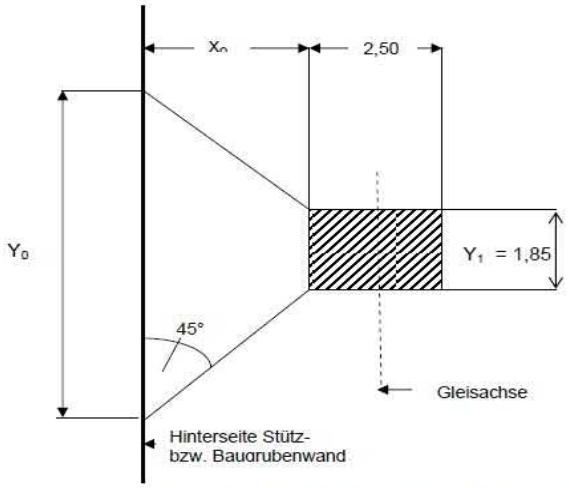


Bild 5: Lastverteilung der Ersatzflächenlast des Lastmodells Erdbau 2 auf einen Wandabschnitt mit der Länge Y_0

Lastmodell 1	$Q_{1,k}$ =	25,00	kN/m²	
	b =	2,50	m	
	l =	∞	m	
	t =	0,70	m	(Tiefe unter der Schienenoberkante)
	a =	0,90	m*	

* .. Abstand der Last bezogen auf die Wandvorderkante

Lastmodell 2	$Q_{1,k}$ =	37,50	kN/m²	
	b =	2,50	m	
	l =	1,85	m	
	t =	0,70	m	(Tiefe unter der Schienenoberkante)
	a =	0,90	m*	

* .. Abstand der Last bezogen auf die Wandvorderkante

In Bild 5 bedeuten:

Y_0 Länge der verteilten Ersatzflächenlast (verteilt bis Hinterkante Stützbauwerk bzw. Verbau)
Y_1 Länge der Ersatzflächenlast, d. h. der Blocklast des Lastmodells Erdbau 2, Y_1= 1,85 m
X_o Abstand zwischen Blocklast und Hinterkante Stützbauwerk bzw. Verbau

Lastverteilung auf den Mauerabschnitt Y_o

$Y_0 = Y_1 + 2 \cdot x_o$

Bei Abständen größer 2,5 m zwischen Gleisachse und Hinterkante Stützbauwerk/Verbau darf auf eine Untersuchung des Lastmodells Erdbau 2 verzichtet werden.

(2c) Bei mehrgleisigen Strecken darf für das 2. und jedes weitere Gleis die Flächenlast des Lastmodells Erdbau 1 auf 12,0 kN/m² abgemindert werden. Auf eine Untersuchung des Lastmodells Erdbau 2 darf im 2. Gleis sowie folgenden weiteren Gleisen verzichtet werden.

(3) Bei allen oben angegebenen Ersatzlasten brauchen dynamische Wirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

(4) Für temporäre Zustände (z.B. Baugrubensicherungen) kann im Einzelfall in Absprache mit der LVB GmbH ein Verzicht auf die Untersuchung infolge Belastung aus dem Lastmodell Erdbau 2 festgelegt werden.

(5) Für Baugrubensicherungen sind zusätzlich die Forderungen der EAB (EB55) zu berücksichtigen. [21]

(6) Für die Oberhaut Untergussgleis sind bei Abständen zwischen der Gleisachse und der Wandhinterseite < 3,0 m bauartspezifische Überlegungen erforderlich. Für Abstände Gleisachse zu Wandhinterseite ≥ 3,0 m kann auf bauartspezifische Untersuchungen der Oberbauart Untergussgleis verzichtet werden.

(7) Hinsichtlich der Wandverformungen wird generell auf verformungsarme Konstruktionen orientiert. Die Berücksichtigung der EAB (EB20) wird empfohlen. [21]

(8) Zulässige Verformungswerte sind im Einzelfall in Abstimmung mit der LVB GmbH in Abhängigkeit von den Erfordernissen des jeweiligen Gleisabschnittes festzulegen. Sind keine konkreten Festlegungen getroffen sind maximale Verformungen von 10 mm zugelassen.

6.2.1.5.2 Rechtwinklig zur Gleisachse verlaufende Stützkonstruktionen (Hinterfüllbereiche von Brückenwiderlagern u. ä.)

(1) Auf die Hinterfüllbereiche von Brückenwiderlagern und ähnlichen, rechtwinklig zur Gleisachse verlaufenden Stützkonstruktionen sind die Lastmodelle Erdbau 1 und 2 gemäß 6.2.1.5.1 (2a) anzusetzen.

(2) Für eingleisige Strecken ist dabei der ungünstige Fall infolge des Lastmodells Erdbau 1 beziehungsweise des Lastmodells Erdbau 2 für die Nachweisführung heranzuziehen.

(3) Bei mehrgleisigen Strecken sind Kombinationen der Lastmodelle Erdbau 1 und 2 zu betrachten, wobei das Lastmodell Erdbau 2 jeweils nur in einem Gleis zu berücksichtigen ist. Das Lastmodell Erdbau 1 ist dabei gegebenenfalls bei allen Gleisen zu berücksichtigen.

(4) Eine Abminderung der Lasten des Lastmodells Erdbau 1 gemäß 6.2.1.5.1 (2c) darf dabei nicht erfolgen.

(5) Bremslasten müssen nicht berücksichtigt werden.

6.2.3.4 Horizontale Ersatzlasten für Erdbauwerke und Erddrücke

6.2.3.4.1 Ersatzlasten für Fliehkraft und Seitenstoß

Die horizontalen Anteile Fliehkraft und Seitenstoß aus Straßenbahnverkehrslasten sind stets gemeinsam mit der lotrechten Auflast aus den Ersatzflächenlasten der Lastmodelle Erdbau 1und 2, siehe 6.2.1.5.1(2a), anzusetzen.

Dabei wird der horizontale Anteil aus Fliehkraft und Seitenstoß als Rechtecklast über die Verteilungshöhe h´ gemäß Bild 6 ermittelt.

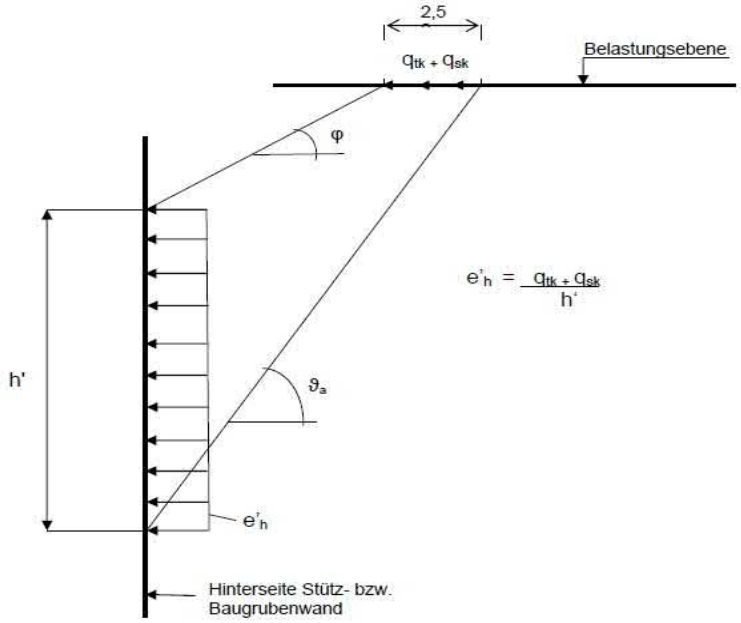


Bild 6: Erddruck aus den horizontalen Anteilen Fliehkraft und Seitenstoß infolge von Straßenbahn-Verkehrslasten

- Seitenstoß (Schlingerkraft)

Der Seitenstoß ist als horizontal in Schienenoberkante angreifende Einzellast rechtwinklig zur Gleisachse anzusetzen.
Er ist sowohl bei geraden als auch bei gebogenen Gleisen anzusetzen.
Der charakteristische Wert des Seitenstoßes ist nicht mit den Beiwerte ϕ zu multiplizieren.
Er ist aber mit dem Lastklassenbeiwert α zu multiplizieren, wenn $\alpha > 1$ ist.

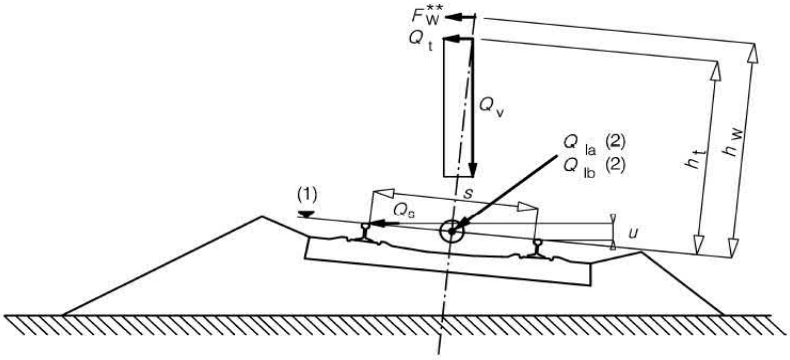
Q_{sk} =	50,0	kN	α =	1,00
α Q_{sk} =	50,0	kN		

Die Last darf bei durchgehenden Schotterbett in Gleisrichtung gleichmäßig über eine Länge von L = 4,00 m verteilt werden.

$\alpha \times q_{sk}$ = 12,50 kN/m

- Fliehkräfte aus Bogenfahrt der Straßenbahn

Diese Belastung ist gemäß (19), 6.2.3.2 für Brücke anzusetzen, die ganz oder teilweise in einer Gleiskrümmung liegen.
Ansatz der Fliehkräfte 1,20 m über Schienenoberkante horizontal nach außen wirkend



Legende

(1) Fahrebene
(2) Längsgerichtete Kräfte, die in der Gleisachse verlaufen

Bild 1.1 — Bezeichnungen und Abmessungen speziell für Eisenbahnen Bild 1.1

h_t = 1,20 m

- Die Fliehkraft ist immer mit der Vertikallast zu kombinieren!
- Die Fliehkraft ist nicht mit dem dynamischen Beiwert ϕ zu multiplizieren!
- Dagegen sind die Vertikalanteile der Fliehkraft ohne eine Reduzierung durch die Gleisüberhöhung mit dem entsprechenden dynamischen Beiwert zu vergrößern!

$Q_{tk} = v^2 / g \times r\ (f \times Q_{vk})$ = $V^2 / 127\ r \times (f \times Q_{vk})$

$q_{tk} = v^2 / g \times r\ (f \times q_{vk})$ = $V^2 / 127\ r \times (f \times q_{vk})$

$V_ö$ = 50 km/h r = 100 m

f = 1,00 127 r = 12700,00 m

Damit ergeben sich folgende zu kombinierende charakteristische Werte der Einwirkungen:

Lastmodell LVB 2020

$\alpha \times q_{vk}$ = 30,00 kN/m

$f \times q_{vk}$ = 30,00 kN/m

$\rightarrow q_{tk}$ = 5,91 kN/m

- Außergewöhnliche Einwirkungen nach (10)

- Entgleisung und andere Einwirkungen auf Brücken

6.3.3 Entgleisung von Straßenbahnfahrzeugen

Die Entgleisungseinwirkungen sind für des Lastmodell LVB 2020 bei einer Spurweite von s = 1,46 m unter Anwendung von DIN EN 1991-2, Abschnitt 6.7 zu berücksichtigen.

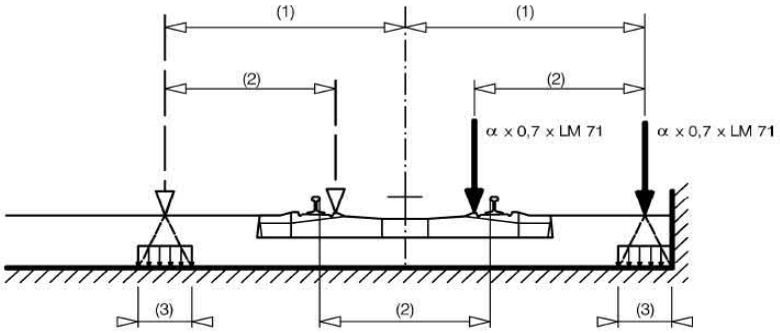
Auf die Bemessungslasten braucht kein dynamischer Beiwert angesetzt werden.

nach (4), 6.7

Entgleisungseinwirkungen aus Zugverkehr auf einer Brücke

Zwei Bemessungssituationen sind zu betrachten:

- Bemessungssituation I:
Entgleisung von Eisenbahnfahrzeugen, wobei das entgleiste Fahrzeug im Gleisbereich des Überbaus bleibt und von der benachbarten Schiene oder dem Randbalken zurückgehalten wird



Legende

(1) max. 1,5*s* oder weniger bei vorhandener Mauer
(2) Spurweite *s*
(3) für Schotteroberbau können die Ersatzlasten auf ein Quadrat von 450 mm Seitenlänge verteilt auf die Oberseite des Tragwerks angesetzt werden.

Bild 6.26 — Bemessungssituation I — Ersatzlast Q_{A1d} und q_{A1d}

Hier ist der Einsturz eines Hauptbauteils des Bauwerks zu vermeiden.
Örtliche Beschädigung kann jedoch hingenommen werden.

Die betroffenen Bauwerksteil sind für folgende Ersatzlasten zu bemessen:

$\alpha \times 1{,}4 \times$ LVB 2020 (sowohl die Einzellasten als auch die gleichmäßig verteilte Belastung, Q_{A1d} und q_{A1d})
parallel zum Gleis in der ungünstigsten Stellung innerhalb eines Bereichs
mit einer Breite der 1,5fachen Spurweite beiderseits der Gleisachse

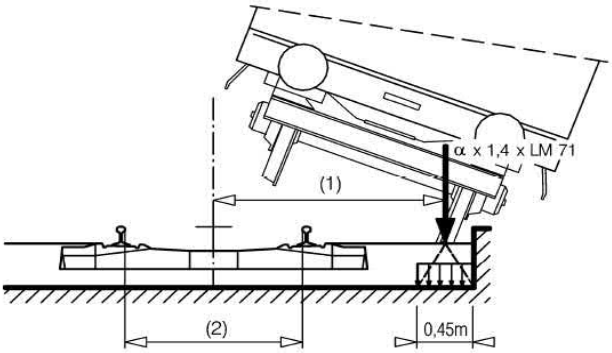
α =	1,00					
a_{Spur} =	1,46	m →		1,5 a_{Spur} =	2,19	m
e = 1,5 a_{Spur} - a_{Spur}/2				e =	1,46	m
LVB 2020		Streckenlasten		q_{vk} =	30,0	kN/m
		Achslast		Q_{vk} =	100,0	kN

Aufteilung auf 2 vertikale Einzel- bzw. Linienlasten: Q_{A1d} / q_{A1d} = $\alpha \times 0{,}7 \times$ LVB 2020

Radlast	Q_{A1d} =	70,00	kN	
verteilt auf Quadrat mit a =		0,450	m	
	A =	0,2025	m^2	
	Q_{A1d} =	345,7	kN/m^2	[im Bild 6.26 - (3)]
Streckenlast je Schiene	q_{A1d} =	21,00	kN/m	
	verteilt	46,67	kN/m^2	[im Bild 6.26 - (3)]
	a_1 =	0,90	m*	(Last 1)
	a_2 =	2,36	m*	(Last 2)

* .. Abstand der Last bezogen auf die Wandvorderkante

- Bemessungssituation II:



Legende

(1) an der seitlichen Fahrbahngrenze angreifende Last
(2) Spurweite *s*

Bild 6.27 — Bemessungssituation II — Ersatzlast q_{A2d}

In der Bemessungssituation sollte die Brücke weder umkippen noch umstürzen.
Für die Bestimmung der Gesamtstabilität ist auf einer Länge von 20 m eine gleichmäßig verteilte Vertikallast von $q_{A2d} = \alpha \times 1{,}4 \times$ LVB 2020
zu betrachten, die an der seiltichen Grenze des Fahrbahnbereichs angreift.
Randbauteile müssen nicht für diese Last bemessen werden.

q_{A2d} =	42,00	kN/m	
verteilt	93,33	kN/m^2	
s =	1,70	m	Abstand Gleisachse zur Innenkante der Stützwand
e =	s - 0,45/2		
e =	1,475	m	
a_1 =	0,90	m*	(Last 1)

* .. Abstand der Last bezogen auf die Wandvorderkante

Hinweis:
Beide Bemessungssituationen sind getrennt zu untersuchen. Eine Kombination ist nicht zu betrachten.
Bei beiden Situationen können außer der Entgleisungslast die weiteren Eisenbahnverkehrslasten auf das entsprechende Gleis vernachlässigt werden.

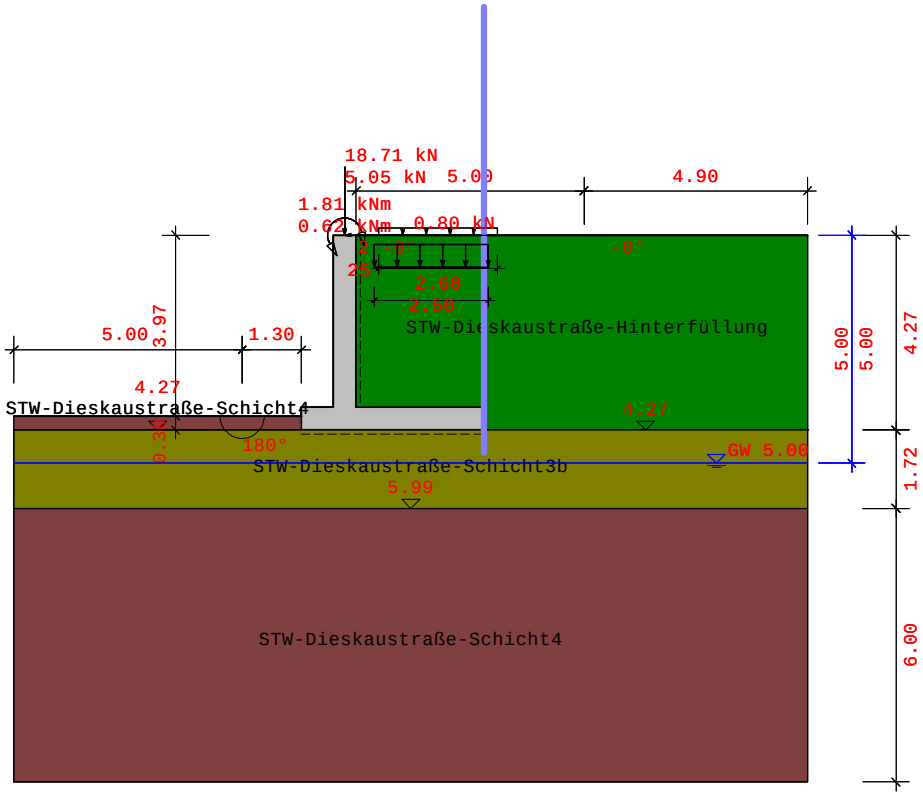
Auf die Bemessungslasten braucht kein dynamischer Beiwert ϕ angesetzt zu werden.

2.3 Schnitt- und Stützgrößen / Tragfähigkeitsnachweise

LIMES Stützmauer V:22.0 22032022

Datei: Segment 5-P1
Projektname:
Stützwand Segment 5 - Lastmodell LVB 2020

System A



Verwendete Normen:

DIN EN 1997-1, Bemessung: DIN EN 1992-1-1

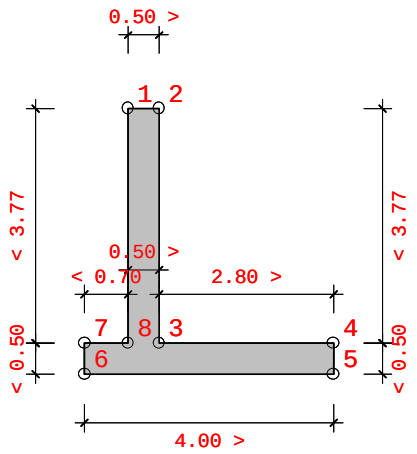
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungssituationen:	BS-P(1q)	BS-T(2)	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:			
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes			
günstig, ständig:	0.90	0.90	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00

```
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)
   ständig:                                          1.00    1.00    1.00
   ungünstig, veränderlich:                          1.30    1.20    1.00

STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)
   Erdwiderstand:                                    1.40    1.30    1.20
   Gleitwiderstand:                                  1.10    1.10    1.10

GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)
   tan phi':                                         1.25    1.15    1.10
   Kohäsion c':                                      1.25    1.15    1.10
```

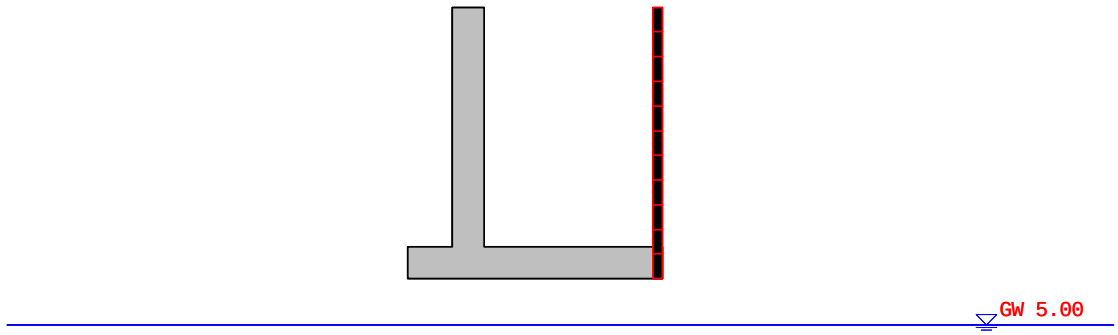
Protokoll der Eingabe:

Mauergeometrie:



Nr.	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.500	0.000
3	0.500	3.770
4	3.300	3.770
5	3.300	4.270
6	-0.700	4.270
7	-0.700	3.770
8	0.000	3.770

Grundwasser:



Wasserdruck auf die Mauer

Grundwasser rechts: 5.00 m

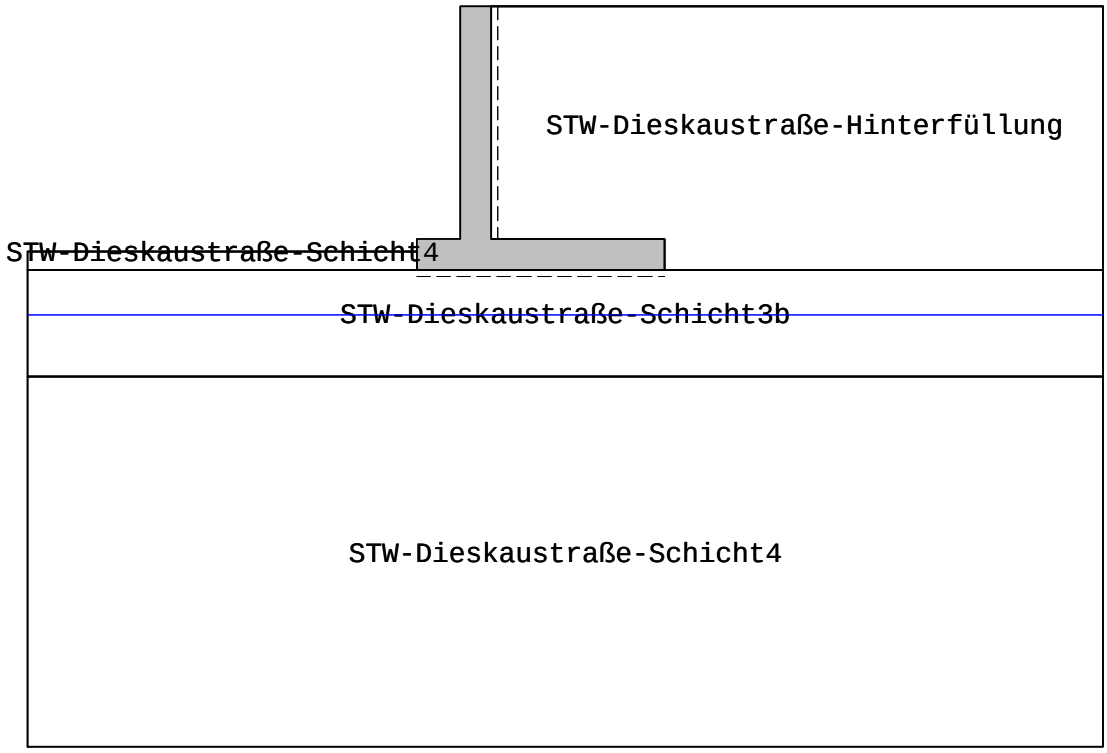
Einzellasten auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	Lastwinkel[°]	P[kN/m]	Reibung
BS-P(1g)	0.25	0.00	270.00	18.71	Nein
BS-P(1q)	0.25	0.00	0.00	0.80	Nein
BS-P(1q)	0.25	0.00	270.00	5.05	Nein

Momente auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	M[kNm/m]
BS-P(1g)	0.25	0.00	1.81
BS-P(1q)	0.25	0.00	-0.62

Erdschichten:



Erdschicht Parameter

Gewicht Hinterfüllung: 18.00 [kN/m3]
Hinterfüllung berücksichtigen: Nein
Wandreibungswinkel: gleich Geländeneigung

Name	phi[°]	delta	Kohä.	gamma	gamma'	Es
STW-Dieskaustraße-Hinter	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	30000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	20.00	11.00	30000
STW-Dieskaustraße-Schich	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	30000

Lasten:

Einheiten ... StreifenLast [kN/m2], Linienlast [kN/m]

Lastart	BS	x1 [m]	z1 [m]	b [m]	q1	q2	Umlag.	ph [kN/m]	S' [kN/m]
Block	BS-P(1g)	1.00	0.00	2.60	2.38	2.38	Konstant	-	-
Block	BS-P(1q)	0.90	0.70	2.50	25.00	25.00	Konstant	5.91	12.50

Ergebnisse:

Erddruck:

Erddruck Optionen:

```
 Verdichtungserddruck wird berücksichtigt
    Verfüllungsbreite:              2.500 m
    Erddruckspannung ev(h):         25.00  kN/m2   zp=0.42 m, za=2.57 m
 Last-Berechnung iterativ:          Nein
 Kohäsion Berücksichtigung          nach DIN 4085
   min Kah: 0.18
 Berechnung des                     erhöhten aktiven Erddrucks
 Erdruhedruck nach DIN 4085-100 rechnen.
   Anteil des Erdruhedrucks:        25%
 Erddruckansatz auf:                auf den senkrechten Schnitt
 Konsolen vorhanden?                Nein
 Wandreibungswinkel:                gleich Geländeneigung
```

Erddruckbeiwerte:

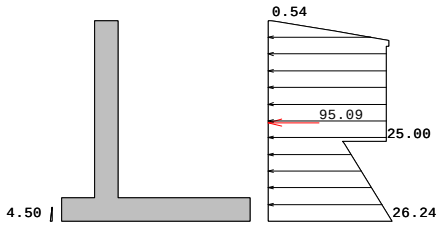
Nr.	Name	φ[°]	δ[°]	α[°]	β[°]
1	STW-Dieskaustraße-Hinterfüllun	32.50	0.00	0.00	0.00
2	STW-Dieskaustraße-Schicht4	30.00	0.00	0.00	0.00

Nr.	Kah	Kach	K0h	Kph	Kpch
1	0.301	---	0.463	---	---
2	0.333	---	0.500	3.000	---

charakteristischer Horizontalanteil der Erddruckspannung (nicht umgelagert):

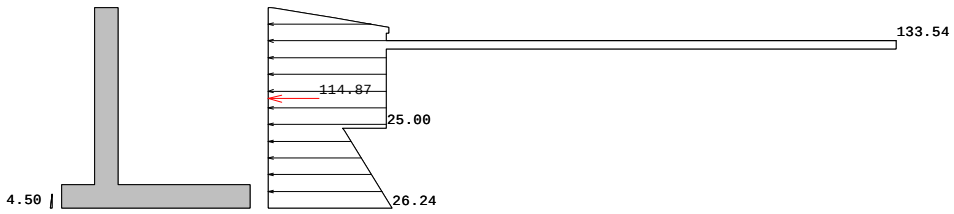
Der vorhandene Erdwiderstand wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

BS-P(1g):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

BS-P(1q):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
0.700	25.010
0.700	133.536
0.882	133.535
0.882	25.009
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

Belastung Optionen:

```
Erdwiderstand berücksichtigen:                                  Nein
Verdichtungserddruck berücksichtigen:                           Ja
   Verfüllungsbreite:                    2.800 m
   Erddruckspannung ev(h):      25.00 kN/m2   zp=0.42 m, za=3.77 m
Auflast auf Talseite berücksichtigen:                           Nein
Hinterfüllung Gewicht berücksichtigen:                          Nein
Erddruck durch Bodeneigengewicht berücksichtigen:               Ja
Auflasten rechts berücksichtigen:                               Ja
Vorgegebene Erddrücke berücksichtigen:                          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW rechts berücksichtigen:          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW links berücksichtigen:           Ja
Vorgegebene Belastung durch Wasser rechts berücksichtigen:      Nein
```

GzT- und GzG-Nachweis:

```
Norm:                        DIN EN 1992-1-1
Beton Wand:                  C35/45
Beton Sohle:                 C35/45
Bewehrung:                  B500S
Betongewicht:                25.00 kN/m3
Bewehrungsachsabstand hu Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand hu Sohle:       6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Sohle:       6.50 cm

Bemessung der Wand mit Erdruhedruck:                            Ja
Anforderungsklasse:                    Klasse D
Bauteil:                               Platte
Bauwerkstyp:                           Brückenbau/Eisenbahnbrücke 1 Gleis
Expositionsklassen:
  XC4: Wechselnd nass und trocken
  XD1: Mäßige Feuchte
```

GzT-Nachweis:

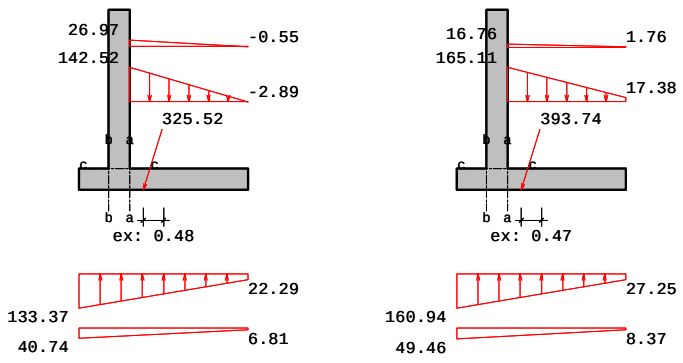
```
  Mindestlängsbewehrung                Nein
  Mindestquerkraftbewehrung            Nein
  Bemessung der Wand als Druckglied    Nein
  Bemessung des Sporn als Druckglied   Nein
```

GzG-Nachweis:

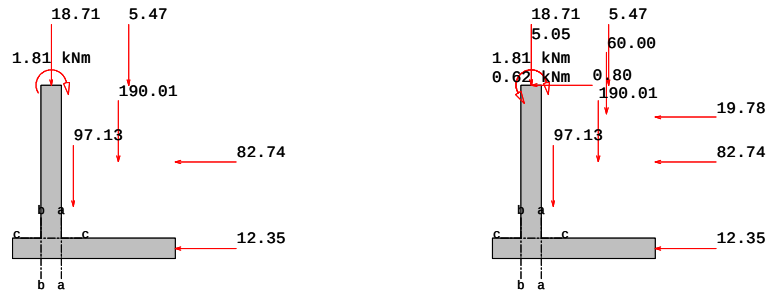
```
  Abgeschlossene Rissbildung - direkte Rissbreitenberechnung

  Mindestbewehrung Einzelrissbildung:  Ja
  Rechnerische Rissbreite              0.20 mm
  Grenzdurchmesser oben                16.00 mm
  Grenzdurchmesser unten               16.00 mm
```

Materialbeiwerte:

	ständig/vorübergehend	außergewöhnlich	Dauerstandsbeiwert
Beton	1.50	1.20	0.85
Bewehrung	1.15	1.00	



BS BS-P(1g), BS-P(1q), Spannungen, die auf das Wandsystem wirken:

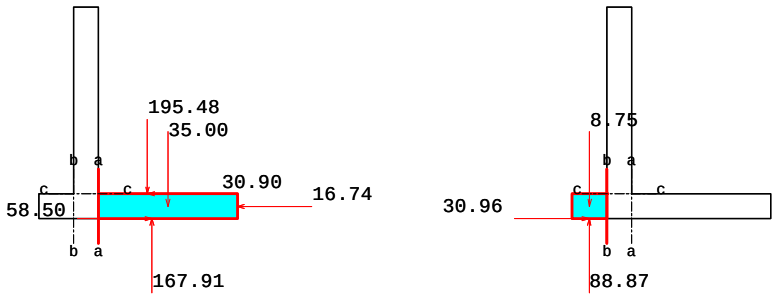


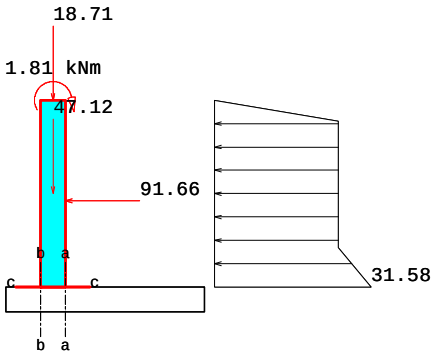
BS BS-P(1g), BS-P(1q), Kräfte, die auf das Wandsystem wirken:

Bemessungsschnitte:
bezogen auf 1m Wandbreite

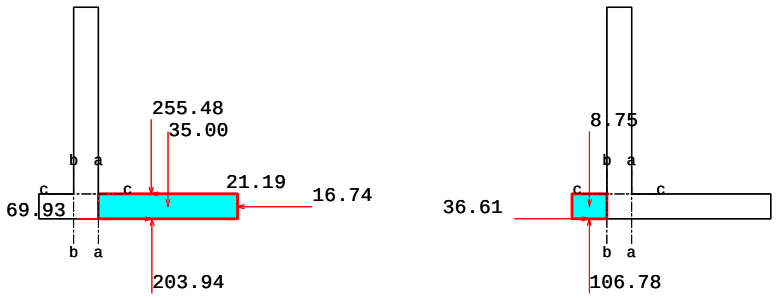
Nr.	Position	xm[m]	zm[m]	d[cm]
a-a	Sohle	0.50	4.02	50.00
b-b	Sohle	0.00	4.02	50.00
c-c	Wand	0.25	3.77	50.00

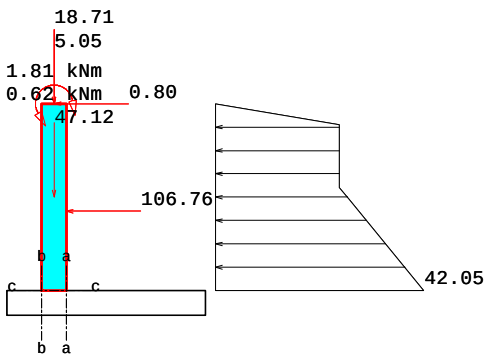
Bemessungsschnitte: BS-P(1)





BS-P(1g), Kräfte am geschnittenen Bauteil





BS-P(1q), Kräfte am geschnittenen Bauteil

```
 γG       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B ständige Einwirkungen
 γQ       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B veränderliche Einwirkungen
 Mkg      ... charakteristisches ständiges Moment
 Mkq      ... charakteristisches veränderliches Moment
 Md       ... Bemessungsmoment Md
 Nkg      ... charakteristische ständige Normalkraft
 Nkq      ... charakteristische veränderliche Normalkraft
 Nd       ... Bemessungsnormalkraft
 Qkg      ... charakteristische ständige Querkraft
 Qkq      ... charakteristische veränderliche Querkraft
 Qd       ... Bemessungsquerkraft
 Md = Mkg*γG + Mkq*γQ
 Nd = Nkg*γG + Nkq*γQ
 Qd = Qkg*γG + Qkq*γQ

 psi1        ... Kombinationsbeiwert für häufige Belastung
 psi2        ... Kombinationsbeiwert für quasi, ständige Belastung
 M,Q,N_rare  ... charakteristische Schnittkräfte, seltene Belastung
 M,Q,N_freq  ... charakteristische Schnittkräfte, häufige Belastung
 M,Q,N_quasi ... charakteristische Schnittkräfte, quasi, ständige Belastung

  M_rare   = Mkg+ Mkq
  M_freq   = Mkg+ Mkq*psi1
  M_quasi  = Mkg+ Mkq*psi2
```

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.20	1.50	-39.04	-38.04	-103.91	10.87	21.13	44.74
b-b	1.20	1.50	21.15	5.02	32.91	-30.96	-5.65	-45.63
c-c	1.20	1.50	157.59	15.24	211.96	-65.83	-5.05	-86.58

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	23.96	111.04
b-b	80.12	17.91	123.01
c-c	-91.66	-15.90	-133.85

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.20	1.50	-77.08	-67.57	-46.64
b-b	0.75	0.20	1.20	1.50	26.17	24.92	22.15
c-c	0.75	0.20	1.20	1.50	172.82	169.01	160.63

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	32.00	26.72	15.09	86.54	80.55	67.37
b-b	-36.61	-35.20	-32.09	98.03	93.55	83.70
c-c	-70.88	-69.62	-66.84	-107.56	-103.59	-94.84

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

```
 aso  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung oben
 asu  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung unten
 epsz[o/oo]          ... Stahldehnung
 epsd[o/oo]          ... Betonstauchung
 zi[m]               ... innerer Hebelarm
```

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.88	0.00	28.93	-1.32	0.43
b-b	0.00	1.42	28.87	-0.91	0.43
c-c	0.00	17.09	29.09	-2.39	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

```
 ass[cm2/m]  ... erf.Schubbewehrung, unter 90°
 VRdct[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des biegebewehrten Bauteiles
 VRdmax[kN]  ... Querkrafttragfähigkeit der Betondruckstrebe
 vsd [kN]    ... maßgebende Querkraft
 VRd,s[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des schubbewehrten Bauteils
 rho[%]      ... Bewehrungsgrad längs
 theta[°]    ... Druckstrebenneigung nach DAfStb/H.425
```

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	111.04	191.13	2528.75	0.00	0.135	45.0
b-b	0.00	123.01	200.56	2528.75	0.00	0.033	45.0
c-c	0.00	133.85	204.83	2528.75	0.00	0.393	45.0

Erdstatische Nachweise zur äußeren Standsicherheit:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

äußerster, linker, unterer Knotenpunkt der Mauer:
x=-0.70 z=4.27 [m]

P ... Wert des Lastvektors in [kN]
Pv ... Vertikalanteil von P in [kN]
Ph ... Horizontalanteil von P in [kN]
WEQU ... Wirkung in EQU günstig=günst ungünstig=ungün
WSTR ... Wirkung in STR günstig=günst ungünstig=ungün
Art ... Art der Belastung veränderlich=Q, ständig=G, Erdwiderstand=Ep
gamma ... Teilsicherheitsbeiwerte im EQU und STR
M,k ... charakteristisches Moment um den Knotenpunkt der Mauer
M,EQU ... teilsicherheitsbehaftetes Moment um den Knotenpunkt der Mauer

BS-P(1q):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.90	17.77	16.00
0.80	Q	0.25	0.00	0.00	0.80	ungün	1.50	-3.42	-5.12
5.05	Q	0.25	0.00	5.05	0.00	günst	0.00	4.80	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.90	1.81	1.63
-0.62	Q	0.25	0.00	-0.62	0.00	ungün	1.50	-0.62	-0.93
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.10	-196.42	-216.06
19.78	Q	3.30	0.79	0.00	19.78	ungün	1.50	-68.82	-103.23
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.10	-3.02	-3.33
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.90	144.77	130.29
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.90	15.60	14.04
60.00	Q	2.10	0.70	60.00	0.00	günst	0.00	168.00	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.90	494.02	444.62
				377.56	115.67			574.48	277.91

Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=328.66 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 574.48/377.56= 1.52 vorh_e=bl/2-e= 0.47 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS-P(1q):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.35	25.26	0.00
0.80	Q	0.25	0.00	0.00	0.80	1.50	0.00	1.20
5.05	Q	0.25	0.00	5.05	0.00	1.50	7.57	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.35	2.44	0.00
-0.62	Q	0.25	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.35	0.00	111.69
19.78	Q	3.30	0.79	0.00	19.78	1.50	0.00	29.67
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.35	0.00	16.68
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.35	131.12	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.35	7.39	0.00
60.00	Q	2.10	0.70	60.00	0.00	1.50	90.00	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.35	256.51	0.00
				377.56	115.67		520.30	159.24

Resultierende charakteristisch Rk=393.74 kN aus Rvk=376.37 Rhk=115.67
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=541.78 kN ... Rv,d=517.85 Rh,d=159.24

```
Einbindetiefe:                    0.30 m
Zulässige Spannung vorgegeben:    Ja
reduzierte Breite b'               b'= 2* (b/2- e)   e...Ausmitte
```

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1q)	3.05	517.85	169.63	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

```
Länge der Fundamentunterkante b:   4.000 m
Erlaubte Ausmitte für ständige Lasten b/6:    0.667 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche
```

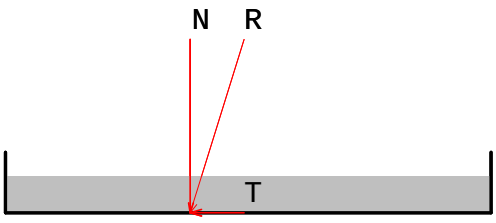
BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

```
Erlaubte Ausmitte b/3:    1.333 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche
```

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1q)	393.74	0.47	1.33	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:



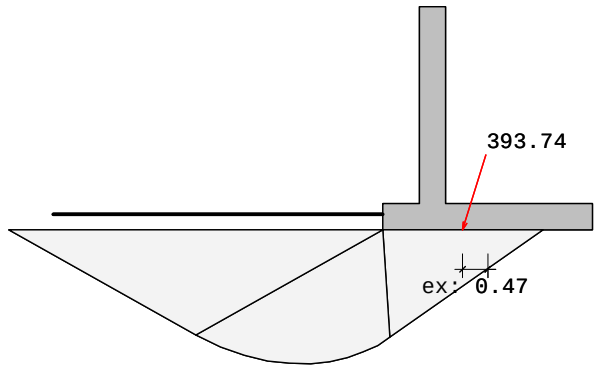
` Gleitsicherheit:

```
Sohlreibungskoeffizient:                        gleich phi gesetzt
Erdwiderstand berücksichtigen:                  mit 25%
gewichtetes phi der umgebenden Erdschicht:      32.50 °
Neigung der Sohle:                              0.00 °

Ep[kN]   ... Erdwiderstand ohne Abminderung
Epk[kN]  ... charakteristischer, mobilisierter Wert des Erdwiderstandes
γEpk     ... Teilsicherheitsbeiwert für Erdwiderstand
Epd[kN]  ... Bemessungswert des Erdwiderstandes

Rtd[kN]  ... Bemessungswert des Gleitwiderstandes
Rtk[kN]  ... charakteristischer Gleitwiderstand
γGl      ... Teilsicherheitsbeiwert im Genzzustand GZ1B

Nk[kN]   ... senkrecht wirkende Komponente der charak. Beanspruchung
δSk[°]   ... charakteristischer Wert des Sohlreibungswinkels

Td[kN]   ... Bemessungswert der Beanspruchung parallel zur Sohle
TGk[kN]  ... verursacht durch ständige Lasten
TQk[kN]  ... verursacht durch Verkehrslasten
γG       ... Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen GZ1B
γE0g     ... Teilsicherheitsbeiwert bei Erdruhedruck GZ1B
γQ       ... Teilsicherheitsbeiw.ungünstige veränderliche Einwirkungen GZ1B
```

BS-P(1q):

```
Epk = Ep*0.25= 2.70*0.25 = 0.68 kN
Epd = Epk/γEp = 0.68/1.40 = 0.48 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 376.37*tan(32.50°) = 239.77 kN
Rtd = Rtk/γGl = 239.77/1.10 = 217.97 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.20 + 20.58*1.50 = 144.98 kN
Td <= Rtd + Epd      144.98<=217.97+0.48
... Nachweis erfüllt BS-P(1q)
```

Grundbruchnachweis im GEO-2:



Grundbruchmuschel, LF 1(q)

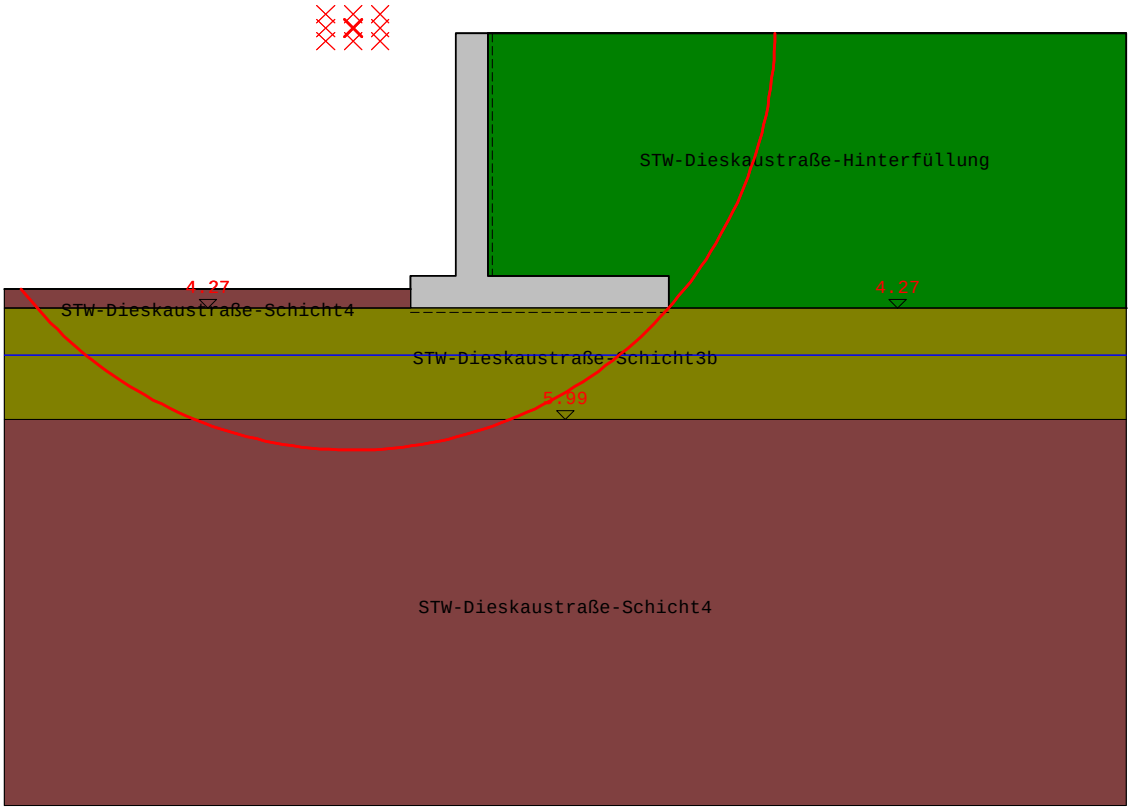
Grundbruchwiderstandsformel:

Rnk =a'*b'* [γ2*b'*Nb + (γ1*d+q) *Nd + c*Nc] ... DIN 4017

a' = 6.750 m b' = b-2eb
Nb = Nb0 * νb * ib * λb * ξb
Nd = Nd0 * νd * id * λd * ξd
Nc = Nc0 * νc * ic * λc * ξc

```
 Geländeneigung auf Talseite:   0.00 °
 Neigung der Sohle:    0.00 °
 Erdwiderstand berücksichtigen: mit 25%
 Nk    ... charakteristische Beanspruchung senkrecht zur Fundamentsohlfläche
 Tk    ... charakteristische Beanspruchung parallel zur Fundamentsohlfläche
 Epk   ... Erdwiderstand unvermindert
 Bk    ... Bodenreaktion ( Bk= Faktor[%]*Epk )
 delta ... Lastneigung tan(delta)= Tk/Nk
 Rnk   ... charakteristischer  Grundbruchwiderstand
 Rnd   ... Bemessungswert des Grundbruchwiderstand = Rnk / Sicherheit

 BS     Form    Neigung   Tragfähigkeit Geländeneig.   Sohlneig.  Bemessungskraft
 ---------------------------------------------------------------------------------
BS-P( νc: 1.25  ic: 0.52   Nc0: 35.72     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 3180.30
      νd: 1.24  id: 0.54   Nd0: 23.38     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 973.14
      νb: 0.86  ib: 0.38   Nb0: 14.03     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.47
     Ephk=18.23   Bhk=18.23*0.25=4.56  Bvk=0.00 kN
     |delta|=16.99°  <=  φk=32.08°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.20 + 439.09*1.50= 3180.30 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.29*1.20 + 138.93*1.50= 973.14 kN
     Rnk=6.75*3.05* [14.68*3.05*4.55 +
                     (20.00*0.30+0.00) *15.67 +
                     0.00*23.22]= 6138.78 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 6138.78/1.40= 4384.84 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt


  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1q) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:



Gleitkreis mit kleinster Sicherheit

Anzahl der untersuchten Kreise: 968
Rasterabstand der Kreismittelpunkte: x:0.42 m z:0.21 m

BS-P(1q)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt.
Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-0.76	-1.55	7.09	301.65	190.20	0.63	Ja
BS-P(1q)	-1.60	-0.08	6.55	368.81	253.92	0.69	Ja

Setzungsnachweis im SLS

Setzung im linken (A) und rechten Punkt (B) am unteren Rand der Mauer.
Eine klaffende Fuge ist vorhanden, wenn die Resultierende aus der Sohlspannung innerhalb der Kernfläche liegt. Bei der Ermittlung der Spannungen im Punkt B wird eine um die Ausmitte reduzierte Breite angesetzt.

vorgegebene Einbindetiefe: keine berechnete Tiefe: 0.30 m
vorgegebene Grenztiefe: keine berechnete Tiefe: 8.00 m

BS	Punkt A[cm]	Punkt B[cm]	klaffende Fuge:
BS-P(1q)	1.32	0.57	nicht vorhanden

Übersicht der Nachweise

Übersicht Sicherheitsnachweise äußere Sicherheit

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

BS-P(1q):
Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=328.66 ... Nachweis erfüllt
e= sum_Mk/sum_Pv= 574.48/377.56= 1.52 vorh_e=bl/2-e= 0.47 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1q)	3.05	517.85	169.63	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1q)	393.74	0.47	1.33	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:
Td <= Rtd + Epd 144.98<=217.97+0.48 ... Nachweis erfüllt BS-P(1q)

Grundbruchnachweis im GEO-2:
BS-P(1q): Rnd >= Nd = 4384.84>=3180.30 ... Nachweis erfüllt

Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1q) erfüllt

Gleitkreisnachweis im GEO-3:
BS-P(1q)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt. Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-0.76	-1.55	7.09	301.65	190.20	0.63	Ja
BS-P(1q)	-1.60	-0.08	6.55	368.81	253.92	0.69	Ja

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.88	0.00	28.93	-1.32	0.43
b-b	0.00	1.42	28.87	-0.91	0.43
c-c	0.00	17.09	29.09	-2.39	0.42

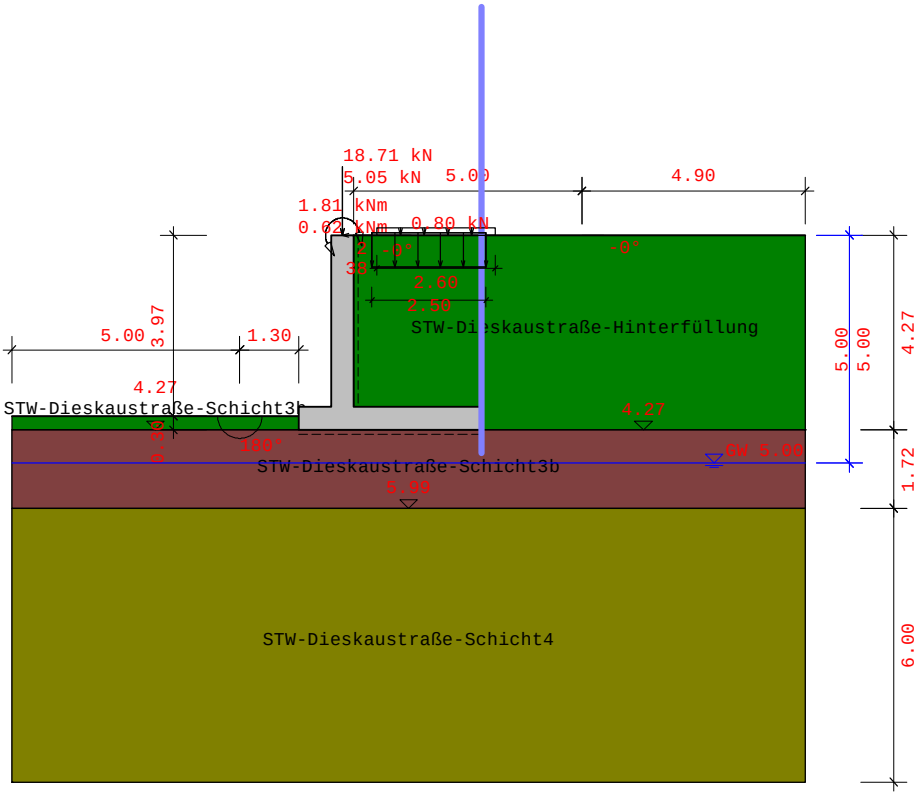
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	111.04	191.13	2528.75	0.00	0.135	45.0
b-b	0.00	123.01	200.56	2528.75	0.00	0.033	45.0
c-c	0.00	133.85	204.83	2528.75	0.00	0.393	45.0

LIMES Stützmauer V:22.0 22032022

Datei: Segment 5-P2
Projektname:
Stützwand Segment 5 - Lastmodell Dienstfahrzeug

System A



Verwendete Normen:

DIN EN 1997-1, Bemessung: DIN EN 1992-1-1

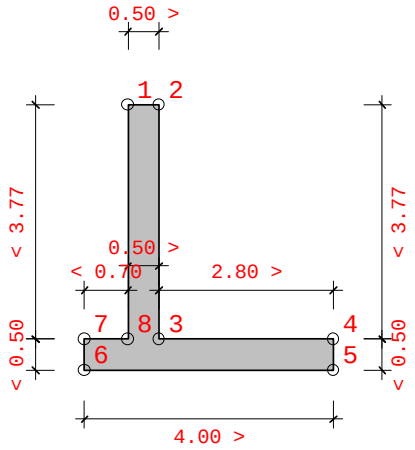
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungssituationen:	BS-P(1q)	BS-T(2)	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:			
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes			
günstig, ständig:	0.90	0.90	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00

```
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)
   ständig:                                          1.00    1.00    1.00
   ungünstig, veränderlich:                          1.30    1.20    1.00

STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)
   Erdwiderstand:                                    1.40    1.30    1.20
   Gleitwiderstand:                                  1.10    1.10    1.10

GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)
   tan phi':                                         1.25    1.15    1.10
   Kohäsion c':                                      1.25    1.15    1.10
```

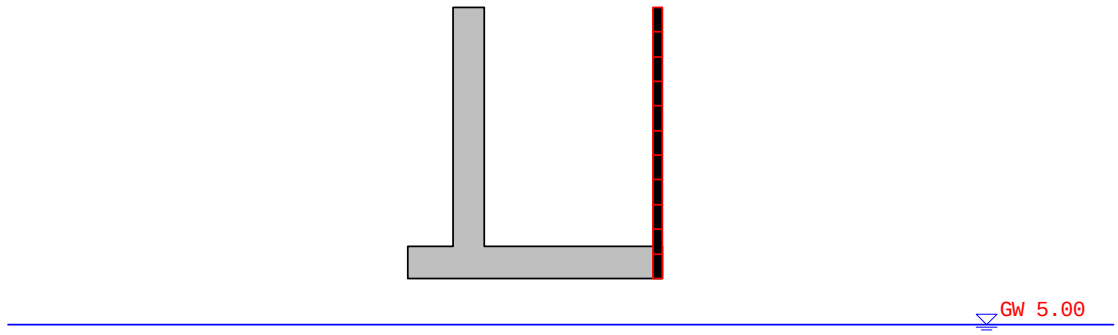
Protokoll der Eingabe:

Mauergeometrie:



Nr.	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.500	0.000
3	0.500	3.770
4	3.300	3.770
5	3.300	4.270
6	-0.700	4.270
7	-0.700	3.770
8	0.000	3.770

Grundwasser:



Wasserdruck auf die Mauer

Grundwasser rechts: 5.00 m

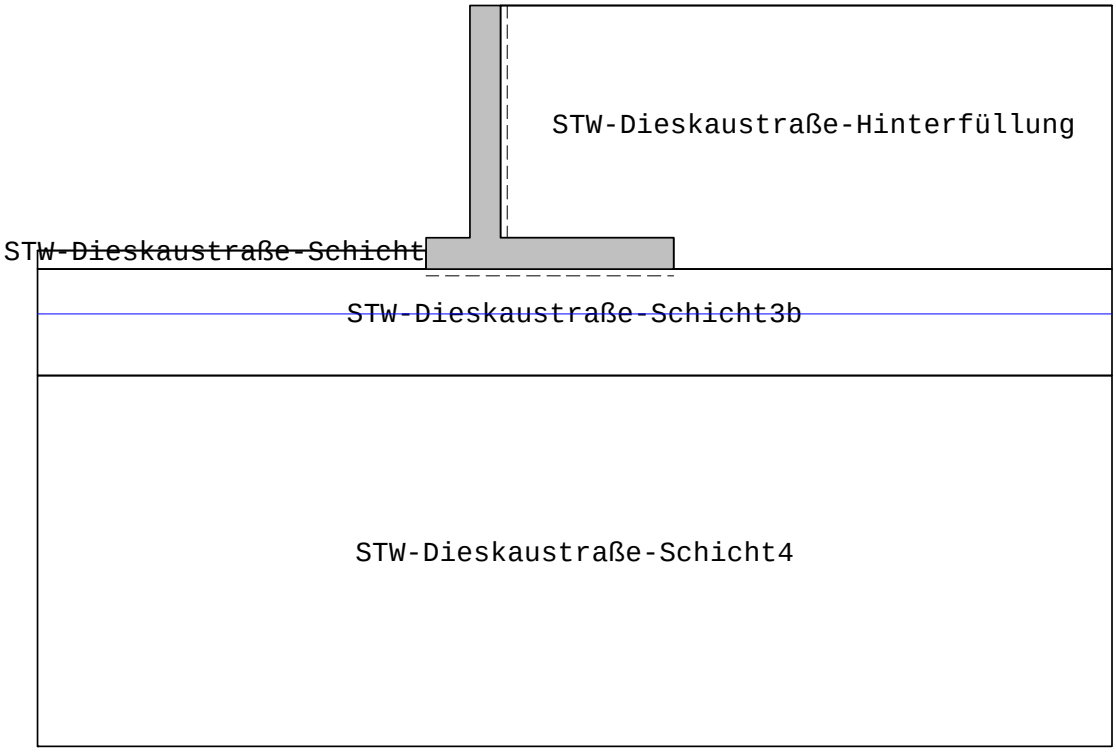
Einzellasten auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	Lastwinkel[°]	P[kN/m]	Reibung
BS-P(1g)	0.25	0.00	270.00	18.71	Nein
BS-P(1q)	0.25	0.00	0.00	0.80	Nein
BS-P(1q)	0.25	0.00	270.00	5.05	Nein

Momente auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	M[kNm/m]
BS-P(1g)	0.25	0.00	1.81
BS-P(1q)	0.25	0.00	-0.62

Erdschichten:



Erdschicht Parameter

Gewicht Hinterfüllung: 18.00 [kN/m3]
Hinterfüllung berücksichtigen: Nein
Wandreibungswinkel: gleich Geländeneigung

Name	phi[°]	delta	Kohä.	gamma	gamma'	Es
STW-Dieskaustraße-Hinter	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	20.00	11.00	30000
STW-Dieskaustraße-Schich	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	30000

Lasten:

Einheiten ... StreifenLast [kN/m2], Linienlast [kN/m]

Lastart	BS	x1 [m]	z1 [m]	b [m]	q1	q2	Umlag.	ph [kN/m]	S' [kN/m]
Block	BS-P(1g)	1.00	0.00	2.60	2.38	2.38	Konstant	-	-
Block	BS-P(1q)	0.90	0.70	2.50	37.50	37.50	Konstant	5.91	12.50

Ergebnisse:

Erddruck:

Erddruck Optionen:

```
 Verdichtungserddruck wird berücksichtigt
    Verfüllungsbreite:              2.500 m
    Erddruckspannung ev(h):         25.00  kN/m2   zp=0.42 m, za=2.57 m
 Last-Berechnung iterativ:          Nein
 Kohäsion Berücksichtigung          nach DIN 4085
   min Kah: 0.18
 Berechnung des                     erhöhten aktiven Erddrucks
 Erdruhedruck nach DIN 4085-100 rechnen.
   Anteil des Erdruhedrucks:        25%
 Erddruckansatz auf:                auf den senkrechten Schnitt
 Konsolen vorhanden?                Nein
 Wandreibungswinkel:                gleich Geländeneigung
```

Erddruckbeiwerte:

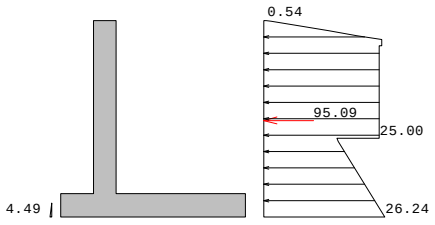
Nr.	Name	φ[°]	δ[°]	α[°]	β[°]
1	STW-Dieskaustraße-Hinterfüllun	32.50	0.00	0.00	0.00
2	STW-Dieskaustraße-Schicht4	30.00	0.00	0.00	0.00

Nr.	Kah	Kach	K0h	Kph	Kpch
1	0.301	---	0.463	3.322	---
2	0.333	---	0.500	---	---

charakteristischer Horizontalanteil der Erddruckspannung (nicht umgelagert):

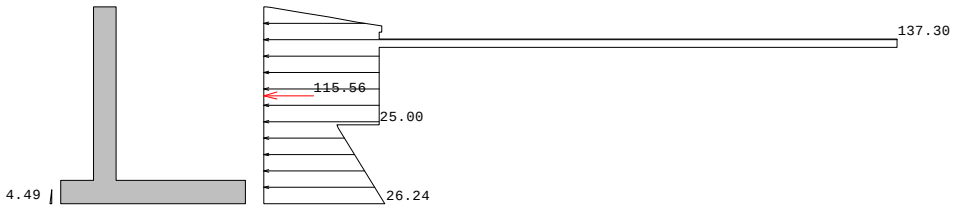
Der vorhandene Erdwiderstand wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

BS-P(1g):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

BS-P(1q):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
0.700	25.010
0.700	137.298
0.882	137.297
0.882	25.009
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

Belastung Optionen:

```
Erdwiderstand berücksichtigen:                                  Nein
Verdichtungserddruck berücksichtigen:                           Ja
   Verfüllungsbreite:                    2.800 m
   Erddruckspannung ev(h):      25.00 kN/m2   zp=0.42 m, za=3.77 m
Auflast auf Talseite berücksichtigen:                           Nein
Hinterfüllung Gewicht berücksichtigen:                          Nein
Erddruck durch Bodeneigengewicht berücksichtigen:               Ja
Auflasten rechts berücksichtigen:                               Ja
Vorgegebene Erddrücke berücksichtigen:                          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW rechts berücksichtigen:          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW links berücksichtigen:           Ja
Vorgegebene Belastung durch Wasser rechts berücksichtigen:      Nein
```

GzT- und GzG-Nachweis:

```
Norm:                        DIN EN 1992-1-1
Beton Wand:                  C35/45
Beton Sohle:                 C35/45
Bewehrung:                  B500S
Betongewicht:                25.00 kN/m3
Bewehrungsachsabstand hu Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand hu Sohle:       6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Sohle:       6.50 cm

Bemessung der Wand mit Erdruhedruck:                            Ja
Anforderungsklasse:                    Klasse D
Bauteil:                               Platte
Bauwerkstyp:                           Brückenbau/Eisenbahnbrücke 1 Gleis
Expositionsklassen:
  XC4: Wechselnd nass und trocken
  XD1: Mäßige Feuchte
```

GzT-Nachweis:

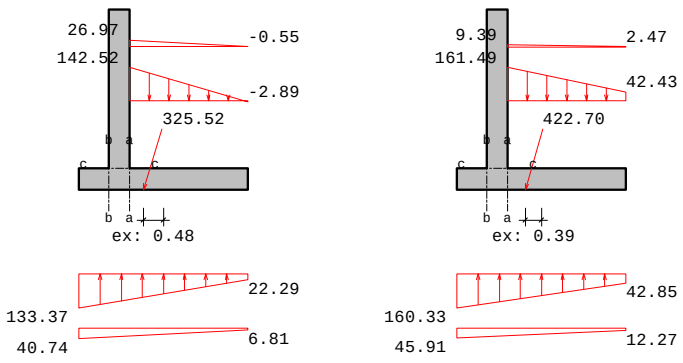
```
  Mindestlängsbewehrung                Nein
  Mindestquerkraftbewehrung            Nein
  Bemessung der Wand als Druckglied    Nein
  Bemessung des Sporn als Druckglied   Nein
```

GzG-Nachweis:

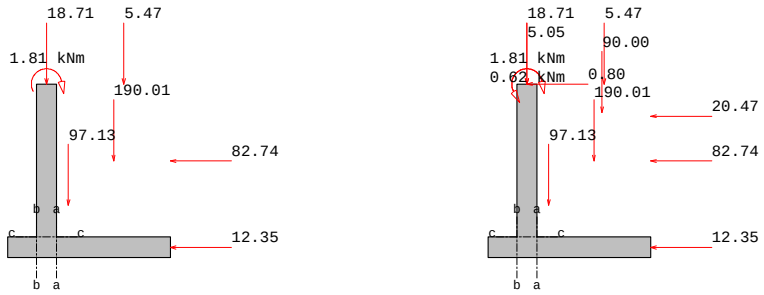
```
  Abgeschlossene Rissbildung - direkte Rissbreitenberechnung

  Mindestbewehrung Einzelrissbildung:  Ja
  Rechnerische Rissbreite              0.20 mm
  Grenzdurchmesser oben                16.00 mm
  Grenzdurchmesser unten               16.00 mm
```

Materialbeiwerte:

	ständig/vorübergehend	außergewöhnlich	Dauerstandsbeiwert
Beton	1.50	1.20	0.85
Bewehrung	1.15	1.00	



BS BS-P(1g), BS-P(1q), Spannungen, die auf das Wandsystem wirken:

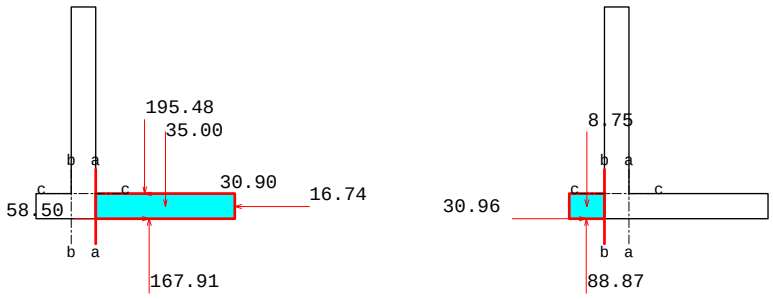


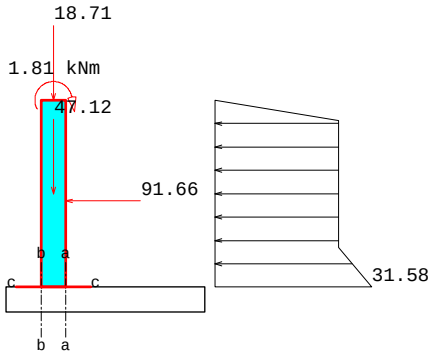
BS BS-P(1g), BS-P(1q), Kräfte, die auf das Wandsystem wirken:

Bemessungsschnitte:
bezogen auf 1m Wandbreite

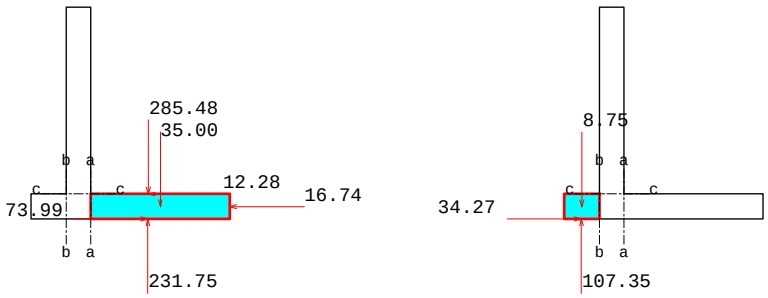
Nr.	Position	xm[m]	zm[m]	d[cm]
a-a	Sohle	0.50	4.02	50.00
b-b	Sohle	0.00	4.02	50.00
c-c	Wand	0.25	3.77	50.00

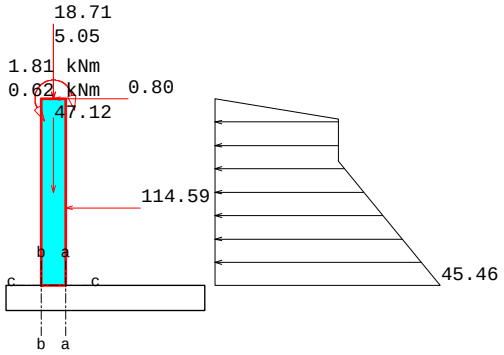
Bemessungsschnitte: BS-P(1)





BS-P(1g), Kräfte am geschnittenen Bauteil





BS-P(1q), Kräfte am geschnittenen Bauteil

```
 γG       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B ständige Einwirkungen
 γQ       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B veränderliche Einwirkungen
 Mkg      ... charakteristisches ständiges Moment
 Mkq      ... charakteristisches veränderliches Moment
 Md       ... Bemessungsmoment Md
 Nkg      ... charakteristische ständige Normalkraft
 Nkq      ... charakteristische veränderliche Normalkraft
 Nd       ... Bemessungsnormalkraft
 Qkg      ... charakteristische ständige Querkraft
 Qkq      ... charakteristische veränderliche Querkraft
 Qd       ... Bemessungsquerkraft
 Md = Mkg*γG + Mkq*γQ
 Nd = Nkg*γG + Nkq*γQ
 Qd = Qkg*γG + Qkq*γQ

 psi1        ... Kombinationsbeiwert für häufige Belastung
 psi2        ... Kombinationsbeiwert für quasi, ständige Belastung
 M,Q,N_rare  ... charakteristische Schnittkräfte, seltene Belastung
 M,Q,N_freq  ... charakteristische Schnittkräfte, häufige Belastung
 M,Q,N_quasi ... charakteristische Schnittkräfte, quasi, ständige Belastung

  M_rare   = Mkg+ Mkq
  M_freq   = Mkg+ Mkq*psi1
  M_quasi  = Mkg+ Mkq*psi2
```

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.20	1.50	-39.04	-52.37	-125.40	10.87	34.10	64.19
b-b	1.20	1.50	21.15	5.69	33.91	-30.96	-3.31	-42.12
c-c	1.20	1.50	157.59	24.24	225.46	-65.83	-5.05	-86.58

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	26.16	114.32
b-b	80.12	18.48	123.87
c-c	-91.66	-23.72	-145.58

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.20	1.50	-91.41	-78.31	-49.51
b-b	0.75	0.20	1.20	1.50	26.84	25.42	22.29
c-c	0.75	0.20	1.20	1.50	181.82	175.76	162.43

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	44.97	36.44	17.69	88.73	82.19	67.81
b-b	-34.27	-33.45	-31.63	98.60	93.98	83.81
c-c	-70.88	-69.62	-66.84	-115.39	-109.46	-96.41

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

```
 aso  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung oben
 asu  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung unten
 epsz[o/oo]          ... Stahldehnung
 epsd[o/oo]          ... Betonstauchung
 zi[m]               ... innerer Hebelarm
```

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	7.24	0.00	28.96	-1.47	0.43
b-b	0.00	1.48	28.87	-0.91	0.43
c-c	0.00	18.43	29.11	-2.50	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

