

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

# B 3 OU Celle (Nordteil)

## BW Ce 24 a + b

### Machbarkeitsstudie

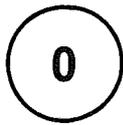
### Stahltrögbrücke mit Schotterfahrbahn

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](mailto:info@meyer-schubart.de)  
Internet: <http://www.meyer-schubart.de>

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

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

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke	<b>Seite:</b>	0 / 1
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	0 Inhaltsübersicht Inhaltsverzeichnis	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

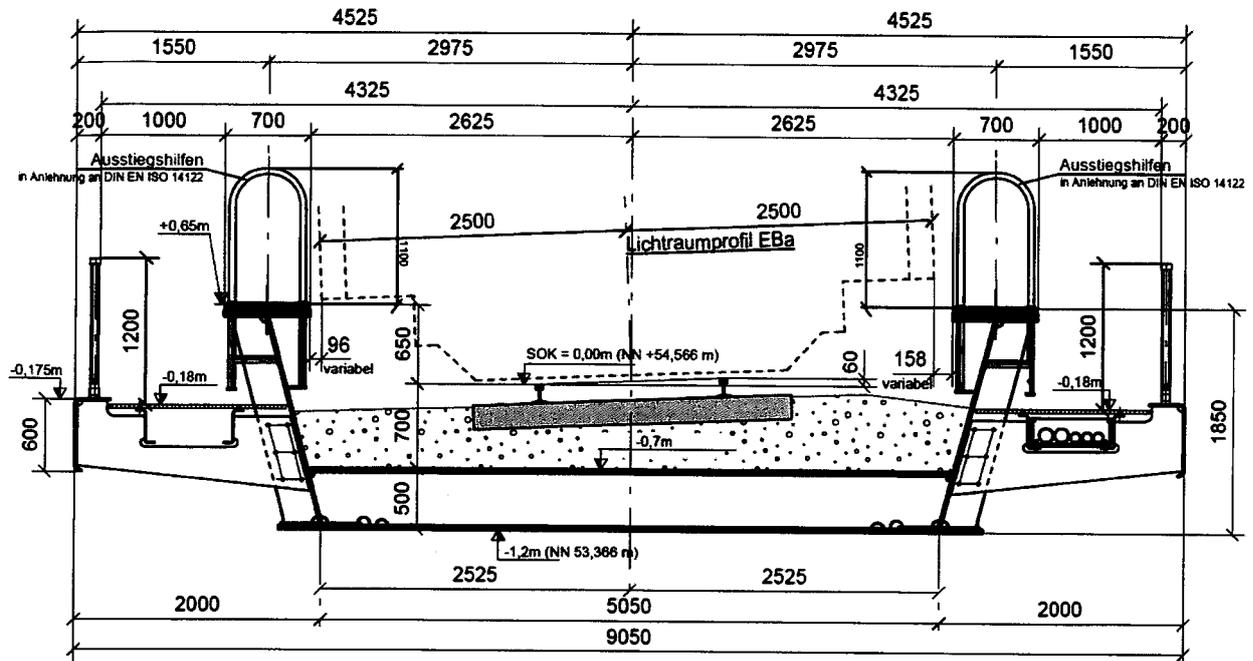
Grundsätzlich besteht aber die Möglichkeit von dieser Regel abzuweichen und bei größeren Höhendifferenzen sogenannte Übersteighilfen anzuordnen. Hierzu ist eine Abstimmung bzw. ÜG des Infrastrukturbetreibers erforderlich. Nach Rücksprache mit der OHE per email von 06.08.2015 bestehen gegen eine Anordnung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

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

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

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

<b>Baumaßnahme:</b>	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>							
<b>Besteller:</b>	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen								
<b>Aufsteller:</b>	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf		<b>Datum:</b>	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 <math>r = 150</math> mm.</p> <p>Das Gleis des nördlichen Überbaus weist einen Radius von <math>R = 485</math> m auf, die Überhöhung der Schiene beträgt 60 mm. Für das Gleis ergibt sich ein Stich von <math>\sim 210</math> 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 querfestes 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>									
<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke		<b>Seite:</b>	1 / 13					
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	1	Allgemeines	<b>Archiv-Nr.</b>						
	0	Beschreibung des Bauwerks							

<b>Baumaßnahme:</b>	B 3 OU Celle; BW Ce 24 a + b	<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>			
<b>Besteller:</b>	Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen				
<b>Aufsteller:</b>	Meyer+ Schubart Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI Hauptstraße 45, 31515 Wunstorf	<b>Datum:</b> 14. September 2015			
<b>System:</b>					
- Überbau als eingleisige stählerne Trogbücke, beidseitig außen liegende Dienstgehwege					
<b>Hauptabmessungen:</b>					
- 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				
<b>Belastungsannahmen</b>					
<b>Ständige Lasten:</b>					
- Eigengewicht der Stahlkonstruktion					
- Ausbaulasten: Schotter, Gleise, Schwellen					
<b>Verkehrslasten:</b>					
nach Eurocode 1					
- Lastmodell LM 71 $\alpha = 1,0$					
- Streckengeschwindigkeit $V_E = 60$ km/h					
- Bremsen / Anfahren					
- Seitenstoß					
- Verkehr auf Dienstgehwegen					
<b>Weitere Belastungen:</b>					
nach Eurocode 1					
- Wind, Temperatur					
<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrogbrücke	<b>Seite:</b> 1 / 14			
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	1 Allgemeines 0 Belastungsannahmen	<b>Archiv-Nr.</b>			

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

**2**

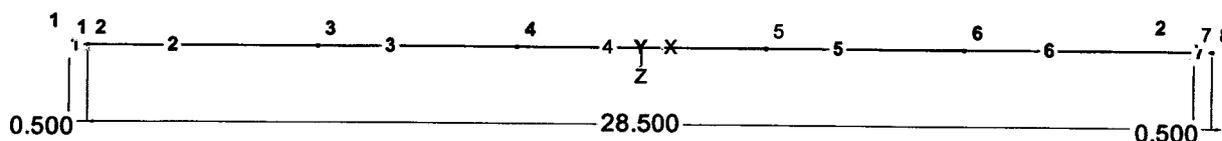
## System

### 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

Ergebnisse der Y-Richtung



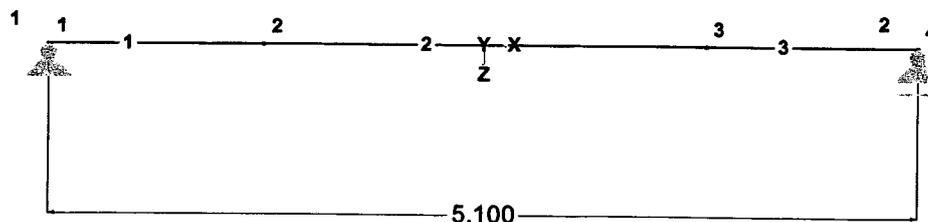
Die Bemessung wird am maßgebenden HT mit der maximalen Beanspruchung durch die außermittige Stellung des LM 71 durchgeführt (Überbau Nord, HT Süd).

