

DB Netz AG  
Regionalbereich Mitte  
Großprojekte  
(I.NG-MI-L)  
Hahnstraße 49  
60528 Frankfurt am Main

# **Untersuchung und Modellierung der Baugru- benumschließung als Schlitzwand im Bereich Station in Deckelbauweise Machbarkeitsstudie**

## **Knoten Frankfurt; Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf. Frankfurt/Main**

Ersteller(in):	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main
Verantwortliche(r):	Rainer Lehmann Großprojekte RB Mitte (I.NG-MI-L), DB Netz AG
Version:	0.1, 03.12.2020

## Revisionsdokumentation

Version	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
0.1	03.12.2020	Mesay Mammo / Nabil Youala	erste Ausgabe

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
1.1	Vorbemerkungen .....	5
1.2	Verbau .....	6
1.3	Baustoffkennwerte .....	11
1.4	Unterlagen, Literatur und Programme .....	11
1.4.1	Technische Vorschriften .....	11
1.4.2	Literatur und Tabellenwerke .....	12
1.4.3	Allgemeine Programmbeschreibungen .....	12
1.4.4	Abweichungen von Regelwerken .....	12
1.4.5	Verwendete Unterlagen .....	12
<b>2</b>	<b>Baugrund .....</b>	<b>13</b>
2.1	Schichtung und Baugrundwerte .....	13
2.2	Charakteristischer Spitzendruck und Mantelreibung im Bereich der Einbindung .....	15
2.3	Ansatz der Bettung .....	15
2.4	Ankerwiderstände .....	16
<b>3</b>	<b>Einwirkungen .....</b>	<b>17</b>
3.1	Eigengewicht der Verbauten .....	17
3.2	Ständige Einwirkung auf GOK .....	17
3.3	Erdauflast .....	17
3.4	Grundwasseransatz .....	17
3.5	Erddruckansatz .....	17
3.6	Gewicht aus dem Intercity Hotel .....	18
3.7	Erddruck aus Verkehrslasten .....	18
<b>4</b>	<b>Berechnungsgrundlagen und das statische System .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Berechnungsergebnisse .....</b>	<b>23</b>
5.1	Vorverbau 1-A .....	23
5.1.1	Anker- und Erdauflagerkräfte .....	23
5.1.2	Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft .....	23
5.1.3	Einbindelänge .....	23
5.1.4	Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund .....	23
5.1.5	Hydraulischer Grundbruch .....	24
5.1.6	Verformungen (Gebrauchstauglichkeit) .....	24
5.1.7	Bemessung der Einzelteile .....	24
5.2	Verbau 1-B .....	24
5.2.1	Steifenkräfte und Erdauflagerkräfte .....	24
5.2.2	Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft .....	25
5.2.3	Einbindelänge .....	26
5.2.4	Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund .....	26
5.2.5	Hydraulischer Grundbruch .....	26
5.2.6	Verformungen (Gebrauchstauglichkeit) .....	26
5.2.7	Bemessung der Einzelteile .....	26

5.3 Verbau 2.....	31
5.3.1 Steifenkräfte und Erdauflagerkräfte .....	31
5.3.2 Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft.....	32
5.3.3 Einbindelänge.....	32
5.3.4 Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund .....	32
5.3.5 Hydraulischer Grundbruch.....	32
5.3.6 Verformungen (Gebrauchstauglichkeit) .....	33
5.3.7 Bemessung der Einzelteile .....	33
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>38</b>

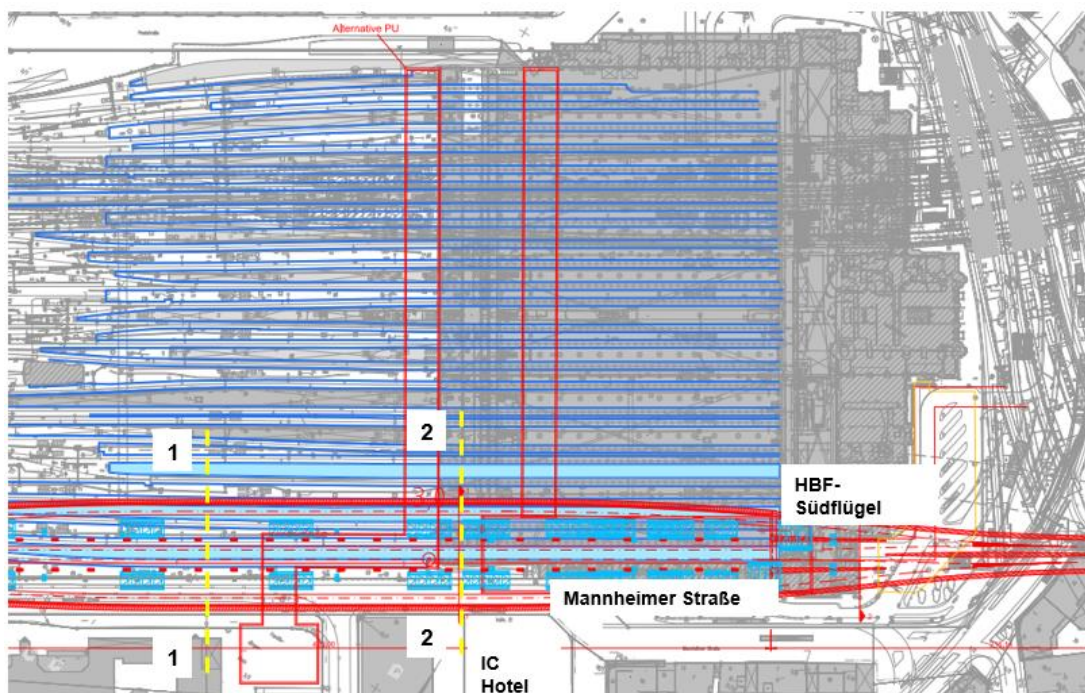
- Anlage 1: Vorverbau 1-A, geotechnische Nachweise
- Anlage 2: Vorverbau 1-A, Bemessung der Bohrpfahlwand
- Anlage 3: Verbau 1-B, geotechnische Nachweise
- Anlage 4: Verbau 1-B, Bemessung der Schlitzwand
- Anlage 5: Verbau 1-B, Bemessung der Steifen bei +94,1
- Anlage 6: Verbau 2, geotechnische Nachweise
- Anlage 7: Verbau 2, Bemessung der Schlitzwand
- Anlage 8: Verbau 2, Bemessung der Steifen bei +99,5
- Anlage 9: Verbau 2, Bemessung der Steifen bei +94,1

# 1 Einleitung

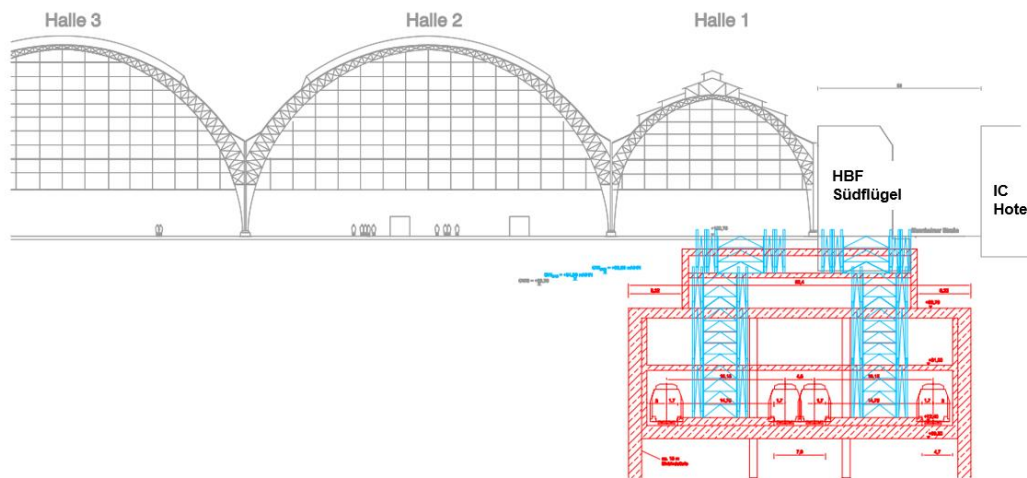
## 1.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie Knoten Frankfurt, Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf. Frankfurt/Main werden in der vorliegenden Vorstatik wesentliche Nachweise zur Machbarkeit die Baugrubenumschließung als Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise geführt. Stellvertretend für alle Stationsvarianten wird der Verbau der Variante S1-O-T2-1\_SK\_Y\_Typ-A berechnet (siehe nachfolgende Abbildungen).

In die Vorstatik wird die Standsicherheit der Verbauten untersucht und eine Vordimensionierung der einzelnen Teile wie Wände und Steifen durchgeführt.



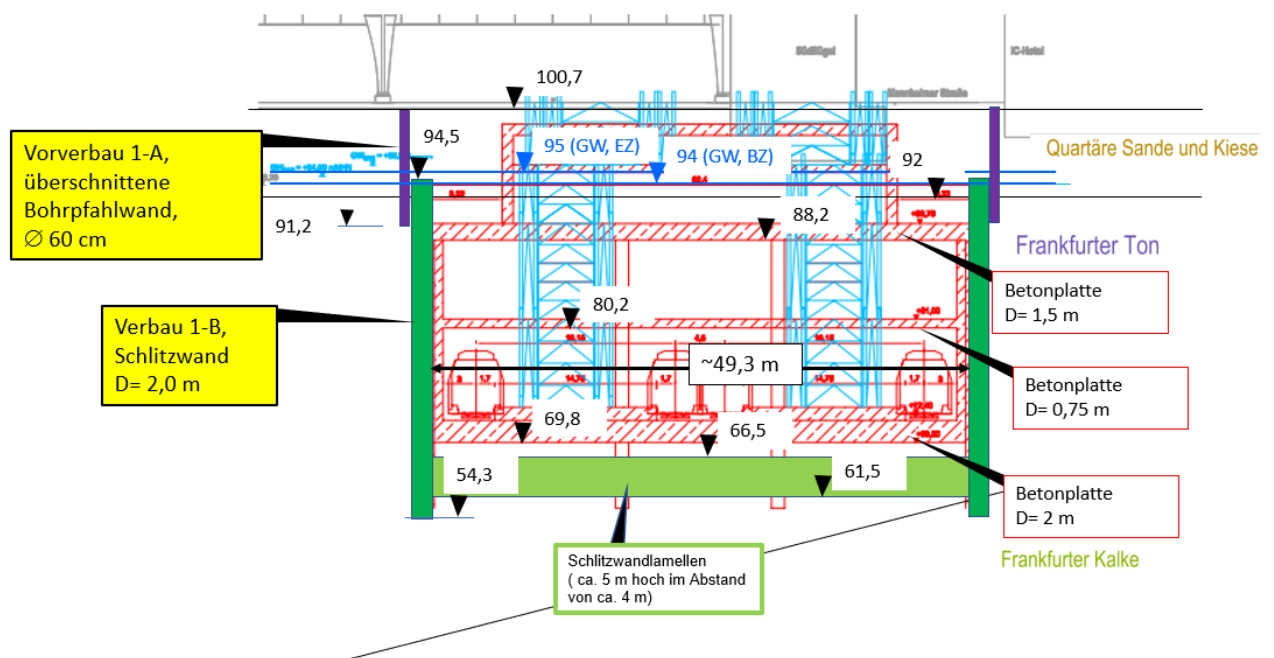
**Grundriss, Ausschnitt aus Plan Trassenvariante S1-O-T2-1\_SK\_Y,  
Station Typ A, Verzweigungsbauwerk Ost u. West**



**Querschnitt, Ausschnitt aus Plan Trassenvariante S1-O-T2-1\_SK\_Y,  
Station Typ A, Verzweigungsbauwerk Ost u. West**

## 1.2 Verbau

Zur Untersuchung der Standsicherheit werden die folgenden zwei Berechnungsschnitte zugrunde gelegt.



**Schnitt 1-1**

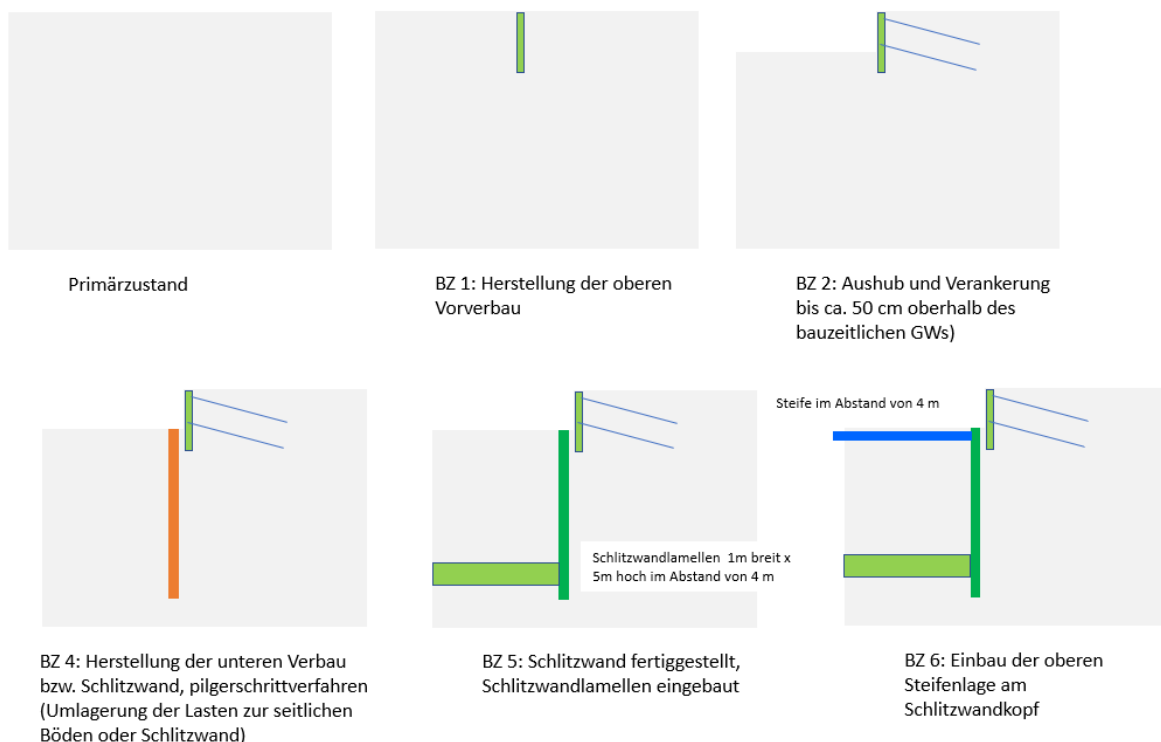


## **Verbau 1-B**

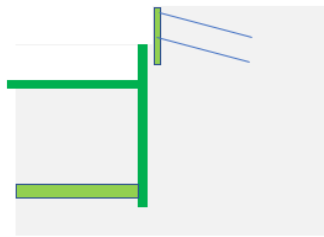
Unterhalb des bauzeitlichen Wasserstands wird der Tunnel in Deckelbauweise hergestellt.

Da der Frankfurter Ton sehr weich ist, ist der Nachweis des Erdauflager schwer zu erbringen. Aus diesem Grund sind schon vor der ersten Aushubphase Schlitzwandlamellen unterhalb der Tunnelsohle herzustellen (Bauzustand 5). Die Schlitzwandlamellen sind einem Abstand von ca. 4 m mit einer Breite von ~1 m und einer Höhe von ~5 m vorgesehen und liegen ca. 3 m unterhalb der Tunnelsohle.

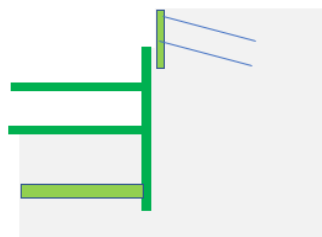
Nach der Herstellung der Schlitzwand sind schon vor der ersten Aushubphase temporäre Steifen in Abstand von ca. 4 m am Kopf der Schlitzwand einzubauen (Bauzustand 6). Um die Verformungen der Schlitzwand während der Herstellung der Steifen zu minimieren, sollte der Aushub nur im Bereich der Steifen erfolgen. Diese Steifen können nach Einbau und Erhärten der ersten Bodenplatte entfernt werden (Bauzustand 7).



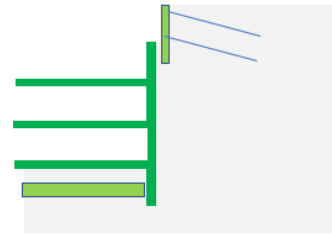




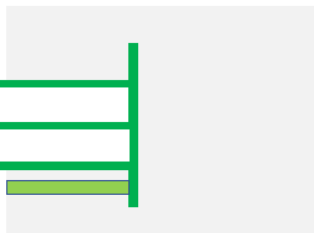
BZ 7: Aushub und Einbau der ersten Bodenplatte (Ausbau temporärer Steifen möglich)



BZ 8: Aushub und Einbau der zweiten Bodenplatte



BZ 9: Aushub und Einbau der letzten Bodenplatte



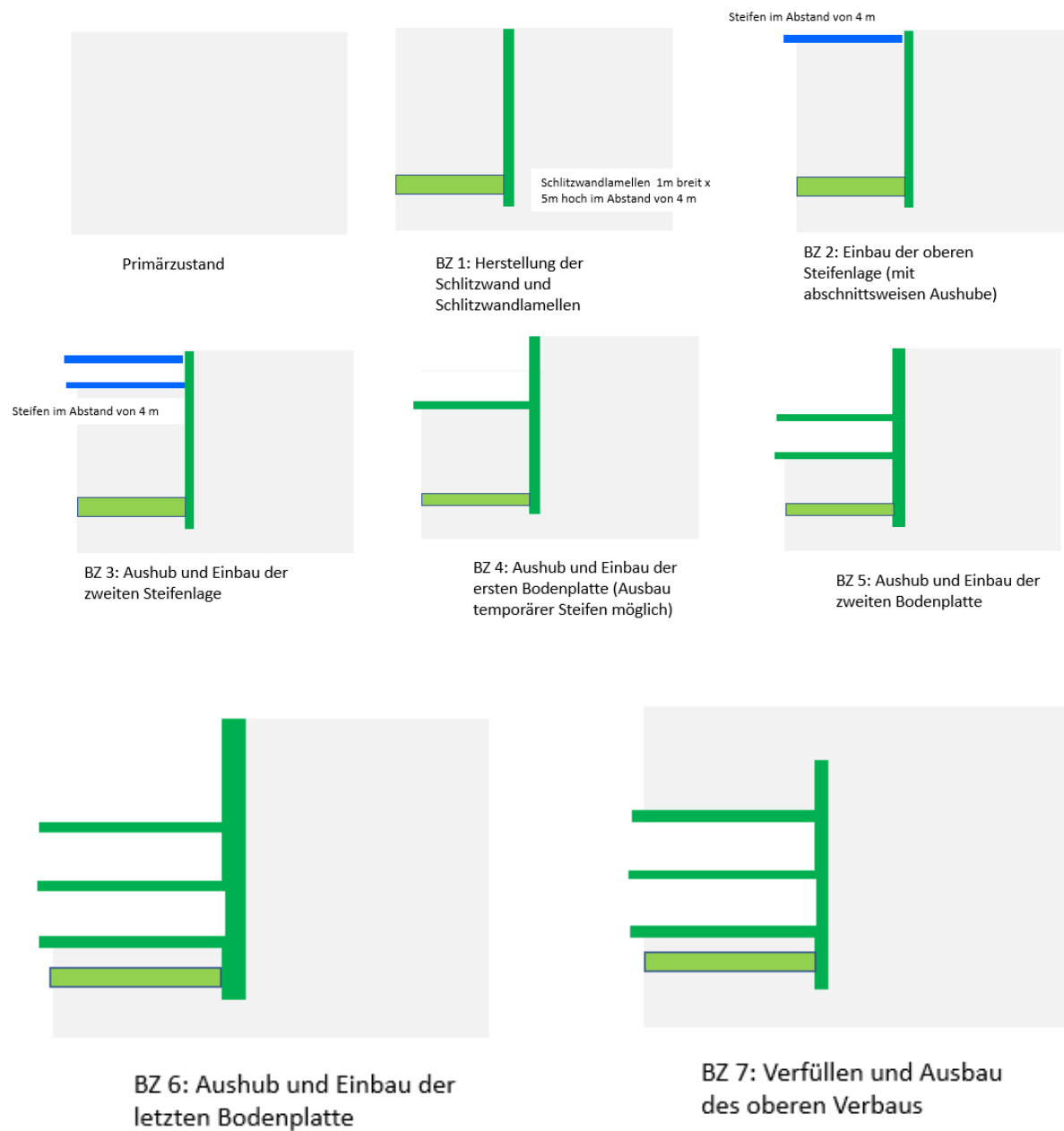
BZ 10: Verfüllen und Ausbau des oberen Verbaus

### **Schnitt 1-1, Bauzustände**

#### **Schnitt 2-2 bzw. Verbau 2**

Der Berechnungsschnitt 2-2 gilt für Verbauabschnitte, die dicht an großen Gebäuden (IC-Hotel) hergestellt werden. Hier ist die Schlitzwand ausgehend von der Geländeoberfläche bei ca. 100,7 mNN herzustellen.

In den oberen Bereichen der Schlitzwand sind zwei temporäre Steifen einzubauen (vgl. die folgende Abbildung, Schnitt 2-2, Bauzustände 2 und 3). Der horizontale Abstand der Steifen beträgt 4 m. Die Steifen können nach Einbau und Erhärten der ersten Bodenplatte entfernt werden (Bauzustand 4).



### Verbau Schnitt 2-2, Bauzustände

## 1.3 Baustoffkennwerte

Beton:

Bauteil	Gewählte Betonfestigkeitsklasse	Mindestbetondeckung
Verbauten / Schlitzwandlamellen	C30/37	$c_{nom} = 5,5 \text{ cm}$ (erdberührten)
aussteifende Betonplatte	C35/45	$c_{nom} = 4,5 \text{ cm}$ (nicht erdberührten) 5,5 cm (erdberührten)

Betonstahl: Für alle Bauteile: B 500 B

Steifen: Rohrquerschnitt, Stahl, S355

Verpressanker: Durchmesser 15 cm, Länge 6 m

## 1.4 \_Unterlagen, Literatur und Programme

### 1.4.1 Technische Vorschriften

DIN EN 1990: 2010-12, Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 1991-2: 2010-12, Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2

DIN EN 1991-2/NA: 2012-08, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter

DIN EN 1997-1: 2014-03, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

DIN EN 1997-1/NA: 2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter

DIN 4085: 2011-05, Baugrund – Berechnung des Erddrucks

DIN 4085: 2017-08, Baugrund – Berechnung des Erddrucks

DIN 1054:2010, Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

## **1.4.2 Literatur und Tabellenwerke**

- [1] EAB 2012            Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, 5. Auflage  
[2] EA-Pfähle           Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“

## **1.4.3 Allgemeine Programmbeschreibungen**

Walls-Retain, Version 2020	Verbau-Berechnungen, FIDES DV-Partner GmbH
Infocad V 19.10	FE-Berechnungen, InfoGraph GmbH
Frillo-Biegetorsionstheorie	Stabilitätsnachweis, Frillo-Software
Microsoft Word V. 2013	Allgemeines Textverarbeitungsprogramm
Microsoft Excel V. 2013	Allgemeines Tabellenkalkulationsprogramm

## **1.4.4 Abweichungen von Regelwerken**

Für diese statische Berechnung werden weder Abweichungen noch ergänzende oder zusätzliche Regelungen zu den Vorschriften in Abschnitt 1.4 getroffen.

## **1.4.5 Verwendete Unterlagen**

Zur Bearbeitung der Entwurfsstatik stehen folgende Unterlagen zur Verfügung

- [U1] Knoten Frankfurt, Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des HBF Frankfurt/Main, Machbarkeitsstudie, Bericht Nr. IK2024/01, Grundlagenermittlung: Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für den geplanten Fernbahntunnel, IK, KAT-ZENBACH INGENIEURE, 08.06.2020.
- [U2] Knoten Frankfurt, Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des HBF Frankfurt/Main, Machbarkeitsstudie, Pläne, Bearbeitungszustand 11.2020, DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main.

## 2 Baugrund

### 2.1 Schichtung und Baugrundwerte

Der Schichtaufbau des Baugrundes sowie die Baugrundkennwerte werden gemäß [U1] angesetzt.

- **Frankfurter Ton (Wechselagerung, Gebirgsparameter)**

Wichte des feuchten Bodens:  $\gamma = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$

Wichte des Bodens unter Auftrieb:  $\gamma' = 8 - 9 \text{ kN/m}^3$

Endscherfestigkeit:

- Reibungswinkel:  $\varphi' = 20^\circ$
- Kohäsion:  $c' = 20 \text{ kN/m}^2$

Anfangsscherfestigkeit:

- Reibungswinkel:  $\varphi_u = 0^\circ$
- Kohäsion:  $c_u = \geq 100 \text{ kN/m}^2$  (vgl. Bild 4)

Steifemodul:

- Erstbelastung:  $E_{s,E} = 7 \cdot (1 + 0,35 \cdot z) [\text{MN/m}^2]$   
(z in m ab OK Tertiär)

- Wiederbelastung:  $E_{s,W} = 3 \cdot E_{s,E}$

**charakteristische Bodenkennwerte, Frankfurter Ton [U1]**

- **Frankfurter Kalke**

**a) Plastische Tone und Tonmergel**

Wichte des feuchten Bodens:	$\gamma = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb:	$\gamma' = 8 - 9 \text{ kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	
- Reibungswinkel:	$\varphi' = 20 - 25^\circ$
- Kohäsion:	$c' = 20 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul (Erstbelastung):	$E_{s,E} = 25 - 50 \text{ MN/m}^2$

**b) Kalksande und Kalkschluffe**

Wichte des feuchten Bodens:	$\gamma = 19 - 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb:	$\gamma' = 9 - 10 \text{ kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	
- Reibungswinkel:	$\varphi' = 27,5 - 35^\circ$
- Kohäsion:	$c' = 10 - 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul (Erstbelastung):	$E_{s,E} = 30 - 60 \text{ MN/m}^2$

**c) Kalk-, Mergel- und Algenkalkbänke**

Wichte des feuchten Bodens:	$\gamma = 23 - 26 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb:	$\gamma' = 13 - 16 \text{ kN/m}^3$
Einaxiale Druckfestigkeit:	$q_u = 2 - 200 \text{ MN/m}^2$
Steifemodul (Erstbelastung):	$E_{s,E} \geq 450 \text{ MN/m}^2$

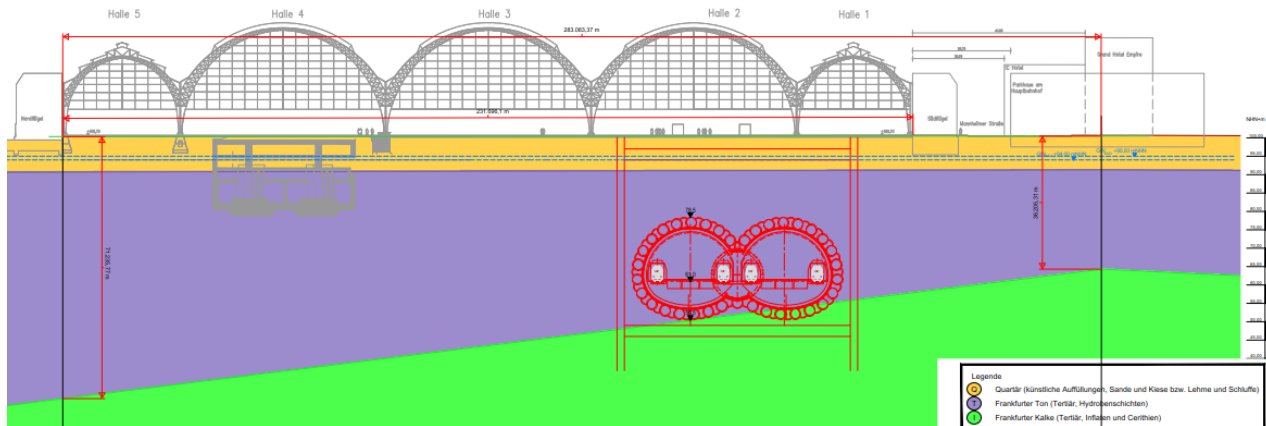
**d) Mittlere Gebirgskennwerte Frankfurter Kalke**

Wichte des feuchten Bodens:	$\gamma = 20 - 22 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb:	$\gamma' = 10 - 12 \text{ kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	
- Reibungswinkel:	$\varphi' = 32,5^\circ$
- Kohäsion:	$c' = 15 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul:	
• Erstbelastung:	$E_{s,E} = 300 \pm 50 \text{ MN/m}^2$
• Wiederbelastung:	$E_{s,W} = 1,5 \cdot E_{s,E}$

**charakteristische Bodenkennwerte, Frankfurter Kalke [U1]**

In dem geotechnischen Bericht sind für die Quartäre Sande und Kiese keine Kennwerte vorgegeben. Ein Reibungswinkel von  $\varphi=30^\circ$  ohne Kohäsion wird angenommen.

Der Aufbau des Baugrunds wird nach [U1] wie folgt angenommen.



**Baugrundaufbau [U1]**

## 2.2 Charakteristischer Spitzendruck und Mantelreibung im Bereich der Einbindung

Im [U1] sind keine Angaben bezüglich dem Spitzenwiderstand und der Mantelreibung zu finden. Für die Standsicherheitsuntersuchung wird nach EA-Pfähle einen Spitzenwiderstand von  $1500 \text{ kN/m}^2$  und eine Mantelreibung von  $50 \text{ kN/m}^2$  mit der Annahme einer undrained Scherfestigkeit  $c_{u,k} \approx 150 \text{ kN/m}^2$  angenommen.

## 2.3 Ansatz der Bettung

Im [U1] ist keine Angaben zum Ansatz der Bettung zu finden.

Nach [1] gilt für Ort betonwände und Spundwände näherungsweise der Ansatz

$$K_{sh,k} = E_{sh,k} / t_B$$

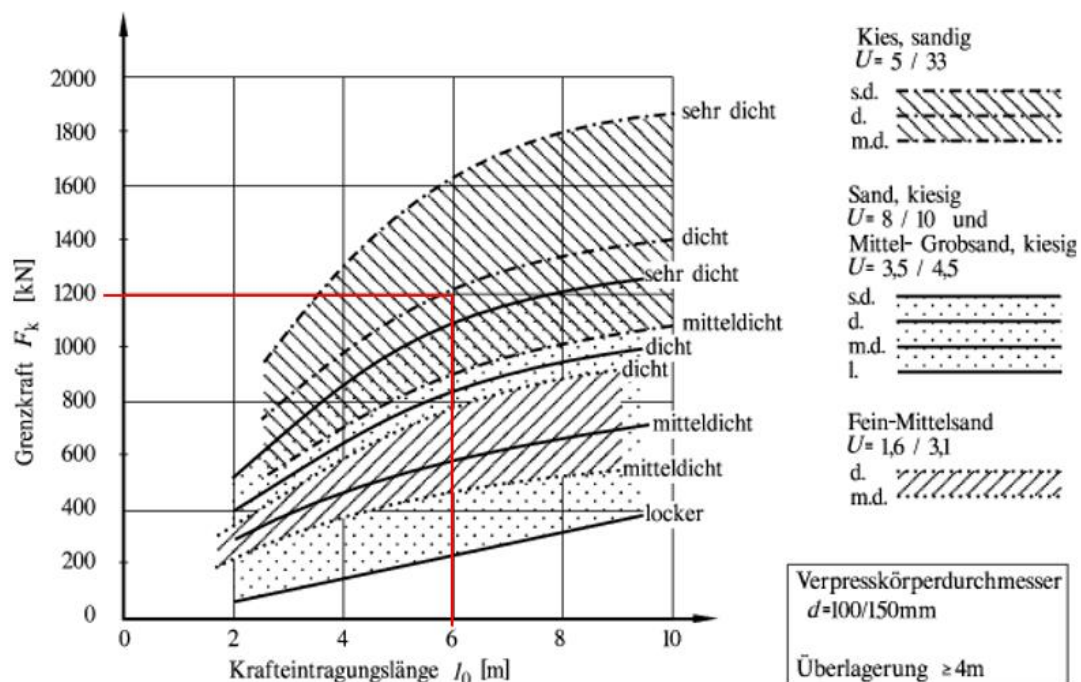
$E_{sh,k}$  (horizontaler Steifemodul):  $0,5$  bis  $1,0 E_{sv,k}$  und  $t_B$  (Einbindelänge)

Für die Ermittlung der Bettung wird eine Einbindelänge  $t_B = 10 \text{ m}$  und  $E_{sh,k} = E_{sv,k}$  berücksichtigt. Der Ansatz der Bettung ist in der Entwurfsplanung mit dem Bodengutachter abzustimmen.

## 2.4 Ankerwiderstände

In den geotechnischen Bericht gibt es keine Angabe über Ankerwiderstände. Für die Bemessung des oberen Vorverbaus werden Anker verwendet. Der Verpresskörper wird über die gesamte Länge in die Quartäre Sande und Kiese Schicht liegend angenommen.

Nach Ostermayer beträgt die Grenzkraft  $F_k$  für dichte kiesige Sand ca. 1200 kN bei einer Krafteinleitungslänge von ca. 6 m (vgl. folgende Abbildung).



Verpressanker, charakteristische Grenzkraft  $F_k$  nach Ostermayer

Die charakteristische Mantelreibung beträgt mit einem Durchmesser von 15 cm ca.

$$\tau = 1200 \text{ kN} / (6 \text{ m} \cdot \pi \cdot 0,15 \text{ m}) \approx 420 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Eine Überlagerung von mindestens 4 m oberhalb der Verpresskörper ist einzuhalten.



### 3 Einwirkungen

#### 3.1 Eigengewicht der Verbauten

Das Eigengewicht der Verbauten wird vom Programm intern ermittelt.

#### 3.2 Ständige Einwirkung auf GOK

Eine großflächige ständige Gleichlast  $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$  (beginnend an der Hinterkante der Wand) wird auf der Geländeoberfläche berücksichtigt.

#### 3.3 Erdauflast

##### Verbau 1-B:

Der Boden oberhalb der Schlitzwandoberkante bzw. Vorverbau wird als Erdauflast angesetzt. Dabei wird die ständige Einwirkung auf Geländeoberfläche mitberücksichtigt.

$$\text{Erdauflast} = 6,5 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 + 10 \text{ kN/m}^2 = 140 \text{ kN/m}^3$$

#### 3.4 Grundwasseransatz

Gemäß Baugrundgutachten [U1] ist den Grundwasserstand wie folgt zu berücksichtigen.

Für den Entwurf der geplanten, 4-gleisigen unterirdischen Station im Hauptbahnhof haben wir den Bemessungsgrundwasserstand wie folgt spezifiziert:

- Bemessungsgrundwasserstand Baugrube (bauzeitlich):  $\text{GW}_{\text{Bau}} = 94,0 \text{ mNN}$
- Bemessungsgrundwasserstand Bauwerk (Betrieb Bauwerk):  $\text{GW}_{\text{End}} = 95,0 \text{ mNN}$

##### Grundwasser [U1]

Für die Verbauten 1-B und 2 wird eine Einbindelänge von ca. 15,0 m unterhalb der Tunnelsohle vorgesehen, um die Sickerweg zu verlängern und den Wasserstand neben der Baugrube nicht zu beeinträchtigen.

#### 3.5 Erddruckansatz

Für die Bemessung der Wände wird erhöhter Erddruck (mit 75% Erdruhedruckanteil) angesetzt (nach [1] EB 22, Absatz 2).

Der Erddruck wird nach DIN 4085:2011 berechnet.

### 3.6 Gewicht aus dem Intercity Hotel

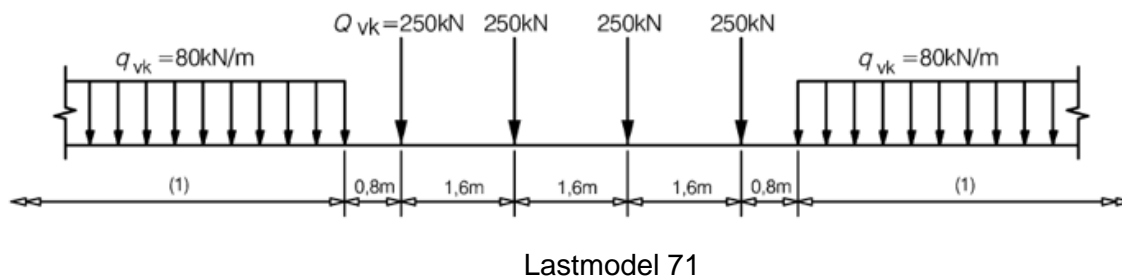
#### Verbau 2

Für die Standsicherheitsuntersuchung werden die Bauwerkslasten des Intercity-Hotels angenommen:

(~8 Stock)  $\approx 8 \cdot 20 \text{ kN/m}^2 = 160 \text{ kN/m}^2$  (Die Fundamentunterkante wird auf ca. 6 m unterhalb der Geländeoberfläche angenommen)

### 3.7 Erddruck aus Verkehrslasten

Das Lastmodell LM71 wird nach DIN EN 1991-2 (6.3.2) [6] angesetzt.



#### Vorverbauten 1-A

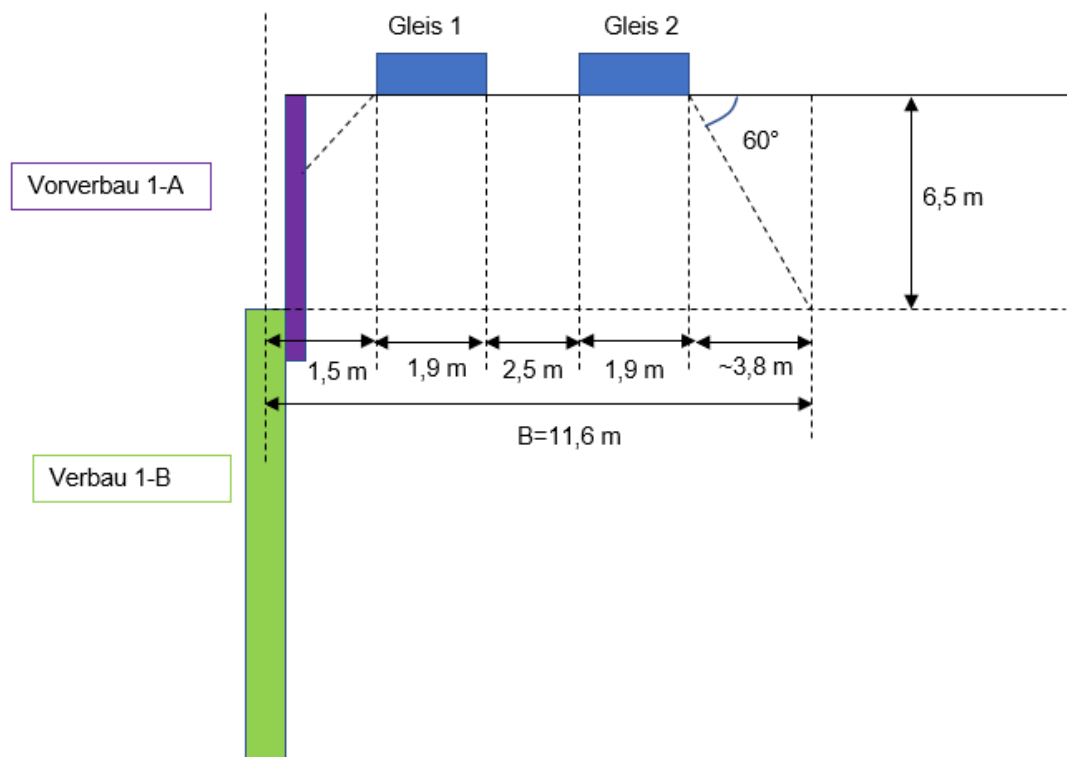
Auf der sicheren Seite liegend wird die Achselast des Lastmodells-71 bei der Bemessung der Verbauten betrachtet.

Achselasten	250 kN
Breite der Lastausbreitung in Querrichtung	$1,5 \text{ m} + 2 \cdot 0,2 \text{ m} = 1,9 \text{ m}$
Wirkungslänge der Achselast	1,6 m
Flächenlast aus der Achsenlasten	$250 / (1,6 \cdot 1,9) = 82,5 \text{ kN/m}^2$

Es werden Lasten aus zwei benachbarten Gleisen betrachtet. Der Abstand zwischen dem ersten Gleis und dem Verbau wird mit ca. 1,5 m angenommen. Der Abstand zwischen die beiden Gleise wird mit ca. 2,5 m angenommen.

### Vorverbau 1-B

Die Gleislasten werden vom Geländeoberfläche bis zur Oberkante der unteren Schlitzwand mit einem Ausbreitungswinkel von  $60^\circ$  von der Horizontale ausgebreitet (vgl. folgende Abbildung).



$$B = 1,5 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 2 * 1,9 \text{ m} + 6,5 / \tan 60^\circ = 11,6 \text{ m}$$

$$\text{äquivalente, Flächenlast} = 2 * 1,9 \text{ m} * 82,5 \text{ kN/m}^2 / 11,6 \text{ m} = 27 \text{ kN/m}^2$$

## 4 Berechnungsgrundlagen und das statische System

Die Bemessung der Tunnelwände wird mit dem Verbau-Programm von FIDES DV-Partner GmbH durchgeführt. Für die Bemessung der Steifen und der Betonplatten werden die Programme Frillo-Biegetorsionstheorie und InfoCAD verwendet.

Erforderliche zwischen Bauzustände werden in der statischen Berechnung berücksichtigt. Die Berechnungsgrundlagen für die Standsicherheitsuntersuchungen werden wie folgt zusammengefasst.

### **Vorverbau 1-A**

Der obere Vorverbau ermöglicht die Herstellung der Schlitzwand in der ausgehobenen Baugrube. Der Verbau wird als überschnittene Bohrpfahlwand ausgeführt, damit die Lasten im Schlitzbereich seitlich des Schlitzes umgelagert werden können.

Geländeoberfläche (GOK):	~ +100,7 mNN
Baugrubensohle (BGS):	~ +94,5 mNN (Tiefe entspricht. etwa 50 cm oberhalb des bauzeitlichen Wasserstands)
Wasserstand (GW):	+94,0 mNN, bauzeitlicher Wasserstand
Art der Sicherung / Stützung:	Verpressanker, Neigung 15°
Lage der Sicherung / Stützung:	+99,5 mNN / +97,5 mNN / +96,0 mNN
betrachtete Einwirkungen:	- erhöhter Erddruck (mit 75% Erdruchdruckanteil) - ständige Einwirkung, $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ - Verkehrslast

### **Verbau 1-B bzw. Schlitzwand**

Unterhalb des bauzeitlichen Wasserstands wird die Tunnel in Deckelbauweise hergestellt.

Oberkante der Schlitzwand:	+94,5 mNN (Tiefe entspricht. etwa 50 cm oberhalb des bauzeitlichen Wasserstands)
Baugrubensohle (BGS):	+69,5 mNN (Tiefe entspricht der Unterkante der Tunnelsohle)
Wasserstand (GW):	+94,0 mNN, bauzeitlicher Wasserstand
Art der Sicherung / Stützung:	Steifen (S), Betonplatten (BP) und Schlitzwandlamellen (SL)
Lage der Sicherung / Stützung:	+94,1 mNN (S) / +89,0 mNN (BP) / +80,6 mNN (BP) / +70,5 mNN (BP) / 1 m breit (SL) von +66,5 mNN bis +61,5 mNN im Abstand von ca. 4 m
betrachtete Einwirkungen:	- erhöhter Erddruck (mit 75% Erdruchdruck- anteil) - Erdauflast = 140 kN/m <sup>2</sup> (Bereich obere Verbau) - Verkehrslast = 34 kN/m <sup>2</sup> , breite = 9,3 m - Grundwasser

**Verbau 2:**

Oberkante der Schlitzwand:	+100,7 mNN (Höhe entspricht der Geländeoberfläche)
Baugrubensohle (BGS):	+69,5 mNN (Tiefe entspricht der Unterkante der Tunnelsohle)
Wasserstand (GW):	+94,0 mNN, bauzeitlicher Wasserstand
Art der Sicherung / Stützung:	Steifen (S), Betonplatten (BP) und Schlitzwandlamellen (SL)
Lage der Sicherung / Stützung:	+99,5 mNN (S) / +94,1 mNN (S) / +89,0 mNN (BP) / +80,6 mNN (BP) / +70,5 mNN (BP) / 1 m breit (SL) von +66,5 mNN bis +61,5 mNN im Abstand von ca. 4 m
betrachtete Einwirkungen:	- erhöhter Erddruck (mit 75% Erdruchdruckanteil) - Bauwerkslast = 160 kN/m <sup>2</sup> (IC-Hotel) - Grundwasser

## 5 Berechnungsergebnisse

Die geotechnische Bemessung wurde mit dem Programm Fides-WALLS durchgeführt.

### 5.1 Vorverbau 1-A

In den Anlagen 1 und 2 sind die ausführlichen Bemessungsergebnisse dargestellt.

#### 5.1.1 Anker- und Erdauflagerkräfte

Der Abstand des Ankers in horizontale Richtung beträgt 2,0 m. Die maximale charakteristischen Ankerkräfte können aus der folgenden Tabelle entnommen werden (vgl. Anlage 1).

Lage der Anker (m NN)	Neigung [°]	maximale Ankerkraft (kN)
+99,5	15	276
+97,5	15	530
+96,0	15	775

**Charakteristische Ankerkräfte**

Der Nachweis der Anker und Erdauflagerkräfte wird erbracht.

#### 5.1.2 Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft

Das Bemessungsmoment und die Bemessungsquerkraft der Bohrpfehlwand wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 1).

#### 5.1.3 Einbindelänge

Eine Einbindelänge von ca. 3,3 m ist ausreichend. Für die Umlagerung der Lasten während der Herstellung der Schlitzwand könnten noch größere Einbindelänge erforderlich sein (vgl. Abbildung Schnitt 1-1, Bauzustand 4, Abschnitt 1.2). Eine Detailuntersuchung zur Lastumlagerung im Schlitzbereich ist in der Entwurfsplanung durchzuführen.

#### 5.1.4 Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund

Der Nachweis der Vertikalkräfte wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 1). Der Nachweis wird für alle Bauzustände erbracht.

### 5.1.5 Hydraulischer Grundbruch

Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird nicht durchgeführt, da das Grundwasser unterhalb der Baugrubensohle liegt.

### 5.1.6 Verformungen (Gebrauchstauglichkeit)

Die zu erwartenden maximalen Verformungen können von der folgenden Tabelle entnommen werden.

	Verformung [cm]
Verformung am Kopf	1,0
Maximale Verformung am Fuß	3,0

**Prognostizierte maximale Verformungen**

### 5.1.7 Bemessung der Einzelteile

#### Überschnittene Bohrpfahlwand:

Die ausführliche Bemessung der Bohrpfahlwand ist aus der Anlage 2 zu entnehmen. Für Pfähle mit Durchmesser von 60 cm ist eine Biegebewehrung von ca. 50 cm<sup>2</sup> erforderlich (vgl. Anlage 2).

## 5.2 Verbau 1-B

In den Anlagen 3 bis 4 sind die ausführliche Bemessungsergebnisse zu finden.

### 5.2.1 Steifenkräfte und Erdauflagerkräfte

Der Abstand der oberen Steifen in horizontaler Richtung beträgt ca. 4,0 m. Die Betonplatten besitzen eine Dicke von 0,75 m bis 2 m (vgl. Abbildung Abschnitt 1.2). Die Federsteifigkeit der Steifen und Betonplatten wurde bei den Berechnungen berücksichtigt.

Die Betonlamelle (Schlitzwandlamelle) unterhalb der Tunnelsohle wurde als Bodenschicht modelliert.

Ausgehend von einer Betongüte von C30/37 wurde einer äquivalente Reibungswinkel und Kohäsion wie folgt ermittelt:



Vorhandene Druckfestigkeit je m Länge =  $f_{cd}$  / Abstand der Lamellen

$$= 17 \text{ MN/m}^2 / 4 \text{ m} = 4,25 \text{ MN/m}^2 / \text{m}$$

$$\sigma = 2c \cos \varphi / (1 - \sin \varphi) \text{ (einaxialer Druckfestigkeit)}$$

Mit der Annahme von  $\varphi = 20^\circ$  wird  $c = 1500 \text{ kN/m}^2$

Die horizontale Bettung der Schlitzwandlamelle wird wie folgt berücksichtigt.

horizontale Bettung der Betonlamelle		
Kraft (F)	1,00	kN
Fläche	1	m <sup>2</sup>
E-Modul, Beton (E)	33000000	kN/m <sup>2</sup>
Spannung ( $\sigma = F/A$ )	1,000000	kN/m <sup>3</sup>
dehnung ( $\varepsilon = \sigma/E$ )	0,00000003	[-]
effektive Länge der Lamelle, L	50,0	m
$\Delta L = \varepsilon L$	0,0000015152	m
horizontale Bettung = $\sigma/\Delta L$	660	MN/m <sup>3</sup>

Die maximale charakteristische Steifenkräfte können aus der folgenden Tabelle entnommen werden (vgl. Anlage 3).

Aussteifung	Lage (m NN)	Steifenkräfte
Obere Steife	+94,1	6240 kN
Betonplatte	+89,0	3110 kN/m
„	+80,6	3780 kN/m
„	+70,5	2150 kN/m

**Charakteristische Steifenkräfte**

Durch die vorgesehene Schlitzwandlamellen unterhalb der Tunnelsohle wird der Nachweis der Erdauflagerkräfte erbracht.

## 5.2.2 Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft

Das Bemessungsmoment und die Bemessungsquerkraft der Schlitzwand wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 3).

### 5.2.3 Einbindelänge

Eine Einbindelänge von ca. 15,0 m unterhalb der Tunnelsohle ist vorgesehen, um den Sickerweg zu verlängern und den Grundwasserstand neben der Baugrube nicht zu beeinträchtigen.

### 5.2.4 Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund

Der Nachweis der Vertikalkräfte wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 3). Der Nachweis wird für alle Bauzustände erbracht.

### 5.2.5 Hydraulischer Grundbruch

Hydraulischer Grundbruch wird wegen des längeren Sickerwegs nicht maßgebend. Ein vereinfachter Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird mit dem Programm Fides, WALLS-Verbau durchgeführt. Der Nachweis wird für alle maßgebende Bauzustände erbracht (siehe Anlage 3).

### 5.2.6 Verformungen (Gebrauchstauglichkeit)

Die zu erwartenden maximalen Verformungen können von der folgenden Tabelle entnommen werden.

	Verformung [cm]
Verformung am Kopf	12
Maximale Verformung andere Bereiche	3

**Prognostizierte maximale Verformungen**

Die Verformung der Schlitzwand am Kopf entsteht schon in der ersten Bauphase vor dem Einbau der Steifen und kann durch abschnittsweise Aushube und Herstellung der Steifen deutlich reduziert werden.

### 5.2.7 Bemessung der Einzelteile

#### **Schlitzwand:**

Die ausführliche Bemessung der Schlitzwand ist aus der Anlage 4 zu entnehmen. Die erforderlichen Bewehrungen können von der folgenden Tabelle entnommen werden.

Bemessung der Schlitzwand (GZT und GZG):

Dicke = 2 m; Randabstand = 15 cm; Beton C 30/37, Stahl B500B

Erforderliche Bewehrung	[cm <sup>2</sup> /m bzw. cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
as1 (Luftseite)	160
as 2 (Erdeseite)	220
asw	35

#### **Obere Steifen bei +94,1 mNN:**

Der Nachweis der oberen Steife wurde mit dem Programm Frillo-Biegetorsionstheorie durchgeführt. Mit dem Programm wird der Nachweis des Querschnitts und der Stabilität geprüft. Die Länge der Steifen wird mit der Annahme eines Auflagers zwischen der gegenüberliegenden Schlitzwände, mit 25 m angenommen.

Gewählter Steifenabstand= 4 m

Gesamtlast je Steife = 6240 kN

Moment aus Ausmittigkeit der Krafteinleitung (nach [1] EB 52, A. 4)

$$= 6240 \text{ kN} \cdot 0,70 \text{ m} / 6 \approx 730 \text{ kNm}$$

Der Nachweis wird mit einem Stahlrohrquerschnitt Ø700 mm, Wandstärke=50 mm und Stahlgüte S355 erbracht (vgl. Anlage 5).

#### **Betonplatten:**

##### **Knicknachweis:**

die kritische Knicklast wird für Betonplatte mit einer Dicke von 75 cm wie folgt ermittelt.

$$F_K = \frac{\pi^2 EI}{l_K^2}$$

L	25	m
$\beta$	1	
breite, B	1	m
Dicke, D	0,75	m
I	0,035	m <sup>4</sup>
$I_k = I \cdot \beta$	25	m
E	33000	MN/m <sup>2</sup>
$F_k$	18320	kN

Die kritische Knicklast ist deutlich höher als die berechnete Steifenkräfte (vgl. Abschnitt 5.2.1) und kein Knicken ist zu erwarten.

### **Biegebemessung**

Eine vereinfachte Bemessung der Betonplatten wird mit dem Programm InfoCAD durchgeführt. Die Dicke der Betonplatten wird anhand der Abmessungen aus der Vorplanung mit 150 cm, 75 cm bzw. 200 cm angenommen (vgl. Abschnitt 1.2).

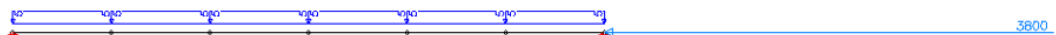
Die Bemessung wird für die maximale Steifenkräfte durchgeführt. Die Länge der Betonplatten wird, mit der Annahme eines Auflagers zwischen der gegenüberliegenden Schlitzwände, mit 25 m angenommen. Zusätzlich zur der Steifenkräfte wird das Eigengewicht der Platte und eine Flächenlast von 5 kN/m berücksichtigt. Die Bemessung zeigt, dass die vorgesehene Plattendicken ausreichend sind und die erforderlichen Bewehrungen im normalen Bereich liegen.

## System und Lasten:

Plattendicke = 150 cm



Plattendicke = 75 cm



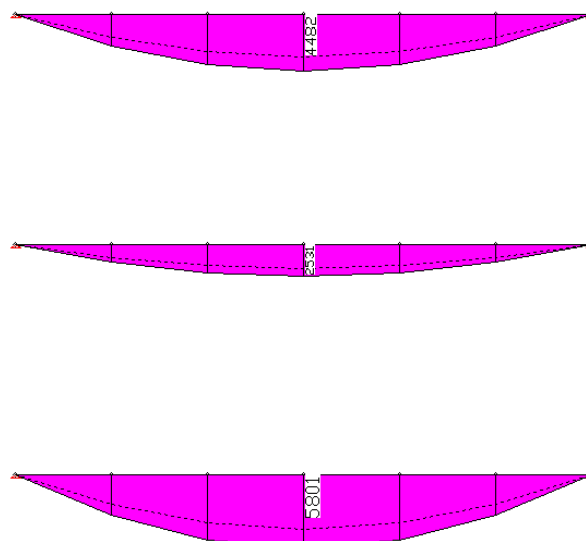
Plattendicke = 200 cm




LF 1: Belastung

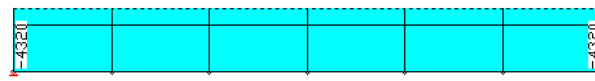
## Schnittgrößen:

My:



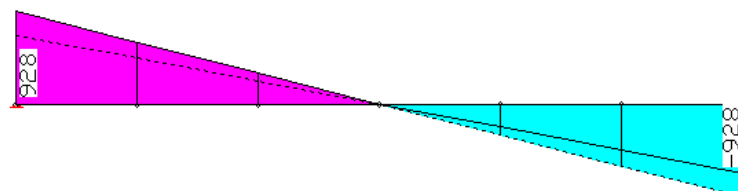
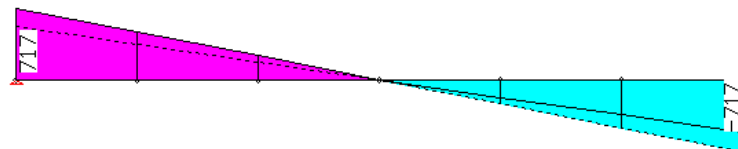
LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max My: 3246,72 [kNm] =   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,00/5800,78 [kNm]

Nx:



LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max Nx: 3257,00 [kN] = ———  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -5130,00/-2200,00 [kN]

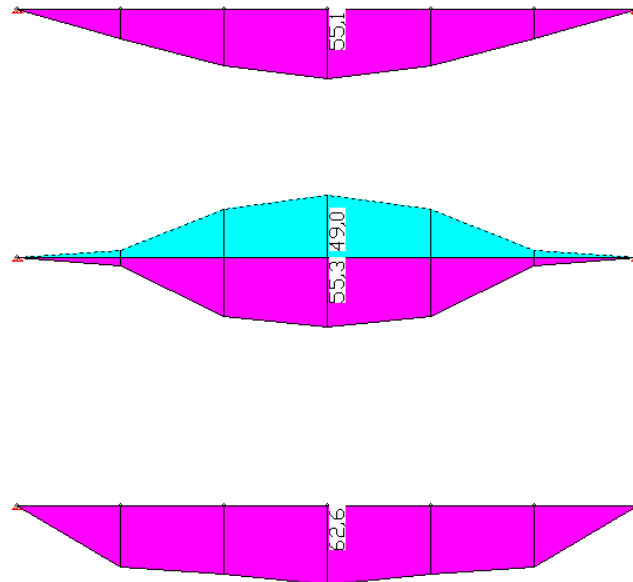
Qz:



LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max Qz: 519,47 [kN] = ———  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -928,13/928,13 [kN]

**Erforderliche Biegebewehrungen:**

Randabstand=8 cm, Beton C35/45, Stahl B500B, Rissbreite  $w_k=0,20$ ,  $d=25$  mm



LFK DIN1992-2,MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung, Stahllagen  $z > z_s$ ;  $z < z_s$  (strichliert),  $35,04 \text{ [cm}^2\text{]} = \text{-----}$   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max):  $0,00/62,61 \text{ [cm}^2\text{]}$ , Gesamtgew. aus Bemessung:  $2,5 \text{ t}$

## 5.3 Verbau 2

### 5.3.1 Steifenkräfte und Erdauflagerkräfte

Der Abstand der oberen zwei Steifen in horizontale Richtung beträgt ca. 4,0 m. Die Betonplatten besitzen eine Dicke von 0,75 m bis 2 m (vgl. Abbildung Abschnitt 1.2). Für die elastische Bettung der Schlitzwandlamellen siehe Abschnitt 5.2.1.

Die maximale charakteristische Steifenkräfte können aus der folgenden Tabelle entnommen werden (vgl. Anlage 6).

Aussteifung	Lage (m NN)	Abstand zwischen der Steifen [m]	Steifenkräfte
Steifen	+99,5	4	4880 kN
„	+94,1	4	9680 kN
Betonplatte	+89,0	-	4420 kN/m
„	+80,6	-	3850 kN/m
„	+70,5	-	2405 kN/m

**Charakteristische Steifenkräfte**

Durch die vorgesehene Schlitzwandlamelle unterhalb der Tunnelsohle wird der Nachweis der Erdauflagerkräfte erbracht.

### **5.3.2 Bemessungsmoment und Bemessungsquerkraft**

Das Bemessungsmoment und die Bemessungsquerkraft der Schlitzwand wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 6).

### **5.3.3 Einbindelänge**

Eine Einbindelänge von ca. 15,0 m unterhalb der Tunnelsohle ist vorgesehen, um den Sickerweg zu verlängern und den Grundwasserstand neben der Baugrube nicht zu beeinträchtigen.

### **5.3.4 Abtragung der Vertikalkräfte in den Untergrund**

Der Nachweis der Vertikalkräfte wurde vom Programm Fides, WALLS-Verbau ermittelt (vgl. Anlage 6). Der Nachweis wird für alle Bauzustände erbracht.

### **5.3.5 Hydraulischer Grundbruch**

Hydraulischer Grundbruch wird wegen des längeren Sickerwegs nicht maßgebend. Ein vereinfachter Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird mit dem Programm Fides, WALLS-Verbau durchgeführt. Der Nachweis wird für alle maßgebende Bauzustände erbracht (siehe Anlage 6).



### 5.3.6 Verformungen (Gebrauchstauglichkeit)

Die zu erwartenden maximalen Verformungen können von der folgenden Tabelle entnommen werden.

	Verformung [cm]
Verformung am Kopf	21
Maximale Verformung sonstige Bereiche	4,5

**Prognostizierte maximale Verformungen**

Die Verformung der Schlitzwand am Kopf entsteht schon in der ersten Bauphase vor dem Einbau der Steifen und kann z.B. durch Abschnittsweise Aushub und Herstellung der Steife deutlich reduziert werden.

### 5.3.7 Bemessung der Einzelteile

#### Schlitzwand:

Die ausführliche Bemessung der Schlitzwand ist aus der Anlage 7 zu entnehmen. Die erforderlichen Bewehrungen können von der folgenden Tabelle entnommen werden.

Bemessung der Schlitzwand (GZT und GZG):

Dicke = 2 m; Randabstand = 15 cm; Beton C 30/37, Stahl B500B

Erforderliche Bewehrung	[cm <sup>2</sup> /m bzw. cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
as1 (Luftseite)	170
as 2 (Erdeseite)	235
asw	40

### **Steifen:**

#### **Steifen bei +99,5 mNN:**

Gewählter Steifenabstand= 4 m

Gesamtlast je Steife = 4880 kN

Moment aus Ausmittigkeit der Krafteinleitung (nach [1] EB 52, A. 4)

$$= 4880 \text{ kN} \cdot 0,70 \text{ m} / 6 \approx 570 \text{ kNm}$$

Der Nachweis wird mit einem Stahlrohrquerschnitt  $\varnothing 700$  mm, Wandstärke=50 mm und Stahlgüte S355 erbracht (vgl. Anlage 8).

#### **Steifen bei +94,1 mNN:**

Gewählter Steifenabstand= 4 m

Gesamtlast je Steife = 9680 kN

Moment aus Ausmittigkeit der Krafteinleitung (nach [1] EB 52, A. 4)

$$= 9680 \text{ kN} \cdot 1 \text{ m} / 6 \approx 1300 \text{ kNm}$$

Der Nachweis wird mit einem Stahlrohrquerschnitt  $\varnothing 800$  mm, Wandstärke=50 mm und Stahlgüte S355 erbracht (vgl. Anlage 9).

### **Betonplatten:**

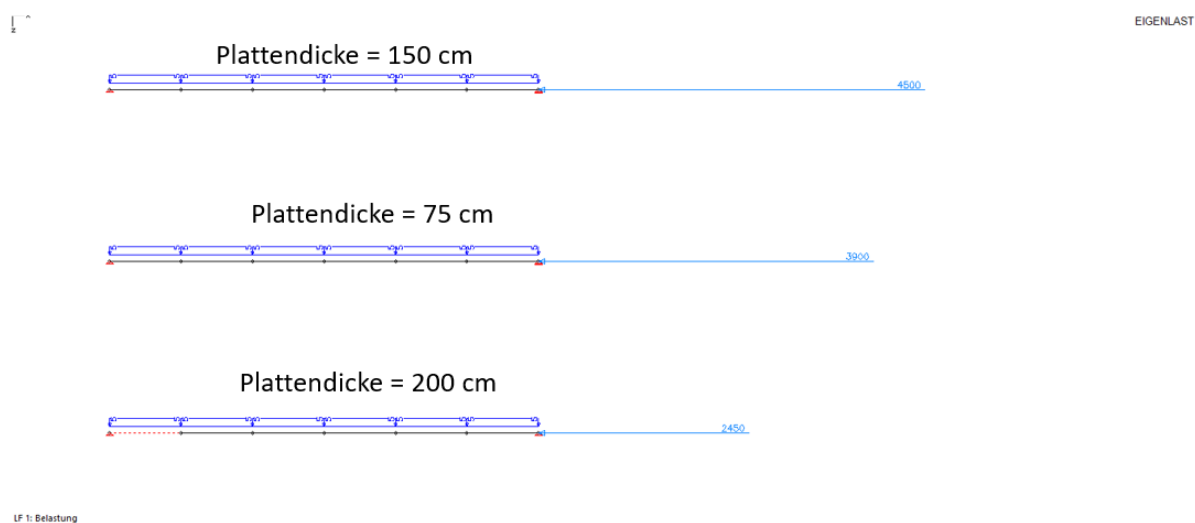
#### **Knicknachweis:**

Die kritische Knicklast ist deutlich höher als die berechnete Steifenkräfte und kein Knicken ist zu erwarten (vgl. Abschnitte 5.3.1 und 5.2.7).

## Biegebemessung:

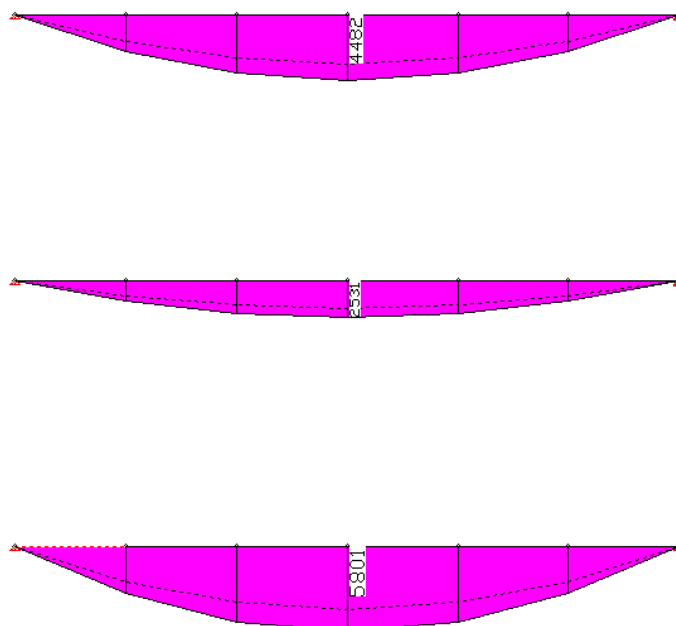
Vergleich Abschnitt 5.2.7 für die Berechnungsannahmen.

System und Lasten:



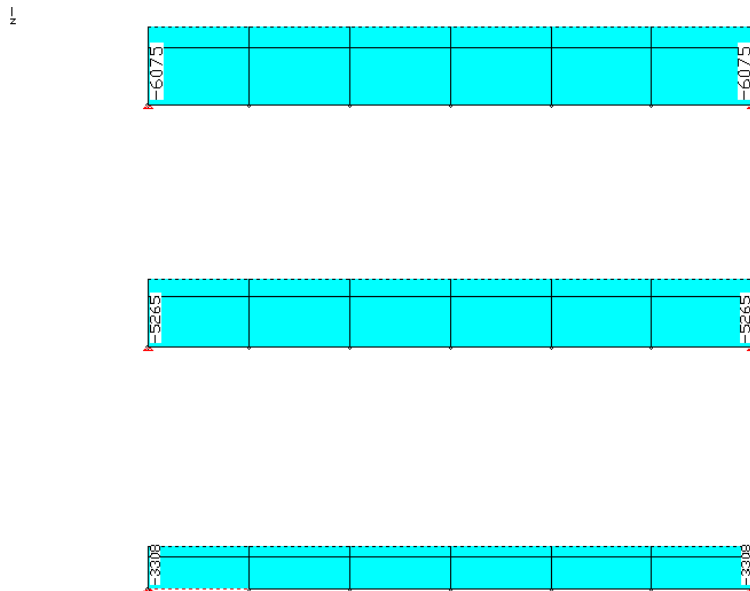
Schnittgrößen:

My:



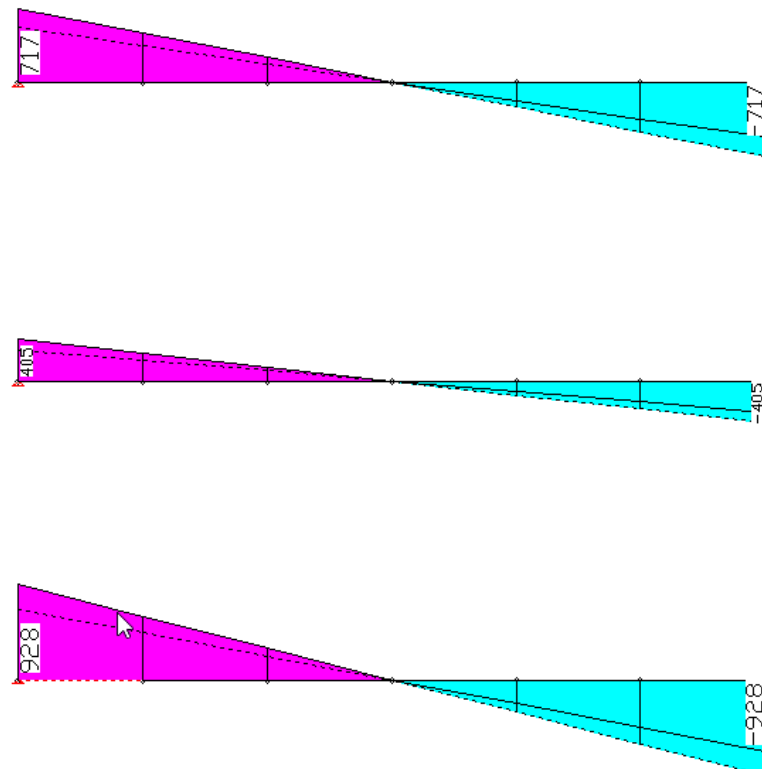
LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max My. 3246,72 [kNm] =   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,00/5800,78 [kNm]

Nx:



LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max Nx: 3400,20 [kN] =   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -6075,00/-2450,00 [kN]

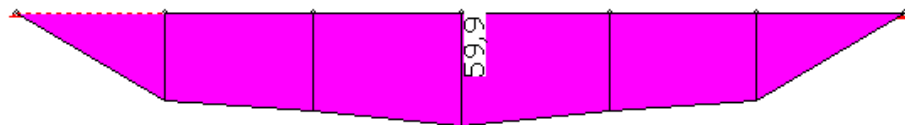
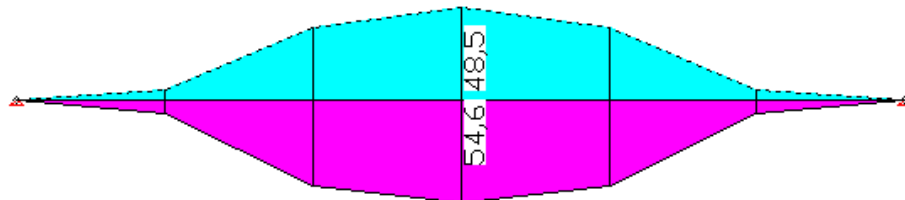
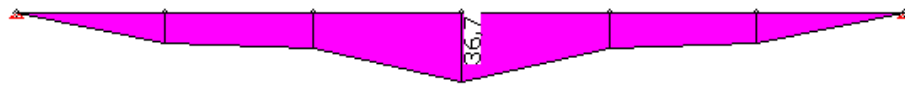
Qz:




LFK DIN1992-2.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2  
Schnittgrößen min,max Qz: 519,47 [kN] =   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -928,13/928,13 [kN]

### Erforderliche Biegebewehrungen:

Randabstand=8 cm, Beton C35/45, Stahl B500B, Rissbreite  $w_k=0,20$ ,  $d=25$  mm

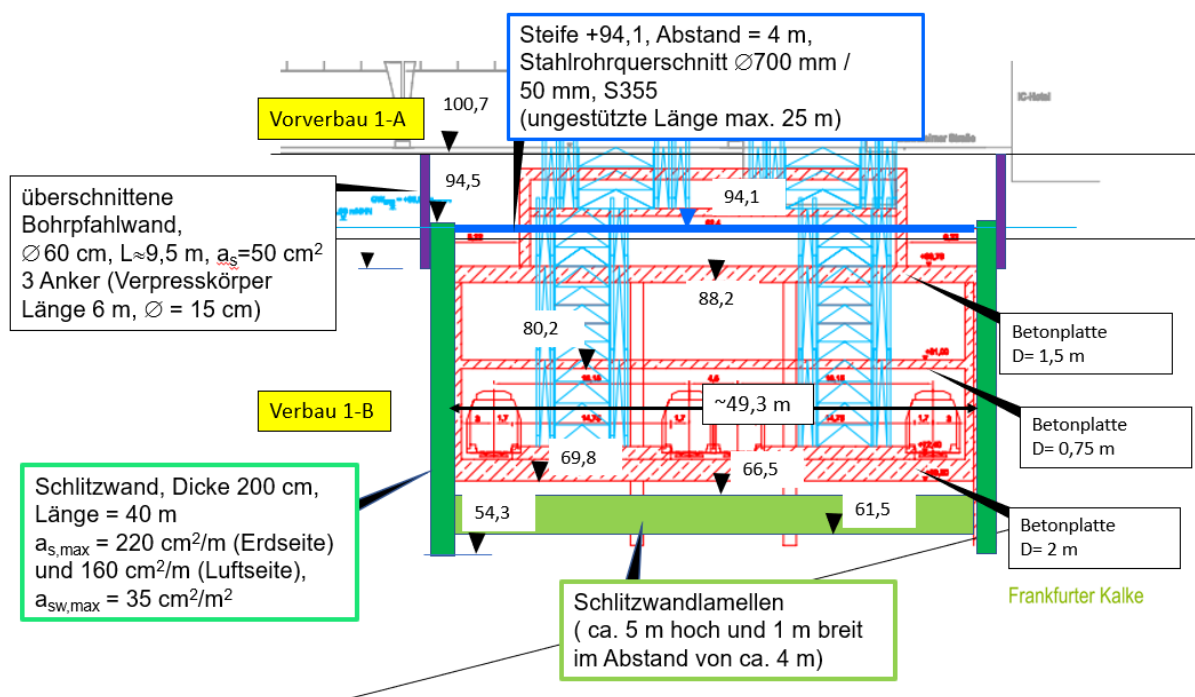


.LFK DIN1992-2.MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung, Stahllagen  $z \geq z_s$ ;  $z < z_s$  (strichliert), 33,51 [cm<sup>2</sup>] =   
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/59,87 [cm<sup>2</sup>], Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t

## 6 Zusammenfassung

### Zusammenstellung der Ergebnisse:

#### Schnitt 1-1



**Schnitt 1-1, Ergebnisse der Berechnungen**

#### **Vorverbau 1-A:**

##### *Überschnittene Bohrpfehlwand:*

Durchmesser:	60 cm
Länge	ca. 12,5 m (einschließlich ca. 3 m Verlängerung wegen Lastumlagerung im Schlitzbereich)
Einbindetiefe:	ca. 6,3 m (einschließlich ca. 3 m Verlängerung wegen Lastumlagerung im Schlitzbereich)
UK Bohrpfehlwand	~+91,2 m NN
Max. erforderliche Biegebewehrung	ca. 50 cm²

*Anker:*

Anzahl (bzw. Ankerreihen):	3
Verpresskörper:	6 m Lang, Ø15 cm
Abstand zwischen den Anker:	ca. 2 m in horizontaler Richtung

**Verbau 1-B:**

*Schlitzwand:*

Dicke:	200 cm
Länge	~40 m
Einbindetiefe:	~15 m
UK Schlitzwand	~+54,3 m NN
Max. erforderliche Biegebewehrung Erdeseite	ca. 220 cm <sup>2</sup> /m
Max. erforderliche Biegebewehrung Luftseite	ca. 160 cm <sup>2</sup> /m
Max. erforderliche Schubbewehrung	ca. 35 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

*Schlitzwandlamellen*

Abmessung der Schlitzwandlamellen	ca. 5 m hoch und 1 m breit
Abstand	ca. 4 m (in horizontaler Richtung)
Material	C30/37

*Steife:*

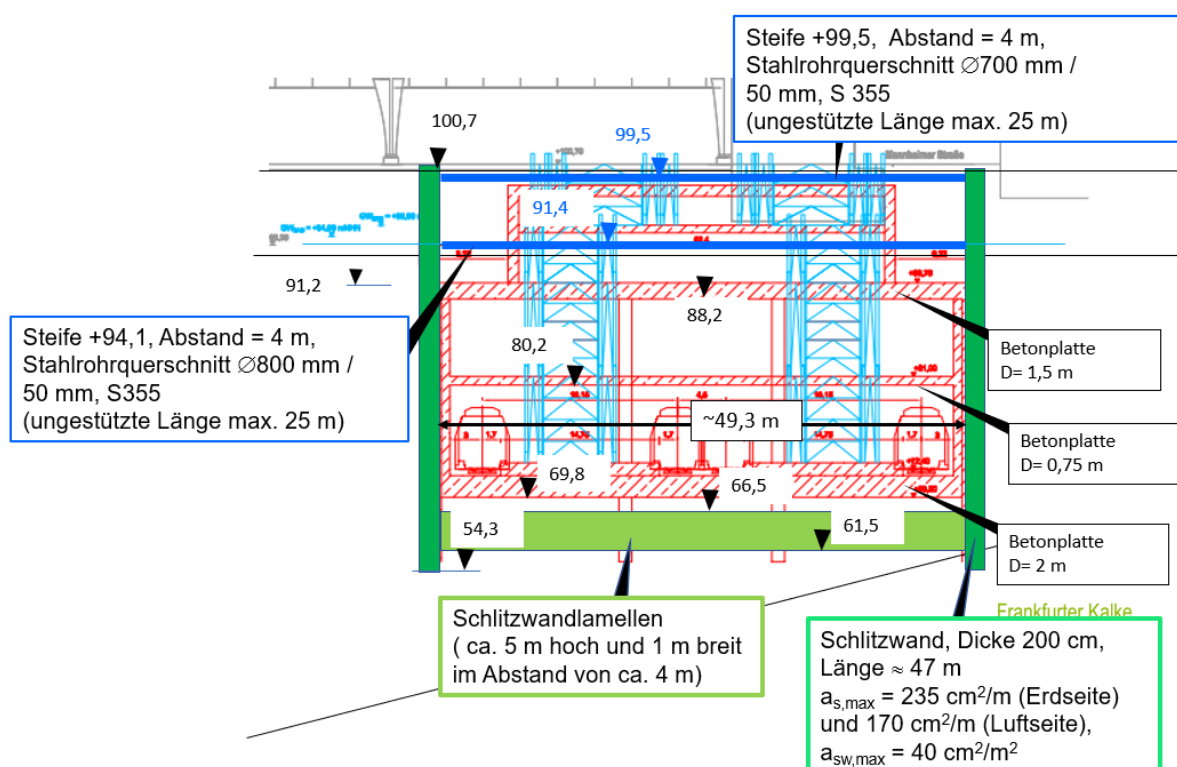
Lage	+94,1 mNN
Länge:	max. 25 m (eine zwischen Auflager ist erforderlich)
Abstand zwischen der Steifen:	ca. 4 m in horizontaler Richtung
Stahlprofil	Rohrquerschnitt Ø700 mm, Wand- stärke=50 mm, S355

## Aussteifungen aus Betondecken

Anzahl (bzw. Reihen): 3

Abmessungen vgl. Abbildung Abschnitt 1.2

## Schnitt 2-2:



## Schnitt 2-2, Ergebnisse der Berechnungen

### Schlitzwand:

Dicke:	200 cm
Länge	$\sim 47$ m
Einbindetiefe:	$\sim 15$ m
UK Schlitzwand	$\sim +54,3$ m NN
Max. erforderliche Biegebewehrung Erdseite	ca. $235 \text{ cm}^2/\text{m}$
Max. erforderliche Biegebewehrung Luftseite	ca. $170 \text{ cm}^2/\text{m}$
Max. erforderliche Schubbewehrung	ca. $40 \text{ cm}^2/\text{m}^2$



*Schlitzwandlamellen*

Abmessung der Schlitzwandlamellen	ca. 5 m hoch und 1 m breit
Abstand	ca. 4 m (in horizontaler Richtung)
Material	Beton, C30/37

*Steife:*

Lage	+99,5 mNN
Länge:	25 m (eine zwischen Auflager ist erforderlich)
Abstand zwischen der Steifen:	ca. 4 m in horizontaler Richtung
Stahlprofil	Rohrquerschnitt Ø700 mm, Wandstärke=50 mm, S355
Lage	+94,1 mNN
Länge:	25 m (eine zwischen Auflager ist erforderlich)
Abstand zwischen der Steifen:	ca. 4 m in horizontaler Richtung
Stahlprofil	Rohrquerschnitt Ø800 mm, Wandstärke=50 mm, S355

Aussteifungen aus Betondecken

Anzahl (bzw. Reihen):	3
Abmessungen	vgl. Abbildung Abschnitt 1.2

Die Berechnungen zeigen, dass die Herstellung der Baugrube durch Ergreifen von einigen Maßnahmen möglich ist. Schlitzwandlamellen mit einer Abmessung von 5 m hoch 1 m breit sind in Abstand von 4 m als Aussteifungen unter der Baugrubensohle vorzusehen. Zusätzlich sind die Steifenkräfte der vorübergehenden Steifen sehr hoch und dementsprechend sind große Steifenquerschnitte erforderlich.

Frankfurt am Main den 03.12.2020

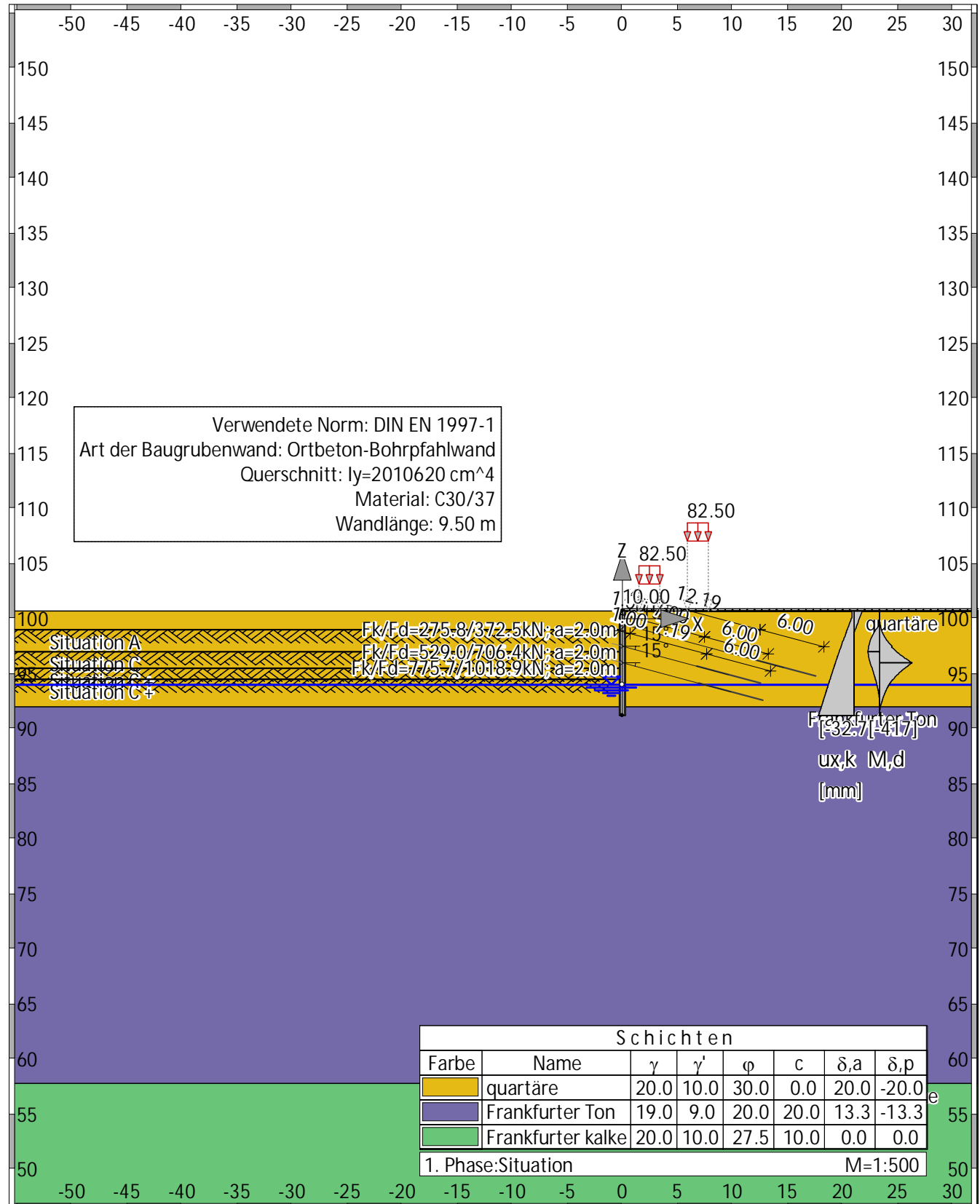
aufgestellt: Mesay Tsegaye, Mammo (M.Sc.)

gesehen: Nabil Youala (Dipl. -Ing.)