```
 ass[cm2/m]  ... erf.Schubbewehrung, unter 90°
 VRdct[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des biegebewehrten Bauteiles
 VRdmax[kN]  ... Querkrafttragfähigkeit der Betondruckstrebe
 vsd [kN]    ... maßgebende Querkraft
 VRd,s[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des schubbewehrten Bauteils
 rho[%]      ... Bewehrungsgrad längs
 theta[°]    ... Druckstrebenneigung nach DAfStb/H.425
```

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	114.33	189.09	2528.75	0.00	0.166	45.0
b-b	0.00	123.87	200.19	2528.75	0.00	0.034	45.0
c-c	0.00	145.58	204.83	2528.75	0.00	0.424	45.0

Erdstatische Nachweise zur äußeren Standsicherheit:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

äußerster, linker, unterer Knotenpunkt der Mauer:
x=-0.70 z=4.27 [m]

P ... Wert des Lastvektors in [kN]
Pv ... Vertikalanteil von P in [kN]
Ph ... Horizontalanteil von P in [kN]
WEQU ... Wirkung in EQU günstig=günst ungünstig=ungün
WSTR ... Wirkung in STR günstig=günst ungünstig=ungün
Art ... Art der Belastung veränderlich=Q, ständig=G, Erdwiderstand=Ep
gamma ... Teilsicherheitsbeiwerte im EQU und STR
M,k ... charakteristisches Moment um den Knotenpunkt der Mauer
M,EQU ... teilsicherheitsbehaftetes Moment um den Knotenpunkt der Mauer

BS-P(1q):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.90	17.77	16.00
0.80	Q	0.25	0.00	0.00	0.80	ungün	1.50	-3.42	-5.12
5.05	Q	0.25	0.00	5.05	0.00	günst	0.00	4.80	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.90	1.81	1.63
-0.62	Q	0.25	0.00	-0.62	0.00	ungün	1.50	-0.62	-0.93
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.10	-196.42	-216.06
20.47	Q	3.30	0.79	0.00	20.47	ungün	1.50	-71.20	-106.80
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.10	-3.02	-3.33
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.90	144.77	130.29
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.90	15.60	14.04
90.00	Q	2.10	0.70	90.00	0.00	günst	0.00	252.00	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.90	494.02	444.62
				407.56	116.36			656.09	274.34

Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=332.24 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 656.09/407.56= 1.61 vorh_e=bl/2-e= 0.39 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS-P(1q):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.35	25.26	0.00
0.80	Q	0.25	0.00	0.00	0.80	1.50	0.00	1.20
5.05	Q	0.25	0.00	5.05	0.00	1.50	7.57	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.35	2.44	0.00
-0.62	Q	0.25	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.35	0.00	111.69
20.47	Q	3.30	0.79	0.00	20.47	1.50	0.00	30.70
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.35	0.00	16.68
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.35	131.12	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.35	7.39	0.00
90.00	Q	2.10	0.70	90.00	0.00	1.50	135.00	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.35	256.51	0.00
				407.56	116.36		565.30	160.27

Resultierende charakteristisch Rk=422.70 kN aus Rvk=406.37 Rhk=116.36
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=585.23 kN ... Rv,d=562.85 Rh,d=160.27

```
Einbindetiefe:                    0.30 m
Zulässige Spannung vorgegeben:    Ja
reduzierte Breite b'               b'= 2* (b/2- e)   e...Ausmitte
```

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1q)	3.23	562.85	174.31	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

```
Länge der Fundamentunterkante b:   4.000 m
Erlaubte Ausmitte für ständige Lasten b/6:    0.667 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche
```

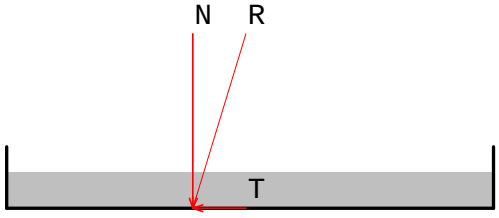
BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

```
Erlaubte Ausmitte b/3:    1.333 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche
```

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1q)	422.70	0.39	1.33	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:



Gleitsicherheit:

Sohlreibungskoeffizient:	gleich phi gesetzt
Erdwiderstand berücksichtigen:	mit 25%
gewichtetes phi der umgebenden Erdschicht:	32.50 °
Neigung der Sohle:	0.00 °

Ep[kN] ... Erdwiderstand ohne Abminderung
Epk[kN] ... charakteristischer, mobilisierter Wert des Erdwiderstandes
γEpk ... Teilsicherheitsbeiwert für Erdwiderstand
Epd[kN] ... Bemessungswert des Erdwiderstandes

Rtd[kN] ... Bemessungswert des Gleitwiderstandes
Rtk[kN] ... charakteristischer Gleitwiderstand
γGl ... Teilsicherheitsbeiwert im Genzzustand GZ1B

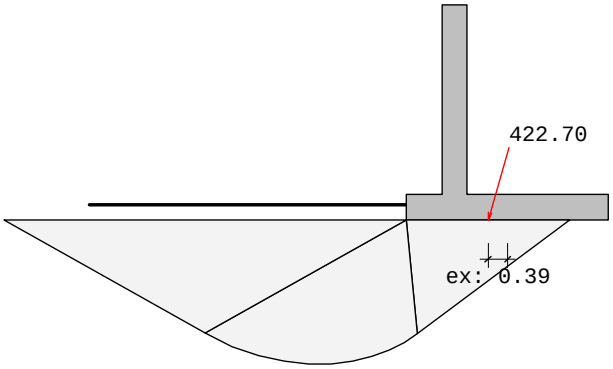
Nk[kN] ... senkrecht wirkende Komponente der charak. Beanspruchung
δSk[°] ... charakteristischer Wert des Sohlreibungswinkels

Td[kN] ... Bemessungswert der Beanspruchung parallel zur Sohle
TGk[kN] ... verursacht durch ständige Lasten
TQk[kN] ... verursacht durch Verkehrslasten
γG ... Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen GZ1B
γE0g ... Teilsicherheitsbeiwert bei Erdruhedruck GZ1B
γQ ... Teilsicherheitsbeiw.ungünstige veränderliche Einwirkungen GZ1B

BS-P(1q):

Epk = Ep*0.25= 2.69*0.25 = 0.67 kN
Epd = Epk/γEp = 0.67/1.40 = 0.48 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 406.37*tan(32.50°) = 258.88 kN
Rtd = Rtk/γGl = 258.88/1.10 = 235.35 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.20 + 21.27*1.50 = 146.01 kN
Td <= Rtd + Epd 146.01<=235.35+0.48
... Nachweis erfüllt BS-P(1q)

Grundbruchnachweis im GEO-2:



Grundbruchmuschel, LF 1(q)

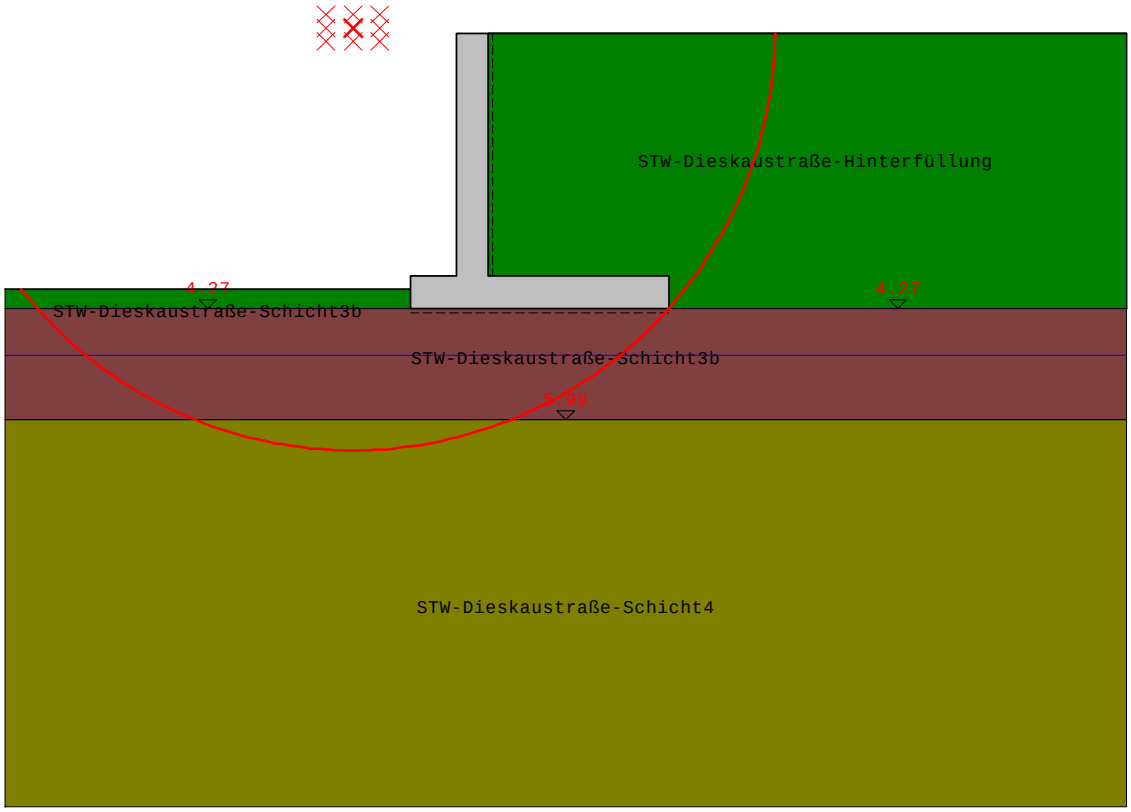
Grundbruchwiderstandsformel:

Rnk =a'*b'* [γ2*b'*Nb + (γ1*d+q) *Nd + c*Nc] ... DIN 4017

a' = 6.750 m b' = b-2eb
Nb = Nb0 * νb * ib * λb * ξb
Nd = Nd0 * νd * id * λd * ξd
Nc = Nc0 * νc * ic * λc * ξc

```
 Geländeneigung auf Talseite:   0.00 °
 Neigung der Sohle:    0.00 °
 Erdwiderstand berücksichtigen: mit 25%
 Nk    ... charakteristische Beanspruchung senkrecht zur Fundamentsohlfläche
 Tk    ... charakteristische Beanspruchung parallel zur Fundamentsohlfläche
 Epk   ... Erdwiderstand unvermindert
 Bk    ... Bodenreaktion ( Bk= Faktor[%]*Epk )
 delta ... Lastneigung tan(delta)= Tk/Nk
 Rnk   ... charakteristischer  Grundbruchwiderstand
 Rnd   ... Bemessungswert des Grundbruchwiderstand = Rnk / Sicherheit

 BS     Form    Neigung   Tragfähigkeit Geländeneig.   Sohlneig.  Bemessungskraft
 ---------------------------------------------------------------------------------
BS-P( νc: 1.26  ic: 0.55   Nc0: 35.26     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 3484.05
      νd: 1.25  id: 0.57   Nd0: 22.97     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 980.10
      νb: 0.86  ib: 0.41   Nb0: 13.68     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.39
     Ephk=18.17   Bhk=18.17*0.25=4.54  Bvk=0.00 kN
     |delta|=15.89°  <=  φk=31.92°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.20 + 641.59*1.50= 3484.05 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.31*1.20 + 143.56*1.50= 980.10 kN
     Rnk=6.75*3.23* [14.24*3.23*4.78 +
                     (18.00*0.30+0.00) *16.41 +
                     0.00*24.55]= 6723.55 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 6723.55/1.40= 4802.54 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt


  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1q) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:



Gleitkreis mit kleinster Sicherheit

Anzahl der untersuchten Kreise: 968
Rasterabstand der Kreismittelpunkte: x:0.42 m z:0.21 m

BS-P(1q)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt.
Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-P(1q)	-1.60	-0.08	6.55	368.54	278.82	0.76	Ja

Setzungsnachweis im SLS

Setzung im linken (A) und rechten Punkt (B) am unteren Rand der Mauer.
Eine klaffende Fuge ist vorhanden, wenn die Resultierende aus der Sohlspannung innerhalb der Kernfläche liegt. Bei der Ermittlung der Spannungen im Punkt B wird eine um die Ausmitte reduzierte Breite angesetzt.

vorgegebene Einbindetiefe: keine berechnete Tiefe: 0.30 m
vorgegebene Grenztiefe: keine berechnete Tiefe: 8.00 m

BS	Punkt A[cm]	Punkt B[cm]	klaffende Fuge:
BS-P(1q)	1.37	0.67	nicht vorhanden

Übersicht der Nachweise

Übersicht Sicherheitsnachweise äußere Sicherheit

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

BS-P(1q):
Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=332.24 ... Nachweis erfüllt
e= sum_Mk/sum_Pv= 656.09/407.56= 1.61 vorh_e=bl/2-e= 0.39 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1q)	3.23	562.85	174.31	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1q)	422.70	0.39	1.33	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:
Td <= Rtd + Epd 146.01<=235.35+0.48 ... Nachweis erfüllt BS-P(1q)

Grundbruchnachweis im GEO-2:
BS-P(1q): Rnd >= Nd = 4802.54>=3484.05 ... Nachweis erfüllt

Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1q) erfüllt

Gleitkreisnachweis im GEO-3:
BS-P(1q)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt. Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-P(1q)	-1.60	-0.08	6.55	368.54	278.82	0.76	Ja

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

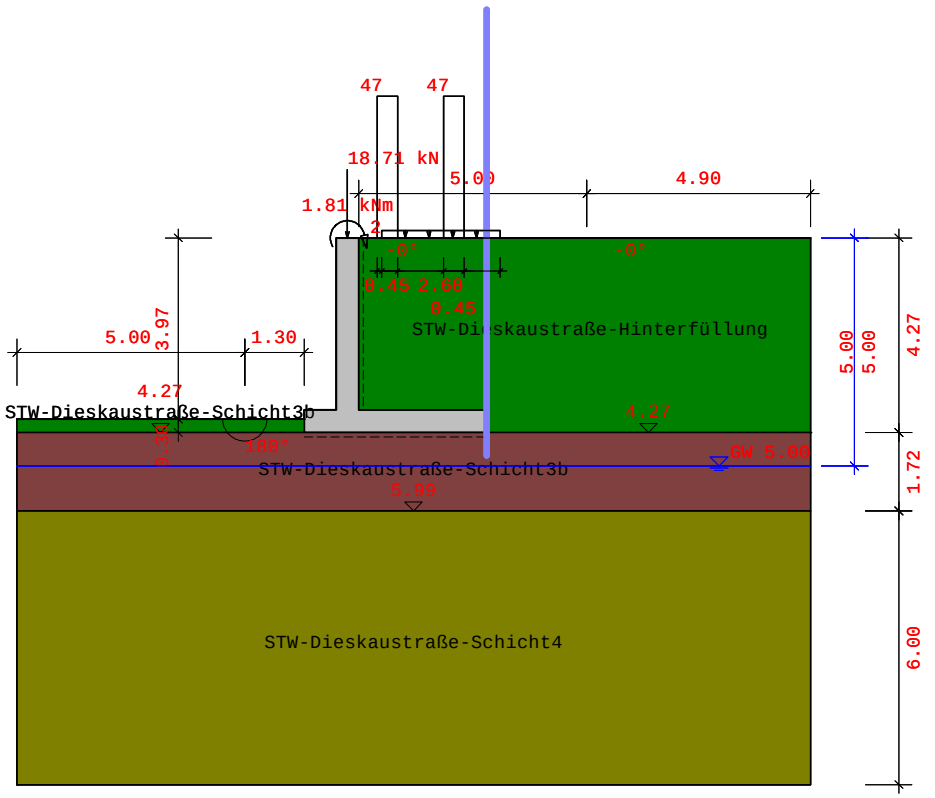
Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	7.24	0.00	28.96	-1.47	0.43
b-b	0.00	1.48	28.87	-0.91	0.43
c-c	0.00	18.43	29.11	-2.50	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	114.33	189.09	2528.75	0.00	0.166	45.0
b-b	0.00	123.87	200.19	2528.75	0.00	0.034	45.0
c-c	0.00	145.58	204.83	2528.75	0.00	0.424	45.0

LIMES Stützmauer V:22.0 22032022
Datei: Segment 5-A1
Projektname:
Stützwand Segment 5 - Lastmodell Entgleisung 1

System A



Verwendete Normen:

DIN EN 1997-1, Bemessung: DIN EN 1992-1-1

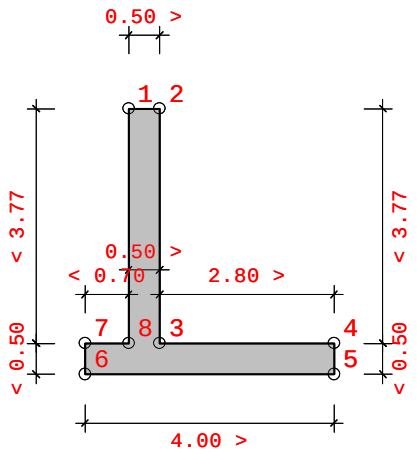
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungssituationen:	BS-P(1q)	BS-T(2)	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:			
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes			
günstig, ständig:	0.90	0.90	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00

```
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)
   ständig:                                          1.00    1.00    1.00
   ungünstig, veränderlich:                          1.30    1.20    1.00

STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)
   Erdwiderstand:                                    1.40    1.30    1.20
   Gleitwiderstand:                                  1.10    1.10    1.10

GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)
   tan phi':                                         1.25    1.15    1.10
   Kohäsion c':                                      1.25    1.15    1.10
```

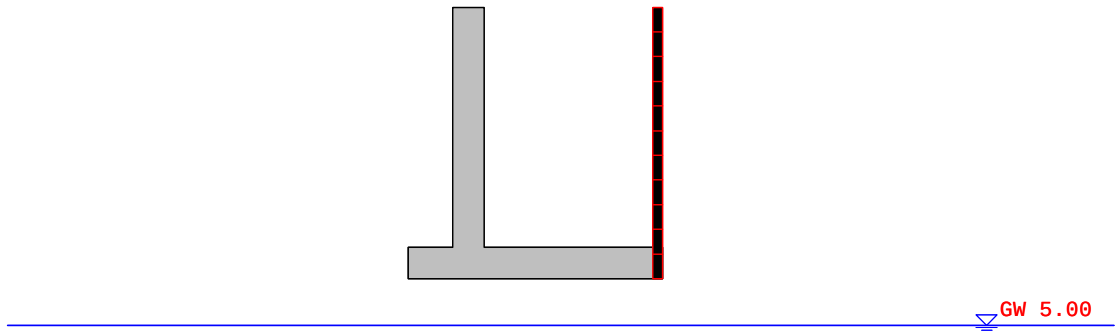
Protokoll der Eingabe:

Mauergeometrie:



Nr.	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.500	0.000
3	0.500	3.770
4	3.300	3.770
5	3.300	4.270
6	-0.700	4.270
7	-0.700	3.770
8	0.000	3.770

Grundwasser:



Wasserdruck auf die Mauer

Grundwasser rechts: 5.00 m

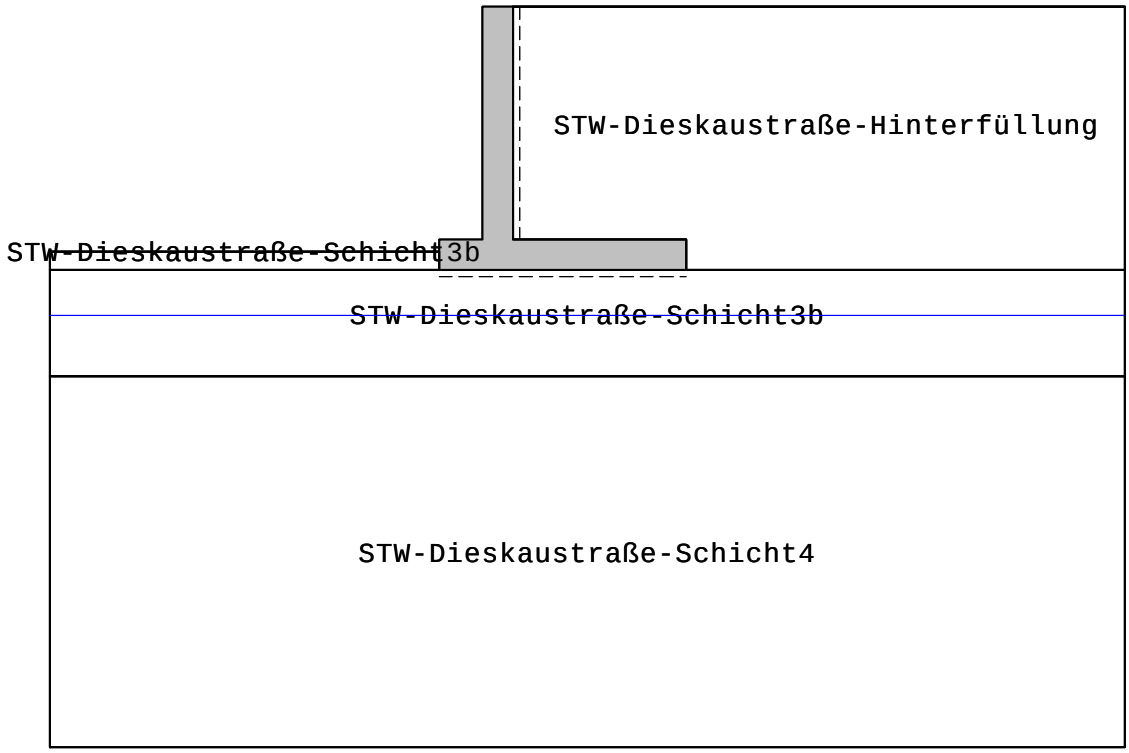
Einzellasten auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	Lastwinkel[°]	P[kN/m]	Reibung
BS-P(1g)	0.25	0.00	270.00	18.71	Nein

Momente auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	M[kNm/m]
BS-P(1g)	0.25	0.00	1.81

Erdschichten:



Erdschicht Parameter

Gewicht Hinterfüllung: 18.00 [kN/m3]
Hinterfüllung berücksichtigen: Nein
Wandreibungswinkel: gleich Geländeneigung

Name	phi[°]	delta	Kohä.	gamma	gamma'	Es
STW-Dieskaustraße-Hinter	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	20.00	11.00	30000
STW-Dieskaustraße-Schich	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	30000

Lasten:

Einheiten ... StreifenLast [kN/m2], Linienlast [kN/m]

Lastart	BS	x1 [m]	z1 [m]	b [m]	q1	q2	Umlag.	ph [kN/m]	S' [kN/m]
Block	BS-P(1g)	1.00	0.00	2.60	2.38	2.38	Konstant	-	-
Block	BS-A(3)	0.90	0.00	0.45	46.67	46.67	Konstant	-	-
Block	BS-A(3)	2.36	0.00	0.45	46.67	46.67	Konstant	-	-

Ergebnisse:

Erddruck:

Erddruck Optionen:

```
 Verdichtungserddruck wird berücksichtigt
    Verfüllungsbreite:              2.500 m
    Erddruckspannung ev(h):         25.00  kN/m2   zp=0.42 m, za=2.57 m
 Last-Berechnung iterativ:          Nein
 Kohäsion Berücksichtigung          nach DIN 4085
   min Kah: 0.18
 Berechnung des                     erhöhten aktiven Erddrucks
 Erdruhedruck nach DIN 4085-100 rechnen.
   Anteil des Erdruhedrucks:        25%
 Erddruckansatz auf:                auf den senkrechten Schnitt
 Konsolen vorhanden?                Nein
 Wandreibungswinkel:                gleich Geländeneigung
```

Erddruckbeiwerte:

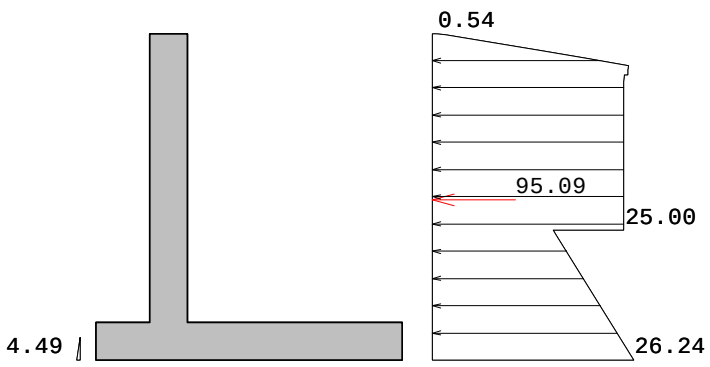
Nr.	Name	φ[°]	δ[°]	α[°]	β[°]
1	STW-Dieskaustraße-Hinterfüllun	32.50	0.00	0.00	0.00
2	STW-Dieskaustraße-Schicht4	30.00	0.00	0.00	0.00

Nr.	Kah	Kach	K0h	Kph	Kpch
1	0.301	---	0.463	3.322	---
2	0.333	---	0.500	---	---

charakteristischer Horizontalanteil der Erddruckspannung (nicht umgelagert):

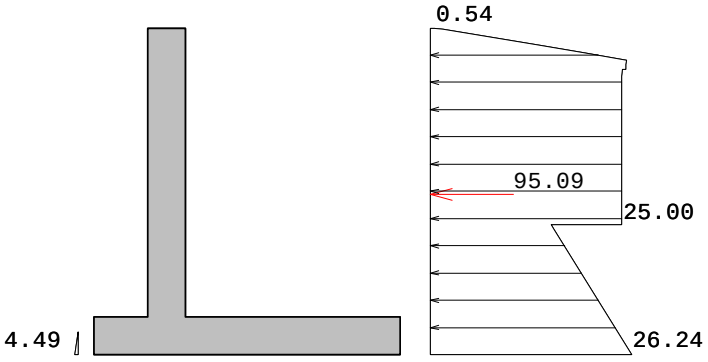
Der vorhandene Erdwiderstand wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

BS-P(1g):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

BS-A(3):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

Belastung Optionen:

```
Erdwiderstand berücksichtigen:                                  Nein
Verdichtungserddruck berücksichtigen:                           Ja
   Verfüllungsbreite:                    2.800 m
   Erddruckspannung ev(h):      25.00 kN/m2   zp=0.42 m, za=3.77 m
Auflast auf Talseite berücksichtigen:                           Nein
Hinterfüllung Gewicht berücksichtigen:                          Nein
Erddruck durch Bodeneigengewicht berücksichtigen:               Ja
Auflasten rechts berücksichtigen:                               Ja
Vorgegebene Erddrücke berücksichtigen:                          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW rechts berücksichtigen:          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW links berücksichtigen:           Ja
Vorgegebene Belastung durch Wasser rechts berücksichtigen:      Nein
```

GzT- und GzG-Nachweis:

```
Norm:                        DIN EN 1992-1-1
Beton Wand:                  C35/45
Beton Sohle:                 C35/45
Bewehrung:                  B500S
Betongewicht:                25.00 kN/m3
Bewehrungsachsabstand hu Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand hu Sohle:       6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Sohle:       6.50 cm

Bemessung der Wand mit Erdruhedruck:                            Ja
Anforderungsklasse:                    Klasse D
Bauteil:                               Platte
Bauwerkstyp:                           Brückenbau/Eisenbahnbrücke 1 Gleis
Expositionsklassen:
  XC4: Wechselnd nass und trocken
  XD1: Mäßige Feuchte
```

GzT-Nachweis:

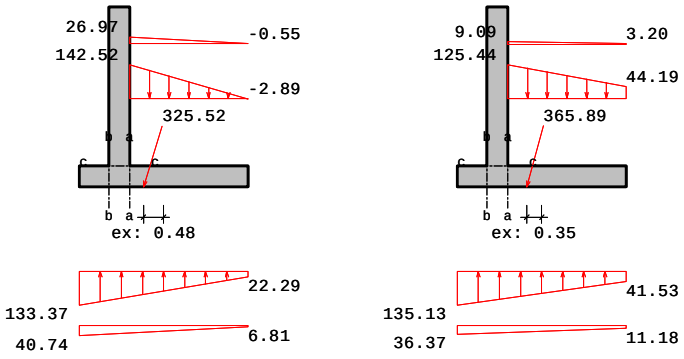
```
  Mindestlängsbewehrung                Nein
  Mindestquerkraftbewehrung            Nein
  Bemessung der Wand als Druckglied    Nein
  Bemessung des Sporn als Druckglied   Nein
```

GzG-Nachweis:

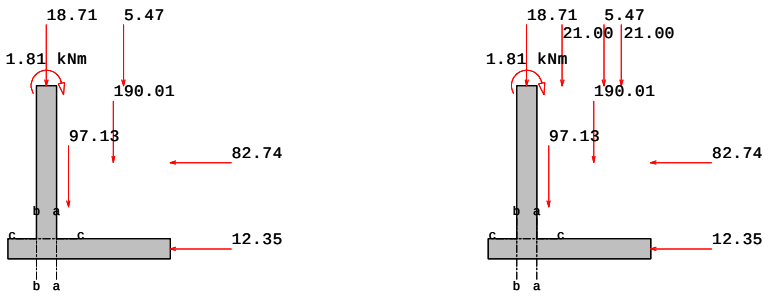
```
  Abgeschlossene Rissbildung - direkte Rissbreitenberechnung

  Mindestbewehrung Einzelrissbildung:  Ja
  Rechnerische Rissbreite              0.20 mm
  Grenzdurchmesser oben                16.00 mm
  Grenzdurchmesser unten               16.00 mm
```

Materialbeiwerte:

	ständig/vorübergehend	außergewöhnlich	Dauerstandsbeiwert
Beton	1.50	1.20	0.85
Bewehrung	1.15	1.00	



BS BS-P(1g), BS-A(3), Spannungen, die auf das Wandsystem wirken:

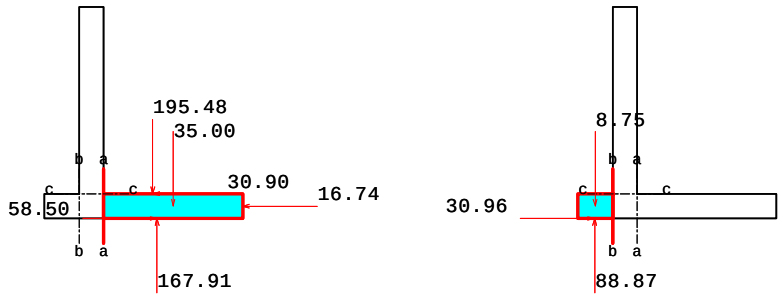


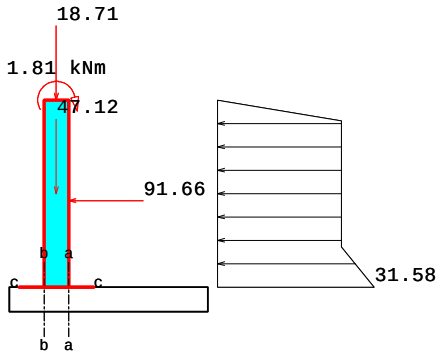
BS BS-P(1g), BS-A(3), Kräfte, die auf das Wandsystem wirken:

Bemessungsschnitte:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nr.	Position	xm[m]	zm[m]	d[cm]
a-a	Sohle	0.50	4.02	50.00
b-b	Sohle	0.00	4.02	50.00
c-c	Wand	0.25	3.77	50.00

Bemessungsschnitte: BS-P(1)





BS-P(1g), Kräfte am geschnittenen Bauteil

```
γG       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B ständige Einwirkungen
γQ       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B veränderliche Einwirkungen
Mkg      ... charakteristisches ständiges Moment
Mkq      ... charakteristisches veränderliches Moment
Md       ... Bemessungsmoment Md
Nkg      ... charakteristische ständige Normalkraft
Nkq      ... charakteristische veränderliche Normalkraft
Nd       ... Bemessungsnormalkraft
Qkg      ... charakteristische ständige Querkraft
Qkq      ... charakteristische veränderliche Querkraft
Qd       ... Bemessungsquerkraft
Md = Mkg*γG + Mkq*γQ
Nd = Nkg*γG + Nkq*γQ
Qd = Qkg*γG + Qkq*γQ
```

```
psi1        ... Kombinationsbeiwert für häufige Belastung
psi2        ... Kombinationsbeiwert für quasi, ständige Belastung
M,Q,N_rare  ... charakteristische Schnittkräfte, seltene Belastung
M,Q,N_freq  ... charakteristische Schnittkräfte, häufige Belastung
M,Q,N_quasi ... charakteristische Schnittkräfte, quasi, ständige Belastung

 M_rare   = Mkg+ Mkq
 M_freq   = Mkg+ Mkq*psi1
 M_quasi  = Mkg+ Mkq*psi2
```

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.20	1.50	-39.04	0.00	-46.84	10.87	0.00	13.04
b-b	1.20	1.50	21.15	0.00	25.38	-30.96	0.00	-37.16
c-c	1.20	1.50	157.59	0.00	189.10	-65.83	0.00	-79.00

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	0.00	75.09
b-b	80.12	0.00	96.14
c-c	-91.66	0.00	-110.00

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.20	1.50	-39.04	-39.04	-39.04
b-b	0.75	0.20	1.20	1.50	21.15	21.15	21.15
c-c	0.75	0.20	1.20	1.50	157.59	157.59	157.59

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	10.87	10.87	10.87	62.58	62.58	62.58
b-b	-30.96	-30.96	-30.96	80.12	80.12	80.12
c-c	-65.83	-65.83	-65.83	-91.66	-91.66	-91.66

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

```
aso  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung oben
asu  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung unten
epsz[o/oo]          ... Stahldehnung
epsd[o/oo]          ... Betonstauchung
zi[m]               ... innerer Hebelarm
```

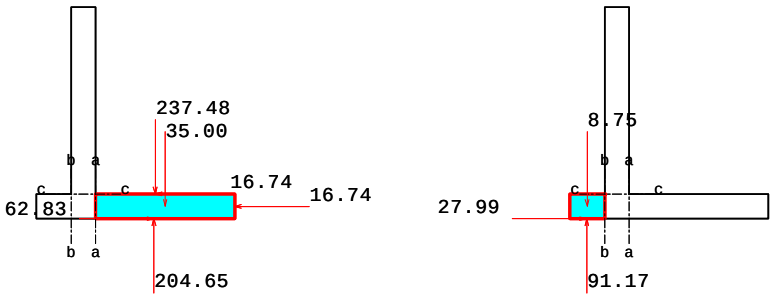
Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	3.04	0.00	28.86	-0.85	0.43
b-b	0.00	1.20	28.85	-0.79	0.43
c-c	0.00	16.10	29.06	-2.19	0.42

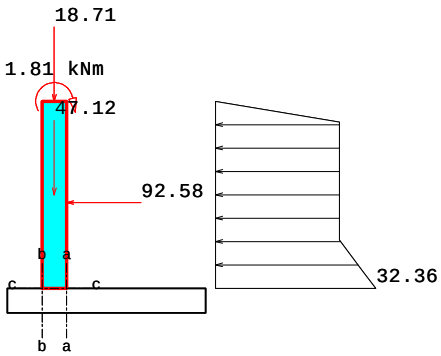
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

```
 ass[cm2/m]  ... erf.Schubbewehrung, unter 90°
 VRdct[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des biegebewehrten Bauteiles
 VRdmax[kN]  ... Querkrafttragfähigkeit der Betondruckstrebe
 vsd [kN]    ... maßgebende Querkraft
 VRd,s[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des schubbewehrten Bauteils
 rho[%]      ... Bewehrungsgrad längs
 theta[°]    ... Druckstrebenneigung nach DAfStb/H.425
```

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	75.09	194.43	2528.75	0.00	0.070	45.0
b-b	0.00	96.14	199.68	2528.75	0.00	0.028	45.0
c-c	0.00	110.00	204.04	2528.75	0.00	0.370	45.0

Bemessungsschnitte: BS-A(3)





BS-A(3), Kräfte am geschnittenen Bauteil

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.00	1.10	-39.04	-35.17	-77.72	10.87	18.48	31.20
b-b	1.00	1.10	21.15	1.42	22.72	-30.96	2.97	-27.69
c-c	1.00	1.10	157.59	0.45	158.08	-65.83	0.00	-65.83

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	5.26	68.36
b-b	80.12	2.30	82.65
c-c	-91.66	-0.91	-92.67

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.00	1.10	-74.21	-65.41	-46.07
b-b	0.75	0.20	1.00	1.10	22.58	22.22	21.44
c-c	0.75	0.20	1.00	1.10	158.03	157.92	157.67

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	29.35	24.73	14.56	67.83	66.52	63.63
b-b	-27.99	-28.73	-30.37	82.42	81.84	80.58
c-c	-65.83	-65.83	-65.83	-92.58	-92.35	-91.85

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.30	0.00	28.90	-1.12	0.43
b-b	0.00	1.30	28.84	-0.73	0.43
c-c	0.00	16.14	29.02	-1.92	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	68.36	192.54	2528.75	0.00	0.122	45.0
b-b	0.00	82.65	198.69	2528.75	0.00	0.030	45.0
c-c	0.00	92.67	202.67	2528.75	0.00	0.371	45.0

Erdstatische Nachweise zur äußeren Standsicherheit:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

äußerster, linker, unterer Knotenpunkt der Mauer:
x=-0.70 z=4.27 [m]

P ... Wert des Lastvektors in [kN]
Pv ... Vertikalanteil von P in [kN]
Ph ... Horizontalanteil von P in [kN]
WEQU ... Wirkung in EQU günstig=günst ungünstig=ungün
WSTR ... Wirkung in STR günstig=günst ungünstig=ungün
Art ... Art der Belastung veränderlich=Q, ständig=G, Erdwiderstand=Ep
gamma ... Teilsicherheitsbeiwerte im EQU und STR
M,k ... charakteristisches Moment um den Knotenpunkt der Mauer
M,EQU ... teilsicherheitsbehaftetes Moment um den Knotenpunkt der Mauer

BS-P(1g):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.90	17.77	16.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.90	1.81	1.63
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.10	-196.42	-216.06
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.10	-3.02	-3.33
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.90	144.77	130.29
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.90	15.60	14.04
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.90	494.02	444.62
				313.13	95.09			474.54	387.19

Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=219.38 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 474.54/313.13= 1.52 vorh_e=bl/2-e= 0.48 m

BS-A(3):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.95	17.77	16.89
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.95	1.81	1.72
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.00	-196.42	-196.42
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.00	-3.02	-3.02
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.95	144.77	137.53
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.95	15.60	14.82
21.00	Q	1.12	0.00	21.00	0.00	günst	0.00	38.33	0.00
21.00	Q	2.58	0.00	21.00	0.00	günst	0.00	68.99	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.95	494.02	469.32
				355.13	95.09			581.85	440.84

Md, günstig= 640.28 >= Md,ungünstig=199.44 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 581.85/355.13= 1.64 vorh_e=bl/2-e= 0.35 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS-P(1g):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.35	25.26	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.35	2.44	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.35	0.00	111.69
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.35	0.00	16.68
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.35	131.12	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.35	7.39	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.35	256.51	0.00
				313.13	95.09		422.72	128.37

Resultierende charakteristisch Rk=325.52 kN aus Rvk=311.32 Rhk=95.09
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=439.45 kN ... Rv,d=420.28 Rh,d=128.37

BS-A(3):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.10	20.58	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.10	1.99	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.10	0.00	91.01
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.10	0.00	13.59
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.10	106.84	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.10	6.02	0.00
21.00	Q	1.12	0.00	21.00	0.00	1.10	23.10	0.00
21.00	Q	2.58	0.00	21.00	0.00	1.10	23.10	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.10	209.01	0.00
				355.13	95.09		390.64	104.60

Resultierende charakteristisch Rk=365.89 kN aus Rvk=353.32 Rhk=95.09
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=402.48 kN ... Rv,d=388.65 Rh,d=104.60

Einbindetiefe: 0.30 m
Zulässige Spannung vorgegeben: Ja
reduzierte Breite b' b'= 2* (b/2- e) e...Ausmitte

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1g)	3.05	420.28	137.86	860.00	erfüllt
BS-A(3)	3.29	388.65	118.00	860.00	erfüllt

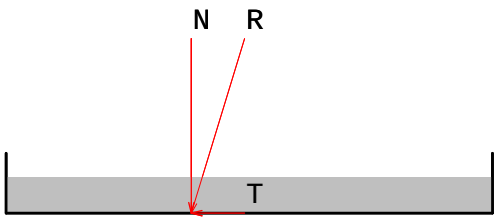
Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

```
Länge der Fundamentunterkante b:   4.000 m
Erlaubte Ausmitte für ständige Lasten b/6:    0.667 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche

   BS       Rk[kN]   vorh.e[m]  zul.e[m]   Asohl[%]    Nachw.erfüllt
-----------------------------------------------------------------------
BS-P(1g)      325.52      0.48      0.67      100.00        Ja
```

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

```
Erlaubte Ausmitte b/3:    1.333 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche

   BS       Rk[kN]   vorh.e[m]  zul.e[m]   Asohl[%]    Nachw.erfüllt
-----------------------------------------------------------------------
BS-A(3)       365.89      0.35      1.33      100.00        Ja
```

Gleitnachweis im GEO-2:



Gleitsicherheit:

Sohlreibungskoeffizient:	gleich phi gesetzt
Erdwiderstand berücksichtigen:	mit 25%
gewichtetes phi der umgebenden Erdschicht:	32.50 °
Neigung der Sohle:	0.00 °

Ep[kN] ... Erdwiderstand ohne Abminderung
Epk[kN] ... charakteristischer, mobilisierter Wert des Erdwiderstandes
γEpk ... Teilsicherheitsbeiwert für Erdwiderstand
Epd[kN] ... Bemessungswert des Erdwiderstandes

Rtd[kN] ... Bemessungswert des Gleitwiderstandes
Rtk[kN] ... charakteristischer Gleitwiderstand
γGl ... Teilsicherheitsbeiwert im Genzzustand GZ1B

Nk[kN] ... senkrecht wirkende Komponente der charak. Beanspruchung
δSk[°] ... charakteristischer Wert des Sohlreibungswinkels

Td[kN] ... Bemessungswert der Beanspruchung parallel zur Sohle
TGk[kN] ... verursacht durch ständige Lasten
TQk[kN] ... verursacht durch Verkehrslasten
γG ... Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen GZ1B
γE0g ... Teilsicherheitsbeiwert bei Erdruhedruck GZ1B
γQ ... Teilsicherheitsbeiw.ungünstige veränderliche Einwirkungen GZ1B

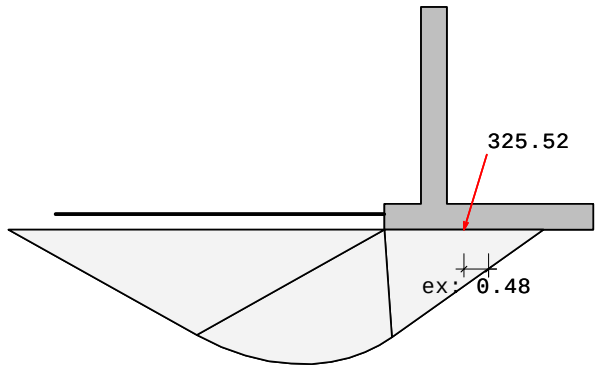
BS-P(1g):

Epk = Ep*0.25= 2.69*0.25 = 0.67 kN
Epd = Epk/γEp = 0.67/1.40 = 0.48 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 311.32*tan(32.50°) = 198.33 kN
Rtd = Rtk/γGl = 198.33/1.10 = 180.30 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.20 + 0.00*1.50 = 114.11 kN
Td <= Rtd + Epd 114.11<=180.30+0.48
... Nachweis erfüllt BS-P(1g)

BS-A(3):

Epk = Ep*0.25= 2.69*0.25 = 0.67 kN
Epd = Epk/γEp = 0.67/1.20 = 0.56 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 353.32*tan(32.50°) = 225.09 kN
Rtd = Rtk/γGl = 225.09/1.10 = 204.63 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.00 + 0.00*1.10 = 95.09 kN
Td <= Rtd + Epd 95.09<=204.63+0.56
... Nachweis erfüllt BS-A(3)

Grundbruchnachweis im GEO-2:



Grundbruchmuschel, LF 1(g)

Grundbruchwiderstandsformel:

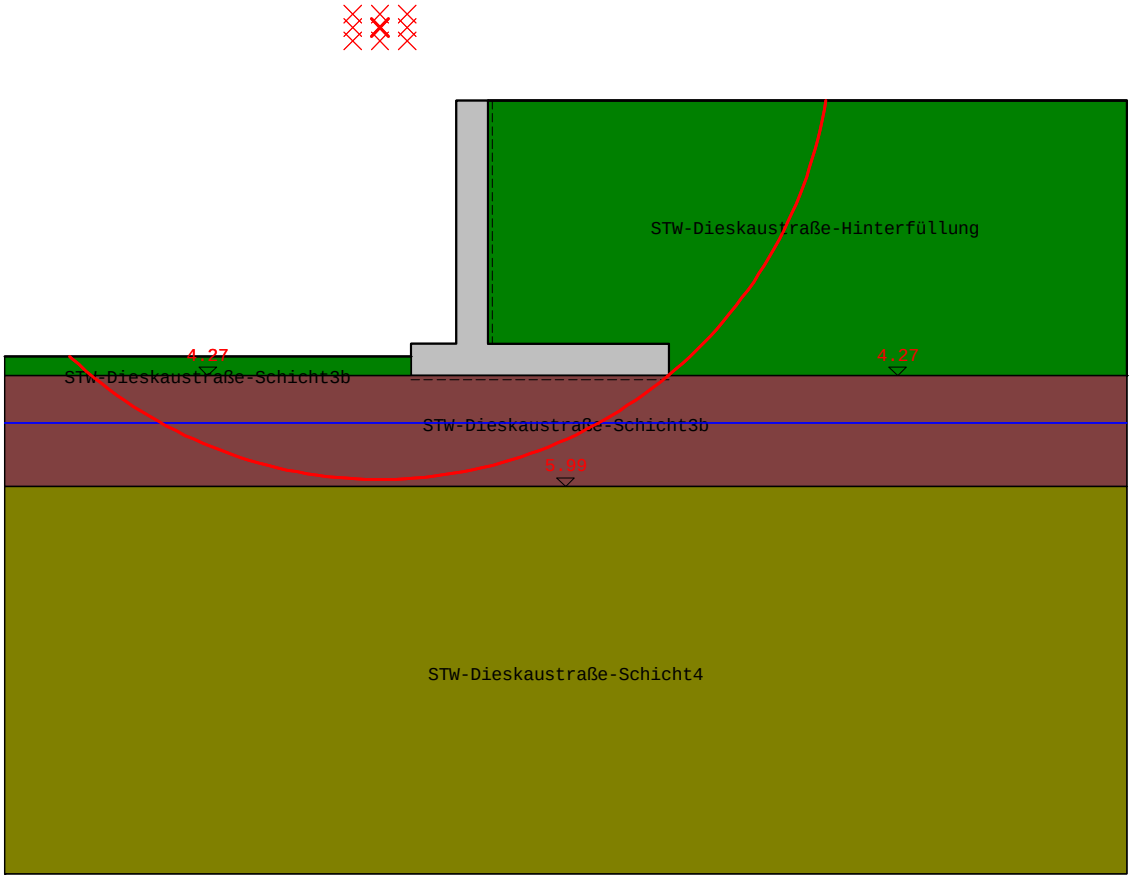
Rnk =a'*b'* [γ2*b'*Nb + (γ1*d+q) *Nd + c*Nc] ... DIN 4017

a' = 6.750 m b' = b-2eb
Nb = Nb0 * νb * ib * λb * ξb
Nd = Nd0 * νd * id * λd * ξd
Nc = Nc0 * νc * ic * λc * ξc

```
 Geländeneigung auf Talseite:   0.00 °
 Neigung der Sohle:    0.00 °
 Erdwiderstand berücksichtigen: mit 25%
 Nk    ... charakteristische Beanspruchung senkrecht zur Fundamentsohlfläche
 Tk    ... charakteristische Beanspruchung parallel zur Fundamentsohlfläche
 Epk   ... Erdwiderstand unvermindert
 Bk    ... Bodenreaktion ( Bk= Faktor[%]*Epk )
 delta ... Lastneigung tan(delta)= Tk/Nk
 Rnk   ... charakteristischer  Grundbruchwiderstand
 Rnd   ... Bemessungswert des Grundbruchwiderstand = Rnk / Sicherheit

 BS     Form    Neigung   Tragfähigkeit Geländeneig.   Sohlneig.  Bemessungskraft
 ---------------------------------------------------------------------------------
BS-P( νc: 1.25  ic: 0.52   Nc0: 35.69     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 2521.67
      νd: 1.24  id: 0.54   Nd0: 23.36     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 764.77
      νb: 0.86  ib: 0.38   Nb0: 14.01     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.48
     Ephk=18.17   Bhk=18.17*0.25=4.54  Bvk=0.00 kN
     |delta|=16.87°  <=  φk=32.07°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.20 + 0.00*1.50= 2521.67 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.31*1.20 + 0.00*1.50= 764.77 kN
     Rnk=6.75*3.05* [14.65*3.05*4.58 +
                     (18.00*0.30+0.00) *15.73 +
                     0.00*23.33]= 5963.72 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 5963.72/1.40= 4259.80 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt
```

```
BS-A( νc: 1.27  ic: 0.58   Nc0: 34.99     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 2413.26
      νd: 1.26  id: 0.59   Nd0: 22.72     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 637.31
      νb: 0.85  ib: 0.44   Nb0: 13.48     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.35
     Ephk=18.17   Bhk=18.17*0.25=4.54  Bvk=0.00 kN
     |delta|=14.96°  <=  φk=31.83°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.00 + 283.52*1.10= 2413.26 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.31*1.00 + 0.00*1.10= 637.31 kN
     Rnk=6.75*3.29* [13.98*3.29*5.01 +
                     (18.00*0.30+0.00) *16.98 +
                     0.00*25.58]= 7174.71 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 7174.71/1.20= 5978.92 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt


  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1g) erfüllt
  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-A(3) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:



Gleitkreis mit kleinster Sicherheit

Anzahl der untersuchten Kreise: 968
Rasterabstand der Kreismittelpunkte: x:0.42 m z:0.21 m

BS-A(3)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt. Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-A(3)	-1.60	-0.08	6.55	378.35	228.13	0.60	Ja

Setzungsnachweis im SLS

Setzung im linken (A) und rechten Punkt (B) am unteren Rand der Mauer.
Eine klaffende Fuge ist vorhanden, wenn die Resultierende aus der Sohlspannung innerhalb der Kernfläche liegt. Bei der Ermittlung der Spannungen im Punkt B wird eine um die Ausmitte reduzierte Breite angesetzt.

vorgegebene Einbindetiefe: keine berechnete Tiefe: 0.30 m
vorgegebene Grenztiefe: keine berechnete Tiefe: 8.00 m

BS	Punkt A[cm]	Punkt B[cm]	klaffende Fuge:
BS-P(1g)	1.08	0.46	nicht vorhanden
BS-A(3)	1.16	0.60	nicht vorhanden

Übersicht der Nachweise

Übersicht Sicherheitsnachweise äußere Sicherheit

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

BS-P(1g):

```
   Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=219.38  ... Nachweis erfüllt
   e= sum_Mk/sum_Pv= 474.54/313.13= 1.52    vorh_e=bl/2-e= 0.48 m
```

BS-A(3):

```
   Md, günstig= 640.28 >= Md,ungünstig=199.44  ... Nachweis erfüllt
   e= sum_Mk/sum_Pv= 581.85/355.13= 1.64    vorh_e=bl/2-e= 0.35 m
```

Sohlpressung im GEO-2:

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1g)	3.05	420.28	137.86	860.00	erfüllt
BS-A(3)	3.29	388.65	118.00	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-A(3)	365.89	0.35	1.33	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:

```
 Td <= Rtd + Epd      114.11<=180.30+0.48 ... Nachweis erfüllt BS-P(1g)
 Td <= Rtd + Epd      95.09<=204.63+0.56 ... Nachweis erfüllt BS-A(3)
```

Grundbruchnachweis im GEO-2:

```
  BS-P(1g):  Rnd >= Nd = 4259.80>=2521.67 ... Nachweis erfüllt
  BS-A(3):  Rnd >= Nd = 5978.92>=2413.26 ... Nachweis erfüllt

  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1g) erfüllt
  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-A(3) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:

```
 BS-A(3)Mittelpunkt des Gleitkreises mit kleinster Sicherheit ist ein Randpunkt.
Die Gleitkreisberechnung sollte mit einem neuen Ausschnitt wiederholt werden!
```

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-A(3)	-1.60	-0.08	6.55	378.35	228.13	0.60	Ja

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	3.04	0.00	28.86	-0.85	0.43
b-b	0.00	1.20	28.85	-0.79	0.43
c-c	0.00	16.10	29.06	-2.19	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	75.09	194.43	2528.75	0.00	0.070	45.0
b-b	0.00	96.14	199.68	2528.75	0.00	0.028	45.0
c-c	0.00	110.00	204.04	2528.75	0.00	0.370	45.0

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-A(3))

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.30	0.00	28.90	-1.12	0.43
b-b	0.00	1.30	28.84	-0.73	0.43
c-c	0.00	16.14	29.02	-1.92	0.42

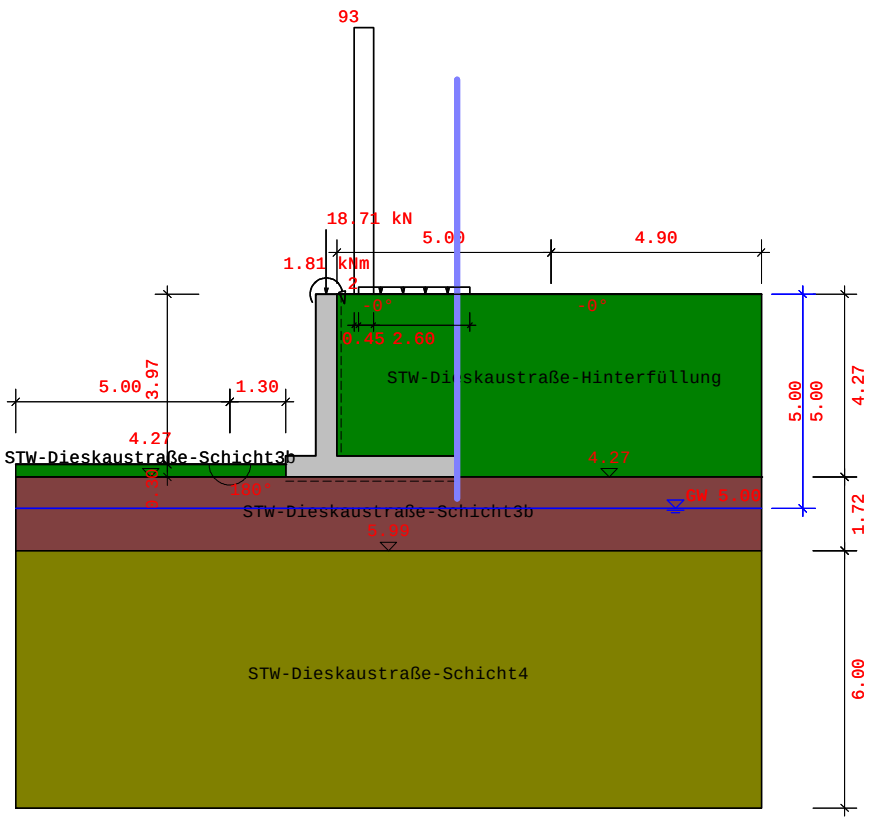
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-A(3))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	68.36	192.54	2528.75	0.00	0.122	45.0
b-b	0.00	82.65	198.69	2528.75	0.00	0.030	45.0
c-c	0.00	92.67	202.67	2528.75	0.00	0.371	45.0

LIMES Stützmauer V:22.0 22032022

Datei: Segment 5-A2
Projektname:
Stützwand Segment 5 - Lastmodell Entgleisung 2

System A



Verwendete Normen:

DIN EN 1997-1, Bemessung: DIN EN 1992-1-1

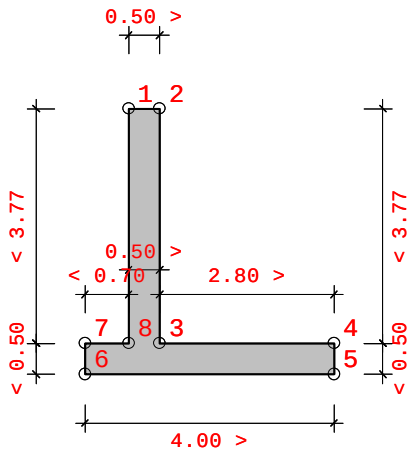
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungssituationen:	BS-P(1q)	BS-T(2)	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:			
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes			
günstig, ständig:	0.90	0.90	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00

```
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)
   ständig:                                          1.00    1.00    1.00
   ungünstig, veränderlich:                          1.30    1.20    1.00

STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)
   Erdwiderstand:                                    1.40    1.30    1.20
   Gleitwiderstand:                                  1.10    1.10    1.10

GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)
   tan phi':                                         1.25    1.15    1.10
   Kohäsion c':                                      1.25    1.15    1.10
```

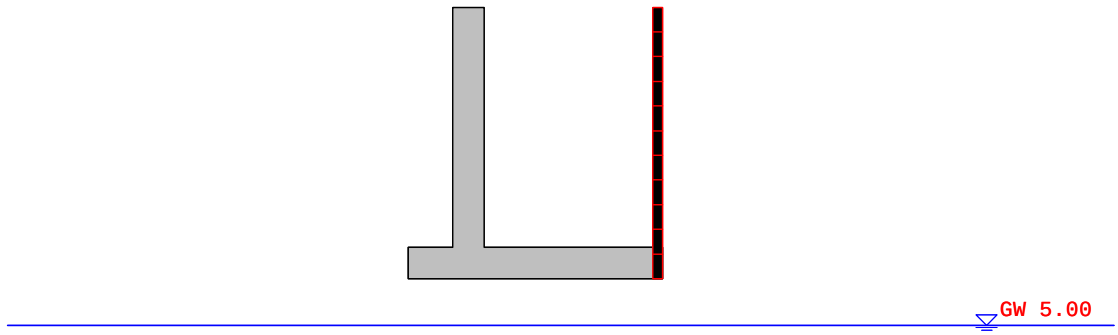
Protokoll der Eingabe:

Mauergeometrie:



Nr.	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.500	0.000
3	0.500	3.770
4	3.300	3.770
5	3.300	4.270
6	-0.700	4.270
7	-0.700	3.770
8	0.000	3.770

Grundwasser:



Wasserdruck auf die Mauer

Grundwasser rechts: 5.00 m

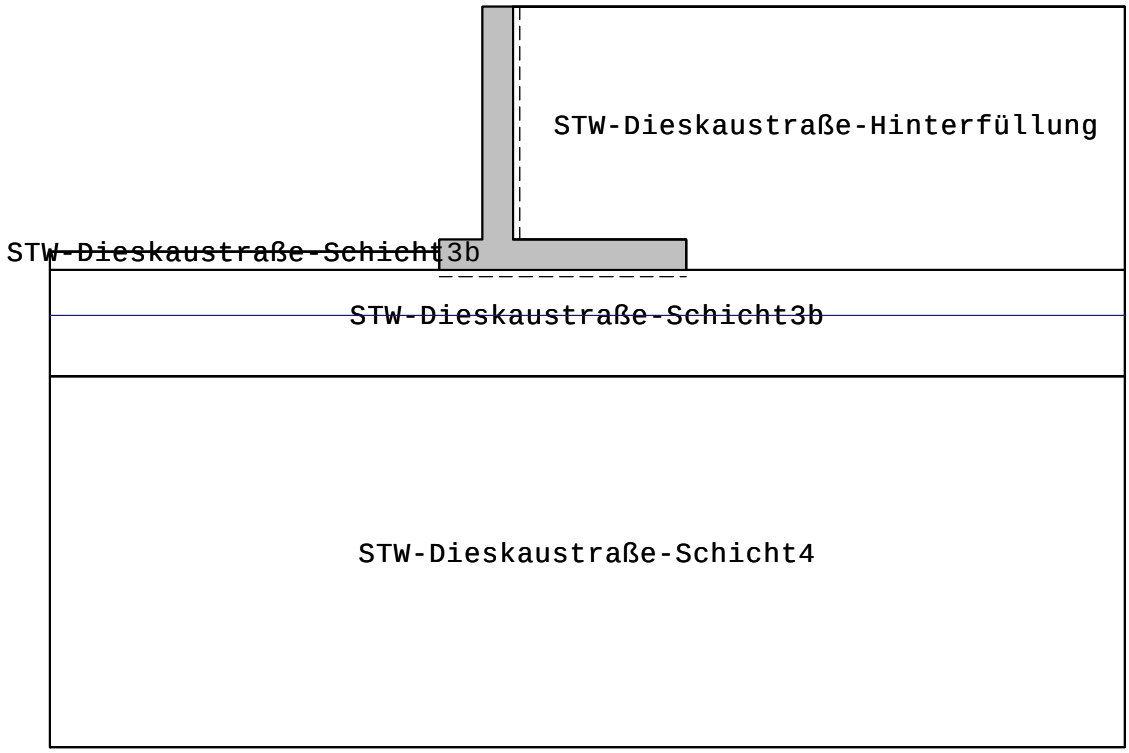
Einzellasten auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	Lastwinkel[°]	P[kN/m]	Reibung
BS-P(1g)	0.25	0.00	270.00	18.71	Nein

Momente auf die Mauer wirkend:

BS	x[m]	z [m]	M[kNm/m]
BS-P(1g)	0.25	0.00	1.81

Erdschichten:



Erdschicht Parameter

Gewicht Hinterfüllung: 18.00 [kN/m3]
Hinterfüllung berücksichtigen: Nein
Wandreibungswinkel: gleich Geländeneigung

Name	phi[°]	delta	Kohä.	gamma	gamma'	Es
STW-Dieskaustraße-Hinter	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	18.00	8.00	10000
STW-Dieskaustraße-Schich	32.50	0.00	0.00	20.00	11.00	30000
STW-Dieskaustraße-Schich	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	30000

Lasten:

Einheiten ... StreifenLast [kN/m2], Linienlast [kN/m]

Lastart	BS	x1 [m]	z1 [m]	b [m]	q1	q2	Umlag.	ph [kN/m]	S' [kN/m]
Block	BS-P(1g)	1.00	0.00	2.60	2.38	2.38	Konstant	-	-
Block	BS-A(3)	0.90	0.00	0.45	93.30	93.30	Konstant	-	-

Ergebnisse:

Erddruck:

Erddruck Optionen:

```
 Verdichtungserddruck wird berücksichtigt
    Verfüllungsbreite:              2.500 m
    Erddruckspannung ev(h):         25.00  kN/m2   zp=0.42 m, za=2.57 m
 Last-Berechnung iterativ:          Nein
 Kohäsion Berücksichtigung          nach DIN 4085
   min Kah: 0.18
 Berechnung des                     erhöhten aktiven Erddrucks
 Erdruhedruck nach DIN 4085-100 rechnen.
   Anteil des Erdruhedrucks:        25%
 Erddruckansatz auf:                auf den senkrechten Schnitt
 Konsolen vorhanden?                Nein
 Wandreibungswinkel:                gleich Geländeneigung
```

Erddruckbeiwerte:

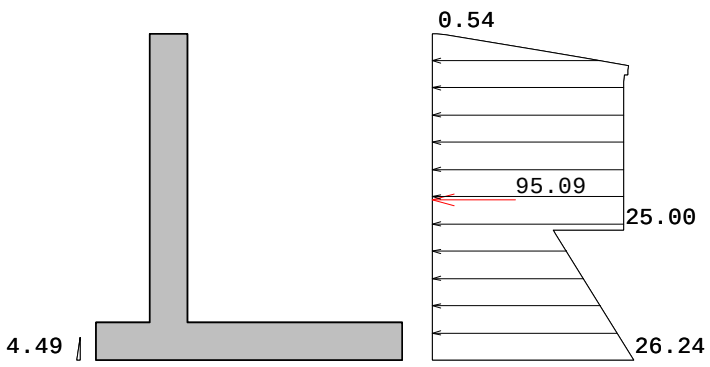
Nr.	Name	φ[°]	δ[°]	α[°]	β[°]
1	STW-Dieskaustraße-Hinterfüllun	32.50	0.00	0.00	0.00
2	STW-Dieskaustraße-Schicht4	30.00	0.00	0.00	0.00

Nr.	Kah	Kach	K0h	Kph	Kpch
1	0.301	---	0.463	3.322	---
2	0.333	---	0.500	---	---

charakteristischer Horizontalanteil der Erddruckspannung (nicht umgelagert):

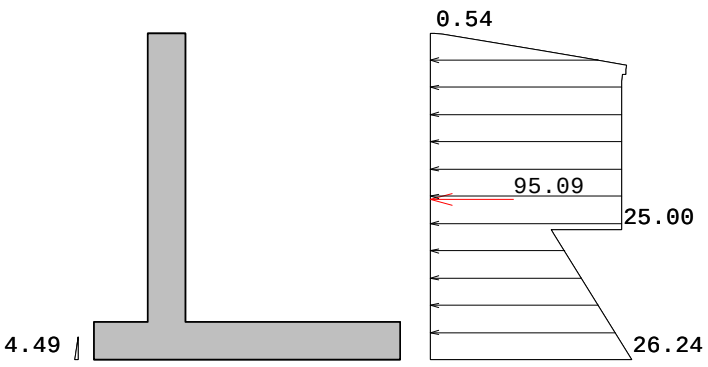
Der vorhandene Erdwiderstand wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

BS-P(1g):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

BS-A(3):



z-Koo[m]	eh[kN/m2]
0.000	0.000
0.000	0.537
0.013	1.567
0.125	8.168
0.225	14.078
0.325	20.020
0.418	25.568
0.475	25.558
0.547	25.553
0.547	25.016
0.625	25.011
2.567	25.000
2.567	15.779
2.625	16.132
4.270	26.241
4.270	0.000

Belastung Optionen:

```
Erdwiderstand berücksichtigen:                                  Nein
Verdichtungserddruck berücksichtigen:                           Ja
   Verfüllungsbreite:                    2.800 m
   Erddruckspannung ev(h):      25.00 kN/m2   zp=0.42 m, za=3.77 m
Auflast auf Talseite berücksichtigen:                           Nein
Hinterfüllung Gewicht berücksichtigen:                          Nein
Erddruck durch Bodeneigengewicht berücksichtigen:               Ja
Auflasten rechts berücksichtigen:                               Ja
Vorgegebene Erddrücke berücksichtigen:                          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW rechts berücksichtigen:          Ja
Hydrostatischen Druck durch GW links berücksichtigen:           Ja
Vorgegebene Belastung durch Wasser rechts berücksichtigen:      Nein
```

GzT- und GzG-Nachweis:

```
Norm:                        DIN EN 1992-1-1
Beton Wand:                  C35/45
Beton Sohle:                 C35/45
Bewehrung:                  B500S
Betongewicht:                25.00 kN/m3
Bewehrungsachsabstand hu Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand hu Sohle:       6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Wand:        6.50 cm
Bewehrungsachsabstand ho Sohle:       6.50 cm

Bemessung der Wand mit Erdruhedruck:                            Ja
Anforderungsklasse:                    Klasse D
Bauteil:                               Platte
Bauwerkstyp:                           Brückenbau/Eisenbahnbrücke 1 Gleis
Expositionsklassen:
  XC4: Wechselnd nass und trocken
  XD1: Mäßige Feuchte
```

GzT-Nachweis:

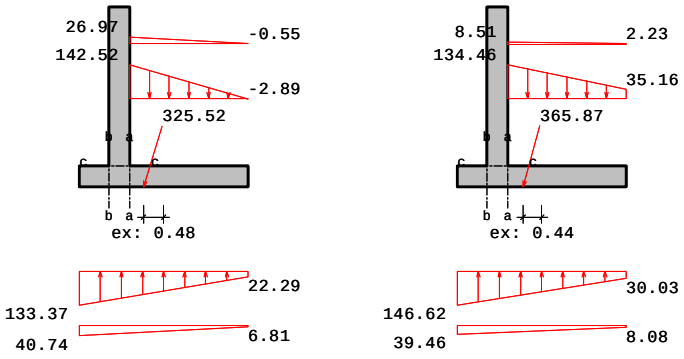
```
  Mindestlängsbewehrung                Nein
  Mindestquerkraftbewehrung            Nein
  Bemessung der Wand als Druckglied    Nein
  Bemessung des Sporn als Druckglied   Nein
```

GzG-Nachweis:

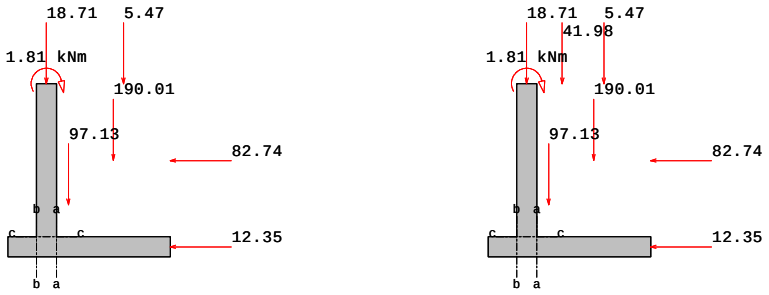
```
  Abgeschlossene Rissbildung - direkte Rissbreitenberechnung

  Mindestbewehrung Einzelrissbildung:  Ja
  Rechnerische Rissbreite              0.20 mm
  Grenzdurchmesser oben                16.00 mm
  Grenzdurchmesser unten               16.00 mm
```

Materialbeiwerte:

	ständig/vorübergehend	außergewöhnlich	Dauerstandsbeiwert
Beton	1.50	1.20	0.85
Bewehrung	1.15	1.00	



BS BS-P(1g), BS-A(3), Spannungen, die auf das Wandsystem wirken:

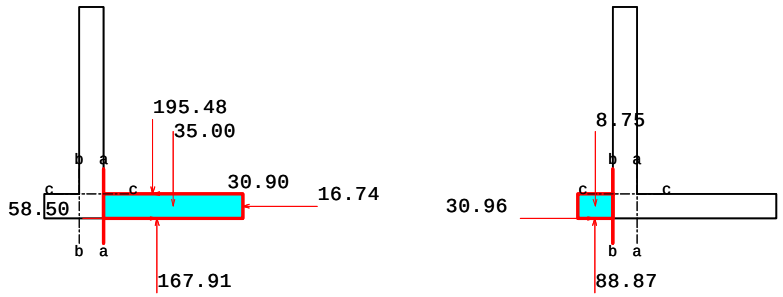


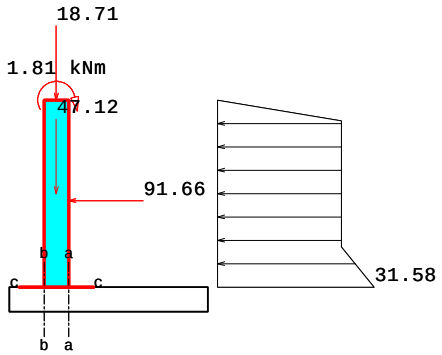
BS BS-P(1g), BS-A(3), Kräfte, die auf das Wandsystem wirken:

Bemessungsschnitte:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nr.	Position	xm[m]	zm[m]	d[cm]
a-a	Sohle	0.50	4.02	50.00
b-b	Sohle	0.00	4.02	50.00
c-c	Wand	0.25	3.77	50.00

Bemessungsschnitte: BS-P(1)





BS-P(1g), Kräfte am geschnittenen Bauteil

```
γG       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B ständige Einwirkungen
γQ       ... Teilsicherheitsbeiwert GZ1B veränderliche Einwirkungen
Mkg      ... charakteristisches ständiges Moment
Mkq      ... charakteristisches veränderliches Moment
Md       ... Bemessungsmoment Md
Nkg      ... charakteristische ständige Normalkraft
Nkq      ... charakteristische veränderliche Normalkraft
Nd       ... Bemessungsnormalkraft
Qkg      ... charakteristische ständige Querkraft
Qkq      ... charakteristische veränderliche Querkraft
Qd       ... Bemessungsquerkraft
Md = Mkg*γG + Mkq*γQ
Nd = Nkg*γG + Nkq*γQ
Qd = Qkg*γG + Qkq*γQ
```

```
psi1        ... Kombinationsbeiwert für häufige Belastung
psi2        ... Kombinationsbeiwert für quasi, ständige Belastung
M,Q,N_rare  ... charakteristische Schnittkräfte, seltene Belastung
M,Q,N_freq  ... charakteristische Schnittkräfte, häufige Belastung
M,Q,N_quasi ... charakteristische Schnittkräfte, quasi, ständige Belastung

 M_rare   = Mkg+ Mkq
 M_freq   = Mkg+ Mkq*psi1
 M_quasi  = Mkg+ Mkq*psi2
```

