

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)											
Straßenbauverwaltung:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen	Datum:	03.09.2015										
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf												

B 3 OU Celle (Nordteil)

BW Ce 24 a + b

Machbarkeitsstudie

Stahltrögbrücke mit Schotterfahrbahn

Wunstorf, den 03.09.15

meyer+schubart

Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI

Hauptstraße 45 31515 Wunstorf

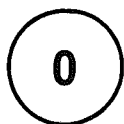
Telefon 05031/9026-0 Telefax 05031/9026-21

E-Mail: info@meyer-schubart.de

Internet: <http://www.meyer-schubart.de>

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke	Seite:	
Kapitel / Vorgang:		Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum: 03.09.2015							



Inhaltsübersicht

	<i>Inhalt</i>	<i>Seite</i>
0.1	Allgemeines	1 / 11
0.2	System	2 / 11
0.3	Einwirkungen	3 / 11
0.4	Schnittgrößen	4 / 11
0.5	Bemessung des Hauptträgers	5 / 11
0.6	Bemessung des Querträgers	6 / 11
0.7	Zusammenfassung	7 / 11

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	0 / 1
Kapitel / Vorgang:	0 Inhaltsübersicht Inhaltsverzeichnis	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	14. September 2015						



Allgemeines

Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund einer schallschutztechnischen Analyse ist das Ziel, möglichst eine Konstruktion mit direkter Schienenauflagerung zu vermeiden und eine Variante mit Schotterbett auf ihre prinzipielle Ausführbarkeit zu untersuchen.

Dabei soll die Stützweite im Rahmen der Vorgaben möglichst groß ausgebildet werden, um einen Tunneleffekt für die darunterliegende Straße zu vermeiden. Die angestrebte Stützweite beträgt 28,5 m.

Als Ergebnis der Machbarkeitsstudie soll die mögliche Querschnittsform und Bauart mit Angabe eines möglichen Brückenquerschnitts stehen, welche die schallschutztechnische Bewertung in Ihrer Plausibilität nachweist.

Die wesentlichen vorgegebenen Randbedingungen lauteten:

- Stützweiten zwischen 16,50 bis ca. 28,50 m (möglichst groß wg. Tunneleffekt)
- Bauhöhe max. 1,20 m (nördliches Gleis maßgebend)
- Bauweise bevorzugt mit Schotterbett (wg. Lärm)

Die niedrige Bauhöhe in Kombination mit dem Schotterbett erfordert eine querorientierte Fahrbahnausbildung. Dies ist für die vergleichsweise kleine Stützweite der Querträger aufgrund der Eingleisigkeit mit der verbleibenden Konstruktionshöhe der Querträger bei einer Schotterfahrbahn und in Übereinstimmung mit dem geltenden Regelwerk auch realisierbar.

Für das Haupttragwerk kommt unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und aufgrund der zur Verfügung stehenden Bauhöhe i.W. nur eine Trogkonstruktion in Frage. Eine Hauptschwierigkeit stellt dabei die Konstruktionshöhe der Hauptträger (bei max. Stützweite) in Verbindung mit den Unfallverhütungsvorschriften dar. Um das Übersteigen des die Fahrbahn nach oben überragenden Hauptträger-Obergurtes zu ermöglichen, legt die Ril. 804.1101(5) fest, dass die Höhendifferenz auf 0,5 m beschränkt ist. Dies limitiert die Konstruktionshöhe der Hauptträger und ist daher für die max. Stützweite nicht zu realisieren.

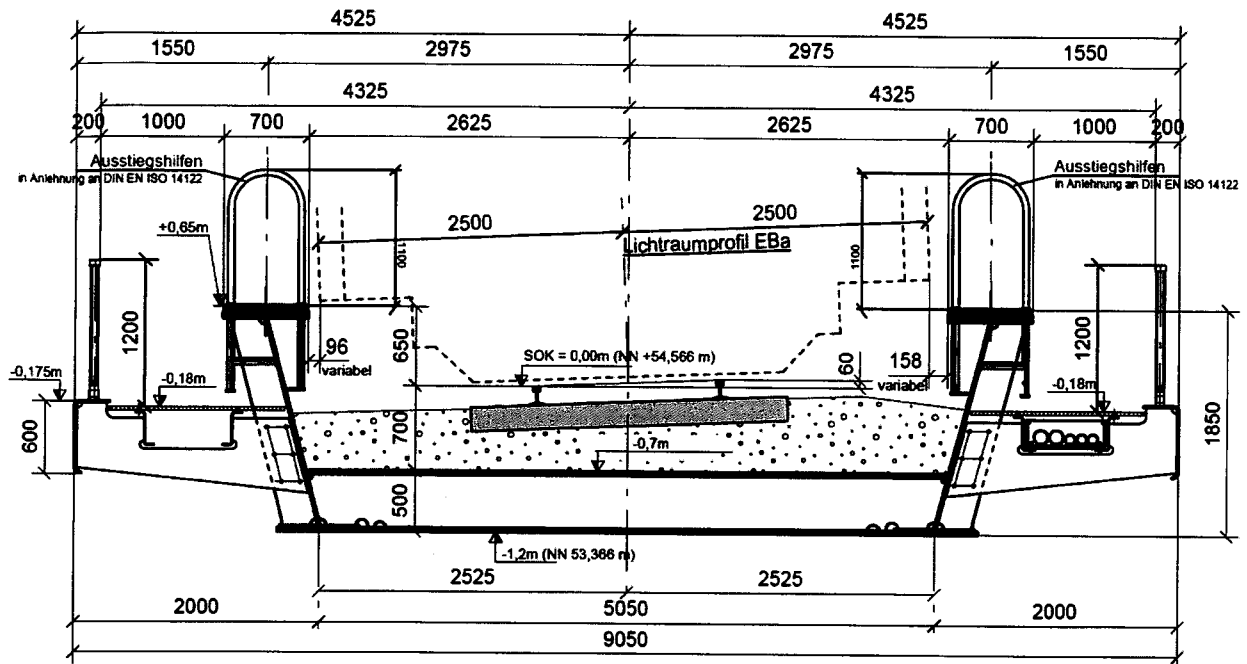
Grundsätzlich besteht aber die Möglichkeit von dieser Regel abzuweichen und bei größeren Höhendifferenzen sogenannte Übersteighilfen anzuordnen. Hierzu ist eine Abstimmung bzw. ÜG des Infrastrukturbetreibers erforderlich. Nach Rücksprache mit der OHE per email von 06.08.2015 bestehen gegen eine Anordnung von Übersteighilfen voraussichtlich keine Einwände.

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	1 / 11
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 0 Aufgabenstellung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf								Datum: 3. September 2015

Somit wird nachfolgend die Variante stählerner Trogüberbau mit querorientierter Fahrbahn untersucht.

Beschreibung des Bauwerks



Die Brücke hat zwei Doppel-T-förmige Hauptträger, die am Obergurt nach außen quergestellt sind. Die Hauptträger werden in Brückenmitte auf einer Länge von etwa 21,5 m an den Obergurten und Untergurten durch aufgeschweißte Lamellen verstärkt. An den Brückenenden sind keine Lamellen erforderlich. Die Höhe der Hauptträger beträgt inklusive der Zulagelamellen 1850 mm. Die Oberkante der Hauptträger befindet sich 650 mm über der Schienenoberkante, zur Überwindung der Höhe im Fluchtfall werden in Brückenmitte nach Absprache mit der OHE Übersteighilfen angeordnet. Die Unterkante der Hauptträger befindet sich 1200 mm unter der Schienenoberkante. An den Außenseiten der Hauptträger werden vertikal verlaufende Steifen für die Stabilisierung der Obergurte in ihrer Ebene angeordnet. Der Abstand dieser Rippen beträgt 3000 mm. An die Rippen erfolgt auch die Befestigung der Dienstgehwegkonsolen. Die Nutzbreite der Gehwege beträgt 1,0 m. Diese sind über Konsolen in einem Abstand von 3000 mm an die vertikalen Rippen der Hauptträger angeschlossen. Der Anschluss erfolgt über geschraubte Verbindungen.

Die Eigenfrequenz des Überbau beträgt $n_0 = 3,3$ Hz und liegt damit zwischen dem oberen Grenzwert von 7,7 Hz und dem unteren Grenzwert von 3,2 Hz. Die Streckengeschwindigkeit liegt mit 120 km/h unter 200 km/h. Damit ist nach den Vorgaben des Eurocode keine dynamische Untersuchung des Überbaus erforderlich.