### 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

Ergebnisse der Y-Richtung



**Bauteil:** Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke

**Seite:** 2 / 11

**Kapitel / Vorgang:** 2 System  
0 Hauptträger

**Archiv-Nr.**

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

## Querschnittswerte

### Hauptträger

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

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

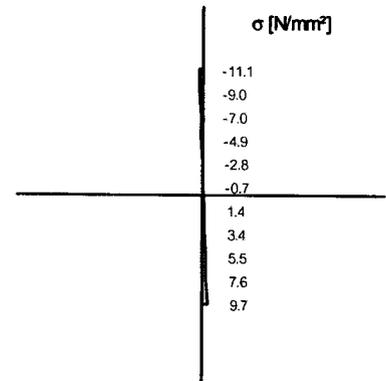
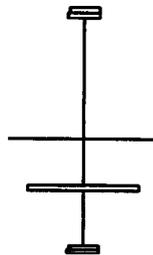
$$\kappa = 2,55 / 28,5 = 0,09 \quad \beta_1 = 0,95$$

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

### Querschnittswerte + Spannungen

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

Nr.	Bez.	b <sub>i</sub>	h <sub>ζ,i</sub>	ζ <sub>s,i</sub>
[-]	[-]	[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 <sup>2</sup>	I <sub>b</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>s</sub>	z <sub>u</sub>	σ <sub>o</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>u</sub>	S <sub>i</sub> / I
[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[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	ζ <sub>s</sub> = 988.4 mm			

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

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

### Querträger

$$L_e = 5,1 \text{ m} \quad b_0 = 0,75 / 2 = 0,375 \text{ m} \quad \alpha_0 = 1,0$$

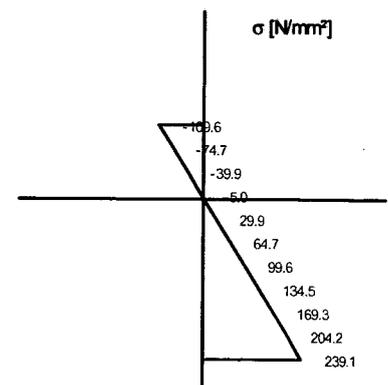
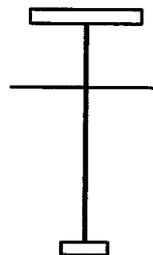
$$\kappa = 0,375 / 5,1 = 0,07 \quad \beta_1 = 0,97$$

$$b_{\text{eff}} = 0,97 * 0,75 = 0,73 \text{ m}$$

### Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0,000 \text{ MN}$	$W_{y,0} = -0,009123 \text{ m}^3$	$A = 0,0361 \text{ m}^2$	$\left[ \begin{array}{l} 360,75 \text{ cm}^2 \\ 143\,387,95 \text{ cm}^4 \\ 863,31 \text{ cm}^4 \\ 19,94 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y = 1,000 \text{ MNm}$	$W_{y,u} = 0,004183 \text{ m}^3$	$I_y = 0,001434 \text{ m}^4$	
		$I_T = 0,000009 \text{ m}^4$	
		$i_y = 0,1994 \text{ m}$	

Nr. [-]	Bez. [-]	$b_i$ [mm]	$h_{r,i}$ [mm]	$\zeta_{s,i}$ [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 [mm <sup>2</sup> ]	A x $\zeta$ [mm <sup>3</sup> ]	A x $\zeta^2$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_b$ [mm <sup>4</sup> ]	$z_o$ [mm]	$z_s$ [mm]	$z_u$ [mm]	$\sigma_o$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$S_i / I$ [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											
$\Sigma$	3.61E+04	5.67E+06	2.21E+09	1.12E+08	-157.2 min / max		342.8	$\zeta_s = 157.2 \text{ mm}$			

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke	<b>Seite:</b>	2 / 13
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	2 System 0 Querschnittswerte	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

### Steife

$$L = 1,6 \text{ m} \quad L_e = 3,2 \text{ m} \quad b_0 = 3,0 / 2 = 1,5 \text{ m} \quad \alpha_0 = 1,0$$

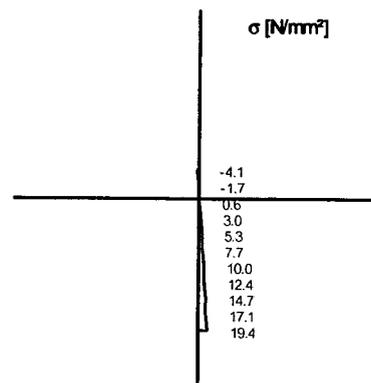
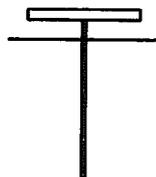
$$\kappa = 1,5 / 3,2 = 0,47 \quad \beta_1 = 0,241$$

$$b_{\text{eff}} = 0,241 \cdot 3,0 = 0,72 \text{ m}$$

### Querschnittswerte + Spannungen

$N =$	0.000 MN	$W_{y,o} =$	-0.002457 m <sup>3</sup>	$A =$	0.0200 m <sup>2</sup>	$\left[ \begin{array}{l} 200.00 \text{ cm}^2 \\ 12\,778.67 \text{ cm}^4 \\ 266.67 \text{ cm}^4 \\ 7.99 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y =$	0.010 MNm	$W_{y,u} =$	0.000515 m <sup>3</sup>	$I_y =$	0.000128 m <sup>4</sup>	
				$I_T =$	0.000003 m <sup>4</sup>	
				$i_y =$	0.0799 m	

Nr.	Bez.	b <sub>i</sub>	h <sub>c,i</sub>	ζ <sub>s,i</sub>
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	OG	720	20	10.0
2	Steg	20	280	160.0
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



Nr.	A	A x ζ	A x ζ <sup>2</sup>	I <sub>b</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>s</sub>	z <sub>u</sub>	σ <sub>o</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>u</sub>	S <sub>i</sub> / I
[-]	[mm²]	[mm³]	[mm⁴]	[mm⁴]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[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	ζ <sub>s</sub> = 52.0 mm			X

G:\15\_032\_0\_Machbarkeitsstudie\_BW24a+b\Statik\2\_System.docx

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahlrogbrücke	<b>Seite:</b>	2 / 14
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	2 System 0 Querschnittswerte	<b>Archiv-Nr.</b>	

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



## 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

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

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

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahlrogbrücke	<b>Seite:</b>	3 / 11
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	3 Einwirkungen 0 Hauptträger	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

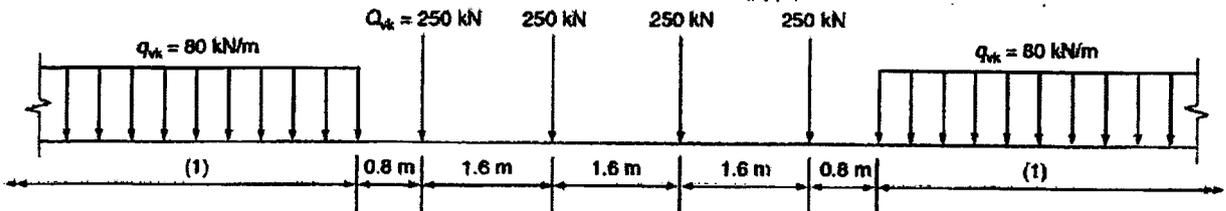
### Verkehrslasten

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



$$\alpha = 1,0$$

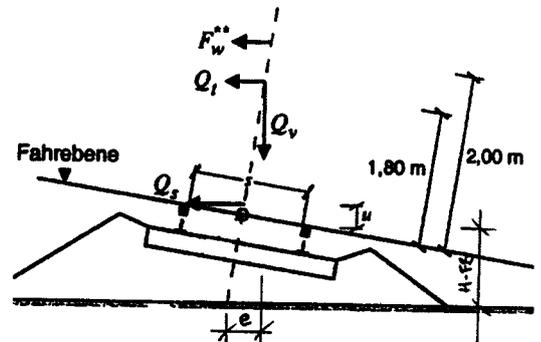
Lastausmitte incl. ungleichmäßiger Beladung, Gleisüberhöhung und Zentifugalkraft

