

# **Bwk. A(005) Tunnel Schlachthofgelände**

**Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00**

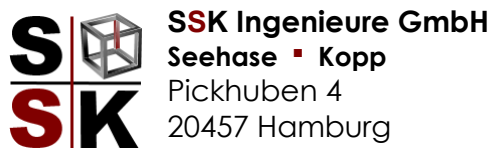
## **Statische Schadensbewertung**

**Stand 13.05.2026**

**Auftraggeber:**



**Verfasser:**



**Bearbeiter:** Cassiele Birck, Dipl.-Ing.

**Auftragsnummer:** 23-03-13

**Datum:** 21.10.2024

**Seiten:** 1-37

**Unterschriftenseite:** 37

**Anhänge:** siehe Inhaltsverzeichnis



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

2

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1	Veranlassung	3
1.2	Beschreibung des Gesamtbauwerkes	3
1.2.1	Übersicht	3
1.2.2	Bauwerksbeschreibung	4
1.3	Technische Vorschriften, Bestandsunterlagen, Software	6
1.3.1	Technische Vorschriften	6
1.3.2	Verwendete Unterlagen	6
1.3.3	Software	7
<b>2.</b>	<b>Vorgehensweise und Nachweisverfahren</b>	<b>8</b>
2.1	Allgemeines	8
2.2	Lokalisierung kritischer Abrostungen	9
<b>3.</b>	<b>Ermittlung von Mindestquerschnitt (Restquerschnitte)</b>	<b>10</b>
3.1	Querträger	10
3.2	Jochträger	18
3.3	Stütze	24
3.4	Wandpfosten	27
3.5	Horizontale Schubverbände an der Kappendecke	31
3.6	Kappendecken	33
<b>4.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>37</b>

### Anhang:

- [1] Pläne 1A(005)232 mit Korrosionsangaben
- [2] Vorlage\_Auswertung

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

## 1. Allgemeines

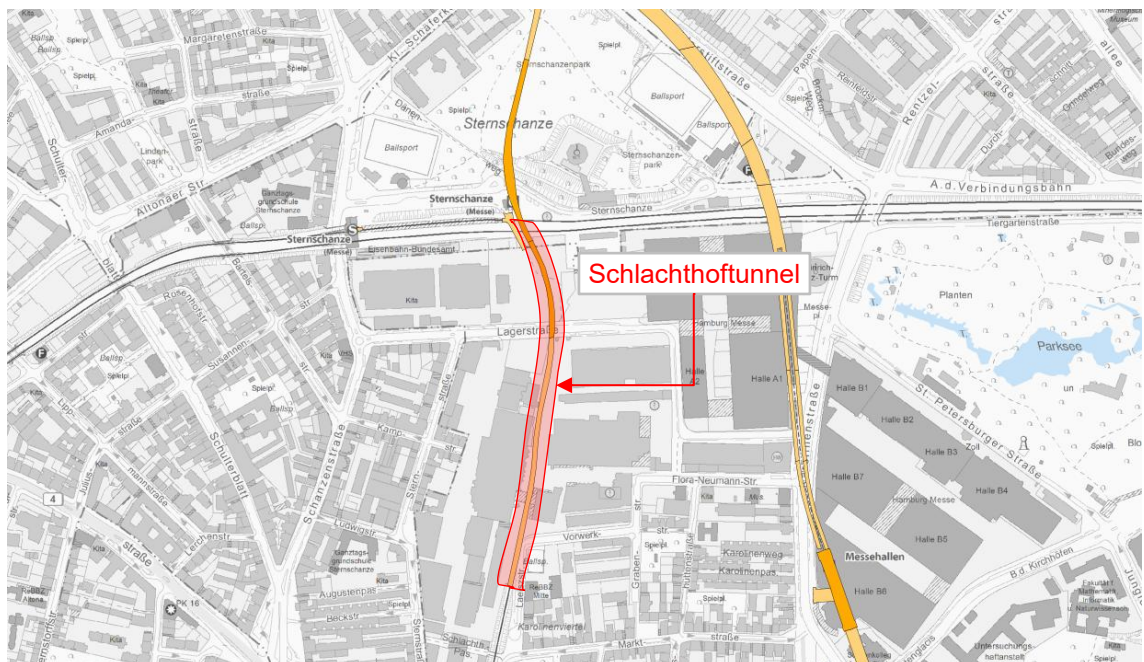
### 1.1 Veranlassung

Der Tunnel wurde im Jahre 1909 gebaut und 1997 nachgerechnet. Im Rahmen der turnusmäßigen Bauwerksprüfungen wurden im Tunnel z.T. erhebliche Abrostungen an den tragenden Stahlbauteilen sowie Querschnittsminderungen an der Kappendecke festgestellt. Eine umfassende Instandsetzung/ Teilerneuerung ist im Jahre 2029 geplant. Bis zur Instandsetzung muss die Stand- und Betriebssicherheit des Tunnelbauwerkes sichergestellt werden. Mit der vorliegenden statischen Schadensbewertung soll die Standsicherheit für einen Betrachtungszeitraum von ca. 6 Jahren bewertet und ggf. entsprechende Ertüchtigungsmaßnahmen geplant werden.

### 1.2 Beschreibung des Gesamtbauwerkes

#### 1.2.1 Übersicht

Der Tunnel befindet sich zwischen den DB-Gleisen (Bahnhof Sternschanze) und der Laeiszstraße. Er liegt unter dem Gelände des Schlachthofes, der Lagerstraße, der Kampstraße und der Laeiszstraße.



Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

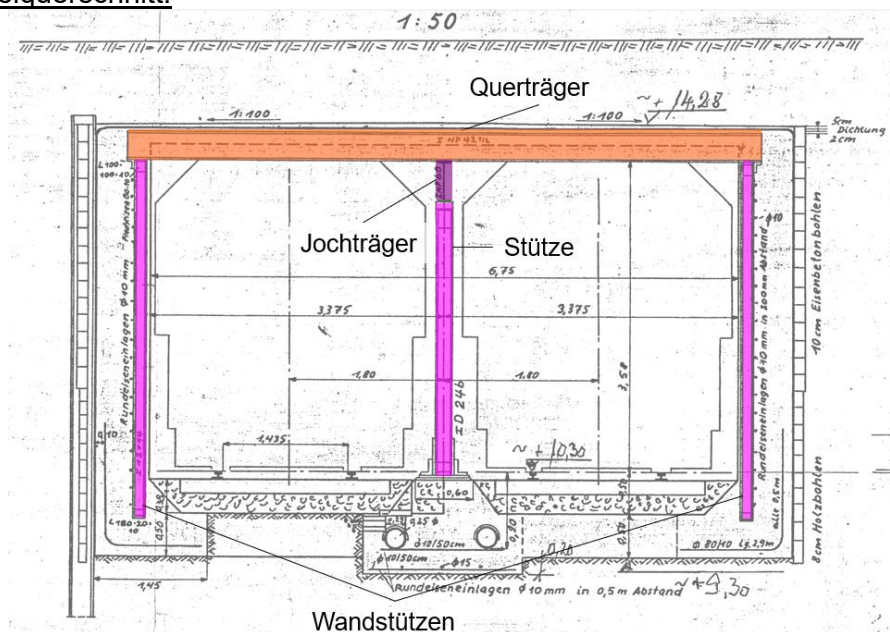
## 1.2.2 Bauwerksbeschreibung

Der betrachtete Tunnelabschnitt zwischen den Gleis-Km 0,5+64,44 und 1,0+60,49 ist ca. 496 m lang. Der zweizellige Tunnelquerschnitt vom Typ 1B, hat eine lichte Höhe von ca. 3,6 m und eine lichte Breite von ca. 6,75 m. Die Erdüberdeckung oberhalb der Tunneldecke variiert zwischen 0,6 m und 2,2 m. In der Tunneldecke sind im Abstand von ca. 1,5 m stählerne Querträger angeordnet. Zwischen den Querträgern spannen Kappendecken aus Stampfbeton. In den Tunnelwänden sind in den Querträgerachsen Stahlstützen angeordnet, die in Verbindung mit der 60 cm dicke Betonwänden als Zugbänder wirken.

Als Mittelauflager dienen ca. 4,3 m lange Jochträger auf den insgesamt 5 Kappenfelder auflagen. Die Einzeljoche stehen auf jeweils 2 flach gegründeten Stahlstützen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Ausschnitte der Bestandspläne.

### Regelquerschnitt:



Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



(Archiv)



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

6

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

### 1.3 Technische Vorschriften, Bestandsunterlagen, Software

#### 1.3.1 Technische Vorschriften

-	DIN 1045 Januar 1972	Beton- und Stahlbetonbau - Bemessung und Ausführung
-	DIN 4114-1 Juli 1952	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
-	DIN 18800-1 März 1981	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
-	3R(-)651/0002 Oktober 2013	Berechnungsvorschriften der Hamburger Hochbahn AG Teil 1.2 - Tunnel

#### 1.3.2 Verwendete Unterlagen

##### Bestandsunterlagen:

- [1] Statische Nachrechnung Tunnelbauwerk Sternschanze-Laeiszstraße. Ing. Büro Windels . Timm . Morgen. Hamburg, 1997.  
Archiv-Nr.: 1A(005)235/0012
- [2] 1. Nachtrag zur statische Nachrechnung Tunnelbauwerk Sternschanze-Laeiszstraße 1A(005)235/0012. Ing. Büro Windels . Timm . Morgen. Hamburg, 1998.  
Archiv-Nr.: 1A(005)235/0013
- [3] 2. Nachtrag zur statische Nachrechnung Tunnelbauwerk Sternschanze-Laeiszstraße 1A(005)235/0012. Ing. Büro Windels . Timm . Morgen. Hamburg, 1997.  
Archiv-Nr.: 1A(005)235/0014
- [4] Revisionszeichnung Tunnelkonstruktion – Grundriß und Schnitte von  
km 0,5 + 64,44 bis km 0,6 + 70,09 – 1960.  
Archiv-Nr.: 1A(005)232/0017
- [5] Revisionszeichnung Tunnelkonstruktion – Grundriß und Schnitte von  
km 0,6 + 70,09 bis km 0,7 + 75,09 – 1960.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

7

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

Archiv-Nr.: 1A(005)232/0018

- [6] Revisionszeichnung Tunnelkonstruktion – Grundriß und Schnitte von  
km 0,7 + 75,09 bis km 0,8 + 65,09 – 1960.