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.20	1.50	-39.04	0.00	-46.84	10.87	0.00	13.04
b-b	1.20	1.50	21.15	0.00	25.38	-30.96	0.00	-37.16
c-c	1.20	1.50	157.59	0.00	189.10	-65.83	0.00	-79.00

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	0.00	75.09
b-b	80.12	0.00	96.14
c-c	-91.66	0.00	-110.00

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.20	1.50	-39.04	-39.04	-39.04
b-b	0.75	0.20	1.20	1.50	21.15	21.15	21.15
c-c	0.75	0.20	1.20	1.50	157.59	157.59	157.59

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	10.87	10.87	10.87	62.58	62.58	62.58
b-b	-30.96	-30.96	-30.96	80.12	80.12	80.12
c-c	-65.83	-65.83	-65.83	-91.66	-91.66	-91.66

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

```
aso  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung oben
asu  [cm2]          ... erf. Längsbewehrung unten
epsz[o/oo]          ... Stahldehnung
epsd[o/oo]          ... Betonstauchung
zi[m]               ... innerer Hebelarm
```

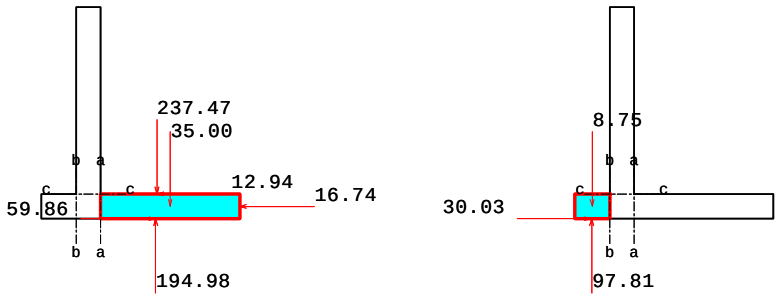
Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	3.04	0.00	28.86	-0.85	0.43
b-b	0.00	1.20	28.85	-0.79	0.43
c-c	0.00	16.10	29.06	-2.19	0.42

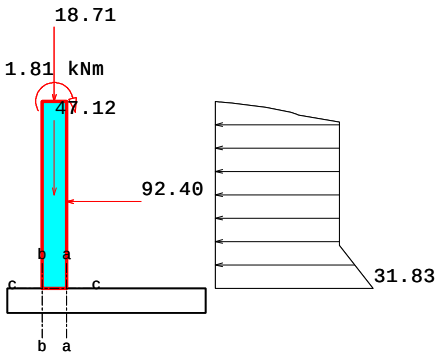
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

```
 ass[cm2/m]  ... erf.Schubbewehrung, unter 90°
 VRdct[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des biegebewehrten Bauteiles
 VRdmax[kN]  ... Querkrafttragfähigkeit der Betondruckstrebe
 vsd [kN]    ... maßgebende Querkraft
 VRd,s[kN]   ... Querkrafttragfähigkeit des schubbewehrten Bauteils
 rho[%]      ... Bewehrungsgrad längs
 theta[°]    ... Druckstrebenneigung nach DAfStb/H.425
```

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	75.09	194.43	2528.75	0.00	0.070	45.0
b-b	0.00	96.14	199.68	2528.75	0.00	0.028	45.0
c-c	0.00	110.00	204.04	2528.75	0.00	0.370	45.0

Bemessungsschnitte: BS-A(3)





BS-A(3), Kräfte am geschnittenen Bauteil

Schnittgrößen im GzT

Nr.	γG	γQ	Mkg	Mkq	Md	Nkg	Nkq	Nd
a-a	1.00	1.10	-39.04	-44.68	-88.18	10.87	19.31	32.11
b-b	1.00	1.10	21.15	3.40	24.89	-30.96	0.94	-29.93
c-c	1.00	1.10	157.59	1.73	159.49	-65.83	0.00	-65.83

Nr.	Qkg	Qkq	Qd
a-a	62.58	14.91	78.98
b-b	80.12	8.94	89.95
c-c	-91.66	-0.73	-92.47

Schnittgrößen GZG

Nr.	psi1	psi2	γG	γQ	M,rare	M,freq	M,quasi
a-a	0.75	0.20	1.00	1.10	-83.72	-72.55	-47.97
b-b	0.75	0.20	1.00	1.10	24.55	23.70	21.83
c-c	0.75	0.20	1.00	1.10	159.32	158.88	157.93

Nr.	N,rare	N,freq	N,quasi	Q,rare	Q,freq	Q,quasi
a-a	30.18	25.35	14.73	77.49	73.76	65.56
b-b	-30.03	-30.26	-30.78	89.06	86.82	81.90
c-c	-65.83	-65.83	-65.83	-92.40	-92.21	-91.81

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.85	0.00	28.92	-1.21	0.43
b-b	0.00	1.39	28.85	-0.77	0.43
c-c	0.00	16.25	29.02	-1.93	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	78.98	192.44	2528.75	0.00	0.134	45.0
b-b	0.00	89.95	198.92	2528.75	0.00	0.032	45.0
c-c	0.00	92.47	202.67	2528.75	0.00	0.374	45.0

Erdstatische Nachweise zur äußeren Standsicherheit:
bezogen auf 1m Wandbreite

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

äußerster, linker, unterer Knotenpunkt der Mauer:
x=-0.70 z=4.27 [m]

P ... Wert des Lastvektors in [kN]
Pv ... Vertikalanteil von P in [kN]
Ph ... Horizontalanteil von P in [kN]
WEQU ... Wirkung in EQU günstig=günst ungünstig=ungün
WSTR ... Wirkung in STR günstig=günst ungünstig=ungün
Art ... Art der Belastung veränderlich=Q, ständig=G, Erdwiderstand=Ep
gamma ... Teilsicherheitsbeiwerte im EQU und STR
M,k ... charakteristisches Moment um den Knotenpunkt der Mauer
M,EQU ... teilsicherheitsbehaftetes Moment um den Knotenpunkt der Mauer

BS-P(1g):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.90	17.77	16.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.90	1.81	1.63
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.10	-196.42	-216.06
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.10	-3.02	-3.33
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.90	144.77	130.29
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.90	15.60	14.04
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.90	494.02	444.62
				313.13	95.09			474.54	387.19

Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=219.38 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 474.54/313.13= 1.52 vorh_e=bl/2-e= 0.48 m

BS-A(3):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	WEQU	γEQU	M,k	M,EQU
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	günst	0.95	17.77	16.89
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	günst	0.95	1.81	1.72
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	ungün	1.00	-196.42	-196.42
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	ungün	1.00	-3.02	-3.02
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	günst	0.95	144.77	137.53
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	günst	0.95	15.60	14.82
41.98	Q	1.12	0.00	41.98	0.00	günst	0.00	76.62	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	günst	0.95	494.02	469.32
				355.11	95.09			551.16	440.84

Md, günstig= 640.28 >= Md,ungünstig=199.44 ... Nachweis erfüllt

e= sum_Mk/sum_Pv= 551.16/355.11= 1.55 vorh_e=bl/2-e= 0.44 m

Sohlpressung im GEO-2:

BS-P(1g):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.35	25.26	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.35	2.44	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.35	0.00	111.69
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.35	0.00	16.68
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.35	131.12	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.35	7.39	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.35	256.51	0.00
				313.13	95.09		422.72	128.37

Resultierende charakteristisch Rk=325.52 kN aus Rvk=311.32 Rhk=95.09
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=439.45 kN ... Rv,d=420.28 Rh,d=128.37

BS-A(3):

P[kN]	Art	x-pos	z-pos	Pv[kN]	Ph[kN]	γSTR	Rvd	Rhd
18.71	G	0.25	0.00	18.71	0.00	1.10	20.58	0.00
1.81	G	0.25	0.00	1.81	0.00	1.10	1.99	0.00
82.74	G	3.30	1.90	0.00	82.74	1.10	0.00	91.01
12.35	G	3.30	4.03	0.00	12.35	1.10	0.00	13.59
97.13	G	0.79	2.98	97.13	0.00	1.10	106.84	0.00
5.47	G	2.15	0.00	5.47	0.00	1.10	6.02	0.00
41.98	Q	1.12	0.00	41.98	0.00	1.10	46.18	0.00
190.01	G	1.90	1.89	190.01	0.00	1.10	209.01	0.00
				355.11	95.09		390.62	104.60

Resultierende charakteristisch Rk=365.87 kN aus Rvk=353.30 Rhk=95.09
Resultierende der Belastung im STR ohne Ep Rd=402.46 kN ... Rv,d=388.63 Rh,d=104.60

Einbindetiefe: 0.30 m
Zulässige Spannung vorgegeben: Ja
reduzierte Breite b' b'= 2* (b/2- e) e...Ausmitte

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1g)	3.05	420.28	137.86	860.00	erfüllt
BS-A(3)	3.12	388.63	124.56	860.00	erfüllt

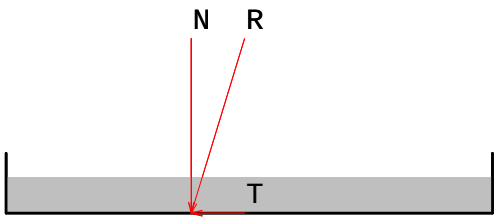
Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

```
Länge der Fundamentunterkante b:   4.000 m
Erlaubte Ausmitte für ständige Lasten b/6:    0.667 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche

   BS       Rk[kN]   vorh.e[m]  zul.e[m]   Asohl[%]    Nachw.erfüllt
-------------------------------------------------------------------------
BS-P(1g)      325.52      0.48      0.67      100.00        Ja
```

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

```
Erlaubte Ausmitte b/3:    1.333 m

Rk [kN]   ... resultierende charakteristische Beanspruchung
Asohl [%] ... überdrückte Sohlfläche

   BS       Rk[kN]   vorh.e[m]  zul.e[m]   Asohl[%]    Nachw.erfüllt
-------------------------------------------------------------------------
BS-A(3)       365.87      0.44      1.33      100.00        Ja
```

Gleitnachweis im GEO-2:



Gleitsicherheit:

Sohlreibungskoeffizient:	gleich phi gesetzt
Erdwiderstand berücksichtigen:	mit 25%
gewichtetes phi der umgebenden Erdschicht:	32.50 °
Neigung der Sohle:	0.00 °

Ep[kN] ... Erdwiderstand ohne Abminderung
Epk[kN] ... charakteristischer, mobilisierter Wert des Erdwiderstandes
γEpk ... Teilsicherheitsbeiwert für Erdwiderstand
Epd[kN] ... Bemessungswert des Erdwiderstandes

Rtd[kN] ... Bemessungswert des Gleitwiderstandes
Rtk[kN] ... charakteristischer Gleitwiderstand
γGl ... Teilsicherheitsbeiwert im Genzzustand GZ1B

Nk[kN] ... senkrecht wirkende Komponente der charak. Beanspruchung
δSk[°] ... charakteristischer Wert des Sohlreibungswinkels

Td[kN] ... Bemessungswert der Beanspruchung parallel zur Sohle
TGk[kN] ... verursacht durch ständige Lasten
TQk[kN] ... verursacht durch Verkehrslasten
γG ... Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen GZ1B
γE0g ... Teilsicherheitsbeiwert bei Erdruhedruck GZ1B
γQ ... Teilsicherheitsbeiw.ungünstige veränderliche Einwirkungen GZ1B

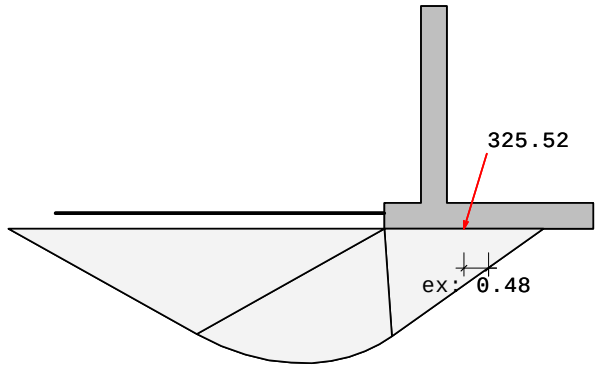
BS-P(1g):

Epk = Ep*0.25= 2.69*0.25 = 0.67 kN
Epd = Epk/γEp = 0.67/1.40 = 0.48 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 311.32*tan(32.50°) = 198.33 kN
Rtd = Rtk/γGl = 198.33/1.10 = 180.30 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.20 + 0.00*1.50 = 114.11 kN
Td <= Rtd + Epd 114.11<=180.30+0.48
... Nachweis erfüllt BS-P(1g)

BS-A(3):

Epk = Ep*0.25= 2.69*0.25 = 0.67 kN
Epd = Epk/γEp = 0.67/1.20 = 0.56 kN
Rtk = Nk*tanδSk = 353.30*tan(32.50°) = 225.08 kN
Rtd = Rtk/γGl = 225.08/1.10 = 204.62 kN
Td = TGk*γG + TQk*γQ = 95.09*1.00 + 0.00*1.10 = 95.09 kN
Td <= Rtd + Epd 95.09<=204.62+0.56
... Nachweis erfüllt BS-A(3)

Grundbruchnachweis im GEO-2:



Grundbruchmuschel, LF 1(g)

Grundbruchwiderstandsformel:

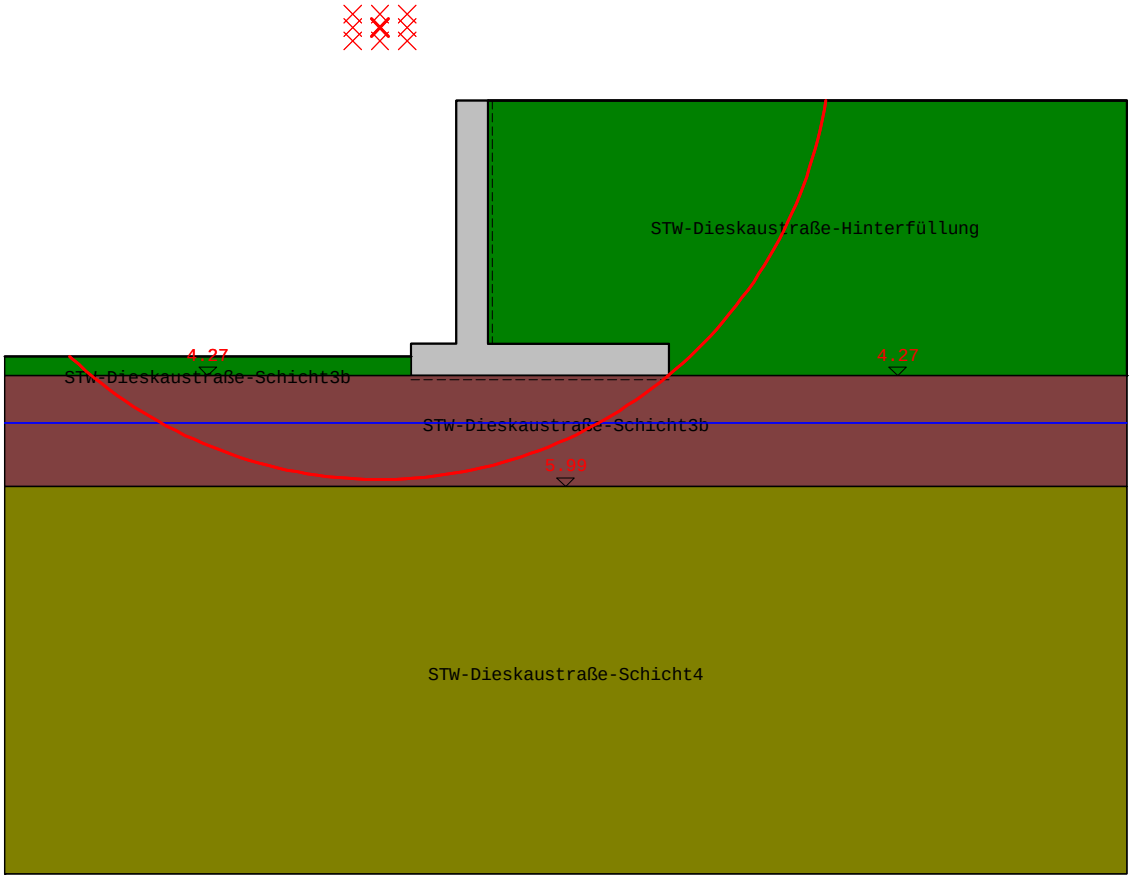
Rnk =a'*b'* [γ2*b'*Nb + (γ1*d+q) *Nd + c*Nc] ... DIN 4017

a' = 6.750 m b' = b-2eb
Nb = Nb0 * νb * ib * λb * ξb
Nd = Nd0 * νd * id * λd * ξd
Nc = Nc0 * νc * ic * λc * ξc

```
 Geländeneigung auf Talseite:   0.00 °
 Neigung der Sohle:    0.00 °
 Erdwiderstand berücksichtigen: mit 25%
 Nk    ... charakteristische Beanspruchung senkrecht zur Fundamentsohlfläche
 Tk    ... charakteristische Beanspruchung parallel zur Fundamentsohlfläche
 Epk   ... Erdwiderstand unvermindert
 Bk    ... Bodenreaktion ( Bk= Faktor[%]*Epk )
 delta ... Lastneigung tan(delta)= Tk/Nk
 Rnk   ... charakteristischer  Grundbruchwiderstand
 Rnd   ... Bemessungswert des Grundbruchwiderstand = Rnk / Sicherheit

 BS     Form    Neigung   Tragfähigkeit Geländeneig.   Sohlneig.  Bemessungskraft
 ---------------------------------------------------------------------------------
BS-P( νc: 1.25  ic: 0.52   Nc0: 35.69     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 2521.67
      νd: 1.24  id: 0.54   Nd0: 23.36     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 764.77
      νb: 0.86  ib: 0.38   Nb0: 14.01     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.48
     Ephk=18.17   Bhk=18.17*0.25=4.54  Bvk=0.00 kN
     |delta|=16.87°  <=  φk=32.07°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.20 + 0.00*1.50= 2521.67 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.31*1.20 + 0.00*1.50= 764.77 kN
     Rnk=6.75*3.05* [14.65*3.05*4.58 +
                     (18.00*0.30+0.00) *15.73 +
                     0.00*23.33]= 5963.72 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 5963.72/1.40= 4259.80 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt
```

```
BS-A( νc: 1.26  ic: 0.57   Nc0: 35.18     λc: 1.00     ξc: 1.00     N: 2413.13
      νd: 1.24  id: 0.59   Nd0: 22.90     λd: 1.00     ξd: 1.00      T: 637.31
      νb: 0.86  ib: 0.43   Nb0: 13.63     λb: 1.00     ξb: 1.00      eb: 0.44
     Ephk=18.17   Bhk=18.17*0.25=4.54  Bvk=0.00 kN
     |delta|=14.96°  <=  φk=31.90°
     Nd=NG,k*γG + NQ,k*γQ = 2101.39*1.00 + 283.40*1.10= 2413.13 kN
     Td=TG,k*γG + TQ,k*γQ = 637.31*1.00 + 0.00*1.10= 637.31 kN
     Rnk=6.75*3.12* [14.16*3.12*5.09 +
                     (18.00*0.30+0.00) *16.88 +
                     0.00*25.34]= 6661.54 kN

     Rnd= Rnk / γGr= 6661.54/1.20= 5551.28 kN
          Rnd >= Nd ... Nachweis erfüllt


  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1g) erfüllt
  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-A(3) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:




```
Gleitkreis mit kleinster Sicherheit

Anzahl der untersuchten Kreise:   968
Rasterabstand der Kreismittelpunkte:  x:0.42 m  z:0.21 m
```

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-A(3)	-1.60	-0.71	6.99	380.87	224.68	0.59	Ja

Setzungsnachweis im SLS

Setzung im linken (A) und rechten Punkt (B) am unteren Rand der Mauer.
Eine klaffende Fuge ist vorhanden, wenn die Resultierende aus der Sohlspannung innerhalb der Kernfläche liegt. Bei der Ermittlung der Spannungen im Punkt B wird eine um die Ausmitte reduzierte Breite angesetzt.

vorgegebene Einbindetiefe: keine berechnete Tiefe: 0.30 m
vorgegebene Grenztiefe: keine berechnete Tiefe: 8.00 m

BS	Punkt A[cm]	Punkt B[cm]	klaffende Fuge:
BS-P(1g)	1.08	0.46	nicht vorhanden
BS-A(3)	1.20	0.56	nicht vorhanden

Übersicht der Nachweise

Übersicht Sicherheitsnachweise äußere Sicherheit

Nachweis des statischen Gleichgewichtes im EQU:

BS-P(1g):

```
   Md, günstig= 606.58 >= Md,ungünstig=219.38  ... Nachweis erfüllt
   e= sum_Mk/sum_Pv= 474.54/313.13= 1.52    vorh_e=bl/2-e= 0.48 m
```

BS-A(3):

```
   Md, günstig= 640.28 >= Md,ungünstig=199.44  ... Nachweis erfüllt
   e= sum_Mk/sum_Pv= 551.16/355.11= 1.55    vorh_e=bl/2-e= 0.44 m
```

Sohlpressung im GEO-2:

BS	b'[m]	Rvd[kN]	vorhσ,d	zulσ,d	
BS-P(1g)	3.05	420.28	137.86	860.00	erfüllt
BS-A(3)	3.12	388.63	124.56	860.00	erfüllt

Kippnachweis im EQU, ständige plus veränderliche Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-A(3)	365.87	0.44	1.33	100.00	Ja

Kippnachweis im EQU, ständige Lasten

BS	Rk[kN]	vorh.e[m]	zul.e[m]	Asohl[%]	Nachw.erfüllt
BS-P(1g)	325.52	0.48	0.67	100.00	Ja

Gleitnachweis im GEO-2:

```
 Td <= Rtd + Epd      114.11<=180.30+0.48 ... Nachweis erfüllt BS-P(1g)
 Td <= Rtd + Epd      95.09<=204.62+0.56 ... Nachweis erfüllt BS-A(3)
```

Grundbruchnachweis im GEO-2:

```
  BS-P(1g):  Rnd >= Nd = 4259.80>=2521.67 ... Nachweis erfüllt
  BS-A(3):  Rnd >= Nd = 5551.28>=2413.13 ... Nachweis erfüllt

  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-P(1g) erfüllt
  Nachweis wurde für die Bemessungssituation BS-A(3) erfüllt
```

Gleitkreisnachweis im GEO-3:

relevanter Gleitkreis:

BS	x-Koo[m]	z-Koo[m]	Radius[m]	Rd	Ed	Ed/Rd	erfüllt
BS-P(1g)	-1.18	-1.13	7.01	303.78	200.60	0.66	Ja
BS-A(3)	-1.60	-0.71	6.99	380.87	224.68	0.59	Ja

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	3.04	0.00	28.86	-0.85	0.43
b-b	0.00	1.20	28.85	-0.79	0.43
c-c	0.00	16.10	29.06	-2.19	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-P(1))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	75.09	194.43	2528.75	0.00	0.070	45.0
b-b	0.00	96.14	199.68	2528.75	0.00	0.028	45.0
c-c	0.00	110.00	204.04	2528.75	0.00	0.370	45.0

Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-A(3))

Nr.	aso	asu	epsz	epsd	zi
a-a	5.85	0.00	28.92	-1.21	0.43
b-b	0.00	1.39	28.85	-0.77	0.43
c-c	0.00	16.25	29.02	-1.93	0.42

Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG: (LF BS-A(3))

Nr.	ass	vsd	VRdct	VRdmax	VRd,s	rho	theta
a-a	0.00	78.98	192.44	2528.75	0.00	0.134	45.0
b-b	0.00	89.95	198.92	2528.75	0.00	0.032	45.0
c-c	0.00	92.47	202.67	2528.75	0.00	0.374	45.0

2.4 Zusammenstellung der Stahlbeton-bemessung / ergänzende Nachweise

10.4 Zusammenstellung der Stahlbetonbemessung / ergänzende Nachweise

Fundament:

Beton C 35/45

f_{ck} =	35,0	MN/m²
f_{bd} =	3,4	MN/m²
f_{ctm} =	3,20	MN/m²
$f_{cd} = \alpha \times f_{ck} / \gamma_c$		
α =	0,85	für Druck
γ_c =	1,50	
f_{cd} =	19,83	MN/m²

Wand:

Beton C 35/45

f_{ck} =	35,0	MN/m²
f_{bd} =	3,4	MN/m²
f_{ctm} =	3,20	MN/m²
$f_{cd} = \alpha \times f_{ck} / \gamma_c$		
α =	0,85	für Druck
γ_c =	1,50	
f_{cd} =	19,83	MN/m²

Betonstahl B 500B

f_{yk} =	500	N/mm²
γ_s =	1,15	- Grundkombination
f_{yd} =	435	N/mm² $= f_{yk} / \gamma_s$

Betondeckung C_{nom} = 5,50 cm

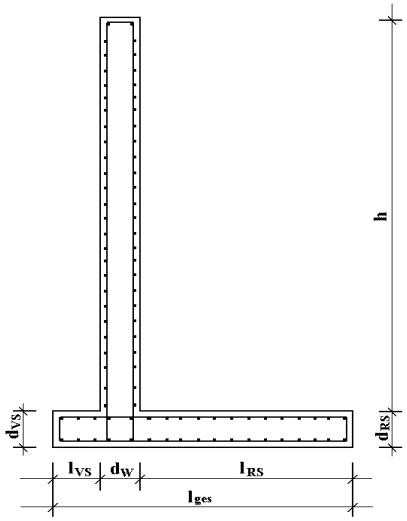
- Geometrie: Fundament:

l_{VS} =	0,50	m
l_{RS} =	2,80	m
l_{ges} =	4,00	m
d_{VS} =	50,0	cm
d_{RS} =	50,0	cm
d_{AS} =	50,0	cm (im Wandanschnitt)

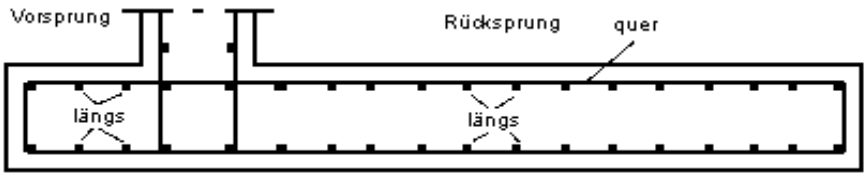
Wand:

h =	3,82	m
d_u =	50,0	cm
d_o =	50,0	cm
L_{Wand} =	6,75	m (Abschnittslänge der Wand)

Systemskizze:



a) Fundament



- erforderlicher Stahlquerschnitt aus Mindestbewehrung:

untere Grenze: ∅ 10 mm a = 20 cm

min As = 3,93 cm^2/m

allgemein:

min As = 0,06 × 100 × h / 100

h = 65,0 cm

min As_1 = 3,90 cm^2/m

Die Bewehrung im Fundament wird randparallel verlegt.

Ermittlung der Betonspannung aus Zwang durch Reibung auf dem Untergrund nach der Betonage

A_{Grund} =	27,000	m^2	d =	0,50	m
G_{Platte} =	337,50	kN	L =	6,75	m
$\sigma_{0,G}$ =	12,50	KN/m^2	b =	4,00	m
			γ_B =	25,0	KN/m^3
σ_0 =	12,50	KN/m^2			

Hinweis: Die Betonage erfolgt komplett!

Anzahl Abschnitte: 1

L' = 6,75 m

Nachweis in Längsrichtung der Bodenplatte

Untergrundausbildung

Sauberkeitsschicht

$N_{ct,d} = \gamma_{ct} \times \mu_d \times \sigma_0 \times L'/2$

$\sigma_{ct,d} = N_{ct,d} / A_{ct}$

A_{ct} =	d × 1,00 m		μ_0 =	1,3 - 2,0	
A_{ct} =	0,500	m^2	μ_0 =	2,00	(gewählt)
			γ_{ct} =	1,00	
$N_{ct,d}$ =	113,91	KN/m	γ_R =	1,35	
$\sigma_{ct,d}$ =	227,81	KN/m^2	μ_d =	2,7	
$\sigma_{ct,d}$ =	0,23	MN/m^2			

Mindestbewehrung aus Rissbreitenbeschränkung

Beton C	35/45	f_{ck} =	35,0	MN/m^2	
		f_{bd} =	3,40	MN/m^2	
		f_{ctm} =	3,20	MN/m^2	
Betonstahl	B 500B	f_{yk} =	500	N/mm^2	
		γ_s =	1,15	- Grundkombination	
		f_{yd} =	435	N/mm^2	= f_{yk} / γ_s
		E_s =	200000	N/mm^2	
	Betondeckung:	C_{nom} =	5,50	cm	
	zulässige Rissbreite:	w_k =	0,2	mm	
	Bauteildicke:	h =	50,0	cm	

Tabelle 12. Rechengrößen für Reibungsbeiwerte μ_0

Zeile	Unterkonstruktion [1]	Gleitschicht/Trennlage	Reibungsbeiwert μ_0 für 1. Verschiebung	Quelle
1	grobkörniger Baugrund ohne Sandbettung	keine	1,4 ... 2,1	[15]
2	Kies-Sand-Bodenaustausch (nicht bindig)	– bei Dicke der Bodenplatte h_b = 0,20 m – bei Dicke der Bodenplatte h_b = 0,80 m	> 1,4 ≈ 0,9	[11]
3	sandiger Baugrund oder grobkörniger Baugrund mit Sandbettung unter der Sohlplatte	keine	0,9 ... 1,1	[15]
4		Noppenbahn (d ≈ 0,6 mm)	0,8 ... 1,0	[42]
5		1 Lage PE-Folie [2]	0,5 ... 0,7	[42]
6	Sandbett (Dicke 6 bis 10 cm, mittlere Korngröße 0,35 mm)	keine (Direktauflagerung auf nicht feinkörnigem, bindigem Boden)	0,7	[11]
7	Sauberkeitsschicht (abgezogene Oberfläche)	dicke Folie mit Silikonfett als Schmiermittel	≈ 0,8	[11]
		2 Lagen PE-Folie [2]: – bei Dicke der Bodenplatte h_b = 0,30 m – bei Dicke der Bodenplatte h_b = 1,50 m	≈ 2,0 ≈ 1,3	[11]
8	Sauberkeitsschicht mit Flügelglättung	1 Lage PE-Folie [2]	0,8 ... 1,4	[42]
9		2 Lagen PE-Folie [2]	0,6 ... 1,0	[15]
10		dicke Folie mit Silikonfett als Schmiermittel	≈ 0,3	[11]
		PTFE-beschichtete Folie [2]	0,2 ... 0,5	[15]
		1- bis 2-lagige Bitumenschweißbahn, stumpf gestoßen: – bei Dicke der Bodenplatte h_b = 0,30 m – bei Dicke der Bodenplatte h_b > 1,00 m	≈ 0,45 ≈ 0,2	[11]
11	Sauberkeitsschicht	Bitumenschweißbahn (d > 5 mm) [3]	(0,35 ... 0,7) [4]	[48]
12		Dickbitumen [3]	(0,03 ... 0,2) [4]	[48]
13	Sicherheitsbeiwert für Reibung	γ_R = 1,35		
14	Bemessungswert der Reibung	$\mu_d = \gamma_R \cdot \mu_0$		

[1] Für die Ebenheit der Oberfläche der Unterkonstruktion sind die erhöhten Anforderungen nach DIN 18202 [61] Tabelle 3, Zeile 3 einzuhalten.
[2] PE = Polyethylen, PTFE = Polytetrafluor-Ethylen
[3] Die Wirksamkeit bitumenhaltiger Gleitschichten ist nur bei ausreichender Schichtdicke und Temperaturen > 10 °C in der Gleitschicht gegeben.
[4] Die Reibungsbeiwerte in Klammern sind Erfahrungswerte.

zentrische Risskraft: $F_{cr} = k_c \times k \times f_{ct,m} \times A_{ct}$

$f_{ct,0}$ = 2,90 MN/m²

f_{ctm} = 3,20 MN/m²

Beiwert k = 0,8 h ≤ 300 mm

k = 0,5 h ≥ 800 mm → k = 0,68 h = 500 mm

$k_{ct,d} = \sigma_{ct,d} / f_{ctm}$

$k_{ct,d}$ = 0,07 reiner Zug

vorh. d_s = 12 mm

A_{ct} = 0,50 m^2 F_{cr} = 0,077 MN

$N_{ct,d}$ = 0,114 MN

$N_{ct,d}$ < F_{cr} → erf A_s = $N_{ct,d}$ / σ_s

$N_{ct,d}$ > F_{cr} → erf A_s = F_{cr} / σ_s

Ergebnis: $N_{ct,d}$ > F_{cr}

$\phi_s^* = \phi \times f_{ct,0} / f_{ct,eff}$ $f_{ct,eff}$ = f_{ctm}

ϕ_s^* = 10,88 mm $f_{ct,eff}$ = 3,20 MN/m^2

Stahlspannung: $\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / \phi_s^*}$

σ_s = 252,98 N/mm^2

erf A_s = F_{cr} / σ_s

erf A_s = 0,00031 m^2/m

erf A_s = 3,06 cm^2/m

erforderliche Bewehrung aus der statischen Berechnung:

Betondeckung: C_{nom} = 5,50 cm

- erf. Längsbewehrung aus GZT/GZG			LVB 2020/DF	Entgleisung	
Rücksprung (erdseitig)		$a_{s\,o}$ =	5,88 / 7,24	5,30 /5,85	cm^2/m
Schnitt:	a-a	$a_{s\,u}$ =	0,0 /0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m
Vorsprung		$a_{s\,o}$ =	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m
Schnitt:	b-b	$a_{s\,u}$ =	1,42 /1,48	1,30 / 1,39	cm^2/m

- erf. Schubbewehrung aus GZT					
Rücksprung (erdseitig)					
Schnitt:	a-a	a_{ss} =	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m^2
Vorsprung					
Schnitt:	b-b	a_{ss} =	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m^2

- Anordnung der Bewehrung

längs - parallel zur Wand
quer - orthogonal zur Wand

längs - unten	∅	12	mm	a =	10	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
längs - oben	∅	12	mm	a =	10	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
quer - unten	∅	12	mm	a =	10	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
quer - oben	∅	12	mm	a =	10	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
- Stirnseiten	∅	12	mm	a =	10	cm
	As =	11,31	cm^2/m			

- Schubbemessung:

Mindestschubbewehrung:

bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ - keine Mindestbewehrung erforderlich!
$b/h < 4$ - Bauteil ist als Balken zu betrachten

Bereich $5 \geq b/h \geq 4$ - ist eine Mindestbewehrung erforderlich!
bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem nullfachen und dem einfachen Wert für Balken
bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem 0,6-fachen und dem einfachen Wert für Balken

bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

b =	400,00	cm
h =	50,0	cm
b/h =	8,00	> 4,0
		> 5,0

Wertung: - keine Mindestbewehrung erforderlich!

$a_{sw} \geq \rho_w \times b_w \times s_w \times \sin\alpha$

$a_{sw} \geq$ 5,10 cm^2

ρ_w =	1,02	‰
ρ_w =	0,0102	
b_w =	50,00	cm
s_w =	10,00	cm
$\sin\alpha$ =	1,00	(lotrechte Bügel)

			LVB 2020/DF	Entgleisung	
Rücksprung		V_{Ed} =	114,33	78,98	kN/m
Schnitt:	a-a	$V_{Rd,ct}$ =	189,09	192,44	kN/m
		$V_{Ed} < V_{Rd,ct}$		- rechnerisch keine Schubbewehrung erforderlich	
		$V_{Rd,max}$ =	2528,75	2528,75	kN/m
		$V_{Ed}/V_{Rd,max}$ =	0,045	0,031	
Vorsprung		V_{Ed} =	123,87	89,95	kN/m
Schnitt:	b-b	$V_{Rd,ct}$ =	200,19	198,92	kN/m
		$V_{Ed} < V_{Rd,ct}$		- rechnerisch keine Schubbewehrung erforderlich	
		$V_{Rd,max}$ =	2528,75	2528,75	kN/m
		$V_{Ed}/V_{Rd,max}$ =	0,049	0,036	

Wertung:
Aufgrund der geringen Bemessungsquerkraft wird auf eine gesonderte Querkraftbewehrung (Bügel) verzichtet.

Abstände der Bügel:

- abhängig vom Verhältnis V_{Ed} zu $V_{Rd,max}$

Schubbean-spruchung	Bügelabstände s_{max} Längsabstand	Querabstand
$0 \leq V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,3$	0,7 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 80 cm
$0,3 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,6$	0,5 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 60 cm
$0,6 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0$	0,25 h ≤ 20 cm	1,0 h ≤ 60 cm

b) Wandteil

- erforderlicher Stahlquerschnitt aus Mindestbewehrung:

untere Grenze: ∅ 10 mm a = 20 cm

min As = 3,93 cm^2/m

allgemein:

min As = 0,06 × 100 × d / 100 d_u = 50,0 cm

min As = 3,00 cm^2/m d_o = 50,0 cm

min As = 3,00 cm^2/m $d_{i.M.}$ = 50,00 cm

h = 3,82 m

L_{Wand} = 6,75 m

- vertikal: allgemein $A_{s,vmin} = 0{,}15\ |N_{Ed}| / f_{yd} \geq 0{,}0015 \times A_C$

A_C = b × 100 = 5000 cm^2 = 0,500 m^2

f_{cd} = 19,833 MN/m^2

$f_{cd} \times A_C$ = 9,92 MN

0,3 $f_{cd} \times A_C$ = 2,975 MN

$A_{s,vmin}$ = 1/2 × 0,0015 × A_C je Wandseite

$A_{s,vmin}$ = 3,75 cm^2/m je Wandseite

- maximaler Stababstand von zwei benachbarten vertikalen Stäben:

s_{max} = 2 b = 1000 mm oder 300 mm (kleiner Wert ist maßgebend)

- horizontal:

allgemein $A_{s,hmin} = 0{,}20 \times A_{s,v}$

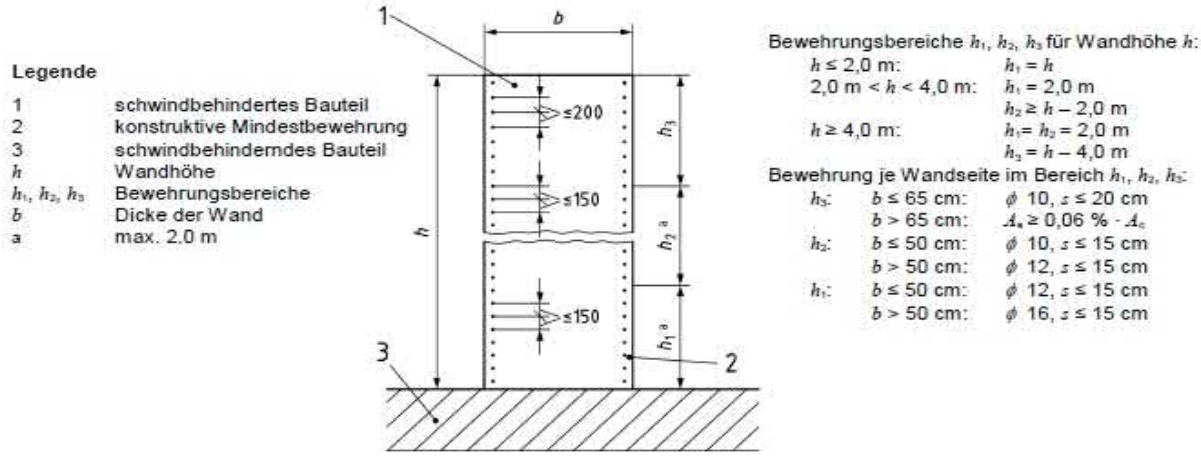
$A_{s,hmin}$ = 0,75 cm^2/m für $A_{s,vmin}$

Durchmesser der Stäbe: $\phi_h \geq 0{,}25 \times \phi_v$

- maximaler Stababstand von zwei benachbarten horizontalen Stäben:

s_{max} = 350 mm

- Schwindbewehrung:



i.M. b = 50,0 cm ≤ 50 (65) cm

h = 3,82 m > h= 2,0 m

→ h_1 = 2,00 m ∅ 12 mm a = 15 cm

As = 7,54 cm^2/m

→ h_2 = 1,82 m ∅ 10 mm a = 15 cm

As = 5,24 cm^2/m

Mindestbewehrung aus Rissbreitenbeschränkung bei Abfluß der Hydratationswärme

Beton	C 35/45	f_{ck} =	35,0	MN/m²
		f_{bd} =	3,4	MN/m²
Zement	32,5R	mit r ≤	0,3 / 0,5	(Hinweis: Winterbau geplant)
Bemerkung:		- keine Abminderung von $f_{ct,eff}$ möglich !		
Betonstahl	500 B	f_{yk} =	500	N/mm²
		γ_s =	1,15	- Grundkombination
		f_{yd} =	435	N/mm² = f_{yk} / γ_s
		E_s =	200000	N/mm²
Betondeckung:		C_{nom} =	5,50	cm
zulässige Rissbreite:		w_k =	0,2	mm
Bauteildicke:		h =	50,0	cm
Bauteillänge:		l =	6,75	m
Bauteilhöhe:		h =	3,82	m
		l/h =	1,77	≈ 2,0
Spannungsverteilung über die Höhe:		unten	1,00	
		bei h/3	0,56	
		bei 2 h/3	0,20	
		oben	-0,08	

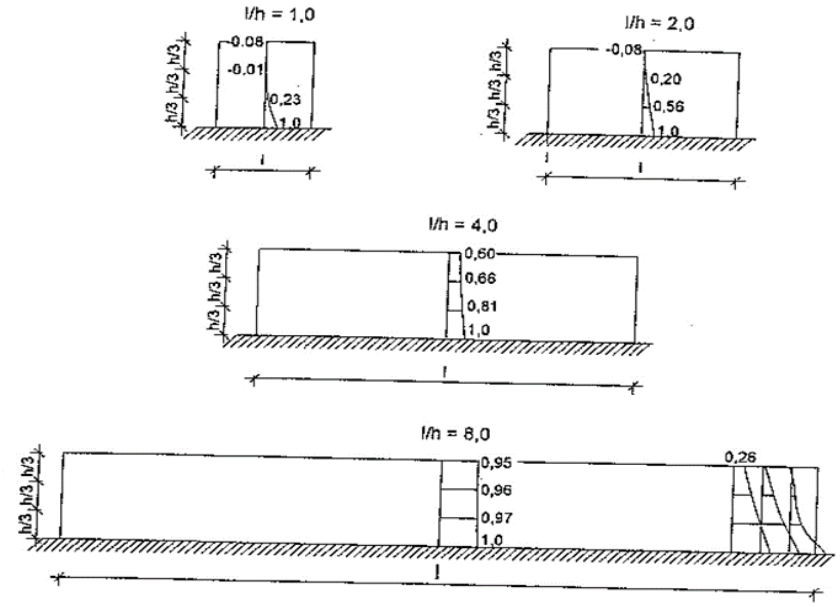


Bild 14. Bezogene, von l/h abhängige Spannungsverteilung in der Wand bei l/2
Fig. 14. Non-dimensional stress distribution in the wall at l/2 (depending of l/h)

$A_{s1} = f_{ct,eff} \times A_{c,eff} / \sigma_s$ $\qquad A_{c,eff} = h_{eff} \times b$

$A_{s2} = k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / f_{yk}$ $\qquad A_{ct} = h/2 \times b$

A_{s2} = unterer Grenzwert

$f_{ct,0}$ = 2,9 MN/m²

f_{ctm} = 2,9 MN/m²

Annahme:
Rissbildung in den ersten 3 - 5 Tagen $\qquad f_{ct,eff} = 1{,}0 \times f_{ctm}$

$f_{ct,eff}$ = 2,90 MN/m²

Beiwert k:	k =	0,8	h ≤ 300 mm
	k =	0,5	h ≥ 800 mm
		→ k =	0,68

$\phi \geq \phi_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$

$\phi_s^* < \phi \times f_{ct,0} / f_{ct,eff}$ vorh. ϕ_s = 16 mm

ϕ_s^* = 16,00 mm

Stahlspannung: $\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / d_s^*}$

σ_s = 208,57 N/mm²

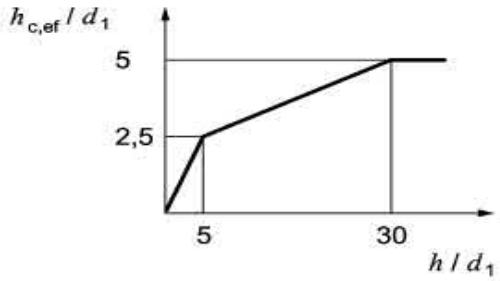
Tabelle 7.2DE — Grenzdurchmesser bei Betonstählen

	Grenzdurchmesser bei Betonstählen ϕ_s^* [a] mm		
σ_s [b] N/mm²	w_k 0,4 mm	0,3 mm	0,2 mm
160	54	41	27
200	35	26	17
240	24	18	12
280	18	13	9
320	14	10	7
360	11	8	5
400	9	7	4
450	7	5	3

[a] Die Werte der Tabelle 7.2DE basieren auf den folgenden Annahmen:
Grenzwerte der Gleichungen (7.9) und (7.11) mit $f_{ct,eff}$ = 2,9 N/mm² und E_s = 200 000 N/mm²:

$$\sigma_S = \sqrt{w_k \frac{3{,}48 \cdot 10^6}{\phi_s^*}}$$

[b] unter der maßgebenden Einwirkungskombination.



$d_1 = (h - d)$

$d_1 = C_{nom} + d_s/2$ = 6,30 cm

h / d_1 = 7,94 → h_{eff} / d_1 = 2,794 - zentrischer Zug

h_{eff} = 17,60 cm < h/2 = 25,0 cm

b = 100 cm

$A_{c,eff} = h_{eff} \times b$ = 1760 cm²

$A_{ct} = h/2 \times b$ = 2500 cm²

f_{yk} = 500 N/mm²

A_{s1} = 24,47 cm²/m

A_{s2} = 9,86 cm²/m

Modifizierung des Grenzdurchmessers in Abhängigkeit von $f_{ct,eff}$

$d_s \geq d_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$ mit $f_{ct,0}$ = 2,9 MN/m²

$d_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$ = 16 mm =

d_s = 16 mm

Abminderung der ermittelten Mindestbewehrung bei Nutzung betontechnologischer Maßnahmen zur Verringerung der Zwangsspannungen aus Hydratationswärme

- Verwendung langsam erhärtender Betone mit R ≤ 0,3

Abminderungsfaktor: 0,85 → **A_{s1} = 20,80 cm²/m**

- ohne Ansatz der Abminderung, da kein langsam erhärtender Beton

damit: **A_{serf} = A_{s1} =** 24,47 **cm²/m**

gewählt:

d_s = 16 mm a = 8,0 cm

As_{vorh} = 25,13 cm²/m

Anordnung auf einer Höhe über der Arbeitsfuge

min h = d
min h = 0,50 m
max h = 2,00 m

bei einer Höhe von h/3: 1,27 m
As_{erf} = 13,70 cm²/m

bei einer Höhe von 2 h/3: 2,55 m
As_{erf} = 4,89 cm²/m

Ermittlung des Rechenwertes der Rissbreite

effektiver Bewehrungsgrad: eff ρ = A_s / $A_{c,eff}$
eff ρ = 0,01428

maximaler Rissabstand: $s_{r,max}$ = ϕ_s / 3,6 eff ρ ≤ $\sigma_s \times \phi_s$ / 3,6 × $f_{ct,eff}$

ϕ_s / 3,6 eff ρ = 311,24 mm

$$\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / \phi_s^*}$$

σ_s = 208,57 N/mm²

$\sigma_s \times \phi_s$ / 3,6 × $f_{ct,eff}$ = 319,64 mm

erforderliche Bewehrung aus der statischen Berechnung:

- erf. Längsbewehrung aus GZT/GZG			LVB 2020/DF	Entgleisung	
Schnitt:	c-c	a_{so} =	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m
		a_{su} =	17,09 / 18,431	16,14 / 16,25	cm^2/m

- erf. Schubbewehrung aus GZT					
Schnitt:	c-c	a_{ss}=	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	cm^2/m^2

Bewehrungsanordnung:

- Wandinnenseite (Hinterfüllungseite)

vertikale Bewehrung:

unten - Anschlussbewehrung Fundament

∅	16	mm	a =	10,0	cm
As =	20,11	cm^2/m			

oberer Teil der Wand

∅	12	mm	a =	10,0	cm
As =	11,31	cm^2/m			

horizontale Bewehrung: h = 3,82 m

h_1 =	1,00	m			
∅	16	mm	a =	8,0	cm
As =	25,13	cm^2/m			
h_2 =	2,82	m			
∅	16	mm	a =	15,0	cm
As =	13,40	cm^2/m			

- Wandaußenseite

vertikale Bewehrung:

unten - Anschlussbewehrung Fundament

∅	12	mm	a =	10,0	cm
As =	11,31	cm^2/m			

oberer Teil der Wand

∅	12	mm	a =	10,0	cm
As =	11,31	cm^2/m			

horizontale Bewehrung: h = 3,82 m

h_1 =	1,00	m			
∅	16	mm	a =	8,0	cm
As =	25,13	cm^2/m			
h_2 =	2,82	m			
∅	16	mm	a =	15,0	cm
As =	13,40	cm^2/m			

- Schubbemessung:

Mindestschubbewehrung:

bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ - keine Mindestbewehrung erforderlich!
$b/h < 4$ - Bauteil ist als Balken zu betrachten

Bereich $5 \geq b/h \geq 4$ - ist eine Mindestbewehrung erforderlich!
bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem nullfachen und dem einfachen Wert für Balken
bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem 0,6-fachen und dem einfachen Wert für Balken

bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

b =	382,00	cm
h =	50,00	cm
b/h =	7,64	> 4,0
		> 5,0

Wertung: - keine Mindestbewehrung erforderlich!

$a_{sw} \geq \rho_w \times b_w \times s_w \times \sin\alpha$

$a_{sw} \geq$ 5,10 cm^2

ρ_w =	1,02	‰
ρ_w =	0,0102	
b_w =	50,00	cm
s_w =	10,00	cm
$\sin\alpha$ =	1,00	(lotrechte Bügel)

Schnitt:	c-c	LVB 2020/DF	Entgleisung	
V_{Ed} =		145,58	92,47	kN/m
$V_{Rd,ct}$ =		204,83	202,67	kN/m
$V_{Ed} < V_{Rd,ct}$			- rechnerisch keine Schubbewehrung erforderlich	
$V_{Rd,max}$ =		2528,75	2528,75	kN/m
$V_{Ed}/V_{Rd,max}$ =		0,058	0,037	

Wertung:

In der Wand wird keine gesonderte Bügelbewehrung vorgesehen!

Abstände der Bügel:

- abhängig vom Verhältnis V_{Ed} zu $V_{Rd,max}$

Schubbean-spruchung	Bügelabstände s_{max} Längsabstand	Querabstand
$0 \leq V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,3$	0,7 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 80 cm
$0,3 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,6$	0,5 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 60 cm
$0,6 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0$	0,25 h ≤ 20 cm	1,0 h ≤ 60 cm

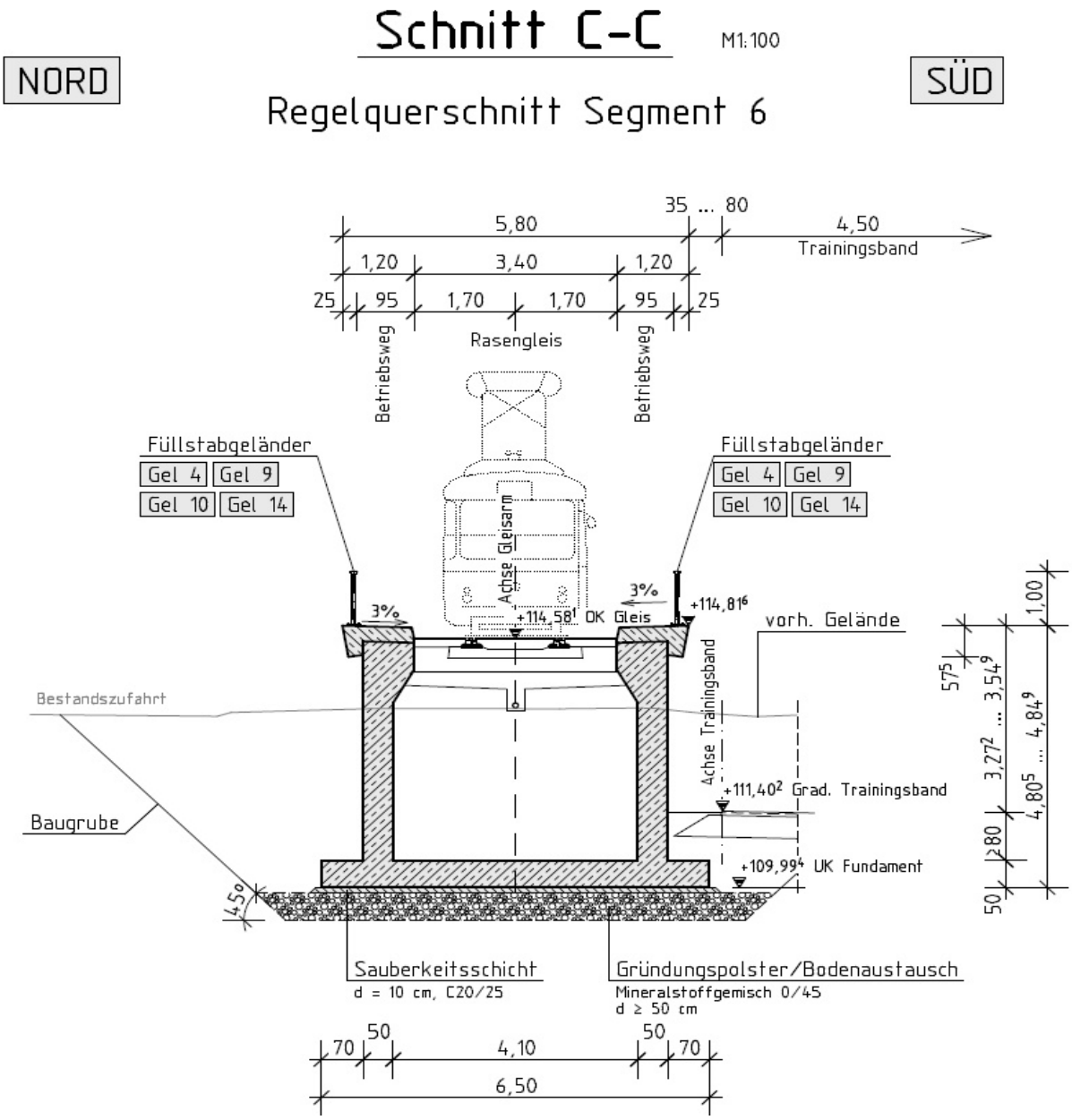
3. Bauteil 2: Stützwand Segment 6

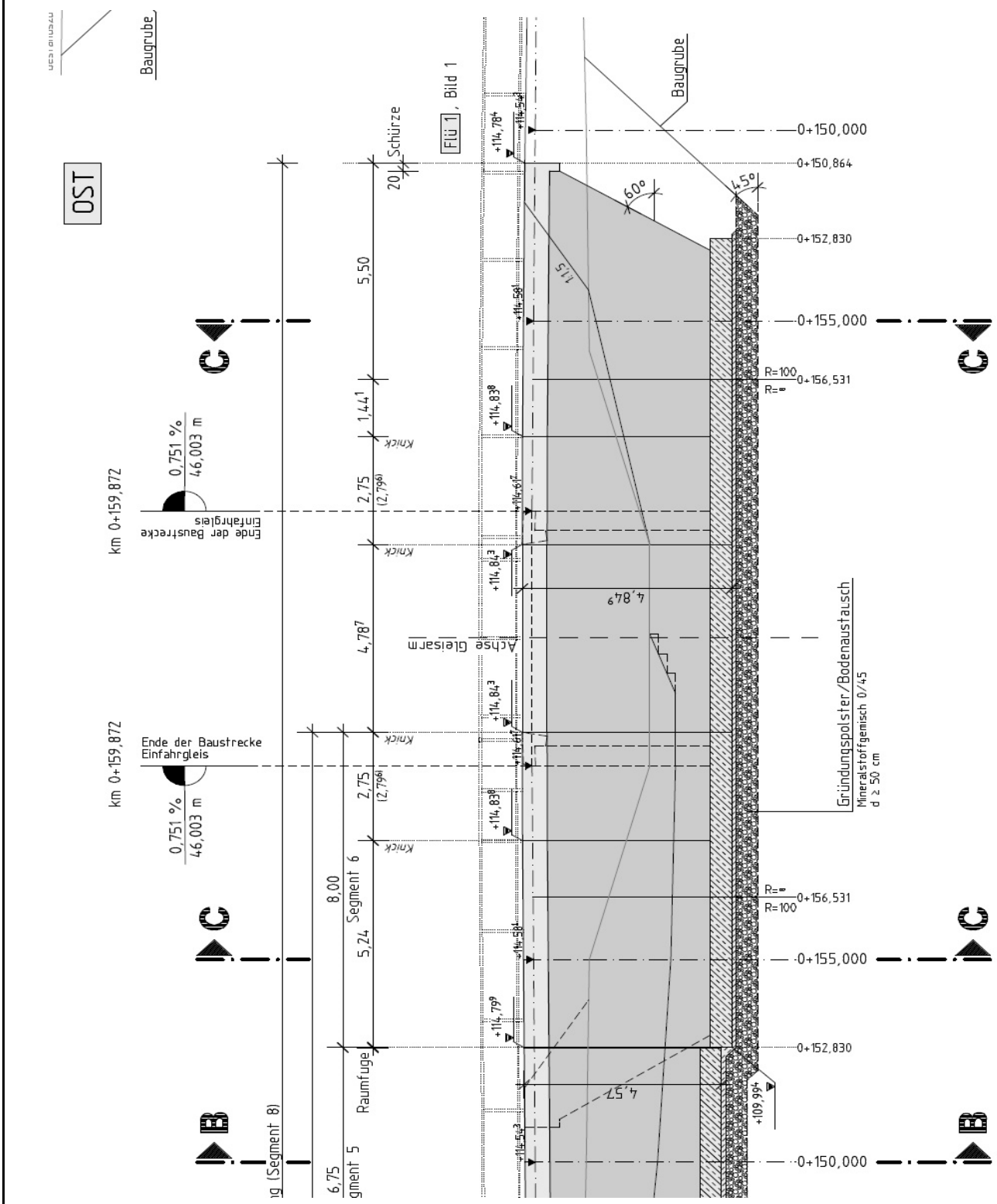
3.1 Berechnungsgrundlagen

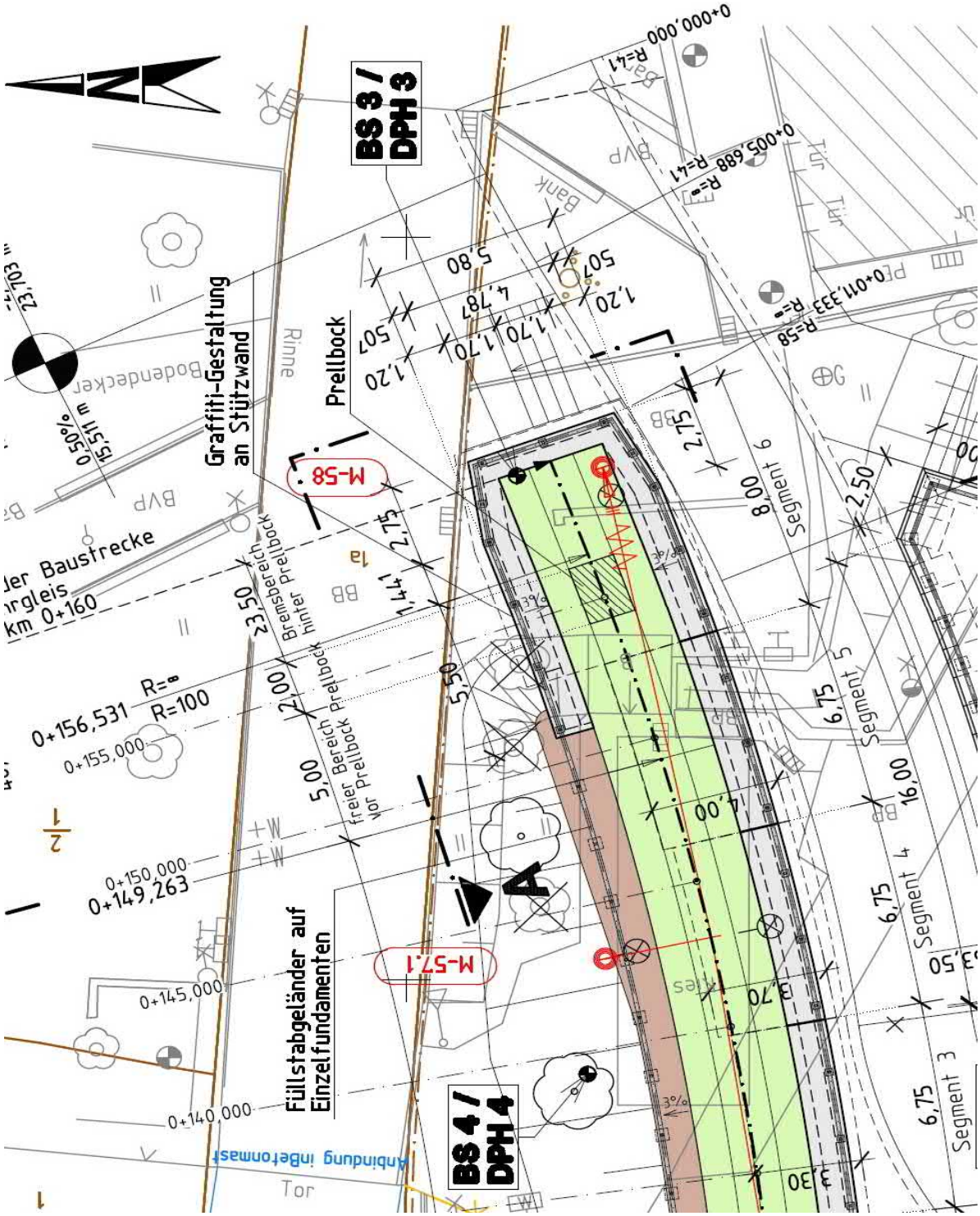
3.1 Berechnungsgrundlagen

1) Geometrie

Das Segment 6 befindet sich am Ende der Stützwand und wird als Trogbauwerk ausgebildet.




OST
Baugrube
Schürze
Flü 1, Bild 1
0+150,000
0+150,864
0+152,830
0+155,000
0+156,531
R=100
R=∞
60°
45°
1:1,5
5,50
1,44
2,75
4,78
5,24
8,00
6,75
Segment 6
Segment 5
Raumfuge
Knick
Achse Gleisarm
4,84
4,57
+109,99
Gründungspolster/Bodenaustausch
Mineralstoffgemisch 0/45
d ≥ 50 cm
km 0+159,872
Ende der Baustrecke
Einfahrgleis
0,751 %
46,003 m



Für die Bemessung und die Nachweise der Standsicherheit wird aufgrund Geometrie dieses Wandabschnittes ein 3D-FEM-Modell verwendet.

Ordinaten:

O.K. Wand: Kappe	114,843	m ü. NHN	
Dicke der Kappe	0,30	m	
O.K. Wand:	114,543	m ü. NHN	
U.K. Wand:	109,994	m ü. NHN	
O.K. Gelände (Gleis):	114,617	m ü. NHN	
O.K. Gelände vor Stützwand:	111,400	m ü. NHN	- Bereich Trainingsband
	113,300	m ü. NHN	- Bestandszufahrt
O.K. Grundwasser:	109,500	m ü. NHN	

h_{ges} =	454,9	cm	(ohne Kappe)
h_{Wand} =	404,9	cm	(ohne Kappe)
$d_{Wand,u}$ =	50,0	cm	
$d_{Wand,o}$ =	50,0	cm	
L =	8,00	m	(Länge Abschnitt)
h_{Luft} =	3,14	m	(Abstand O.k. Wand zum Gelände vor der Wand)
t_E =	1,41	m	(Einbindetiefe)

Vorsprung/Überstand

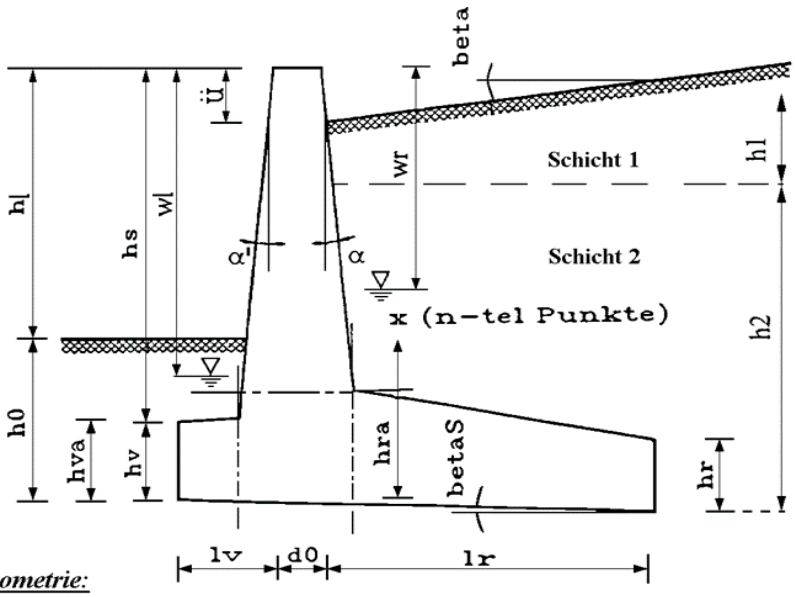
h_{Vor} =	50,0	cm	
$h_{Vor,A}$ =	50,0	cm	(Anschnitt)
l_{Vor} =	70,0	cm	

Fundament zwischen den Wänden

h =	50,0	cm	
h_A =	50,0	cm	(Anschnitt)
l_{Fund} =	410,0	cm	

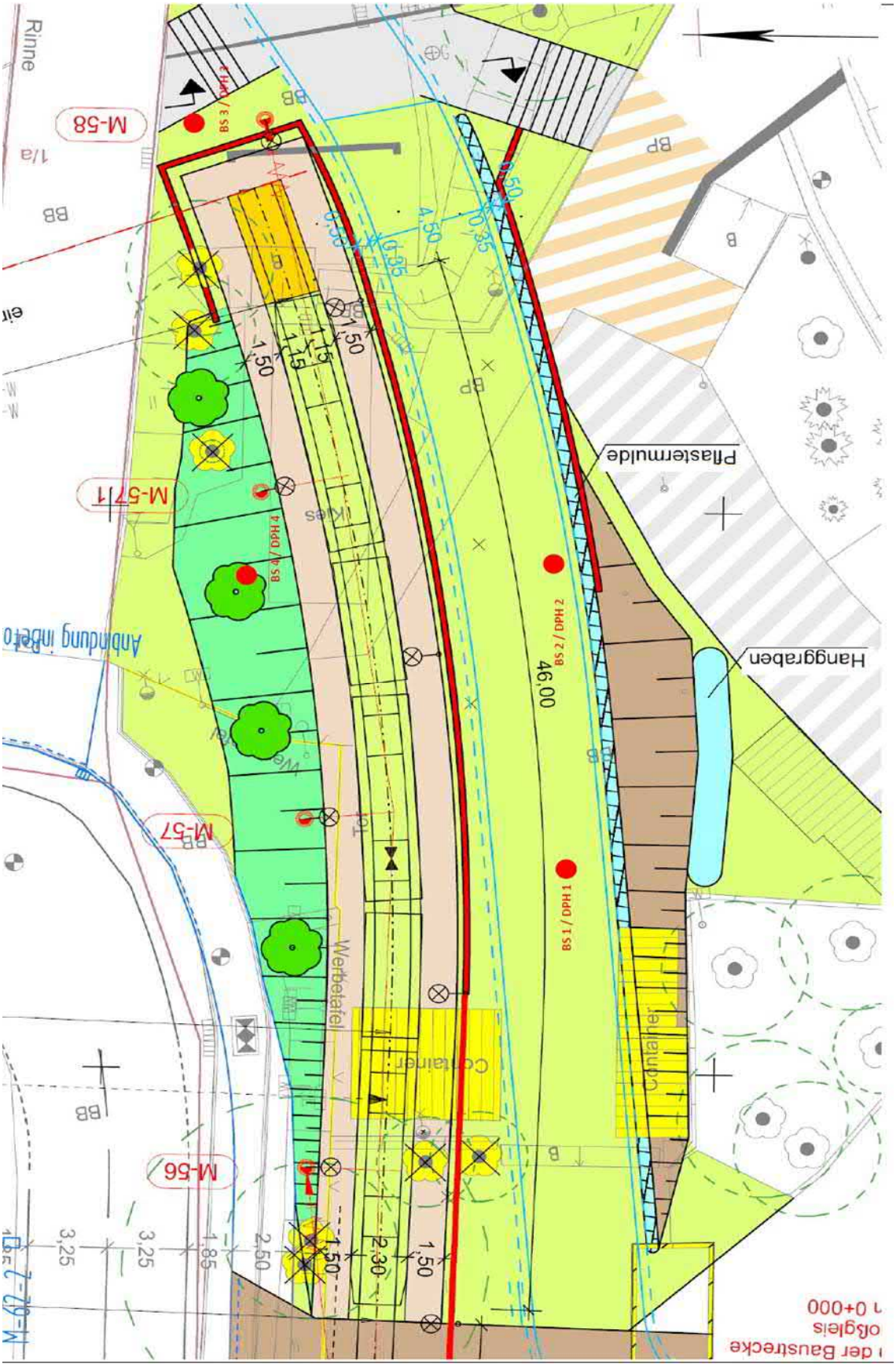
α =	0,0	°
α' =	0,0	°
beta =	0,0	°
betaS =	0,0	°

Abgrabung:	100,0	cm	
ü =	0	cm	(Überstand)
(Hinterfüllung)			



- Geometrie:

2) Baugrund


BS 3 / DPH 3
BS 4 / DPH 4
BS 2 / DPH 2
BS 1 / DPH 1
M-58
M-57/1
M-57
M-56
Rinne
Pflastermulde
Hanggraben
Werbetafel
Container
46,00
1,50
1,15
2,30
3,25
1,85
2,50
0,35
4,50
0,50

Bodenkennwerte und Grundwasserstand nach [U1] BS3:

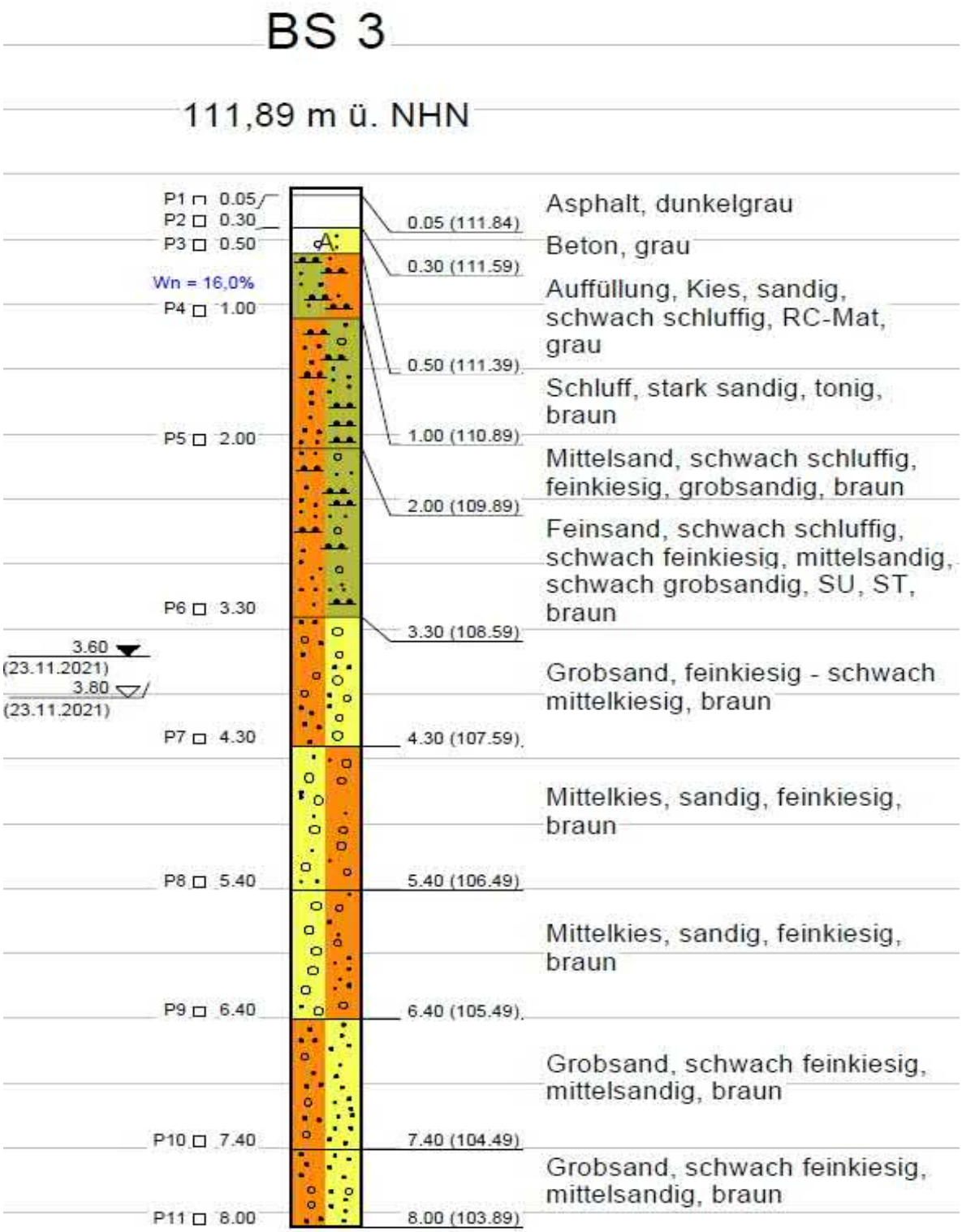


Tabelle 2: tabellarische Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse

Schicht Nr.	Beschreibung	Schichtunterkante m u. GOK / m ü. NHN			
		BS 1	BS 2	BS 3	BS 4
1	Deckschicht, ungeb. TS, Mutterboden	0,50 / 113,69	-	0,50 / 111,39	0,40 / 112,91
2	Auffüllung	1,00 / 113,19	0,80 / 112,66	-	1,30 / 112,01
3	Schluff, sandig/Sand, schluffig	2,80 / 111,39	4,90 / 108,56	3,30 / 108,59	4,80 / 108,51
4	Kiessand	< 106,19	< 105,46	< 103,89	< 105,31

Tabelle 6: Rammsondierergebnisse DPH 4 zur BS 4

Schicht	Unterkante [m u. Ansatz]	Unterkante [m ü. NHN]	ermittelte Schlagzahlen N_{10}	Bewertung nach Placzek	Bewertung Rammbarkeit
1 - Mutterboden	0,10	113,21	-	-	-
	0,40	112,91	1	locker	leicht
2 - Auffüllung	0,90	112,41	1 ... 4	locker	leicht
	1,30	112,01	6 ... 13	mitteldicht	leicht bis mittelschwer
3 - Schluff, sandig/Sand, schluffig	1,90	111,41	6 ... 10	steif	leicht
	2,90	110,41	14 ... 34	dicht bis sehr dicht	mittelschwer bis schwer
	4,40	108,91	4 ... 11	mitteldicht	leicht bis mittelschwer
	4,80	108,51	1 ... 5	locker bis mitteldicht	leicht
4 - Kiessand	7,20	106,11	3 ...15	mitteldicht bis dicht	leicht bis mittelschwer
	8,00	105,31	15 ... 33	dicht bis sehr dicht	mittelschwer bis sehr schwer

Tabelle 18: Baugrundmodell, charakteristische Bodenkennwerte

Nr. d. Schicht	Bodenart		Rohwichte γ_n [kN/m³]	Wichte u. Auftrieb γ' [kN/m³]	Winkel der inneren Reibung ϕ_K' [°]	wirksame Kohäsion c_K' [kN/m²]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s;k}$ [MN/m²]
1c	Tragschicht (GU/GT), (GI), (SU/ST)		21	12	37,5	0	0	100
2	Auffüllung (SU/ST), (GU/GT),		20	10	27,5	0	5	10
3	Schluff, sandig/ Sand, schluffig (SU/ST), (TL)	steif	20	10	27,5	10	25	5
		mitteldicht	20	11	32,5	0	5	30
		dicht	21	12		5	10	60
4	Kiessand (GU/GT), (SU/ST), (GI), (GW), (GE), (SI), (SW), (SE)		20	10	30	0	0 - 5	30

BS 3

- O.K. Bohrung bei: 111,890 m ü. NHN
- U.K. Bohrung bei: 103,890 m ü. NHN

Schicht: 1 Mutterboden

Schichtunterkante: 111,39 m ü. NHN

Höhe Schicht: 50 cm

Lagerung:

	min	max	i.M.	
γ =	21,0	21,0	21,0	kN/m³
γ' =	12	12	12	kN/m³
φ' =	37,5	37,5	37,5	°
c' =	0	0	0	kN/m²
E_s =	100	100	100	MN/m²

Schicht: 3 Schluff, sandig / Sand, schluffig

Schichtunterkante: 108,59 m ü. NHN

Höhe Schicht: 280 cm

Konsistenz: steif

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20	kN/m³
γ' =	10	10	10,0	kN/m³
φ' =	27,5	27,5	27,5	°
c' =	10,0	10,0	10,0	kN/m²
E_s =	5,0	5,0	5	MN/m²

Schicht: 4 Kiessand

Schichtunterkante: 103,89 m ü. NHN

Höhe Schicht: 470 cm

Lagerung: mitteldicht bis dicht

	min	max	i.M.	
γ =	20,0	20,0	20,0	kN/m³
γ' =	10	10	10,0	kN/m³
φ' =	30	30	30,0	°
c' =	0,0	0,0	0,0	kN/m²
E_s =	30,0	30,0	30,0	MN/m²

Gründung: 109,994 m ü. NHN

Grundwasser: 109,50 m ü. NHN

Hinterfüllung:

Wandoberkante: 114,54 m ü. DHNN

Schichtunterkante: 109,99 m ü. DHNN

Höhe Schicht: 454,9 cm

γ =	20	kN/m³
γ' =	11	kN/m³
φ' =	30	°
c' =	0	kN/m²
E_s =	80	MN/m²

Schichtung bezogen auf Unterkante Fundament

Schicht: 3	1,40	m
Schicht: 4	4,70	m
Grundwasser	0,49	m

3) Erddruck, Randbedingungen, Material

Erddruckansatz:

DIN 4085:2007-10

Tabelle AAA.2 — Erddruckansatz in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion bei Dauerbauwerken[1)]

Zeile	Nachgiebigkeit der Stütz-konstruktion	Konstruktion (Beispiele)	Erddruckansatz
1	nachgiebig	Stützwände, die während ihrer gesamten Nutzungszeit geringe Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung ausführen können und dürfen. Zum Beispiel Uferwände, auf Lockergestein gegründete Stützwände	aktiver Erddruck
2	wenig nachgiebig	Stützwände nach Zeile 1, bei denen während ihrer Nutzungszeit Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung unerwünscht sind und die gegen den ungestörten Boden hergestellt worden sind.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}75 \cdot E_{ah} + 0{,}25 \cdot E_{0h}$
3	annähernd unnachgiebig	Stützwände, die auf Grund ihrer Konstruktion unter der Erddruckbelastung anfänglich gering-fügig nachgeben, sich dann aber nicht mehr verformen können oder dürfen. z. B.: Kellerwände und Stützwände, die in Bauwerke einbezogen sind und von diesen zusätzlich gestützt werden, Bemessung der stehenden Schenkel von Winkelstützwänden.	erhöhter aktiver Erddruck im Normalfall: $E'_{ah} = 0{,}50 \cdot E_{ah} + 0{,}50 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen: $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$
4	unnachgiebig	Stützwände die auf Grund ihrer Konstruktion weitgehend unnachgiebig sind: Zum Beispiel auf Festgestein gegründete Stütz-mauern als ebene Systeme und auf Locker-gestein gegründete Stützwände als räumliche Systeme, z. B. Brückenwiderlager mit biegesteif angeschlossenen Parallel-Flügelmauern.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen bis Erdruhedruck

	Nachgiebigkeit:	wenig	
	Standsicherheit	erhöhter aktiver Erddruck	
		25	% Anteil Erdruhedruck
	Bemessung	Erdruhedruck	
Ansatz Erdwiderstand:	Standsicherheit	25,0	%
	Bemessung	0,0	%

Freischachtung: vor der Wand

Einbindetiefe:	1,41	m	(ohne Abschachtung)
t =	1,00	m	(angesetzte Freischachtung)
Einbindetiefe:	0,41	m	(mit Abschachtung)

Sohlreibungswinkel: $\delta_k = \varphi$ (Ortbetonfundament)

zulässiger Sohlbemessungsdruck:

Schicht: 3
Bodengruppe: SU/ST
Lagerung: mitteldicht bis dicht

Tabelle 20: Ergebnisse einer Grundbruch- und Setzungsabschätzung, Bettungsmoduli für Streifenfundament, Gründung im Horizont der Schicht 3, Fundament ca. 8m x 6m

Fundamentbreite [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] / max. charakteristische Einwirkung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²] / zugehörige Setzungen s [cm]	charakt. Sohlspannung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	mittlere Setzung s [cm]	mittlerer Bettungsmodul k_s [MN/m³]
5,0	900 / 625 / 9,0	100	1,0	8
		200	2,5	
		300	3,9	
		400	5,4	
6,5	960 / 670 / 10,5	100	1,2	7
		200	2,7	
		300	4,3	
		400	5,9	
7,0	765 / 540 / 11,0	100	1,3	6
		200	2,9	
		300	4,6	
		400	6,4	

für b = 5,0 m
σ_{Rd} = 900 kN/m²
für b = 6,5 m
σ_{Rd} = 960 kN/m²

Einbindetiefe: 1,41 m
vorh b = 6,50 m
σ_{Rd} = 960 kN/m²

Lagerung:

- vertikale elastische Bettung
  k_{sz} = 7,00 MN/m³
- horizontale Festhaltung (Federsteifigkeiten im Bereich der Bettung) in x- und y- Richtung am Fundament
  $k_{sx,y}$ = 0,3 k_{sz}
  $k_{sx,y}$ = 2,10 MN/m³

Material Trogbauwerk:

Beton	C 35/45	Fundament	XC4, XD1, XF2, WA
	C 35/45	Wand	XC4, XD1, XF2, WA
Betonstahl	B 500B		

γ_B = 25 kN/m³

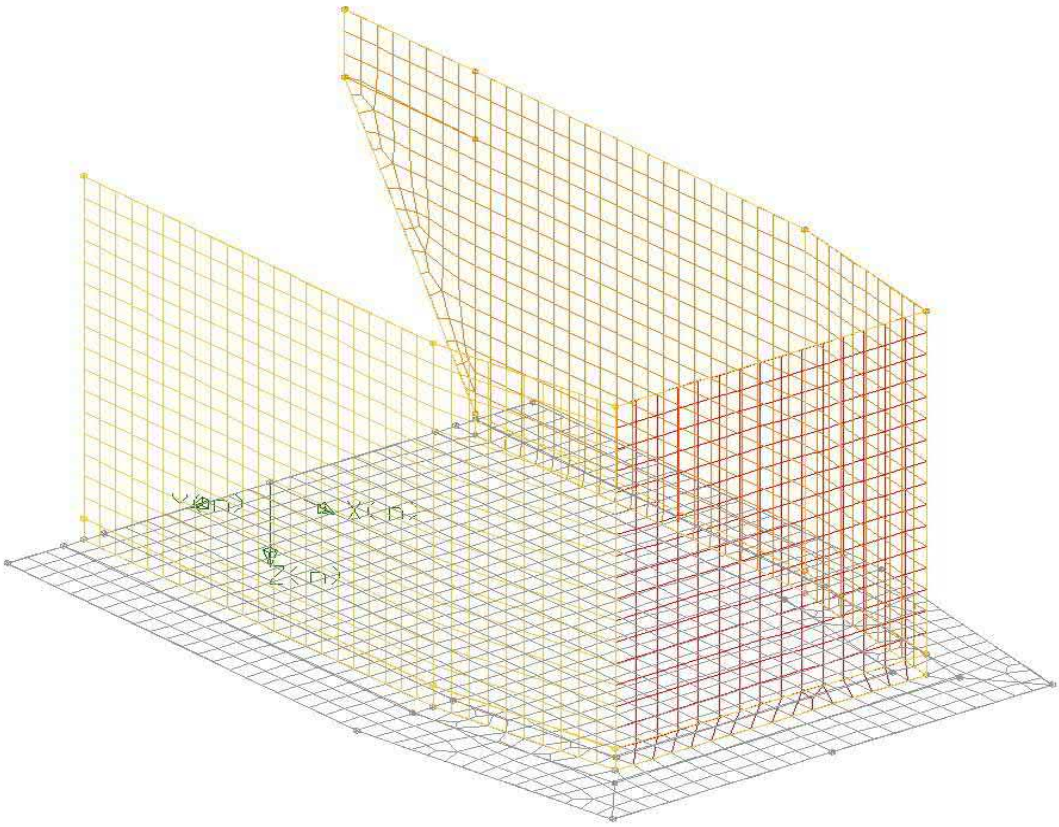
Ordinaten - FEM-Modell

Oberkante Wand:	114,543	m ü. NHN
Unterkante Flügel:	113,743	m ü. NHN
Unterkante Fundament:	109,994	m ü. NHN

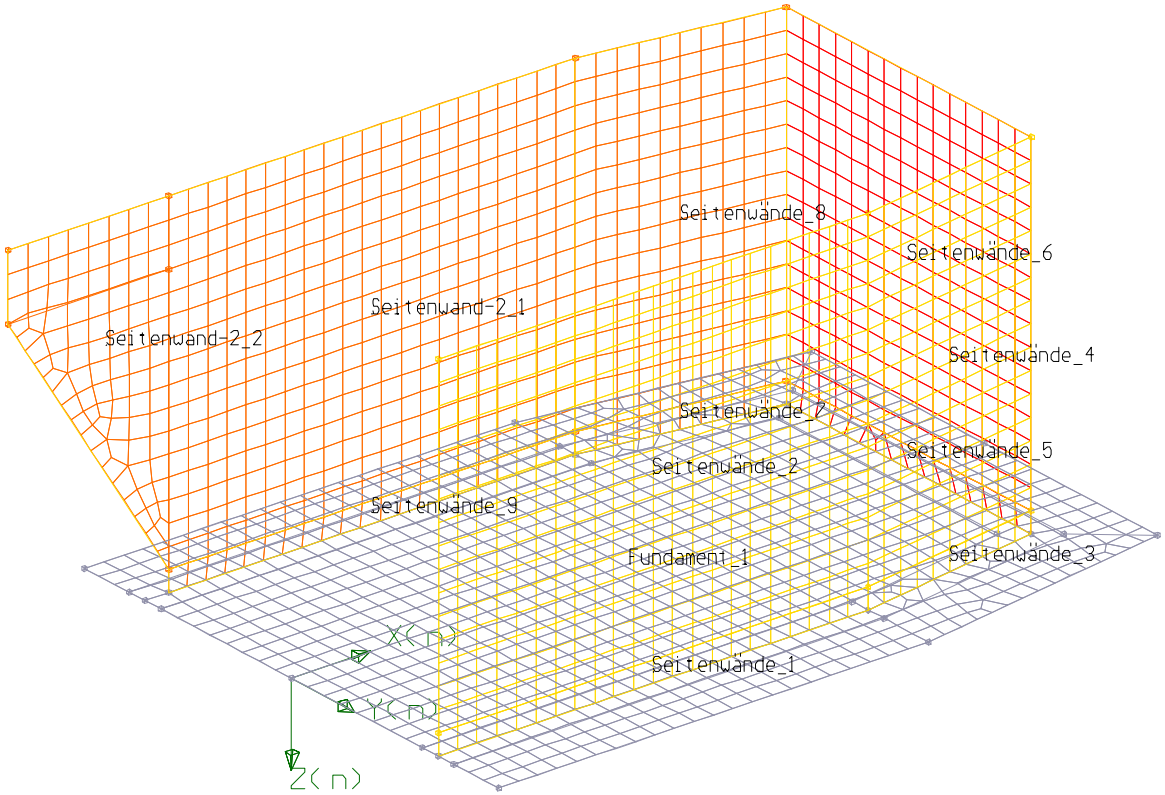
h_{ges} =	4,549	m
$h_{Flügel}$ =	3,749	m
h_{Fund} =	0,500	m

Systemlinie Fundament:	z =	0,000	m
O.k. Fundament:	z =	0,250	m
U.k. Flügel:	z =	3,499	m
O.k. Wand:	z =	4,299	m

FEM-Modell



(Segment_6)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:47:41
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 1 2052022

System

Datei: Segment_6 (06.07.2022) Autor:

Bemessung nach DIN EN 1992-2

Übersicht Statisches System

Punktlager	:	0 starr,	0 elastisch	
Linienlager	:	0 starr,	0 elastisch	
Balken	:	0 gerade,	0 kreisförmig,	0 Polylinie
Faltwerk	:	12, 1 mit elastischer Bettung		

Materialdaten

Beton C35/45

Ecm	=	34100	MPa	Elastizitätsmodul
G	=	14170	MPa	Schubmodul
nue	=	0.20	-	Querkontraktionszahl
rho	=	2.50	t/m3	Dichte
gamma	=	25.0	kN/m3	Wichte
alpha	=	1.0E-05	1/K	Temperatur-Ausdehnungskoeffizient
Zement	=	32,5 R		
Zuschlag	=	1.00		Quarzit
fck	=	35.00	MPa	Druckfestigkeit
fcm	=	43.00	MPa	Mittelwert der Druckfestigkeit
eps,c2	=	-2.00	mm/m	Betonstauchung
eps,c2u	=	-3.50	mm/m	Bruchstauchung
gamma.c	=	1.50		Teilsicherheitsbeiwert
alfa.cc	=	0.85		Langzeitverhalten
alfa.ct	=	0.85		
fctm	=	3.20	MPa	Mittelwert der Zugfestigkeit

Betonstahl B500S

E	=	200000	MPa	Elastizitätsmodul
gamma	=	78.5	kN/m3	Wichte
alpha	=	1.0E-05	1/K	Temperatur-Ausdehnungskoeffizient
f_yk	=	500.00	MPa	Streckgrenze
f_tk	=	540.00	MPa	Zugfestigkeit
eps_uk	=	25.00	mm/m	zur Zugfestigkeit gehörende Dehnung
gamma.s	=	1.15		Teilsicherheitsbeiwert
ductility	=	hoch		Duktilitätsklasse
hardening	=	Ja		Berücksichtigung der Verfestigung
Δs(Rsk)	=	175.00	MPa	Ermüdungsschwingbreite für d <= 28 mm
		145.00	MPa	Ermüdungsschwingbreite für d > 28 mm

Querschnitte - Faltwerk

Name		d [cm]
Fundament	:	50.00
Wand	:	50.00

Bettungskennwerte

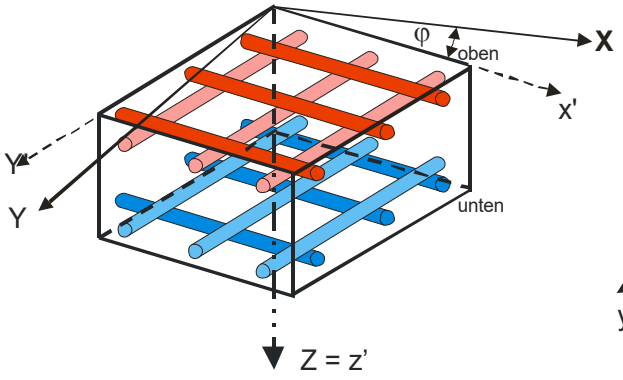
Linienbettung Flächenbettung	Kx[kN/m2] kx[kN/m3]	Ky[kN/m2] ky[kN/m3]	Kz[kN/m2] kz[kN/m3]	Kxx[kNm/m]	Bettungsausfall +y'/-y' +z'/-z'
Bettung-1	0.0	0.0	0.0	0.0	- / - - / -
	2100.0	2100.0	7000.0		- / -

Punktdaten

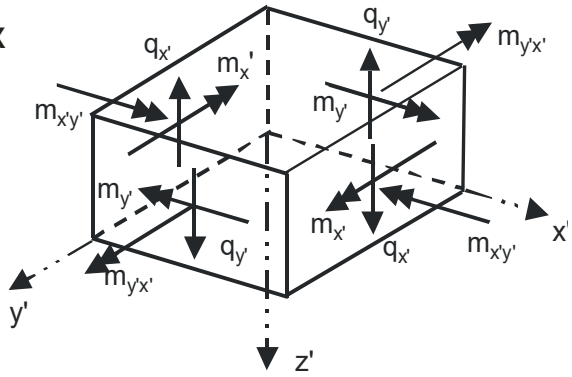
Punkt-Nr.	GLOBAL X	GLOBAL Y	GLOBAL Z	LOKAL U	LOKAL V
1	0.000	-2.050	0.000	0.000	0.000
2	0.000	-2.300	0.000	0.000	0.000
3	0.000	-2.550	0.000	0.000	0.000
4	0.000	-3.250	0.000	0.000	0.000
5	5.400	-3.250	0.000	0.000	0.000
6	8.700	-2.720	0.000	0.000	0.000
7	8.700	0.000	0.000	0.000	0.000
8	8.700	2.720	0.000	0.000	0.000
9	5.400	3.250	0.000	0.000	0.000
10	0.000	3.250	0.000	0.000	0.000
11	0.000	2.550	0.000	0.000	0.000
12	0.000	2.300	0.000	0.000	0.000
13	0.000	2.050	0.000	0.000	0.000
14	5.400	-2.550	0.000	0.000	0.000
15	5.400	-2.300	0.000	0.000	0.000
16	5.400	-2.050	0.000	0.000	0.000
17	5.400	2.050	0.000	0.000	0.000
18	5.400	2.300	0.000	0.000	0.000
19	5.400	2.550	0.000	0.000	0.000
20	7.500	-1.713	0.000	0.000	0.000
21	7.500	1.713	0.000	0.000	0.000
22	7.750	-1.923	0.000	0.000	0.000
23	7.750	1.923	0.000	0.000	0.000
24	8.000	-2.132	0.000	0.000	0.000
25	8.000	2.132	0.000	0.000	0.000
26	0.300	-2.300	0.000	0.000	0.000
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	0.000	2.300	-0.250	0.000	0.000
29	5.400	2.300	-0.250	0.000	0.000
30	7.750	1.923	-0.250	0.000	0.000
31	7.750	-1.923	-0.250	0.000	0.000
32	5.400	-2.300	-0.250	0.000	0.000
33	0.300	-2.300	-0.250	0.000	0.000
35	0.000	2.300	-4.299	0.000	0.000
36	5.400	2.300	-4.299	0.000	0.000
37	7.750	1.923	-4.299	0.000	0.000
38	7.750	-1.923	-4.299	0.000	0.000
39	5.400	-2.300	-4.299	0.000	0.000
40	0.300	-2.300	-4.299	0.000	0.000
41	-1.720	-2.300	-4.299	0.000	0.000
42	-1.720	-2.300	-3.499	0.000	0.000
43	0.300	-2.300	-3.499	0.000	0.000

Faltwerke

Koordinatensystem/ As-Richtungen



Schnittgrößen



Fundament_1 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 4.25 m ys = -0.00 m zs = 0.00 m
                      14 Seiten  A = 54.80 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung          8.5 cm      8.5 cm
      2. Richtung          6.5 cm      6.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material       : C35/45
                 E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung      : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke          : Fundament
                 d = 0.5000 m
Flächenbettung: Bettung-1
                 Ex/Ey/Ez = 2.10/2.10/7.00 MN/m3
```