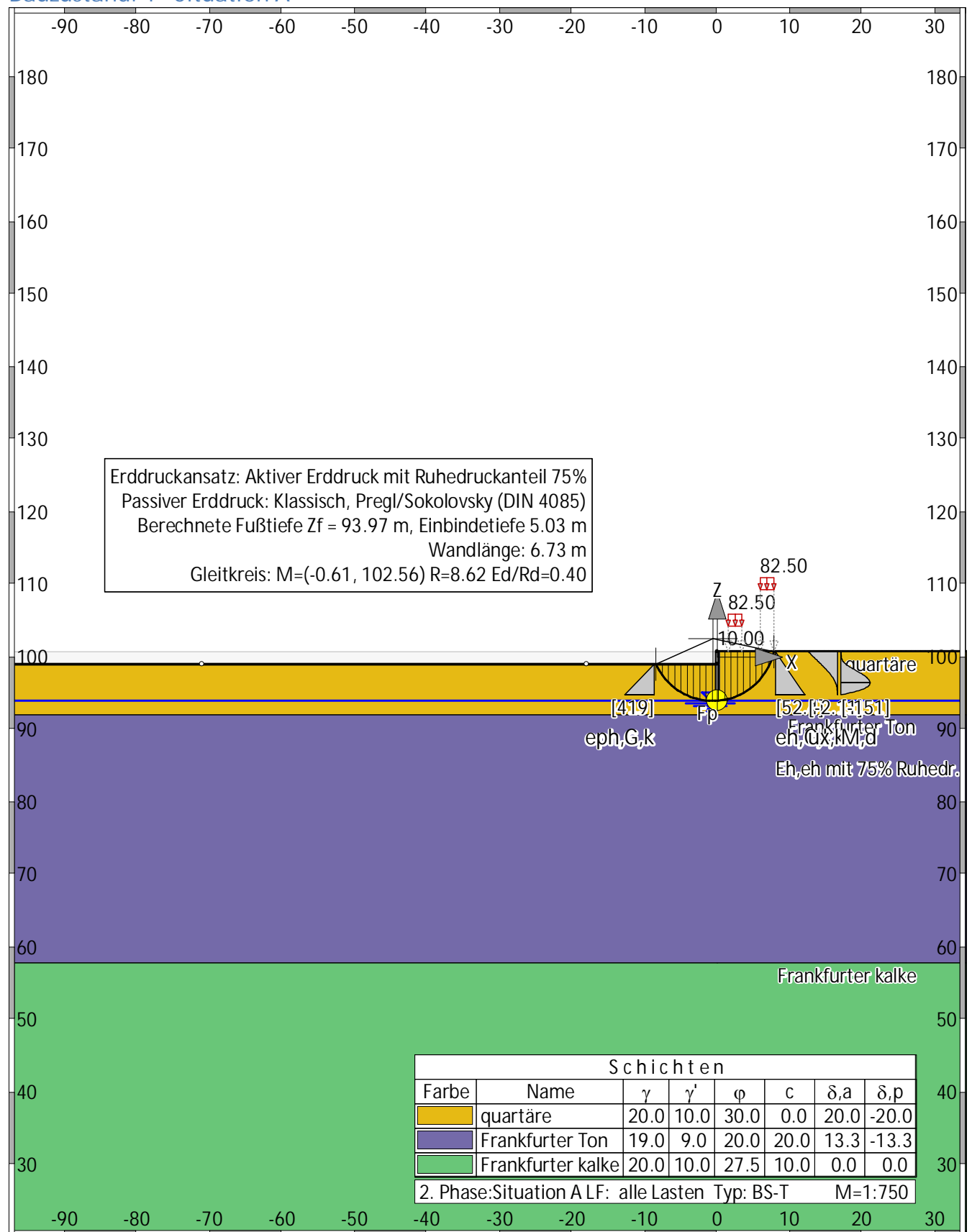
## Anlage 1: Vorverbau 1-A, geotechnische Nachweise

## Übersicht der Bauphasen

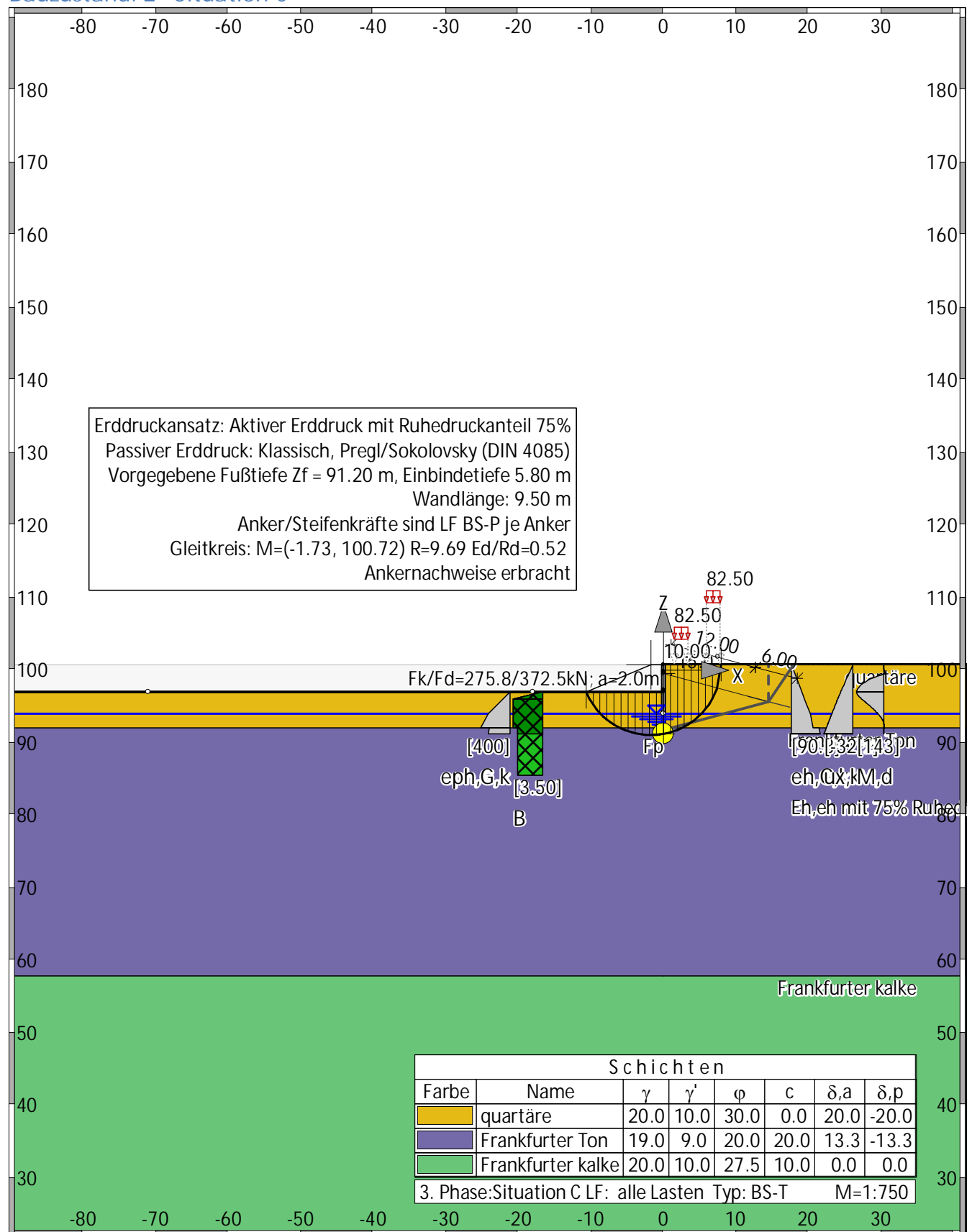
### Bauzustand: 0 "Situation"



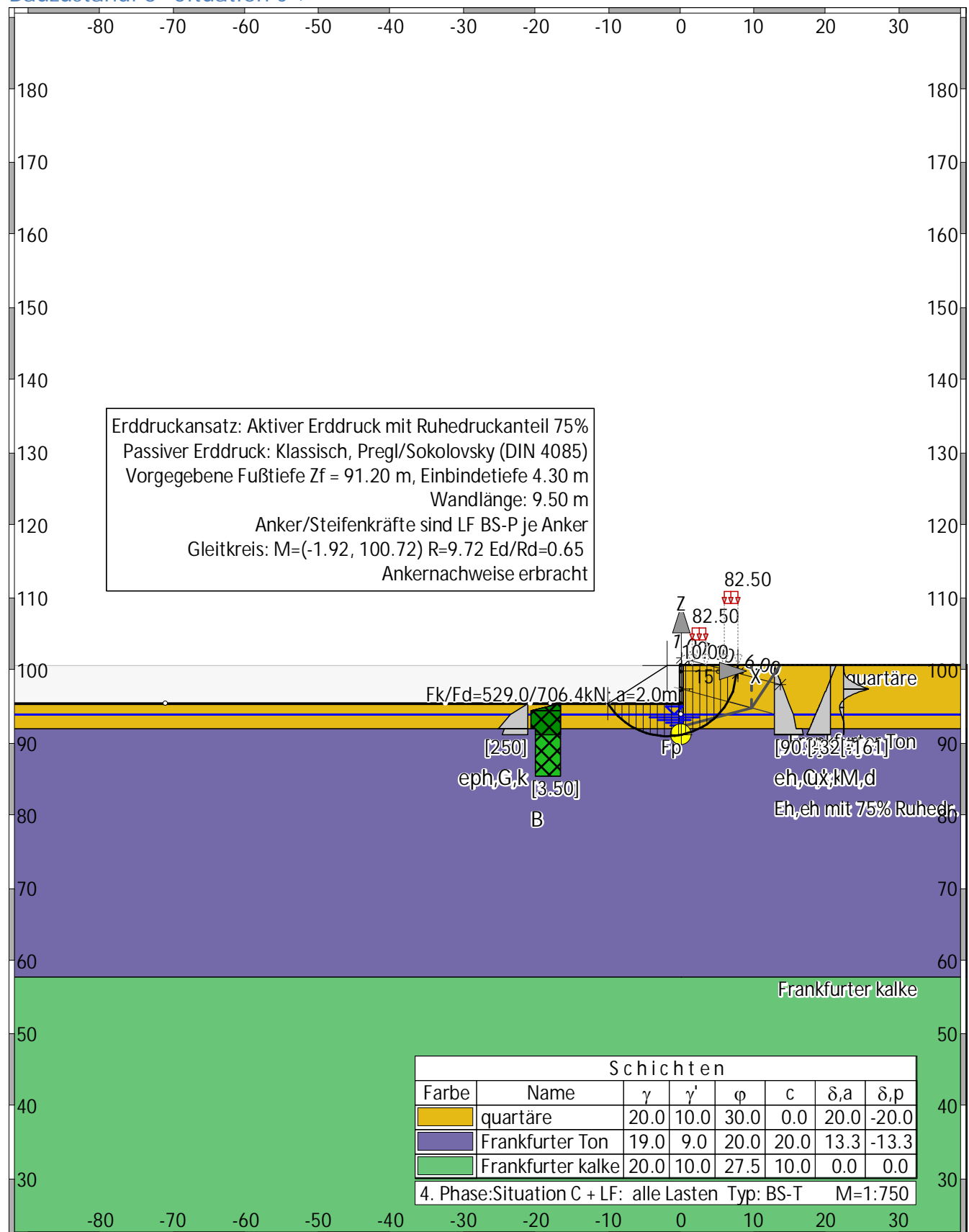
## Bauzustand: 1 "Situation A"



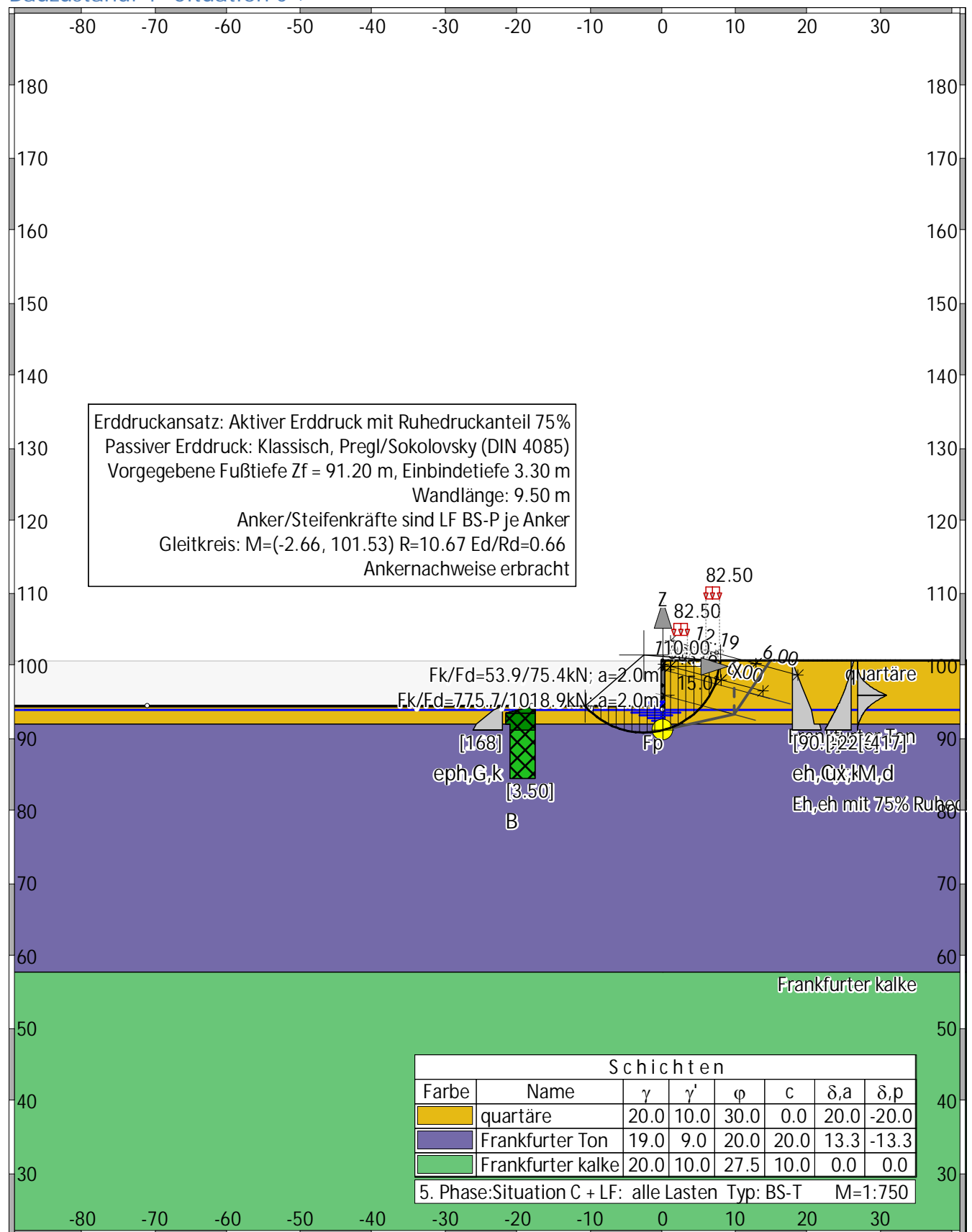
## Bauzustand: 2 "Situation C"



## Bauzustand: 3 "Situation C +"



## Bauzustand: 4 "Situation C +"





## Normen

Stahl betonbemessung : DIN EN 1992-1-1  
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev. 14)  
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

## Sicherheitsbeiwerte:

### Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst	EOG	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1

### KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb a, t	W a, p	Q, dst Gt	Q, stb N	phi Stbl	coe	cu
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		

### Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Re	G, stb P	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				

### Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rh	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					

### Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rv	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					

### Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb Re	Q, dst a, t	Q, stb a, p	W Gt	phi N	coe Stbl	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	

### Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G, dst	G, stb	Q, dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900

### Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2

$\gamma$ -	M	G <sub>tf</sub>	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150

### Stabilität: [EQU] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G <sub>dst</sub>	G <sub>stb</sub>	Q <sub>dst</sub>	Q <sub>stb</sub>	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1

$\gamma$ , Re, red (EAB EB14-3): Ja,  $\eta=0.80$

$\gamma$ , Re, red (EAB EB22-6): Ja,  $E_{0h} > 0\%$ :  $\eta = 0.60 / 0.80$

## Systemwerte

### Wand

Art der Baugrubenwand: Ortbeton-Bohrpfahlwand

Querschnitt:  $I_y=2010620 \text{ cm}^4$

Material: C30/37

Eiengewicht: 25.000 [kN/m<sup>3</sup>]

### Wandverlauf

z [m]	d [cm]	E [MN/m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> /m]	$E \cdot I_y$ [MNm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> /m]
100.70	60.0	32850.0	2010620	660.5	7864
91.20	60.0	32850.0	2010620	660.5	7864

## Bauzustand: 1 "[1] Situation A"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 3 Schichten

Name	quartäre	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\phi$	[°]	30	20
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$\delta, a$	[°]	20	13.33333
$\delta, p$	[°]	-20	-13.33333
$\delta, c$	[°]	10	6.666667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	420	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90
$k$	[cm/s]	0	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 99.00 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 57.80

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1
1.50	100.70	3.40	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1
5.90	100.70	7.80	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Trapezförmig	
Trapezförmig	

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00  
z [m] 94.00

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

### Berechnungsparameter

#### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .  
 Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdldrucks:  $\varphi, \min = 40.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

#### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Keine Umlagerung des Erddrucks.  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

#### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

#### Wasserdruckoptionen

#### Fußauflagerung

Vollen Spannung nach Blum

#### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	-20.0	--	--	--	5.004	-- quartäre
30.0	0.0	0.0	20.0	0.500	0.279	--	--	-- "
20.0	0.0	0.0	-13.3	--	--	--	2.606	-3.550 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	13.3	0.658	0.426	1.180	--	-- "
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

### Wandlänge

N: 1	Z: 98.000 M, Fußauflagerung, d:	86.65.	Wand zu kurz? Ja
N: 2	Z: 95.253 M, Fußauflagerung, d:	77.86.	Wand zu kurz? Ja
N: 3	Z: 94.346 M, Fußauflagerung, d:	-119.48.	Wand zu kurz? Nein
N: 4	Z: 94.954 M, Fußauflagerung, d:	28.91.	Wand zu kurz? Ja
N: 5	Z: 94.547 M, Fußauflagerung, d:	-62.74.	Wand zu kurz? Nein
N: 6	Z: 94.820 M, Fußauflagerung, d:	2.00.	Wand zu kurz? Ja
N: 7	Z: 94.637 M, Fußauflagerung, d:	-39.83.	Wand zu kurz? Nein
N: 8	Z: 94.759 M, Fußauflagerung, d:	-11.12.	Wand zu kurz? Nein
N: 9	Z: 94.800 M, Fußauflagerung, d:	-2.25.	Wand zu kurz? Nein
N: 10	Z: 94.813 M, Fußauflagerung, d:	0.61.	Wand zu kurz? Ja
N: 11	Z: 94.804 M, Fußauflagerung, d:	-1.31.	Wand zu kurz? Nein
N: 12	Z: 94.810 M, Fußauflagerung, d:	-0.02.	Wand zu kurz? Nein

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 94.810$

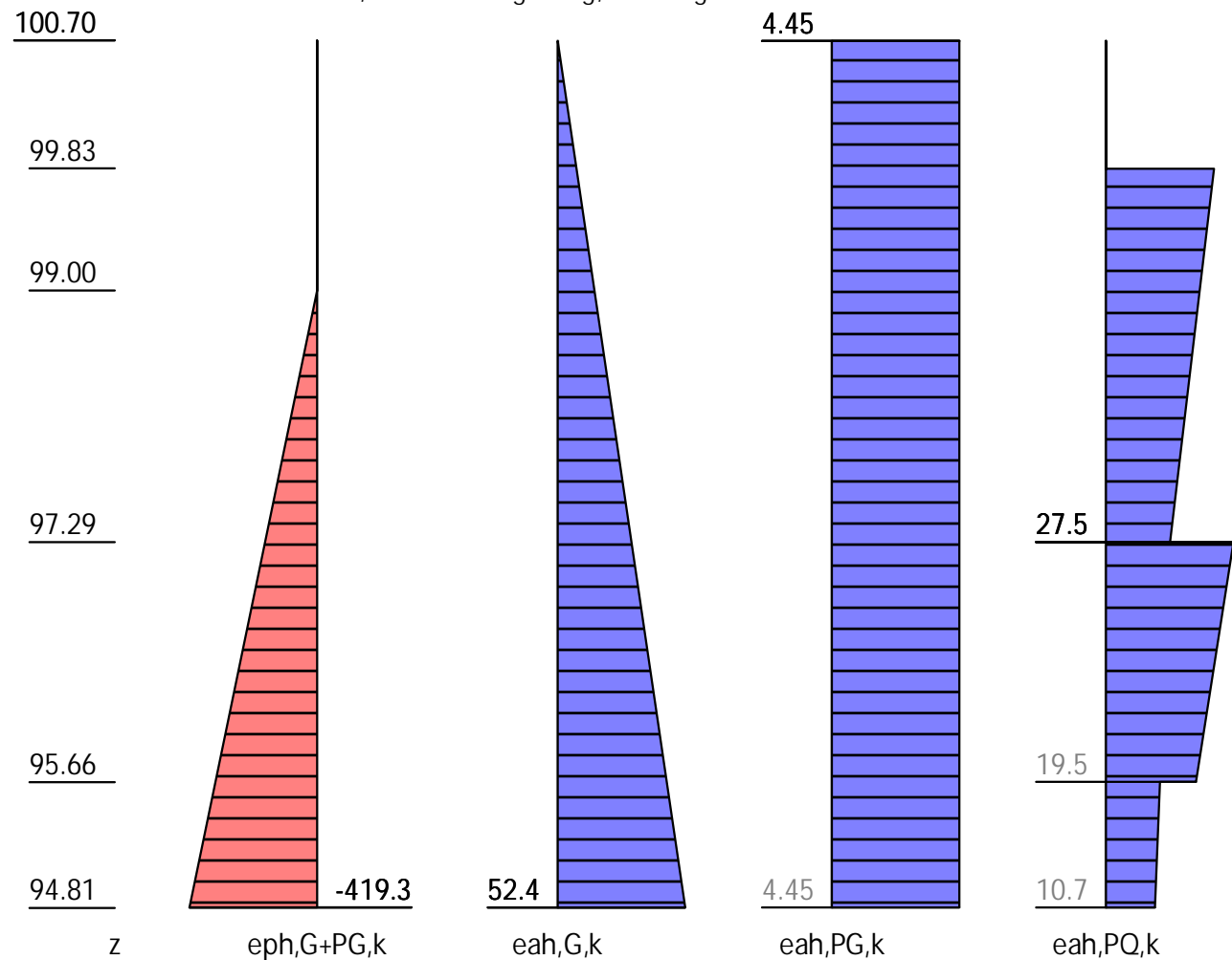
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main		Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1		
Record:		

Page: 9

## Statik

## Erddruck, horizontal

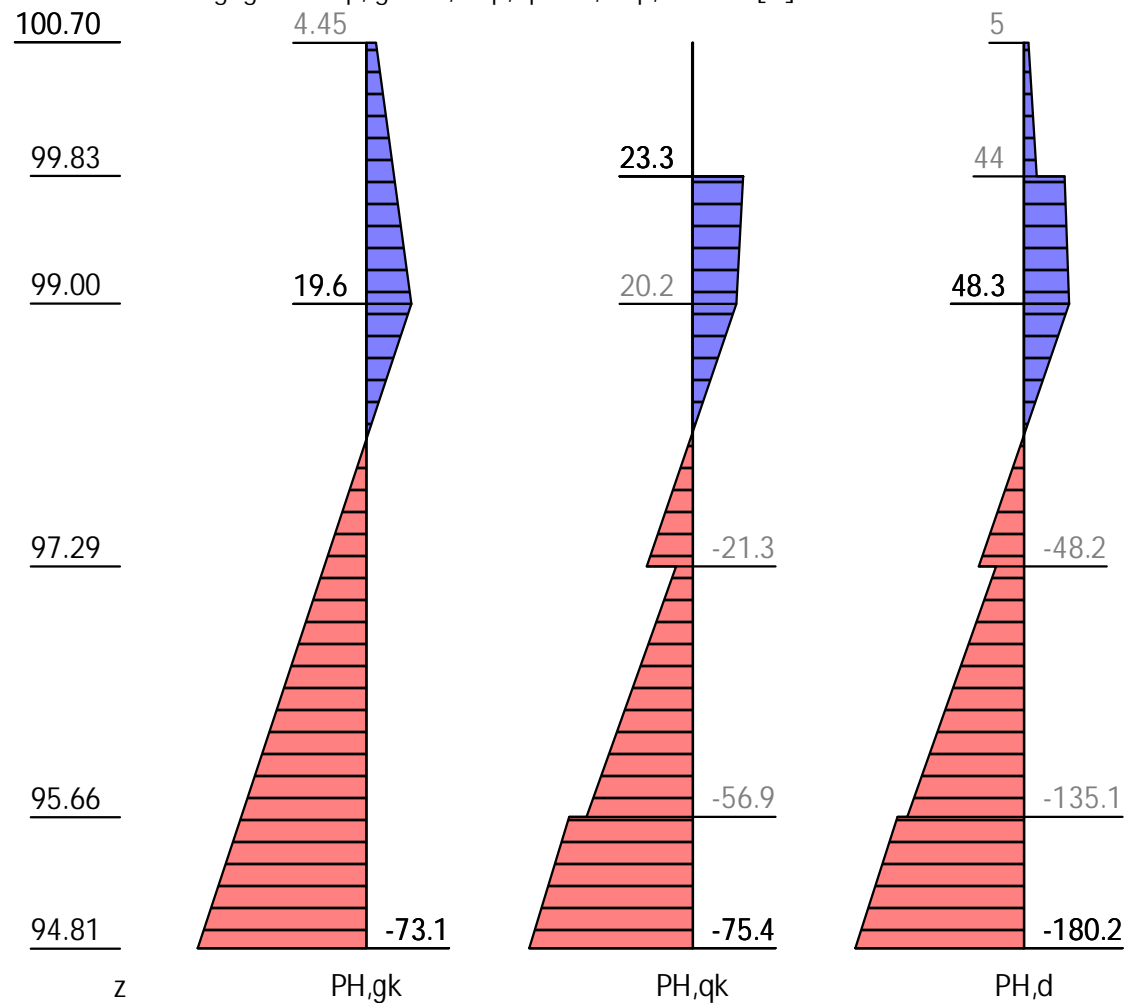
Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PG, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PQ, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70		0.00	4.45		5.00
99.83		7.74	4.45	0.00	13.71
		7.74	4.45	23.33	44.04
99.00	-0.00	15.12	4.45	20.24	48.33
97.29	-171.14	30.34	4.45	13.86	57.15
	-171.14	30.34	4.45	27.50	74.89
95.66	-334.28	44.84	4.45	19.46	80.75
	-334.28	44.84	4.45	11.69	70.64
94.81	-419.34	52.40	4.45	10.67	77.83

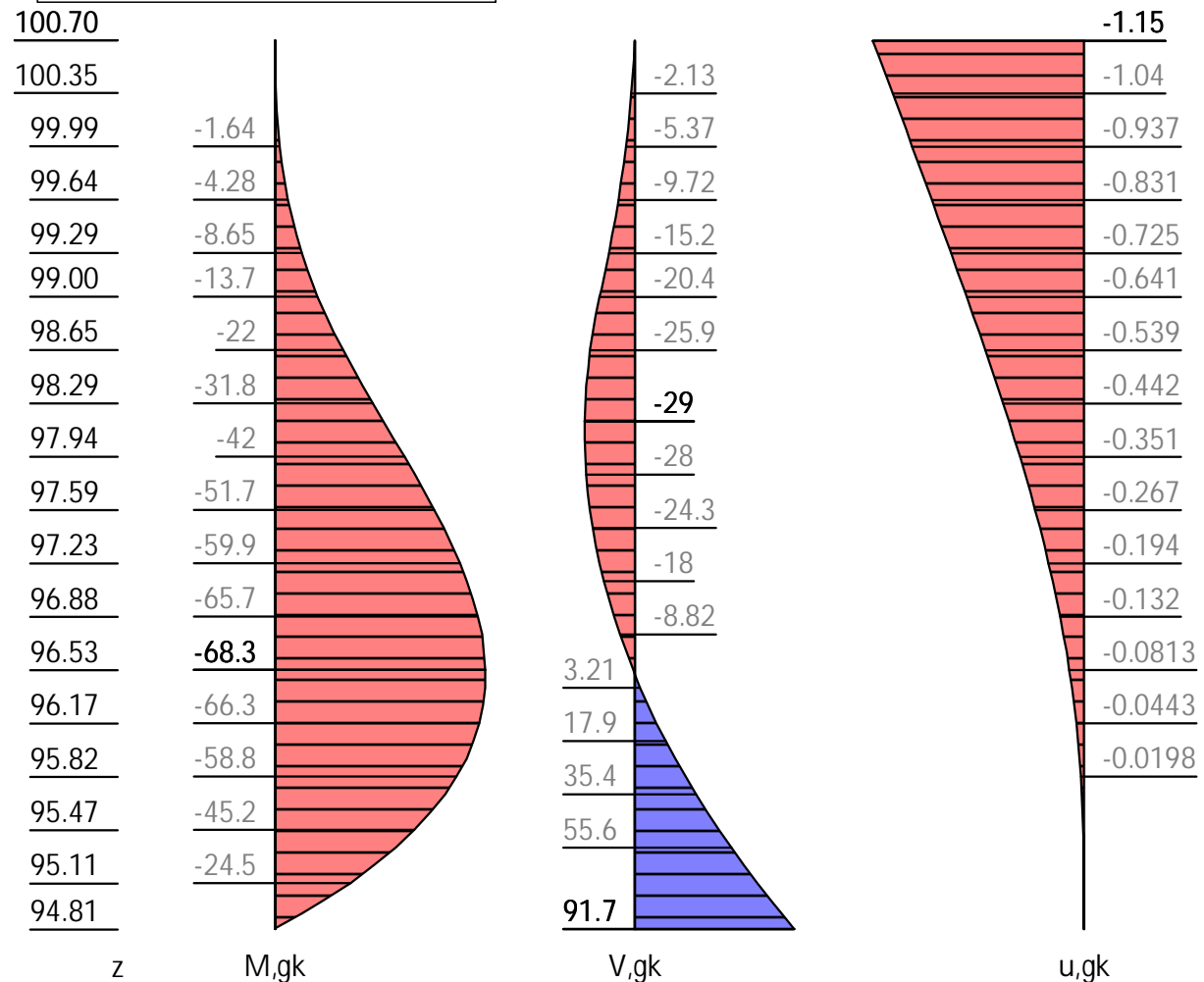
Eph, G, k: -878.51, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 154.32, Eah, PG, k: 26.20, Eah, PQ, k: 95.01, Eah, d: 326.61

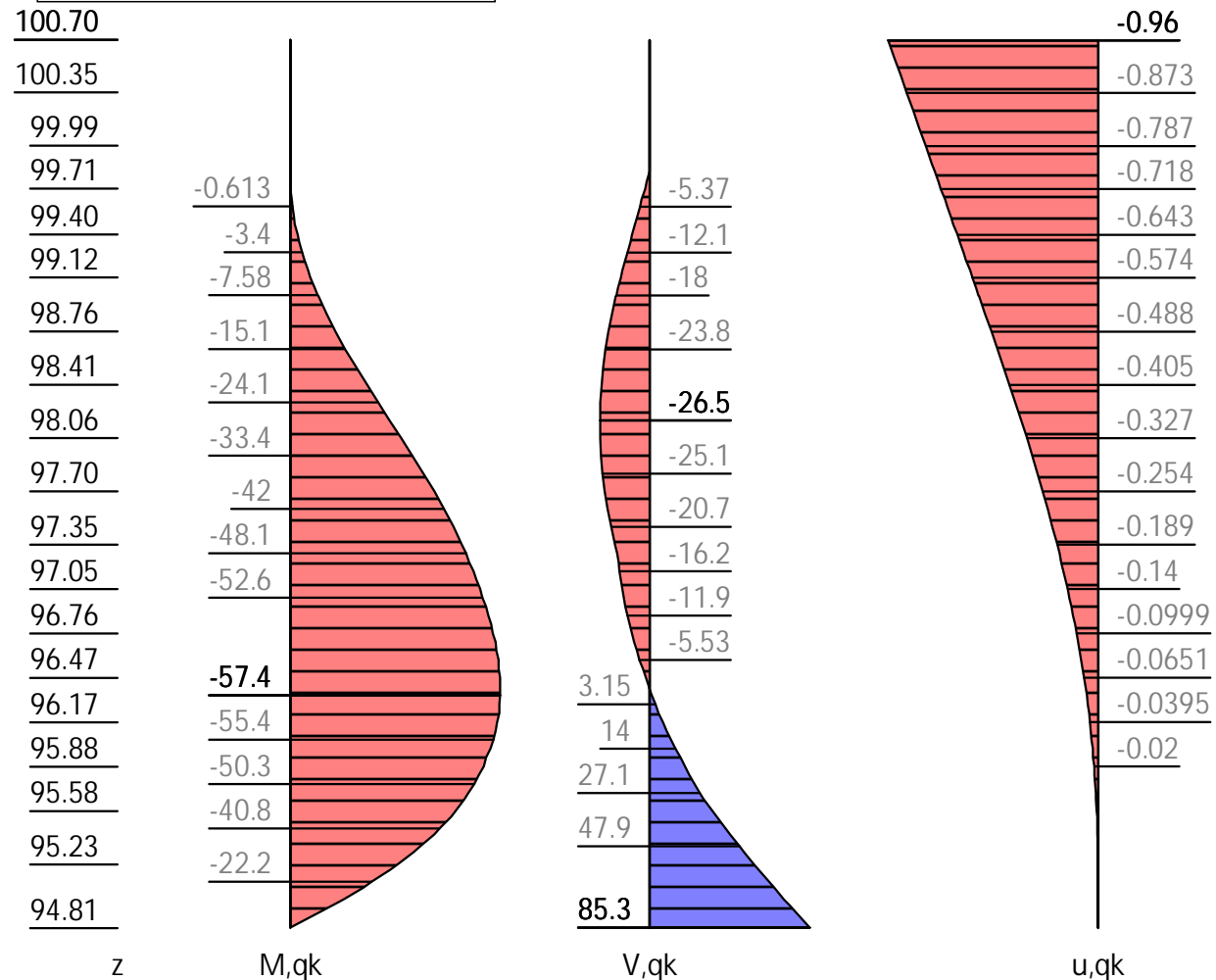
**H-Druck auf statisches System**Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  31,  $E_p, q_k$  21,  $E_p, d$  100 [%]

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	4.45		5.00
99.83	12.19	0.00	13.71
	12.19	23.33	44.04
99.00	19.57	20.24	48.33
97.29	-18.24	-21.27	-48.16
	-18.24	-7.62	-30.43
95.66	-54.28	-49.14	-124.95
	-54.28	-56.92	-135.06
94.81	-73.07	-75.40	-180.22

## Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch

Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  31 [%]

$z$ [m]	$H, g_k$ [kN/m]	$M, g_k$ [kNm/m]	$V, g_k$ [kN/m]	$N, g_k$ [kN/m]	$u, g_k$ [mm]
100.70	4.45	0.00	0.00	0.00	-1.15
99.00	19.57	-13.71	-20.42	-38.11	-0.64
98.18	1.44	-35.14	-29.03	-56.12	-0.41
98.11	-0.00	-37.00	-28.98	-57.26	-0.39
96.53	-35.04	-68.26	-1.14	-75.73	-0.08
96.50	-35.74	-68.20	-0.00	-75.87	-0.08
95.94	-48.09	-62.15	23.35	-77.44	-0.03
94.81	-73.07	-0.00	91.66	-72.92	-0.00
94.81	-73.07	0.00	91.66	-72.92	0.00

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).Mobilisierungsgrad:  $E_p, q_k$  21 [%]

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
100.70		0.00	-0.00	0.00	-0.96
100.70		0.00	0.00	0.00	-0.96
100.58		0.00	0.01	0.00	-0.93
100.23		0.01	0.01	0.00	-0.84
100.11		-0.00	0.00	0.00	-0.82
100.11		0.00	0.00	0.00	-0.82
99.83	0.00	0.03	0.02	0.01	-0.75
	23.33	0.03	0.02	0.01	-0.75
99.83	23.33	0.03	-0.00	-0.00	-0.75
99.82	23.28	0.00	-0.30	-0.11	-0.74
98.18	0.34	-27.20	-26.49	-9.64	-0.35
98.17	0.00	-27.56	-26.49	-9.64	-0.35
97.29	-21.27	-48.05	-17.31	-6.30	-0.18
	-7.62	-48.05	-17.31	-6.30	-0.18
96.47	-28.51	-57.33	-2.35	-0.43	-0.07
96.43	-29.48	-57.29	-1.22	0.00	-0.06
96.39	-30.53	-57.31	-0.00	0.47	-0.06
96.35	-31.57	-57.41	1.20	0.92	-0.05
95.66	-49.14	-47.74	28.96	11.35	-0.01
	-56.92	-47.74	28.96	11.35	-0.01
94.96	-72.21	-12.16	74.16	28.12	0.00



z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.95	-72.35	-11.68	74.65	28.30	0.00
94.93	-72.74	-10.11	76.08	28.83	0.00
94.81	-75.40	-0.00	85.29	32.23	0.00

## Schnittgrößen: Design

100.70

100.35

99.99

-1.84

99.71

-4.26

99.36

-11.8

99.01

-25.2

98.65

-44.5

98.29

-67

97.94

-90.6

97.59

-112.8

97.29

-128.5

96.94

-142.6

96.58

-151.2

96.23

-146.4

95.88

-129.5

95.54

-99.5

95.19

94.81

z

M,d

-2.39

-6.04

-13.4

-29.5

-46.2

-60

-67.1

-64.2

-54.3

-42.6

-25.8

29.5

68

113.3

214

V,d

-8.57

-17.6

-26.4

-39.9

-53.7

-66.6

-76.6

-84.1

-89

-91.2

-93.6

-92.3

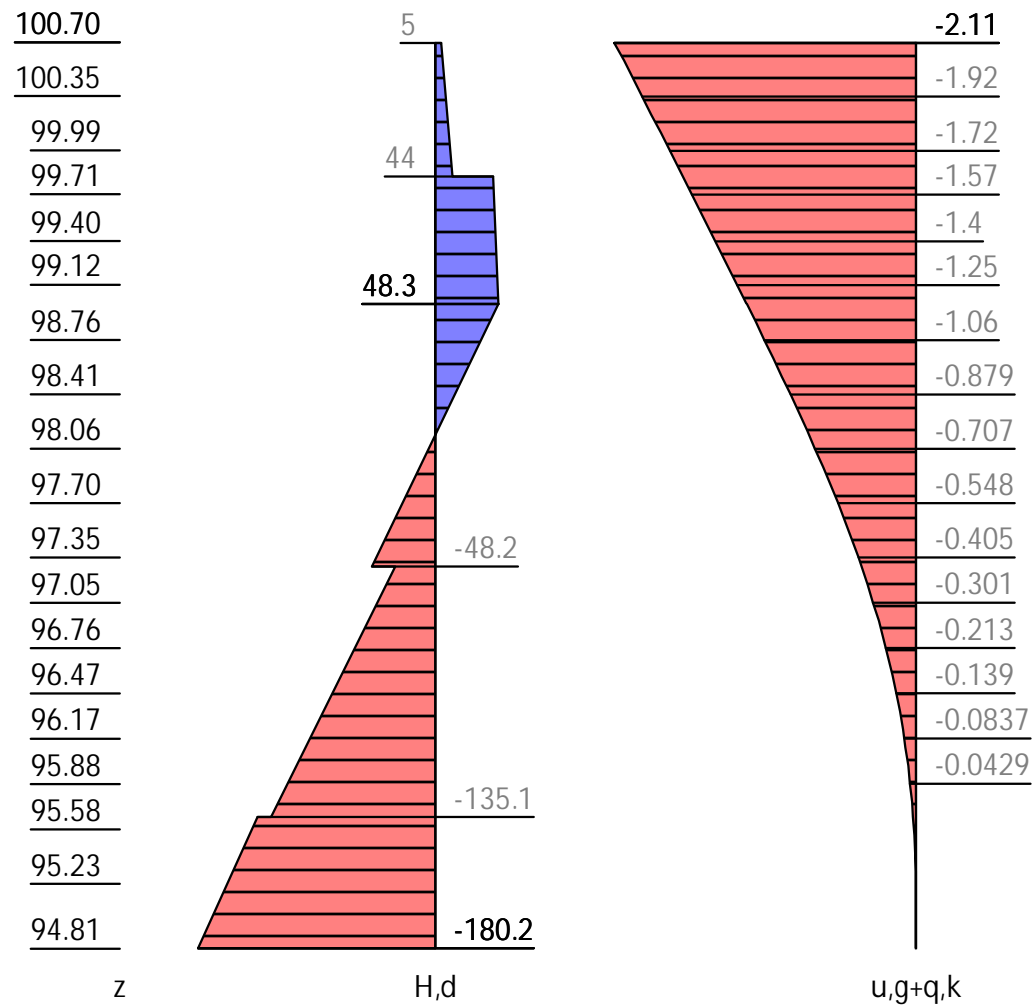
-88.4

-81.8

-72.4

-48.8

N,d



z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	5.00	-0.00	0.00	0.00	-2.11
100.70	5.00	-0.00	-0.00	-0.00	-2.11
99.83	13.71	-2.99	-8.14	-21.91	-1.63
	44.04	-2.99	-8.14	-21.91	-1.63
99.00	48.33	-25.41	-46.48	-53.93	-1.19
98.18	2.06	-74.90	-67.09	-79.39	-0.76
98.14	-0.00	-77.30	-67.05	-80.16	-0.75
97.29	-48.16	-128.52	-46.62	-91.22	-0.38
	-30.43	-128.52	-46.62	-91.22	-0.38
96.82	-57.68	-146.06	-25.81	-93.58	-0.23
96.47	-77.98	-151.17	-1.79	-92.30	-0.14
96.44	-79.72	-151.07	-0.00	-92.05	-0.13
95.66	-124.95	-122.23	80.01	-79.56	-0.02
	-135.06	-122.23	80.01	-79.56	-0.02
94.81	-180.22	0.00	214.00	-48.82	-0.00
94.81	-180.22	0.00	214.00	-48.82	0.00

## Erdstatische Nachweise

## Ersatzsystem nach Blum

100.70

100.35

99.99

99.64

99.29

99.00

98.65

98.29

97.94

97.59

97.23

96.88

96.53

96.21

95.85

95.50

95.15

94.81

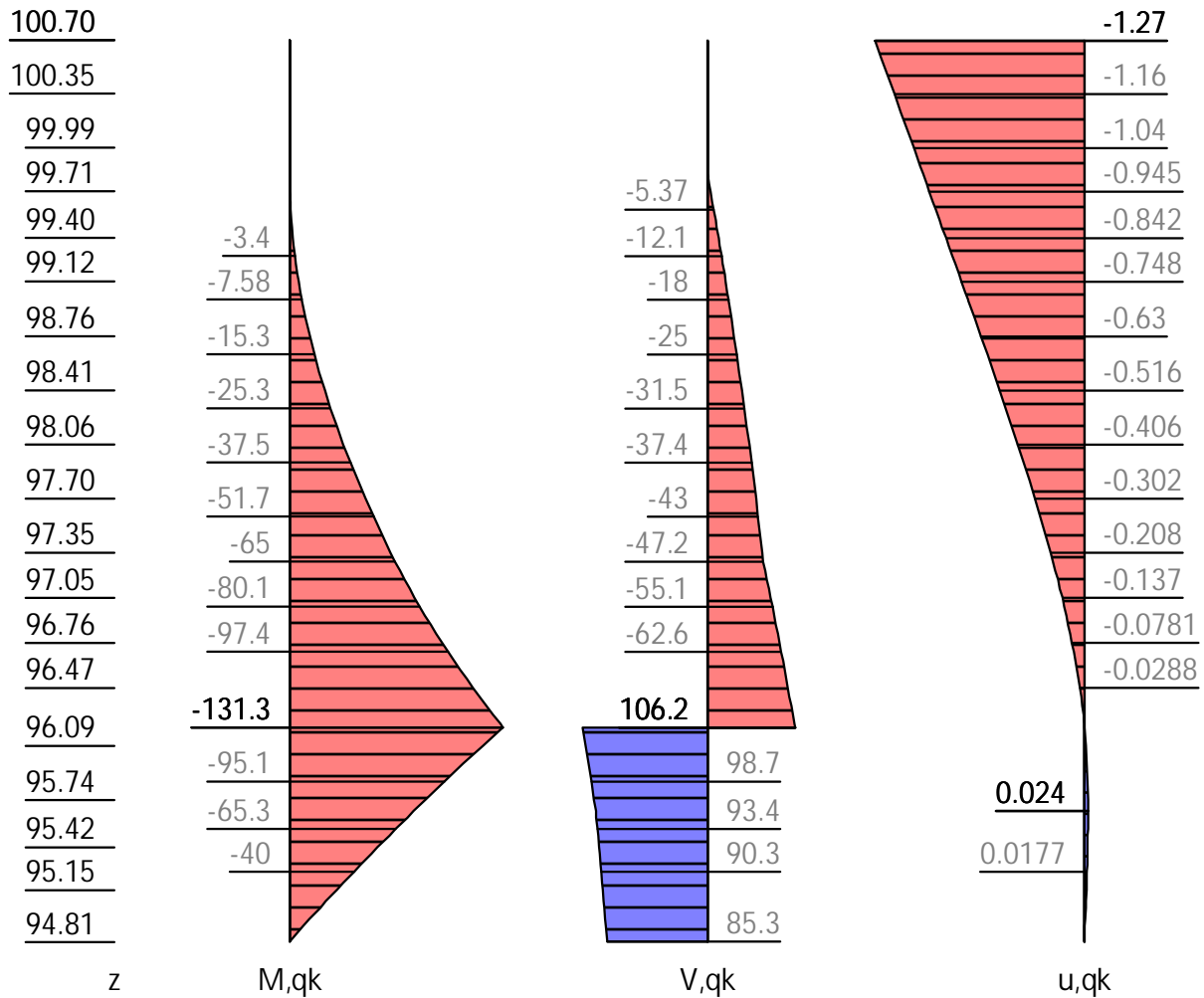
z

M,gk

V,gk

u,gk

z [m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	0.00	0.00	-1.70
96.21	-179.43	-109.80	-121.04	0.00
	-179.43	162.38	-121.04	0.00
95.62	-91.80	134.67	-141.76	0.03
94.91	-9.53	97.35	-168.10	0.01
	-9.45	97.30	-168.13	0.01
94.81	0.00	91.66	-171.99	0.00



z [m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
100.70	-0.00	0.00	0.00	-1.27
100.58	0.00	0.01	0.00	-1.24
100.23	0.01	0.01	0.00	-1.12
100.11	0.00	0.00	0.00	-1.08
99.83	0.03	0.02	0.01	-0.98
99.83	0.03	0.00	-0.00	-0.98
99.82	0.00	-0.30	-0.11	-0.98
96.21	-131.34	-74.13	-26.43	0.00
	-131.34	106.17	-26.43	0.00
95.66	-76.38	94.81	-30.30	0.02
95.54	-65.30	93.44	-30.75	0.02
94.91	-8.66	86.37	-33.04	0.00
	-8.58	86.37	-33.05	0.00
94.81	0.00	85.29	-33.39	0.00

Bh, gk = -272.19; Ch, gk = 91.66 [kN/m]  
 Bh, qk = -180.30; Ch, qk = 85.29 [kN/m]  
 Bh, d = -540.60; Ch, d = 214.00 [kN/m]

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

### Nachweis der C-Kraft (Fußauflager)

$$z(C) = 94.81 \text{ [kN/m]}$$

$$G, k = \sum(\gamma \cdot h) = 117.80 \text{ [kN/m]}$$

$$P, k = \sum(Pz, k(x=0.1)) = 10.00 \text{ [kN/m]}$$

$$kpgh, C(\phi = 30.0; \delta, C = 10.0^\circ) = 1.805 \text{ [-]}$$

$$kpch, C = 2.496 \text{ [-]}$$

$$eph, C, gk = (G, k + P, k) \cdot kpgh, C + 2 \cdot c \cdot \sqrt{(kpch, C)} = 230.67 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$= (117.80 + 10.00) \cdot 1.805 + 2 \cdot 0.0 \cdot 1.580$$

$$Ed = Ch, d \cdot \delta, t, EAU(100.0\%) = 214.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\delta, t, EAB = Ed / (2 \cdot eph, C, d) = 0.75 \text{ [m]}$$

$$\delta, t, EAB = 0.20 \cdot t = 0.84 \text{ [m]}$$

$$\delta, t = \delta, t, EAB = 0.84 \text{ [m]}$$

$$Rd = 2 \cdot \delta, t \cdot eph, C, gk / \gamma, Re$$

$$= 2 \cdot 0.84 \cdot 230.67 / 1.63$$

$$= 237.90 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$Ed/Rd = 0.900 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

### Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$$z: 96.21 \text{ m}$$

$$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$$

$$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 878.51 / 1.625 = 540.62 \text{ [kN/m]}$$

$$Ed(Bh, d) / Rd = 540.60 / 540.62 = 1.000 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$$

### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 94.81

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	180.52	56.20
Wandgewicht		132.04
H/V-Druck passiv		-0.00
Bh, g, k z=96.21	-272.19	
Bv, g, k = Bh, k * tan(δ, p=-20.00°)		-99.07
Ch, g	91.66	
Cv, g = Ch * tan(δ, C=10.0°)		16.16
Σ	0.00	105.34
		(nach unten)

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$Vk \geq Bvk: 204.40 \geq 99.07 \text{ Nachweis erfüllt}$

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 94.81

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	275.54	89.59
Wandgewicht		132.04
H/V-Druck passiv		0.00
Bh, g, k z=96.21	-272.19	
Bv, g, k = Bh, k * tan(δ, p=-20.00°)		-99.07
Bh, q, k z=96.21	-180.30	
Bv, q, k = Bh, k * tan(δ, p=-20.00°)		-65.63
Ch, g	91.66	
Cv, g = Ch * tan(δ, C=10.0°)		16.16
Ch, q	85.29	
Cv, q = Ch * tan(δ, C=10.0°)		15.04

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Pos.	H	V	
Σ	-0.00	88.14	
	(nach unten)		

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$V_k \geq B_vk: 252.84 \geq 164.69$  Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	188.243	225.891
Q:	33.393	43.412
-----		
Vd:	269.303	

Einbindetiefe     $t_0, s:$     4.19 m (statisch notwendig)  
                           $t_0, r:$     0.84 m (Rammtiefenzuschlag)  
                           $t_0 :$     5.03 m  
 $tw = t_0 - 0.50$      $tw :$     4.53 m

Annahme: Überschrittene Bohrpfehlwand mit Anordnung 1-1-1.

Mantelfläche             $Ur, p:$     1.18 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )  
 "-                         $Ur, a:$     1.18 m/m (0.84 m Rammtiefenzuschlag)

Mantelreibung             $qr:$     70.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Aufstandsfläche         $Ab:$     0.79 m<sup>2</sup>/m  
 Spitzenwiderstand       $qs:$     1000.00 kN/m<sup>2</sup>  
 $\eta, t: \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.00) = 1.00$   
 Spitzendruck  
 $Rb, k: Ab \cdot qs \cdot \eta, t = 786.36$  kN/m  
 Erdauflegerkraft  
 $Bvk: (Bh, k - Ch, k/2) \cdot \tan(\delta, p) =$   
                           $(452.49 - 176.95/2) \cdot \tan(20.00) = 132.49$  kN/m  
 $Cvk: (Cv, g, k + Cv, q, k)/2 = (16.16 + 15.04)/2 = 15.60$  kN/m  
 Mantelreibung  
 $F, mr: Ur, p \cdot t_0 + Ur, a \cdot t_0, r = 6.93$  m<sup>2</sup>/m  
 $Q, mr: Fm, r \cdot qr = 485.40$  kN/m  
 Nachweis  
 $Vd: 269.30$  kN/m  
 $Rd: (Rb, k + Q, mr) / \gamma, P$   
                           $(786.36 + 485.40) / 1.750 = 726.72$  kN/m

$Ed/Rd: 0.371$  [-]

Alternativer Nachweis  
 $Rd: Rb, k / \gamma, P + (Bvk + Cvk) / \gamma, Re$   
                           $786.36 / 1.750 + (132.49 + 15.60) / 1.625 = 540.48$  kN/m

$Ed/Rd: 0.498$  [-]

Nachweis erfüllt

### Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten    Typ: BS-P (Kombination: [GE0] A2+M2+R3, BS-P)

γ, G_dst	γ, EOG	γ, W	γ, G_stb	γ, Q_dst	γ, Q_stb	γ, phi	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	γ, Tilt	γ, Stbl						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1 Record:	Page: 19 Archive No.:
--	--------------------------

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main									Job No.:	
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191										
Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:									Date: 04.12.2020	
Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen. Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m2 haben. Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten. Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).										
Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m]) Mittelpunkt = ( -0.61, 102.56), Radius = 8.62 Startpunkt = ( -8.46, 99.00), Endpunkt = ( 7.80, 100.70)										
Lamellengeometrie:										
Nr	x	Breite b	dxM	Gewicht	Auflast z-Rl.	Wasser- auflast	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	-8.03	0.86	-7.42	14.3	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
2	-7.17	0.86	-6.56	35.1	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
3	-6.31	0.86	-5.69	50.2	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
4	-5.45	0.86	-4.83	61.7	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
5	-4.58	0.86	-3.97	70.5	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-27.44
6	-3.72	0.86	-3.11	77.2	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-21.15
7	-2.86	0.86	-2.25	82.1	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-15.12
8	-2.00	0.86	-1.39	85.3	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-9.25
9	-1.14	0.86	-0.52	86.9	0.0	0.0	-0.3	24.79	0.00	-3.49
10	-0.28	0.86	0.34	92.3	1.5	0.0	-0.4	24.79	0.00	2.25
11	0.59	0.86	1.20	115.1	8.6	0.0	-0.1	24.79	0.00	8.00
12	1.45	0.86	2.06	112.2	8.6	0.0	-0.0	24.79	0.00	13.84
13	2.31	0.86	2.92	107.7	8.6	0.0	-0.0	24.79	0.00	19.83
14	3.17	0.86	3.78	101.4	79.4	0.0	-0.0	24.79	0.00	26.05
15	4.03	0.86	4.65	93.1	8.6	0.0	-0.0	24.79	0.00	32.63
16	4.89	0.86	5.51	82.2	8.6	0.0	-0.0	24.79	0.00	39.73
17	5.76	0.86	6.37	68.0	39.4	0.0	-0.0	24.79	0.00	47.66
18	6.62	0.86	7.23	48.8	101.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	57.05
19	7.42	0.75	8.04	18.8	88.1	0.0	-0.0	24.79	0.00	68.88

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf  $45^\circ - \phi/2$  begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\phi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\phi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	14.27	-12.29	6.59	0.742913	8.87
2	35.07	-26.68	16.20	0.742913	21.80
3	50.16	-33.14	23.17	0.742913	31.18
4	61.65	-34.57	28.48	0.742913	38.33
5	70.50	-32.49	32.56	0.802408	40.58
6	77.20	-27.85	35.66	0.866014	41.17
7	82.06	-21.40	37.90	0.917230	41.32
8	85.27	-13.71	39.37	0.957291	41.13
9	86.93	-5.29	40.02	0.986920	40.55
10	93.89	3.68	43.20	1.006468	42.92
11	123.67	17.21	57.07	1.015968	56.17
12	120.81	28.90	55.80	1.015140	54.97
13	116.32	39.45	53.72	1.003351	53.54
14	180.84	79.42	83.53	0.979493	85.27
15	101.68	54.83	46.96	0.941748	49.87
16	90.82	58.05	41.95	0.887079	47.29
17	107.38	79.37	49.59	0.809992	61.23
18	149.79	125.70	69.19	0.698800	99.01
19	106.90	99.72	49.37	0.532540	92.72

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main									Archive No.:	
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1									Page: 20	
Record:										

Ei nwi rkung     $E_d = (378.9 \cdot 8.62)$   
Wi derstand     $R_d = (947.9 \cdot 8.62 + 0.0)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d/R_d = 0.40 < 1.0$ : Nachweis erbracht.



## Bauzustand: 2 "[2] Situation C"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 3 Schichten

Name	quartäre	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\phi$	[°]	30	20
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$\delta, a$	[°]	20	13.33333
$\delta, p$	[°]	-20	-13.33333
$\delta, c$	[°]	10	6.666667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	420	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90
$k$	[cm/s]	0	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 97.00 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 57.80

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1
1.50	100.70	3.40	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1
5.90	100.70	7.80	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Trapezförmig	
Trapezförmig	

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00  
z [m] 94.00

## Anker

z [m]	min. l [m]	Alpha [°]	C-H [kN/m]	PO [kN]	u0 [m]
99.50	15.00	15.00	16980.83	200.00	0.0000

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.

Gleitflächenwinkel: DIN 4085.

Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.

Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .

Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.

Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi, \min = 40.000$ .

Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).

Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle

Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.

Koten der Umlagerung Z1: 99.500, Z2: 99.500 [m].

Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

Wandfuß wird gebettet gelagert.

Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

## Anker

Ankernachweise (tiefe Gleitfuge): Ja

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P: Ja

Nachweis des Herausziehens der Verpresskörper: Ja

$\delta, a$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.

$\delta, p$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch	
30.0	0.0	0.0	-20.0	--	--	--	5.004	--	quartäre
30.0	0.0	0.0	20.0	0.500	0.279	--	--	--	"
20.0	0.0	0.0	-13.3	--	--	--	2.606	-3.550	Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	13.3	0.658	0.426	1.180	--	--	"
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296	Frankfurter kalke

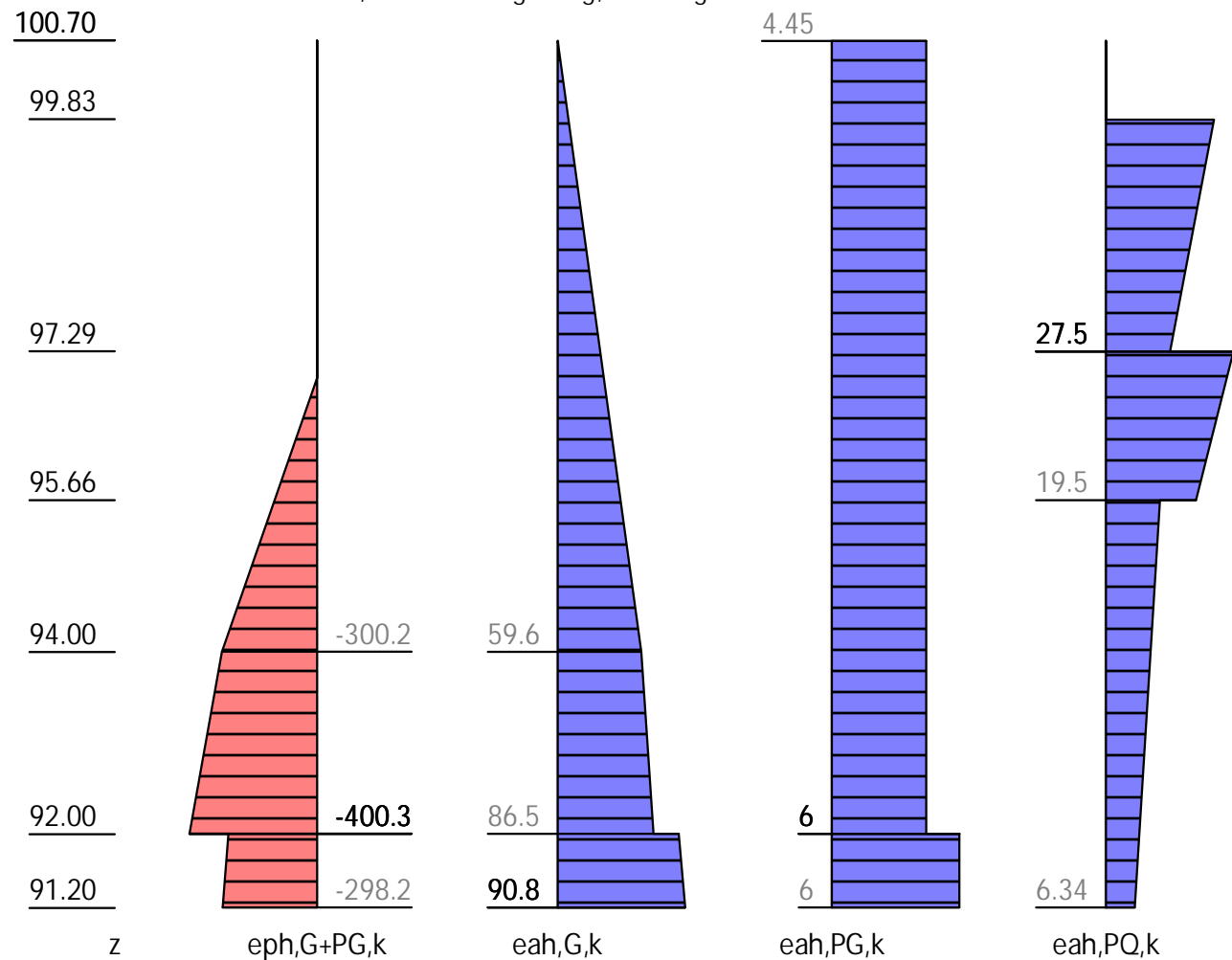
## Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 91.200$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m²]	eah, G, k [kN/m²]	eah, PG, k [kN/m²]	eah, PQ, k [kN/m²]	eah, d [kN/m²]
100.70		0.00	4.45		5.00
99.83		7.74	4.45	0.00	13.71
		7.74	4.45	23.33	44.04
97.29		30.34	4.45	13.86	57.15
		30.34	4.45	27.50	74.89
97.00	-0.00	32.92	4.45	26.07	75.93
95.66	-134.11	44.84	4.45	19.46	80.75
	-134.11	44.84	4.45	11.69	70.64
94.00	-300.25	59.61	4.45	9.70	84.67
92.00	-400.33	68.51	4.45	7.30	91.57
	-279.43	86.50	6.00	7.30	113.56
91.20	-298.19	90.82	6.00	6.34	117.17

Eph, G, k: -1382.00, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 398.74, Eah, PG, k: 43.50, Eah, PQ, k: 125.72, Eah, d: 660.96

# H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  100,  $E_p, q_k$  100,  $E_p, d$  100 [%]

100.70

99.83

97.29

95.66

94.00

92.00

91.20

z

PH,gk

PH,qk

PH,d

z [m]	PH, gk [kN/m2]	PH, qk [kN/m2]	PH, d [kN/m2]
100.70	0.00		0.00
99.83	22.66	0.00	25.49
	22.66	23.33	55.82
99.50	31.26	22.10	63.89
97.29	17.44	13.86	37.64
	17.44	27.50	55.37
97.00	15.63	26.07	51.47
	37.37	26.07	75.93
95.66	49.29	19.46	80.75
	49.29	11.69	70.64
94.00	64.06	9.70	84.67
92.00	72.95	7.30	91.57
	92.50	7.30	113.56
91.20	96.82	6.34	117.17

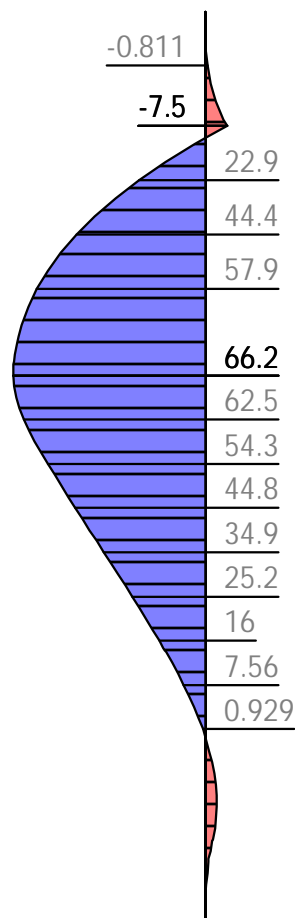
**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 99.500. Fx= -80.723 kN/m Abstützung

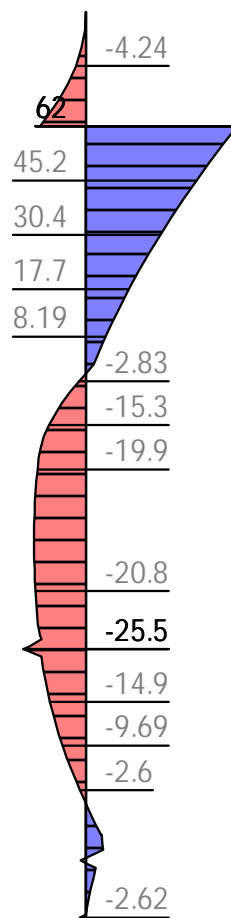
z= 93.472. Fx=-361.515 kN/m Bettung

**100.70****100.13****99.64****99.12****98.55****97.98****97.41****96.88****96.42****95.96****95.49****95.03****94.56****94.10****93.64****93.17****92.71****92.24****91.78****91.20**

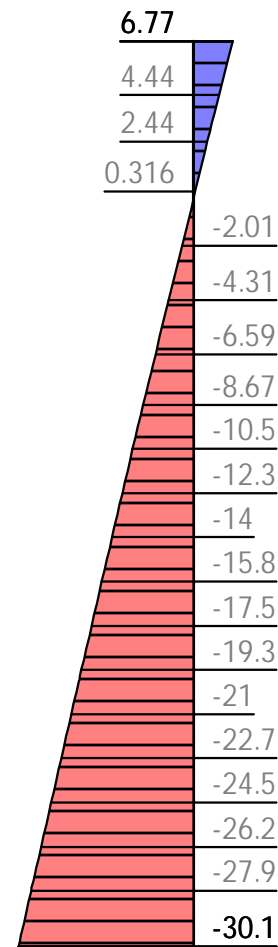
z



M,gk



V,gk



u,gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	0.00	0.00	0.00	6.77
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	6.77
99.50	31.26	-7.50	-18.75	-28.97	1.87
	31.26	-7.50	61.97	-47.45	1.87
99.37	30.46	-0.00	58.06	-51.08	1.35
99.04	28.40	17.52	48.36	-60.34	-0.00
97.00	15.63	66.03	3.36	-113.40	-8.21
	37.37	66.03	3.36	-113.40	-8.21
96.91	38.19	66.14	0.00	-116.19	-8.56
96.88	38.43	66.17	-1.01	-117.02	-8.67
95.09	54.36	36.28	-21.31	-158.03	-15.55
94.01	63.97	14.21	-25.51	-177.89	-19.61
93.93	64.37	12.73	-18.37	-178.72	-19.90
	64.37	12.73	-18.33	-178.72	-19.90
93.09	68.10	-0.00	-10.92	-185.74	-23.03
92.39	71.22	-4.04	-0.00	-190.03	-25.64
92.36	71.35	-4.06	0.55	-190.18	-25.75
92.00	72.95	-2.58	6.74	-191.81	-27.09
	92.50	-2.58	6.74	-191.81	-27.09
91.91	92.99	-1.94	7.16	-192.17	-27.44
91.82	93.45	-1.32	-0.00	-192.51	-27.75

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
91.78	93.69	-1.29	-0.64	-192.68	-27.91
91.77	93.73	-1.25	0.00	-192.70	-27.94
91.72	94.01	-1.04	4.21	-192.88	-28.13
91.23	96.67	-0.01	0.00	-194.31	-29.97
91.20	96.82	-0.00	-2.62	-194.37	-30.07

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

z= 99.500. Fx= -52.456 kN/m Abstützung

z= 94.193. Fx= -73.266 kN/m Bettung

100.70

100.13

99.64

99.12

98.55

97.98

97.41

96.88

96.42

95.96

95.49

95.03

94.56

94.03

93.52

93.06

92.59

92.13

91.66

91.20

z

M,qk

V,qk

u,qk

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
100.70		-0.00	-0.00	0.00	-6.46
100.70		-0.00	0.00	0.00	-6.46
100.13		0.01	0.01	0.00	-6.33
99.83	0.00	0.11	0.12	0.04	-6.26
	23.33	0.11	0.12	0.04	-6.26
99.83	23.31	0.08	-0.00	-0.01	-6.25
99.81	23.25	0.00	-0.44	-0.17	-6.25
99.50	22.10	-1.25	-7.50	-2.73	-6.18
	22.10	-1.25	44.96	-16.78	-6.18
99.47	21.99	0.00	44.33	-17.01	-6.17
97.29	13.86	50.95	5.19	-31.26	-5.57
	27.50	50.95	5.19	-31.26	-5.57

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
97.10	26.56	51.44	0.05	-33.03	-5.51
97.10	26.55	51.44	-0.00	-33.04	-5.50
95.75	19.91	35.25	-17.79	-39.10	-4.96
95.66	19.46	33.55	-17.67	-39.18	-4.92
	11.69	33.55	-17.67	-39.18	-4.92
94.01	9.71	11.04	-10.92	-35.88	-4.11
91.80	7.06	0.32	-1.88	-32.53	-2.97
91.20	6.34	0.00	-0.23	-32.08	-2.66

**Vorverformung**

Z= 99.50 m -&gt; u= 11.377 mm

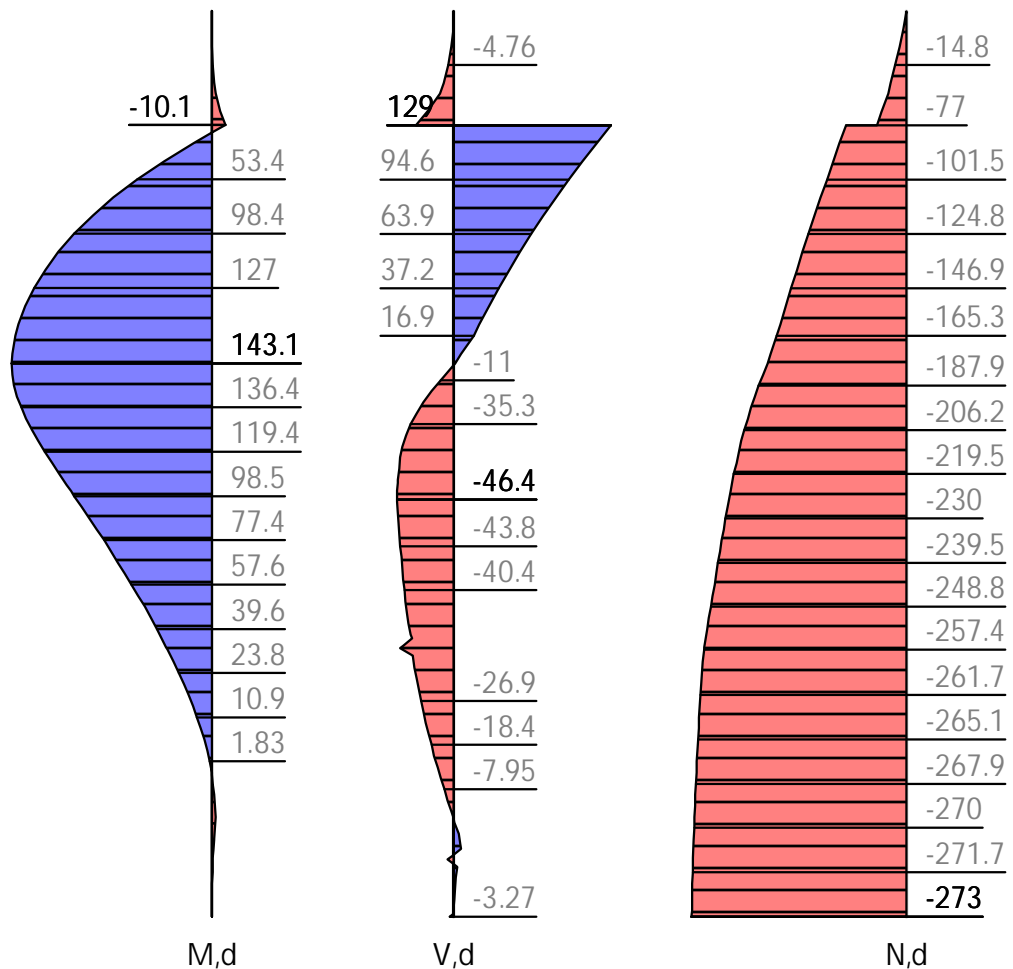
**Schnittgrößen: Design**

z= 99.500. Fx=-159.887 kN/m Abstützung

z= 93.598. Fx=-501.069 kN/m Bettung

**100.70****100.13****99.64****99.12****98.55****97.98****97.41****96.88****96.42****95.96****95.49****95.03****94.56****94.10****93.64****93.17****92.71****92.24****91.78****91.20**

z



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:																																																																																																																																																																		
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191																																																																																																																																																																				
Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:		Date: 04.12.2020																																																																																																																																																																		
<div><div><div>100.70</div><div>100.13</div><div>99.64</div><div>99.12</div><div>98.55</div><div>97.98</div><div>97.41</div><div>96.88</div><div>96.42</div><div>95.96</div><div>95.49</div><div>95.03</div><div>94.56</div><div>94.10</div><div>93.64</div><div>93.17</div><div>92.71</div><div>92.24</div><div>91.78</div><div>91.20</div></div><div><div>55.4</div><div>80.8</div><div>84.7</div><div>113.6</div><div>117.2</div></div><div><div>H,d</div></div></div> <div><div><div>-1.88</div><div>-3.77</div><div>-5.77</div><div>-7.95</div><div>-10.1</div><div>-12.2</div><div>-14.1</div><div>-15.7</div><div>-17.3</div><div>-18.9</div><div>-20.4</div><div>-21.9</div><div>-23.4</div><div>-24.9</div><div>-26.4</div><div>-27.9</div><div>-29.4</div><div>-30.9</div><div>-32.7</div></div><div><div>u,g+q,k</div></div></div> <table><tr><th>z</th><th>H, d</th><th>M, d</th><th>V, d</th><th>N, d</th><th>u, g+q, k</th></tr><tr><th>[m]</th><th>[kN/m]</th><th>[kNm/m]</th><th>[kN/m]</th><th>[kN/m]</th><th>[mm]</th></tr><tr><td>100.70</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.31</td></tr><tr><td>100.70</td><td>0.00</td><td>-0.00</td><td>-0.00</td><td>-0.00</td><td>0.31</td></tr><tr><td>100.62</td><td>2.36</td><td>-0.01</td><td>-0.23</td><td>-1.97</td><td>-0.00</td></tr><tr><td>99.83</td><td>25.49</td><td>-3.22</td><td>-11.09</td><td>-23.70</td><td>-3.04</td></tr><tr><td></td><td>55.82</td><td>-3.22</td><td>-11.09</td><td>-23.70</td><td>-3.04</td></tr><tr><td>99.50</td><td>63.89</td><td>-10.06</td><td>-30.84</td><td>-37.91</td><td>-4.31</td></tr><tr><td></td><td>63.89</td><td>-10.06</td><td>129.04</td><td>-76.97</td><td>-4.31</td></tr><tr><td>99.42</td><td>62.92</td><td>0.00</td><td>123.90</td><td>-80.56</td><td>-4.63</td></tr><tr><td>97.29</td><td>37.64</td><td>140.47</td><td>16.85</td><td>-165.27</td><td>-12.64</td></tr><tr><td></td><td>55.37</td><td>140.47</td><td>16.85</td><td>-165.27</td><td>-12.64</td></tr><tr><td>97.00</td><td>51.47</td><td>143.08</td><td>1.36</td><td>-177.13</td><td>-13.68</td></tr><tr><td></td><td>75.93</td><td>143.08</td><td>1.36</td><td>-177.13</td><td>-13.68</td></tr><tr><td>95.66</td><td>80.75</td><td>100.84</td><td>-46.24</td><td>-224.03</td><td>-18.31</td></tr><tr><td></td><td>70.64</td><td>100.84</td><td>-46.24</td><td>-224.03</td><td>-18.31</td></tr><tr><td>95.58</td><td>71.32</td><td>97.14</td><td>-46.36</td><td>-225.70</td><td>-18.58</td></tr><tr><td>94.01</td><td>84.59</td><td>32.30</td><td>-43.82</td><td>-257.26</td><td>-23.72</td></tr><tr><td>93.93</td><td>84.91</td><td>29.62</td><td>-33.54</td><td>-258.10</td><td>-23.97</td></tr><tr><td></td><td>84.91</td><td>29.62</td><td>-33.45</td><td>-258.10</td><td>-23.97</td></tr><tr><td>92.68</td><td>89.21</td><td>-0.00</td><td>-11.53</td><td>-267.36</td><td>-27.98</td></tr><tr><td>92.24</td><td>90.74</td><td>-2.71</td><td>-0.28</td><td>-269.49</td><td>-29.38</td></tr><tr><td>92.00</td><td>91.57</td><td>-1.96</td><td>5.27</td><td>-270.41</td><td>-30.17</td></tr><tr><td></td><td>113.56</td><td>-1.96</td><td>5.27</td><td>-270.41</td><td>-30.17</td></tr><tr><td>91.91</td><td>113.97</td><td>-1.42</td><td>6.16</td><td>-270.79</td><td>-30.47</td></tr><tr><td>91.85</td><td>114.24</td><td>-1.04</td><td>-0.00</td><td>-271.03</td><td>-30.65</td></tr><tr><td>91.78</td><td>114.55</td><td>-0.96</td><td>-3.23</td><td>-271.31</td><td>-30.87</td></tr></table> <div><div>z</div><div>H,d</div><div>u,g+q,k</div></div> <div><div>Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main</div><div>Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1</div><div>Record:</div></div> <div><div>Page: 29</div><div>Archive No.:</div></div>			z	H, d	M, d	V, d	N, d	u, g+q, k	[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	100.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.31	100.62	2.36	-0.01	-0.23	-1.97	-0.00	99.83	25.49	-3.22	-11.09	-23.70	-3.04		55.82	-3.22	-11.09	-23.70	-3.04	99.50	63.89	-10.06	-30.84	-37.91	-4.31		63.89	-10.06	129.04	-76.97	-4.31	99.42	62.92	0.00	123.90	-80.56	-4.63	97.29	37.64	140.47	16.85	-165.27	-12.64		55.37	140.47	16.85	-165.27	-12.64	97.00	51.47	143.08	1.36	-177.13	-13.68		75.93	143.08	1.36	-177.13	-13.68	95.66	80.75	100.84	-46.24	-224.03	-18.31		70.64	100.84	-46.24	-224.03	-18.31	95.58	71.32	97.14	-46.36	-225.70	-18.58	94.01	84.59	32.30	-43.82	-257.26	-23.72	93.93	84.91	29.62	-33.54	-258.10	-23.97		84.91	29.62	-33.45	-258.10	-23.97	92.68	89.21	-0.00	-11.53	-267.36	-27.98	92.24	90.74	-2.71	-0.28	-269.49	-29.38	92.00	91.57	-1.96	5.27	-270.41	-30.17		113.56	-1.96	5.27	-270.41	-30.17	91.91	113.97	-1.42	6.16	-270.79	-30.47	91.85	114.24	-1.04	-0.00	-271.03	-30.65	91.78	114.55	-0.96	-3.23	-271.31	-30.87
z	H, d	M, d	V, d	N, d	u, g+q, k																																																																																																																																																															
[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]																																																																																																																																																															
100.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31																																																																																																																																																															
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.31																																																																																																																																																															
100.62	2.36	-0.01	-0.23	-1.97	-0.00																																																																																																																																																															
99.83	25.49	-3.22	-11.09	-23.70	-3.04																																																																																																																																																															
	55.82	-3.22	-11.09	-23.70	-3.04																																																																																																																																																															
99.50	63.89	-10.06	-30.84	-37.91	-4.31																																																																																																																																																															
	63.89	-10.06	129.04	-76.97	-4.31																																																																																																																																																															
99.42	62.92	0.00	123.90	-80.56	-4.63																																																																																																																																																															
97.29	37.64	140.47	16.85	-165.27	-12.64																																																																																																																																																															
	55.37	140.47	16.85	-165.27	-12.64																																																																																																																																																															
97.00	51.47	143.08	1.36	-177.13	-13.68																																																																																																																																																															
	75.93	143.08	1.36	-177.13	-13.68																																																																																																																																																															
95.66	80.75	100.84	-46.24	-224.03	-18.31																																																																																																																																																															
	70.64	100.84	-46.24	-224.03	-18.31																																																																																																																																																															
95.58	71.32	97.14	-46.36	-225.70	-18.58																																																																																																																																																															
94.01	84.59	32.30	-43.82	-257.26	-23.72																																																																																																																																																															
93.93	84.91	29.62	-33.54	-258.10	-23.97																																																																																																																																																															
	84.91	29.62	-33.45	-258.10	-23.97																																																																																																																																																															
92.68	89.21	-0.00	-11.53	-267.36	-27.98																																																																																																																																																															
92.24	90.74	-2.71	-0.28	-269.49	-29.38																																																																																																																																																															
92.00	91.57	-1.96	5.27	-270.41	-30.17																																																																																																																																																															
	113.56	-1.96	5.27	-270.41	-30.17																																																																																																																																																															
91.91	113.97	-1.42	6.16	-270.79	-30.47																																																																																																																																																															
91.85	114.24	-1.04	-0.00	-271.03	-30.65																																																																																																																																																															
91.78	114.55	-0.96	-3.23	-271.31	-30.87																																																																																																																																																															

-1.88

-3.77

-5.77

-7.95

-10.1

-12.2

-14.1

-15.7

-17.3

-18.9

-20.4

-21.9

-23.4

-24.9

-26.4

-27.9

-29.4

-30.9

-32.7

u,g+q,k



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	

z	H, d	M, d	V, d	N, d	u, g+q, k
[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]
91.72	114.82	-0.77	3.20	-271.52	-31.06
91.23	117.04	-0.00	0.13	-272.97	-32.64
	117.04	-0.00	0.00	-272.97	-32.64
91.20	117.17	-0.00	-3.27	-273.03	-32.73

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

γ, G_dst	γ, EOG	γ, W	γ, G_stb	γ, Q_dst	γ, Q_stb	γ, phi	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	γ, Tilt	γ, Stbl						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
99.50	372.5	-179.9

Bettung

z	B	B, adapt	σB, gk	σB, qk	σB-eph	B*u
[m]	[MN/m3]	[MN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]
97.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
96.00	3.50	3.50	-42.20	-17.71	40.18	-60.06
92.00	3.50	3.50	-94.66	-10.76	294.91	-105.58
	3.00	3.00	-81.14	-9.22	189.07	-90.50
91.20	3.00	3.00	-90.09	-7.97	200.13	-98.20

Erdstatische Nachweise

Nachweis des Erdaufлагers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

γ, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625

Rd = Eph, k/γ, Re = 1382.00 / 1.625 = 850.46 [kN/m]

Ed(APx, d)/Rd = 501.07 / 850.46 = 0.589 [-]. Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	442.24	136.17
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	-80.72	21.63
Bettung, g (δ, p=-19.08°)	-361.52	-125.05
Bettung, g (δ, C=0.00°)		0.00
Σ	-0.00	197.49
		(nach unten)

Mittlere Ankerneigung α, A = 15.00° >= 15°.

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk >= Bvk: 322.54 >= 125.05 Nachweis erfüllt

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1	Page: 30
Record:	

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	567.96	179.53
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	-133.18	35.69
Bettung, g ( $\delta, p=-19.08^\circ$ )	-361.52	-125.05
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta, p=-19.08^\circ$ )	-73.27	-25.34
Bettung, q ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	-0.00	229.57 (nach unten)

Mittlere Ankerneigung  $\alpha, A = 15.00^\circ \geq 15^\circ$ .

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk  $\geq$  Bvk: 379.96  $\geq$  150.39 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl:	300.912	361.095
Q:	43.361	56.369
Av, g:	21.630	25.956
Av, q:	14.056	18.272
Vd:		461.692

Einbindetiefe  $t_0, s:$  5.80 m (statisch notwendig)

$t_0, r:$  0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

$t_0:$  5.80 m

$t_w = t_0 - 0.50$   $t_w:$  5.30 m

Annahme: Überschnittene Bohrpfehlwand mit Anordnung 1-1-1.