Archiv-Nr.: 1A(005)232/0019

- [7] Revisionszeichnung Tunnelkonstruktion – Grundriß und Schnitte von  
km 0,8 + 65,09 bis km 0,9 + 55,61 – 1960.

Archiv-Nr.: 1A(005)232/0020

- [8] Revisionszeichnung Tunnelkonstruktion – Grundriß und Schnitte von  
km 0,9 + 55,61 bis km 1,0 + 60,49 – 1960.

Archiv-Nr.: 1A(005)232/0021

Sonstiges:

- [9] Hauptprüfung Tunnel Schlachthofgelände – Hochbahn – 04.04.2023.

- [10] Prüfbericht – Probenentnahme und Laboruntersuchungen zur Bewertung der Betonqualität bei einer Stampfbetonkappendecke – EB Ingenieur GmbH -  
20.12.2021

**1.3.3 Software**

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt mit Dlubal RSTAB, Version 8.31.01.

Die Berechnung der Querschnittswerte erfolgt mit DUENQ, Version 8.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

8

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

## 2. Vorgehensweise und Nachweisverfahren

### 2.1 Allgemeines

Da eine Begutachtung der Schäden nur sehr eingeschränkt in den nächtlichen Betriebspausen erfolgen kann, werden im Vorwege die kritischen Bauteile lokalisiert und die rechnerischen Mindestquerschnitte ermittelt.

Mit dieser Vorgehensweise kann die Standsicherheit für die meisten Bauteile bereits vor Ort bewertet werden.

Grundlage für die Ermittlung der rechnerischen Mindestquerschnitte ist die geprüfte statische Nachrechnung aus dem Jahre 1996.

Die Schnittgrößenermittlung für die betrachteten Bauteile erfolgt in Analogie zur Nachrechnung an einem 2D-Stabwerkssystem.

Die Ermittlung der stählernen Mindestquerschnitte (nach Abrostung) erfolgt mit einem EXCEL-Tool. Dabei werden für zunächst für alle Blechen des betrachteten Querschnitts eine "Mindestabrostung" definiert.

Im nächsten Schritt wird für einen exponierten Teilquerschnitt (Blech, z. B. Untergurt) mit dem potenziell größten Korrosionsangriff die Blechdicke iterativ so weit reduziert, bis die Auslastung maximal 100% beträgt.

Zusätzlich wird eine konstruktive Mindestblechdicke definiert, die durch den Korrosionsangriff nicht unterschritten werden darf.

Die so ermittelten Mindestquerschnitte werden achs- und bauteilbezogen in Auswertungformulare übertragen.

Bei der Prüfung vor Ort werden die gemessenen Restwanddicken für die Stahlbauteile in den Auswertungformularen erfasst und mit den rechnerischen Mindestblechdicken verglichen. Sofern bei der Prüfung am Bauteil ausreichende Restwanddicken detektiert werden können, ist die Standsicherheit weiterhin gewährleistet. Sofern größere Abrostungen am Querschnitt festgestellt werden, wird eine zusätzliche statische Bewertung erforderlich.

Darüber hinaus wurden an den Kappendecke aus Stampfbeton waschbetonähnliche Oberflächen verbunden mit Querschnittsreduktionen festgestellt. Im Rahmen dieser statischen Untersuchungen wird die Standsicherheit der reduzierten Kappenquerschnitte auf

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)





Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

9

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

Grundlage der Altstatik nachgewiesen. Die rechnerisch angenommene Kappendicke ist vor Ort zu überprüfen.

## 2.2 Lokalisierung kritischer Abrostungen

Für die rechnerische Überprüfung müssen zunächst die Stahlbauteile mit Korrosionsschäden lokalisiert werden. Diese werden auf Grundlage des Bauwerksprüfberichtes und Fotos ermittelt. Die Bauteile, die eine Nachrechnung erfordern, werden in den Bauwerksübersichtsplänen (s. Anlage 2) hervorgehoben. Es ist zu erkennen, dass die korrodierten Bauteile über den gesamten Tunnel und insbesondere von km 0,6+70,09 bis km 1,0+60,49 (zwischen Lagerstraße und Laeiszstraße) zu finden sind. Insgesamt handelt es sich um etwa 105 Querträger, 12 Jochträger und 251 korrodierte Wandstützen.

In Abstimmung mit der Hochbahn werden die statischen Untersuchungen zunächst auf den Tunnelabschnitt zwischen dem Gl-Km 0,6+70,09 und Gl-Km 0,7+00,00 beschränkt. Der Tunnelabschnitt befindet sich unterhalb der Lagerstraße im Zufahrtsbereich zum Schlachthof.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### 3. Ermittlung von Mindestquerschnitt (Restquerschnitte)

#### 3.1 Querträger

Nachfolgend werden die Querträger unter der Lagerstraße, wie in Abbildung 1 dargestellt, nachgewiesen.

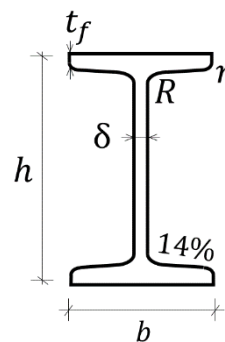


Abbildung 1 - Tunnel Draufsicht im Bereich Lagerstraße

Diese Berechnung gilt auch für QT 77 - QT79, die den gleichen Querschnitt haben.

#### Profil Nr. 42,5

$h = 425 \text{ mm}$   
 $b = 163 \text{ mm}$   
 $t_f = 17,3 \text{ mm}$   
 $\delta = 15,3 \text{ mm}$   
 $R = 15,3 \text{ mm}$   
 $r = 9,18 \text{ mm}$



#### Querschnittswerte:

Querschnittsfläche	$A$	=	132,00 $\text{cm}^2$
Schubfläche	$A_{Vz}$	=	59,97 $\text{cm}^2$
Abstand zwischen Zug- und Druckmittelpunkt	$S_y$	=	36,25 $\text{cm}$
Für $I_y$			

Bauteil:

Block:

Vorgang:

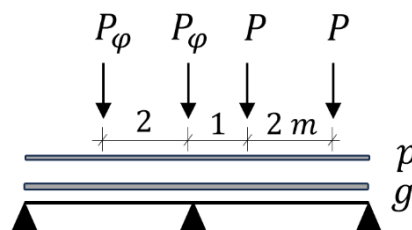
Seite:

(Archiv)

Flächenträgheitsmoment	$I_y$	=	36.970,00 cm <sup>4</sup>
Widerstandsmoment	$W_{y,u} = W_{y,o}$	=	1.740,00 cm <sup>3</sup>
Für $I_z$			
Flächenträgheitsmoment	$I_z$	=	1.440,00 cm <sup>4</sup>
Widerstandsmoment	$W_{y,l} = W_{y,r}$	=	176,00 cm <sup>3</sup>

## Lasten

Es werden die gleichen Lasten wie in [1] angewendet.



### Ständige Lasten (LF1)

Linienlast über den gesamten Träger

$$g = 1,05 \cdot a_q \cdot \left( h_{\ddot{u}} \cdot \gamma_{Boden} + 0,06 + h_{profil} \cdot \frac{5}{6} \cdot \gamma_{Beton} \right)$$

$$= 1,05 \cdot 1,5 \cdot \left( 0,68 \cdot 20 + 0,06 + 0,425 \cdot \frac{5}{6} \cdot 23 \right) = \underline{34,345 \text{ kN/m}}$$

Abstand der Querträgerachsen  $a_q = 1,50 \text{ m}$

Überdeckung des Bodens  $h_{\ddot{u}} = 0,68 \text{ m}$

Bodengewicht  $\gamma_{Boden} \leq 20 \text{ kN/m}^3$

Betonwichte  $\gamma_{Beton} = 23 \text{ kN/m}^3$

Höhe des Querträgerprofils  $h_{profil} = 0,425 \text{ m}$

### Verkehrslasten – Brückenklasse 30/30

Linienlast über den gesamten Träger (LF2)

$$p = a_q \cdot p_2 = 1,5 \cdot 3 = \underline{4,50 \text{ kN/m}}$$

Abstand der Querträgerachsen  $a_q = 1,50 \text{ m}$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

Restflächen

$$p_2 = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Einzellasten (LF3 – LF126)

Es werden vier Punktlasten betrachtet, die 2 Fahrzeuge in Längsrichtung des Tunnels simulieren, da dies der ungünstigste Fall ist. Diese werden mit Hilfe des RSBEWEG-Moduls von RSTAB aufgebracht, wobei alle 10 cm ein Lastfall hinzugefügt wird, was insgesamt 124 Lastfälle ergibt.

$$P = (300 - 18 \cdot 3)/6 = \underline{41,00 \text{ kN}}$$

$$\text{Gesamtlast} = 300 \text{ kN}$$

$$\text{Verkehrsfläche} = 6 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 18,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Restflächen} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P_\varphi = (300 \cdot \varphi - 18 \cdot 3)/6 = (300 \cdot 1,30 - 18 \cdot 3)/6 = \underline{56,12 \text{ kN}}$$

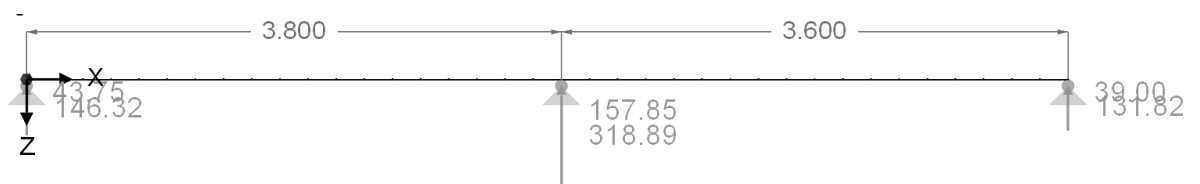
$$\varphi = 1,4 - 0,008 \cdot l_\varphi - 0,1 \cdot h_{\ddot{u}} = 1,4 - 0,008 \cdot 3,7 - 0,1 \cdot 0,68 = 1,30$$

$$\text{Überdeckung des Bodens} \quad h_{\ddot{u}} = 0,68 \text{ m}$$

$$\text{Arithmetisches Mittel die Stützweiten} \quad l_\varphi = 3,70 \text{ m}$$

### Schnittgrößen

Aus der Kombination der dargestellten charakteristischen Lasten werden programmseitig die Schnittgrößen und Auflagerreaktionen ermittelt. Diese Berechnung wird für alle Knoten der Struktur durchgeführt, die ca. 20 cm voneinander entfernt sind.