Seitenwand-2_1 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 2.85 m ys = -2.30 m zs = -2.27 m
                      5 Seiten  A = 20.65 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm      6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm      8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwand-2_2 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = -0.48 m ys = -2.30 m zs = -2.91 m
                      5 Seiten  A = 4.90 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm      6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm      8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_1 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 2.70 m ys = 2.30 m zs = -0.13 m
                      4 Seiten  A = 1.35 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =  -0.00, y =  -0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_2 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 2.70 m ys = 2.30 m zs = -2.27 m
                      4 Seiten  A = 21.86 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_3 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 6.57 m ys = 2.11 m zs = -0.12 m
                      4 Seiten  A = 0.60 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =  -0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =  -0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =  -0.99, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_4 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 6.57 m ys = 2.11 m zs = -2.27 m
                      4 Seiten  A = 9.64 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -0.99, y =   0.16, z =   0.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =  -0.99, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_5 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 7.75 m ys = 0.00 m zs = -0.12 m
                      4 Seiten  A = 0.96 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm      6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm      8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_6 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 7.75 m ys = 0.00 m zs = -2.27 m
                      4 Seiten  A = 15.57 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm      6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm      8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_7 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 6.58 m ys = -2.11 m zs = -0.12 m
                      4 Seiten  A = 0.60 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -0.99, y =  -0.16, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_8 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 6.58 m ys = -2.11 m zs = -2.27 m
                      4 Seiten  A = 9.64 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Seitenwände_9 (Elementtyp: Schale)

Geometrie

```
Flächenschwerpunkt  : xs = 2.85 m ys = -2.30 m zs = -0.12 m
                      4 Seiten  A = 1.27 m2
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
```

Bemessungsparameter

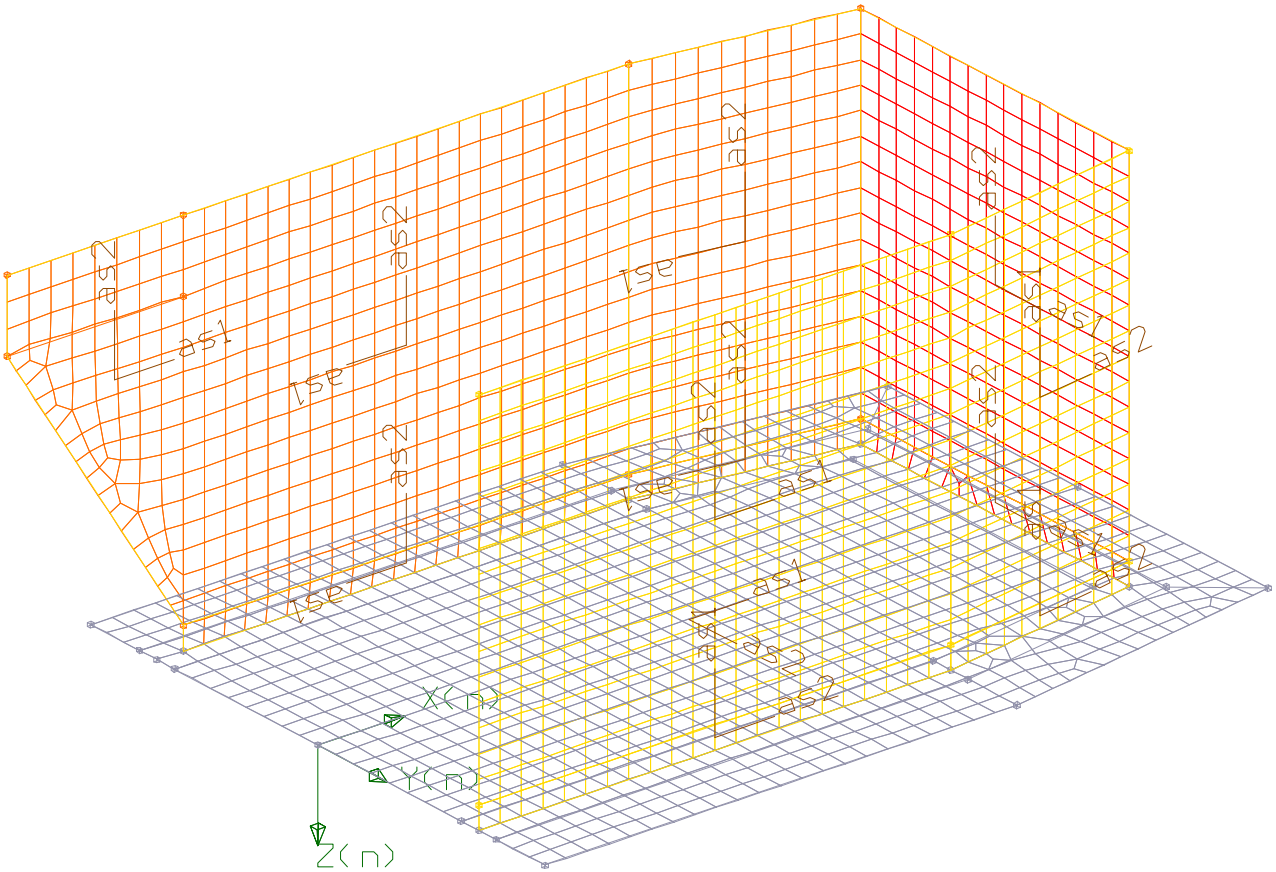
```
Bemessung als Platte
C35/45, B500S
   Randachsabstand          oben        unten
      1. Richtung         6.5 cm       6.5 cm
      2. Richtung         8.5 cm       8.5 cm
```

Bauzustandsabhängige Daten

Bauzustand: BZ0001

```
Material      : C35/45
                E =  34100.0 MPa  nue = 0.20  gamma = 25.00 kN/m3

Bemessung     : fck = 35.0 MPa  eps,c2 = -2.0 mm/m  eps,c2u = -3.5 mm/m

Dicke         : Wand
                d = 0.5000 m
```

Bewehrungsrichtungen der einzelnen flächen



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Datum : 07.07.2022
Zeit : 09:47:40
Autor :

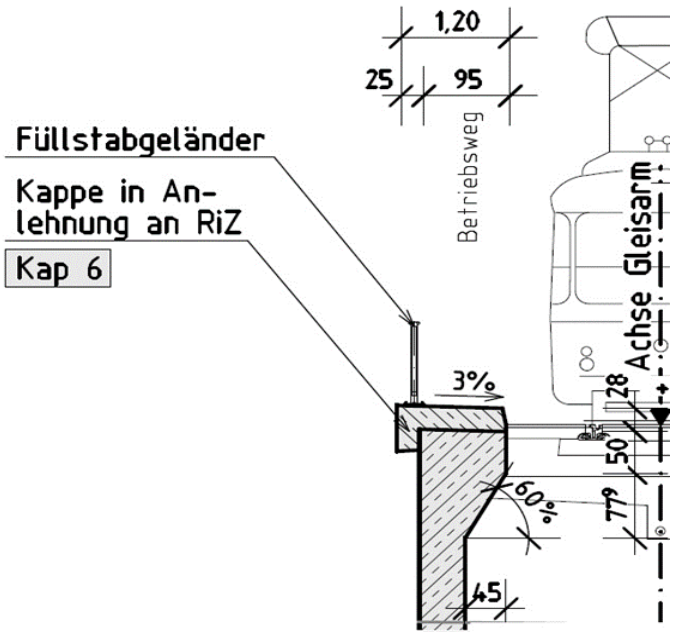
RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

3.2 Einwirkungen

3.2 Einwirkungen:

- ständige Lasten

a) Lasten auf den Wandkopf



aus Geländer	h =	1,00	m	
	g =	1,00	kN/m	
	a =	0,41	m	(Abstand zur Wandachse)
	m_{Gel} =	0,41	kNm/m	
Gesims	b =	0,30	m	
	d =	0,58	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	g_{Gesims} =	4,31	kN/m	
	a =	0,400	m	(Abstand zur Wandachse)
	m_{Gesims} =	1,73	kNm/m	
Kappe	b_1 =	0,50	m	
	b_2 =	0,35	m	
	d =	0,30	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	$g_{Kappe,1}$ =	3,75	kN/m	
	$g_{Kappe,2}$ =	2,63	kN/m	
	a_1 =	0,00	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Kappe,1}$ =	0,00	kNm/m	
	a_2 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Kappe,2}$ =	-1,12	kNm/m	
Auflast aus Gesims+Kappe	Σg =	10,69	kN/m	
	Σm =	0,61	kN/m	

obere Wandauskragung	b_2 =	0,35	m	
	d_1 =	0,50	m	
	d_2 =	0,61	m	
	γ_B =	25,0	kN/m³	
	$g_{Krag,1}$ =	4,38	kN/m	
	$g_{Krag,2}$ =	2,65	kN/m	
	a_1 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Krag,1}$ =	-1,86	kNm/m	
	a_2 =	0,367	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Krag,2}$ =	-0,97	kNm/m	
Summe der	Σg =	**18,71**	kN/m	
ständigen Lasten	Σm =	**-1,81**	kNm/m	

b) Lasten durch die Hinterfüllung

Hinterfüllung der Wand

Bodenkennwerte der Hinterfüllung:

γ =	20	kN/m³		δ =	0	°	
γ' =	11	kN/m³		c' =	0	kN/m²	
ϕ' =	30	° =	0,524	rad			
E_s =	80	MN/m²					

aktiver Erddruck	mit $K_a = \tan^2(45 - \varphi'/2)$
passiver Erddruck	mit $K_p = \tan^2(45 + \varphi'/2)$
Erdruhedruck	mit $K_0 = 1 - \sin\varphi'$
Mindesterddruck:	mit $K^*_{agh} = K_{agh}(\varphi' = 40°)$

Ansatz von:	φ' =	30,0	° =	0,524	rad
passiver Erddruck	$45 + \varphi'/2$ =	60	° =	1,047	rad
	K_p =	3,000			
aktiver Erddruck	$45 - \varphi'/2$ =	30	° =	0,524	rad
	K_a =	0,333			
	$\sin\varphi'$ =	0,50			
Erdruhedruck	k_0 =	0,50			

Erdüberschüttung im Trog

O.K. Fundament		110,49	m ü. NHN
O.k. Gelände hinter der Wand		114,84	m ü. NHN
	h_1 =	4,35	m
	g_E=	$\gamma \times h$	
		86,98	kN/m²

Erdüberschüttung des Überstands

O.K. Fundament		110,49	m ü. NHN	
O.k. Gelände vor der Wand		111,40	m ü. NHN	- Bereich Trainingsband
		113,30	m ü. NHN	- Bestandszufahrt
	h_1 =	0,91	m	
	h_2 =	2,81	m	
	γ =	20,0	kN/m³	
	g_E=	$\gamma \times h$		
	g_{E1}=	**18,12**	kN/m²	
	g_{E2} =	**56,12**	kN/m²	

Oberkante der Gelände	bei	114,617	m ü. NHN
Oberkante der Wand	bei	114,543	m ü. NHN
Unterkante Flügel:		113,743	m ü. NHN
Oberkante Fundament	bei	109,994	m ü. NHN

Endzustand:

- O.K. Gelände bis O.k. Wand	t_1 =	0,07	m
- O.K. Wand bis U.k. Flügel	t_2 =	0,80	m
- O.K. Wand bis O.k. Fundament	t_3 =	3,75	m

e in kN/m²	e_0	
$e^u = \gamma \times k \times t_1$	0,74	Oberkante der Wand
$e^u = \gamma \times k \times (t_1 + t_2)$	8,74	Unterkante Flügel
$e^u = \gamma \times k \times (t_1 + t_2 + t_3)$	46,23	Oberkante Fundament

c) Lasten auf der Hinterfüllung

nach (10)

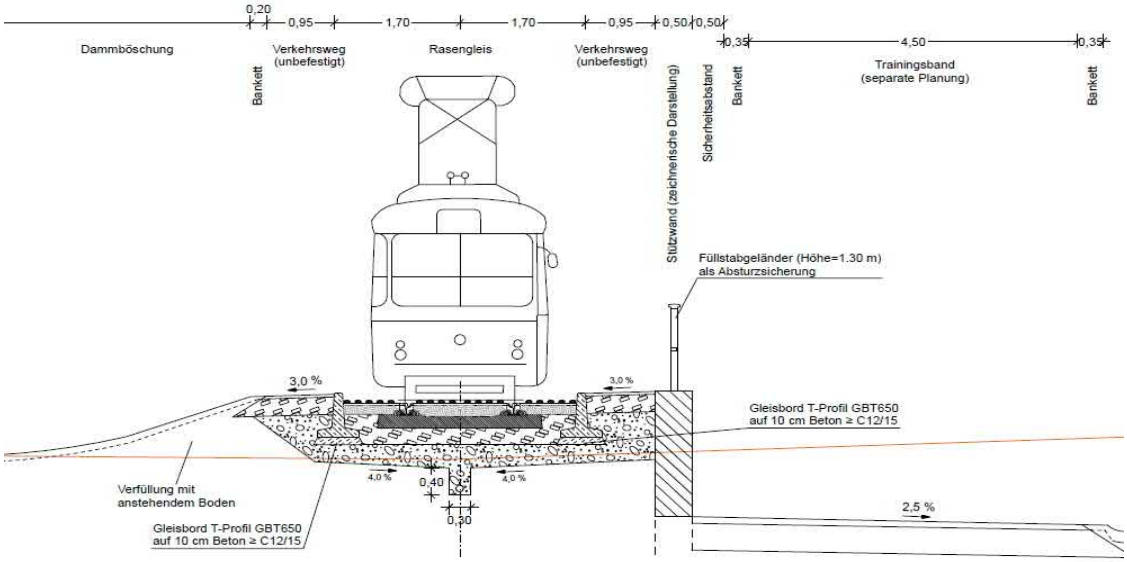
5.2.2 Fahrbahnaufbau

Aufbau 1 –	18 cm	Schiene mit Spurhalter, Kammerstein außen	
	5 cm	Fugenverguss	
	7 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/32	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²
Aufbau 2 –	18 cm	Basaltschotter	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²
Aufbau 3 –	4 cm	Gussasphalt MA 11 S, 25/55-55A	
	5 cm	Asphaltbinder AC 16 BS, 25/55-55A	
	16 cm	Füllbeton C25/30	
		(Scheinfugenabstand 5-7m, Raumfugenabstand bis 50m)	
	20 cm	Schotter-Brechsand-Splitt-Gemisch 0/56	Ev2 ≥ 140 MN/m²
	25 cm	Frostschutzschicht 0/56	Ev2 ≥ 100 MN/m²
	1 Lg.	Geotextil auf Planum	Ev2 ≥ 45 MN/m²

geplanter Aufbau im Gleisdreieck

Querschnitt I - I
Gleisdreieck - Damm/ Einschnitt

Bau-km 0+135,00 des Einfahrgleises



Oberbau Gleisbereich:
nach Standardgleisbauweisen, Rasengleis
2,5 cm Rollrasen
13,8 cm Wachstumsschicht mit Geohumus
1 Lage Geotextil
20 cm Spannbetonschwelle
25 cm Schotterttragschicht 0/45
25 cm Frostschutzschicht, E_{v2} ≥ 120 MPa
1 Lage Geotextil, GRK 4
86,3 cm Gesamtdicke

Oberbau Wirtschaftsweg:
nach RStO 2012, Tafel 6, Zeile 2
4 cm Deckschicht ohne Bindemittel
26 cm Schottertragschicht, E_{v2} ≥ 120 MPa
30 cm Gesamtdicke

Oberbau Trainingsband:
in Anlehnung an RStO 2012, Tafel 6, Zeile 2
3 cm Asphaltdeckschicht
5 cm Asphalttragschicht
40 cm Schottertragschicht, E_{v2} ≥ 80 MPa
48 cm Gesamtdicke

6.1.2 Ständige Lasten aus Fahrbahn für die Straßenbahn

(1) Lasten der Fahrbahnen (Schienen, Brückenhölzer, Schwellen, Schutz- u. Führungsschienen, Schotter, Belag, Abdichtungen).
Für die Eigenlast des Oberbaus einschließlich Kleineisen (ohne Brückenhölzer, bzw. Schwellen und Bettung) sind durch den Planer folgende Bauteile zu berücksichtigen:

. Fahrschiene	0,6 kN/m
. Schutzschiene zusätzlich	0,2 kN/m
. Führungsschienen zusätzlich	0,1 kN/m
. Gleisschwellen	5,0 kN/m (Gleis)
. Schotter	20,0 kN/m³
. Basaltschotter	26,0 kN/m³
. bituminöse Beläge	24,0 kN/m³

Es ist mindestens eine Flächenlast von 0,24kN/m² je cm Dicke des Fahrbahnbelags anzusetzen. Zur Berücksichtigung von Ausgleichmehrdicken beim Einbau sind zusätzlich 0,50kN/m² anzunehmen.

(2) Lasten von Fahrleitungsmasten, Stromschienen, vollen bzw. leeren Rohrleitungen, Abwehrblechen, Kabeln und Kabelträgen sowie von Beleuchtungskörpern

Lasten von Masten (Regelabstand 20m)	20,0 kN
Lasten von Stromschienen	0,2 kN/m
Lasten von Kabeln	0,2 kN/m

Abstand der Gleisachse zur Wandinnenkante:	$a_{Gleisachse}$ =	1,70	m
Abstand der Schienen:	$a_{Schiene}$ =	1,46	m
Breite der Schwellen:	$b_{Schwelle}$ =	0,30	m
Länge der Schwellen:	$L_{Schwelle}$ =	2,60	m
2 Schienen	$g_{k,Schiene}$ =	0,60	KN/m
Gleisschwellen	$g_{k,Schwellen}$ =	5,00	KN/m
25,00 cm Schotterbett	γ =	20,00	KN/m^3
25,00 cm Frostschutzschicht	γ =	20,00	KN/m^3

Hinweis: Für die Hinterfüllung der Wand wird eine Wichte von 20 kN/m^3 angesetzt.
Damit sind die Angabe für die Schichten des Schotterbetts und der Frostschutzschicht abgedeckt.
Für das eigentliche Gleis aus Schienen und Schwellen wird auf der sicheren Seite liegend eine zusätzliche Auflast berücksichtigt.

	für b =	2,60	m
	$g_{k,Gleis}$ =	2,38	kN/m^2
	für b =	4,10	m
	$g_{k,Gleis'}$ =	1,51	kN/m^2
g_{E1} +	$g_{k,Gleis'}$ =	**88,49**	kN/m^2

Erddruckordinaten aus Auflast

mit k_0 =	0,500	
e^o =	$g_{k'} \times K_0$	
e^o =	0,76	kN/m^2
e^u =	0,76	kN/m^2

Summe der Erddruckordinaten aus Hinterfüllung und Gleisauflast

Oberkante der Wand	e^u =	1,50	kN/m^2
Unterkante Flügel	e^u =	9,50	kN/m^2
Oberkante Fundament	e^u =	46,99	kN/m^2

c) Verdichtungserddruck

Aufgrund der Herstellung der Wand im Segment 6 als Trogquerschnitt muss für die Hinterfüllung Verdichtungserddruck berücksichtigt werden.

Tabelle 3 — Angaben zum Ansatz des Verdichtungserddrucks nach Bild 19

Nachgiebigkeit der Wand	Breite des zu verfüllenden Raums B	
	B ≤ 1,00 m	B ≥ 2,50 m
nachgiebig	e_{vh} = 25 kN/m² z_a = 2,00 m	
unnachgiebig	e_{vh} = 40 kN/m²	e_{vh} = 25 kN/m²
	für Zwischenwerte von B darf geradlinig interpoliert werden	

$$z_p = \frac{e_{vh}}{\gamma \cdot K_{pgh}(\delta_p = 0)} \qquad (82)$$

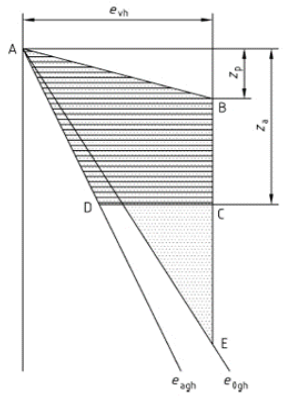


Bild 19 — Ansatz des Verdichtungserddrucks

Nachgiebigkeit der Wand: unnachgiebig

B ≤	1,00	m	→	e_{vh} =	40,0	kN/m²
B ≥	2,50	m	→	e_{vh} =	25,0	kN/m²
vorh B =	4,10	m	→	e_{vh} =	25,0	kN/m²

$z_p = e_{vh} / \gamma \times k_{pgh}$

z_p = 0,42 m

Erddruck aus Hinterfüllung

$e_{g,h}$ =	1,50	kN/m²	- oben	< e_{vh}
$e_{g,h}$ =	9,50	kN/m²	- unten	< e_{vh}
$e_{g,h}$ =	46,99	kN/m²	- unten	> e_{vh}

Hinweis:

Da der Verdichtungserddruck im oberen Bereich den Erdruhedruck übersteigt, wird er dort statt dem Erdruhedruck angesetzt.

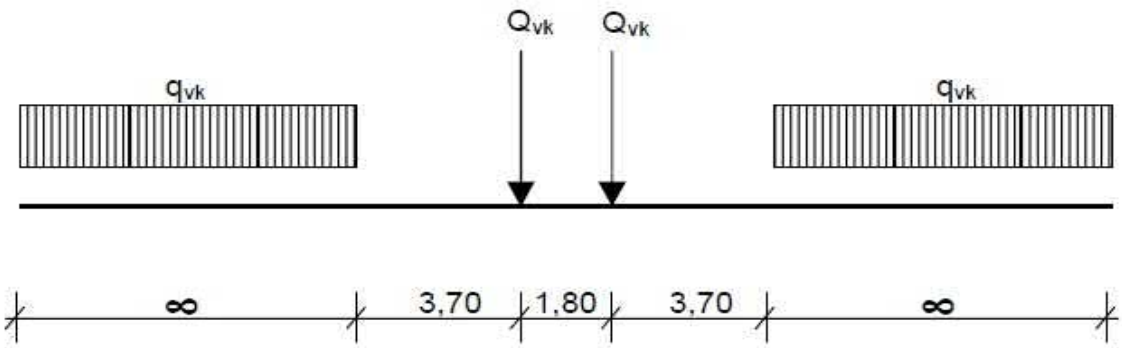
e^u =	**25,0**	kN/m²	Oberkante der Wand
e^u =	**25,0**	kN/m²	Unterkante Flügel
e^u =	**46,99**	kN/m²	Oberkante Fundament

veränderliche Lasten

aus Geländer	q_v =	0,80	kN/m	(Dienstweg)
	a =	0,41	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{Gel,v}$ =	0,33	kNm/m	
	q_h =	0,80	kN/m	(Dienstweg)
	h =	1,30	m	(Höhe Kappe + Geländer)
	$m_{Gel,h}$ =	1,04	kNm/m	
	Σm_{Gel} =	1,37	kNm/m	
Verkehrslast auf Kappe (Betriebsweg)	$q_{f,k}$ =	5,00	kN/m²	
	b_1 =	0,50	m	
	b_2 =	0,35	m	
	$q_{k,1}$ =	2,50	kN/m	
	$q_{k,2}$ =	1,75	kN/m	
	a_1 =	0,000	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{q,1}$ =	0,00	kNm/m	
	a_2 =	0,425	m	(Abstand zur Wandachse)
	$m_{q,2}$ =	-0,74	kNm/m	
Summe der Lasten:	v_q =	**5,05**	kN/m	
	h_q =	**0,80**	kN/m	
	m_q =	**0,62**	kNm/m	

auf der Hinterfüllung durch die Schienenfahrzeuge

nach (10)

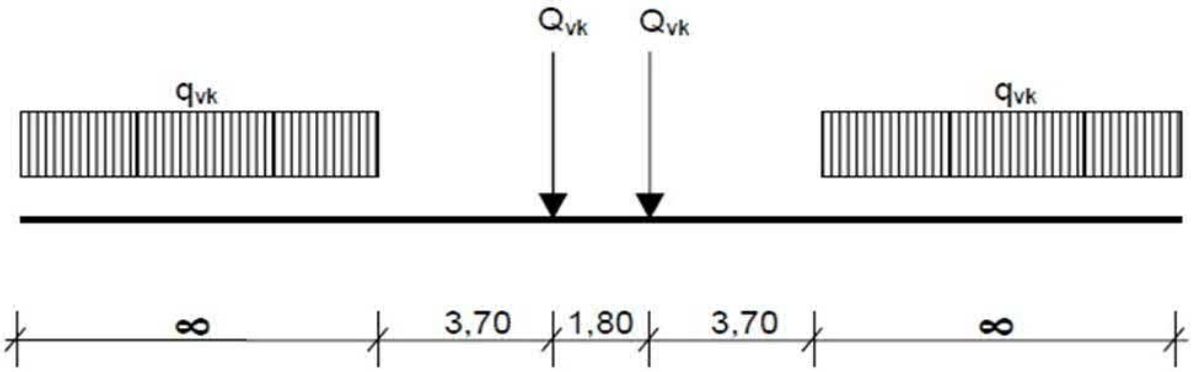


Achslast: Q_{vk} = 90 kN
Ersatzstreckenlast: q_{vk} = 25 kN/m

Bild-2 - LM LVB 2013 – charakteristische Lasten

Dieses Lastmodell gilt bis auf weiteres.

Streckenlasten	q_{vk} =	25,0	kN/m
Achslast	Q_{vk} =	90,0	kN
	α =	1,00	
	$\alpha \times q_{vk}$ =	25,0	kN/m
	$\alpha \times Q_{vk}$ =	90,0	kN



Achslast: Q_{vk} = 100 kN
Ersatzstreckenlast: q_{vk} = 30 kN/m

Bild 3 - LM LVB 2020 – charakteristische Lasten ab ca. 2020

Die Anwendung dieses Lastmodells ist bei der LVB GmbH zu hinterfragen.

Streckenlasten	q_{vk} =	30,0	kN/m
Achslast	Q_{vk} =	100,0	kN
	α =	1,00	
	$\alpha \times q_{vk}$ =	30,0	kN/m
	$\alpha \times Q_{vk}$ =	100,0	kN

6.2.1.5 Vertikale Ersatzlasten für Erdbauwerke und Erddrücke

6.2.1.5.1 Gleisparallele Stütz- beziehungsweise Baugrubenwände

Gültigkeitsbereich: alle Oberbauarten außer Untergussgleis

(1) Fehlen genauere Berechnungen, dürfen die charakteristischen vertikalen Ersatzlasten aus Straßenbahnverkehr (LM LVB 2013 bzw. LVB 2020) zur Ermittlung der Erddrücke unter den Gleisen gleichmäßig verteilt über eine Breite von 2,5 m in einer Tiefe von 0,7 m unter Schienenoberkante (= Belastungsebene) angenommen werden.

(2) Für gleisparallele Stütz – bzw. Baugrubenwände sind 2 Lastmodelle Erdbau zu untersuchen. Die Ersatzlasten sind dabei in eingleisigen Strecken generell und in mehrgleisigen Strecken für das dem Stützbauwerk bzw. dem Verbau benachbarte Gleis als folgende, symmetrisch zu den Gleisachsen angeordnete Flächen – bzw. Blocklasten zu berücksichtigen:

(2a) **Lastmodell Erdbau 1** (Regellast) Flächenlast 25,0 kN/m² auf 2,5 m Breite mit unbegrenzter Länge

Lastmodell Erdbau 2 (Dienstfahrzeug) durch 2 Blocklasten mit je 37,5 kN/m² auf 1,85 m Länge und 2,50 m Breite im Achsabstand von 7,0 m

(2b) Die Blocklasten des Lastmodells Erdbau 2 dürfen entsprechend Bild 5 bis zur Hinterkante Stützbauwerk/Verbau verteilt werden.

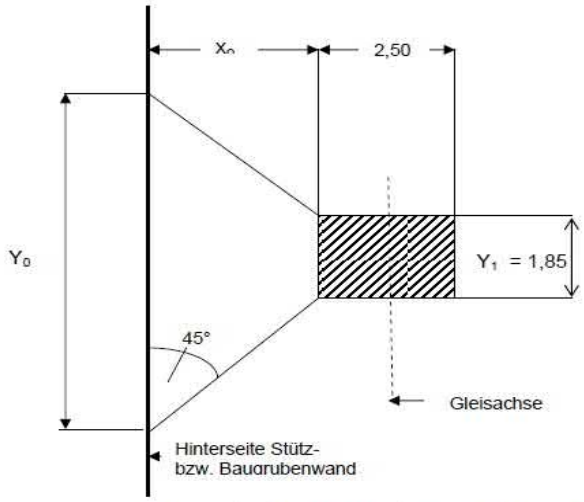


Bild 5: Lastverteilung der Ersatzflächenlast des Lastmodells Erdbau 2 auf einen Wandabschnitt mit der Länge Y_0

Lastmodell 1	$Q_{1,k}$ =	25,00	kN/m²	
	b =	2,50	m	
	l =	∞	m	
	t =	0,70	m	(Tiefe unter der Schienenoberkante)
	für b =	4,10	m	
	$Q_{1,k'}$ =	**15,24**	kN/m²	
Lastmodell 2	$Q_{1,k}$ =	37,50	kN/m²	
	b =	2,50	m	
	l =	1,85	m	
	t =	0,70	m	(Tiefe unter der Schienenoberkante)
	für b =	4,10	m	
	$Q_{1,k'}$ =	22,87	kN/m²	

Hinweis: Da das Lastmodell 2 nur eine begrenzte Aufstellfläche von 2,50 m x 1,85 m hat, wird für die statische Berechnung nur das Lastmodell 1 berücksichtigt!

In Bild 5 bedeuten:

Y_0 Länge der verteilten Ersatzflächenlast (verteilt bis Hinterkante Stützbauwerk bzw. Verbau)
Y_1 Länge der Ersatzflächenlast, d. h. der Blocklast des Lastmodells Erdbau 2, Y_1= 1,85 m
X_o Abstand zwischen Blocklast und Hinterkante Stützbauwerk bzw. Verbau

Lastverteilung auf den Mauerabschnitt Y_o

$Y_0 = Y_1 + 2 \cdot X_o$

Bei Abständen größer 2,5 m zwischen Gleisachse und Hinterkante Stützbauwerk/Verbau darf auf eine Untersuchung des Lastmodells Erdbau 2 verzichtet werden.

(2c) Bei mehrgleisigen Strecken darf für das 2. und jedes weitere Gleis die Flächenlast des Lastmodells Erdbau 1 auf 12,0 kN/m² abgemindert werden. Auf eine Untersuchung des Lastmodells Erdbau 2 darf im 2. Gleis sowie folgenden weiteren Gleisen verzichtet werden.

(3) Bei allen oben angegebenen Ersatzlasten brauchen dynamische Wirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

(4) Für temporäre Zustände (z.B. Baugrubensicherungen) kann im Einzelfall in Absprache mit der LVB GmbH ein Verzicht auf die Untersuchung infolge Belastung aus dem Lastmodell Erdbau 2 festgelegt werden.

(5) Für Baugrubensicherungen sind zusätzlich die Forderungen der EAB (EB55) zu berücksichtigen. [21]

(6) Für die Oberhaut Untergussgleis sind bei Abständen zwischen der Gleisachse und der Wandhinterseite < 3,0 m bauartspezifische Überlegungen erforderlich. Für Abstände Gleisachse zu Wandhinterseite ≥ 3,0 m kann auf bauartspezifische Untersuchungen der Oberbauart Untergussgleis verzichtet werden.

(7) Hinsichtlich der Wandverformungen wird generell auf verformungsarme Konstruktionen orientiert. Die Berücksichtigung der EAB (EB20) wird empfohlen. [21]

(8) Zulässige Verformungswerte sind im Einzelfall in Abstimmung mit der LVB GmbH in Abhängigkeit von den Erfordernissen des jeweiligen Gleisabschnittes festzulegen. Sind keine konkreten Festlegungen getroffen sind maximale Verformungen von 10 mm zugelassen.

6.2.1.5.2 Rechtwinklig zur Gleisachse verlaufende Stützkonstruktionen (Hinterfüllbereiche von Brückenwiderlagern u. ä.)

(1) Auf die Hinterfüllbereiche von Brückenwiderlagern und ähnlichen, rechtwinklig zur Gleisachse verlaufenden Stützkonstruktionen sind die Lastmodelle Erdbau 1 und 2 gemäß 6.2.1.5.1 (2a) anzusetzen.

(2) Für eingleisige Strecken ist dabei der ungünstige Fall infolge des Lastmodells Erdbau 1 beziehungsweise des Lastmodells Erdbau 2 für die Nachweisführung heranzuziehen.

(3) Bei mehrgleisigen Strecken sind Kombinationen der Lastmodelle Erdbau 1 und 2 zu betrachten, wobei das Lastmodell Erdbau 2 jeweils nur in einem Gleis zu berücksichtigen ist. Das Lastmodell Erdbau 1 ist dabei gegebenenfalls bei allen Gleisen zu berücksichtigen.

(4) Eine Abminderung der Lasten des Lastmodells Erdbau 1 gemäß 6.2.1.5.1 (2c) darf dabei nicht erfolgen.

(5) Bremslasten müssen nicht berücksichtigt werden.

Erddruckordinaten aus Verkehrslast mit k_0 = 0,500

$e^o = q^o_H \times K_o$

q^o_H = 25,00 kN/m² Lastmodell 1

e_0^o = 12,50 kN/m²

q^o_H = 15,24 kN/m²

e_0^u = 7,62 kN/m²

6.2.3.4 Horizontale Ersatzlasten für Erdbauwerke und Erddrücke

6.2.3.4.1 Ersatzlasten für Fliehkraft und Seitenstoß

Die horizontalen Anteile Fliehkraft und Seitenstoß aus Straßenbahnverkehrslasten sind stets gemeinsam mit der lotrechten Auflast aus den Ersatzflächenlasten der Lastmodelle Erdbau 1und 2, siehe 6.2.1.5.1(2a), anzusetzen.

Dabei wird der horizontale Anteil aus Fliehkraft und Seitenstoß als Rechtecklast über die Verteilungshöhe h´ gemäß Bild 6 ermittelt.

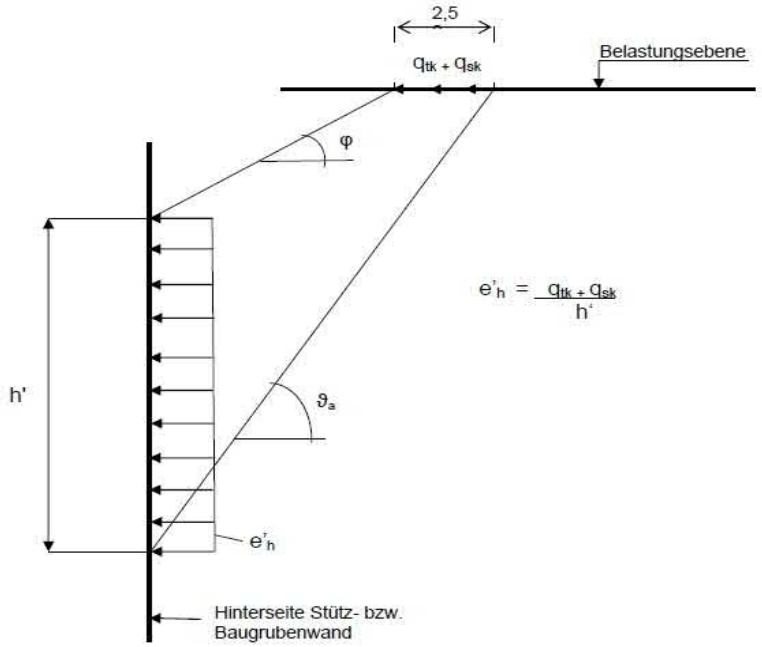


Bild 6: Erddruck aus den horizontalen Anteilen Fliehkraft und Seitenstoß infolge von Straßenbahn-Verkehrslasten

- Seitenstoß (Schlingerkraft)

Der Seitenstoß ist als horizontal in Schienenoberkante angreifende Einzellast rechtwinklig zur Gleisachse anzusetzen.
Er ist sowohl bei geraden als auch bei gebogenen Gleisen anzusetzen.
Der charakteristische Wert des Seitenstoßes ist nicht mit den Beiwerte ϕ zu multiplizieren.
Er ist aber mit dem Lastklassenbeiwert α zu multiplizieren, wenn $\alpha > 1$ ist.

Q_{sk} = 50,0 kN α = 1,00

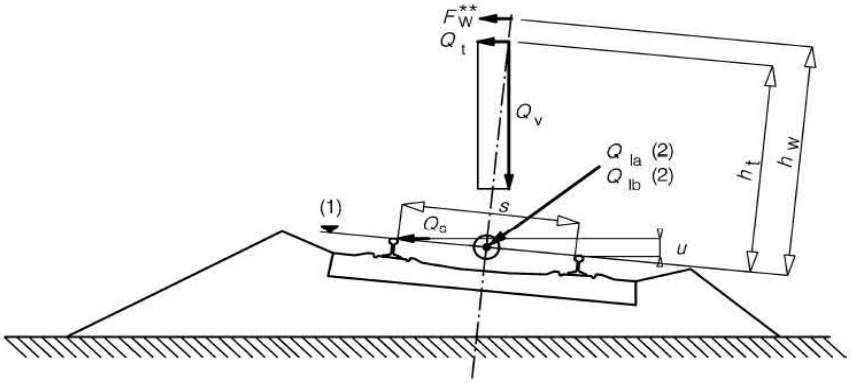
$\alpha \; Q_{sk}$ = 50,0 kN

Die Last darf bei durchgehenden Schotterbett in Gleisrichtung gleichmäßig über eine Länge von L = 4,00 m verteilt werden.

$\alpha \times q_{sk}$ = 12,50 kN/m

- Fliehkräfte aus Bogenfahrt der Straßenbahn

Diese Belastung ist gemäß (19), 6.2.3.2 für Brücke anzusetzen, die ganz oder teilweise in einer Gleiskrümmung liegen.
Ansatz der Fliehkräfte 1,20 m über Schienenoberkante horizontal nach außen wirkend



Legende

(1) Fahrebene
(2) Längsgerichtete Kräfte, die in der Gleisachse verlaufen

Bild 1.1 — Bezeichnungen und Abmessungen speziell für Eisenbahnen Bild 1.1

h_t = 1,20 m

- Die Fliehkraft ist immer mit der Vertikallast zu kombinieren!
- Die Fliehkraft ist nicht mit dem dynamischen Beiwert ϕ zu multiplizieren!
- Dagegen sind die Vertikalanteile der Fliehkraft ohne eine Reduzierung durch die Gleisüberhöhung mit dem entsprechenden dynamischen Beiwert zu vergrößern!

$Q_{tk} = v^2 / g \times r\,(f \times Q_{vk}) = V^2 / 127\,r \times (f \times Q_{vk})$

$q_{tk} = v^2 / g \times r\,(f \times q_{vk}) = V^2 / 127\,r \times (f \times q_{vk})$

$V_ö$ =	50	km/h	r =	100	m
f =	1,00		127 r =	12700,00	m

Damit ergeben sich folgende zu kombinierende charakteristische Werte der Einwirkungen:

Lastmodell LVB 2020

$\alpha \times q_{vk}$ =	30,00	kN/m
$f \times q_{vk}$ =	30,00	kN/m
$\rightarrow q_{tk}$ =	5,91	kN/m

- Außergewöhnliche Einwirkungen nach (10)

- Entgleisung und andere Einwirkungen auf Brücken

6.3.3 Entgleisung von Straßenbahnfahrzeugen

Die Entgleisungseinwirkungen sind für des Lastmodell LVB 2020 bei einer Spurweite von s = 1,46 m unter Anwendung von DIN EN 1991-2, Abschnitt 6.7 zu berücksichtigen.

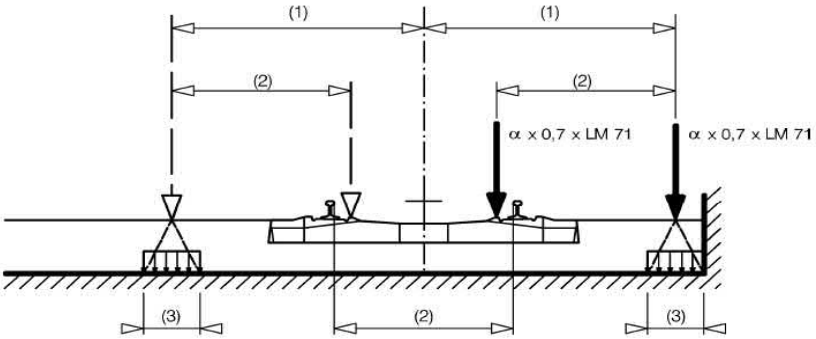
Auf die Bemessungslasten braucht kein dynamischer Beiwert angesetzt werden.

nach (4), 6.7

Entgleisungseinwirkungen aus Zugverkehr auf einer Brücke

Zwei Bemessungssituationen sind zu betrachten:

- Bemessungssituation I:
Entgleisung von Eisenbahnfahrzeugen, wobei das entgleiste Fahrzeug im Gleisbereich des Überbaus bleibt und von der benachbarten Schiene oder dem Randbalken zurückgehalten wird



Legende

(1) max. 1,5*s* oder weniger bei vorhandener Mauer
(2) Spurweite *s*
(3) für Schotteroberbau können die Ersatzlasten auf ein Quadrat von 450 mm Seitenlänge verteilt auf die Oberseite des Tragwerks angesetzt werden.

Bild 6.26 — Bemessungssituation I — Ersatzlast Q_{A1d} und q_{A1d}

Hier ist der Einsturz eines Hauptbauteils des Bauwerks zu vermeiden.
Örtliche Beschädigung kann jedoch hingenommen werden.

Die betroffenen Bauwerksteil sind für folgende Ersatzlasten zu bemessen:

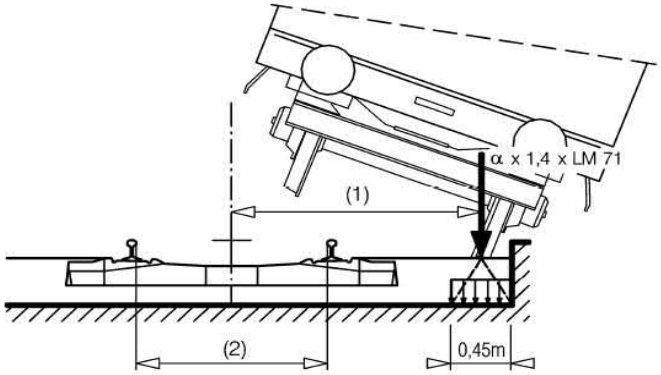
$\alpha \times 1{,}4 \times$ LVB 2020 (sowohl die Einzellasten als auch die gleichmäßig verteilte Belastung, Q_{A1d} und q_{A1d}) parallel zum Gleis in der ungünstigsten Stellung innerhalb eines Bereichs mit einer Breite der 1,5fachen Spurweite beiderseits der Gleisachse

α =	1,00				
a_{Spur} =	1,46	m →	1,5 a_{Spur} =	2,19	m
e = 1,5 a_{Spur} - a_{Spur}/2			e =	1,46	m
LVB 2020		Streckenlasten	q_{vk} =	30,0	kN/m
		Achslast	Q_{vk} =	100,0	kN

Aufteilung auf 2 vertikale Einzel- bzw. Linienlasten: Q_{A1d} / q_{A1d} = $\alpha \times 0{,}7 \times$ LVB 2020

Radlast	Q_{A1d} =	70,00	kN	
verteilt auf Quadrat mit a =		0,450	m	
	A =	0,2025	m^2	
	Q_{A1d} =	345,7	kN/m^2	[im Bild 6.26 - (3)]
Streckenlast je Schiene	q_{A1d} =	21,00	kN/m	
	verteilt	46,67	kN/m^2	[im Bild 6.26 - (3)]

- Bemessungssituation II:



Legende

(1) an der seitlichen Fahrbahngrenze angreifende Last
(2) Spurweite *s*

Bild 6.27 — Bemessungssituation II — Ersatzlast q_{A2d}

In der Bemessungssituation sollte die Brücke weder umkippen noch umstürzen.
Für die Bestimmung der Gesamtstabilität ist auf einer Länge von 20 m eine gleichmäßig verteilte Vertikallast von $q_{A2d} = \alpha \times 1{,}4 \times$ LVB 2020
zu betrachten, die an der seiltichen Grenze des Fahrbahnbereichs angreift.
Randbauteile müssen nicht für diese Last bemessen werden.

q_{A2d} =	42,00	kN/m	
verteilt	93,33	kN/m^2	
s =	1,70	m	Abstand Gleisachse zur Innenkante der Stützwand
e =	s - 0,45/2		
e =	1,475	m	
b =	0,45	m	

Hinweis:
Beide Bemessungssituationen sind getrennt zu untersuchen. Eine Kombination ist nicht zu betrachten.
Bei beiden Situationen können außer der Entgleisungslast die weiteren Eisenbahnverkehrslasten auf das entsprechende Gleis vernachlässigt werden.

Auf die Bemessungslasten braucht kein dynamischer Beiwert ϕ angesetzt zu werden.

Für die statische Berechnung des Segment 6 wird als außergewöhnliche Situation nur die Bemessungssituation II betrachtet.

q_{A2d} = 93,33 kN/m² auf b = 0,45 m

Verteilung nach unten unter 60°: tan 60° = 1,732

Verteilungshöhe: h = 4,623 m
Δb = 2,669 m

Δb + b = 3,119 m

q_{A2d}' = 13,47 kN/m²

Hinweis: Die Flächenlast wird auf der sicheren Seite liegend auf der gesamten Innenfläche des Trogs angesetzt.