min e = -98 mm fahrender Zug

max e = 305 mm stehender Zug

dynamischer Erhöhungsfaktor

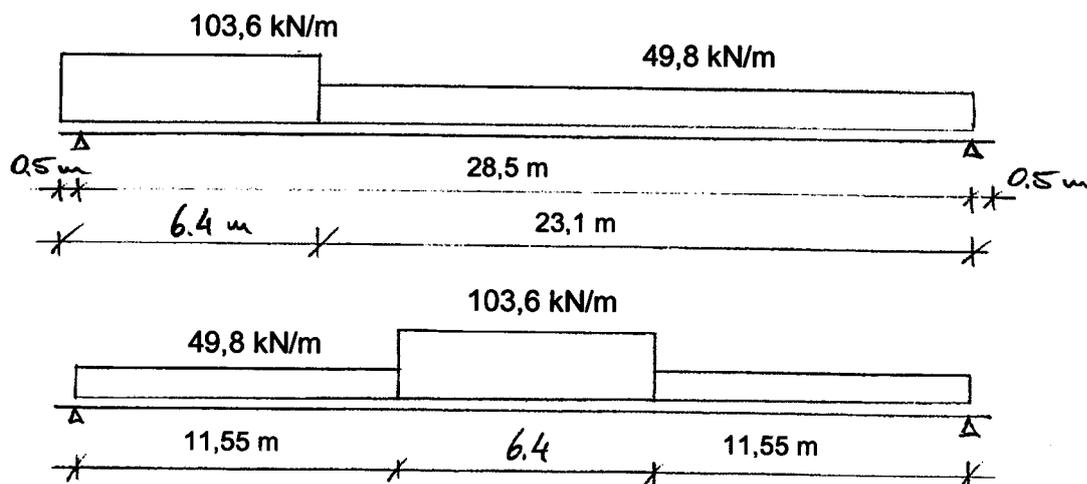
$$\Phi_2 = 1,10$$



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

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

kritische Laststellungen



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

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

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

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

# 4

## 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.  $\Phi_2$ ; ohne  $\alpha$ )

LF 12 Lastmodell 71 (incl.  $\Phi_2$ ; ohne  $\alpha$ )

LK 1 Bemessungswerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit

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

G:\15\_032\_0\_Machbarkeitsstudie\_BW24a+b\Statik4\_Schnittgrößen.docx

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



Projekt: **BW24\_OHE**

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

**Machbarkeitsuntersuchung  
Stahltrög**

LF1: G\_Stahl  
V-z

Entgegen der Y-Richtung

STÄBE - SCHMITTORÄHMEN ANSICHT, -Y, G\_STAHK (V-z)



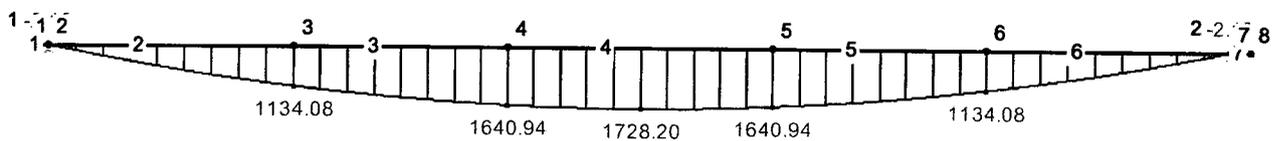
Max V-z: 242.85, Min V-z: -242.85 [kN]



STÄBE - SCHMITTORÄHMEN ANSICHT, -Y, G\_STAHK (M-y)

LF1: G\_Stahl  
M-y

Entgegen der Y-Richtung



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



4/12



Projekt: **BW24\_OHE**  
**Nachbarkeitsuntersuchung**  
**Stahltrög**

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBAU (N-1)

LF2: Ausbau  
 V-z

Entgegen der Y-Richtung



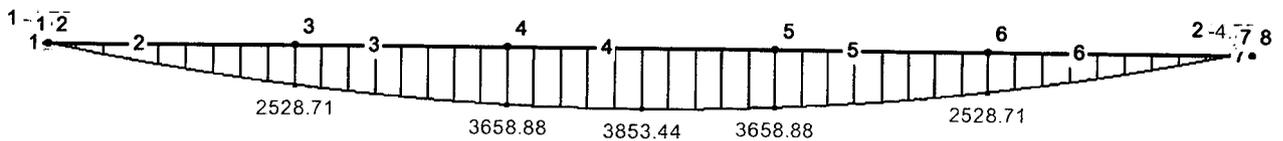
Max V-z: 541.50, Min V-z: -541.50 [kN]



STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBAU (N-1)

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

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

LF11: LM71  
 V-z

Entgegen der Y-Richtung

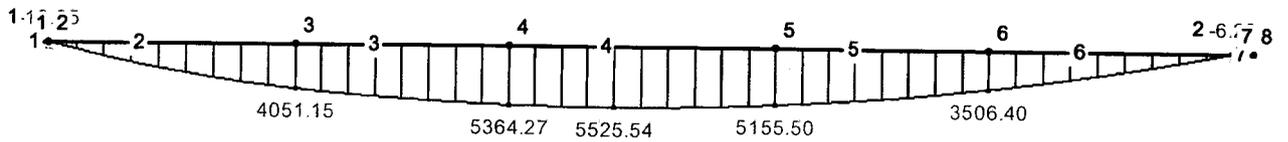


Max V-z: 994.45, Min V-z: -742.27 [kN]

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

LF11: LM71  
 M-y

Entgegen der Y-Richtung



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



4/14



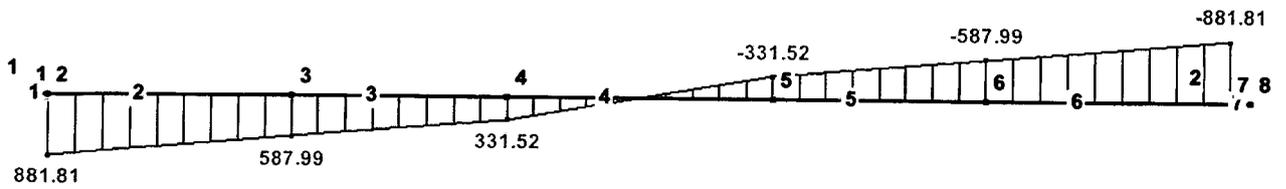
Projekt: **BW24\_OHE**  
**Nachbarkeitsuntersuchung**  
**Stahltrög**

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

LF12: LM71  
V-z

Entgegen der Y-Richtung

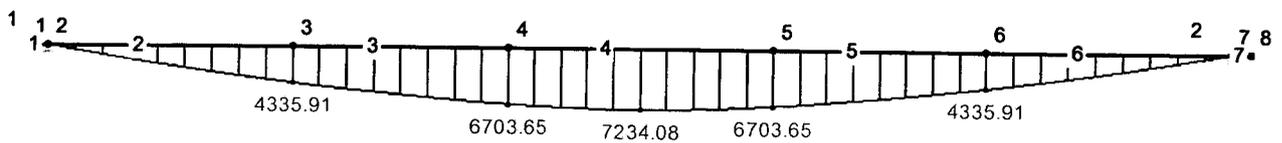


Max V-z: 881.81, Min V-z: -881.81 [kN]



