

# Standsicherheitsnachweise

Bauvorhaben : Ersatzneubau Brücke über den  
schwarzen Graben im Zuge der K9207  
Knappenrode

Bauherr : Lausitzer und Mitteldeutsche  
Berbau- und Verwaltungsgesellschaft  
Knappenstraße 1, 01968 Senftenberg

Entwurfsverfasser : GMB GmbH  
Knappenstraße 1  
01968 Senftenberg

Tragwerksplaner : Dr.-Ing. H. Stoß  
Dresden, den 15.04.2025



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Stoß', written over the professional seal.

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

# I. Inhaltsverzeichnis

## I. Gesamtinhaltsverzeichnis I-1

Letzte Abschnittsseite I-.....2

## II. Bauwerksbeschreibung, Herstellung II-1

Gesamtbeschreibung.....	II-1
Baugrundverhältnisse.....	II-2

Letzte Abschnittsseite II-.....5

## III. Verwendete Unterlagen, Literatur III-1

Entwurfsunterlagen.....	III-1
Gutachten.....	III-1
Technische Vorschriften.....	III-1
Literatur.....	III-1

Letzte Abschnittsseite III-.....1

## IV. Abweichungen, Ergänzungen IV-1

Letzte Abschnittsseite IV-.....1

## V. Standsicherheitsnachweise

### 1. Durchlass über der Straße 1-1

Inhaltsverzeichnis.....	1-1
-------------------------	-----

Letzte Abschnittsseite.....1-1

1.1 Modellgeometrie.....	1.1-1
Bauwerk.....	1.1-1
Geometrie.....	1.1-2
Statisches Modell.....	1.1-3

Letzte Abschnittsseite.....1.1-5

1.2 Belastung.....	1.2-1
Eigengewicht.....	1.2-1
Baugrundbewegungen.....	1.2-1
Erddruck.....	1.2-2
Vertikale Verkehrslasten LM1.....	1.2-3
Horizontale Verkehrslasten (Bremslasten).....	1.2-4
Windeinwirkung.....	1.2-4
Temperatur.....	1.2-4

Letzte Abschnittsseite.....1.2-4

1.3 Lastfälle.....	1.3-1
LF 1 Eigengewicht außer Erddruck infolge Bodeneigengewicht.....	1.3-1
LF 2 Erddruck infolge Bodeneigengewicht aktiv.....	1.3-2
LF 3 Erddruck infolge Bodeneigengewicht $\delta$ Erdruehdruck links+Verkehr.....	1.3-3
LF 4 Erddruck infolge Bodeneigengewicht $\delta$ Erdruehdruck rechts+Verkehr.....	1.3-4
LF 5 Verkehr LM1.....	1.3-5
LF 6 Bremsen+.....	1.3-6
LF 7 Bremsen-.....	1.3-7

Letzte Abschnittsseite.....1.3-7

Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : I-1	
Vorgang : Gesamtinhaltsverzeichnis		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

1.4	Lastkombinationen, Überlagerungsregeln.....	1.4-1	Letzte Abschnittsseite.....1.4-1
1.5	Schnittgrößen/Sohlspannungen im GZT .....	1.5-1	Letzte Abschnittsseite.....1.5-2
1.6	Tragfähigkeitsnachweise.....	1.6-1	Letzte Abschnittsseite.....1.6-3
1.7	Ermüdungsnachweise.....	1.7-1	
	Feld.....	1.7-1	
	Rahmenecke.....	1.7-2	
	Querkraft .....	1.7-3	Letzte Abschnittsseite.....1.7-3
1.8	Gebrauchstauglichkeitsnachweise.....	1.8-1	Letzte Abschnittsseite.....1.8-4
1.9	Bodenmechanische Nachweise .....	1.9-1	Letzte Abschnittsseite.....1.9-1
2.	Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktion	2-1	
	Inhaltsverzeichnis.....	2-1	Letzte Abschnittsseite.....2-1
2.1	Durchlass im Bereich des Radweges .....	2.1-1	Letzte Abschnittsseite.....2.1-1
2.2	Endstücke/ Flügel.....	2.2-1	Letzte Abschnittsseite.....2.2-2
2.3	Konstruktive Durchbildung Gesamtbauwerk.....	2.3-1	
	Übersicht.....	2.3-1	
	Straßendurchlass.....	2.3-2	
	Radwegdurchlass.....	2.3-5	
	Flügel.....	2.3-6	
	Brüstungen .....	2.3-6	Letzte Abschnittsseite.....2.3-6

Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : I-2	
Vorgang : Gesamtinhaltsverzeichnis		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## II. Bauwerksbeschreibung

### Gesamtbeschreibung

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um einfache Rahmendurchlässe. Die Geometrieangaben können den Plänen des Objektplaners entnommen werden. Eine Bauteilbeschreibung ist nicht erforderlich.

Bauteil :	Archiv Nr.
Block :	Seite : II-1
Vorgang : Bauwerksbeschreibung und Herstellung	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Baugrundverhältnisse

### Schichtung und Kennwerte

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkenngrößen und Rechenwerte

Kenngröße	Einheit	Auffüllungen (Sande)	Talsande
$\varphi'_k$	°	30	33
$c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	0	0
$\gamma_{n,k}$	kN/m <sup>3</sup>	18,0	19,0
$\gamma'_k$	kN/m <sup>3</sup>	10,0	11,0
$E_{s,k}$	MN/m <sup>2</sup>	20 ... 30	30 ... 40
$k_f$	m/s	$1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4} \dots 5 \cdot 10^{-6}$

Die Gründungssohle liegt bei 122,0 NHN und damit in der Schicht Talsande.

### Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Erkundungen zwischen 1,5m und 2,0m unter GOK angeschnitten. Der Grundwasserstand korrespondiert mit den Wasserständen im Schwarzen Graben. Bzgl. maximaler Wasserstände werden keine Aussagen getroffen. Es wird davon ausgegangen, dass im Hochwasserfall geländegleiche Wasserständen zu erwarten sind.

Das Oberflächenwasser ist als schwach betonangreifend eingestuft.

Tabelle 9: Betonangriffsgrad und Abschätzung der Stahlkorrosivität Grundwasser

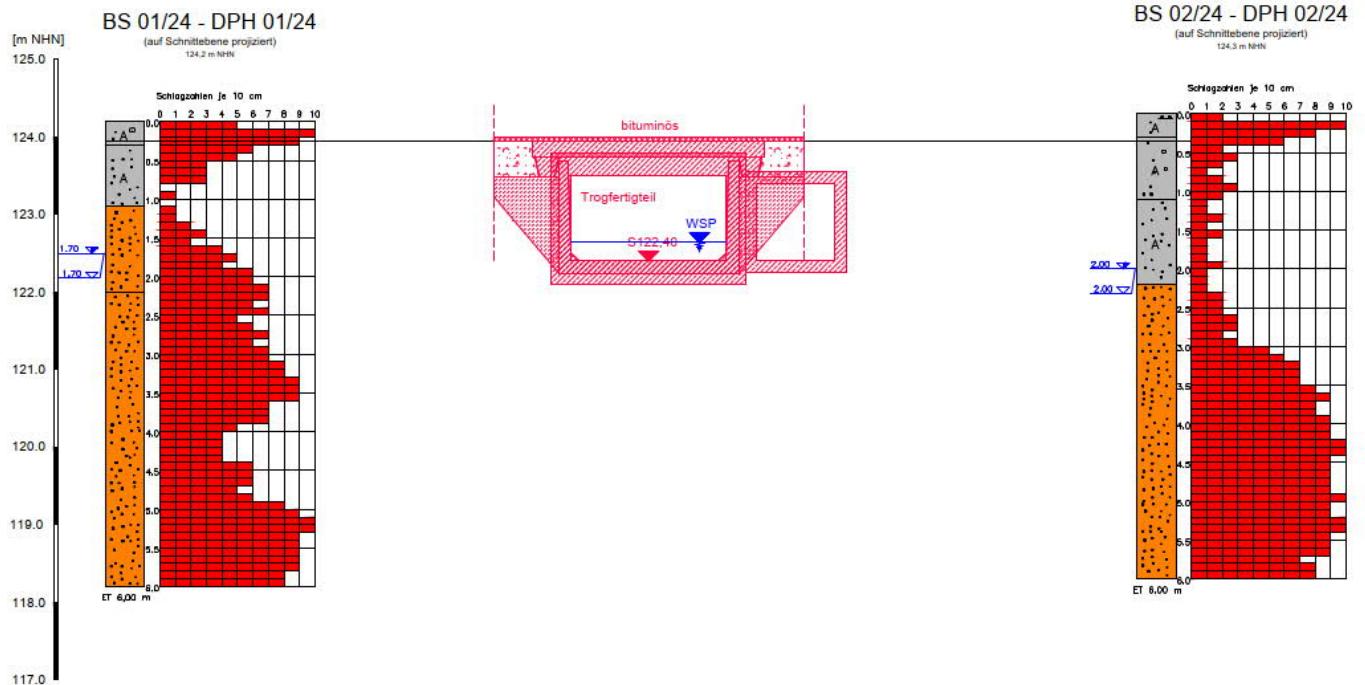
Wasser-probe	Betonangriffsgrad nach DIN 4030-1	Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3	
		unlegierte Eisen	feuerverzinkter Stahl
GW-Probe	schwach betonangreifend aufgrund: - Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (102 mg/l) - kalklösende Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) (2,2 mg/l)	Freie Korrosion im Unterwasserbereich:	Güte der Deckschichten im Unterwasserbereich:
		Mulden- u. Lochkorrosion: gering	sehr gut
		Flächenkorrosion: sehr gering	
		Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze:	Güte der Deckschichten an d. Wasser/Luft-Grenze:
		Mulden- u. Lochkorrosion: gering	gut
		Flächenkorrosion: sehr gering	

Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : II-2	
Vorgang : Bauwerksbeschreibung und Herstellung		

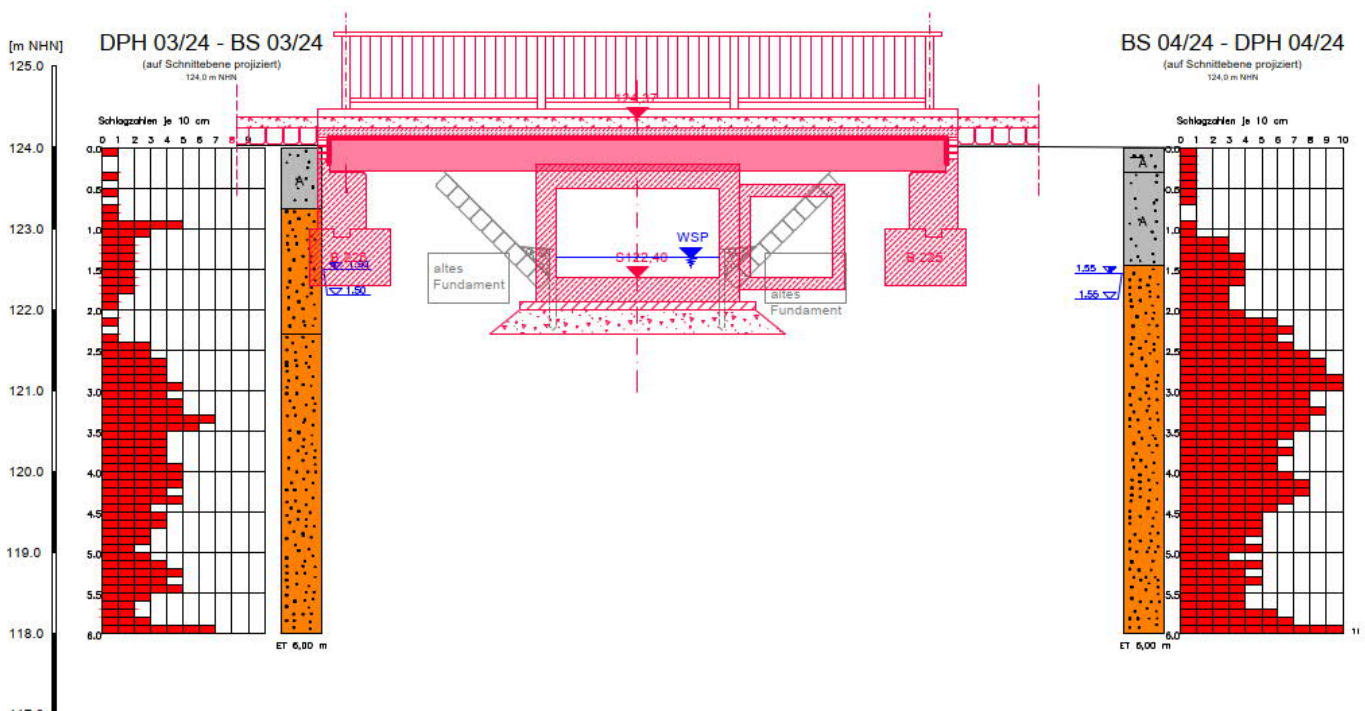


Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Geotechnischer Profilschnitt B - B'



## Geotechnischer Profilschnitt A - A'



Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : II-4	
Vorgang : Bauwerksbeschreibung und Herstellung		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Gründungsbemessung

### Bemessungswert des Sohlwiderstandes

Bei einer Gründung in den mitteldicht gelagerten Talsanden (Bodengruppen SE) können für die Bemessung von Streifenfundamenten bei überwiegend lotrechter und mittiger Belastung unter Berücksichtigung der Grundbruchsicherheit, des Grundwasserspiegels und einer Setzungsbegrenzung von 2,0 cm folgende Sohlwiderstände  $\sigma_{R,d}$  angesetzt werden:

Tabelle 10: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  [kN/m<sup>2</sup>] in Anlehnung an DIN 1054:2010-12

Einbindetiefe d [m]	Sohlwiderstand für Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] minimale Fundamentbreite b [m] (bei Setzungsbegrenzung auf 2,0 cm)					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	≥ 3,0
0,5	170	250	280	230	210	190
1,0 (frostsicher)	230	310	300	260	230	200
≥ 2,0	340	420	350	300	260	230
bei $0,3\text{m} \leq d \leq 0,5\text{m}$ und mit $b \geq 0,3\text{m}$	130					

Für die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes erfolgte gemäß DIN 1054:2010-12 eine Abminderung um 40 %, da der Grundwasserspiegel in Höhe der Gründungssohle liegt. Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Bei schrägem und außermittigem Lastangriff ist eine Abminderung nach DIN 4017 vorzunehmen.

### Bettungsmodul

Für die Ausführung der Durchlässe als Plattengründung kann für die Bemessung unter den gegebenen Baugrundverhältnissen und angenommenen Bauwerkslasten ein mittlerer Bettungsmodul von  $k_s = 30 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden. Die Größenordnung ist jedoch im Rahmen der Planung auf der Grundlage der tatsächlichen Belastung und der Plattengrößen zu überprüfen.

Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : II-5	
Vorgang : Bauwerksbeschreibung und Herstellung		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

### III. Verwendete Unterlagen, Literatur

#### Entwurfsunterlagen

- Bauwerksplan Brücke GMB GmbH.

#### Gutachten

- Geotechnischer Bericht vom 22.01.2025 erarbeitet durch G.U.B. Ingenieur AG, Katharinenstraße 11, 08056 Zwickau, 79 Seiten.