Erddruck aus Entgleisungslast mit k_0 = 0,500

$e^o = q^o_H \times K_0$
q^o_H = 93,33 kN/m²
e_0^o = 46,67 kN/m²

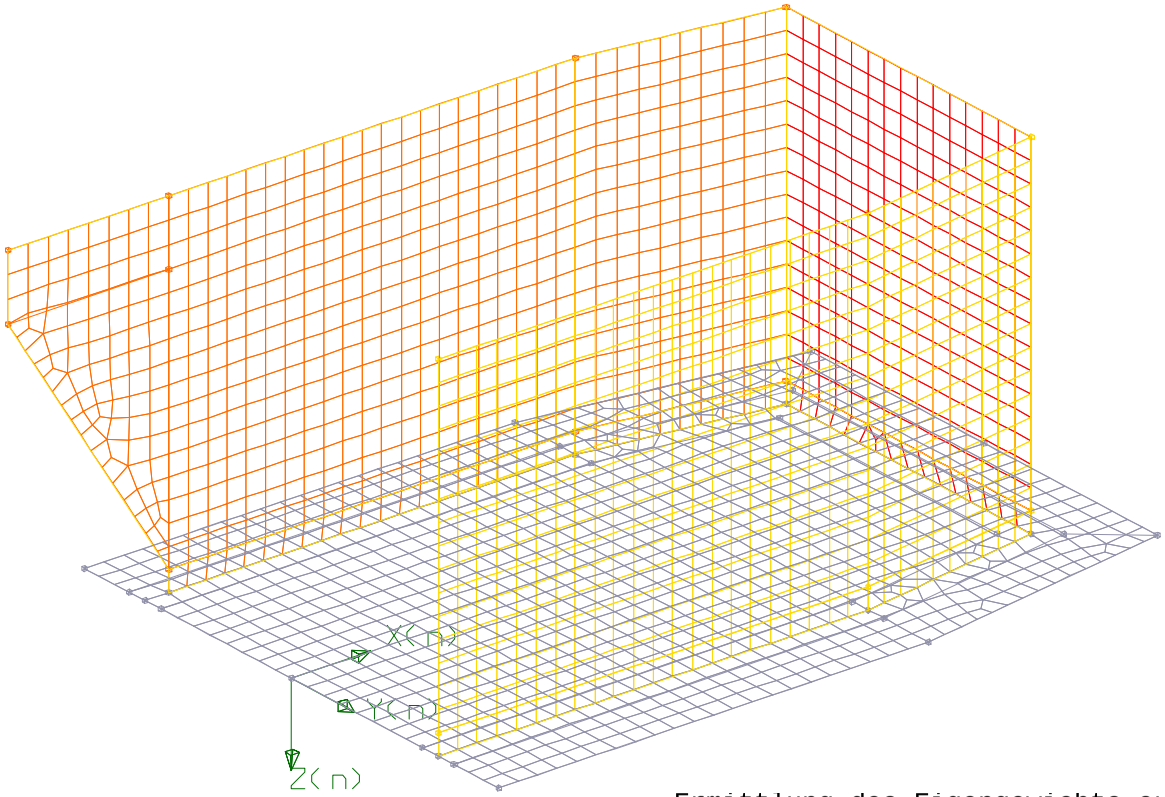
q^u_H = 13,47 kN/m²
e_0^u = 6,73 kN/m²

Lastfälle

Endzustand

LF 1	G_K	g_K	Konstruktionseigengewicht
LF 2	G_K	g_2	Ausbaulasten (Kappe, Geländer, Hinterfüllung, Einschüttung)
LF 3	$G_{K.E}$	$E_{H,G}$	Erddruck aus Hinterfüllung
LF 4	$Q_{K,N}$	Q	Verkehrslast auf Hinterfüllung
LF 5	$Q_{K,E}$	$E_{H,Q}$	Erddruck aus Verkehrslast
LF 6	$Q_{K,S}$		Seitenstoß - Seite 1
LF 7			Seitenstoß - Seite 2
LF 8	$Q_{K,F}$		Fliehkraft
LF 9	$Q_{K,HL}$	Q_{Gel}	Verkehrslasten auf das Geländer
LF 10	A_d	$A_{K.Entg-1}$	Entgleisung Bemessungssituation II - Seite 1
LF 11	A_d	$A_{K.Entg-2}$	Entgleisung Bemessungssituation II - Seite 1

Lastfall 1 : Eigengewicht(Eigengewicht (Einguss)), inclusive Eigengewicht



Ermittlung des Eigengewichts aus den
eingegebenen System- und Materialkennwerten

Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

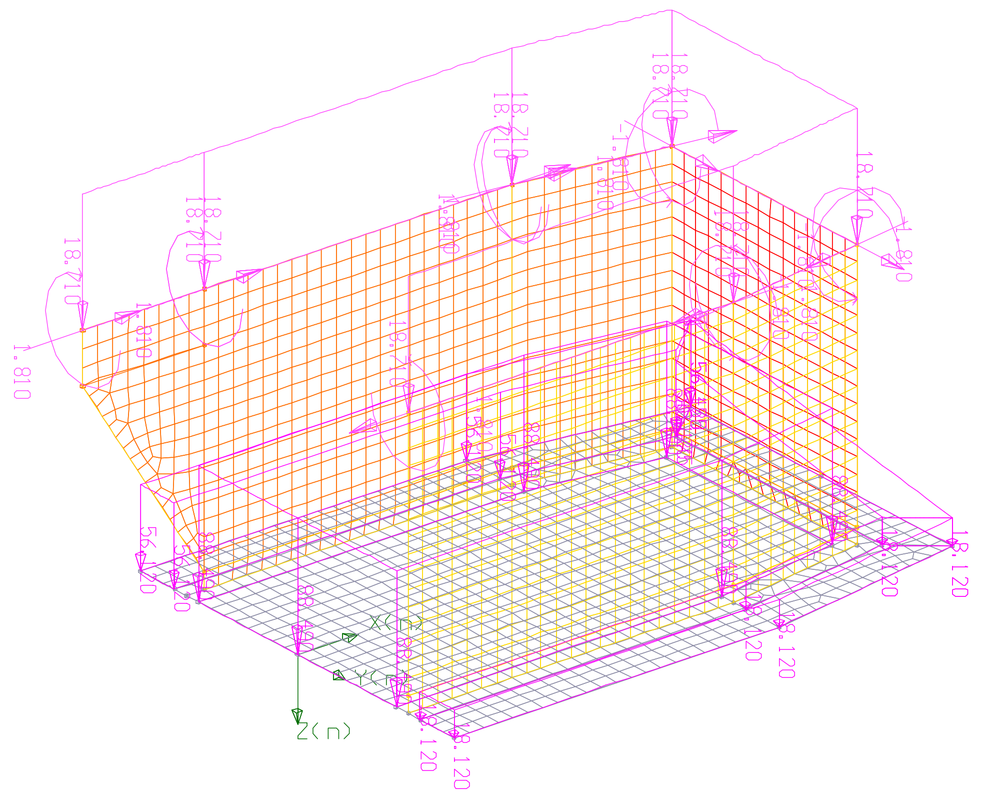
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.35
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:50:17
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 4 : Ausbaulasten(ständige Last)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=festc=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

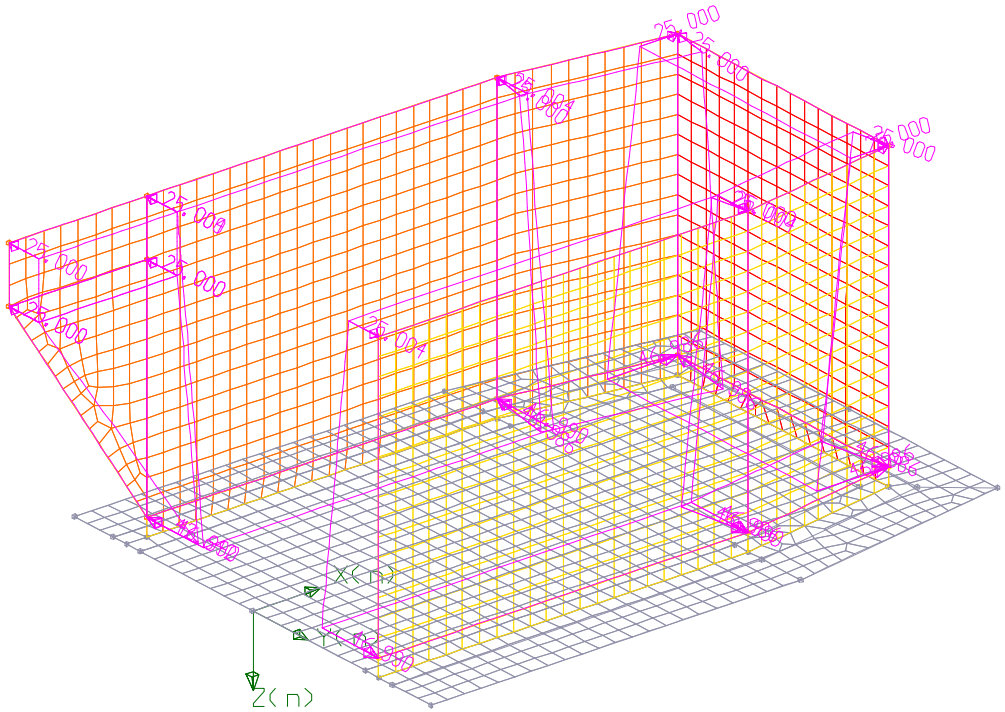
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.35
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:52:16
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 5 : Erddruck-Hinterfüllung(Erdruhedruck)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

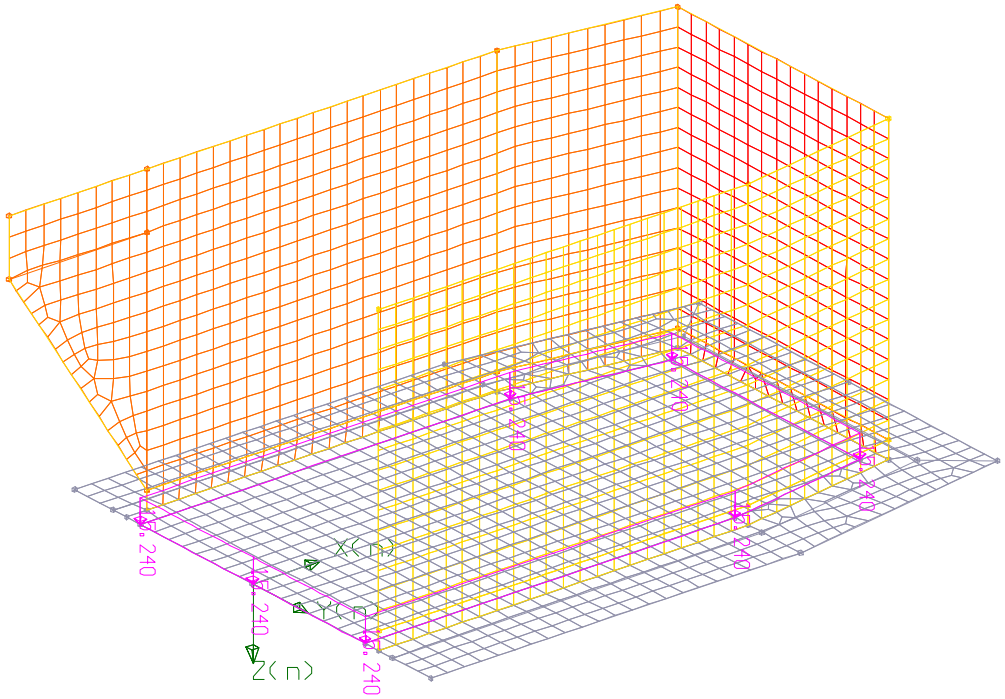
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.20
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:53:3
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 6 : Verkehrslast-Hinterfüllung(LM71 Grundlast Gl.1.1)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

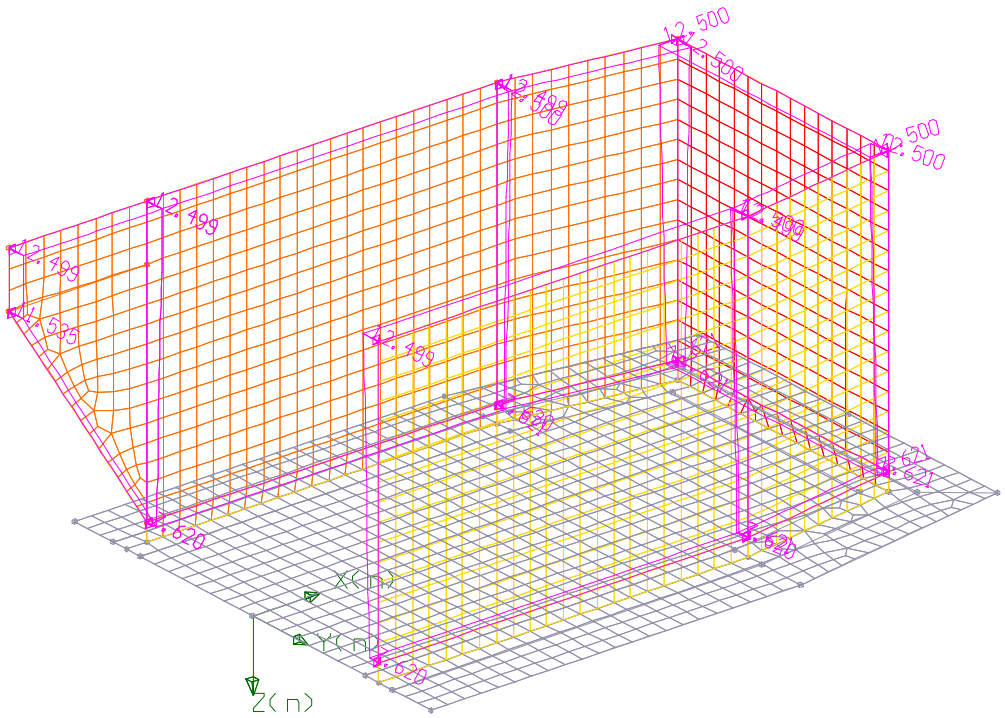
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:53:44
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 7 : Erddruck-Verkehrslast(Erddruck aus Verkehr)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

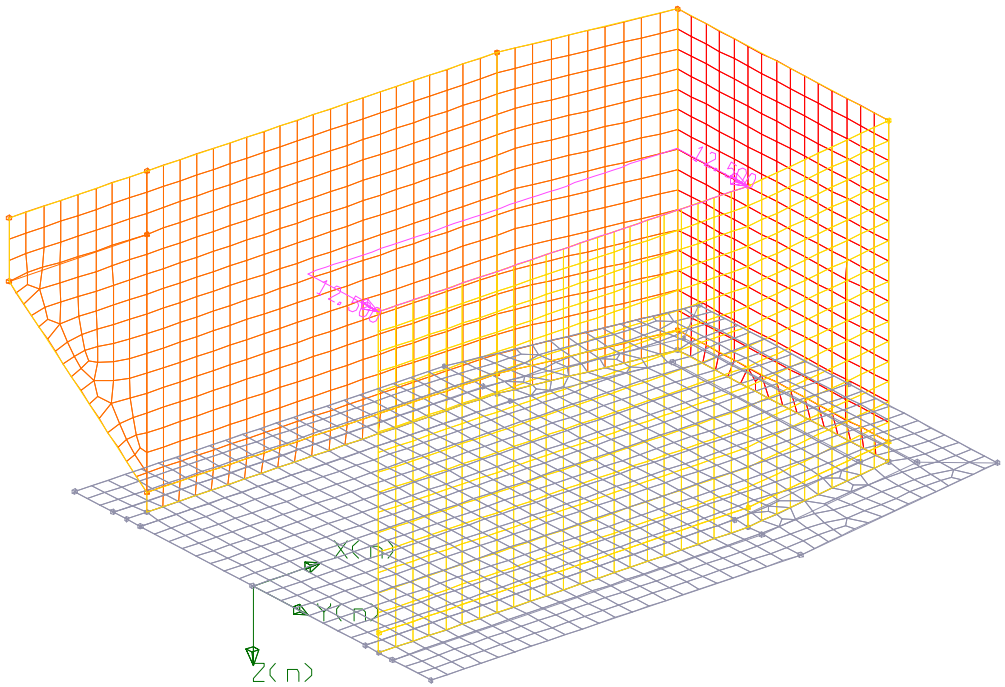
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.50
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:54:32
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 8 : Seitenstoß-1(Seitenstoß Gl.1)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

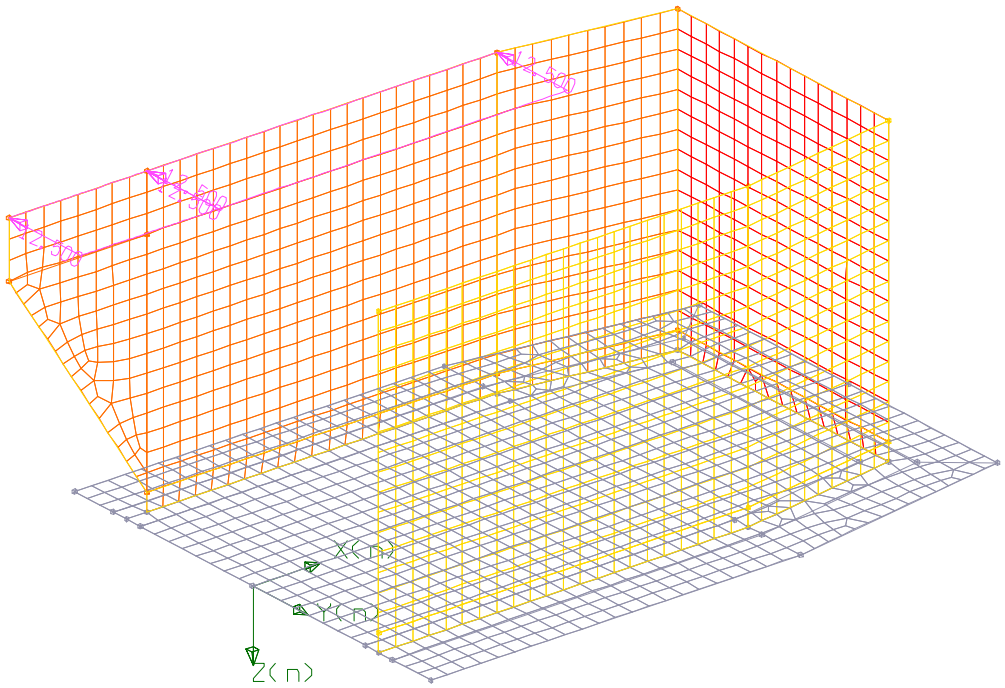
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:55:23
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 9 : Seitenstoß-2(Seitenstoß Gl.1)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

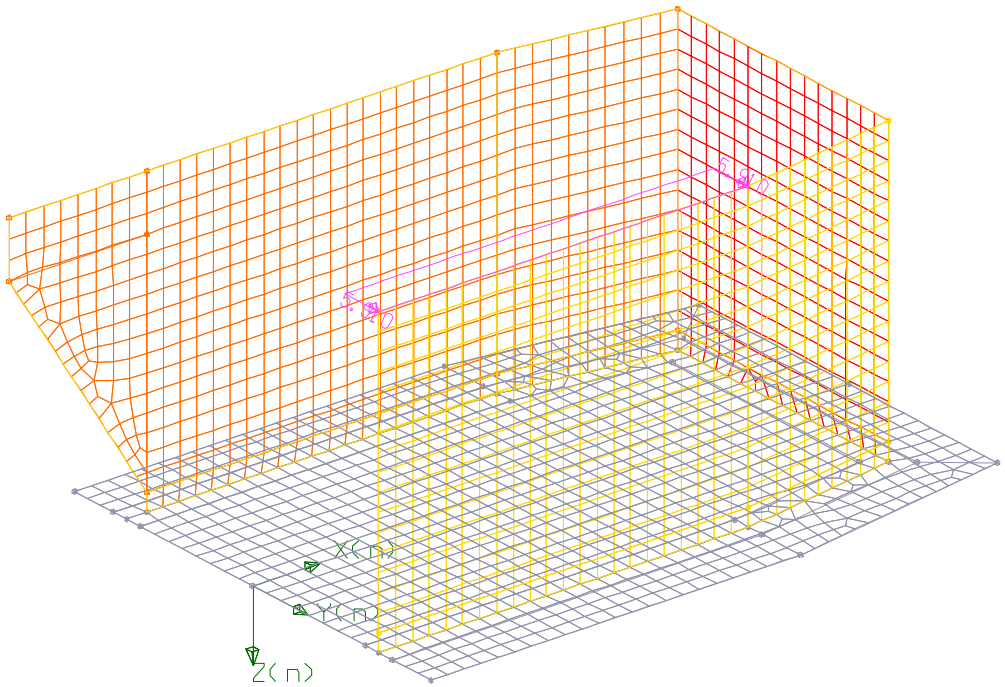
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:56:8
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 10 : Fliehkraft(Zentrifugallast LM71 Gl.1)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

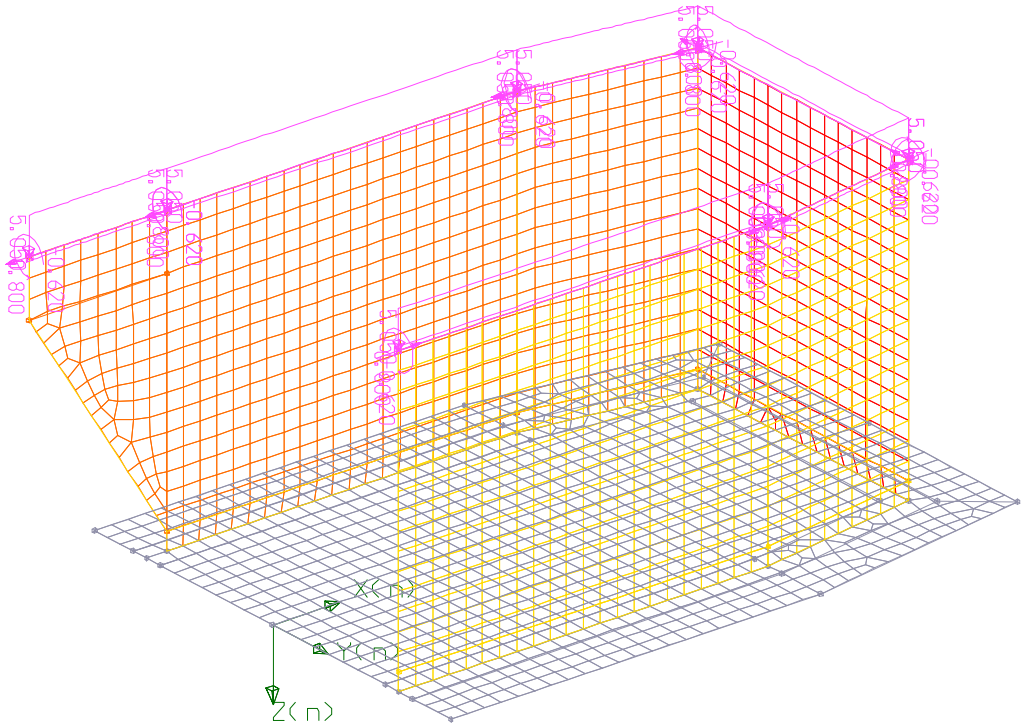
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:56:55
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 11 : Verkehrslast-Geländer(Verkehrslast Gehweg)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

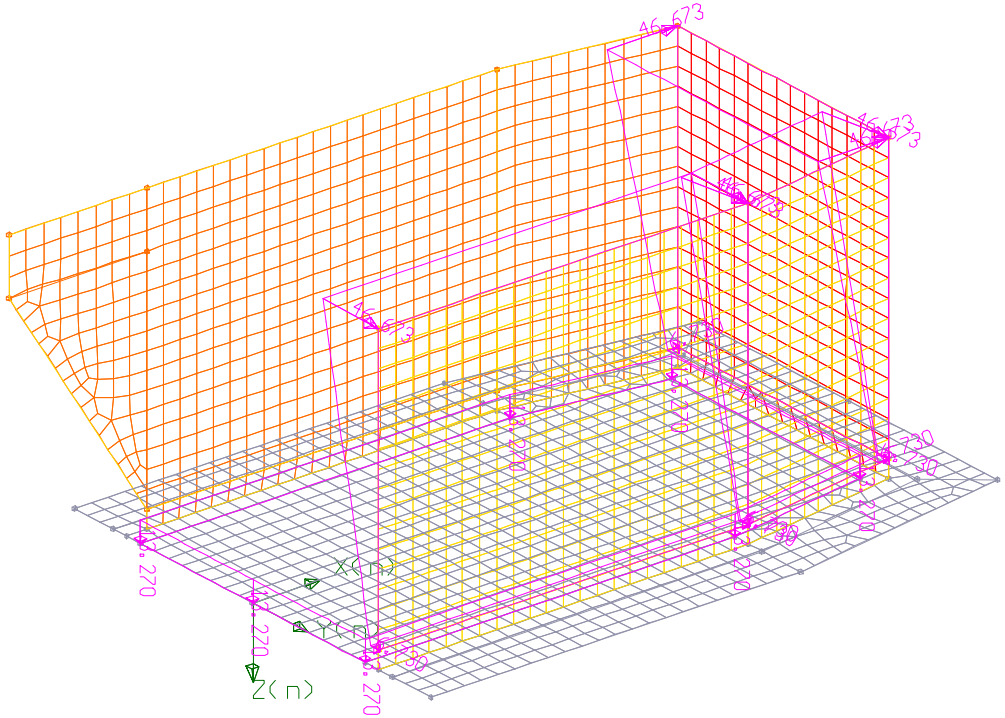
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.50
psi(2/11)=0.00/0.80

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:57:37
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 12 : Entgleisung-Seitel(außergewöhnliche Last)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

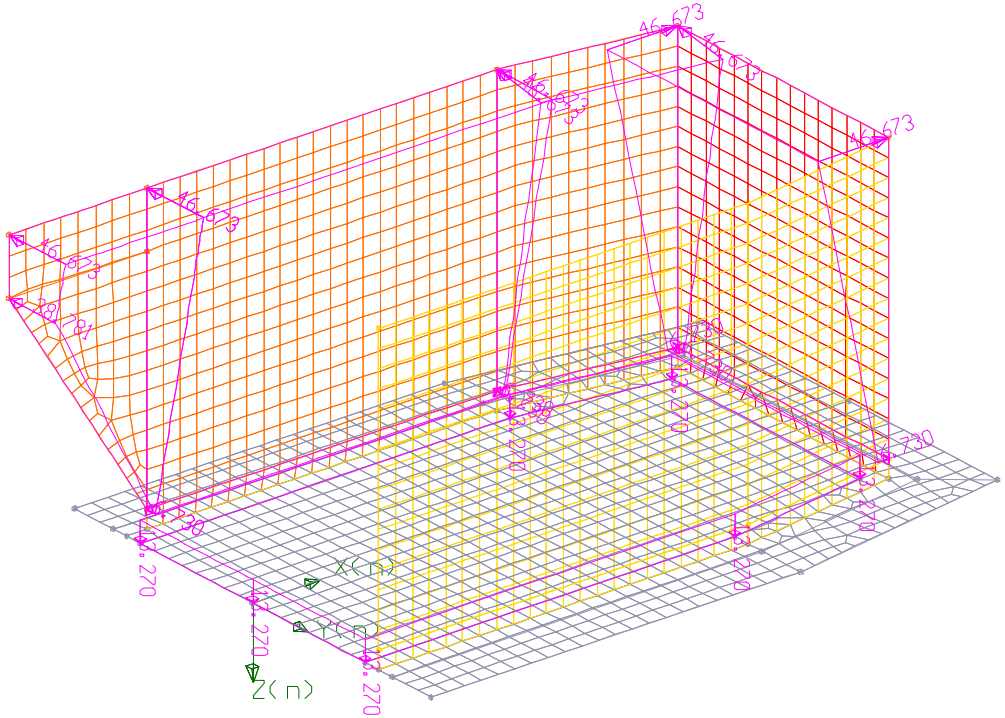
Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:58:20
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 13 : Entgleisung-Seite2(außergewöhnliche Last)



Lasten
Fläche : [kN/m2]
Linie : [kN/m; kNm/m]
Punkt : [kN; kNm]
Temp. : [C]

Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest c=elast.
b=dx,,dy,,dz,,rx,,ry,,rz,
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

Plattenfläche
Dicke : Fundament
Material: C35/45
Bettung : Bettung-1

Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Datum : 06.07.2022
Zeit : 10:59:48
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Generierung
Version 22.0 12052022

Lastfallinformation

Nr.	Bezeichnung	Attribut	Eigengewicht	Gsup	Ginf	Psi0	Psi1	Psi2	Psi11	Psi21	Psi22
1	Eigengewicht	Eigengewicht (Einguss)	j	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
4	Ausbaulasten	ständige Last	n	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	
5	Erddruck-Hinterfüllung	Erdruhedruck	n	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
6	Verkehrslast-Hinterfüllung	LM71 Grundlast Gl.1.1	n	1.45	0.00	0.80	0.80	0.00	1.00	0.00	0.00
7	Erddruck-Verkehrslast	Erddruck aus Verkehr	n	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
8	Seitenstoß-1	Seitenstoß Gl.1	n	1.45	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	0.00	0.00
9	Seitenstoß-2	Seitenstoß Gl.1	n	1.45	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	0.00	0.00
10	Fliehkraft	Zentrifugallast LM71 ...	n	1.45	0.00	0.80	0.80	0.00	1.00	0.00	0.00
11	Verkehrslast-Geländer	Verkehrslast Gehweg	n	1.45	0.00	0.80	0.50	0.00	0.80	0.00	0.00
12	Entgleisung-Seite1	außergewöhnliche Last	n	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
13	Entgleisung-Seite2	außergewöhnliche Last	n	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00

Lastfallattribute

Definition Operatoren

Operator	Erläuterung:
+	unbedingte Überlagerung
?	ausschließende Überlagerung
+(0?)	bedingte Überlagerung
?(0?)	ausschließende Überlagerung, auch 0
	keine Überlagerung

Zuordnung Attribute/Operatoren

Bezeichnung	Operator
Eigengewicht (Einguss)	+
Eigengewicht (Bauzustand)	+
Eigengewicht (Fertigteil)	+
Eigengewicht (Ortbeton)	+
Abbinden	+
ständige Last	+
Ständige Zusatzlasten	+
Vorspannung	+
Vorspannung (Einguss)	+
Vorspannung (Bauzustand)	+
Vorspannung (Fertigteil)	+
Vorspannung (Verbund)	+
ausschließende Last	?(0?)
Wohnräume	+(0?)
Büroräume	+(0?)
Versammlungsräume	+(0?)
Verkaufsräume	+(0?)
Lagerräume	+(0?)
Fahrzeuglast < 30 kN	?(0?)
Fahrzeuglast < 160 kN	?(0?)
Dächer	+(0?)

```
Schneelast (Bauzustand)                                  +(0?)
Temperatur                                               ?(0?)
Temperatur konstant                                      ?(0?)
Temperatur linear                                        ?(0?)
Temperatur (Bauzustand)                                  ?(0?)
Verkehrslast                                             +(0?)
Verkehrslast        Sp.1                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.1                                 ?(0?)
Verkehrslast        Sp.2                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.2                                 ?(0?)
Verkehrslast        Sp.3                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.3                                 ?(0?)
Verkehrslast        Sp.4                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.4                                 ?(0?)
Verkehrslast        Sp.5                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.5                                 ?(0?)
Verkehrslast        Sp.6                                 +(0?)
ausschließende Last Sp.6                                 ?(0?)
MLC-Lasten                                               ?(0?)
Verkehrslast        Bahn                                 +(0?)
ausschließende Last Bahn                                 ?(0?)
LM71 Grundlast  Gl.1.1                                   +(0?)
LM71 Grundlast  Gl.1.2                                   +(0?)
LM71 Grundlast  Gl.2.1                                   +(0?)
LM71 Grundlast  Gl.2.2                                   +(0?)
LM71 Grundlast  Gl.3.1                                   +(0?)
LM71 Grundlast  Gl.3.2                                   +(0?)
LM71 Überlast   Gl.1.1                                   ?(0?)
LM71 Überlast   Gl.1.2                                   ?(0?)
LM71 Überlast   Gl.2.1                                   ?(0?)
LM71 Überlast   Gl.2.2                                   ?(0?)
LM71 Überlast   Gl.3.1                                   ?(0?)
LM71 Überlast   Gl.3.2                                   ?(0?)
SW/0            Gl.1                                     ?(0?)
SW/0            Gl.2                                     ?(0?)
SW/0            Gl.3                                     ?(0?)
SW/2            Gl.1                                     ?(0?)
SW/2            Gl.2                                     ?(0?)
SW/2            Gl.3                                     ?(0?)
Verkehrslast (Bauzustand)                                +(0?)
Bremsen+Anfahren LM71-SW/0 Gl.1                          ?(0?)
Bremsen+Anfahren LM71-SW/0 Gl.2                          ?(0?)
Bremsen+Anfahren LM71-SW/0 Gl.3                          ?(0?)
Bremsen+Anfahren SW/2      Gl.1                          ?(0?)
Bremsen+Anfahren SW/2      Gl.2                          ?(0?)
Bremsen+Anfahren SW/2      Gl.3                          ?(0?)
Zentrifugallast  LM71      Gl.1                          +(0?)
Zentrifugallast  LM71      Gl.2                          +(0?)
Zentrifugallast  LM71      Gl.3                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/0      Gl.1                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/0      Gl.2                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/0      Gl.3                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/2      Gl.1                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/2      Gl.2                          +(0?)
Zentrifugallast  SW/2      Gl.3                          +(0?)
Seitenstoß Gl.1                                          ?(0?)
Seitenstoß Gl.2                                          ?(0?)
Seitenstoß Gl.3                                          ?(0?)
```

Verkehrslast Gehweg	+(0?)
ausschl. Last Gehweg	?(0?)
Verkehrslast horizontal	+(0?)
ausschl. Last horizontal	?(0?)
Bremsen + Anfahren	?(0?)
Ermüdungslast	?(0?)
Seltene Gruppierung	?(0?)
Stützensenkung wahrsch.	+(0?)
Stützensenkung möglich	+(0?)
Kriechen + Schwinden	+
Zwang	+(0?)
Lagerwechsel	?(0?)
außergewöhnliche Last	?(0?)
außergewöhnl. Verkehr	?(0?)
Erddruck	+
Erddruck aktiv erhöht	+(0?)
Erddruck aus Verkehr	+(0?)
Erdruhedruck	+(0?)
Flüssigkeit ständig	+
Flüssigkeit veränderlich	+(0?)
Erdbeben	?(0?)
Erdbeben in X-Richtung	+(0?)
Erdbeben in Y-Richtung	+(0?)
Zusatzlast	+(0?)
Zusatzlast 2	?(0?)
Kranbahnlast	?(0?)
Betriebslast1-1	?(0?)
Betriebslast2-1	?(0?)
Betriebslast3-1	?(0?)
Betriebslast4-1	?(0?)
Betriebslast5-1	?(0?)
Betriebslast1-2	?(0?)
Betriebslast2-2	?(0?)
Betriebslast3-2	?(0?)
Betriebslast4-2	?(0?)
Betriebslast5-2	?(0?)
Betriebslast1-3	?(0?)
Betriebslast2-3	?(0?)
Betriebslast3-3	?(0?)
Betriebslast4-3	?(0?)
Betriebslast5-3	?(0?)
Betriebslast1-4	?(0?)
Betriebslast2-4	?(0?)
Betriebslast3-4	?(0?)
Betriebslast4-4	?(0?)
Betriebslast5-4	?(0?)

keine Überlagerung

Lasten

Lastfall 1: Eigengewicht

Das Eigengewicht der Konstruktion wird programmintern aus den Material- und Querschnittskennwerten berechnet.

Lastfall 4: Ausbaulasten

Linienlasten (Lokal)

	x [m]	y [m]	z [m]	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	mxx [kNm/m]	myy [kNm/m]	mzz [kNm/m]
Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0
Ende	0.00	2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	-1.8	0.0	0.0
Ende	7.75	1.92	-4.30	0.0	0.0	18.7	-1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   0.99, y =  -0.16, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.16, y =   0.99, z =  -0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	7.75	1.92	-4.30	0.0	0.0	18.7	-1.8	0.0	0.0
Ende	7.75	-1.92	-4.30	0.0	0.0	18.7	-1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =  -0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	5.40	-2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0
Ende	7.75	-1.92	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
y' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =  -0.00, z =   1.00
```

Start	0.30	-2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0
Ende	5.40	-2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	-1.72	-2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0
Ende	0.30	-2.30	-4.30	0.0	0.0	18.7	1.8	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Summe Px/Py/Pz[kN]	0.00	0.00	395.26

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, global)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    3.68    0.00    0.00       7   30.04
    0.00    0.00   88.49    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

    4.18    2.82    0.00       6    5.84
    0.00    0.00   18.12    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

    4.18   -2.82    0.00       6    5.84
    0.00    0.00   56.12    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

    8.36    0.00    0.00       5    3.40
    0.00    0.00   18.12    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.20

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00     0.00  3153.86
```

Lastfall 5: Erddruck-Hinterfüllung

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, lokal)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    2.70    2.30   -2.27       4   21.86
    0.00    0.00  -46.99    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00

    6.57    2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -25.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -0.99, y =   0.16, z =   0.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =  -0.99, z =   0.00

    7.75    0.00   -2.27       4   15.57
    0.00    0.00  -25.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00

    6.58   -2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -25.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00

    2.85   -2.30   -2.27       5   20.65
    0.00    0.00  -46.99    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00

   -0.37   -2.30   -2.42       3    3.28
    0.00    0.00   25.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    5.43
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =  -0.00, y =   0.00, z =   1.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00

   -0.71   -2.30   -3.90       4    1.62
    0.00    0.00   25.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =  -0.00, y =   0.00, z =   1.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
```

Lastfall 6: Verkehrslast-Hinterfüllung

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, global)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    3.68    0.00    0.00       7   30.04
    0.00    0.00   15.24    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00     0.00   457.84
```

Lastfall 7: Erddruck-Verkehrslast

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, lokal)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    2.70    2.30   -2.27       4   21.86
    0.00    0.00   -7.62    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00

    6.57    2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -12.50    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -0.99, y =   0.16, z =   0.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =  -0.99, z =   0.00

    7.75    0.00   -2.27       4   15.57
    0.00    0.00  -12.50    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00

    6.58   -2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -12.50    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00

    2.85   -2.30   -2.27       5   20.65
    0.00    0.00   -7.62    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00

   -0.48   -2.30   -2.91       5    4.90
    0.00    0.00   -7.62    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.21
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
```

Lastfall 8: Seitenstoß-1

Linienlasten (Lokal)

	x [m]	y [m]	z [m]	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	mxx [kNm/m]	myy [kNm/m]	mzz [kNm/m]
Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ende	0.00	2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00   -67.50     0.00
```

Lastfall 9: Seitenstoß-2

Linienlasten (Lokal)

	x [m]	y [m]	z [m]	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	mxx [kNm/m]	myy [kNm/m]	mzz [kNm/m]
Start	0.30	-2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ende	5.40	-2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	-1.72	-2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ende	0.30	-2.30	-4.30	0.0	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Summe Px/Py/Pz[kN] 0.00 -89.00 0.00

Lastfall 10: Fliehkraft

Linienlasten (Lokal)

	x [m]	y [m]	z [m]	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	mxx [kNm/m]	myy [kNm/m]	mzz [kNm/m]
Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Ende	0.00	2.30	-4.30	0.0	-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Summe Px/Py/Pz[kN] 0.00 -31.91 0.00

Lastfall 11: Verkehrslast-Geländer

Linienlasten (Lokal)

	x [m]	y [m]	z [m]	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	mxx [kNm/m]	myy [kNm/m]	mzz [kNm/m]
Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	-0.8	5.0	-0.6	0.0	0.0
Ende	0.00	2.30	-4.30	0.0	-0.8	5.0	-0.6	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	5.40	2.30	-4.30	0.0	-0.8	5.0	-0.6	0.0	0.0
Ende	7.75	1.92	-4.30	0.0	-0.8	5.0	-0.6	0.0	0.0

Lokalsystem

```
x' - Richtung: x =   0.99, y =  -0.16, z =   0.00
y' - Richtung: x =   0.16, y =   0.99, z =  -0.00
z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
```

Start	7.75	1.92	-4.30	0.0	-0.8	5.0	0.6	0.0	0.0
Ende	7.75	-1.92	-4.30	0.0	-0.8	5.0	0.6	0.0	0.0

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00

Start    5.40  -2.30  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
Ende     7.75  -1.92  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -0.00, z =   1.00

Start    0.30  -2.30  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
Ende     5.40  -2.30  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00

Start   -1.72  -2.30  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
Ende     0.30  -2.30  -4.30     0.0    -0.8     5.0    -0.6     0.0     0.0
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   1.00, y =   0.00, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00   -16.90   106.68
```

Lastfall 12: Entgleisung-Seite1

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, global)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    3.68    0.00    0.00       7   30.04
    0.00    0.00   13.27    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00     0.00   398.65
```

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, lokal)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    2.70    2.30   -2.27       4   21.86
    0.00    0.00   -6.73    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =  -1.00, z =   0.00

    6.57    2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -46.67    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =  -0.99, y =   0.16, z =   0.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =  -0.99, z =   0.00

    7.75    0.00   -2.27       4   15.57
    0.00    0.00  -46.67    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
```

Lastfall 13: Entgleisung-Seite2

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, global)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    3.68    0.00    0.00       7   30.04
    0.00    0.00   13.27    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00     0.00   398.65
```

Flächenlasten (Linear veränderliche Last, lokal)

```
   xs[m]   ys[m]   zs[m]  Seiten   A[m2]
      px      py      pz   dpx,x   dpy,x   dpz,x   dpx,y   dpy,y   dpz,y
 [kN/m²] [kN/m²] [kN/m²]   [               delta/m                     ]
    7.75    0.00   -2.27       4   15.57
    0.00    0.00  -46.67    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =   1.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =  -0.00
       z' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00

    6.58   -2.11   -2.27       4    9.64
    0.00    0.00  -46.67    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.99, y =   0.16, z =   0.00
       y' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       z' - Richtung: x =  -0.16, y =   0.99, z =   0.00

    2.85   -2.30   -2.27       5   20.65
    0.00    0.00   -6.73    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00

   -0.48   -2.30   -2.91       5    4.90
    0.00    0.00   -6.73    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00   -9.87
```

Lokalsystem

```
       x' - Richtung: x =   0.00, y =   0.00, z =  -1.00
       y' - Richtung: x =  -1.00, y =   0.00, z =   0.00
       z' - Richtung: x =   0.00, y =   1.00, z =   0.00

Summe Px/Py/Pz[kN]     0.00     0.00 -1348.39
```

Überlagerung

Überlagerungsvorschrift (DIN EN 1992-2)

```
L: Originallastfall, Z:Zwischenlastfall, E: Ergebnislastfall
G(i,k): Generieranweisung - überlagert alle Lastfälle von i bis k

Typ  Bezeichnung                                log. Verknüpfung
Z1   Eigengewicht (Einguss)                     L1
Z2   ständige Last                              L4
Z3   LM71 Grundlast  Gl.1.1                     (0?L6)
Z4   Zentrifugallast  LM71      Gl.1            (0?L10)
Z5   Seitenstoß Gl.1                            (0?L8)?(0?L9)
Z6   Verkehrslast      Gehweg                   (0?L11)
Z7   Erdruhedruck                               (0?L5)
Z8   Erddruck aus Verkehr                       (0?L7)
Z9   G1 t1                                      Z1
Z10  G1 tn                                      Z1
Z11  G2 Summe Ausbaulasten                      Z2+(0?Z7)
Z12  ständige Last t1                           Z9+Z11
Z13  ständige Last tn                           Z10+Z11
Z14  LM71/1.1_P_gr11                            (0?Z3)+(0?0.5*Z4)+(0?0.5*
                                                Z5)
Z15  LM71/1.2_P_gr11                            (0?0.5*Z4)+(0?0.5*Z5)
Z16  SW0/1_P_gr11                               (0?0.5*Z5)
Z17  max/min Bahnverkehr_P_gr11                 G((0?Z14)?(0?Z16))
Z18  max/min Verkehr_P_gr11                     (0?Z6)+(0?Z8)+(0?Z17)
Z19  Standardüberlagerung (charakteristisc...   (0?Z18)
Z20  LM71/1.1_P_gr12                            G((0?Z3)+(0?Z5))
Z21  LM71/1.2_P_gr12                            (0?Z4)+(0?Z5)
Z22  SW0/1_P_gr12                               (0?Z5)
Z23  max/min Bahnverkehr_P_gr12                 G((0?Z20)?(0?Z22))
Z24  max/min Verkehr_P_gr12                     (0?Z6)+(0?Z8)+(0?Z23)
Z25  Standardüberlagerung (charakteristisc...   (0?Z24)
Z26  Standardüberlagerung (charakteristisc...   (0?Z19)?(0?Z25)
E1   Standardüberlagerung (charakteristisc...   Z12+(0?Z26)
E2   Standardüberlagerung (charakteristisch)    Z13+(0?Z26)
Z27  Eigengewicht_min/max                       1.35*L1?L1
Z28  Eigengewicht (Einguss)_ULS                 Z27
Z29  Ausbaulasten_min/max                       1.35*L4?L4
Z30  ständige Last_ULS                          Z29
Z31  LM71 Grundlast  Gl.1.1_ULS                 (0?1.45*L6)
Z32  Zentrifugallast  LM71      Gl.1_ULS        (0?1.45*L10)
Z33  Seitenstoß Gl.1_ULS                        (0?1.45*L8)?(0?1.45*L9)
Z34  Verkehrslast      Gehweg_ULS               (0?1.45*L11)
Z35  Erddruck-Hinterfüllung_min/max             1.2*L5?L5
Z36  Erdruhedruck_ULS                           (0?Z35)
Z37  Erddruck aus Verkehr_ULS                   (0?1.5*L7)
Z38  G1 t1_ULS                                  Z28
Z39  G1 tn_ULS                                  Z28
```

```
Z40  G2 Summe Ausbaulasten_ULS                Z30+(0?Z36)
Z41  ständige Last t1_ULS                     Z38+Z40
Z42  ständige Last tn_ULS                     Z39+Z40
Z43  LM71/1.1_P_ULS_gr11                      (0?Z31)+(0?0.5*Z32)+(0?0.
                                              5*Z33)
Z44  LM71/1.2_P_ULS_gr11                      (0?0.5*Z32)+(0?0.5*Z33)
Z45  SW0/1_P_ULS_gr11                         (0?0.5*Z33)
Z46  max/min Bahnverkehr_P_ULS_gr11           G((0?Z43)?(0?Z45))
Z47  max/min Verkehr_P_ULS_gr11               (0?Z34)+(0?Z37)+(0?Z46)
Z48  Grundkombination (design)_P_ULS_gr11     (0?Z47)
Z49  LM71/1.1_P_ULS_gr12                      G((0?Z31)+(0?Z33))
Z50  LM71/1.2_P_ULS_gr12                      (0?Z32)+(0?Z33)
Z51  SW0/1_P_ULS_gr12                         (0?Z33)
Z52  max/min Bahnverkehr_P_ULS_gr12           G((0?Z49)?(0?Z51))
Z53  max/min Verkehr_P_ULS_gr12               (0?Z34)+(0?Z37)+(0?Z52)
Z54  Grundkombination (design)_P_ULS_gr12     (0?Z53)
Z55  Grundkombination (design)_psi            (0?Z48)?(0?Z54)
E3   Grundkombination (design)_t1             Z41+(0?Z55)
E4   Grundkombination (design)                Z42+(0?Z55)
Z56  Eigengewicht (Einguss)_ULS_ACC           L1
Z57  ständige Last_ULS_ACC                    L4
Z58  LM71 Grundlast  Gl.1.1_ULS_ACC           (0?L6)
Z59  Zentrifugallast  LM71      Gl.1_ULS_ACC  (0?L10)
Z60  Seitenstoß Gl.1_ULS_ACC                  (0?L8)?(0?L9)
Z61  Verkehrslast      Gehweg_ULS_ACC         (0?L11)
Z62  Erdruhedruck_ULS_ACC                     (0?L5)
Z63  Erddruck aus Verkehr_ULS_ACC             (0?L7)
Z64  außergewöhnliche Last_ULS_ACC            (0?L12)?(0?L13)
Z65  G1 t1_ULS_ACC                            Z56
Z66  G1 tn_ULS_ACC                            Z56
Z67  G2 Summe Ausbaulasten_ULS_ACC            Z57+(0?Z62)
Z68  ständige Last t1_ULS_ACC                 Z65+Z67
Z69  ständige Last tn_ULS_ACC                 Z66+Z67
Z70  LM71/1.1_P_ULS_ACC_gr11                  (0?0.8*Z58)+(0?0.4*Z59)+(
                                              0?0.4*Z60)
Z71  LM71/1.2_P_ULS_ACC_gr11                  (0?0.4*Z59)+(0?0.4*Z60)
Z72  SW0/1_P_ULS_ACC_gr11                     (0?0.4*Z60)
Z73  max/min Bahnverkehr_P_ULS_ACC_gr11       G((0?Z70)?(0?Z72))
Z74  max/min Verkehr_P_ULS_ACC_gr11           (0?0.5*Z61)+(0?Z63)+(0?Z7
                                              3)
Z75  Außergew. Kombination_P_ULS_ACC_gr11     (0?Z74)+(0?Z64)
Z76  LM71/1.1_P_ULS_ACC_gr12                  0.8*G((0?Z58)+(0?Z60))
Z77  LM71/1.2_P_ULS_ACC_gr12                  (0?0.8*Z59)+(0?0.8*Z60)
Z78  SW0/1_P_ULS_ACC_gr12                     (0?0.8*Z60)
Z79  max/min Bahnverkehr_P_ULS_ACC_gr12       G((0?Z76)?(0?Z78))
Z80  max/min Verkehr_P_ULS_ACC_gr12           (0?0.5*Z61)+(0?Z63)+(0?Z7
                                              9)
Z81  Außergew. Kombination_P_ULS_ACC_gr12     (0?Z80)+(0?Z64)
Z82  max/min Verkehr_A_ULS_ACC_gr11           (0?Z63)
Z83  Außergew. Kombination_A_ULS_ACC_gr11     (0?Z82)+(0?Z64)
Z84  Außergew. Kombination_psi                (0?Z75)?(0?Z81)?(0?Z83)
E5   Außergew. Kombination_t1                 Z68+(0?Z84)
E6   Außergew. Kombination                    Z69+(0?Z84)
Z85  Eigengewicht (Einguss)_SLS_RARE          L1
Z86  ständige Last_SLS_RARE                   L4
Z87  LM71 Grundlast  Gl.1.1_SLS_RARE          (0?L6)
Z88  Zentrifugallast  LM71      Gl.1_SLS_R... (0?L10)
Z89  Seitenstoß Gl.1_SLS_RARE                 (0?L8)?(0?L9)
Z90  Verkehrslast      Gehweg_SLS_RARE        (0?L11)
```

```
Z91  Erdruhedruck_SLS_RARE                      (0?L5)
Z92  Erddruck aus Verkehr_SLS_RARE              (0?L7)
Z93  G1 t1_SLS_RARE                             Z85
Z94  G1 tn_SLS_RARE                             Z85
Z95  G2 Summe Ausbaulasten_SLS_RARE             Z86+(0?Z91)
Z96  ständige Last t1_SLS_RARE                  Z93+Z95
Z97  ständige Last tn_SLS_RARE                  Z94+Z95
Z98  LM71/1.1_P_SLS_RARE_gr11                   (0?Z87)+(0?0.5*Z88)+(0?0.
                                                5*Z89)
Z99  LM71/1.2_P_SLS_RARE_gr11                   (0?0.5*Z88)+(0?0.5*Z89)
Z100 SW0/1_P_SLS_RARE_gr11                      (0?0.5*Z89)
Z101 max/min Bahnverkehr_P_SLS_RARE_gr11        G((0?Z98)?(0?Z100))
Z102 max/min Verkehr_P_SLS_RARE_gr11            (0?Z90)+(0?Z92)+(0?Z101)
Z103 Seltene Kombination_P_SLS_RARE_gr11        (0?Z102)
Z104 LM71/1.1_P_SLS_RARE_gr12                   G((0?Z87)+(0?Z89))
Z105 LM71/1.2_P_SLS_RARE_gr12                   (0?Z88)+(0?Z89)
Z106 SW0/1_P_SLS_RARE_gr12                      (0?Z89)
Z107 max/min Bahnverkehr_P_SLS_RARE_gr12        G((0?Z104)?(0?Z106))
Z108 max/min Verkehr_P_SLS_RARE_gr12            (0?Z90)+(0?Z92)+(0?Z107)
Z109 Seltene Kombination_P_SLS_RARE_gr12        (0?Z108)
Z110 Seltene Kombination_psi                    (0?Z103)?(0?Z109)
E7   Seltene Kombination_t1                     Z96+(0?Z110)
E8   Seltene Kombination                        Z97+(0?Z110)
Z111 Eigengewicht (Einguss)_SLS_FREQ            L1
Z112 ständige Last_SLS_FREQ                     L4
Z113 LM71 Grundlast  Gl.1.1_SLS_FREQ            (0?L6)
Z114 Zentrifugallast  LM71      Gl.1_SLS_F...   (0?L10)
Z115 Seitenstoß Gl.1_SLS_FREQ                   (0?L8)?(0?L9)
Z116 Verkehrslast      Gehweg_SLS_FREQ          (0?L11)
Z117 Erdruhedruck_SLS_FREQ                      (0?L5)
Z118 Erddruck aus Verkehr_SLS_FREQ              (0?L7)
Z119 G1 t1_SLS_FREQ                             Z111
Z120 G1 tn_SLS_FREQ                             Z111
Z121 G2 Summe Ausbaulasten_SLS_FREQ             Z112+(0?Z117)
Z122 ständige Last t1_SLS_FREQ                  Z119+Z121
Z123 ständige Last tn_SLS_FREQ                  Z120+Z121
Z124 LM71/1.1_P_SLS_FREQ_gr11                   (0?0.8*Z113)+(0?0.4*Z114)
                                                +(0?0.4*Z115)
Z125 LM71/1.2_P_SLS_FREQ_gr11                   (0?0.4*Z114)+(0?0.4*Z115)
Z126 SW0/1_P_SLS_FREQ_gr11                      (0?0.4*Z115)
Z127 max/min Bahnverkehr_P_SLS_FREQ_gr11        G((0?Z124)?(0?Z126))
Z128 max/min Verkehr_P_SLS_FREQ_gr11            (0?0.5*Z116)+(0?Z118)+(0?
                                                Z127)
Z129 Häufige Kombination_P_SLS_FREQ_gr11        (0?Z128)
Z130 LM71/1.1_P_SLS_FREQ_gr12                   0.8*G((0?Z113)+(0?Z115))
Z131 LM71/1.2_P_SLS_FREQ_gr12                   (0?0.8*Z114)+(0?0.8*Z115)
Z132 SW0/1_P_SLS_FREQ_gr12                      (0?0.8*Z115)
Z133 max/min Bahnverkehr_P_SLS_FREQ_gr12        G((0?Z130)?(0?Z132))
Z134 max/min Verkehr_P_SLS_FREQ_gr12            (0?0.5*Z116)+(0?Z118)+(0?
                                                Z133)
Z135 Häufige Kombination_P_SLS_FREQ_gr12        (0?Z134)
Z136 Häufige Kombination_psi                    (0?Z129)?(0?Z135)
E9   Häufige Kombination_t1                     Z122+(0?Z136)
E10  Häufige Kombination                        Z123+(0?Z136)
Z137 Eigengewicht (Einguss)_SLS_PERM            L1
Z138 ständige Last_SLS_PERM                     L4
Z139 LM71 Grundlast  Gl.1.1_SLS_PERM            (0?L6)
Z140 Zentrifugallast  LM71      Gl.1_SLS_P...   (0?L10)
Z141 Seitenstoß Gl.1_SLS_PERM                   (0?L8)?(0?L9)
Z142 Verkehrslast      Gehweg_SLS_PERM          (0?L11)
```

```
Z143 Erdruhedruck_SLS_PERM                    (0?L5)
Z144 Erddruck aus Verkehr_SLS_PERM            (0?L7)
Z145 G1 t1_SLS_PERM                           Z137
Z146 G1 tn_SLS_PERM                           Z137
Z147 G2 Summe Ausbaulasten_SLS_PERM           Z138+(0?Z143)
Z148 ständige Last t1_SLS_PERM                Z145+Z147
Z149 ständige Last tn_SLS_PERM                Z146+Z147
Z150 max/min Verkehr_P_SLS_PERM_gr11          (0?Z144)
Z151 Quasi-ständige Komb._P_SLS_PERM_gr11     (0?Z150)
Z152 max/min Verkehr_P_SLS_PERM_gr12          (0?Z144)
Z153 Quasi-ständige Komb._P_SLS_PERM_gr12     (0?Z152)
Z154 Quasi-ständige Komb._psi                 (0?Z151)?(0?Z153)
E11  Quasi-ständige Komb._t1                  Z148+(0?Z154)
E12  Quasi-ständige Komb.                     Z149+(0?Z154)
Z155 Eigengewicht (Einguss)_SLS_INFR          L1
Z156 ständige Last_SLS_INFR                   L4
Z157 LM71 Grundlast  Gl.1.1_SLS_INFR          (0?L6)
Z158 Zentrifugallast  LM71      Gl.1_SLS_I... (0?L10)
Z159 Seitenstoß Gl.1_SLS_INFR                 (0?L8)?(0?L9)
Z160 Verkehrslast      Gehweg_SLS_INFR        (0?L11)
Z161 Erdruhedruck_SLS_INFR                    (0?L5)
Z162 Erddruck aus Verkehr_SLS_INFR            (0?L7)
Z163 G1 t1_SLS_INFR                           Z155
Z164 G1 tn_SLS_INFR                           Z155
Z165 G2 Summe Ausbaulasten_SLS_INFR           Z156+(0?Z161)
Z166 ständige Last t1_SLS_INFR                Z163+Z165
Z167 ständige Last tn_SLS_INFR                Z164+Z165
Z168 LM71/1.1_P_SLS_INFR_gr11                 (0?Z157)+(0?0.5*Z158)+(0?
                                              0.5*Z159)
Z169 LM71/1.2_P_SLS_INFR_gr11                 (0?0.5*Z158)+(0?0.5*Z159)
Z170 SW0/1_P_SLS_INFR_gr11                    (0?0.5*Z159)
Z171 max/min Bahnverkehr_P_SLS_INFR_gr11      G((0?Z168)?(0?Z170))
Z172 max/min Verkehr_P_SLS_INFR_gr11          (0?0.8*Z160)+(0?Z162)+(0?
                                              Z171)
Z173 Nicht häufige Kombination_P_SLS_INFR_... (0?Z172)
Z174 LM71/1.1_P_SLS_INFR_gr12                 G((0?Z157)+(0?Z159))
Z175 LM71/1.2_P_SLS_INFR_gr12                 (0?Z158)+(0?Z159)
Z176 SW0/1_P_SLS_INFR_gr12                    (0?Z159)
Z177 max/min Bahnverkehr_P_SLS_INFR_gr12      G((0?Z174)?(0?Z176))
Z178 max/min Verkehr_P_SLS_INFR_gr12          (0?0.8*Z160)+(0?Z162)+(0?
                                              Z177)
Z179 Nicht häufige Kombination_P_SLS_INFR_... (0?Z178)
Z180 Nicht häufige Kombination_psi            (0?Z173)?(0?Z179)
E13  Nicht häufige Kombination_t1             Z166+(0?Z180)
E14  Nicht häufige Kombination                Z167+(0?Z180)
```

Überlagerungskombination

Nr.	Vorschrift	Einstellung
E2	Standardüberlagerung (charakteristisch)	Schale/p(z)
E2	Standardüberlagerung (charakteristisch)	Lager/F(z)
E2	Standardüberlagerung (charakteristisch)	Knoten/d(z)
E4	Grundkombination (design)	Platte/q(I,II)
E4	Grundkombination (design)	Schale/p(z)
E4	Grundkombination (design)	Schale/s(x,y)-as
E4	Grundkombination (design)	Lager/F(z)
E4	Grundkombination (design)	Knoten/d(z)
E6	Außergew. Kombination	Schale/s(x,y)-as
E8	Seltene Kombination	Schale/s(x,y)-as
E10	Häufige Kombination	Schale/s(x,y)-as
E12	Quasi-ständige Komb.	Schale/s(x,y)-as
E12	Quasi-ständige Komb.	Knoten/d(z)
E14	Nicht häufige Kombination	Schale/s(x,y)-as

Überlagerungseinstellung

K: Knoten, L: Stabelemente, F: Flächenelemente
N: N-telTeilung
E: Eckpunkte M: Seitenmittelpunkte, S: Flächenschwerpunkt

Bezeichnung	Typ	führende Ergebnisgröße		abhängige
Ort	Überlagerungsbereich			
Schale/p(z)	F	Bodenpressung	pzz	mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,qyz
S	Fundament_1			
S	Seitenwände_1			
S	Seitenwände_2			
S	Seitenwände_3			
S	Seitenwände_4			
S	Seitenwände_5			
S	Seitenwände_6			
S	Seitenwände_7			
S	Seitenwände_8			
S	Seitenwände_9			
S	Seitenwand-2_1			
S	Seitenwand-2_2			

Lager/F(z)	K	Lagerkraft	Fsz
Fsx,Fsy,Msx,Msy,Msz,Dx,Dy,Dz,Rx,Ry,Rz			
-	Gesamte_Struktur		

Knoten/d(z)	K	Verschiebung	Dz
Dx,Dy,Rx,Ry,Rz,Fsx,Fsy,Fsz,Msx,Msy,Msz			
-	Gesamte_Struktur		

Platte/q(I,II)	F	Hauptquerkräfte	q1z,2z	mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,pzz
S	Fundament_1			
S	Seitenwände_1			
S	Seitenwände_2			
S	Seitenwände_3			
S	Seitenwände_4			
S	Seitenwände_5			
S	Seitenwände_6			
S	Seitenwände_7			
S	Seitenwände_8			
S	Seitenwände_9			
S	Seitenwand-2_1			
S	Seitenwand-2_2			

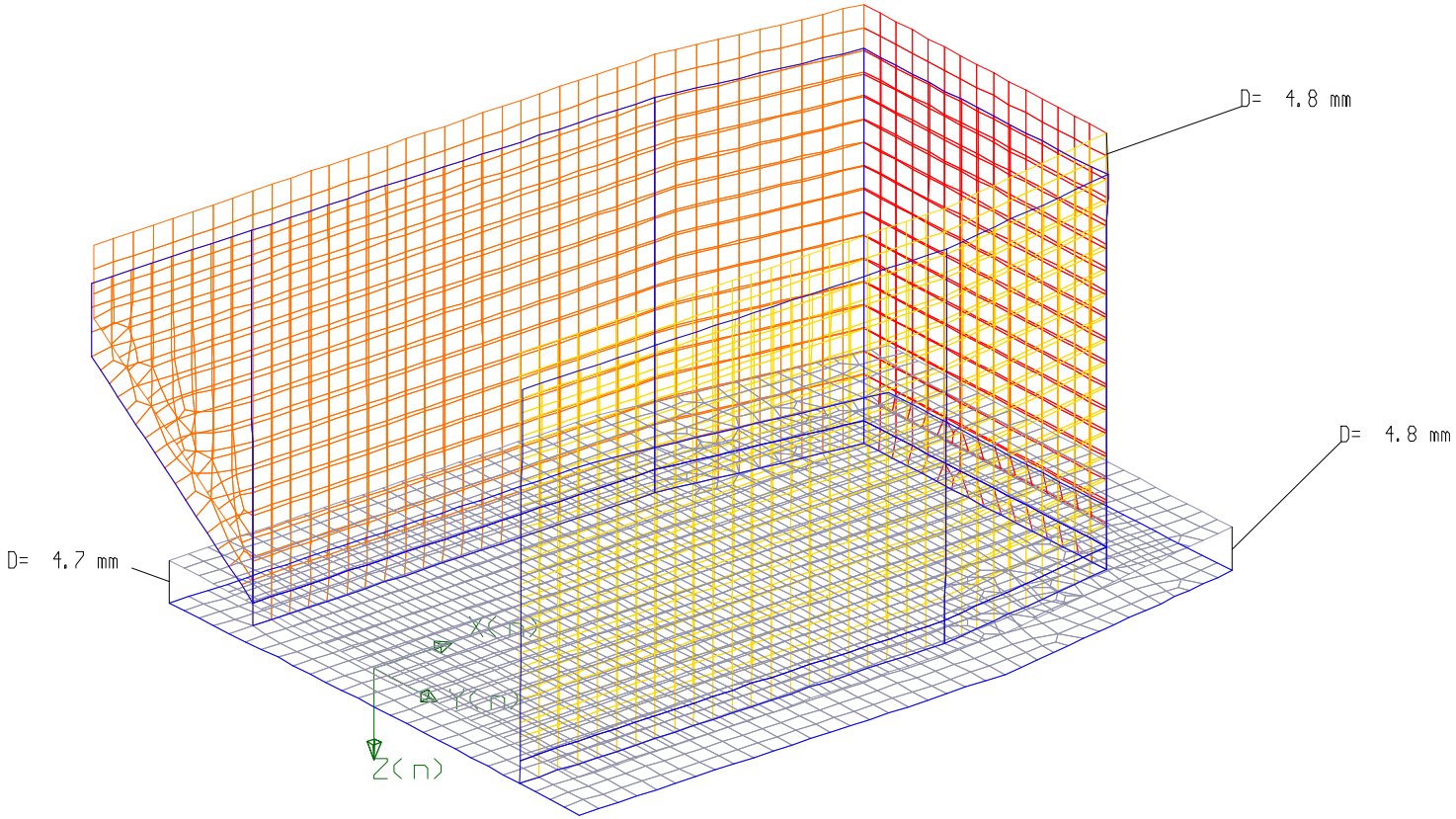
```
Schale/p(z)      F   Bodenpressung      pzz         mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,qyz
S                Fundament_1
S                Seitenwände_1
S                Seitenwände_2
S                Seitenwände_3
S                Seitenwände_4
S                Seitenwände_5
S                Seitenwände_6
S                Seitenwände_7
S                Seitenwände_8
S                Seitenwände_9
S                Seitenwand-2_1
S                Seitenwand-2_2

Schale/s(x,y)...F                     Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S                Fundament_1
S                Seitenwände_1
S                Seitenwände_2
S                Seitenwände_3
S                Seitenwände_4
S                Seitenwände_5
S                Seitenwände_6
S                Seitenwände_7
S                Seitenwände_8
S                Seitenwände_9
S                Seitenwand-2_1
S                Seitenwand-2_2

Lager/F(z)                           K              Lagerkraft                      Fsz
Fsx,Fsy,Msx,Msy,Msz,Dx,Dy,Dz,Rx,Ry,Rz
-                Gesamte_Struktur

Knoten/d(z)                           K                 Verschiebung                 Dz
Dx,Dy,Rx,Ry,Rz,Fsx,Fsy,Fsz,Msx,Msy,Msz
-                Gesamte_Struktur

Schale/s(x,y)...F                     Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S                Fundament_1
S                Seitenwände_1
S                Seitenwände_2
S                Seitenwände_3
S                Seitenwände_4
S                Seitenwände_5
S                Seitenwände_6
S                Seitenwände_7
S                Seitenwände_8
S                Seitenwände_9
S                Seitenwand-2_1
S                Seitenwand-2_2
```

```
Schale/s(x,y)...F                    Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S               Fundament_1
S               Seitenwände_1
S               Seitenwände_2
S               Seitenwände_3
S               Seitenwände_4
S               Seitenwände_5
S               Seitenwände_6
S               Seitenwände_7
S               Seitenwände_8
S               Seitenwände_9
S               Seitenwand-2_1
S               Seitenwand-2_2

Schale/s(x,y)...F                    Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S               Fundament_1
S               Seitenwände_1
S               Seitenwände_2
S               Seitenwände_3
S               Seitenwände_4
S               Seitenwände_5
S               Seitenwände_6
S               Seitenwände_7
S               Seitenwände_8
S               Seitenwände_9
S               Seitenwand-2_1
S               Seitenwand-2_2

Schale/s(x,y)...F                    Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S               Fundament_1
S               Seitenwände_1
S               Seitenwände_2
S               Seitenwände_3
S               Seitenwände_4
S               Seitenwände_5
S               Seitenwände_6
S               Seitenwände_7
S               Seitenwände_8
S               Seitenwände_9
S               Seitenwand-2_1
S               Seitenwand-2_2

Knoten/d(z)                           K                 Verschiebung                Dz
Dx,Dy,Rx,Ry,Rz,Fsx,Fsy,Fsz,Msx,Msy,Msz
-               Gesamte_Struktur
```

```
Schale/s(x,y)...F                    Normalspannung                          Sxx-asu
mxx,myy,mxy,nxx,nyy,nxy,qxz,pzz,qyz
S                Fundament_1
S                Seitenwände_1
S                Seitenwände_2
S                Seitenwände_3
S                Seitenwände_4
S                Seitenwände_5
S                Seitenwände_6
S                Seitenwände_7
S                Seitenwände_8
S                Seitenwände_9
S                Seitenwand-2_1
S                Seitenwand-2_2
```

3.3 Schnitt-, Auflager- und Weggrößen

(Segment_6) Lastfall 1 : Eigengewicht(Eigengewicht (Einguss)), inclusive Eigengewicht



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.35
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 5.15 mm
min = 0.00 mm

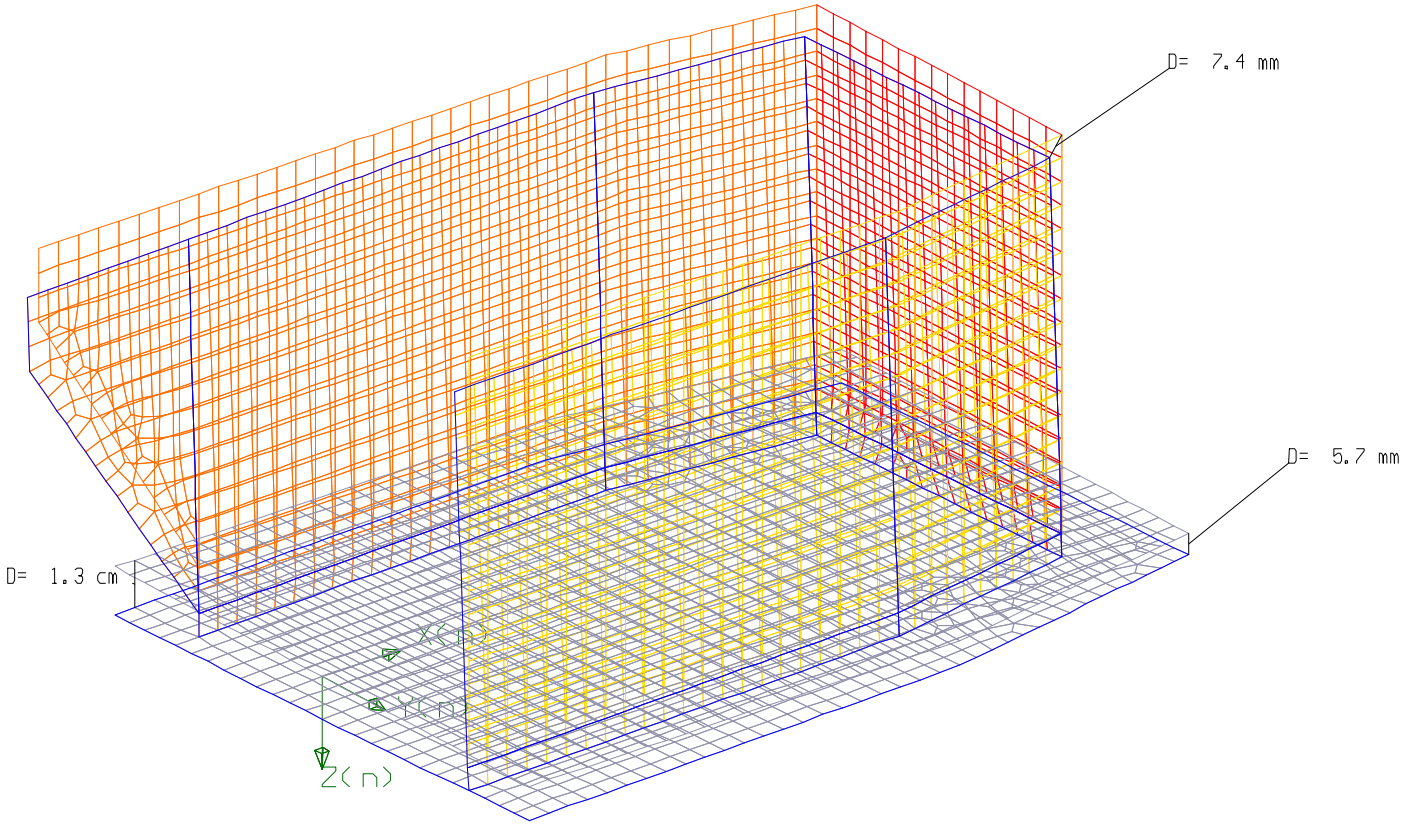
Äußere Lasten
Summe Pz = 1772.91kN
Summe Mx = -103.72kNm
Summe My = -7726.96kNm

Verformtes System
Skalierung : 100

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:02:26
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 4 : Ausbaulasten(ständige Last)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.35
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 1.34 cm
min = 0.00 mm