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke		Seite:	1 / 12
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 0 Beschreibung des Bauwerks		Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b		Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen									
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015							
<p>Die Fahrbahn wird als querorientierte Fahrbahn ausgebildet. Der Abstand der Querträger beträgt 750 mm. Die Untergurte der Querträger befinden sich auf Höhe der Hauptträgeruntergurte. Die Querträgerhöhe beträgt in 500 mm. Der Anschluss der Querträgeruntergurte an die Hauptträgeruntergurte erfolgt mit ausgerundeten Blechen, der Ausrundungsradius beträgt $r = 150$ mm.</p> <p>Das Gleis des nördlichen Überbaus weist einen Radius von $R = 485$ m auf, die Überhöhung der Schiene beträgt 60 mm. Für das Gleis ergibt sich ein Stich von ~ 210 mm. An den Überbauenden wird die Gleisachse gegenüber der Überbauachse um 105 mm nach Norden versetzt angeordnet, in Brückenmitte ergibt sich ein Versatz dieser um 105 mm nach Süden. Das Gleis des südlichen Überbaus verläuft in einer Geraden, die Gleisachse und die Überbauachse liegen in einer Ebene.</p> <p>Der Überbau ist klassisch zwängungsfrei gelagert, er besitzt einen Festpunkt und ein queres Lager am gegenüberliegenden Brückenende. Der Überbau ist kürzer als 30 m und die Schienen befinden sich in einem Schotterbett. Aus diesen Gründen sind keine Schienenauszüge erforderlich.</p>										
Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke		Seite: 1 / 13							
Kapitel / Vorgang:	1 0	Allgemeines Beschreibung des Bauwerks	Archiv-Nr.							

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)													
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen														
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	14. September 2015												
<p>System:</p> <p>- Überbau als eingleisige stählerne Trogbrücke, beidseitig außen liegende Dienstgehwege</p> <p>Hauptabmessungen:</p> <table> <tr> <td>- Stützweite</td> <td>28,5 m</td> </tr> <tr> <td>- Achsabstand der Hauptträger (Schwerpunkte)</td> <td>~5,4 m</td> </tr> <tr> <td>- Bauhöhe der Hauptträger</td> <td>1,85 m</td> </tr> <tr> <td>- Bauhöhe der Querträger</td> <td>0,50 m</td> </tr> <tr> <td>- Abstand der Querträger</td> <td>0,75 m</td> </tr> <tr> <td>- Abstand der Konsolen</td> <td>3,00 m</td> </tr> </table> <p>Belastungsannahmen</p> <p>Ständige Lasten:</p> <p>- Eigengewicht der Stahlkonstruktion</p> <p>- Ausbaulasten: Schotter, Gleise, Schwellen</p> <p>Verkehrslasten:</p> <p>nach Eurocode 1</p> <p>- Lastmodell LM 71 $\alpha = 1,0$</p> <p>- Streckengeschwindigkeit $V_E = 60 \text{ km/h}$</p> <p>- Bremsen / Anfahren</p> <p>- Seitenstoß</p> <p>- Verkehr auf Dienstgehwegen</p> <p>Weitere Belastungen:</p> <p>nach Eurocode 1</p> <p>- Wind, Temperatur</p>				- Stützweite	28,5 m	- Achsabstand der Hauptträger (Schwerpunkte)	~5,4 m	- Bauhöhe der Hauptträger	1,85 m	- Bauhöhe der Querträger	0,50 m	- Abstand der Querträger	0,75 m	- Abstand der Konsolen	3,00 m
- Stützweite	28,5 m														
- Achsabstand der Hauptträger (Schwerpunkte)	~5,4 m														
- Bauhöhe der Hauptträger	1,85 m														
- Bauhöhe der Querträger	0,50 m														
- Abstand der Querträger	0,75 m														
- Abstand der Konsolen	3,00 m														
Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	1 / 14												
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 0 Belastungsannahmen	Archiv-Nr.													

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen	Datum:	3. September 2015						
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf								

2

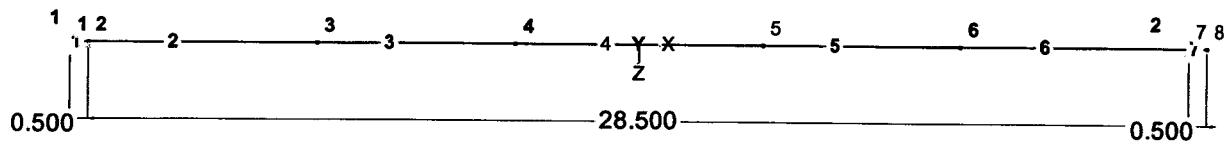
System

Hauptträger

Die Hauptträger werden als ein Feld Balken mit einer Stützweite von 28,5 m modelliert und durch im nachfolgenden Kapitel zusammengestellte Beanspruchungen belastet.

Knotennummerierung
Stabnummerierung
Lagernummerierung

Entgegen der Y-Richtung



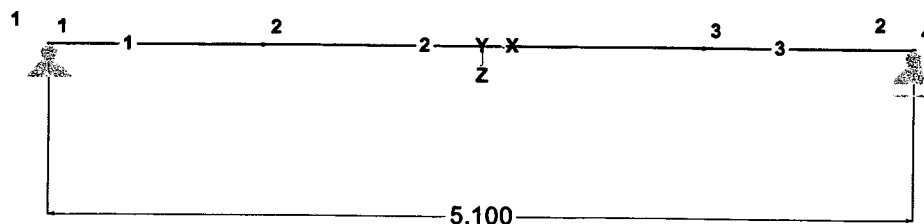
Die Bemessung wird am maßgebenden HT mit der maximalen Beanspruchung durch die außermittige Stellung des LM 71 durchgeführt (Überbau Nord, HT Süd).

Querträger

Die Querträger werden als ein Feld Balken mit einer Stützweite von 5,1 m modelliert und durch im nachfolgenden Kapitel zusammengestellte Beanspruchungen belastet.

Knotennummerierung
Stabnummerierung
Lagernummerierung

Entgegen der Y-Richtung



Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	Seite:	2 / 11
Kapitel / Vorgang:	2 System 0 Hauptträger	Archiv-Nr.	

G:\15_032_0_Machbarkeitsstudie_BW24a+b\Statik\2_System.docx

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen	Datum:	3. September 2015						
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf								

Querschnittswerte

Hauptträger

nachfolgend wird der für die Bemessung maßgebende Querschnitt incl. Lamellen in Feldmitte dargestellt

$$L_e = 28,5 \text{ m} \quad b_0 = 5,1 / 2 = 2,55 \text{ m} \quad \alpha_0 = 1,0$$

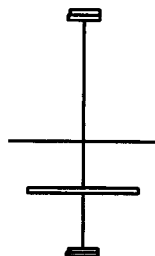
$$\kappa = 2,55 / 28,5 = 0,09 \quad \beta_1 = 0,95$$

$$b_{\text{eff}} = 0,95 \cdot 2,55 = 2,423 \text{ m}$$

Querschnittswerte + Spannungen

$N =$	0.000 MN	$W_{y,o} =$	-0.089927 m ³	$A =$	0.1911 m ²	$\left[\begin{array}{l} 1\,910.90 \text{ cm}^2 \\ 8\,888\,208.08 \text{ cm}^4 \\ 6\,050.62 \text{ cm}^4 \\ 68.20 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y =$	1.000 MNm	$W_{y,u} =$	0.103157 m ³	$I_y =$	0.088882 m ⁴	
				$I_r =$	0.000061 m ⁴	
				$i_y =$	0.6820 m	

Nr.	Bez.	b_i	$h_{t,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Zulage OG	650	40	20.0
2	OG	700	40	60.0
3	Steg	20	1270	715.0
4	FbBI	2423	30	1365.0
5	Steg	20	425	1592.5
6	Zulage UG	650	20	1815.0
7	UG	700	25	1837.5
8				
9				
10				



