

Objekt Nr.: 1818

Emmebrücke Bätterkinden

Fact-Sheet: Überprüfung Einwirkung 1.3xHQ100 auf IST Zustand

1. Ausgangslage

Die Emmebrücke Bätterkinden ist ein zentrales Element für das Wasserschutzprojekt Objekt 05. Die Emmebrücke überquert die Emme und ist an beiden Ufern auf Pfeilern gelagert. Auf Seite Utzenstorf ist heute zusätzlich ein Entlastungskanal vorhanden.

Hunziger, Zarn & Partner AG (HZP) hat am 8. November 2018 einen Bericht erfasst mit der Angabe der hydraulischen Lasten im IST-Zustand. Das geforderte Freibord nach KOHS kann heute bei der Emmebrücke nicht ganz erreicht werden. Die Emmebrücke muss statisch bezüglich der hydraulischen Lasten überprüft werden. Im Auftrag von Hartenbach & Wenger AG wurden die Lager durch die mageba sa untersucht. Es wurde der Zustand der Gleitplatte und der Korrosionsschutz untersucht. Weiter wurden die Lagereigenschaften (NGa, NGe) festgelegt.

2. Grundlagen

Für das Fact-Sheet lagen folgende Grundlagen vor:

- Bauakten aus dem Jahre 1981
- Lagerpläne Stöcklin der mageba sa
- A-643 Hochwasserschutz Emme – Objekt 05 Faktenblatt/Entwurf vom 08.11.2018 HZP
- Inspektionsbericht mageba sa vom 12.02.2019
- Telefonische Besprechung zwischen M. Hartenbach und R. Hunziker betreffend Zielsetzung und Lastanordnung; 07.12.2018,

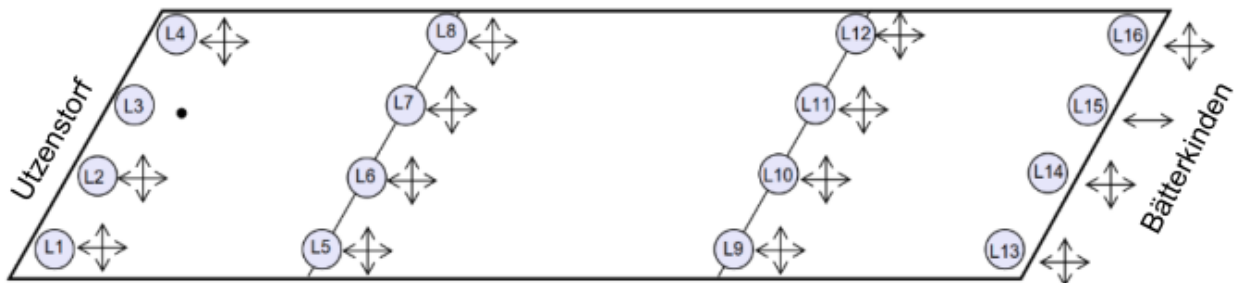
3. Modellannahmen

Die Stahlverbund Bogenbrücke wurde mit dem FE Modell FEnas gemäss den vorhandenen Bauakten und Begehung modelliert. Die Einwirkung 1.3*HQ100 (EHQ) wurden mit HZP festgelegt und programmiert.

Mit dem Schalenmodell sind die Auflagerlasten genau bestimmbar gemäss den vorhandenen Steifigkeiten in der Fahrbahnplatte und Betondruckbogen. Die Fahrbahnplatte ist längs vorgespannt. Für die hydraulische Überprüfung wird die Längs-Vorspannung vernachlässigt.

Die Emmebrücke ist bei beiden Widerlagern horizontal gelagert. Auf der Seite Utzenstorf ist das feste Lager angeordnet.