Bauteil:

Block:

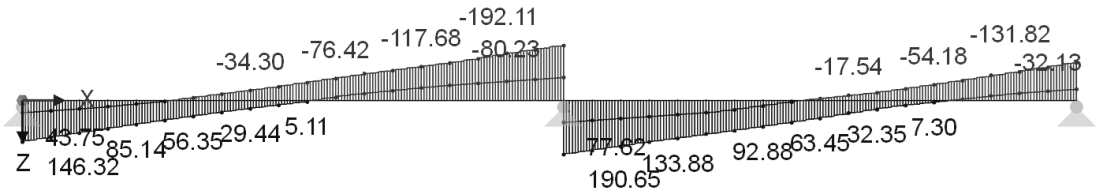
Vorgang:

Seite:

(Archiv)

EK1 : charakteristische Lasten  
Schnittgrößen V-z  
Lagerreaktionen[kN]  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

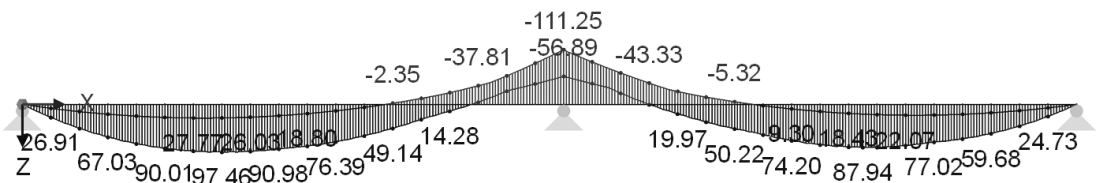
Entgegen der Y-Richtung



Max V-z: 190.65, Min V-z: -192.11 [kN]

EK1 : charakteristische Lasten  
Schnittgrößen M-y  
Lagerreaktionen[kN]  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 97.46, Min M-y: -111.25 [kNm]

## Spannungsnachweise

Die Nachweise erfolgen entsprechend der Nachrechnung [1]**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Daher werden die Spannungen nach DIN 18 800:1981 Teil 1 Abschnitt 6.1 berechnet:

Biegespannung:  $\max \sigma = \max M_y / W_y \leq \text{zul } \sigma$

Schubspannung:  $\max \tau = \max V_z / s_y \cdot \delta \leq \text{zul } \tau$

$\leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau$ , wenn  $\tau_m = V_z / A_{V_z} \leq \text{zul } \tau$

Vergleichsspannung:  $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_m^2}$

$\sigma_1 = (M_y / W_y) \cdot h_1 / h$

$\tau_m = V_z / A_{V_z}$

Die Spannungsnachweise werden für jeden Knoten im Rahmen der Tabellenkalukation mit dem im Stabwerksprogramm ermittelten Schnittgrößen geführt. Die Kombination mit der höchsten Auslastung wird dann in einer Tabelle zusammengestellt (Abbildung 2). In

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)





diesem Fall liegt der höchste Auslastungsgrad des Querträgers mit 44 % an der Mittelstütze.

$$\max \sigma = \frac{M_y}{W_y} = \frac{107,05 \cdot 10^2 \text{ kNcm}}{1740,00 \text{ cm}^3} = 6,15 \text{ kN/cm}^2 \leq \text{zul } \sigma = 16,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\max \tau = \frac{V_z}{s_y \cdot \delta} = \frac{192,11 \text{ kN}}{36,25 \cdot 1,53} = 3,46 \text{ kN/cm}^2 \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau = 10,12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_m^2} = \sqrt{5,04^2 + 3 \cdot 3,31^2} = 7,72 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_{Ed} \cdot \frac{h_1}{h} = 6,15 \cdot \frac{42,5 - 2 \cdot 2,3 - 2 \cdot 1,53}{42,5} = 6,15 \cdot 0,82 = 5,04 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_m = \frac{V_z}{A_{V_z}} = \frac{192,11 \text{ kN}}{57,99 \text{ cm}^2} = 3,31 \text{ kN/cm}^2 \leq \text{zul } \tau = 9,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = \frac{7,72}{1,1 \cdot 16} = \frac{7,72}{17,6} = 0,44 \quad \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

Knot Nr.	Lage [m]	Schnittgrößen						Spannungsnachweis		
		$N$ [kN]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$M_T$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma_{Ed}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Ed}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\eta$
1	0,000	0,00	0,00	146,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	0,25
4	0,200	0,00	0,00	130,68	0,00	26,91	0,00	1,55	2,25	0,23
5	0,400	0,00	0,00	115,26	0,00	49,21	0,00	2,83	1,99	0,24
6	0,600	0,00	0,00	100,07	0,00	67,03	0,00	3,85	1,73	0,25
7	0,800	0,00	0,00	85,14	0,00	80,55	0,00	4,63	1,47	0,26
8	1,000	0,00	0,00	70,59	0,00	90,01	0,00	5,17	1,22	0,27
9	1,200	0,00	0,00	56,35	0,00	95,58	0,00	5,49	0,97	0,28
10	1,400	0,00	0,00	42,42	0,00	97,46	0,00	5,60	0,73	0,28
11	1,600	0,00	0,00	28,83	0,00	95,85	0,00	5,51	0,50	0,27
12	1,800	0,00	0,00	-47,28	0,00	86,81	0,00	4,99	0,82	0,25
13	2,000	0,00	0,00	-62,02	0,00	82,06	0,00	4,72	1,07	0,25
14	2,200	0,00	0,00	-76,42	0,00	73,71	0,00	4,24	1,32	0,24
15	2,400	0,00	0,00	-93,54	0,00	64,34	0,00	3,70	1,61	0,24
16	2,600	0,00	0,00	-104,26	0,00	46,89	0,00	2,69	1,80	0,22
17	2,800	0,00	0,00	-117,68	0,00	28,86	0,00	1,66	2,03	0,21
18	3,000	0,00	0,00	-130,75	0,00	8,07	0,00	0,46	2,25	0,22
19	3,200	0,00	0,00	-145,30	0,00	-15,52	0,00	0,89	2,51	0,25
20	3,400	0,00	0,00	-165,29	0,00	-40,92	0,00	2,35	2,85	0,30
21	3,600	0,00	0,00	-176,93	0,00	-73,36	0,00	4,22	3,05	0,36
2	3,800	0,00	0,00	-192,11	0,00	-107,05	0,00	6,15	3,31	0,44
22	4,000	0,00	0,00	176,48	0,00	-69,89	0,00	4,02	3,04	0,36
23	4,200	0,00	0,00	161,81	0,00	-40,93	0,00	2,35	2,79	0,30
24	4,400	0,00	0,00	146,67	0,00	-14,84	0,00	0,85	2,53	0,25
25	4,600	0,00	0,00	133,88	0,00	8,35	0,00	0,48	2,31	0,23
26	4,800	0,00	0,00	117,75	0,00	26,96	0,00	1,55	2,03	0,21
27	5,000	0,00	0,00	106,97	0,00	47,23	0,00	2,71	1,84	0,22
28	5,200	0,00	0,00	92,88	0,00	62,34	0,00	3,58	1,60	0,23
29	5,400	0,00	0,00	78,37	0,00	74,20	0,00	4,26	1,35	0,24
30	5,600	0,00	0,00	63,45	0,00	82,53	0,00	4,74	1,09	0,25
31	5,800	0,00	0,00	44,18	0,00	83,72	0,00	4,81	0,76	0,24
32	6,000	0,00	0,00	32,35	0,00	87,74	0,00	5,04	0,56	0,25
33	6,200	0,00	0,00	16,22	0,00	84,05	0,00	4,83	0,28	0,23
34	6,400	0,00	0,00	-54,18	0,00	73,60	0,00	4,23	0,93	0,22
35	6,600	0,00	0,00	-68,89	0,00	67,54	0,00	3,88	1,19	0,22
36	6,800	0,00	0,00	-87,82	0,00	59,68	0,00	3,43	1,51	0,22
37	7,000	0,00	0,00	-99,56	0,00	42,93	0,00	2,47	1,72	0,21
38	7,200	0,00	0,00	-115,52	0,00	23,88	0,00	1,37	1,99	0,21
3	7,400	0,00	0,00	-131,82	0,00	0,00	0,00	0,00	2,27	0,22

Abbildung 2 - Spannungsnachweis QT76 ohne Abrostung

Im weiteren Verlauf wird für den Obergurt und den Steg eine wahrscheinliche Abrostung von 1 mm in Ansatz gebracht. Die Restdicke des Untergurtes wird iterativ soweit reduziert, dass die Spannungsausnutzung auf max. 80% begrenzt bleibt. Der maximal zulässige Abrostungsgrad des Untergurtes ist in Abbildung 3 dargestellt.

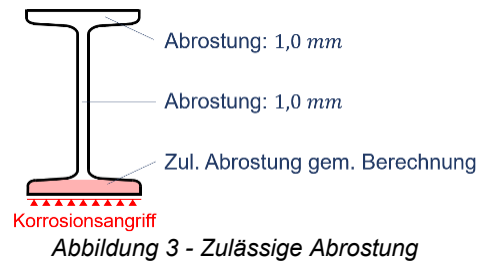
Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



Erwartungsgemäß liegt die maximale Auslastung im Bereich des größten Biegemomentes.  
Größere zulässige Abrostungen ergeben sich demzufolge in den Auflagerbereichen.  
Die Mindestrestdicke wurde konstruktiv mit 10mm festgelegt.