σ [N/mm ²]
-11.1
-9.0
-7.0
-4.9
-2.8
-0.7
1.4
3.4
5.5
7.6
9.7

Nr.	A	A x ζ	A x ζ^2	I_b	z_o	z_s	z_u	σ_o	σ_s	σ_u	S_j / I
[-]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[1/m]
1	2.60E+04	5.20E+05	1.04E+07	3.47E+06	-988.4	-968.4	-948.4	-11.1	-10.9	-10.7	-0.283274
2	2.80E+04	1.68E+06	1.01E+08	3.73E+06	-948.4	-928.4	-908.4	-10.7	-10.4	-10.2	-0.292463
3	2.54E+04	1.82E+07	1.30E+10	3.41E+09	-908.4	-273.4	361.6	-10.2	-3.1	4.1	-0.078126
4	7.27E+04	9.92E+07	1.35E+11	5.45E+06	361.6	376.6	391.6	4.1	4.2	4.4	0.308006
5	8.50E+03	1.35E+07	2.16E+10	1.28E+08	391.6	604.1	816.6	4.4	6.8	9.2	0.057773
6	1.30E+04	2.36E+07	4.28E+10	4.33E+05	816.6	826.6	836.6	9.2	9.3	9.4	0.120902
7	1.75E+04	3.22E+07	5.91E+10	9.11E+05	836.6	849.1	861.6	9.4	9.6	9.7	0.167182
8											
9											
10											
Σ	1.91E+05	1.89E+08	2.72E+11	3.56E+09	-988.4 min / max		861.6	$\zeta_s = 988.4 \text{ mm}$			

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke				Seite:	2 / 12	
Kapitel / Vorgang:	2	System			Archiv-Nr.		
	0	Querschnittswerte					

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen	
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum: 3. September 2015

Querträger

$L_e = 5,1 \text{ m}$ $b_0 = 0,75 / 2 = 0,375 \text{ m}$ $\alpha_0 = 1,0$
 $\kappa = 0,375 / 5,1 = 0,07$ $\beta_1 = 0,97$
 $b_{\text{eff}} = 0,97 \cdot 0,75 = 0,73 \text{ m}$

Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0,000 \text{ MN}$

$M_y = 1,000 \text{ MNm}$

$W_{y,0} = -0,009123 \text{ m}^3$

$W_{y,u} = 0,004183 \text{ m}^3$

$A = 0,0361 \text{ m}^2$

$I_y = 0,001434 \text{ m}^4$

$I_T = 0,000009 \text{ m}^4$

$i_y = 0,1994 \text{ m}$

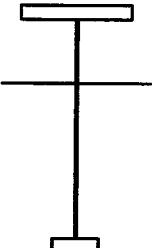
$360,75 \text{ cm}^2$

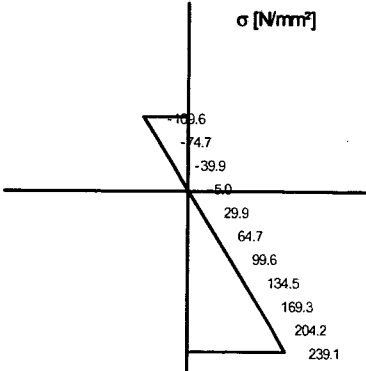
$143\,387,95 \text{ cm}^4$

$863,31 \text{ cm}^4$

$19,94 \text{ cm}$

Nr.	Bez.	b_i	$h_{c,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	OG	730	30	15,0
2	Steg	15	445	252,5
3	UG	300	25	487,5
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				





Nr.	A	A x ζ	A x ζ^2	I_0	z_0	z_s	z_u	σ_0	σ_s	σ_u	S_i / I
[-]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[1/m]
1	2,19E+04	3,29E+05	4,93E+06	1,64E+06	-157,2	-142,2	-127,2	-109,6	-99,2	-88,7	-2,171516
2	6,68E+03	1,69E+06	4,26E+08	1,10E+08	-127,2	95,3	317,8	-88,7	66,5	221,7	0,443744
3	7,50E+03	3,66E+06	1,78E+09	3,91E+05	317,8	330,3	342,8	221,7	230,4	239,1	1,727772
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Σ	3,61E+04	5,67E+06	2,21E+09	1,12E+08	-157,2 min / max		342,8	$\zeta_s = 157,2 \text{ mm}$			

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	Seite: 2 / 13
Kapitel / Vorgang:	2 System 0 Querschnittswerte	Archiv-Nr.

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen		
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	3. September 2015

Steife

$L = 1,6 \text{ m}$ $L_e = 3,2 \text{ m}$ $b_0 = 3,0 / 2 = 1,5 \text{ m}$ $\alpha_0 = 1,0$
 $\kappa = 1,5 / 3,2 = 0,47$ $\beta_1 = 0,241$
 $b_{\text{eff}} = 0,241 \cdot 3,0 = 0,72 \text{ m}$

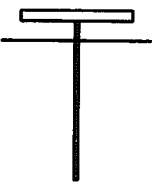
Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0,000 \text{ MN}$ $W_{y,o} = -0,002457 \text{ m}^3$ $W_{y,u} = 0,000515 \text{ m}^3$
 $M_y = 0,010 \text{ MNm}$

$A = 0,0200 \text{ m}^2$ $I_y = 0,000128 \text{ m}^4$ $I_z = 0,000003 \text{ m}^4$
 $i_y = 0,0799 \text{ m}$

$\left[\begin{array}{l} 200,00 \text{ cm}^2 \\ 12\,778,67 \text{ cm}^4 \\ 266,67 \text{ cm}^4 \\ 7,99 \text{ cm} \end{array} \right]$
--

Nr.	Bez.	b_i	$h_{c,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	OG	720	20	10.0
2	Steg	20	280	160.0
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



$\sigma \text{ [N/mm}^2\text{]}$	-4.1	-1.7	0.6	3.0	5.3	7.7	10.0	12.4	14.7	17.1	19.4
----------------------------------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------

Nr.	A	$A \times \zeta$	$A \times \zeta^2$	I_o	z_o	z_s	z_u	σ_o	σ_s	σ_u	S_i / I
[-]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[1/m]
1	1.44E+04	1.44E+05	1.44E+06	4.80E+05	-52.0	-42.0	-32.0	-4.1	-3.3	-2.5	-4.732888
2	5.60E+03	8.96E+05	1.43E+08	3.66E+07	-32.0	108.0	248.0	-2.5	8.5	19.4	4.732888
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Σ	2.00E+04	1.04E+06	1.45E+08	3.71E+07	-52.0 min / max	248.0		$\zeta_s =$	52.0 mm		

Bauteil: Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke

Kapitel / Vorgang: 2 System
0 Querschnittswerte

Seite: 2 / 14

Archiv-Nr.

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015						

3

Einwirkungen

Hauptträger

ständige Lasten

Stahlkonstruktion aus Überschlag 130 t incl. Schweißnähte, Korrosionsschutz etc.

$g_1 = 130 \cdot 10 / 2 / 28,5 = 22,8 \text{ kN/m}$ je HT

Ausbaulasten

- Schotter: Breite: $b \cong 5,2 \text{ m}$ i.M.
Höhe: $h = 0,53 \text{ m}$ i.M.
 $\Delta h = 0,1 \text{ m}$ Hebungsreserve

$g_{2,1} = 20 \cdot 5,2 \cdot 0,63 = 65,5 \text{ kN/m}$

- Schienen, Schwellen

$g_{2,2} = 1,2 + 1,0 + 3,8 = 6,0 \text{ kN/m}$

- Dienstgehweg

$g_{2,3} = 7,0 \text{ kN/m}$

$g_2 = (65,5 + 6 + 7) / 2 = 39,0 \text{ kN/m}$ je HT

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	3 / 11
Kapitel / Vorgang:	3 Einwirkungen 0 Hauptträger	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf								Datum: 3. September 2015