Mantelfläche  $U_{r,p}:$  1.18 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )

"-"  $U_{r,a}:$  1.18 m/m

Mantelreibung  $q_r:$  70.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche  $A_b:$  0.79 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand  $q_s:$  1000.00 kN/m<sup>2</sup>

$\eta, t: \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.00) = 1.00$

Spitzendruck

$R_{b,k}: A_b \cdot q_s \cdot \eta, t = 786.36$  kN/m

Mantelreibung

$F_{mr}: U_{r,p} \cdot t_0 + U_{r,a} \cdot t_0, r = 6.86$  m<sup>2</sup>/m

$Q_{mr}: F_{mr} \cdot q_r = 479.95$  kN/m

Nachweis

Vd: 461.69 kN/m

Rd:  $(R_{b,k} + Q_{mr}) / \gamma_P$

$(786.36 + 479.95) / 1.750 = 723.60$  kN/m

Ed/Rd: 0.638 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $R_{b,k} / \gamma_P + Bvk / \gamma_{Re}$

$786.36 / 1.750 + 150.39 / 1.625 = 541.90$  kN/m

Ed/Rd: 0.852 [-]

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Nachweis erfüllt

### Ankernachweise

#### Anker - Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge

Lastfall: alle Lasten BS-T  
 Automatische Ermittlung der Ankerlängen:  
 Alle Anker werden (falls nötig) verlängert  
 Günstig wirkende, veränderliche Lasten im Hauptgleitkörper werden nicht berücksichtigt.  
 Fußpunkt der tiefen Gleitfuge: z= 91.75 m

Iteration der Bruchmechanismen:

IA ..... Länge Anker von Kopf bis Mitte Verpresskörper.  
 W, k ..... Result. Kräfte aus Eigengewicht Bruchkörper, Lasten, Kohäsion, ...  
 Q, k ..... Kraft in der flachen Hauptgleitfuge.  
 Ea1, k ..... Erddruck auf Ersatzwand.  
 Ea2, k ..... Erddruck zwischen Wand und Hauptgleitkörper.  
 Ra\_cal, d .... Bemessungskraft des Widerstandes aus dem Kräftegleichgewicht.  
                   Ra\_cal, d entspricht der max. möglichen Ankerkraft aus dem Krafteck.  
 Sum(A, d) .... Einwirkende Ankerkräfte über Verpresskörperanteile innerhalb des  
                   Bruchkörpers. Sum(A, d) wird aus den vorhandenen Ankerzugkräften der  
                   Wandberechnung ermittelt.

z	θ1	θ2	IA	W, k	Q, k	Ea1, k	Ea2, k	Ra_cal, d	Sum(A, d)	Ed/Rd
[m]	[°]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
99.50	15.0	59.0	15.00	2077.0	1755.1	138.0	538.4	625.5	185.7	0.30

Maßgebender Gleitkörper:

Geometrie:

Fußpunkt der tiefen Gleitfuge	x/z = 0.01/ 91.75 m
Schnitt flache/steile Hauptgleitfuge	x/z = 14.49/ 95.62 m
Schnitt steile Hauptgleitfuge/Gelände	x/z = 17.92/100.70 m
Schnitt Zwischengleitfuge/Gelände	x/z = 14.49/100.70 m
Neigung flache Hauptgleitfuge	θ1 = 14.96°
Neigung steile Hauptgleitfuge	θ2 = 59.00°
Neigung Zwischengleitfuge	θ12 = 90.00°

Lasten / Kräfte (charakteristisch)

		Fx	Fz	F	
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
Gewicht Hauptgleitkörper	G, k:	0.0	-2031.7	2031.7	
Flächenlast auf/in Hauptgleitkörper	F1, k:	0.0	-144.8	144.8	
Kohäsion flache Hauptgleitfuge	C, k:	18.8	5.0	19.4	
Porenwasserdruck Hauptgleitkörper	U, k:	-0.2	94.6	94.6	
Erddruck auf Ersatzwand	Ea1, k:	-137.5	-12.0	138.0	δ= 5.0°
Erddruck zw. Wand<->Hauptgleitkörper	Ea2, k:	511.9	166.7	538.4	
Kraft in flacher Hauptgleitfuge	Q, k:	437.7	1699.6	1755.1	
Summe = mögl. Ankerkräfte:	Ra_cal, k:	830.7	-222.6	860.0	

Einwirkende Ankerkräfte      Ed: Sum(A, d)      =    185.7 kN/m  
 Eh: 75 % EOh -> γ, Re = 1.375 (EAB EB 44-11).  
 Mögliche Ankerkräfte      Rd: Ra\_cal, d = 860.0/1.375 = 625.5 kN/m

Nachweis i. d. t. Gleitfuge      Ed/Rd = 0.30 < 1.0: Nachweis erbracht.

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1	Page: 32
Record:	

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

### Nachweis des Stahlzuggliedes

l, tot ... [m]: Gesamtlänge Anker incl. Überstand am Kopf  
 As .... [mm<sup>2</sup>]: Querschnittsfläche Stahlzugglied  
 Ri, d ... [kN]: Tragfähigkeit des Zuggliedes ( $\gamma, M=1.15$ )  
 A, d .... [kN]: Bemessungskraft des Ankers aus Wandberechnung

z[m]	Ankertyp
l, tot	As
Ri, d	A, d
99.50	Litzenanker; 8x0.60"; 1570/1770
18.00	1120
1460.9	> 372.5
Nachweis erfüllt	

Nachweis des Stahlzuggliedes: Nachweis erfüllt

### Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper

lV k ..... Länge Verpresskörper  
 DmV k ..... Durchmesser Verpresskörper  
 $\tau_{Gr, k}$  .... Mittlere angesetzte Mantelreibung über die Verpressstrecke (aus Bodenparameter)  
 Ra, k ..... Charakteristischer Widerstand des Ankers  
 $\gamma_A$  ..... Teilsicherheitsbeiwert Anker Herausziehen  
 Ra, d ..... = Ra, k /  $\gamma_A$   
 A, d ..... Bemessungskraft des Ankers aus Wandberechnung

z	lV k	DmV k	$\tau_{Gr, k}$	Ra, k	$\gamma_A$	Ra, d	A, d	A, d/Ra, d
[m]	[m]	[mm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
99.50	6.00	150	420	1187.5	1.100	1079.6	> 372.5	0.3

Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper: Nachweis erfüllt

### Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GE0] A2+M2+R3, BS-P)

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb  $R \cdot \sin(\phi)$  liegen.  
 Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m<sup>2</sup> haben.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])  
 Mittelpunkt = (-1.73, 100.72), Radius = 9.69  
 Startpunkt = (-10.68, 97.00), Endpunkt = (7.96, 100.70)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite	dxM	Gewicht	Auflast	Wasser-	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	b	[m]	[kN/m]	z-Ri	auflast	[kN/m]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]
		[m]			[kN/m]					
1	-10.19	0.97	-8.46	19.4	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
2	-9.23	0.97	-7.49	46.9	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
3	-8.26	0.97	-6.52	66.7	0.0	0.0	-4.1	24.79	0.00	-32.60*
4	-7.29	0.97	-5.55	81.7	0.0	0.0	-11.6	24.79	0.00	-32.60*
5	-6.32	0.97	-4.59	93.3	0.0	0.0	-17.4	24.79	0.00	-28.24
6	-5.35	0.97	-3.62	101.8	0.0	0.0	-21.8	16.23	16.00	-21.92
7	-4.38	0.97	-2.65	107.9	0.0	0.0	-25.0	16.23	16.00	-15.86
8	-3.41	0.97	-1.68	112.0	0.0	0.0	-27.2	16.23	16.00	-9.98
9	-2.44	0.97	-0.71	114.2	0.0	0.0	-28.4	16.23	16.00	-4.20

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1	
Record:	Page: 33

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf  $45^\circ$ -Phi/2 begrenzt.

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	19.35	-16.90	8.94	0.711798	12.56
2	46.92	-36.28	21.67	0.711798	30.44
3	66.69	-44.90	28.89	0.711798	40.59
4	81.70	-46.84	32.39	0.711798	45.51
5	93.26	-44.13	35.04	0.766221	45.73
6	101.79	-37.99	38.79	0.870699	44.55
7	107.89	-29.48	39.63	0.920192	43.06
8	111.98	-19.40	40.19	0.958406	41.93
9	114.20	-8.36	40.49	0.986122	41.06
10	114.62	3.07	40.55	1.003731	40.40
11	113.24	14.35	40.36	1.011304	39.91
12	189.69	43.01	63.12	1.008602	62.58
13	231.02	75.49	75.94	0.995040	76.32
14	282.92	120.74	92.18	0.969579	95.07
15	223.96	117.97	96.76	0.977700	98.97
16	155.55	97.49	68.26	0.931138	73.31
17	138.22	100.45	62.92	0.863058	72.90
18	207.29	171.38	95.74	0.762961	125.49
19	202.72	190.23	93.63	0.573071	163.39
-----					-----
		649.90			1193.78

Anteile aus Ankern:	Summe	Moment abtreibend :	-91.8 kN*m/m
	"	rückhaltend :	259.3 kN*m/m

Ei nwi rkung     $E_d = (649.9 \cdot 9.69 - 91.8)$   
Wi derstand     $R_d = (1193.8 \cdot 9.69 + 259.3)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d/R_d = 0.52 < 1.0$ : Nachweis erbracht.

## Bauzustand: 3 "[3] Situation C +"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 3 Schichten

Name	quartäre	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\phi$	[°]	30	20
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$\delta, a$	[°]	20	13.33333
$\delta, p$	[°]	-20	-13.33333
$\delta, c$	[°]	10	6.666667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	420	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90
$k$	[cm/s]	0	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 95.50 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 57.80

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1
1.50	100.70	3.40	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1
5.90	100.70	7.80	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Trapezförmig	
Trapezförmig	

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00  
z [m] 94.00

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Anker

z [m]	min. l [m]	Alpha [°]	C-H [kN/m]	PO [kN]	u0 [m]
97.50	10.00	15.00	22005.40	410.00	0.0000

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .  
 Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi_{\min} = 40.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Koten der Umlagerung Z1: 97.500, Z2: 97.500 [m].  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
 Wandfuß wird gebettet gelagert.  
 Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

## Anker

Ankernachweise (tiefe Gleitfuge): Ja  
 Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P: Ja  
 Nachweis des Herausziehens der Verpresskörper: Ja  
 $\delta_a$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.  
 $\delta_p$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	-20.0	--	--	--	5.004	-- quartäre
30.0	0.0	0.0	20.0	0.500	0.279	--	--	-- "
20.0	0.0	0.0	-13.3	--	--	--	2.606	-3.550 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	13.3	0.658	0.426	1.180	--	-- "
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

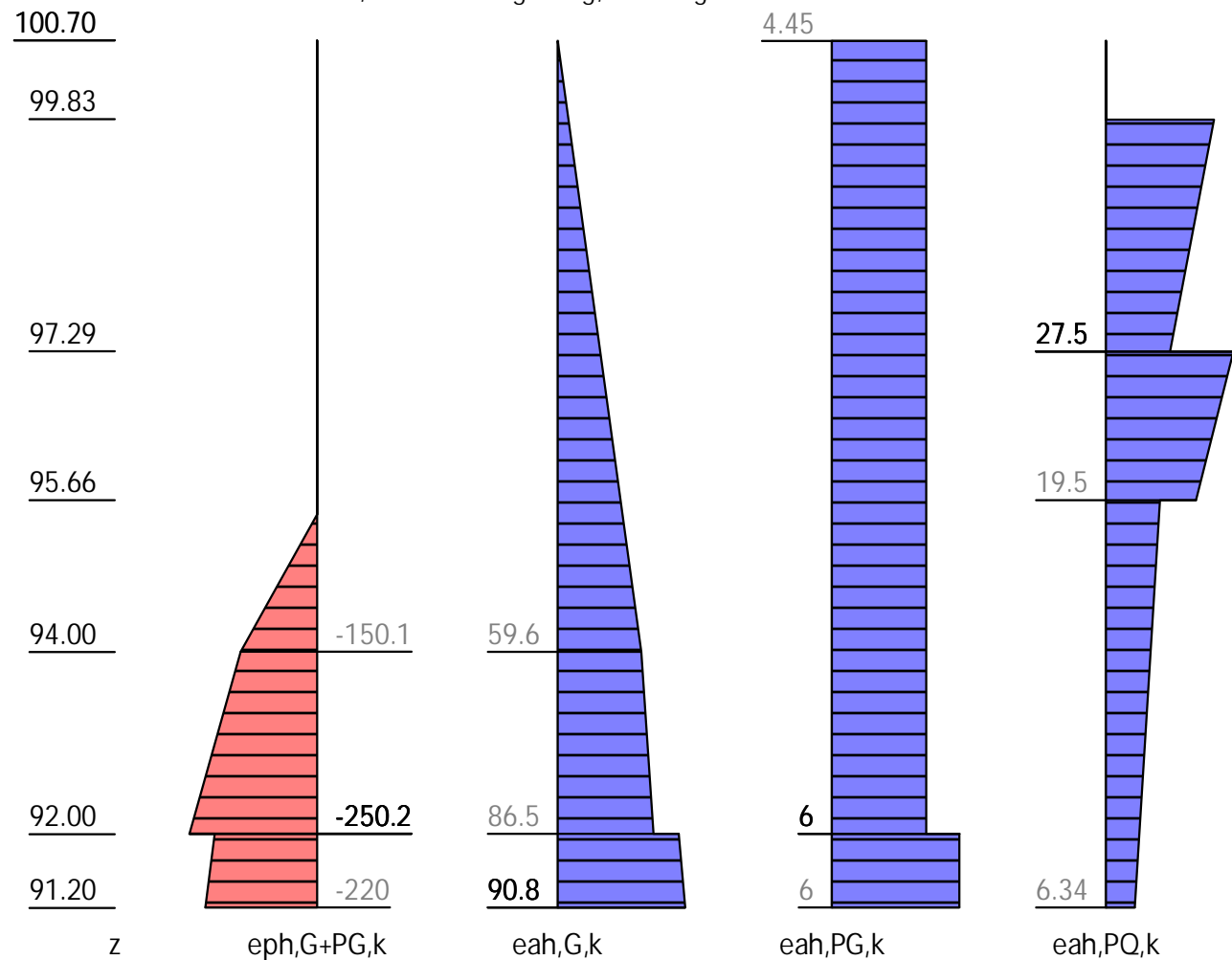
Fußtiefe für Statik:  $z_f = 91.200$

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1	Page: 36
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PG, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PQ, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70		0.00	4.45		5.00
99.83		7.74	4.45	0.00	13.71
		7.74	4.45	23.33	44.04
97.29		30.34	4.45	13.86	57.15
		30.34	4.45	27.50	74.89
95.66		44.84	4.45	19.46	80.75
		44.84	4.45	11.69	70.64
95.50	-0.00	46.26	4.45	11.50	72.00
94.00	-150.12	59.61	4.45	9.70	84.67
92.00	-250.21	68.51	4.45	7.30	91.57
	-201.27	86.50	6.00	7.30	113.56
91.20	-220.03	90.82	6.00	6.34	117.17

Eph, G, k: -681.44, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 398.74, Eah, PG, k: 43.50, Eah, PQ, k: 125.72, Eah, d: 660.96



# H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  100,  $E_p, q_k$  100,  $E_p, d$  100 [%]

100.70

99.83

97.50

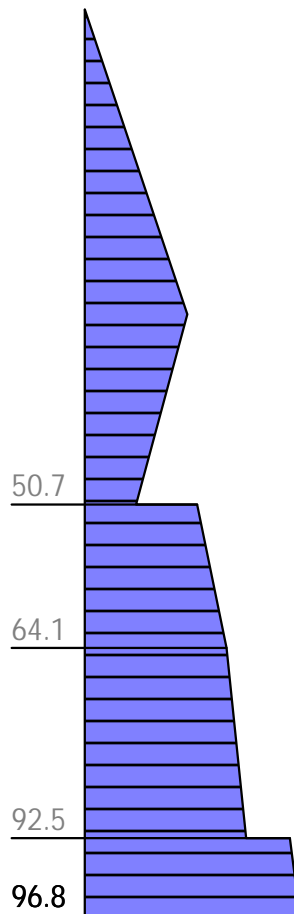
95.66

94.00

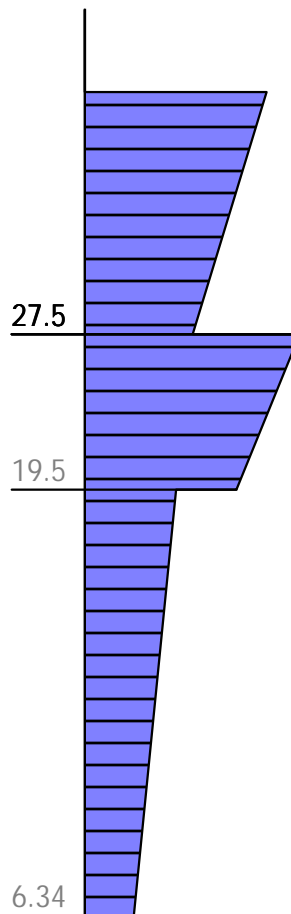
92.00

91.20

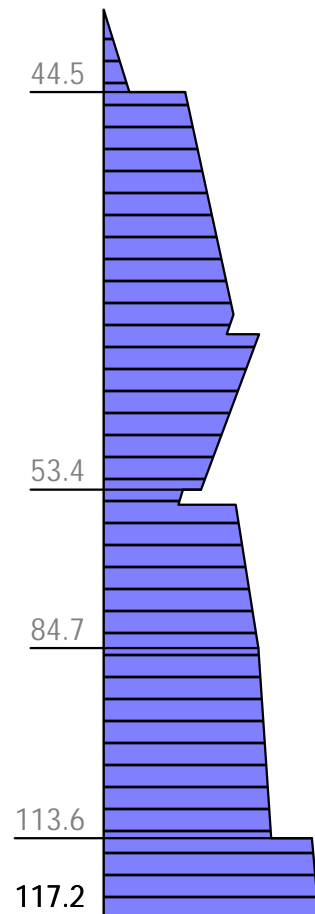
z



PH,gk



PH,qk



PH,d

z [m]	PH, gk [kN/m2]	PH, qk [kN/m2]	PH, d [kN/m2]
100.70	0.00		0.00
99.83	12.58	0.00	14.15
	12.58	23.33	44.48
97.50	46.26	14.64	71.08
97.29	43.84	13.86	67.33
	43.84	27.50	85.07
95.66	24.98	19.46	53.41
	24.98	11.69	43.30
95.50	23.13	11.50	40.97
	50.71	11.50	72.00
94.00	64.06	9.70	84.67
92.00	72.95	7.30	91.57
	92.50	7.30	113.56
91.20	96.82	6.34	117.17

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 97.500. Fx=-165.651 kN/m Abstützung

z= 92.845. Fx=-276.587 kN/m Bettung

100.70

100.13

99.64

99.18

98.69

98.23

97.74

97.29

96.74

96.17

95.60

95.11

94.64

94.17

93.69

93.22

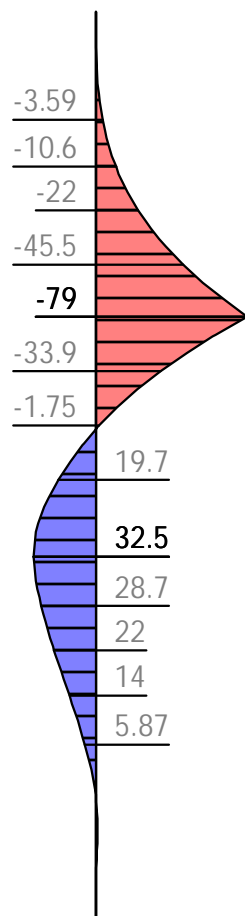
92.75

92.28

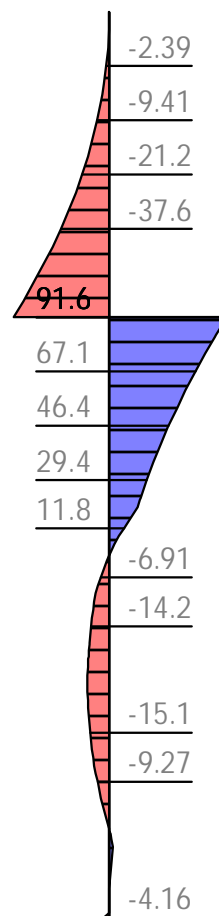
91.80

91.20

z



M,gk



V,gk

20.6

17.4

14.8

12.2

9.53

6.99

4.28

1.77

-1.33

-4.55

-7.77

-10.7

-13.6

-16.5

-19.4

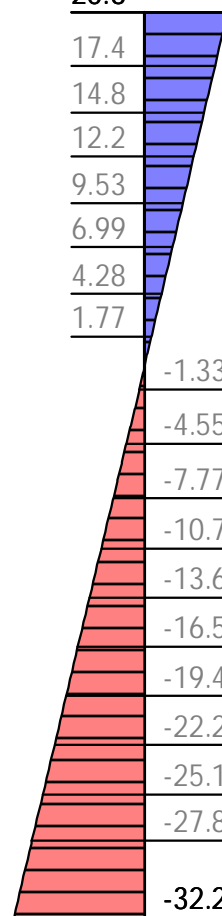
-22.2

-25.1

-27.8

-32.2

u,gk

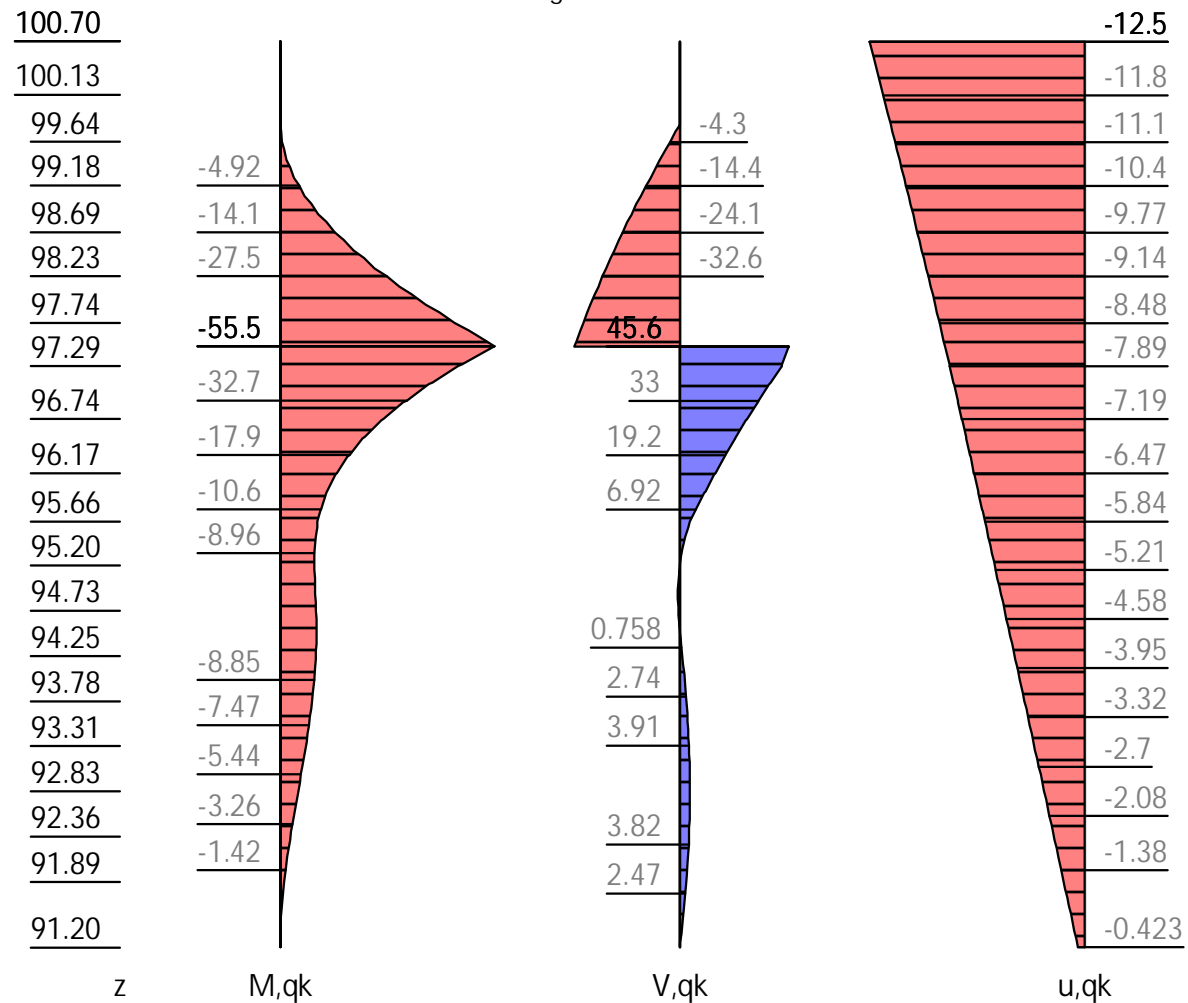


z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	-0.00	0.00	0.00	20.58
100.70	0.00	-0.00	0.00	-0.00	20.58
97.50	46.26	-78.96	-74.02	-85.52	2.94
	46.26	-78.96	91.63	-126.47	2.94
96.98	40.20	-37.19	69.02	-143.68	-0.00
96.32	32.61	0.00	45.13	-163.88	-3.70
95.50	23.13	27.19	22.23	-186.99	-8.33
	50.71	27.19	22.23	-186.99	-8.33
95.00	55.20	32.46	-0.00	-204.16	-11.15
94.98	55.34	32.47	-0.51	-204.62	-11.23
93.65	65.61	16.19	-16.95	-233.47	-18.66
92.45	70.93	-0.00	-6.53	-244.04	-25.29
92.15	72.29	-1.14	-0.53	-245.63	-27.01
92.12	72.40	-1.12	-0.00	-245.73	-27.14
92.00	72.95	-0.96	2.34	-246.21	-27.82
	92.50	-0.96	2.34	-246.21	-27.82
91.94	92.83	-0.79	3.14	-246.43	-28.14
91.29	96.32	-0.00	0.05	-247.88	-31.75
91.25	96.57	0.00	-0.00	-247.91	-32.00
91.20	96.82	-0.00	-4.16	-247.94	-32.25

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

z= 97.500. Fx= -89.822 kN/m Abstützung

z= 93.684. Fx= -35.900 kN/m Bettung



z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
100.70		0.00	-0.00	0.00	-12.54
100.13		0.02	0.04	0.01	-11.75
99.83	0.00	0.07	0.08	0.03	-11.34
	23.33	0.07	0.08	0.03	-11.34
99.83	23.32	0.06	-0.00	-0.00	-11.33
99.81	23.27	0.00	-0.35	-0.13	-11.31
97.50	14.64	-55.47	-44.24	-16.10	-8.16
	14.64	-55.47	45.58	-40.17	-8.16
97.29	13.86	-46.12	42.56	-41.27	-7.89
	27.50	-46.12	42.56	-41.27	-7.89
95.66	19.46	-9.67	4.26	-54.39	-5.84
	11.69	-9.67	4.26	-54.39	-5.84
95.22	11.16	-8.93	-0.00	-55.76	-5.29
94.90	10.78	-9.13	-0.99	-56.05	-4.89
94.86	10.73	-9.17	-1.01	-56.04	-4.85
94.49	10.29	-9.41	-0.00	-55.64	-4.40
94.47	10.26	-9.41	0.13	-55.60	-4.37
92.79	8.25	-4.52	4.27	-53.95	-2.33
91.21	6.35	-0.00	0.00	-55.23	-0.43
91.20	6.34	0.00	-0.05	-55.24	-0.42

**Vorverformung**

Z= 99.50 m -&gt; u= -4.309 mm

Z= 97.50 m -&gt; u= 17.997 mm

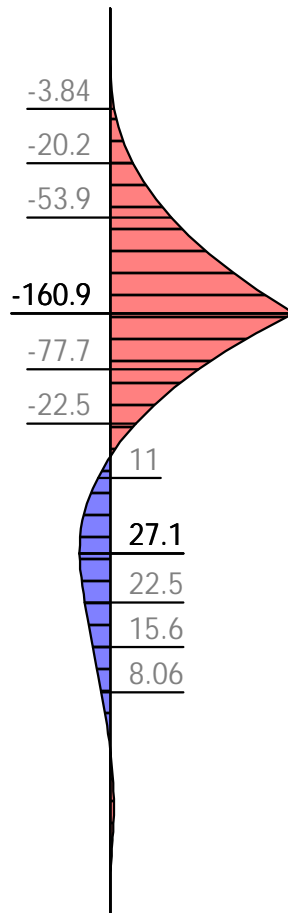
**Schnittgrößen: Design**

z= 97.500. Fx=-304.087 kN/m Abstützung

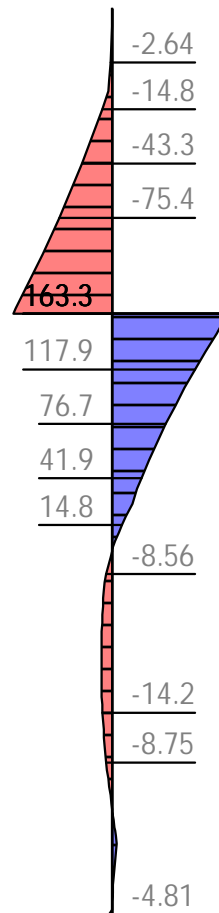
z= 92.942. Fx=-356.870 kN/m Bettung

**100.70****100.13****99.64****99.07****98.50****97.93****97.31****96.72****96.15****95.66****95.20****94.73****94.25****93.78****93.31****92.83****92.36****91.89****91.20**

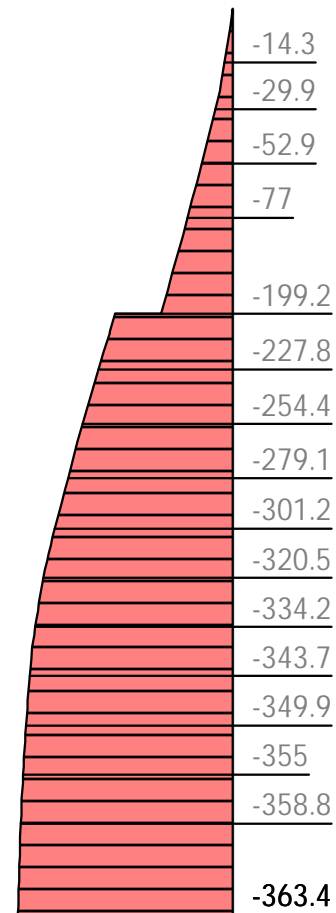
z



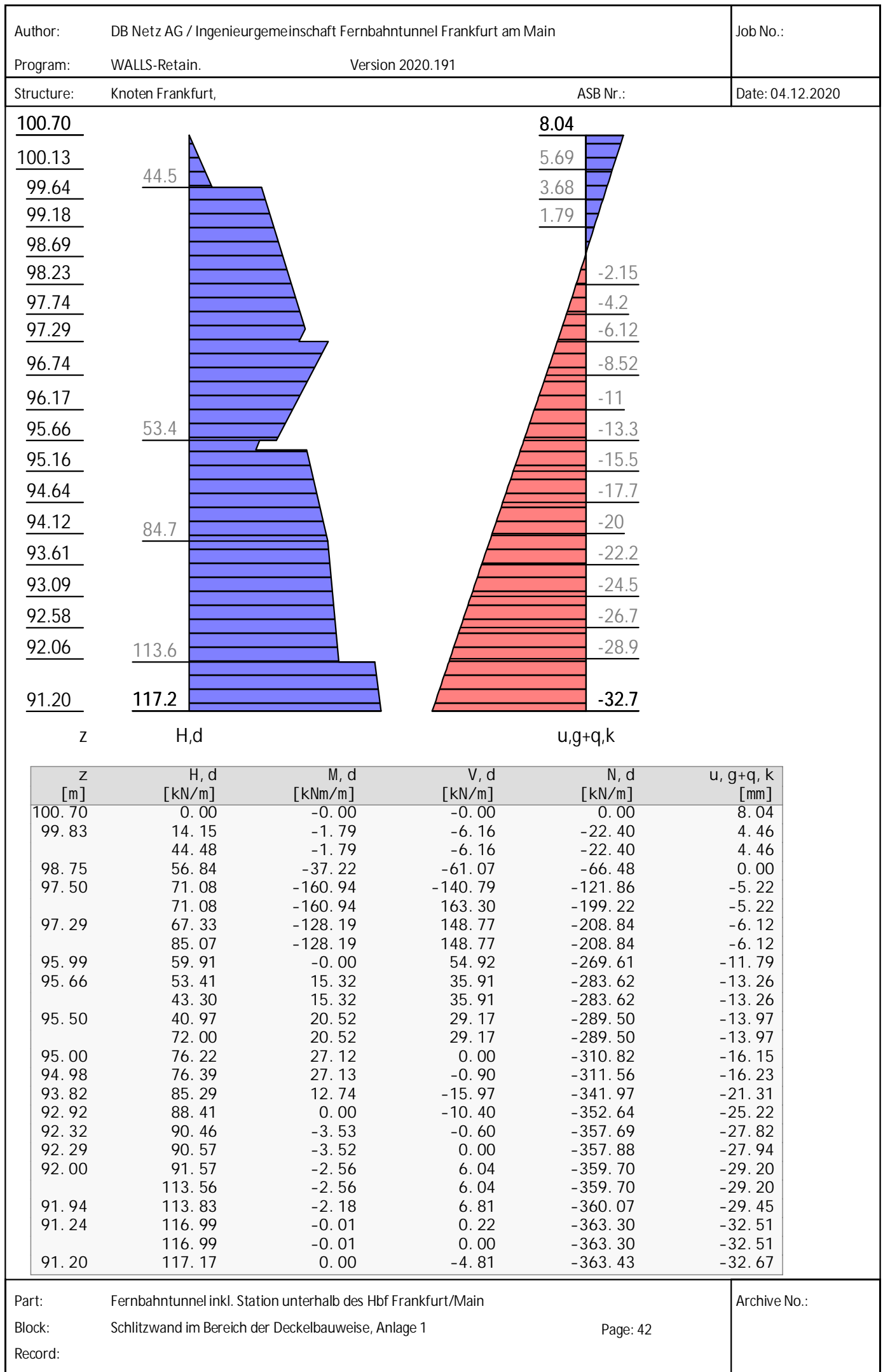
M,d



V,d



N,d



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
97.50	706.4	-341.2

### Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B, qk$ [kN/m2]	$\sigma_B, eph$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
95.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
94.50	3.50	3.50	-48.93	-15.44	35.71	-64.20
92.00	3.50	3.50	-97.53	-4.84	147.84	-102.20
	3.00	3.00	-83.60	-4.15	113.52	-87.60
91.20	3.00	3.00	-96.90	-1.26	121.87	-98.02

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 681.44 / 1.625 = 419.35 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d) / Rd = 356.87 / 419.35 = 0.851 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	442.24	136.17
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 97.50	-165.65	44.39
Bettung, g ( $\delta, p = -18.76^\circ$ )	-276.59	-93.94
Bettung, g ( $\delta, C = 0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	251.36
		(nach unten)

Mittlere Ankerneigung  $\alpha, A = 15.00^\circ \geq 15^\circ$ .

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$Vk \geq Bvk: 345.30 \geq 93.94 \text{ Nachweis erfüllt}$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	567.96	179.53
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 97.50	-255.47	68.45

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 43	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1		
Record:		

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Pos.	H	V
Bettung, g ( $\delta, p = -18.76^\circ$ )	-276.59	-93.94
Bettung, g ( $\delta, C = 0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta, p = -18.76^\circ$ )	-35.90	-12.19
Bettung, q ( $\delta, C = 0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	306.59
		(nach unten)

Mittlere Ankerneigung  $\alpha, A = 15.00^\circ \geq 15^\circ$ .

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1  
 Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$V_k \geq B_vk: 412.73 \geq 106.13$  Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	300.912	361.095
Q:	43.361	56.369
Av, g:	44.386	53.263
Av, q:	24.068	31.288
-----		
Vd:		502.016

Einbindetiefe  $t_0, s: 4.30 \text{ m}$  (statisch notwendig)  
 $t_0, r: 0.00 \text{ m}$  (Rammtiefenzuschlag)  
 $t_0: 4.30 \text{ m}$   
 $t_w = t_0 - 0.50$   $t_w: 3.80 \text{ m}$

Annahme: Überschnittene Bohrfahlwand mit Anordnung 1-1-1.

Mantelfläche  $U_r, p: 1.18 \text{ m/m}$  (passiv, entlang  $t_0$ )  
 -"-  $U_r, a: 1.18 \text{ m/m}$

Mantelreibung  $q_r: 70.00 \text{ kN/m}^2$   
 Aufstandsfläche  $A_b: 0.79 \text{ m}^2/\text{m}$   
 Spitzendruck  $q_s: 1000.00 \text{ kN/m}^2$   
 $\eta, t: \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.00) = 1.00$

Spitzendruck  
 $R_b, k: A_b \cdot q_s \cdot \eta, t = 786.36 \text{ kN/m}$

Mantelreibung  
 $F, m_r: U_r, p \cdot t_0 + U_r, a \cdot t_0, r = 5.08 \text{ m}^2/\text{m}$   
 $Q, m_r: F_m, r \cdot q_r = 355.82 \text{ kN/m}$

Nachweis  
 $V_d: 502.02 \text{ kN/m}$   
 $R_d: (R_b, k + Q, m_r) / \gamma, P$   
 $(786.36 + 355.82) / 1.750 = 652.68 \text{ kN/m}$

$E_d / R_d: 0.769 [-]$

Alternativer Nachweis  
 $R_d: R_b, k / \gamma, P + B_vk / \gamma, Re$   
 $786.36 / 1.750 + 106.13 / 1.625 = 514.66 \text{ kN/m}$

$E_d / R_d: 0.975 [-]$

Nachweis erfüllt

### Ankernachweise

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1	Page: 44
Record:	





Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Nachweis des Stahlzuggliedes: Nachweis erfüllt

### Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper

lV<sub>k</sub> ..... Länge Verpresskörper  
 DmV<sub>k</sub> ..... Durchmesser Verpresskörper  
 τ<sub>Gr, k</sub> .... Mittlere angesetzte Mantelreibung über die Verpressstrecke (aus Bodenparameter)  
 R<sub>a, k</sub> ..... Charakt. Herausziehwi derstand des Ankers  
 γ<sub>A</sub> ..... Teilsicherheitsbeiwert Anker Herausziehen  
 R<sub>a, d</sub> ..... = R<sub>a, k</sub> / γ<sub>A</sub>  
 A<sub>d</sub> ..... Bemessungskraft des Ankers aus Wandberechnung

z [m]	lV <sub>k</sub> [m]	DmV <sub>k</sub> [mm]	τ <sub>Gr, k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>a, k</sub> [kN]	γ <sub>A</sub> [-]	R <sub>a, d</sub> [kN]	A <sub>d</sub> [kN]	A <sub>d</sub> /R <sub>a, d</sub> [-]
97.50	6.00	150	420	1187.5	1.100	1079.6	> 706.4	0.7

Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper: Nachweis erfüllt

### Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2+M2+R3, BS-P)

γ, G <sub>dst</sub> γ, g γ, Gap	γ, EOG γ, Rv γ, Tilt	γ, W γ, Rh γ, Stbl	γ, G <sub>stb</sub> γ, Re γ, a <sub>t</sub>	γ, Q <sub>dst</sub> γ, a <sub>t</sub> γ, a <sub>p</sub>	γ, Q <sub>stb</sub> γ, a <sub>p</sub> γ, N	γ, phi γ, N	γ, coe γ, Gt	γ, cu γ, P
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb R\*sin(phi) liegen.  
 Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m<sup>2</sup> haben.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])  
 Mittelpunkt = (-1.92, 100.72), Radius = 9.72  
 Startpunkt = (-10.12, 95.50), Endpunkt = (7.81, 100.70)

Lamellengeometrie:

Nr	x [m]	Breite b [m]	dxM [m]	Gewicht [kN/m]	Auflast z-Ri. [kN/m]	Wasser- auflast [kN/m]	u*b [kN/m]	φ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	θ [°]
1	-9.64	0.97	-7.72	13.5	0.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	-32.60*
2	-8.66	0.97	-6.74	34.7	0.0	0.0	-3.5	24.79	0.00	-32.60*
3	-7.69	0.97	-5.77	50.6	0.0	0.0	-10.5	24.79	0.00	-32.60*
4	-6.72	0.97	-4.80	62.9	0.0	0.0	-16.7	24.79	0.00	-29.57
5	-5.75	0.97	-3.83	72.1	0.0	0.0	-21.4	16.23	16.00	-23.17
6	-4.77	0.97	-2.85	78.7	0.0	0.0	-24.9	16.23	16.00	-17.07
7	-3.80	0.97	-1.88	83.2	0.0	0.0	-27.3	16.23	16.00	-11.16
8	-2.83	0.97	-0.91	85.8	0.0	0.0	-28.6	16.23	16.00	-5.37
9	-1.86	0.97	0.06	86.6	0.0	0.0	-29.1	16.23	16.00	0.37
10	-0.88	0.97	1.04	85.5	0.0	0.0	-28.5	16.23	16.00	6.11
11	0.09	0.97	2.01	142.5	5.8	0.0	-27.0	16.23	16.00	11.92
12	1.06	0.97	2.98	179.0	14.8	0.0	-24.5	16.23	16.00	17.85
13	2.03	0.97	3.95	172.2	114.0	0.0	-20.9	16.23	16.00	23.98
14	3.01	0.97	4.93	162.6	104.1	0.0	-16.0	24.79	0.00	30.43
15	3.98	0.97	5.90	149.9	9.7	0.0	-9.6	24.79	0.00	37.34
16	4.95	0.97	6.87	133.4	9.7	0.0	-3.0	24.79	0.00	44.95
17	5.92	0.97	7.84	111.4	64.4	0.0	-0.0	24.79	0.00	53.75
18	7.11	1.40	9.03	100.3	163.1	0.0	-0.0	24.79	0.00	68.16

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1 Record:	Archive No.:
--	--------------

Page: 46

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf 45°-Phi/2 begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ [kN/m]	$(G-u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$ [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	13.51	-10.72	6.24	0.680220	9.17
2	34.67	-24.05	14.40	0.680220	21.16
3	50.63	-30.05	18.53	0.680220	27.25
4	62.91	-31.04	21.35	0.721185	29.60
5	72.07	-28.36	30.31	0.844644	35.89
6	78.65	-23.09	31.21	0.900257	34.67
7	83.17	-16.09	31.83	0.944375	33.71
8	85.78	-8.02	32.19	0.977872	32.92
9	86.56	0.56	32.30	1.001209	32.26
10	85.54	9.11	32.16	1.014520	31.70
11	148.26	30.61	50.86	1.017632	49.98
12	193.87	59.42	64.88	1.010033	64.23
13	286.20	116.33	92.82	0.990792	93.68
14	266.73	135.10	115.82	1.014703	114.14
15	159.64	96.82	69.31	0.977650	70.90
16	143.12	101.11	64.73	0.920384	70.33
17	175.74	141.73	81.17	0.834012	97.32
18	263.41	244.51	121.66	0.651386	186.78
		----- 763.88			----- 1035.70

Anteile aus Ankern: Summe Moment abtreibend : -629.1 kN\*m/m  
" " rückhaltend : 363.8 kN\*m/m

Einwirkung  $E_d = (763.9 \cdot 9.72 - 629.1)$   
Widerstand  $R_d = (1035.7 \cdot 9.72 + 363.8)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d/R_d = 0.65 < 1.0$ : Nachweis erbracht.

## Bauzustand: 4 "[4] Situation C +"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 3 Schichten

Name	quartäre	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9
$\phi$	[°]	30	20
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20
$\delta, a$	[°]	20	13.33333
$\delta, p$	[°]	-20	-13.33333
$\delta, c$	[°]	10	6.666667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	420	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90
$k$	[cm/s]	0	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 94.50 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 57.80

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1
1.50	100.70	3.40	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1
5.90	100.70	7.80	100.70	0.00	82.50	0.00	82.50	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Trapezförmig	
Trapezförmig	

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00  
z [m] 94.00

## Anker

z [m]	min. l [m]	Alpha [°]	C-H [kN/m]	PO [kN]	u0 [m]
99.50	15.00	15.00	16980.83	200.00	0.0000
96.00	10.00	15.00	29738.40	550.00	0.0000

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.

Gleitflächenwinkel: DIN 4085.

Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.

Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .

Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.

Berücksichtigung des Mindesterdruddrucks:  $\varphi_{\min} = 40.000$ .

Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).

Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle

Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.

Koten der Umlagerung Z1: 99.500, Z2: 96.000 [m].

Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

Wandfuß wird gebettet gelagert.

Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

### Anker

Ankernachweise (tiefe Gleitfuge): Ja

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P: Ja

Nachweis des Herausziehens der Verpresskörper: Ja

$\delta_a$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.

$\delta_p$ , Ankerwand : aus Bodenschicht verwendet.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	-20.0	--	--	--	5.004	-- quartäre
30.0	0.0	0.0	20.0	0.500	0.279	--	--	-- "
20.0	0.0	0.0	-13.3	--	--	--	2.606	-3.550 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	13.3	0.658	0.426	1.180	--	-- "
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

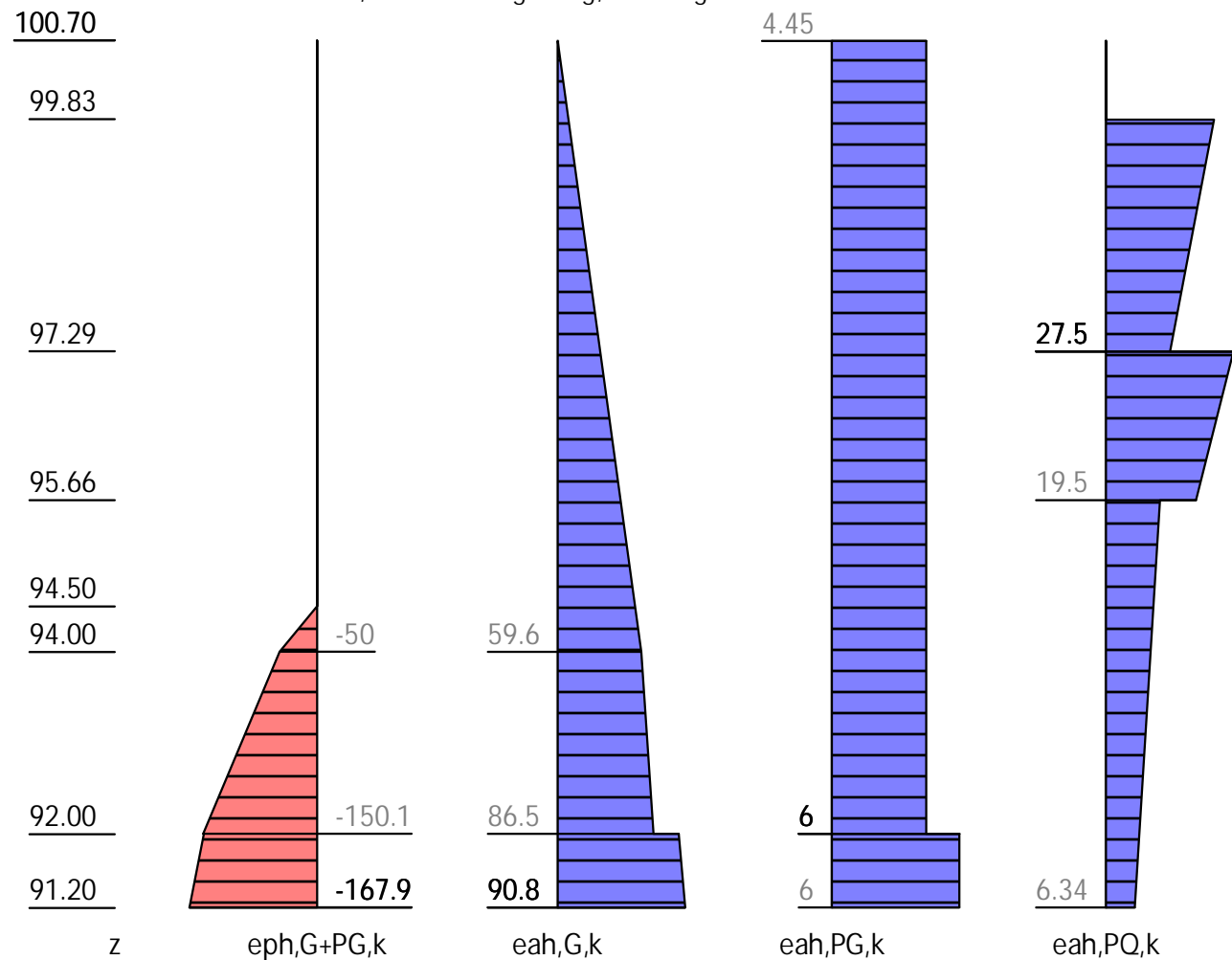
## Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 91.200$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PG, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PQ, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70		0.00	4.45		5.00
99.83		7.74	4.45	0.00	13.71
		7.74	4.45	23.33	44.04
97.29		30.34	4.45	13.86	57.15
		30.34	4.45	27.50	74.89
95.66		44.84	4.45	19.46	80.75
		44.84	4.45	11.69	70.64
94.50	-0.00	55.16	4.45	10.30	80.45
94.00	-50.04	59.61	4.45	9.70	84.67
92.00	-150.12	68.51	4.45	7.30	91.57
	-149.16	86.50	6.00	7.30	113.56
91.20	-167.92	90.82	6.00	6.34	117.17

Eph, G, k: -339.51, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 398.74, Eah, PG, k: 43.50, Eah, PQ, k: 125.72, Eah, d: 660.96

# H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  100,  $E_p, q_k$  100,  $E_p, d$  100 [%]

100.70

99.83

97.29

96.00

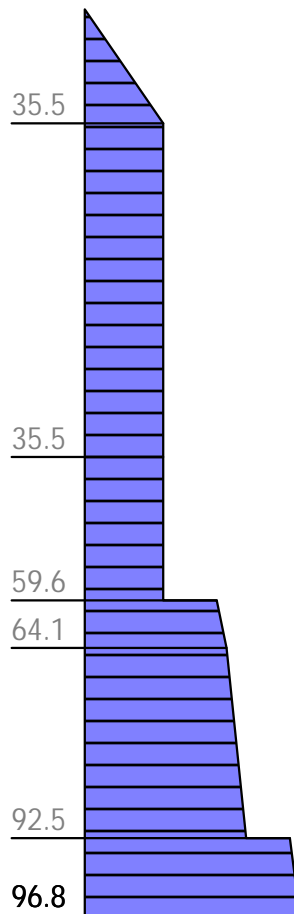
94.50

94.00

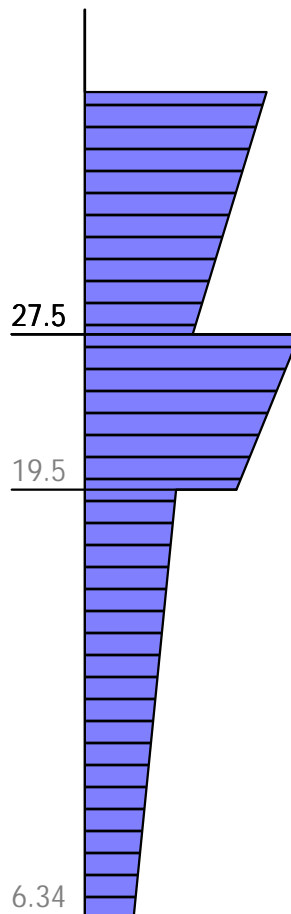
92.00

91.20

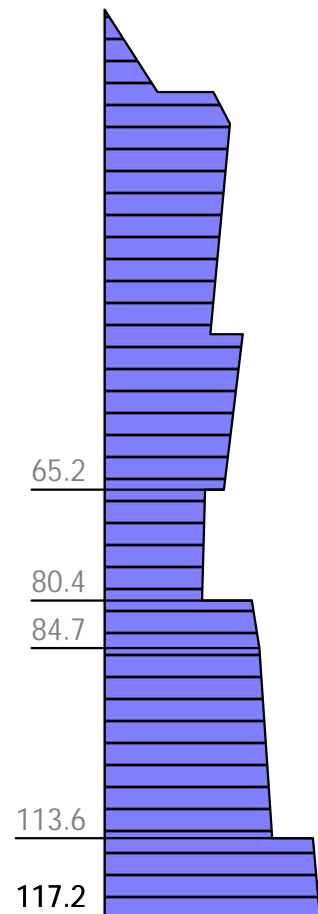
z



PH,gk



PH,qk



PH,d

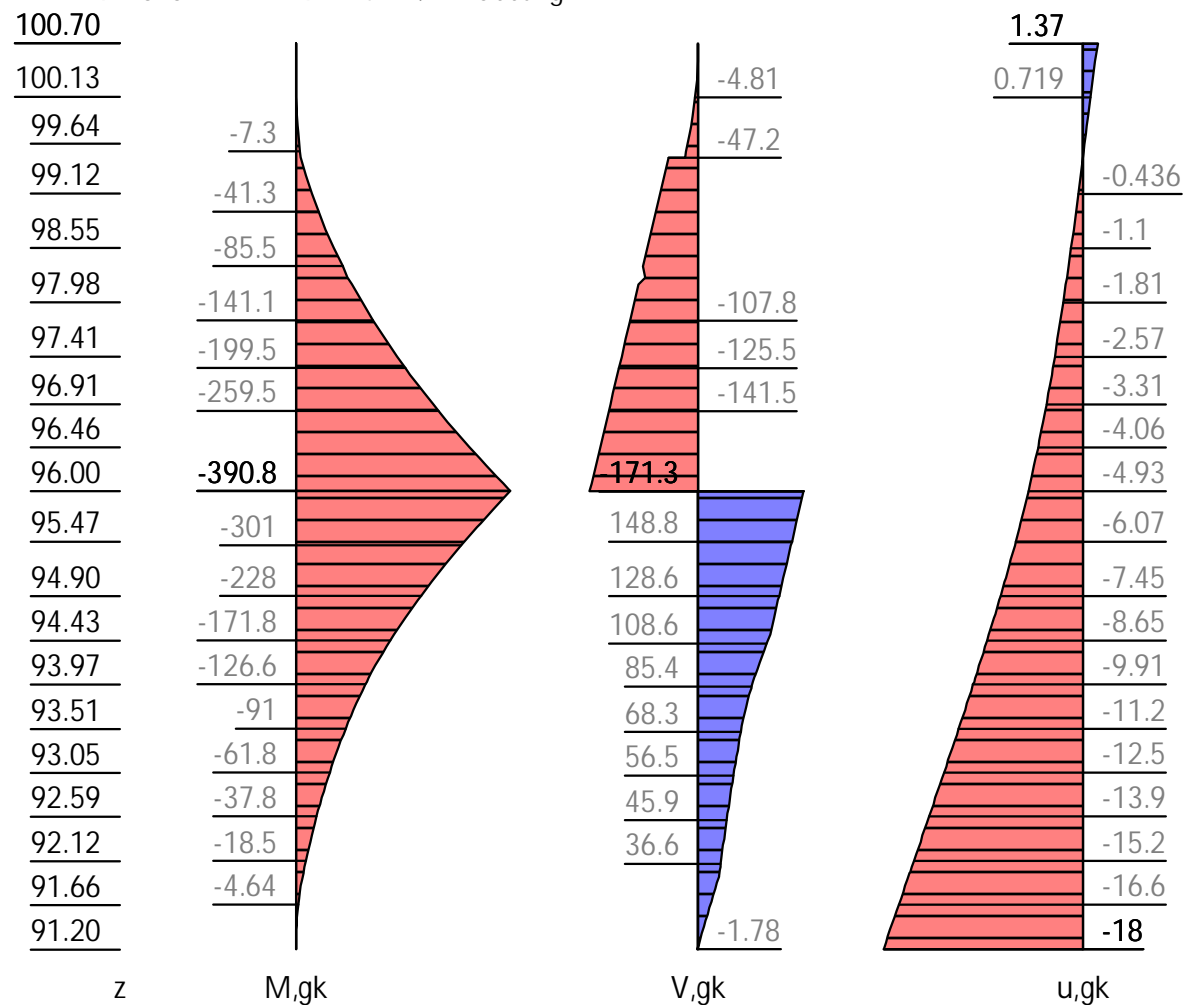
z [m]	PH, gk [kN/m2]	PH, qk [kN/m2]	PH, d [kN/m2]
100.70	0.00		0.00
99.83	25.71	0.00	28.92
	25.71	23.33	59.25
99.50	35.46	22.10	68.62
97.29	35.46	13.86	57.91
	35.46	27.50	75.64
96.00	35.46	21.14	67.38
95.66	35.46	19.46	65.20
	35.46	11.69	55.09
94.50	35.46	10.30	53.28
	59.61	10.30	80.45
94.00	64.06	9.70	84.67
92.00	72.95	7.30	91.57
	92.50	7.30	113.56
91.20	96.82	6.34	117.17

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 99.500. Fx= 25.895 kN/m Abstützung

z= 96.000. Fx=-338.919 kN/m Abstützung

z= 92.515. Fx=-129.214 kN/m Bettung



z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	0.00	-0.00	0.00	1.37
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	1.37
99.50	35.46	-8.51	-21.28	-30.26	0.00
	35.46	-8.51	-47.17	-45.68	0.00
99.50	35.46	-8.51	-47.17	-45.68	-0.00
98.36	35.46	-85.46	-87.60	-80.77	-1.33
96.00	35.46	-390.80	-171.28	-153.41	-4.93
	35.46	-390.80	167.64	-198.73	-4.93
94.50	35.46	-179.24	114.45	-244.90	-8.48
	59.61	-179.24	114.45	-244.90	-8.48
92.00	72.95	-14.04	34.63	-305.90	-15.60
	92.50	-14.04	34.63	-305.90	-15.60
91.96	92.72	-12.65	33.77	-306.61	-15.72
	92.72	-12.65	33.59	-306.61	-15.72
91.22	96.73	-0.02	0.00	-318.48	-17.91
91.20	96.82	-0.00	-1.78	-318.72	-17.96

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

z= 99.500. Fx= -51.906 kN/m Abstützung

z= 96.000. Fx= -35.722 kN/m Abstützung

z= 92.584. Fx= -38.093 kN/m Bettung

100.70

100.13

99.64

99.12

98.55

97.98

97.41

96.91

96.46

96.00

95.47

94.90

94.43

93.95

93.48

93.01

92.55

92.06

91.20

z

M,qk

V,qk

u,qk

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
100.70		-0.00	0.00	0.00	0.92
100.13		0.01	0.01	0.00	0.48
99.83	0.00	0.12	0.14	0.04	0.25
	23.33	0.12	0.14	0.04	0.25
99.82	23.31	0.09	0.00	-0.01	0.25
99.81	23.25	-0.00	-0.47	-0.17	0.24
99.75	23.03	-0.29	-1.96	-0.71	0.19
99.50	22.10	-1.25	-7.50	-2.73	0.00
99.50	22.10	-1.25	-7.50	-2.73	-0.00
	22.10	-1.25	44.41	-16.64	-0.00
99.47	21.99	-0.00	43.77	-16.87	-0.02
98.17	17.14	39.85	18.31	-26.13	-1.00
97.29	13.86	49.80	4.67	-31.10	-1.61
	27.50	49.80	4.67	-31.10	-1.61
97.12	26.65	50.13	0.00	-32.71	-1.72
97.10	26.56	50.21	-0.46	-32.87	-1.73
96.00	21.14	34.55	-26.70	-41.86	-2.40
	21.14	34.55	9.02	-51.44	-2.40
95.66	19.46	36.54	2.12	-53.79	-2.59



z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
	11.69	36.54	2.12	-53.79	-2.59
95.48	11.47	36.71	-0.00	-54.48	-2.69
95.47	11.46	36.73	-0.08	-54.50	-2.70
95.28	11.23	36.50	-2.24	-55.20	-2.80
93.77	9.42	21.72	-14.63	-59.20	-3.55
93.74	9.39	21.23	-14.64	-59.19	-3.56
91.20	6.34	-0.00	-0.46	-54.18	-4.68

**Vorverformung**

Z= 97.50 m -&gt; u= -5.222 mm

Z= 96.00 m -&gt; u= 17.864 mm

**Schnittgrößen: Design**

z= 99.500. Fx= -32.088 kN/m Abstützung

z= 96.000. Fx=-440.455 kN/m Abstützung

z= 92.530. Fx=-188.413 kN/m Bettung

**100.70****100.13**

99.64

99.12

98.55

97.98

97.41

96.91

96.34

95.81

95.28

94.71

94.24

93.77

93.31

92.85

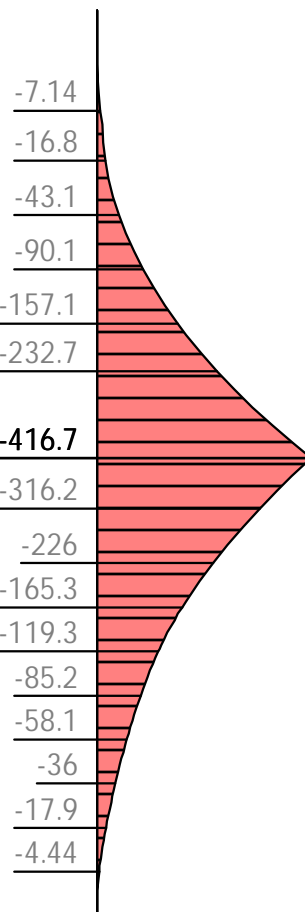
92.39

91.93

91.20

z

M,d



-5.4

-39.9

-76.7

-111.8

-141.4

-183.5

233.7

173.8

142.8

113.6

83.6

63.9

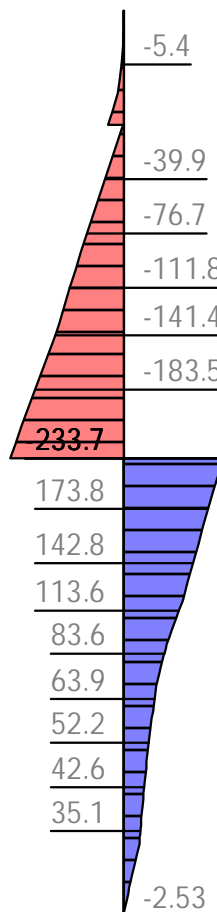
52.2

42.6

35.1

-2.53

V,d



-15.1

-74.8

-101

-126.7

-151.8

-173.4

-200.6

-297.4

-320.5

-343.7

-363.3

-386.6

-399.4

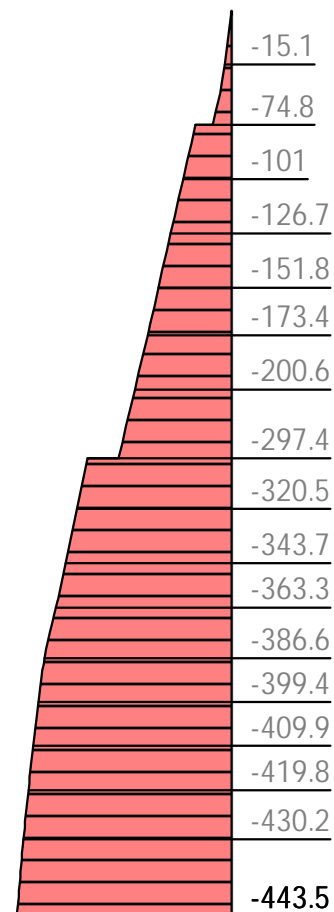
-409.9

-419.8

-430.2

-443.5

N,d



100.70

100.13

99.64

99.12

98.55

97.98

97.41

96.91

96.46

96.00

95.47

94.90

94.43

93.97

93.51

93.05

92.59

92.12

91.66

91.20

65.2

80.4

84.7

113.6

117.2

z

H, d

2.29

1.2

0.267

-0.727

-1.83

-2.94

-4.1

-5.17

-6.2

-7.33

-8.77

-10.4

-11.9

-13.4

-14.9

-16.4

-18

-19.5

-21.1

-22.6

u, g+q, k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	0.00	0.00	-0.00	0.00	2.29
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	2.29
99.83	28.92	-3.65	-12.58	-24.47	0.63
	59.25	-3.65	-12.58	-24.47	0.63
99.50	68.62	-11.20	-33.68	-39.36	0.00
99.50	68.62	-11.20	-33.68	-39.36	-0.00
	68.62	-11.20	-1.59	-74.79	-0.00
97.29	57.91	-173.58	-141.41	-173.37	-4.35
	75.64	-173.58	-141.41	-173.37	-4.35
96.00	67.38	-416.65	-233.66	-233.94	-7.33
	67.38	-416.65	206.79	-297.37	-7.33
95.66	65.20	-350.19	184.25	-312.70	-8.24
	55.09	-350.19	184.25	-312.70	-8.24
94.50	53.28	-173.12	121.40	-359.96	-11.68
	80.45	-173.12	121.40	-359.96	-11.68
92.00	91.57	-13.58	33.61	-430.17	-19.93
	113.56	-13.58	33.61	-430.17	-19.93
91.96	113.74	-12.21	32.97	-430.92	-20.07
	113.74	-12.21	32.79	-430.92	-20.07
91.20	117.17	-0.00	-2.53	-443.50	-22.64

### Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
99.50	75.4	-36.4
96.00	1018.9	-492.1

### Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B, qk$ [kN/m2]	$\sigma_B, eph$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
94.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
94.00	1.75	1.75	-17.29	-6.03	26.72	-23.23
93.50	3.50	3.50	-39.50	-12.88	22.68	-52.16
92.00	3.50	3.50	-54.81	-15.21	80.10	-69.76
	3.00	3.00	-46.98	-13.03	89.14	-59.79
91.20	3.00	3.00	-54.09	-14.08	99.75	-67.92

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$$

$$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 339.51 / 1.625 = 208.93 \text{ [kN/m]}$$

$$Ed(APx, d) / Rd = 188.41 / 208.93 = 0.902 [-]. \text{ Nachweis erfüllt}$$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	442.24	136.17
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	25.89	-6.94
Abstützung z: 96.00	-338.92	90.81
Bettung, g ( $\delta, p = -18.38^\circ$ )	-129.21	-42.94
Bettung, g ( $\delta, C = 0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	-0.00	341.84
		(nach unten)

Mittlere Ankerneigung  $\alpha, A = 15.00^\circ \geq 15^\circ$ .

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$$Vk \geq Bvk: 384.79 \geq 42.94 \text{ Nachweis erfüllt}$$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)**

Kräfte bis Tiefe z: 91.20

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	567.96	179.53
Wandgewicht		164.74
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	-26.01	6.97
Abstützung z: 96.00	-374.64	100.38
Bettung, g ( $\delta, p=-18.38^\circ$ )	-129.21	-42.94
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta, p=-18.38^\circ$ )	-38.09	-12.66
Bettung, q ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
Σ	-0.00	396.02 (nach unten)

Mittlere Ankerneigung  $\alpha, A = 15.00^\circ \geq 15^\circ$ .

Nachweis der Vertikalkräfte nach EB 9 nicht notwendig (EB 9-5).

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk  $\geq$  Bvk: 451.63  $\geq$  55.60 Nachweis erfüllt**Abtragung der Vertikalkräfte**

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	300.912	361.095
Q:	43.361	56.369
Av, g:	83.875	100.650
Av, q:	23.480	30.524
Vd:		548.638

Einbindetiefe	t0, s:	3.30 m (statisch notwendig)
	t0, r:	0.00 m (Rammtiefenzuschlag)
	t0 :	3.30 m
tw=t0-0.50	tw :	2.80 m
Annahme: Überschneittene Bohrpfahlwand mit Anordnung 1-1-1.		
Mantelfläche	Ur, p:	1.18 m/m (passiv, entlang t0)
-"-	Ur, a:	1.18 m/m
Mantelreibung	qr:	70.00 kN/m2
Aufstandsfläche	Ab:	0.79 m2/m
Spietzerstand	qs:	1000.00 kN/m2
$\eta, t: \min(1, (t0-0.5) / 2.00) = 1.00$		
Spietzerdruck		
Rb, k:	$Ab \cdot qs \cdot \eta, t = 786.36 \text{ kN/m}$	
Mantelreibung		
F, mr:	$Ur, p \cdot t0 + Ur, a \cdot t0, r = 3.90 \text{ m2/m}$	
Q, mr:	$Fm, r \cdot qr = 273.07 \text{ kN/m}$	
Nachweis		
Vd:	548.64 kN/m	
Rd:	$(Rb, k + Q, mr) / \gamma, P$	
	$(786.36 + 273.07) / 1.750 = 605.39 \text{ kN/m}$	

Ed/Rd: 0.906 [-]

Alternativer Nachweis

$$\text{Rd: } R_b, k/\gamma, P + B_{vk}/\gamma, Re$$

$$786.36/1.750 + 55.60/1.625 = 483.57 \text{ kN/m}$$

Ed/Rd: 1.135 [-]

Nachweis erfüllt

## Ankernachweise

## Anker - Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge

Lastfall: alle Lasten BS-T

Automatische Ermittlung der Ankerlängen:

Alle Anker werden (falls nötig) verlängert

Günstig wirkende, veränderliche Lasten im Hauptgleitkörper werden nicht berücksichtigt.

Fußpunkt der tiefen Gleitfuge:  $z = 91.20 \text{ m}$

Iteration der Bruchmechanismen:

IA .....: Länge Anker von Kopf bis Mitte Verpresskörper.

W, k .....: Result. Kräfte aus Eigengewicht Bruchkörper, Lasten, Kohäsion, ...

$Q, k$  .....: Kraft in der flachen Hauptgleitfuge.

Ea1, k.....: Erddruck auf Ersatzwand.

Ea<sub>2</sub>, k.....: Erddruck zwischen Wand und Hauptgleitkörper.

Ra\_cal, d ....: Bemessungskraft des Widerstandes aus dem Kräftegleichgewicht.

$R_{a,cal,d}$  entspricht der max. möglichen Ankerkraft aus dem Krafteck.

Sum(A, d) ...: Einwirkende Ankerkräfte über Verpresskörperanteile innerhalb des Bruchkörpers. Sum(A, d) wird aus den vorhandenen Ankerzugkräften der Wandberechnung ermittelt.

z	θ1	θ2	lA	W, k	Q, k	Ea1, k	Ea2, k	Ra_cal, d	Sum(A, d)	Ed/Rd
[m]	[°]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
99.50	17.0	59.0	15.00	2111.4	1755.7	138.0	595.7	623.5	321.6	0.52
96.00	12.4	59.0	10.19	1568.7	1267.7	272.2	595.7	510.5	508.4	1.00

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Maßgebender Gleitkörper:  
 Geometrie:

Fußpunkt der tiefen Gleitfuge	x/z = 0.01/ 91.20 m
Schnitt flache/steile Hauptgleitfuge	x/z = 9.84/ 93.36 m
Schnitt steile Hauptgleitfuge/Gelände	x/z = 14.79/100.70 m
Schnitt Zwischengleitfuge/Gelände	x/z = 9.84/100.70 m
Neigung flache Hauptgleitfuge	θ1 = 12.41°
Neigung steile Hauptgleitfuge	θ2 = 59.00°
Neigung Zwischengleitfuge	θ12 = 90.00°

Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	Fx [kN/m]	Fz [kN/m]	F [kN/m]	
Gewicht Hauptgleitkörper	G, k:	0.0	-1653.7	1653.7
Flächenlast auf/in Hauptgleitkörper	F1, k:	0.0	-98.3	98.3
Kohäsion flache Hauptgleitfuge	C, k:	72.7	16.0	74.4
Porenwasserdruck Hauptgleitkörper	U, k:	0.0	168.9	168.9
Erddruck auf Ersatzwand	Ea1, k:	-271.2	-23.7	272.2
Erddruck zw. Wand<->Hauptgleitkörper	Ea2, k:	568.0	179.5	595.7
Kraft in flacher Hauptgleitfuge	Q, k:	308.5	1229.6	1267.7
Summe = mögl. Ankerkräfte:	Ra_cal, k:	678.0	-181.7	701.9

Einwirkende Ankerkräfte      Ed: Sum(A, d)      =      508.4 kN/m  
 Eh: 75 % EOh -> γ, Re = 1.375 (EAB EB 44-11).  
 Mögliche Ankerkräfte      Rd: Ra\_cal, d = 701.9/1.375 = 510.5 kN/m

Nachweis i. d. t. Gleitfuge      Ed/Rd = 1.00 < 1.0: Nachweis erbracht.

Nachweis des Stahlzuggliedes

l, tot ... [m]: Gesamtlänge Anker incl. Überstand am Kopf  
 As .... [mm²]: Querschnittsfläche Stahlzugglied  
 Ri, d ... [kN]: Tragfähigkeit des Zuggliedes (γ, M=1.15)  
 A, d .... [kN]: Bemessungskraft des Ankers aus Wandberechnung

z[m]	Ankertyp	l, tot	As	Ri, d	A, d
99.50	Li tzenanker; 8x0.60"; 1570/1770	18.19	1120	1460.9	> 75.4 Nachweis erfüllt
96.00	Li tzenanker; 8x0.60"; 1570/1770	14.19	1120	1460.9	> 1018.9 Nachweis erfüllt

Nachweis des Stahlzuggliedes: Nachweis erfüllt

Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper

lV k ..... : Länge Verpresskörper  
 DmV k ..... : Durchmesser Verpresskörper  
 τGr, k .... : Mittlere angesetzte Mantelreibung über die Verpressstrecke (aus Bodenparameter)  
 Ra, k ..... : Charakt. Herausziehwiderstand des Ankers  
 γA ..... : Teilsicherheitsbeiwert Anker Herausziehen  
 Ra, d ..... : = Ra, k / γA  
 A, d ..... : Bemessungskraft des Ankers aus Wandberechnung

z [m]	lV k [m]	DmV k [mm]	τGr, k [kN/m²]	Ra, k [kN]	γA [-]	Ra, d [kN]	A, d [kN]	A, d/Ra, d [-]
99.50	6.00	150	420	1187.5	1.100	1079.6	> 75.4	0.1
96.00	6.00	150	420	1187.5	1.100	1079.6	> 1018.9	0.9

Nachweis gegen Herausziehen der Verpresskörper: Nachweis erfüllt

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 1 Record:	Archive No.:
--	--------------

Page: 59

## Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2+M2+R3, BS-P)

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb  $R \cdot \sin(\phi)$  liegen.  
 Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m<sup>2</sup> haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien  
 (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (-2.66, 101.53), Radius = 10.67

Startpunkt = (-10.70, 94.50), Endpunkt = (7.98, 100.70)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM	Gewicht	Auflast z-Rel.	Wasser- auflast	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]
1	-10.16	1.07	-7.50	12.1	0.0	0.0	-3.0	24.79	0.00	-32.60*
2	-9.10	1.07	-6.43	31.8	0.0	0.0	-10.3	24.79	0.00	-32.60*
3	-8.03	1.07	-5.37	47.0	0.0	0.0	-17.9	24.79	0.00	-30.18
4	-6.96	1.07	-4.30	58.3	0.0	0.0	-23.8	16.23	16.00	-23.75
5	-5.89	1.07	-3.23	66.5	0.0	0.0	-28.1	16.23	16.00	-17.62
6	-4.83	1.07	-2.16	72.1	0.0	0.0	-31.1	16.23	16.00	-11.70
7	-3.76	1.07	-1.10	75.5	0.0	0.0	-32.8	16.23	16.00	-5.90
8	-2.69	1.07	-0.03	76.6	0.0	0.0	-33.5	16.23	16.00	-0.16
9	-1.62	1.07	1.04	75.6	0.0	0.0	-32.9	16.23	16.00	5.58
10	-0.56	1.07	2.11	72.4	0.0	0.0	-31.2	16.23	16.00	11.38
11	0.51	1.07	3.17	196.5	10.5	0.0	-28.3	16.23	16.00	17.29
12	1.58	1.07	4.24	191.2	76.4	0.0	-24.0	16.23	16.00	23.41
13	2.65	1.07	5.31	180.1	125.2	0.0	-18.3	24.79	0.00	29.82
14	3.71	1.07	6.38	165.1	34.2	0.0	-10.8	24.79	0.00	36.67
15	4.78	1.07	7.44	145.7	10.7	0.0	-3.3	24.79	0.00	44.21
16	5.85	1.07	8.51	119.9	62.4	0.0	-0.0	24.79	0.00	52.87
17	7.18	1.60	9.84	105.6	168.0	0.0	-0.0	24.79	0.00	67.24

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf 45°-Phi/2 begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\phi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\phi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	12.11	-8.51	4.21	0.677054	6.22
2	31.82	-19.18	9.94	0.677054	14.69
3	46.97	-23.61	13.42	0.710169	18.89
4	58.31	-23.48	27.14	0.837408	32.41
5	66.48	-20.13	28.26	0.894511	31.59
6	72.14	-14.63	29.04	0.940016	30.89
7	75.49	-7.76	29.50	0.974836	30.26
8	76.64	-0.21	29.65	0.999469	29.67
9	75.61	7.36	29.51	1.014076	29.10
10	72.39	14.28	29.07	1.018513	28.54
11	206.92	61.51	69.09	1.012303	68.26
12	267.58	106.30	87.99	0.994557	88.48

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
13	305.22	151.78	132.53	1.020197	129.90
14	199.36	119.07	87.11	0.985328	88.41
15	156.37	109.03	70.72	0.930784	75.98
16	182.33	145.37	84.21	0.848285	99.28
17	273.55	252.25	126.35	0.669858	188.62
		-----			-----
		849.45			991.18

Anteile aus Ankern:	Summe	Moment abtreibend :	-1670.7 kN*m/m
	"	rückhaltend :	555.4 kN*m/m

Ei nwi rkung  $E_d = (849.4 \cdot 10.67 - 1670.7)$

Wi derstand  $R_d = (991.2 \cdot 10.67 + 555.4)$

GLEITKREIS	$\mu = E_d/R_d = 0.66$	$< 1.0$ : Nachweis erbracht.
------------	------------------------	------------------------------

## Anker- und Steifenkräfte über alle Bauzustände

z [m]	$\alpha$ [°]	a [m]	l max [m]	Ah <sub>gk</sub> [kN/m]	Ah <sub>qk</sub> [kN/m]	Ah <sub>d</sub> [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN]	A <sub>d</sub> [kN]
96.00	15.0	2.00	10.19	338.9	35.7	492.1	775.7	1018.9
97.50	15.0	2.00	10.00	165.7	89.8	341.2	529.0	706.4
99.50	15.0	2.00	15.19	80.7	52.5	179.9	275.8	372.5



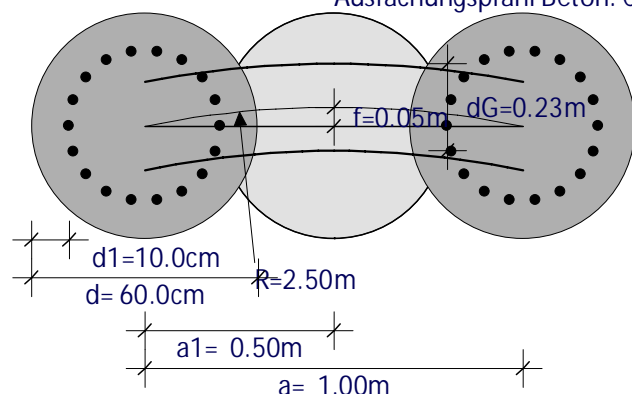
## Anlage 2: Vorverbau 1-A, Bemessung der Bohrpfahlwand

## Bemessungsergebnisse

M=1: 20.0

Bewehrter Pfahl Beton: C30/37 B500S, Anordnung 1-1-1

Ausfachungspfahl Beton: C25/30



Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 2

## Bemessung der Bohrpfahlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Betonbemessung nach DIN EN 1992-1-1. Material C30/37, B500S

EI = 409.49 MNm<sup>2</sup> (je 1m Wand)

Anforderungsklasse:

Klasse D

Bauwerk:

Brückenbau, Straßenbrücke

Bauteil:

Kreissquerschnitt

Expositionsklassen:

XC=keine

XD=keine

XS=keine

GzT-Nachweis:

Mindestlängsbewehrung

Ja

Mindestquerkraftbewehrung

Nein

Bemessung der Wand als Druckglied

Nein

GzG-Nachweis:

Rissweitenbeschränkung wird nicht nachgewiesen.