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

17

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

Knote	Lage	maximale Abrostung			Querschnittskennwerte - mit Abrostung										Schnittgrößen			Spannungsnachweis		
		$h_{t,u}$	$a_u$	$z_{t,u}$	$A$	$A_v$	$I_y$	$W_{y,o}$	$W_{y,u}$	$I_z$	$W_{z,l}$	$W_{z,r}$	$N$	$V_z$	$M_y$	$\sigma_{Ed}$	$\tau_{Ed}$	$\eta$		
Nr.	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
1	0,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	146,32	0,00	0,00	2,81	0,28	Gelagert	
4	0,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	130,68	26,91	3,65	2,51	0,30		
5	0,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	115,26	49,21	6,67	2,21	0,39		
6	0,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	100,07	67,03	9,09	1,92	0,47		
7	0,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	85,14	80,55	10,93	1,63	0,55		
8	1,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	70,59	90,01	12,21	1,35	0,60		
9	1,200	16,52	16,33	414,84	90,90	52,11	18966,39	1242,17	746,76	669,42	83,16	83,16	0,00	56,35	95,58	12,80	1,08	0,62		
10	1,400	16,52	16,04	414,98	91,37	52,11	19266,07	1251,15	761,58	679,50	84,41	84,41	0,00	42,42	97,46	12,80	0,81	0,62		
11	1,600	16,52	16,28	414,86	90,98	52,11	19018,23	1243,73	749,32	671,15	83,37	83,37	0,00	28,83	95,85	12,79	0,55	0,61		
12	1,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	15,59	90,98	12,34	0,30	0,59		
13	2,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-24,37	85,06	11,54	0,47	0,55		
14	2,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-38,62	76,39	10,36	0,74	0,50		
15	2,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-93,54	64,34	8,73	1,80	0,45		
16	2,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-104,26	46,89	6,36	2,00	0,36		
17	2,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-117,68	28,86	3,91	2,26	0,29		
18	3,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-130,75	8,07	1,09	2,51	0,25		
19	3,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-145,30	-15,52	2,11	2,79	0,29		
20	3,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-121,05	-57,98	7,86	2,32	0,44		
21	3,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-133,69	-83,67	11,35	2,57	0,60		
2	3,800	16,52	14,57	415,72	93,73	52,11	20749,62	1293,68	836,55	730,62	90,76	90,76	0,00	-192,11	-107,05	12,80	3,69	0,71	Gelagert	
22	4,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	115,53	-86,26	11,70	2,22	0,60		
23	4,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	107,76	-63,94	8,67	2,07	0,46		
24	4,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	98,68	-43,33	5,88	1,89	0,34		
25	4,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	133,88	8,35	1,13	2,57	0,26		
26	4,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	117,75	26,96	3,66	2,26	0,28		
27	5,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	91,16	50,22	6,81	1,75	0,37		
28	5,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	92,88	62,34	8,46	1,78	0,44		
29	5,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	78,37	74,20	10,06	1,50	0,50		
30	5,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	63,45	82,53	11,19	1,22	0,55		
31	5,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-7,98	87,08	11,81	0,15	0,56		
32	6,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	32,35	87,74	11,90	0,62	0,57		
33	6,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	16,22	84,05	11,40	0,31	0,54		
34	6,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-16,60	77,02	10,45	0,32	0,50		
35	6,600	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-31,51	70,44	9,55	0,60	0,46		
36	6,800	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-87,82	59,68	8,09	1,69	0,42		
37	7,000	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-99,56	42,93	5,82	1,91	0,34		
38	7,200	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-115,52	23,88	3,24	2,22	0,27		
3	7,400	16,52	16,52	414,74	90,60	52,11	18773,13	1236,30	737,26	662,95	82,35	82,35	0,00	-131,82	0,00	0,00	2,53	0,25	Gelagert	

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

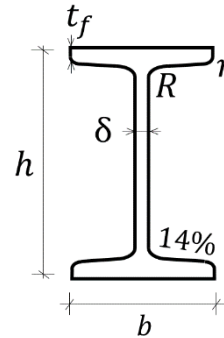
(Archiv)

### 3.2 Jochträger

Nachfolgend wird der Jochträger JT16, wie in Abbildung 1 dargestellt, nachgewiesen.

#### Profil Nr. 60

$h = 600 \text{ mm}$   
 $b = 215 \text{ mm}$   
 $t_f = 24,9 \text{ mm}$   
 $\delta = 21,6 \text{ mm}$   
 $R = 21,6 \text{ mm}$   
 $r = 12,96 \text{ mm}$

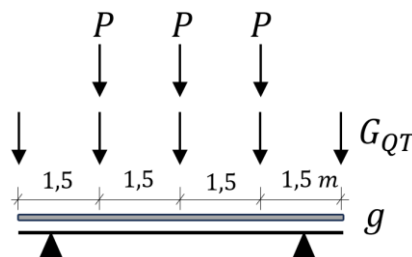


#### Querschnittswerte:

Querschnittsfläche	$A$	=	254,00	$\text{cm}^2$
Schubfläche	$A_{Vz}$	=	119,78	$\text{cm}^2$
Abstand zwischen Zug- und Druckmittelpunkt	$s_y$	=	50,91	$\text{cm}$
Für $I_y$				
Flächenträgheitsmoment	$I_y$	=	139.000,00	$\text{cm}^4$
Widerstandsmoment	$W_{y,u} = W_{y,o}$	=	4.630,00	$\text{cm}^3$
Für $I_z$				
Flächenträgheitsmoment	$I_z$	=	4.670,00	$\text{cm}^4$
Widerstandsmoment	$W_{y,l} = W_{y,r}$	=	434,00	$\text{cm}^3$

#### Lasten:

Es werden die gleichen Lasten wie in [1] angewendet, plus das Eigengewicht.



#### Eigengewicht (LF1)

Das Eigengewicht der Stahlträger werden programmintern ermittelt. Zur Berücksichtigung von Schweißnähten und Kleinteilen werden die Belastungen von Lastfall 1 mit dem Faktor 1,05 multipliziert.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

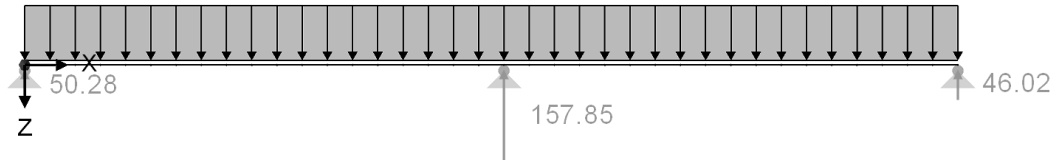
(Archiv)



### Aufbaulasten (LF2)

Es werden fünf Einzellasten addiert, die sich auf die ständigen Lasten der einzelnen Querträger beziehen. Der Lastwert wird durch die Auflagerreaktion des Querträgers festgelegt.

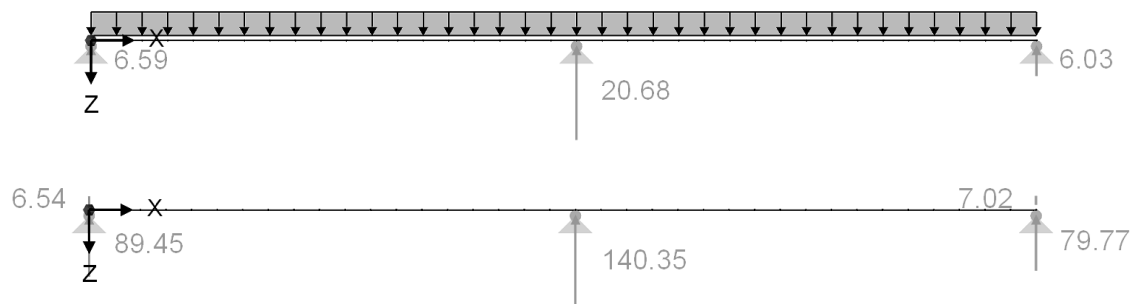
$$G_{QT} = 157,85 \text{ kN}$$



### Verkehrslasten (LF3 – LF9)

Ähnlich wie im vorherigen Lastfall wird der Einzellastwert aus der Auflagerreaktion des Querträgers ermittelt. In diesem Fall ist er die Summe der Auflagerreaktionen, die sich aus LF2 durch die Kombination LF3-LF126 ergeben.

$$P = 20,68 + 140,35 = 161,03 \text{ kN}$$



Um die ungünstigsten Fälle zu berücksichtigen, werden sechs Lastfälle erstellt.

LF3: Einzellast nur an der Lagerstelle von QT 76;

LF4: Einzellast an den Lagerstellen von QT 76 und QT 77;

LF6: Einzellast an den Lagerstellen von QT 77, QT 78 und QT 79;

LF7: Einzellast an den Lagerstellen von QT 78, QT 79 und QT 80;

LF8: Einzellast an den Lagerstellen von QT 79 und QT 80;

LF9: Einzellast nur an der Lagerstelle von QT 80.

Bauteil:

Block:

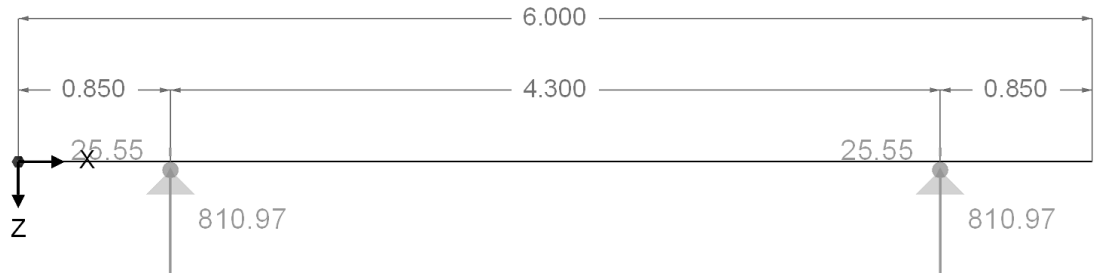
Vorgang:

Seite:

(Archiv)

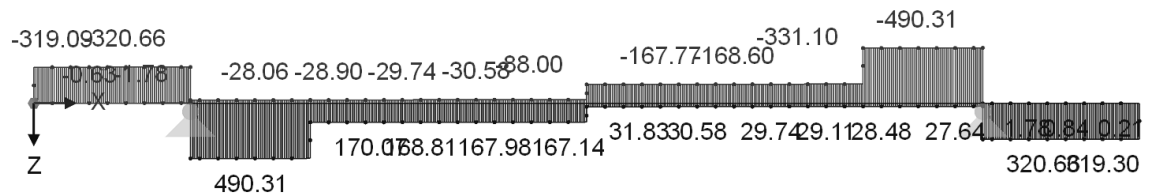
### Schnittgrößen:

Aus der Kombination der dargestellten charakteristischen Lasten berechnet RSTAB die Schnittgrößen und Auflagerreaktionen. Diese Berechnung wird für alle Knoten der Struktur durchgeführt, die meist 10 cm voneinander entfernt sind.