#### Technische Vorschriften

DIN EN 1990 und DIN EN 1990/NA : Grundlagen,

DIN EN 1991 und DIN EN 1991/NA : Lastannahmen,

DIN EN 1991-2 und DIN EN 1991-2/NA: Verkehrslasten auf Brücken,

DIN EN 1992 und DIN EN 1992/NA : Massivbau,

DIN EN 1992-2 und DIN EN 1992-2/NA : Massivbrücken,

DIN EN 1997 und DIN EN 1997/NA : Grundbau,

EA-Baugruben und EA-Pfähle in der jeweils gültigen Fassung,

RiZ-ING Richtzeichnungen für Ingenieurbauten,

ZTV-ING Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten.

#### Literatur

K.H. Holst u. R. Holst      Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton 5. Auflage

Bauteil :		Archiv Nr.
Block :	Seite : III-1	
Vorgang : Verwendete Unterlagen, Literatur		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## IV. Abweichungen, Ergänzungen

Keine.

Bauteil :	Archiv Nr.
Block :	Seite : IV-1
Vorgang : Abweichungen, Ergänzungen	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## V. Standsicherheitsnachweise

Bauteil : Überbau	Archiv Nr.
Block : Seite :V-1	
Vorgang : Standsicherheitsnachweise, Inhaltsverzeichnisse Überbau	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

# 1. Durchlass über der Straße

## Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis.....	1-1
	Letzte Abschnittsseite.....	1-1
1.1	Modellgeometrie .....	1.1-1
	Bauwerk .....	1.1-1
	Geometrie.....	1.1-2
	Statisches Modell .....	1.1-3
	Letzte Abschnittsseite.....	1.1-5
1.2	Belastung .....	1.2-1
	Eigengewicht.....	1.2-1
	Baugrundbewegungen.....	1.2-1
	Erddruck .....	1.2-2
	Vertikale Verkehrslasten LM1 .....	1.2-3
	Horizontale Verkehrslasten (Bremslasten) .....	1.2-4
	Windeinwirkung.....	1.2-4
	Temperatur.....	1.2-4
	Letzte Abschnittsseite.....	1.2-4
1.3	Lastfälle .....	1.3-1
	LF 1 Eigengewicht außer Erddruck infolge Bodeneigengewicht.....	1.3-1
	LF 2 Erddruck infolge Bodeneigengewicht aktiv .....	1.3-2
	LF 3 Erddruck infolge Bodeneigengewicht $\delta$ Erdruchdruck links+Verkehr .....	1.3-3
	LF 4 Erddruck infolge Bodeneigengewicht $\delta$ Erdruchdruck rechts+Verkehr .....	1.3-4
	LF 5 Verkehr LM1 .....	1.3-5
	LF 6 Bremsen+ .....	1.3-6
	LF 7 Bremsen- .....	1.3-7
	Letzte Abschnittsseite.....	1.3-7
1.4	Lastkombinationen, Überlagerungsregeln.....	1.4-1
	Letzte Abschnittsseite.....	1.4-1
1.5	Schnittgrößen/Sohlspannungen im GZT .....	1.5-1
	Letzte Abschnittsseite.....	1.5-2
1.6	Tragfähigkeitsnachweise.....	1.6-1
	Biegebemessung, Statisch erforderliche Bewehrung .....	1.6-1
	Querkraftbemessung, Statisch erforderliche Bewehrung .....	1.6-2
	Letzte Abschnittsseite.....	1.6-3
1.7	Ermüdungsnachweise.....	1.7-1
	Letzte Abschnittsseite.....	1.7-3
1.8	Gebrauchstauglichkeitsnachweise.....	1.8-1
	Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung.....	1.8-1
	Spannungsbegrenzung.....	1.8-3
	Mindestbewehrung.....	1.8-4
	Letzte Abschnittsseite.....	1.8-4
1.9	Bodenmechanische Nachweise .....	1.9-1
	Letzte Abschnittsseite.....	1.9-1

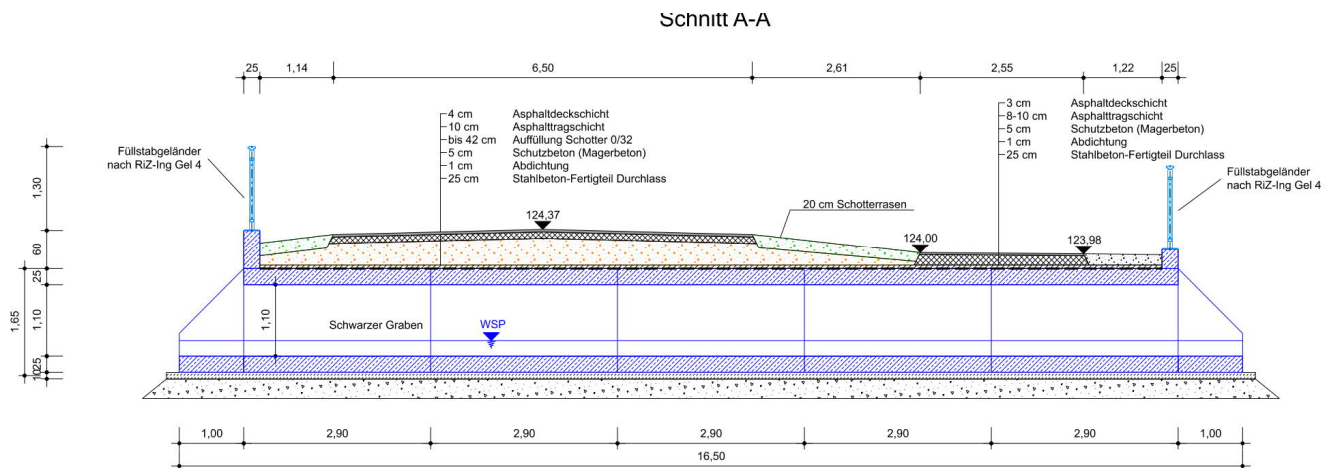
Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1-1
Vorgang : Inhaltsverzeichnis Gesamtberechnung Brückentragwerk	

Verfasser	: Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm	:	
Bauwerk	: Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

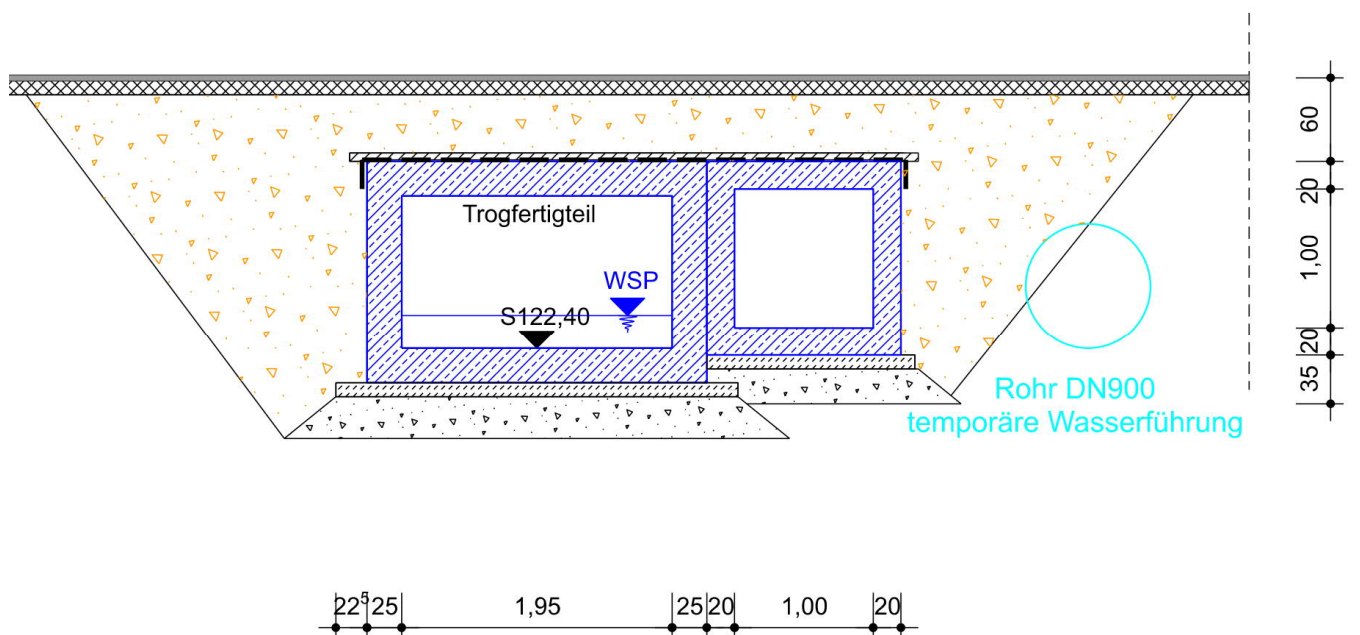
## 1.1 Modellgeometrie

### Bauwerk

#### Längsschnitt



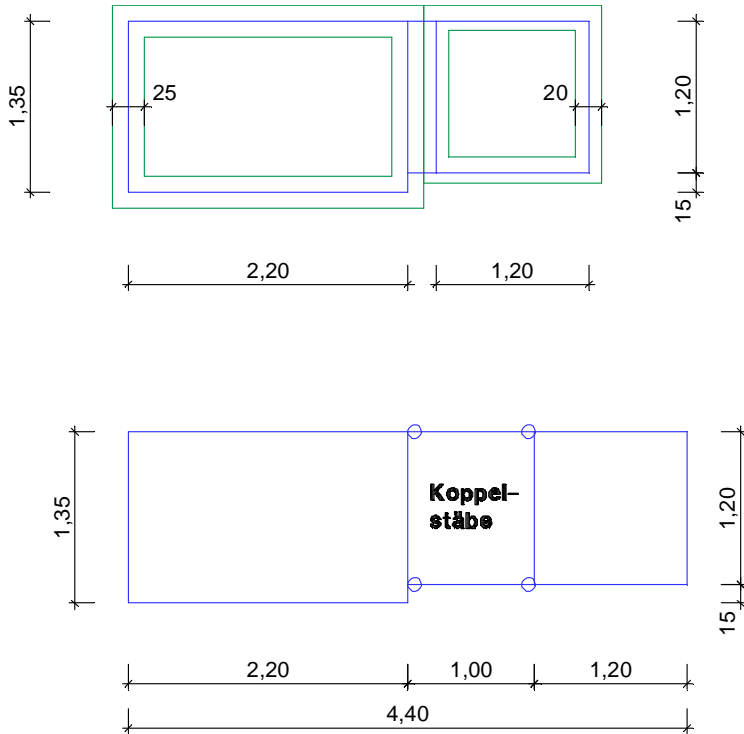
#### Querschnitt



Bauteil	: Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block	: 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.1-1
Vorgang	: Modellgeometrie und Querschnitte	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Geometrie



Zur Reduzierung der Ausgaben und der Berücksichtigung der Druckkopplung werden beide Rahmen in einem Rechenlauf abgebildet. Die gelenkigen Koppelstäbe sind masselose starre Stäbe, die nur Druckkräfte übertragen können. Wegen der Lesbarkeit der Ergebnisse werden die beiden Teilrahmen in einem Abstand von 1,0m platziert. Hinsichtlich der Statik ist dies bedeutungslos.

Die Bodenplatten der Rahmen sind elastisch gebettet, die horizontale Stützung erfolgt über Reibung der Bodenplatten. Auf der sicheren Seite liegend wird nur der große Rahmen horizontal gehalten. Als Bettungsmodul wird abweichend vom Baugrundgutachten ein geringerer Wert von 10 MN/m<sup>3</sup> angesetzt. Die Schlagzahlen verdeutlichen eine Lagerungsdichte in dieser Tiefe an der unteren Grenze von mitteldicht bzw. der oberen Grenze von locker.

Die Berechnung erfolgt für eine Breite von 1,0m. Querverteilungen spielen keine Rolle.

Die Koppelstäbe können keine Zugkräfte übertragen, die Bettung ebenfalls nicht.

Die Berechnungen werden mit FRILLO geführt.

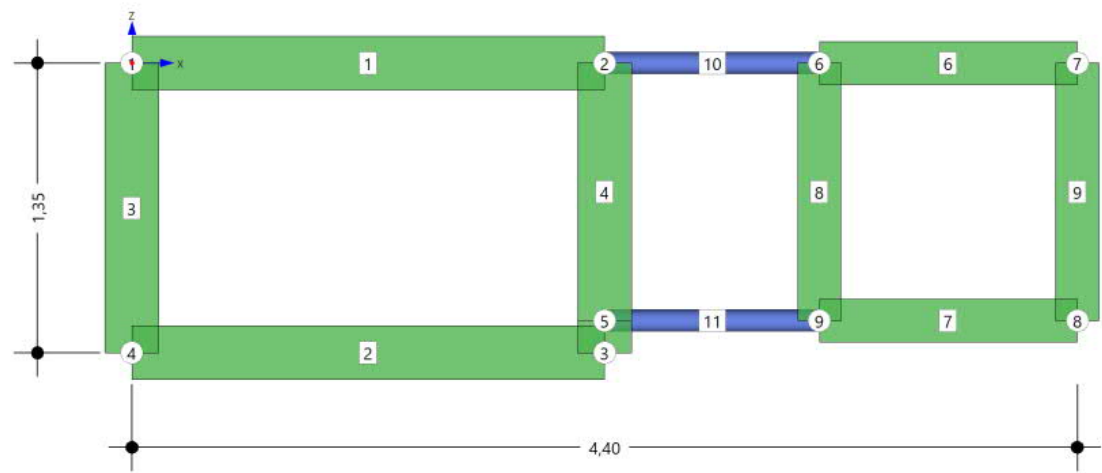
Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.1-2	
Vorgang : Modellgeometrie und Querschnitte		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

Statisches Modell

Systembild

Systembild mit den Stabnummern



Kurzbeschreibung

System

Das System hat 9 Knoten, 11 Stäbe, 2 gelagerte Knoten  
 Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=4.40, DY=0.00, DZ=1.35

Gewicht und Längen

Anzahl Stäbe	Querschnitt	Material	Länge m	Gewicht kg
5	RC-R-100-25	C 35/45	7.10	4438
4	RC-R-100-20	C 35/45	4.80	2400
2	RO 101.6X6.3	S235	2.00	30
Gesamtgewicht aller Stäbe = 6867kg				

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm²)	Iy (cm⁴)	Iz (cm⁴)	Wy (cm³)	Wz (cm³)
3	RC-R-100-25	RC-R-100-25	2500.0	130208	2083333	10417	41667
4	RC-R-100-20	RC-R-100-20	2000.0	66667	1666667	6667	33333
5	RO 101.6X6.3	RO 101.6X6.3	18.9	215	215	42	42

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m²	v	G-Modul kN/m²	Wichte kN/m³
1	C35/45	C35/45	-	3.4E7	0,2	1.417E7	25.00
2	S235	S235	-	2.1E8	0,3	8.077E7	78.50
5		Stahl-Masselos	-	2.1E8	0,0	0.0E0	0.10
NKL : Nutzungsklasse v : Querdehnzahl							

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.1-3
Vorgang : Modellgeometrie und Querschnitte	

Verfasser	: Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm	:	
Bauwerk	: Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

### Elastische Bettung als Linienbettung

Name	Bettungswert (y) kN/m <sup>2</sup>	Bettungswert (z) kN/m <sup>2</sup>	Ausfall	Grenzwert kN/m <sup>2</sup>
Bettung 1	0.00	10000.00	Zug	0.00
Name : Hinweis: Bettungswerte sind in den lokalen Stabachsen definiert. Grenzwert : Der Grenzwert für den Ausfall ist als maximale Bodenpressung mit Vorzeichen definiert (Druck<0).				