Lagerschema Emmebrücke

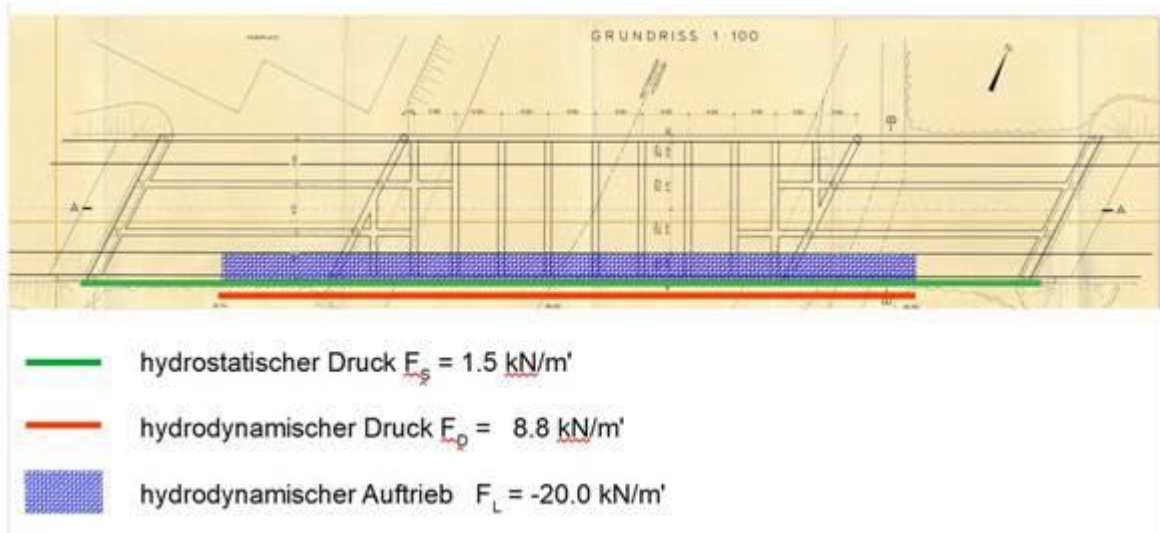


Folgende Einwirkung wurden übernommen:

Tab. 1 Berechnete Druck- und Auftriebskräfte auf den Brückenträger für den IST- und den Projektzustand

	Träger		
	IST-Zustand 1.3xHQ100	Projektzustand 1.3xHQ100	
Einstauhöhe Träger s (oberwasserseitig)	1.05	0.85	[m]
Verklauung Träger	1.00	-	[m]
Hydrodynamische Druckkraft F_D	17.0	8.8	[kN/m²]
Hydrostatische Druckkraft F_S	2.8	1.5	[kN/m²]
Auftriebskraft F_L	-110.0	-20.0	[kN/m²]

Am 13. Februar 2019 hat auch HZP eine weitere Einwirkung des Projektzustandes uns zugestellt. Diese Lastanordnung wurde für die Überprüfung des IST Zustandes verwendet.



Die folgende Modellbilder zeigen die Lagerungen und Lasten im IST Zustand.

Lagerung [mm, N, Grad, s, K]