EK1 : charakteristische Lasten  
Schnittgrößen V-z  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

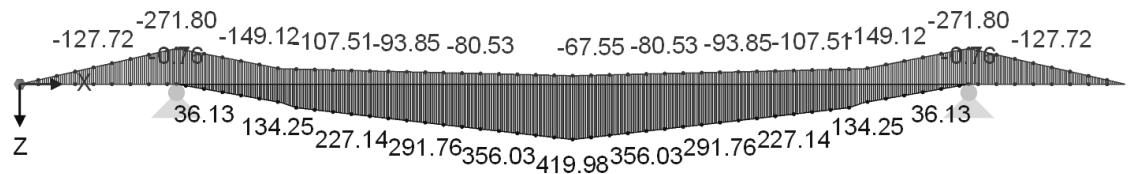
Entgegen der Y-Richtung



Max V-z: 490.31, Min V-z: -490.31 [kN]

EK1 : charakteristische Lasten  
Schnittgrößen M-y  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 419.98, Min M-y: -271.80 [kNm]

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### Spannungsnachweise:

Die Nachweise erfolgen entsprechend der Nachrechnung [1] **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Daher werden die Spannungen nach DIN 18 800:1981 Teil 1 Abschnitt 6.1 berechnet:

Biegespannung:  $\max \sigma = \max M_y / W_y \leq \text{zul } \sigma$

Schubspannung:  $\max \tau = \max V_z / s_y \cdot \delta \leq \text{zul } \tau$

$$\leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau, \text{ wenn } \tau_m = V_z / A_{Vz} \leq \text{zul } \tau$$

Vergleichsspannung:  $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_m^2}$

$$\sigma_1 = (M_y / W_y) \cdot h_1 / h$$

$$\tau_m = V_z / A_{Vz}$$

In Analogie zum Querträger werden die Spannungsnachweise in jedem Knoten geführt (Abbildung 4). Da der Träger symmetrisch ist, beziehen sich die dargestellten Daten nur auf die erste Hälfte. In diesem Fall ist eine Ausnutzung von 49% in den Stützbereich des Jochträgers zu beobachten. Zur Verdeutlichung wird der Spannungsnachweis im Knoten 4 exemplarisch geführt (Mitte des Trägers)

$$\max \sigma = \frac{M_y}{W_y} = \frac{419,98 \cdot 10^2 \text{ kNcm}}{4630,00 \text{ cm}^3} = 9,07 \text{ kN/cm}^2 \leq \text{zul } \sigma = 16,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\max \tau = \frac{V_z}{s_y \cdot \delta} = \frac{159,44 \text{ kN}}{50,91 \cdot 2,16} = 1,45 \text{ kN/cm}^2 \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau = 10,12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_m^2} = \sqrt{7,44^2 + 3 \cdot 1,33^2} = 7,78 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_{Ed} \cdot \frac{h_1}{h} = 9,07 \cdot \frac{60,0 - 2 \cdot 3,24 - 2 \cdot 2,16}{60,0} = 9,07 \cdot 0,82 = 7,44 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_m = \frac{V_z}{A_{Vz}} = \frac{159,44 \text{ kN}}{119,78 \text{ cm}^2} = 1,33 \text{ kN/cm}^2 \leq \text{zul } \tau = 9,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = \frac{7,78}{1,1 \cdot 16} = \frac{7,78}{17,6} = 0,44 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

		Schnittgrößen						Spannungsnachweis		
Knote	Lage	$N$	$V_y$	$V_z$	$M_T$	$M_y$	$M_z$	$\sigma_{Ed}$	$\tau_{Ed}$	$\eta$
Nr.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	
1	0,000	0,00	0,00	-157,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,13
9	0,100	0,00	0,00	-319,09	0,00	-31,90	0,00	0,69	2,66	0,26
10	0,200	0,00	0,00	-319,30	0,00	-63,82	0,00	1,38	2,67	0,27
11	0,300	0,00	0,00	-319,51	0,00	-95,76	0,00	2,07	2,67	0,28
12	0,400	0,00	0,00	-319,72	0,00	-127,72	0,00	2,76	2,67	0,29
13	0,500	0,00	0,00	-319,93	0,00	-159,70	0,00	3,45	2,67	0,31
14	0,600	0,00	0,00	-320,14	0,00	-191,70	0,00	4,14	2,67	0,33
15	0,700	0,00	0,00	-320,35	0,00	-223,73	0,00	4,83	2,67	0,35
8	0,800	0,00	0,00	-320,55	0,00	-255,77	0,00	5,52	2,68	0,37
2	0,850	0,00	0,00	490,31	0,00	-271,80	0,00	5,87	4,09	0,49
16	0,900	0,00	0,00	490,21	0,00	-247,29	0,00	5,34	4,09	0,47
17	1,000	0,00	0,00	490,00	0,00	-198,28	0,00	4,28	4,09	0,45
18	1,100	0,00	0,00	489,79	0,00	-149,29	0,00	3,22	4,09	0,43
19	1,200	0,00	0,00	489,58	0,00	-100,32	0,00	2,17	4,09	0,41
20	1,300	0,00	0,00	489,37	0,00	-51,38	0,00	1,11	4,09	0,41
21	1,400	0,00	0,00	489,16	0,00	-2,45	0,00	0,05	4,08	0,40
3	1,500	0,00	0,00	320,43	0,00	178,46	0,00	3,85	2,68	0,32
22	1,600	0,00	0,00	162,37	0,00	194,71	0,00	4,20	1,36	0,24
23	1,700	0,00	0,00	162,16	0,00	210,94	0,00	4,55	1,35	0,25
24	1,800	0,00	0,00	161,95	0,00	227,14	0,00	4,90	1,35	0,26
25	1,900	0,00	0,00	161,74	0,00	243,33	0,00	5,25	1,35	0,28
26	2,000	0,00	0,00	161,53	0,00	259,49	0,00	5,60	1,35	0,29
27	2,100	0,00	0,00	161,32	0,00	275,63	0,00	5,95	1,35	0,31
28	2,200	0,00	0,00	161,11	0,00	291,76	0,00	6,30	1,35	0,32
29	2,300	0,00	0,00	160,91	0,00	307,86	0,00	6,64	1,34	0,34
30	2,400	0,00	0,00	160,70	0,00	323,94	0,00	6,99	1,34	0,35
31	2,500	0,00	0,00	160,49	0,00	340,00	0,00	7,34	1,34	0,37
32	2,600	0,00	0,00	160,28	0,00	356,03	0,00	7,68	1,34	0,38
33	2,700	0,00	0,00	160,07	0,00	372,05	0,00	8,03	1,34	0,40
34	2,800	0,00	0,00	159,86	0,00	388,05	0,00	8,38	1,33	0,41
35	2,900	0,00	0,00	159,65	0,00	404,02	0,00	8,72	1,33	0,43
4	3,000	0,00	0,00	-159,44	0,00	419,98	0,00	9,06	1,33	0,44

Gelagert

Abbildung 4 - Spannungsnachweis JT16 ohne Abrostung

Erwartungsgemäß liegt die maximale Auslastung im Bereich des größten Biegemomentes. Größere zulässige Abrostungen ergeben sich demzufolge in den Trägereenden. Eine konstruktive Mindestrestdicke wurde zu 15 mm festgelegt.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

23

Datum:

Oktober 2024

Auftrag Nr.:

23-03-13

Abrüstung Oberflächenschläch										Abrüstung Stieg				Querschnittskennwerte - mit Abrüstung										Schnittgrößen			Spannungsnachweis		
Knote	Lage	$h_{f,o}$	$a_o$	$z_{a,o}$	$h_{f,u}$	$a_u$	$z_{a,u}$	$b_w$	$a_w$	$z_{a,w}$	$A$	$A_w$	$I_y$	$W_{y,o}$	$W_{y,u}$	$I_z$	$W_{z,i}$	$V_z$	$M_y$	$\sigma_{Ed}$	$\tau_{Ed}$	$\eta$							
Nr.	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kNm]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]								
1	0,000	22,87	16,00	8,00	22,87	16,00	574,00	19,60	16,00	291,00	77,26	19,92	45626,12	1475,18	1777,35	1672,31	157,02	-157,85	0,00	0,00	7,92	0,78							
9	0,100	22,87	13,80	6,90	22,87	13,80	577,30	19,60	13,80	292,10	98,78	32,10	57065,27	1895,21	2119,05	2023,09	189,96	-319,09	-31,90	1,68	9,94	0,98							
10	0,200	22,87	13,80	6,90	22,87	13,80	577,30	19,60	13,80	292,10	98,78	32,10	57065,27	1895,21	2119,05	2023,09	189,96	-319,09	-63,92	3,37	9,95	0,99							
11	0,300	22,87	13,60	6,80	22,87	13,60	577,60	19,60	13,60	292,20	100,74	33,20	58103,78	1932,85	2150,50	2054,95	192,95	-319,51	-95,76	4,95	9,62	0,98							
12	0,400	22,87	13,50	6,75	22,87	13,50	577,75	19,60	13,50	292,25	101,71	33,76	58622,96	1951,63	2166,24	2070,89	194,45	-319,72	-127,72	6,54	9,47	0,99							
13	0,500	22,87	13,20	6,60	22,87	13,20	578,20	19,60	13,20	292,40	104,65	35,42	60180,21	2007,85	2213,52	2118,67	198,94	-319,93	-159,70	7,95	9,03	0,98							
14	0,600	22,87	13,00	6,50	22,87	13,00	578,50	19,60	13,00	292,50	106,61	36,52	61218,16	2045,22	2245,09	2150,53	201,93	-320,14	-191,70	9,37	8,77	0,99							
15	0,700	22,87	12,50	6,25	22,87	12,50	579,25	19,60	12,50	292,75	111,50	39,29	63812,30	2138,22	2324,13	2230,18	209,41	-320,35	-223,73	10,46	8,15	0,97							
8	0,800	22,87	12,20	6,10	22,87	12,20	579,70	19,60	12,20	292,90	114,43	40,95	65368,34	2193,75	2371,64	2277,97	213,89	-320,55	-255,77	11,66	7,83	0,98							
2	0,850	22,87	9,30	4,65	22,87	9,30	584,05	19,60	9,30	294,35	142,80	57,00	80398,38	2719,93	2832,82	2740,65	257,34	-490,31	-271,80	9,99	8,60	0,99							
16	0,900	22,87	9,60	4,80	22,87	9,60	583,60	19,60	9,60	294,20	139,87	55,34	78844,15	2666,38	2785,01	2692,70	252,84	-490,21	-247,29	9,27	8,86	0,99							
17	1,000	22,87	10,00	5,00	22,87	10,00	583,00	19,60	10,00	294,00	135,95	53,12	76771,72	2594,66	2721,28	2628,81	246,84	-490,00	-198,28	7,64	9,22	0,99							
18	1,100	22,87	10,40	5,20	22,87	10,40	582,40	19,60	10,40	293,80	132,04	50,91	74699,11	2522,58	2657,59	2564,95	240,84	-489,79	-149,29	5,92	9,62	0,99							
19	1,200	22,87	10,60	5,30	22,87	10,60	582,10	19,60	10,60	293,70	130,08	49,80	73662,71	2486,41	2625,76	2533,04	237,84	-489,58	-100,32	4,03	9,83	0,99							
20	1,300	22,87	10,80	5,40	22,87	10,80	581,80	19,60	10,80	293,60	128,13	48,70	72626,25	2450,14	2593,95	2501,14	234,85	-489,37	-51,38	2,10	10,05	0,99							
21	1,400	22,87	10,85	5,43	22,87	10,85	581,73	19,60	10,85	293,58	127,64	48,42	72367,12	2441,06	2585,99	2493,16	234,10	-489,16	-2,45	0,10	10,10	0,99							
3	1,500	22,87	13,20	6,60	22,87	13,20	578,20	19,60	13,20	292,40	104,65	35,42	60180,21	2007,85	2213,52	2118,67	198,94	-320,43	178,46	8,06	9,05	0,98							
22	1,600	22,87	16,00	8,00	22,87	16,00	574,00	19,60	16,00	291,00	77,26	19,92	45626,12	1475,18	1777,35	1672,31	157,02	162,37	194,71	10,96	8,15	0,99							
23	1,700	22,87	15,80	7,90	22,87	15,80	574,30	19,60	15,80	291,10	79,21	21,03	46667,40	1513,81	1807,96	1704,23	160,02	162,16	210,94	11,67	7,71	0,98							
24	1,800	22,87	15,70	7,85	22,87	15,70	574,45	19,60	15,70	291,15	80,19	21,58	47187,92	1533,09	1823,31	1720,19	161,52	161,95	227,14	12,46	7,50	0,99							
25	1,900	22,87	15,50	7,75	22,87	15,50	574,75	19,60	15,50	291,25	82,15	22,69	48228,75	1571,58	1854,10	1752,10	164,52	161,74	243,33	13,12	7,13	0,99							
26	2,000	22,87	15,30	7,65	22,87	15,30	575,05	19,60	15,30	291,35	84,11	23,79	49269,29	1609,99	1894,98	1784,01	161,53	259,49	13,77	6,79	0,99								
27	2,100	22,87	15,10	7,55	22,87	15,10	575,35	19,60	15,10	291,45	86,06	24,90	50309,56	1648,31	1915,96	1815,90	170,51	161,32	275,63	14,39	6,48	0,99							
28	2,200	22,87	14,80	7,40	22,87	14,80	575,80	19,60	14,80	291,60	89,00	26,56	51869,47	1705,63	1962,58	1863,73	175,00	161,11	291,76	14,87	6,07	0,99							
29	2,300	22,87	14,60	7,30	22,87	14,60	576,10	19,60	14,60	291,70	90,95	27,67	52909,09	1743,73	1993,75	1895,62	177,99	160,91	307,86	15,44	5,82	0,99							
30	2,400	22,87	14,30	7,15	22,87	14,30	576,55	19,60	14,30	291,85	93,89	29,33	54468,08	1800,70	2040,63	1943,43	182,48	160,70	323,94	15,87	5,48	0,99							
31	2,500	22,87	13,70	6,85	22,87	13,70	577,45	19,60	13,70	292,15	99,76	32,65	57584,55	1914,04	2134,77	2039,02	191,46	160,49	340,00	15,93	4,92	0,96							
32	2,600	22,87	13,10	6,55	22,87	13,10	578,35	19,60	13,10	292,45	105,63	35,97	60699,21	2026,55	2229,30	2134,60	200,43	160,28	356,03	15,97	4,46	0,94							
33	2,700	22,87	12,40	6,20	22,87	12,40	579,40	19,60	12,40	292,80	112,48	39,84	64331,02	2156,75	2339,97	2246,11	210,90	160,07	372,05	15,90	4,02	0,91							
34	2,800	22,87	11,80	5,90	22,87	11,80	580,30	19,60	11,80	293,10	118,34	43,16	67442,58	2267,46	2435,07	2341,71	219,98	159,86	388,05	15,94	3,70	0,90							
35	2,900	22,87	11,20	5,60	22,87	11,20	581,20	19,60	11,20	293,40	124,21	46,48	70553,07	2377,34	2530,35	2437,35	228,86	159,65	404,02	15,97	3,43	0,89							
4	3,000	22,87	10,60	5,30	22,87	10,60	582,10	19,60	10,60	293,70	130,08	49,80	73662,71	2486,41	2625,76	2533,04	237,84	-159,44	419,98	15,99	3,20	0,88							

Bauteil:

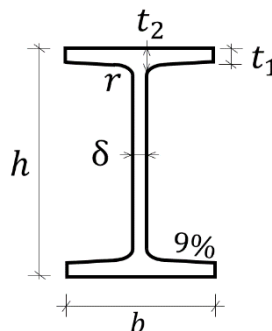


### 3.3 Stütze

Nachfolgend werden die beiden Stützen unter JT16, wie in Abbildung 1 dargestellt, nachgewiesen.

#### Profil Nr. 24B

$h = 240 \text{ mm}$   
 $b = 240 \text{ mm}$   
 $t_1 = 10,5 \text{ mm}$   
 $t_2 = 20,85 \text{ mm}$   
 $\delta = 10,0 \text{ mm}$   
 $r = 10,0 \text{ mm}$



#### Querschnittswerte:

Querschnittsfläche	$A$	=	96,80	$\text{cm}^2$
Flächenträgheitsmoment	$I_y$	=	10261,24	$\text{cm}^4$
	$I_z$	=	3043,30	$\text{cm}^4$
Trägheitsradius	$i_y$	=	10,30	$\text{cm}$
	$i_z$	=	5,61	$\text{cm}$

#### Lasten:

Die Belastung, die die Stützen aufnehmen, entspricht der Jochträger-Auflagerreaktion (Abschnitt 3.2).

$$N = 810,97 \text{ kN}$$

#### Abminderungsfaktor - Biegeknicken:

Knicklänge  $s_{k,z} = \beta \cdot l = 0,7 \cdot 298 \text{ cm} = 209 \text{ cm}$

Schlankheitsgrad  $\lambda_{k,z} = s_{k,z} / i_z = 209 / 5,61 = 37,19$

Bezugsschlankheitsgrad  $\lambda_a = \pi \cdot \sqrt{E / f_{y,k}} = 92,9$

Bezogener Schlankheitsgrad  $\bar{\lambda}_{k,z} = \lambda_{k,z} / \lambda_a = 37,19 / 92,9 = 0,40$

Für  $\bar{\lambda}_{k,z} > 0,2$

$$k = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_{k,z} - 0,2) + \bar{\lambda}_{k,z}^2 \right] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,63$$

(Parameter  $\alpha = 0,49$  für Knickspannungslinie c)

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

Abminderungsfaktor

$$\kappa = 1 / \left( k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_{k,z}^2} \right)$$

$$= 1 / \left( 0,63 + \sqrt{0,63^2 - 0,4^2} \right) = \underline{0,90}$$

### Spannungsnachweise:

$$\sigma_{Ed} = \frac{N}{\kappa \cdot A} = \frac{810,97 \text{ kN}}{0,9 \cdot 96,80 \text{ cm}} = 9,37 \text{ kN/cm}^2 \leq 14,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = \frac{9,37}{14,00} = 0,67 \quad \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Im letzten Prüfbericht gibt es keine Hinweise für Abrostungen an den Jochstützen.

Es wird deshalb eine umlaufende Abrostung an Stegen und Flanschen von 2 mm in Ansatz gebracht.

### Querschnittswerte:

Querschnittsfläche	$A$	=	68,56	cm <sup>2</sup>
Flächenträgheitsmoment	$I_y$	=	7444,92	cm <sup>4</sup>
	$I_z$	=	2006,15	cm <sup>4</sup>
Trägheitsradius	$i_y$	=	10,42	cm
	$i_z$	=	5,41	cm

### Abminderungsfaktor - Biegeknicken:

Knicklänge  $s_{k,z} = \beta \cdot l = 0,7 \cdot 298 \text{ cm} = 209 \text{ cm}$

Schlankheitsgrad  $\lambda_{k,z} = s_{k,z} / i_z = 209 / 5,41 = 38,82$

Bezugsschlankheitsgrad  $\lambda_a = \pi \cdot \sqrt{E / f_{y,k}} = 92,9$

Bezogener Schlankheitsgrad  $\bar{\lambda}_{k,z} = \lambda_{k,z} / \lambda_a = 38,82 / 92,9 = 0,42$

Für  $\bar{\lambda}_{k,z} > 0,2$

$$k = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_{k,z} - 0,2) + \bar{\lambda}_{k,z}^2 \right] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,42 - 0,2) + 0,42^2] = 0,64$$

(Parameter  $\alpha = 0,49$  für Knickspannungslinie c)

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)



Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

26

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

Abminderungsfaktor

$$\kappa = 1 / \left( k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_{k,z}^2} \right)$$

$$= 1 / \left( 0,64 + \sqrt{0,64^2 - 0,42^2} \right) = \underline{0,89}$$

**Spannungsnachweise:**

$$\sigma_{Ed} = \frac{N}{\kappa \cdot A} = \frac{810,97 \text{ kN}}{0,89 \cdot 68,56 \text{ cm}} = 13,32 \text{ kN/cm}^2 \leq 14,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = \frac{13,32}{14,00} = 0,96 \quad \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### 3.4 Wandpfosten

Im Rahmen der Bauwerksprüfung wurden zahlreiche Korrosionsschäden an den Wandstützen festgestellt. In der Nachrechnung tragen die 60 cm dicken Tunnelwände die Erddrücke über Gewölbewirkung (Pfosten als Zugband) oder Biegung (Pfosten als Biegebewehrung) ab.

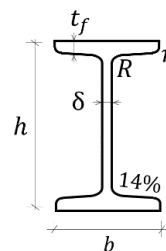
Die Nachweisform hängt von der Lage der Pfosten in der Tunnelwand ab (Zugband – Pfosten innen; Biegung – Pfosten außen).