### Knoten

Knoten Nummer	X (m)	Y (m)	Z (m)	Anzahl Stäbe am Knoten	Lager						
					DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	0.00	*	0.00	2							
2	2.20	*	0.00	3							
3	2.20	*	-1.35	2	E	-	-	-	-	-	-
4	0.00	*	-1.35	2	E	-	-	-	-	-	-
5	2.20	*	-1.20	3							
6	3.20	*	0.00	3							
7	4.40	*	0.00	2							
8	4.40	*	-1.20	2							
9	3.20	*	-1.20	3							
Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)											

### Auflager

Auflager	Knoten	Lager						
		DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
Lagertyp-1	3,4	E	-	-	-	-	-	
Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)								

### Federwerte am Lager

Knoten	F <sub>x</sub> (kN/m)	F <sub>y</sub> (kN/m)	F <sub>z</sub> (kN/m)	F <sub>xx</sub> (kNm/rad)	F <sub>yy</sub> (kNm/rad)	F <sub>zz</sub> (kNm/rad)
3	5000.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
4	5000.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

### Stäbe

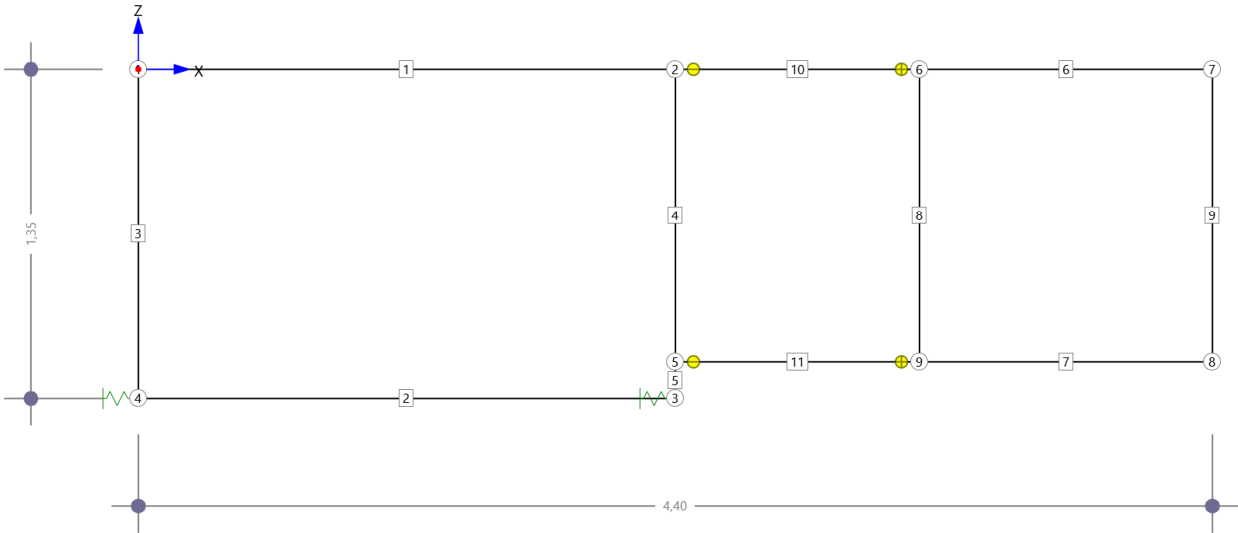
Stab	T	N1	N2	L <sub>x</sub> m	L <sub>y</sub> m	L <sub>z</sub> m	EG kN	Q1	Mat	RL	G1	G2	N	A	E
1	B	1	2	2.20	*	0.00	13.8	3	C 35/45	180			8		N
2	B	4	3	2.20	*	0.00	13.8	3	C 35/45	180			8		J
3	B	1	4	0.00	*	-1.35	8.4	3	C 35/45	180			8		N
4	B	2	5	0.00	*	-1.20	7.5	3	C 35/45	180			8		N
5	B	5	3	0.00	*	-0.15	0.9	3	C 35/45	180			1		N
6	B	6	7	1.20	*	0.00	6.0	4	C 35/45	180			8		N
7	B	9	8	1.20	*	0.00	6.0	4	C 35/45	180			8		J
8	B	6	9	0.00	*	-1.20	6.0	4	C 35/45	180			1		N
9	B	7	8	0.00	*	-1.20	6.0	4	C 35/45	180			1		N
10	B	2	6	1.00	*	0.00	0.1	5	S235	180	----00	---000	8	Z	N
11	B	5	9	1.00	*	0.00	0.1	5	S235	180	----00	---000	1	Z	N
T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab) L <sub>x</sub> , L <sub>y</sub> , L <sub>z</sub> : projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt Q1 : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage G1 : Stabendgelenke am Stabanfang 0=frei G2 : Stabendgelenke am Stabende, keine Angabe bedeutet starre Verbindung N : Stabteilung A : Ausfall D=Druck, Z=Zug, Wert=Grenzwert E : Stab hat eine elastische Bettung - Details siehe Tabelle unten															

Bauteil	: Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block	: 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	
Vorgang	: Modellgeometrie und Querschnitte	
Seite :V-1.1-4		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

Stab	Material	S <sub>ky</sub> m	S <sub>kz</sub> m	S <sub>by</sub> m	S <sub>bz</sub> m	R <sub>B</sub>	R <sub>T</sub>	BName	B <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	B <sub>z</sub> kN/m <sup>2</sup>
2	Beton	*	*	*	*	1.00	1.00	Bettung 1	10000.00	0.00
7	Beton	*	*	*	*	1.00	1.00	Bettung 1	10000.00	0.00
S <sub>ky</sub> : Knicklänge y-Richtung (Holz) S <sub>kz</sub> : Knicklänge z-Richtung (Holz) S <sub>by</sub> : Kipplänge y-Richtung (Holz) S <sub>bz</sub> : Kipplänge z-Richtung (Holz) R <sub>B</sub> : Abminderung der Biegesteifigkeit für die Schnittkraftberechnung (nur für Stahlbeton) R <sub>T</sub> : Abminderung der Torsionsteifigkeit für die Schnittkraftberechnung (nur für Stahlbeton) BName : Name der Bettung B <sub>y</sub> : Bettungswert in lokaler z-Richtung als Linienbettung B <sub>z</sub> : Bettungswert in lokaler y-Richtung als Linienbettung										

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Systemansicht



Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.1-5
Vorgang : Modellgeometrie und Querschnitte	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.2 Belastung

### Eigengewicht

charakteristische Werte (Einheiten Last/Geometrie kN,m)		g <sub>k</sub>
f1	Straße Asphalt 0,14m*24 kN/m <sup>3</sup>	3,36
	Schotter 0,40*20 kN/m <sup>3</sup>	8,00
	Schutzbeton/ Dichtung 0,06*25	1,50
	Mehreinbau	0,5
		13,36
	Rechenwert	14,0
	Konstruktionseigengewicht programmintern	

### Baugrundbewegungen

- kein Ansatz von Setzungsdifferenzen.

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.2-1	
Vorgang : Belastung		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Erddruck

Bodenkennwerte für Hinterfüllung  $\phi=30^\circ$   $\gamma=20$  kN/m<sup>3</sup>

Erddruckbeiwerte für Bemessung Erdruchedruck mit  $k_0=0,5$

Erddruckbeiwerte für Baugrundnachweise aktiver Erddruck mit  $k_a=0,33$

### Aktiver Erddruck

charakteristische Werte (Einheiten Last/Geometrie kN,m)		$g_k$
ego	Eigengewicht $0,70 \cdot 0,33 \cdot 20$	4,62
egu	Eigengewicht $2,10 \cdot 0,33 \cdot 20$	13,86
ep	gleichmäßig verteilte Verkehrslast UDL $12 \cdot 0,33$	3,96
	TS+UDL $0,33 \cdot 52,0$	17,16

### Erdruchedruck

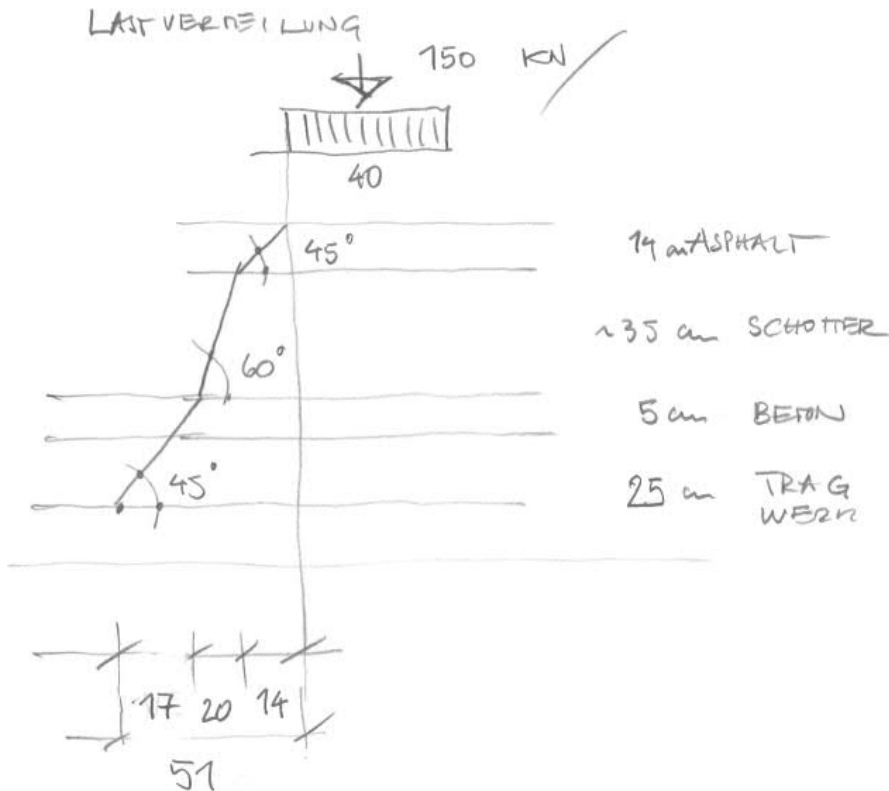
charakteristische Werte (Einheiten Last/Geometrie kN,m)		$g_k$
ego	Eigengewicht $0,70 \cdot 0,5 \cdot 20$	7,00
egu	Eigengewicht $2,10 \cdot 0,5 \cdot 20$	21,00
ep	gleichmäßig verteilte Verkehrslast UDL $12 \cdot 0,5$	6,00
	TS+UDL $0,5 \cdot 52,0$	26,00

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.2-2
Vorgang : Belastung	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Vertikale Verkehrslasten LM1

Die Radlasten werden in Bezug auf die mögliche Aufstandsfläche wie folgt verteilt.



LASTVERTEILUNGS BREITE RAD

$$\Rightarrow 1,4 \times 1,4 \text{ m}$$

LASTVERTEILUNG UNTER BEACHTUNG

ACHS ABSTAND LM1 = 1,2 m

$$A = 1,4 (0,7 + 1,2 + 0,7) = 3,64 \text{ m}^2$$

Damit ergibt sich für eine Achse mit 300 kN eine Ersatzflächenlast zu:

$$q_{TS} = 300 / 3,64 = 83,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{Gesamt}} = 83,0 + 12 = 95 \text{ kN/m}^2$$

Diese Last wird als Bemessungslast auf den Durchlass angesetzt.

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite : V-1.2-3
Vorgang : Belastung	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Horizontale Verkehrslasten (Bremslasten)

Der Ansatz von Bremslasten unter Berücksichtigung einer Überschüttung ist nicht geregelt. Es ist wahrscheinlich, dass die Bremskräfte im Straßenbelag ein Gleichgewichtssystem bilden, so dass die Fertigteile gering beansprucht werden. Es wird von einer Verteilungsbreite der normierten Bremskräfte im vorliegenden Fall von 6,0m ausgegangen.

Im Weiteren wird der kleinere Durchlass rechnerisch wegen der geringen Fahrbahnlänge nicht mit Bremskräften beaufschlagt.

Brückenlänge [m]	2,45
Bremslastgrenzen oben [kN]	900,00
Bremslastgrenzen unten [kN]	180,00
Bremslast nach Formel 4.6 ( $w=3,0\text{m}/\alpha_q=1,33$ ) [kN]	368,82
maßgebende Bremslast [kN] für gesamte Überbaubreite [kN] (Belagoberkante)	368,82
Verteilungsbreite [m]	6,00
Bremslast bzgl. Verteilungsbreite [kN/m]	61,47

## Windeinwirkung

Wegen Geringfügigkeit keine Berücksichtigung.

## Temperatur

Temperatur wird auf Grund der kleinen Brückenabmessungen und der Möglichkeit einer im Wesentlichen zwängungsfreien Verformung (gleichmäßiger Temperaturanteil) nicht berücksichtigt.

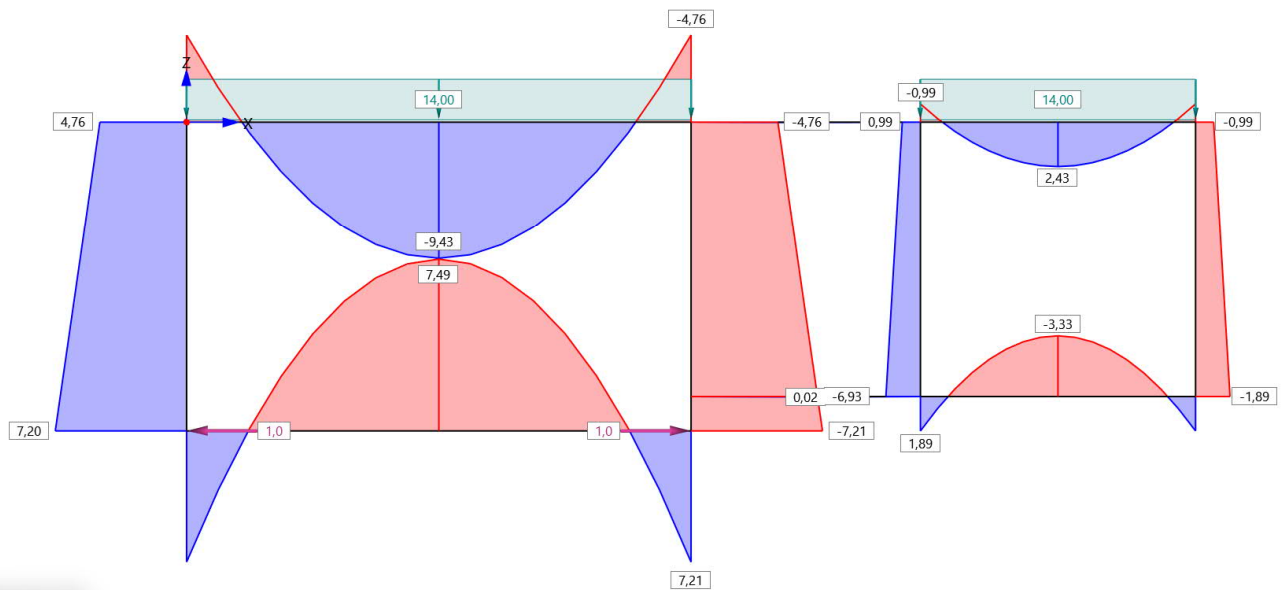
Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.2-4
Vorgang : Belastung	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.3 Lastfälle