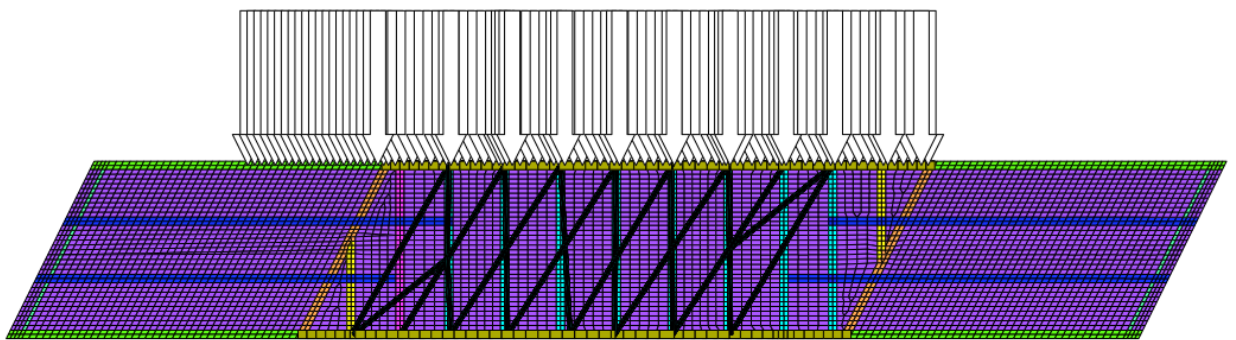
1 Lager F F N F F F

2 Lager N N N F F F

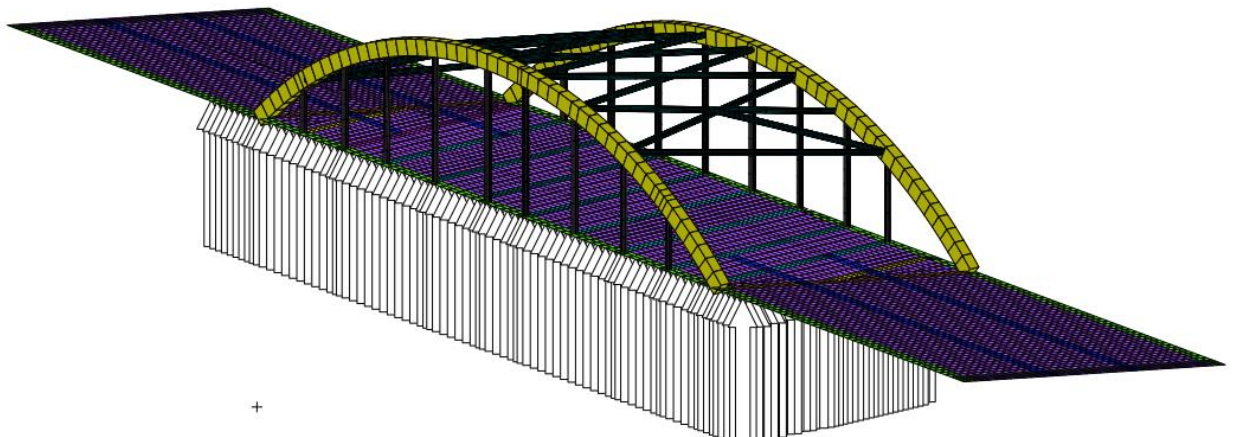
3 Lager F N N F F F



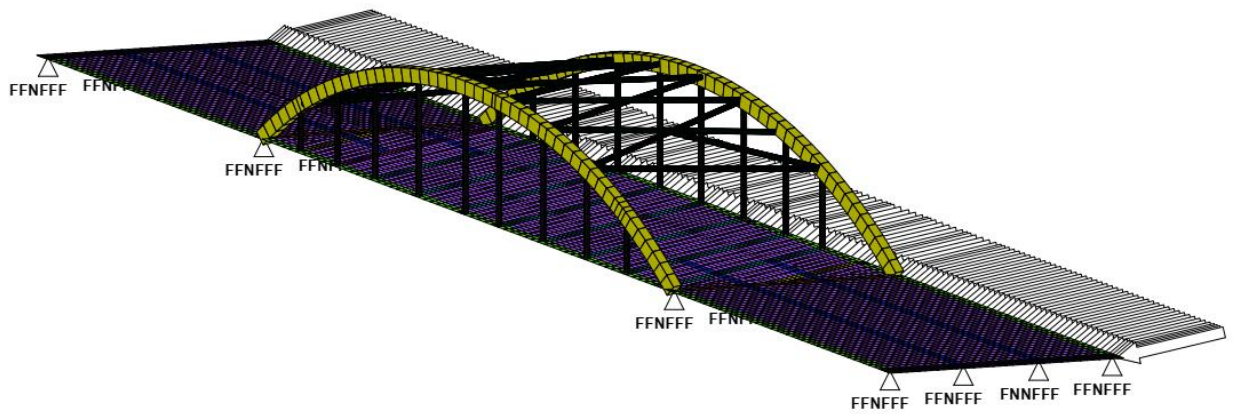
Lastfall 3 Hydrodynamischer Druck IST FD 17.kN/m



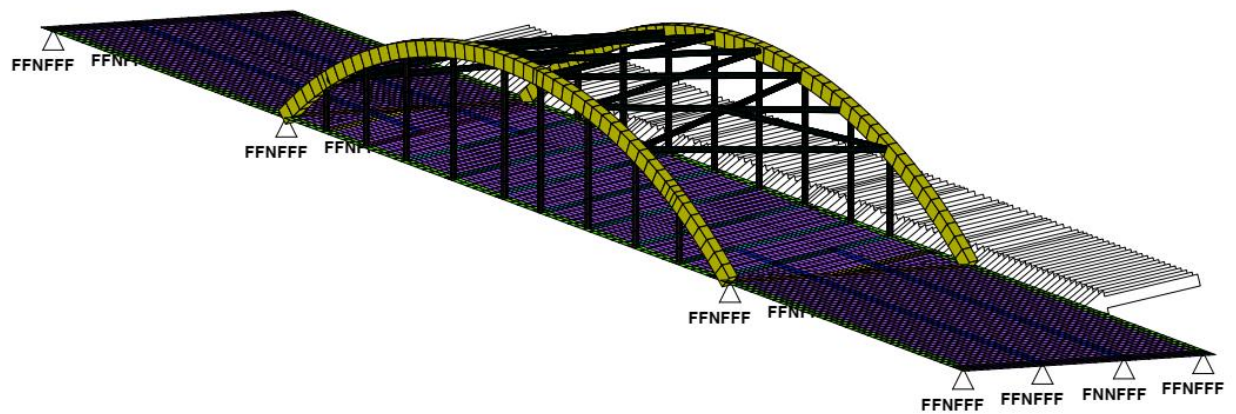
Lastfall 4 Auftriebskraft IST FL -110.kN/m