In den vorlaufenden Abschnitten wurden die Nachweise der Bauteile abhängig von Ihrer Lage im Tunnel geführt. Da die Wandpfosten (bis auf die Lage) im gesamten Tunnel gleich ausgeführt sind wurde der Nachweis analog zur Bestandsstatik mit dem maßgebenden Fall der zwei möglichen Fälle geführt:

- geringste Überdeckung - Biegebemessung
- größte Überdeckung - Zugband

#### Profil I 127x114,3 (Bewehrungsfläche)

$h = 127 \text{ mm}$   
 $b = 114,3 \text{ mm}$   
 $t_f = 11,4 \text{ mm}$   
 $\delta = 10,2 \text{ mm}$   
 $R = 9,906 \text{ mm}$   
 $r = 4,95 \text{ mm}$



#### Querschnittswerte:

Querschnittsfläche

$$A = 36,46 \text{ cm}^2$$

Bauteil:

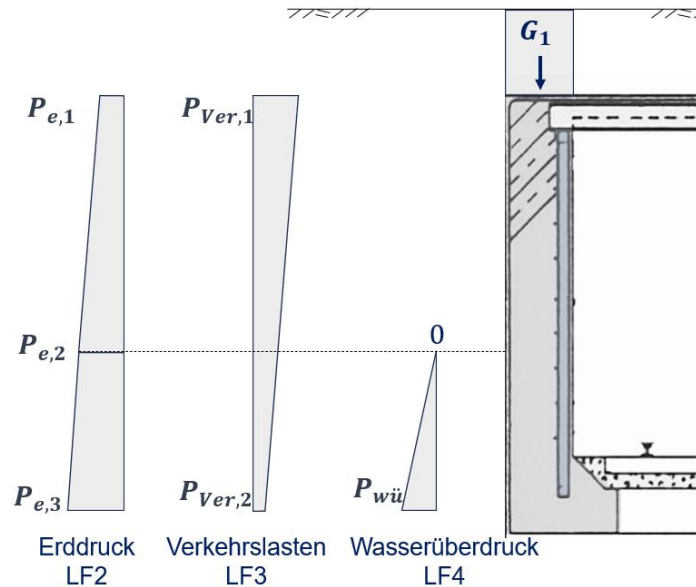
Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### Lasten (gemäß [2]):



### Erster Fall (ST1 – große Überdeckung)

#### Ständige Lasten

#### Eigengewicht und Ausbaulasten (LF1):

Eigengewicht:

Programmintern berechnet

Überdeckungslast:

$$G_1 = 23,30 \text{ kN}$$

Auflagerreaktion aus QT1:

$$P = 70,50 \text{ kN}$$

$$M_y = -15,10 \text{ kNm}$$

#### Erddruck (LF2):

trapezförmige Belastung entlang der Wand:  $P_{e,1} = 9,42 \text{ kN}$

$$P_{e,2} = 22,26 \text{ kN}$$

$$P_{e,3} = 26,70 \text{ kN}$$

#### Veränderliche Lasten

#### Verkehrslasten – Brückenklasse 30/30 (LF3):

trapezförmige Belastung entlang der Wand:  $P_{Ver,1} = 4,10 \text{ kN}$

$$P_{Ver,2} = 2,00 \text{ kN}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)





Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

29

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

Wasserüberdruck (LF4):

dreieckige Belastung vom Wasserstand:  $P_{wü} = 17,50 \text{ kN}$

Zweiter Fall (ST315 – kleine Überdeckung)

Ständige Lasten

Eigengewicht und Ausbaulasten (LF1):

Eigengewicht: Programintern berechnet

Überdeckungslast:  $G_1 = 10,10 \text{ kN}$

Auflagerreaktion aus QT315:  $P = 29,01 \text{ kN}$

$M_y = 2,9 \text{ kNm}$

Erddruck (LF2):

trapezförmige Belastung entlang der Wand:  $P_{e,1} = 3,40 \text{ kN}$

$P_{e,2} = 9,7 \text{ kN}$

$P_{e,2'} = 9,0 \text{ kN}$

$P_{e,3} = 20,9 \text{ kN}$

Veränderliche Lasten

Verkehrslasten – Brückenklasse 30/30 (LF3):

trapezförmige Belastung entlang der Wand:  $P_{Ver,1} = 11,6 \text{ kN}$

$P_{Ver,2} = 4,03 \text{ kN}$

Wasserüberdruck (LF4):

dreieckige Belastung vom Wasserstand:  $P_{wü} = 17,50 \text{ kN}$

**Bewehrungsfläche (gemäß [2]):**

Erster Fall (ST1 – große Überdeckung)

Überdeckungshöhe  $h_{ü} = 2,16 \text{ m}$

erforderliche Bewehrungsfläche  $A_{S,erf} = -2,83 \text{ cm}^2$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

vorhandene Bewehrungsfläche

$$A_{S,vor} = 34,15 \text{ cm}^2$$

Zweiter Fall (ST315 – kleine Überdeckung)

Überdeckungshöhe

$$h_{ü} = 0,72 \text{ m}$$

erforderliche Bewehrungsfläche

$$A_{S,erf} = 10,90 \text{ cm}^2$$

vorhandene Bewehrungsfläche

$$A_{S,vor} = 34,15 \text{ cm}^2$$

Es ist zu erkennen, dass die vorhandene Stahlfläche deutlich höher ist als die erforderliche Bewehrungsfläche.

Berücksichtigung einer umlaufenden Abrostung an Steg und Flanschen von 2 mm:

Profil I – 2 mm umlaufende Abrostung

$$h = 123 \text{ mm}$$

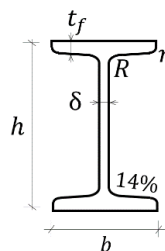
$$b = 110,3 \text{ mm}$$

$$t_f = 9,4 \text{ mm}$$

$$\delta = 8,2 \text{ mm}$$

$$R = 7,906 \text{ mm}$$

$$r = 2,95 \text{ mm}$$



verbleibende Bewehrungsfläche

$$A_{S,T} = 29,03 \text{ cm}^2 \geq A_{S,erf} = 10,90 \text{ cm}^2$$

Berücksichtigung der kompletten Abrostung des inneren Flansches:

Profil T

$$h = 105,7 \text{ mm}$$

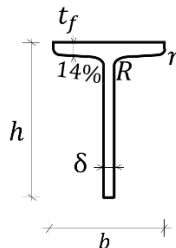
$$b = 114,3 \text{ mm}$$

$$t_f = 11,4 \text{ mm}$$

$$\delta = 10,2 \text{ mm}$$

$$R = 9,906 \text{ mm}$$

$$r = 4,95 \text{ mm}$$



verbleibende Bewehrungsfläche

$$A_{S,T} = 22,50 \text{ cm}^2 \geq A_{S,erf} = 10,90 \text{ cm}^2$$

Demnach ist die Restquerschnittfläche auch bei sehr starker Korrosion des Wandpfostens noch ausreichend.

Bauteil:

Block:

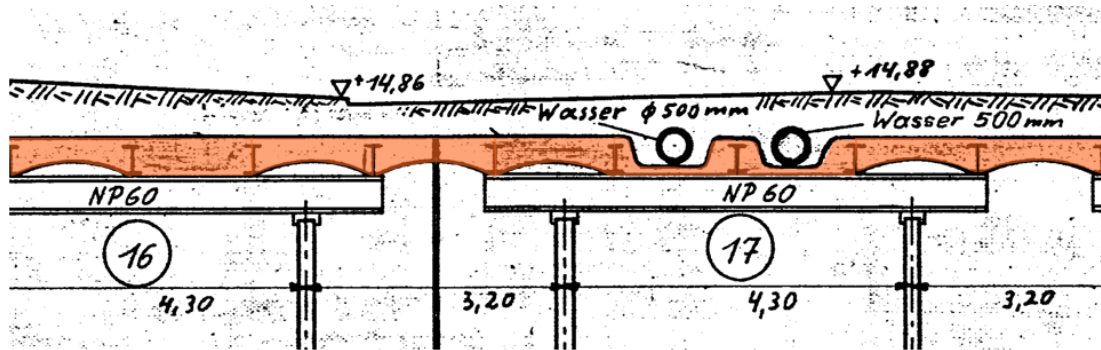
Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### 3.5 Horizontale Schubverbände an der Kappendecke

An einigen Stellen des Tunnels ist die Ausführung der Kappendecke aufgrund geometrischer Beschränkungen (Rohrdurchführungen o.Ä.) nicht möglich. Daher wurde die Decke in diesen Bereichen ohne Bogen ausgeführt.



Zur Verstärkung in diesen Bereichen werden in Tunnellängsrichtung alle 24 cm ein NP 8-Balken eingebaut (blau markiert). Zusätzlich war für Aufnahme einer einzelnen Achslast von 130 kN (Brückenklasse 30/30) in den Bereichen unter der Lages- und Kampstraße eine Verstärkung mit einem Kreuzverband notwendig.



Nach [9] ist die Schweißverbindung zwischen dem Kreuzverband und den Querträgern stellenweise korrodiert. Daher wird die minimal mögliche Schweißnahtdicke ermittelt.





Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

32

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

$$a = 5 \text{ mm} \quad (\geq \sqrt{10} - 0,5 = 3 \text{ mm})$$

(gemäß [2])

$$l \geq 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

(gemäß [2])

$$F_{Diag} = 165 \text{ kN}$$

(gemäß [2])

$$\tau_{Ed} = \frac{165 \text{ kN}}{2 \cdot 0,5 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} = 6,88 \text{ kN/cm}^2 \leq \tau_{Rd} = 9,23 \text{ kN/cm}^2$$

Die minimale Schweißnahtdicke bei unveränderter Schweißnahtlänge beträgt daher:

$$a_{min} = \frac{165 \text{ kN}}{9,23 \text{ kN/cm}^2 \cdot 2 \cdot 24 \text{ cm}} = 0,38 \text{ cm} = \underline{3,8 \text{ mm}}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

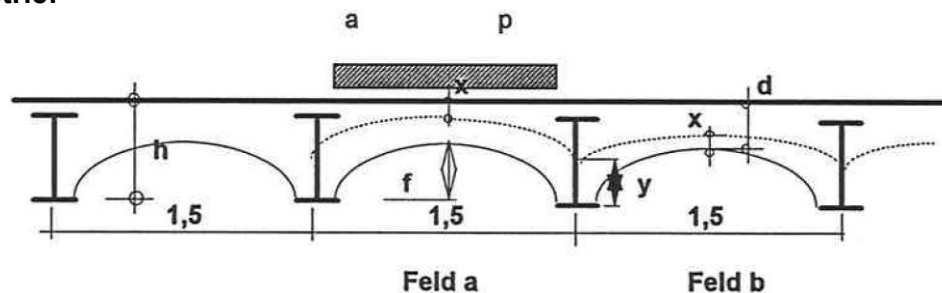
### 3.6 Kappendecken

Bei der Bauwerksinspektion wurden im Bereich der Kappendecke mehrere abgewitterte Bereiche festgestellt. Daher wird die Tragfähigkeit der Kappen unter Berücksichtigung einer Verringerung der Dicke um 2 cm überprüft. Die Berechnung wird analog zu [2] durchgeführt.