### LF 1 Eigengewicht außer Erddruck infolge Bodeneigengewicht

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
1 LF 1 G, (mit Eigengewicht), ständig  
Biegemoment  $M_y$  [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall

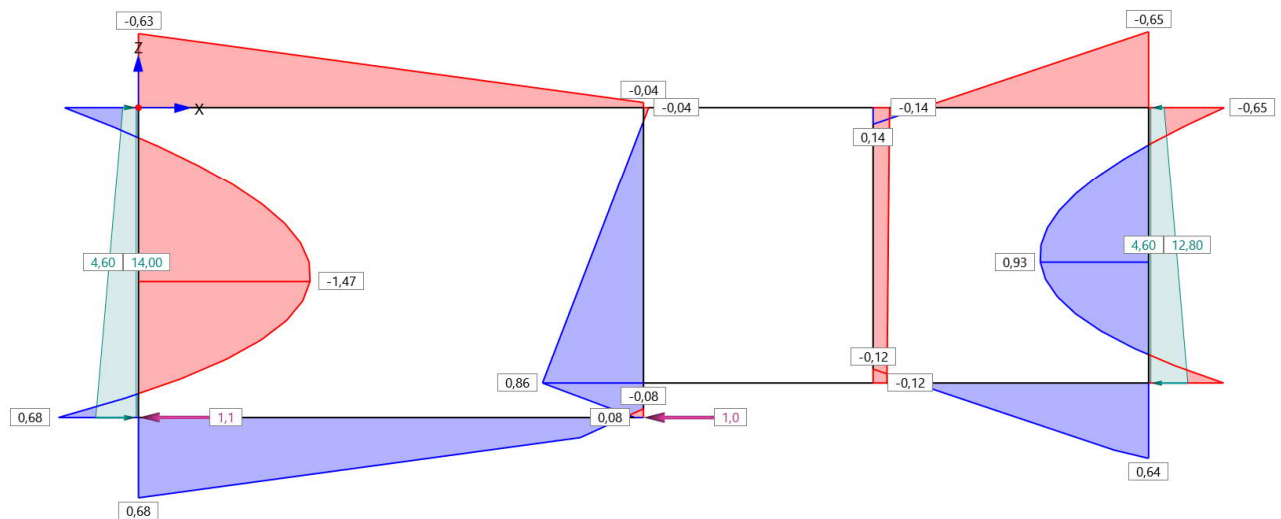


Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-1
Vorgang : Lastfälle	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## LF 2 Erddruck infolge Bodeneigengewicht aktiv

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
2 LF 2 Eg aktiv, ständig  
Biegemoment My [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall

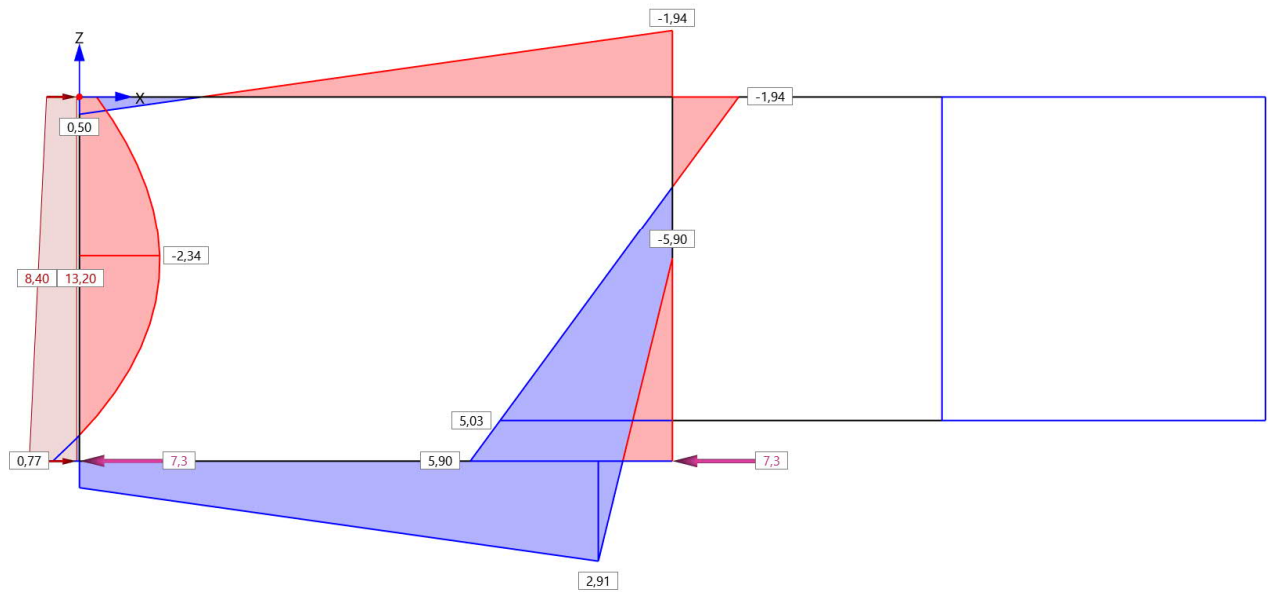


Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-2
Vorgang : Lastfälle	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## LF 3 Erddruck infolge Bodeneigengewicht $\delta$ Erdruchedruck links+Verkehr

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
3 LF 3 dEo+Eq, sonstige veränderliche Einwirkungen  
Biegemoment My [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall

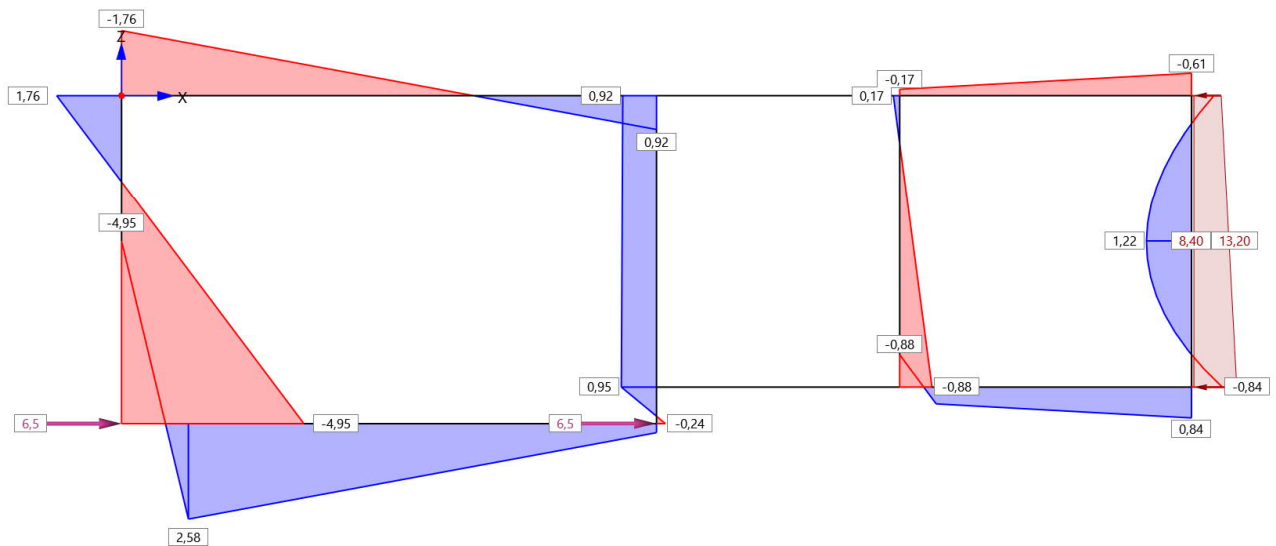


Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-3
Vorgang : Lastfälle	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## LF 4 Erddruck infolge Bodeneigengewicht & Erdruchdruck rechts+Verkehr

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
4 LF 4 dEo+Eq, sonstige veränderliche Einwirkungen  
Biegemoment My [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall

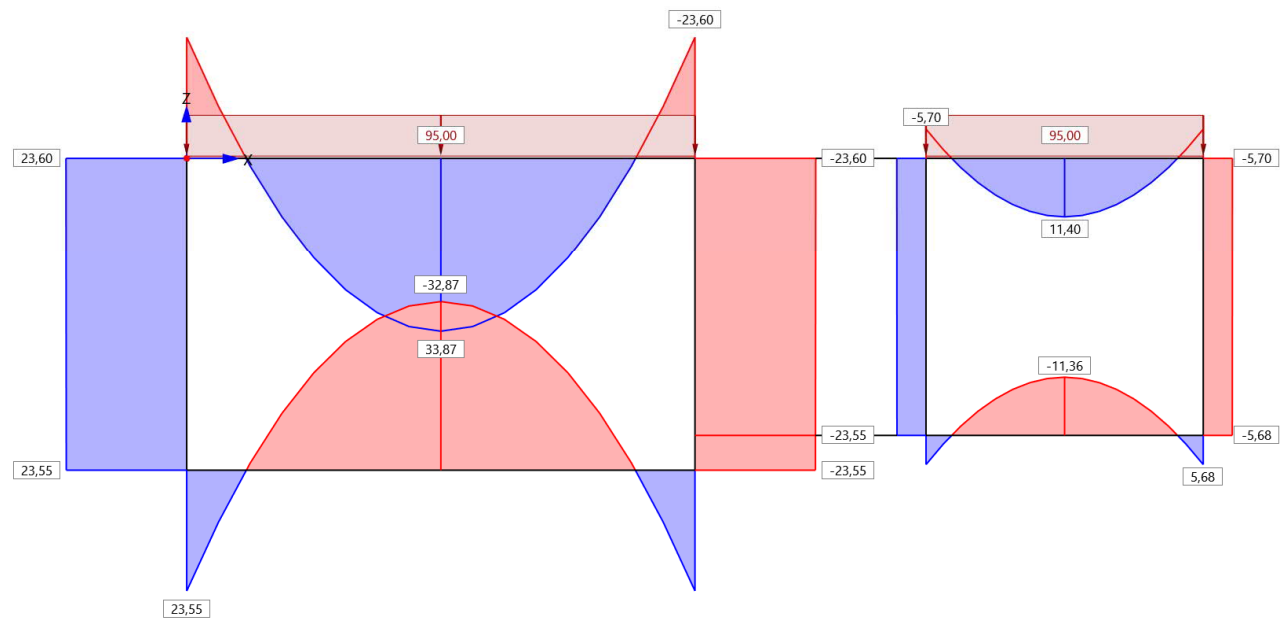


Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-4
Vorgang : Lastfälle	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

LF 5 Verkehr LM1

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
 5 LF 5 Verkehr auf Brücke, Kat. G; Fahrzeuge 30 kN < F ≤ 160 kN  
 Biegemoment My [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall



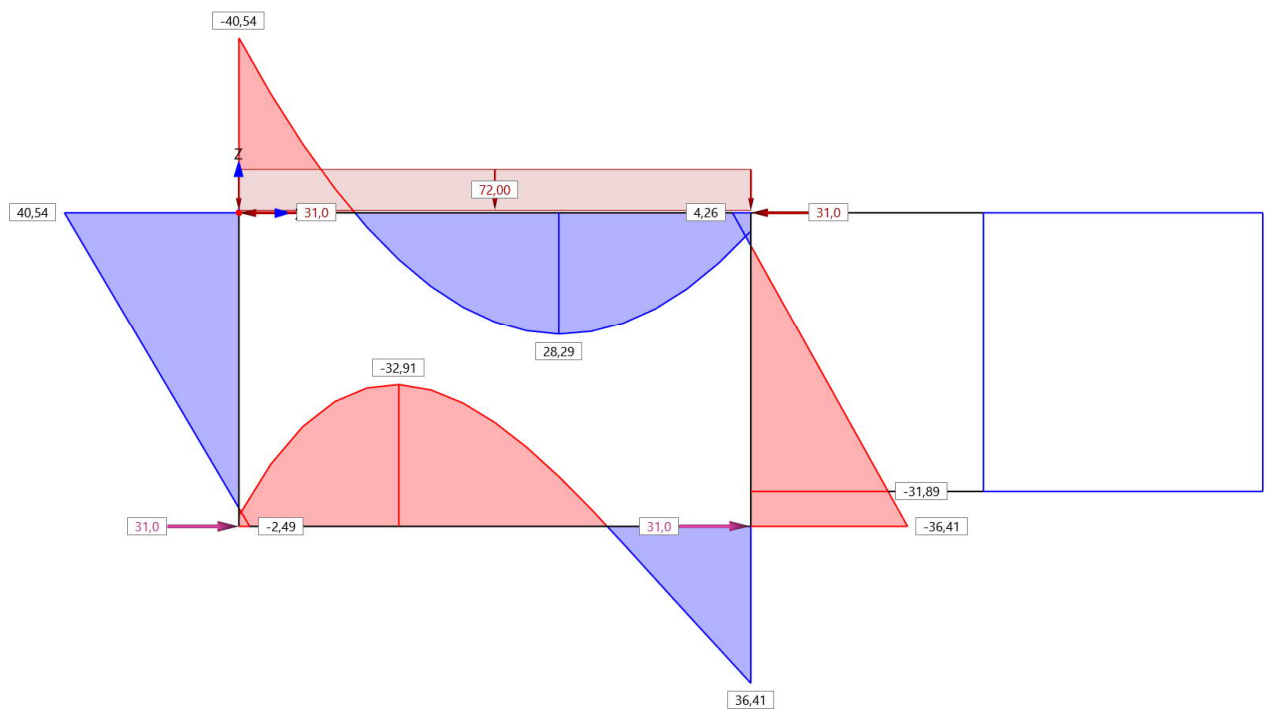
Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-5
Vorgang : Lastfälle	



Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## LF 7 Bremsen-

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
7 LF 7 Verkehr+Bremsen-, Kat. G: Fahrzeuge  $30 \text{ kN} < F \leq 160 \text{ kN}$   
Biegemoment  $M_y$  [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall



Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.3-7
Vorgang : Lastfälle	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.4 Lastkombinationen, Überlagerungsregeln

### Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	ZUS	ALT	EG kN	LL	PL	FL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	LF 1 G	JA	ständig	0	0	68.7	2	0	0	0.0	0.0	-116.3
2	LF 2 Eg aktiv	JA	ständig	0	0	*	2	0	0	2.1	0.0	0.0
3	LF 3 dEo+Eg	JA	sonstige veränderliche Einwirkungen	0	0	*	1	0	0	14.6	0.0	0.0
4	LF 4 dEo+Eg	JA	sonstige veränderliche Einwirkungen	0	0	*	1	0	0	-13.0	0.0	0.0
5	LF 5 Verkehr auf Brücke	JA	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	0	1	*	2	0	0	0.0	0.0	-323.0
6	LF 6 Verkehr+Bremsen+	JA	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	0	1	*	1	2	0	62.0	0.0	-158.4
7	LF 7 Verkehr+Bremsen-	JA	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	0	1	*	1	2	0	-62.0	0.0	-158.4

N : Nummer  
 ZUS : Lastfälle wirken immer gemeinsam  
 ALT : Lastfälle wirken immer alternativ  
 EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]  
 LL : Anzahl der Linienlasten  
 PL : Anzahl der Punklasten  
 FL : Anzahl der Flächenlasten  
 SumZ : SumZ enthält auch das Eigengewicht!

### Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Q	ständig/vorübergehend	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30
14	Q	ständig/vorübergehend	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	0.80	0.70	0.50

### Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
	:	DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
	:	DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
	:	DIN EN 1999-1-1/NA:2010-05
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten	:	berücksichtigt

Die Einwirkungsbeschreibung entspricht der Brückennorm. Abweichend sind die Verkehrslastfälle mit  $\gamma=1,5$  berücksichtigt. Die Lastfälle 5 bis 7 sind alternativ. Das Lastmodell 1 auf der Hinterfüllung wurde auf Grund der Dominanz des Bremslastfalls nicht berücksichtigt.

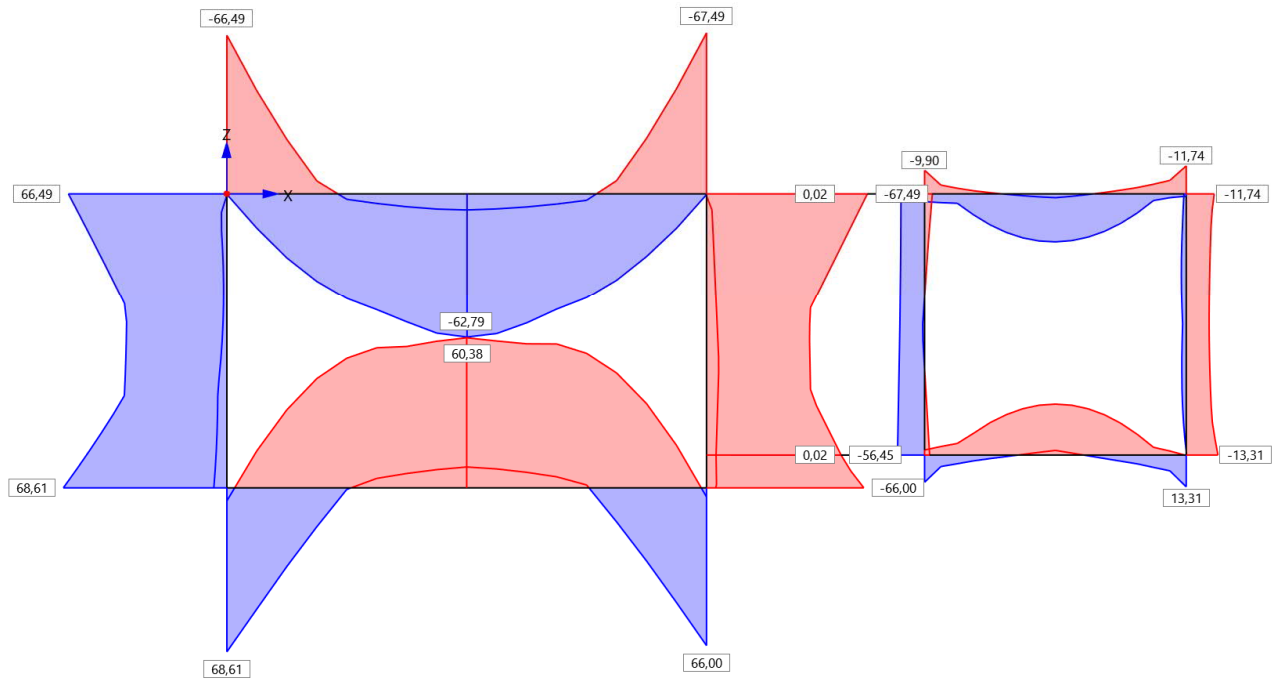
Die Berechnung erfolgt mit dem Ausschluss von Zugspannungen.

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.4-1
Vorgang : Lastfallkombinationen, Überlagerungsregeln	

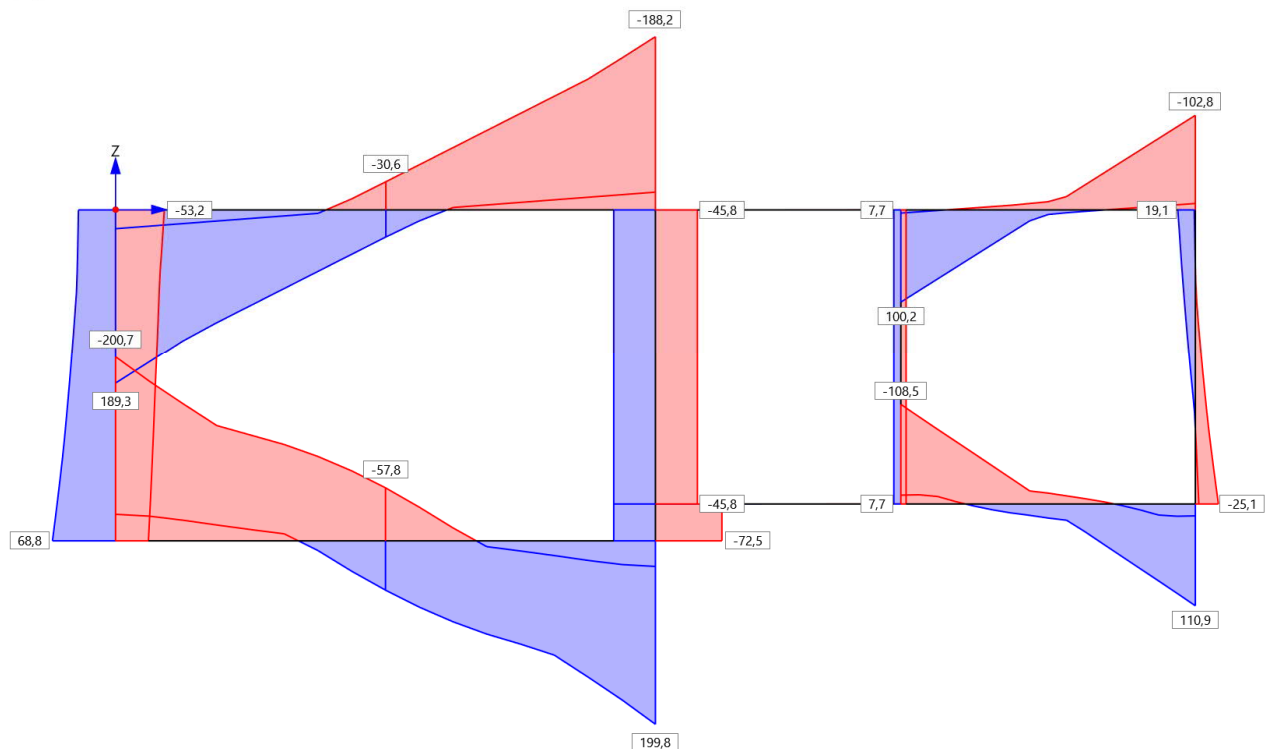
Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.5 Schnittgrößen/Sohlspannungen im GZT

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Hüllkurve - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
Biegemoment  $M_y$  [kNm], Th. 1. Ord. m. Ausfall



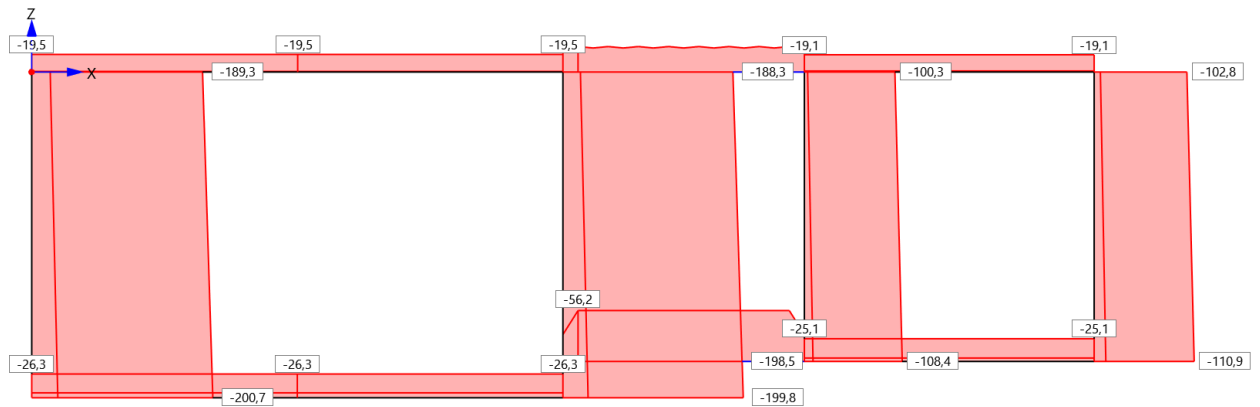
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Hüllkurve - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
Querkraft  $Q_z$  [kN], Th. 1. Ord. m. Ausfall



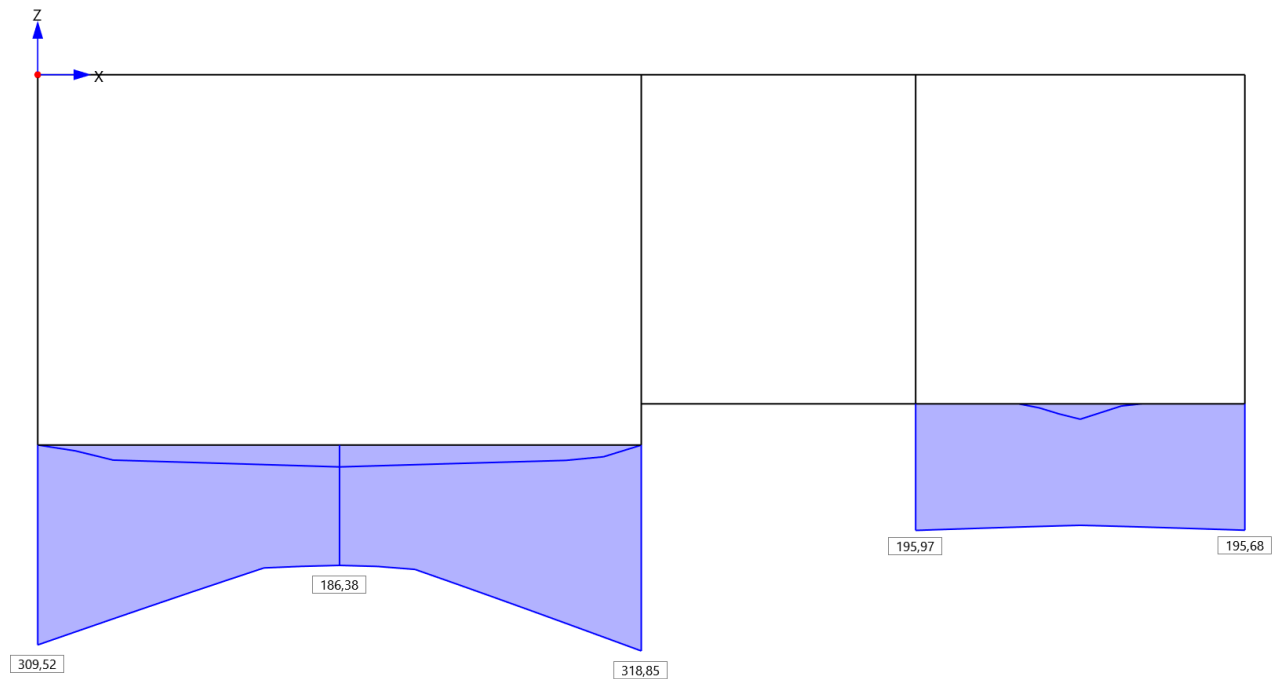
Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.5-1	
Vorgang : Statische Berechnung mittels EDV		

Verfasser	: Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm	:	
Bauwerk	: Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Hüllkurve - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
Normalkraft  $N_x$  [kN], Th. 1. Ord. m. Ausfall



DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Hüllkurve - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
Bodenpressung  $z$  [kN/m<sup>2</sup>], Th. 1. Ord. m. Ausfall



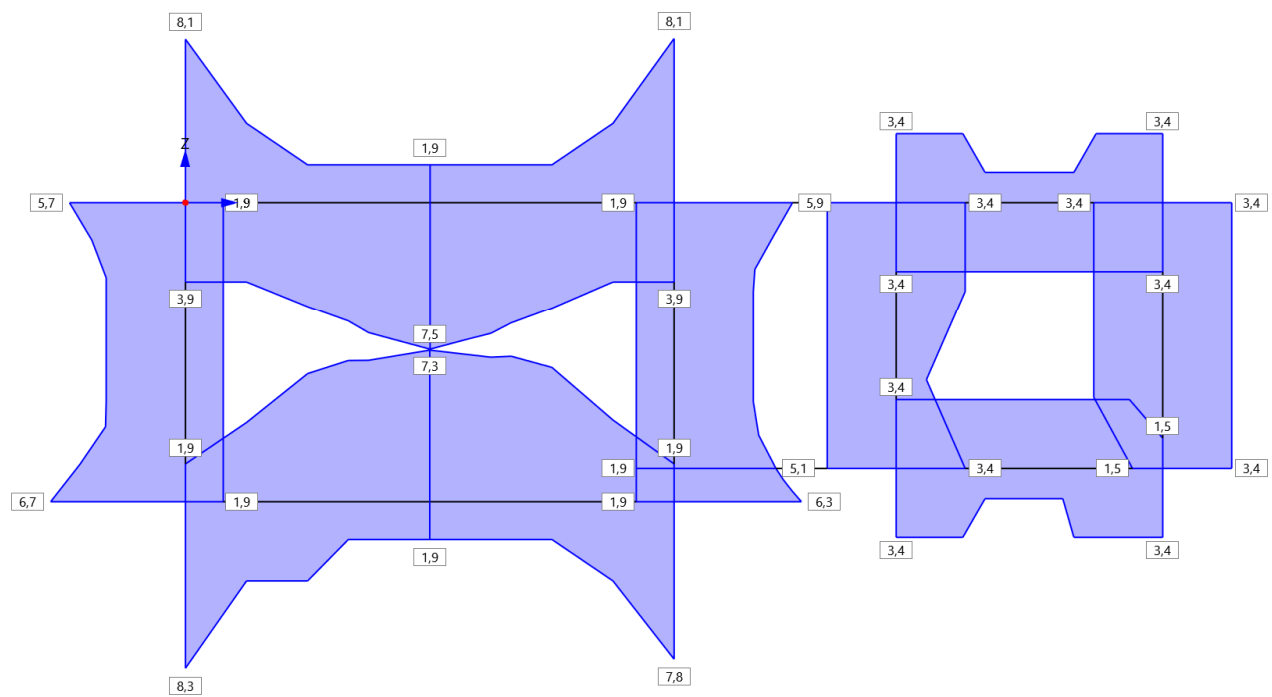
Bauteil	: Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block	: 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.5-2
Vorgang	: Statische Berechnung mittels EDV	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

1.6 Tragfähigkeitsnachweise

Biegebemessung, Statisch erforderliche Bewehrung

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Maximale Werte - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
A<sub>so</sub>, A<sub>su</sub> [cm²], Th. 1. Ord. m. Ausfall