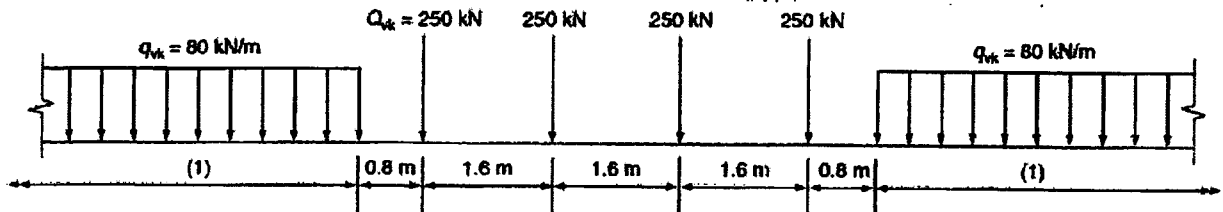
Verkehrslasten

Verkehr auf Dienstgehwegen

$$p = 5,0 \text{ kN/m}^2 \quad b = 1,0 \text{ m}$$

$$p = 5,0 \text{ kN/m je HT}$$

Lastmodell 71



$$\alpha = 1,0$$

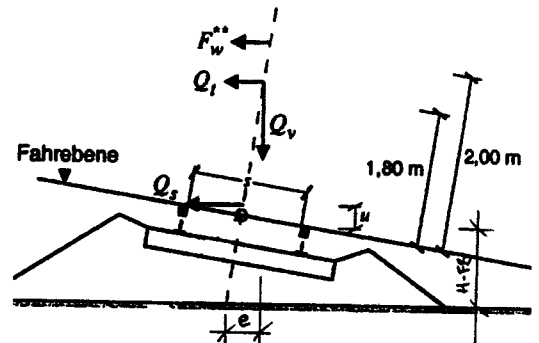
Lastausmitte incl. ungleichmäßiger Beladung, Gleisüberhöhung und Zentifugalkraft

min $e = -98 \text{ mm}$ fahrender Zug

max $e = 305 \text{ mm}$ stehender Zug

dynamischer Erhöhungsfaktor

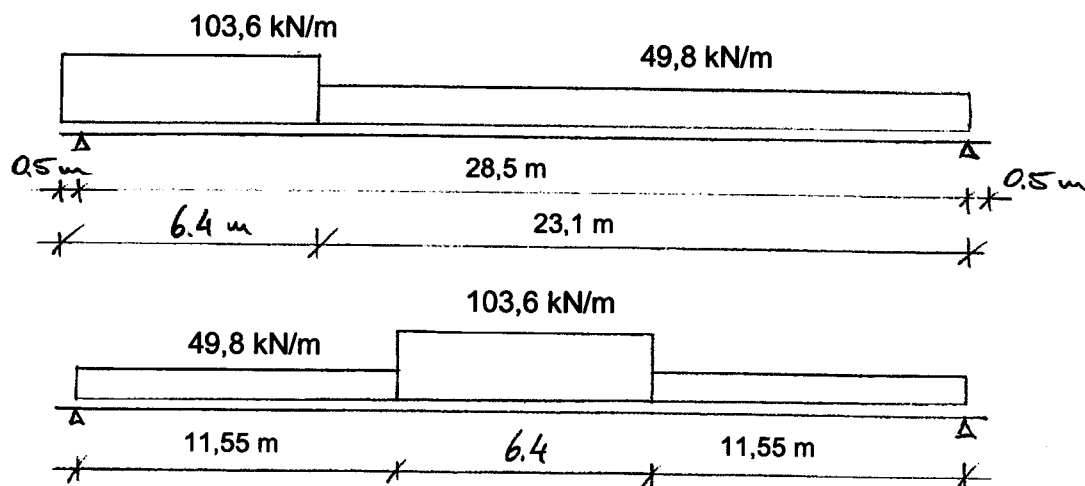
$$\Phi_2 = 1,10$$



$$q_{v,k1} = (2,35 + 0,305) / 4,7 * 1,1 * 80 = 49,8 \text{ kN/m} \quad \text{Streckenlast}$$

$$q_{v,k2} = (2,35 + 0,305) / 4,7 * 1,1 * 1000 / 6,4 = 103,6 \text{ kN/m} \quad \text{Loküberlast}$$

kritische Laststellungen



Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke		Seite:	3 / 12
Kapitel / Vorgang:	3 0	Einwirkungen Hauptträger	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015						
<p>Querträger</p> <p>ständige Lasten</p> <p>Ausbaulasten</p> <p>- Schotter: Breite: $e_{QT} = 0,75 \text{ m}$</p> <p> Höhe: $h = 0,53 \text{ m}$ i.M.</p> <p> $\Delta h = 0,1 \text{ m}$ Hebungsreserve</p> <p>$g_{2,1} = 20 * 0,75 * 0,63 = 9,5 \text{ kN/m}$ über gesamte Trägerlänge</p> <p>- Schienen, Schwellen</p> <p>$g_{2,2} = 6,0 * 0,75 / 2,6 = 1,7 \text{ kN/m}$ mittig auf $l = 2,6 \text{ m}$ Schwellenlänge</p> <p>Verkehrslasten</p> <p>Lastmodell 71 Achslast mittig auf einen Querträger</p> <p>dynamischer Erhöhungsfaktor mit $L_e = 2 * 0,75 + 3\text{m} = 4,5\text{m}$</p> <p>$\Phi_2 = 1,5$</p> <p>Schwellenbreite $\cong 2,6 \text{ m}$</p> <p>$q_{v,k2} = 250 * 1,5 / 2,6 = 144,2 \text{ kN/m}$</p>									
Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke		Seite: 3 / 13						
Kapitel / Vorgang:	3	Einwirkungen	Archiv-Nr.						
	0	Querträger							

Baumaßnahme: B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b		Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller: Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen			
Aufsteller: Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015	
<p>dynamische Untersuchung</p> <p>nach EC 1, 6.4</p> $n_0 = 17,75 / (\delta_0)^{1/2} \leq 94,76 * L^{-0,748} = 7,7 \text{ Hz}$ $\geq 23,58 * L^{-0,592} = 3,2 \text{ Hz}$ $\delta_0 = 5 / 384 * (22,8 + 39,0) * 28,5^4 / 210000 / 0,087944 = 28,7 \text{ mm}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> g_1 g_2 L E I_y </div> $7,7 \text{ Hz} \geq n_0 = 17,75 / (28,7)^{1/2} = 3,3 \text{ Hz} \geq 3,2 \text{ Hz}$ <p>→ keine dynamische Untersuchung erforderlich</p>			
Bauteil: Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke		Seite: 3 / 14	
Kapitel / Vorgang: 3 Einwirkungen 0 dynamische Untersuchung		Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)									
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen										
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	3. September 2015								



Schnittgrößen

Nachfolgend werden die Schnittgrößen für die für die Bauteile Hauptträger (Pos. S01) und Querträger (Pos. QT) lastfallweise und als Kombination für den Grenzzustand der Tragfähigkeit zusammengestellt.

LF 1 Eigengewicht Stahl

LF 2 Ausbaulasten

LF 11 Lastmodell 71 (incl. Φ_2 ; ohne α)

LF 12 Lastmodell 71 (incl. Φ_2 ; ohne α)

LK 1 Bemessungswerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$E_d = 1,35 * (LF1 + LF2) + 1,45 * (LF11 \text{ oder } LF12)$$

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	4 / 11
Kapitel / Vorgang:	4 Schnittgrößen Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.Fe	Archiv-Nr.	



Projekt: **BW24_OHE**
Nachbarkeitsuntersuchung
Stahltrag

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

LF1: G_Stahl
V-z

STÄBE - SCHMITTDRÜSEN, ANSICHT, -Y, G_STAHN (N-z)

Entgegen der Y-Richtung



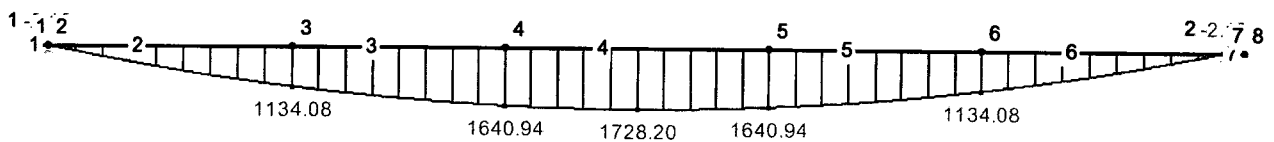
Max V-z: 242.85, Min V-z: -242.85 [kN]



STÄBE - SCHMITTDRÜSEN, ANSICHT, -Y, G_STAHN (M-y)

LF1: G_Stahl
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 1728.20, Min M-y: -2.13 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**

**Nachbarkeitsuntersuchung
Stahltrög**

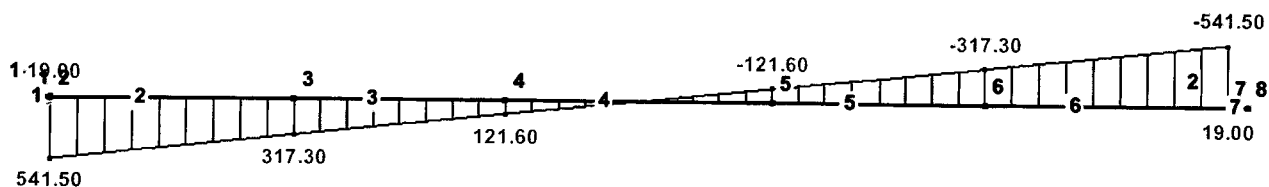
Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