LF12: LM71  
M-y

Entgegen der Y-Richtung



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



4/15



Projekt: **BW24\_OHE**  
**Machbarkeitsuntersuchung**  
**Stahltrög**

Position: **S01**

Datum: 24.08.2015

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

Entgegen der Y-Richtung

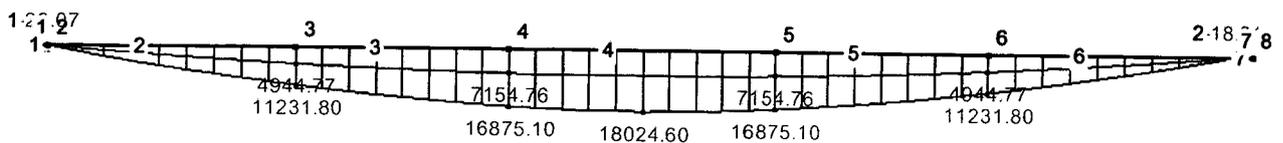


Max V-z: 2500.83, Min V-z: -2337.50 [kN]



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**

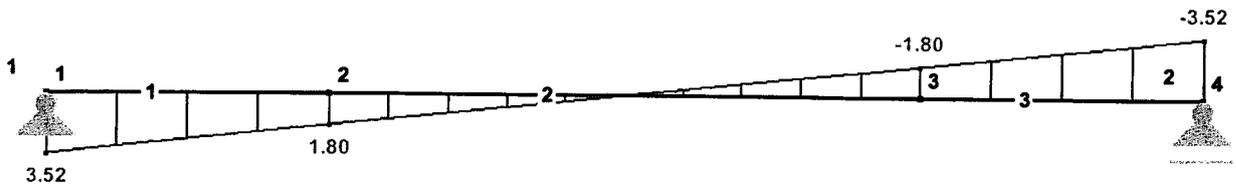
Position: **QT**  
**Querträger**

Datum: 24.08.2015

LF1: G\_Stahl  
V-z

Entgegen der Y-Richtung

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, 0, STAHL (N-z)

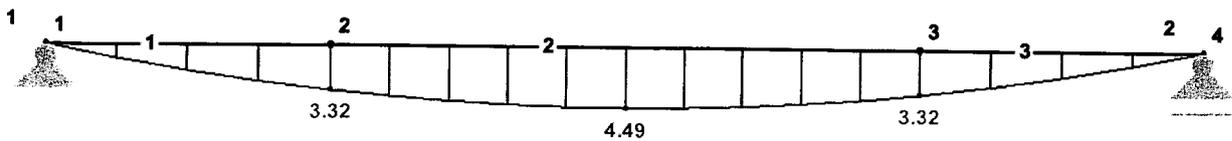


Max V-z: 3.52, Min V-z: -3.52 [kN]

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, 0, STAHL (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**

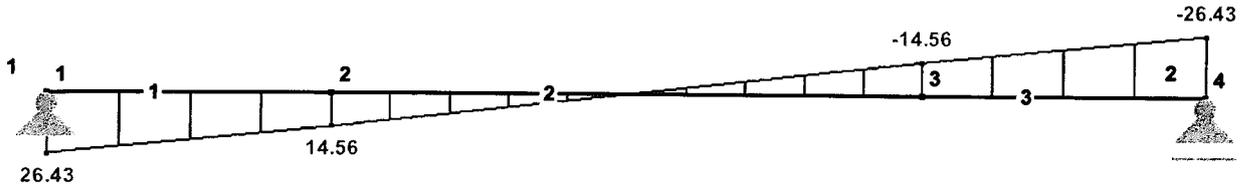
Position: **QT**  
**Querträger**

Datum: 24.08.2015

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

LF2: Ausbaulast  
V-z

Entgegen der Y-Richtung

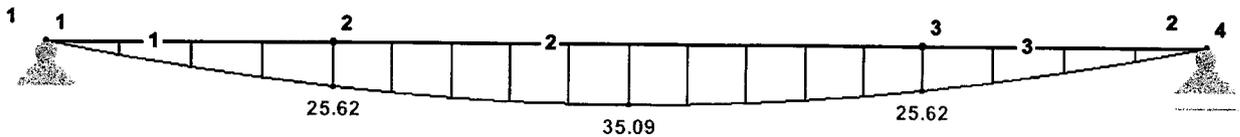


Max V-z: 26.43, Min V-z: -26.43 [kN]

STÄBE - SCHNITTGRÖßEN, ANSICHT, -Y, AUSBAULAST (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**  
**Stahltrög**

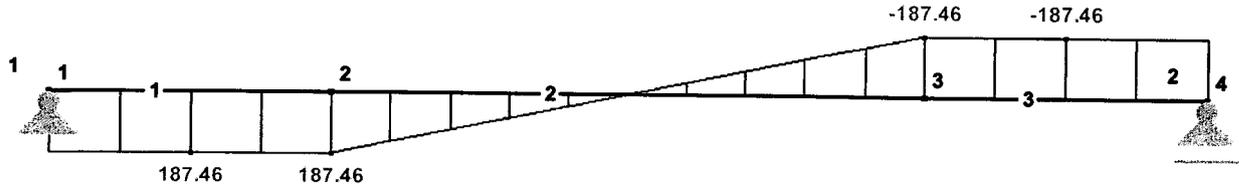
Position: **QT**  
**Querträger**

Datum: 24.08.2015

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

LF11: LM71  
 V-z

Entgegen der Y-Richtung

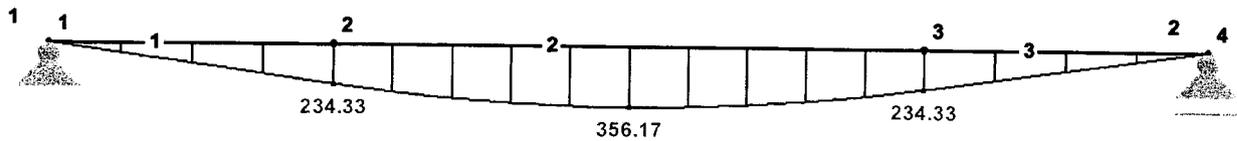


Max V-z: 187.46, Min V-z: -187.46 [kN]

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

LF11: LM71  
 M-y

Entgegen der Y-Richtung



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





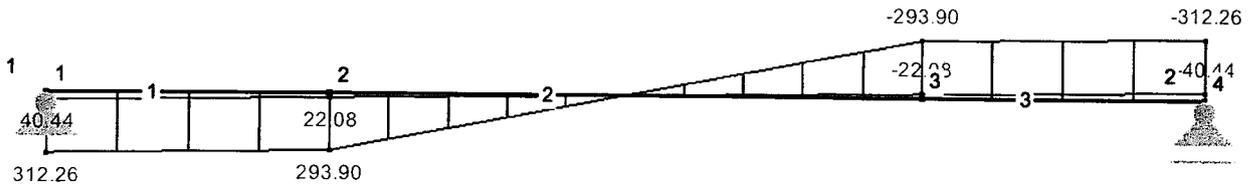
Projekt: **BW24\_OHE**  
**Nachbarkeitsuntersuchung**  
**Stahltrög**

Position: **QT**  
**Querträger**

Datum: 24.08.2015

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

Entgegen der Y-Richtung

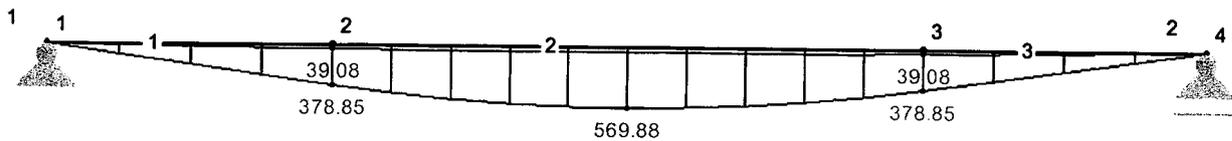


Max V-z: 312.26, Min V-z: -312.26 [kN]