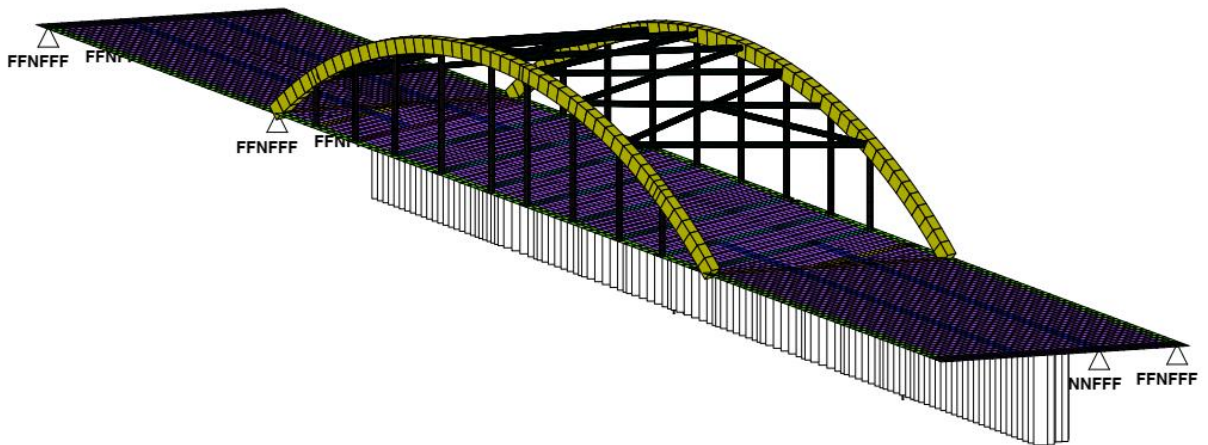
Lastfall 7 Projekt HZB hydrostatisch $F_s = 1.5\text{kN/m}$



Lastfall 8 Projekt HZP hydrodynamischer Druck $F_p = 8.8\text{kN/m}$



Lastfall 9 Projekt HZP hydrodynamischer Auftrieb FI = -20kN/m



4. Resultate der statischen Überprüfung IST-Zustand

Mit der massgebenden Bemessungssituation nach SIA 260 ergibt sich mit $A_d = \{0.8 \times \text{Eigenlasten} + 0.8 \times \text{Auflasten} + 1.2 \times \text{HQ100_Projekt}\}$ folgende Auswirkungen und Traglastfaktoren:

4.1 Brückenlager

Die resultierende Vertikallasten aller Lager sind immer positiv, was auf **kein** Abheben der Emmebrücke bedeutet. Die Horizontallasten müssen über das feste Lager Seite Utzenstorf und über das Führungslager Seite Bätterkinden aufgenommen werden.

Folgende Traglastfaktoren n liegen vor:

Lager		$R_{d,i}$	$R_{rd,i}$	n	
NGn	Fest	$R_{d,z} = 752 \text{ kN}, R_{d,y} = 304 \text{ kN}$	$R_{rd,z} = 730 \text{ kN}, R_{rd,y} = 457 \text{ kN}$	< 1.0	OK
NGe	einseitig fest	$R_{d,z} = 760 \text{ kN}, R_{d,y} = 336 \text{ kN}$	$R_{rd,z} = 775 \text{ kN}, R_{rd,y} = 373 \text{ kN}$	0.54	n. OK

Die Resultate zeigen, dass beim 1.3xHQ100-Ist das Führungslager Seite Bätterkinden ungenügende Tragsicherheit aufweist. Die Folge ist ein Versagen des horizontalen Tragwiderstands und zu grosse horizontale Verschiebungen. Die Restwiderstände können nur durch Reibungskräfte der allseitig beweglichen Lagerungen aufgebaut werden.