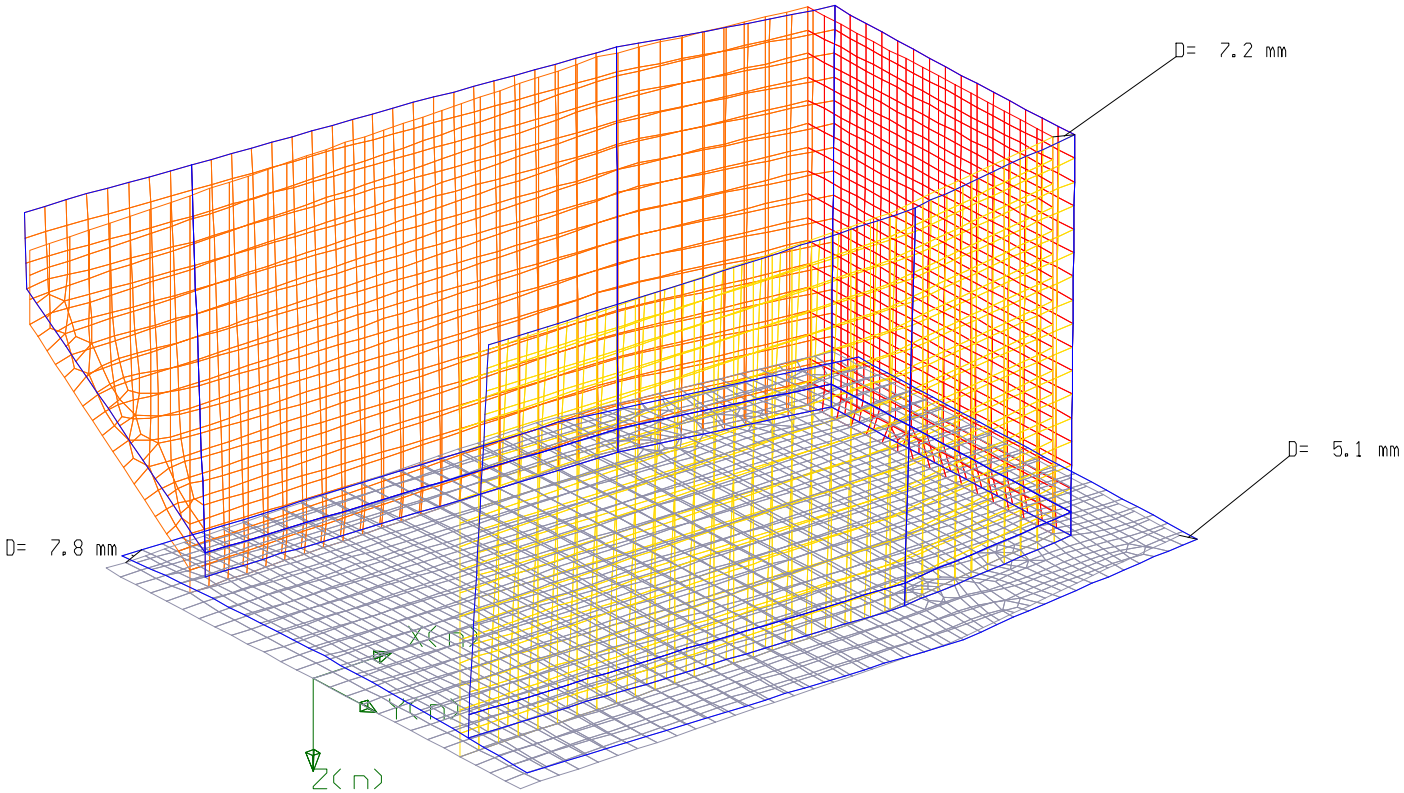
Äußere Lasten
Summe Pz = 3607.58kN
Summe Mx = -744.20kNm
Summe My = -14248.49kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:09:5
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 5 : Erddruck-Hinterfüllung(Erdruhedruck)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00/1.20
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 3.18 mm
min = -3.36 mm

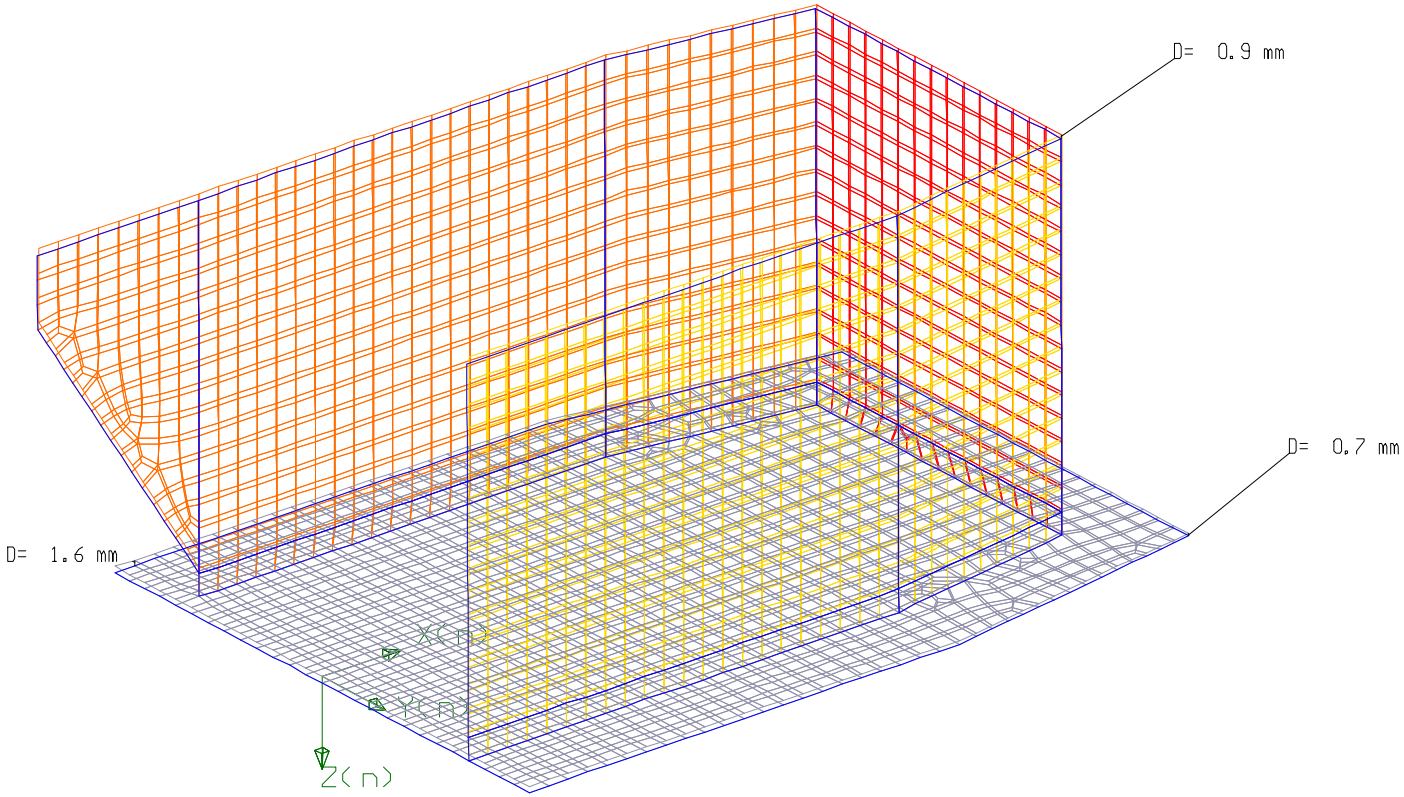
Äußere Lasten
Summe Px = 670.38kN
Summe Py = -98.05kN
Summe Mx = -301.62kNm
Summe My = -1387.16kNm
Summe Mz = 69.83kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:12:5
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 6 : Verkehrslast-Hinterfüllung(LM71 Grundlast Gl.1.1)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 1.81 mm
min = 0.00 mm

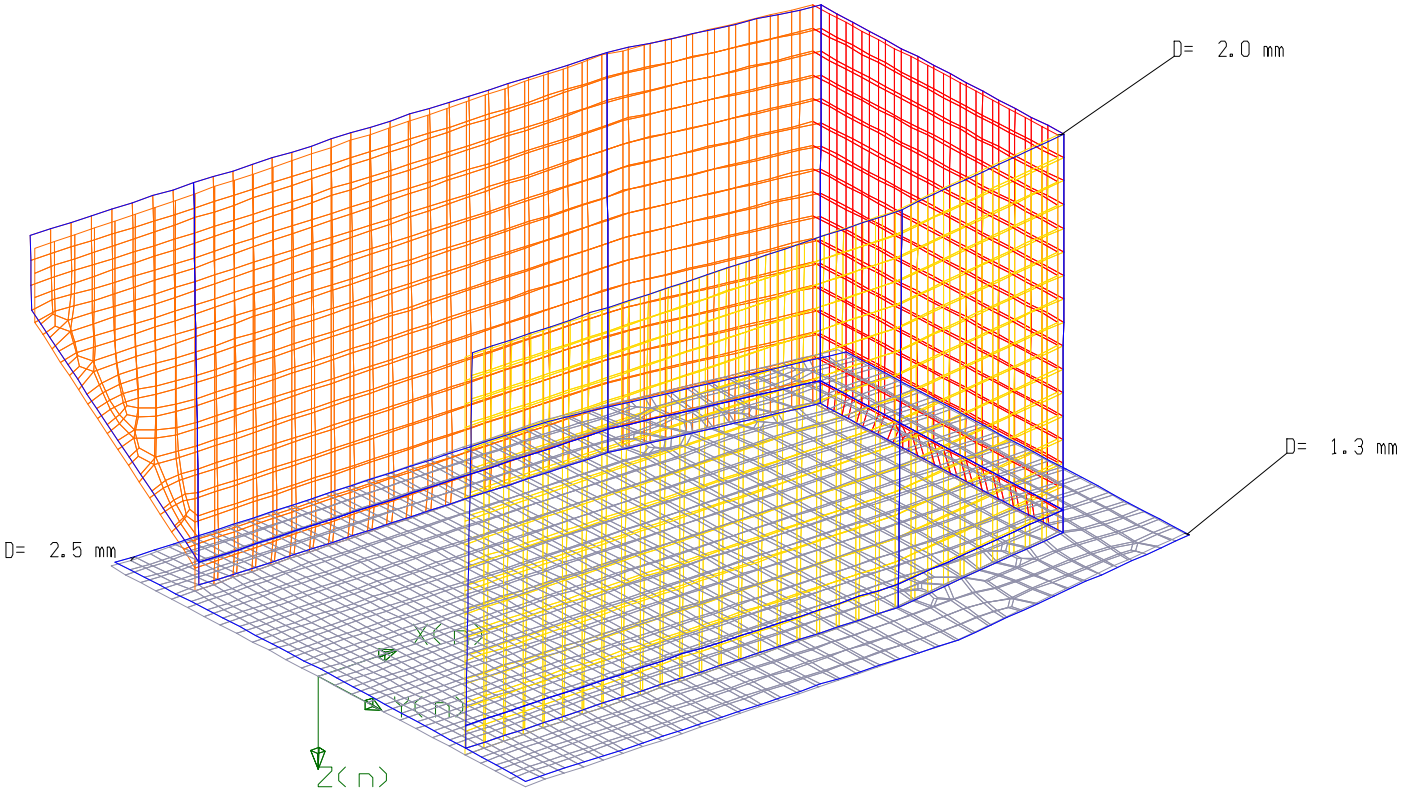
Äußere Lasten
Summe Pz = 457.85kN
Summe Mx = -0.00kNm
Summe My = -1684.27kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:12:43
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 7 : Erddruck-Verkehrslast(Erddruck aus Verkehr)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.50
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

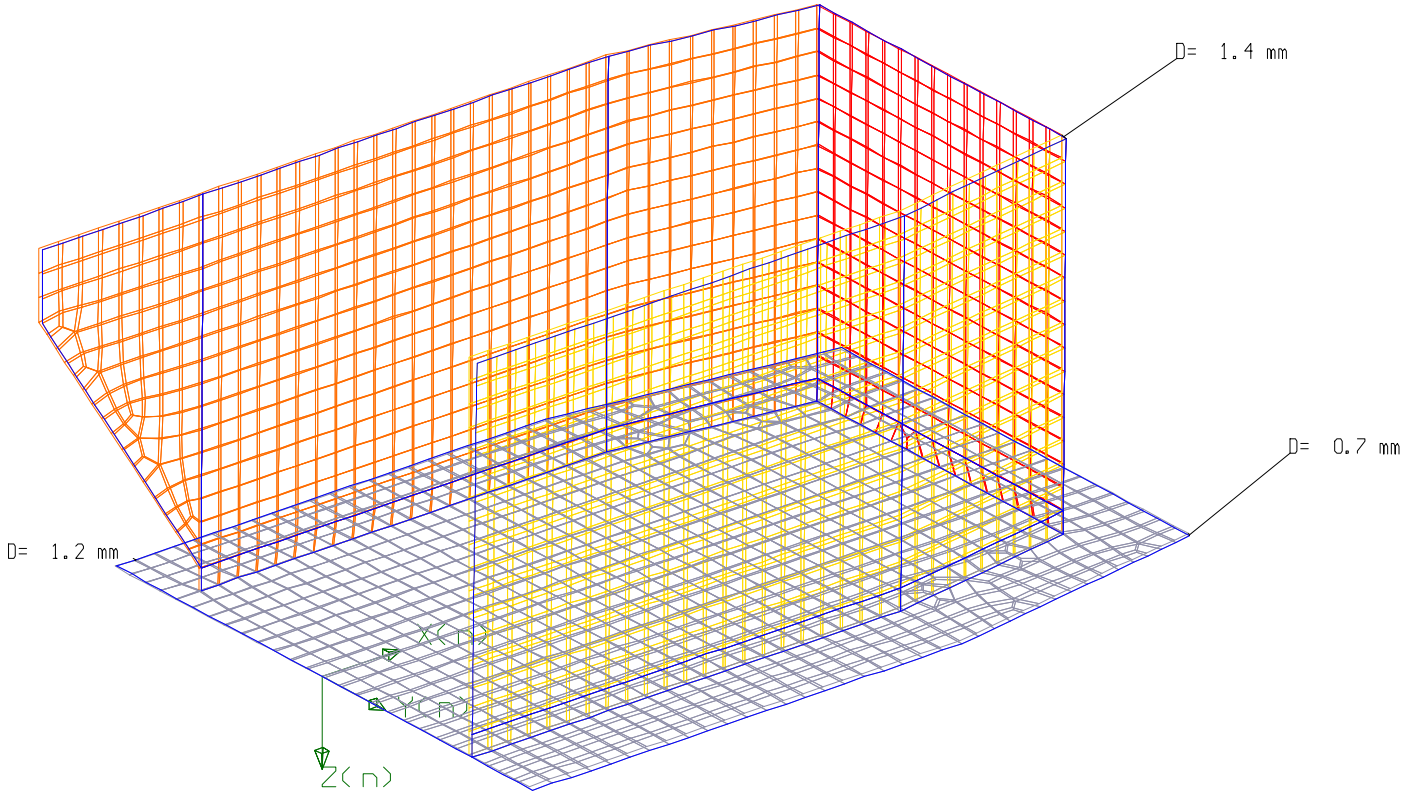
Verschiebung
Dz
max = 1.11 mm
min = -1.12 mm

Äußere Lasten
Summe Px = 187.38kN
Summe Py = -40.77kN
Summe Mx = -129.42kNm
Summe My = -456.74kNm
Summe Mz = 28.87kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:13:21
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 0.82 mm
min = -0.73 mm

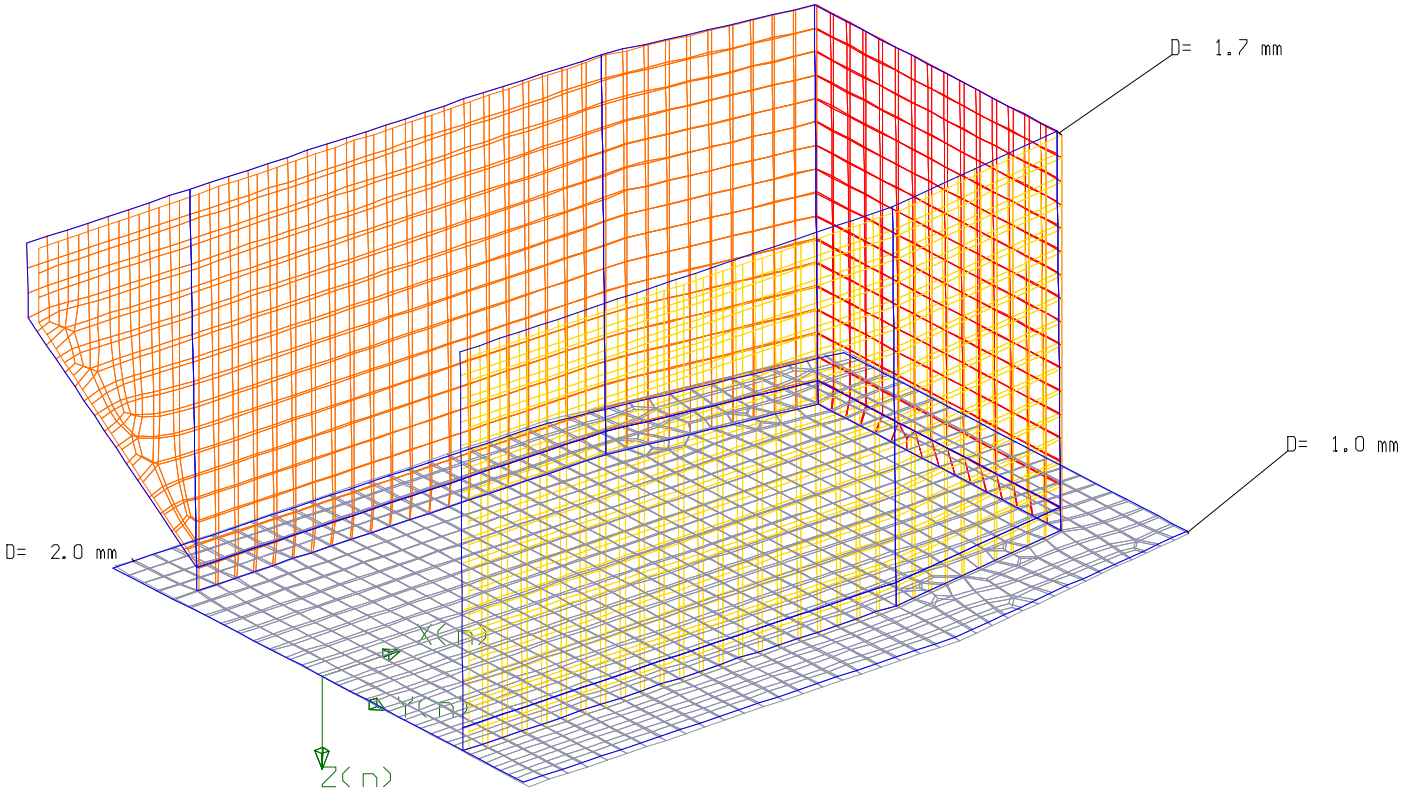
Äußere Lasten
Summe Py = 67.50kN
Summe Mx = 290.18kNm
Summe Mz = 182.25kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:15:2
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 9 : Seitenstoß-2(Seitenstoß Gl.1)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 1.10 mm
min = -0.95 mm

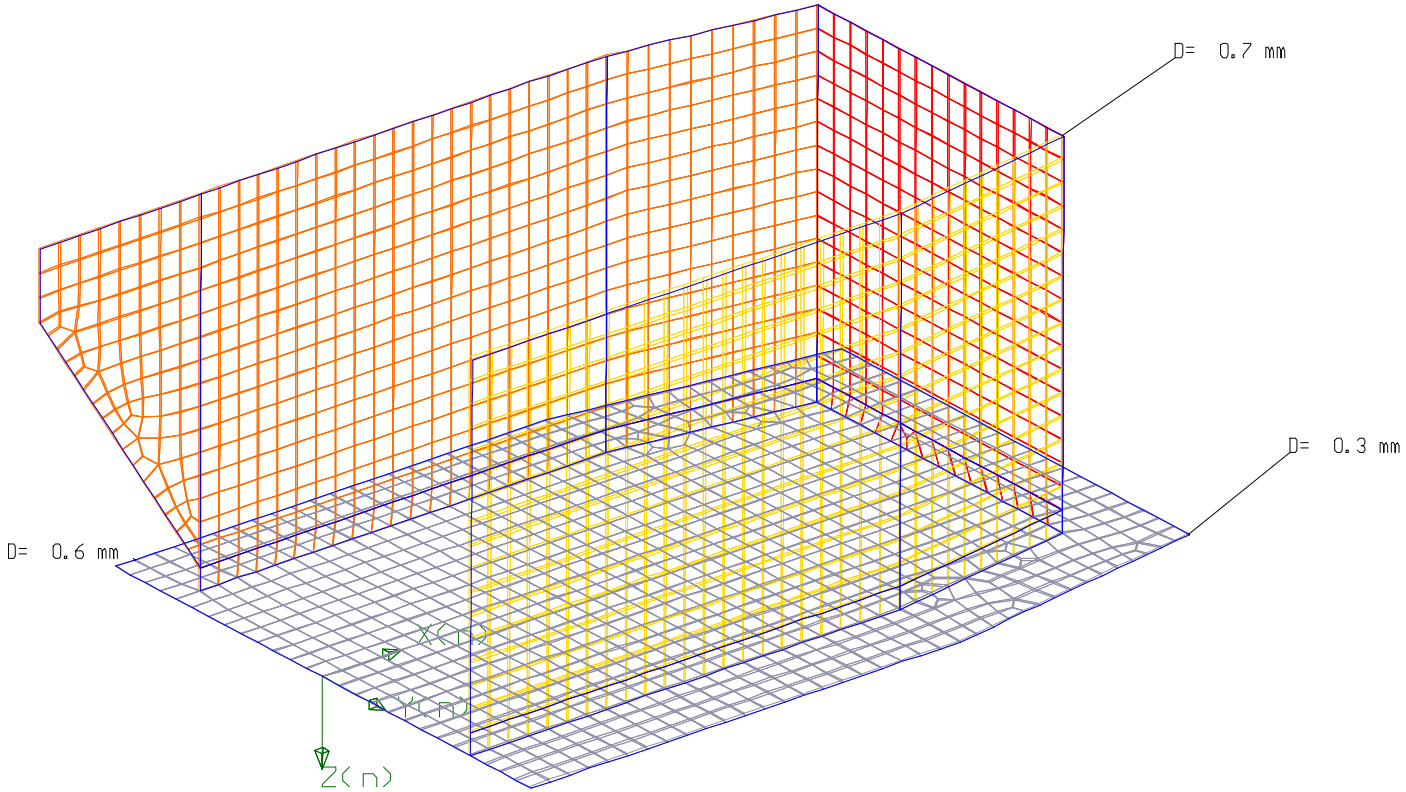
Äußere Lasten
Summe Py = -89.00kN
Summe Mx = -382.61kNm
Summe Mz = -163.76kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:15:50
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 10 : Fliehkraft(Zentrifugallast LM71 G1.1)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.80
psi(2/11)=0.00/1.00

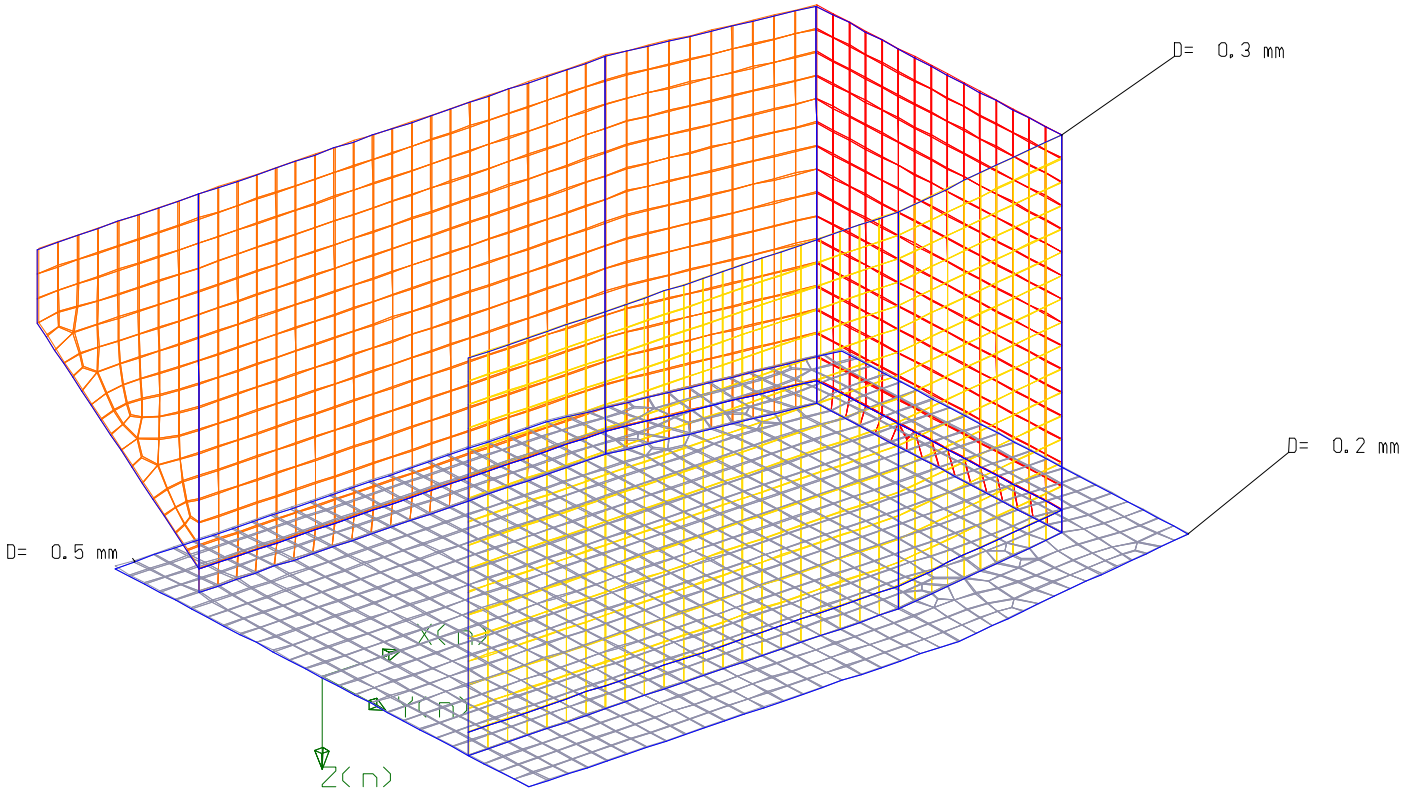
Verschiebung
Dz
max = 0.39 mm
min = -0.35 mm

Äußere Lasten
Summe Py = 31.91kN
Summe Mx = 137.20kNm
Summe Mz = 86.17kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:16:24
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.45
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=0.80/0.50
psi(2/11)=0.00/0.80

Verschiebung
Dz
max = 0.46 mm
min = 0.00 mm

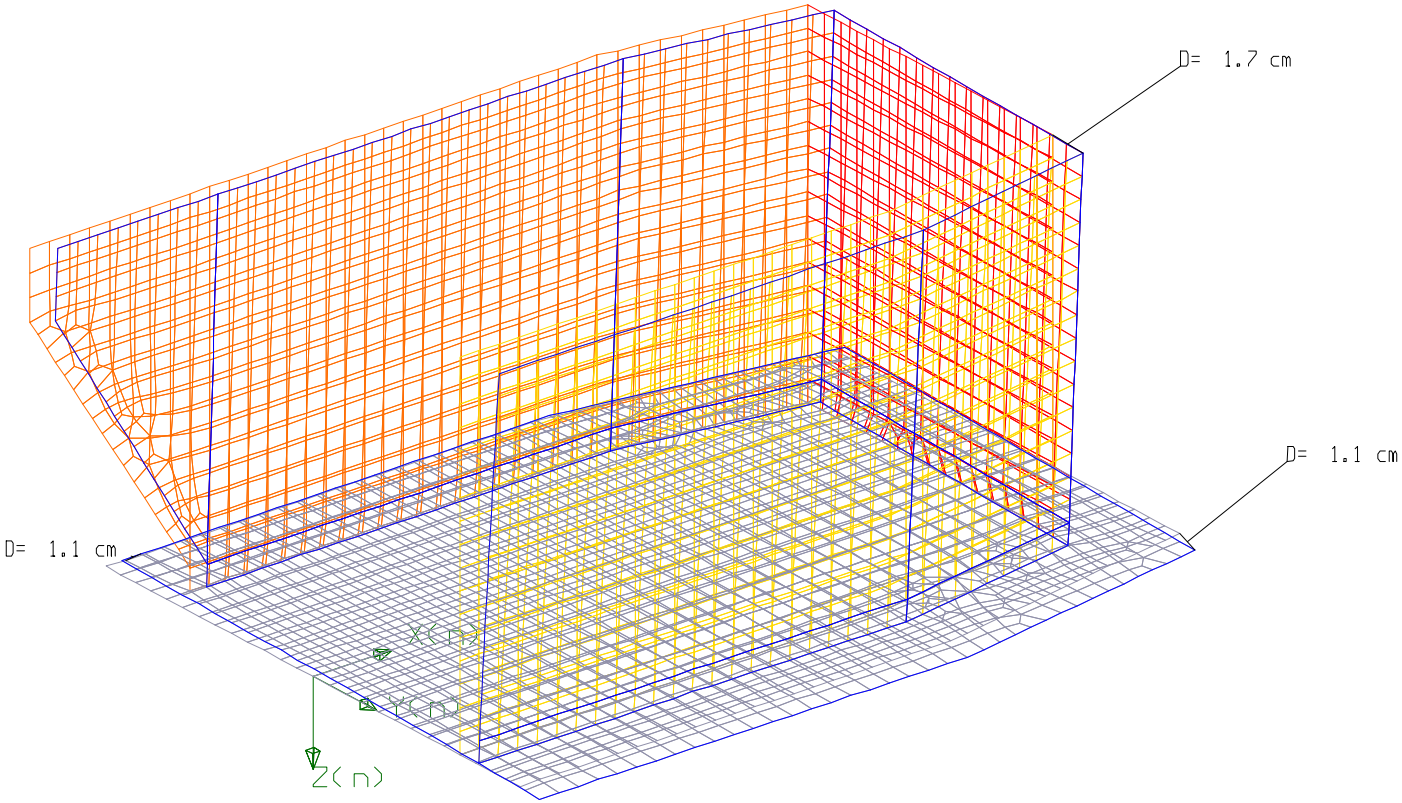
Äußere Lasten
Summe Px = -3.08kN
Summe Py = -5.14kN
Summe Pz = 106.68kN
Summe Mx = -46.04kNm
Summe My = -437.50kNm
Summe Mz = -22.26kNm

Verformtes System
Skalierung : 40

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:17:8
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) Lastfall 12 : Entgleisung-Seite1(außergewöhnliche Last)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 8.47 mm
min = -5.88 mm

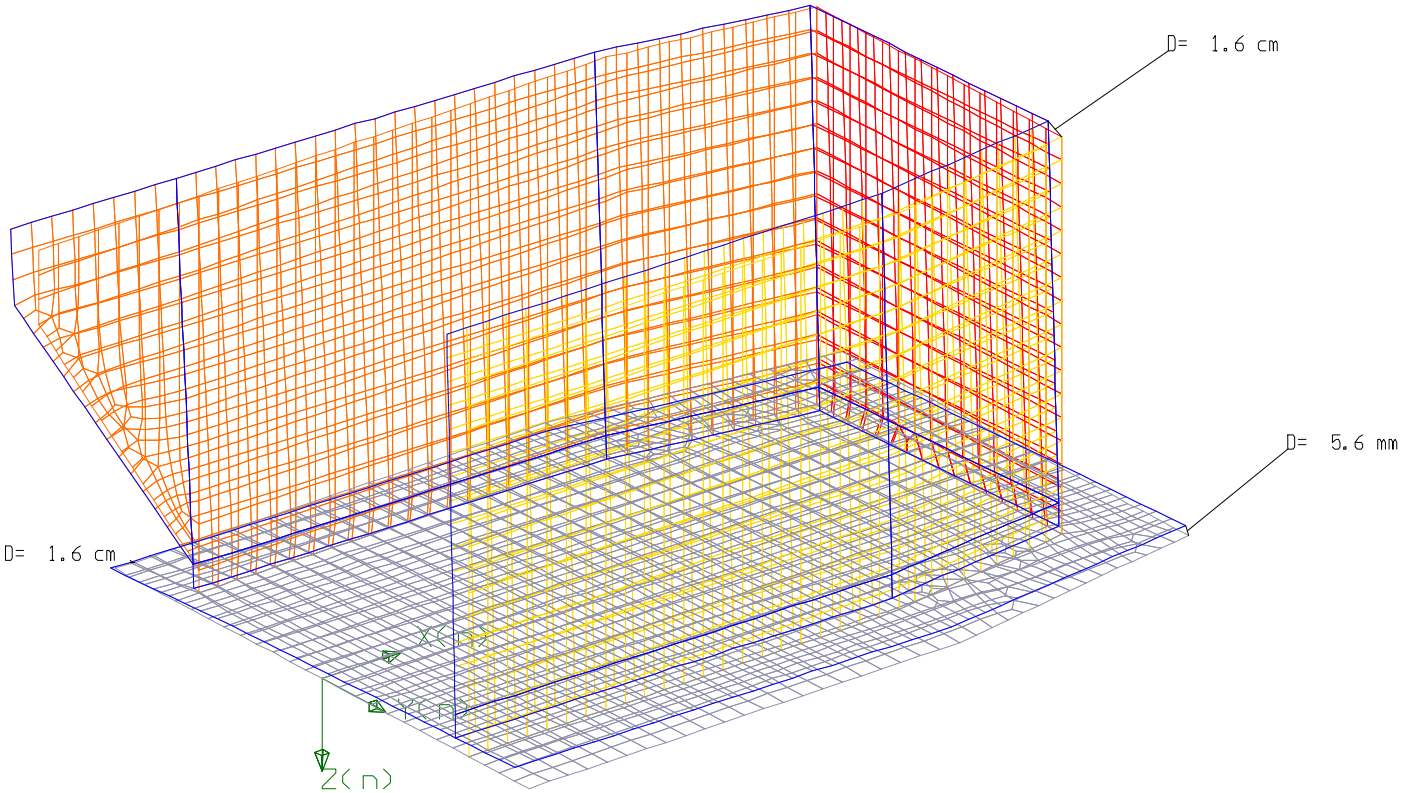
Äußere Lasten
Summe Px = 456.52kN
Summe Py = 837.89kN
Summe Pz = 398.66kN
Summe Mx = 2327.04kNm
Summe My = -2734.44kNm
Summe Mz = 3160.66kNm

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:17:50
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

Lastfall 13 : Entgleisung-Seite2(außergewöhnliche Last)



Teilsicherheitsbeiwerte:
gamma=1.00
Kombinationsbeiwerte:
psi(0/1)=1.00/1.00
psi(2/11)=1.00/1.00

Verschiebung
Dz
max = 9.34 mm
min = -6.80 mm

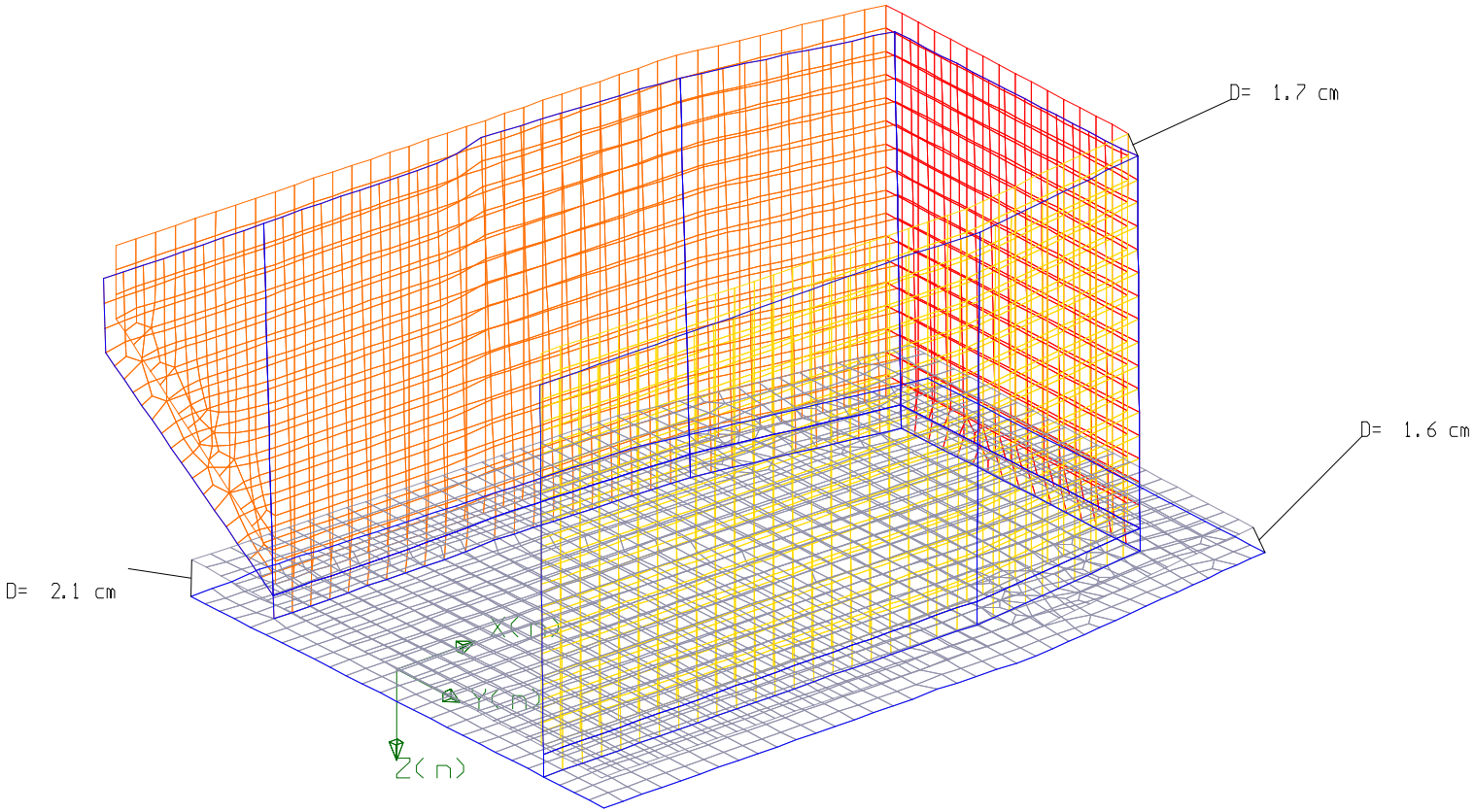
Äußere Lasten
Summe Px = 456.52kN
Summe Py = -966.68kN
Summe Pz = 398.66kN
Summe Mx = -2748.49kNm
Summe My = -2734.44kNm
Summe Mz = -3066.48kNm

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:18:27
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) E2 Knoten/d(z): (K) Dz Standardüberlagerung (charakteristisch)



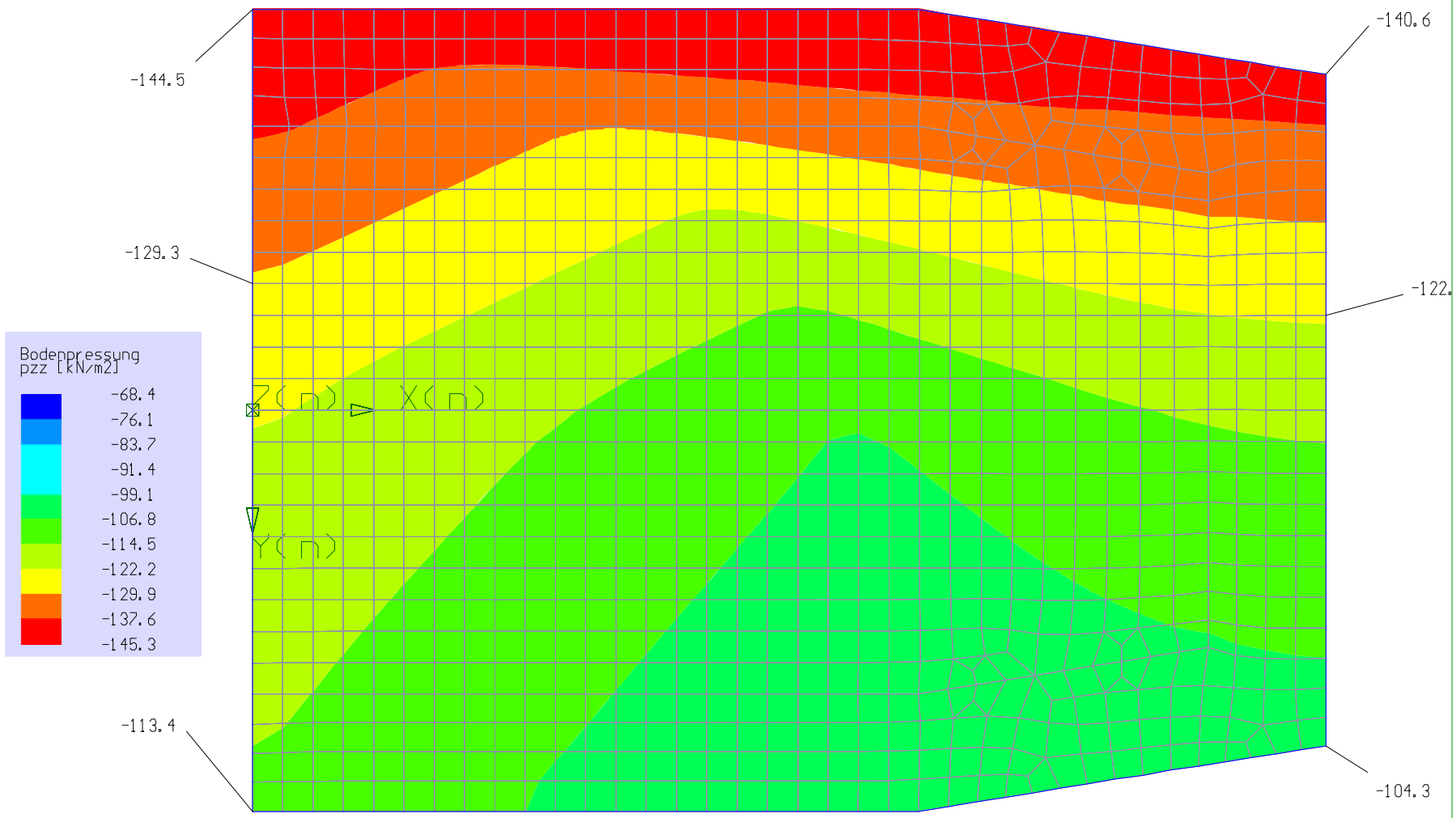
Verschiebung
Dz
max = 2.10 cm
min = 0.00 mm

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:20:39
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) E2 Schale/p(z): (F) pzz Standardüberlagerung (charakteristisch)



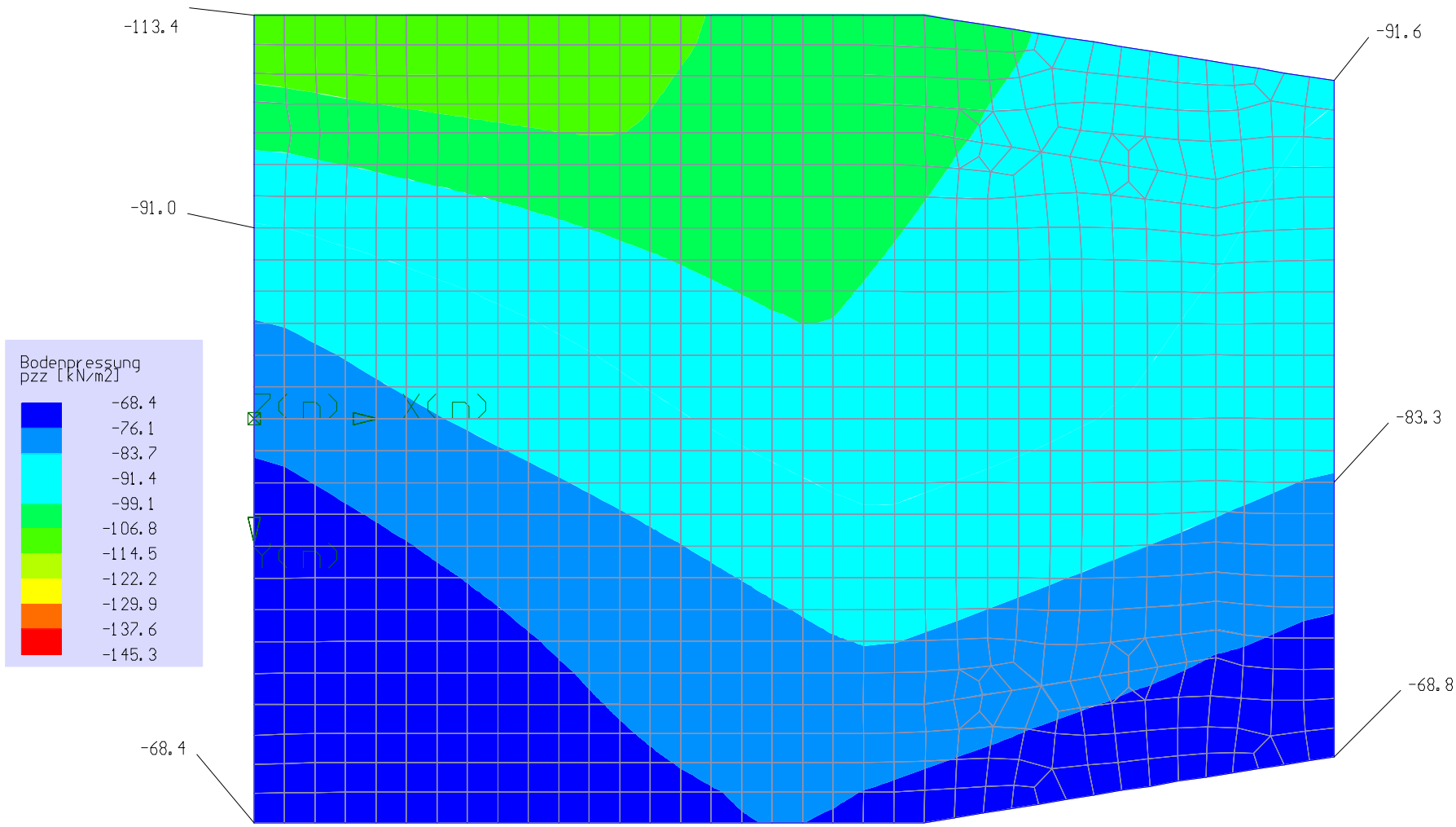
Bodenpressung
pzz (min) [kN/m2]
max = -68.42
min = -145.23
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:23:49
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) E2 Schale/p(z): (F) pzz Standardüberlagerung (charakteristisch)



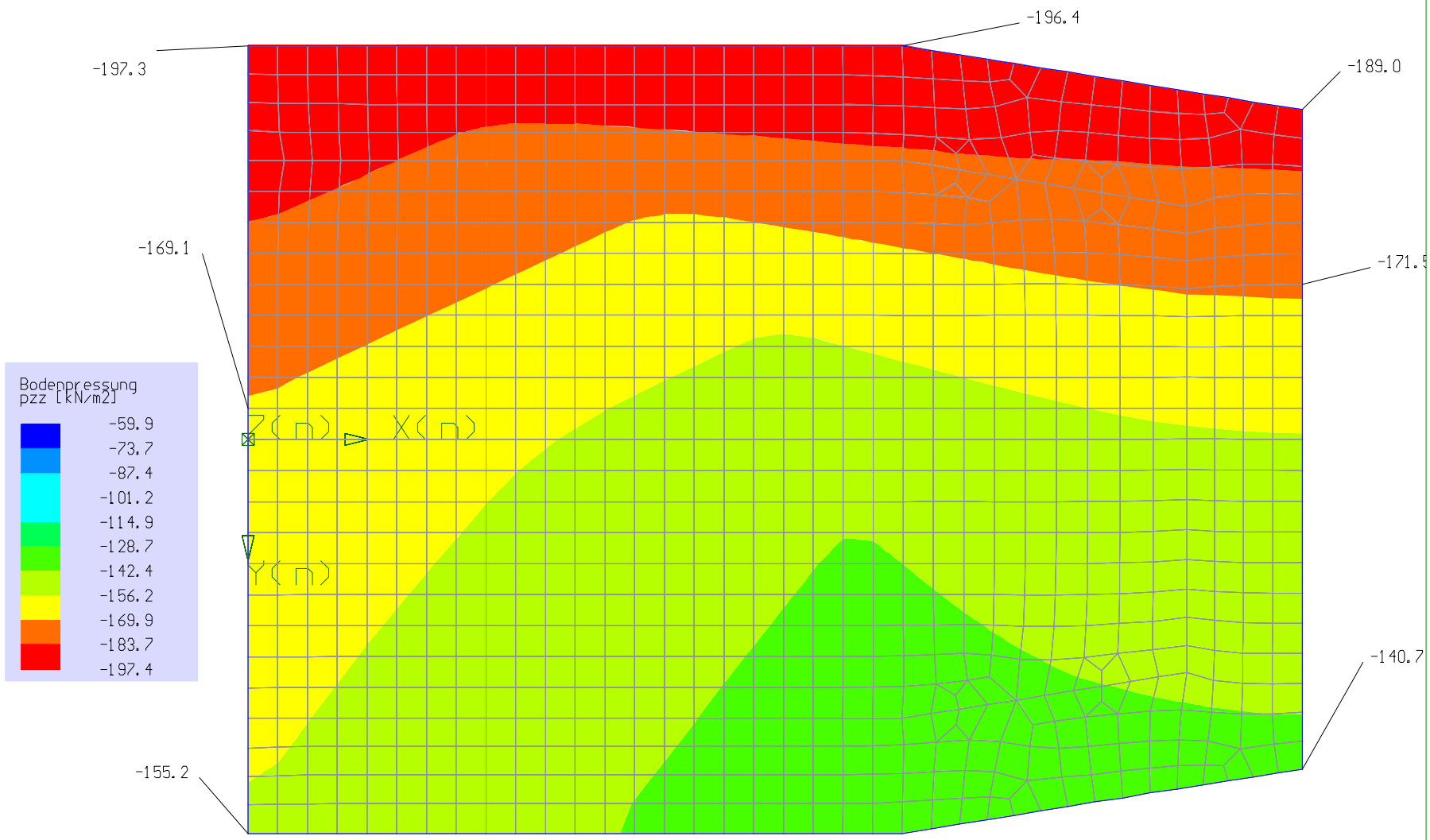
Bodenpressung
pzz (max) [kN/m2]
max = -68.42
min = -145.23
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:26:17
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) E4 Schale/p(z): (F) pzz Grundkombination (design)



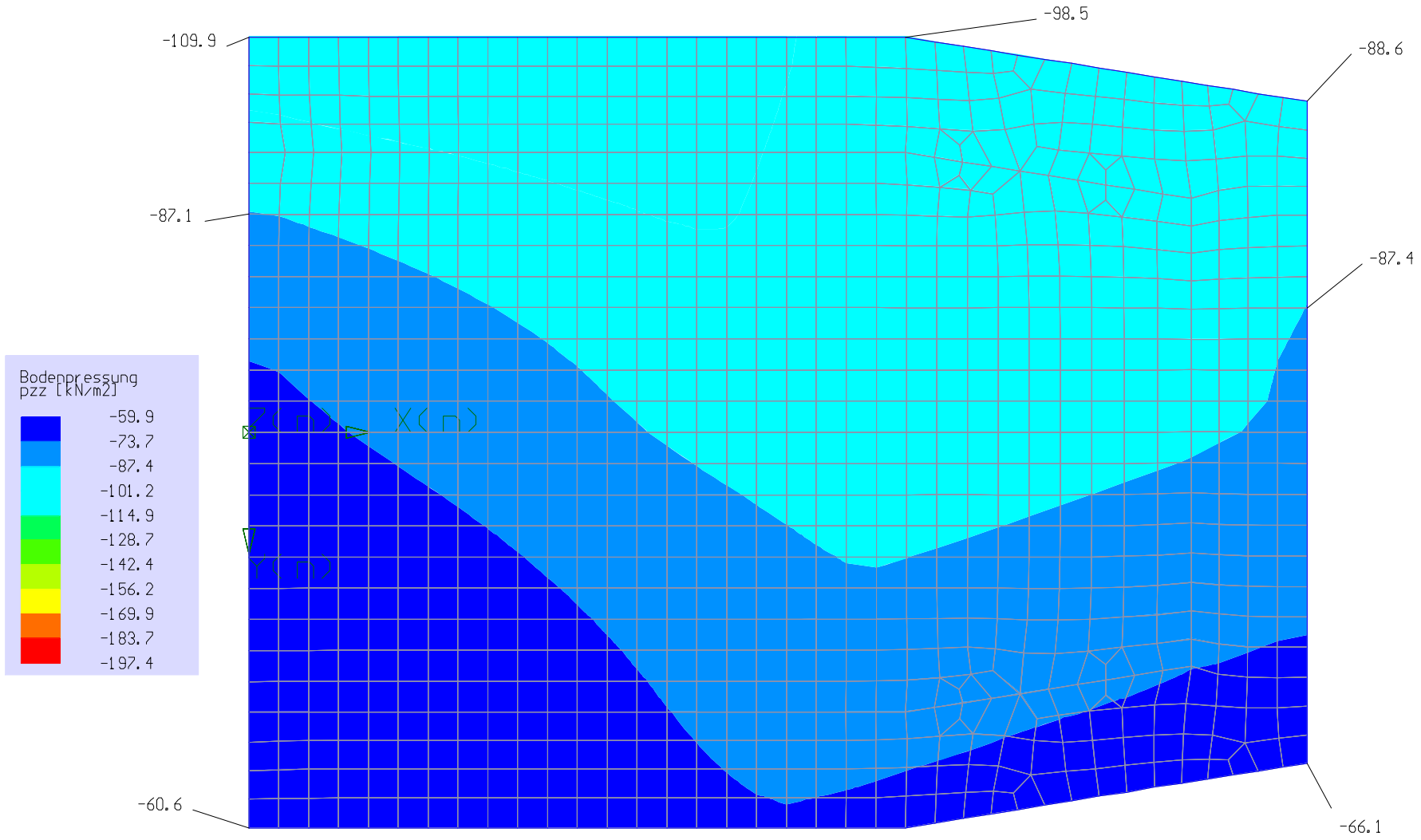
Bodenpressung
pzz (min) [kN/m2]
max = -60.00
min = -197.25
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:27:44
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

(Segment_6) E4 Schale/p(z): (F) pzz Grundkombination (design)



Bodenpressung
pzz (max) [kN/m2]
max = -60.00
min = -197.25
Glättung aktiv

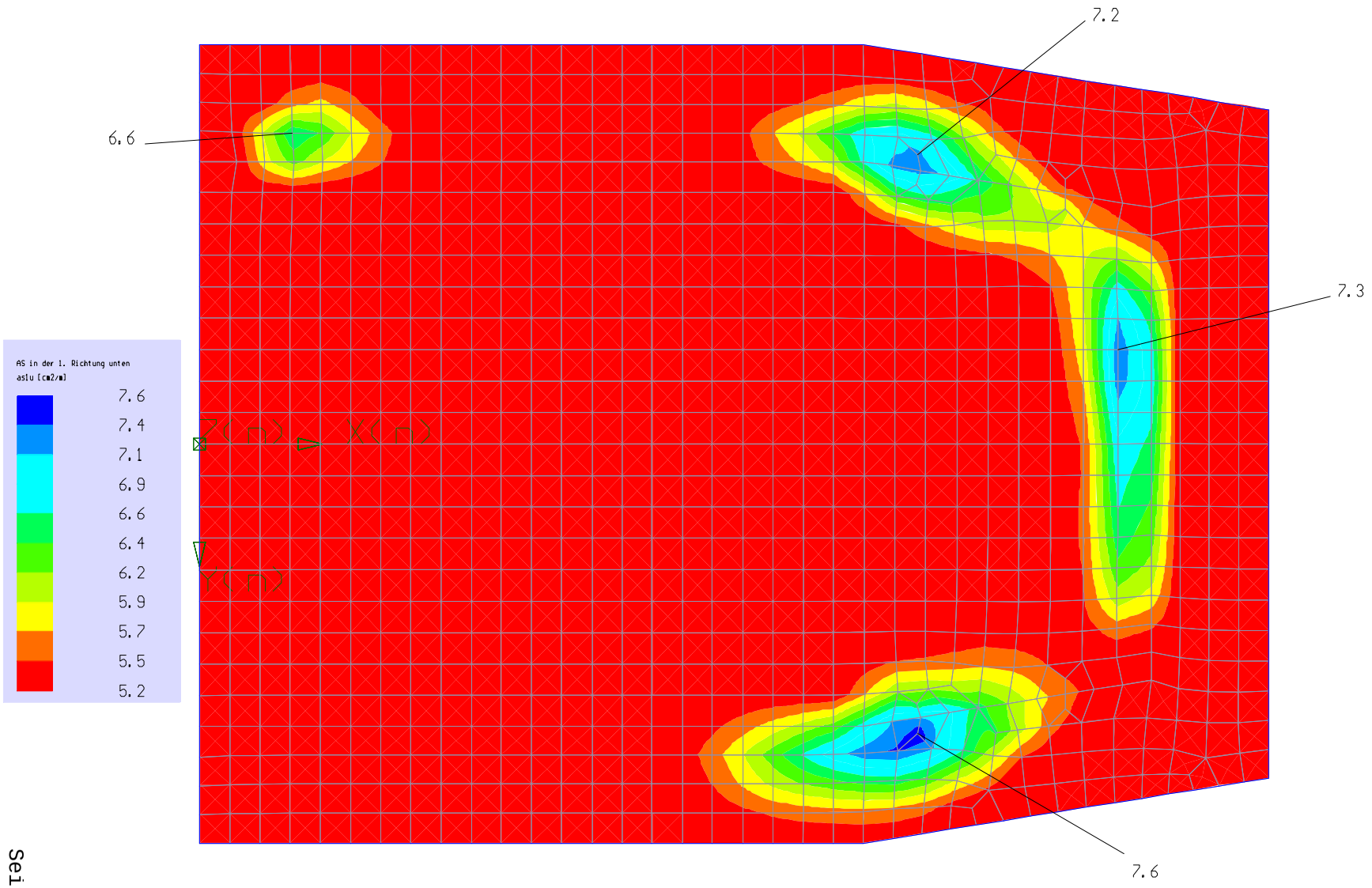
Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:29:2
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

3.4 Nachweise der Grenzzustände im GZT und GZG

ständige bemessungssituation



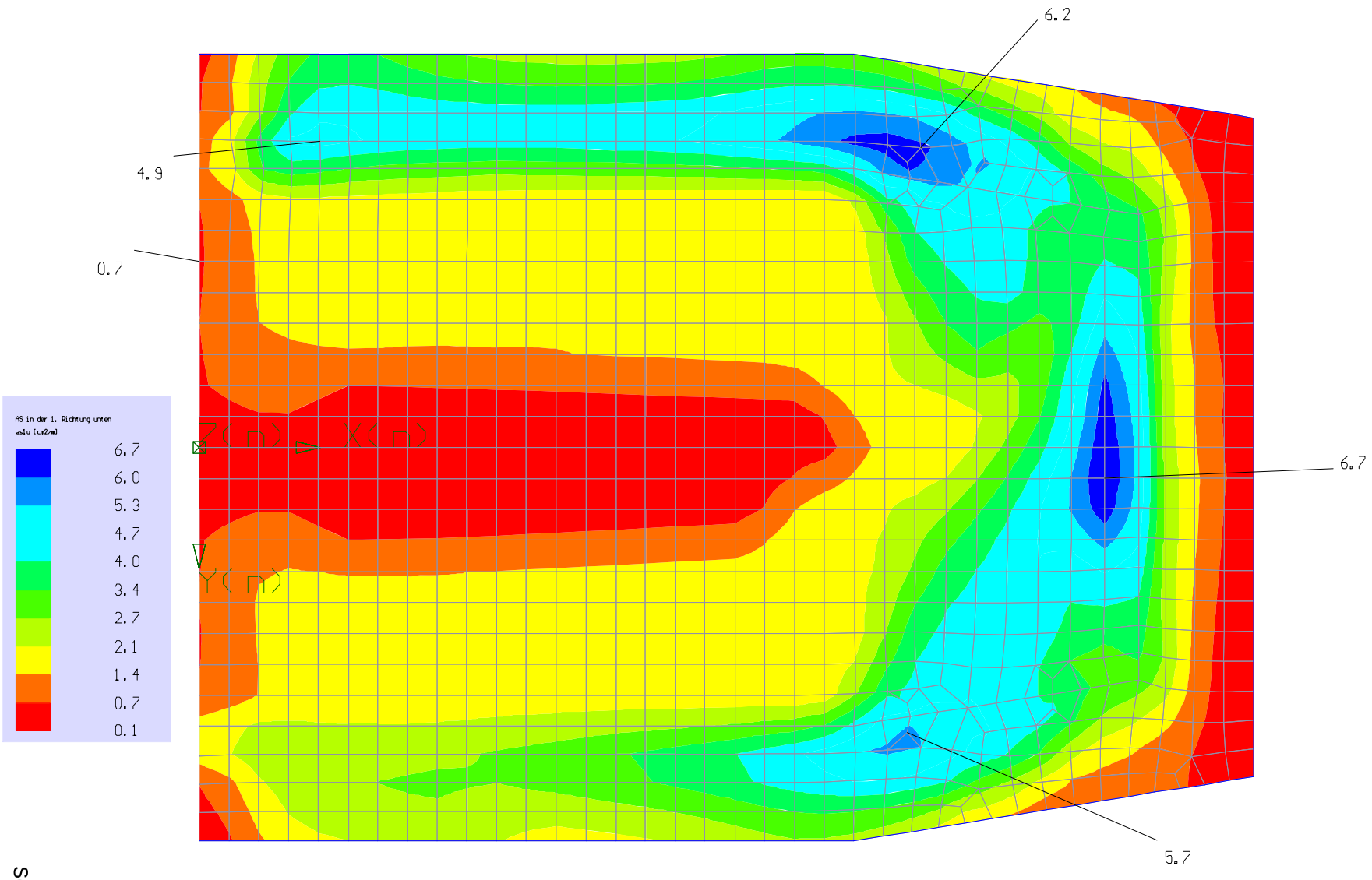
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1258.1 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung unte
as1u [cm2/m]
max = 8.31
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:09:42
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



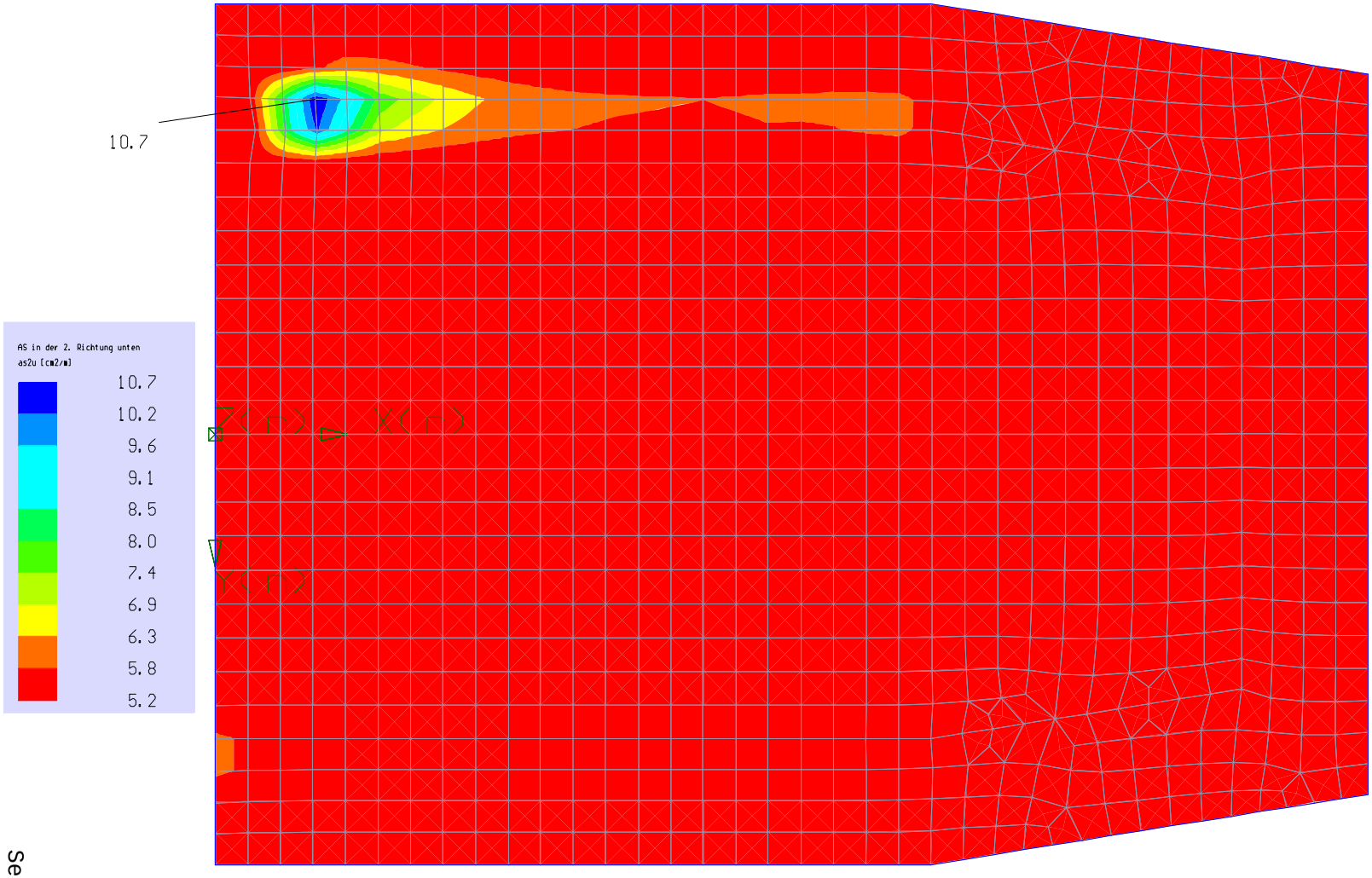
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
667.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung unte
aslu [cm2/m]
max = 7.43
min = 0.09
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:29:13
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



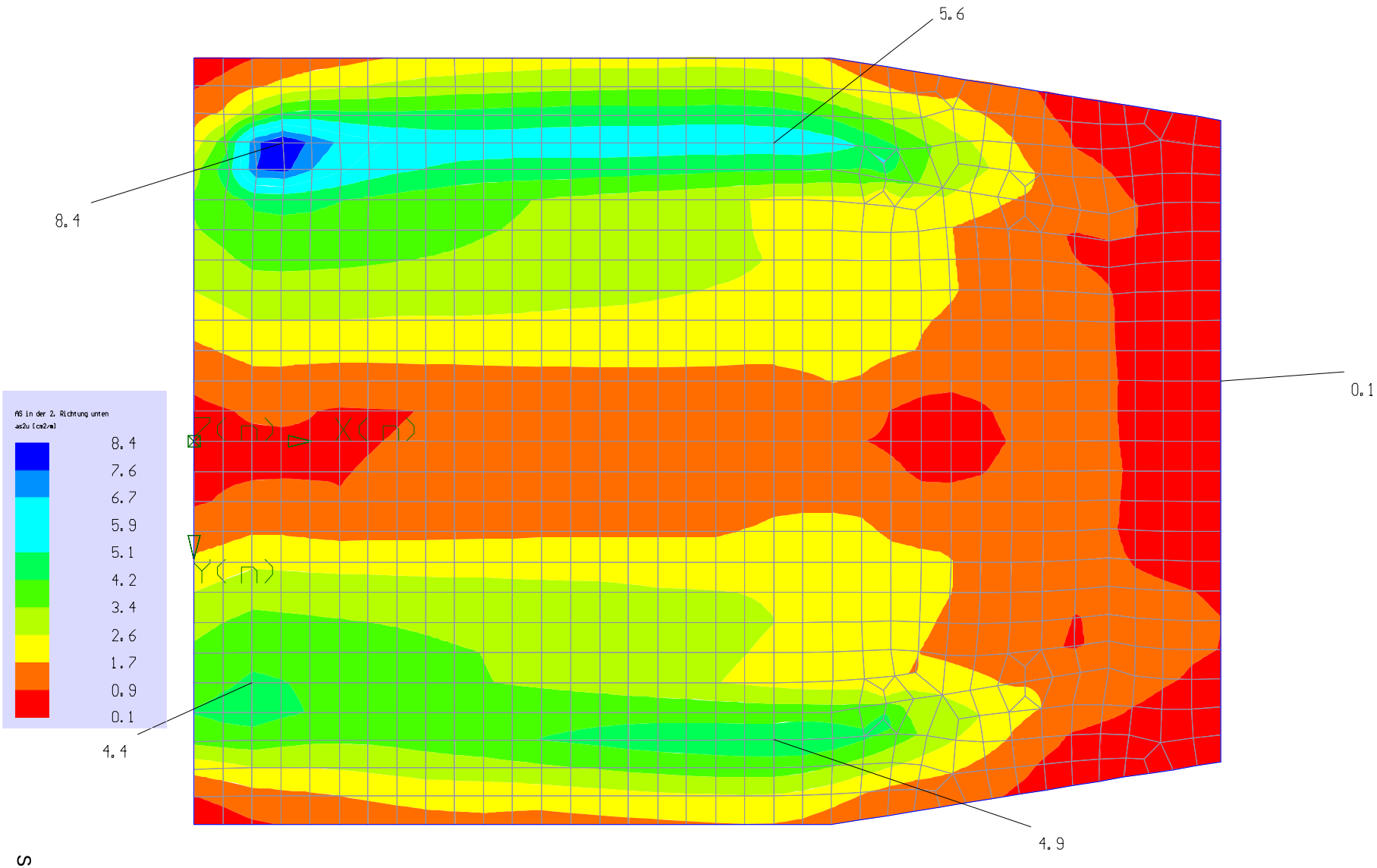
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1258.1 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung unte
as2u [cm2/m]
max = 16.13
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:11:5
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



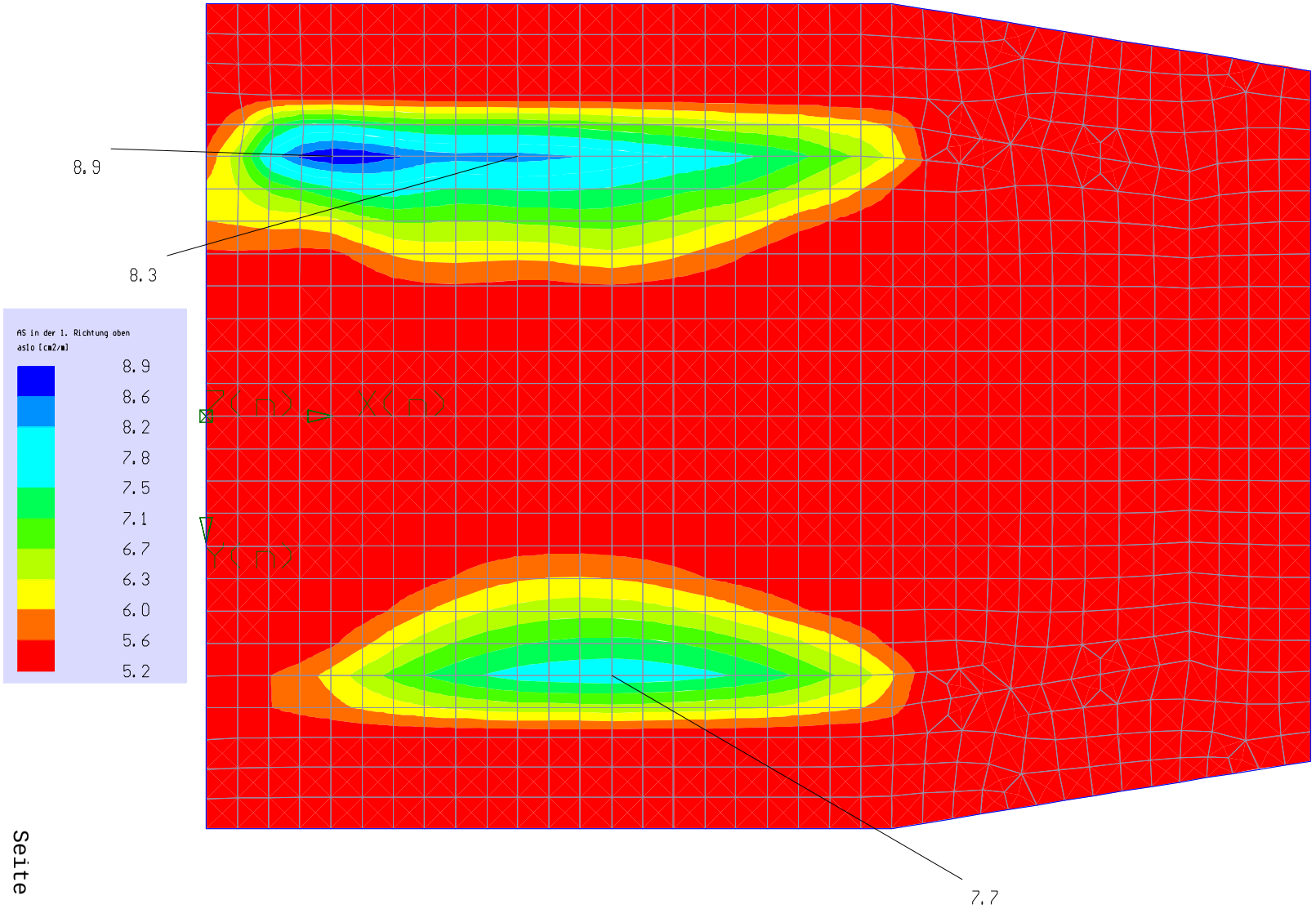
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
667.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung unte
as2u [cm2/m]
max = 12.25
min = 0.08
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:32:28
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