LF2: Ausbau
V-z

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBAU (N-z)

Entgegen der Y-Richtung



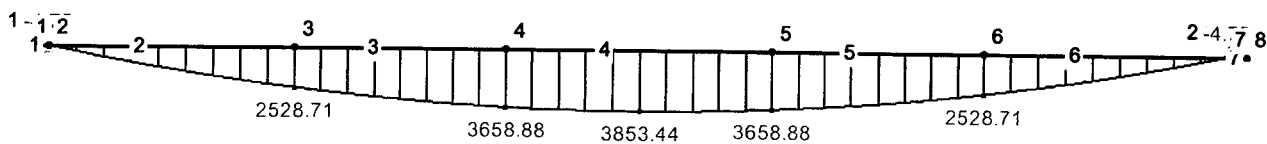
Max V-z: 541.50, Min V-z: -541.50 [kN]



STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBAU (M-y)

LF2: Ausbau
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 3853.44, Min M-y: -4.75 [kNm]



4/13



Projekt: **BW24_OHE**
Machbarkeitsuntersuchung
Stahltrag

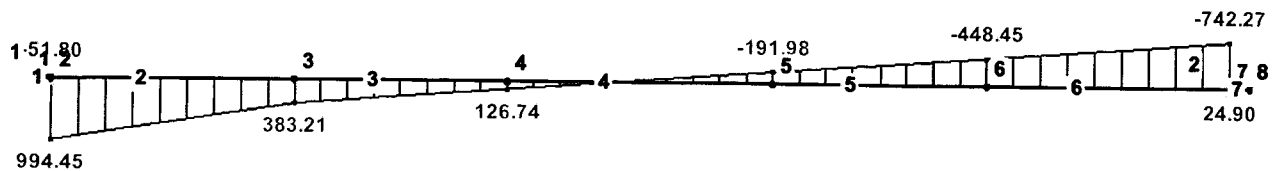
Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

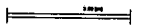
LF11: LM71
V-z

STÄBE - SCHMITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, LM71 (V-z)

Entgegen der Y-Richtung



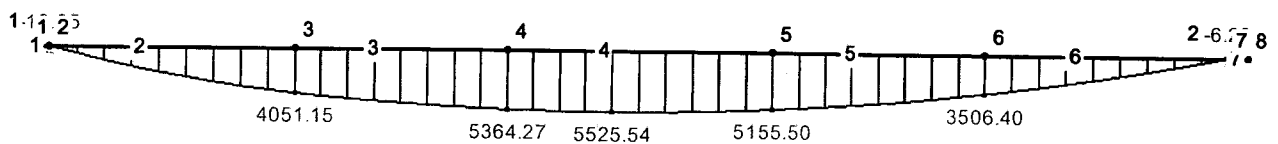
Max V-z: 994.45, Min V-z: -742.27 [kN]



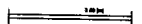
LF11: LM71
M-y

STÄBE - SCHMITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, LM71 (M-y)

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 5525.54, Min M-y: -12.95 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**

**Nachbarkeitsuntersuchung
Stahltrög**

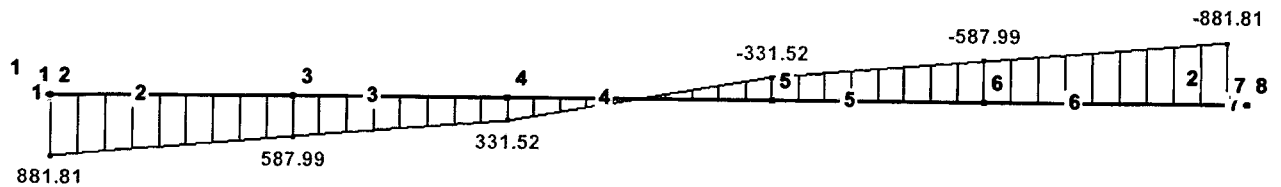
Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

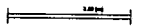
LF12: LM71
V-z

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT - Y, LM71 (V-z)

Entgegen der Y-Richtung



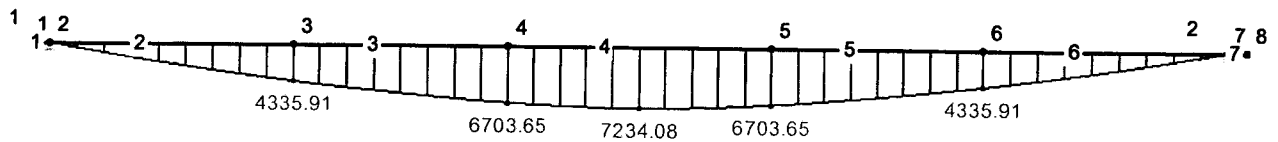
Max V-z: 881.81, Min V-z: -881.81 [kN]



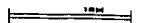
LF12: LM71
M-y

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT - Y, LM71 (M-y)

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 7234.08, Min M-y: 0.00 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**
Machbarkeitsuntersuchung
Stahltrag

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

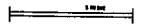
STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, 1.35*LF1/S + 1.35*LF2/S + 1.45*LF11 ODER 1.45*LF12 (V-z)

LK1: $1.35*LF1/S + 1.35*LF2/S + 1.45*LF11$ oder $1.45*LF12$
V-z

Entgegen der Y-Richtung



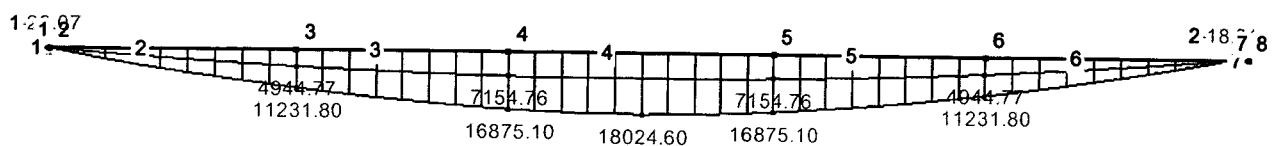
Max V-z: 2500.83, Min V-z: -2337.50 [kN]



STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, 1.35*LF1/S + 1.35*LF2/S + 1.45*LF11 ODER 1.45*LF12 (M-y)

LK1: $1.35*LF1/S + 1.35*LF2/S + 1.45*LF11$ oder $1.45*LF12$
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 18024.63, Min M-y: -28.07 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**
Machbarkeitsuntersuchung
Stahltrög

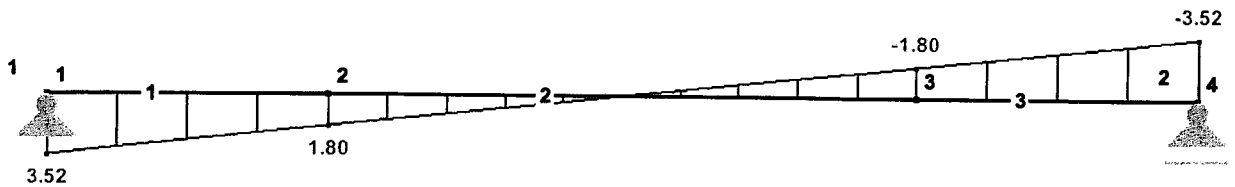
Position: **QT**
Querträger

Datum: 24.08.2015

LF1: G_Stahl
V-z

Entgegen der Y-Richtung

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, Q_STABL (V-z)

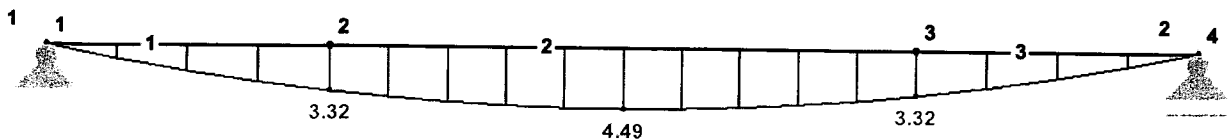


Max V-z: 3.52, Min V-z: -3.52 [kN]

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, Q_STABL (M-y)

LF1: G_Stahl
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 4.49, Min M-y: 0.00 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**
Machbarkeitsuntersuchung
Stahltrög