Schnittgrößen im GzT/GzG, Einflussbereich a=1.00 [m]:

z [m]	design [kN, m]	rare [kN, m]	freq [kN, m]	perm [kN, m]	gk [kN, m]	qk Stage [kN, m]
97.0 M	143.08	117.25	107.01	76.27	66.03	51.23 2
N	-177.13	-147.32	-140.54	-120.19	-113.40	-33.92
V	1.36	0.82	1.33	2.85	3.36	-2.54
96.0 M	-416.65	-356.26	-363.17	-383.90	-390.81	34.55 4
N	-233.94	-195.27	-186.90	-161.78	-153.41	-41.87
V	-233.66	-197.98	-192.64	-176.62	-171.28	-26.70

Erforderliche Längsbewehrung im GzT:

z [m]	as1 [cm <sup>2</sup> ]	as2 [cm <sup>2</sup> ]	epsS [o/oo]	epsC [o/oo]	zi Stage [m]
97.0	14.14	0.00	11.11	-3.50	0.30 2
96.0	49.94	0.00	-1.77	6.90	0.31 4

Erforderliche Schubbewehrung im GzT:

z	asw	Vsd	VRdct	VRdmax	VRd, s	rho	theta	Stage
[m]	[cm2/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[°]	
97.0	0.00	1.36	106.22	545.93	0.00	0.000	45.0	2
96.0	10.36	-233.66	129.85	502.50	233.66	0.366	30.9	4

Maximum der ermittelten Bewehrungsmengen:

z	as	gewähl t
[m]	[cm <sup>2</sup> /Pfahl]	

as1 (Ring): 96.0 49.94

asw:	96.0	10.36
------	------	-------

## Bemessung der Pfahlausfachung(Biegung, GzT)

Belastung aus Bodeneingew. + grossfl. Auflasten g = 49.32 [kN/m<sup>2</sup>]  
 aus blockförmigen Auflasten p = 35.75 [kN/m<sup>2</sup>]

Abminderungsfaktor für g entspr. Bild EB 47-1: 1.000

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.000

Pfahl ausfachung: St i c h  $f = 0.05$  [m]

Stützweite  $l = a = 1.00 \text{ [m]}$

Gewölberadi us  $R = 2.50 \text{ [m]}$

Randgl ei twi nkel  $\Phi = 11.40 [^{\circ}]$

Gewölbedicke  $d_G = 0.23 \text{ [m]}$

Schnittgrössen:  $\text{MaxM} = q \cdot l^2 / 8 = 85.07 \cdot 1.00^2 / 8 = 10.63 \text{ [kNm/m]}$

Gewölbelängskraft =  $\text{Max}M/f = 10.63 / 0.05 = 212.70 \text{ [kN/m]}$

Nachweis: zul. Druckspannung =  $25 \cdot 0.85 / 1.50 = 14.17 \text{ [MN/m}^2\text{]}$  (C25/30)

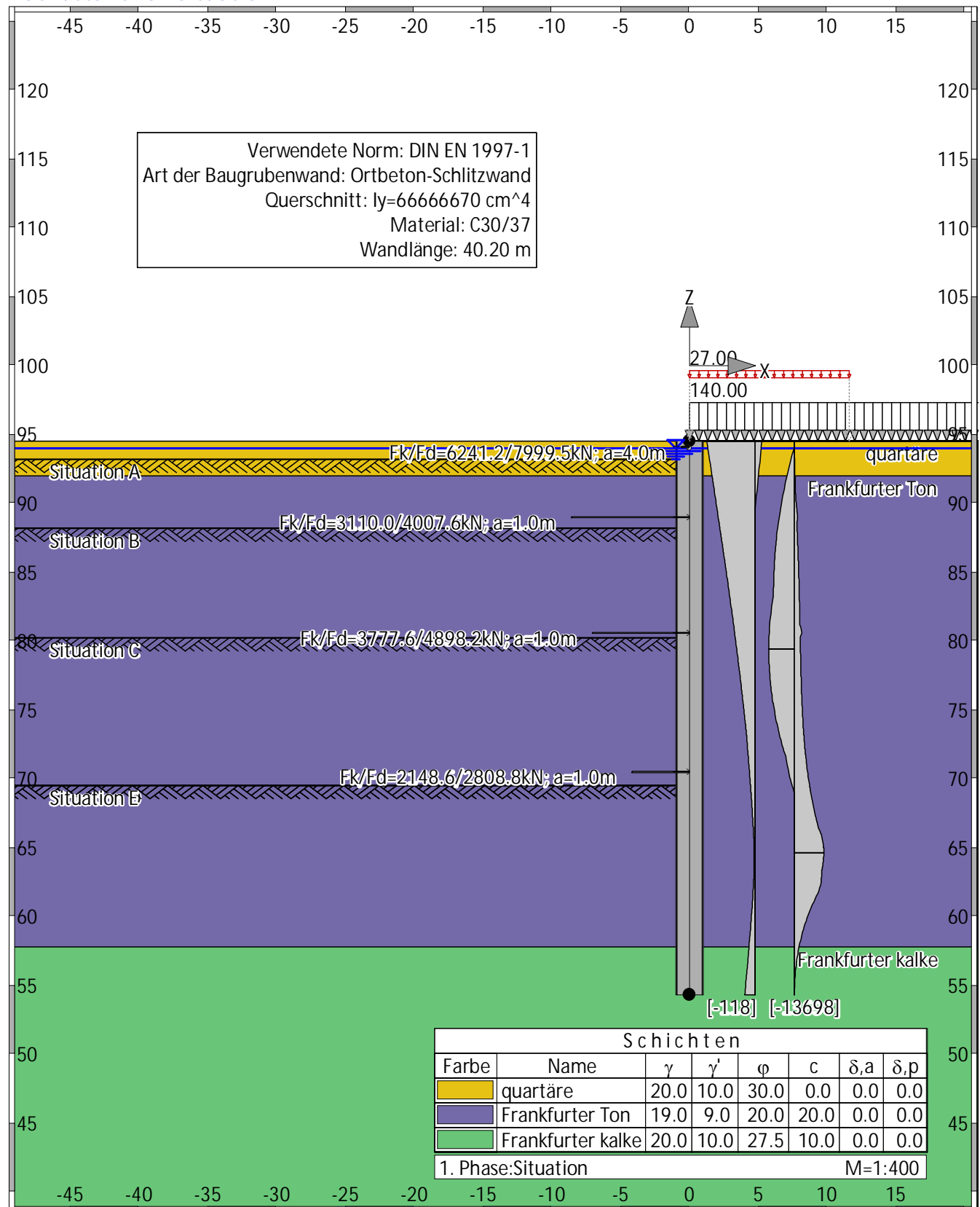
vorh. Druckspannung =  $0.92 < 14.17 \text{ [MN/m}^2\text{]}$

Sicherheit gegen Herausgleiten =  $\tan(45^\circ)/\tan(11.40^\circ) = 5.0$

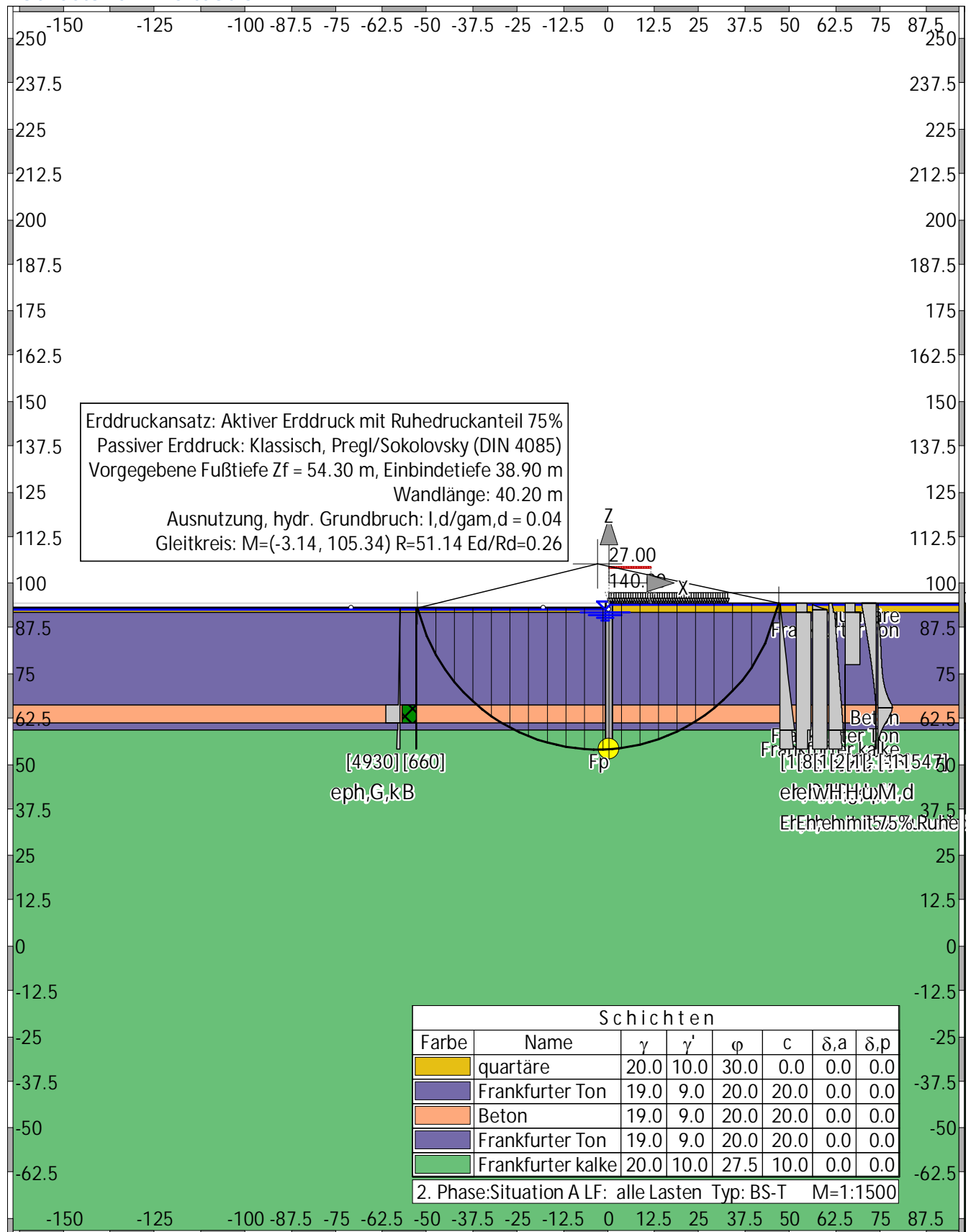
### Anlage 3: Verbau 1-B, geotechnische Nachweise

## Übersicht der Bauphasen

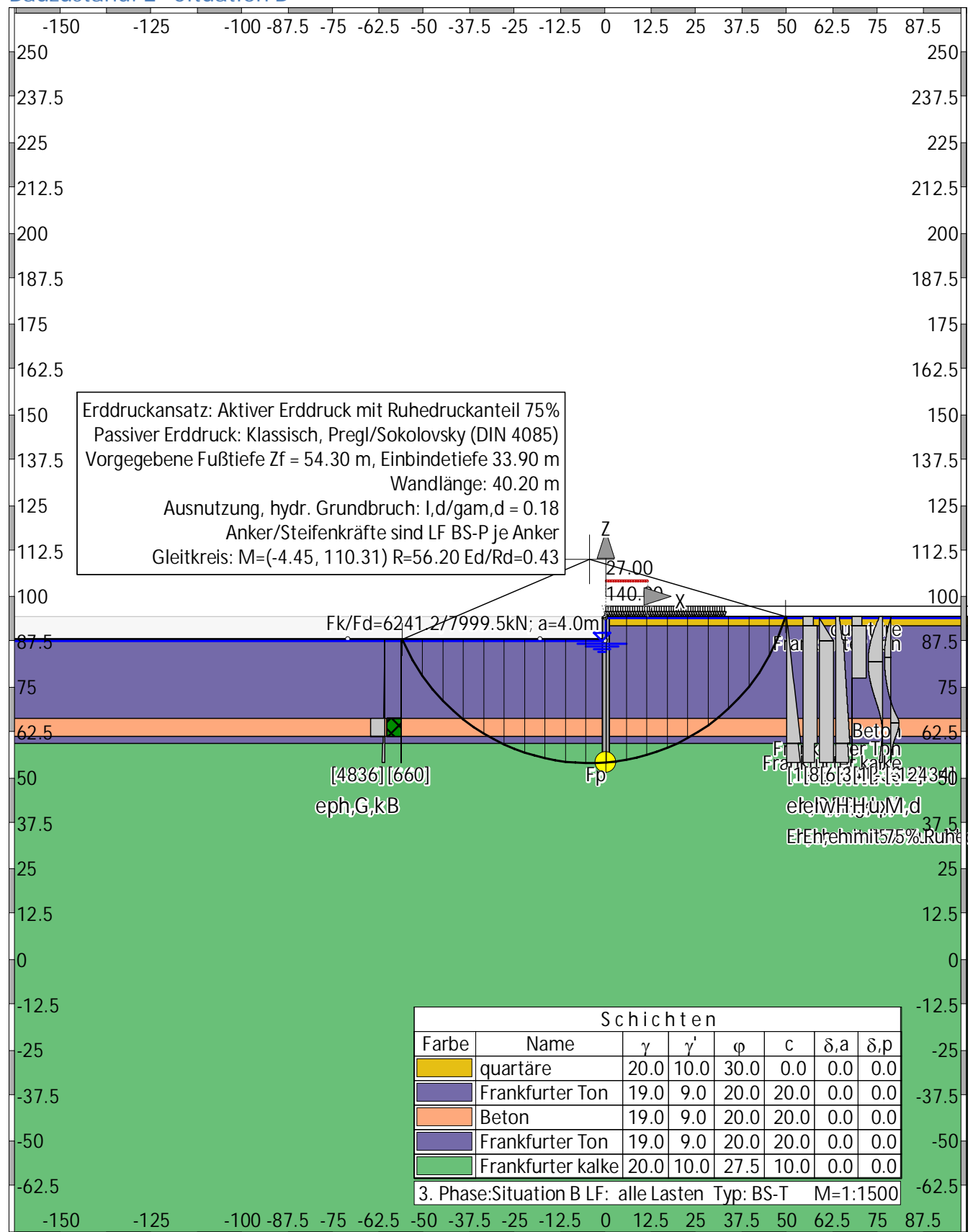
### Bauzustand: 0 "Situation"



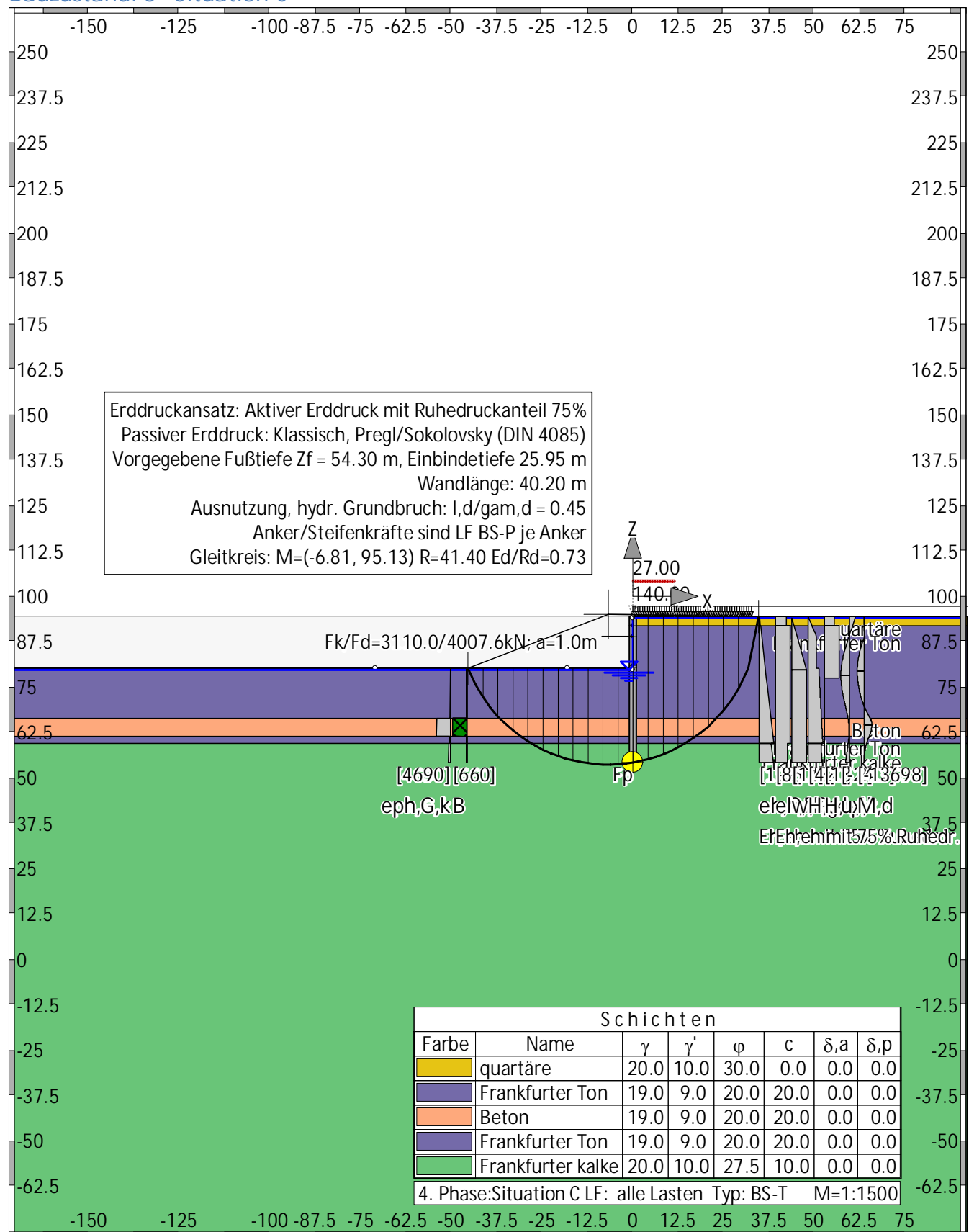
## Bauzustand: 1 "Situation A"



## Bauzustand: 2 "Situation B"

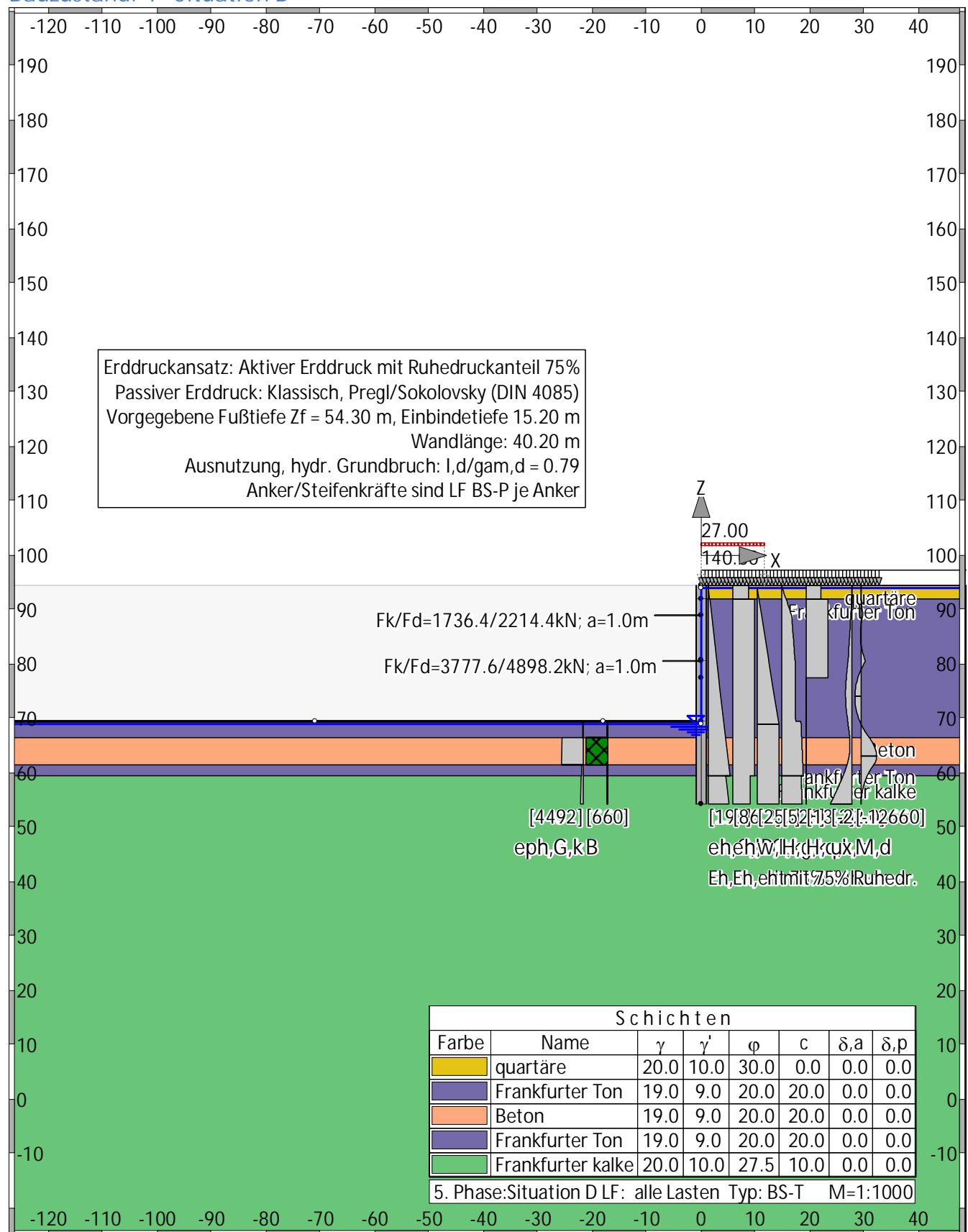


Bauzustand: 3 "Situation C"

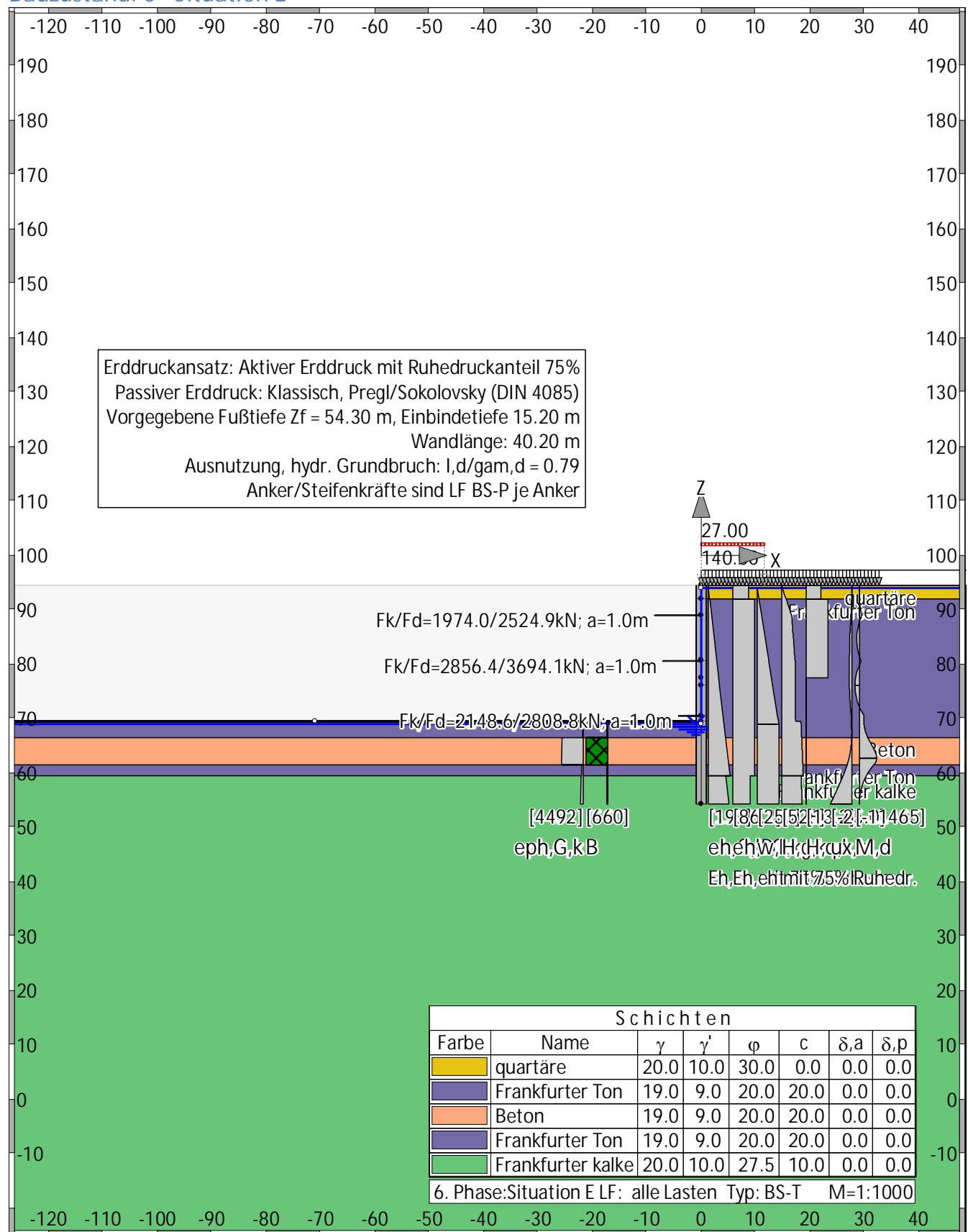




Bauzustand: 4 "Situation D"



Bauzustand: 5 "Situation E"



## Normen

Stahl betonbemessung : DIN EN 1992-1-1  
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev. 14)  
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

## Sicherheitsbeiwerte:

### Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst	EOG	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1

### KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb a, t	W a, p	Q, dst Gt	Q, stb N	phi Stbl	coe	cu
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		

### Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Re	G, stb P	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				

### Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rh	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					

### Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rv	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					

### Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb Re	Q, dst a, t	Q, stb a, p	W Gt	phi N	coe Stbl	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	

### Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G, dst	G, stb	Q, dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900

### Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2

$\gamma$ -	M	G <sub>tf</sub>	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150

### Stabilität: [EQU] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G <sub>dst</sub>	G <sub>stb</sub>	Q <sub>dst</sub>	Q <sub>stb</sub>	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1

$\gamma$ , Re, red (EAB EB14-3): Ja,  $\eta=0.80$

$\gamma$ , Re, red (EAB EB22-6): Ja,  $E_{0h} > 0\%$ :  $\eta = 0.60 / 0.80$

## Systemwerte

### Wand

Art der Baugrubenwand: Ortbeton-Schlitzwand

Querschnitt:  $I_y=66666670 \text{ cm}^4$

Material: C30/37

Eiengewicht: 25.000 [kN/m<sup>3</sup>]

### Wandverlauf

z [m]	d [cm]	E [MN/m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> /m]	$E \cdot I_y$ [MNm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> /m]
94.50	200.0	32850.0	66666670	21900.0	20000
54.30	200.0	32850.0	66666670	21900.0	20000

## Bauzustand: 1 "[1] Situation A"

LF: alle Lasten Typ: BS-T  
[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	6.666667	0	6.666667	9.166667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 93.20 94.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:  
Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:  
Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	94.50	9999.99	94.50	0.00	140.00	0.00	140.00	g	1
0.00	94.50	11.60	94.50	0.00	27.00	0.00	27.00	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
-------	------	------

z [m]	92.70	94.00
-------	-------	-------

## Berechnungsparameter

## Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.

Gleitflächenwinkel : DIN 4085.

Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.

Erdruchedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .

Erdruchedruck für Li ni en lasten: kl ass i sch, drei ecksförmig.

Berücksichtigung des Mindesterdru cks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .

Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

## Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Keine Umlagerung des Erddrucks.

Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle

Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.

Der Erddruck unter der Auslastung wirkt ohne Umgehung.  
Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit  $t$  umgeleget.

## Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

## Wasserdruckoptionen

## Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

Wandfuß wird gebettet gelagert.

Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	3.000	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

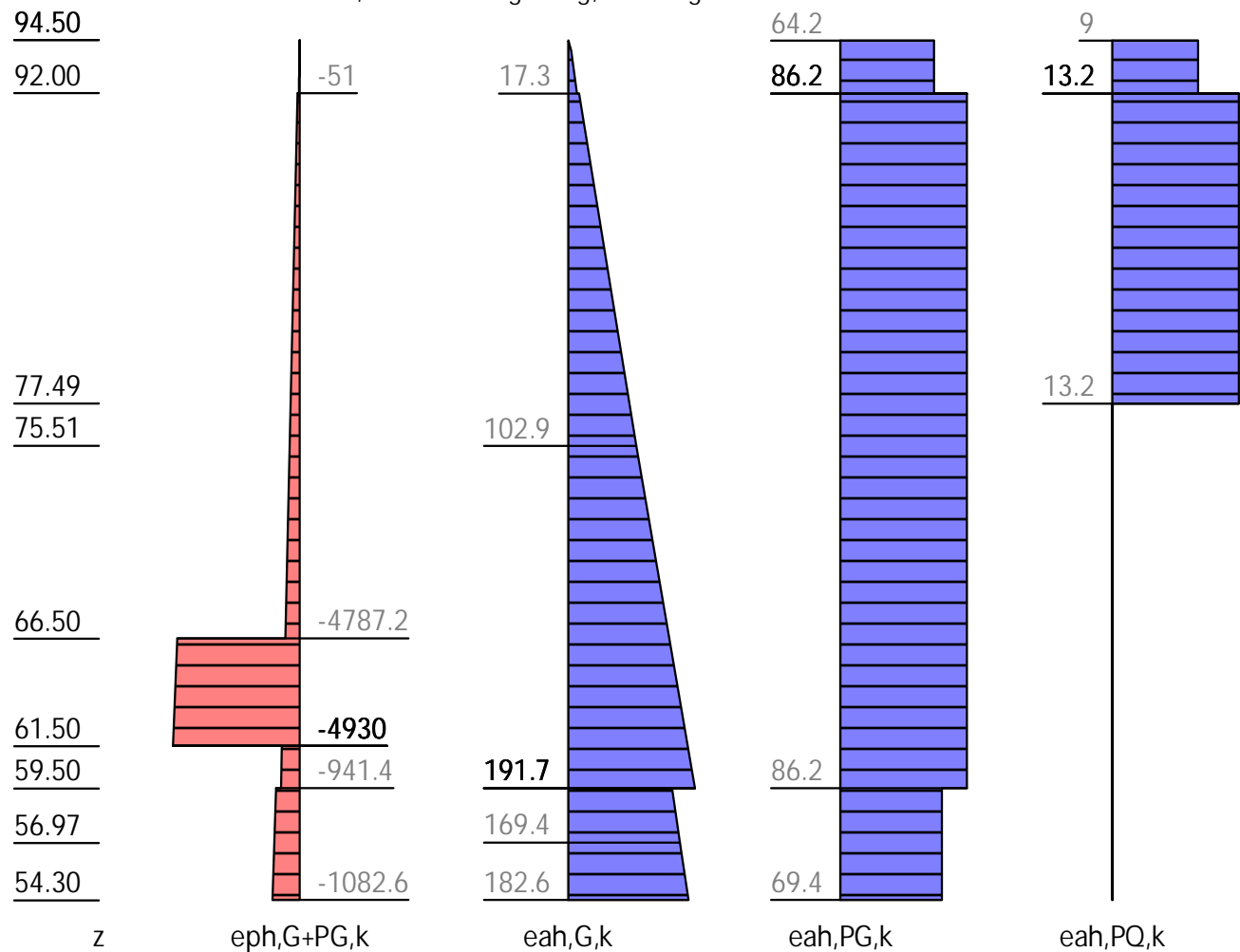
## Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54,300$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



$z$ [m]	$e_{ph, G, k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah, G, k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah, PG, k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah, PQ, k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah, d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50		0.00	64.17	9.00	83.89
93.20	-0.00	8.25	64.17	9.00	93.17
92.00	-51.00	13.75	64.17	9.00	99.36
	-91.80	17.30	86.25	13.24	133.71
77.49	-358.15	92.65	86.25	13.24	218.45
	-358.15	92.65	86.25	0.00	201.24
66.50	-559.89	152.87	86.25		269.01
	-4787.21	152.87	86.25		269.01
61.50	-4929.98	180.59	86.25		300.19
	-702.66	180.59	86.25		300.19
59.50	-739.37	191.68	86.25		312.67
	-941.37	157.06	69.40		254.78
54.30	-1082.59	182.62	69.40		283.53

Eph, G, k: -39342.18, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

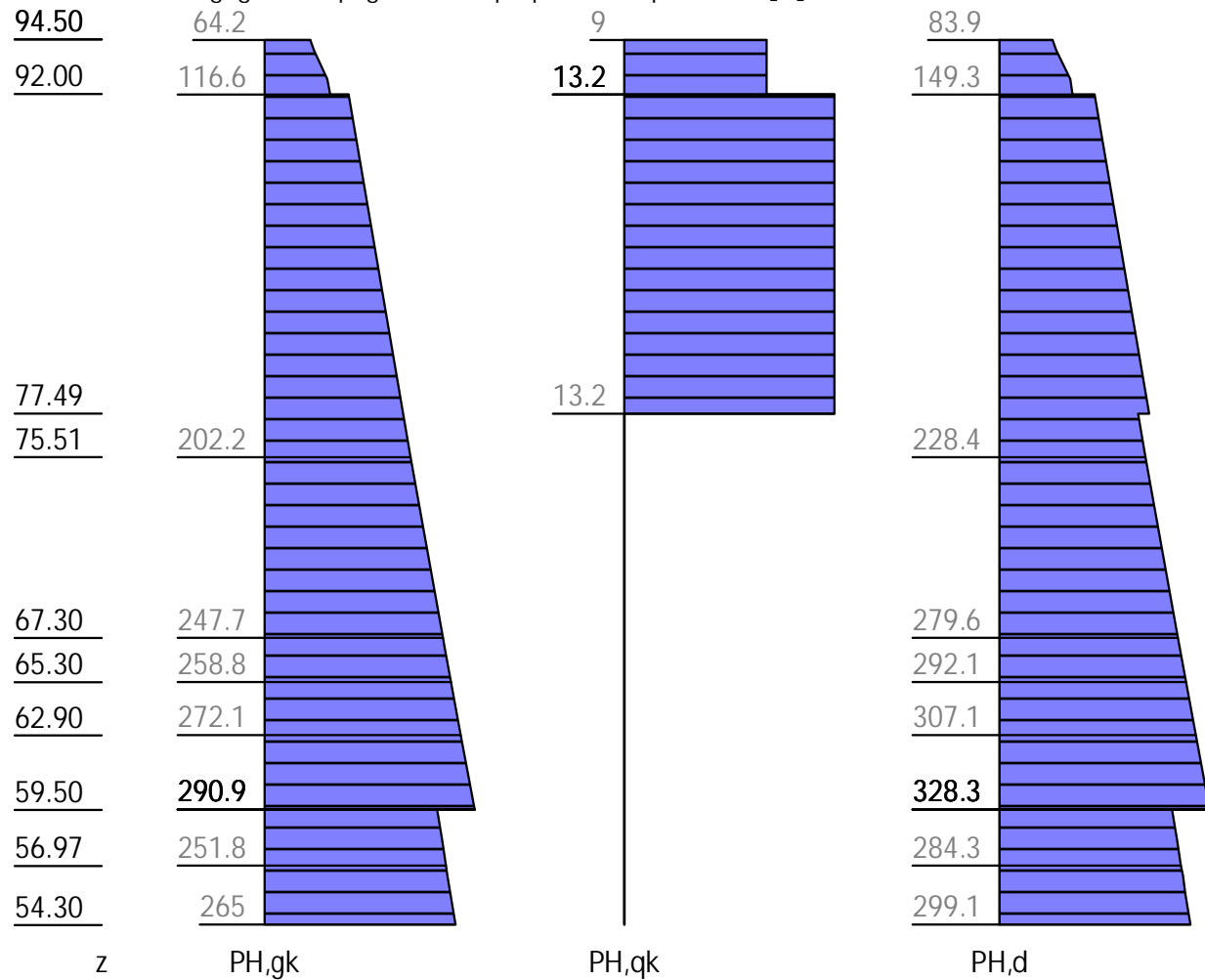
Eah, G, k: 4251.70, Eah, PG, k: 3324.38, Eah, PQ, k: 214.58, Eah, d: 8802.04

## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
92.70	0.00	13.00	13.00
66.90	-258.00	271.00	13.00
55.70	-370.00	383.00	13.00
54.30	-384.00	397.00	13.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

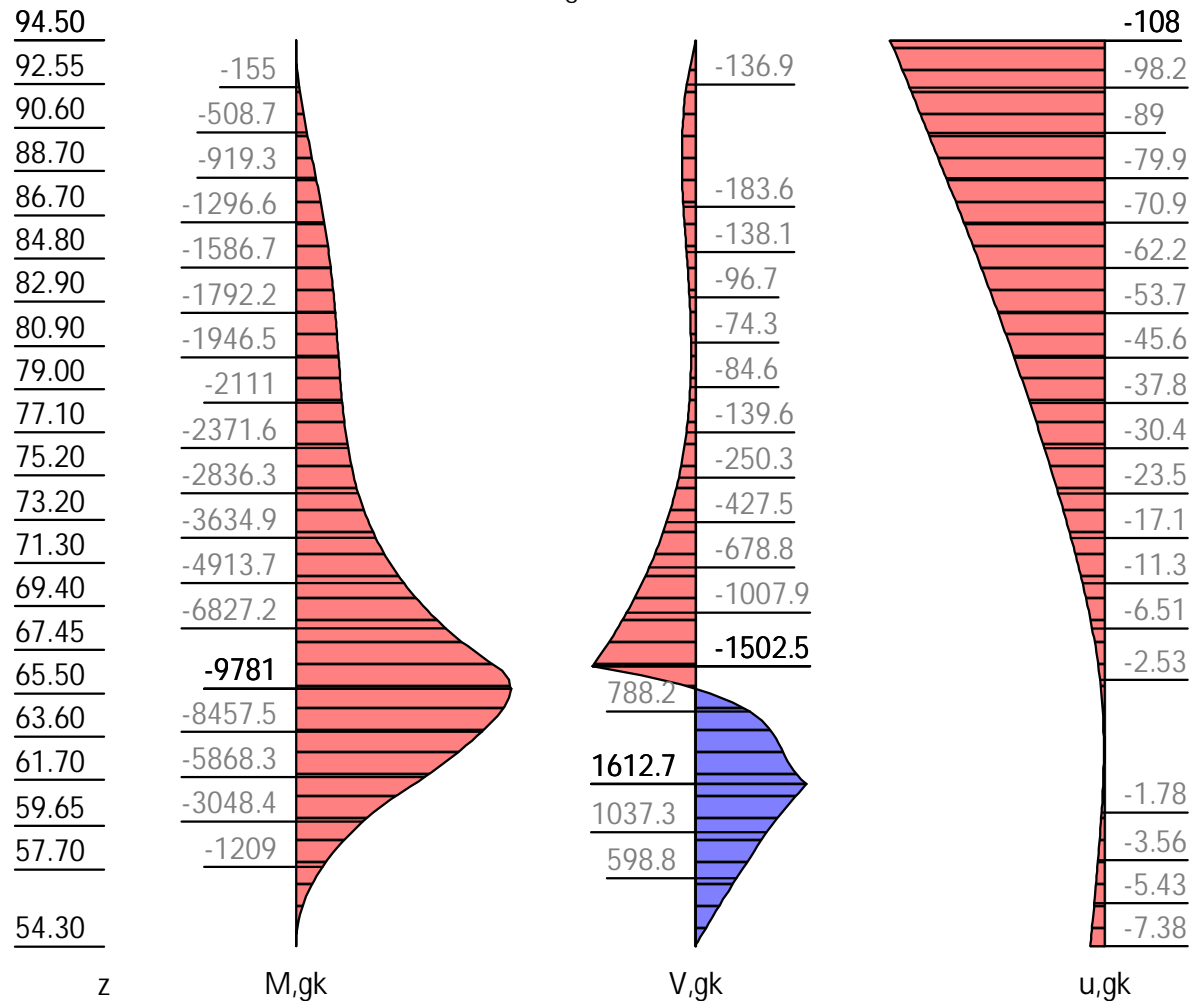


z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50	64.17	9.00	83.89
92.00	90.92	9.00	114.96
	116.55	13.24	149.31
77.49	191.90	13.24	234.05
	191.90	0.00	216.84
59.50	290.92		328.27
	239.47		270.38
54.30	265.03		299.13



**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 71.440. Fx=-8083.726 kN/m Bettung

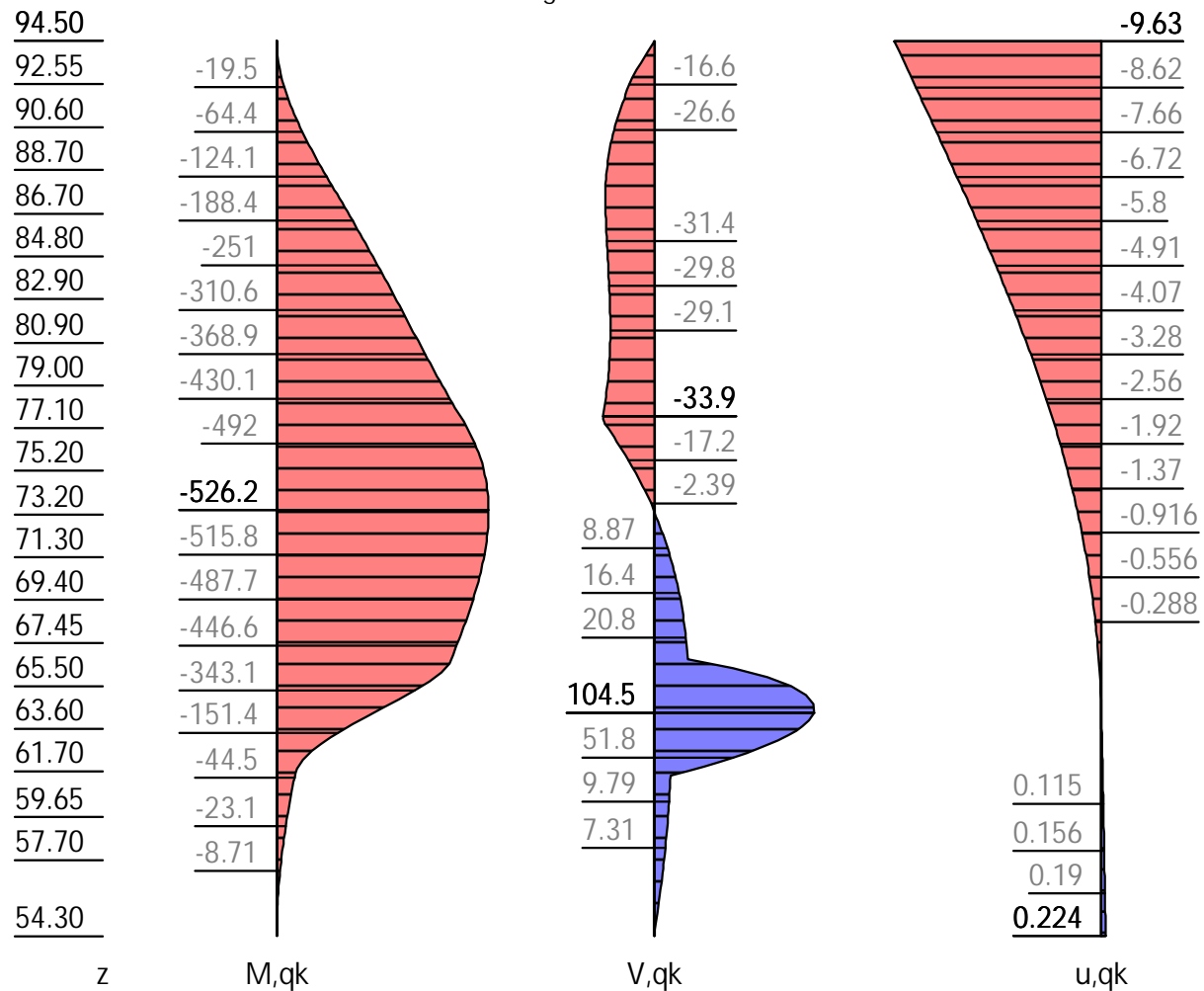


z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
94.50	64.17	-0.00	0.00	0.00	-107.95
94.50	64.17	-0.00	-0.00	-0.00	-107.95
92.00	90.92	-217.08	-162.16	-93.00	-96.38
	116.55	-217.08	-162.16	-93.00	-96.38
89.10	131.61	-774.84	-207.57	-180.00	-83.04
66.70	251.01	-9071.74	-1502.51	-852.00	-3.37
65.70	256.56	-9781.03	-8.93	-882.00	-2.05
65.69	256.60	-9779.31	0.00	-882.24	-2.04
61.50	279.84	-5409.80	1612.66	-1008.00	-1.02
59.50	290.92	-2715.18	1073.93	-1068.00	-2.32
	239.47	-2715.18	1073.93	-1068.00	-2.32
54.31	264.96	-0.13	0.00	-1223.57	-7.36
54.30	265.03	-0.00	-3.76	-1224.00	-7.38

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

z= 61.999. Fx= 109.001 kN/m Bettung

z= 78.380. Fx=-323.582 kN/m Bettung



z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.50	9.00	-0.00	-0.00	-0.00	-9.63
93.00	9.00	-10.13	-13.34	-0.00	-8.91
	9.00	-10.13	-13.34	-0.00	-8.91
92.70	9.00	-14.50	-15.57	-0.00	-8.77
	9.00	-14.50	-15.57	-0.00	-8.77
92.40	9.00	-19.46	-17.45	-0.00	-8.62
	9.00	-19.46	-17.45	-0.00	-8.62
92.20	9.00	-23.07	-18.58	-0.00	-8.53
	9.00	-23.07	-18.58	-0.00	-8.53
92.00	9.00	-26.90	-19.50	-0.00	-8.43
	13.24	-26.90	-19.50	-0.00	-8.43
91.80	13.24	-30.87	-20.44	-0.00	-8.33
	13.24	-30.87	-20.44	-0.00	-8.33
91.60	13.24	-35.07	-21.54	-0.00	-8.24
	13.24	-35.07	-21.54	-0.00	-8.24
91.40	13.24	-39.49	-22.58	-0.00	-8.14
	13.24	-39.49	-22.58	-0.00	-8.14
91.20	13.24	-44.11	-23.57	-0.00	-8.05
	13.24	-44.11	-23.57	-0.00	-8.05
91.00	13.24	-48.92	-24.51	-0.00	-7.95

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
90.80	13.24	-48.92	-24.51	-0.00	-7.95
	13.24	-53.91	-25.38	-0.00	-7.86
90.60	13.24	-53.91	-25.38	-0.00	-7.86
	13.24	-59.07	-26.21	-0.00	-7.76
90.40	13.24	-59.07	-26.21	-0.00	-7.76
	13.24	-64.39	-26.98	-0.00	-7.66
90.20	13.24	-64.39	-26.98	-0.00	-7.66
	13.24	-69.86	-27.70	-0.00	-7.57
90.00	13.24	-69.86	-27.70	-0.00	-7.57
	13.24	-75.47	-28.36	-0.00	-7.47
89.80	13.24	-75.47	-28.36	-0.00	-7.47
	13.24	-81.21	-28.97	-0.00	-7.38
89.60	13.24	-81.21	-28.97	-0.00	-7.38
	13.24	-87.06	-29.53	-0.00	-7.28
89.40	13.24	-87.06	-29.53	-0.00	-7.28
	13.24	-93.02	-30.04	-0.00	-7.19
89.20	13.24	-93.02	-30.04	-0.00	-7.19
	13.24	-99.07	-30.49	-0.00	-7.10
89.00	13.24	-99.07	-30.49	-0.00	-7.10
	13.24	-105.22	-30.89	-0.00	-7.00
88.80	13.24	-105.22	-30.89	-0.00	-7.00
	13.24	-111.43	-31.25	-0.00	-6.91
88.60	13.24	-111.43	-31.25	-0.00	-6.91
	13.24	-117.71	-31.55	-0.00	-6.81
88.40	13.24	-117.71	-31.55	-0.00	-6.81
	13.24	-124.05	-31.80	-0.00	-6.72
88.20	13.24	-124.05	-31.80	-0.00	-6.72
	13.24	-130.43	-32.00	-0.00	-6.63
88.00	13.24	-130.43	-32.00	-0.00	-6.63
	13.24	-136.85	-32.15	-0.00	-6.53
87.80	13.24	-136.85	-32.15	-0.00	-6.53
	13.24	-143.29	-32.25	-0.00	-6.44
87.60	13.24	-143.29	-32.25	-0.00	-6.44
	13.24	-149.75	-32.30	-0.00	-6.35
87.50	13.24	-149.75	-32.30	-0.00	-6.35
	13.24	-152.98	-32.32	-0.00	-6.30
87.40	13.24	-152.98	-32.32	-0.00	-6.30
	13.24	-156.21	-32.31	-0.00	-6.25
87.20	13.24	-156.21	-32.31	-0.00	-6.25
	13.24	-162.67	-32.28	-0.00	-6.16
87.00	13.24	-162.67	-32.28	-0.00	-6.16
	13.24	-169.12	-32.23	-0.00	-6.07
86.80	13.24	-169.12	-32.23	-0.00	-6.07
	13.24	-175.56	-32.16	-0.00	-5.98
86.60	13.24	-175.56	-32.16	-0.00	-5.98
	13.24	-181.99	-32.08	-0.00	-5.89
86.40	13.24	-181.99	-32.08	-0.00	-5.89
	13.24	-188.40	-31.98	-0.00	-5.80
86.20	13.24	-188.40	-31.98	-0.00	-5.80
	13.24	-194.78	-31.87	-0.00	-5.71
86.00	13.24	-194.78	-31.87	-0.00	-5.71
	13.24	-201.14	-31.74	-0.00	-5.62
85.80	13.24	-201.14	-31.74	-0.00	-5.62
	13.24	-207.48	-31.61	-0.00	-5.53
85.60	13.24	-207.48	-31.61	-0.00	-5.53
	13.24	-213.79	-31.47	-0.00	-5.44
85.40	13.24	-213.79	-31.47	-0.00	-5.44
	13.24	-220.07	-31.32	-0.00	-5.35
85.20	13.24	-220.07	-31.32	-0.00	-5.35
	13.24	-226.31	-31.16	-0.00	-5.26
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 15			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
85.00	13.24	-226.31	-31.16	-0.00	-5.26
	13.24	-232.53	-31.01	-0.00	-5.17
	13.24	-232.53	-31.01	-0.00	-5.17
84.80	13.24	-238.72	-30.85	-0.00	-5.08
	13.24	-238.72	-30.85	-0.00	-5.08
84.60	13.24	-244.87	-30.68	-0.00	-5.00
	13.24	-244.87	-30.68	-0.00	-5.00
84.40	13.24	-250.99	-30.52	-0.00	-4.91
	13.24	-250.99	-30.52	-0.00	-4.91
84.20	13.24	-257.08	-30.36	-0.00	-4.82
	13.24	-257.08	-30.36	-0.00	-4.82
84.00	13.24	-263.13	-30.21	-0.00	-4.74
	13.24	-263.13	-30.21	-0.00	-4.74
83.80	13.24	-269.16	-30.05	-0.00	-4.65
	13.24	-269.16	-30.05	-0.00	-4.65
83.60	13.24	-275.16	-29.91	-0.00	-4.57
	13.24	-275.16	-29.91	-0.00	-4.57
83.40	13.24	-281.12	-29.77	-0.00	-4.48
	13.24	-281.12	-29.77	-0.00	-4.48
83.20	13.24	-287.06	-29.64	-0.00	-4.40
	13.24	-287.06	-29.64	-0.00	-4.40
83.00	13.24	-292.98	-29.52	-0.00	-4.31
	13.24	-292.98	-29.52	-0.00	-4.31
82.80	13.24	-298.87	-29.41	-0.00	-4.23
	13.24	-298.87	-29.41	-0.00	-4.23
82.60	13.24	-304.75	-29.32	-0.00	-4.15
	13.24	-304.75	-29.32	-0.00	-4.15
82.40	13.24	-310.60	-29.24	-0.00	-4.07
	13.24	-310.60	-29.24	-0.00	-4.07
82.20	13.24	-316.44	-29.17	-0.00	-3.98
	13.24	-316.44	-29.17	-0.00	-3.98
82.00	13.24	-322.27	-29.12	-0.00	-3.90
	13.24	-322.27	-29.12	-0.00	-3.90
81.80	13.24	-328.09	-29.09	-0.00	-3.82
	13.24	-328.09	-29.09	-0.00	-3.82
81.60	13.24	-333.91	-29.08	-0.00	-3.74
	13.24	-333.91	-29.08	-0.00	-3.74
81.40	13.24	-339.72	-29.08	-0.00	-3.67
	13.24	-339.72	-29.08	-0.00	-3.67
81.20	13.24	-345.54	-29.11	-0.00	-3.59
	13.24	-345.54	-29.11	-0.00	-3.59
81.00	13.24	-351.36	-29.16	-0.00	-3.51
	13.24	-351.36	-29.16	-0.00	-3.51
80.80	13.24	-357.20	-29.23	-0.00	-3.43
	13.24	-357.20	-29.23	-0.00	-3.43
80.60	13.24	-363.06	-29.32	-0.00	-3.36
	13.24	-363.06	-29.32	-0.00	-3.36
80.40	13.24	-368.93	-29.44	-0.00	-3.28
	13.24	-368.93	-29.44	-0.00	-3.28
80.20	13.24	-374.83	-29.59	-0.00	-3.21
	13.24	-374.83	-29.59	-0.00	-3.21
80.00	13.24	-380.77	-29.76	-0.00	-3.13
	13.24	-380.77	-29.76	-0.00	-3.13
79.80	13.24	-386.74	-29.96	-0.00	-3.06
	13.24	-386.74	-29.96	-0.00	-3.06
79.60	13.24	-392.75	-30.19	-0.00	-2.98
	13.24	-392.75	-30.19	-0.00	-2.98
79.40	13.24	-398.82	-30.45	-0.00	-2.91
	13.24	-398.82	-30.45	-0.00	-2.91
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 16			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
79.20	13.24	-404.93	-30.74	-0.00	-2.84
	13.24	-404.93	-30.74	-0.00	-2.84
79.00	13.24	-411.11	-31.06	-0.00	-2.77
	13.24	-411.11	-31.06	-0.00	-2.77
78.80	13.24	-417.36	-31.41	-0.00	-2.70
	13.24	-417.36	-31.41	-0.00	-2.70
78.60	13.24	-423.68	-31.79	-0.00	-2.63
	13.24	-423.68	-31.79	-0.00	-2.63
78.40	13.24	-430.08	-32.21	-0.00	-2.56
	13.24	-430.08	-32.21	-0.00	-2.56
78.20	13.24	-436.56	-32.66	-0.00	-2.49
	13.24	-436.56	-32.66	-0.00	-2.49
78.00	13.24	-443.14	-33.14	-0.00	-2.43
	13.24	-443.14	-33.14	-0.00	-2.43
77.80	13.24	-449.82	-33.66	-0.00	-2.36
	13.24	-449.82	-33.66	-0.00	-2.36
77.64	13.24	-455.54	-33.93	-0.00	-2.31
77.60	13.24	-456.97	-33.85	-0.00	-2.30
	13.24	-456.97	-33.85	-0.00	-2.30
77.49	13.24	-460.16	-33.60	-0.00	-2.26
	0.00	-460.16	-33.60	-0.00	-2.26
77.40		-463.63	-33.19	-0.00	-2.23
		-463.63	-33.19	-0.00	-2.23
77.20		-469.89	-31.59	-0.00	-2.17
		-469.89	-31.59	-0.00	-2.17
77.00		-476.00	-29.60	-0.00	-2.11
		-476.00	-29.60	-0.00	-2.11
76.80		-481.72	-27.65	-0.00	-2.04
		-481.72	-27.65	-0.00	-2.04
76.60		-487.06	-25.73	-0.00	-1.98
		-487.06	-25.73	-0.00	-1.98
76.40		-492.02	-23.86	-0.00	-1.92
		-492.02	-23.86	-0.00	-1.92
76.20		-496.60	-22.02	-0.00	-1.86
		-496.60	-22.02	-0.00	-1.86
76.00		-500.83	-20.23	-0.00	-1.80
		-500.83	-20.23	-0.00	-1.80
75.80		-504.69	-18.48	-0.00	-1.75
		-504.69	-18.48	-0.00	-1.75
75.51		-509.75	-16.01	-0.00	-1.66
		-509.75	-16.01	-0.00	-1.66
75.20		-514.24	-13.44	-0.00	-1.58
		-514.24	-13.44	-0.00	-1.58
75.00		-516.76	-11.83	-0.00	-1.53
		-516.76	-11.83	-0.00	-1.53
74.80		-518.97	-10.27	-0.00	-1.47
		-518.97	-10.27	-0.00	-1.47
74.60		-520.87	-8.75	-0.00	-1.42
		-520.87	-8.75	-0.00	-1.42
74.40		-522.47	-7.27	-0.00	-1.37
		-522.47	-7.27	-0.00	-1.37
74.20		-523.78	-5.83	-0.00	-1.32
		-523.78	-5.83	-0.00	-1.32
74.00		-524.80	-4.43	-0.00	-1.27
		-524.80	-4.43	-0.00	-1.27
73.80		-525.55	-3.07	-0.00	-1.22
		-525.55	-3.07	-0.00	-1.22
73.60		-526.03	-1.74	-0.00	-1.18
		-526.03	-1.74	-0.00	-1.18
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 17			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
73.40		-526.24	-0.46	-0.00	-1.13
		-526.24	-0.46	0.00	-1.13
73.33		-526.23	-0.00	0.00	-1.12
73.20		-526.21	0.78	0.00	-1.09
		-526.21	0.78	0.00	-1.09
73.00		-525.93	1.98	0.00	-1.04
		-525.93	1.98	0.00	-1.04
72.80		-525.42	3.15	0.00	-1.00
		-525.42	3.15	0.00	-1.00
72.60		-524.67	4.27	0.00	-0.96
		-524.67	4.27	0.00	-0.96
72.40		-523.71	5.36	0.00	-0.92
		-523.71	5.36	0.00	-0.92
72.20		-522.53	6.41	0.00	-0.88
		-522.53	6.41	0.00	-0.88
72.00		-521.14	7.42	0.00	-0.84
		-521.14	7.42	0.00	-0.84
71.80		-519.56	8.39	0.00	-0.80
		-519.56	8.39	0.00	-0.80
71.60		-517.79	9.33	0.00	-0.76
		-517.79	9.33	0.00	-0.76
71.40		-515.83	10.22	0.00	-0.72
		-515.83	10.22	0.00	-0.72
71.20		-513.70	11.09	0.00	-0.69
		-513.70	11.09	0.00	-0.69
71.00		-511.40	11.91	0.00	-0.65
		-511.40	11.91	0.00	-0.65
70.80		-508.93	12.70	0.00	-0.62
		-508.93	12.70	0.00	-0.62
70.60		-506.32	13.46	0.00	-0.59
		-506.32	13.46	0.00	-0.59
70.40		-503.55	14.18	0.00	-0.56
		-503.55	14.18	0.00	-0.56
70.20		-500.64	14.87	0.00	-0.53
		-500.64	14.87	0.00	-0.53
70.00		-497.60	15.52	0.00	-0.50
		-497.60	15.52	0.00	-0.50
69.80		-494.44	16.14	0.00	-0.47
		-494.44	16.14	0.00	-0.47
69.60		-491.15	16.73	0.00	-0.44
		-491.15	16.73	0.00	-0.44
69.40		-487.75	17.28	0.00	-0.41
		-487.75	17.28	0.00	-0.41
69.20		-484.24	17.81	0.00	-0.38
		-484.24	17.81	0.00	-0.38
69.00		-480.62	18.30	0.00	-0.36
		-480.62	18.30	0.00	-0.36
68.80		-476.92	18.77	0.00	-0.33
		-476.92	18.77	0.00	-0.33
68.60		-473.12	19.20	0.00	-0.31
		-473.12	19.20	0.00	-0.31
68.40		-469.24	19.61	0.00	-0.29
		-469.24	19.61	0.00	-0.29
68.20		-465.27	19.99	0.00	-0.27
		-465.27	19.99	0.00	-0.27
68.00		-461.24	20.34	0.00	-0.24
		-461.24	20.34	0.00	-0.24
67.80		-457.14	20.66	0.00	-0.22
		-457.14	20.66	0.00	-0.22
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 18			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
67.60		-452.98	20.96	0.00	-0.20
		-452.98	20.96	0.00	-0.20
67.30		-446.63	21.36	0.00	-0.18
		-446.63	21.36	0.00	-0.18
66.90		-437.98	21.81	0.00	-0.14
		-437.98	21.81	0.00	-0.14
66.50		-429.17	36.81	0.00	-0.11
		-429.17	36.81	0.00	-0.11
66.10		-408.53	62.75	0.00	-0.08
		-408.53	62.75	0.00	-0.08
65.70		-378.98	81.75	0.00	-0.06
		-378.98	81.75	0.00	-0.06
65.30		-343.13	94.58	0.00	-0.04
		-343.13	94.58	0.00	-0.04
64.90		-303.31	101.93	0.00	-0.02
		-303.31	101.93	0.00	-0.02
64.50		-261.54	104.43	0.00	-0.00
		-261.54	104.43	0.00	-0.00
64.48		-259.34	104.44	0.00	0.00
64.30		-240.66	104.53	0.00	0.01
64.10		-219.77	102.61	0.00	0.01
		-219.77	102.61	0.00	0.01
63.80		-189.42	98.69	0.00	0.03
		-189.42	98.69	0.00	0.03
63.60		-170.01	94.96	0.00	0.03
		-170.01	94.96	0.00	0.03
63.40		-151.44	90.38	0.00	0.04
		-151.44	90.38	0.00	0.04
63.20		-133.86	85.00	0.00	0.04
		-133.86	85.00	0.00	0.04
62.90		-109.66	75.50	0.00	0.05
		-109.66	75.50	0.00	0.05
62.60		-88.56	64.37	0.00	0.06
		-88.56	64.37	0.00	0.06
62.40		-76.48	56.09	0.00	0.07
		-76.48	56.09	0.00	0.07
62.20		-66.12	47.13	0.00	0.07
		-66.12	47.13	0.00	0.07
62.00		-57.63	37.53	0.00	0.08
		-57.63	37.53	0.00	0.08
61.80		-51.11	27.28	0.00	0.08
		-51.11	27.28	0.00	0.08
61.60		-46.71	16.42	0.00	0.08
		-46.71	16.42	0.00	0.08
61.40		-44.55	10.75	0.00	0.09
		-44.55	10.75	0.00	0.09
61.20		-42.41	10.59	0.00	0.09
		-42.41	10.59	0.00	0.09
61.00		-40.31	10.43	0.00	0.10
		-40.31	10.43	0.00	0.10
60.80		-38.24	10.26	0.00	0.10
		-38.24	10.26	0.00	0.10
60.60		-36.21	10.07	0.00	0.11
		-36.21	10.07	0.00	0.11
60.40		-34.21	9.88	0.00	0.11
		-34.21	9.88	0.00	0.11
60.20		-32.25	9.68	0.00	0.12
		-32.25	9.68	0.00	0.12
60.00		-30.34	9.48	0.00	0.12
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 19			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
		-30.34	9.48	0.00	0.12
59.80		-28.46	9.26	0.00	0.12
		-28.46	9.26	0.00	0.12
59.50		-25.73	8.92	0.00	0.13
		-25.73	8.92	0.00	0.13
59.20		-23.11	8.56	0.00	0.14
		-23.11	8.56	0.00	0.14
58.90		-20.60	8.19	0.00	0.14
		-20.60	8.19	0.00	0.14
58.60		-18.20	7.79	0.00	0.15
		-18.20	7.79	0.00	0.15
58.40		-16.67	7.51	0.00	0.15
		-16.67	7.51	0.00	0.15
58.10		-14.48	7.09	0.00	0.16
		-14.48	7.09	0.00	0.16
57.80		-12.42	6.64	0.00	0.16
		-12.42	6.64	0.00	0.16
57.60		-11.12	6.33	0.00	0.17
		-11.12	6.33	0.00	0.17
57.40		-9.88	6.02	0.00	0.17
		-9.88	6.02	0.00	0.17
57.20		-8.71	5.69	0.00	0.17
		-8.71	5.69	0.00	0.17
56.97		-7.43	5.31	0.00	0.18
		-7.43	5.31	0.00	0.18
56.50		-5.14	4.49	0.00	0.18
		-5.14	4.49	0.00	0.18
56.20		-3.87	3.94	0.00	0.19
		-3.87	3.94	0.00	0.19
56.00		-3.12	3.56	0.00	0.19
		-3.12	3.56	0.00	0.19
55.70		-2.14	2.98	0.00	0.20
		-2.14	2.98	0.00	0.20
55.40		-1.33	2.38	0.00	0.20
		-1.33	2.38	0.00	0.20
55.20		-0.90	1.97	0.00	0.21
		-0.90	1.97	0.00	0.21
55.00		-0.55	1.55	0.00	0.21
		-0.55	1.55	0.00	0.21
54.80		-0.28	1.12	0.00	0.21
		-0.28	1.12	0.00	0.21
54.60		-0.10	0.68	0.00	0.22
		-0.10	0.68	0.00	0.22
54.40		-0.01	0.23	0.00	0.22
		-0.01	0.23	0.00	0.22
54.30		0.00	0.11	0.00	0.22
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 20			
Record:					



**Schnittgrößen: Design**

z= 71.904. Fx=-9411.221 kN/m Bettung

**94.50****92.55****90.60****88.70****86.70****84.80****82.90****80.90****79.00****77.10****75.20****73.20****71.30****69.40****67.45****65.50****63.60****61.70****59.65****57.70****54.30**

z

-200.1

-659

-1202.2

-1714

-2125.3

-2436.7

-2688.4

-2954.8

-3330.4

-3895.1

-4798.5

-6215.9

-8331.2

**-11546.7**

-9799.9

-6692.5

-3479.2

-1381.3

M,d

-176.2

-245.5

-192

-144.7

-121.9

-140.4

-204.6

-313.6

-503.8

-783.4

-1155.6

**-1667.3**

1028.8

**1834.8**

1182.7

683.8

V,d

-97.2

-169.2

-241.2

-313.2

-385.2

-457.2

-529.2

-601.2

-673.2

-745.2

-817.2

-889.2

-961.2

-1044

-1116

-1184.4

-1256.4

-1332

-1400.4

**-1468.8**

N,d

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main			Job No.:		
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191					
Structure: Knoten Frankfurt,			ASB Nr.:		Date: 04.12.2020

94.50

83.9

-117.6

92.40

149.3

-106.8

90.40

-96.7

88.40

-86.6

86.40

-76.7

84.40

-67.1

82.40

-57.8

80.40

-48.9

78.40

-40.4

76.40

228.4

-32.4

74.40

-24.9

72.40

-18

70.40

-11.9

68.40

-6.79

66.10

279.6

-2.61

64.10

292.1

62.20

307.1

60.20

328.3

-1.67

58.10

-3.4

56.20

284.3

-5.24

54.30

299.1

-7.15

z

H,d

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
94.50	83.89	-0.00	-0.00	0.00	-117.58
92.00	114.96	-280.04	-208.86	-111.60	-104.81
	149.31	-280.04	-208.86	-111.60	-104.81
88.90	167.41	-1064.89	-275.40	-223.20	-89.08
77.49	234.05	-3108.26	-184.89	-633.96	-36.68
	216.84	-3108.26	-184.89	-633.96	-36.68
66.70	283.37	-10818.36	-1667.35	-1022.40	-3.50
65.78	289.10	-11533.87	0.00	-1055.52	-2.21
65.70	289.60	-11546.65	102.07	-1058.40	-2.11
61.50	315.79	-6069.78	1834.75	-1209.60	-0.93
59.50	328.27	-3099.41	1224.29	-1281.60	-2.19
	270.38	-3099.41	1224.29	-1281.60	-2.19
54.30	299.13	-0.00	-4.09	-1468.80	-7.15
54.30	299.13	0.00	-4.09	-1468.80	-7.15

Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	σB, gk [kN/m2]	σB, qk [kN/m2]	σB-eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
93.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
92.00	0.95	0.48	-48.97	-4.31	-2.28	-50.60
	0.95	0.87	-88.15	-7.76	-4.11	-91.08
87.40	2.15	2.13	-169.06	-14.13	-6.95	-173.96
86.67	2.33	2.31	-175.22	-14.49	-0.00	-180.16
84.60	2.83	2.81	-186.51	-14.90	26.23	-191.26

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main			Archive No.:		
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3			Page: 22		
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main Program: WALLS-Retain. Version 2020.191						Job No.:
Structure: Knoten Frankfurt,				ASB Nr.:		Date: 04.12.2020
z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B$ , gk [kN/m2]	$\sigma_B$ , qk [kN/m2]	$\sigma_B$ -eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
83.00	3.21	3.20	-189.37	-14.64	53.00	-193.73
82.80	3.26	3.25	-189.38	-14.58	56.72	-193.69
66.50	7.20	7.20	-23.25	-0.86	535.78	-22.89
	660.00	660.00	-2130.79	-79.09	2577.33	-2098.57
64.46	660.00	660.00	-725.02	-0.00	4120.32	-688.50
62.90	660.00	660.00	-455.86	36.02	4470.17	-398.69
61.50	660.00	660.00	-705.49	60.04	4284.53	-612.94
	8.50	8.50	-9.09	0.77	694.35	-7.89
59.50	9.00	9.00	-21.97	1.21	718.62	-19.71
	9.00	9.00	-21.97	1.21	920.62	-19.71
54.50	10.20	10.20	-76.98	2.32	1002.50	-70.89
	0.00	10.20	-76.98	2.32	1002.50	-70.89
54.30		10.20	-79.18	2.36	1005.77	-72.95

**Erdstatische Nachweise**

**Nachweis des Erdauflagers**

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.  
 $\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$   
 $Rd = Eph, k / \gamma, Re = 39342.18 / 1.625 = 24210.57 \text{ [kN/m]}$   
 $Ed(APx, d) / Rd = 9411.22 / 24210.57 = 0.389 [-]. \text{ Nachweis erfüllt}$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G)**

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	8083.73	
Wandgewicht		1229.00
H/V-Druck passiv		0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-8083.73	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	1229.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1  
 Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.  
 $V_k \geq B_{vk}: 1229.00 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)**

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	8298.31	
Wandgewicht		1229.00
H/V-Druck passiv		0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-8083.73	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-323.58	
Bettung, q ( $\delta, C=0.00^\circ$ )	109.00	
-----		
$\Sigma$	-0.00	1229.00
		(nach unten)

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 23	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

Nachweis, EAB EB 9-1  
 Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

V<sub>k</sub> >= B<sub>vk</sub>: 1229.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1229.000	1474.800
-----		
Vd:	1474.800	

Einbindetiefe t<sub>0,s</sub>: 38.90 m (statisch notwendig)

t<sub>0,r</sub>: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

t<sub>0</sub>: 38.90 m

tw=t<sub>0</sub>-0.50 tw: 38.40 m

Mantelfläche Ur,p: 1.00 m/m (passiv, entlang t<sub>0</sub>)

Ur,a: 1.00 m/m

Mantelreibung qr: 50.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche Ab: 2.00 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand qs: 1500.00 kN/m<sup>2</sup>

η, t: min(1, (t<sub>0</sub>-0.5) / 2.50) = 1.00

Spitzendruck

Rb,k: Ab\*qs\*η, t = 3000.00 kN/m

Mantelreibung

F<sub>mr</sub>: Ur,p\*t<sub>0</sub> + Ur,a\*t<sub>0,r</sub> = 38.90 m<sup>2</sup>/m

Q<sub>mr</sub>: F<sub>mr</sub>\*qr = 1945.00 kN/m

Nachweis

Vd: 1474.80 kN/m

Rd: (Rb,k+Q<sub>mr</sub>)/γ<sub>P</sub>

(3000.00+1945.00)/1.750 = 2825.71 kN/m

Ed/Rd: 0.522 [-]

Alternativer Nachweis

Rd: Rb,k/γ<sub>P</sub> + B<sub>vk</sub>/γ<sub>Re</sub>

3000.00/1.750 + -0.00/1.625 = 1714.29 kN/m

Ed/Rd: 0.860 [-]

Nachweis erfüllt

### Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

γ<sub>G, stb</sub>: 0.950

γ<sub>H</sub>: 1.900

Umströmte Länge l<sub>ges</sub>=78.10 m. Summe(h<sub>i</sub>/k<sub>i</sub>)=7810000.00 1/100s.

Schicht "quartäre" z: 92.70 / 92.00, h= 0.70m

Ed=Σ(γ<sub>W</sub>\*h<sub>i</sub>)\*γ<sub>H</sub> = 0.12\* 1.900 = 0.22 (i=0.017)

Rd=Σ(γ<sub>h</sub>)\*γ<sub>G, stb</sub> = 17.00\* 0.950 = 16.15

Ed/Rd = 0.014 [-]

Schicht "Frankfurter Ton" z: 92.00 / 66.50, h= 25.50m

Ed=Σ(γ<sub>W</sub>\*h<sub>i</sub>)\*γ<sub>H</sub> = 4.36\* 1.900 = 8.29 (i=0.017)

Rd=Σ(γ<sub>h</sub>)\*γ<sub>G, stb</sub> = 246.50\* 0.950 = 234.18

Ed/Rd = 0.035 [-]

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:
Date: 04.12.2020		

Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  
 $Ed = \sum(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 5.19 \cdot 1.900 = 9.87 \text{ (i=0.017)}$   
 $Rd = \sum(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 316.50 \cdot 0.950 = 300.68$   
 $Ed/Rd = 0.033 \text{ [-]}$

Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  
 $Ed = \sum(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 5.53 \cdot 1.900 = 10.50 \text{ (i=0.017)}$   
 $Rd = \sum(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 334.50 \cdot 0.950 = 317.77$   
 $Ed/Rd = 0.033 \text{ [-]}$

Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  
 $Ed = \sum(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 6.39 \cdot 1.900 = 12.14 \text{ (i=0.017)}$   
 $Rd = \sum(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 386.50 \cdot 0.950 = 367.17$   
 $Ed/Rd = 0.033 \text{ [-]}$

### Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GE0] A2+M2+R3, BS-P)

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb  $R \cdot \sin(\phi)$  liegen.  
 Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m2 haben.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.  
 Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien  
 (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])  
 Mittelpunkt = (-3.14, 105.34), Radius = 51.14  
 Startpunkt = (-52.82, 93.20), Endpunkt = (46.84, 94.50)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite	dxM	Gewicht	Auflast	Wasser-	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	b	[m]	[kN/m]	z-Ri.	auflast	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
		[m]			[kN/m]					
1	-50.27	5.11	-47.12	757.7	0.0	0.0	-318.4	16.23	16.00	-36.88*
2	-45.15	5.11	-42.01	1661.0	0.0	0.0	-827.4	16.23	16.00	-36.88*
3	-40.04	5.11	-36.90	2268.2	0.0	0.0	-1155.0	16.23	16.00	-36.88*
4	-34.92	5.11	-31.78	2720.3	0.0	0.0	-1396.1	16.23	16.00	-36.88*
5	-29.81	5.11	-26.67	3067.3	0.0	0.0	-1580.3	16.23	16.00	-31.43
6	-24.69	5.11	-21.55	3336.3	0.0	0.0	-1721.3	22.61	8.00	-24.93
7	-19.58	5.11	-16.44	3545.9	0.0	0.0	-1826.6	22.61	8.00	-18.75
8	-14.47	5.11	-11.32	3693.7	0.0	0.0	-1900.8	22.61	8.00	-12.79
9	-9.35	5.11	-6.21	3784.8	0.0	0.0	-1946.6	22.61	8.00	-6.98
10	-4.24	5.11	-1.10	3822.3	0.0	0.0	-1965.4	22.61	8.00	-1.23
11	0.88	5.11	4.02	3896.6	480.7	0.0	-1991.2	22.61	8.00	4.51
12	5.99	5.11	9.13	3872.4	716.0	0.0	-1990.3	22.61	8.00	10.29
13	11.10	5.11	14.25	3749.4	716.0	0.0	-1928.6	22.61	8.00	16.17
14	16.22	5.11	19.36	3567.2	716.0	0.0	-1837.0	22.61	8.00	22.24
15	21.33	5.11	24.47	3323.4	716.0	0.0	-1712.0	16.23	16.00	28.59
16	26.45	5.11	29.59	3013.2	716.0	0.0	-1547.5	16.23	16.00	35.35
17	31.56	5.11	34.70	2610.2	716.0	0.0	-1333.2	16.23	16.00	42.73
18	36.68	5.11	39.82	2078.6	716.0	0.0	-1048.3	16.23	16.00	51.13
19	43.04	7.61	46.18	1629.8	1064.9	0.0	-657.9	16.23	16.00	64.55

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main		Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		

Page: 25

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf 45°-Phi/2 begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ [kN/m]	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$ [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	757.69	-698.16	209.75	0.754554	277.98
2	1661.00	-1364.41	324.56	0.754554	430.13
3	2268.17	-1636.35	405.94	0.754554	537.99
4	2720.32	-1690.51	467.40	0.754554	619.44
5	3067.31	-1599.42	514.81	0.813922	632.51
6	3336.29	-1406.05	713.49	0.861351	828.34
7	3545.92	-1139.80	756.91	0.912222	829.75
8	3693.66	-817.92	787.54	0.951264	827.89
9	3784.81	-459.63	806.45	0.979486	823.34
10	3822.32	-81.95	814.23	0.997455	816.30
11	4377.33	343.89	1034.65	1.005392	1029.10
12	4588.41	819.31	1122.90	1.003209	1119.31
13	4465.43	1243.89	1097.40	0.990497	1107.93
14	4283.17	1621.44	1059.63	0.966452	1096.41
15	4039.34	1933.07	759.50	0.914183	830.79
16	3729.18	2157.55	717.07	0.859318	834.46
17	3326.18	2257.01	662.14	0.785772	842.66
18	2794.57	2175.75	590.31	0.686347	860.07
19	2694.71	2433.13	714.77	0.497955	1435.40
		-----			-----
		4090.84			15779.79

Einwirkung  $E_d = (4090.8 \cdot 51.14)$

Widerstand  $R_d = (15779.8 \cdot 51.14 + 0.0)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d / R_d = 0.26 < 1.0$ : Nachweis erbracht.