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

Entgegen der Y-Richtung



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



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

5

## Bemessung des Hauptträgers

### Grenzzustand der Tragfähigkeit

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

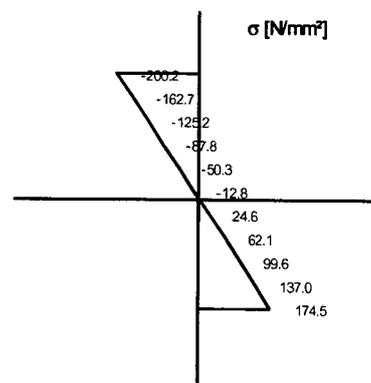
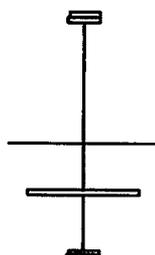
max  $V_{z,d} = 2,5 \text{ MN}$

#### Querschnittswerte + Spannungen

$N =$	0.000 MN	$W_{yo} =$	-0.089927 m <sup>3</sup>	$A =$	0.1911 m <sup>2</sup>
$M_y =$	18.000 MNm	$W_{yu} =$	0.103157 m <sup>3</sup>	$I_y =$	0.088882 m <sup>4</sup>
				$I_z =$	0.000061 m <sup>4</sup>
				$i_y =$	0.6820 m

1 910.90 cm <sup>2</sup>
8 888 208.08 cm <sup>4</sup>
6 050.62 cm <sup>4</sup>
68.20 cm

Nr. [-]	Bez. [-]	b <sub>i</sub> [mm]	h <sub>ci</sub> [mm]	ζ <sub>si</sub> [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 [mm²]	A x ζ [mm³]	A x ζ² [mm⁴]	I <sub>b</sub> [mm⁴]	z <sub>o</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	z <sub>u</sub> [mm]	σ <sub>o</sub> [N/mm²]	σ <sub>s</sub> [N/mm²]	σ <sub>u</sub> [N/mm²]	S <sub>i</sub> / I [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	ζ <sub>s</sub> = 988.4 mm			

$\min \sigma_d = -200 \text{ MN/m}^2 \leq 214 \text{ MN/m}^2$

$\max \sigma_d = 175 \text{ MN/m}^2 \leq 235 \text{ MN/m}^2$

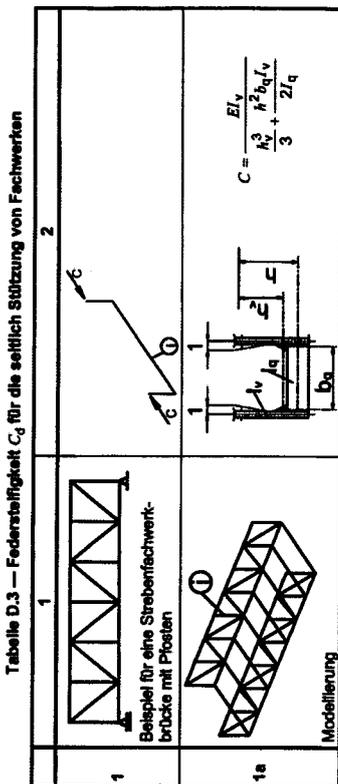
$\max \tau_d = 2500 / 175 / 2 = 72 \text{ MN/m}^2 \leq 136 \text{ MN/m}^2$

kein Vergleichsspannungsnachweis erforderlich, da Spannungskomponenten an verschiedenen Stellen auftreten

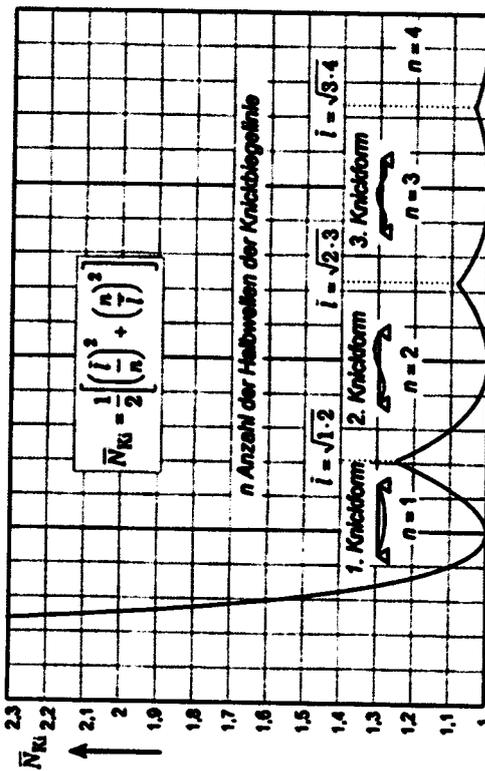
<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltragbrücke	<b>Seite:</b>	5 / 11
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	5 Bemessung des Hauptträgers 0 Grenzzustand der Tragfähigkeit	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

## Stabilität des Obergurtes



**Elastisch gebettete Stäbe**  
 Bettungsziffer  $k = \text{konst.} = \text{Streckenlast/Verechiebung}$   
 $i = \frac{1}{\sqrt{k}} \sqrt{\frac{N}{EI}}$  → Diagramm →  $\bar{N}_{Kl} \cdot N_{Kl} = \bar{N}_{Kl}^2 \cdot \sqrt{k EI}$



**Beispiel:** geg.  $l = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 2 \text{ MNm}^2$ ,  $k = 1,2 \text{ MN/m}^2$   
 →  $i = 1,68$ , 2. Knickform,  $n = 2$  Halbwellen,  $\bar{N}_{Kl} = 1,06$ ,  $N_{Kl} = 3,29 \text{ MN}$

EC 3 - 6.3.2.4(2)

**Brückenquerschnitt:**

$A_{og}$	$0.054 \text{ m}^2$
$I_{og}$	$1.83E-03 \text{ m}^4$
$h$	$1.725 \text{ m}$
$h_{ov}$	$0.920 \text{ m}$
$t_{steg}$	$0.02 \text{ m}$
$h_{or}$	$1.560 \text{ m}$
$h_v$	$1.310 \text{ m}$
$I_v$	$1.28E-04 \text{ m}^4$
$b_q$	$5.000 \text{ m}$
$I_q$	$1.43E-03 \text{ m}^4$
$N_{Ed}$	$-11.82 \text{ MN}$

**Einwirkung:**  
 $\sigma_{o,d} = -200 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{u,d} = 175 \text{ N/mm}^2$

Knicklast für elastisch gebetteten Stab:

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

$$k = \frac{6.92574799 \text{ MN/m}^2}{3.32} = 2.08 \text{ MN/m}$$

$N_{Kl} = 103 \text{ MN}$  (liegt auf der sicheren Seite)

**Knicknachweis:**  
 $\chi = \frac{1}{(\Theta + (\Theta^2 - \lambda^{quer,z})^{0.5})} = \frac{1}{(0.61 + (0.61^2 - 0.37^2)^{0.5})} = 0.913$

mit  $f_y = 235$   
 $\alpha = 0.49$  (Knicklinie c)  
 $\lambda^{quer} = (A_{eff} \cdot f_y / N_{Kl})^{0.5} = 1.000$   
 $\Theta = 0.5 [1 + \alpha (\lambda^{quer} - 0.2) + \lambda^{quer,z}] = 0.370$