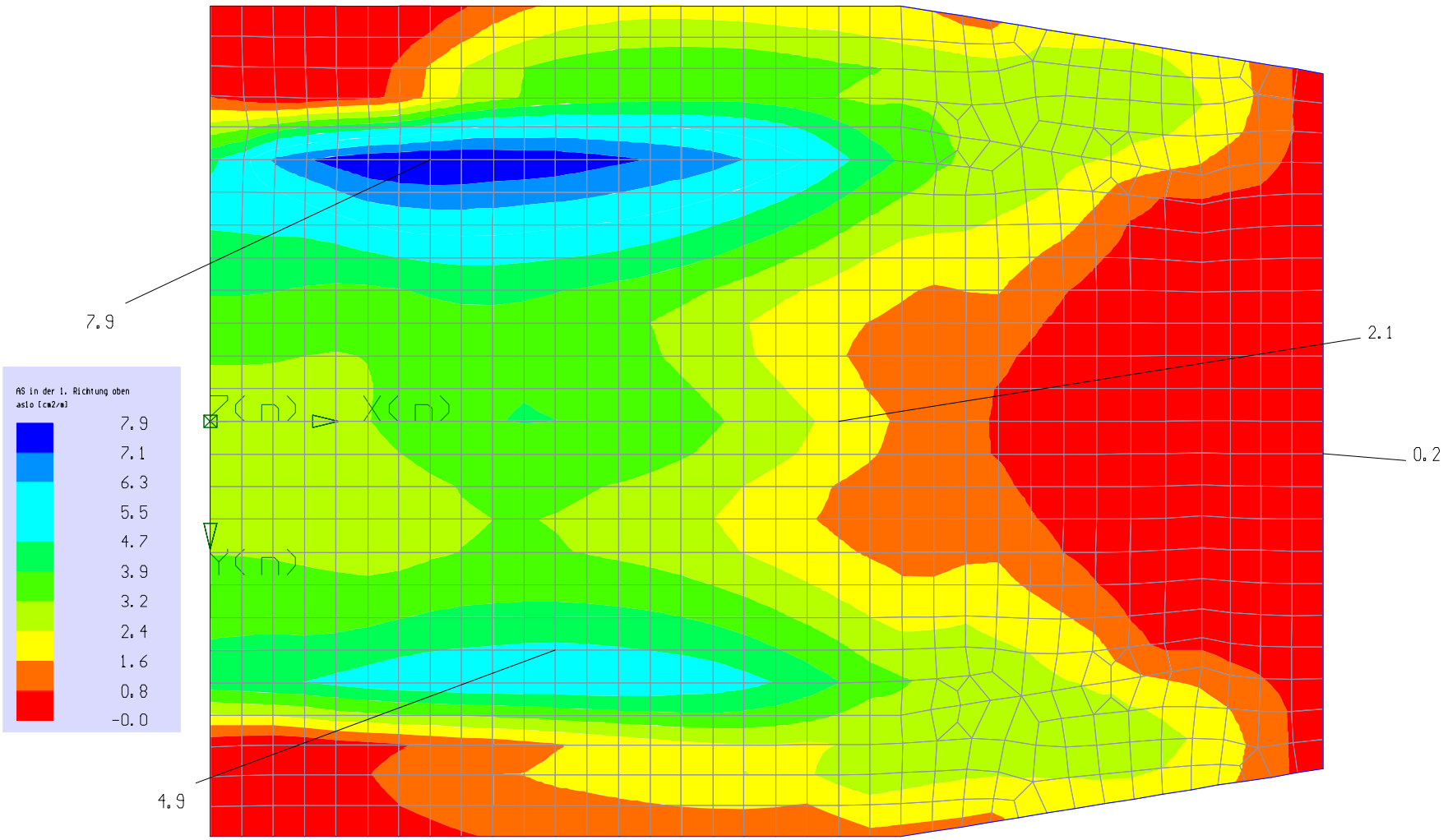
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1258.1 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung oben
as1o [cm2/m]
max = 9.93
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:12:52
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



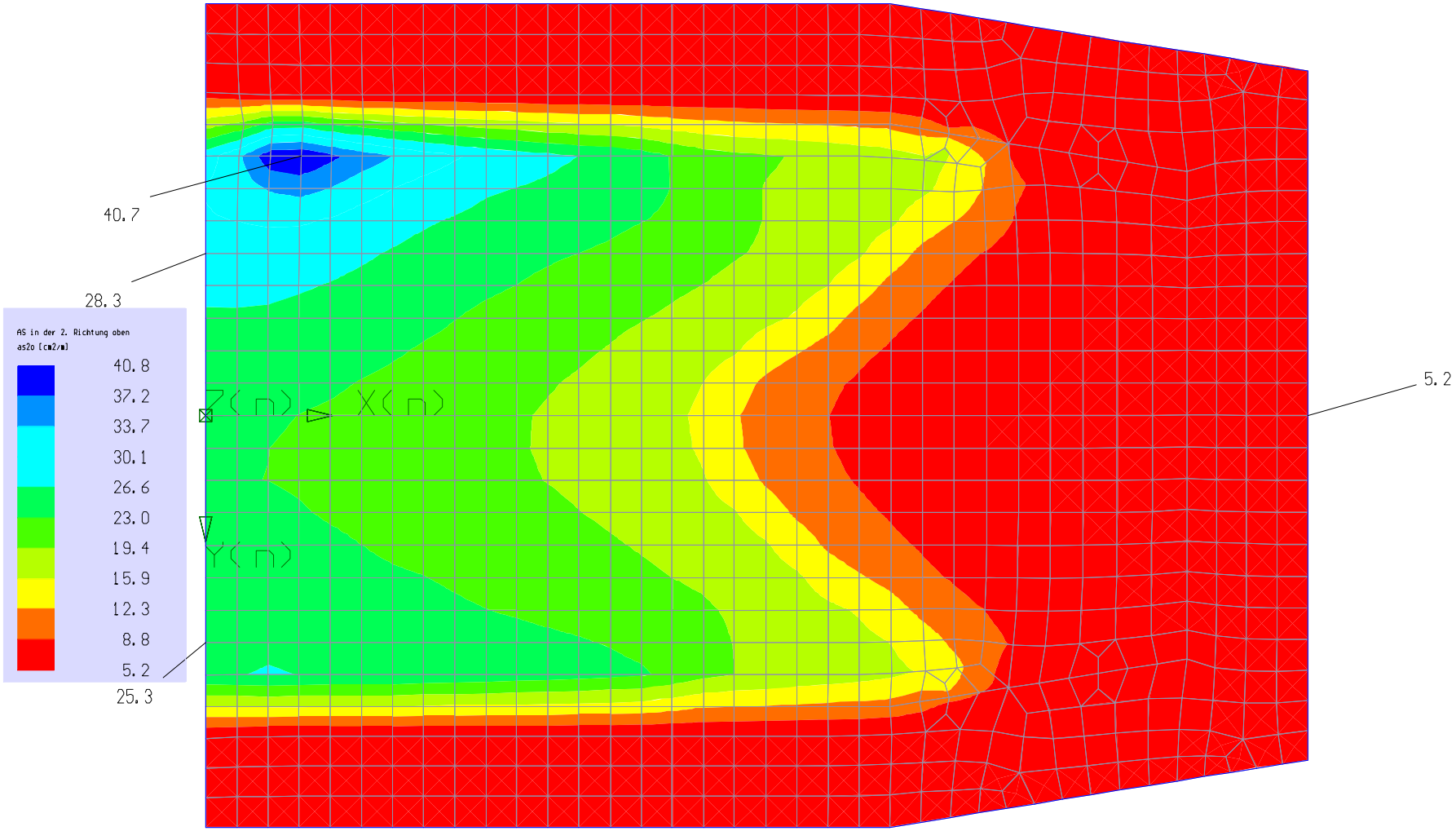
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
667.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung oben
as1o [cm2/m]
max = 8.33
min = 0.00
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:34:2
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



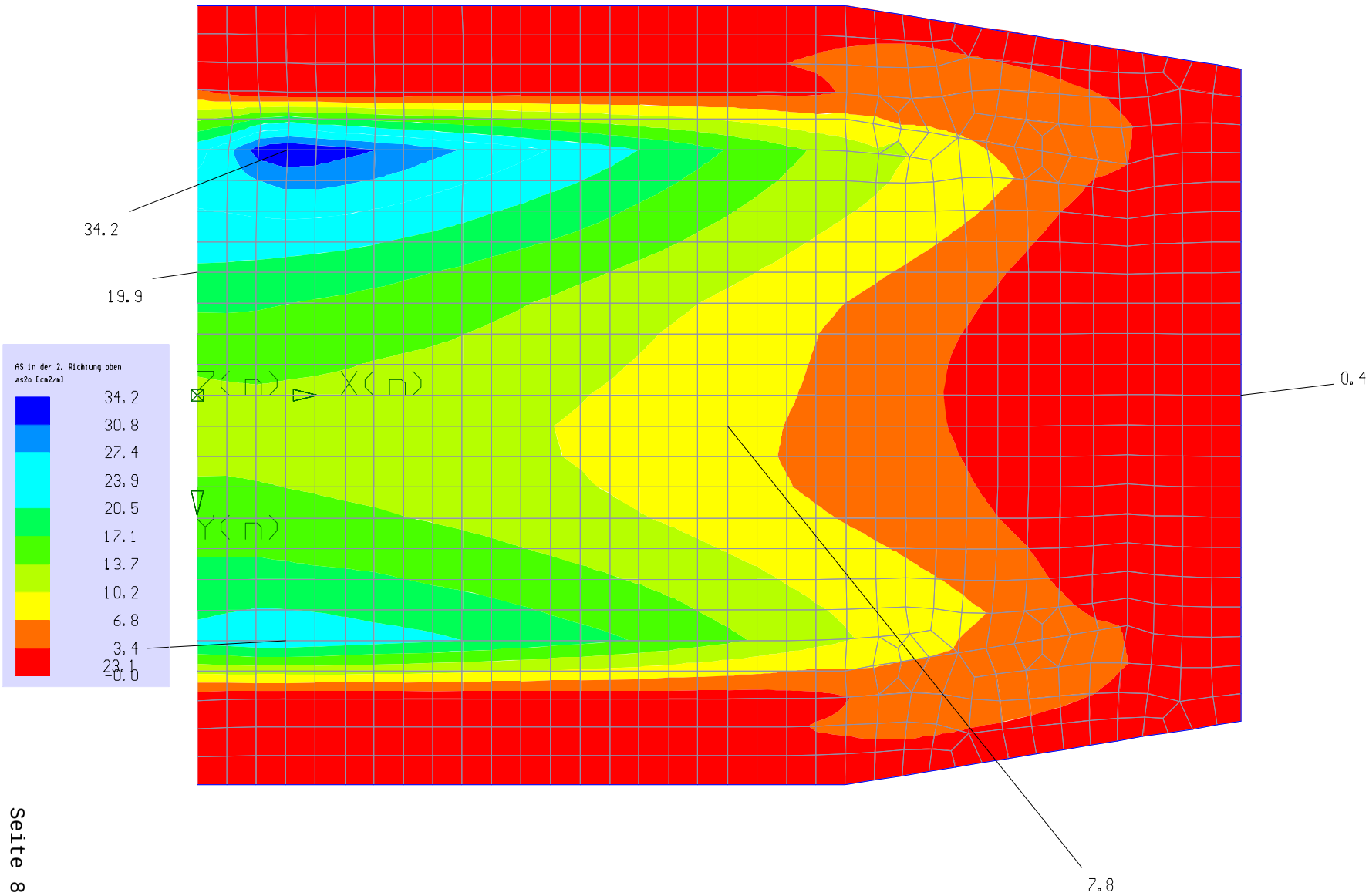
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1258.1 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung oben
as2o [cm2/m]
max = 46.55
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:14:27
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



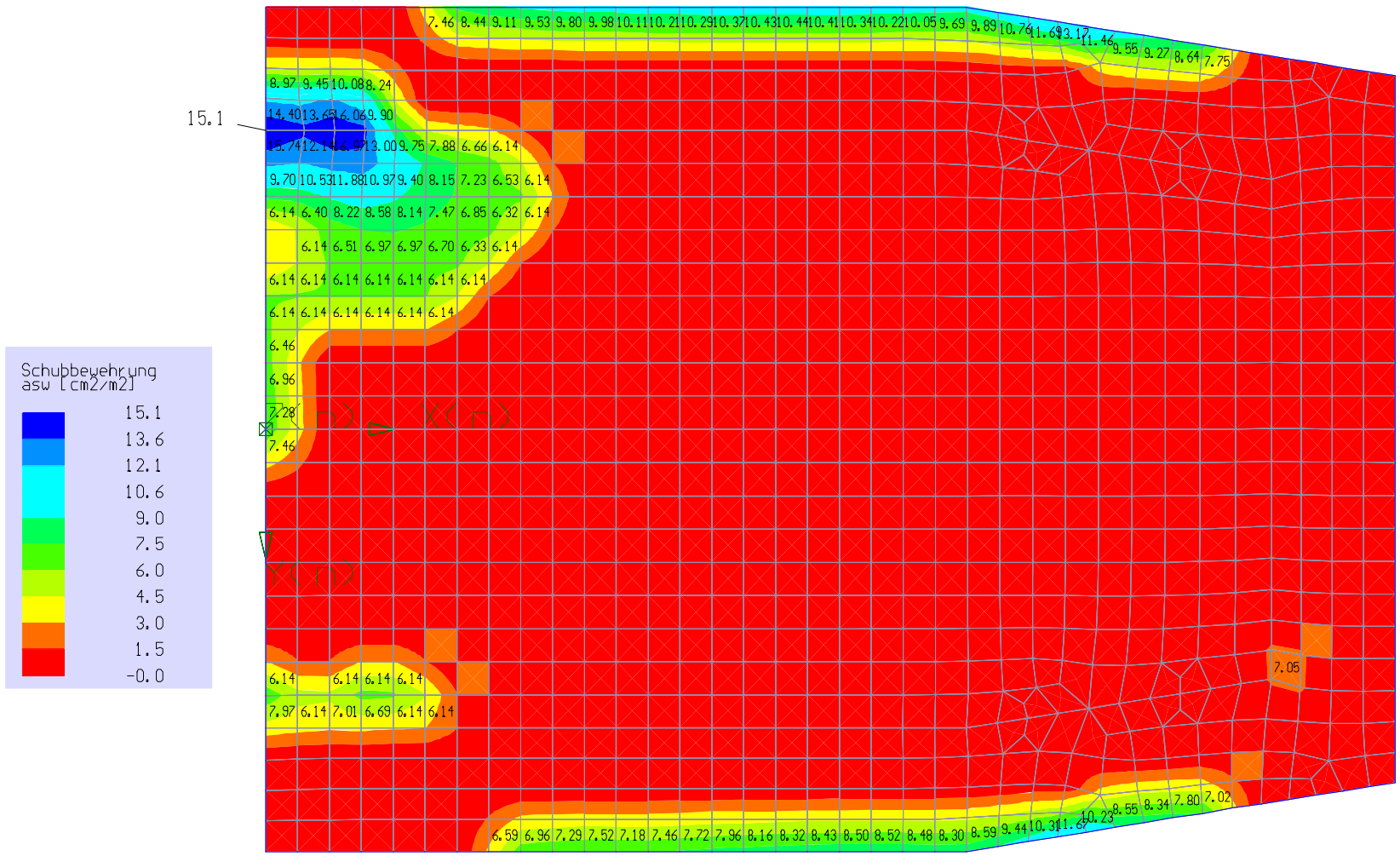
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
667.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung oben
as2o [cm2/m]
max = 38.96
min = 0.00
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:35:42
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1289.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

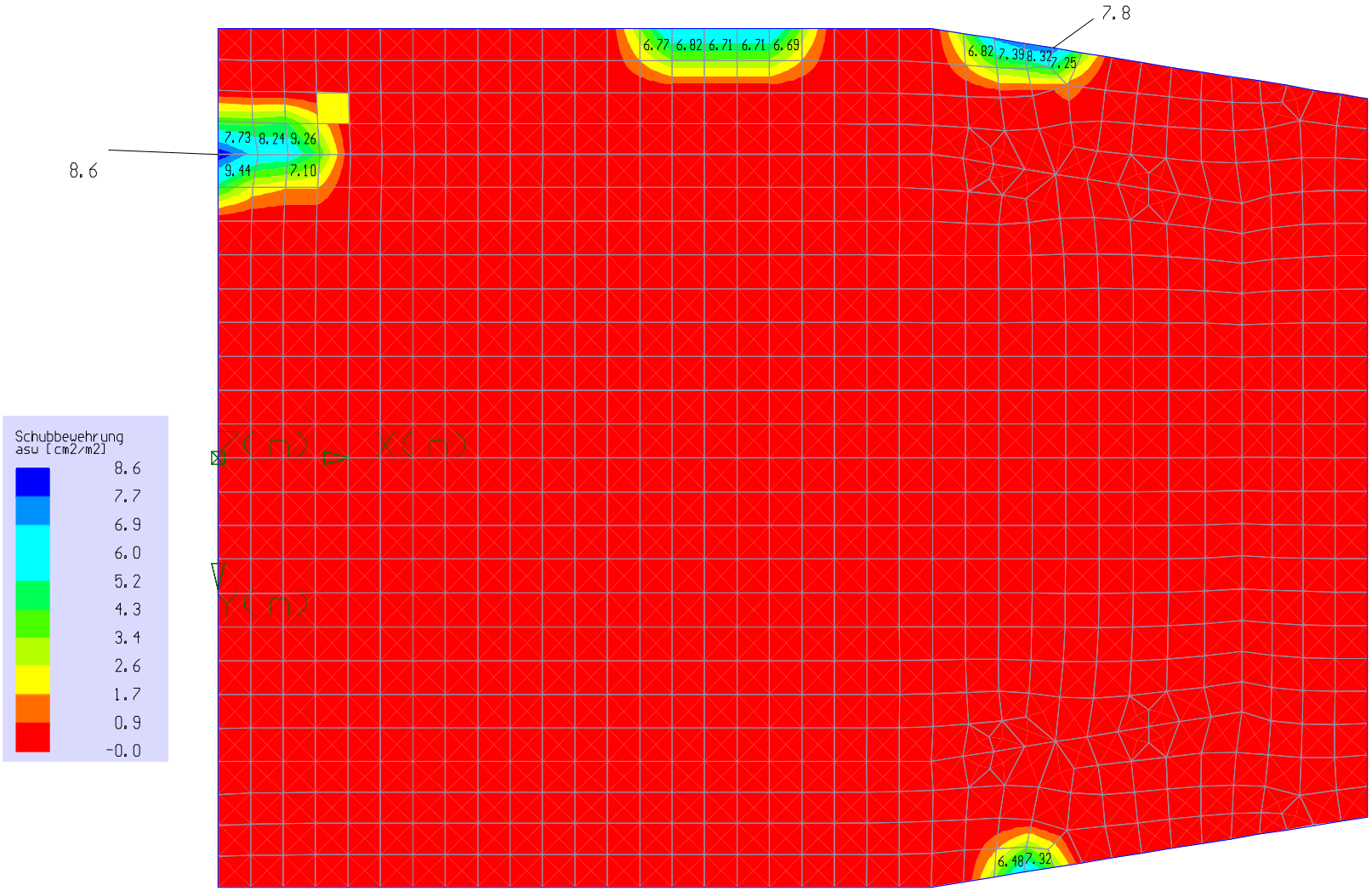
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Schubbewehrung
asw [cm2/m2]
max = 16.97
min = 0.00
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:50:6
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



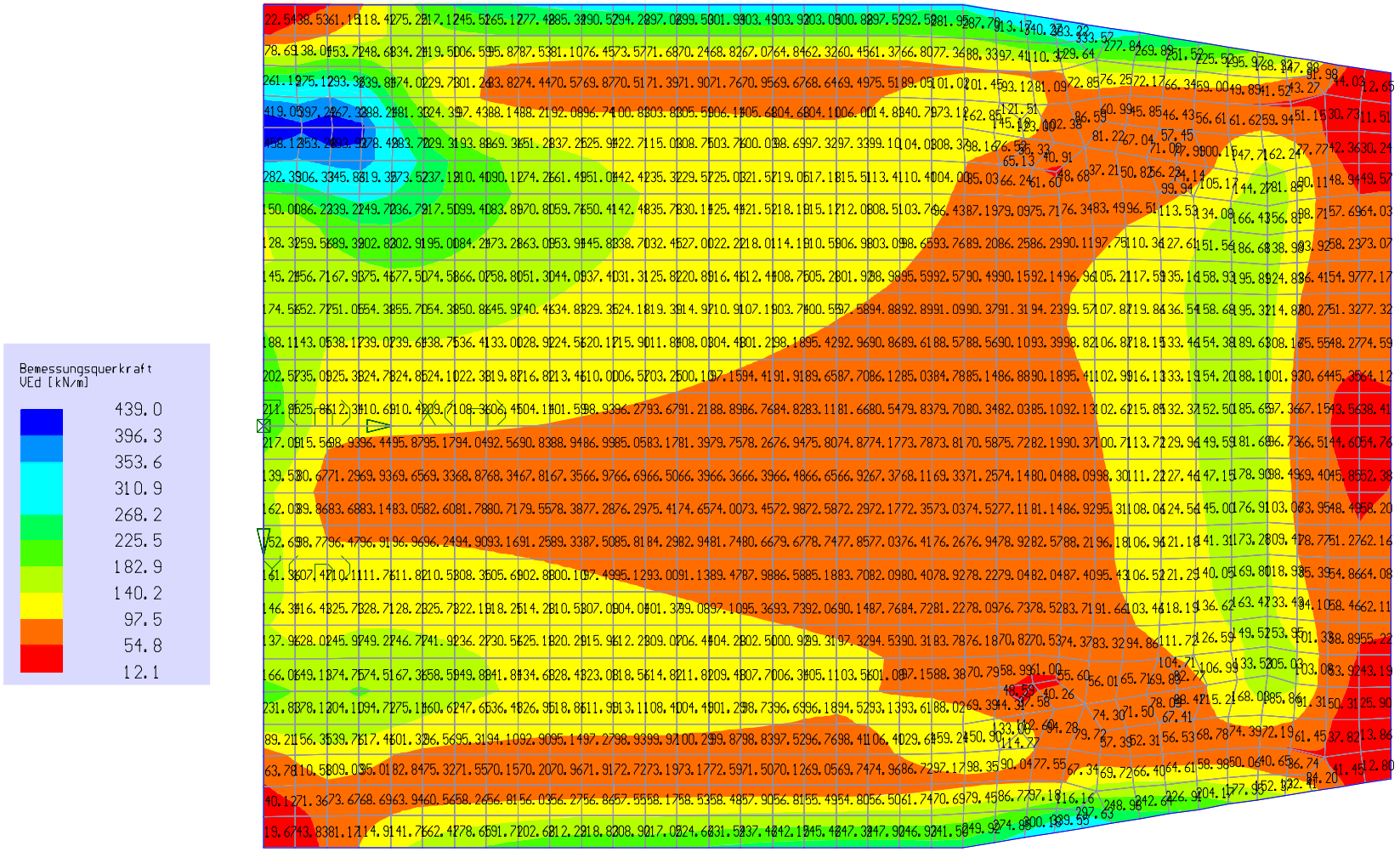
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
437.3 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Schubbewehrung
asw [cm2/m2]
max = 9.44
min = 0.00
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:12:15
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1289.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

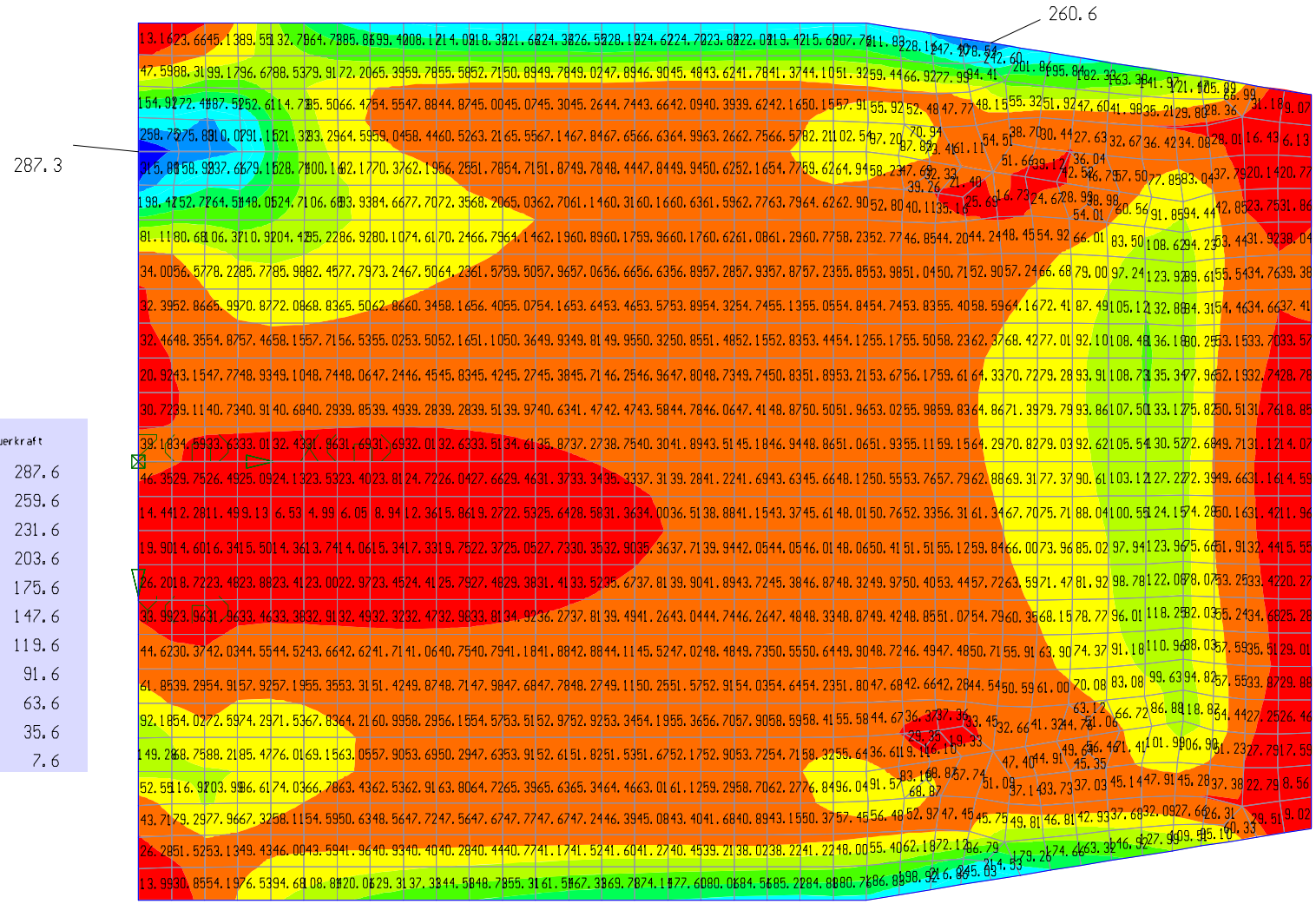
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Bemessungsquerkraft
VEd [kN/m]
max = 493.92
min = 11.51
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:54:49
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



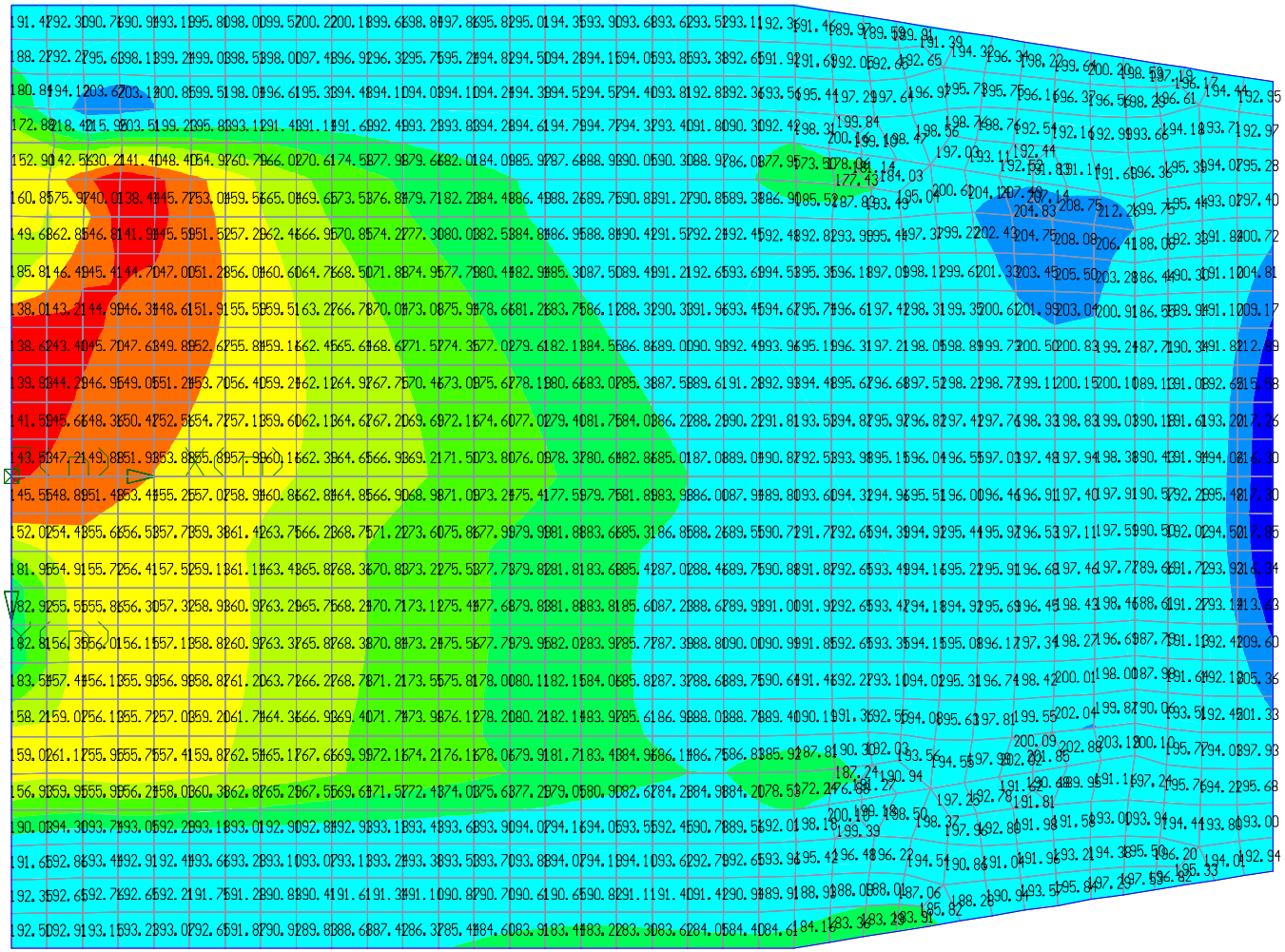
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
437.3 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Bemessungsquerkraft
VEd [kN/m]
max = 315.88
min = 4.99
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:13:44
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1289.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

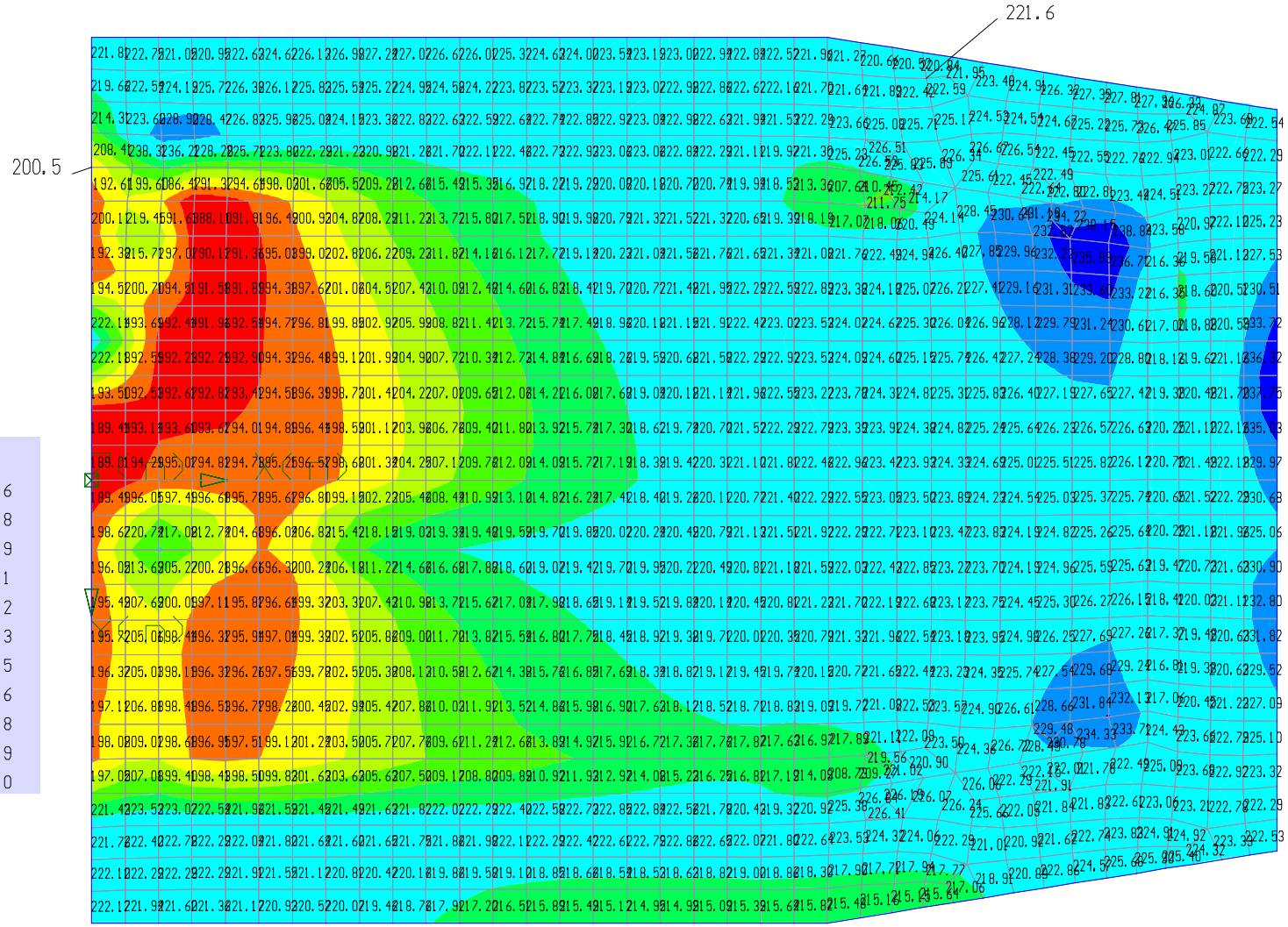
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,c [kN/m]
max = 218.40
min = 130.21
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 11:55:58
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



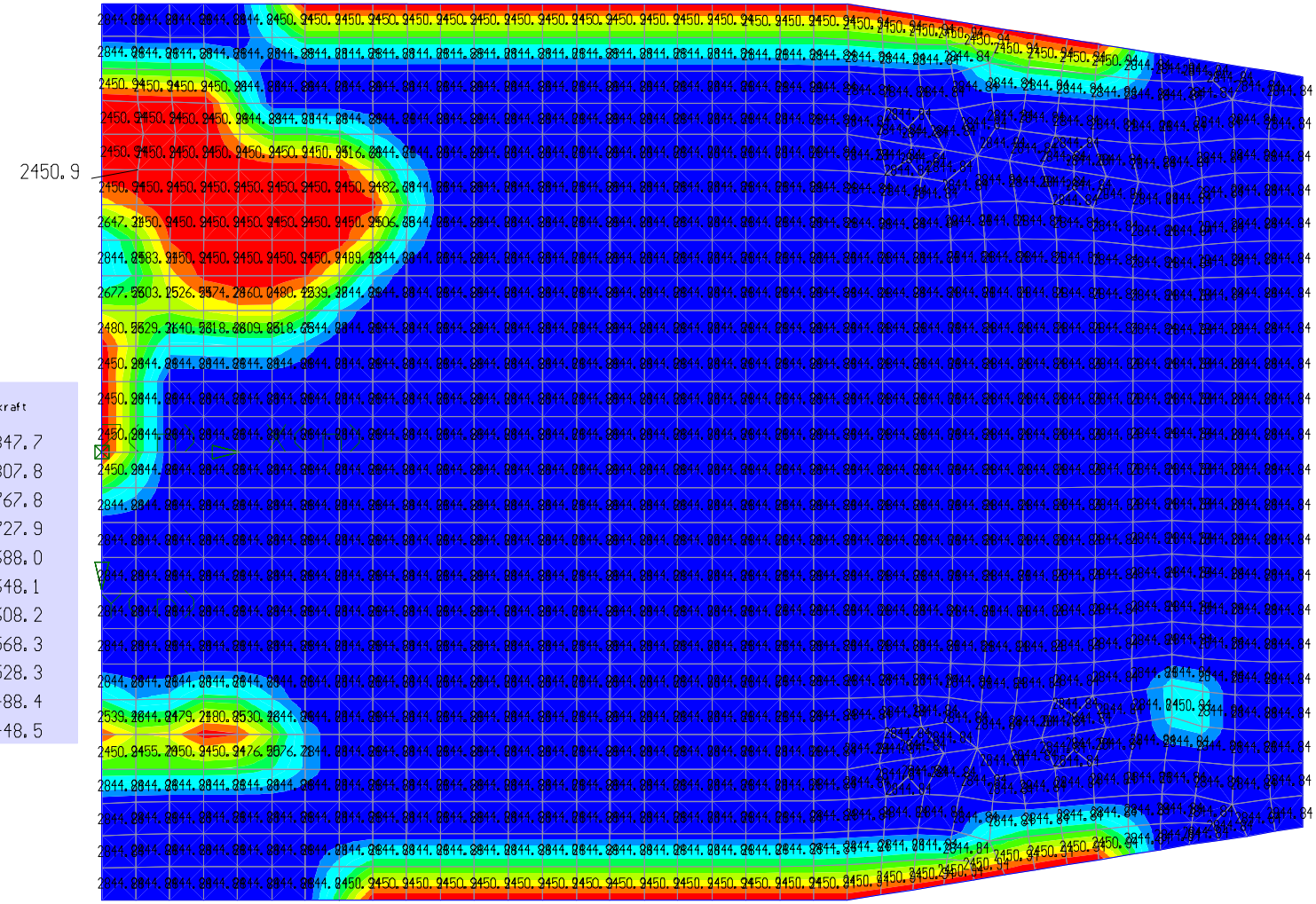
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
437.3 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,c [kN/m]
max = 238.84
min = 186.47
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:15:0
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



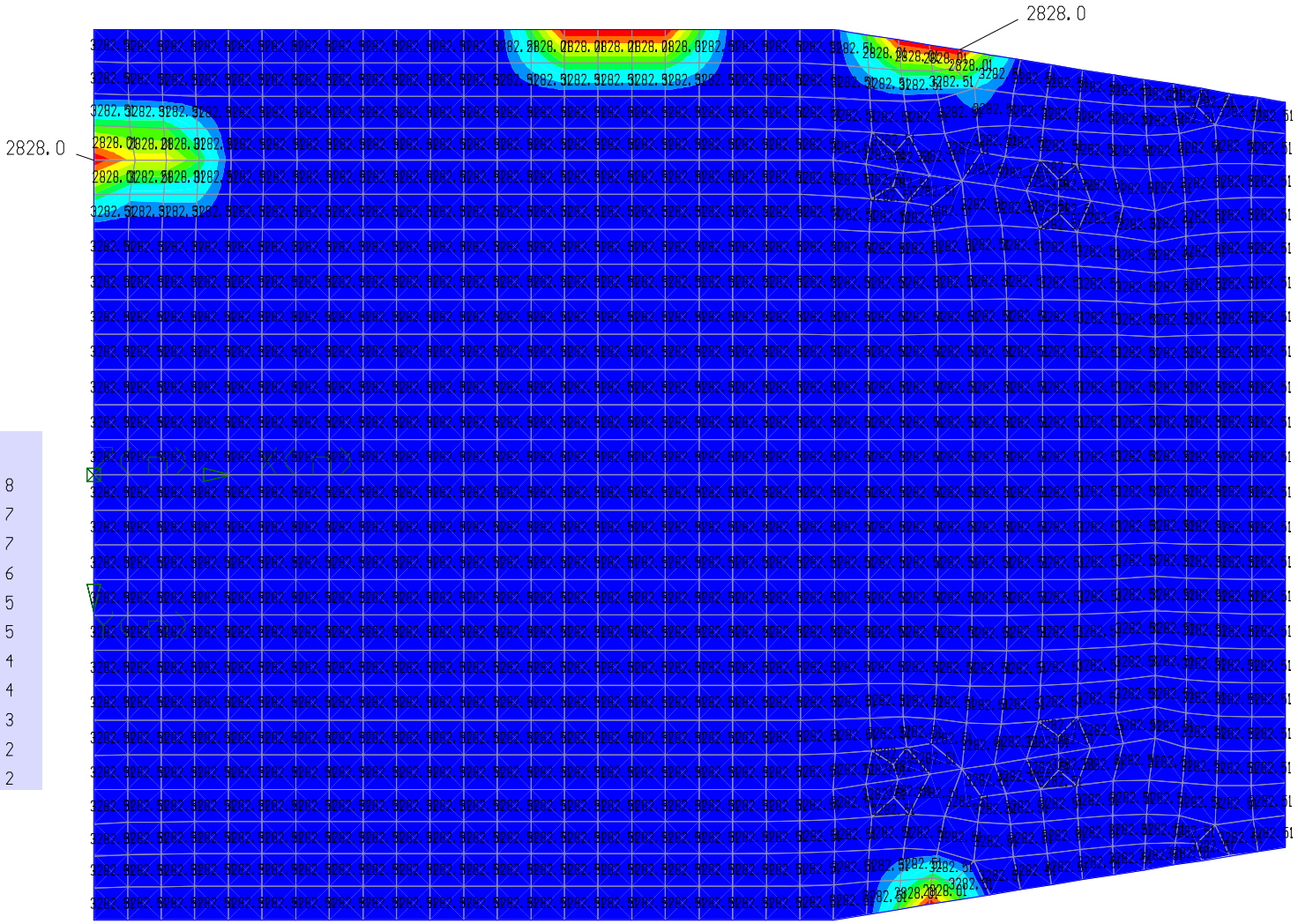
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1289.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,max [kN/m]
max = 2844.84
min = 2450.94
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:26:20
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



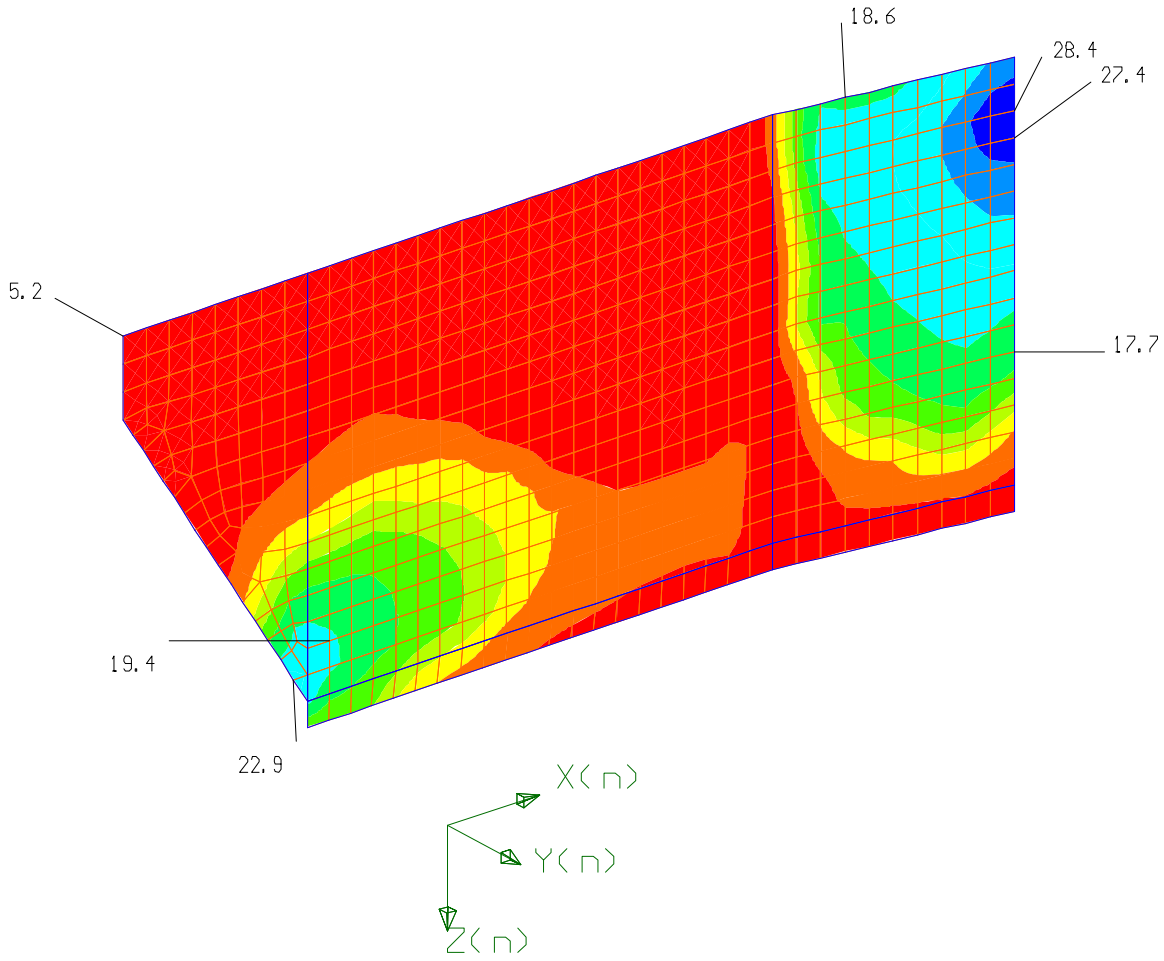
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
437.3 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

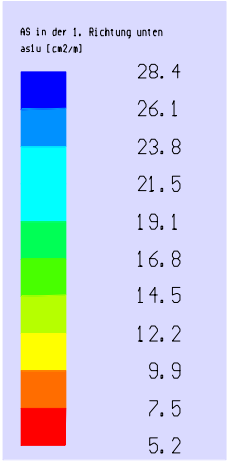
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,max [kN/m]
max = 3282.51
min = 2828.01
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:16:45
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation





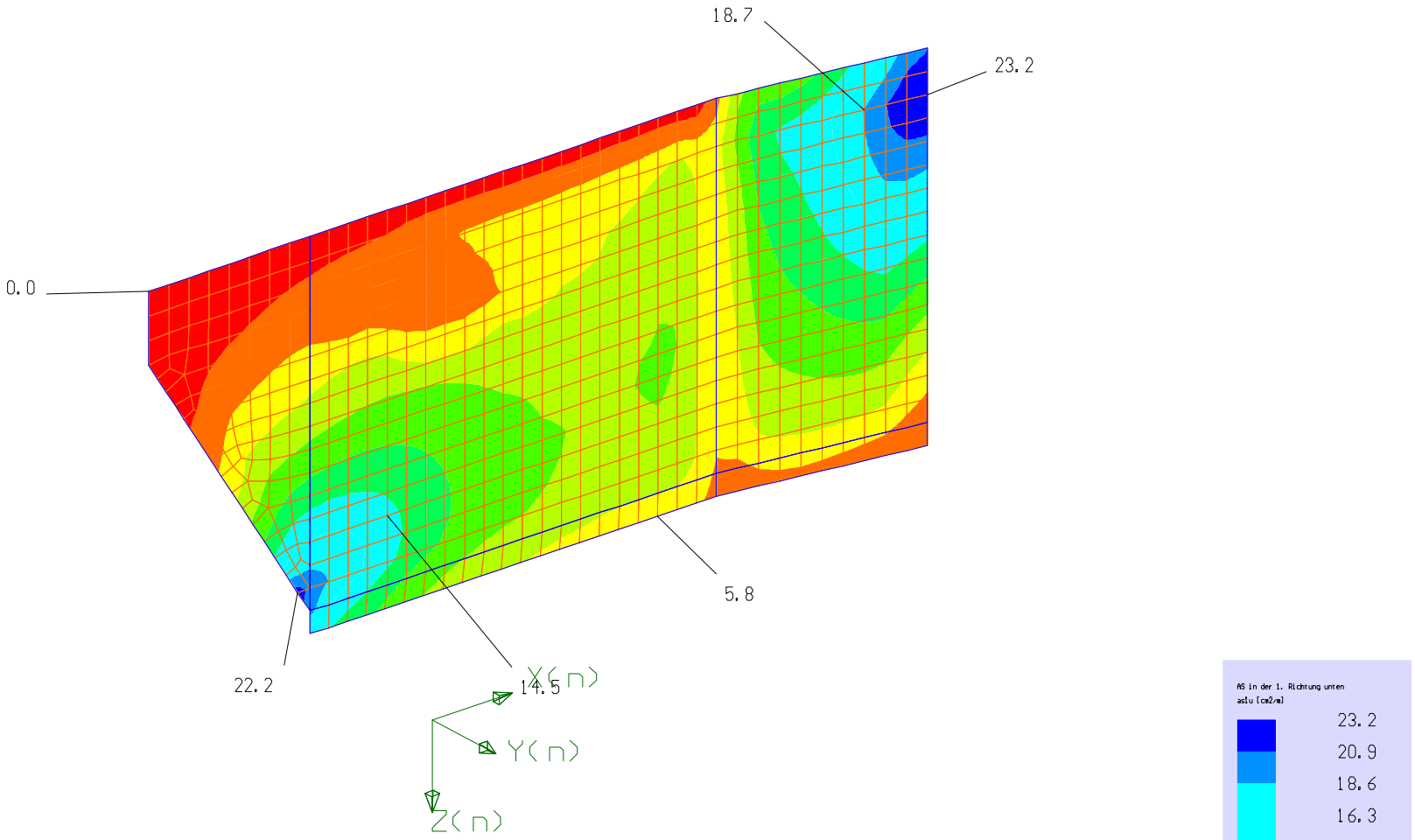
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1014.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung unte
aslu [cm2/m]
max = 28.68
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:19:11
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



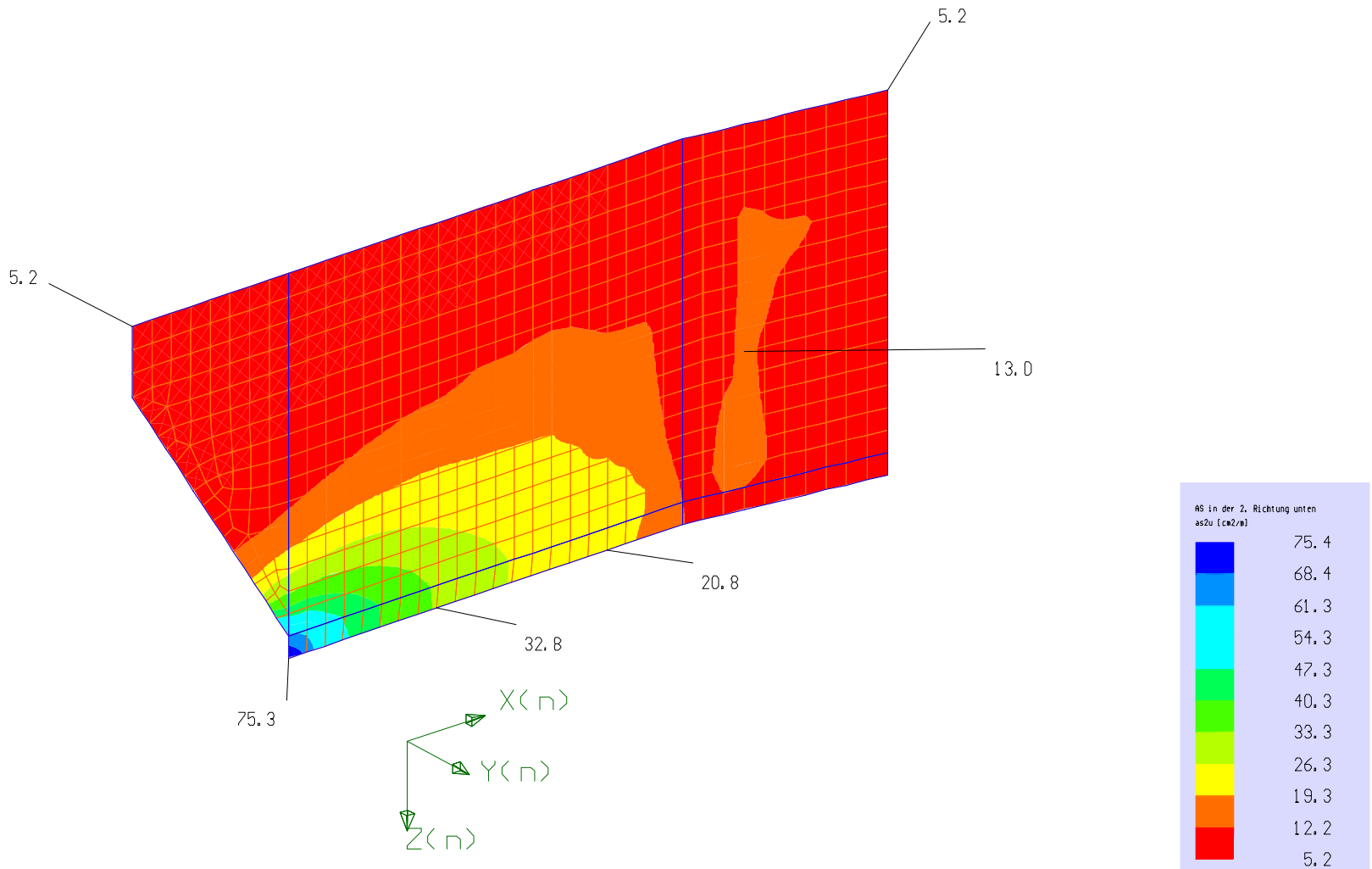
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
850.6 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung unte
aslu [cm2/m]
max = 24.97
min = 0.04
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:37:38
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



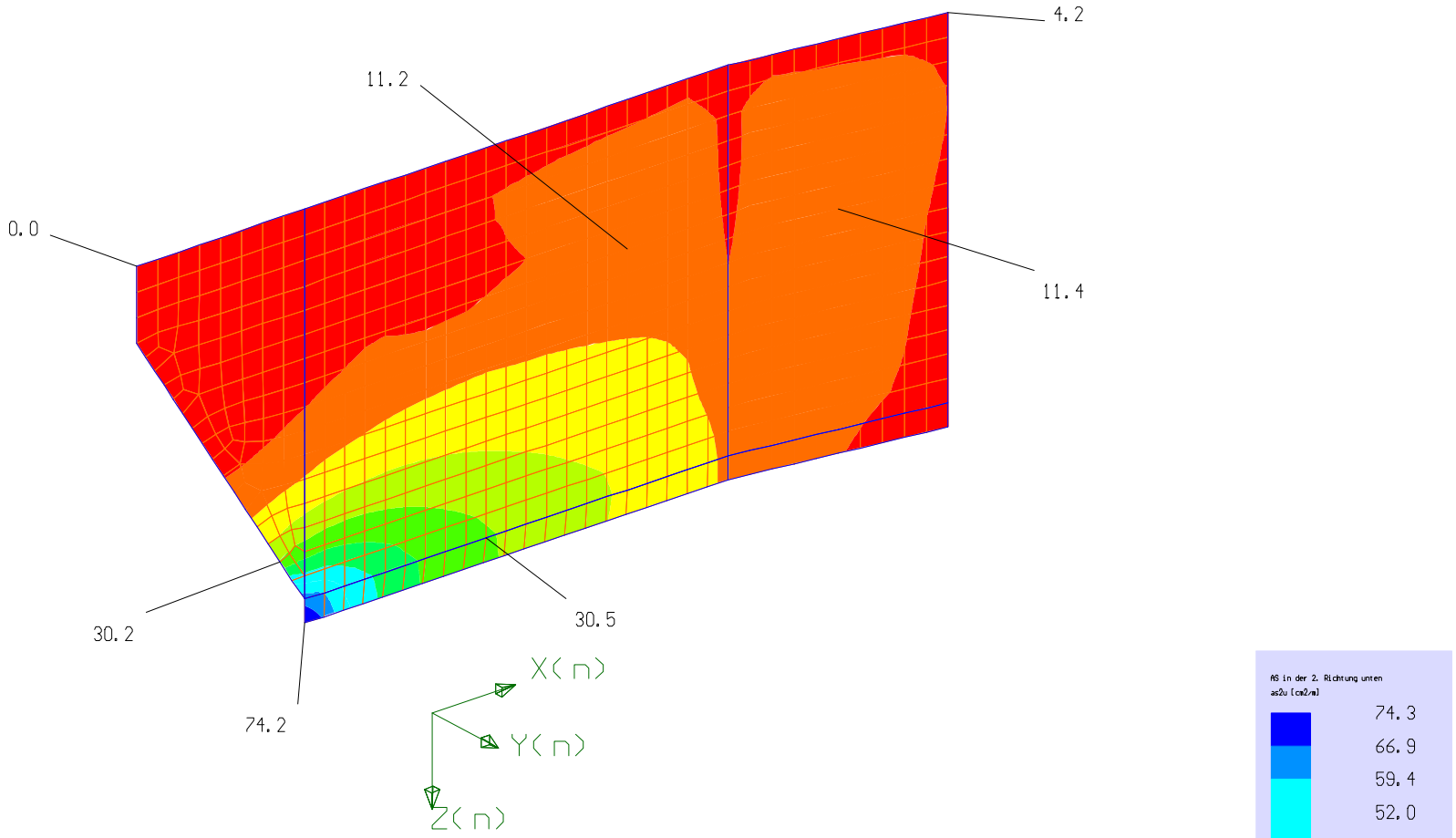
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1014.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung unte
as2u [cm2/m]
max = 75.30
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:20:29
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



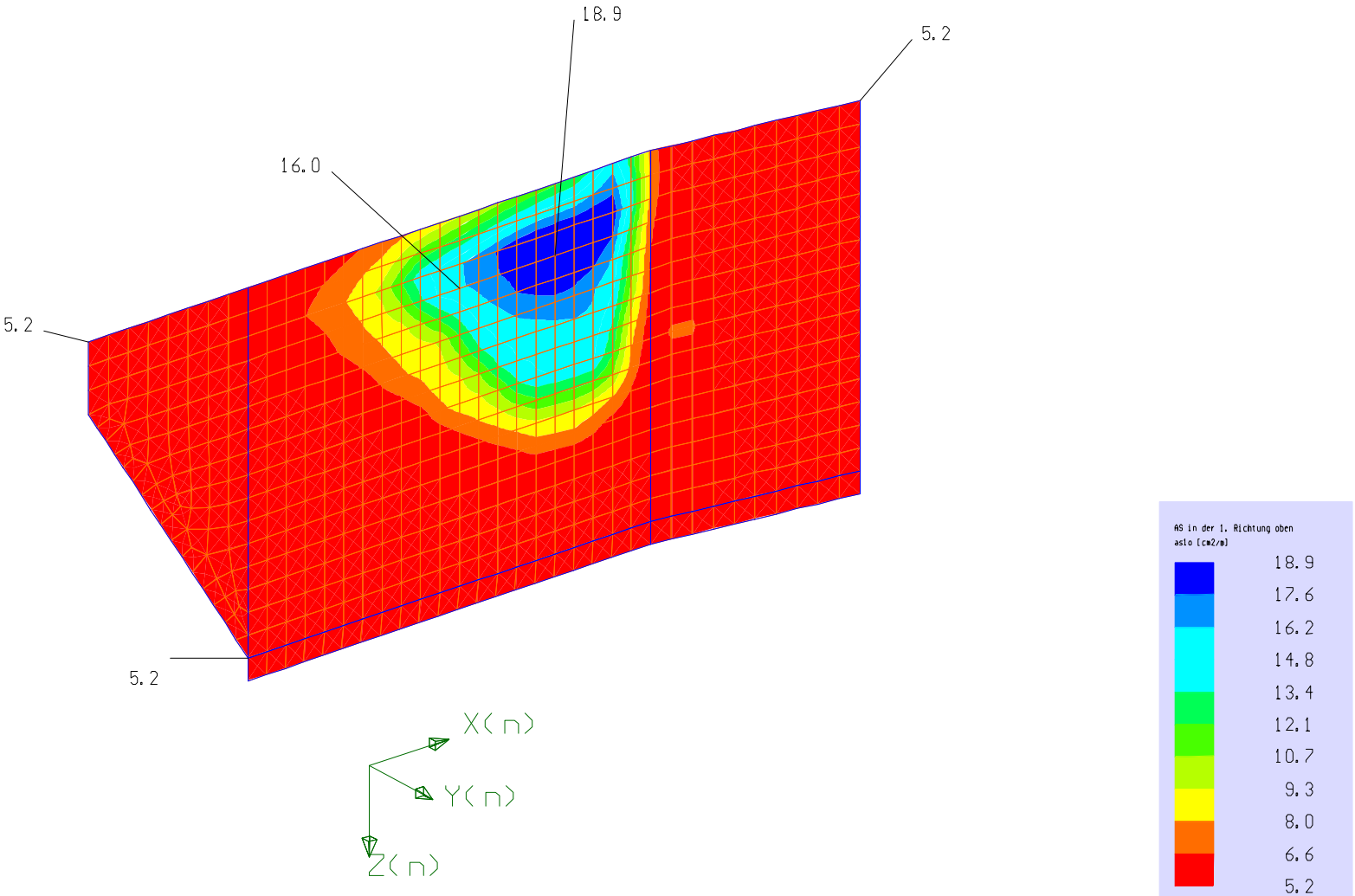
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
850.6 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung unte
as2u [cm2/m]
max = 74.21
min = 0.01
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:39:51
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



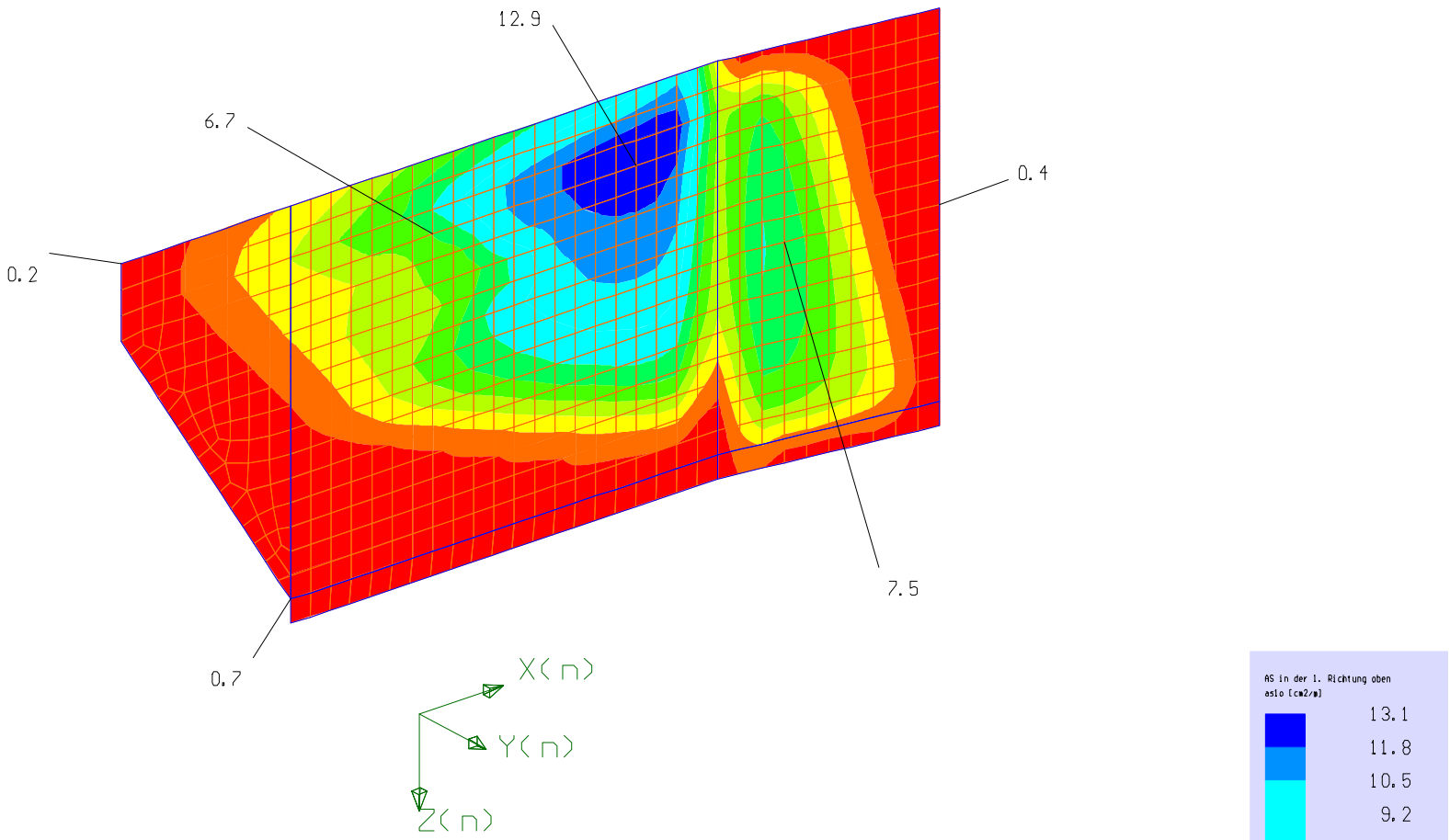
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1014.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung oben
as1o [cm2/m]
max = 19.04
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:22:19
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



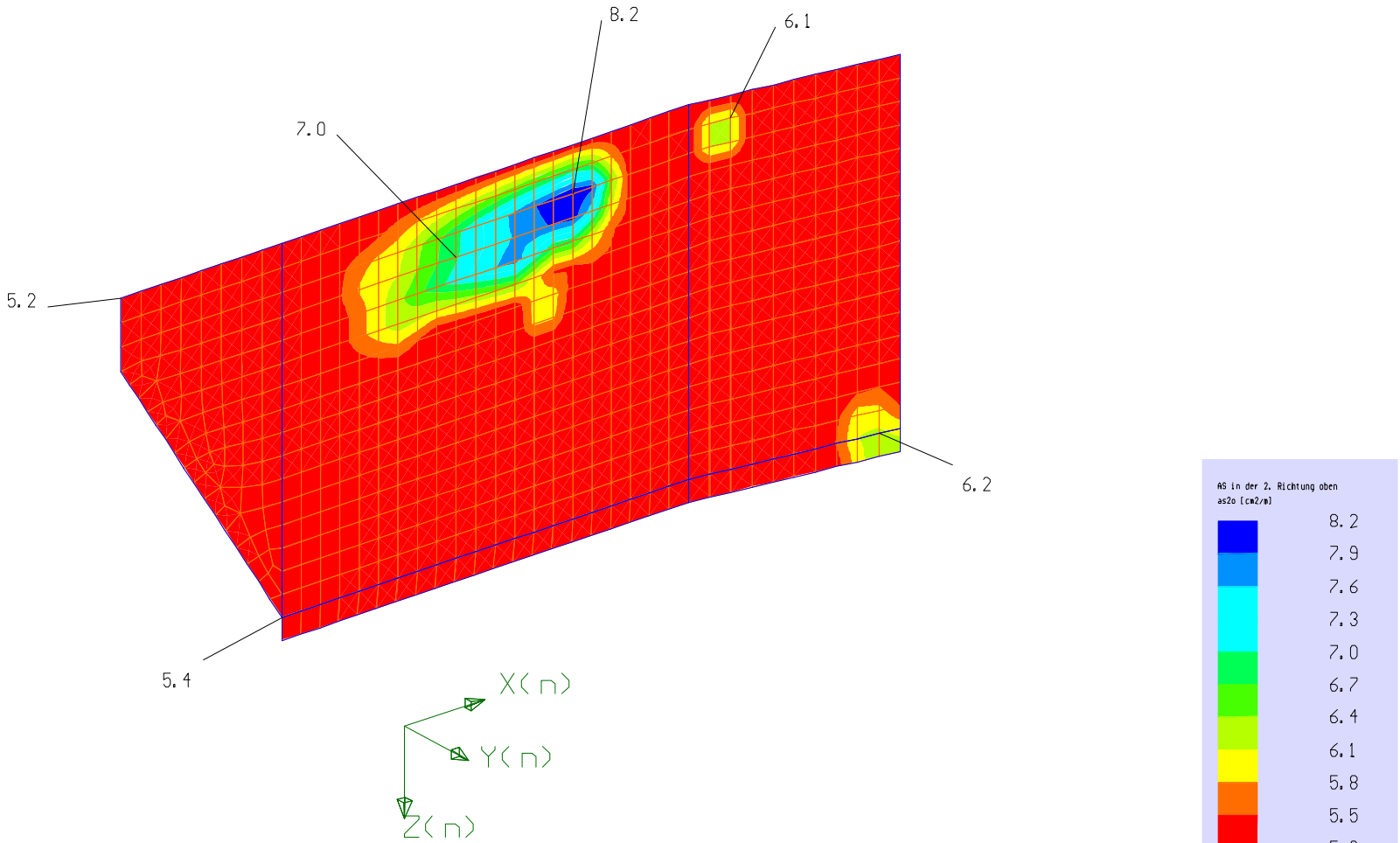
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
850.6 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 1. Richtung oben
as1o [cm2/m]
max = 13.15
min = 0.13
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:41:4
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