## Bauzustand: 2 "[2] Situation B"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	6.666667	0	6.666667	9.166667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 88.20 94.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 88.20 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	94.50	9999.99	94.50	0.00	140.00	0.00	140.00	g	1
0.00	94.50	11.60	94.50	0.00	27.00	0.00	27.00	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	87.70	94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
94.10	-180.00	708000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor n=4.  
 Erdruhedruck für Linielasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi_{min} = 30.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Rechteckig.  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
 Wandfuß wird gebettet gelagert.  
 Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik: zf = 54.300

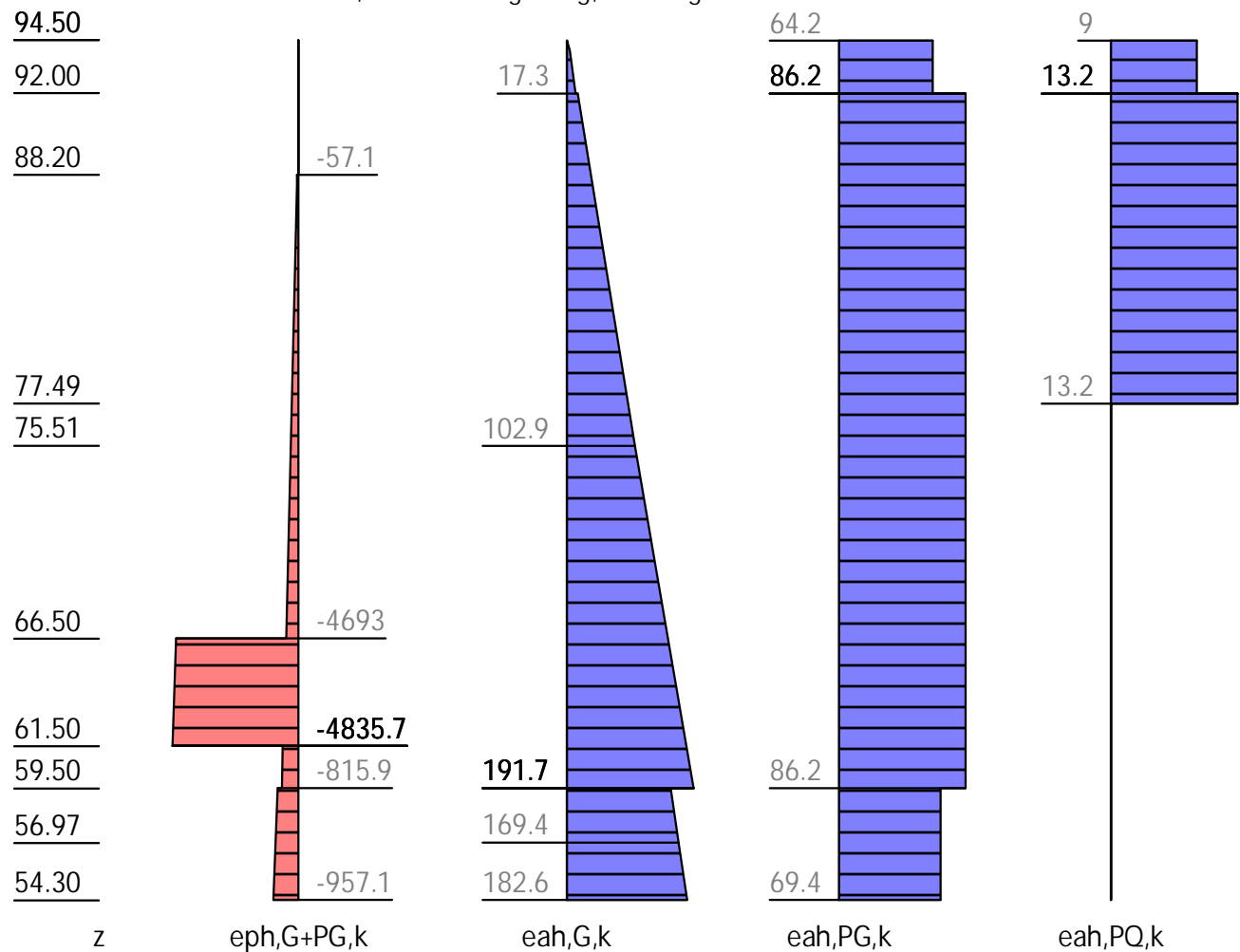
Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 28
Record:		



## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PG, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PQ, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50		0.00	64.17	9.00	83.89
92.00		13.75	64.17	9.00	99.36
		17.30	86.25	13.24	133.71
88.20	-0.00	37.04	86.25	13.24	155.90
	-57.13	37.04	86.25	13.24	155.90
77.49	-263.92	92.65	86.25	13.24	218.45
	-263.92	92.65	86.25	0.00	201.24
66.50	-465.66	152.87	86.25		269.01
	-4692.98	152.87	86.25		269.01
61.50	-4835.75	180.59	86.25		300.19
	-608.43	180.59	86.25		300.19
59.50	-645.14	191.68	86.25		312.67
	-815.91	157.06	69.40		254.78
54.30	-957.12	182.62	69.40		283.53

Eph, G, k: -35465.59, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

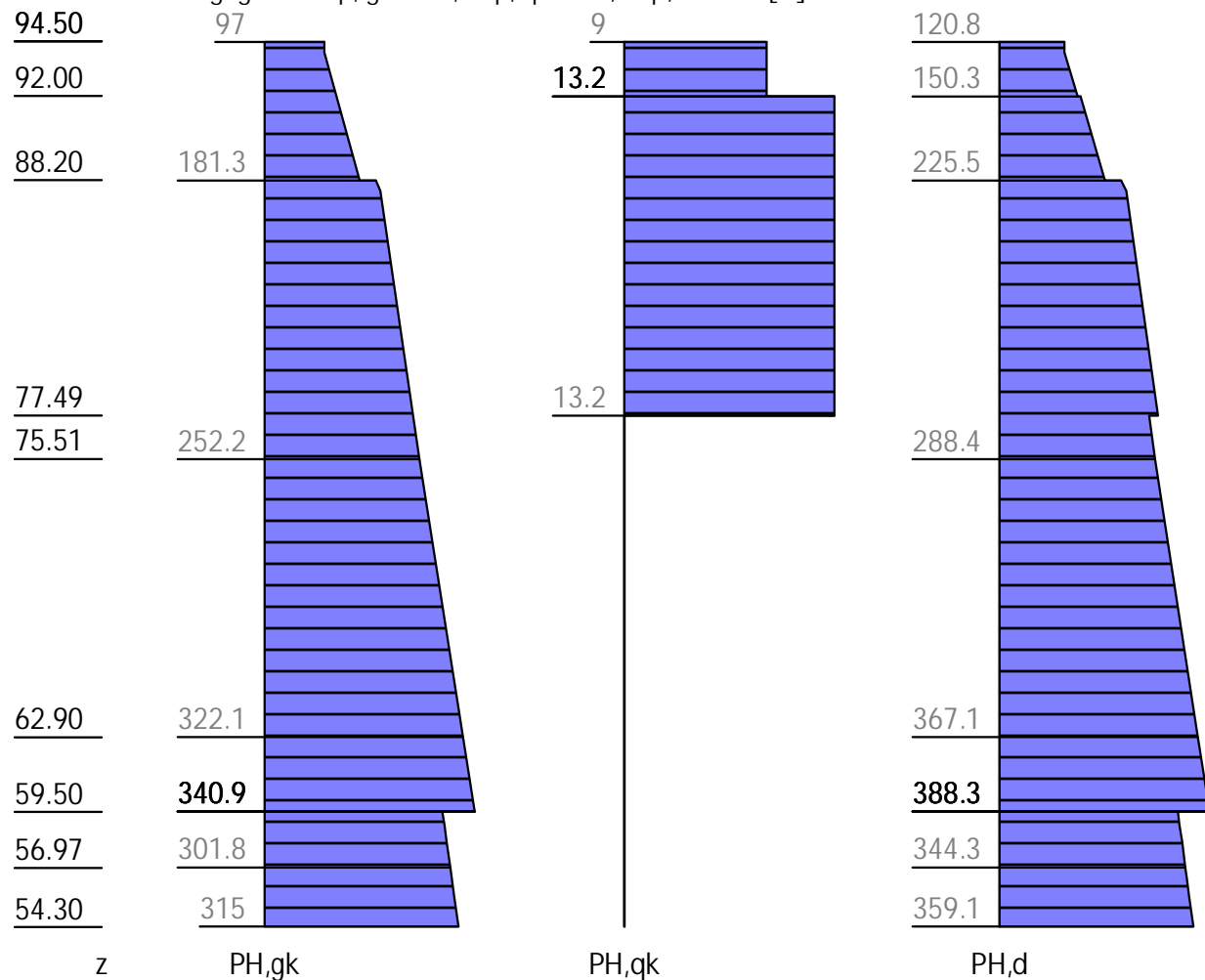
Eah, G, k: 4251.70, Eah, PG, k: 3324.38, Eah, PQ, k: 214.58, Eah, d: 8802.04

## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
88.20		58.00	58.00
87.70	0.00	63.00	63.00
62.90	-248.00	311.00	63.00
58.90	-288.00	351.00	63.00
58.10	-296.00	359.00	63.00
56.50	-312.00	375.00	63.00
55.70	-320.00	383.00	63.00
54.30	-334.00	397.00	63.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]



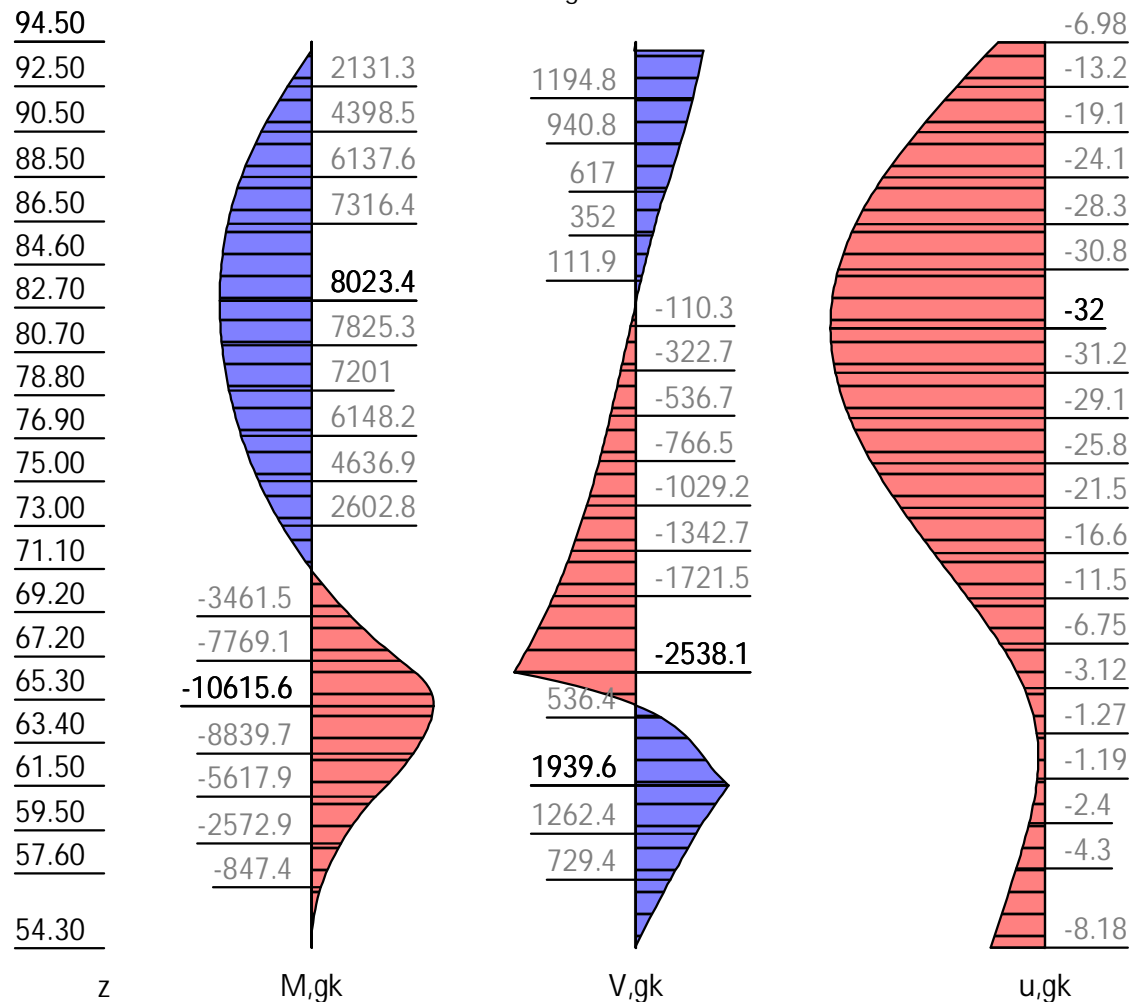
z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50	96.96	9.00	120.79
92.00	116.96	9.00	144.79
	116.96	13.24	150.29
88.20	154.96	13.24	195.89
	181.28	13.24	225.50
77.49	241.90	13.24	294.05
	241.90	0.00	276.84
59.50	340.92		388.27
	289.47		330.38

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
54.30	315.03		359.13

## Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch

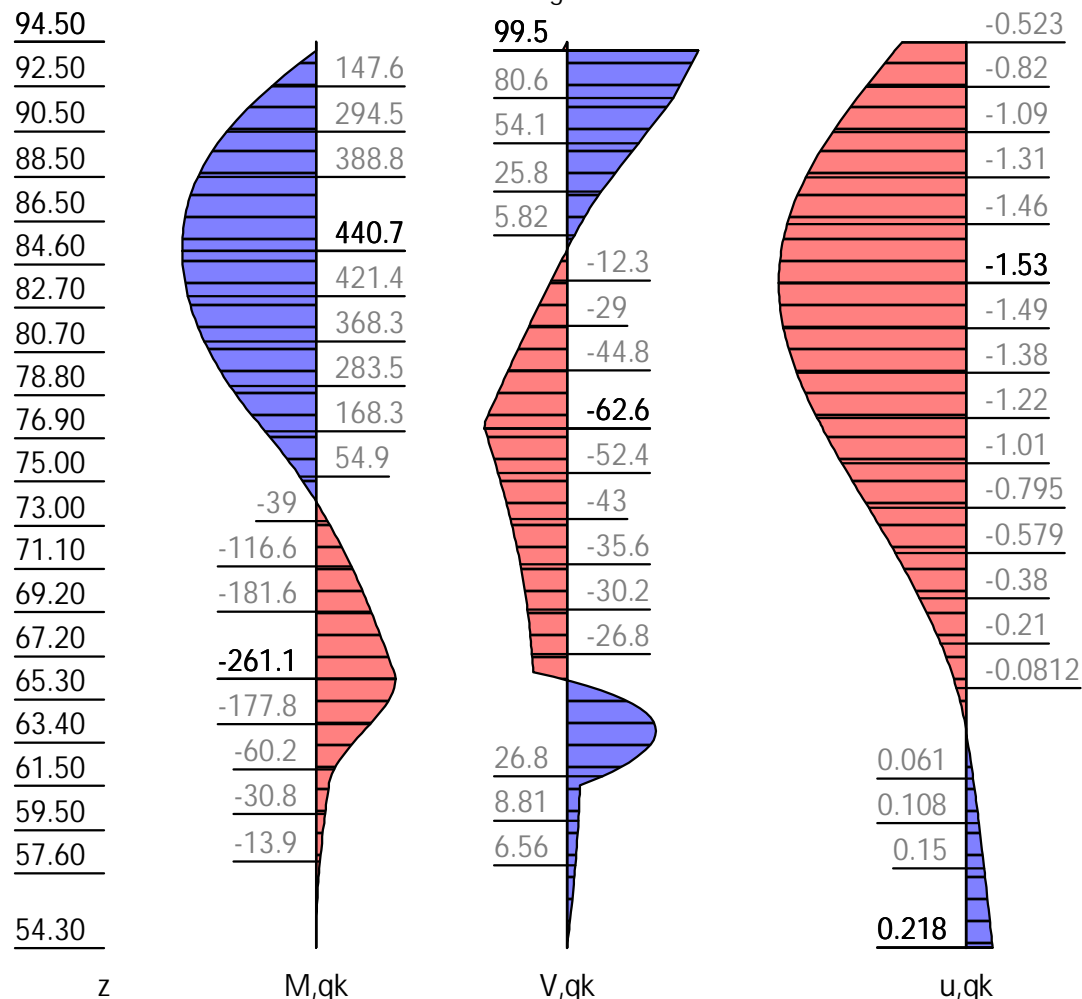
z= 94.100. Fx=-1457.218 kN/m Abstützung

z= 67.504. Fx=-8421.508 kN/m Bettung



z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
94.50	96.96	-0.00	-0.00	0.00	-6.98
94.10	96.96	-7.76	-38.79	-20.00	-8.23
	96.96	-7.76	1418.43	-20.00	-8.23
94.09	96.96	0.00	1417.90	-20.27	-8.25
88.20	154.96	6348.14	678.14	-257.00	-24.81
	181.28	6348.14	678.41	-257.00	-24.81
83.00	213.28	8023.43	42.08	-413.00	-31.75
82.63	215.20	8019.33	-0.00	-424.06	-31.88
81.80	219.51	7956.40	-94.87	-449.00	-31.99
71.04	276.98	0.00	-1497.67	-771.92	-14.62
66.50	302.12	-9005.89	-2538.09	-908.00	-4.21
65.05	310.14	-10612.88	0.00	-951.41	-2.20
65.00	310.44	-10615.64	58.56	-953.00	-2.15
61.50	329.84	-6524.20	1939.56	-1058.00	-1.31
59.50	340.92	-3328.94	1306.07	-1118.00	-2.65
	289.47	-3328.94	1306.07	-1118.00	-2.65
54.31	314.96	-0.15	0.00	-1273.60	-8.17

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
54.30	315.03	-0.00	-4.17	-1274.00	-8.18

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).z= 94.100.  $F_x = -103.087$  kN/m Abstützungz= 61.564.  $F_x = 67.439$  kN/m Bettungz= 71.681.  $F_x = -178.933$  kN/m Bettung

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.50	9.00	-0.00	0.00	0.00	-0.52
94.50	9.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.52
94.10	9.00	-0.72	-3.60	-0.00	-0.58
	9.00	-0.72	99.49	0.00	-0.58
94.09	9.00	-0.00	99.42	0.00	-0.58
94.00	9.00	9.18	98.59	0.00	-0.60
92.00	9.00	188.81	80.63	-6.91	-0.89
	13.24	188.81	80.63	-6.91	-0.89
88.20	13.24	399.01	30.28	-20.00	-1.33
	13.24	399.01	30.30	-20.00	-1.33
85.28	13.24	440.69	0.00	-20.00	-1.50
85.20	13.24	440.71	-0.73	-20.00	-1.51
83.80	13.24	430.87	-13.20	-20.00	-1.53
77.80	13.24	205.69	-61.02	-20.00	-1.22
77.49	13.24	186.97	-62.48	-20.00	-1.19

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191					
Structure: Knoten Frankfurt,				ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
	0. 00	186. 97	-62. 48	-20. 00	-1. 19
77. 40		179. 77	-62. 57	-20. 00	-1. 17
77. 34		176. 32	-62. 63	-20. 00	-1. 17
76. 80		143. 93	-59. 75	-20. 00	-1. 12
76. 20		109. 02	-56. 62	-20. 00	-1. 06
76. 00		97. 80	-55. 60	-20. 00	-1. 03
74. 80		34. 67	-49. 69	-20. 00	-0. 91
74. 60		24. 83	-48. 76	-20. 00	-0. 88
74. 08		-0. 00	-46. 37	-20. 00	-0. 83
73. 40		-30. 43	-43. 44	-20. 00	-0. 75
73. 20		-39. 03	-42. 61	-20. 00	-0. 73
72. 20		-79. 66	-38. 73	-20. 00	-0. 62
71. 00		-123. 65	-34. 70	-20. 00	-0. 50
66. 20		-261. 13	-3. 94	-20. 00	-0. 10
66. 14		-260. 96	-0. 00	-20. 00	-0. 10
65. 20		-236. 75	46. 54	-20. 00	-0. 05
65. 00		-226. 76	52. 74	-20. 00	-0. 04
64. 60		-203. 65	61. 70	-20. 00	-0. 03
64. 20		-177. 82	66. 43	-20. 00	-0. 01
63. 91		-158. 23	67. 50	-20. 00	0. 00
63. 90		-157. 65	67. 52	-20. 00	0. 00
63. 80		-150. 90	67. 28	-20. 00	0. 00
62. 90		-93. 75	56. 58	-20. 00	0. 03
62. 60		-77. 71	49. 50	-20. 00	0. 04
62. 20		-60. 17	37. 52	-20. 00	0. 05
61. 40		-42. 22	9. 97	-20. 00	0. 07
61. 00		-38. 28	9. 71	-20. 00	0. 08
59. 80		-27. 19	8. 72	-20. 00	0. 11
59. 20		-22. 14	8. 10	-20. 00	0. 12
55. 70		-2. 08	2. 89	-20. 00	0. 19
55. 00		-0. 53	1. 50	-20. 00	0. 20
54. 60		-0. 10	0. 66	-20. 00	0. 21
54. 30		-0. 00	0. 11	-20. 00	0. 22
54. 30		0. 00	0. 11	-20. 00	0. 22

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3					
Record:					

Page: 33

**Schnittgrößen: Design**

z= 94.100. Fx=-1801.339 kN/m Abstützung

z= 67.671. Fx=-9763.882 kN/m Bettung

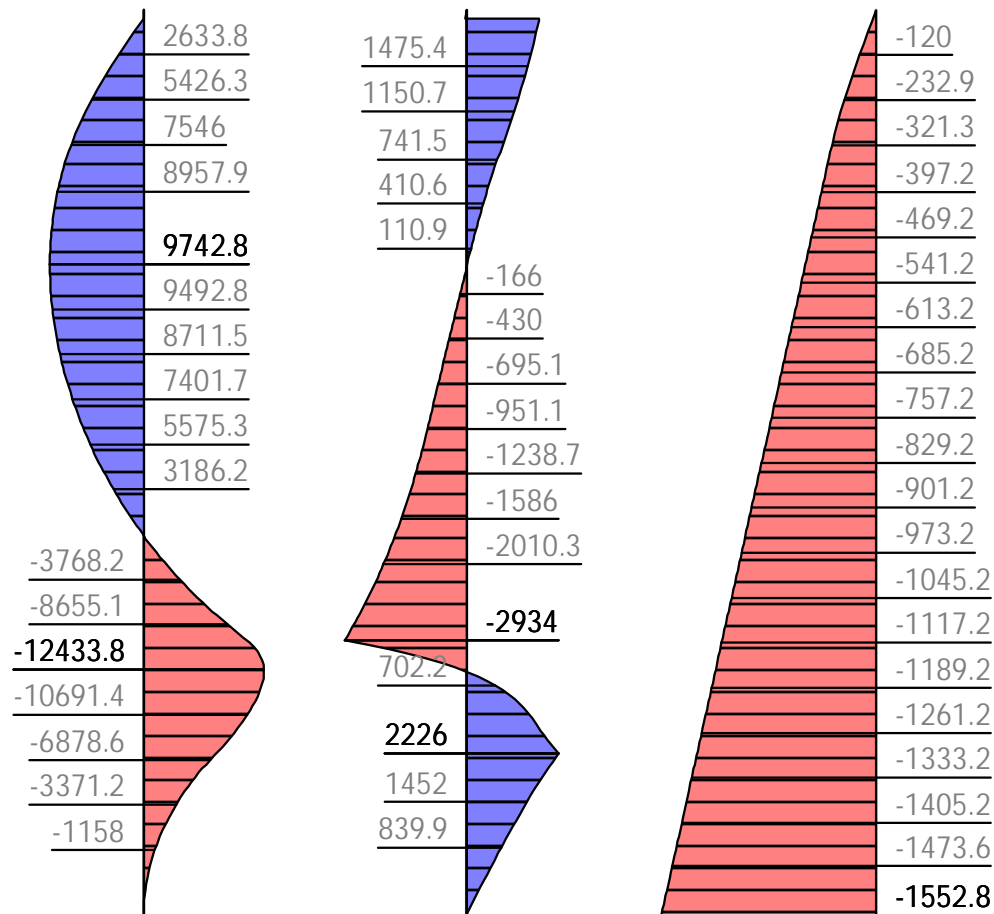
**94.50****92.50****90.50****88.50****86.50****84.60****82.70****80.70****78.80****76.90****75.00****73.00****71.10****69.20****67.20****65.30****63.40****61.50****59.50****57.60****54.30**

z

M,d

V,d

N,d



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020

94.50

120.8

-7.5

92.50

150.3

-14

90.50

-20.2

88.50

225.5

-25.4

86.40

-29.7

84.40

-32.3

82.40

-33.5

80.40

-32.8

78.40

-30.6

76.40

-27.2

74.40

288.4

-22.8

72.40

-17.7

70.40

-12.4

68.40

-7.41

66.40

-3.5

64.40

-1.37

62.40

367.1

-1.07

60.40

388.3

-2.13

58.40

-3.85

56.50

344.3

-5.86

54.30

359.1

-7.96

z

H,d

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
94.50	120.79	-0.00	0.00	-0.00	-7.50
94.10	120.79	-9.66	-48.31	-24.00	-8.82
	120.79	-9.66	1753.02	-24.00	-8.82
94.09	120.79	-0.00	1752.36	-24.33	-8.83
92.00	144.79	3389.36	1475.38	-150.00	-15.63
	150.29	3389.36	1475.38	-150.00	-15.63
88.20	195.89	7784.90	817.62	-332.40	-26.14
	225.50	7784.90	817.95	-332.40	-26.14
83.20	260.70	9742.79	12.18	-512.40	-33.19
83.12	261.17	9742.62	-0.00	-515.28	-33.22
82.00	267.71	9657.67	-148.79	-555.60	-33.48
77.49	294.05	7624.58	-749.20	-717.96	-29.85
	276.84	7624.58	-749.20	-717.96	-29.85
71.13	315.74	0.00	-1935.12	-946.90	-15.37
66.50	344.61	-10635.97	-2934.01	-1113.60	-4.33
65.20	352.72	-12433.79	-134.14	-1160.40	-2.41
65.11	353.28	-12432.76	0.00	-1163.64	-2.31
61.50	375.79	-7518.57	2225.97	-1293.60	-1.24
59.50	388.27	-3832.35	1502.01	-1365.60	-2.54
	330.38	-3832.35	1502.01	-1365.60	-2.54
54.30	359.13	-0.00	-4.60	-1552.80	-7.96
54.30	359.13	0.00	-4.60	-1552.80	-7.96

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main

Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3

Record:

Archive No.:

Page: 35

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z[m]	A, d[kN]	Fx, d[kN/m]
94.10	7999.5	-1999.9

z [m]	B [MN/m <sup>3</sup> ]	B, adapt [MN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_B$ , gk [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_B$ , qk [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_B$ -eph [kN/m <sup>2</sup> ]	B*u [kN/m <sup>2</sup> ]
88.20	0.00	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
79.00	4.17	4.17	-127.39	-5.51	103.30	-133.01
77.49	4.55	4.55	-130.38	-5.41	128.14	-135.90
77.40	4.57	4.57	-130.42	-5.36	129.79	-135.90
77.20	4.62	4.62	-130.44	-5.35	133.46	-135.90
66.50	7.20	7.20	-30.31	-0.87	434.48	-31.21
	660.00	660.00	-2778.29	-79.96	1834.73	-2860.54
63.91	660.00	660.00	-870.28	-0.00	3896.69	-870.98
62.60	660.00	660.00	-680.75	26.37	4149.96	-654.91
61.50	660.00	660.00	-861.44	45.14	4019.46	-816.95
	8.50	8.50	-11.09	0.58	597.92	-10.52
59.50	9.00	9.00	-23.85	1.03	622.32	-22.84
	9.00	9.00	-23.85	1.03	793.08	-22.84
54.50	10.20	10.20	-81.09	2.19	872.79	-78.96
	0.00	10.20	-81.09	2.19	872.79	-78.96
54.30		10.20	-83.38	2.23	875.96	-81.22

$$Ed(APx, d)/Rd = 9763.88 / 21824.98 = 0.447 [-]. \text{ Nachweis erfüllt}$$

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	9878.73	
Wandgewicht		1279.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 94.10	-1457.22	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , p=0.00°)	-8421.51	
Bettung, g ( $\delta$ , C=0.00°)		0.00
$\Sigma$	0.00	1279.00
		(nach unten)

Vk >= Bvk: 1279.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt



### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	10093.31	
Wandgewicht		1279.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 94.10	-1560.31	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-8421.51	
Bettung, g ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-178.93	
Bettung, q ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )	67.44	
$\Sigma$	0.00	1279.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$V_k \geq B_vk$ : 1279.00  $\geq$  -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k[kN/m]	d[kN/m]
G+W, Upl:	1279.000	1534.800
Av, g:	0.000	0.000
Av, q:	0.000	0.000
Vd:		1534.800

Einbindetiefe  $t_0$ , s: 33.90 m (statisch notwendig)

$t_0$ , r: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

$t_0$ : 33.90 m

$t_w = t_0 - 0.50$   $t_w$ : 33.40 m

Mantelfläche  $U_{r,p}$ : 1.00 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )

" "  $U_{r,a}$ : 1.00 m/m

Mantelreibung  $q_r$ : 50.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche  $A_b$ : 2.00 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand  $q_s$ : 1500.00 kN/m<sup>2</sup>

$\eta_t$ :  $\min(1, (t_0 - 0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

$R_{b,k}$ :  $A_b \cdot q_s \cdot \eta_t = 3000.00$  kN/m

Mantelreibung

$F_{mr}$ :  $U_{r,p} \cdot t_0 + U_{r,a} \cdot t_{0,r} = 33.90$  m<sup>2</sup>/m

$Q_{mr}$ :  $F_{mr} \cdot q_r = 1695.00$  kN/m

Nachweis

Vd: 1534.80 kN/m

Rd:  $(R_{b,k} + Q_{mr}) / \gamma_P$

$(3000.00 + 1695.00) / 1.750 = 2682.86$  kN/m

$E_d / R_d$ : 0.572 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $R_{b,k} / \gamma_P + B_vk / \gamma_{Re}$

$3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29$  kN/m

$E_d / R_d$ : 0.895 [-]

Nachweis erfüllt

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma, G, stb$ : 0.950

$\gamma, H$ : 1.900

Umströmte Länge  $l, ges=73.10$  m.  $Summe(h, i/k, i)=7310000.00$  1/100s.

Schicht "Frankfurter Ton" z: 87.70 / 66.50,  $h=21.20$ m

$Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 18.27^* 1.900 = 34.71$  ( $i=0.086$ )

$Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 200.30^* 0.950 = 190.28$

$Ed/Rd = 0.182$  [-]

Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50,  $h=5.00$ m

$Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 22.58^* 1.900 = 42.90$  ( $i=0.086$ )

$Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 270.30^* 0.950 = 256.79$

$Ed/Rd = 0.167$  [-]

Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50,  $h=2.00$ m

$Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 24.30^* 1.900 = 46.18$  ( $i=0.086$ )

$Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 288.30^* 0.950 = 273.88$

$Ed/Rd = 0.169$  [-]

Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30,  $h=5.20$ m

$Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 28.79^* 1.900 = 54.69$  ( $i=0.086$ )

$Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 340.30^* 0.950 = 323.29$

$Ed/Rd = 0.169$  [-]

## Gleitkreismachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GE0] A2+M2+R3, BS-P)

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb  $R \cdot \sin(\phi)$  liegen.

Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m<sup>2</sup> haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (-4.45, 110.31), Radius = 56.20

Startpunkt = (-56.11, 88.20), Endpunkt = (49.48, 94.50)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite	dxM	Gewicht	Auflast	Wasser-	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	z-Ri.	aufast	[kN/m]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]
1	-53.30	5.62	-48.85	604.6	0.0	0.0	-269.9	16.23	16.00	-36.88*
2	-47.68	5.62	-43.23	1472.4	0.0	0.0	-731.5	16.23	16.00	-36.88*
3	-42.06	5.62	-37.61	2097.1	0.0	0.0	-1066.0	16.23	16.00	-36.88*
4	-36.45	5.62	-32.00	2572.0	0.0	0.0	-1318.5	16.23	16.00	-34.71
5	-30.83	5.62	-26.38	2937.5	0.0	0.0	-1512.2	16.23	16.00	-27.99
6	-25.21	5.62	-20.76	3223.1	0.0	0.0	-1659.2	22.61	8.00	-21.68
7	-19.59	5.62	-15.14	3436.3	0.0	0.0	-1766.3	22.61	8.00	-15.63

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 38
Record:		

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main Program: WALLS-Retain. Version 2020.191 Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:										Job No.:
										Date: 04.12.2020
Nr	x	Breite b	dxM	Gewicht	Auflast z-Ri.	Wasser- auflast	u*b	$\varphi$	c	$\theta$
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
8	-13.97	5.62	-9.52	3578.5	0.0	0.0	-1837.7	22.61	8.00	-9.75
9	-8.35	5.62	-3.90	3654.5	0.0	0.0	-1875.8	22.61	8.00	-3.98
10	-2.73	5.62	1.72	3676.8	11.5	0.0	-2059.0	22.61	8.00	1.76
11	2.89	5.62	7.34	4302.3	786.7	0.0	-2210.3	22.61	8.00	7.51
12	8.51	5.62	12.96	4186.1	786.7	0.0	-2152.0	22.61	8.00	13.34
13	14.13	5.62	18.58	4001.2	786.7	0.0	-2059.1	22.61	8.00	19.31
14	19.75	5.62	24.20	3741.3	786.7	0.0	-1928.2	16.23	16.00	25.51
15	25.37	5.62	29.82	3411.7	786.7	0.0	-1753.7	16.23	16.00	32.05
16	30.99	5.62	35.44	2982.6	786.7	0.0	-1525.8	16.23	16.00	39.10
17	36.61	5.62	41.06	2422.7	786.7	0.0	-1227.1	16.23	16.00	46.94
18	42.23	5.62	46.68	1667.0	786.7	0.0	-818.4	16.23	16.00	56.17
19	47.26	4.44	51.71	533.7	621.3	0.0	-228.9	16.23	16.00	66.95

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf 45°-Phi/2 begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G-u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	604.56	-525.58	187.35	0.724704	258.51
2	1472.37	-1132.77	305.64	0.724704	421.74
3	2097.10	-1403.70	390.16	0.724704	538.37
4	2572.00	-1464.38	454.91	0.750792	605.91
5	2937.51	-1378.73	504.92	0.824233	612.60
6	3223.12	-1190.48	696.27	0.863134	806.67
7	3436.30	-925.58	740.45	0.914797	809.41
8	3578.50	-606.04	769.93	0.955222	806.02
9	3654.52	-253.46	785.70	0.985170	797.53
10	3688.21	113.03	723.45	1.005019	719.84
11	5089.04	664.86	1243.81	1.014829	1225.64
12	4972.88	1146.97	1219.72	1.014349	1202.47
13	4787.94	1583.11	1181.38	1.002977	1177.88
14	4528.02	1949.97	846.91	0.956451	885.47
15	4198.46	2227.89	801.78	0.914046	877.18
16	3769.32	2377.10	743.17	0.855047	869.16
17	3209.43	2344.95	667.12	0.774256	861.63
18	2453.69	2038.14	566.07	0.660823	856.61
19	1154.95	1062.71	340.65	0.506842	672.11
		-----			-----
		6628.01			15004.75

Bei träge aus Steifen:

Lage bei z= 94.10 m:  $M_d = 25290.92 / 1.100 = 22991.75 \text{ kNm/m}$  (rückh.)

Summe abtreibende Bei träge aus Steifen  $M_d = 0.0 \text{ kNm/m}$

Summe rückhaltende Bei träge aus Steifen  $M_d = 22991.7 \text{ kNm/m}$

---

Einwirkung  $E_d = (6628.0 \cdot 56.20)$

Widerstand  $R_d = (15004.8 \cdot 56.20 + 22991.7)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d / R_d = 0.43 < 1.0$ : Nachweis erbracht.

---

## Bauzustand: 3 "[3] Situation C"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 80.25 94.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 80.25 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	94.50	9999.99	94.50	0.00	140.00	0.00	140.00	g	1
0.00	94.50	11.60	94.50	0.00	27.00	0.00	27.00	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	79.75	94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .  
 Erdruhedruck für Linielasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi_{min} = 30.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 89.000 [m].  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
 Wandfuß wird gebettet gelagert.  
 Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

### Erddruckbeiwerte $k_h$

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$k_{0gh}$	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$k_{pgh}$	$k_{pch}$
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

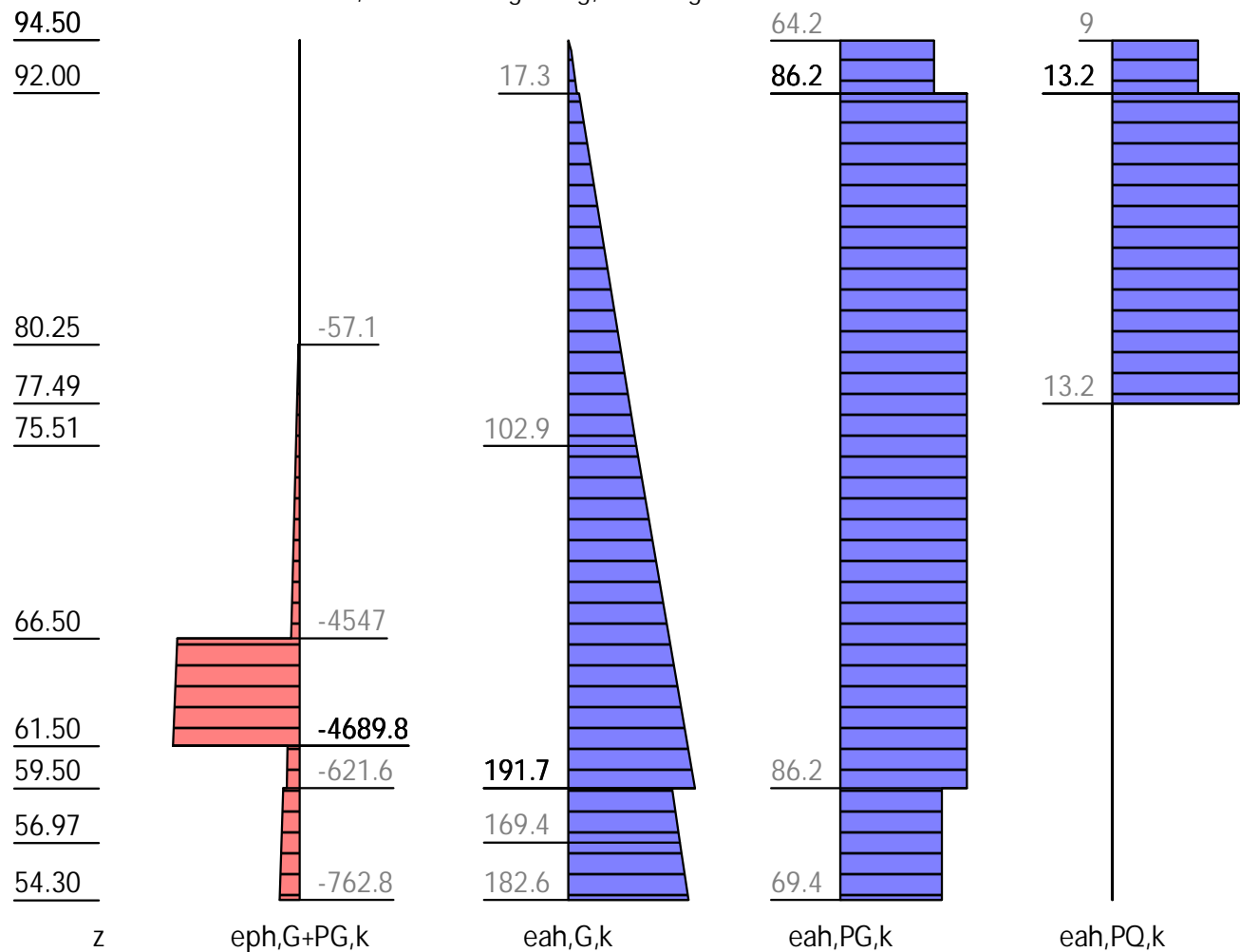
Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54.300$

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 41
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m²]	eah, G, k [kN/m²]	eah, PG, k [kN/m²]	eah, PQ, k [kN/m²]	eah, d [kN/m²]
94.50		0.00	64.17	9.00	83.89
92.00		13.75	64.17	9.00	99.36
		17.30	86.25	13.24	133.71
80.25	-0.00	78.32	86.25	13.24	202.33
	-57.13	78.32	86.25	13.24	202.33
77.49	-117.99	92.65	86.25	13.24	218.45
	-117.99	92.65	86.25	0.00	201.24
66.50	-319.73	152.87	86.25		269.01
	-4547.04	152.87	86.25		269.01
61.50	-4689.82	180.59	86.25		300.19
	-462.50	180.59	86.25		300.19
59.50	-499.21	191.68	86.25		312.67
	-621.59	157.06	69.40		254.78
54.30	-762.81	182.62	69.40		283.53

Eph, G, k: -30311.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

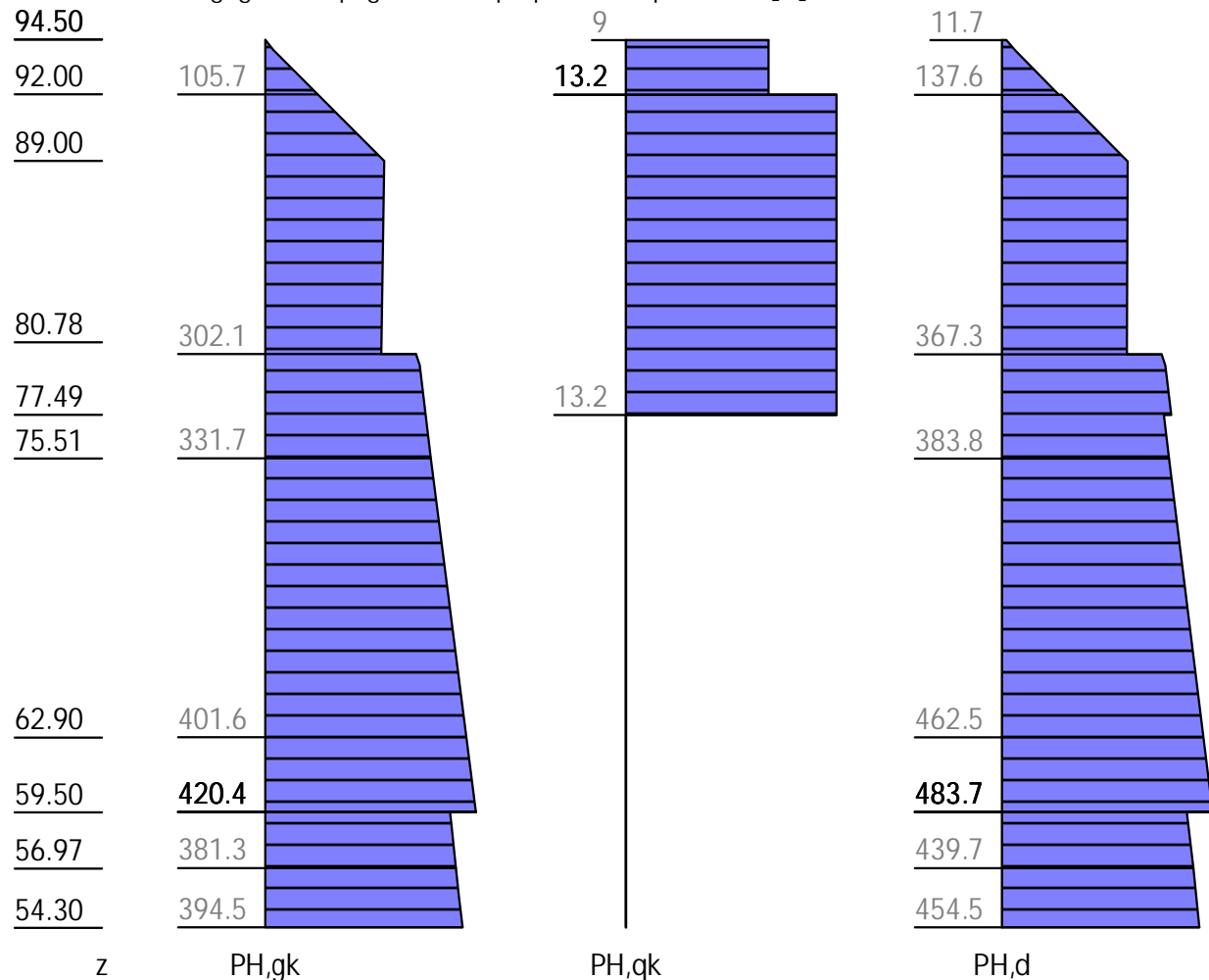
Eah, G, k: 4251.70, Eah, PG, k: 3324.38, Eah, PQ, k: 214.58, Eah, d: 8802.04

## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
79.75	0.00	142.50	142.50
54.30	-254.50	397.00	142.50

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]



z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50	0.00	9.00	11.70
92.00	105.66	9.00	132.07
	105.66	13.24	137.58
89.00	238.46	13.24	289.22
80.25	231.73	13.24	288.22
	302.05	13.24	367.33
77.49	321.39	13.24	389.45
	321.39	0.00	372.24
59.50	420.42		483.67
	368.97		425.78
54.30	394.53		454.53

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-2940.996 kN/m Abstützung

z= 65.256. Fx=-9277.018 kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.28

78.35

76.35

74.45

72.55

70.55

68.65

66.75

64.85

62.90

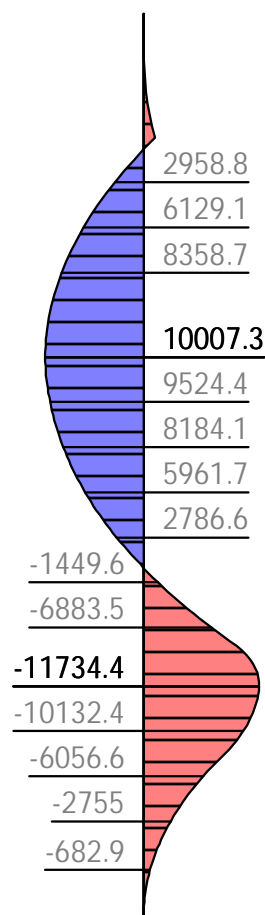
60.95

58.90

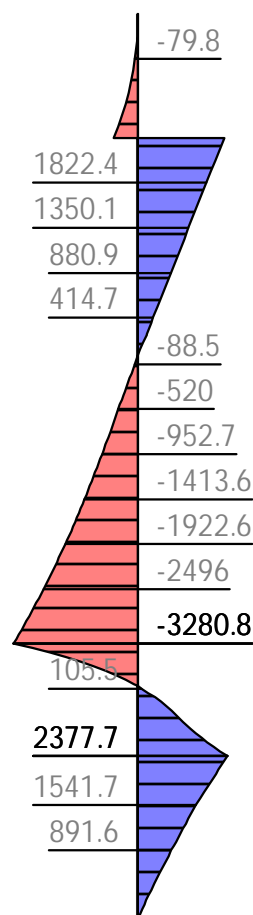
56.97

54.30

z



M, gk



V, gk

16.3

9.87

3.42

-3.12

-9.61

-15.4

-20

-23.2

-24.2

-23.4

-20.9

-17.2

-12.7

-7.99

-4.07

-1.88

-1.76

-3.34

-5.9

-8.89

-11.9

u, gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
94.50	0.00	-0.00	0.00	-0.00	16.31
94.50	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	16.31
89.45	218.60	-896.32	-541.35	-252.57	-0.00
89.00	238.46	-1158.47	-643.26	-275.00	-1.47
	238.46	-1158.47	2297.74	-275.00	-1.47
88.34	237.95	0.00	2143.31	-307.21	-3.64
80.25	231.73	9904.17	240.68	-619.70	-23.22
	302.05	9904.17	241.15	-619.70	-23.22
79.34	311.78	10007.10	0.00	-647.03	-23.89
79.25	312.24	10007.35	-22.87	-649.70	-23.93
78.25	317.44	9874.52	-279.40	-679.70	-24.19
69.88	362.90	-0.00	-2427.28	-930.89	-11.78
66.55	381.35	-9104.28	-3280.77	-1030.70	-4.57
64.65	391.86	-11734.11	0.00	-1087.62	-2.15
64.65	391.88	-11734.39	2.87	-1087.70	-2.15
61.55	409.06	-7936.67	2377.70	-1180.70	-2.16
59.50	420.42	-3981.70	1588.58	-1242.20	-4.22
	368.97	-3981.70	1588.58	-1242.20	-4.22
54.32	394.45	-0.21	0.00	-1397.74	-11.90
54.30	394.53	-0.00	-6.08	-1398.20	-11.93
54.30	394.53	0.00	-6.08	-1398.20	-11.93



**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).z= 89.000.  $F_x = -168.992$  kN/m Abstützungz= 61.473.  $F_x = 34.371$  kN/m Bettungz= 68.229.  $F_x = -79.960$  kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.28

78.35

76.35

74.45

72.55

70.55

68.65

66.75

64.85

62.90

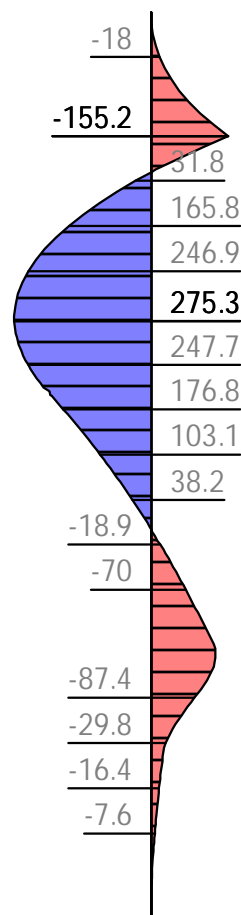
60.95

58.90

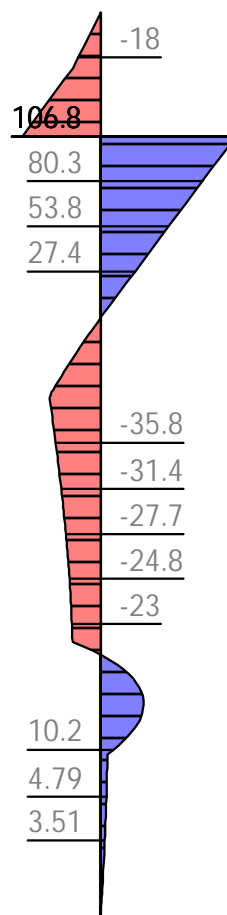
56.97

54.30

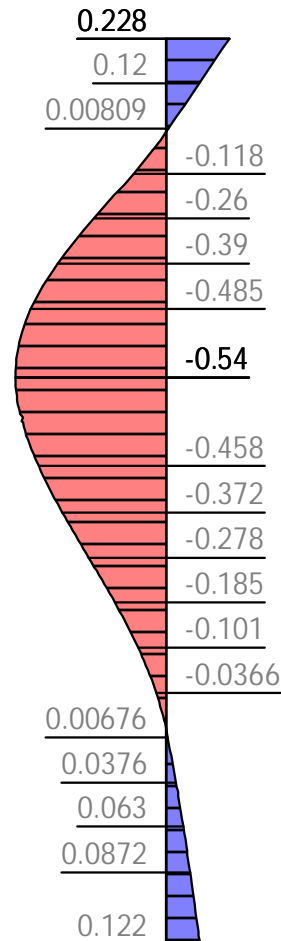
z



M,qk



V,qk



u,qk

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.50	9.00	-0.00	0.00	0.00	0.23
94.50	9.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.23
92.00	9.00	-28.12	-22.50	-0.00	0.09
	13.24	-28.13	-22.50	-0.00	0.09
90.36	13.24	-83.01	-44.16	-0.00	-0.00
89.00	13.24	-155.20	-62.21	-0.00	-0.08
	13.24	-155.20	106.78	0.00	-0.08
87.38	13.24	0.00	85.32	0.00	-0.20
80.93	13.24	275.19	-0.00	0.00	-0.53
80.93	13.24	275.19	-0.00	-0.00	-0.53
80.78	13.24	275.29	-2.04	-0.00	-0.53
80.25	13.24	272.35	-9.05	-0.00	-0.54
	13.24	272.35	-9.04	-0.00	-0.54
80.05	13.24	270.28	-11.62	-0.00	-0.54
	13.24	270.28	-11.62	-0.00	-0.54
79.75	13.24	266.22	-15.37	-0.00	-0.54
	13.24	266.22	-15.37	-0.00	-0.54
79.45	13.24	261.06	-18.92	-0.00	-0.54

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
79.25	13.24	261.06	-18.92	-0.00	-0.54
	13.24	257.05	-21.21	-0.00	-0.54
	13.24	257.05	-21.21	-0.00	-0.54
79.05	13.24	252.58	-23.47	-0.00	-0.54
	13.24	252.58	-23.47	-0.00	-0.54
78.85	13.24	247.66	-25.73	-0.00	-0.54
	13.24	247.66	-25.73	-0.00	-0.54
78.65	13.24	242.29	-27.97	-0.00	-0.54
	13.24	242.29	-27.97	-0.00	-0.54
78.45	13.24	236.47	-30.19	-0.00	-0.53
	13.24	236.47	-30.19	-0.00	-0.53
78.25	13.24	230.21	-32.40	-0.00	-0.53
	13.24	230.21	-32.40	-0.00	-0.53
78.05	13.24	223.51	-34.60	-0.00	-0.53
	13.24	223.51	-34.60	-0.00	-0.53
77.85	13.24	216.37	-36.81	-0.00	-0.52
	13.24	216.37	-36.81	-0.00	-0.52
77.65	13.24	205.22	-38.91	-0.00	-0.51
	13.24	205.22	-38.91	-0.00	-0.51
77.49	13.24	203.09	-39.79	-0.00	-0.52
	0.00	203.09	-39.79	-0.00	-0.52
77.45		199.95	-40.01	-0.00	-0.51
		199.95	-40.01	-0.00	-0.51
77.37		197.05	-40.44	-0.00	-0.51
77.25		192.71	-40.16	-0.00	-0.51
		192.71	-40.16	-0.00	-0.51
77.05		184.72	-39.69	-0.00	-0.51
		184.72	-39.69	-0.00	-0.51
76.85		176.83	-39.22	-0.00	-0.50
		176.83	-39.22	-0.00	-0.50
76.65		169.04	-38.75	-0.00	-0.50
		169.04	-38.75	-0.00	-0.50
76.45		161.33	-38.28	-0.00	-0.49
		161.33	-38.28	-0.00	-0.49
76.25		153.73	-37.81	-0.00	-0.48
		153.73	-37.81	-0.00	-0.48
76.05		146.21	-37.34	-0.00	-0.48
		146.21	-37.34	-0.00	-0.48
75.85		138.79	-36.88	-0.00	-0.47
		138.79	-36.88	-0.00	-0.47
75.51		126.24	-36.09	-0.00	-0.46
		126.24	-36.09	-0.00	-0.46
75.25		117.08	-35.50	-0.00	-0.45
		117.08	-35.50	-0.00	-0.45
75.05		110.02	-35.05	-0.00	-0.44
		110.02	-35.05	-0.00	-0.44
74.85		103.06	-34.60	-0.00	-0.43
		103.06	-34.60	-0.00	-0.43
74.65		96.19	-34.15	-0.00	-0.42
		96.19	-34.15	-0.00	-0.42
74.45		89.40	-33.71	-0.00	-0.42
		89.40	-33.71	-0.00	-0.42
74.25		82.70	-33.27	-0.00	-0.41
		82.70	-33.27	-0.00	-0.41
74.05		76.09	-32.84	-0.00	-0.40
		76.09	-32.84	-0.00	-0.40
73.85		69.56	-32.42	-0.00	-0.39
		69.56	-32.42	-0.00	-0.39
73.65		63.12	-32.00	-0.00	-0.38
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 46			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
73.45		63.12	-32.00	-0.00	-0.38
		56.77	-31.58	-0.00	-0.37
		56.77	-31.58	-0.00	-0.37
73.25		50.49	-31.18	-0.00	-0.36
		50.49	-31.18	-0.00	-0.36
73.05		44.29	-30.78	-0.00	-0.35
		44.29	-30.78	-0.00	-0.35
72.85		38.18	-30.38	-0.00	-0.34
		38.18	-30.38	-0.00	-0.34
72.65		32.14	-30.00	-0.00	-0.34
		32.14	-30.00	-0.00	-0.34
72.45		26.18	-29.62	-0.00	-0.33
		26.18	-29.62	-0.00	-0.33
72.25		20.29	-29.25	-0.00	-0.32
		20.29	-29.25	-0.00	-0.32
72.05		14.48	-28.88	-0.00	-0.31
		14.48	-28.88	-0.00	-0.31
71.85		8.74	-28.53	-0.00	-0.30
		8.74	-28.53	-0.00	-0.30
71.65		3.07	-28.18	-0.00	-0.29
		3.07	-28.18	-0.00	-0.29
71.54		0.00	-28.00	-0.00	-0.28
71.45		-2.53	-27.84	-0.00	-0.28
		-2.53	-27.84	-0.00	-0.28
71.25		-8.07	-27.52	-0.00	-0.27
		-8.07	-27.52	-0.00	-0.27
71.05		-13.54	-27.19	-0.00	-0.26
		-13.54	-27.19	-0.00	-0.26
70.85		-18.95	-26.88	-0.00	-0.25
		-18.95	-26.88	-0.00	-0.25
70.65		-24.29	-26.58	-0.00	-0.24
		-24.29	-26.58	-0.00	-0.24
70.45		-29.58	-26.29	-0.00	-0.23
		-29.58	-26.29	-0.00	-0.23
70.25		-34.81	-26.01	-0.00	-0.22
		-34.81	-26.01	-0.00	-0.22
70.05		-39.98	-25.73	-0.00	-0.21
		-39.98	-25.73	-0.00	-0.21
69.85		-45.10	-25.47	-0.00	-0.20
		-45.10	-25.47	-0.00	-0.20
69.65		-50.17	-25.21	-0.00	-0.19
		-50.17	-25.21	-0.00	-0.19
69.45		-55.19	-24.97	-0.00	-0.18
		-55.19	-24.97	-0.00	-0.18
69.25		-60.16	-24.73	-0.00	-0.18
		-60.16	-24.73	-0.00	-0.18
69.05		-65.08	-24.51	-0.00	-0.17
		-65.08	-24.51	-0.00	-0.17
68.85		-69.96	-24.29	-0.00	-0.16
		-69.96	-24.29	-0.00	-0.16
68.65		-74.80	-24.09	-0.00	-0.15
		-74.80	-24.09	-0.00	-0.15
68.45		-79.60	-23.90	-0.00	-0.14
		-79.60	-23.90	-0.00	-0.14
68.25		-84.36	-23.71	-0.00	-0.13
		-84.36	-23.71	-0.00	-0.13
68.05		-89.08	-23.53	-0.00	-0.12
		-89.08	-23.53	-0.00	-0.12
67.85		-93.77	-23.37	-0.00	-0.12
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 47			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
67.65		-93.77	-23.37	-0.00	-0.12
		-98.43	-23.21	-0.00	-0.11
		-98.43	-23.21	-0.00	-0.11
67.45		-103.06	-23.07	-0.00	-0.10
		-103.06	-23.07	-0.00	-0.10
67.25		-107.66	-22.93	-0.00	-0.09
		-107.66	-22.93	-0.00	-0.09
67.05		-112.23	-22.80	-0.00	-0.09
		-112.23	-22.80	-0.00	-0.09
66.85		-116.78	-22.69	-0.00	-0.08
		-116.78	-22.69	-0.00	-0.08
66.65		-121.30	-22.58	-0.00	-0.07
		-121.30	-22.58	-0.00	-0.07
66.45		-125.81	-18.16	-0.00	-0.07
		-125.81	-18.16	-0.00	-0.07
66.25		-128.57	-9.84	-0.00	-0.06
		-128.57	-9.84	-0.00	-0.06
66.05		-129.74	-2.35	-0.00	-0.05
		-129.74	-2.35	0.00	-0.05
65.98		-129.66	-0.00	0.00	-0.05
65.85		-129.51	4.34	0.00	-0.05
		-129.51	4.34	0.00	-0.05
65.65		-128.01	10.27	0.00	-0.04
		-128.01	10.27	0.00	-0.04
65.45		-125.40	15.46	0.00	-0.04
		-125.40	15.46	0.00	-0.04
65.25		-121.82	19.95	0.00	-0.03
		-121.82	19.95	0.00	-0.03
65.05		-117.42	23.77	0.00	-0.03
		-117.42	23.77	0.00	-0.03
64.85		-112.31	26.93	0.00	-0.02
		-112.31	26.93	0.00	-0.02
64.65		-106.64	29.49	0.00	-0.02
		-106.64	29.49	0.00	-0.02
64.45		-100.52	31.44	0.00	-0.01
		-100.52	31.44	0.00	-0.01
64.25		-94.06	32.84	0.00	-0.01
		-94.06	32.84	0.00	-0.01
64.05		-87.39	33.69	0.00	-0.00
		-87.39	33.69	0.00	-0.00
63.85		-80.59	34.01	0.00	-0.00
		-80.59	34.01	0.00	-0.00
63.82		-79.59	34.02	0.00	0.00
63.75		-77.18	34.05	0.00	0.00
63.65		-73.78	33.84	0.00	0.00
		-73.78	33.84	0.00	0.00
63.45		-67.05	33.18	0.00	0.01
		-67.05	33.18	0.00	0.01
63.25		-60.51	32.07	0.00	0.01
		-60.51	32.07	0.00	0.01
62.90		-49.70	29.08	0.00	0.02
		-49.70	29.08	0.00	0.02
62.65		-42.77	26.09	0.00	0.02
		-42.77	26.09	0.00	0.02
62.45		-37.82	23.21	0.00	0.02
		-37.82	23.21	0.00	0.02
62.25		-33.49	19.96	0.00	0.03
		-33.49	19.96	0.00	0.03
62.05		-29.84	16.32	0.00	0.03
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 48			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
61.85		-29.84	16.32	0.00	0.03
		-26.96	12.29	0.00	0.03
		-26.96	12.29	0.00	0.03
61.65		-24.92	7.88	0.00	0.03
		-24.92	7.88	0.00	0.03
61.45		-23.80	5.55	0.00	0.04
		-23.80	5.55	0.00	0.04
61.25		-22.70	5.49	0.00	0.04
		-22.70	5.49	0.00	0.04
61.05		-21.61	5.42	0.00	0.04
		-21.61	5.42	0.00	0.04
60.85		-20.53	5.34	0.00	0.05
		-20.53	5.34	0.00	0.05
60.65		-19.47	5.26	0.00	0.05
		-19.47	5.26	0.00	0.05
60.45		-18.43	5.17	0.00	0.05
		-18.43	5.17	0.00	0.05
60.25		-17.41	5.08	0.00	0.05
		-17.41	5.08	0.00	0.05
60.05		-16.40	4.98	0.00	0.06
		-16.40	4.98	0.00	0.06
59.85		-15.41	4.88	0.00	0.06
		-15.41	4.88	0.00	0.06
59.50		-13.74	4.69	0.00	0.06
		-13.74	4.69	0.00	0.06
59.25		-12.58	4.55	0.00	0.07
		-12.58	4.55	0.00	0.07
58.90		-11.03	4.33	0.00	0.07
		-11.03	4.33	0.00	0.07
58.65		-9.97	4.16	0.00	0.07
		-9.97	4.16	0.00	0.07
58.45		-9.15	4.02	0.00	0.08
		-9.15	4.02	0.00	0.08
58.25		-8.36	3.88	0.00	0.08
		-8.36	3.88	0.00	0.08
58.05		-7.60	3.73	0.00	0.08
		-7.60	3.73	0.00	0.08
57.85		-6.87	3.58	0.00	0.08
		-6.87	3.58	0.00	0.08
57.65		-6.16	3.42	0.00	0.08
		-6.16	3.42	0.00	0.08
57.45		-5.50	3.26	0.00	0.09
		-5.50	3.26	0.00	0.09
57.25		-4.86	3.09	0.00	0.09
		-4.86	3.09	0.00	0.09
56.97		-4.02	2.85	0.00	0.09
		-4.02	2.85	0.00	0.09
56.50		-2.79	2.42	0.00	0.10
		-2.79	2.42	0.00	0.10
56.25		-2.21	2.18	0.00	0.10
		-2.21	2.18	0.00	0.10
56.05		-1.79	1.98	0.00	0.10
		-1.79	1.98	0.00	0.10
55.70		-1.16	1.62	0.00	0.11
		-1.16	1.62	0.00	0.11
55.45		-0.79	1.35	0.00	0.11
		-0.79	1.35	0.00	0.11
55.25		-0.55	1.13	0.00	0.11
		-0.55	1.13	0.00	0.11
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 49			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
55.05		-0.34	0.90	0.00	0.11
		-0.34	0.90	0.00	0.11
54.85		-0.19	0.67	0.00	0.12
		-0.19	0.67	0.00	0.12
54.65		-0.08	0.43	0.00	0.12
		-0.08	0.43	0.00	0.12
54.40		-0.01	0.13	0.00	0.12
		-0.01	0.13	0.00	0.12
54.30		-0.00	0.06	0.00	0.12
54.30		0.00	0.06	0.00	0.12

Schnittgrößen: Design

z= 89.000. Fx=-3604.723 kN/m Abstützung

z= 65.312. Fx=-10767.643 kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.28

78.35

76.35

74.45

72.55

70.55

68.65

66.75

64.85

62.90

60.95

58.90

56.97

54.30

z

M,d

V,d

N,d

3479.8

7325.2

10016.4

11942

11421.1

9899

7281.1

3640.8

-1201.1

-7401.4

-13698.1

-11749.1

-7014.2

-3192

-791.5

2790.8

2212.6

1634.8

1057.5

480.7

-137.3

-656.5

-1151

-1678

-2260.9

-2918.8

-3821.1

170.3

1785.4

1033

-114

-120

-240

-359.6

-470.9

-570.4

-658.3

-742.6

-815.6

-887.6

-959.6

-1031.6

-1103.6

-1175.6

-1247.6

-1319.6

-1391.6

-1463.6

-1535.6

-1607.6

-1677.8

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main

Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3

Record:

Page: 50

Archive No.:

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.28

78.25

76.25

74.25

72.25

70.25

68.25

66.25

64.25

62.25

60.25

58.25

56.25

54.30

11.7

137.6

367.3

383.8

462.5

483.7

439.7

454.5

z

H,d

16.5

9.99

3.43

-3.24

-9.87

-15.8

-20.5

-23.7

-24.7

-23.9

-21.4

-17.5

-12.9

-8.12

-4.13

-1.89

-1.74

-3.28

-5.82

-8.79

-11.8

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
94.50	11.70	0.00	-0.00	-0.00	16.54
94.50	11.70	-0.00	-0.00	-0.00	16.54
92.00	132.07	-152.95	-173.71	-150.00	8.35
	137.58	-152.95	-173.71	-150.00	8.35
89.47	265.71	-1175.28	-685.36	-302.09	0.00
89.00	289.22	-1520.66	-813.92	-330.00	-1.55
	289.22	-1520.66	2790.81	-330.00	-1.55
88.29	289.14	-0.00	2585.64	-371.76	-3.95
80.25	288.22	11839.92	264.51	-743.64	-23.75
	367.33	11839.92	265.07	-743.64	-23.75
79.45	378.00	11942.00	5.50	-772.44	-24.37
79.43	378.12	11941.48	-0.00	-773.17	-24.38
78.25	385.01	11745.24	-320.90	-815.64	-24.72
77.49	389.45	11421.10	-524.15	-843.00	-24.61
	372.24	11421.10	-524.15	-843.00	-24.61
69.90	418.81	-0.00	-2809.68	-1116.23	-12.04
66.55	439.70	-10682.39	-3821.13	-1236.84	-4.64
64.69	451.30	-13695.34	0.00	-1303.80	-2.20
64.65	451.55	-13698.14	48.67	-1305.24	-2.17
61.55	470.88	-9297.66	2749.09	-1416.84	-2.12
59.50	483.67	-4612.70	1839.51	-1490.64	-4.16
	425.78	-4612.70	1839.51	-1490.64	-4.16
54.30	454.53	-0.00	-6.91	-1677.84	-11.80

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 51
Record:	

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main

Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3

Record:

Page: 51

Archive No.:

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:
Date: 04.12.2020		

**Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P**

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
89.00	4007.6	-4007.6

**Bettung**

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B, qk$ [kN/m2]	$\sigma_B, eph$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
80.25	0.00	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
79.45	3.28	3.28	-80.14	-1.85	0.00	-79.80
78.05	4.40	4.31	-107.01	-2.38	-1.68	-106.48
77.85	4.45	4.45	-110.46	-2.44	-1.52	-109.89
77.74	4.48	4.48	-111.04	-2.43	-0.00	-110.44
77.49	4.54	4.54	-112.23	-2.47	3.30	-111.64
77.05	4.65	4.64	-114.02	-2.47	9.58	-113.38
75.51	5.03	5.01	-116.66	-2.41	35.38	-115.89
66.50	7.19	7.19	-33.10	-0.52	286.11	-32.72
	7.19	7.19	-33.10	-0.52	4513.43	-32.72
66.45	7.20	7.20	-32.52	-0.50	4515.45	-32.14
	660.00	660.00	-2980.61	-46.17	1521.69	-2946.16
63.78	660.00	660.00	-1134.70	-0.00	3489.95	-1104.48
62.90	660.00	660.00	-1075.26	10.41	3584.99	-1036.49
61.65	660.00	660.00	-1415.78	23.01	3292.76	-1355.68
61.50	660.00	320.45	-709.72	11.61	3991.70	-679.52
	660.00	320.45	-709.72	11.61	-235.62	-679.52
61.45	660.00	207.27	-474.37	7.81	-3.14	-454.13
	8.50	8.50	-19.45	0.32	444.28	-18.62
59.50	8.99	8.99	-38.94	0.57	460.84	-37.35
	8.99	8.99	-38.94	0.57	583.22	-37.35
54.45	10.20	10.20	-122.46	1.21	637.49	-118.02
	0.00	10.20	-122.46	1.21	637.49	-118.02
54.30		10.20	-124.91	1.23	639.13	-120.39

**Erdstatische Nachweise**

**Nachweis des Erdauflagers**

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 30311.73 / 1.625 = 18653.37 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d) / Rd = 10767.64 / 18653.37 = 0.577 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G)**

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	12218.01	
Wandgewicht		1358.50
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-2941.00	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-9277.02	
Bettung, g ( $\delta, c=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	-0.00	1358.50
		(nach unten)

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 52	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		



Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

Vk >= Bvk: 1358.50 >= -0.00 Nachweis erfüllt

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	12432.59	
Wandgewicht		1358.50
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-3109.99	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-9277.02	
Bettung, g ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-79.96	
Bettung, q ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )	34.37	
$\Sigma$	-0.00	1358.50 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

Vk >= Bvk: 1358.50 >= -0.00 Nachweis erfüllt

#### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1358.500	1630.200
Av, g:	0.000	0.000
Av, q:	0.000	0.000
Vd:		1630.200

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>           Einbindetiefe <math>t_0, s:</math> 25.95 m (statisch notwendig)  <math>t_0, r:</math> 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)  <math>t_0:</math> 25.95 m  <math>tw=t_0-0.50</math> <math>tw:</math> 25.45 m            Mantelfläche <math>Ur, p:</math> 1.00 m/m (passiv, entlang <math>t_0</math>)            "- " <math>Ur, a:</math> 1.00 m/m            Mantelreibung <math>qr:</math> 50.00 kN/m<sup>2</sup>            Aufstandsfläche <math>Ab:</math> 2.00 m<sup>2</sup>/m            Spitzenwiderstand <math>qs:</math> 1500.00 kN/m<sup>2</sup>  <math>\eta, t: \min(1, (t_0-0.5) / 2.50) = 1.00</math>            Spitzendruck  <math>Rb, k: Ab*qs*\eta, t = 3000.00</math> kN/m            Mantelreibung  <math>F, mr: Ur, p*t_0 + Ur, a*t_0, r = 25.95</math> m<sup>2</sup>/m  <math>Q, mr: Fm, r*qr = 1297.50</math> kN/m            Nachweis  <math>Vd: 1630.20</math> kN/m  <math>Rd: (Rb, k+Q, mr)/\gamma, P</math>  <math>(3000.00+1297.50)/1.750 = 2455.71</math> kN/m  <math>Ed/Rd: 0.664 [-]</math>            Alternativer Nachweis  <math>Rd: Rb, k/\gamma, P + Bvk/\gamma, Re</math>  <math>3000.00/1.750 + -0.00/1.625 = 1714.29</math> kN/m  <math>Ed/Rd: 0.951 [-]</math>            Nachweis erfüllt         </p> <p> <b>Hydraulischer Grundbruch</b>            Sicherheitsbeiwerte: [HYD]  <math>\gamma, G, stb:</math> 0.950  <math>\gamma, H:</math> 1.900            Umströmte Länge <math>l, ges=65.15</math> m. <math>Summe(h, i/k, i)=6515000.00</math> 1/100s.         </p> <p>           Schicht "Frankfurter Ton" z: 79.75 / 66.50, h= 13.25m  <math>Ed=\Sigma(\gamma_w*h*i)*\gamma, H = 28.98* 1.900 = 55.06</math> (i=0.219)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 128.75* 0.950 = 122.31</math>  <math>Ed/Rd = 0.450 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma_w*h*i)*\gamma, H = 39.92* 1.900 = 75.84</math> (i=0.219)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 198.75* 0.950 = 188.81</math>  <math>Ed/Rd = 0.402 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma_w*h*i)*\gamma, H = 44.29* 1.900 = 84.15</math> (i=0.219)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 216.75* 0.950 = 205.91</math>  <math>Ed/Rd = 0.409 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Frankfurter Kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed=\Sigma(\gamma_w*h*i)*\gamma, H = 55.67* 1.900 = 105.76</math> (i=0.219)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 268.75* 0.950 = 255.31</math>  <math>Ed/Rd = 0.414 [-]</math> </p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:	
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		
Page: 54		

## Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2+M2+R3, BS-P)

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	0.000	1.250	1.250	1.250
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.400	1.400	1.000
1.000	1.000	1.000						

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb  $R \cdot \sin(\phi)$  liegen.  
Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m<sup>2</sup> haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur Kreise, die die Wand enthalten.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien  
(keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (-6.81, 95.13), Radius = 41.40

Startpunkt = (-45.44, 80.25), Endpunkt = (34.59, 94.50)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite	dxM	Gewicht	Auflast	Wasser-	u*b	$\phi$	c	$\theta$
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	z-Rel.	auflast	[kN/m]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]
1	-43.37	4.14	-36.56	357.1	0.0	0.0	-155.6	16.23	16.00	-36.88*
2	-39.23	4.14	-32.42	854.6	0.0	0.0	-420.0	16.23	16.00	-36.88*
3	-35.09	4.14	-28.28	1207.8	0.0	0.0	-609.4	16.23	16.00	-36.88*
4	-30.95	4.14	-24.14	1475.1	0.0	0.0	-751.7	16.23	16.00	-35.68
5	-26.81	4.14	-20.00	1683.4	0.0	0.0	-860.8	22.61	8.00	-28.90
6	-22.67	4.14	-15.86	1848.5	0.0	0.0	-943.8	22.61	8.00	-22.53
7	-18.53	4.14	-11.72	1969.9	0.0	0.0	-1004.7	22.61	8.00	-16.45
8	-14.39	4.14	-7.58	2052.2	0.0	0.0	-1046.1	22.61	8.00	-10.56
9	-10.25	4.14	-3.44	2098.3	0.0	0.0	-1069.2	22.61	8.00	-4.77
10	-6.11	4.14	0.70	2109.7	0.0	0.0	-1075.0	22.61	8.00	0.96
11	-1.97	4.14	4.84	2113.8	13.9	0.0	-1358.4	22.61	8.00	6.71
12	2.17	4.14	8.98	3159.9	579.6	0.0	-1624.2	22.61	8.00	12.52
13	6.31	4.14	13.11	3064.9	579.6	0.0	-1576.5	22.61	8.00	18.47
14	10.45	4.14	17.25	2929.5	692.7	0.0	-1508.5	22.61	8.00	24.63
15	14.59	4.14	21.39	2749.0	579.6	0.0	-1417.3	16.23	16.00	31.12
16	18.73	4.14	25.53	2524.3	579.6	0.0	-1298.0	16.23	16.00	38.08
17	22.87	4.14	29.67	2231.8	579.6	0.0	-1142.1	16.23	16.00	45.79
18	27.01	4.14	33.81	1839.8	579.6	0.0	-930.8	16.23	16.00	54.76
19	31.83	5.51	38.64	1504.2	771.4	0.0	-537.7	16.23	16.00	68.96

\*\*\* Hinweis: Bei den mit '\*' gekennzeichneten Lamellen wurde theta auf  $45^\circ - \phi/2$  begrenzt.

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\phi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\phi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	357.06	-315.35	124.90	0.672058	185.85
2	854.57	-669.31	192.77	0.672058	286.83
3	1207.78	-825.17	240.46	0.672058	357.80
4	1475.13	-860.31	276.89	0.688130	402.39
5	1683.45	-813.46	375.72	0.728336	515.87
6	1848.52	-708.37	409.90	0.806949	507.96
7	1969.86	-557.88	435.04	0.872802	498.44
8	2052.18	-375.98	452.11	0.927275	487.57
9	2098.31	-174.60	461.68	0.971189	475.38
10	2109.72	35.42	464.05	1.004973	461.75

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ [kN/m]	$(G - u \cdot b) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b$ [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\varphi) + \cos(\theta)$ [-]	T [kN/m]
11	2127.66	248.49	353.48	1.028727	343.61
12	3739.51	810.69	914.04	1.042245	876.99
13	3644.49	1154.54	894.34	1.044979	855.84
14	3622.17	1509.69	913.37	1.035943	881.68
15	3328.57	1720.17	622.77	0.966161	644.58
16	3103.92	1914.47	592.07	0.918471	644.63
17	2811.37	2015.16	552.29	0.849927	649.81
18	2419.44	1976.18	499.70	0.750867	665.49
19	2275.58	2123.88	594.18	0.557750	1065.31
-----					-----
8208.27					10807.78

Beiträge aus Steifen:

Lage bei  $z = 89.00$  m:  $M_d = 19052.56 / 1.100 = 17320.51$  kNm/m (rückh.)

Summe abtreibende Beiträge aus Steifen  $M_d = 0.0$  kNm/m

Summe rückhaltende Beiträge aus Steifen  $M_d = 17320.5$  kNm/m

Einwirkung  $E_d = (8208.3 \cdot 41.40)$

Widerstand  $R_d = (10807.8 \cdot 41.40 + 17320.5)$

GLEITKREIS  $\mu = E_d / R_d = 0.73 < 1.0$ : Nachweis erbracht.

## Bauzustand: 4 "[4] Situation D"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passi v$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passi v$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländevertikal auf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 94.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	94.50	9999.99	94.50	0.00	140.00	0.00	140.00	g	1
0.00	94.50	11.60	94.50	0.00	27.00	0.00	27.00	q	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.00 94.00

## Abstützungen

z [m]	Alpha [°]	C-H [kN/m]	C-M [kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00
80.60	-180.00	1000000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085:2011.  
Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor n=4.  
Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
Berücksichtigung des Mindesterddrucks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .  
Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 80.600 [m].  
Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
Wandfuß wird gebettet gelagert.  
Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

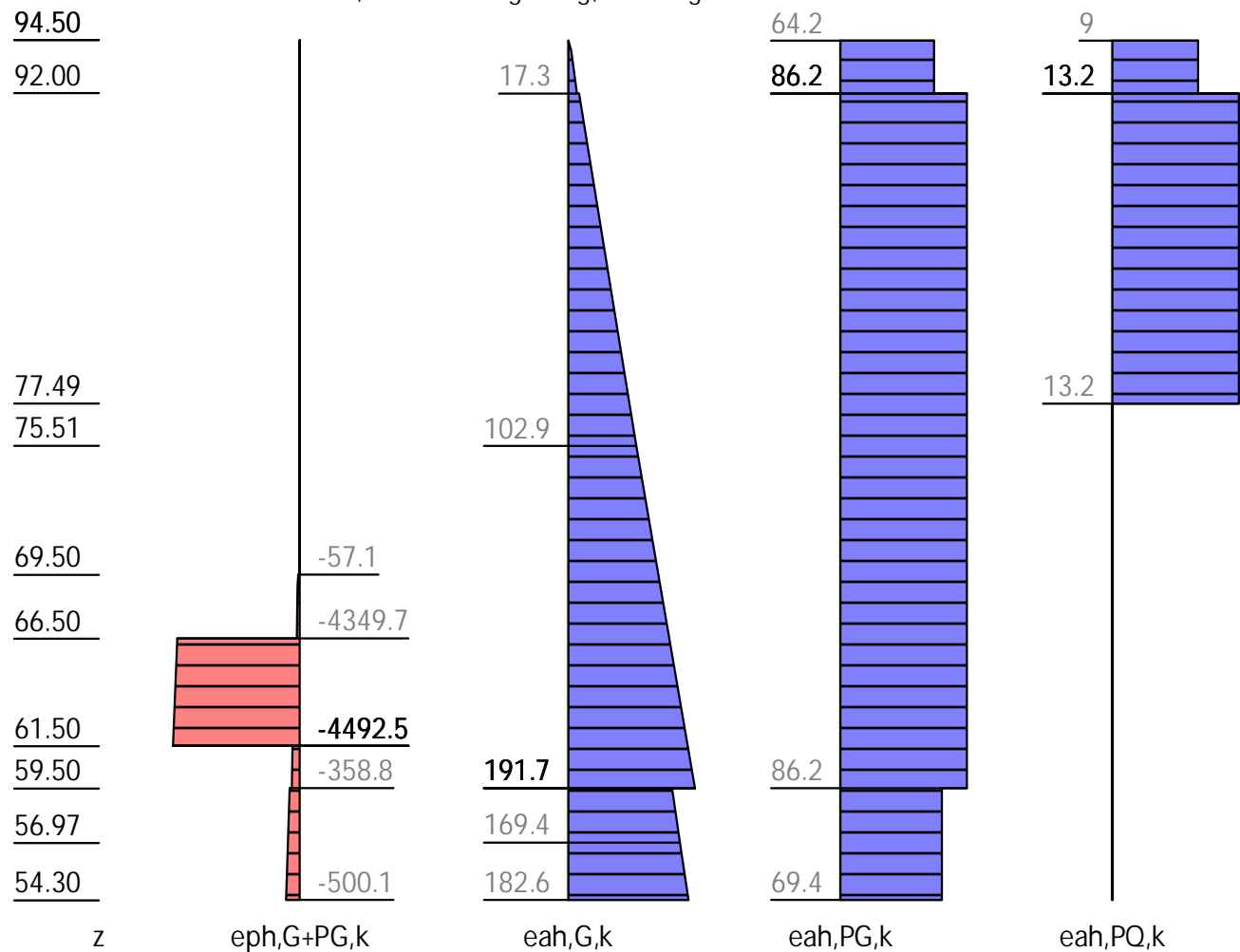
Fußtiefe für Statik: zf = 54.300

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 58
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



$z$ [m]	$eph, G, k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$eah, G, k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$eah, PG, k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$eah, PQ, k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$eah, d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50		0.00	64.17	9.00	83.89
92.00		13.75	64.17	9.00	99.36
		17.30	86.25	13.24	133.71
77.49		92.65	86.25	13.24	218.45
		92.65	86.25	0.00	201.24
69.50	-0.00	136.24	86.25		250.30
	-57.13	136.24	86.25		250.30
66.50	-122.39	152.87	86.25		269.01
	-4349.71	152.87	86.25		269.01
61.50	-4492.48	180.59	86.25		300.19
	-265.17	180.59	86.25		300.19
59.50	-301.88	191.68	86.25		312.67
	-358.85	157.06	69.40		254.78
54.30	-500.07	182.62	69.40		283.53

Eph, G, k: -25187.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 4251.70, Eah, PG, k: 3324.38, Eah, PQ, k: 214.58, Eah, d: 8802.04

### Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
69.00	0.00	250.00	250.00
54.30	-147.00	397.00	250.00

### H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

94.50

92.00

89.00

80.78

77.49

69.50

62.90

59.50

56.97

54.30

z

PH,gk

PH,qk

PH,d

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50	0.00	9.00	11.70
92.00	109.40	9.00	136.27
	109.40	13.24	141.78
77.49	334.22	13.24	405.59
	334.22	0.00	388.38
69.50	343.34		404.63
	467.48		544.29
59.50	527.92		612.67
	476.47		554.78
54.30	502.03		583.53



**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-1602.858 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-3700.749 kN/m Abstützung

z= 62.951. Fx=-9072.470 kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.10

78.10

76.10

74.07

72.07

70.07

68.10

66.10

64.20

62.30

60.30

58.40

56.50

54.30

z

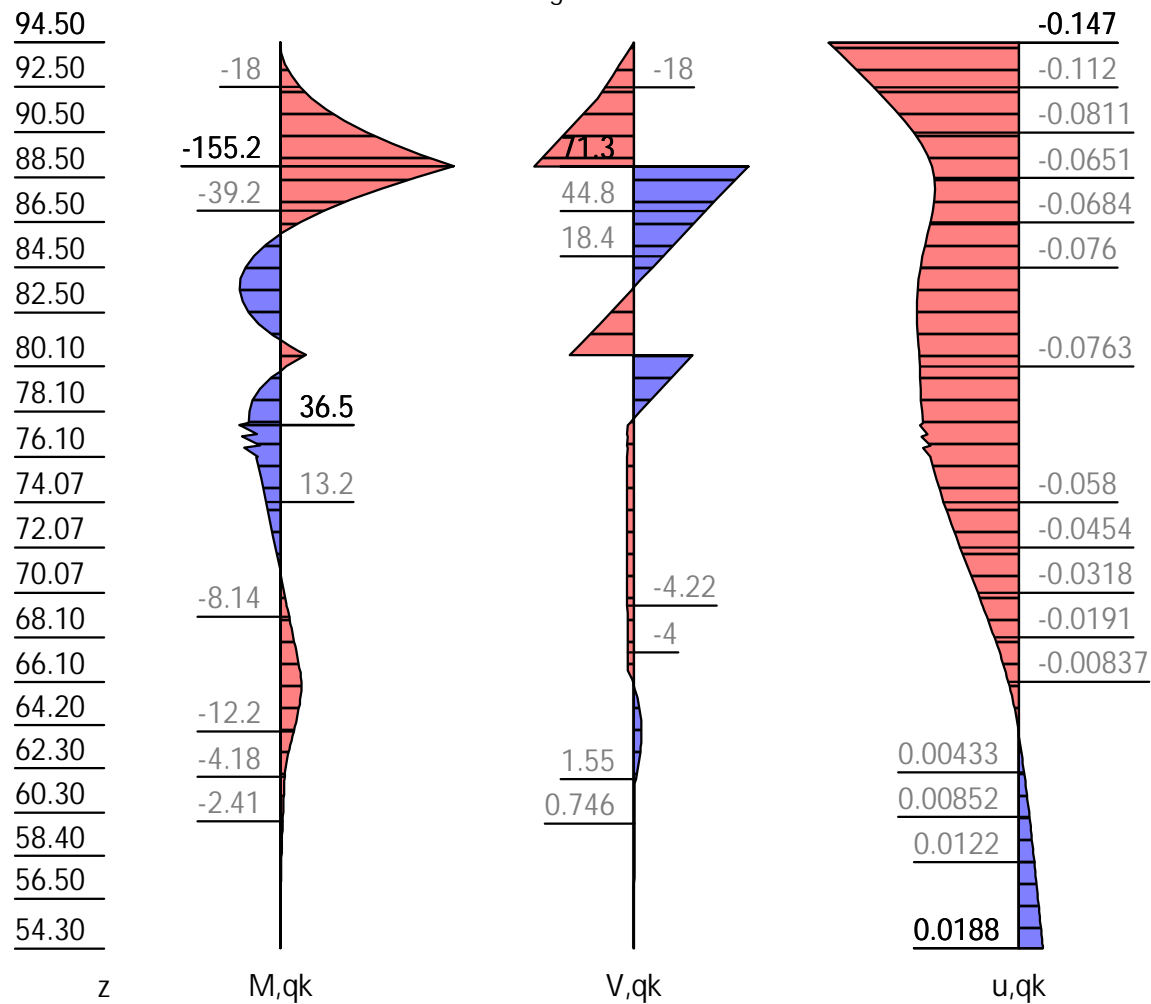
M,g,k

V,g,k

u,g,k

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
94.50	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.64
91.93	112.73	-118.22	-140.55	-128.64	-0.00
89.00	246.68	-1199.91	-665.86	-275.00	-0.80
	246.68	-1199.91	937.00	-275.00	-0.80
87.33	263.34	0.00	457.31	-354.86	-1.38
85.74	279.24	471.70	-0.00	-424.78	-1.94
85.50	281.68	491.30	-70.22	-435.05	-2.03
83.62	300.46	0.00	-610.91	-508.65	-2.62
80.60	330.68	-3019.68	-1487.88	-609.20	-3.70
	330.68	-3019.68	2212.87	-609.20	-3.70
79.05	332.44	-0.00	1697.68	-655.58	-4.55
74.57	337.55	4265.93	193.82	-790.10	-6.24
74.07	338.12	4325.79	24.02	-805.10	-6.23
74.00	338.21	4321.47	-0.00	-807.22	-6.22
69.50	343.34	889.54	-1527.91	-942.20	-4.11
	467.48	889.54	-1527.91	-942.20	-4.11
68.95	475.51	-0.00	-1781.28	-958.60	-3.70
66.60	488.56	-5482.08	-2871.98	-1029.20	-2.13
63.10	507.96	-10868.92	-27.65	-1134.20	-2.69
63.08	508.09	-10866.76	0.00	-1134.86	-2.71

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
61.60	516.28	-9064.45	2744.92	-1179.20	-4.65
59.50	527.92	-4331.14	1773.46	-1242.20	-8.86
	476.47	-4331.14	1773.46	-1242.20	-8.86
54.32	501.92	-0.31	-0.00	-1397.53	-21.94
54.30	502.03	-0.00	-11.22	-1398.20	-22.00

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).z= 89.000.  $F_x = -133.522$  kN/m Abstützungz= 80.600.  $F_x = -76.841$  kN/m Abstützungz= 61.456.  $F_x = 4.596$  kN/m Bettungz= 65.703.  $F_x = -8.814$  kN/m Bettung

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.50	9.00	0.00	0.00	0.00	-0.15
94.50	9.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.15
92.00	9.00	-28.12	-22.50	-0.00	-0.10
	13.24	-28.12	-22.50	-0.00	-0.10
89.00	13.24	-155.20	-62.21	-0.00	-0.07
	13.24	-155.20	71.31	0.00	-0.07
85.96	13.24	-0.00	31.09	0.00	-0.07
83.61	13.24	36.33	0.00	0.00	-0.08
83.61	13.24	36.33	-0.00	-0.00	-0.08
83.50	13.24	36.51	-1.50	-0.00	-0.08

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
82.50	13.24	28.49	-14.74	-0.00	-0.08
81.27	13.24	0.00	-30.96	-0.00	-0.08
80.60	13.24	-23.24	-39.89	-0.00	-0.08
	13.24	-23.24	36.95	0.00	-0.08
79.89	13.24	-0.00	27.60	0.00	-0.08
77.81	13.24	28.36	0.00	-0.00	-0.07
77.49	13.24	36.54	-4.19	-0.00	-0.08
	0.00	36.54	-4.19	-0.00	-0.08
77.10		20.94	-4.24	-0.00	-0.07
76.99		34.79	-4.19	-0.00	-0.08
76.60		18.59	-4.24	-0.00	-0.07
76.49		32.30	-4.19	-0.00	-0.07
76.10		20.82	-4.22	-0.00	-0.07
76.07		21.68	-4.22	-0.00	-0.07
70.93		0.00	-4.22	-0.00	-0.04
69.30		-6.88	-4.21	-0.00	-0.03
		-6.88	-4.21	-0.00	-0.03
69.00		-8.14	-4.19	-0.00	-0.02
		-8.14	-4.19	-0.00	-0.02
68.70		-9.39	-4.16	-0.00	-0.02
		-9.39	-4.16	-0.00	-0.02
68.50		-10.22	-4.14	-0.00	-0.02
		-10.22	-4.14	-0.00	-0.02
68.30		-11.05	-4.11	-0.00	-0.02
		-11.05	-4.11	-0.00	-0.02
68.10		-11.87	-4.08	-0.00	-0.02
		-11.87	-4.08	-0.00	-0.02
67.90		-12.68	-4.06	-0.00	-0.02
		-12.68	-4.06	-0.00	-0.02
67.70		-13.49	-4.03	-0.00	-0.02
		-13.49	-4.03	-0.00	-0.02
67.50		-14.29	-4.01	-0.00	-0.02
		-14.29	-4.01	-0.00	-0.02
67.30		-15.09	-3.99	-0.00	-0.01
		-15.09	-3.99	-0.00	-0.01
67.10		-15.89	-3.97	-0.00	-0.01
		-15.89	-3.97	-0.00	-0.01
66.90		-16.68	-3.95	-0.00	-0.01
		-16.68	-3.95	-0.00	-0.01
66.70		-17.47	-3.93	-0.00	-0.01
		-17.47	-3.93	-0.00	-0.01
66.50		-18.25	-3.25	-0.00	-0.01
		-18.25	-3.25	-0.00	-0.01
66.30		-18.77	-1.95	-0.00	-0.01
		-18.77	-1.95	-0.00	-0.01
66.10		-19.04	-0.79	-0.00	-0.01
		-19.04	-0.79	-0.00	-0.01
65.95		-19.07	0.00	-0.00	-0.01
65.90		-19.08	0.26	-0.00	-0.01
		-19.08	0.26	0.00	-0.01
65.70		-18.93	1.19	0.00	-0.01
		-18.93	1.19	0.00	-0.01
65.50		-18.61	2.00	0.00	-0.01
		-18.61	2.00	0.00	-0.01
65.30		-18.13	2.71	0.00	-0.00
		-18.13	2.71	0.00	-0.00
65.10		-17.52	3.32	0.00	-0.00
		-17.52	3.32	0.00	-0.00
64.90		-16.80	3.83	0.00	-0.00
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 63			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
64.70		-16.80	3.83	0.00	-0.00
		-15.99	4.24	0.00	-0.00
		-15.99	4.24	0.00	-0.00
64.50		-15.11	4.56	0.00	-0.00
		-15.11	4.56	0.00	-0.00
64.30		-14.17	4.79	0.00	-0.00
		-14.17	4.79	0.00	-0.00
64.10		-13.19	4.95	0.00	-0.00
		-13.19	4.95	0.00	-0.00
63.90		-12.19	5.02	0.00	-0.00
		-12.19	5.02	0.00	-0.00
63.82		-11.77	5.03	0.00	-0.00
63.80		-11.69	5.03	0.00	0.00
63.70		-11.18	5.01	0.00	0.00
		-11.18	5.01	0.00	0.00
63.50		-10.18	4.93	0.00	0.00
		-10.18	4.93	0.00	0.00
63.30		-9.21	4.78	0.00	0.00
		-9.21	4.78	0.00	0.00
63.10		-8.27	4.55	0.00	0.00
		-8.27	4.55	0.00	0.00
62.90		-7.39	4.26	0.00	0.00
		-7.39	4.26	0.00	0.00
62.70		-6.57	3.91	0.00	0.00
		-6.57	3.91	0.00	0.00
62.50		-5.83	3.49	0.00	0.00
		-5.83	3.49	0.00	0.00
62.30		-5.17	3.01	0.00	0.00
		-5.17	3.01	0.00	0.00
62.10		-4.62	2.47	0.00	0.00
		-4.62	2.47	0.00	0.00
61.90		-4.18	1.87	0.00	0.00
		-4.18	1.87	0.00	0.00
61.70		-3.87	1.21	0.00	0.01
		-3.87	1.21	0.00	0.01
61.50		-3.70	0.86	0.00	0.01
		-3.70	0.86	0.00	0.01
61.30		-3.53	0.85	0.00	0.01
		-3.53	0.85	0.00	0.01
61.10		-3.36	0.84	0.00	0.01
		-3.36	0.84	0.00	0.01
60.90		-3.20	0.82	0.00	0.01
		-3.20	0.82	0.00	0.01
60.70		-3.03	0.81	0.00	0.01
		-3.03	0.81	0.00	0.01
60.50		-2.87	0.80	0.00	0.01
		-2.87	0.80	0.00	0.01
60.30		-2.72	0.78	0.00	0.01
		-2.72	0.78	0.00	0.01
60.10		-2.56	0.77	0.00	0.01
		-2.56	0.77	0.00	0.01
59.90		-2.41	0.75	0.00	0.01
		-2.41	0.75	0.00	0.01
59.70		-2.26	0.74	0.00	0.01
		-2.26	0.74	0.00	0.01
59.50		-2.11	0.72	0.00	0.01
		-2.11	0.72	0.00	0.01
59.30		-1.97	0.70	0.00	0.01
		-1.97	0.70	0.00	0.01
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 64			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
59.10		-1.83	0.68	0.00	0.01
		-1.83	0.68	0.00	0.01
58.90		-1.70	0.67	0.00	0.01
		-1.70	0.67	0.00	0.01
58.70		-1.56	0.65	0.00	0.01
		-1.56	0.65	0.00	0.01
58.50		-1.44	0.62	0.00	0.01
		-1.44	0.62	0.00	0.01
58.30		-1.32	0.60	0.00	0.01
		-1.32	0.60	0.00	0.01
58.10		-1.20	0.58	0.00	0.01
		-1.20	0.58	0.00	0.01
57.90		-1.08	0.56	0.00	0.01
		-1.08	0.56	0.00	0.01
57.70		-0.97	0.53	0.00	0.01
		-0.97	0.53	0.00	0.01
57.50		-0.87	0.51	0.00	0.01
		-0.87	0.51	0.00	0.01
57.30		-0.77	0.48	0.00	0.01
		-0.77	0.48	0.00	0.01
56.97		-0.62	0.44	0.00	0.01
		-0.62	0.44	0.00	0.01
56.70		-0.51	0.40	0.00	0.01
		-0.51	0.40	0.00	0.01
56.50		-0.43	0.37	0.00	0.02
		-0.43	0.37	0.00	0.02
56.30		-0.36	0.34	0.00	0.02
		-0.36	0.34	0.00	0.02
56.10		-0.29	0.31	0.00	0.02
		-0.29	0.31	0.00	0.02
55.90		-0.23	0.28	0.00	0.02
		-0.23	0.28	0.00	0.02
55.70		-0.18	0.25	0.00	0.02
		-0.18	0.25	0.00	0.02
55.50		-0.13	0.22	0.00	0.02
		-0.13	0.22	0.00	0.02
55.30		-0.09	0.18	0.00	0.02
		-0.09	0.18	0.00	0.02
55.10		-0.06	0.15	0.00	0.02
		-0.06	0.15	0.00	0.02
54.90		-0.03	0.11	0.00	0.02
		-0.03	0.11	0.00	0.02
54.70		-0.02	0.08	0.00	0.02
		-0.02	0.08	0.00	0.02
54.50		-0.00	0.04	0.00	0.02
		-0.00	0.04	0.00	0.02
54.40		-0.00	0.02	0.00	0.02
		-0.00	0.02	0.00	0.02
54.30		0.00	0.01	0.00	0.02
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 65			
Record:					

### Schnittgrößen: Design

z= 89.000. Fx=-1997.159 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-4398.770 kN/m Abstützung

z= 62.959. Fx=-10566.111 kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.10

78.10

76.07

74.07

72.07

70.07

68.10

66.10

64.20

62.30

60.30

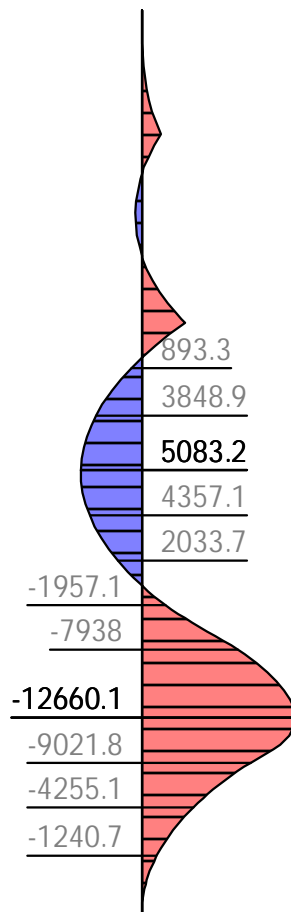
58.40

56.50

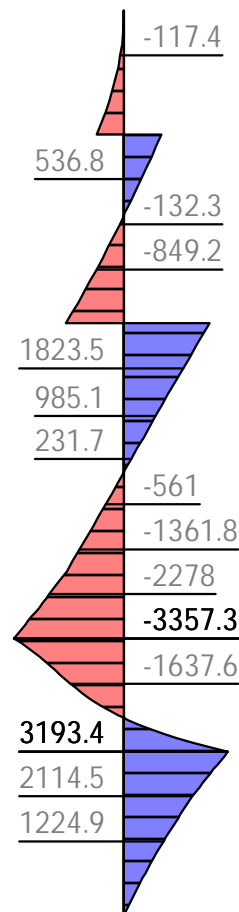
54.30

z

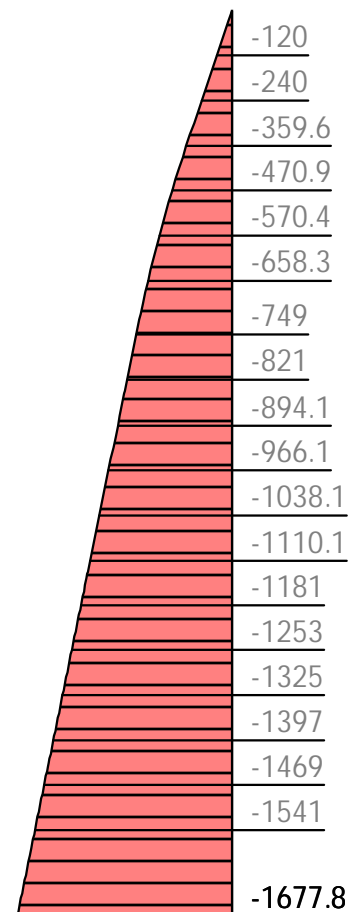
M,d



V,d



N,d



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

94.50

11.7

92.50

136.3

90.50

298.5

88.50

86.50

84.50

82.50

80.10

397.1

78.10

76.10

74.07

72.07

70.07

544.3

68.10

66.10

64.10

591.5

62.10

612.7

60.10

568.7

58.10

54.30

583.5

0.491

-0.448

-1.03

-1.75

-2.43

-3.05

-4.03

-5.17

-5.95

-4.9

-3.38

-2.09

-1.84

-3.34

-6.68

-11.2

-16.3

-22

z

H,d

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
94.50	11.70	-0.00	-0.00	0.00	0.49
92.37	117.11	-103.36	-133.75	-127.98	-0.00
92.00	136.27	-157.33	-178.97	-150.00	-0.09
	141.78	-157.33	-178.97	-150.00	-0.09
89.00	298.47	-1567.27	-839.34	-330.00	-0.87
	298.47	-1567.27	1157.82	-330.00	-0.87
87.21	319.92	0.00	586.59	-432.46	-1.49
85.50	340.47	564.02	39.42	-522.06	-2.10
85.39	341.79	559.29	-0.00	-527.45	-2.14
83.59	363.36	-0.00	-655.53	-611.66	-2.71
80.60	399.27	-3557.04	-1772.69	-731.04	-3.78
	399.27	-3557.04	2626.08	-731.04	-3.78
79.06	402.39	0.00	2014.01	-786.34	-4.62
77.49	405.59	2608.15	1386.81	-843.00	-5.48
	388.38	2608.15	1386.81	-843.00	-5.48
74.57	394.32	5013.17	224.04	-948.12	-6.30
74.07	395.34	5083.23	25.06	-966.12	-6.29
74.01	395.47	5078.73	-0.00	-968.39	-6.28
69.50	404.63	1081.30	-1793.57	-1130.64	-4.13
	544.29	1081.30	-1793.57	-1130.64	-4.13
68.95	553.75	0.00	-2092.53	-1150.60	-3.72
66.60	568.38	-6372.47	-3357.33	-1235.04	-2.14
63.10	590.21	-12660.11	-28.25	-1361.04	-2.69
63.08	590.33	-12657.62	0.00	-1361.76	-2.71
61.60	599.57	-10557.79	3193.40	-1415.04	-4.65

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 67
Record:	

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.			Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,			ASB Nr.:		Date: 04.12.2020

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
59.50	612.67	-5043.33	2065.39	-1490.64	-8.85
	554.78	-5043.33	2065.39	-1490.64	-8.85
54.30	583.53	-0.00	-13.02	-1677.84	-21.98

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

γ, G_dst	γ, EOG	γ, W	γ, G_stb	γ, Q_dst	γ, Q_stb	γ, phi	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	γ, Tilt	γ, Stbl						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z[m]	A, d[kN]	Fx, d[kN/m]
89.00	2214.4	-2214.4
80.60	4898.2	-4898.2

Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	σB, gk [kN/m2]	σB, qk [kN/m2]	σB-eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
69.50	0.00	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
69.00	3.40	3.40	-12.45	-0.08	63.97	-12.78
68.50	6.80	6.80	-22.40	-0.15	63.14	-22.98
66.50	7.20	7.20	-14.71	-0.07	107.61	-15.08
	660.00	660.00	-1348.71	-6.82	2994.18	-1381.92
65.10	660.00	660.00	-1135.25	-2.86	3251.58	-1160.27
63.72	660.00	660.00	-1420.40	0.00	3008.57	-1448.05
61.50	660.00	660.00	-3118.92	3.28	1376.85	-3176.30
	8.50	8.50	-40.17	0.04	225.04	-40.91
60.70	8.70	8.70	-53.68	0.06	226.23	-54.67
59.50	9.00	9.00	-78.18	0.08	223.78	-79.62
	9.00	9.00	-78.18	0.08	280.75	-79.62
57.30	9.53	9.53	-132.89	0.11	285.82	-135.36
54.50	10.20	10.20	-214.90	0.16	279.90	-218.92
	0.00	10.20	-214.90	0.16	279.90	-218.92
54.30		10.20	-220.12	0.16	280.11	-224.24

Erdstatische Nachweise

Nachweis des Erdaufлагers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdaufлагerkraft.