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

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahltrögbrücke	<b>Seite:</b>	5 / 12
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	5 Bemessung des Hauptträgers 0 Stabilität des Obergurtes	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

## Ermüdung

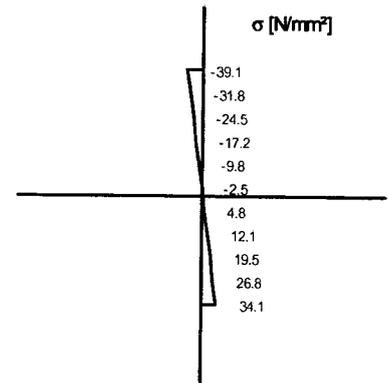
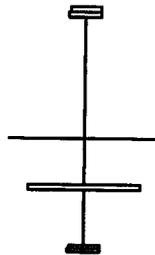
$$\lambda = 0,64 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,64$$

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

### Querschnittswerte + Spannungen

N =	0.000 MN	$W_{y,o} = -0.089927 \text{ m}^3$	$A = 0.1911 \text{ m}^2$	$\left[ \begin{array}{l} 1910.90 \text{ cm}^2 \\ 888208.08 \text{ cm}^4 \\ 6050.62 \text{ cm}^4 \\ 68.20 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y =$	3.520 MNm	$W_{y,u} = 0.103157 \text{ m}^3$	$I_y = 0.088882 \text{ m}^4$	
			$I_T = 0.000061 \text{ m}^4$	
			$i_y = 0.6820 \text{ m}$	

Nr.	Bez.	$b_i$	$h_{c,i}$	$\zeta_{s,i}$
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Zulage OG	650	40	20.0
2	OG	700	40	60.0
3	Steg	20	1270	715.0
4	FbB1	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	$A \times \zeta$	$A \times \zeta^2$	$I_b$	$z_o$	$z_s$	$z_u$	$\sigma_o$	$\sigma_s$	$\sigma_u$	$S_j / I$
[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[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											
$\Sigma$	1.91E+05	1.89E+08	2.72E+11	3.56E+09	-988.4 min / max		861.6	$\zeta_s = 988.4 \text{ mm}$			

am OG: Anschluss Querrippe an HT OG KG 71

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

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

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

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

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

**6**

## Bemessung des Querträgers

### Grenzzustand der Tragfähigkeit

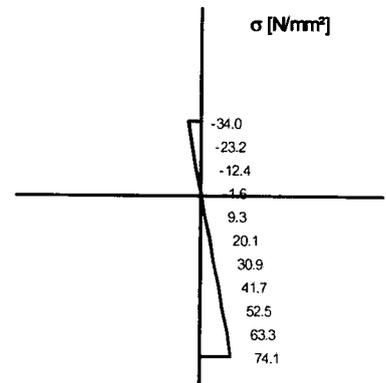
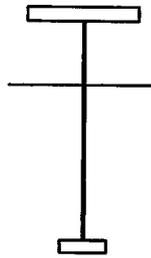
max  $M_{y,d} = 0,57 \text{ MNm}$

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

#### Querschnittswerte + Spannungen

$N = 0.000 \text{ MN}$	$W_{y,o} = -0.009123 \text{ m}^3$	$A = 0.0361 \text{ m}^2$	$I_y = 0.001434 \text{ m}^4$	{	360.75 cm <sup>2</sup>
$M_y = 0.310 \text{ MNm}$	$W_{y,u} = 0.004183 \text{ m}^3$	$I_T = 0.000009 \text{ m}^4$	$i_y = 0.1994 \text{ m}$		143 387.95 cm <sup>4</sup>
					863.31 cm <sup>4</sup>
					19.94 cm

Nr. [-]	Bez. [-]	$b_i$ [mm]	$h_{c,i}$ [mm]	$\zeta_{s,i}$ [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 [mm <sup>2</sup> ]	A x $\zeta$ [mm <sup>3</sup> ]	A x $\zeta^2$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_b$ [mm <sup>4</sup> ]	$z_o$ [mm]	$z_s$ [mm]	$z_u$ [mm]	$\sigma_o$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$S_i / I$ [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											
$\Sigma$	3.61E+04	5.67E+06	2.21E+09	1.12E+08	-157.2 min / max    342.8			$\zeta_s = 157.2 \text{ mm}$			X

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

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

G:\15\_032\_0\_Machbarkeitsstudie\_BW24a+b\Statik6\_QT.docx

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

## Ermüdung

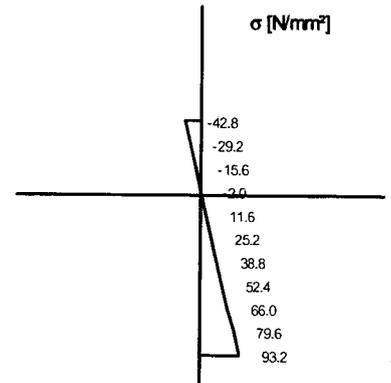
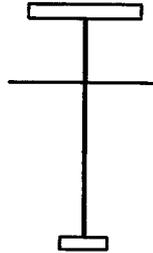
$$\lambda = 1,07 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 1,07$$

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

### Querschnittswerte + Spannungen

N =	0.000 MN	$W_{y,o} = -0.009123 \text{ m}^3$	$A = 0.0361 \text{ m}^2$	$\left[ \begin{array}{l} 360.75 \text{ cm}^2 \\ 143\,387.95 \text{ cm}^4 \\ 863.31 \text{ cm}^4 \\ 19.94 \text{ cm} \end{array} \right]$
$M_y =$	0.390 MNm	$W_{y,u} = 0.004183 \text{ m}^3$	$I_y = 0.001434 \text{ m}^4$	
			$I_T = 0.000009 \text{ m}^4$	
			$i_y = 0.1994 \text{ m}$	

Nr. [-]	Bez. [-]	$b_i$ [mm]	$h_{c,i}$ [mm]	$\zeta_{s,i}$ [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 [mm <sup>2</sup> ]	A x $\zeta$ [mm <sup>3</sup> ]	A x $\zeta^2$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_b$ [mm <sup>4</sup> ]	$z_o$ [mm]	$z_s$ [mm]	$z_u$ [mm]	$\sigma_o$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$S_i / I$ [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											
$\Sigma$	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

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

G:\15\_032\_0\_Machbarkeitsstudie\_BW24a+b\Stratik6\_QT.docx

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahlrogbrücke	<b>Seite:</b>	6 / 12
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	6 Bemessung des Querträger 0 Ermüdung	<b>Archiv-Nr.</b>	