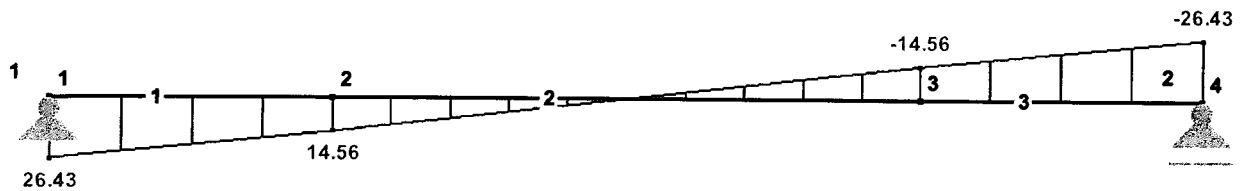
Position: **QT**
Querträger

Datum: 24.08.2015

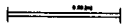
LF2: Ausbaulast
V-z

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBALAST (V-z)

Entgegen der Y-Richtung



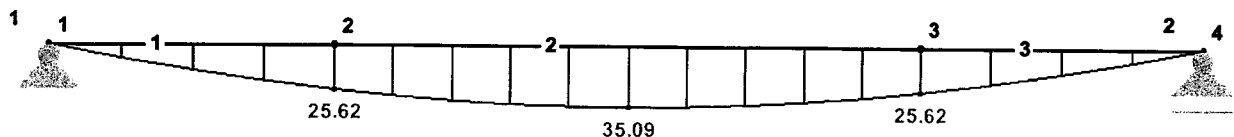
Max V-z: 26.43, Min V-z: -26.43 [kN]



STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBALAST (M-y)

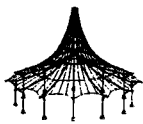
LF2: Ausbaulast
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 35.09, Min M-y: 0.00 [kNm]





Projekt: **BW24_OHE**
Machbarkeitsuntersuchung
Stahltrag

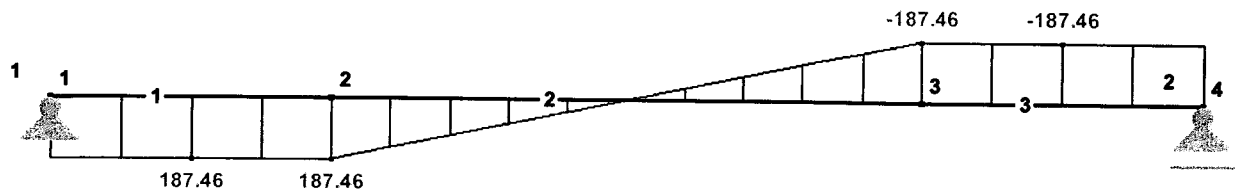
Position: **QT**
Querträger

Datum: 24.08.2015

LF11: LM71
V-z

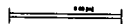
STÄBE - SCHMITTORÖSSEN ANSICHT, -Y, LM71 (N-z)

Entgegen der Y-Richtung



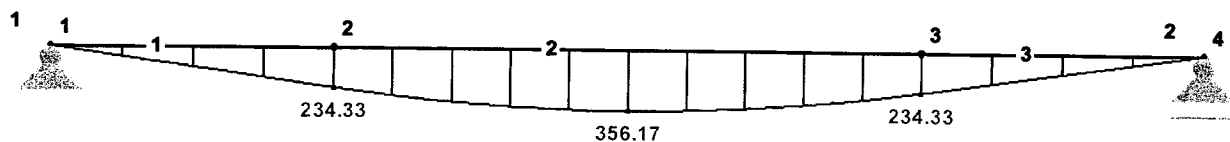
Max V-z: 187.46, Min V-z: -187.46 [kN]

STÄBE - SCHMITTORÖSSEN ANSICHT, -Y, LM71 (M-y)



LF11: LM71
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 356.17, Min M-y: 0.00 [kNm]





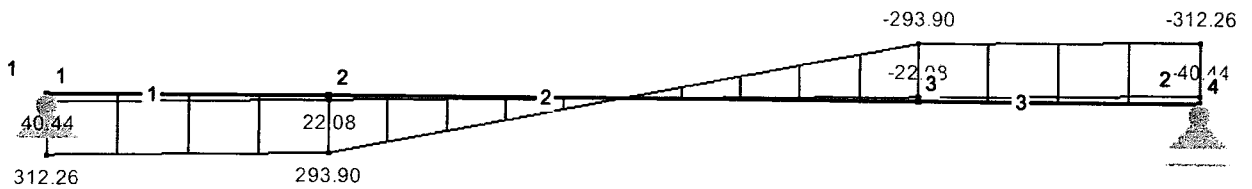
Projekt: **BW24_OHE**
Nachbarkeitsuntersuchung
Stahltrög

Position: **QT**
Querträger

Datum: 24.08.2015

LK1: $1.35 \cdot LF1/S + 1.35 \cdot LF2/S + 1.45 \cdot LF11$
V-z

Entgegen der Y-Richtung

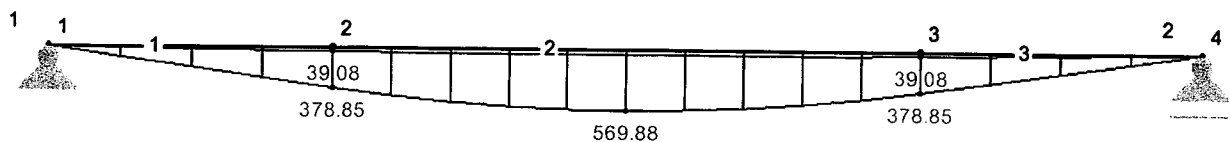


Max V-z: 312.26, Min V-z: -312.26 [kN]

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN ANSICHT - Y, $1.35 \cdot LF1/S + 1.35 \cdot LF2/S + 1.45 \cdot LF11$ (M-y)

LK1: $1.35 \cdot LF1/S + 1.35 \cdot LF2/S + 1.45 \cdot LF11$
M-y

Entgegen der Y-Richtung



Max M-y: 569.88, Min M-y: 0.00 [kNm]



Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen		
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	3. September 2015

5

Bemessung des Hauptträgers

Grenzzustand der Tragfähigkeit

max $M_{y,d}$ = 18,0 MNm

max $V_{z,d}$ = 2,5 MN

Querschnittswerte + Spannungen

N = 0.000 MN

M_y = 18.000 MNm

W_{yo} = -0.089927 m³

W_{yu} = 0.103157 m³

A = 0.1911 m²

I_y = 0.088882 m⁴

I_z = 0.000061 m⁴

i_y = 0.6820 m

1 910.90 cm²

8 888 208.08 cm⁴

6 050.62 cm⁴

68.20 cm

Nr.	Bez.	b_i	$h_{\zeta,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Zulage OG	650	40	20.0
2	OG	700	40	60.0
3	Steg	20	1270	715.0
4	FbBI	2423	30	1365.0
5	Steg	20	425	1592.5
6	Zulage UG	650	20	1815.0
7	UG	700	25	1837.5
8				
9				
10				

Nr.	A	A x ζ	A x ζ^2	I_b	z_o	z_s	z_u	σ_o	σ_s	σ_u	S_i / I
[-]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[1/m]
1	2.60E+04	5.20E+05	1.04E+07	3.47E+06	-988.4	-968.4	-948.4	-200.2	-196.1	-192.1	-0.283274
2	2.80E+04	1.68E+06	1.01E+08	3.73E+06	-948.4	-928.4	-908.4	-192.1	-188.0	-184.0	-0.292463
3	2.54E+04	1.82E+07	1.30E+10	3.41E+09	-908.4	-273.4	361.6	-184.0	-55.4	73.2	-0.078126
4	7.27E+04	9.92E+07	1.35E+11	5.45E+06	361.6	376.6	391.6	73.2	76.3	79.3	0.308006
5	8.50E+03	1.35E+07	2.16E+10	1.28E+08	391.6	604.1	816.6	79.3	122.3	165.4	0.057773
6	1.30E+04	2.36E+07	4.28E+10	4.33E+05	816.6	826.6	836.6	165.4	167.4	169.4	0.120902
7	1.75E+04	3.22E+07	5.91E+10	9.11E+05	836.6	849.1	861.6	169.4	172.0	174.5	0.167182
8											
9											
10											
Σ	1.91E+05	1.89E+08	2.72E+11	3.56E+09	-988.4 min / max		861.6	$\zeta_s = 988.4$ mm			

min σ_d = -200 MN/m² ≤ 214 MN/m²

max σ_d = 175 MN/m² ≤ 235 MN/m²

max τ_d = 2500 / 175 / 2 = 72 MN/m² ≤ 136 MN/m²

kein Vergleichsspannungsnachweis erforderlich, da Spannungskomponenten an verschiedenen Stellen auftreten

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	Seite:	5 / 11
Kapitel / Vorgang:	5 Bemessung des Hauptträgers 0 Grenzzustand der Tragfähigkeit	Archiv-Nr.	