γ, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625

Rd = Eph, k/γ, Re = 25187.73 / 1.625 = 15500.14 [kN/m]

Ed(APx, d)/Rd = 10566.11 / 15500.14 = 0.682 [-]. Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	14376.08	
Wandgewicht		1466.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-1602.86	0.00
Abstützung z: 80.59	-3700.75	0.00
Bettung, g (δ, p=0.00°)	-9072.47	
Bettung, g (δ, C=0.00°)		0.00
-----		
Σ	0.00	1466.00
		(nach unten)

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main			Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 68	
Record:			



Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

$V_k \geq B_{vk}$ : 1466.00  $\geq$  -0.00 Nachweis erfüllt

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	14590.66	
Wandgewicht		1466.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-1736.38	0.00
Abstützung z: 80.59	-3777.59	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-9072.47	
Bettung, g ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-8.81	
Bettung, q ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )	4.60	
$\Sigma$	0.00	1466.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

$V_k \geq B_{vk}$ : 1466.00  $\geq$  -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1466.000	1759.200
Av, g:	0.000	0.000
Av, q:	0.000	0.000
Vd:		1759.200

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>           Einbindetiefe <math>t_0, s:</math> 15.20 m (statisch notwendig)  <math>t_0, r:</math> 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)  <math>t_0:</math> 15.20 m  <math>tw=t_0-0.50</math> <math>tw:</math> 14.70 m            Mantelfläche <math>Ur, p:</math> 1.00 m/m (passiv, entlang <math>t_0</math>)            "- " <math>Ur, a:</math> 1.00 m/m            Mantelreibung <math>qr:</math> 50.00 kN/m<sup>2</sup>            Aufstandsfläche <math>Ab:</math> 2.00 m<sup>2</sup>/m            Spitzenwiderstand <math>qs:</math> 1500.00 kN/m<sup>2</sup>  <math>\eta, t: \min(1, (t_0-0.5) / 2.50) = 1.00</math>            Spitzendruck  <math>Rb, k: Ab*qs*\eta, t = 3000.00</math> kN/m            Mantelreibung  <math>F, mr: Ur, p*t_0 + Ur, a*t_0, r = 15.20</math> m<sup>2</sup>/m  <math>Q, mr: Fm, r*qr = 760.00</math> kN/m            Nachweis  <math>Vd: 1759.20</math> kN/m  <math>Rd: (Rb, k+Q, mr)/\gamma, P</math>  <math>(3000.00+760.00)/1.750 = 2148.57</math> kN/m  <math>Ed/Rd: 0.819 [-]</math>            Alternativer Nachweis  <math>Rd: Rb, k/\gamma, P + Bvk/\gamma, Re</math>  <math>3000.00/1.750 + -0.00/1.625 = 1714.29</math> kN/m  <math>Ed/Rd: 1.026 [-]</math>            Nachweis erfüllt         </p> <h3>Hydraulischer Grundbruch</h3> <p>           Sicherheitsbeiwerte: [HYD]  <math>\gamma, G, stb:</math> 0.950  <math>\gamma, H:</math> 1.900            Umströmte Länge <math>l, ges=54.40</math> m. <math>Summe(h, i/k, i)=5440000.00</math> 1/100s.         </p> <p>           Schicht "Frankfurter Ton" z: 69.00 / 66.50, h= 2.50m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 11.49* 1.900 = 21.83</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 32.00* 0.950 = 30.40</math>  <math>Ed/Rd = 0.718 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 34.47* 1.900 = 65.49</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 102.00* 0.950 = 96.90</math>  <math>Ed/Rd = 0.676 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 43.66* 1.900 = 82.95</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 120.00* 0.950 = 114.00</math>  <math>Ed/Rd = 0.728 [-]</math> </p> <p>           Schicht "Frankfurter Kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 67.56* 1.900 = 128.35</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 172.00* 0.950 = 163.40</math>  <math>Ed/Rd = 0.786 [-]</math> </p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:	
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		
Page: 70		

**Bauzustand: 5 "[5] Situation E"**

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

**Schichtsystem mit 5 Schichten**

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 94.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

**Streifenlasten:****Lasten**

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
0.00	94.50	9999.99	94.50	0.00	140.00	0.00	140.00	g	1
0.00	94.50	11.60	94.50	0.00	27.00	0.00	27.00	q	1

**Erddruckverteilung**

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.00 94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00
80.60	-180.00	1000000.00	0.00
70.50	-180.00	2640000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .  
Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
Berücksichtigung des Mindesterddrucks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .  
Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 80.600 [m].  
Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
Wandfuß wird gebettet gelagert.  
Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

### Erddruckbeiwerte $k_h$

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$k_{0gh}$	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$k_{pgh}$	$k_{pch}$
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

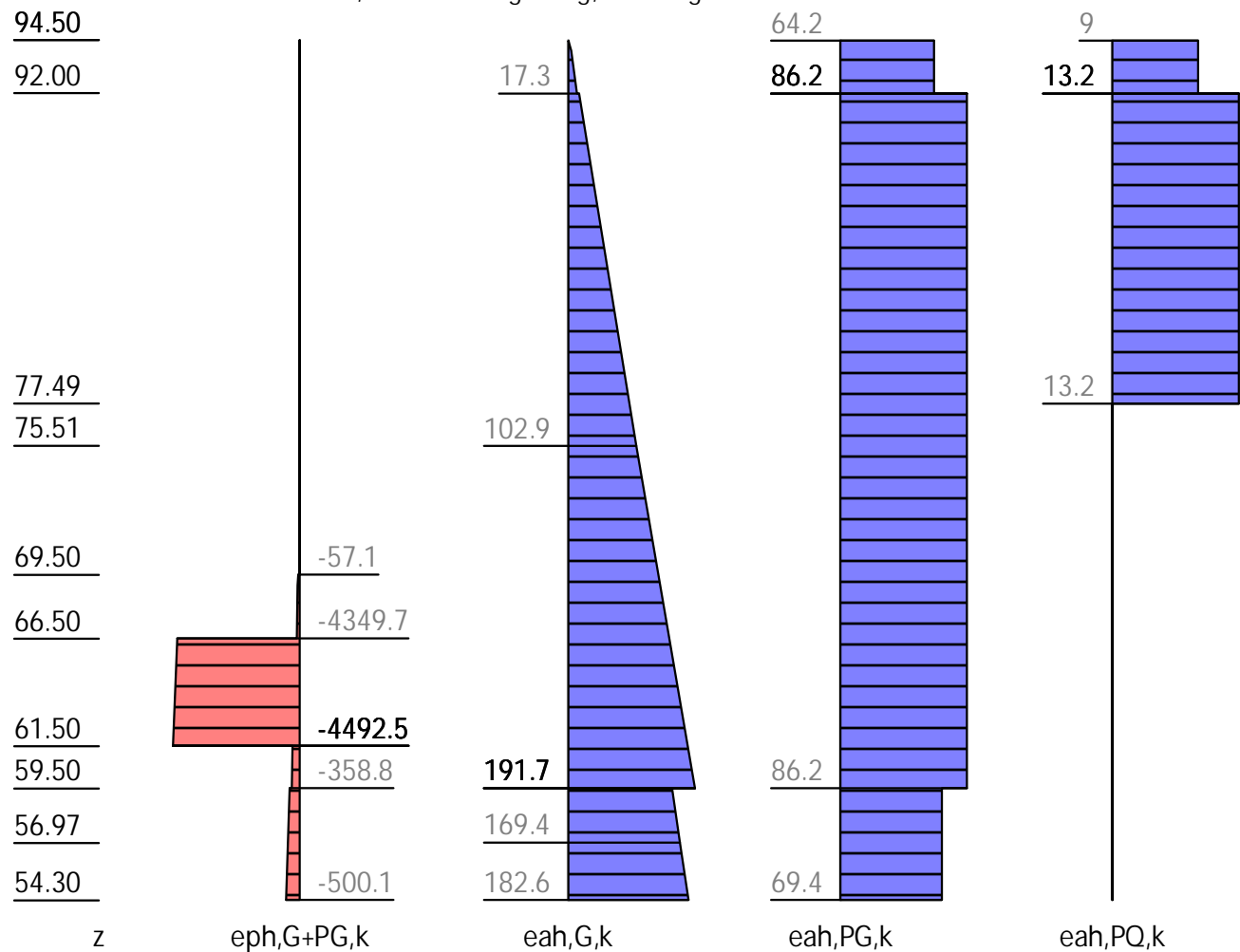
Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54.300$

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 72
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



z [m]	eph, G, k [kN/m²]	eah, G, k [kN/m²]	eah, PG, k [kN/m²]	eah, PQ, k [kN/m²]	eah, d [kN/m²]
94.50		0.00	64.17	9.00	83.89
92.00		13.75	64.17	9.00	99.36
		17.30	86.25	13.24	133.71
77.49		92.65	86.25	13.24	218.45
		92.65	86.25	0.00	201.24
69.50	-0.00	136.24	86.25		250.30
	-57.13	136.24	86.25		250.30
66.50	-122.39	152.87	86.25		269.01
	-4349.71	152.87	86.25		269.01
61.50	-4492.48	180.59	86.25		300.19
	-265.17	180.59	86.25		300.19
59.50	-301.88	191.68	86.25		312.67
	-358.85	157.06	69.40		254.78
54.30	-500.07	182.62	69.40		283.53

Eph, G, k: -25187.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 4251.70, Eah, PG, k: 3324.38, Eah, PQ, k: 214.58, Eah, d: 8802.04

## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
69.00	0.00	250.00	250.00
54.30	-147.00	397.00	250.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

94.50

92.00

89.00

80.78

77.49

70.50

62.90

59.50

56.97

54.30

z

PH, gk

PH, qk

PH, d

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
94.50	0.00	9.00	11.70
92.00	109.40	9.00	136.27
	109.40	13.24	141.78
77.49	334.22	13.24	405.59
	334.22	0.00	388.38
69.50	343.34		404.63
	467.48		544.29
59.50	527.92		612.67
	476.47		554.78
54.30	502.03		583.53

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-1838.729 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-2786.186 kN/m Abstützung

z= 70.500. Fx=-2133.233 kN/m Abstützung

z= 62.228. Fx=-7617.928 kN/m Bettung

94.50

92.50

90.50

88.50

86.50

84.50

82.50

80.10

78.10

76.10

74.07

72.07

70.00

68.10

66.10

64.20

62.30

60.30

58.40

56.50

54.30

z

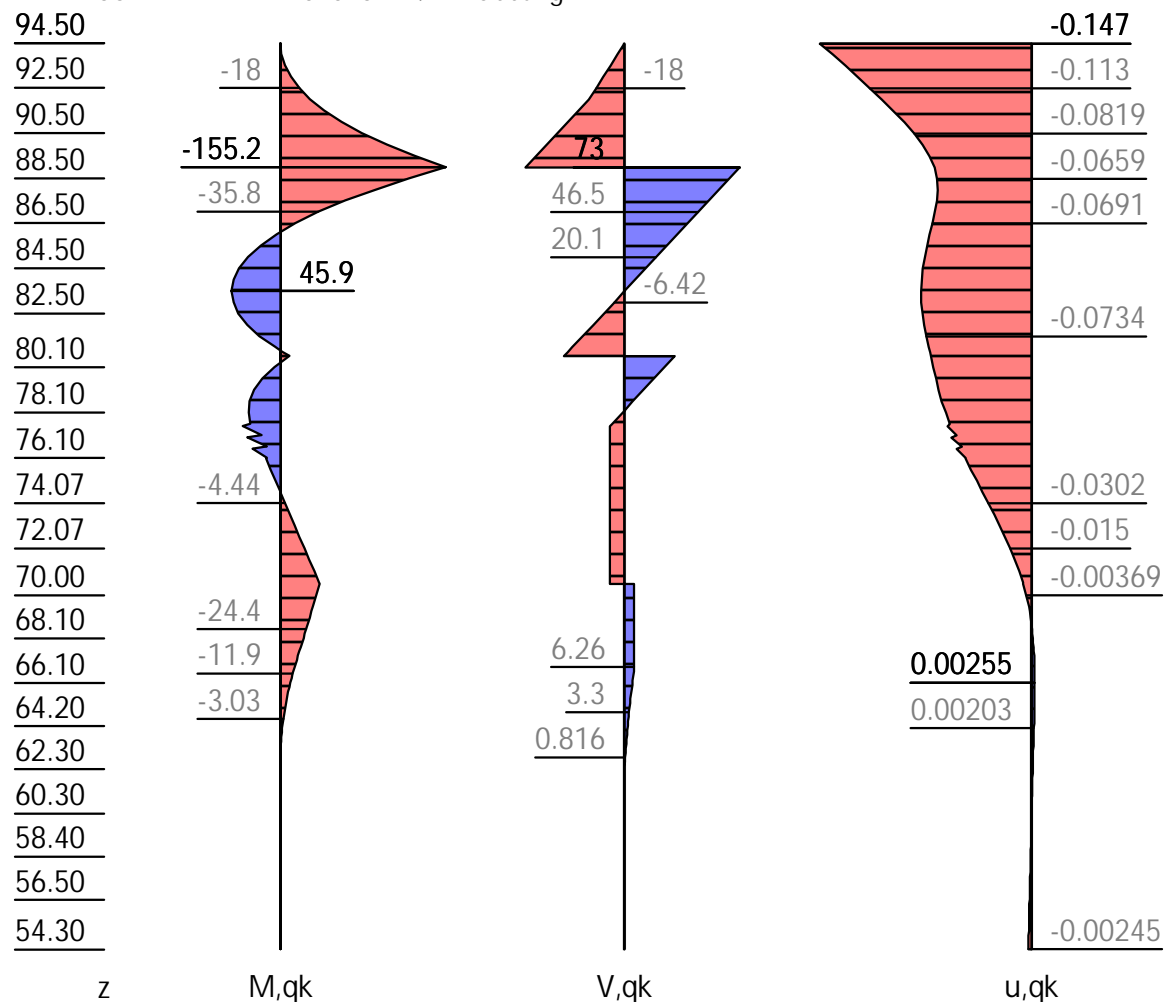
M,gk

V,gk

u,gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
94.50	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.54
94.50	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.54
92.35	93.38	-69.25	-97.47	-107.50	0.00
89.00	246.68	-1199.91	-665.86	-275.00	-0.92
	246.68	-1199.91	1172.87	-275.00	-0.92
87.82	258.51	0.00	873.41	-332.36	-1.33
84.64	290.31	1421.73	0.00	-469.93	-2.29
84.50	291.68	1427.35	-38.46	-475.36	-2.32
81.56	321.12	0.00	-952.00	-579.73	-2.70
80.60	330.68	-1038.36	-1252.01	-609.20	-2.79
	330.68	-1038.36	1534.18	-609.20	-2.79
79.86	331.53	-0.00	1283.71	-631.53	-2.87
77.60	334.10	2069.42	524.87	-699.20	-3.04
76.07	335.84	2500.91	10.12	-745.10	-2.92
76.04	335.88	2498.99	-0.00	-746.00	-2.91
72.15	340.31	-0.00	-1307.74	-862.61	-1.53
70.50	342.20	-2605.16	-1863.83	-912.20	-0.81
	342.20	-2605.16	269.40	-912.20	-0.81
69.71	343.09	-2509.71	0.00	-935.78	-0.55

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
69.50	343.34	-2507.05	-73.36	-942.20	-0.49
	467.48	-2507.05	-73.36	-942.20	-0.49
65.20	496.32	-7008.27	-1694.76	-1071.20	-0.78
62.75	509.88	-9853.32	0.00	-1144.58	-3.24
62.70	510.18	-9857.50	90.88	-1146.20	-3.32
61.60	516.28	-8488.61	2617.07	-1179.20	-5.29
59.50	527.92	-4006.80	1664.23	-1242.20	-10.22
	476.47	-4006.80	1664.23	-1242.20	-10.22
54.33	501.90	-0.31	0.00	-1397.44	-24.88
54.30	502.03	0.00	-12.72	-1398.20	-24.95

**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).z= 89.000.  $F_x = -135.223$  kN/m Abstützungz= 80.600.  $F_x = -70.244$  kN/m Abstützungz= 70.500.  $F_x = -15.388$  kN/m Abstützungz= 64.361.  $F_x = 6.300$  kN/m Bettungz= 56.112.  $F_x = -0.025$  kN/m Bettung

z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
94.50	9.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.15
94.50	9.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.15
92.00	9.00	-28.12	-22.50	-0.00	-0.10
	13.24	-28.12	-22.50	-0.00	-0.10



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:			Date: 04.12.2020
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
89.00	13.24	-155.20	-62.21	-0.00	-0.07
	13.24	-155.20	73.01	0.00	-0.07
86.11	13.24	-0.00	34.77	0.00	-0.07
83.50	13.24	45.87	0.20	0.00	-0.08
83.48	13.24	45.83	0.00	-0.00	-0.08
83.48	13.24	45.83	-0.00	-0.00	-0.08
80.85	13.24	0.00	-34.89	-0.00	-0.07
80.60	13.24	-8.94	-38.19	-0.00	-0.07
	13.24	-8.94	32.06	0.00	-0.07
80.30	13.24	0.00	28.13	0.00	-0.07
78.18	13.24	29.77	0.00	0.00	-0.06
78.18	13.24	29.77	-0.00	0.00	-0.06
78.10	13.24	29.84	-1.04	-0.00	-0.06
77.49	13.24	35.61	-9.08	-0.00	-0.06
	0.00	35.61	-9.08	-0.00	-0.06
77.10		18.10	-9.13	-0.00	-0.05
76.99		31.41	-9.08	-0.00	-0.06
76.60		13.30	-9.13	-0.00	-0.05
76.49		26.47	-9.08	-0.00	-0.05
76.10		13.09	-9.12	-0.00	-0.05
76.07		13.79	-9.11	-0.00	-0.05
74.57		0.12	-9.11	-0.00	-0.03
74.56		0.00	-9.11	-0.00	-0.03
70.57		-36.33	-9.11	-0.00	-0.01
70.50		-36.97	-9.11	-0.00	-0.01
		-36.97	6.27	0.00	-0.01
70.00		-33.84	6.27	0.00	-0.00
69.30		-29.45	6.27	0.00	-0.00
68.85		-26.63	6.28	0.00	-0.00
68.77		-26.13	6.28	0.00	-0.00
68.50		-24.43	6.28	0.00	0.00
68.30		-23.18	6.27	0.00	0.00
		-23.18	6.27	0.00	0.00
67.90		-20.67	6.27	0.00	0.00
		-20.67	6.27	0.00	0.00
67.70		-19.42	6.27	0.00	0.00
		-19.42	6.27	0.00	0.00
67.50		-18.16	6.27	0.00	0.00
		-18.16	6.27	0.00	0.00
67.10		-15.65	6.26	0.00	0.00
		-15.65	6.26	0.00	0.00
66.90		-14.40	6.26	0.00	0.00
		-14.40	6.26	0.00	0.00
66.70		-13.15	6.25	0.00	0.00
		-13.15	6.25	0.00	0.00
66.50		-11.89	6.09	0.00	0.00
		-11.89	6.09	0.00	0.00
66.30		-10.71	5.75	0.00	0.00
		-10.71	5.75	0.00	0.00
66.10		-9.59	5.42	0.00	0.00
		-9.59	5.42	0.00	0.00
65.90		-8.54	5.08	0.00	0.00
		-8.54	5.08	0.00	0.00
65.70		-7.56	4.75	0.00	0.00
		-7.56	4.75	0.00	0.00
65.50		-6.64	4.41	0.00	0.00
		-6.64	4.41	0.00	0.00
65.30		-5.79	4.09	0.00	0.00
		-5.79	4.09	0.00	0.00
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 77			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
65.10		-5.01	3.77	0.00	0.00
		-5.01	3.77	0.00	0.00
64.90		-4.29	3.45	0.00	0.00
		-4.29	3.45	0.00	0.00
64.70		-3.63	3.15	0.00	0.00
		-3.63	3.15	0.00	0.00
64.50		-3.03	2.85	0.00	0.00
		-3.03	2.85	0.00	0.00
64.30		-2.49	2.57	0.00	0.00
		-2.49	2.57	0.00	0.00
64.10		-2.00	2.29	0.00	0.00
		-2.00	2.29	0.00	0.00
63.90		-1.57	2.03	0.00	0.00
		-1.57	2.03	0.00	0.00
63.70		-1.19	1.78	0.00	0.00
		-1.19	1.78	0.00	0.00
63.50		-0.85	1.55	0.00	0.00
		-0.85	1.55	0.00	0.00
63.30		-0.57	1.32	0.00	0.00
		-0.57	1.32	0.00	0.00
63.10		-0.33	1.11	0.00	0.00
		-0.33	1.11	0.00	0.00
62.90		-0.12	0.91	0.00	0.00
		-0.12	0.91	0.00	0.00
62.75		0.00	0.77	0.00	0.00
62.70		0.04	0.73	0.00	0.00
		0.04	0.73	0.00	0.00
62.50		0.17	0.55	0.00	0.00
		0.17	0.55	0.00	0.00
62.30		0.26	0.40	0.00	0.00
		0.26	0.40	0.00	0.00
62.10		0.32	0.25	0.00	0.00
		0.32	0.25	0.00	0.00
61.90		0.36	0.12	0.00	0.00
		0.36	0.12	0.00	0.00
61.71		0.37	-0.00	0.00	0.00
61.70		0.37	-0.00	0.00	0.00
		0.37	-0.00	-0.00	0.00
60.70		0.31	-0.07	-0.00	0.00
59.86		0.25	-0.07	-0.00	0.00
59.80		0.25	-0.07	-0.00	-0.00
59.50		0.23	-0.07	-0.00	-0.00
58.50		0.16	-0.06	-0.00	-0.00
		0.16	-0.06	-0.00	-0.00
58.30		0.15	-0.06	-0.00	-0.00
		0.15	-0.06	-0.00	-0.00
57.90		0.12	-0.06	-0.00	-0.00
		0.12	-0.06	-0.00	-0.00
57.70		0.11	-0.06	-0.00	-0.00
		0.11	-0.06	-0.00	-0.00
57.50		0.10	-0.06	-0.00	-0.00
		0.10	-0.06	-0.00	-0.00
57.30		0.09	-0.05	-0.00	-0.00
		0.09	-0.05	-0.00	-0.00
56.97		0.07	-0.05	-0.00	-0.00
		0.07	-0.05	-0.00	-0.00
56.70		0.06	-0.05	-0.00	-0.00
		0.06	-0.05	-0.00	-0.00
56.50		0.05	-0.04	-0.00	-0.00
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main					Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 78			
Record:					

Author: DB Netz AG / Ingenieurgesellschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191					
Structure: Knoten Frankfurt,			ASB Nr.:	Date: 04.12.2020	
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
		0.05	-0.04	-0.00	-0.00
56.30		0.04	-0.04	-0.00	-0.00
		0.04	-0.04	-0.00	-0.00
56.10		0.04	-0.04	-0.00	-0.00
		0.04	-0.04	-0.00	-0.00
55.90		0.03	-0.03	-0.00	-0.00
		0.03	-0.03	-0.00	-0.00
55.70		0.02	-0.03	-0.00	-0.00
		0.02	-0.03	-0.00	-0.00
55.50		0.02	-0.03	-0.00	-0.00
		0.02	-0.03	-0.00	-0.00
55.30		0.01	-0.02	-0.00	-0.00
		0.01	-0.02	-0.00	-0.00
55.10		0.01	-0.02	-0.00	-0.00
		0.01	-0.02	-0.00	-0.00
54.90		0.00	-0.01	-0.00	-0.00
		0.00	-0.01	-0.00	-0.00
54.70		0.00	-0.01	-0.00	-0.00
		0.00	-0.01	-0.00	-0.00
54.50		0.00	-0.00	-0.00	-0.00
		0.00	-0.00	-0.00	-0.00
54.40		0.00	-0.00	-0.00	-0.00
		0.00	-0.00	-0.00	-0.00
54.30		0.00	-0.00	-0.00	-0.00

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main

Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3

Record:

Page: 79

Archive No.:

**Schnittgrößen: Design**

z= 89.000. Fx=-2275.474 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-3319.637 kN/m Abstützung

z= 70.500. Fx=-2517.098 kN/m Abstützung

z= 62.227. Fx=-8849.832 kN/m Bettung

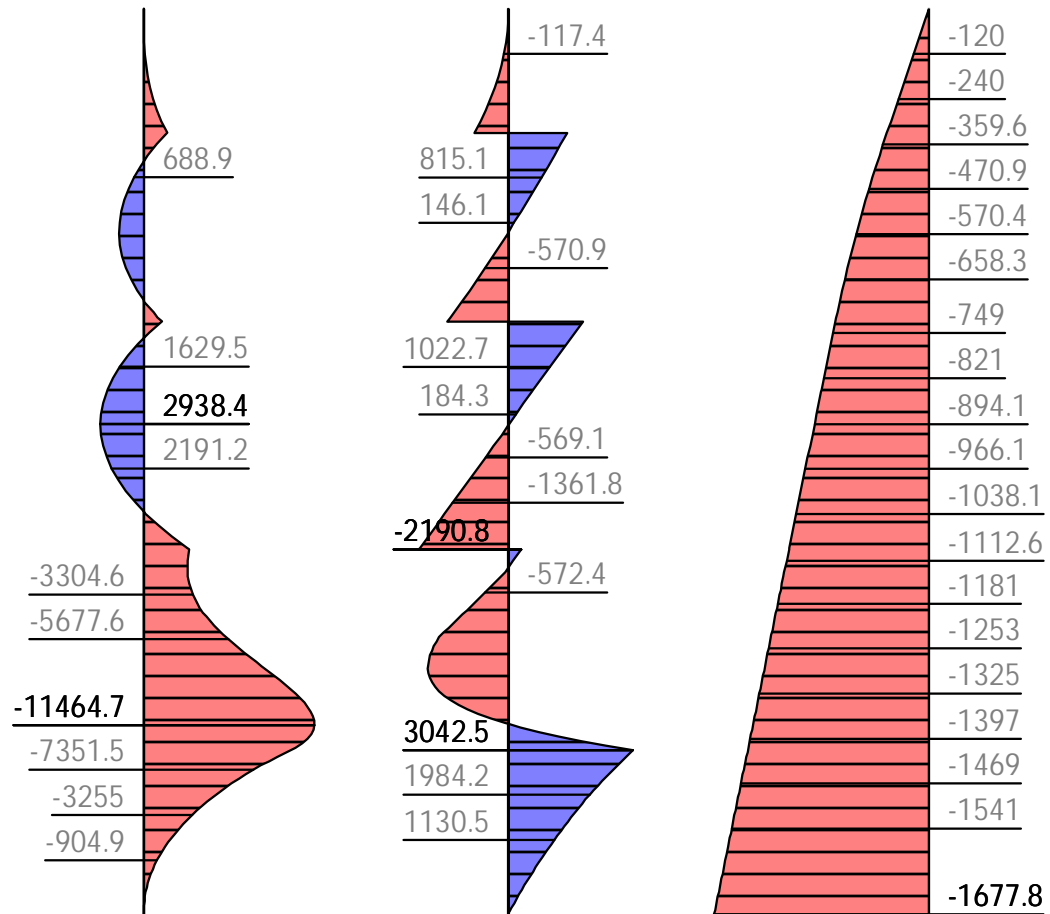
**94.50****92.50****90.50****88.50****86.50****84.58****82.50****80.10****78.10****76.07****74.07****72.07****70.00****68.10****66.10****64.20****62.30****60.30****58.40****56.50****54.30**

z

M,d

V,d

N,d



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main			Job No.:		
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191					
Structure: Knoten Frankfurt,			ASB Nr.:		Date: 04.12.2020

94.50

11.7

92.50

136.3

90.50

298.5

88.50

397.1

86.50

544.3

84.50

591.5

82.50

612.7

80.10

568.7

78.10

583.5

76.10

74.07

72.07

70.00

68.10

66.10

64.10

62.10

60.10

58.10

54.30

z

H,d

0.393

-0.561

-1.15

-1.85

-2.4

-2.69

-2.91

-2.86

-2.2

-1.27

-0.492

-0.628

-2.23

-5.5

-10.2

-15.7

-25

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
94.50	11.70	-0.00	-0.00	0.00	0.39
92.82	93.51	-54.46	-86.41	-100.87	-0.00
92.00	136.27	-157.33	-178.97	-150.00	-0.19
	141.78	-157.33	-178.97	-150.00	-0.19
89.00	298.47	-1567.27	-839.34	-330.00	-0.99
	298.47	-1567.27	1436.13	-330.00	-0.99
87.73	313.76	0.00	993.06	-403.92	-1.43
84.87	348.02	1664.52	-0.00	-552.76	-2.31
84.50	352.47	1689.62	-128.92	-570.43	-2.40
81.54	388.01	0.00	-1158.88	-696.34	-2.78
80.60	399.27	-1219.19	-1494.37	-731.04	-2.86
	399.27	-1219.19	1825.26	-731.04	-2.86
79.87	400.76	-0.00	1529.72	-757.48	-2.94
77.60	405.37	2449.72	617.97	-839.04	-3.10
77.49	405.59	2516.29	573.70	-843.00	-3.10
	388.38	2516.29	573.70	-843.00	-3.10
76.07	391.27	2938.41	12.10	-894.12	-2.97
76.04	391.33	2935.88	0.00	-895.22	-2.96
72.16	399.21	0.00	-1532.92	-1034.76	-1.55
70.50	402.60	-3077.51	-2190.78	-1094.64	-0.81
	402.60	-3077.51	326.32	-1094.64	-0.81
69.69	404.24	-2957.38	0.00	-1123.75	-0.55
69.50	404.63	-2952.83	-77.29	-1130.64	-0.49
	544.29	-2952.83	-77.29	-1130.64	-0.49
65.20	577.11	-8157.70	-1966.00	-1285.44	-0.78

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main			Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		Page: 81	
Record:			

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main					Job No.:
Program: WALLS-Retain.		Version 2020.191			
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
62.70	592.70	-11464.68	100.74	-1375.44	-3.32
61.60	599.57	-9883.70	3042.55	-1415.04	-5.29
59.50	612.67	-4660.63	1936.51	-1490.64	-10.22
	554.78	-4660.63	1936.51	-1490.64	-10.22
54.30	583.53	-0.00	-14.80	-1677.84	-24.95
54.30	583.53	0.00	-14.80	-1677.84	-24.95

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

γ, G_dst	γ, EOG	γ, W	γ, G_stb	γ, Q_dst	γ, Q_stb	γ, phi	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	γ, Tilt	γ, Stbl						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
89.00	2524.9	-2524.9
80.60	3694.1	-3694.1
70.50	2808.8	-2808.8

Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	σB, gk [kN/m2]	σB, qk [kN/m2]	σB-eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
69.50	0.00	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
68.81	4.70	4.70	-1.50	0.00	78.51	-1.57
68.50	6.80	6.80	-1.88	0.00	83.80	-1.96
66.50	7.20	7.20	-2.15	0.02	120.26	-2.23
	660.00	660.00	-197.37	1.59	4153.93	-204.47
65.90	660.00	660.00	-298.41	1.63	4070.06	-309.95
61.50	660.00	660.00	-3473.52	0.66	1019.62	-3626.99
	8.50	8.50	-44.73	0.01	220.44	-46.71
59.50	9.00	9.00	-88.08	0.00	213.80	-91.99
	9.00	9.00	-88.08	0.00	270.77	-91.99
58.50	9.24	9.24	-114.16	0.00	271.85	-119.22
58.43	9.26	9.26	-115.96	0.00	271.82	-121.11
54.50	10.20	10.20	-238.00	-0.01	256.62	-248.58
	0.00	10.20	-238.00	-0.01	256.62	-248.58
54.30		10.20	-243.68	-0.01	256.37	-254.51

Erdstatische Nachweise

Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

γ, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625

Rd = Eph, k/γ, Re = 25187.73 / 1.625 = 15500.14 [kN/m]

Ed(APx, d)/Rd = 8849.83 / 15500.14 = 0.571 [-]. Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	14376.08	
Wandgewicht		1466.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-1838.73	0.00
Abstützung z: 80.59	-2786.19	0.00
Abstützung z: 70.50	-2133.23	0.00
Bettung, g (δ, p=0.00°)	-7617.93	

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main		Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3	Page: 82	
Record:		

Pos.	H	V
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	1466.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

Vk >= Bvk: 1466.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	14590.66	
Wandgewicht		1466.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-1973.95	0.00
Abstützung z: 80.59	-2856.43	0.00
Abstützung z: 70.50	-2148.62	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-7617.93	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
Bettung, q ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-0.02	
Bettung, q ( $\delta, C=0.00^\circ$ )	6.30	
-----		
$\Sigma$	0.00	1466.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

Vk >= Bvk: 1466.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikal kräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1466.000	1759.200
Av, g:	0.000	0.000
Av, q:	0.000	0.000
-----		
Vd:	1759.200	

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>             Einbindetiefe <math>t_0, s:</math> 15.20 m (statisch notwendig)  <math>t_0, r:</math> 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)  <math>t_0:</math> 15.20 m  <math>tw=t_0-0.50</math> <math>tw:</math> 14.70 m              Mantelfläche <math>Ur, p:</math> 1.00 m/m (passiv, entlang <math>t_0</math>)              -" - <math>Ur, a:</math> 1.00 m/m              Mantelreibung <math>qr:</math> 50.00 kN/m<sup>2</sup>              Aufstandsfläche <math>Ab:</math> 2.00 m<sup>2</sup>/m              Spitzenwiderstand <math>qs:</math> 1500.00 kN/m<sup>2</sup>  <math>\eta, t: \min(1, (t_0-0.5) / 2.50) = 1.00</math>              Spitzendruck  <math>Rb, k: Ab \cdot qs \cdot \eta, t = 3000.00</math> kN/m              Mantelreibung  <math>F, mr: Ur, p \cdot t_0 + Ur, a \cdot t_0, r = 15.20</math> m<sup>2</sup>/m  <math>Q, mr: Fm, r \cdot qr = 760.00</math> kN/m              Nachweis  <math>Vd: 1759.20</math> kN/m  <math>Rd: (Rb, k + Q, mr) / \gamma, P</math>  <math>(3000.00 + 760.00) / 1.750 = 2148.57</math> kN/m  <div>Ed/Rd: 0.819 [-]</div>             Alternativer Nachweis  <math>Rd: Rb, k / \gamma, P + Bvk / \gamma, Re</math>  <math>3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29</math> kN/m  <div>Ed/Rd: 1.026 [-]</div>             Nachweis erfüllt           </p> <p>Hydraulischer Grundbruch</p> <p>             Sicherheitsbeiwerte: [HYD]  <math>\gamma, G, stb:</math> 0.950  <math>\gamma, H:</math> 1.900           </p> <p>Umströmte Länge <math>l, ges=54.40</math> m. <math>Summe(h, i / k, i)=5440000.00</math> 1/100s.</p> <p>             Schicht "Frankfurter Ton" z: 69.00 / 66.50, <math>h=2.50</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 11.49 \cdot 1.900 = 21.83</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 32.00 \cdot 0.950 = 30.40</math>  <div>Ed/Rd = 0.718 [-]</div> </p> <p>             Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, <math>h=5.00</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 34.47 \cdot 1.900 = 65.49</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 102.00 \cdot 0.950 = 96.90</math>  <div>Ed/Rd = 0.676 [-]</div> </p> <p>             Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, <math>h=2.00</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 43.66 \cdot 1.900 = 82.95</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 120.00 \cdot 0.950 = 114.00</math>  <div>Ed/Rd = 0.728 [-]</div> </p> <p>             Schicht "Frankfurter Kalke" z: 59.50 / 54.30, <math>h=5.20</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 67.56 \cdot 1.900 = 128.35</math> (i=0.460)  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 172.00 \cdot 0.950 = 163.40</math>  <div>Ed/Rd = 0.786 [-]</div> </p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:	
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3		
Record:		
Page: 84		



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main

Job No.:

Program: WALLS-Retain.

Version 2020.191

Structure: Knoten Frankfurt,

ASB Nr.:

Date: 04.12.2020

## Anker- und Steifenkräfte über alle Bauzustände

z [m]	$\alpha$ [°]	a [m]	l max [m]	Ahgk [kN/m]	Ahqk [kN/m]	Ahd [kN/m]	Ak [kN]	Ad [kN]
70.50	-180.0	1.00	8.25	-2133.2	-15.4	-2808.8	2148.6	2808.8
80.60	-180.0	1.00	13.99	-3700.7	-76.8	-4898.2	3777.6	4898.2
89.00	-180.0	1.00	16.99	-2941.0	-169.0	-4007.6	3110.0	4007.6
94.10	-180.0	4.00	1.00	-1457.2	-103.1	-1999.9	6241.2	7999.5

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main

Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 3

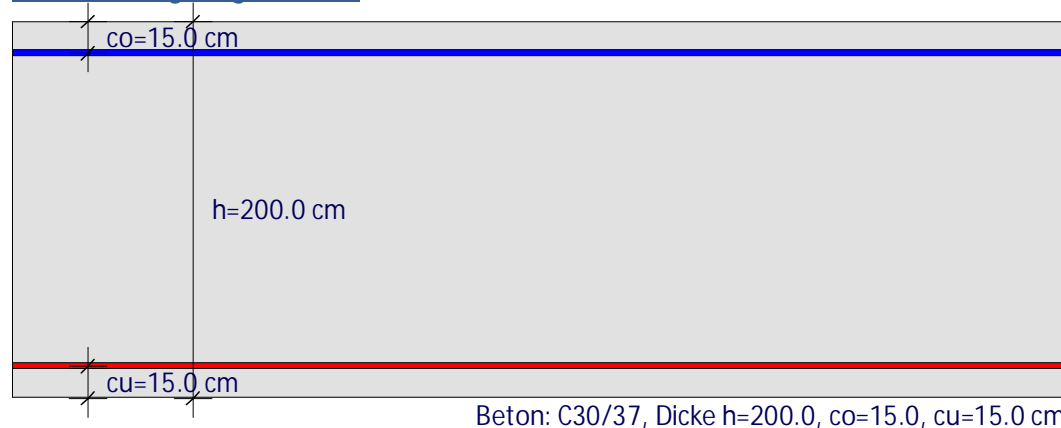
Record:

Page: 85

Archive No.:

#### Anlage 4: Verbau 1-B, Bemessung der Schlitzwand

## Bemessungsergebnisse



Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 4

## Bemessung der Schlitzwand

Betonbemessung nach DIN EN 1992-1-1. Material C30/37, B500S

EI = 21891.05 MNm<sup>2</sup> (je 1m Wand)

Anforderungsklasse:

Klasse D

Bauwerk:

Brückenbau, Straßenbrücke

Bauteil:

Balken/Rechteck

Expositionsklassen:

XC=keine

XD=keine

XS=keine

GzT-Nachweis:

Mindestlängsbewehrung

Ja

Mindestquerkraftbewehrung

Nein

Bemessung der Wand als Druckglied

Nein

GzG-Nachweis:

Abgeschlossene Rissbildung

direkte Berechnung

Mindestbewehrung Einzelrissbildung:

Ja

Rechnerische Rissbreite:

0.20 mm

Grenzdurchmesser Luft, Erde:

28.00, 28.00 mm

Schnittgrößen im GzT/GzG, Einflussbereich a=1.00 [m]:

z [m]	design [kN, m]	rare [kN, m]	freq [kN, m]	perm [kN, m]	gk [kN, m]	gk Stage [kN, m]
64.7 M	-13698.14	-11841.03	-11819.70	-11755.72	-11734.39	-106.64 3
N	-1305.24	-1087.70	-1087.70	-1087.70	-1087.70	0.00
V	50.13	32.35	26.46	8.76	2.87	29.48
79.5 M	11942.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 3
N	-772.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	3.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.5 M	-10682.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 3
N	-1236.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	3821.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main						Job No.:	
Program: WALLS Bemessung							
Structure: Knoten Frankfurt,				ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:							
z	as1	as2	epsS	epsC	zi	Stage	
[m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[o/oo]	[o/oo]	[m]		
-----							
64.7	44.65	216.28	5.91	-3.50	1.56	3	
79.5	161.77	44.65	7.92	-3.50	1.61	3	
66.5	44.65	136.85	8.90	-3.50	1.63	3	
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:							
z	asw	Vsd	VRdct	VRdmax	VRd, s	rho	theta Stage
[m]	[cm2/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[°]
-----							
64.7	9.27	50.13	932.38	9968.11	630.19	0.046	45.0 3
79.5	9.27	3.14	838.01	10288.85	650.47	0.046	45.0 3
66.5	32.22	3821.13	852.40	9172.80	3821.13	0.161	30.9 3
Maximum der ermittelten Bewehrungsmengen:							
	z	as	gewähl t				
	[m]	[cm2/m]					
-----							
as1 (Luft):	79.5	161.77					
as2 (Erde):	64.7	216.28					
asw:	66.5	32.22					

Anlage 5: Verbau 1-B, Bemessung der Steifen bei +94,1

## Position: BTII+-002n

Biegetorsionstheorie BTII+ 02/2020 (FRILO R-2020-2/P12)

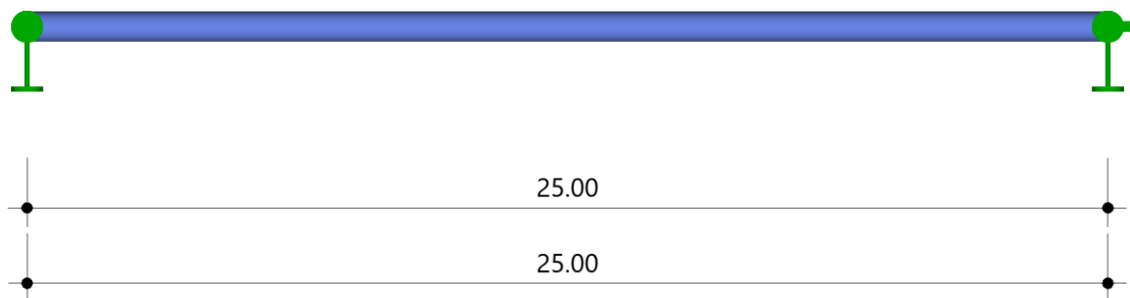
### Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Ersatzstabnachweis
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit $\delta_{lim}$	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit $\delta_{lim}$	=	2.5 cm

### System

#### Stabzug

Maßstab 1 : 175



Gesamtlänge = 25.00 m  
Material S355

### Querschnitte

#### Statische Werte

Nr	Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_w$ [cm <sup>6</sup> ]	$\max_w$ [cm <sup>2</sup> ]	$A$ [cm <sup>2</sup> ]
4	H700/tw50/bo0/bu0	542415.6	542415.6	1084831.2	0	0.0	1021.0

### Abmessungen

#### Querschnitt Nr. 4 - H700/tw50/bo0/bu0

Durchmesser/Wandung d = 700 mm s = 50 mm  
Fertigungsprozess warm

### Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		$y_o$ [mm]	$z_o$ [mm]	$y_s$ [mm]	$z_s$ [mm]	$y_M$ [mm]	$z_M$ [mm]	$\omega$ [cm <sup>2</sup> ]
4 H700/tw50/bo0/bu0	1	0	-350	0	-350	0	-350	0.0
	2	-134	-323	-134	-323	-134	-323	0.0
	3	-247	-247	-247	-247	-247	-247	0.0
	4	-323	-134	-323	-134	-323	-134	0.0
	5	-350	0	-350	0	-350	0	0.0
	6	-323	134	-323	134	-323	134	0.0

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y <sub>O</sub> [mm]	z <sub>O</sub> [mm]	y <sub>S</sub> [mm]	z <sub>S</sub> [mm]	y <sub>M</sub> [mm]	z <sub>M</sub> [mm]	ω [cm <sup>2</sup> ]
	7	-247	247	-247	247	-247	247	0.0
	8	-134	323	-134	323	-134	323	0.0
	9	0	350	0	350	0	350	0.0
	10	134	323	134	323	134	323	0.0
	11	247	247	247	247	247	247	0.0
	12	323	134	323	134	323	134	0.0
	13	350	0	350	0	350	0	0.0
	14	323	-134	323	-134	323	-134	0.0
	15	247	-247	247	-247	247	-247	0.0
	16	134	-323	134	-323	134	-323	0.0

System: 1 Abschnitte, Gesamtlänge = 25.00 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	25.00	25.00	4	4

#### Auflager

##### Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	25.00	-1	-1	0	0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

##### Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>			Verwölbung <sup>*)</sup>
		Φ <sub>x</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>y</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>z</sub> [kNm/rad]	Ω <sub>y,z</sub> [kNm <sup>3</sup> ]
1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	25.00	-1	0.0	0.0	0.00

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

#### Belastung

##### Lastdefinitionen

Art 1 =	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l	kN/m
2 =	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l	kN/m
3 =	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment	kNm/m
4 =	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf	kN/m

##### Lastfall 1: ständige Lasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
8	x	6250.0	0.00	6250.0	25.00	0	0	Last
3	y	-730.00	0.00					

Einwirkungsgruppe 99 - ständig  
Eigengewicht wird automatisch angesetzt

##### Lastfall 2: Zusatzlastfall

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	5.00				0	0	Last

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
Einwirkungsgruppe 1 - Kat. A: Wohngebäude								

### Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Überlagerung 1: 1.35\*G + 1.5\*Q

Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	ständige Lasten	1.35

Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie I. Ordnung

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>v,Ed</sub> [kNm]	V <sub>v,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	-8437.5	95.8	985.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.75	-8437.5	1.2	1409.83	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8437.5	1.2	1409.83	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.75	-8437.5	-31.3	1364.60	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.75	-8437.5	-172.0	43.33	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
25.00	-8437.5	-174.7	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie I. Ordnung γ<sub>M0</sub> = 1.00

x [m]	Qkl	η <sub>N</sub>	η <sub>Vz</sub>	η <sub>Mv</sub>	η <sub>Vv</sub>	η <sub>Mz</sub>	η <sub>MvMz</sub>	η <sub>Mx</sub>	η <sub>Mw</sub>	η
0.00	1	0.25	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.39
8.75	1	0.25	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.45
11.75	1	0.25	0.00	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.44
25.00	1	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25

Ersatzstabnachweise

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.95$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 8437.5 \text{ kN} & N_{Rk} &= 36246.1 \text{ kN} \\ N_{cr,y} &= 17987.5 \text{ kN} \\ s_{ky} &= 25.00 \text{ m} \\ \lambda_y &= 1.42 \\ \chi_y &= 0.41 \\ k_{yy} &= 1.48 & k_{yz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 1409.83 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 131278.28 \text{ kNm} \\ \chi_{it} &= 1.00 \\ M_{y,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis bei x = 8.75 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.82$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 8437.5 \text{ kN} & N_{Rk} &= 36246.1 \text{ kN} \\ N_{cr,z} &= 17987.5 \text{ kN} \\ s_{kz} &= 25.00 \text{ m} \\ \lambda_z &= 1.42 \\ \chi_z &= 0.41 \\ k_{zy} &= 0.89 & k_{zz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 1409.83 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 131278.28 \text{ kNm} \\ \chi_{it} &= 1.00 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_{y,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis bei  $x = 8.75 \text{ m}$  nach Gl. (6.62) erfüllt.

#### **Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse**

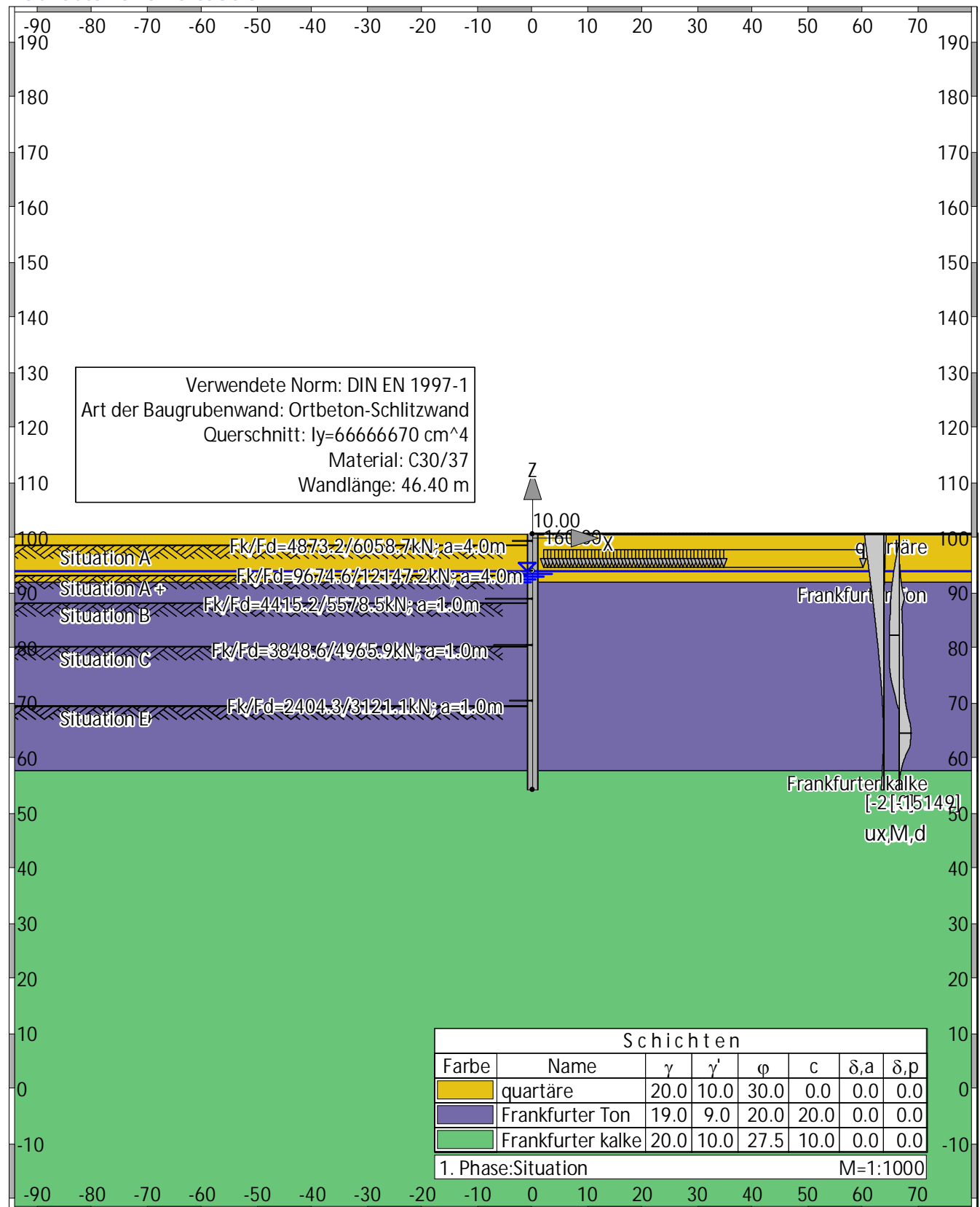
##### **Auslastung - Tragsicherheit**

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität
1	1.35*G + 1.5*Q	0.45	0.95

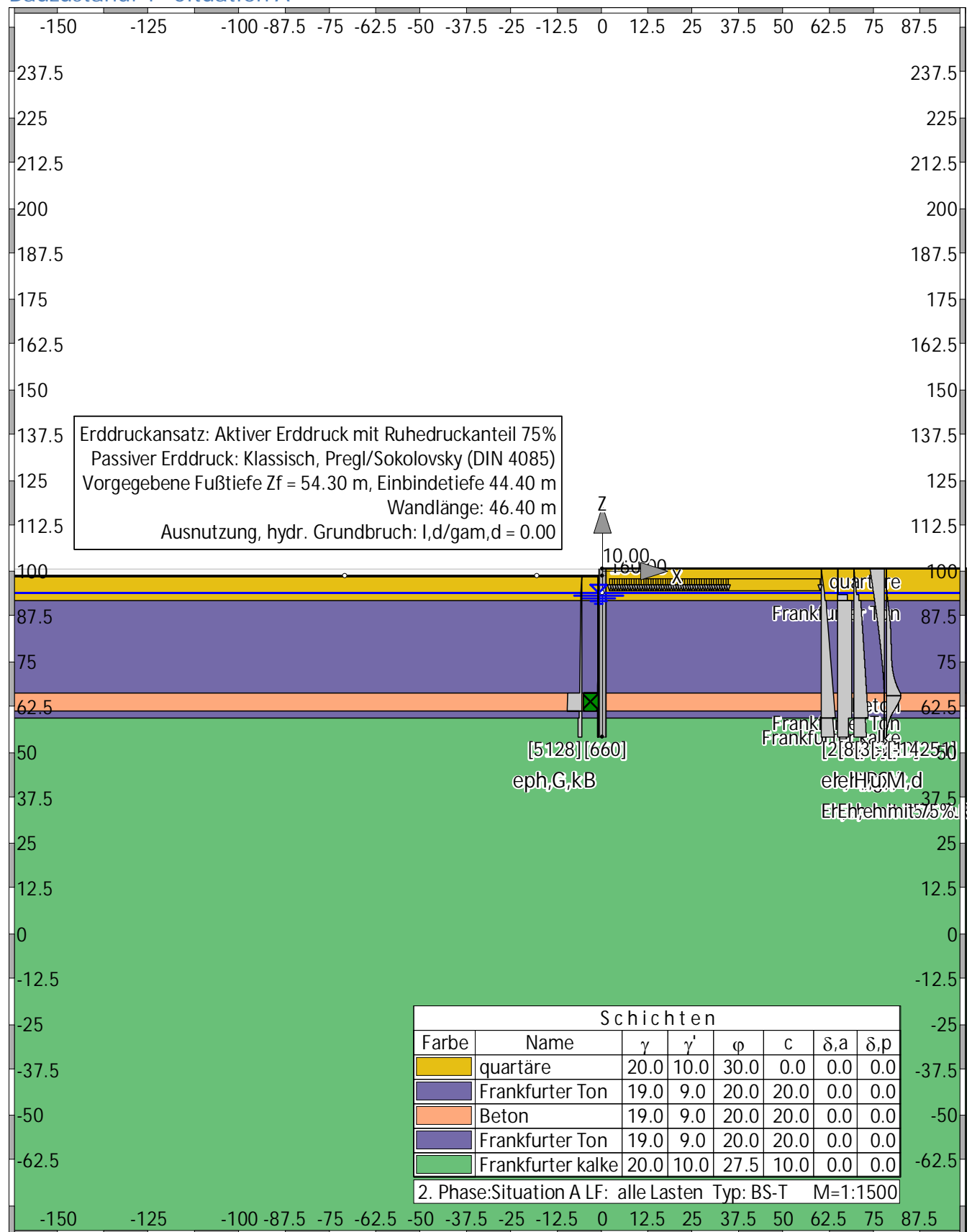
## Anlage 6: Verbau 2, geotechnische Nachweise

## Übersicht der Bauphasen

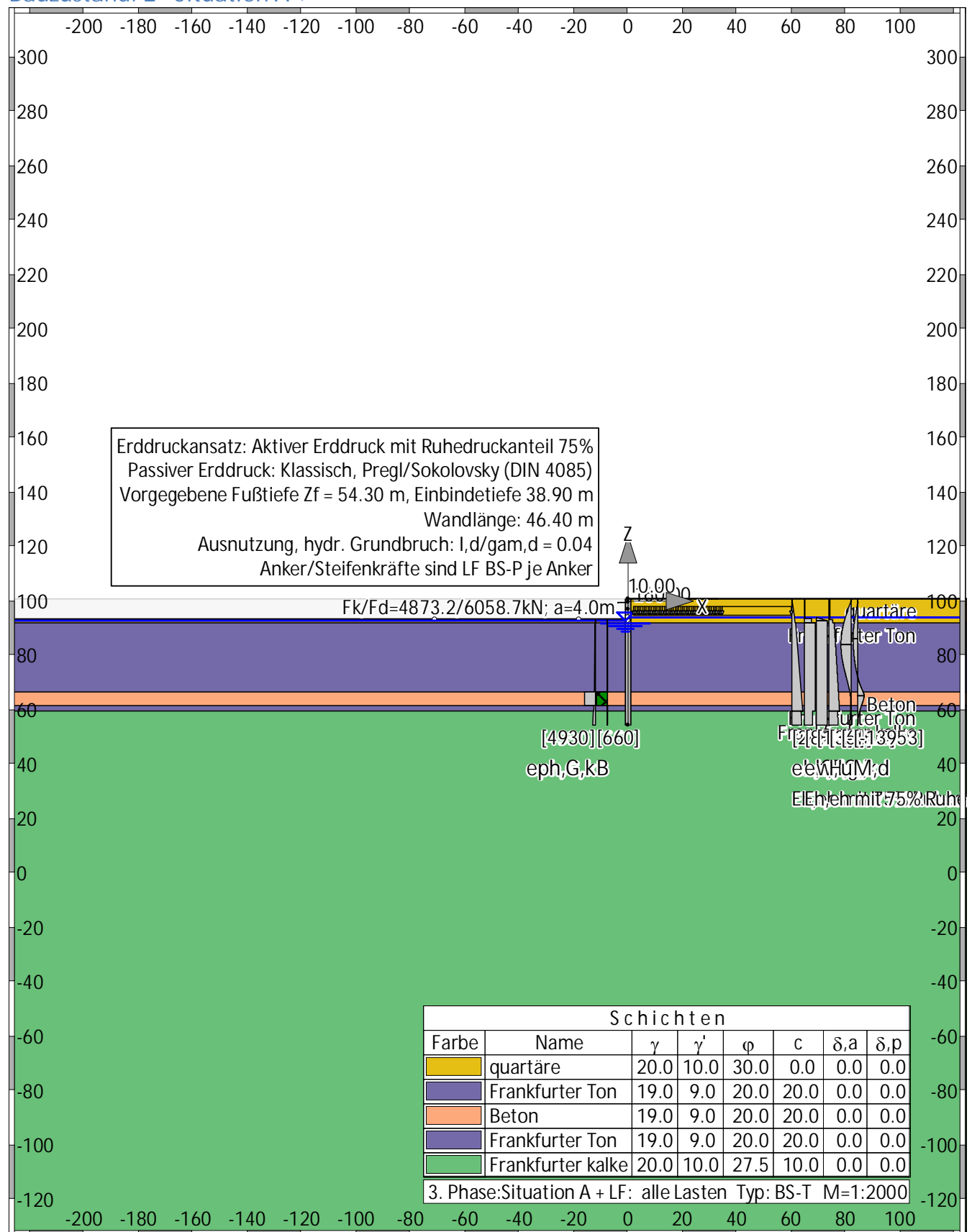
### Bauzustand: 0 "Situation"



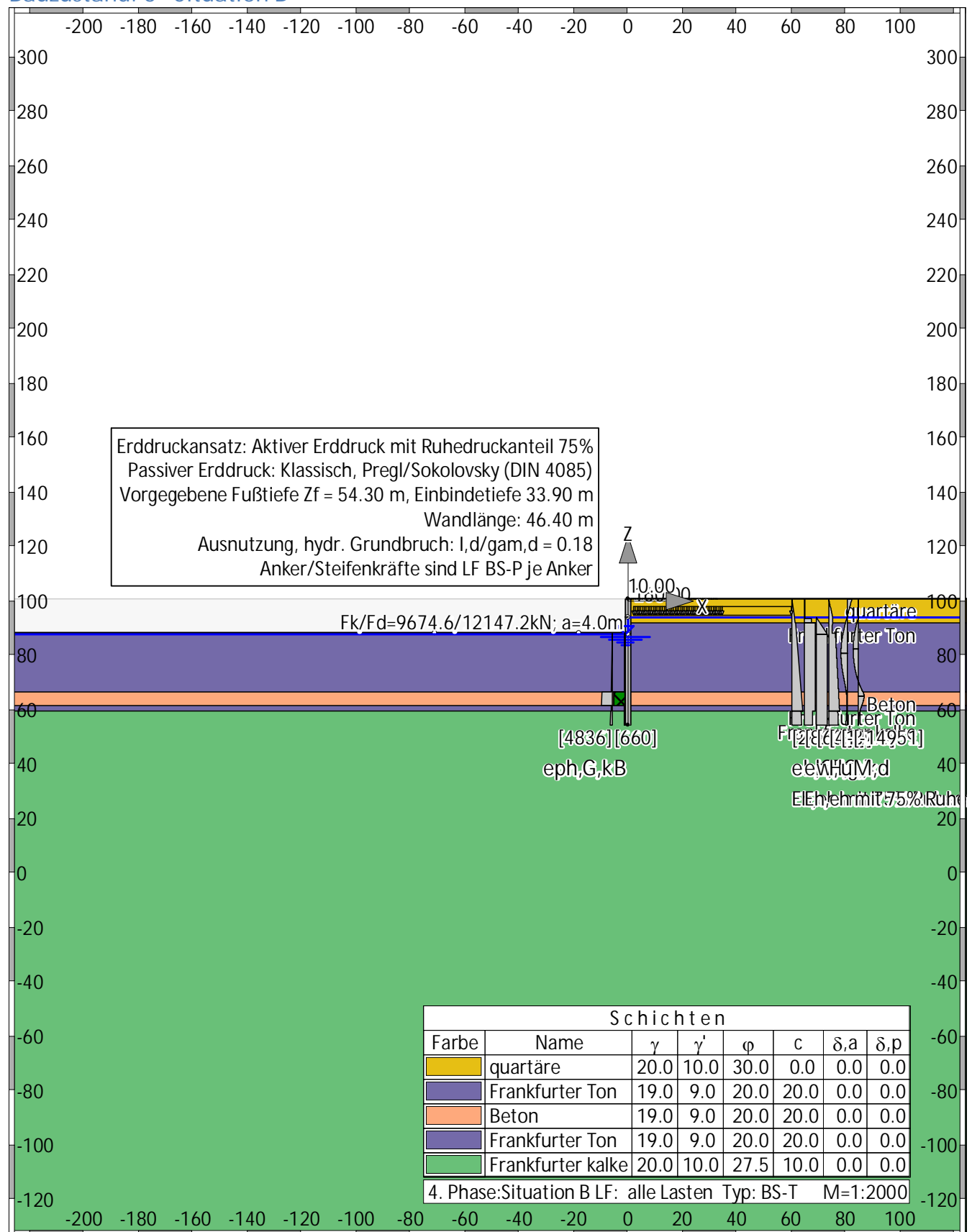
## Bauzustand: 1 "Situation A"



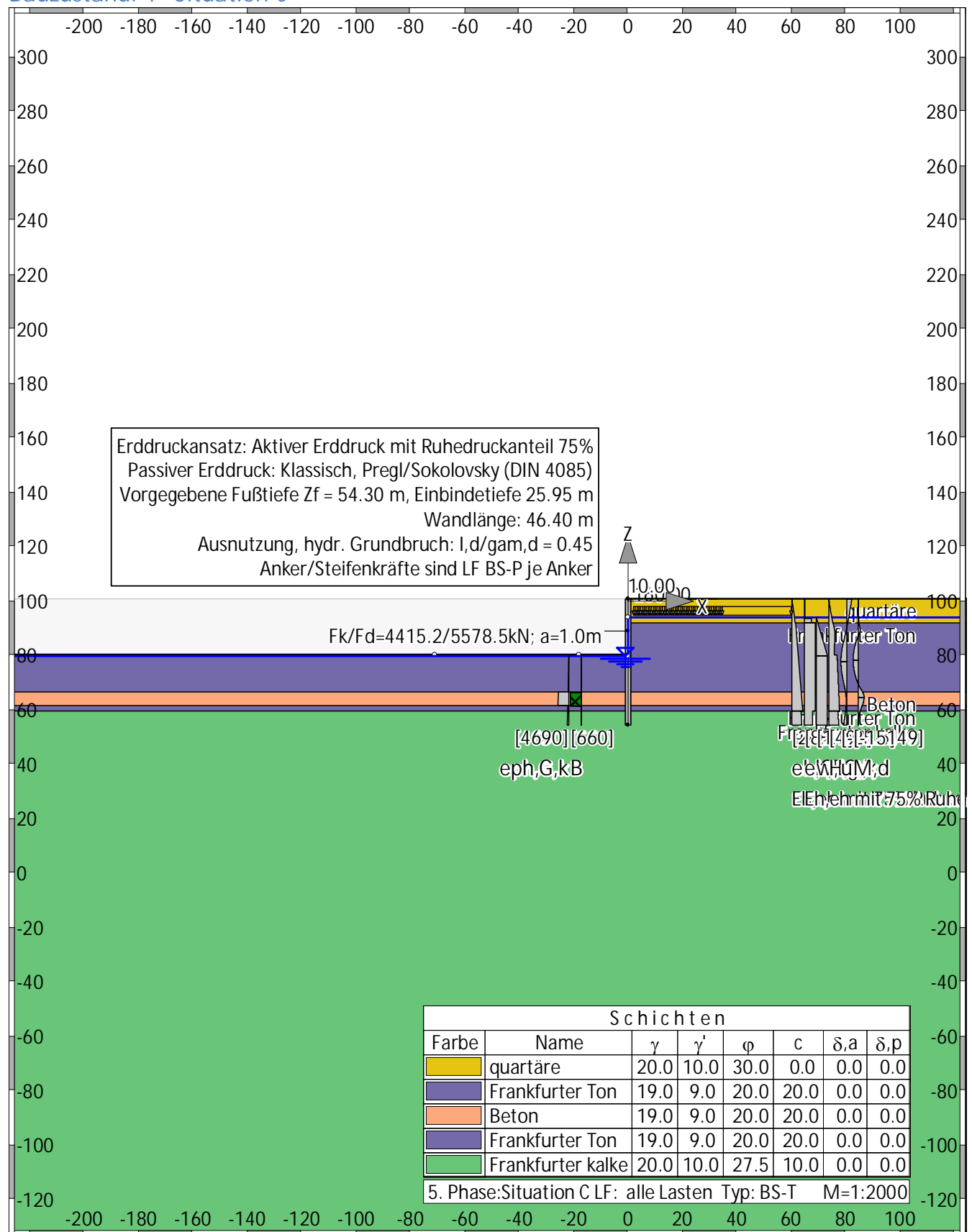
Bauzustand: 2 "Situation A +"



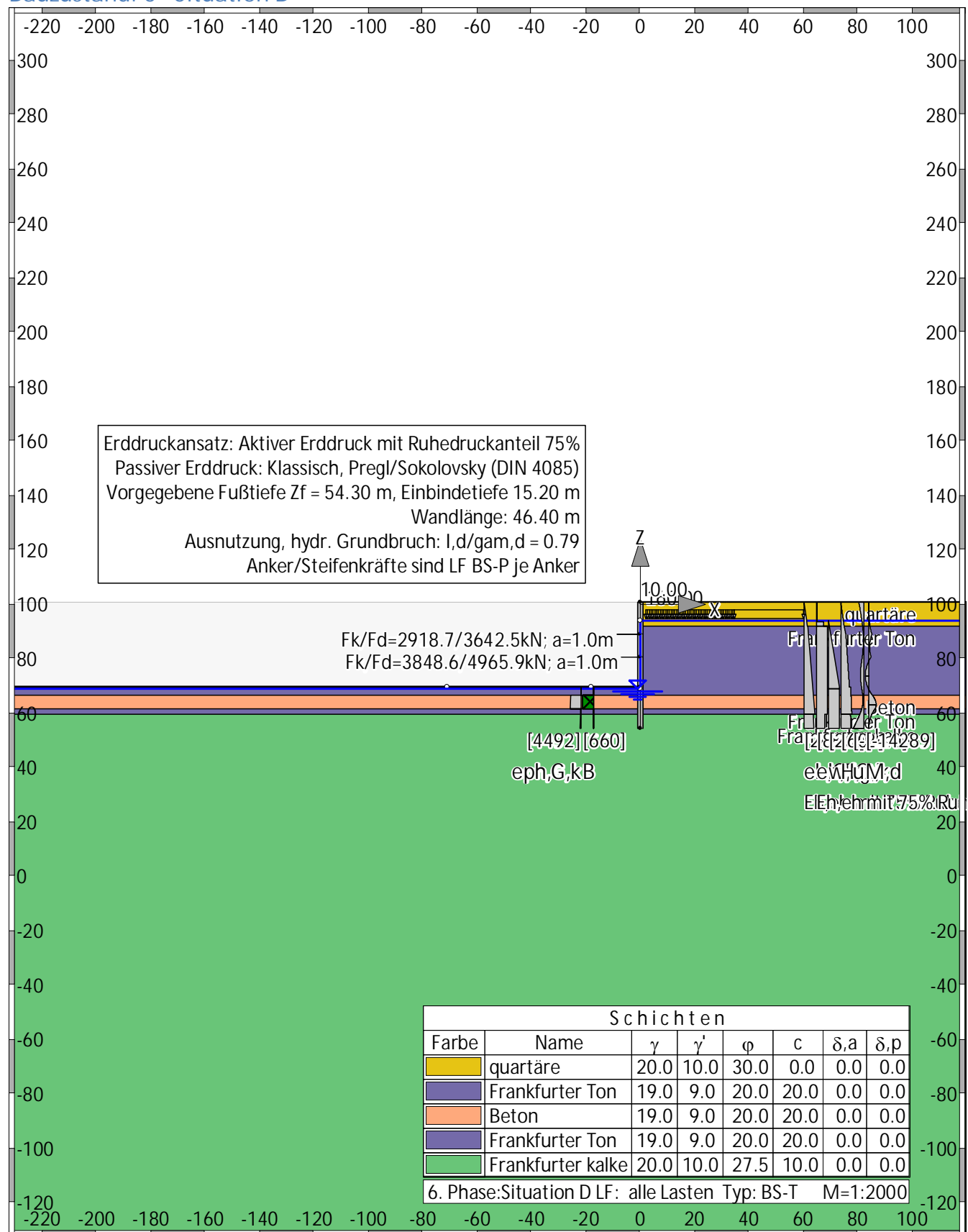
## Bauzustand: 3 "Situation B"



Bauzustand: 4 "Situation C"

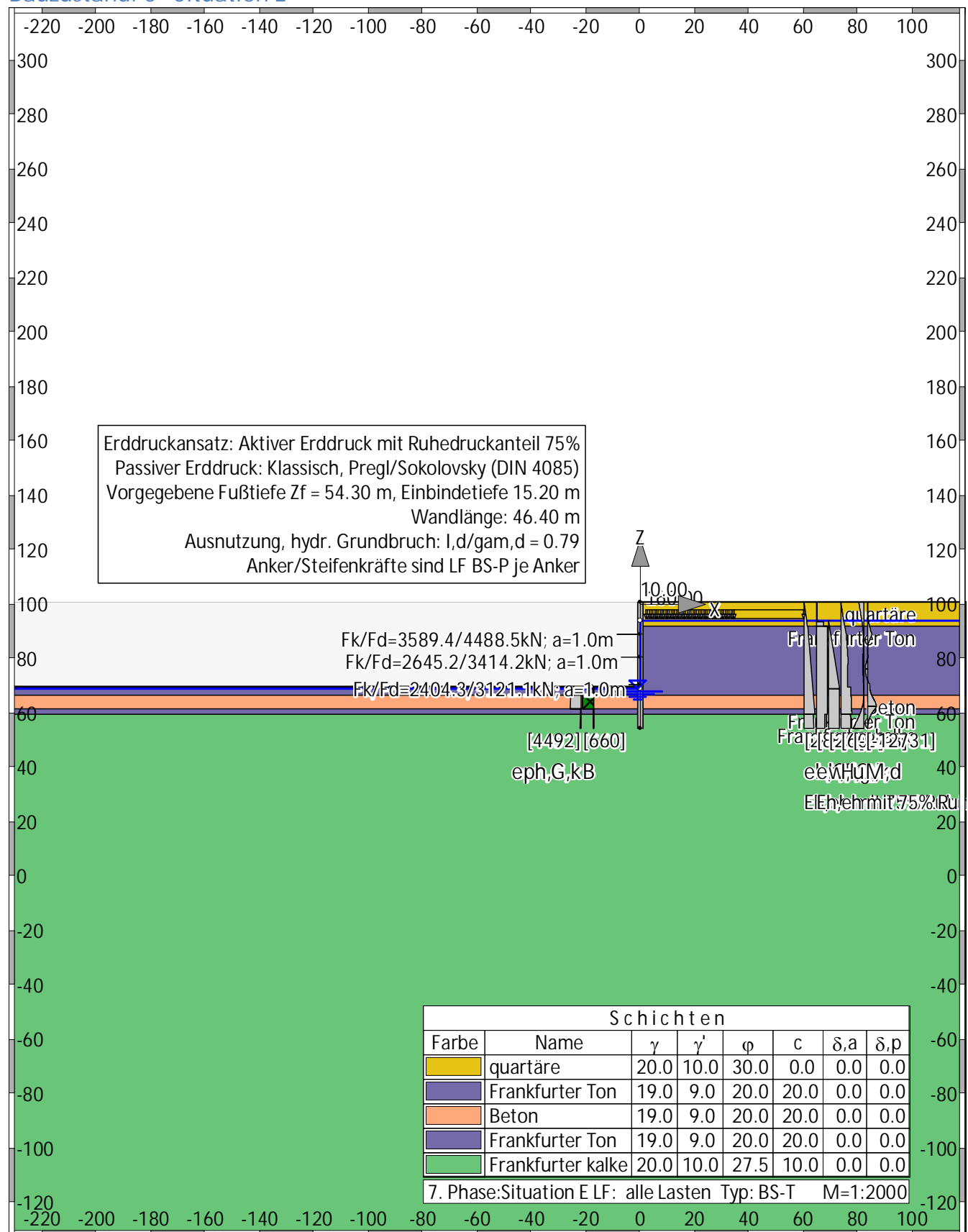


Bauzustand: 5 "Situation D"





Bauzustand: 6 "Situation E"



## Normen

Stahl betonbemessung : DIN EN 1992-1-1  
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev. 14)  
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

## Sicherheitsbeiwerte:

### Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst	EOG	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1

### KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb a, t	W a, p	Q, dst Gt	Q, stb N	phi Stbl	coe	cu
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		

### Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Re	G, stb P	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				

### Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rh	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					

### Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G, dst cu	EOG g	W Rv	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					

### Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G, dst g	G, stb Re	Q, dst a, t	Q, stb a, p	W Gt	phi N	coe Stbl	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	

### Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G, dst	G, stb	Q, dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900

### Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2

$\gamma$ -	M	G <sub>tf</sub>	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150

### Stabilität: [EQU] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G <sub>dst</sub>	G <sub>stb</sub>	Q <sub>dst</sub>	Q <sub>stb</sub>	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1

$\gamma$ , Re, red (EAB EB14-3): Ja,  $\eta=0.80$

$\gamma$ , Re, red (EAB EB22-6): Ja,  $E_{0h} > 0\%$ :  $\eta = 0.60 / 0.80$

## Systemwerte

### Wand

Art der Baugrubenwand: Ortbeton-Schlitzwand

Querschnitt:  $I_y=66666670 \text{ cm}^4$

Material: C30/37

Ei gengewicht: 25.000 [kN/m<sup>3</sup>]

### Wandverlauf

z [m]	d [cm]	E [MN/m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> /m]	$E \cdot I_y$ [MNm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> /m]
100.70	200.0	32850.0	66666670	21900.0	20000
54.30	200.0	32850.0	66666670	21900.0	20000

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Bauzustand: 1 "[1] Situation A"

LF: alle Lasten Typ: BS-T  
[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	10
$\phi$	[°]	30	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	6.666667	0	6.666667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 98.70 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:  
Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:  
Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

$x_A$	$z_A$	$x_E$	$z_E$	$P_{xA}$	$P_{zA}$	$P_{xE}$	$P_{zE}$	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 10
Record:		

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00

z [m]	94.00
-------	-------

## Berechnungsparameter

## Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.