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

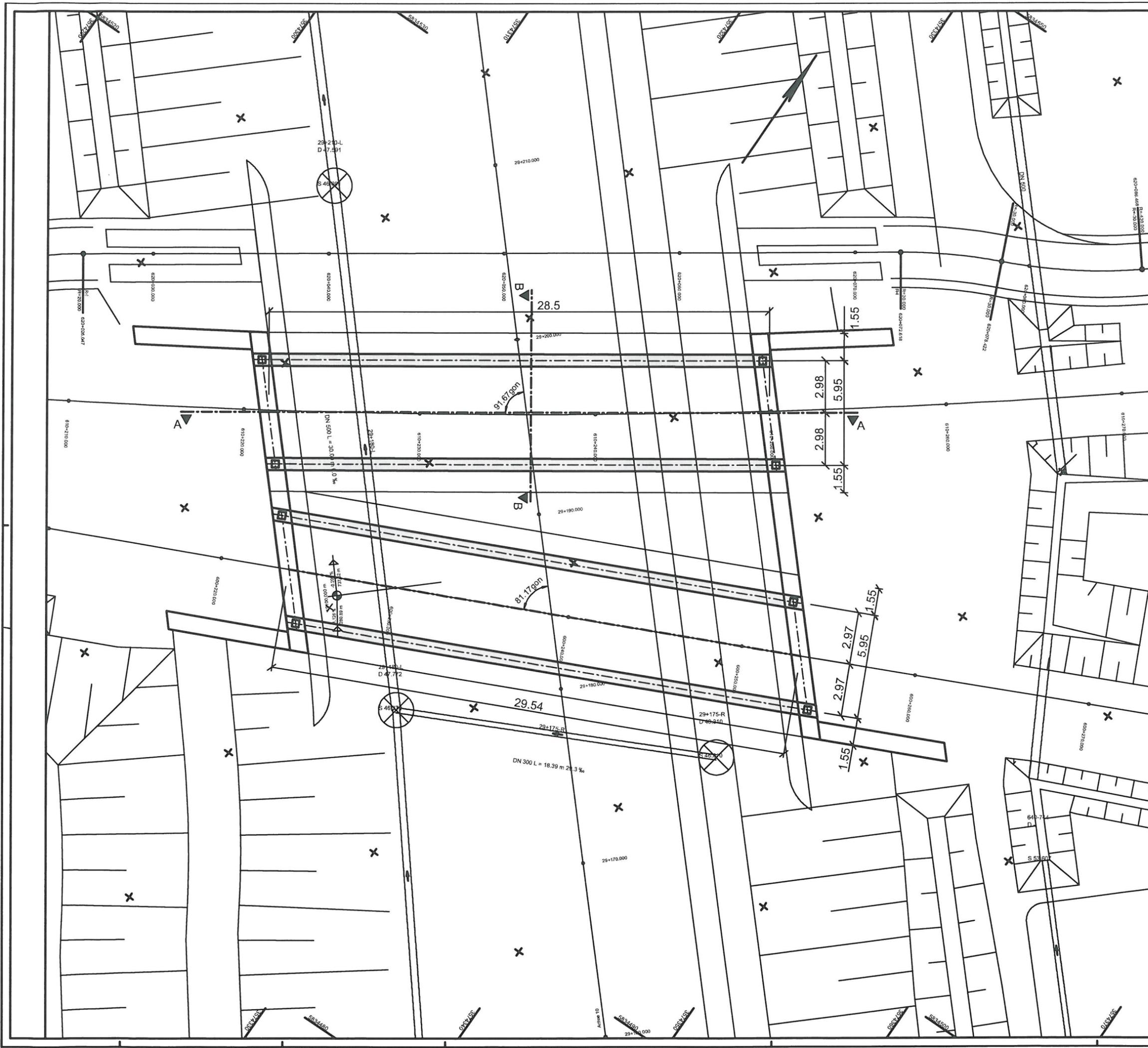
- Stützweiten zwischen 16,50 bis ca. 28,50 m (möglichst groß wg. Tunneleffekt)
- Bauhöhe max. 1,20 m (nördliches Gleis maßgebend)
- Bauweise bevorzugt mit Schotterbett (wg. Lärm)

### Fazit

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde ein Stahlrog 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.

<b>Bauteil:</b>	Machbarkeitsuntersuchung Stahlrogbrücke		<b>Seite:</b>	7 / 11	
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	7	Zusammenfassung	<b>Archiv-Nr.</b>		
	0	Aufgabenstellung			



Bauwerksdaten  
 Entwurfsgeschwindigkeit 60 km/h  
 Kreuzungswinkel 81,17 gon / 91,67 gon  
 Konstruktion einleisige, einfeldrige, Stahltrogüberbauten  
 Belastung LM71, alpha = 1,0  
 Bauhöhe 1,85 m  
 Lichte Höhe >= 4,7 m  
 Lichte Weite >= 15,5 m  
 Stützweite 29,5 m / 28,5 m

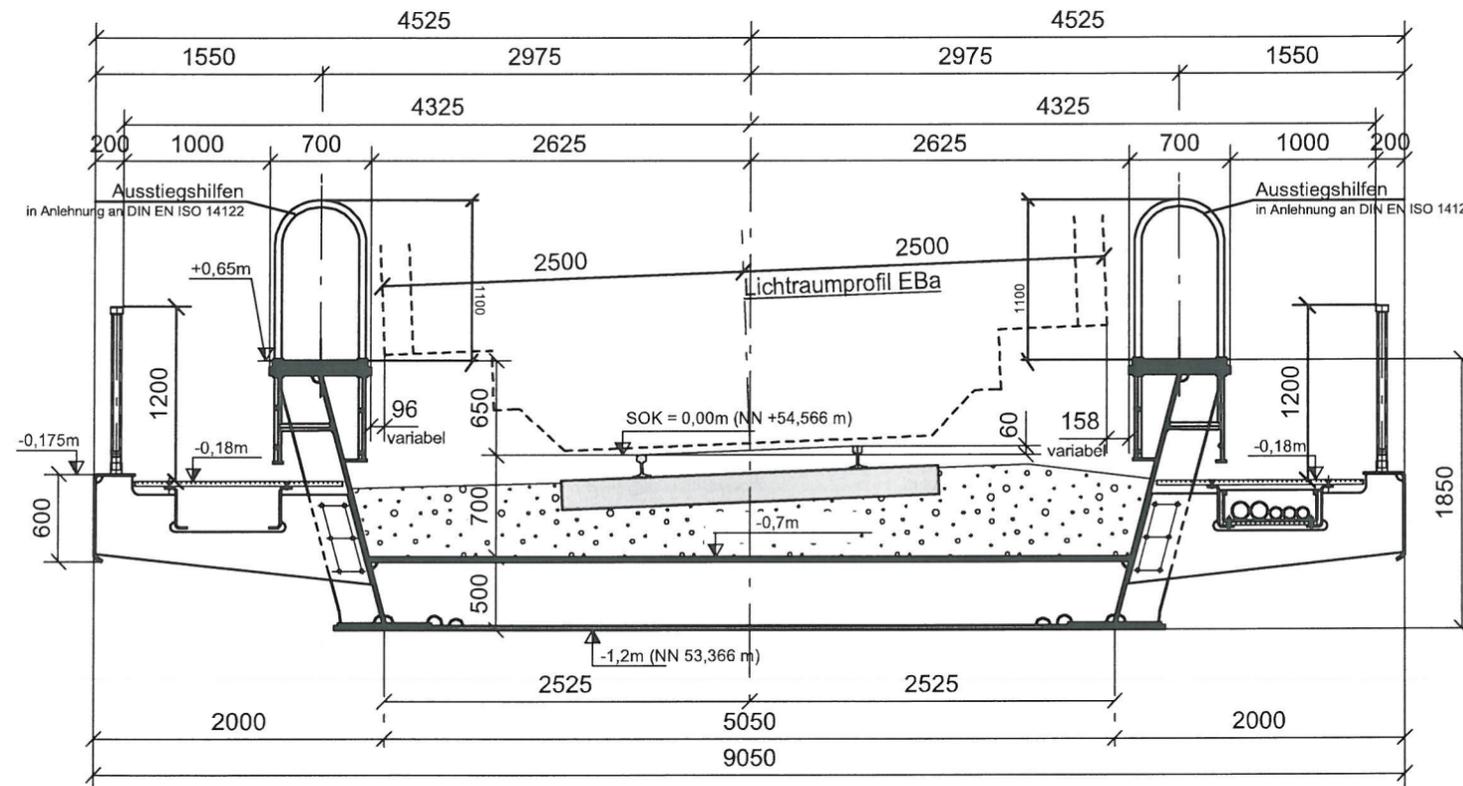
Aufgestellt:  
**meyer + schubert**  
 Partnerschaft Beratender Ingenieure VbI  
 Hauptstraße 45 Tel.: 05031/9022-0  
 31515 Wunstorf Fax: 05031/9022-2  
 Wunstorf, den 25.08.2015