G:\15_032_0_Machbarkeitsstudie_BW24a+b\Statik\5_HT.docx

Baumaßnahme: B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b		Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller: Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen			
Aufsteller: Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015	

Stabilität des Obergurtes

Brückenquerschnitt:

$A_{og} =$	0.054 m ²
$I_{og} =$	1.83E-03 m ⁴
$h =$	1.725 m
$h_{ow} =$	0.920 m
$t_{weg} =$	0.02 m

Einwirkung:

$\sigma_{o,d} =$	-200 N/mm ²
$\sigma_{u,d} =$	175 N/mm ²

Knicklast für elastisch gebetteten Stab:

$E =$	210000 N/mm ²
$a_{QR} =$	3.000 m
$l =$	28.500 m

Formeln:

$$C = \frac{E I_v}{h_v^3/3 + h^2 b_q l_v / l_q} = \frac{2.68E+01}{0.75 + 0.54} = 20800 \text{ kN/m}$$

$k = 6.925/4799 \text{ MN/m}^2$

$I_{quer} = 3.32$

$N_{Kl}^{quer} = 1$ (liegt auf der sicheren Seite)

$N_{Kl} = 103 \text{ MN}$

Knicknachweis:

$$\chi = 1 / (\Theta + (\Theta^2 - \lambda^{quer,2})^{0.5}) = 1 / (0.61 + (0.61^2 - 0.37^2)^{0.5}) = 0.913$$

mit $f_y = 235$

$\alpha = 0.49$ (Knicklinie c)

$\lambda^{quer} = (A_{eff} \cdot f_y / N_{Kl})^{0.5} = (0.050 \cdot 235 / 103)^{0.5} = 0.370$

$\Theta = 0.5 [1 + \alpha (\lambda^{quer,2} - 0.2) + \lambda^{quer,2}] = 0.610$

$N_{b,red} = 11.73 \text{ MN} \approx |N_{Ed}| = 11.82 \text{ MN}$

Tabelle D.3 — Federsteifigkeit C_q für die seitlich Stützung von Fachwerken

	1	2
1		
1a		

Beispiel für eine Strebenfachwerkbrücke mit Pfosten

Modellierung

$C = \frac{E I_v}{\frac{h_v^3}{3} + \frac{h^2 b_q l_v}{2 l_q}}$

Elastisch gebettete Stäbe

Bettungsziffer $k = \text{konst.} = \text{Streckenlast/Verschiebung}$

$N_{Kl} = \frac{E I}{k} \sqrt{\frac{k}{E I}} l \rightarrow \text{Diagramm} \rightarrow \bar{N}_{Kl} \cdot N_{Kl} = \bar{N}_{Kl}^2 \sqrt{k E I}$

$\bar{N}_{Kl} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{l}{n} \right)^2 + \left(\frac{n}{l} \right)^2 \right]$

Anzahl der Halbwellen der Knickbiegelinie

1. Knickform: $i = \sqrt{1.2}$, $n = 1$

2. Knickform: $i = \sqrt{2.3}$, $n = 2$

3. Knickform: $i = \sqrt{3.4}$, $n = 3$

4. Knickform: $i = \sqrt{4.5}$, $n = 4$

Beispiel: geg.: $l = 6 \text{ m}$, $E I = 2 \text{ MNm}^2$, $k = 1.2 \text{ MN/m}^2$

$\rightarrow i = 1.68, 2. \text{ Knickform}, n = 2 \text{ Halbwellen}, \bar{N}_{Kl} = 1.06, N_{Kl} = 3.29 \text{ MN}$

Bauteil: Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke

Seite: 5 / 12

Kapitel / Vorgang: 5 Bemessung des Hauptträgers
0 Stabilität des Obergurtes

Archiv-Nr.

Baumaßnahme: B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b		Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller: Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen			
Aufsteller: Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015	

Ermüdung

$\lambda = 0,64 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,64$

$\Delta M_{y,LM71} = 5,5 \text{ MNm} \quad \lambda * \Delta M_{y,LM71} = 3,52 \text{ MNm}$

Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0.000 \text{ MN}$

$M_y = 3.520 \text{ MNm}$

$W_{yo} = -0.089927 \text{ m}^3$

$W_{yu} = 0.103157 \text{ m}^3$

$A = 0.1911 \text{ m}^2$

$I_y = 0.088882 \text{ m}^4$

$I_T = 0.000061 \text{ m}^4$

$i_y = 0.6820 \text{ m}$

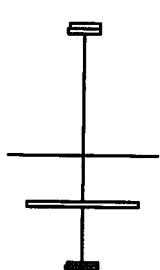
1 910.90 cm²

8 888 208.08 cm⁴

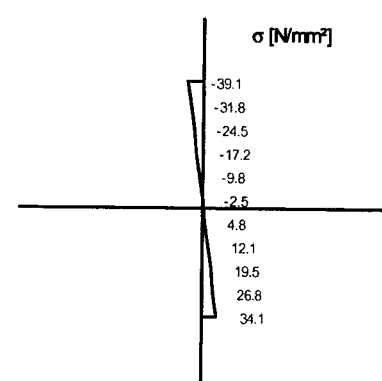
6 050.62 cm⁴

68.20 cm

Nr.	Bez.	b _i	h _{c,i}	ζ _{s,i}
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Zulage OG	650	40	20.0
2	OG	700	40	60.0
3	Steg	20	1270	715.0
4	FbB	2423	30	1365.0
5	Steg	20	425	1592.5
6	Zulage UG	650	20	1815.0
7	UG	700	25	1837.5
8				
9				
10				



σ [N/mm²]



Nr.	A	A x ζ	A x ζ²	I _b	z _o	z _s	z _u	σ _o	σ _s	σ _u	S _j / I
[-]	[mm²]	[mm³]	[mm⁴]	[mm⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[1/m]
1	2.60E+04	5.20E+05	1.04E+07	3.47E+06	-988.4	-968.4	-948.4	-39.1	-38.4	-37.6	-0.283274
2	2.80E+04	1.68E+06	1.01E+08	3.73E+06	-948.4	-928.4	-908.4	-37.6	-36.8	-36.0	-0.292463
3	2.54E+04	1.82E+07	1.30E+10	3.41E+09	-908.4	-273.4	361.6	-36.0	-10.8	14.3	-0.078126
4	7.27E+04	9.92E+07	1.35E+11	5.45E+06	361.6	376.6	391.6	14.3	14.9	15.5	0.308006
5	8.50E+03	1.35E+07	2.16E+10	1.28E+08	391.6	604.1	816.6	15.5	23.9	32.3	0.057773
6	1.30E+04	2.36E+07	4.28E+10	4.33E+05	816.6	826.6	836.6	32.3	32.7	33.1	0.120902
7	1.75E+04	3.22E+07	5.91E+10	9.11E+05	836.6	849.1	861.6	33.1	33.6	34.1	0.167182
8											
9											
10											
Σ	1.91E+05	1.89E+08	2.72E+11	3.56E+09	-988.4 min / max	861.6		ζ _s = 988.4 mm			

am OG: Anschluss Querrippe an HT OG KG 71

$\gamma_{Ft} * \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 * 36 = 36,0 \text{ MN/m}^2 \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{Mf} = 71 / 1,25 = 56,8 \text{ MN/m}^2$

am UG-Lamelle: Anschluss Querrippe an HT UG-Lamelle KG 71 gegenüber OG nicht maßg.

am UG: Anschluss QT UG an HT UG KG 125

$\gamma_{Ft} * \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 * 34,1 = 34,1 \text{ MN/m}^2 \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{Mf} = 125 / 1,25 = 100 \text{ MN/m}^2$

Bauteil: Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	Seite: 5 / 13
Kapitel / Vorgang: 5 Bemessung des Hauptträgers 0 Ermüdung	Archiv-Nr.