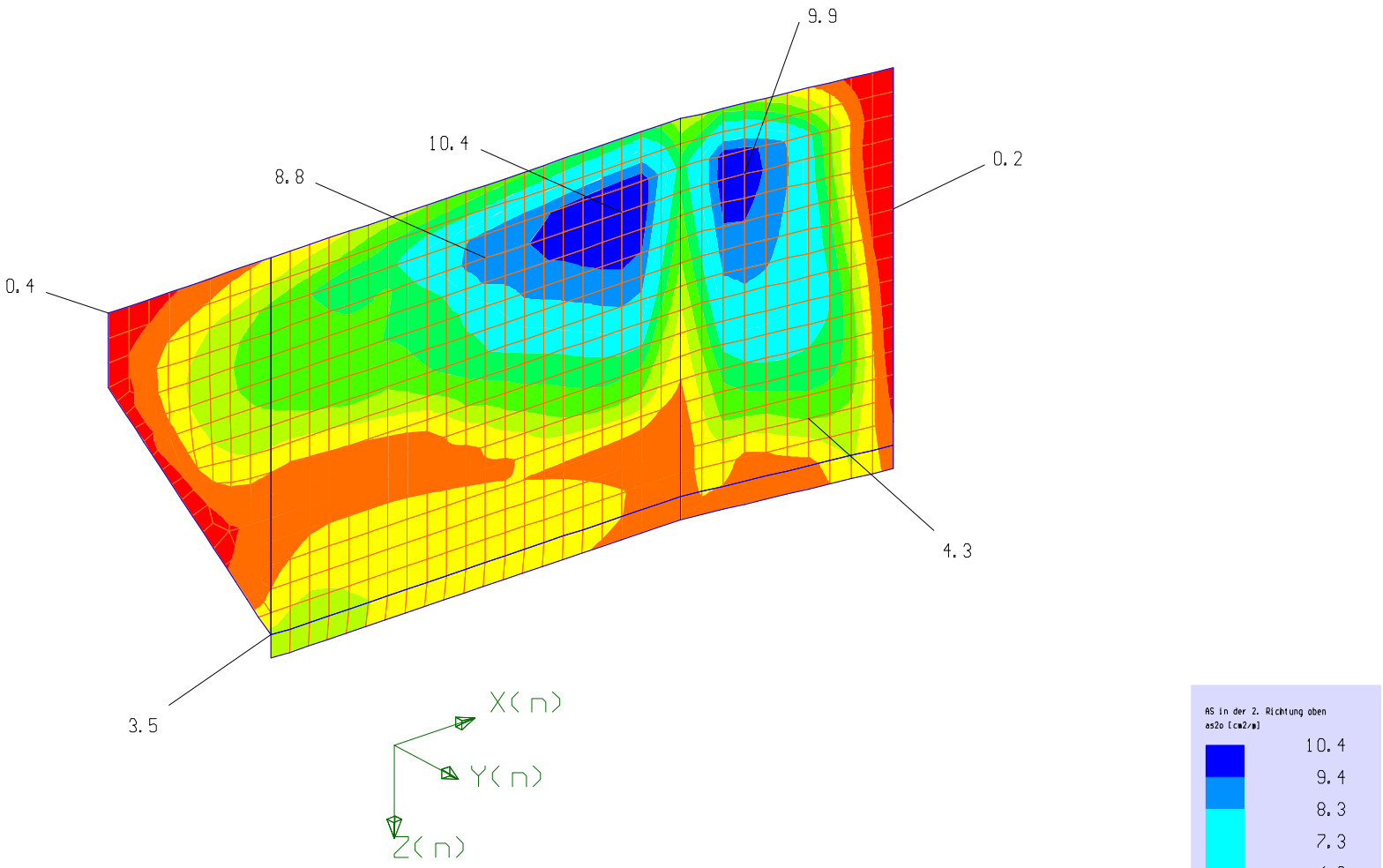
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1014.0 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung oben
as2o [cm2/m]
max = 8.89
min = 5.24
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:23:35
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



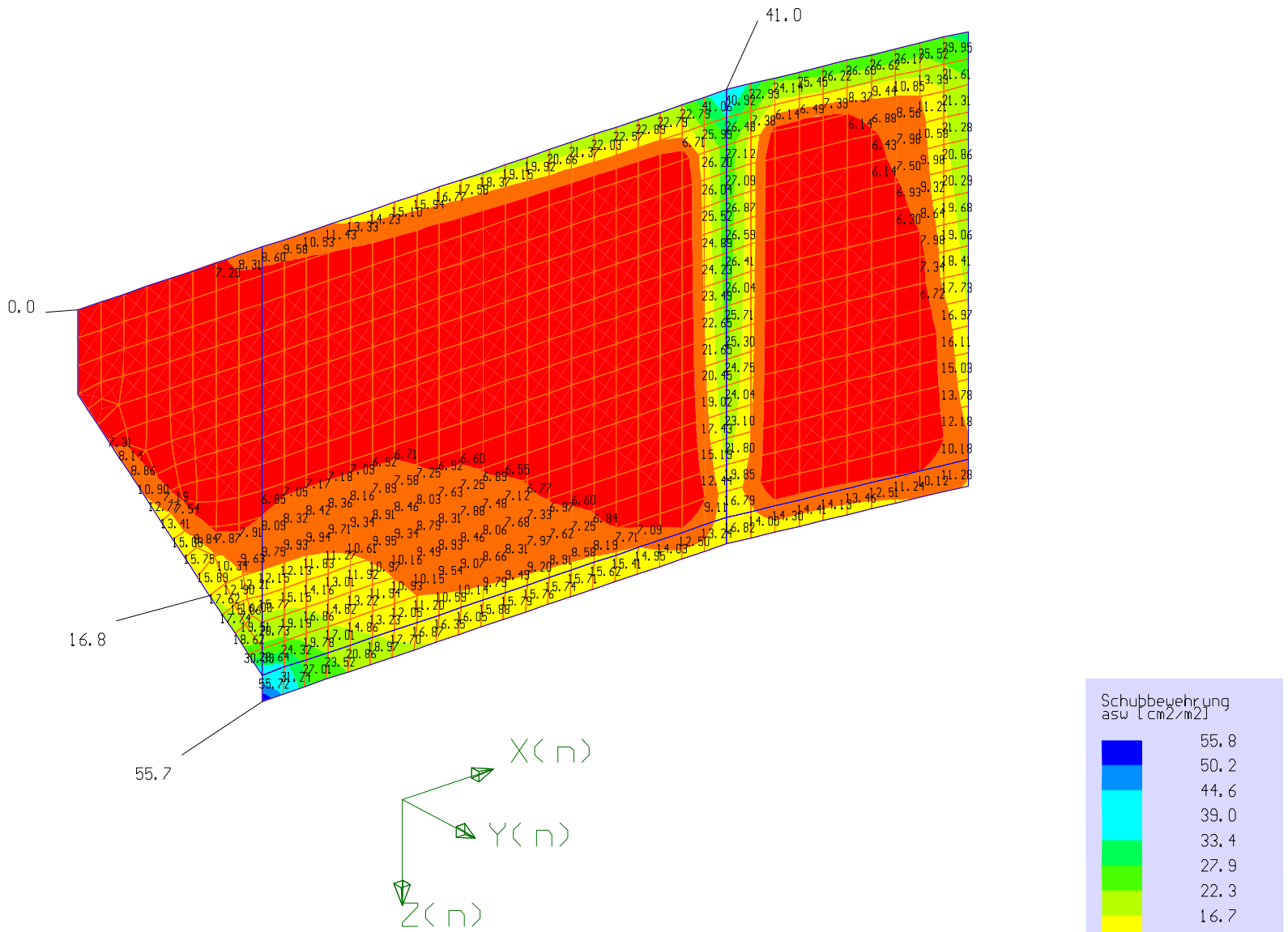
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
850.6 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

AS in der 2. Richtung oben
as2o [cm2/m]
max = 10.46
min = 0.13
Glättung aktiv

Datum : 07.07.2022
Zeit : 10:42:31
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1007.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

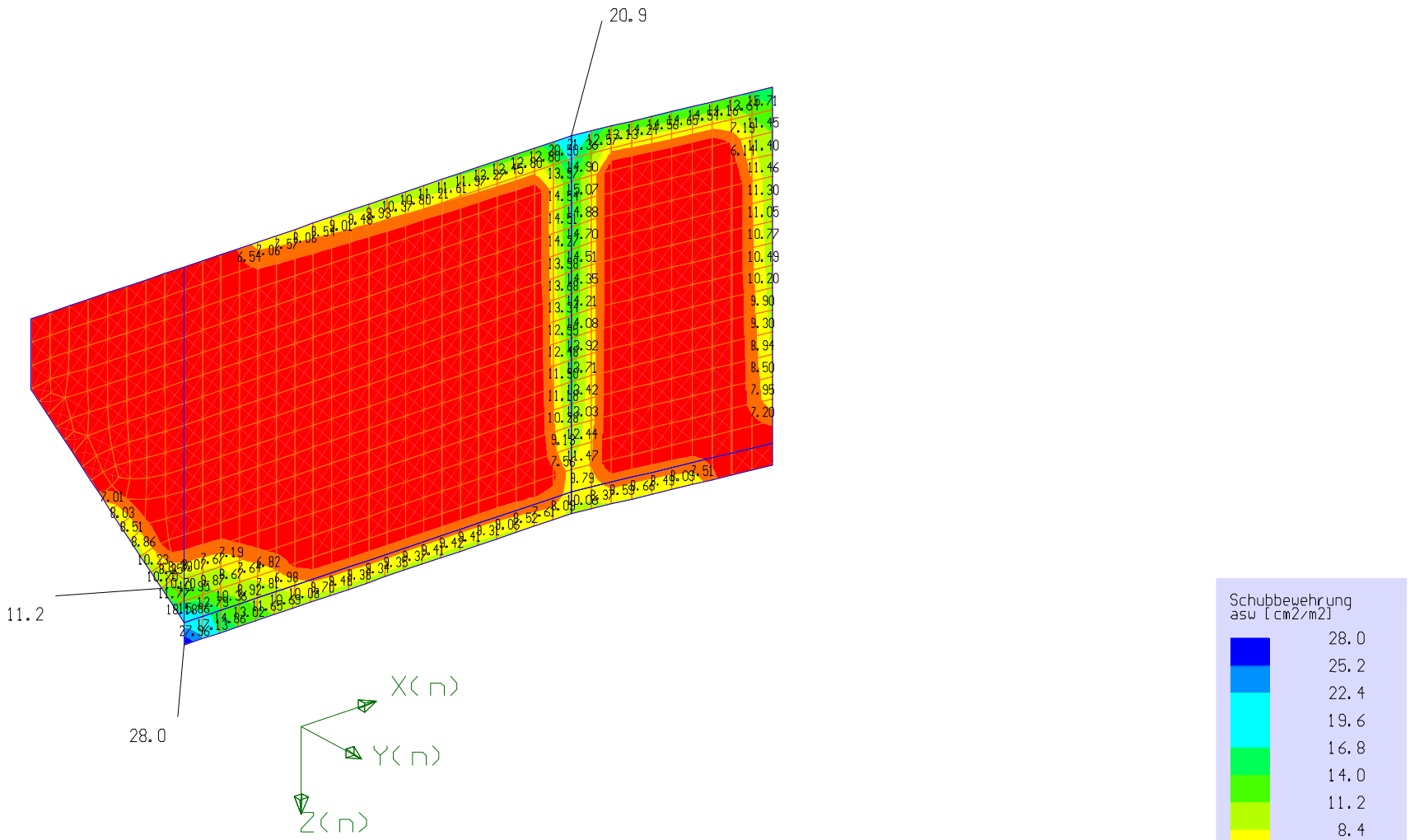
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Schubbewehrung
asw [cm2/m2]
max = 55.72
min = 0.00
Glättung aktiv

Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 12:09:40
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation



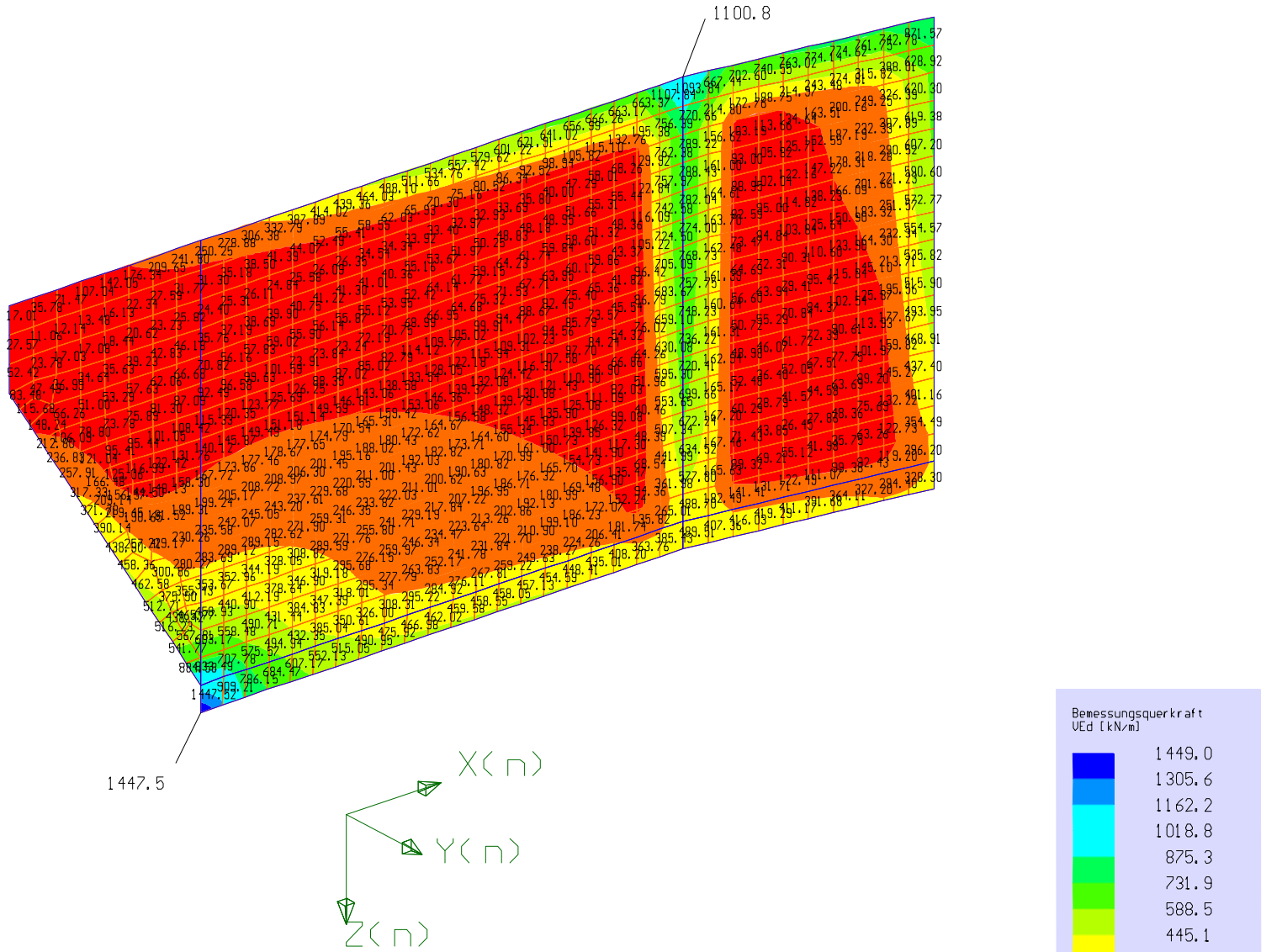
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
510.7 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Schubbewehrung
asw [cm2/m2]
max = 27.96
min = 0.00
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:42:13
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1007.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

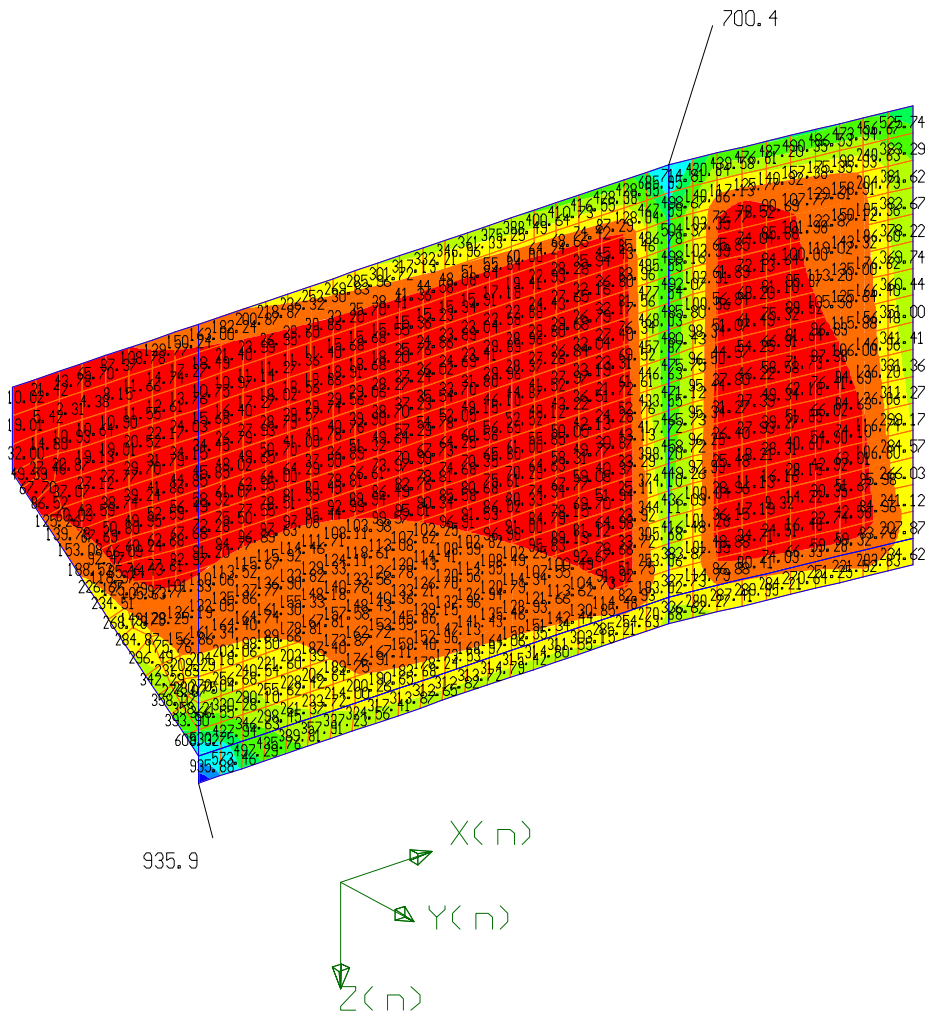
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Bemessungsquerkraft
VEd [kN/m]
max = 1447.52
min = 11.06
Glättung aktiv

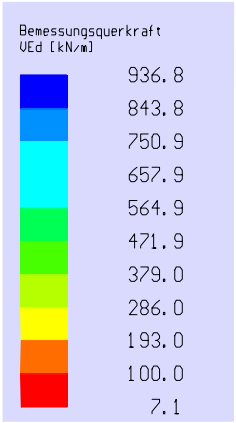
Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 12:11:1
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation





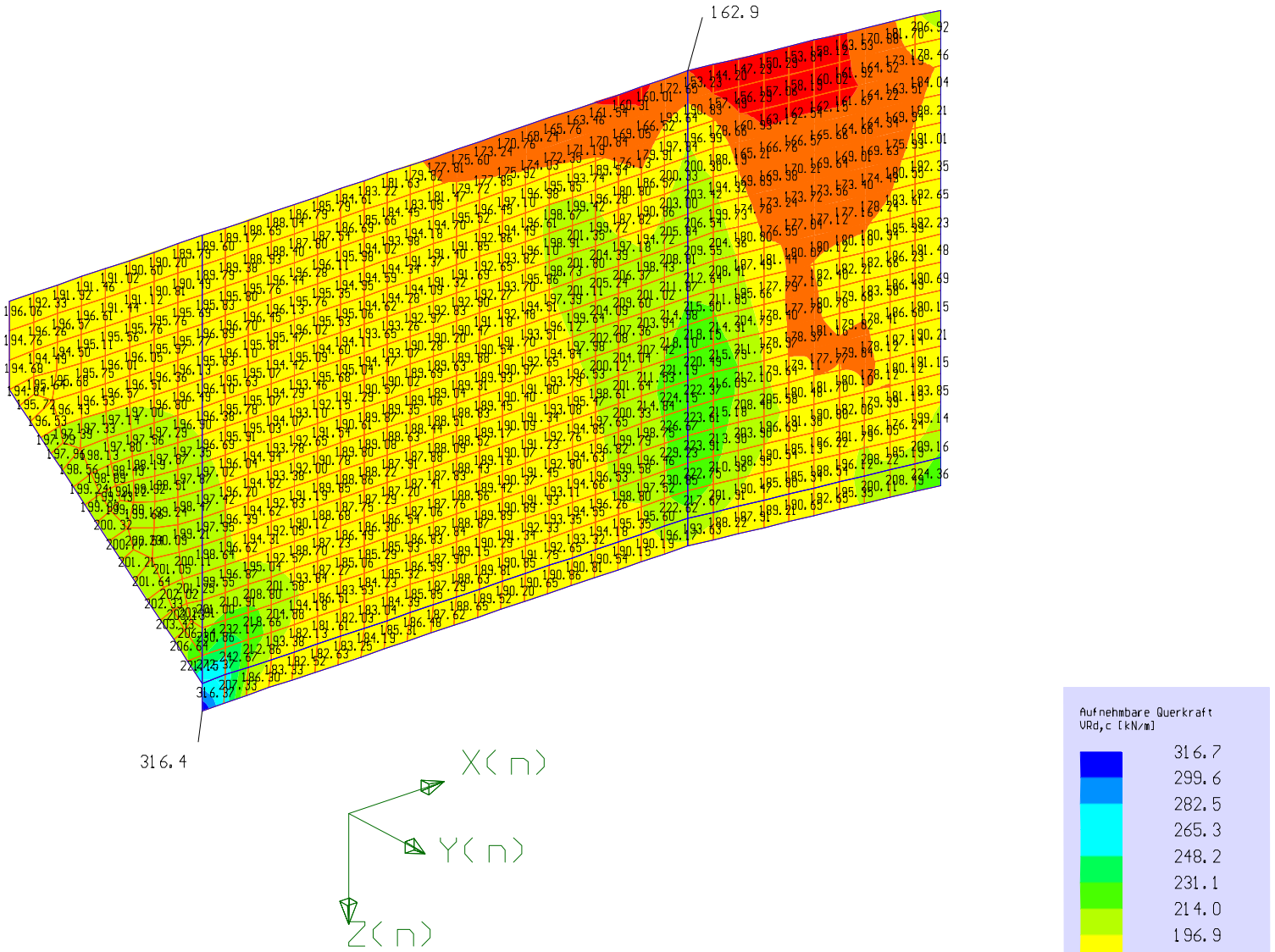
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
510.7 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Bemessungsquerkraft
VEd [kN/m]
max = 935.88
min = 2.31
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:43:43
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1007.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

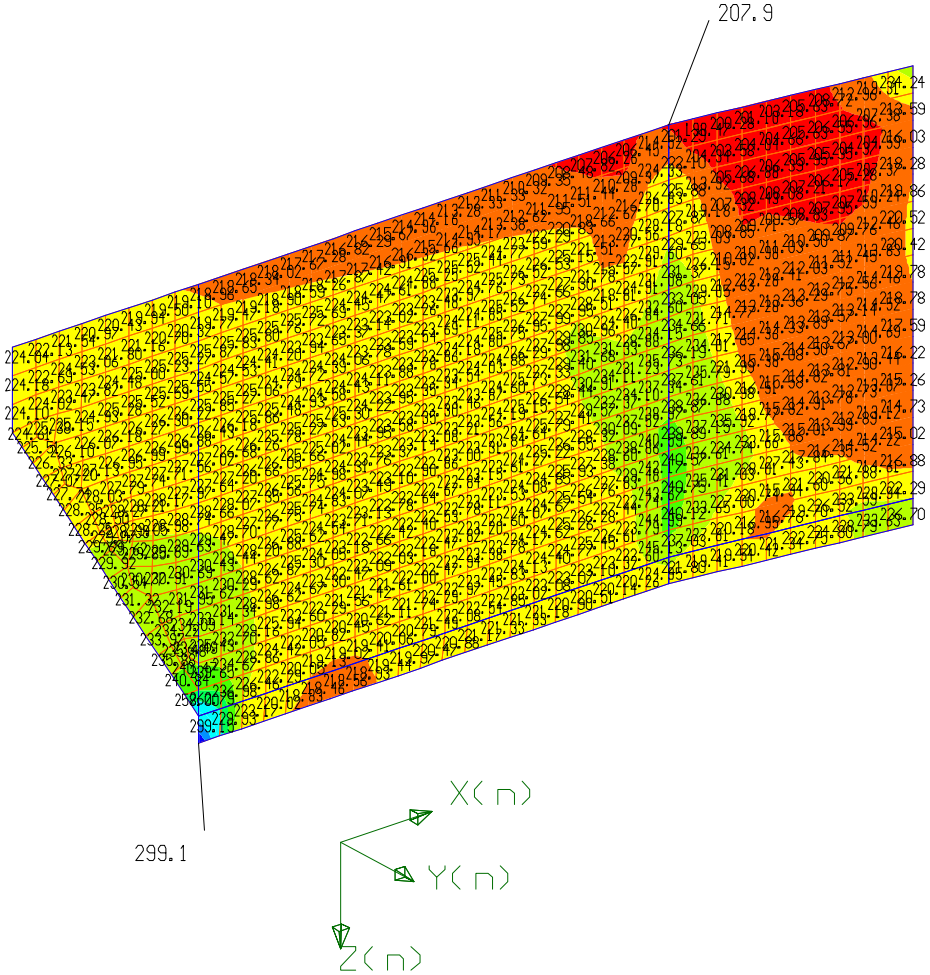
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,c [kN/m]
max = 316.37
min = 144.20
Glättung aktiv

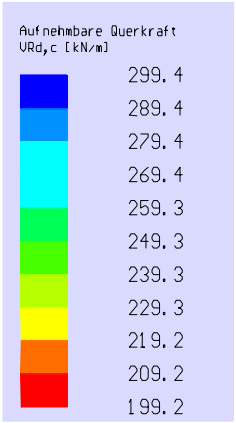
Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 12:12:9
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation





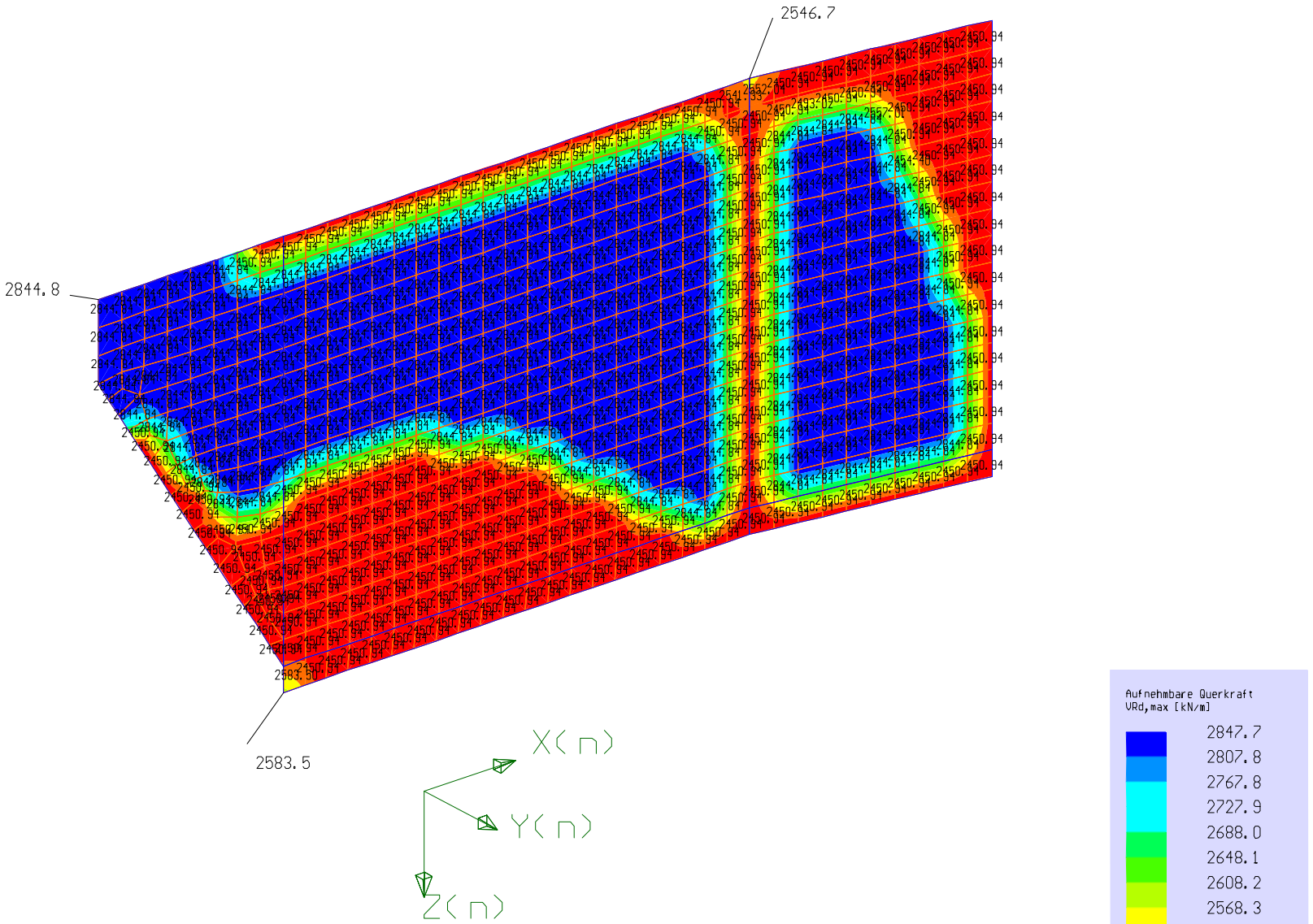
Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
510.7 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,c [kN/m]
max = 299.15
min = 198.47
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:44:57
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

ständige Bemessungssituation



Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
1007.8 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

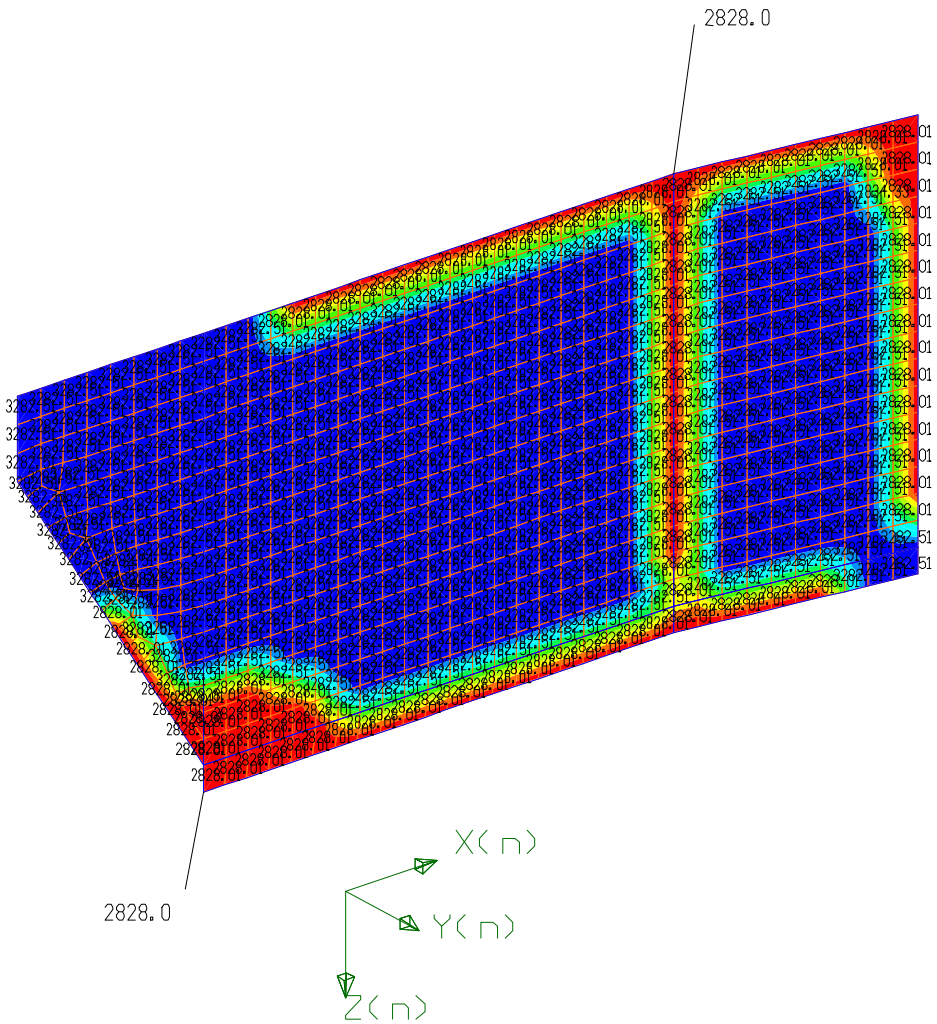
Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,max [kN/m]
max = 2844.84
min = 2450.94
Glättung aktiv

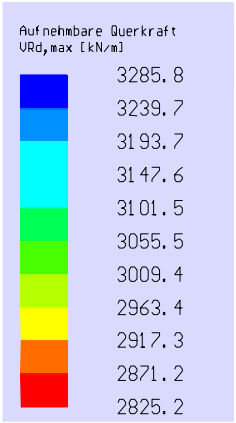
Verformtes System
Skalierung : 20

Datum : 06.07.2022
Zeit : 12:13:24
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

außergewöhnliche Bemessungssituation





Bemessung
nach DIN EN 1992-1-1
Beton = C35/45
Stahl = B500S
Theor. Stahlverbrauch:
510.7 kg
Bemessung als Platte
Bemessungsort:
- Elementmitte

Darstellung im Element
maximaler Wert / absolut
Aufnehmbare Querkraft
VRd,max [kN/m]
max = 3282.51
min = 2828.01
Glättung aktiv

Datum : 06.07.2022
Zeit : 13:46:15
Autor :

RIB Software GmbH
TRIMAS(R) Auswertung
Version 22.0 12052022

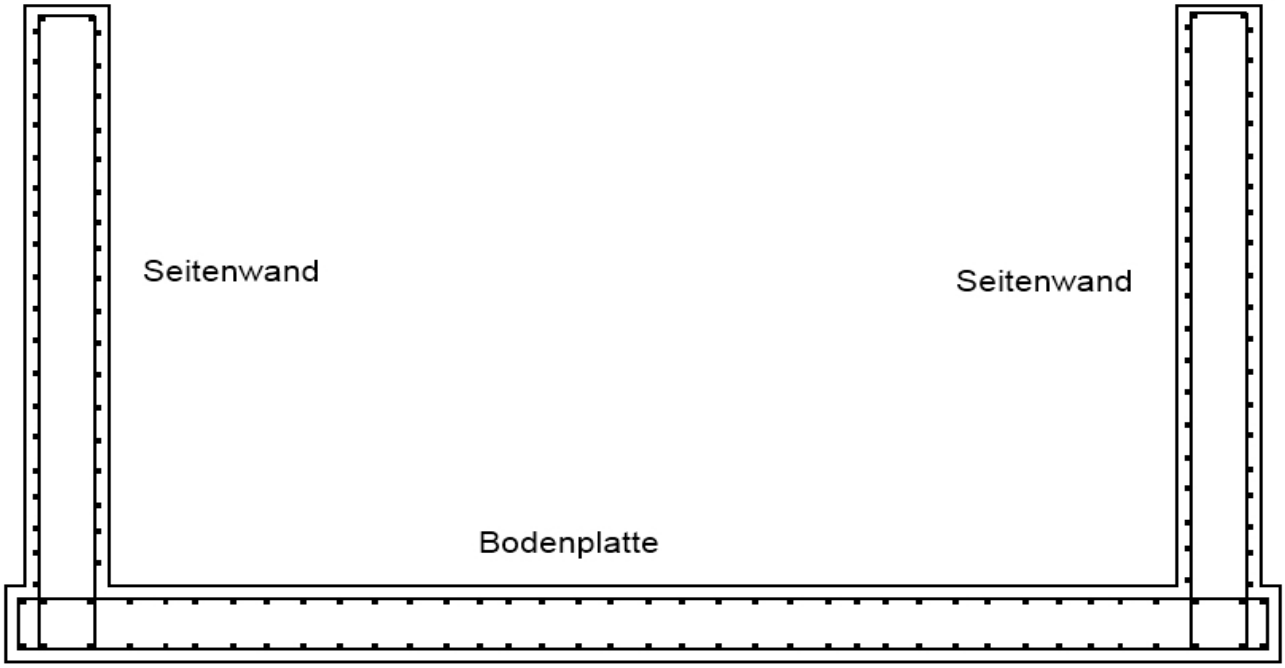
3.5 Zusammenstellung der Stahlbeton-bemessung / ergänzende Nachweise

3.5. Zusammenstellung der Stahlbetonbemessung / ergänzende Nachweise

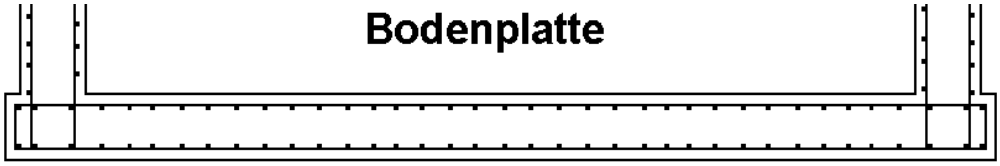
grundsätzliche Bewehrungsanordnung

Beton C	35/45	f_{ck} =	35,0	MN/m²	
		f_{bd} =	3,4	MN/m²	
		f_{ctm} =	3,20	MN/m²	
		$f_{cd} = \alpha \times f_{ck} / \gamma_c$			
		α =	0,85	für Druck	
		γ_c =	1,50		
		f_{cd} =	19,833	MN/m²	
		0,6 f_{ck} =	21,000	MN/m²	
Betonstahl	500B	f_{yk} =	500	N/mm²	
		γ_s =	1,15	- Grundkombination	
		f_{yd} =	435	N/mm²	$= f_{yk} / \gamma_s$
Betondeckung		C_{nom} =	5,50	cm	

Skizze der grundsätzlichen Bewehrungsanordnung:



a) Bodenplatte (Fundament)



- Abmessungen

h =	50,0	cm
b_1 =	6,500	m
b_2 =	5,440	m
L_1 =	5,400	m
L_2 =	3,300	m
L =	8,700	m

- erforderlicher Stahlquerschnitt aus Mindestbewehrung:

untere Grenze: ∅ 10 mm a = 20 cm

min As = 3,93 cm^2/m

allgemein: min As = 0,06 × 100 × h / 100

h = 50,0 cm

min As = 3,00 cm^2/m

- erforderliche Bewehrung aus statischer Berechnung (FEM - Maximalwerte):

Die Bewehrung in der Bodenplatte wird orthogonal verlegt.
Die angegebenen Maximalwerte ergeben sich aus den Nachweisen im GZT und GZG.

Unterseite			BS-P	BS-A	
x-Richtung	(längs)	as_{1u} =	8,31	7,49	cm^2/m
y-Richtung	(quer)	as_{2u} =	16,13	12,25	cm^2/m

Oberseite			BS-P	BS-A	
x-Richtung	(längs)	as_{1o} =	9,93	8,33	cm^2/m
y-Richtung	(quer)	as_{2o} =	46,55	38,96	cm^2/m

Ermittlung der Betonspannung aus Zwang durch Reibung auf dem Untergrund nach der Betonage

A_{Grund} =	47,328	m^2	d =	0,50	m
G_{Platte} =	591,60	kN	L =	8,70	m
$\sigma_{0,G}$ =	12,50	KN/m^2	b =	5,44	m
σ_0 =	12,50	KN/m^2	γ_B =	25,0	KN/m^3

Hinweis: Die Betonage erfolgt komplett!

Anzahl Abschnitte: 1

L' = 8,70 m

Nachweis in Längsrichtung der Bodenplatte

$N_{ct,d} = \gamma_{ct} \times \mu_d \times \sigma_0 \times L'/2$

$\sigma_{ct,d} = N_{ct,d} / A_{ct}$

Untergrundausbildung
grobkörniger Baugrund
ohne Gleitschicht

A_{ct} =	d × 1,00 m		μ_0 =	1,4 - 2,1	
A_{ct} =	0,500	m^2	μ_0 =	2,10	(gewählt)
			γ_{ct} =	1,00	
$N_{ct,d}$ =	154,15	KN/m	γ_R =	1,35	
$\sigma_{ct,d}$ =	308,31	KN/m^2	μ_d =	2,835	
$\sigma_{ct,d}$ =	0,31	MN/m^2			

Mindestbewehrung aus Rissbreitenbeschränkung

Beton C	35/45	f_{ck} =	35,0	MN/m^2	
		f_{bd} =	3,40	MN/m^2	
		f_{ctm} =	3,20	MN/m^2	
Betonstahl	B 500B	f_{yk} =	500	N/mm^2	
		γ_s =	1,15	- Grundkombination	
		f_{yd} =	435	N/mm^2	$= f_{yk} / \gamma_s$
		E_s =	200000	N/mm^2	
	Betondeckung:	C_{nom} =	5,50	cm	
	zulässige Rissbreite:	w_k =	0,2	mm	
	Bauteildicke:	h =	50,0	cm	

zentrische Risskraft: $F_{cr} = k_c \times k \times f_{ct,m} \times A_{ct}$

			$f_{ct,0}$ =	2,9	MN/m^2
			f_{ctm} =	3,2	MN/m^2
Beiwert k =	0,8	h ≤ 300 mm			
k =	0,5	h ≥ 800 mm	→ k =	0,68	h > 300 mm h < 800 mm
			$k_{ct,d}$ =	$\sigma_{ct,d} / f_{ctm}$	
			$k_{ct,d}$ =	0,10	reiner Zug
			vorh. d_s =	14	mm
A_{ct} =	0,50	m^2	F_{cr} =	0,105	MN
			$N_{ct,d}$ =	0,154	MN
$N_{ct,d}$	<	F_{cr}	→ erf A_s =	$N_{ct,d} / \sigma_s$	
$N_{ct,d}$	>	F_{cr}	→ erf A_s =	F_{cr} / σ_s	

Ergebnis: $N_{ct,d}$ > F_{cr}

$\phi_s^* = \phi \times f_{ct,0} / f_{ct,eff}$

ϕ_s^* = 12,69 mm

$f_{ct,eff}$ = f_{ctm}

$f_{ct,eff}$ = 3,20 MN/m^2

Stahlspannung:

$\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / \phi_s^*}$

σ_s = 234,22 N/mm^2

erf A_s = 0,00045 m^2/m

erf A_s = 4,48 cm^2/m

- Anordnung der Bewehrung

Hinweis: Bei der Wahl der Bewehrung wird von einem einfach zu verlegenden Bewehrungsnetz ausgegangen. FEM-bedingte Bemessungsspitzen werden nicht abgedeckt.

- untere Bewehrung

längs (2. Lage)						
x-Richtung	∅	12	mm	a =	10,0	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
quer (1. Lage)	∅	14	mm	a =	10,0	cm
y-Richtung	As =	15,39	cm^2/m			

- obere Bewehrung

längs (2. Lage)						
x-Richtung	∅	12	mm	a =	10,0	cm
	As =	11,31	cm^2/m			
quer (1. Lage)	∅	16	mm	a =	10,0	cm
y-Richtung	As =	20,11	cm^2/m			
	am Flügelende auf einer Länge von 3,0 m					
Zulage	∅	16	mm	a =	10,0	cm
	As =	20,11	cm^2/m			
	ΣAs =	40,21	cm^2/m			
- Stirnseiten	∅	12	mm	a =	10,0	cm
	As =	11,31	cm^2/m			

- Schubbemessung:

Mindestschubbewehrung:

bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ - keine Mindestbewehrung erforderlich!
$b/h < 4$ - Bauteil ist als Balken zu betrachten

Bereich $5 \geq b/h \geq 4$ - ist eine Mindestbewehrung erforderlich!
bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem nullfachen und dem einfachen Wert für Balken
bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem 0,6-fachen und dem einfachen Wert für Balken

bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$
und $b/h > 5$ Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

b =	650	cm	b =	544	cm
h =	50	cm	h =	50	cm
b/h =	13,00	> 5,0	b/h =	10,88	> 5,0

Wertung: - keine Mindestbewehrung erforderlich!
bzw. - Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

$a_{sw} \geq \rho_w \times b_w \times \sin \alpha$

$a_{sw} \geq$ 5,10 cm^2/m

ρ_w =	1,02	‰
ρ_w =	0,00102	
b_w =	50,00	cm
$\sin \alpha$ =	1,00	(lotrechte Bügel)

Abstände der Bügel:

- abhängig vom Verhältnis V_{Ed} zu $V_{Rd,max}$

Schubbean-spruchung	Bügelabstände s_{max} Längsabstand	Querabstand
$0 \leq V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,3$	0,7 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 80 cm
$0,3 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,6$	0,5 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 60 cm
$0,6 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0$	0,25 h ≤ 20 cm	1,0 h ≤ 60 cm

vorhandene Schubtragfähigkeit des Querschnittes

erforderliche Bügelbewehrung: - Bemessungswerte sind Knotenwerte

ständige Bemessungssituation

Ort: Anschluß Flügel am Fundament

max asw = 16,97 cm^2/m^2

v_{Ed} = 493,92 kN/m

$v_{Rd,max}$ = 2450,94 kN/m

v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,202 < 0,3

damit:

$s_{längs}$ 0,7 h ≤ 30 cm 0,7 h = 35,0 cm

s_{quer} 1,0 h ≤ 80 cm 1,0 h = 50,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 30,0 cm

s_{quer} = 50,0 cm

außergewöhnliche Bemessungssituation

Ort: Anschluß Flügel am Fundament

max asw = 9,44 cm^2/m^2

v_{Ed} = 315,88 kN/m

$v_{Rd,max}$ = 2828 kN/m

v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,112 < 0,3

damit:

$s_{längs}$ 0,7 h ≤ 30 cm 0,7 h = 35,0 cm

s_{quer} 1,0 h ≤ 80 cm 1,0 h = 50,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 30,0 cm

s_{quer} = 50,0 cm

Hinweis: Die erforderlichen maximalen Werte der Querkraftbewehrung treten unter den Wandende auf. Dieser Wert wird nicht zur Bewehrungswahl herangezogen.

Gewählt:

Anordnung von Schubbügeln auf beiden Seiten der Seitenwand im Endbereich

Abstand zur Wand: 0,5 d = 0,225 m d = 0,9 h

Bügel: 2 schnittig

Stellung der Bügel zur Längsrichtung: orthogonal

∅ 12 mm A_{Stab} = 1,131 cm^2

s = 30,0 cm Abstand in Längsrichtung - Bügelabstand

A_s = 3,77 cm^2

e = 40 cm Abstand in Querrichtung - Schenkelabstand

A_{sw} = 9,42 cm^2/m^2

2 Reihen auf der Innenseite

1 Reihe auf der außenseite

Länge: 2,00 m von der Fundamentkante

b) Seitenwände

- erforderlicher Stahlquerschnitt aus Mindestbewehrung:

untere Grenze: ∅ 10 mm a = 20 cm

min As = 3,93 cm^2/m

allgemein:

min As =	0,06 × 100 × d / 100		h =	404,9	cm
min As_{-o} =	5,10	cm^2/m	d_o =	85,0	cm
min As_{-u} =	3,00	cm^2/m	d_u =	50,0	cm
			L_{max} =	8,00	m

- vertikal: allgemein $A_{s,vmin} = 0{,}15\ |N_{Ed}| / f_{yd} \geq 0{,}0015 \times A_C$

A_C =	b × 100 =	8500	cm^2 =	0,850	m^2
f_{cd} =	19,833	MN/m^2			
$f_{cd} \times A_C$ =	16,858	MN			
0,3 $f_{cd} \times A_C$ =	5,0575	MN			

$A_{s,vmin} = 1/2 \times 0{,}0015 \times A_C$ je Wandseite

$A_{s,vmin}$ = 6,38 cm^2/m je Wandseite

- maximaler Stababstand von zwei benachbarten vertikalen Stäben:

s_{max} = 2 b = 8098 mm oder 300 mm (kleiner Wert ist maßgebend)

- horizontal:

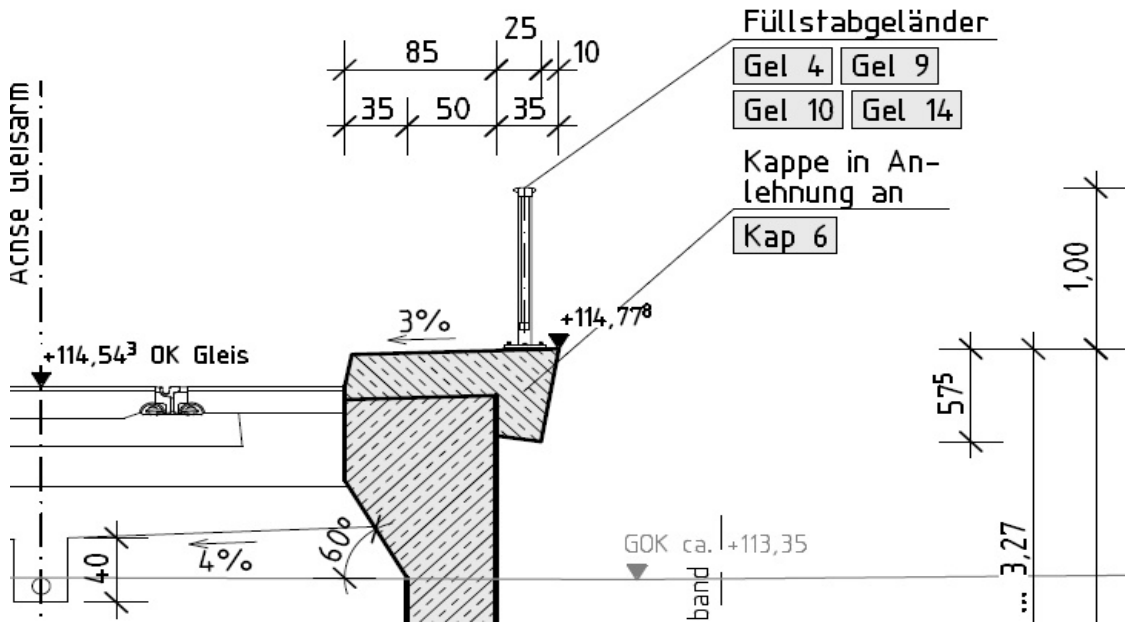
allgemein $A_{s,hmin} = 0{,}20 \times A_{s,v}$

$A_{s,hmin}$ = 1,28 cm^2/m für $A_{s,vmin}$

Durchmesser der Stäbe: $\phi_h \geq 0{,}25 \times \phi_v$

- maximaler Stababstand von zwei benachbarten horizontalen Stäben:

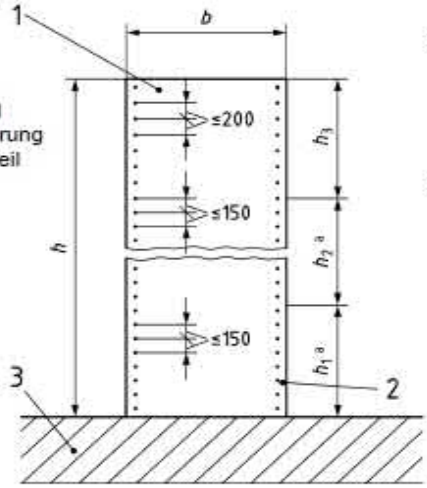
s_{max} = 350 mm



- Schwindbewehrung:

Legende

1	schwindbehindertes Bauteil
2	konstruktive Mindestbewehrung
3	schwindbehinderndes Bauteil
h	Wandhöhe
h_1, h_2, h_3	Bewehrungsbereiche
b	Dicke der Wand
a	max. 2,0 m



Bewehrungsbereiche h_1, h_2, h_3 für Wandhöhe h:

$h \leq 2{,}0$ m:	$h_1 = h$
$2{,}0 \text{ m} < h < 4{,}0$ m:	$h_1 = 2{,}0$ m
	$h_2 \geq h - 2{,}0$ m
$h \geq 4{,}0$ m:	$h_1 = h_2 = 2{,}0$ m
	$h_3 = h - 4{,}0$ m

Bewehrung je Wandseite im Bereich h_1, h_2, h_3:

h_3:	$b \leq 65$ cm:	ϕ 10, $s \leq 20$ cm
	$b > 65$ cm:	$A_s \geq 0{,}06$ % · A_c
h_2:	$b \leq 50$ cm:	ϕ 10, $s \leq 15$ cm
	$b > 50$ cm:	ϕ 12, $s \leq 15$ cm
h_1:	$b \leq 50$ cm:	ϕ 12, $s \leq 15$ cm
	$b > 50$ cm:	ϕ 16, $s \leq 15$ cm

b_o =	85,0	cm	>	50 (65) cm
b_u =	50,0	cm	<	50 cm
h =	404,90	m	<	h= 2,0 m

→ h_1 = 2,00 m ∅ 12 mm a = 15 cm
As = 7,54 cm²/m

→ h_2 = 2,00 m ∅ 10 mm a = 15 cm
As = 5,24 cm²/m

bzw. ∅ 12 mm a = 15 cm
As = 7,54 cm²/m

→ h_3 = 0,05 m ∅ 10 mm a = 20 cm
As = 3,93 cm²/m

bzw. As ≥ 0,06 × A_C
As = 5,10 cm²/m

Mindestbewehrung aus Rissbreitenbeschränkung bei Abfluß der Hydratationswärme

Beton	C 35/45	f_{ck} =	35,0	MN/m²	
		f_{bd} =	3,4	MN/m²	
Zement	32,5R	mit r >	0,30		
Bemerkung:	- keine Abminderung von $f_{ct,eff}$ möglich !				
Betonstahl	500 B	f_{yk} =	500	N/mm²	
		γ_s =	1,15	- Grundkombination	
		f_{yd} =	435	N/mm²	= f_{yk} / γ_s
		E_s =	200000	N/mm²	

Betondeckung:	C_{nom} =	5,50	cm	
zulässige Rissbreite:	w_k =	0,2	mm	
Bauteildicke:	h =	50,0	cm	
Bauteillänge:	l =	8,00	m	- bis zur Stirnwand
Bauteilhöhe:	h =	4,05	m	
	l/h =	1,98	≈ 2,0	
Spannungsverteilung über die Höhe:	unten	1,00		
	bei h/3	0,56		
	bei 2 h/3	0,20		
	oben	-0,08		

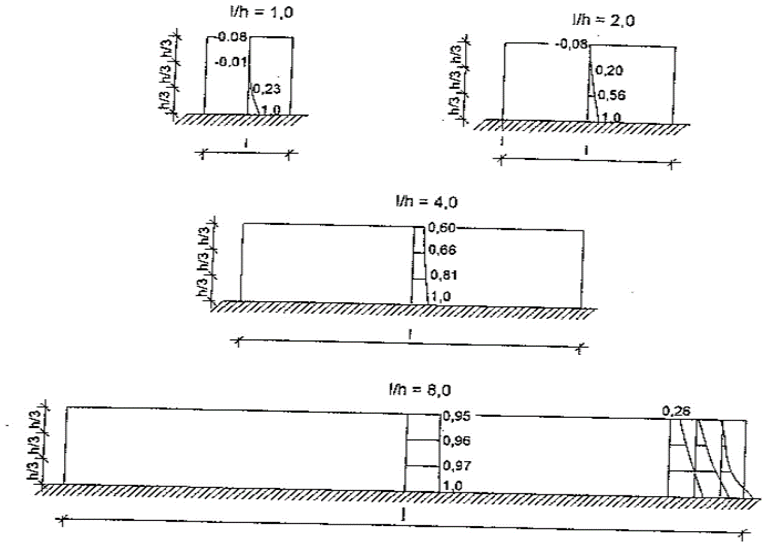


Bild 14. Bezogene, von l/h abhängige Spannungsverteilung in der Wand bei l/2
Fig. 14. Non-dimensional stress distribution in the wall at l/2 (depending of l/h)

$A_{s1} = f_{ct,eff} \times A_{c,eff} / \sigma_s$

$A_{s2} = k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / f_{yk}$

A_{s2} = unterer Grenzwert

$A_{c,eff} = h_{eff} \times b$

$A_{ct} = h/2 \times b$

$f_{ct,0}$ =	2,9	MN/m²
f_{ctm} =	3,2	MN/m²

Annahme: Rissbildung in den ersten 3 - 5 Tagen

$f_{ct,eff} = 1{,}0 \times f_{ctm}$

$f_{ct,eff} = 3{,}20$ MN/m²

Beiwert k: k = 0,8 h ≤ 300 mm

k = 0,5 h ≥ 800 mm

→ k = 0,68 h > 300 mm, h < 800 mm

$\phi \geq \phi_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$ vorh. ϕ_s = 20 mm

$\phi_s^* < \phi \times f_{ct,0} / f_{ct,eff}$

$\phi_s^* =$ 18,13 mm

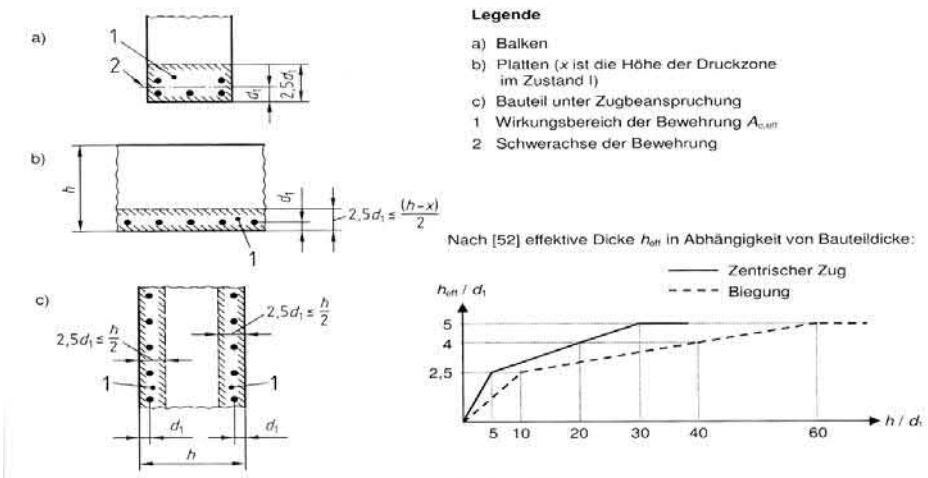
Stahlspannung:

$\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / \phi_s^*}$

$\sigma_s =$ 195,96 N/mm²

Grenzdurchmesser d_s^* für Betonrippenstähle

Zeile	Stahlspannung σ_s	Grenzdurchmesser der Stäbe in mm in Abhängigkeit vom Rechenwert der Rißbreite w_k	
	N/mm²	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
1	160	42	28
2	200	28	18
3	240	19	13
4	280	14	9
5	320	11	7
6	360	8	6
7	400	7	5
8	450	5	4



Wirkungsbereich $A_{c,eff}$ der Bewehrung ([1], dort Bild 53, erweitert)

$d_1 = C_{nom} + d_s/2$ = 6,50 cm

h / d_1 = 7,69 → h_{eff} / d_1 = 2,769 - zentrischer Zug

h_{eff} = 18,00 cm < h/2 = 25,0 cm

b = 100 cm

$A_{c,eff}$ = $h_{eff} \times b$ = 1800 cm^2

A_{ct} = $h/2 \times b$ = 2500 cm^2

f_{yk} = 500 N/mm^2

A_{s1} = 29,39 cm^2/m

A_{s2} = 10,88 cm^2/m

Modifizierung des Grenzdurchmessers in Abhängigkeit von $f_{ct,eff}$

$d_s \geq d_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$ mit $f_{ct,0}$ = 3,0 MN/m^2

$d_s^* \times f_{ct,eff} / f_{ct,0}$ = 19 mm = d_s = 20 mm

Abminderung der ermittelten Mindestbewehrung bei Nutzung betontechnologischer Maßnahmen zur Verringerung der Zwangsspannungen aus Hydratationswärme

- Verwendung langsam erhärtender Betone mit R ≤ 0,3

Abminderungsfaktor: 0,85 → **A_{s1} = 24,98 cm^2/m**

- kein Ansatz der Abminderung, da normal erhärtender Beton vorgesehen ist

damit: **A_{serf} = A_{s1} =** 29,39 **cm^2/m**

gewählt:

d_s = 20 mm a = 10,0 cm

As_{vorh} = 31,42 cm^2/m

Anordnung auf einer Höhe über der Arbeitsfuge

min h = d

min h = 0,50 m

max h = 2,00 m

bei einer Höhe von h/3: 1,35 m

As_{erf} = 16,46 cm^2/m

bei einer Höhe von 2 h/3: 2,70 m

As_{erf} = 5,88 cm^2/m

Ermittlung des Rechenwertes der Rissbreite

effektiver Bewehrungsgrad:

eff ρ = $A_s / A_{c,eff}$ = 0,01745

maximaler Rissabstand:

$s_{r,max}$ = d_s / 3,6 eff ρ ≤ $\sigma_s \times d_s / 3{,}6 \times f_{ct,eff}$

d_s / 3,6 eff ρ = 318,31 mm

$\sigma_s = \sqrt{6 \times w_k \times E_s \times f_{ct,0} / d_s^*}$ = 195,96 N/mm^2

$\sigma_s \times d_s / 3{,}6 \times f_{ct,eff}$ = 340,21 mm

- erforderliche Bewehrung aus statischer Berechnung (Maximalwerte):

			BS-P	BS-A	
Troginnenseite	- Hinterfüllung				
	vertikal	max as_{2u} =	75,30	74,21	cm^2/m
	Auftreten der Maximalwerte:		Flügelende		
	horizontal	max as_{1u} =	28,68	24,97	cm^2/m
	Auftreten der Maximalwerte:		Anschluß an Stirnwand - oben		

			BS-P	BS-A	
Trogaußenseite	- Luftseite				
	vertikal	max as_{2o} =	8,89	10,46	cm^2/m
	Auftreten der Maximalwerte:		Wandmitte - oben		
	horizontal	max as_{1o} =	19,04	13,15	cm^2/m
	Auftreten der Maximalwerte:		Wandmitte - oben		

Bewehrungsanordnung:

- Troginnenseite (Hinterfüllung)

h = 4,05 m

vertikal

h_1 =	1,00	m			
∅	20	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	31,42	cm^2/m			

am Flügelende auf einer Länge von 2,00 m

h_1 =	1,00	m			
∅	25	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	49,09	cm^2/m			
h_2 =	2,00	m			
∅	14	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	15,39	cm^2/m			
h_3 =	1,05	m			
∅	14	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	15,39	cm^2/m			

horizontal

h_1 =	1,00	m			
∅	20	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	31,42	cm^2/m			
h_2 =	2,00	m			
∅	16	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	20,11	cm^2/m			
h_3 =	1,05	m			
∅	16	mm	a =	10,0	cm
As_{vorh} =	20,11	cm^2/m			

- Trogaußenseite (Luftseite)

h = 4,05 m

vertikal

h_1 = 1,00 m
∅ 14 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 15,39 cm^2/m

h_2 = 2,00 m
∅ 14 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 15,39 cm^2/m

h_3 = 1,05 m
∅ 14 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 15,39 cm^2/m

horizontal

h_1 = 1,00 m
∅ 20 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 31,42 cm^2/m

h_2 = 2,00 m
∅ 16 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 20,11 cm^2/m

h_3 = 1,05 m
∅ 16 mm a = 10,0 cm
As_{vorh} = 20,11 cm^2/m

Stirn- und Oberseite:

∅ 12 mm a = 10,0 cm
As = 11,31 cm^2/m

am unterene Flügelende
∅ 25 mm a = 10,0 cm
As = 49,09 cm^2/m

- Schubbemessung:

Mindestschubbewehrung:

bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$
und b/h > 5 - keine Mindestbewehrung erforderlich!
b/h < 4 - Bauteil ist als Balken zu betrachten

Bereich 5 ≥ b/h ≥ 4 - ist eine Mindestbewehrung erforderlich!
bei $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem nullfachen und dem einfachen Wert für Balken
bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$ Mindestbewehrung zwischen dem 0,6-fachen und dem einfachen Wert für Balken

bei $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$
und b/h > 5 Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

b =	404,9	cm	- unterer Bereich
h =	50,0	cm	
b/h =	8,10	> 5,0	

Wertung: - keine Mindestbewehrung erforderlich!
bzw. Mindestbewehrung des 0,6-fache Wertes für Balken

b =	404,9	cm	- oberer Bereich
h =	85,00	cm	
b/h =	4,76	> 4,0 / < 5,0	

Wertung: - ist eine Mindestbewehrung erforderlich!

$a_{sw} \geq \rho_w \times b_w \times \sin\alpha$

			ρ_w =	1,02	‰
			ρ_w =	0,00102	
$a_{sw} \geq$	5,10	cm^2/m	b_w =	50,00	cm
			sin α =	1,00	(lotrechte Bügel)
$a_{sw} \geq$	8,67	cm^2/m	b_w =	85,00	cm
			sin α =	1,00	(lotrechte Bügel)

Abstände der Bügel:

- abhängig vom Verhältnis V_{Ed} zu $V_{Rd,max}$

Schubbean-spruchung	Bügelabstände s_{max} Längsabstand	Querabstand
$0 \leq V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,3$	0,7 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 80 cm
$0,3 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 0,6$	0,5 h ≤ 30 cm	1,0 h ≤ 60 cm
$0,6 < V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0$	0,25 h ≤ 20 cm	1,0 h ≤ 60 cm

vorhandene Schubtragfähigkeit des Querschnittes

erforderliche Bügelbewehrung: - Bemessungswerte sind Knotenwerte

ständige Bemessungssituation

Ort: Anschluß Flügel am Fundament

max asw = 55,70 cm^2/m^2
v_{Ed} = 1447,5 kN/m
$v_{Rd,max}$ = 2583,5 kN/m
v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,560 > 0,3 / < 0,6

damit:

$s_{längs}$ 0,5 h ≤ 30 cm 0,5 h = 25,0 cm
s_{quer} 1,0 h ≤ 60 cm 1,0 h = 50,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 25,0 cm
s_{quer} = 50,0 cm

außergewöhnliche Bemessungssituation

Ort: Anschluß Flügel am Fundament

max asw = 27,96 cm^2/m^2
v_{Ed} = 935,9 kN/m
$v_{Rd,max}$ = 2828,0 kN/m
v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,331

damit:

$s_{längs}$ 0,5 h ≤ 30 cm 0,5 h = 25,0 cm
s_{quer} 1,0 h ≤ 60 cm 1,0 h = 50,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 25,0 cm
s_{quer} = 50,0 cm

ständige Bemessungssituation

Ort: am oberen Knick in der Seitenwand

max asw = 41,00 cm^2/m^2
v_{Ed} = 1100,8 kN/m
$v_{Rd,max}$ = 2546,7 kN/m
v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,432 > 0,3 / < 0,6

damit:

$s_{längs}$ 0,5 h ≤ 30 cm 0,5 h = 42,5 cm
s_{quer} 1,0 h ≤ 60 cm 1,0 h = 85,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 30,0 cm
s_{quer} = 60,0 cm

außergewöhnliche Bemessungssituation

Ort: am oberen Knick in der Seitenwand

max asw = 20,90 cm^2/m^2
v_{Ed} = 700,4 kN/m
$v_{Rd,max}$ = 2828,0 kN/m
v_{Ed} / $v_{Rd,max}$ = 0,248 < 0,3

damit:

$s_{längs}$ 0,7 h ≤ 30 cm 0,7 h = 59,5 cm
s_{quer} 1,0 h ≤ 80 cm 1,0 h = 85,0 cm

maßgebend: $s_{längs}$ = 30,0 cm
s_{quer} = 80,0 cm

Gewählt:

Hinweis: Die Spitzenwerte im Eckbereich werden nicht zur Bewehrungswahl herangezogen, da sie direkt am Anschlußpunkt der modellierten FEM-Flächen liegen.

- am Anschluß zur Bodenplatte — - über 5,0 m Länge vom Wandende

für h = 50,00 cm — 0,50 d = 22,50 cm (mit d = 0,90 h)

auf h = 1,00 m über der Fundamentoberkante

Stellung der Bügel zur horizontalen Bewehrung: parallel

∅	12	mm	A_{Stab} =	1,131	cm^2
s =	25	cm	Abstand in Wandquerrichtung - Schenkelabstand		
As =	4,524	cm^2/m			
e =	20	cm	Abstand in vertikaler Richtung - Bügelabstand		
vorh As =	22,62	cm^2/m^2			
h' =	h - 0,50 d				
h' =	0,775	m			
Anzahl:	4	Reihen über die Höhe			

von h = 1,00 m über der Fundamentoberkante
bis h = 2,00 m über der Fundamentoberkante

Stellung der Bügel zur horizontalen Bewehrung: parallel

∅	12	mm	A_{Stab} =	1,131	cm^2
s =	25	cm	Abstand in Wandquerrichtung - Schenkelabstand		
As =	4,524	cm^2/m			
e =	30	cm	Abstand in vertikaler Richtung - Bügelabstand		
vorh As =	15,08	cm^2/m^2			
h' =	h - 0,50 d				
h' =	0,775	m			
Anzahl:	3	Reihen über die Höhe			

- am Anschluß zur Stirnwande über die gesamte Wandhöhe

auf b = 0,50 m neben der Stirnwand
auf h = 4,05 m über der Fundamentoberkante

Stellung der Bügel zur horizontalen Bewehrung: parallel

∅	12	mm	A_{Stab} =	1,131	cm^2
s =	25	cm	Abstand in Wandquerrichtung - Schenkelabstand		
As =	4,524	cm^2/m			
e =	20	cm	Abstand in vertikaler Richtung - Bügelabstand		
vorh As =	22,62	cm^2/m^2			
h' =	h - 0,50 d				
h' =	3,825	m			
Anzahl:	15	Reihen über die Höhe			
b' =	b - 0,50 d				
b' =	0,275	m			
Anzahl:	1	Reihe über die Breite			

- am Knick in der Wand über die gesamte Wandhöhe auf beiden Seiten vom Knick

auf b = 0,50 m neben dem Knick
auf h = 4,05 m über der Fundamentoberkante

Stellung der Bügel zur horizontalen Bewehrung: parallel

∅	12	mm	A_{Stab} =	1,131	cm^2
s =	25	cm	Abstand in Wandquerrichtung - Schenkelabstand		
As =	4,524	cm^2/m			
e =	20	cm	Abstand in vertikaler Richtung - Bügelabstand		
vorh As =	22,62	cm^2/m^2			
h' =	h - 0,50 d				
h' =	3,825	m			
Anzahl:	15	Reihen über die Höhe			
b' =	b - 0,50 d				
b' =	0,275	m			
Anzahl:	1	Reihe über die Breite			

3.6 Nachweise der Standsicherheit

3.6 Nachweise der Standsicherheit

- Grenzzustand der äußeren Tragfähigkeit (GEO-2)

Der Nachweis der Standsicherheit für das Trogbauwerk wird aufgrund seiner Ausbildung und seiner teilweisen Einschüttung über die Einhaltung des zulässigen Sohlbemessungsdrucks geführt.

zulässiger Sohlbemessungsdruck:
Schicht: 3
Bodengruppe: SU/ST
Lagerung: mitteldicht bis dicht

Tabelle 20: Ergebnisse einer Grundbruch- und Setzungsabschätzung, Bettungsmoduli für Streifenfundament, Gründung im Horizont der Schicht 3, Fundament ca. 8m x 6m

Fundament-breite [m]	Bemessungswert des Sohlwider-standes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] / max. cha-rakteristische Einwirkung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²] / zugehörige Setzungen s [cm]	charakt. Sohl-spannung $\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	mittlere Setzung s [cm]	mittlerer Bettungsmodul k_s [MN/m³]
5,0	900 / 625 / 9,0	100	1,0	8
		200	2,5	
		300	3,9	
		400	5,4	
6,5	960 / 670 / 10,5	100	1,2	7
		200	2,7	
		300	4,3	
		400	5,9	
7,0	765 / 540 / 11,0	100	1,3	6
		200	2,9	
		300	4,6	
		400	6,4	

Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch — Bemessungssituation: BS-T
Grenzzustand: STR/GEO2

- vereinfachter Nachweis — Bedingung: max $\sigma_{E,d} < \sigma_{R,d}$

für b =	5,0	m	Einbindetiefe:	1,41	m
σ_{Rd} =	900	kN/m²	vorh b =	6,50	m
für b =	6,5	m	σ_{Rd} =	960	kN/m²
σ_{Rd} =	960	kN/m²			

vorhandener Sohlbemessungsdruck:

$\sigma_{vorh,d}$ = 197,25 kN/m²

$\sigma_{E,d}$ = 197,3 KN/m² > $\sigma_{R,d}$ = 960,0 KN/m²
Auslastung: 0,21 < 1,0
Nachweis erfüllt !