Gleitflächenwinkel : DIN 4085.

Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.

Erdruchdruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .

Erdruchdruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.

Berücksichtigung des Mindesterdru cks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .

Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

## Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Keine Umlagerung des Erddrucks.

Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle

Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.

Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

## Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

## Wasserdruckoptionen

## Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

Wandfuß wird gebettet gelagert.

Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

Erddruckbeiwerte  $k_h$

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	3.000	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54,300$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.7094.0089.2866.5061.5054.30

z

-342

-4985

-5127.8

-1346

eph,G+PG,k

88.8

102.9

268.1

244.1

eah,G,k

4.58

82.6

82.6

62.5

eah,PG,k

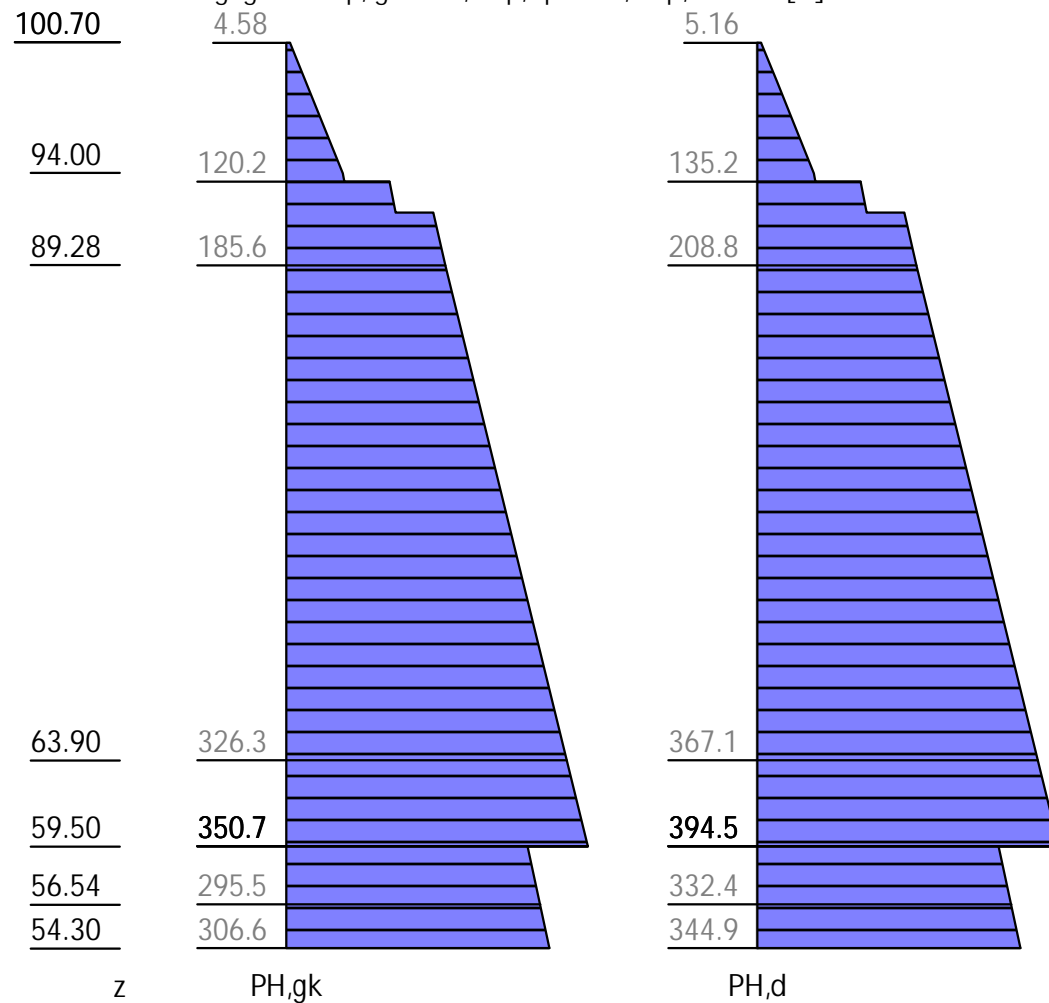
z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
98.70	-0.00	18.33	4.58	25.78
94.00	-282.00	61.42	4.58	74.25
93.55	-295.50	63.48	4.58	76.57
	-295.50	63.48	56.72	135.22
92.00	-342.00	70.58	56.72	143.21
	-289.64	88.83	82.64	192.91
89.28	-339.50	102.93	82.64	208.77
66.50	-757.73	229.26	82.64	350.89
	-4985.05	229.26	82.64	350.89
61.50	-5127.82	256.98	82.64	382.07
	-900.50	256.98	82.64	382.07
59.50	-937.22	268.07	82.64	394.55
	-1204.80	218.32	62.52	315.94
54.30	-1346.02	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -48392.71, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06

### H-Druck auf statisches System

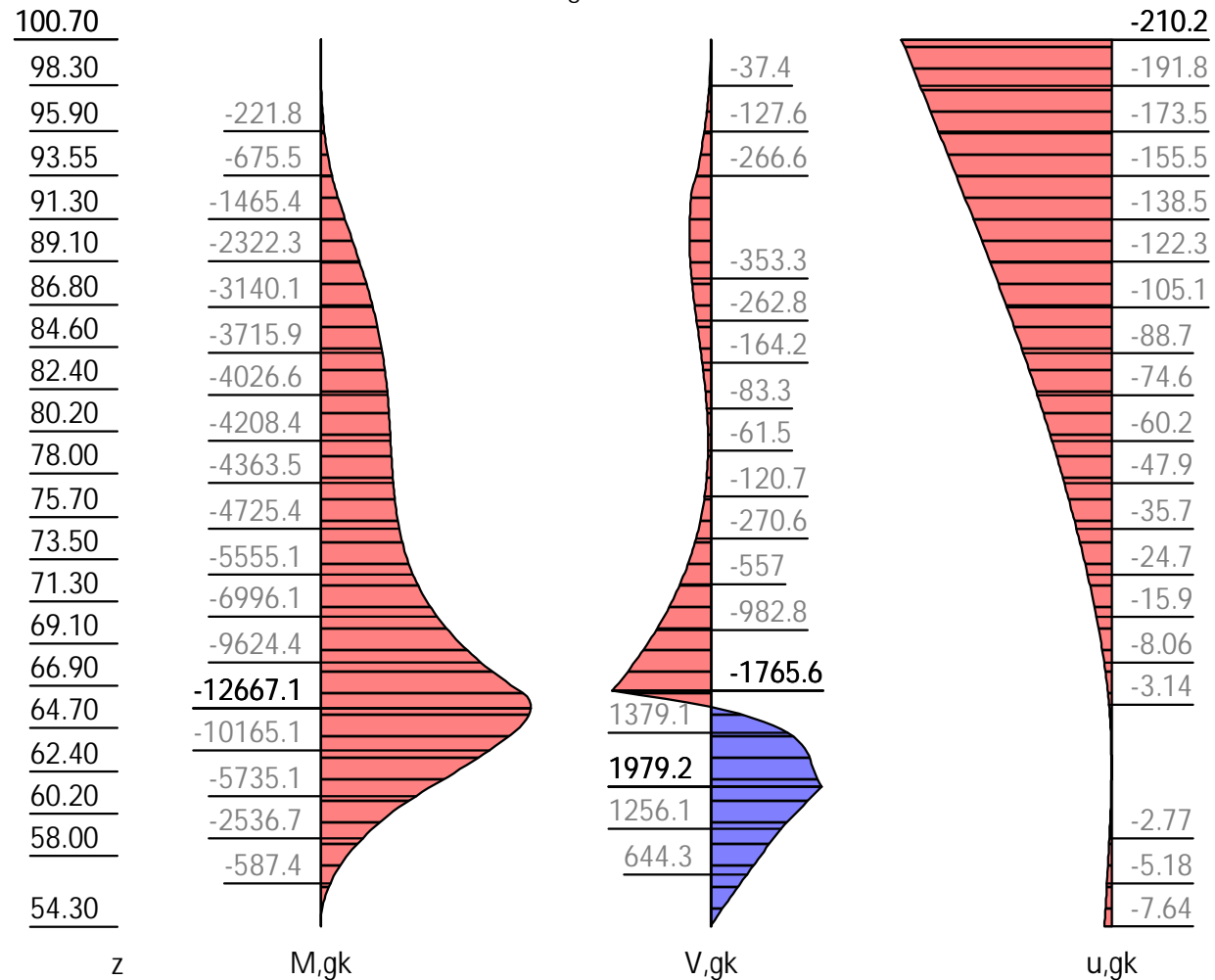
Mobilisierungsgrad:  $E_p, g_k$  100,  $E_p, q_k$  100,  $E_p, d$  100 [%]



z [m]	PH, gk [kN/m²]	PH, d [kN/m²]
100.70	4.58	5.16
93.55	68.06	76.57
92.00	120.20	135.22
	127.30	143.21
	171.47	192.91
59.50	350.71	394.55
	280.83	315.94
54.30	306.61	344.94

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 72.403. Fx=-10456.942 kN/m Bettung



z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	4.58	-0.00	-0.00	0.00	-210.21
93.55	68.06	-675.53	-266.62	-348.50	-155.54
	120.20	-675.53	-266.62	-348.50	-155.54
92.00	127.30	-1200.89	-370.77	-395.00	-143.80
	171.47	-1200.89	-370.77	-395.00	-143.80
90.40	179.77	-1817.55	-393.65	-443.00	-131.83
66.60	311.34	-11971.15	-1765.61	-1157.00	-4.44
65.75	316.05	-12663.25	0.00	-1182.47	-2.91
65.70	316.33	-12667.12	79.18	-1184.00	-2.83
61.60	339.06	-6643.64	1979.17	-1307.00	-0.89
59.50	350.71	-3259.18	1285.69	-1370.00	-2.24
	280.83	-3259.18	1285.69	-1370.00	-2.24
54.31	306.55	-0.15	-0.00	-1525.62	-7.63
54.30	306.61	-0.00	-3.90	-1526.00	-7.64
54.30	306.61	0.00	-3.90	-1526.00	-7.64



**Schnittgrößen: Design**

z= 72.403. Fx=-11764.059 kN/m Bettung

**100.70**98.3095.9093.5591.3089.1086.8084.6082.4080.2078.0075.7073.5071.3069.1066.9064.7062.4060.2058.0054.30

z

-249.5

-760

-1648.6

-2612.6

-3532.6

-4180.3

-4530

-4734.5

-4909

-5316

-6249.4

-7870.6

-10827.5

**-14250.5**

-11435.8

-6452

-2853.7

-660.9

M,d

-42.1

-143.5

-299.9

-397.5

-295.7

-184.7

-93.7

-69.2

-135.8

-304.4

-626.6

-1105.7

**-1986.3**

1551.5

**2226.6**

1413.1

724.9

V,d

-144

-288

-418.2

-499.2

-578.4

-664.8

-751.2

-830.4

-916.8

-996

-1082.4

-1168.8

-1248

-1334.4

-1413.6

-1500

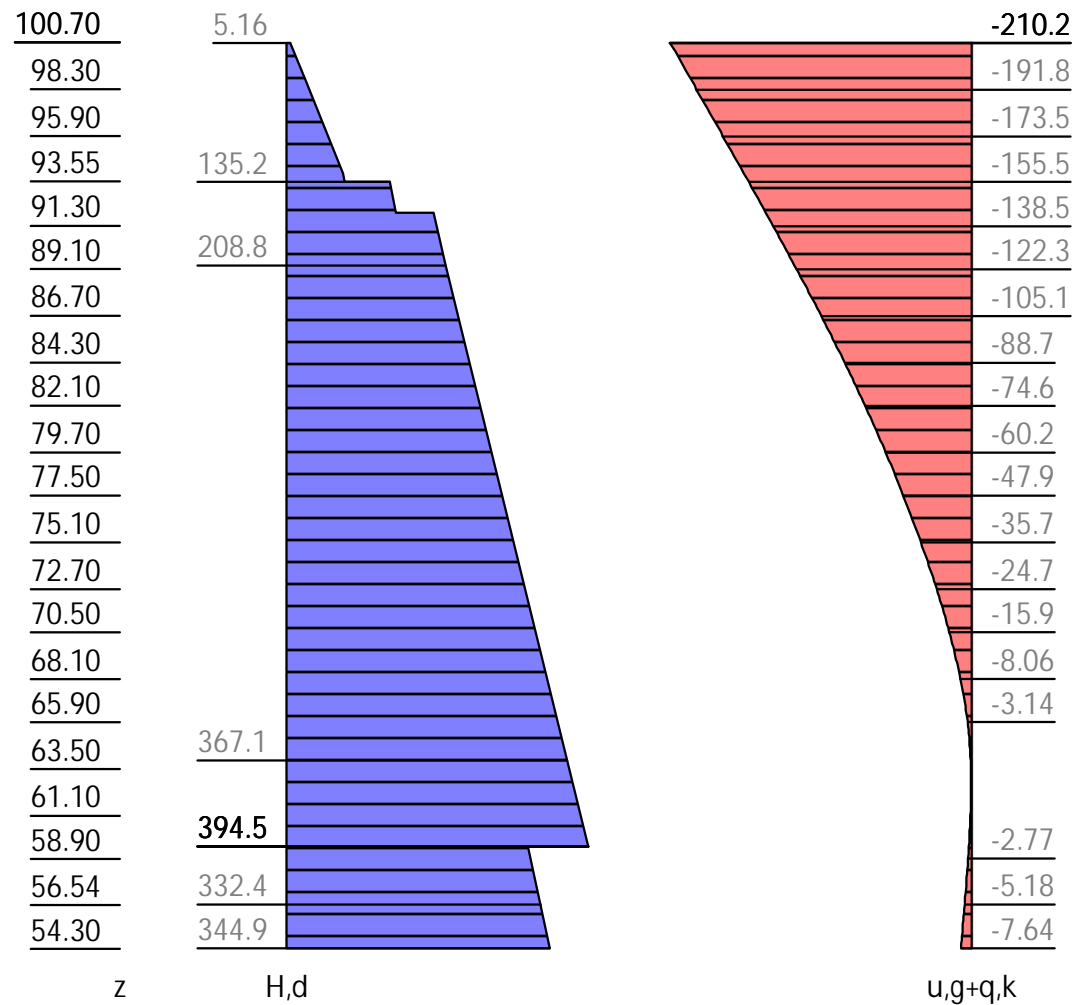
-1586.4

-1665.6

-1750.6

**-1831.2**

N,d



z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	5.16	0.00	-0.00	0.00	-210.21
100.70	5.16	0.00	-0.00	-0.00	-210.21
93.55	76.57	-759.97	-299.95	-418.20	-155.54
	135.22	-759.97	-299.95	-418.20	-155.54
92.00	143.21	-1351.00	-417.12	-474.00	-143.80
	192.91	-1351.00	-417.12	-474.00	-143.80
90.40	202.24	-2044.74	-442.86	-531.60	-131.83
66.60	350.26	-13467.55	-1986.31	-1388.40	-4.44
65.75	355.56	-14246.26	-0.00	-1419.00	-2.91
65.70	355.87	-14250.51	87.78	-1420.80	-2.83
61.60	381.45	-7464.90	2226.57	-1568.40	-0.89
59.50	394.55	-3680.41	1446.40	-1644.00	-2.24
	315.94	-3680.41	1446.40	-1644.00	-2.24
54.31	344.88	-0.13	0.00	-1830.84	-7.63
54.30	344.94	-0.00	-4.38	-1831.20	-7.64
54.30	344.94	0.00	-4.38	-1831.20	-7.64

## Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B\text{-eph}$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
98.70				0.00	
93.20	0.00	0.00	0.00	306.00	-0.00
92.00	0.95	0.95	-139.75	202.25	-136.90
	0.95	0.95	-139.75	149.89	-136.90

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main Program: WALLS-Retain. Version 2020.191					Job No.:
Structure: Knoten Frankfurt,				ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B$ , gk [kN/m2]	$\sigma_B$ -eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
83.50	3.09	3.09	-263.30	182.37	-257.92
66.50	7.20	7.20	-31.10	726.63	-30.46
	660.00	660.00	-2850.80	2134.25	-2792.60
62.50	660.00	660.00	-455.22	4644.04	-445.93
61.50	660.00	660.00	-623.67	4504.15	-610.94
	8.50	8.50	-8.03	892.47	-7.87
59.50	9.00	9.00	-20.54	916.68	-20.12
	9.00	9.00	-20.54	1184.26	-20.12
54.50	10.20	10.20	-77.26	1263.33	-75.68
	0.00	10.20	-77.26	1263.33	-75.68
54.30		10.20	-79.56	1266.46	-77.93

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.  
 $\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$   
 $Rd = Eph, k/\gamma, Re = 48392.71 / 1.625 = 29780.13 \text{ [kN/m]}$   
 $Ed(APx, d)/Rd = 11764.06 / 29780.13 = 0.395 [-]$ . Nachweis erfüllt

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	10456.94	
Wandgewicht		1526.00
H/V-Druck passiv		0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-10456.94	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	-0.00	1526.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1  
 Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.  
 $V_k \geq B_{vk}: 1526.00 \geq -0.00$  Nachweis erfüllt

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	10456.94	
Wandgewicht		1526.00
H/V-Druck passiv		0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-10456.94	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	-0.00	1526.00 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1  
 Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.  
 $V_k \geq B_{vk}: 1526.00 \geq -0.00$  Nachweis erfüllt

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 17
Record:		

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1526.000	1831.200
Vd:	1831.200	

Einbindetiefe  $t_0, s:$  44.40 m (statisch notwendig)  
 $t_0, r:$  0.00 m (Rammtiefenzuschlag)  
 $t_0 :$  44.40 m  
 $tw=t_0-0.50$   $tw :$  43.90 m  
Mantelfläche  $Ur, p:$  1.00 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )  
" "  $Ur, a:$  1.00 m/m  
Mantelreibung  $qr:$  50.00 kN/m<sup>2</sup>  
Aufstandsfläche  $Ab:$  2.00 m<sup>2</sup>/m  
Spitzenwiderstand  $qs:$  1500.00 kN/m<sup>2</sup>  
 $\eta, t: \min(1, (t_0-0.5) / 2.50) = 1.00$   
Spitzendruck  
 $Rb, k: Ab*qs*\eta, t = 3000.00$  kN/m  
Mantelreibung  
 $F, mr: Ur, p*t_0 + Ur, a*t_0, r = 44.40$  m<sup>2</sup>/m  
 $Q, mr: Fm, r*qr = 2220.00$  kN/m  
Nachweis  
 $Vd: 1831.20$  kN/m  
 $Rd: (Rb, k+Q, mr)/\gamma, P$   
 $(3000.00+2220.00)/1.750 = 2982.86$  kN/m

$Ed/Rd: 0.614$  [-]

Alternativer Nachweis

$Rd: Rb, k/\gamma, P + Bvk/\gamma, Re$   
 $3000.00/1.750 + -0.00/1.625 = 1714.29$  kN/m

$Ed/Rd: 1.068$  [-]

Nachweis erfüllt

### Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma, G, stb:$  0.950

$\gamma, H:$  1.900

Umströmte Länge  $l, ges=79.40$  m.  $Summe(h, i/k, i)=7940000.00$  1/100s.

Schicht "quartäre" z: 94.00 / 92.00,  $h= 2.00$ m  
 $Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 0.00* 1.900 = 0.00$  ( $i=0.000$ )  
 $Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 114.00* 0.950 = 108.30$

$Ed/Rd = 0.000$  [-]

Schicht "Frankfurter Ton" z: 92.00 / 66.50,  $h= 25.50$ m  
 $Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 0.00* 1.900 = 0.00$  ( $i=0.000$ )  
 $Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 343.50* 0.950 = 326.33$

$Ed/Rd = 0.000$  [-]

Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50,  $h= 5.00$ m  
 $Ed=\Sigma(\gamma W*h*i)*\gamma, H = 0.00* 1.900 = 0.00$  ( $i=0.000$ )  
 $Rd=\Sigma(\gamma*h)*\gamma, G, stb = 413.50* 0.950 = 392.83$

$Ed/Rd = 0.000$  [-]

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	Job No.:
Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>           Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed = \sum(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 0.00 \cdot 1.900 = 0.00 \text{ (i=0.000)}</math>  <math>Rd = \sum(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 431.50 \cdot 0.950 = 409.93</math>  <math>Ed/Rd = 0.000 \text{ [-]}</math> </p> <p>           Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed = \sum(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 0.00 \cdot 1.900 = 0.00 \text{ (i=0.000)}</math>  <math>Rd = \sum(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 483.50 \cdot 0.950 = 459.33</math>  <math>Ed/Rd = 0.000 \text{ [-]}</math> </p>	
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6 Record:	Archive No.:   Page: 19

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020

### Bauzustand: 2 "[2] Situation A +"

LF: alle Lasten Typ: BS-T  
[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

### Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m3]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m3]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m3]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m3]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m3]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m3]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m2]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m2]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m2]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	6.666667	0	6.666667	9.166667
$\tau, gr$	[kN/m2]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m]    0.00    0.00

z [m]    93.20    100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:  
Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:  
Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:  
Kote z= 59.50

### Streifenlasten:

#### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m²		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

### Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 20
Record:		

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	92.70	94.00

## Abstützungen

z[m]	Al pha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
99.50	-180.00	3703556.00	0.00

## Berechnungsparameter

## Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.

Gleitflächenwinkel : DIN 4085.

Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.

Erdruchdruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .

Erdruchdruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.

Berücksichtigung des Mindesterdruicks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .

Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

## Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Trapezförmig.

Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle

Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.

Koten der Umlagerung Z1: 100.700, Z2: 96.950 [m].

Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

## Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl / Sokolovsky (DIN 4085).

## Wasserdruckoptionen

## Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

Wandfuß wird gebettet gelagert.

Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

## Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	3.000	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

### Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54.300$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.7094.0089.2866.5061.5054.30

z

-51

-4787.2

-4930

-1082.6

eph,G+PG,k

88.8

102.9

268.1

244.1

eah,G,k

4.58

82.6

82.6

62.5

eah,PG,k

z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
93.55		63.48	4.58	76.57
		63.48	56.72	135.22
93.20	-0.00	65.08	56.72	137.03
92.00	-51.00	70.58	56.72	143.21
	-91.80	88.83	82.64	192.91
66.50	-559.89	229.25	82.64	350.88
	-4787.21	229.25	82.64	350.88
61.50	-4929.98	256.98	82.64	382.07
	-702.66	256.98	82.64	382.07
59.50	-739.37	268.07	82.64	394.55
	-941.37	218.32	62.52	315.94
54.30	-1082.59	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -39342.18, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06

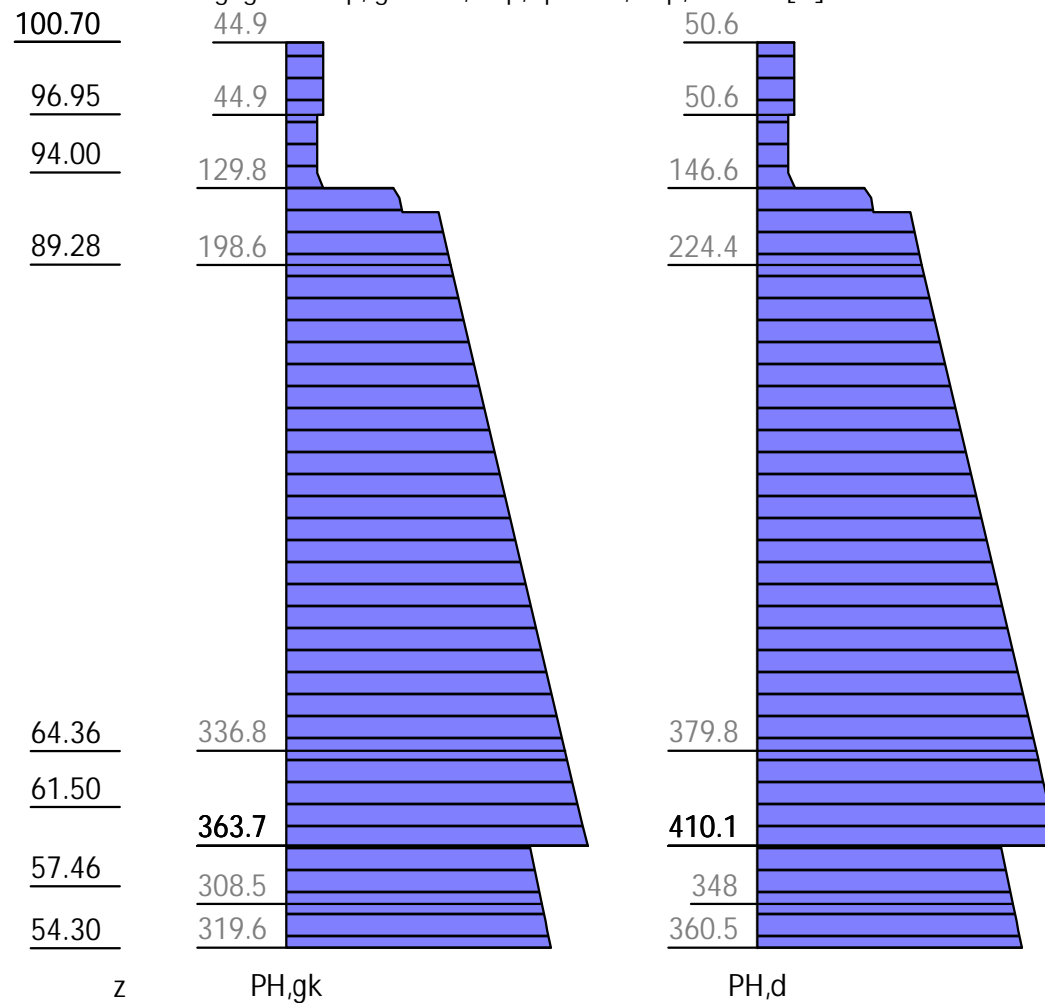


## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
92.70	0.00	13.00	13.00
64.36	-283.40	296.40	13.00
63.90	-288.00	301.00	13.00
61.50	-312.00	325.00	13.00
56.54	-361.60	374.60	13.00
55.16	-375.40	388.40	13.00
54.30	-384.00	397.00	13.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]



z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	44.95	50.57
96.95	44.95	50.57
	37.44	42.12
93.20	45.44	51.72
	129.80	146.63
92.00	140.30	158.81
	184.47	208.51
59.50	363.71	410.15
	293.83	331.54
54.30	319.61	360.54

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 99.500. Fx=-1218.290 kN/m Abstützung

z= 68.952. Fx=-9746.301 kN/m Bettung

**100.70**

98.00

95.45

93.20

91.00

88.80

86.60

84.40

82.20

80.00

77.80

75.60

73.40

71.10

68.90

66.70

64.48

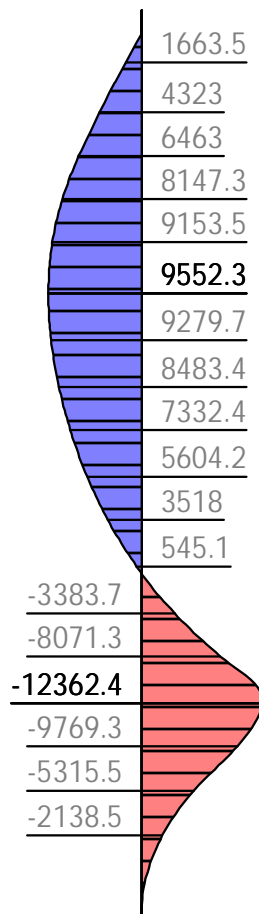
62.30

60.10

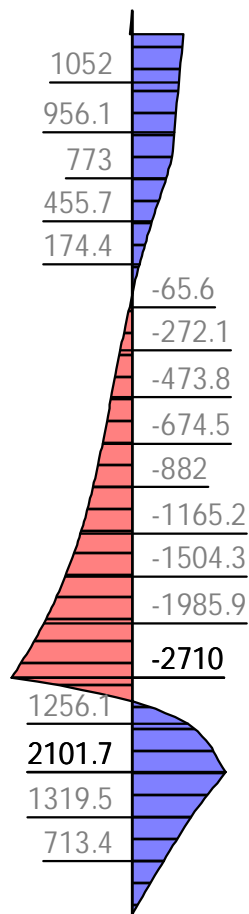
57.80

**54.30**

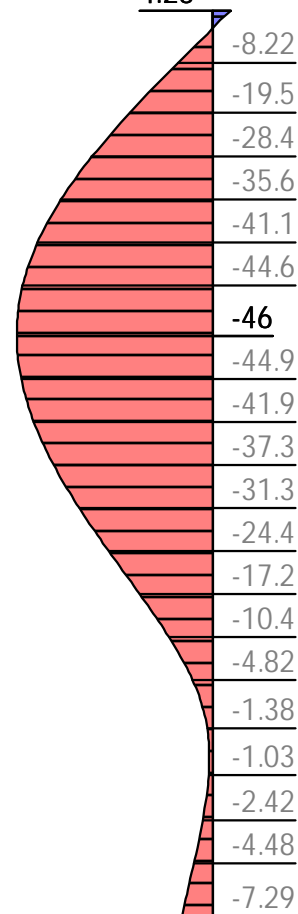
z



M, gk



V, gk

**4.23**

u, gk

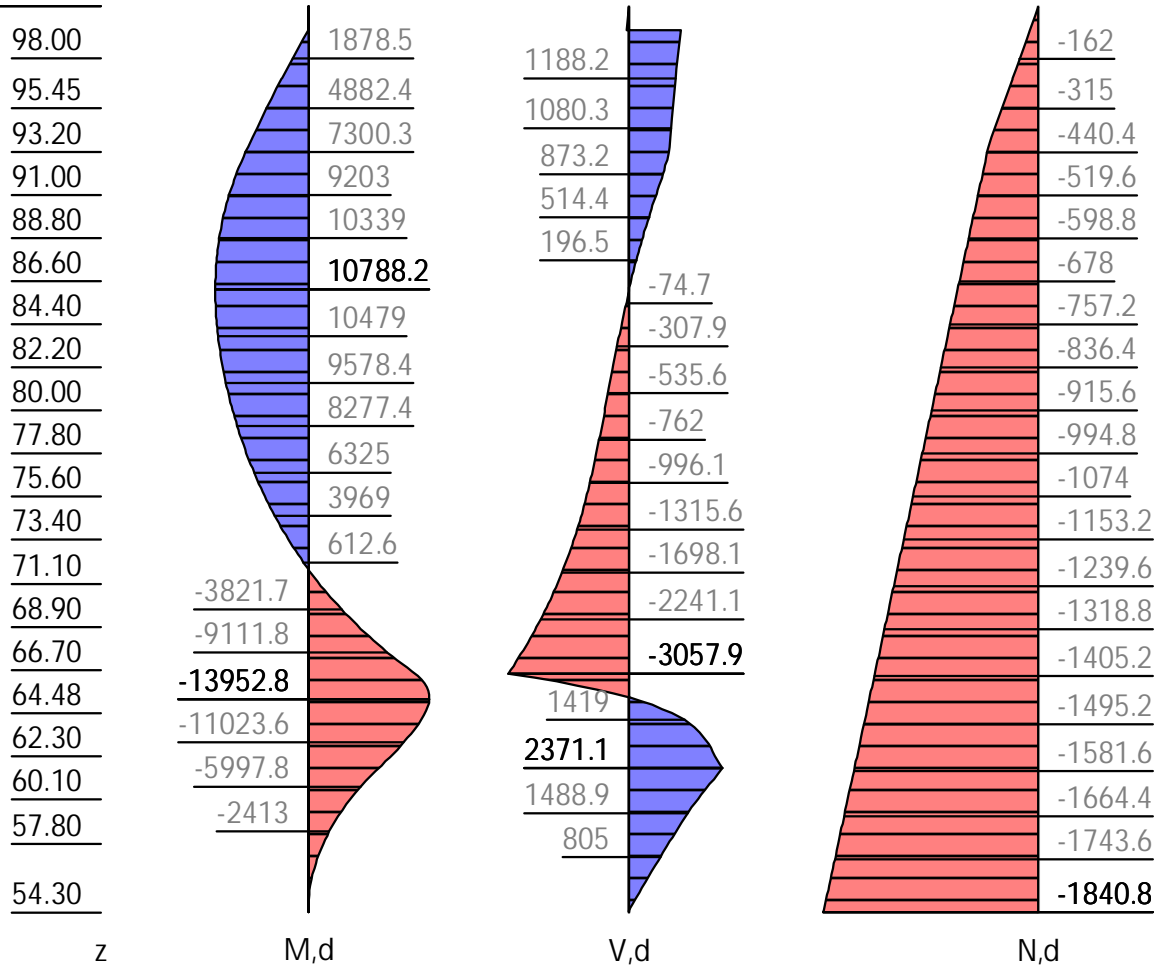
z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	44.95	0.00	-0.00	-0.00	4.23
100.70	44.95	-0.00	-0.00	-0.00	4.23
99.78	44.95	-19.63	-41.14	-45.76	0.00
99.50	44.95	-32.36	-53.94	-60.00	-1.32
	44.95	-32.36	1164.35	-60.00	-1.32
99.47	44.95	0.00	1162.93	-61.58	-1.46
96.95	44.95	2585.87	1049.73	-187.50	-12.96
	37.44	2585.87	1049.73	-187.50	-12.96
93.20	45.44	6436.22	906.12	-367.00	-28.37
	129.80	6436.22	906.12	-367.00	-28.37
92.00	140.30	7460.88	759.88	-403.00	-32.54
	184.47	7460.88	759.88	-403.00	-32.54
86.20	215.65	9552.28	64.41	-577.00	-44.99
85.53	219.39	9532.66	-0.00	-597.21	-45.51
84.00	227.85	9323.40	-145.90	-643.00	-45.97
71.82	295.37	0.00	-1482.80	-1008.26	-20.58
66.50	324.89	-10883.50	-2709.96	-1168.00	-5.03
65.28	331.65	-12360.13	0.00	-1204.55	-2.85
65.20	332.10	-12362.35	120.05	-1207.00	-2.73
61.65	351.79	-7446.64	2101.70	-1313.50	-0.99

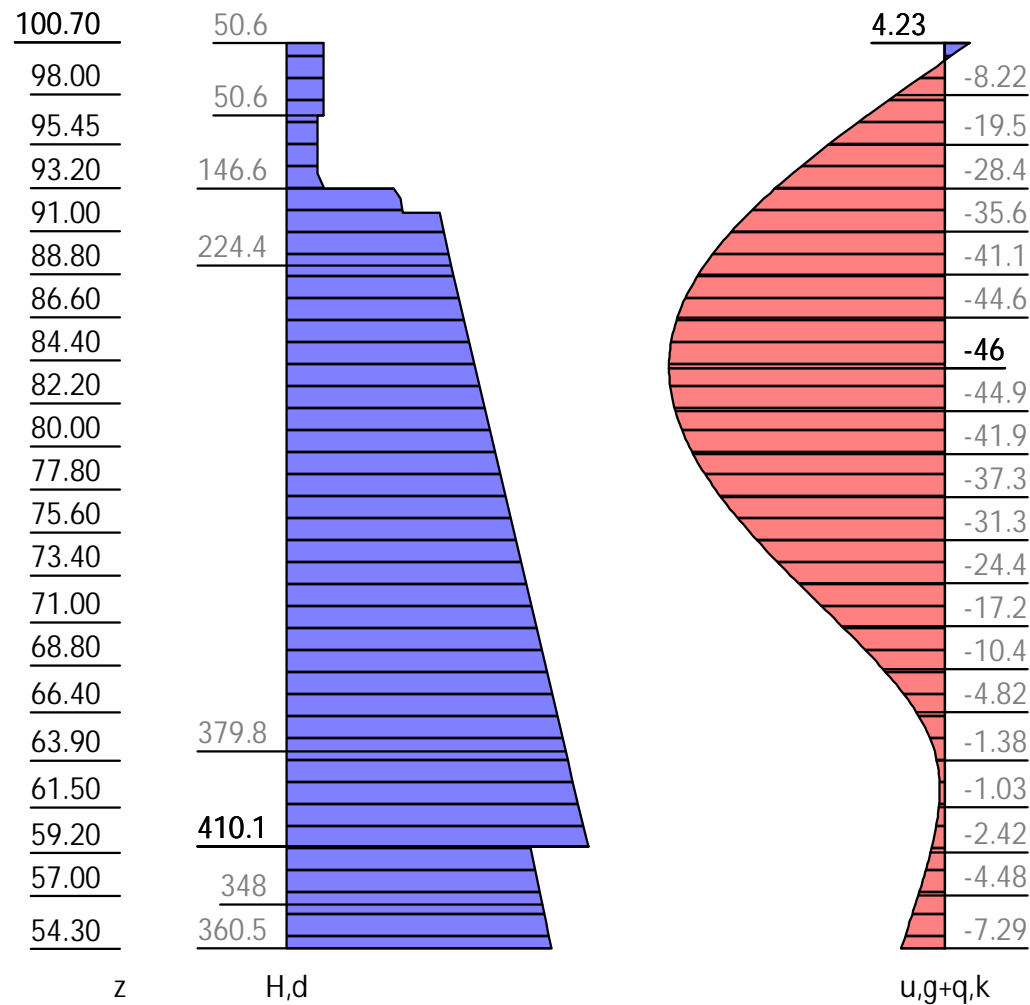
z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
59.50	363.71	-3696.11	1365.85	-1378.00	-2.18
	293.83	-3696.11	1365.85	-1378.00	-2.18
54.31	319.55	-0.14	0.00	-1533.65	-7.27
54.30	319.61	-0.00	-3.72	-1534.00	-7.29

**Schnittgrößen: Design**

z= 99.500. Fx=-1375.266 kN/m Abstützung

z= 68.956. Fx=-10997.974 kN/m Bettung

**100.70**



z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	50.57	-0.00	-0.00	0.00	4.23
99.78	50.57	-22.09	-46.28	-54.91	0.00
99.50	50.57	-36.41	-60.68	-72.00	-1.32
	50.57	-36.41	1314.58	-72.00	-1.32
99.47	50.57	0.00	1313.00	-73.88	-1.46
96.95	50.57	2933.22	1185.64	-225.00	-12.96
	42.12	2933.22	1185.64	-225.00	-12.96
93.20	51.72	7300.31	1023.84	-440.40	-28.37
	146.63	7300.31	1023.84	-440.40	-28.37
92.00	158.81	8427.73	858.32	-483.60	-32.54
	208.51	8427.73	858.32	-483.60	-32.54
86.20	243.58	10788.21	169.59	-692.40	-44.99
84.77	252.53	10678.95	-0.00	-744.04	-45.87
84.00	257.31	10528.49	-90.49	-771.60	-45.97
71.83	333.25	-0.00	-1673.46	-1209.86	-20.59
66.50	366.48	-12285.09	-3057.86	-1401.60	-5.03
65.20	374.59	-13952.78	134.70	-1448.40	-2.73
61.65	396.74	-8151.61	2371.10	-1576.20	-0.99
59.50	410.15	-3953.77	1541.21	-1653.60	-2.18
	331.54	-3953.77	1541.21	-1653.60	-2.18
54.31	360.48	-0.14	0.00	-1840.44	-7.27
54.30	360.54	0.00	-4.19	-1840.80	-7.29

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:	Date: 04.12.2020

**Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P**

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
99.50	6058.7	-1514.7

### Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B\text{-eph}$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
93.20	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
92.40	0.72	0.72	-22.22	16.78	-22.47
92.00	0.95	0.95	-30.64	20.36	-30.98
	0.95	0.95	-30.64	61.16	-30.98
78.20	4.37	4.37	-169.45	175.67	-171.31
66.50	7.20	7.20	-35.80	524.09	-36.19
	660.00	660.00	-3281.37	1505.84	-3317.54
62.20	660.00	660.00	-580.82	4329.17	-587.22
61.50	660.00	660.00	-671.56	4258.42	-678.96
	8.50	8.50	-8.65	694.01	-8.74
59.50	9.00	9.00	-19.36	720.01	-19.58
	9.00	9.00	-19.36	922.01	-19.58
54.50	10.20	10.20	-71.38	1005.78	-72.17
	0.00	10.20	-71.38	1005.78	-72.17
54.30		10.20	-73.50	1009.09	-74.31

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 39342.18 / 1.625 = 24210.57 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d) / Rd = 10997.97 / 24210.57 = 0.454 [-]. \text{ Nachweis erfüllt}$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	10964.59	
Wandgewicht		1539.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	-1218.29	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-9746.30	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	-0.00	1539.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

$Vk \geq Bvk: 1539.00 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 27
Record:	

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	10964.59	
Wandgewicht		1539.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 99.50	-1218.29	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , p=0.00°)	-9746.30	
Bettung, g ( $\delta$ , C=0.00°)		0.00
$\Sigma$	-0.00	1539.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

Vk >= Bvk: 1539.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k[kN/m]	d[kN/m]
G+W, Upl:	1539.000	1846.800
Av, g:	0.000	0.000
Vd:	1846.800	

Einbindetiefe t0, s: 38.90 m (statisch notwendig)

t0, r: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

t0 : 38.90 m

tw=t0-0.50 tw : 38.40 m

Mantelfläche Ur, p: 1.00 m/m (passiv, entlang t0)

Ur, a: 1.00 m/m

Mantelreibung qr: 50.00 kN/m2

Aufstandsfläche Ab: 2.00 m2/m

Spitzenwiderstand qs: 1500.00 kN/m2

$\eta, t: \min(1, (t0-0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

Rb, k:  $Ab \cdot qs \cdot \eta, t = 3000.00 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

F, mr:  $Ur, p \cdot t0 + Ur, a \cdot t0, r = 38.90 \text{ m2/m}$

Q, mr:  $Fm, r \cdot qr = 1945.00 \text{ kN/m}$

Nachweis

Vd: 1846.80 kN/m

Rd:  $(Rb, k + Q, mr) / \gamma, P$   
 $(3000.00 + 1945.00) / 1.750 = 2825.71 \text{ kN/m}$

Ed/Rd: 0.654 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $Rb, k / \gamma, P + Bvk / \gamma, Re$   
 $3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29 \text{ kN/m}$

Ed/Rd: 1.077 [-]

Nachweis erfüllt

### Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma, G, stb:$  0.950

$\gamma, H:$  1.900

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>Umströmte Länge l, ges=78.10 m. Summe(h, i/k, i)=7810000.00 1/100s.</p> <p>Schicht "quartäre" z: 92.70 / 92.00, h= 0.70m  <math>Ed = \Sigma(\gamma_w \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 0.12 \cdot 1.900 = 0.22</math> (i=0.017)  <math>Rd = \Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 17.00 \cdot 0.950 = 16.15</math>  Ed/Rd = 0.014 [-]</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 92.00 / 66.50, h= 25.50m  <math>Ed = \Sigma(\gamma_w \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 4.36 \cdot 1.900 = 8.29</math> (i=0.017)  <math>Rd = \Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 246.50 \cdot 0.950 = 234.18</math>  Ed/Rd = 0.035 [-]</p> <p>Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  <math>Ed = \Sigma(\gamma_w \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 5.19 \cdot 1.900 = 9.87</math> (i=0.017)  <math>Rd = \Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 316.50 \cdot 0.950 = 300.68</math>  Ed/Rd = 0.033 [-]</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed = \Sigma(\gamma_w \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 5.53 \cdot 1.900 = 10.50</math> (i=0.017)  <math>Rd = \Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 334.50 \cdot 0.950 = 317.77</math>  Ed/Rd = 0.033 [-]</p> <p>Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed = \Sigma(\gamma_w \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 6.39 \cdot 1.900 = 12.14</math> (i=0.017)  <math>Rd = \Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 386.50 \cdot 0.950 = 367.17</math>  Ed/Rd = 0.033 [-]</p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 29	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6		
Record:		

## Bauzustand: 3 "[3] Situation B"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	6.666667	0	6.666667	9.166667
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 88.20 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 88.20 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	



Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	87.70	94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
94.10	-180.00	17703000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor n=4.  
 Erdruhedruck für Linielasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi_{min} = 30.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Koten der Umlagerung Z1: 94.100, Z2: 94.100 [m].  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
 Wandfuß wird gebettet gelagert.  
 Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik: zf = 54.300

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 31
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.70

94.00

89.28

66.50

61.50

54.30

z

-57.1

-4693

-4835.7

-957.1

eph,G+PG,k

88.8

102.9

268.1

244.1

eah,G,k

4.58

82.6

82.6

62.5

eah,PG,k

z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
93.55		63.48	4.58	76.57
		63.48	56.72	135.22
92.00		70.58	56.72	143.21
		88.83	82.64	192.91
88.20	-0.00	108.92	82.64	215.51
	-57.13	108.92	82.64	215.51
66.50	-465.66	229.25	82.64	350.88
	-4692.98	229.25	82.64	350.88
61.50	-4835.75	256.98	82.64	382.07
	-608.43	256.98	82.64	382.07
59.50	-645.14	268.07	82.64	394.55
	-815.91	218.32	62.52	315.94
54.30	-957.12	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -35465.59, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06

## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
87.70	0.00	63.00	63.00
63.90	-238.00	301.00	63.00
56.54	-311.60	374.60	63.00
55.16	-325.40	388.40	63.00
54.30	-334.00	397.00	63.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

100.70

94.10

88.20

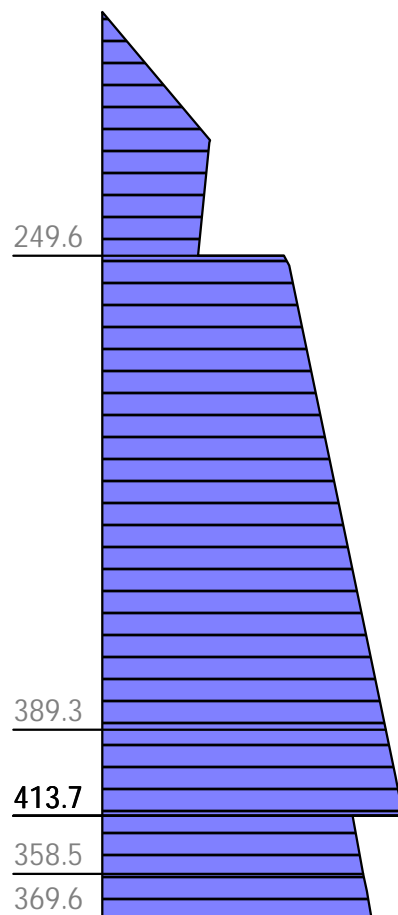
63.90

61.50

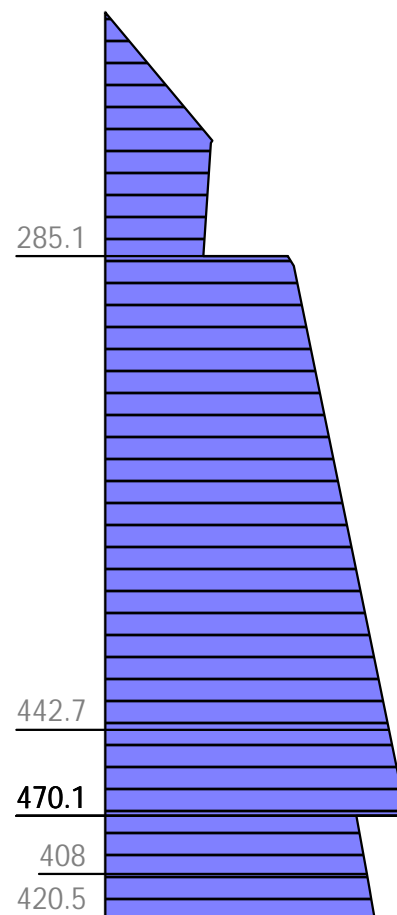
57.46

54.30

z



PH, gk



PH, d

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	0.00	0.00
94.10	148.57	167.14
88.20	132.29	153.17
	249.58	285.13
59.50	413.71	470.15
	343.83	391.54
54.30	369.61	420.54

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 94.100. Fx=-2418.662 kN/m Abstützung

z= 67.374. Fx=-10340.930 kN/m Bettung

100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.30

84.10

81.90

79.70

77.50

75.20

73.00

70.80

68.60

66.40

64.05

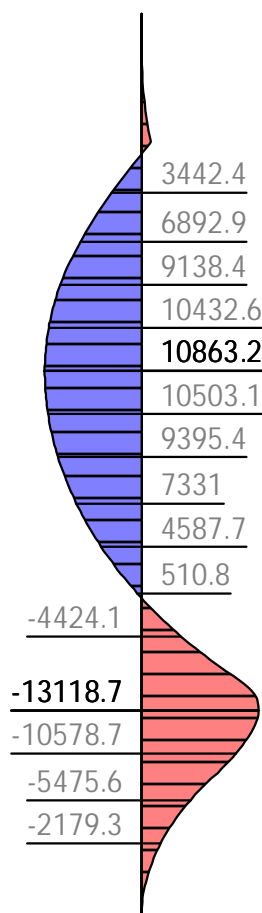
61.80

59.50

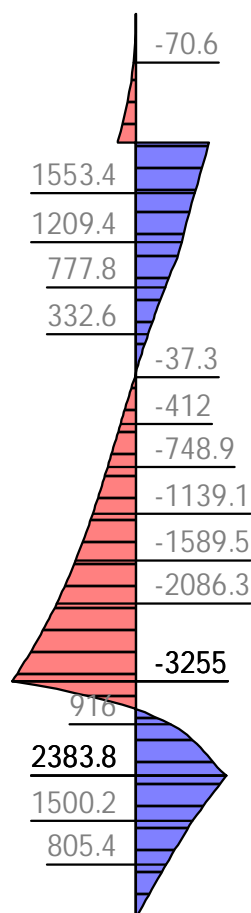
57.20

54.30

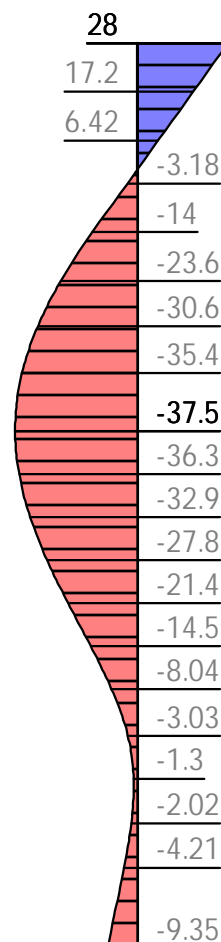
z



M, gk



V, gk



u, gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	-0.00	0.00	0.00	27.96
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	27.96
94.22	145.76	-1023.02	-472.61	-323.75	0.00
94.10	148.57	-1078.63	-490.28	-330.00	-0.55
	148.57	-1078.63	1928.38	-330.00	-0.55
93.38	145.72	-0.00	1827.57	-365.00	-3.69
88.20	132.29	7818.71	1102.75	-567.00	-24.59
	249.58	7818.71	1103.02	-567.00	-24.59
82.81	284.47	10844.68	0.00	-728.72	-36.58
82.40	286.74	10863.18	-81.70	-741.00	-36.93
80.80	295.61	10676.52	-401.02	-789.00	-37.51
70.74	351.36	0.00	-2407.88	-1090.67	-17.43
66.50	374.90	-11066.28	-3254.99	-1218.00	-5.39
65.07	382.85	-13115.48	-0.00	-1261.00	-2.85
65.00	383.21	-13118.67	95.80	-1263.00	-2.76
61.65	401.79	-8015.45	2383.85	-1363.50	-1.47
59.50	413.71	-3925.74	1552.87	-1428.00	-3.03
	343.83	-3925.74	1552.87	-1428.00	-3.03
54.31	369.55	-0.18	0.00	-1583.61	-9.33
54.30	369.61	-0.00	-4.77	-1584.00	-9.35

**Schnittgrößen: Design**

z= 94.100. Fx=-2750.134 kN/m Abstützung

z= 67.384. Fx=-11777.106 kN/m Bettung

**100.70**

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.30

84.10

81.90

79.70

77.50

75.20

73.00

70.80

68.60

66.40

64.05

61.80

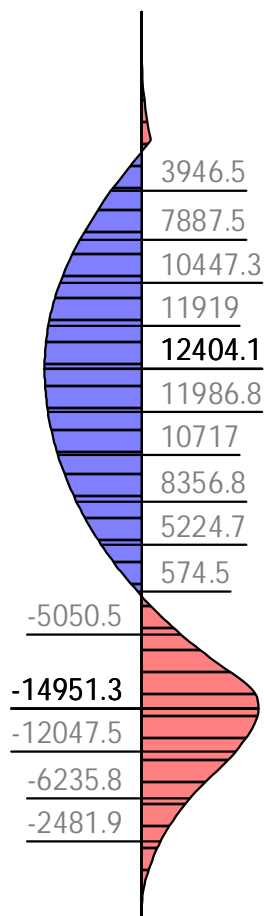
59.50

57.20

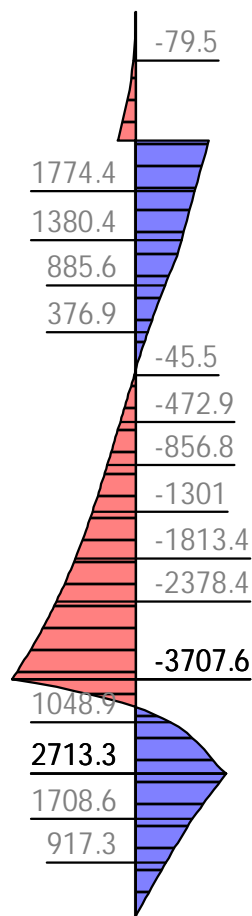
54.30

z

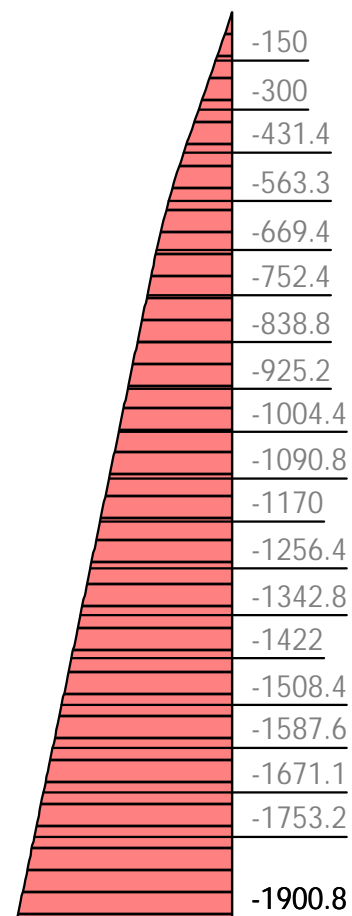
M,d



V,d



N,d



100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.20

83.80

81.40

79.20

76.80

74.60

72.20

69.80

67.60

65.20

63.00

60.68

58.40

54.30

285.1

442.7

470.1

408

420.5

z

H,d

28

17.2

6.42

-3.18

-14

-23.6

-30.6

-35.4

-37.5

-36.3

-32.9

-27.8

-21.4

-14.5

-8.04

-3.03

-1.3

-2.02

-4.21

-9.35

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	27.96
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	27.96
94.22	163.98	-1150.89	-531.69	-388.51	0.00
94.10	167.14	-1213.45	-551.57	-396.00	-0.55
	167.14	-1213.45	2198.56	-396.00	-0.55
93.42	164.47	0.00	2089.38	-436.02	-3.54
88.20	153.17	8943.58	1257.12	-680.40	-24.59
	285.13	8943.58	1257.43	-680.40	-24.59
82.40	327.31	12404.13	10.31	-889.20	-36.93
82.35	327.62	12403.70	-0.00	-891.00	-36.97
80.80	337.29	12186.41	-359.75	-946.80	-37.51
70.75	399.99	-0.00	-2713.13	-1308.68	-17.44
66.50	426.49	-12617.88	-3707.64	-1461.60	-5.39
65.07	435.41	-14947.82	-0.00	-1513.10	-2.86
65.00	435.84	-14951.29	114.07	-1515.60	-2.76
61.65	456.74	-9271.51	2713.30	-1636.20	-1.47
59.50	470.15	-4501.72	1768.60	-1713.60	-3.03
	391.54	-4501.72	1768.60	-1713.60	-3.03
54.31	420.48	-0.16	0.00	-1900.44	-9.33
54.30	420.54	0.00	-5.41	-1900.80	-9.35

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program: WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
Date: 04.12.2020	

**Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P**

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d[kN]	Fx, d[kN/m]
94.10	12147.2	-3036.8

**Bettung**

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B\text{-eph}$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
88.20	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
76.80	4.72	4.72	-156.72	119.87	-159.09
66.50	7.20	7.20	-38.21	427.45	-38.78
	660.00	660.00	-3502.20	1190.78	-3555.13
62.60	660.00	660.00	-820.39	3983.95	-832.78
61.50	660.00	660.00	-994.28	3841.47	-1009.31
	8.50	8.50	-12.81	595.63	-13.00
59.50	9.00	9.00	-26.88	618.26	-27.29
	9.00	9.00	-26.88	789.02	-27.29
54.50	10.20	10.20	-91.32	860.38	-92.70
	0.00	10.20	-91.32	860.38	-92.70
54.30		10.20	-93.91	863.21	-95.33

**Erdstatische Nachweise**

**Nachweis des Erdauflagers**

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k/\gamma, Re = 35465.59 / 1.625 = 21824.98 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d)/Rd = 11777.11 / 21824.98 = 0.540 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G)**

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	12759.59	
Wandgewicht		1589.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 94.10	-2418.66	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-10340.93	
Bettung, g ( $\delta, c=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	1589.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$Vk \geq Bvk: 1589.00 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 37
Record:	

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	12759.59	
Wandgewicht		1589.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 94.10	-2418.66	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-10340.93	
Bettung, g ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	0.00	1589.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$V_k \geq B_{vk}$ : 1589.00  $\geq$  -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl:	1589.000	1906.800
Av, g:	0.000	0.000
Vd:		1906.800

Einbindetiefe  $t_0$ , s: 33.90 m (statisch notwendig)

$t_0$ , r: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

$t_0$ : 33.90 m

$t_w = t_0 - 0.50$   $t_w$ : 33.40 m

Mantelfläche  $U_{r,p}$ : 1.00 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )

"-  $U_{r,a}$ : 1.00 m/m

Mantelreibung  $q_r$ : 50.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche  $A_b$ : 2.00 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand  $q_s$ : 1500.00 kN/m<sup>2</sup>

$\eta_t = \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

$R_{b,k} = A_b \cdot q_s \cdot \eta_t = 3000.00$  kN/m

Mantelreibung

$F_{mr} = U_{r,p} \cdot t_0 + U_{r,a} \cdot t_0 = 33.90$  m<sup>2</sup>/m

$Q_{mr} = F_{mr} \cdot q_r = 1695.00$  kN/m

Nachweis

Vd: 1906.80 kN/m

Rd:  $(R_{b,k} + Q_{mr}) / \gamma_P$

$(3000.00 + 1695.00) / 1.750 = 2682.86$  kN/m

$E_d / R_d$ : 0.711 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $R_{b,k} / \gamma_P + B_{vk} / \gamma_{Re}$

$3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29$  kN/m

$E_d / R_d$ : 1.112 [-]

Nachweis erfüllt

### Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma_{G, stb}$ : 0.950

$\gamma_H$ : 1.900



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain.	Version 2020.191	
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>Umströmte Länge l, ges=73.10 m. Summe(h, i /k, i)=7310000.00 1/100s.</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 87.70 / 66.50, h= 21.20m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 18.27^* \quad 1.900 = 34.71 \quad (i=0.086)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 200.30^* \quad 0.950 = 190.28</math>  <math>Ed/Rd = 0.182 \quad [-]</math></p> <p>Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 22.58^* \quad 1.900 = 42.90 \quad (i=0.086)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 270.30^* \quad 0.950 = 256.79</math>  <math>Ed/Rd = 0.167 \quad [-]</math></p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 24.30^* \quad 1.900 = 46.18 \quad (i=0.086)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 288.30^* \quad 0.950 = 273.88</math>  <math>Ed/Rd = 0.169 \quad [-]</math></p> <p>Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W \cdot h \cdot i) \cdot \gamma, H = 28.79^* \quad 1.900 = 54.69 \quad (i=0.086)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma \cdot h) \cdot \gamma, G, stb = 340.30^* \quad 0.950 = 323.29</math>  <math>Ed/Rd = 0.169 \quad [-]</math></p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main		Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 39	
Record:		

## Bauzustand: 4 "[4] Situation C"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 80.25 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 80.25 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	79.75	94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor n=4.  
 Erdruhedruck für Linielasten: klassisch, dreiecksförmig.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruks:  $\varphi_{min} = 30.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 89.000 [m].  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
 Wandfuß wird gebettet gelagert.  
 Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik: zf = 54.300

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 41
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.70

94.00

89.28

80.25

66.50

61.50

54.30

z

eph,G+PG,k

eah,G,k

eah,PG,k

z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
93.55		63.48	4.58	76.57
		63.48	56.72	135.22
92.00		70.58	56.72	143.21
		88.83	82.64	192.91
80.25	-0.00	153.00	82.64	265.10
	-57.13	153.00	82.64	265.10
66.50	-319.73	229.25	82.64	350.88
	-4547.04	229.25	82.64	350.88
61.50	-4689.82	256.98	82.64	382.07
	-462.50	256.98	82.64	382.07
59.50	-499.21	268.07	82.64	394.55
	-621.59	218.32	62.52	315.94
54.30	-762.81	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -30311.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06

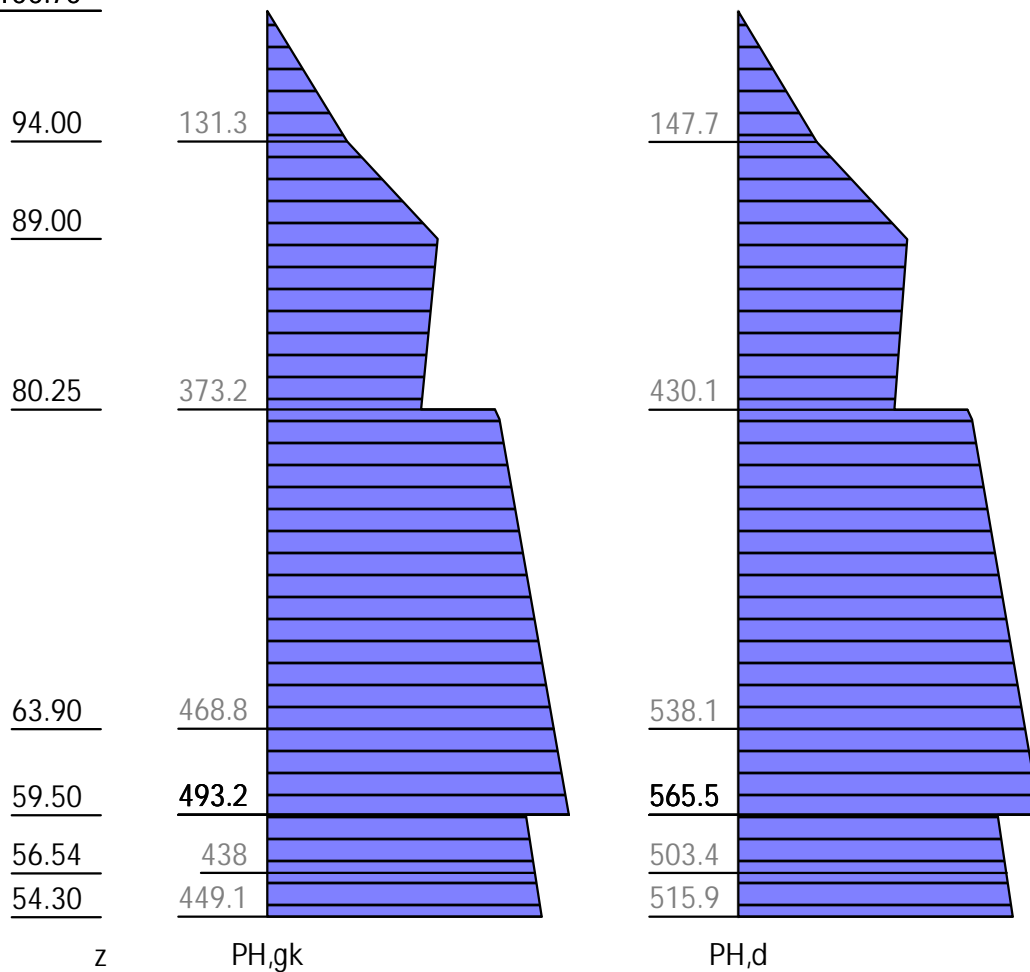
## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
89.00		50.00	50.00
80.25		137.50	137.50
79.75	0.00	142.50	142.50
63.90	-158.50	301.00	142.50
57.46	-222.90	365.40	142.50
56.54	-232.10	374.60	142.50
54.30	-254.50	397.00	142.50

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

100.70



z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	0.00	0.00
94.00	131.30	147.71
89.00	279.29	317.95
80.25	252.14	293.97
	373.16	430.12
79.75	380.93	439.24
63.90	468.81	538.10
59.50	493.21	565.55
	423.33	486.94
57.46	433.44	498.31

z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
56.54	438.01	503.44
54.30	449.11	515.94

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-4415.246 kN/m Abstützung

z= 65.126. Fx=-10683.633 kN/m Bettung

100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.75

76.55

74.35

72.15

69.95

67.75

65.55

63.25

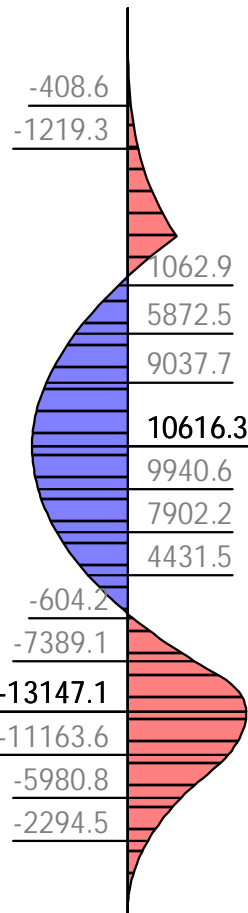
61.05

58.85

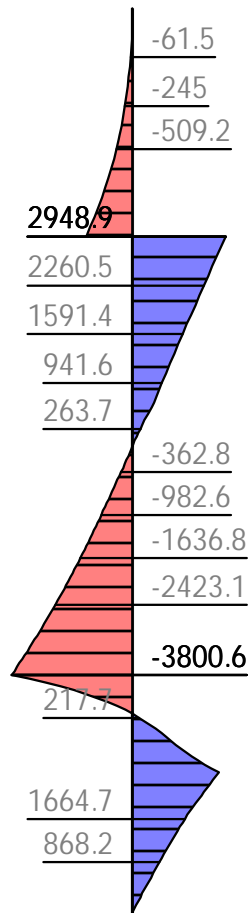
56.54

54.30

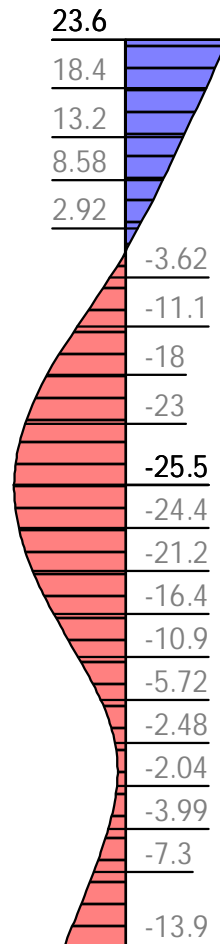
z



M, gk



V, gk



u, gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	23.57
89.83	254.82	-4327.50	-1246.45	-543.68	0.00
89.00	279.29	-5439.47	-1466.32	-585.00	-2.21
	279.29	-5439.47	2948.93	-585.00	-2.21
86.44	271.36	-0.00	2269.99	-705.22	-9.75
80.25	252.14	10018.61	623.93	-935.00	-24.00
	373.16	10018.61	624.42	-935.00	-24.00
78.36	388.64	10613.01	-0.00	-991.72	-25.39
78.25	389.25	10616.26	-35.16	-995.00	-25.42
77.85	391.47	10593.94	-163.89	-1007.00	-25.48
69.68	436.77	-0.00	-2793.22	-1252.10	-12.48
66.55	454.12	-9950.35	-3800.57	-1346.00	-5.13
64.65	464.66	-13147.11	-113.59	-1403.00	-2.48
64.55	465.19	-13146.74	-0.00	-1405.90	-2.41
61.55	481.84	-9144.06	2729.42	-1496.00	-2.60
59.50	493.21	-4525.20	1803.66	-1557.50	-5.02

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
	423.33	-4525.20	1803.66	-1557.50	-5.02
54.32	449.03	-0.24	0.00	-1713.02	-13.91
54.30	449.11	0.00	-7.11	-1713.50	-13.94

**Schnittgrößen: Design**

z= 89.000. Fx=-5043.604 kN/m Abstützung

z= 65.139. Fx=-12290.780 kN/m Bettung

**100.70**

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.75

76.55

74.35

72.15

69.95

67.75

65.55

63.25

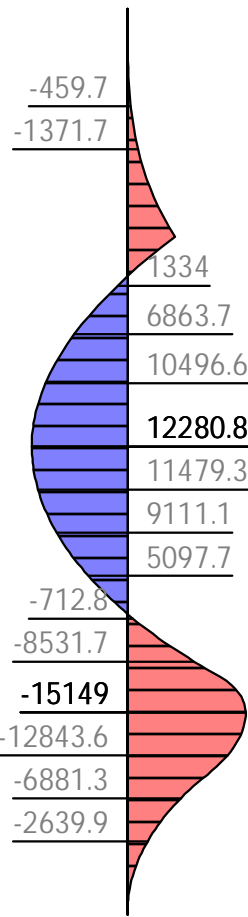
61.05

58.85

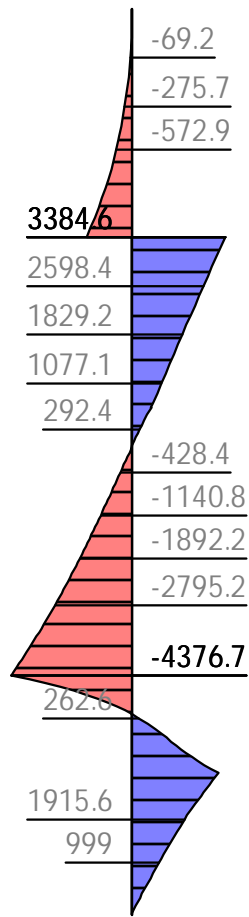
56.54

54.30

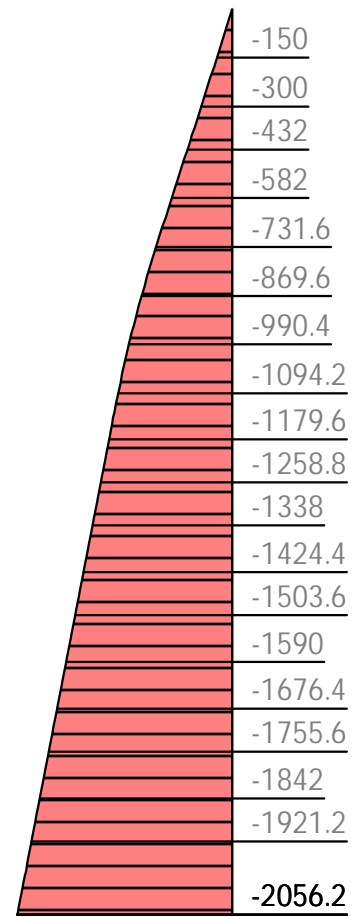
z



M,d



V,d



N,d

100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.65

76.45

74.25

71.85

69.65

67.25

64.85

62.65

60.25

58.05

54.30

147.7

430.1

538.1

565.5

503.4

515.9

z

H,d

23.6

18.4

13.2

8.58

2.92

-3.62

-11.1

-18

-23

-25.5

-24.4

-21.2

-16.4

-10.9

-5.72

-2.48

-2.04

-3.99

-7.3

-13.9

u,g+q,k

z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	23.57
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	23.57
89.83	289.81	-5007.99	-1408.81	-652.41	0.00
89.00	317.95	-6135.03	-1658.98	-702.00	-2.21
	317.95	-6135.03	3384.62	-702.00	-2.21
86.33	310.62	0.00	2566.44	-852.52	-10.11
80.25	293.97	11614.95	707.48	-1122.00	-24.00
	430.12	11614.95	708.05	-1122.00	-24.00
78.39	447.74	12277.65	0.00	-1189.08	-25.38
78.25	448.59	12280.82	-50.55	-1194.00	-25.42
77.85	451.09	12250.69	-198.45	-1208.40	-25.48
69.69	502.02	0.00	-3217.28	-1502.32	-12.50
66.55	521.57	-11481.58	-4376.66	-1615.20	-5.13
64.65	533.42	-15149.02	-120.59	-1683.60	-2.48
64.56	533.99	-15147.56	0.00	-1686.84	-2.41
61.55	552.76	-10523.65	3137.52	-1795.20	-2.60
59.50	565.55	-5185.69	2075.38	-1869.00	-5.02
	486.94	-5185.69	2075.38	-1869.00	-5.02
54.30	515.94	-0.00	-8.14	-2056.20	-13.94



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main							Job No.:	
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191								
Structure: Knoten Frankfurt, ASB Nr.:							Date: 04.12.2020	

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
89.00	5578.5	-5578.5

Bettung

z	B	B, adapt	$\sigma B, gk$	$\sigma B-eph$	B*u
[m]	[MN/m3]	[MN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]
80.25	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
79.47	3.21	3.21	-81.69	0.00	-79.55
77.44	4.55	4.55	-118.94	-0.00	-115.82
75.25	5.10	5.08	-125.03	34.08	-121.75
66.50	7.19	7.19	-37.19	282.53	-36.22
	7.19	7.19	-37.19	4509.85	-36.22
66.45	7.20	7.20	-36.56	4511.91	-35.60
	660.00	660.00	-3351.05	1197.42	-3263.23
63.05	660.00	660.00	-1280.18	3365.37	-1246.63
61.65	660.00	660.00	-1709.26	2976.27	-1664.46
61.50	660.00	292.01	-777.86	3911.96	-757.47
	660.00	292.01	-777.86	-315.36	-757.47
61.45	660.00	169.35	-467.39	-3.97	-455.14
	8.50	8.50	-23.46	439.96	-22.84
59.50	8.99	8.99	-46.29	452.92	-45.07
	8.99	8.99	-46.29	575.31	-45.07
54.45	10.20	10.20	-143.17	615.57	-139.42
	0.00	10.20	-143.17	615.57	-139.42
54.30		10.20	-146.00	616.81	-142.18

Erdstatische Nachweise

Nachweis des Erdaufлагers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdaufлагerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k / \gamma, Re = 30311.73 / 1.625 = 18653.37 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d) / Rd = 12290.78 / 18653.37 = 0.659 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	15098.88	
Wandgewicht		1668.50
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-4415.25	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-10683.63	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	-0.00	1668.50
		(nach unten)

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	
Record:	

Page: 47

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk >= Bvk: 1668.50 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	15098.88	
Wandgewicht		1668.50
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-4415.25	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , $p=0.00^\circ$ )	-10683.63	
Bettung, g ( $\delta$ , $C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	-0.00	1668.50 (nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk >= Bvk: 1668.50 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k[kN/m]	d[kN/m]
G+W, Upl:	1668.500	2002.200
Av, g:	0.000	0.000
Vd:		2002.200

Einbindetiefe  $t_0$ , s: 25.95 m (statisch notwendig)

$t_0$ , r: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

$t_0$ : 25.95 m

$t_w = t_0 - 0.50$   $t_w$ : 25.45 m

Mantelfläche  $U_{r,p}$ : 1.00 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )

$U_{r,a}$ : 1.00 m/m

Mantelreibung  $q_r$ : 50.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche  $A_b$ : 2.00 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand  $q_s$ : 1500.00 kN/m<sup>2</sup>

$\eta_t = \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

$R_b, k: A_b \cdot q_s \cdot \eta_t = 3000.00$  kN/m

Mantelreibung

$F_{mr}: U_{r,p} \cdot t_0 + U_{r,a} \cdot t_0, r = 25.95$  m<sup>2</sup>/m

$Q_{mr}: F_{mr} \cdot q_r = 1297.50$  kN/m

Nachweis

Vd: 2002.20 kN/m

Rd:  $(R_b, k + Q_{mr}) / \gamma_P$

$(3000.00 + 1297.50) / 1.750 = 2455.71$  kN/m

Ed/Rd: 0.815 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $R_b, k / \gamma_P + Bvk / \gamma_{Re}$

$3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29$  kN/m

Ed/Rd: 1.168 [-]

Nachweis erfüllt

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<h3>Hydraulischer Grundbruch</h3> <p>Sicherheitsbeiwerte: [HYD]  <math>\gamma, G, stb</math>: 0.950  <math>\gamma, H</math>: 1.900</p> <p>Umströmte Länge <math>l, ges=65.15</math> m. <math>Summe(h, i/k, i)=6515000.00</math> 1/100s.</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 79.75 / 66.50, <math>h=13.25</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^*h^*i)*\gamma, H = 28.98^* 1.900 = 55.06</math> (<math>i=0.219</math>)  <math>Rd=\Sigma(\gamma^*h)*\gamma, G, stb = 128.75^* 0.950 = 122.31</math>  <math>Ed/Rd = 0.450</math> [-]</p> <p>Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, <math>h=5.00</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^*h^*i)*\gamma, H = 39.92^* 1.900 = 75.84</math> (<math>i=0.219</math>)  <math>Rd=\Sigma(\gamma^*h)*\gamma, G, stb = 198.75^* 0.950 = 188.81</math>  <math>Ed/Rd = 0.402</math> [-]</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, <math>h=2.00</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^*h^*i)*\gamma, H = 44.29^* 1.900 = 84.15</math> (<math>i=0.219</math>)  <math>Rd=\Sigma(\gamma^*h)*\gamma, G, stb = 216.75^* 0.950 = 205.91</math>  <math>Ed/Rd = 0.409</math> [-]</p> <p>Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, <math>h=5.20</math>m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^*h^*i)*\gamma, H = 55.67^* 1.900 = 105.76</math> (<math>i=0.219</math>)  <math>Rd=\Sigma(\gamma^*h)*\gamma, G, stb = 268.75^* 0.950 = 255.31</math>  <math>Ed/Rd = 0.414</math> [-]</p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 49	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6		
Record:		

## Bauzustand: 5 "[5] Situation D"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passi v$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passi v$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländevertiefung:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

xA	zA	xE	zE	PxA	PzA	PxE	PzE	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]      0.00      0.00  
z [m]      69.00      94.00

## Abstützungen

z [m]	Alpha [°]	C-H [kN/m]	C-M [kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00
80.60	-180.00	1000000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085:2011.  
Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor n=4.  
Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
Berücksichtigung des Mindesterddrucks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .  
Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 80.600 [m].  
Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
Wandfuß wird gebettet gelagert.  
Adaption der Bettungsspannungen auf Eph / 1.000.