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)							
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf								Datum: 3. September 2015

6

Bemessung des Querträgers

Grenzzustand der Tragfähigkeit

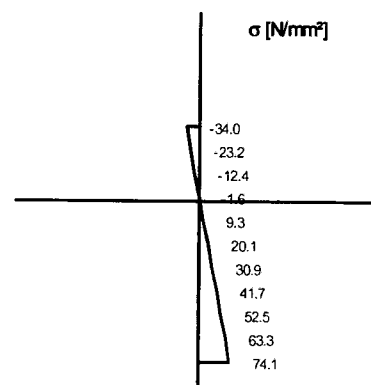
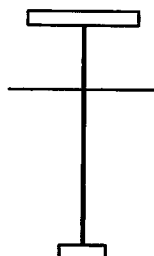
max $M_{y,d} = 0,57 \text{ MNm}$

max $V_{z,d} = 0,31 \text{ MN}$

Querschnittswerte + Spannungen

$N =$	0.000 MN	$W_{yo} =$	-0.009123 m ³	$A =$	0.0361 m ²	$\left[\begin{array}{l} 360.75 \text{ cm}^2 \\ 143\,387.95 \text{ cm}^4 \\ 863.31 \text{ cm}^4 \\ 19.94 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y =$	0.310 MNm	$W_{yu} =$	0.004183 m ³	$I_y =$	0.001434 m ⁴	
				$I_T =$	0.000009 m ⁴	
				$i_y =$	0.1994 m	

Nr.	Bez.	b_i	h_{ci}	ζ_{si}
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	OG	730	30	15.0
2	Steg	15	445	252.5
3	UG	300	25	487.5
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



Nr.	A	A x ζ	A x ζ^2	I_b	z_o	z_s	z_u	σ_o	σ_s	σ_u	S_i / I
[-]	[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[1/m]
1	2.19E+04	3.29E+05	4.93E+06	1.64E+06	-157.2	-142.2	-127.2	-34.0	-30.7	-27.5	-2.171516
2	6.68E+03	1.69E+06	4.26E+08	1.10E+08	-127.2	95.3	317.8	-27.5	20.6	68.7	0.443744
3	7.50E+03	3.66E+06	1.78E+09	3.91E+05	317.8	330.3	342.8	68.7	71.4	74.1	1.727772
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Σ	3.61E+04	5.67E+06	2.21E+09	1.12E+08	-157.2 min / max		342.8	$\zeta_s = 157.2 \text{ mm}$			

min $\sigma_d = -34 \text{ MN/m}^2 \leq 214 \text{ MN/m}^2$

max $\sigma_d = 75 \text{ MN/m}^2 \leq 235 \text{ MN/m}^2$

max $\tau_d = 310 / 44,5 / 1,5 = 46 \text{ MN/m}^2 \leq 136 \text{ MN/m}^2$

kein Vergleichsspannungsnachweis erforderlich, da Spannungskomponenten an verschiedenen Stellen auftreten

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke		Seite:	6 / 11
Kapitel / Vorgang:	6 0	Bemessung des Querträgers Grenzzustand der Tragfähigkeit	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme: B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b		Bauwerksnummer (ASB)	
Besteller: Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen			
Aufsteller: Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		Datum: 3. September 2015	

Ermüdung

$\lambda = 1,07 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 1,07$

$\Delta M_{y,LM71} = 0,36 \text{ MNm} \quad \lambda * \Delta M_{y,LM71} = 0,39 \text{ MNm}$

Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0,000 \text{ MN}$

$M_y = 0,390 \text{ MNm}$

$W_{yo} = -0,009123 \text{ m}^3$

$W_{yu} = 0,004183 \text{ m}^3$

$A = 0,0361 \text{ m}^2$

$I_y = 0,001434 \text{ m}^4$

$I_T = 0,000009 \text{ m}^4$

$i_y = 0,1994 \text{ m}$

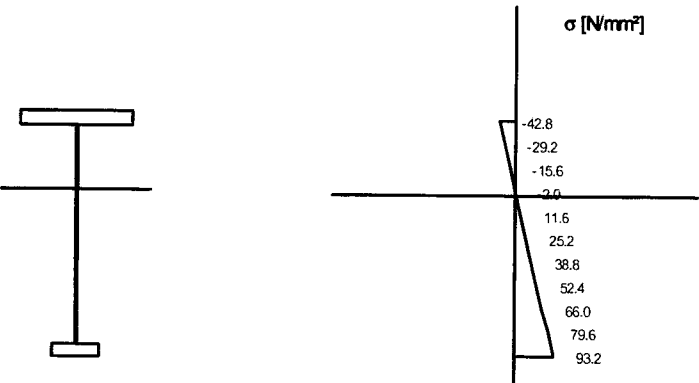
$360,75 \text{ cm}^2$

$143\,387,95 \text{ cm}^4$

$863,31 \text{ cm}^4$

$19,94 \text{ cm}$

Nr.	Bez.	b_i	$h_{\zeta,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	OG	730	30	15,0
2	Steg	15	445	252,5
3	UG	300	25	487,5
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



Nr.	A	A x ζ	A x ζ^2	I_b	z_o	z_s	z_u	σ_o	σ_s	σ_u	S_i / I
[-]	[mm²]	[mm³]	[mm⁴]	[mm⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[1/m]
1	2,19E+04	3,29E+05	4,93E+06	1,64E+06	-157,2	-142,2	-127,2	-42,8	-38,7	-34,6	-2,171516
2	6,68E+03	1,69E+06	4,26E+08	1,10E+08	-127,2	95,3	317,8	-34,6	25,9	86,4	0,443744
3	7,50E+03	3,66E+06	1,78E+09	3,91E+05	317,8	330,3	342,8	86,4	89,8	93,2	1,727772
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Σ	3,61E+04	5,67E+06	2,21E+09	1,12E+08	-157,2 min / max		342,8	$\zeta_s = 157,2 \text{ mm}$			

am OG und UG: Halsnähte KG 100

$\gamma_{Ft} * \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 * 93 = 93,0 \text{ MN/m}^2 \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{Mf} = 100 / 1,0 = 100 \text{ MN/m}^2$

Bauteil: Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	Seite: 6 / 12
Kapitel / Vorgang: 6 Bemessung des Querträgers 0 Ermüdung	Archiv-Nr.

Baumaßnahme:	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	Bauwerksnummer (ASB)									
Besteller:	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen										
Aufsteller:	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	Datum:	16. September 2015								



Zusammenfassung

Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund einer schallschutztechnischen Analyse ist das Ziel, möglichst eine Konstruktion mit direkter Schienenauflagerung zu vermeiden und eine Variante mit Schotterbett auf ihre prinzipielle Ausführbarkeit zu untersuchen.

Dabei soll die Stützweite im Rahmen der Vorgaben möglichst groß ausgebildet werden, um einen Tunneleffekt für die darunterliegende Straße zu vermeiden. Die angestrebte Stützweite beträgt 28,5 m.

Als Ergebnis der Machbarkeitsstudie soll die mögliche Querschnittsform und Bauart mit Angabe eines möglichen Brückenquerschnitts stehen, welche die schallschutztechnische Bewertung in Ihrer Plausibilität nachweist.

Die wesentlichen vorgegebenen Randbedingungen lauteten:

- Stützweiten zwischen 16,50 bis ca. 28,50 m (möglichst groß wg. Tunneleffekt)
- Bauhöhe max. 1,20 m (nördliches Gleis maßgebend)
- Bauweise bevorzugt mit Schotterbett (wg. Lärm)

Fazit

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde ein Stahltrog mit querorientierter Fahrbahn als Variante untersucht und nachgewiesen.

Die erforderliche Stützweite von 28,5m kann mit einem 1,85 m hohen Hauptträger erreicht werden. Eine Schotterfahrbahn mit einer Schotterhöhe von $h = 0,7$ m kann mit einer querorientierten Fahrbahn ausgebildet werden und somit die vorteilhafte Variante gegenüber der direkten Schienenauflagerung hergestellt werden. Die schallschutztechnische Vorgabe wird erreicht. Da die maximale Übersteighöhe des Hauptträger-Obergurtes von $h \leq 0,5$ m überschritten wird, werden in Absprache mit der OHE Übersteighilfen auf beiden Seiten der Überbauten angeordnet. Der Überbau wird mit einer querorientierten Fahrbahn ausgebildet. Die Beschreibung des Bauwerks befindet sich in Kapitel 1.

Bauteil:	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	Seite:	7 / 11
Kapitel / Vorgang:	7 Zusammenfassung 0 Aufgabenstellung	Archiv-Nr.	