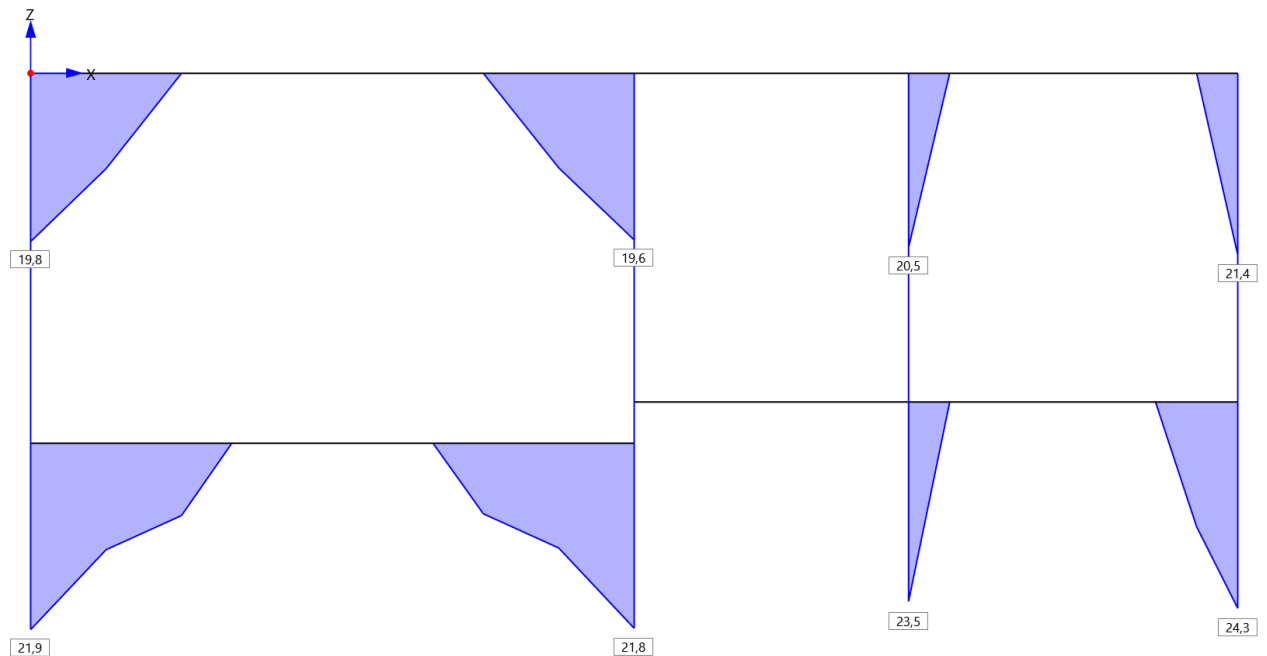


Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.6-1	
Vorgang : Tragfähigkeitsnachweise, Detailnachweise		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Querkraftbemessung, Statisch erforderliche Bewehrung

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
 Maximale Werte - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
 Asw [cm²], Th. 1. Ord. m. Ausfall

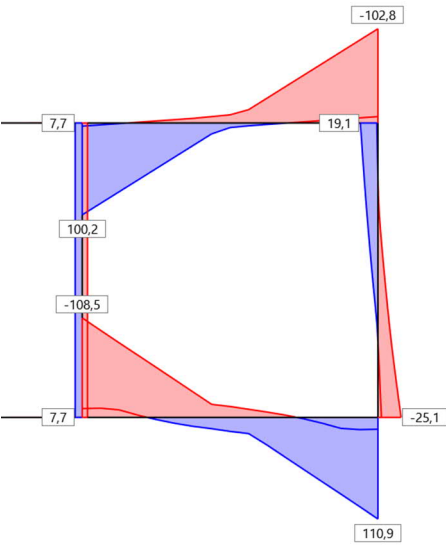


Für den kleinen Rahmen wird nachfolgend gezeigt, dass keine Querkraftbewehrung erforderlich ist.  
 Der große Rahmen benötigt die ausgewiesene Querkraftbewehrung.

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.6-2
Vorgang : Tragfähigkeitsnachweise, Detailnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

# Nachbereitung Querkraftbemessung Kleiner Durchlass



$q_{ED}=95 \text{ kN/m}$   
 Bemessungswert für Bewehrungsermittlung im Abstand von  $d=20-6=14\text{cm}$  vom Auflagertrand  
 $V_{ED}=110,9-1,35 \cdot (95+14+0,2 \cdot 25) \cdot (0,14+0,1)=74,0 \text{ kN}$

BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ( $x/d < 0.450$ )	
$N_{xd} =$	0.00 kN	$M_{yd} =$	12.00 kNm
$\epsilon_{1} =$	-1.49 o/oo	$\epsilon_{2s} =$	25.00 o/oo
$x/d =$	0.06	$z/d =$	0.98
erforderlich:		$\mu =$	0.17 % (MinBg)
		$A_{su} =$	3.40 cm <sup>2</sup>
		$A_{so} =$	0.00 cm <sup>2</sup>
		$kd =$	4.04
SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
$V_{Ed} =$	80.00 kN	$z/d =$	0.600 ( $z < d-2 \cdot c_{ver,1}; c_{ver,1}=c_{norm,1}$ )
$CR_{d,c} =$	0.10	$k_1 =$	0.12
$k_{vmin} =$	0.035	$v_{min} =$	0.59
$k =$	2.00	$VR_{d,c} =$	65.41 kN (6.2a)
$As_z =$	5.10 cm <sup>2</sup>	$VR_{d,c} =$	81.99 kN (6.2b) maßgebend
$VR_{d,cc} =$	65.94 kN	$G_{cd} =$	-0.00 N/mm <sup>2</sup>
$\cot \theta =$	3.00 (18.43 Grd.)		
$v_1 =$	0.750	$\alpha_{cw} =$	1.00
$VR_{dmax} =$	374.85 kN	$aswV =$	0.00 cm <sup>2</sup> /m
$s_{l,max} =$	14.00 cm	$aswMin =$	0.00 cm <sup>2</sup> /m maßgebend

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.6-3
Vorgang : Tragfähigkeitsnachweise, Detailnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.7 Ermüdungsnachweise

### Feld

Schnittgrößen mit dem Lastmodell 3 wurden nicht ermittelt.

Die Schnittgrößen des LM3 betragen 40% der Schnittgrößen des LM1 in Bezug auf die Achslasten.

Es werden die Momente des LF5 mit 40% zum Nachweis verwendet.

Nachweisort Feldmoment Fahrbahn:

$M_{gCK}=9,5 \text{ kNm}$

$M_{qCK,LF5}=34,0 \text{ kNm}$

$\min M=9,5 \text{ kN/m} \quad \max M=9,5+34*0,4 < 25 \text{ kNm}$

Querschnittswerte [cm]	b [cm]	h [cm]	r <sub>1</sub> [cm]	A <sub>s1</sub> [cm <sup>2</sup> ]
	100,00	25,00	6,00	7,80
	Beton	f <sub>ck</sub>		
	C35	35,00		
	E <sub>CM</sub>	E <sub>SM</sub> /E <sub>CM</sub>	K-E <sub>CM</sub> /E <sub>CM</sub>	
	33300,00	6,01	0,00	
Schnittgrößen [kN, kNm]	min.	max.	max.-min.	
Momente aus ÜR für LM3	9,50	25,00	15,50	
Erhöhungsfaktor FÜK			1,00	
Erhöhungsfaktor Straßenbrücken			1,40	
Bemessungsmomente	9,50	31,20		
Schädigungsäquivalente Schwingbreite	1. FS N <sub>obs</sub>	2. FS N <sub>obs</sub>	3. FS N <sub>obs</sub>	4. FS N <sub>obs</sub>
Beiwerte	0,125	0	0	0
	k <sub>2</sub>	Q	N <sub>years</sub>	ϕ <sub>fat</sub>
	9	0,82	100	1,20
	λ <sub>s1</sub>	λ <sub>s2</sub>	λ <sub>s3</sub>	λ <sub>s4</sub>
	1,05	0,60	1,00	1,00
Stahlspannung [N/mm <sup>2</sup> ]	min.	max.	Δ	Δσ <sub>s,eq</sub>
	68,65	225,47	156,81	119,06
Ermüdungsnachweis	Δσ <sub>Rsk</sub> (N*)	γ <sub>s,fat</sub>	γ <sub>F,fat</sub>	γ <sub>ED,fat</sub>
	175,00	1,15	1,20	1,00
Nachweis <1,0	vor./zul.	0,94		

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.7-1
Vorgang : Ermüdungsnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Rahmenecke

Schnittgrößen mit dem Lastmodell 3 wurden nicht ermittelt.

Die Schnittgrößen des LM3 betragen 40% der Schnittgrößen des LM1 in Bezug auf die Achslasten.

Es werden die Momente des LF5 mit 40% zum Nachweis verwendet.

Nachweisort Rahmenecke:

$M_{gCK}=4,8$  kNm

$M_{qCK,LF5}=25$  kNm

min  $M=4,8$  kNm/m max  $M=4,8+25*0,4 < 15$  kNm

Spannungsreduktion wegen Bewehrungskrümmung mit  $>10d_s$

Querschnittswerte [cm]	b [cm]	h [cm]	$r_1$ [cm]	$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> ]
	100,00	25,00	6,00	10,40
	Beton	f <sub>ck</sub>		
	C35	35,00		
	E <sub>CM</sub>	E <sub>SM</sub> /E <sub>CM</sub>	K-E <sub>CM</sub> /E <sub>CM</sub>	
	33300,00	6,01	0,00	
Schnittgrößen [kN, kNm]	min.	max.	max.-min.	
Momente aus ÜR für LM3	4,80	15,00	10,20	
Erhöhungsfaktor FÜK			1,00	
Erhöhungsfaktor Straßenbrücken			1,40	
Bemessungsmomente	4,80	19,08		
Schädigungsäquivalente Schwingbreite	1. FS N <sub>obs</sub>	2. FS N <sub>obs</sub>	3. FS N <sub>obs</sub>	4. FS N <sub>obs</sub>
Beiwerte	0,125	0	0	0
	k <sub>2</sub>	Q	N <sub>years</sub>	$\phi_{fat}$
	9	0,82	100	1,20
	$\lambda_{s1}$	$\lambda_{s2}$	$\lambda_{s3}$	$\lambda_{s4}$
	0,90	0,60	1,00	1,00
Stahlspannung [N/mm <sup>2</sup> ]	min.	max.	$\Delta$	$\Delta\sigma_{s,equ}$
	26,27	104,41	78,14	50,86
Ermüdungsnachweis	$\Delta\sigma_{Rsk} (N^*)$	$\gamma_{s,fat}$	$\gamma_{F,fat}$	$\gamma_{ED,fat}$
	106,70	1,15	1,20	1,00
Nachweis $<1,0$	vor./zul.			
	0,66			

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.7-2
Vorgang : Ermüdungsnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Querkraft

Die maßgebenden Querkräfte für die Ermüdung (Ermüdungskombination, bzw. häufige Kombination) liegen unterhalb des Wertes  $V_{Rd,c}$ .

Damit kann der Ermüdungsnachweis für die häufige Einwirkungskombination nach Gleichung 6.78 geführt werden:

Lichte Weite: 1,95m

rechnerische Stützweite für Querkraft im Abstand d: 1,57m

Eigengewicht:  $0,25 \cdot 25 + 14 = 20,3$  kN/m

Verkehr: UDL  $0,4 \cdot 12 = 4,8$  kN/m TS  $83 \cdot 0,75 \cdot 1,4/2,0 = 44$  kN Summe Verkehr: 49 kN

$V_{ED,max} = 1,57/2 \cdot (20,3 + 49) = 55$  kN

$V_{ED,min} = 1,57/2 \cdot (20,3) = 16$  kN

In Querrichtung wird zusätzlich eine Querverteilung für die Tandemlast mit 1,4m/2,0m berücksichtigt. (1,4m Lastverteilung infolge Überschüttung u.s.w., 2,0m minimale Breite des Fertigteils in Querrichtung)

### SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

$V_{Ed} = 56.00$  kN       $z/d = 0.704$  ( $z < d - 2 \cdot c_{vu,1}$ ;  $c_{vu,1} = c_{nomu,1}$ )  
 $CR_{d,c} = 0.10$        $k_1 = 0.12$        $\sigma_{cp} = -0.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $kv_{min} = 0.035$        $v_{min} = 0.59$   
 $k = 2.00$        $VR_{d,c} = 92.06$  kN (6.2a)  
 **$Asz = 7.80$  cm<sup>2</sup>       $VR_{d,c} = 110.69$  kN (6.2b) maßgebend**  
 $VR_{d,cc} = 104.41$  kN       $\sigma_{cd} = -0.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\cot \Theta = 3.00$  (18.43 Grd.)  
 $v_1 = 0.750$        $\alpha_{cw} = 1.00$   
 $VR_{dmax} = 593.51$  kN       $aswV = 0.00$  cm<sup>2</sup>/m

### Nachweis Gleichung 6.78

$55/110 = 0,5 < 0,5 + 0,45 \cdot 16/110 = 0,565$

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.7-3
Vorgang : Ermüdungsnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.8 Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Verformungsnachweise sind nicht relevant.

Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung

- Stahlspannung  $< 240 \text{ N/mm}^2$ , ( $\sigma \approx 0,75 \cdot 435 / 1,4 = 233 \text{ N/mm}^2$ , bzw. Nachweismoment  $37 \text{ kNm}$ )
- Grenzwerte eingehalten Stababstand  $10 \text{ cm}$ .

**Tabelle 7.2DE — Grenzdurchmesser bei Betonstählen**

$\sigma_s^b$ N/mm <sup>2</sup>	Grenzdurchmesser bei Betonstählen $\phi_s^*^a$ mm		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	54	41	27
200	35	26	17
240	24	18	12
280	18	13	9
320	14	10	7
360	11	8	5
400	9	7	4
450	7	5	3

<sup>a</sup> Die Werte der Tabelle 7.2DE basieren auf den folgenden Annahmen:  
Grenzwerte der Gleichungen (7.9) und (7.11) mit  $f_{ct,eff} = 2,9 \text{ N/mm}^2$  und  $E_s = 200\,000 \text{ N/mm}^2$ :

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

<sup>b</sup> unter der maßgebenden Einwirkungskombination

**Tabelle 7.3N — Höchstwerte der Stababstände zur Begrenzung der Rissbreiten**

Stahlspannung $\sigma_s [\text{N/mm}^2]^b$	Höchstwerte der Stababstände [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	—
360	100	50	—

<sup>b</sup> unter der maßgebenden Einwirkungskombination

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk	Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite : V-1.8-1
Vorgang : Gebrauchstauglichkeitsnachweise	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

	D1=25cm	D2=20cm
Querschnittswerte [cm]		
Breite	100,00	100,00
Höhe	25,00	20,00
d <sub>1</sub> Schwerpunktsabstand der Bewehrung	6,00	6,00
Verlegedurchmesser	10	8
zulässige Rissbreite w <sub>k</sub>	0,20	0,20
Längsbewehrung vorhanden (Zugzone) [cm²]	7,80	5,00
Widerstandsmoment cm³	10416,67	6666,67
Werkstoffe		
Betonklasse	C35	C35
Korrekturfaktor für f <sub>Ct,eff</sub> =f <sub>Ctm</sub> *Faktor	1,00	1,00
f <sub>Ct,eff</sub>	3,21	3,21
Äußere Schnittgrößen charakteristisch [kN, kNm]		
Reine Zugbeanspruchung		
Normalkraft aus Last > N <sub>Riss</sub>	0,00	0,00
Biegung und Normalkraft		
Normalkraft aus Last (Druck negativ)	0,00	0,00
Moment > M <sub>Riss</sub>	37,00	11,00
Rissschnittgrößen [kN,kNm]		
M <sub>RISS</sub> (N=0)	33,44	21,40
M <sub>RISS</sub> (N<>0, äußere Normalkraft)	33,44	21,40
N <sub>RISS</sub> (M=0)	802,49	641,99
Rissbreitennachweis M+N		
Abgeschlossenes Rissbild bzw. Einzelriss		
aktuelle Wirkungshöhe Höhe Platte/Balken	12,50	10,00
Wirkungsbereich der Bewehrung Ac,eff [cm²]	1250,00	1000,00
F <sub>cr</sub> [kN] für eine Bauteilseite	401,25	321,00
Vorhandene Stahlquerschnittsfläche As	7,80	5,00
F <sub>s</sub> [kN] für eine Bauteilseite	208,56	83,79
Stahlspannung N/mm²	267,38	167,58
effektiv Roh = As/Ac,eff erf. As	0,0062	0,0050
Grenzdehnung o/oo	0,80	0,50
vorhandene Dehnung >= Grenzdehnung	0,27	-0,48
Rissabstand Erstriss cm	23,14	11,60
Rissabstand abgeschlossen cm < Erstriss	44,52	44,44
Rissbreite mm	0,19	0,06
Duktilitätsbewehrung		
Nutzhöhe	19,00	14,00
Hebelarm mit KZ=0,97	18,43	13,58
Zugkraft infolge Rissbildungsmoment	181,43	157,58
Duktilitätsbewehrung [cm²]	3,63	3,15

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.8-2	
Vorgang : Gebrauchstauglichkeitsnachweise		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Spannungsbegrenzung

Vereinfacht werden die charakteristischen Momente aus der Überlagerung im GZT mit  $\gamma=1,4$  abgeleitet.