<b>Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen</b>		Unterlage Nr.:	
		Blatt Nr.: 001	
Straße: B 3 von km: 28+645 bis km 31+055 Nächster Ort: Celle		Reg. Nr.:	
		Datum: 25.08.2015 Zeichner: Radlaw	
<b>B 3 OU Celle (Nordteil)</b> Verlegung von N Celle (B 3) bis NO Celle (B 191)		gezeichnet: 25.08.2015 Radlaw	
		<b>Draufsicht</b> Bauwerke Ce 24 a + b + c Maßstab: 1:333 1/3	
Blatt: Bau-km 30+580 bis Bau-km 31+700			

Bauwerksdaten	BW 24a / 24b
Entwurfsgeschwindigkeit	60 km/h
Kreuzungswinkel	81,17 gon / 91,67 gon
Konstruktion	eingleisige, einfeldrige, Stahltrögüberbauten
Belastung	LM71, alpha = 1,0
Bauhöhe	1,85 m
Lichte Höhe	>= 4,7 m
Lichte Weite	>= 15,5 m
Stützweite	29,5 m / 28,5 m

**Querschnitt B-B Brücke BW 24 b**

M 1:50

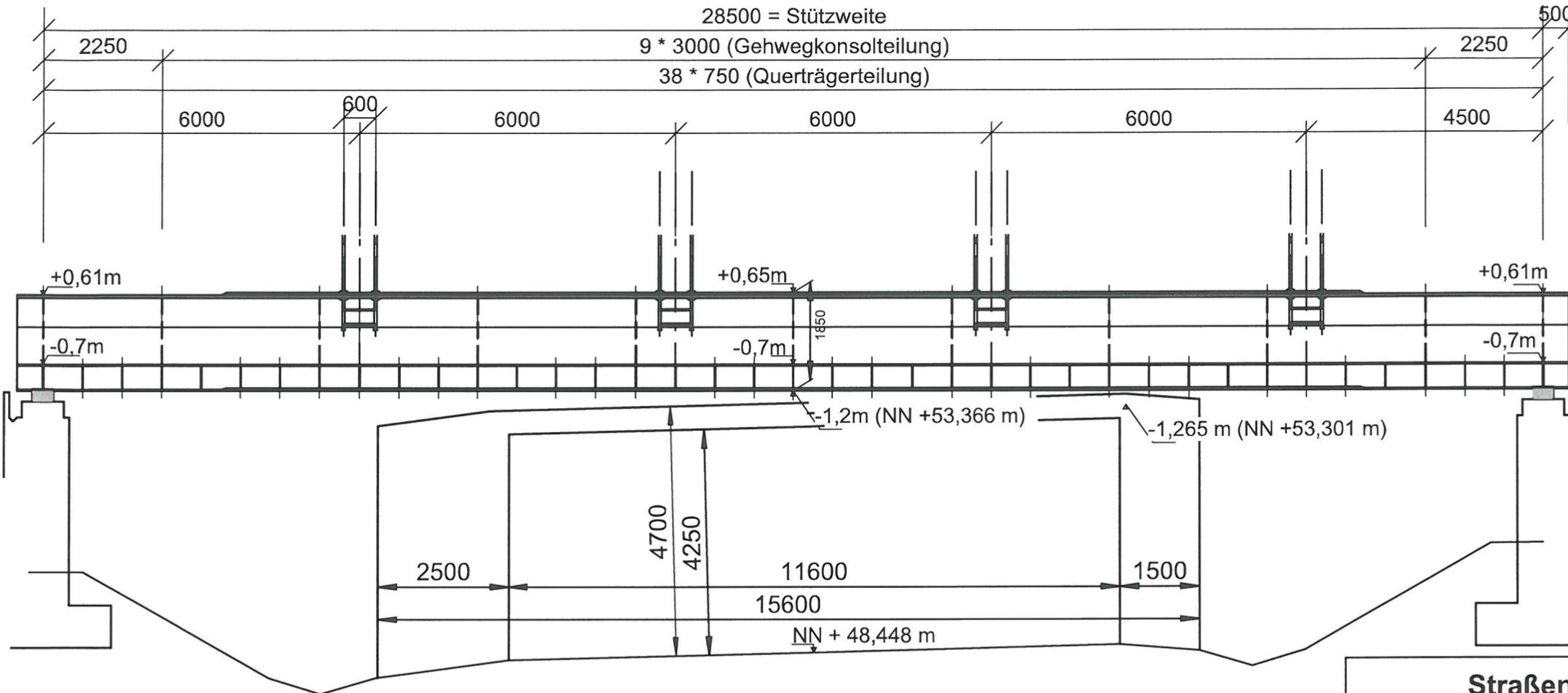


Aufgestellt:  
**meyer + schubart**  
 Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI  
 Hauptstraße 45    Tel.: 05031/9026-0  
 31515 Wunstorf    Fax: 05031/9026-21  
 Wunstorf, den 25.08.2015

<b>Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen</b>		Unterlage Nr.:	
Straße: B 3    von km: 28+645 bis km 31+055		Blatt Nr.: 002	
Nächster Ort: Celle		Reg. Nr.:	
<b>B 3 OU Celle (Nordteil)</b> Verlegung von N Celle (B 3) bis NO Celle (B 191)  Blatt: Bau-km 30+580 bis Bau-km 31+700		gezeichnet	Zeichen
		25.08.2015	Razlaw
		<b>Querschnitt BW 24b</b>	
		Bauwerke Ce 24 b Maßstab: 1:50	

Bauwerksdaten  
 Entwurfsgeschwindigkeit 60 km/h  
 Kreuzungswinkel 81,17 gon / 91,67 gon  
 Konstruktion eingleisige, einfeldrige, Stahltrögüberbauten  
 Belastung LM71, alpha = 1,0  
 Bauhöhe 1,85 m  
 Lichte Höhe >= 4,7 m  
 Lichte Weite >= 15,5 m  
 Stützweite 29,5 m / 28,5 m

Längsschnitt Brücke BW 24 b  
 M 1:100



Aufgestellt:  
**meyer + schubart**  
 Partnerschaft Beratender Ingenieure VbI  
 Hauptstraße 45 Tel.: 05031/9026-0  
 31515 Wunstorf Fax: 05031/9026-21  
 Wunstorf, den 25.08.2015 *F. Schubart*

<b>Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen</b>		Unterlage Nr.:	
		Blatt Nr.: 003	
Straße: B 3 von km: 28+645 bis km 31+055 Nächster Ort: Celle		Reg. Nr.:	
		Datum	Zeichen
<b>B 3 OU Celle (Nordteil)</b> Verlegung von N Celle (B 3) bis NO Celle (B 191)		gezeichnet	Razlaw
		Längsschnitt BW 24b Bauwerke Ce 24 b Maßstab: 1:100	
Blatt: Bau-km 30+580 bis Bau-km 31+700			