### Erddruckbeiwerte kh

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	k0gh	kagh	kach	kpgh	kpch
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik: zf = 54.300

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 51
Record:		

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.70

94.00

89.28

69.50

66.50

61.50

54.30

z

eph,G+PG,k

eah,G,k

eah,PG,k

z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
93.55		63.48	4.58	76.57
		63.48	56.72	135.22
92.00		70.58	56.72	143.21
		88.83	82.64	192.91
69.50	-0.00	212.62	82.64	332.16
	-57.13	212.62	82.64	332.16
66.50	-122.39	229.25	82.64	350.88
	-4349.71	229.25	82.64	350.88
61.50	-4492.48	256.98	82.64	382.07
	-265.17	256.98	82.64	382.07
59.50	-301.88	268.07	82.64	394.55
	-358.85	218.32	62.52	315.94
54.30	-500.07	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -25187.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06

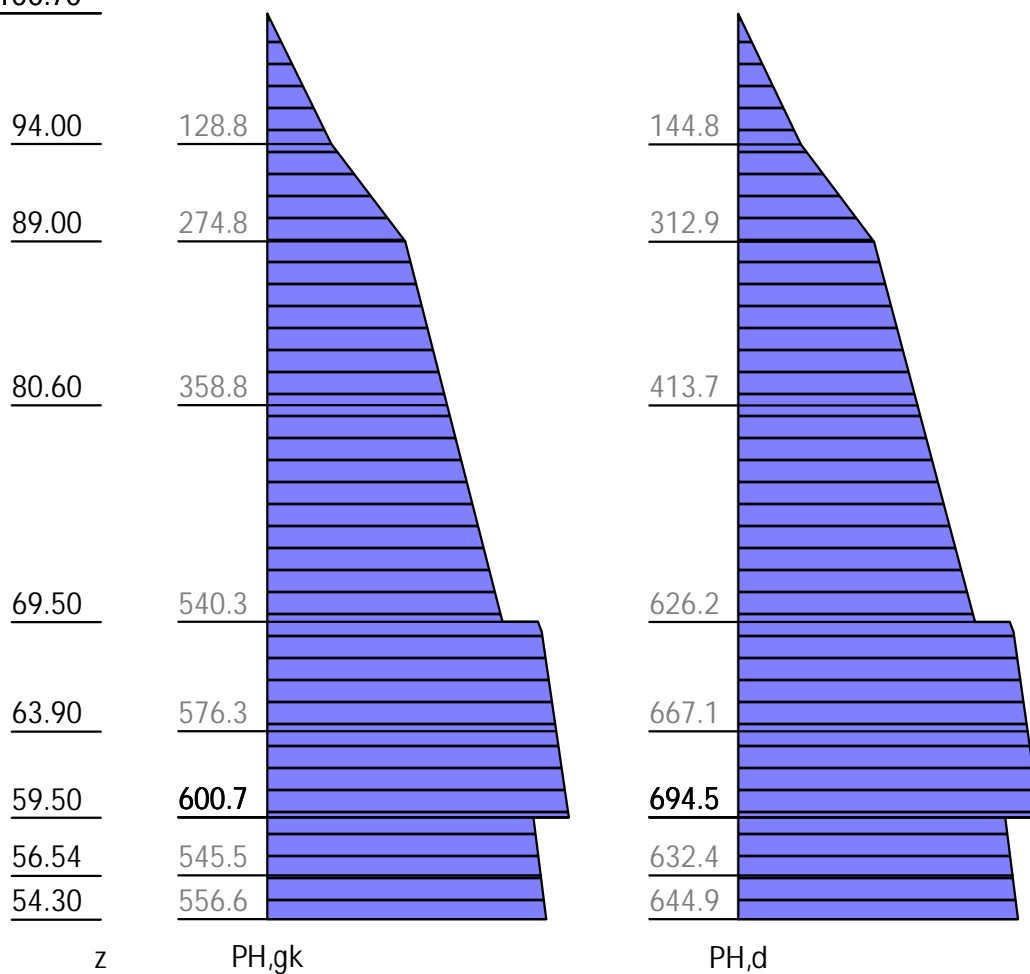
## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
89.00		50.00	50.00
80.60		134.00	134.00
69.50		245.00	245.00
69.00	0.00	250.00	250.00
63.90	-51.00	301.00	250.00
57.46	-115.40	365.40	250.00
56.54	-124.60	374.60	250.00
54.30	-147.00	397.00	250.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

100.70



z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	0.00	0.00
69.50	469.84	546.95
	540.26	626.17
59.50	600.71	694.55
	530.83	615.94
54.30	556.61	644.94

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-2918.733 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-3848.575 kN/m Abstützung

z= 63.063. Fx=-10489.633 kN/m Bettung

100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.60

76.10

73.60

71.10

68.85

66.60

64.40

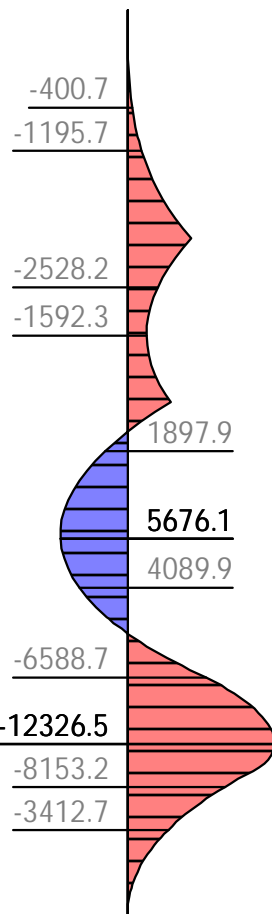
62.20

60.00

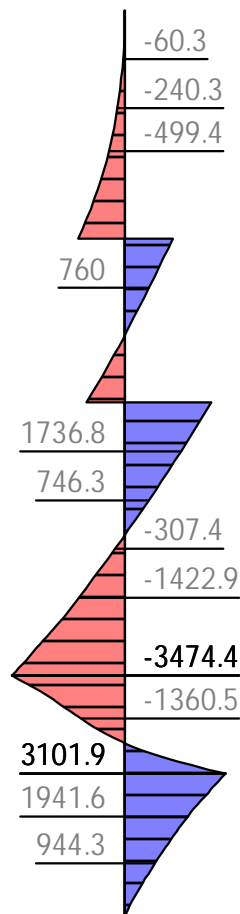
57.80

54.30

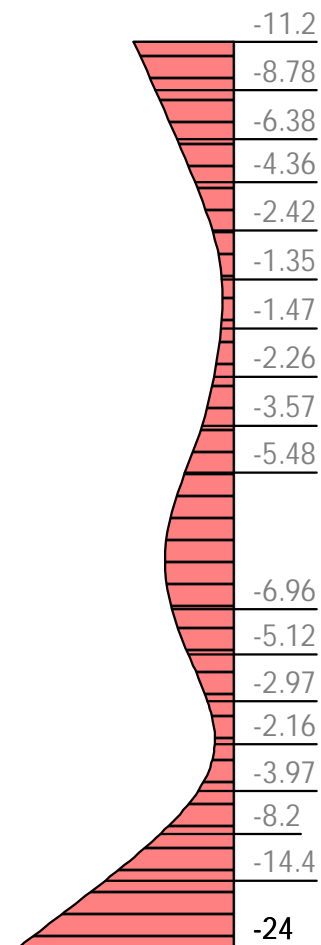
z



M, gk



V, gk



u, gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	-0.00	0.00	0.00	-11.21
100.70	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-11.21
89.00	274.84	-5338.09	-1440.32	-585.00	-1.46
	274.84	-5338.09	1478.41	-585.00	-1.46
84.33	321.50	-1614.56	-0.00	-792.28	-1.95
80.60	358.84	-3603.66	-1183.05	-921.00	-3.85
	358.84	-3603.66	2665.52	-921.00	-3.85
79.09	373.97	-0.00	2038.53	-966.40	-5.07
74.17	423.17	5655.90	-0.00	-1113.99	-7.72
74.10	423.84	5670.63	-27.70	-1116.00	-7.73
73.60	428.84	5676.05	-234.87	-1131.00	-7.70
69.50	469.84	1597.83	-1933.67	-1254.00	-5.31
	540.26	1597.83	-1933.67	-1254.00	-5.31
68.75	549.41	0.00	-2330.63	-1276.42	-4.60
66.60	561.34	-6241.24	-3474.37	-1341.00	-2.76
63.15	580.47	-12322.94	0.00	-1444.51	-2.97
63.10	580.75	-12326.46	70.11	-1446.00	-3.01
61.60	589.07	-10204.99	3101.87	-1491.00	-5.09
59.50	600.71	-4861.02	1989.49	-1554.00	-9.64
	530.83	-4861.02	1989.49	-1554.00	-9.64



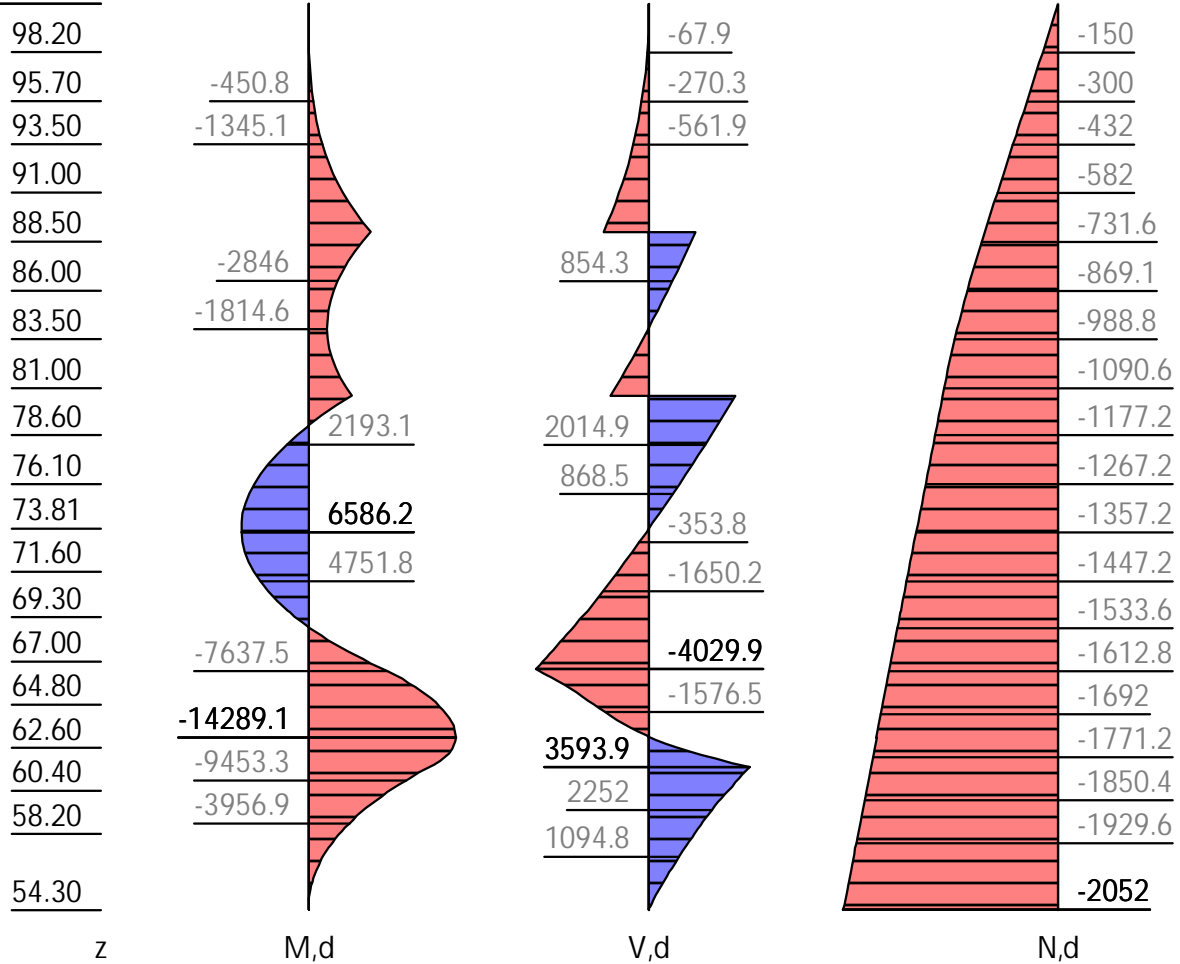
z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
54.32	556.50	-0.34	0.00	-1709.34	-23.90
54.30	556.61	-0.00	-12.22	-1710.00	-23.96

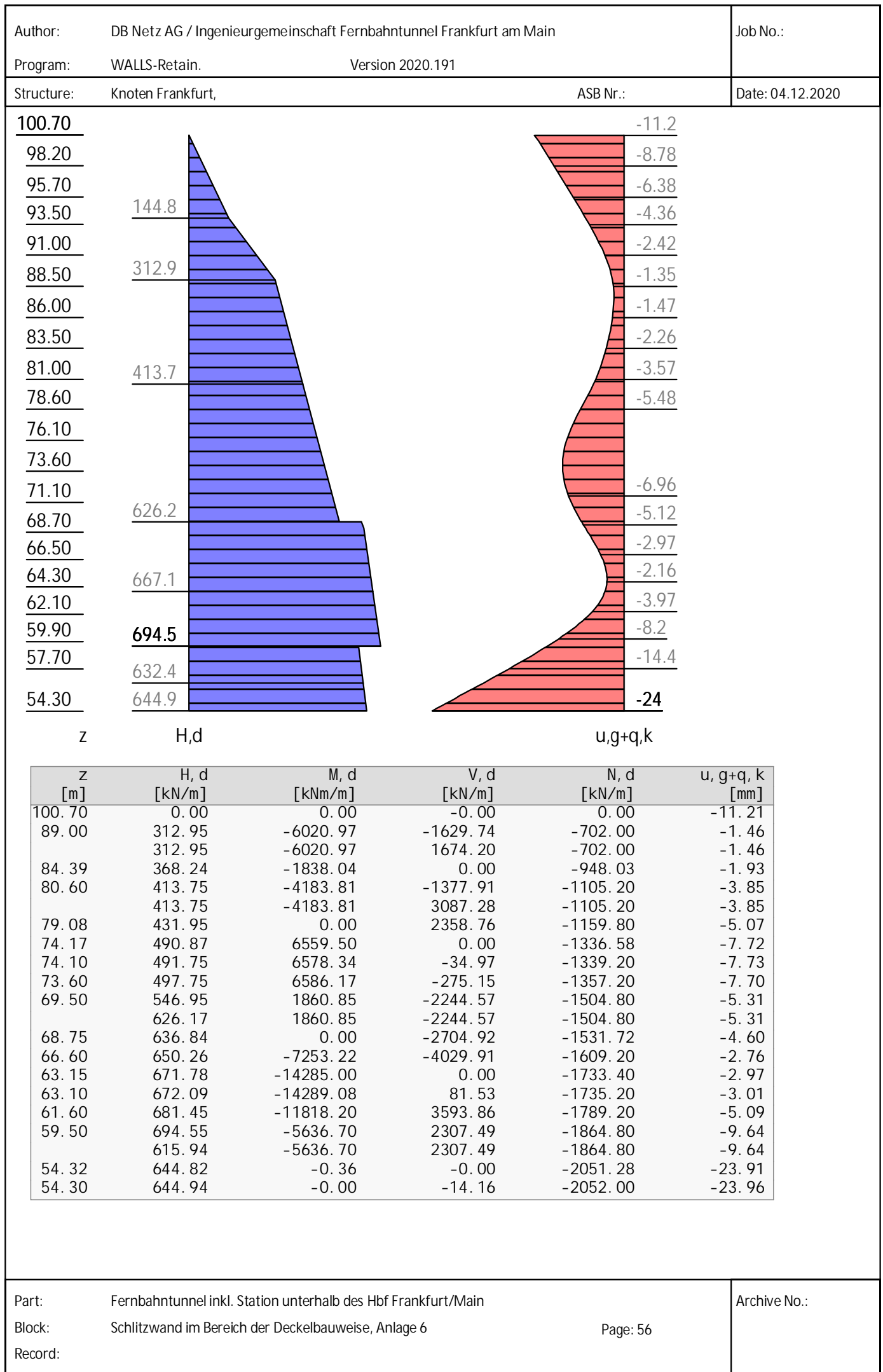
**Schnittgrößen: Design**

z= 89.000. Fx=-3303.940 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-4465.182 kN/m Abstützung

z= 63.064. Fx=-12154.937 kN/m Bettung

**100.70**



Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,		ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

Ankerkräfte mit Sicherheiten des BS-P

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d[kN]	Fx, d[kN/m]
89.00	3642.5	-3642.5
80.60	4965.9	-4965.9

Bettung

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma_B, gk$ [kN/m2]	$\sigma_B\text{-eph}$ [kN/m2]	B*u [kN/m2]
69.50	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
69.00	3.40	3.40	-16.19	60.31	-16.45
68.50	6.80	6.80	-29.21	56.47	-29.67
66.50	7.20	7.20	-19.07	103.32	-19.38
	660.00	660.00	-1748.31	2601.40	-1776.23
64.90	660.00	660.00	-1397.71	2997.69	-1420.03
61.50	660.00	660.00	-3423.91	1068.57	-3478.59
	8.50	8.50	-44.10	221.07	-44.80
61.10	8.60	8.60	-51.06	221.45	-51.87
59.50	9.00	9.00	-85.38	216.50	-86.74
	9.00	9.00	-85.38	273.47	-86.74
58.50	9.24	9.24	-111.03	274.97	-112.80
54.50	10.20	10.20	-234.87	259.77	-238.62
	0.00	10.20	-234.87	259.77	-238.62
54.30		10.20	-240.58	259.48	-244.43

Erdstatische Nachweise

Nachweis des Erdauflagers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflagerkraft.

$\gamma, Re = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph, k/\gamma, Re = 25187.73 / 1.625 = 15500.14 \text{ [kN/m]}$

$Ed(APx, d)/Rd = 12154.94 / 15500.14 = 0.784 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
-----		
H/V-Druck G+P+W, k	17256.94	
Wandgewicht		1776.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-2918.73	0.00
Abstützung z: 80.59	-3848.58	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-10489.63	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
-----		
$\Sigma$	0.00	1776.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$Vk \geq Bvk: 1776.00 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6 Record:	Page: 57	Archive No.:
--	----------	--------------

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	17256.94	
Wandgewicht		1776.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-2918.73	0.00
Abstützung z: 80.59	-3848.58	0.00
Bettung, g ( $\delta$ , p=0.00°)	-10489.63	
Bettung, g ( $\delta$ , C=0.00°)		0.00
$\Sigma$	0.00	1776.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal Komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

Vk >= Bvk: 1776.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k [kN/m]	d [kN/m]
G+W, Upl :	1776.000	2131.200
Av, g:	0.000	0.000
Vd:	2131.200	

Einbindetiefe t0, s: 15.20 m (statisch notwendig)

t0, r: 0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

t0 : 15.20 m

tw=t0-0.50 tw : 14.70 m

Mantelfläche Ur, p: 1.00 m/m (passiv, entlang t0)

Ur, a: 1.00 m/m

Mantelreibung qr: 50.00 kN/m2

Aufstandsfläche Ab: 2.00 m2/m

Spitzenwiderstand qs: 1500.00 kN/m2

$\eta, t: \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

Rb, k:  $Ab \cdot qs \cdot \eta, t = 3000.00 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

F, mr:  $Ur, p \cdot t_0 + Ur, a \cdot t_0, r = 15.20 \text{ m2/m}$

Q, mr:  $Fm, r \cdot qr = 760.00 \text{ kN/m}$

Nachweis

Vd: 2131.20 kN/m

Rd:  $(Rb, k + Q, mr) / \gamma, P$

$(3000.00 + 760.00) / 1.750 = 2148.57 \text{ kN/m}$

Ed/Rd: 0.992 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $Rb, k / \gamma, P + Bvk / \gamma, Re$

$3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29 \text{ kN/m}$

Ed/Rd: 1.243 [-]

Nachweis erfüllt

### Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma, G, stb: 0.950$

$\gamma, H: 1.900$

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main		Job No.:
Program: WALLS-Retain. Version 2020.191		
Structure: Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:	Date: 04.12.2020
<p>Umströmte Länge l, ges=54.40 m. Summe(h, i /k, i)=5440000.00 1/100s.</p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 69.00 / 66.50, h= 2.50m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^* h^* i) \cdot \gamma, H = 11.49^* 1.900 = 21.83 (i=0.460)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma^* h) \cdot \gamma, G, stb = 32.00^* 0.950 = 30.40</math>  <math>Ed/Rd = 0.718 [-]</math></p> <p>Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50, h= 5.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^* h^* i) \cdot \gamma, H = 34.47^* 1.900 = 65.49 (i=0.460)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma^* h) \cdot \gamma, G, stb = 102.00^* 0.950 = 96.90</math>  <math>Ed/Rd = 0.676 [-]</math></p> <p>Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50, h= 2.00m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^* h^* i) \cdot \gamma, H = 43.66^* 1.900 = 82.95 (i=0.460)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma^* h) \cdot \gamma, G, stb = 120.00^* 0.950 = 114.00</math>  <math>Ed/Rd = 0.728 [-]</math></p> <p>Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30, h= 5.20m  <math>Ed=\Sigma(\gamma W^* h^* i) \cdot \gamma, H = 67.56^* 1.900 = 128.35 (i=0.460)</math>  <math>Rd=\Sigma(\gamma^* h) \cdot \gamma, G, stb = 172.00^* 0.950 = 163.40</math>  <math>Ed/Rd = 0.786 [-]</math></p>		
Part: Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Page: 59	Archive No.:
Block: Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6		
Record:		

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain.	Version 2020.191
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.:
		Date: 04.12.2020

## Bauzustand: 6 "[6] Situation E"

LF: alle Lasten Typ: BS-T  
[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, \phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

## Schichtsystem mit 5 Schichten

Name		quartäre	Frankfurter Ton	Beton	Frankfurter Ton	Frankfurter kalke
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	19	19	20
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	9	9	10
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20	19	24	19	20
$\gamma, pw$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10	9	14	9	10
$\phi$	[°]	30	20	20	20	27.5
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	20	20	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	100	0	100	0
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	20	1500	20	10
$\delta, a$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, p$	[°]	0	0	0	0	0
$\delta, c$	[°]	10	0	0	0	0
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	110	110	110	110	110
$\Psi, A, max$	[°]	90	90	90	90	90
$k$	[cm/s]	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 100.70

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Frankfurter Ton:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.50 92.00

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Beton:

Kote z= 66.50

Verlauf Oberkante der 4. Schicht Frankfurter Ton:

Kote z= 61.50

Verlauf Oberkante der 5. Schicht Frankfurter kalke:

Kote z= 59.50

## Streifenlasten:

### Lasten

$x_A$	$z_A$	$x_E$	$z_E$	$P_{xA}$	$P_{zA}$	$P_{xE}$	$P_{zE}$	Art	LF-Bezeichnung
[m]	[m]	[m]	[m]	[	kN/m <sup>2</sup>		]		Name
2.00	94.70	60.00	94.70	0.00	160.00	0.00	160.00	g	1
0.00	100.70	9999.99	100.70	0.00	10.00	0.00	10.00	g	1

## Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	
Schichtweise Rechteckig	

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 60
Record:		

## Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m] 0.00 0.00  
z [m] 69.00 94.00

## Abstützungen

z[m]	Alpha[°]	C-H[kN/m]	C-M[kN/m]
89.00	-180.00	2000000.00	0.00
80.60	-180.00	1000000.00	0.00
70.50	-180.00	2640000.00	0.00

## Berechnungsparameter

### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Aktiver Erddruck mit Ruhedruckanteil 75% nach DIN 4085: 2011.  
Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
Erdruhedruck für Blocklasten nach Weißenbach, Konzentrationsfaktor  $n=4$ .  
Erdruhedruck für Linienlasten: klassisch, dreiecksförmig.  
Berücksichtigung des Mindesterddrucks:  $\varphi_{\min} = 30.000$ .  
Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Dreiecksförmig (rechtwinklig zur Wand).  
Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
Koten der Umlagerung Z1: 89.000, Z2: 80.600 [m].  
Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

### Wasserdruckoptionen

### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich  
Wandfuß wird gebettet gelagert.  
Adaption der Bettungsspannungen auf  $E_{ph} / 1.000$ .

### Erddruckbeiwerte $k_h$

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$k_{0gh}$	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$k_{pgh}$	$k_{pch}$
30.0	0.0	0.0	0.0	0.500	0.333	--	--	-- quartäre
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Beton
20.0	0.0	0.0	0.0	0.658	0.490	1.400	2.040	-2.856 Frankfurter Ton
27.5	0.0	0.0	0.0	0.538	0.368	1.214	2.716	-3.296 Frankfurter kalke

## Wandlänge

Fußtiefe für Statik:  $z_f = 54.300$

## Statik

## Erddruck, horizontal

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

100.70

94.00

89.28

69.50

66.50

61.50

54.30

z

eph,G+PG,k

eah,G,k

eah,PG,k

z [m]	eph, G, k [kN/m2]	eah, G, k [kN/m2]	eah, PG, k [kN/m2]	eah, d [kN/m2]
100.70		0.00	4.58	5.16
93.55		63.48	4.58	76.57
		63.48	56.72	135.22
92.00		70.58	56.72	143.21
		88.83	82.64	192.91
69.50	-0.00	212.62	82.64	332.16
	-57.13	212.62	82.64	332.16
66.50	-122.39	229.25	82.64	350.88
	-4349.71	229.25	82.64	350.88
61.50	-4492.48	256.98	82.64	382.07
	-265.17	256.98	82.64	382.07
59.50	-301.88	268.07	82.64	394.55
	-358.85	218.32	62.52	315.94
54.30	-500.07	244.09	62.52	344.94

Eph, G, k: -25187.73, Eph, PG, k: 0.00 [kN/m]

Eah, G, k: 7325.31, Eah, PG, k: 3131.63, Eah, PQ, k: 0.00, Eah, d: 11764.06



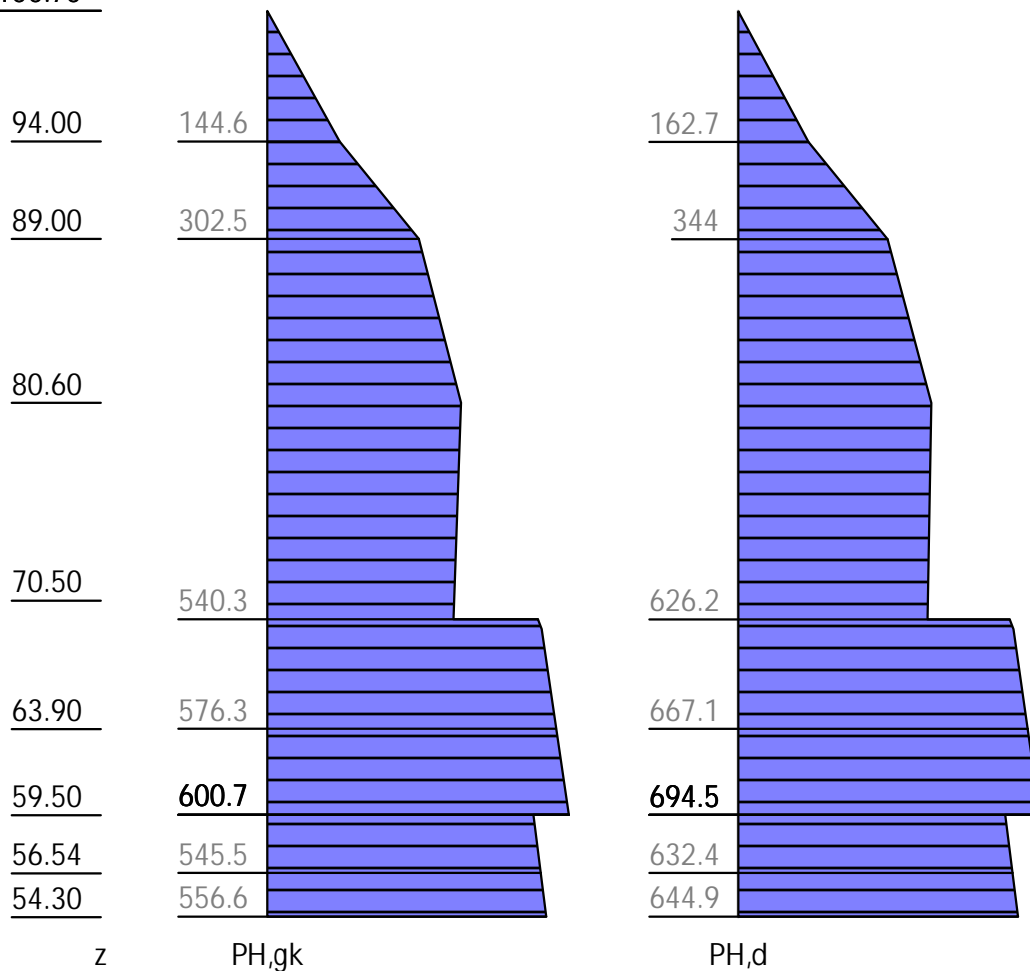
## Wasserdruck

z [m]	Wp, k [kN/m <sup>2</sup> ]	Wa, k [kN/m <sup>2</sup> ]	W, k [kN/m <sup>2</sup> ]
94.00		0.00	0.00
89.00		50.00	50.00
80.60		134.00	134.00
70.50		235.00	235.00
69.50		245.00	245.00
69.00	0.00	250.00	250.00
63.90	-51.00	301.00	250.00
57.46	-115.40	365.40	250.00
56.54	-124.60	374.60	250.00
54.30	-147.00	397.00	250.00

## H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: Ep, gk 100, Ep, qk 100, Ep, d 100 [%]

100.70



z [m]	PH, gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH, d [kN/m <sup>2</sup> ]
100.70	0.00	0.00
80.60	386.48	444.84
69.50	371.24	436.02
	540.26	626.17
59.50	600.71	694.55
	530.83	615.94
54.30	556.61	644.94

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= 89.000. Fx=-3589.354 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-2645.153 kN/m Abstützung

z= 70.500. Fx=-2404.275 kN/m Abstützung

z= 62.253. Fx=-8618.159 kN/m Bettung

**100.70**

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.60

76.10

73.60

71.10

68.85

66.60

64.40

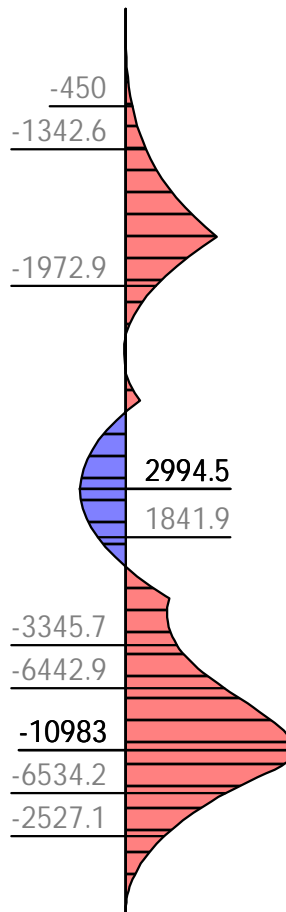
62.20

60.00

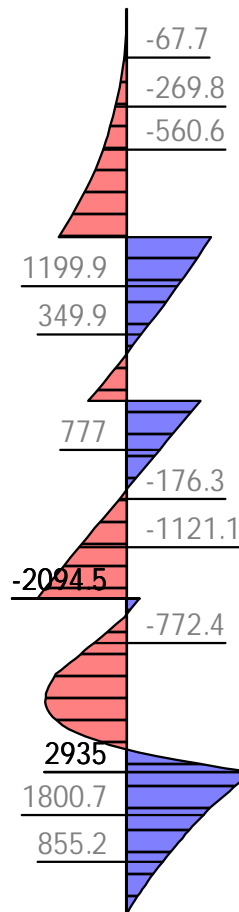
57.80

54.30

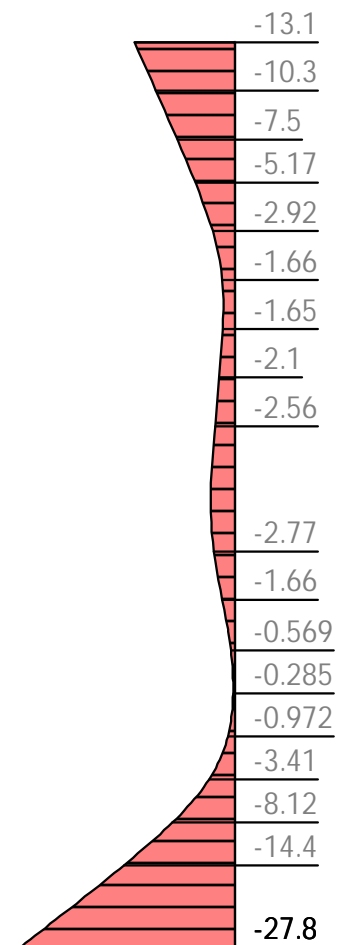
z



M,gk



V,gk



u,gk

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
100.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.06
100.70	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-13.06
89.00	302.48	-5968.65	-1602.00	-585.00	-1.79
	302.48	-5968.65	1987.35	-585.00	-1.79
83.91	353.39	-0.00	233.44	-808.65	-2.02
83.23	360.17	126.95	0.00	-833.73	-2.15
83.00	362.48	144.28	-79.53	-842.10	-2.19
82.17	370.81	-0.00	-366.44	-870.95	-2.35
80.60	386.48	-934.23	-906.28	-921.00	-2.65
	386.48	-934.23	1738.87	-921.00	-2.65
80.02	385.69	-0.00	1519.35	-938.35	-2.77
77.10	381.67	2791.31	410.46	-1026.00	-3.19
76.10	380.30	2994.51	30.92	-1056.00	-3.12
76.02	380.19	2987.82	0.00	-1058.44	-3.10
72.09	374.79	-0.00	-1491.67	-1176.35	-1.66
70.50	372.61	-2848.23	-2094.54	-1224.00	-0.91
	372.61	-2848.23	309.73	-1224.00	-0.91
69.67	371.47	-2729.70	0.00	-1248.98	-0.62
69.50	371.24	-2724.57	-62.19	-1254.00	-0.57

z [m]	H, g, k [kN/m]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
	540.26	-2724.57	-62.19	-1254.00	-0.57
65.20	569.11	-7776.53	-1906.53	-1383.00	-0.91
62.76	582.65	-10978.35	0.00	-1456.27	-3.65
62.70	582.97	-10982.95	108.81	-1458.00	-3.74
61.60	589.07	-9448.40	2935.03	-1491.00	-5.94
59.50	600.71	-4438.07	1847.01	-1554.00	-11.42
	530.83	-4438.07	1847.01	-1554.00	-11.42
54.33	556.48	-0.35	0.00	-1709.24	-27.72
54.30	556.61	-0.00	-14.18	-1710.00	-27.80
54.30	556.61	0.00	-14.18	-1710.00	-27.80

## Schnittgrößen: Design

z= 89.000. Fx=-4069.137 kN/m Abstützung

z= 80.600. Fx=-3069.658 kN/m Abstützung

z= 70.500. Fx=-2802.016 kN/m Abstützung

z= 62.253. Fx=-9983.249 kN/m Bettung

100.70

98.20

95.70

93.50

91.00

88.50

86.00

83.50

81.00

78.60

76.10

73.60

71.10

68.85

66.60

64.40

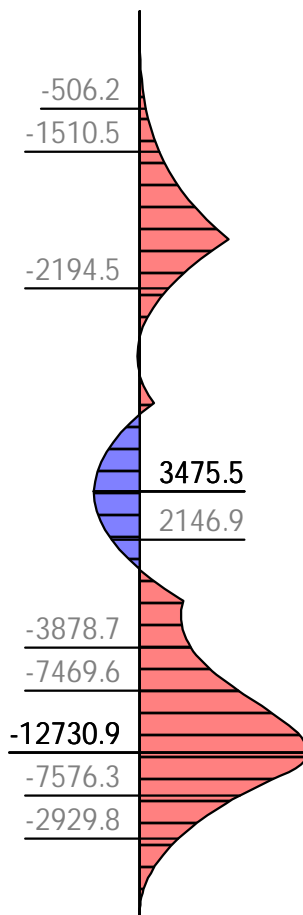
62.20

60.00

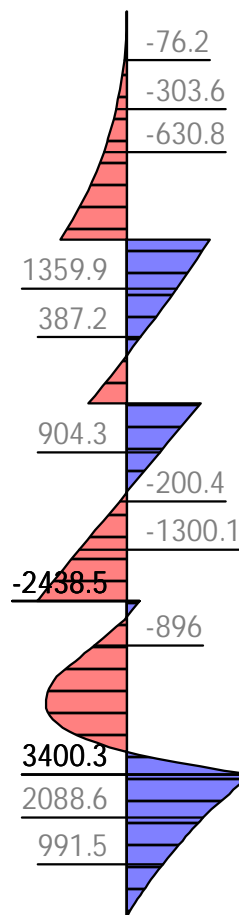
57.80

54.30

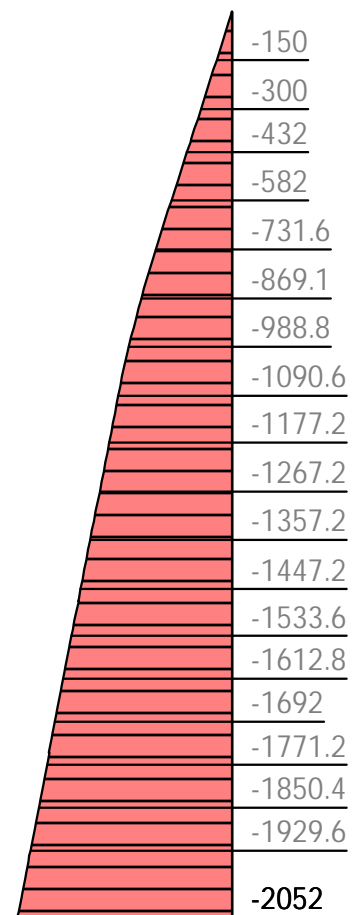
z



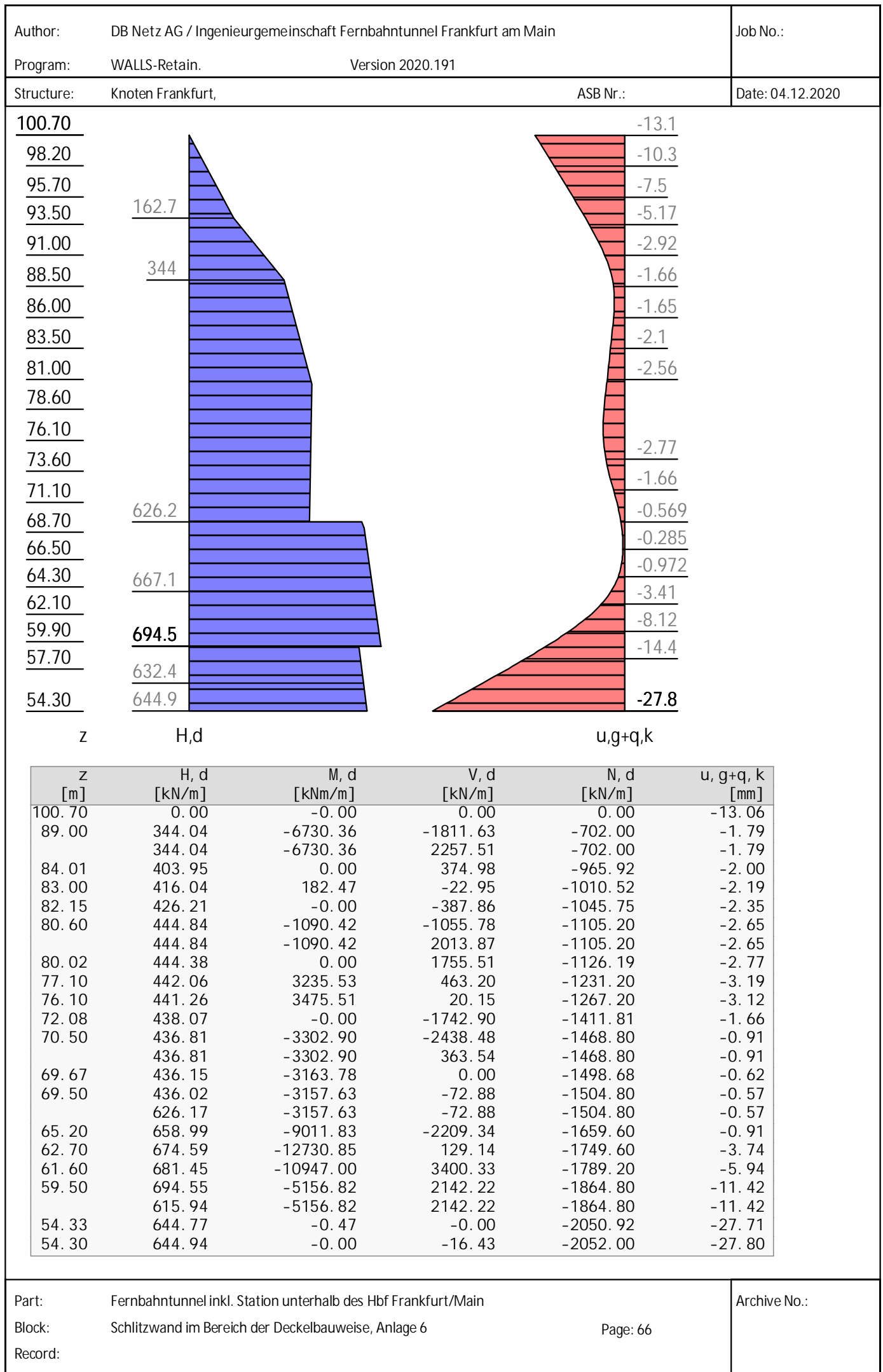
M,d



V,d



N,d



$\gamma, G\_dst$	$\gamma, EOG$	$\gamma, W$	$\gamma, G\_stb$	$\gamma, Q\_dst$	$\gamma, Q\_stb$	$\gamma, phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, Rv$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a\_t$	$\gamma, a\_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.350	1.200	1.350	1.000	1.500	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.400	1.100	1.400	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400
1.000	1.000	1.000						

z [m]	A, d [kN]	Fx, d [kN/m]
89.00	4488.5	-4488.5
80.60	3414.2	-3414.2
70.50	3121.1	-3121.1

z [m]	B [MN/m3]	B, adapt [MN/m3]	$\sigma B$ , gk [kN/m2]	$\sigma B$ -eph [kN/m2]	B*u [kN/m2]
69.50	0.00	0.00	0.00	57.13	-0.00
68.50	6.80	6.80	-2.30	83.38	-2.40
66.50	7.20	7.20	-2.67	119.72	-2.79
61.50	660.00	660.00	-245.15	4104.56	-255.85
	660.00	660.00	-3895.99	596.49	-4066.00
	8.50	8.50	-50.18	214.99	-52.37
59.50	9.00	9.00	-98.48	203.40	-102.78
	9.00	9.00	-98.48	260.37	-102.78
54.50	10.20	10.20	-265.42	229.22	-277.00
	0.00	10.20	-265.42	229.22	-277.00
54.30		10.20	-271.74	228.33	-283.59

$$Ed(AP_x, d)/R_d = 9983.25 / 15500.14 = 0.644 [-]. \text{ Nachweis erfüllt}$$

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	17256.94	
Wandgewicht		1776.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-3589.35	0.00
Abstützung z: 80.59	-2645.15	0.00
Abstützung z: 70.50	-2404.28	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-8618.16	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	0.00	1776.00 (nach unten)

Vk >= Bvk: 1776.00 >= -0.00 Nachweis erfüllt

### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z: 54.30

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W, k	17256.94	
Wandgewicht		1776.00
H/V-Druck passiv		0.00
Abstützung z: 89.00	-3589.35	0.00
Abstützung z: 80.59	-2645.15	0.00
Abstützung z: 70.50	-2404.28	0.00
Bettung, g ( $\delta, p=0.00^\circ$ )	-8618.16	
Bettung, g ( $\delta, C=0.00^\circ$ )		0.00
$\Sigma$	0.00	1776.00
		(nach unten)

Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikal komponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikal kräfte.

$V_k \geq B_v k: 1776.00 \geq -0.00$  Nachweis erfüllt

### Abtragung der Vertikalkräfte

Mantelreibung und Spitzendruck nach EAB EB 84 und EB 85

V	k[kN/m]	d[kN/m]
G+W, Upl:	1776.000	2131.200
Av, g:	0.000	0.000
Vd:	2131.200	

Einbindetiefe  $t_0, s:$  15.20 m (statisch notwendig)

$t_0, r:$  0.00 m (Rammtiefenzuschlag)

$t_0:$  15.20 m

$t_w = t_0 - 0.50$   $t_w:$  14.70 m

Mantelfläche  $U_{r,p}:$  1.00 m/m (passiv, entlang  $t_0$ )

" "  $U_{r,a}:$  1.00 m/m

Mantelreibung  $q_r:$  50.00 kN/m<sup>2</sup>

Aufstandsfläche  $A_b:$  2.00 m<sup>2</sup>/m

Spitzenwiderstand  $q_s:$  1500.00 kN/m<sup>2</sup>

$\eta, t: \min(1, (t_0 - 0.5) / 2.50) = 1.00$

Spitzendruck

$R_b, k: A_b \cdot q_s \cdot \eta, t = 3000.00$  kN/m

Mantelreibung

$F, m_r: U_{r,p} \cdot t_0 + U_{r,a} \cdot t_0, r = 15.20$  m<sup>2</sup>/m

$Q, m_r: F, m_r \cdot q_r = 760.00$  kN/m

Nachweis

Vd: 2131.20 kN/m

Rd:  $(R_b, k + Q, m_r) / \gamma, P$   
 $(3000.00 + 760.00) / 1.750 = 2148.57$  kN/m

Ed/Rd: 0.992 [-]

Alternativer Nachweis

Rd:  $R_b, k / \gamma, P + B_v k / \gamma, Re$   
 $3000.00 / 1.750 + -0.00 / 1.625 = 1714.29$  kN/m

Ed/Rd: 1.243 [-]

Nachweis erfüllt

Author:	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main	Job No.:
Program:	WALLS-Retain. Version 2020.191	
Structure:	Knoten Frankfurt,	ASB Nr.: Date: 04.12.2020

## Hydraulischer Grundbruch

Sicherheitsbeiwerte: [HYD]

$\gamma, G, \text{stb}$ : 0.950

$\gamma, H$ : 1.900

Umströmte Länge  $l, \text{ges}$ =54.40 m.  $\text{Summe}(h, i/k, i)$ =5440000.00 1/100s.

Schicht "Frankfurter Ton" z: 69.00 / 66.50,  $h$ = 2.50m

$Ed = \Sigma(\gamma W^* h^* i) * \gamma, H = 11.49 * 1.900 = 21.83 (i=0.460)$

$Rd = \Sigma(\gamma^* h) * \gamma, G, \text{stb} = 32.00 * 0.950 = 30.40$

$Ed/Rd = 0.718 [-]$

Schicht "Beton" z: 66.50 / 61.50,  $h$ = 5.00m

$Ed = \Sigma(\gamma W^* h^* i) * \gamma, H = 34.47 * 1.900 = 65.49 (i=0.460)$

$Rd = \Sigma(\gamma^* h) * \gamma, G, \text{stb} = 102.00 * 0.950 = 96.90$

$Ed/Rd = 0.676 [-]$

Schicht "Frankfurter Ton" z: 61.50 / 59.50,  $h$ = 2.00m

$Ed = \Sigma(\gamma W^* h^* i) * \gamma, H = 43.66 * 1.900 = 82.95 (i=0.460)$

$Rd = \Sigma(\gamma^* h) * \gamma, G, \text{stb} = 120.00 * 0.950 = 114.00$

$Ed/Rd = 0.728 [-]$

Schicht "Frankfurter kalke" z: 59.50 / 54.30,  $h$ = 5.20m

$Ed = \Sigma(\gamma W^* h^* i) * \gamma, H = 67.56 * 1.900 = 128.35 (i=0.460)$

$Rd = \Sigma(\gamma^* h) * \gamma, G, \text{stb} = 172.00 * 0.950 = 163.40$

$Ed/Rd = 0.786 [-]$

## Anker- und Steifenkräfte über alle Bauzustände

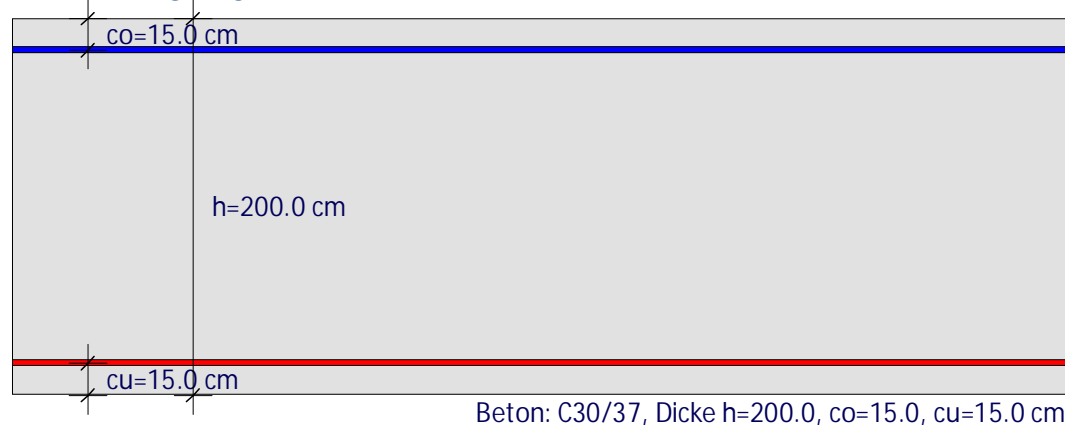
z[m]	$\alpha[^\circ]$	a[m]	$l_{\text{max}}[m]$	Ahgk[kN/m]	Ahqk[kN/m]	Ahd[kN/m]	Ak[kN]	Ad[kN]
70.50	-180.0	1.00	8.25	-2404.3	0.0	-3121.1	2404.3	3121.1
80.60	-180.0	1.00	13.99	-3848.6	0.0	-4965.9	3848.6	4965.9
89.00	-180.0	1.00	16.99	-4415.2	0.0	-5578.5	4415.2	5578.5
94.10	-180.0	4.00	1.00	-2418.7	0.0	-3036.8	9674.6	12147.2
99.50	-180.0	4.00	7.28	-1218.3	0.0	-1514.7	4873.2	6058.7

Part:	Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main	Archive No.:
Block:	Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 6	Page: 69
Record:		

## Anlage 7: Verbau 2, Bemessung der Schlitzwand



## Bemessungsergebnisse



Schlitzwand im Bereich der Deckelbauweise, Anlage 7

## Bemessung der Schlitzwand

Betonbemessung nach DIN EN 1992-1-1. Material C30/37, B500S

EI = 21891.05 MNm<sup>2</sup> (je 1m Wand)

Anforderungsklasse:

Klasse D

Bauwerk:

Brückenbau, Straßenbrücke

Bauteil:

Balken/Rechteck

Expositionsklassen:

XC=keine

XD=keine

XS=keine

GzT-Nachweis:

Mindestlängsbewehrung

Ja

Mindestquerkraftbewehrung

Nein

Bemessung der Wand als Druckglied

Nein

GzG-Nachweis:

Abgeschlossene Rissbildung

direkte Berechnung

Mindestbewehrung Einzelrissbildung:

Ja

Rechnerische Rissbreite:

0.20 mm

Grenzdurchmesser Luft, Erde:

28.00, 28.00 mm

Schnittgrößen im GzT/GzG, Einflussbereich a=1.00 [m]:

z [m]	design [kN, m]	rare [kN, m]	freq [kN, m]	perm [kN, m]	gk [kN, m]	qk Stage
82.4	M 12404.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 3
	N -889.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 10.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64.7	M -15149.02	-13147.11	-13147.11	-13147.11	-13147.11	0.00 4
	N -1683.60	-1403.00	-1403.00	-1403.00	-1403.00	0.00
	V -119.19	-113.59	-113.59	-113.59	-113.59	0.00
66.6	M -11481.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 4
	N -1615.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 4376.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Author: DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main						Job No.:	
Program: WALLS Bemessung							
Structure: Knoten Frankfurt,				ASB Nr.:		Date: 04.12.2020	
Erforderliche Längsbewehrung im GzT und GzG:							
z	as1	as2	epsS	epsC	zi	Stage	
[m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[o/oo]	[o/oo]	[m]		
-----							
82.4	168.55	44.65	7.35	-3.50	1.60	3	
64.7	44.65	232.45	4.67	-3.50	1.52	4	
66.6	44.65	146.68	7.65	-3.50	1.61	4	
Erforderliche Schubbewehrung im GzT und GzG:							
z	asw	Vsd	VRdct	VRdmax	VRd, s	rho	theta Stage
[m]	[cm2/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[°]
-----							
82.4	9.27	10.02	860.45	10209.58	645.46	0.046	45.0 3
64.7	9.27	-119.19	1004.70	9691.14	612.68	0.046	45.0 4
66.6	37.46	4376.66	909.51	9035.91	4376.66	0.187	30.9 4
Maximum der ermittelten Bewehrungsmengen:							
	z	as	gewähl t				
	[m]	[cm2/m]					
-----							
as1 (Luft):	82.4	168.55					
as2 (Erde):	64.7	232.45					
asw:	66.6	37.46					

Anlage 8: Verbau 2, Bemessung der Steifen bei +99,5

## Position: BTII+-006n

Biegetorsionstheorie BTII+ 02/2020 (FRILO R-2020-2/P12)

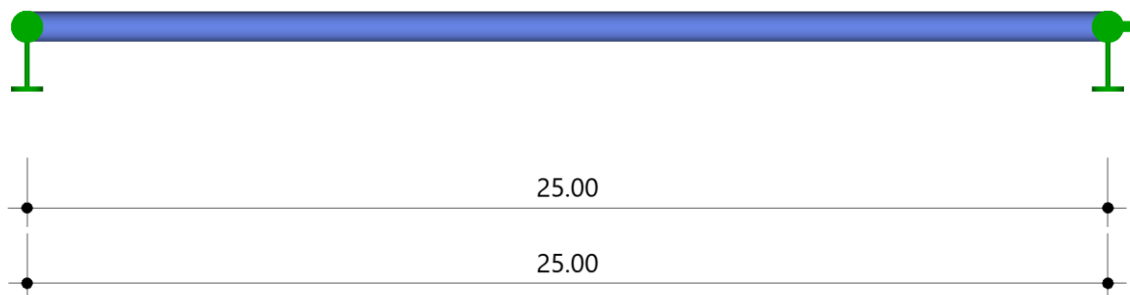
### Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Ersatzstabnachweis
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit $\delta_{lim}$	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit $\delta_{lim}$	=	2.5 cm

### System

#### Stabzug

Maßstab 1 : 175



Gesamtlänge = 25.00 m

Material S355

### Querschnitte

#### Statische Werte

Nr	Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_w$ [cm <sup>6</sup> ]	$\max_w$ [cm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
4	H700/tw50/bo0/bu0	542415.6	542415.6	1084831.2	0	0.0	1021.0

### Abmessungen

#### Querschnitt Nr. 4 - H700/tw50/bo0/bu0

Durchmesser/Wandung d = 700 mm s = 50 mm

Fertigungsprozess warm

### Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		$y_o$ [mm]	$z_o$ [mm]	$y_s$ [mm]	$z_s$ [mm]	$y_M$ [mm]	$z_M$ [mm]	$\omega$ [cm <sup>2</sup> ]
4 H700/tw50/bo0/bu0	1	0	-350	0	-350	0	-350	0.0
	2	-134	-323	-134	-323	-134	-323	0.0
	3	-247	-247	-247	-247	-247	-247	0.0
	4	-323	-134	-323	-134	-323	-134	0.0
	5	-350	0	-350	0	-350	0	0.0

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y <sub>o</sub> [mm]	z <sub>o</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	y <sub>M</sub> [mm]	z <sub>M</sub> [mm]	ω [cm <sup>2</sup> ]
	6	-323	134	-323	134	-323	134	0.0
	7	-247	247	-247	247	-247	247	0.0
	8	-134	323	-134	323	-134	323	0.0
	9	0	350	0	350	0	350	0.0
	10	134	323	134	323	134	323	0.0
	11	247	247	247	247	247	247	0.0
	12	323	134	323	134	323	134	0.0
	13	350	0	350	0	350	0	0.0
	14	323	-134	323	-134	323	-134	0.0
	15	247	-247	247	-247	247	-247	0.0
	16	134	-323	134	-323	134	-323	0.0

System: 1 Abschnitte, Gesamtlänge = 25.00 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	25.00	25.00	4	4

#### Auflager

##### Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	25.00	-1	-1	0	0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

##### Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>			Verwölbung <sup>*)</sup>
		Φ <sub>x</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>y</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>z</sub> [kNm/rad]	Ω <sub>y,z</sub> [kNm <sup>3</sup> ]
1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	25.00	-1	0.0	0.0	0.00

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

#### Belastung

##### Lastdefinitionen

Art 1 =	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l	kN/m
2 =	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l	kN/m
3 =	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment	kNm/m
4 =	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf	kN/m

##### Lastfall 1: ständige Lasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
8	x	4880.0	0.00	6250.0	25.00	0	0	Last
3	y	-570.00	0.00					

Einwirkungsgruppe 99 - ständig  
Eigengewicht wird automatisch angesetzt

### Lastfall 2: Zusatzlastfall

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	5.00				0	0	Last
Einwirkungsgruppe 1 - Kat. A: Wohngebäude								

### Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

#### Überlagerung 1: 1.35\*G + 1.5\*Q

#### Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	ständige Lasten	1.35

#### Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie I. Ordnung

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	-6597.2	104.5	769.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.25	-6597.2	101.8	795.28	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6615.7	101.8	795.28	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.50	-6615.7	99.1	820.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6634.2	99.1	820.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.75	-6634.2	96.4	844.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6652.7	96.4	844.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.00	-6652.7	93.7	868.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6671.2	93.7	868.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.25	-6671.2	90.9	891.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6689.7	90.9	891.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.50	-6689.7	88.2	914.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6708.2	88.2	914.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.75	-6708.2	85.5	935.76	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6726.7	85.5	935.76	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.00	-6726.7	82.8	956.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6745.2	82.8	956.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.25	-6745.2	80.1	977.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6763.7	80.1	977.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.50	-6763.7	77.4	996.87	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6782.2	77.4	996.87	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.75	-6782.2	74.7	1015.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6800.7	74.7	1015.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.00	-6800.7	72.0	1034.23	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6819.2	72.0	1034.23	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.25	-6819.2	69.3	1051.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6837.7	69.3	1051.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.50	-6837.7	66.6	1068.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6856.2	66.6	1068.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.75	-6856.2	63.9	1085.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6874.7	63.9	1085.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.00	-6874.7	61.2	1100.83	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6893.2	61.2	1100.83	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.25	-6893.2	58.5	1115.79	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6911.7	58.5	1115.79	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.50	-6911.7	55.8	1130.07	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6930.2	55.8	1130.07	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.75	-6930.2	53.1	1143.68	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6948.7	53.1	1143.68	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.00	-6948.7	50.4	1156.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6967.1	50.4	1156.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
5.25	-6967.1	47.7	1168.87	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-6985.6	47.7	1168.87	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.50	-6985.6	45.0	1180.45	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7004.1	45.0	1180.45	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.75	-7004.1	42.3	1191.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7022.6	42.3	1191.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.00	-7022.6	39.6	1201.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7041.1	39.6	1201.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.25	-7041.1	36.8	1211.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7059.6	36.8	1211.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.50	-7059.6	34.1	1220.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7078.1	34.1	1220.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.75	-7078.1	31.4	1228.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7096.6	31.4	1228.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.00	-7096.6	28.7	1235.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7115.1	28.7	1235.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.25	-7115.1	26.0	1242.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7133.6	26.0	1242.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.50	-7133.6	23.3	1248.73	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7152.1	23.3	1248.73	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.75	-7152.1	20.6	1254.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7170.6	20.6	1254.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.00	-7170.6	17.9	1259.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7189.1	17.9	1259.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.25	-7189.1	15.2	1263.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7207.6	15.2	1263.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.50	-7207.6	12.5	1266.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7226.1	12.5	1266.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.75	-7226.1	9.8	1269.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7244.6	9.8	1269.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.00	-7244.6	7.1	1271.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7263.1	7.1	1271.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.25	-7263.1	4.4	1272.97	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7281.6	4.4	1272.97	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.50	-7281.6	1.7	1273.73	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7300.1	1.7	1273.73	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.75	-7300.1	-1.0	1273.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7318.6	-1.0	1273.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.00	-7318.6	-3.7	1273.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7337.0	-3.7	1273.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.25	-7337.0	-6.4	1271.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7355.5	-6.4	1271.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.50	-7355.5	-9.1	1270.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7374.0	-9.1	1270.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.75	-7374.0	-11.8	1267.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7392.5	-11.8	1267.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.00	-7392.5	-14.5	1264.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7411.0	-14.5	1264.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.25	-7411.0	-17.3	1260.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7429.5	-17.3	1260.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.50	-7429.5	-20.0	1255.45	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7448.0	-20.0	1255.45	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.75	-7448.0	-22.7	1250.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7466.5	-22.7	1250.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.00	-7466.5	-25.4	1244.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7485.0	-25.4	1244.12	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.25	-7485.0	-28.1	1237.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7503.5	-28.1	1237.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
12.50	-7503.5	-30.8	1230.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7522.0	-30.8	1230.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.75	-7522.0	-33.5	1222.05	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7540.5	-33.5	1222.05	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.00	-7540.5	-36.2	1213.34	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7559.0	-36.2	1213.34	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.25	-7559.0	-38.9	1203.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7577.5	-38.9	1203.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.50	-7577.5	-41.6	1193.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7596.0	-41.6	1193.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.75	-7596.0	-44.3	1183.15	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7614.5	-44.3	1183.15	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.00	-7614.5	-47.0	1171.74	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7633.0	-47.0	1171.74	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.25	-7633.0	-49.7	1159.65	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7651.5	-49.7	1159.65	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.50	-7651.5	-52.4	1146.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7670.0	-52.4	1146.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.75	-7670.0	-55.1	1133.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7688.5	-55.1	1133.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.00	-7688.5	-57.8	1119.32	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7706.9	-57.8	1119.32	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.25	-7706.9	-60.5	1104.52	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7725.4	-60.5	1104.52	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.50	-7725.4	-63.2	1089.05	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7743.9	-63.2	1089.05	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.75	-7743.9	-65.9	1072.90	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7762.4	-65.9	1072.90	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.00	-7762.4	-68.7	1056.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7780.9	-68.7	1056.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.25	-7780.9	-71.4	1038.58	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7799.4	-71.4	1038.58	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.50	-7799.4	-74.1	1020.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7817.9	-74.1	1020.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.75	-7817.9	-76.8	1001.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7836.4	-76.8	1001.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.00	-7836.4	-79.5	982.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7854.9	-79.5	982.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.25	-7854.9	-82.2	961.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7873.4	-82.2	961.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.50	-7873.4	-84.9	940.93	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7891.9	-84.9	940.93	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.75	-7891.9	-87.6	919.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7910.4	-87.6	919.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.00	-7910.4	-90.3	897.13	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7928.9	-90.3	897.13	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.25	-7928.9	-93.0	874.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7947.4	-93.0	874.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.50	-7947.4	-95.7	850.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7965.9	-95.7	850.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.75	-7965.9	-98.4	826.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-7984.4	-98.4	826.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.00	-7984.4	-101.1	801.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8002.9	-101.1	801.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.25	-8002.9	-103.8	775.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8021.4	-103.8	775.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.50	-8021.4	-106.5	749.53	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8039.9	-106.5	749.53	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0



x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
19.75	-8039.9	-109.2	722.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8058.4	-109.2	722.56	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.00	-8058.4	-111.9	694.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8076.8	-111.9	694.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.25	-8076.8	-114.6	666.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8095.3	-114.6	666.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.50	-8095.3	-117.3	637.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8113.8	-117.3	637.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.75	-8113.8	-120.0	607.92	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8132.3	-120.0	607.92	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.00	-8132.3	-122.8	577.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8150.8	-122.8	577.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.25	-8150.8	-125.5	546.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8169.3	-125.5	546.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.50	-8169.3	-128.2	514.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8187.8	-128.2	514.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.75	-8187.8	-130.9	482.46	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8206.3	-130.9	482.46	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.00	-8206.3	-133.6	449.41	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8224.8	-133.6	449.41	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.25	-8224.8	-136.3	415.68	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8243.3	-136.3	415.68	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.50	-8243.3	-139.0	381.27	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8261.8	-139.0	381.27	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.75	-8261.8	-141.7	346.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8280.3	-141.7	346.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.00	-8280.3	-144.4	310.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8298.8	-144.4	310.43	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.25	-8298.8	-147.1	273.99	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8317.3	-147.1	273.99	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.50	-8317.3	-149.8	236.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8335.8	-149.8	236.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.75	-8335.8	-152.5	199.09	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8354.3	-152.5	199.09	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.00	-8354.3	-155.2	160.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8372.8	-155.2	160.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.25	-8372.8	-157.9	121.48	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8391.3	-157.9	121.48	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.50	-8391.3	-160.6	81.66	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8409.8	-160.6	81.66	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.75	-8409.8	-163.3	41.17	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8428.3	-163.3	41.17	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
25.00	-8428.3	-166.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

**Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie I. Ordnung  $\gamma_{M0} = 1.00$**

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vy}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
0.00	1	0.19	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.30
0.25	1	0.19	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.31
0.50	1	0.19	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.31
0.75	1	0.19	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.31
1.00	1	0.19	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.32
1.00	1	0.20	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.32
1.25	1	0.20	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.32
1.50	1	0.20	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.32
1.50	1	0.20	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.33
1.75	1	0.20	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.33

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vy}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
2.00	1	0.20	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.33
2.25	1	0.20	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.34
2.50	1	0.20	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.34
2.75	1	0.20	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.34
3.00	1	0.20	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.34
3.00	1	0.20	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.35
3.25	1	0.20	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.35
3.50	1	0.20	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.35
3.75	1	0.20	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.35
4.00	1	0.20	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.36
4.25	1	0.20	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.36
4.50	1	0.20	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.36
4.75	1	0.20	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.36
5.00	1	0.20	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.37
5.25	1	0.20	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.37
5.50	1	0.20	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.37
5.75	1	0.20	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.37
5.75	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.37
6.00	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.38
6.25	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.38
6.50	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.38
6.75	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.38
7.00	1	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.38
7.25	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.38
7.50	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.38
7.50	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
7.75	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
8.00	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
8.25	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
8.50	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
8.75	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
9.00	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
9.25	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
9.50	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
9.75	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.00	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.25	1	0.21	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.25	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.50	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.75	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
10.75	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.40
11.00	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
11.00	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.40
11.25	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
11.25	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.40
11.50	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
11.50	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.40
11.75	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
12.00	1	0.22	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39
12.25	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
12.50	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
12.75	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
13.00	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
13.25	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
13.50	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
13.75	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
14.00	1	0.22	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.39
14.25	1	0.22	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.39

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vy}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
14.50	1	0.22	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.39
14.75	1	0.22	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.38
15.00	1	0.22	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.38
15.00	1	0.23	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.38
15.25	1	0.23	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.38
15.50	1	0.23	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.38
15.75	1	0.23	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.38
16.00	1	0.23	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.38
16.25	1	0.23	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.37
16.50	1	0.23	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.37
16.75	1	0.23	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.37
17.00	1	0.23	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.37
17.25	1	0.23	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.37
17.50	1	0.23	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.36
17.75	1	0.23	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.36
18.00	1	0.23	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.36
18.25	1	0.23	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.36
18.50	1	0.23	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.35
18.75	1	0.23	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.35
19.00	1	0.23	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.35
19.25	1	0.23	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.34
19.50	1	0.23	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.34
19.50	1	0.24	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.34
19.75	1	0.24	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.34
20.00	1	0.24	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.33
20.25	1	0.24	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.33
20.50	1	0.24	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.33
20.75	1	0.24	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.32
21.00	1	0.24	0.01	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.32
21.25	1	0.24	0.01	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.32
21.50	1	0.24	0.01	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.31
21.75	1	0.24	0.01	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.31
22.00	1	0.24	0.01	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.30
22.25	1	0.24	0.01	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.30
22.50	1	0.24	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.29
22.50	1	0.24	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.30
22.75	1	0.24	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.29
23.00	1	0.24	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.29
23.25	1	0.24	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.28
23.50	1	0.24	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.28
23.75	1	0.24	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.27
24.00	1	0.24	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.27
24.25	1	0.24	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.26
24.25	1	0.25	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.26
24.50	1	0.25	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.26
24.75	1	0.25	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.25
25.00	1	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25

#### Ersatzstabnachweise

#### Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.85$$

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} &= 8428.3 \text{ kN} & N_{Rk} &= 36246.1 \text{ kN} \\
 N_{cr,y} &= 20158.8 \text{ kN} \\
 s_{ky} &= 23.62 \text{ m} \\
 \lambda_y &= 1.34 \\
 \chi_y &= 0.45 \\
 k_{yy} &= 1.43 & k_{yz} &= 0.00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed} &= 1273.81 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 123968.27 \text{ kNm} \\
 \chi_{lt} &= 1.00 \\
 M_{y,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis bei  $x = 9.75 \text{ m}$  nach Gl. (6.61) erfüllt.

#### Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.74$$

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} &= 8428.3 \text{ kN} & N_{Rk} &= 36246.1 \text{ kN} \\
 N_{cr,z} &= 20158.8 \text{ kN} \\
 s_{kz} &= 23.62 \text{ m} \\
 \lambda_z &= 1.34 \\
 \chi_z &= 0.45 \\
 k_{zy} &= 0.86 & k_{zz} &= 0.00 \\
 M_{y,Ed} &= 1273.81 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 123968.27 \text{ kNm} \\
 \chi_{lt} &= 1.00 \\
 M_{y,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 7079.90 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis bei  $x = 9.75 \text{ m}$  nach Gl. (6.62) erfüllt.

#### Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

##### Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität
1	1.35*G + 1.5*Q	0.40	0.85

Anlage 9: Verbau 2, Bemessung der Steifen bei +94,1

## Position: BTII+-007n

Biegetorsionstheorie BTII+ 02/2020 (FRILO R-2020-2/P12)

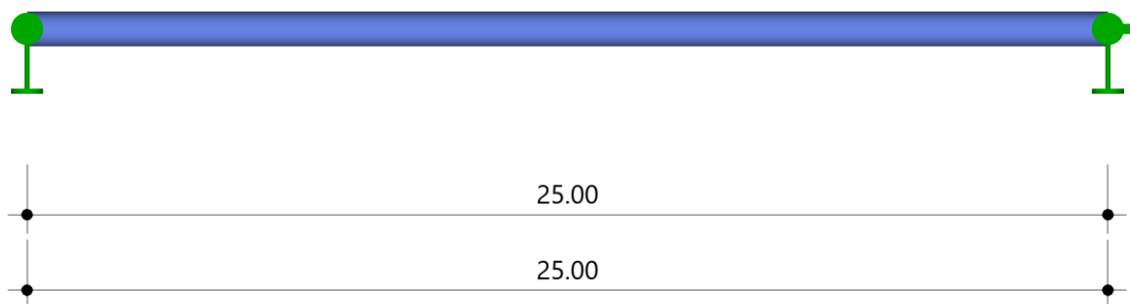
### Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Ersatzstabnachweis
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit $\delta_{lim}$	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit $\delta_{lim}$	=	2.5 cm

### System

#### Stabzug

Maßstab 1 : 175



Gesamtlänge = 25.00 m  
Material S355

### Querschnitte

#### Statische Werte

Nr	Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_w$ [cm <sup>6</sup> ]	$\max_w$ [cm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
4	H800/tw50/bo0/bu0	832031.2	832031.2	1664062.4	0	0.0	1178.1

### Abmessungen

#### Querschnitt Nr. 4 - H800/tw50/bo0/bu0

Durchmesser/Wandung d = 800 mm s = 50 mm  
Fertigungsprozess warm

### Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		$y_o$ [mm]	$z_o$ [mm]	$y_s$ [mm]	$z_s$ [mm]	$y_M$ [mm]	$z_M$ [mm]	$\omega$ [cm <sup>2</sup> ]
4 H800/tw50/bo0/bu0	1	0	-400	0	-400	0	-400	0.0
	2	-153	-370	-153	-370	-153	-370	0.0
	3	-283	-283	-283	-283	-283	-283	0.0
	4	-370	-153	-370	-153	-370	-153	0.0
	5	-400	0	-400	0	-400	0	0.0
	6	-370	153	-370	153	-370	153	0.0

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y <sub>0</sub> [mm]	z <sub>0</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	y <sub>M</sub> [mm]	z <sub>M</sub> [mm]	ω [cm <sup>2</sup> ]
	7	-283	283	-283	283	-283	283	0.0
	8	-153	370	-153	370	-153	370	0.0
	9	0	400	0	400	0	400	0.0
	10	153	370	153	370	153	370	0.0
	11	283	283	283	283	283	283	0.0
	12	370	153	370	153	370	153	0.0
	13	400	0	400	0	400	0	0.0
	14	370	-153	370	-153	370	-153	0.0
	15	283	-283	283	-283	283	-283	0.0
	16	153	-370	153	-370	153	-370	0.0

System: 1 Abschnitte, Gesamtlänge = 25.00 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	25.00	25.00	4	4

#### Auflager

##### Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	25.00	-1	-1	0	0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

##### Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>			Verwölbung <sup>*)</sup>
		Φ <sub>x</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>y</sub> [kNm/rad]	Φ <sub>z</sub> [kNm/rad]	Ω <sub>y,z</sub> [kNm <sup>3</sup> ]
1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	25.00	-1	0.0	0.0	0.00

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

#### Belastung

##### Lastdefinitionen

Art 1 =	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l	kN/m
2 =	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l	kN/m
3 =	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment	kNm/m
4 =	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf	kN/m

##### Lastfall 1: ständige Lasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
8	x	9680.0	0.00	6250.0	25.00	0	0	Last
3	y	-1300.00	0.00					

Einwirkungsgruppe 99 - ständig  
Eigengewicht wird automatisch angesetzt

##### Lastfall 2: Zusatzlastfall

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	5.00				0	0	Last

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
Einwirkungsgruppe 1 - Kat. A: Wohngebäude								

### **Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08**

**Überlagerung 1: 1.35\*G + 1.5\*Q**

**Überlagerungsfaktoren**

Nr	Lastfall	γ
1	ständige Lasten	1.35

### **Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie I. Ordnung**

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>v,Ed</sub> [kNm]	V <sub>v,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>td</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	-13044.8	85.9	1755.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.25	-13044.8	82.7	1776.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12998.5	82.7	1776.08	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.50	-12998.5	79.6	1796.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12952.2	79.6	1796.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.75	-12952.2	76.5	1815.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12905.9	76.5	1815.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.00	-12905.9	73.4	1834.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12859.6	73.4	1834.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.25	-12859.6	70.3	1852.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12813.3	70.3	1852.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.50	-12813.3	67.1	1869.75	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12767.0	67.1	1869.75	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1.75	-12767.0	64.0	1886.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12720.7	64.0	1886.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.00	-12720.7	60.9	1901.75	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12674.4	60.9	1901.75	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.25	-12674.4	57.8	1916.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12628.1	57.8	1916.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.50	-12628.1	54.6	1930.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12581.8	54.6	1930.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2.75	-12581.8	51.5	1943.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12535.5	51.5	1943.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.00	-12535.5	48.4	1956.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12489.2	48.4	1956.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.25	-12489.2	45.3	1968.11	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12442.9	45.3	1968.11	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.50	-12442.9	42.2	1979.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12396.6	42.2	1979.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.75	-12396.6	39.0	1989.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12350.3	39.0	1989.19	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.00	-12350.3	35.9	1998.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12304.0	35.9	1998.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.25	-12304.0	32.8	2007.16	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12257.7	32.8	2007.16	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.50	-12257.7	29.7	2014.97	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12211.4	29.7	2014.97	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4.75	-12211.4	26.6	2021.99	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12165.1	26.6	2021.99	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.00	-12165.1	23.4	2028.24	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12118.7	23.4	2028.24	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.25	-12118.7	20.3	2033.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12072.4	20.3	2033.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.50	-12072.4	17.2	2038.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-12026.1	17.2	2038.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5.75	-12026.1	14.1	2042.31	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0



x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
	-11979.8	14.1	2042.31	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.00	-11979.8	11.0	2045.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11933.5	11.0	2045.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.25	-11933.5	7.8	2047.79	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11887.2	7.8	2047.79	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.50	-11887.2	4.7	2049.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11840.9	4.7	2049.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
6.75	-11840.9	1.6	2050.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11794.6	1.6	2050.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.00	-11794.6	-1.5	2050.15	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11748.3	-1.5	2050.15	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.25	-11748.3	-4.7	2049.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11702.0	-4.7	2049.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.50	-11702.0	-7.8	2047.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11655.7	-7.8	2047.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.75	-11655.7	-10.9	2045.49	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11609.4	-10.9	2045.49	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.00	-11609.4	-14.0	2042.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11563.1	-14.0	2042.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.25	-11563.1	-17.1	2038.48	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11516.8	-17.1	2038.48	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.50	-11516.8	-20.3	2033.80	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11470.5	-20.3	2033.80	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
8.75	-11470.5	-23.4	2028.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11424.2	-23.4	2028.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.00	-11424.2	-26.5	2022.11	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11377.9	-26.5	2022.11	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.25	-11377.9	-29.6	2015.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11331.6	-29.6	2015.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.50	-11331.6	-32.7	2007.30	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11285.3	-32.7	2007.30	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
9.75	-11285.3	-35.9	1998.72	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11239.0	-35.9	1998.72	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.00	-11239.0	-39.0	1989.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11192.6	-39.0	1989.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.25	-11192.6	-42.1	1979.23	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11146.3	-42.1	1979.23	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.50	-11146.3	-45.2	1968.31	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11100.0	-45.2	1968.31	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10.75	-11100.0	-48.4	1956.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11053.7	-48.4	1956.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.00	-11053.7	-51.5	1944.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-11007.4	-51.5	1944.14	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.25	-11007.4	-54.6	1930.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10961.1	-54.6	1930.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.50	-10961.1	-57.7	1916.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10914.8	-57.7	1916.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11.75	-10914.8	-60.8	1902.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10868.5	-60.8	1902.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.00	-10868.5	-64.0	1886.42	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10822.2	-64.0	1886.42	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.25	-10822.2	-67.1	1870.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10775.9	-67.1	1870.04	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.50	-10775.9	-70.2	1852.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10729.6	-70.2	1852.88	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12.75	-10729.6	-73.3	1834.94	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10683.3	-73.3	1834.94	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.00	-10683.3	-76.4	1816.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10637.0	-76.4	1816.22	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
13.25	-10637.0	-79.6	1796.72	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10590.7	-79.6	1796.72	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.50	-10590.7	-82.7	1776.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10544.4	-82.7	1776.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13.75	-10544.4	-85.8	1755.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10498.1	-85.8	1755.38	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.00	-10498.1	-88.9	1733.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10451.8	-88.9	1733.54	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.25	-10451.8	-92.0	1710.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10405.5	-92.0	1710.91	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.50	-10405.5	-95.2	1687.51	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10359.2	-95.2	1687.51	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14.75	-10359.2	-98.3	1663.33	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10312.9	-98.3	1663.33	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.00	-10312.9	-101.4	1638.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10266.5	-101.4	1638.37	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.25	-10266.5	-104.5	1612.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10220.2	-104.5	1612.62	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.50	-10220.2	-107.7	1586.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10173.9	-107.7	1586.10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15.75	-10173.9	-110.8	1558.80	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10127.6	-110.8	1558.80	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.00	-10127.6	-113.9	1530.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10081.3	-113.9	1530.71	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.25	-10081.3	-117.0	1501.85	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-10035.0	-117.0	1501.85	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.50	-10035.0	-120.1	1472.20	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9988.7	-120.1	1472.20	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16.75	-9988.7	-123.3	1441.78	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9942.4	-123.3	1441.78	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.00	-9942.4	-126.4	1410.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9896.1	-126.4	1410.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.25	-9896.1	-129.5	1378.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9849.8	-129.5	1378.59	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.50	-9849.8	-132.6	1345.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9803.5	-132.6	1345.82	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17.75	-9803.5	-135.7	1312.27	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9757.2	-135.7	1312.27	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.00	-9757.2	-138.9	1277.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9710.9	-138.9	1277.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.25	-9710.9	-142.0	1242.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9664.6	-142.0	1242.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.50	-9664.6	-145.1	1206.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9618.3	-145.1	1206.95	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18.75	-9618.3	-148.2	1170.29	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9572.0	-148.2	1170.29	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.00	-9572.0	-151.4	1132.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9525.7	-151.4	1132.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.25	-9525.7	-154.5	1094.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9479.4	-154.5	1094.61	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.50	-9479.4	-157.6	1055.60	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9433.1	-157.6	1055.60	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19.75	-9433.1	-160.7	1015.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9386.8	-160.7	1015.81	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.00	-9386.8	-163.8	975.24	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9340.4	-163.8	975.24	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.25	-9340.4	-167.0	933.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9294.1	-167.0	933.89	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.50	-9294.1	-170.1	891.77	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tp</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
	-9247.8	-170.1	891.77	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20.75	-9247.8	-173.2	848.86	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9201.5	-173.2	848.86	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.00	-9201.5	-176.3	805.17	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9155.2	-176.3	805.17	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.25	-9155.2	-179.4	760.69	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9108.9	-179.4	760.69	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.50	-9108.9	-182.6	715.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9062.6	-182.6	715.44	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
21.75	-9062.6	-185.7	669.41	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-9016.3	-185.7	669.41	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.00	-9016.3	-188.8	622.60	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8970.0	-188.8	622.60	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.25	-8970.0	-191.9	575.01	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8923.7	-191.9	575.01	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.50	-8923.7	-195.0	526.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8877.4	-195.0	526.64	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
22.75	-8877.4	-198.2	477.49	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8831.1	-198.2	477.49	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.00	-8831.1	-201.3	427.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8784.8	-201.3	427.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.25	-8784.8	-204.4	376.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8738.5	-204.4	376.84	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.50	-8738.5	-207.5	325.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8692.2	-207.5	325.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
23.75	-8692.2	-210.7	273.07	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8645.9	-210.7	273.07	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.00	-8645.9	-213.8	220.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8599.6	-213.8	220.02	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.25	-8599.6	-216.9	166.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8553.3	-216.9	166.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.50	-8553.3	-220.0	111.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8507.0	-220.0	111.57	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
24.75	-8507.0	-223.1	56.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-8460.7	-223.1	56.18	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
25.00	-8460.7	-226.3	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

**Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie I. Ordnung  $\gamma_{M0} = 1.00$**

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vv}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
0.00	1	0.33	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.52
0.25	1	0.33	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.52
0.50	1	0.33	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.52
0.75	1	0.33	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.52
1.00	1	0.33	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.52
1.25	1	0.33	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
1.25	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
1.50	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
1.75	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
2.00	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
2.25	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
2.50	1	0.32	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.52
2.75	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53
2.75	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
3.00	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53
3.00	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
3.25	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53
3.25	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
3.50	1	0.32	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vy}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
3.50	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
3.75	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53
3.75	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
4.00	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.53
4.00	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
4.25	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
4.50	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
4.75	1	0.31	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52
5.00	1	0.31	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
5.25	1	0.31	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
5.50	1	0.31	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
5.50	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
5.75	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
6.00	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
6.25	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
6.50	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
6.75	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
7.00	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
7.25	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.52
7.25	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
7.50	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
7.75	1	0.30	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
7.75	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
8.00	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
8.25	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
8.50	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
8.75	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.51
8.75	1	0.29	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.50
9.00	1	0.29	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
9.25	1	0.29	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
9.50	1	0.29	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
9.75	1	0.29	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
9.75	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
10.00	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.50
10.00	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.49
10.25	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.49
10.50	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.49
10.75	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.49
11.00	1	0.28	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.49
11.25	1	0.28	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.48
11.50	1	0.28	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.48
11.75	1	0.28	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.48
12.00	1	0.28	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.48
12.00	1	0.27	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.47
12.25	1	0.27	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.47
12.50	1	0.27	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.47
12.75	1	0.27	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.47
13.00	1	0.27	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.46
13.25	1	0.27	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.46
13.50	1	0.27	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.46
13.75	1	0.27	0.01	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.45
14.00	1	0.27	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.45
14.00	1	0.26	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.45
14.25	1	0.26	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.45
14.50	1	0.26	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.44
14.75	1	0.26	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.44
15.00	1	0.26	0.01	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.44
15.00	1	0.26	0.01	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.43
15.25	1	0.26	0.01	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.43

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{My}$	$\eta_{Vy}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MyMz}$	$\eta_{Mx}$	$\eta_{Mw}$	$\eta$
15.50	1	0.26	0.01	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.43
15.75	1	0.26	0.01	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.42
16.00	1	0.26	0.01	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.42
16.25	1	0.26	0.01	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.41
16.25	1	0.25	0.01	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.41
16.50	1	0.25	0.01	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.41
16.75	1	0.25	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.41
16.75	1	0.25	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.40
17.00	1	0.25	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.40
17.25	1	0.25	0.01	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.40
17.50	1	0.25	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.39
17.75	1	0.25	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.39
18.00	1	0.25	0.01	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.38
18.25	1	0.25	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.38
18.25	1	0.24	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.38
18.50	1	0.24	0.01	0.13	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.37
18.75	1	0.24	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.37
19.00	1	0.24	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.36
19.25	1	0.24	0.01	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.36
19.50	1	0.24	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.35
19.75	1	0.24	0.01	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.35
20.00	1	0.24	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.34
20.25	1	0.24	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.34
20.25	1	0.24	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.33
20.50	1	0.24	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.33
20.50	1	0.23	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.33
20.75	1	0.23	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.32
21.00	1	0.23	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.32
21.25	1	0.23	0.01	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.31
21.50	1	0.23	0.01	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.31
21.75	1	0.23	0.01	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.30
22.00	1	0.23	0.01	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.29
22.25	1	0.23	0.01	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.29
22.50	1	0.23	0.01	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.28
22.50	1	0.22	0.01	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.28
22.75	1	0.22	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.28
22.75	1	0.22	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.27
23.00	1	0.22	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.27
23.25	1	0.22	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.26
23.50	1	0.22	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.26
23.50	1	0.22	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.25
23.75	1	0.22	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.25
24.00	1	0.22	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.24
24.25	1	0.22	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.24
24.25	1	0.22	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23
24.50	1	0.22	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.23
24.75	1	0.22	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.22
24.75	1	0.21	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.22
25.00	1	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21

#### Ersatzstabnachweise

#### Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.94$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 13044.8 \text{ kN} & N_{Rk} &= 41822.5 \text{ kN} \\ N_{cr,y} &= 33368.7 \text{ kN} \\ s_{ky} &= 22.73 \text{ m} \\ \lambda_y &= 1.12 \\ \chi_y &= 0.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_{yy} &= 1.47 & k_{yz} &= 0.00 \\
 M_{y,Ed} &= 2050.15 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 219029.68 \text{ kNm} \\
 \chi_{lt} &= 1.00 \\
 M_{y,Rk} &= 9421.29 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 9421.29 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis bei  $x = 7.00 \text{ m}$  nach Gl. (6.61) erfüllt.

#### Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.80$$

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} &= 13044.8 \text{ kN} & N_{Rk} &= 41822.5 \text{ kN} \\
 N_{cr,z} &= 33368.7 \text{ kN} \\
 S_{kz} &= 22.73 \text{ m} \\
 \lambda_z &= 1.12 \\
 \chi_z &= 0.58 \\
 k_{zy} &= 0.88 & k_{zz} &= 0.00 \\
 M_{y,Ed} &= 2050.15 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 219029.68 \text{ kNm} \\
 \chi_{lt} &= 1.00 \\
 M_{y,Rk} &= 9421.29 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 9421.29 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis bei  $x = 7.00 \text{ m}$  nach Gl. (6.62) erfüllt.

#### Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

##### Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität
1	1.35*G + 1.5*Q	0.53	0.94