	D1=25cm	D2=20cm
Querschnittswerte [cm]		
Breite	100,00	100,00
Höhe	25,00	20,00
d <sub>1</sub> Schwerpunktsabstand der Bewehrung	6,00	6,00
Verlegedurchmesser	10	8
zulässige Rissbreite $w_k$	0,20	0,20
Längsbewehrung vorhanden (Zugzone) [cm <sup>2</sup> ]	7,80	5,00
Widerstandsmoment cm <sup>3</sup>	10416,67	6666,67
Werkstoffe		
Betonklasse	C35	C35
Korrekturfaktor für $f_{Ct,eff}=f_{ctm} \cdot \text{Faktor}$	1,00	1,00
$f_{Ct,eff}$	3,21	3,21
Äußere Schnittgrößen charakteristisch [kN, kNm]		
Reine Zugbeanspruchung		
Normalkraft aus Last > $N_{Riss}$	0,00	0,00
Biegung und Normalkraft		
Normalkraft aus Last (Druck negativ)	0,00	0,00
Moment > $M_{Riss}$	50,00	11,00
Rissschnittgrößen [kN,kNm]		
$M_{Riss}$ (N=0)	33,44	21,40
$M_{Riss}$ (N<>0, äußere Normalkraft)	33,44	21,40
$N_{Riss}$ (M=0)	802,49	641,99
Beanspruchung Bewehrung/Beton		
Druckzonenhöhe für N<>0	0,28	0,28
Stahlzugkraft $F_s$ [kN]	281,83	83,79
Ausnutzung Betonspannung vor $\sigma / 0,6 \cdot f_{ck}$	0,71	0,31
Ausnutzung Stahlspannung vor $\sigma / 0,8 \cdot f_{yk}$	0,90	0,42

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.8-3	
Vorgang : Gebrauchstauglichkeitsnachweise		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Mindestbewehrung

Zentrische Zwänge treten bei den Durchlässen nicht auf. Da sich z.T. die Lastmomente im Bereich der Biegerissbildungsmomente bewegen wird einheitlich als Mindestbewehrung in Haupttragrichtung die Bewehrung für Biegezwang (Rissbreite 0,2 mm) als Grundbewehrung eingelegt.

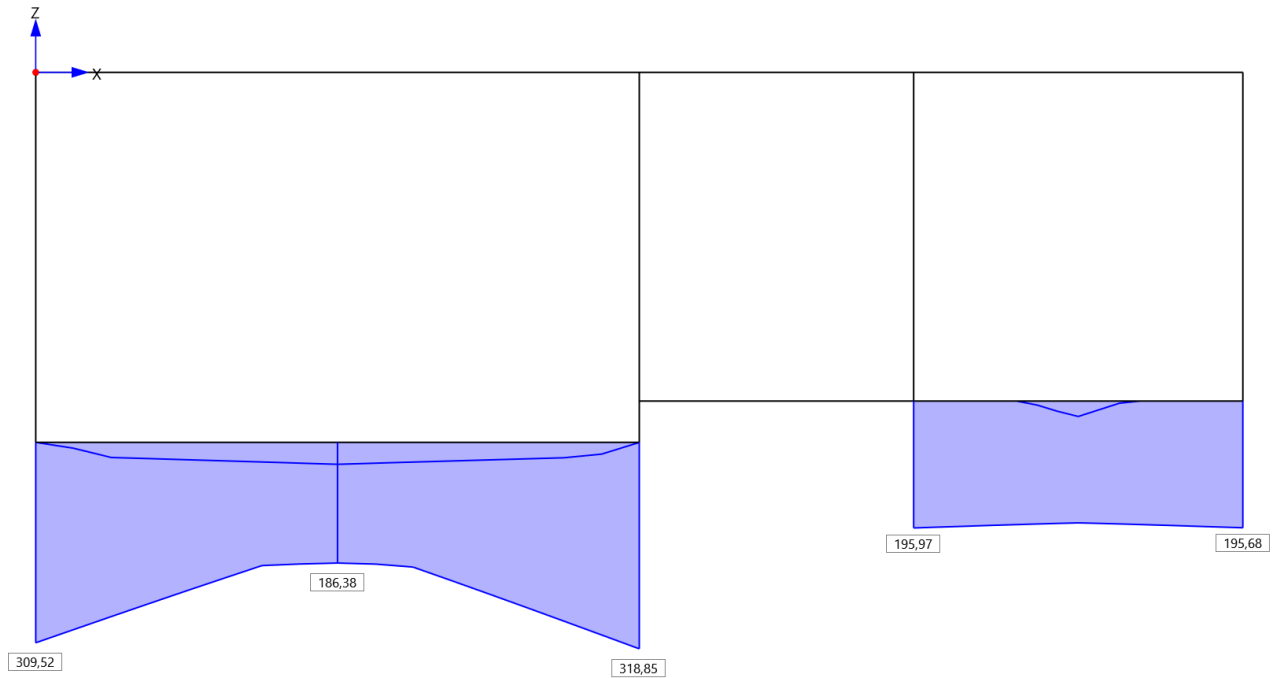
	Hydr.	Endz.
Querschnittswerte [cm]		
Breite	100,00	100,00
Höhe	25,00	20,00
d <sub>1</sub> Schwerpunktsabstand der Bewehrung	6,00	6,00
Verlegedurchmesser	10	8
zulässige Rissbreite w <sub>k</sub>	0,20	0,20
Widerstandsmoment cm <sup>3</sup>	10416,67	6666,67
Werkstoffe		
Betonklasse	C35	C35
Korrekturfaktor für f <sub>Ct,eff</sub> =f <sub>ctm</sub> *Faktor	1,00	1,00
f <sub>Ct,eff</sub>	3,21	3,21
Art der Rissbildung		
Ansatz Eigenspannungsfaktor 0/1	0	0
Kurzzeit=1 Dauer=2	2	2
Zwangsschnittgrößen < Rißschnittgrößen[kN]		
Zentr. Zwang		
Normalkraft aus Zwang < N <sub>Riss</sub>	0,00	0,00
Biegezwang		
Normalkraft aus Last für Biegezwang (Druck negativ)	0,00	0,00
Moment aus Zwang < M <sub>Riss</sub>	0,00	0,00
Rissschnittgrößen*k-Eigenspannung [kN,kNm]		
M <sub>Riss</sub> (N=0)	33,44	21,40
M <sub>Riss</sub> (N<>0, äußere Normalkraft)	33,44	21,40
N <sub>Riss</sub> (M=0)	802,49	641,99
Biegezwang M <sub>Zwang</sub> =M <sub>Riss</sub> oder < M <sub>Riss</sub>		
Maßgebender Risszustand	Erstriß	Erstriß
Maßgebende Bewehrung/ Bauteilseite [cm <sup>2</sup> ]	5,78	4,14
Zugehörige Stahlspannung	277,56	310,32
Duktilitätsbewehrung		
Nutzhöhe	19,00	14,00
Hebelarm mit KZ=0,97	18,43	13,58
Zugkraft infolge Rissbildungsmoment	181,43	157,58
Duktilitätsbewehrung [cm <sup>2</sup> ]	3,63	3,15

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.8-4	
Vorgang : Gebrauchstauglichkeitsnachweise		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 1.9 Bodenmechanische Nachweise

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
Hüllkurve - ständige/vorübergehende Bemessungssituation (GZT)  
Bodenpressung  $z$  [kN/m<sup>2</sup>], Th. 1. Ord. m. Ausfall



Der Mittelwert der Bodenspannungen (Bemessungswert) beträgt in erster Näherung ca.: 252kN/m<sup>2</sup>.

Die Fundamentbreite beträgt 2,45m, die Einbindetiefe mehr als 2,0m.

In der Tabelle des Baugrundgutachters sind dafür 260 kN/m<sup>2</sup> als Bemessungswert angegeben. In diesem Wert ist der Einfluss von Horizontalkräften (Bremskräfte, Erddruck) nicht berücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass dieser Einfluss vernachlässigbar ist, bzw. durch den möglichen Ansatz des Erwiderstandes zur Reduzierung der Horizontalkräfte stark reduziert werden kann. Auf eine Grundbruchberechnung (einschließlich Gleitnachweis) wird verzichtet. Die Sohlspannungen sind eingehalten, die Setzungen betragen gemäß Baugrundgutachten weniger als 2cm.

Bauteil : Gesamtkonstruktion Brückentragwerk		Archiv Nr.
Block : 2 Gesamtberechnung Brückentragwerk	Seite :V-1.9-1	
Vorgang : Bodenmechanische Nachweise		

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

# 2. Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktion

## Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis.....	2-1
		Letzte Abschnittsseite.....2-1
2.1	Durchlass im Bereich des Radweges .....	2.1-1
2.2	Endstücke/ Flügel.....	2.2-1
2.3	Konstruktive Durchbildung Gesamtbauwerk.....	2.3-1
	Übersicht.....	2.3-1
	Straßendurchlass.....	2.3-2
	Radwegdurchlass.....	2.3-5
	Flügel.....	2.3-6
	Brüstungen .....	2.3-6
		Letzte Abschnittsseite.....2.3-6

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2-1	
Vorgang : Inhaltsverzeichnis	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 2.1 Durchlass im Bereich des Radweges

Die Querschnittsgeometrie wird nicht geändert. Hinsichtlich der Beanspruchung ist der Durchlass in diesem Bereich wesentlich geringer belastet, womit die Schnittgrößen und die Bemessungsergebnisse deutlich geringer sind. Auf einen Nachweis wird verzichtet. Die Mindestbewehrung für Biegezwang (Siehe 1.8 Mindestbewehrung) wird für beide Durchlässe angeordnet und ist ohne weiteren Nachweis ausreichend. Für den Durchlass D=25cm beträgt vorgenannte Bewehrung ca. 60% der Bewehrung des Straßendurchlasses im GZT. Die Änderung der Belastung liegt deutlich unter 60%. Eine Querkraftbewehrung ist nicht erforderlich.

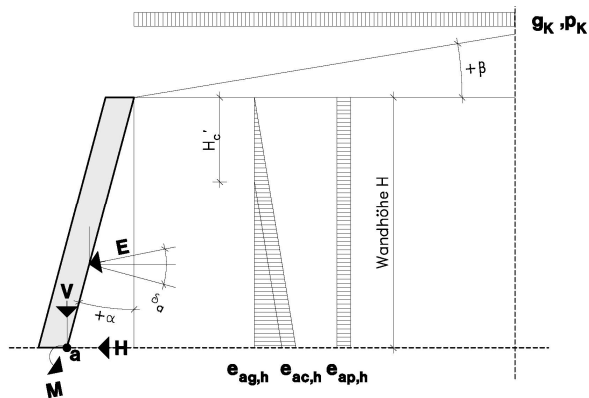
Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.1-1	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 2.2 Endstücke/ Flügel

In statischer Hinsicht werden die seitlichen Flügel auf Biegung infolge Erddruck beansprucht.

Die Wandhöhe wird auf der sicheren Seite liegend mit 2,0m, angenommen, Geländeauflast mit 5,0 kN/m².



Geometrie und Belastung						
$\alpha$	$\beta$	g	p	Anteil Eo in %		
0,00	0,00	0,00	5,00	100,00		
Bodenkennwerte						
h	$\gamma$	$\varphi$	$\delta_a$	c		
Schicht 1	2,00	20,00	30,00	0,00	0,00	
Erddruckbeiwerte						
$k_{ag,h}$	$k_{ac,h}$	$k_{ap,h}$	$k_{og,h}$	$k_{op,h}$		
Schicht 1	0,33	1,15	0,33	0,50	0,50	
Erddruckordinaten						
$e_{ag,h}$	$e_{ac,h}$	$e_{ap,h}$	$e_{og,h}$	$e_{op,h}$	$h_c'$	
	13,33	0,00	1,67	20,00	2,50	0,00
Schnittgrößen /m Wandfuß charakteristisch				Wandfuß Bemessung		
ständig	Verkehr	Summe	ständig	Verkehr	Summe	
$\gamma$	1,00	1,00	1,35	1,50		
H	20,00	5,00	25,00	27,00	7,50	34,50
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	13,33	5,00	18,33	18,00	7,50	25,50

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.2-1	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

#### Tragfähigkeit am Stahlbetonquerschnitt

Norm: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

MATERIAL

Längsbewehrung B500B  $\gamma_s = 1.150$   $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$   
 $k = 1.080$   $\epsilon_{uk} = 50.0 \text{ o/o}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45  $\gamma_c = 1.50$   $f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$   
 $\alpha_{cc} = 0.85$   $E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

#### Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke  $h_0 = 16.7 \text{ cm}$   
Luftfeuchte LU = 50 % Zement Typ N,R  
Normalbeton  $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$   
Belastungsalter  $t_0 = 28 \text{ Tage}$   $t = \text{unendlich}$   
Kriechzahl  $\phi(t_0, t) = 2.13$   
Schwindmaß  $\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$

#### QUERSCHNITT

Rechteck  $b = 100.0 \text{ cm}$   $h = 20.0 \text{ cm}$   
Bewehrung  $d_{ob} = 6.0 \text{ cm}$   $d_{un} = 6.0 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte  
 $z_u = 10.0 \text{ cm}$   $A_c = 0.2000 \text{ m}^2$   $I_c = 0.00066667 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert

#### BIEGEBEMESSUNG $k_d$ - Verfahren ( $x/d < 0.450$ )

$N_{xd} = 0.00 \text{ kN}$   $M_{yd} = 26.00 \text{ kNm}$   
 $\epsilon_{l1} = -2.58 \text{ o/o}$   $\epsilon_{2s} = 25.00 \text{ o/o}$   
 $x/d = 0.09$   $z/d = 0.96$   $k_d = 2.75$   
erforderlich:  $A_{su} = 4.22 \text{ cm}^2$   $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$   
 $\mu = 0.21 \text{ ‰}$

#### SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse  
 $V_{Ed} = 35.00 \text{ kN}$   $z/d = 0.600$  ( $z < d - 2 \cdot c_{v0,1}; c_{v0,1} = c_{nomo,1}$ )  
 $CR_{d,c} = 0.10$   $k_l = 0.12$   $\sigma_{cp} = -0.00 \text{ N/mm}^2$   
 $k_{vmin} = 0.035$   $v_{min} = 0.59$   
 $k = 2.00$   $VR_{d,c} = 64.98 \text{ kN}$  (6.2a)  
 $A_{sz} = 5.00 \text{ cm}^2$   $VR_{d,c} = 81.99 \text{ kN}$  (6.2b) maßgebend  
 $VR_{d,cc} = 65.94 \text{ kN}$   $\sigma_{cd} = -0.00 \text{ N/mm}^2$   
 $\cot \Theta = 3.00$  (18.43 Grd.)  
 $v_l = 0.750$   $\alpha_{cw} = 1.00$   
 $VR_{dmax} = 374.85 \text{ kN}$   $aswV = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $sl_{max} = 14.00 \text{ cm}$   $aswMin = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$  maßgebend

-Keine Querkraftbewehrung,

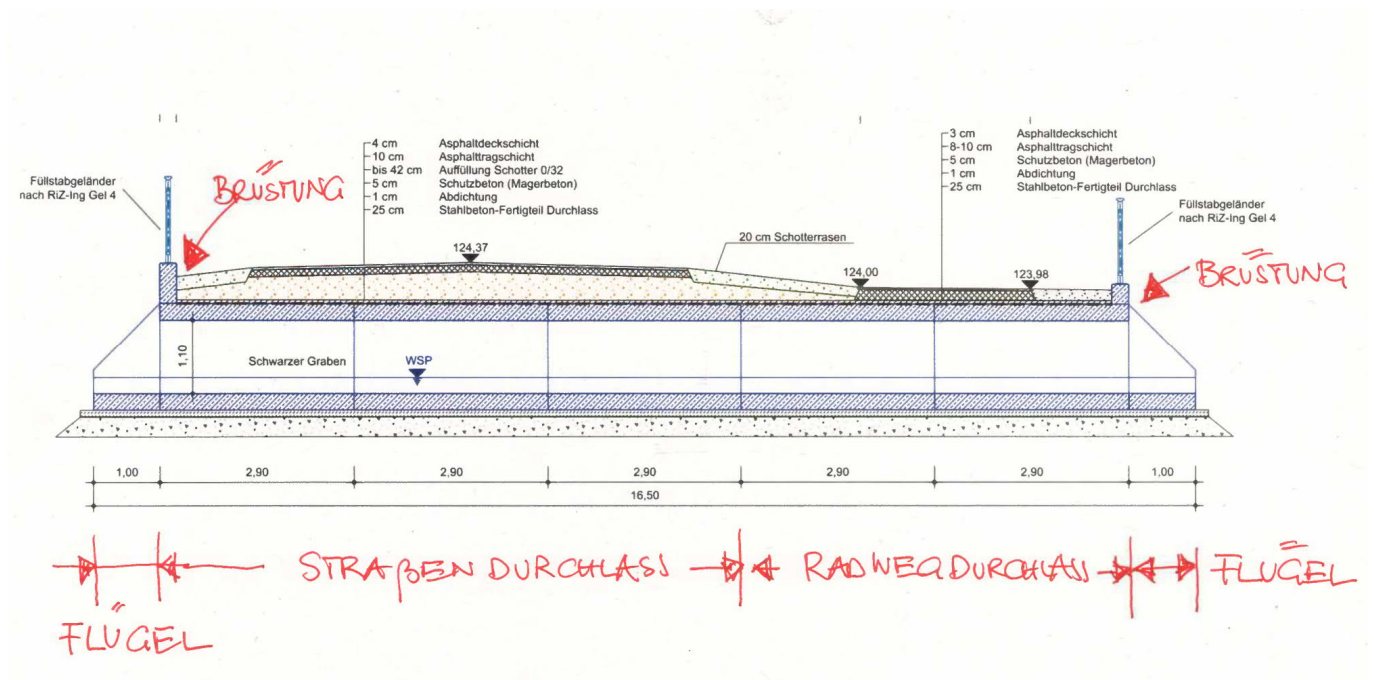
-Bewehrung wie Fertigteile Radwegdurchlass

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.2-2	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## 2.3 Konstruktive Durchbildung Gesamtbauwerk

### Übersicht



Konstruktionsbeton C35/45

Betondeckung 5,5cm erdberührt und wasserseits/ luftseits 4,5cm,

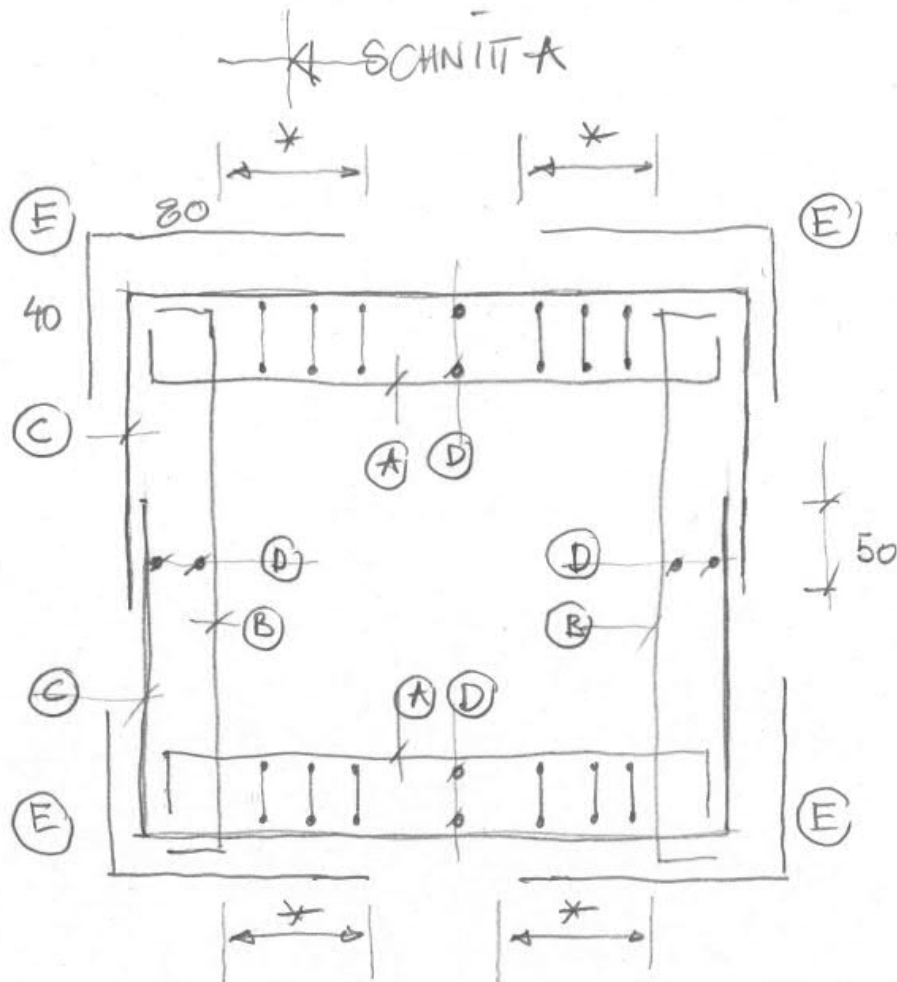
Brüstungen C25/30 LP

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-1	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Straßendurchlass

Rahmen mit D=25cm



(A)  $\phi 10 / 10$

(B)  $\phi 10 / 10$

(C)  $\phi 10 / 10$

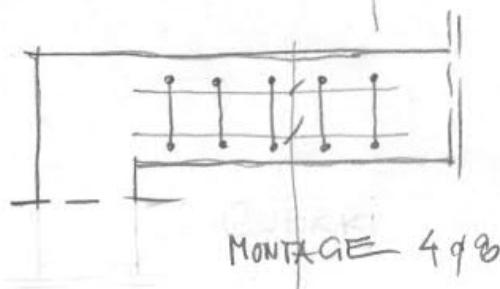
(D)  $\phi 8 / 10$

A \* BÜGEL  
 $\phi 8 / 15$

(E)  $\phi 10 / 30$

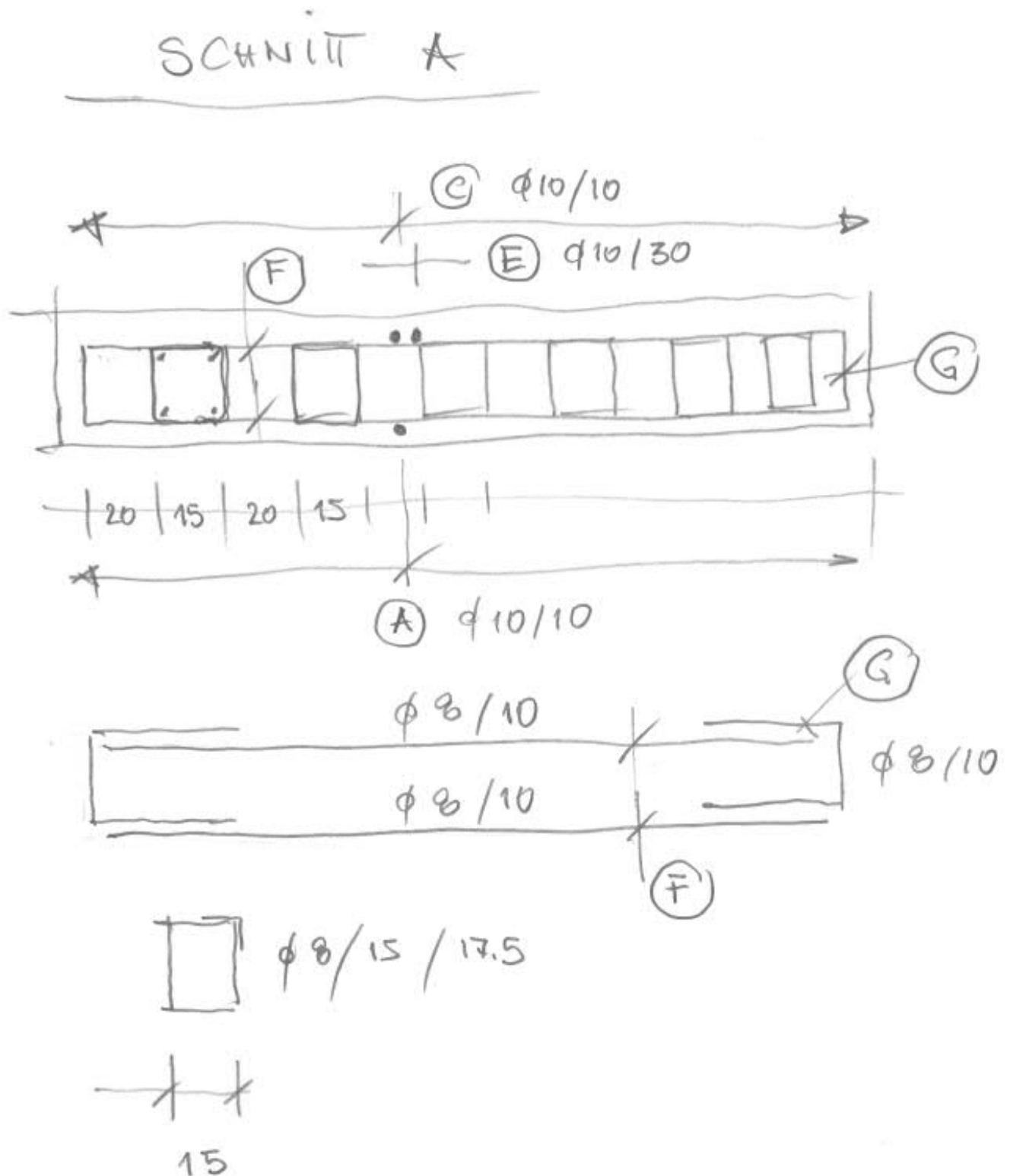
LÄNGSRICHTUNG

10 \* 4x15 cm



Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-2	
Vorgang :	

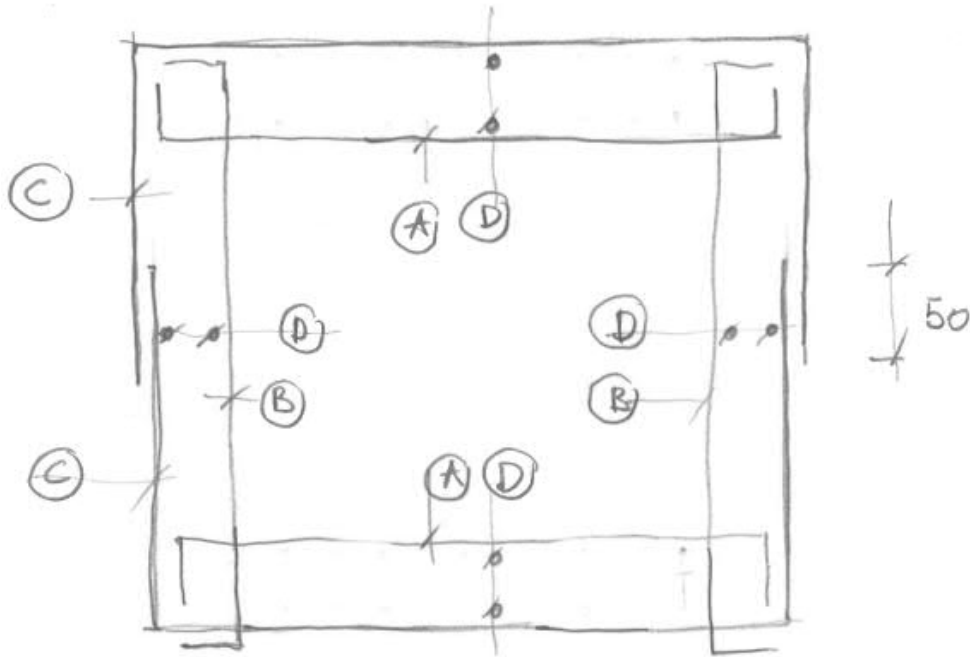
Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025



Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-3	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

Rahmen mit d=20cm



- Ⓐ  $\varnothing 8/10$
- Ⓑ  $\varnothing 8/10$
- Ⓒ  $\varnothing 8/10$
- Ⓓ  $\varnothing 8/15$

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-4	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Radwegdurchlass

D=25cm

wie Straßendurchlass mit folgenden Änderungen:

- keine Querkraftbewehrung,
- Pos E entfällt,
- Pos A-C im Abstand von 12,5cm =  $6,24 \text{ cm}^2/\text{m}$  > Mindestbewehrung =  $5,78 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Pos D im Abstand von 12,5cm.

D=20cm

wie Straßendurchlass.

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-5	
Vorgang :	

Verfasser : Ingenieurbüro Dr.-Ing. Holger Stoß	
Programm :	
Bauwerk : Brücke über den Schwarzen Graben	ASB Nr. : Datum 15.04.2025

## Flügel

C35/45

Bewehrung entsprechend wie Radwegdurchlass in der Differenzierung D=25cm und D=20cm.

## Brüstungen

C25/30 LP

Die Brüstung wird für vollen Zwang bewehrt. Bei Verankerung nach GEL 4 ist die Brüstungsbreite auf 38cm zu vergrößern.

In Anlehnung an die Kappenbewehrung wird hier umlaufend Ø12/6 cm angeordnet. Es sollte mit C25/30 LP gearbeitet werden. Anschluss aus Fertigteil Ø10/15.

Bauteil : Durchlass Bereich Radweg/ Endstücke/ Konstruktive Durchbildung	Archiv Nr.
Block : Seite :V-2.3-6	
Vorgang :	