Die Überprüfung wurde ungünstigsten Laststellung geführt.

Von den zwei Feldern (zwischen QT 77 und 79), wirkt nur auf eines die angesetzte Verkehrslast. Beide Felder haben als Länge den maximalen Abstand der Querträgerachsen von 1,5 m.

#### Geometrie:



Trägerbreite	$b = 0,16 \text{ m}$
Kappendicke (reduziert)	$d = 0,20 \text{ m}$
Deckenhöhe	$h = 0,485 \text{ m}$
Bogenstich (erhöht)	$f = 0,28 \text{ m}$

#### Lasten:

##### Ständige Lasten (LF1)

Punktlast in der Mitte des Bauteils.

$$G = \left[ a_q \cdot h - \frac{2}{3} \cdot f \cdot (a_q - b) \right] \cdot \gamma_{\text{Beton}} + h_{\text{ü}} \cdot a_q \cdot \gamma_{\text{Boden}}$$

##### Verkehrslasten (LF2)

Konstante Last mit einer Breite von 90 cm.

$$p_{E, \text{max}} = 50 \text{ kN/m}^2$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

### Schnittgrößen:

Aus Ständige Lasten:  $M_G = G \cdot a_q \cdot \frac{1}{8} = 31,4 \cdot 5 \cdot \frac{1}{8} = \underline{5,89 \text{ kNm}}$

Aus Ständige Lasten und Verkehrslasten:  $M_{G+p} = \underline{17,70 \text{ kNm}}$

### Stützlinie:

Da die Struktur keine Bewehrung hat, werden die Lasten über eine Stützlinie übertragen. Das bedeutet, dass nur Druckkräfte und keine Biegemomente auftreten.

### Berechnungsparameter

$$C_1 = \frac{M_{G+p} \cdot f - M_G \cdot h}{M_{G+p} - M_G}$$

$$C_2 = \frac{M_{G+p} + M_G}{M_{G+p} - M_G}$$

$$x = \frac{h - C_1}{2 \cdot (C_2 + 1)}$$

$$y = C_1 + x \cdot C_2$$

### Pfeilhöhe

Im Feld a:  $f_a = h - x - y$

Im Feld b:  $f_b = f + x - y$

### Druckkraft

$$H = \frac{M_G}{f_b} = \frac{M_{G+p}}{f_a}$$

### Nachweis:

#### Nachweis der zulässigen Spannung:

Maximale Randspannung

$$\sigma_E = \frac{2 \cdot H}{3 \cdot x \cdot 1 \text{ m}}$$

Zulässige Randspannung

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_R}{\gamma} = \frac{3,5 \text{ MN/m}^2}{2,1} = 1,67 \text{ MN/m}^2$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

Betongüte (Nach Auswertung von Probeentnahmen 8/97)

$$f_R = 3,5 \text{ MN/m}^2$$

Sicherheitswert (alle  $B \leq 35$ )

$$\gamma = 2,1$$

Zulässige Längskraft:

Lastausmitte

$$\frac{e}{d} = \frac{0,5 \cdot d - x}{d}$$

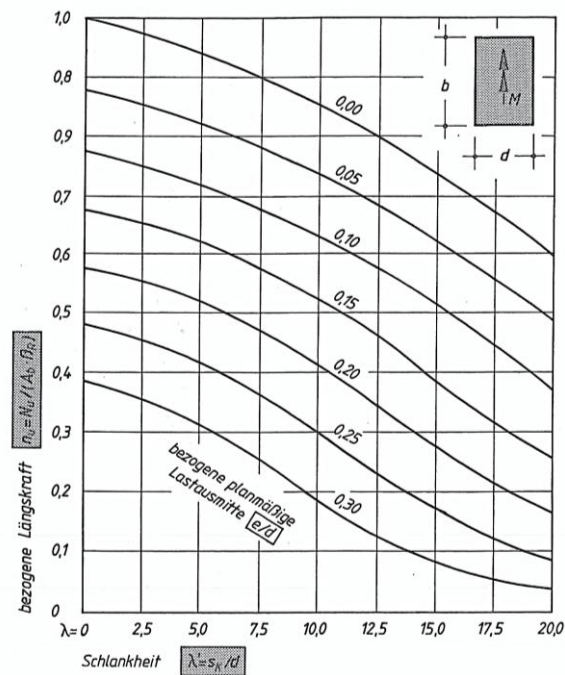
Schlankheit  $\lambda' = 0$

Bezogene Längskraft (laut Diagramm)

$$n_u = \frac{N_u}{d \cdot 1 \text{ m} \cdot f_R} \cong 0,5$$

$$N_u = n_u \cdot d \cdot 1 \text{ m} \cdot f_R$$

Bemessungsdiagramm für den unbewehrten Rechteckquerschnitt (Bild 4.2.7; Heft 220)



Zulässige Längskraft

$$\text{zul } H = \frac{N_u}{\gamma}$$

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)

## Nachweis:

### Nachweis der Kappen nach 1 N 222/4

Betongüte	$\beta_R =$	3.50 MN/m <sup>2</sup>
Sicherheitswert (alle $B \leq 35$ )	$\gamma =$	2.1
Betonwichte		23.0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte der Überschlüttung		20.0 kN/m <sup>3</sup>

#### Legende für Parameter

QT	Querträger
OK G	Oberkannte Geländer
h <sub>ü</sub>	Überschlüttungshöhe
h	Deckenhöhe
p	Verkehrslast
a	Querträgerabstand
h <sub>v</sub>	Verkehrslastausbreitung nach Bestandsstatik
OKS	Oberkannte Sohle
SO	Schienenoberkante

#### Geometrie der Kappe

QT Nr.	OK G NN+	h <sub>ü</sub> m	h <sub>v</sub> m	SO NN+	OKS NN+	h m	p kN/m <sup>2</sup>	a m
77		0.68	0.63	10.31	9.81	0.485	50	1.5
79		0.68	0.63	10.31	9.81	0.485	50	1.5

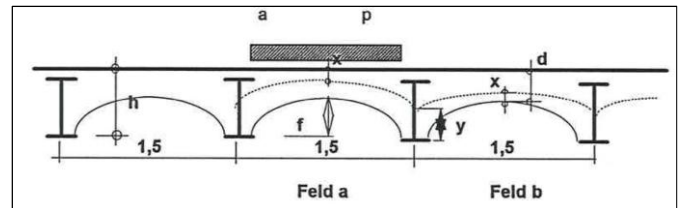
Trägerbreite	b =	0.16 m
Kappendicke	d =	0.20 m
Deckenhöhe	h =	0.485 m
Bogenstich	f =	0.28 m
Pfeilhöhe der Stützlinie im Feld a	f <sub>a</sub> =	0.15 m
Pfeilhöhe der Stützlinie im Feld b	f <sub>b</sub> =	0.05 m

#### Belastung / Schnittkräfte

Aus Eigengewicht im Träger	G =	31.4 kN/m
	M <sub>b</sub> =	5.9 kNm/m
Aus Eigengewicht und Verkehrslast	M <sub>a</sub> =	17.7 kNm/m
	H =	115.2 kN/m

#### Berechnungsparameter der Stützlinien

C1 =	0.178
C2 =	1.996
x =	0.051 m
y =	0.280 m



#### Nachweis

Maximale Randspannung	$\sigma =$	1.50 MN/m <sup>2</sup>
zulässige Spannung	zul $\sigma =$	1.67 MN/m <sup>2</sup> Gemäß Auswertung von Probenentnahmen 8/97 mit $\beta_R = 3,5 \text{ MN/m}^2$
bezogene planmäßige Lastausmitte	e/d =	0.244
bezogene Längskraft (für $\lambda' = 0$ )	nu =	0.5 Nach Schneider Bautabelle 10. Auflage S. 5.85
Längskraft	Nu =	350 kN/m
zulässige Längskraft	zul H =	167 kN/m

Nachweis der zulässigen Spannung:	$\eta =$	0.90 Nachweis erfüllt!
Nachweis der zulässigen Längskraft:	$\eta =$	0.69 Nachweis erfüllt!

Mit der gemessenen Abwitterung vom  $\sim 2 \text{ cm}$  ist die Decke im betroffenen Bereich noch ausreichend Tragfähig.

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)





Bauwerk: A(005) - Schlachthoftunnel  
Gleis-km von 0,6 + 70,09 bis 0,7 + 00,00

Statische Schadensbewertung

ASB Nr.:

Seite:

37

Datum: Oktober 2024

Auftrag Nr.: 23-03-13

#### 4. Zusammenfassung

##### Querträger (QT 76 – QT79)

1 mm Abrostung Steg um Oberflansch + berechnete Abrostung Unterflansch

Statisch mögliche Abrostung: 18,0 mm

Maximale konstruktive Abrostung: 10,5 mm

##### Jochträger (JT 16)

1 mm Abrostung Steg um Oberflansch + berechnete Abrostung Unterflansch

Statisch mögliche Abrostung: 11,3 mm

Maximale konstruktive Abrostung: 9,9 mm

##### Stützen (von JT 16)

Statisch mögliche Abrostung: 2,0 mm umlaufende

##### Wandstützen (überall)

Erforderliche Bewehrungsfläche 10,90 cm<sup>2</sup>

##### Horizontale Schubverbände an der Kappendecke

Minimale Schweißnahtdicke 3,8 mm

##### Kappendecken

Maximale Abwitterung 2,0 cm

Seiten 1– 37

Hamburg, 21.10.2024

i. A. Cassiele Birck

Dipl. -Ing.



**SSK Ingenieure GmbH**

Seehase & Kopp

Pickhuben 4

20457 Hamburg

Bauteil:

Block:

Vorgang:

Seite:

(Archiv)