4.2 Brückenverschiebung

Infolge des Hochwassers 1.3xHQ100 schiebt die Emmebrücke theoretisch bei genügender Sicherheit des Führungslager NGe auf den Pfeilerlagern NGa max. 1.43 mm in der Flussrichtung. Die maximalen zulässigen Verschiebungen betragen gemäss den Lagerplänen 40 mm der allseitig beweglichen Pfeilerlagern.

4.3 Bogenhänger

Die Bogenhänger sind sensibel auf eine Druckbelastung. Die statische Überprüfung zeigt, dass in der massgebenden Bemessungssituation alle Bogenhänger eine Zugkraft erfahren. Die Tragsicherheit- und Gebrauchstauglichkeit ist somit in Ordnung.

5. Resultate der statischen Überprüfung Projektzustand

Die Einwirkungen und deren Einwirkungsbereiche für den Projektzustand wurden von HZP am 13.02.2019 übermittelt.

5.1 Brückenlager Projekt Zustand

Die Resultierende Vertikallasten aller Lager sind immer positiv, was auf **kein** Abheben der Emmebrücke bedeutet. Die Horizontallasten müssen über das feste Lager Seite Utzenstorf und über das Führungslager Seite Bätterkinden aufgenommen werden. Für den Projektzustand führte die mageba sa detaillierte Nachrechnungen nach Vorgabe der massgebenden Reaktionen an

Folgende Traglastfaktoren liegen vor:

Lager		Rd,i	Rrd,i	n	
NGn	Fest	Rd,z = 753 kN, Rd,y =365 kN	- Elastomerkissen - Kontaktspannung zw. Deckel und Top - Biegespannung - Bodenzugspannung - Ringzugspannung - Schubspannung - Überbau LF exz. - Lastübertragung Lager	2.94 1.62 2.0 2.56 1.75 2.48 1.52 1.01	OK
NGe	einseitig fest	Rd,z = 758 kN, Rd,y =403 kN	- Elastomerkissen - Kontaktspannung - PTFE exzentr. - Biegespannung - Schrauben - Bodenzugspannung - Ringzugspannung - Schubspannung - Überbau LF exz. - Lastübertragung Lager	1.67 0.98 1.12 4.7 0.54 2.56 1.75 2.7 2.7 9.9	OK n.G OK OK n.G OK OK OK OK OK

Die Resultate zeigen, dass beim 1.3xHQ100 das Führungslager Seite Bätterkinden ungenügende Tragsicherheit aufweist. Die Folge ist ein Versagen des horizontalen Tragwiderstand und zu grosse horizontale Verschiebungen. Die Restwiderstände können nur durch Reibungskräfte der allseitig beweglichen Lagerungen aufgebaut werden.

5.3 Bogenhänger

Die Bogenhänger sind sensibel auf eine Druckbelastung. Die statische Überprüfung zeigt, dass in der massgebenden Bemessungssituation alle Bogenhänger eine Zugkraft erfahren. Die Tragsicherheit- und Gebrauchstauglichkeit ist somit in Ordnung.

6 Verklausungsgefahr IST- und Projekt-Zustand

Mit dem Aufweiten des Emmequerschnittes Seite Utzenstorf liegt eine Gefahr der Verklausung bei den Mittelpfeilern und dem Widerlager Seite Utzenstorf vor. Weiter ragen die vorhandenen Werkleitungen in das Freibord hinein.

Damit bei einem 1.3xHQ100 keine Verklausung zwischen den Brückenpfeilern ereignet, werden beide Brückenpfeiler zu einer resistenten Stahlbetonscheibe umgebaut. Die Pfeiler (Bohrpfeiler 70/100cm) werden aufgeraut und mit min. 12 cm mit Beton überdeckt. Dies ergibt eine Betonscheibe von $100 + 2 \times 12 \text{ cm} = 124 \text{ cm}$ Stärke, da nach 2.0 m resp. 2.2 m sich der Bohrpfahl auf 100 cm aufweitet. Die Betonscheibe wird knapp unter die projektierte Emmensohle betoniert und mittels Kolkschutzblöcken 2 bis 3 Tonnen in Betonbettung vor Verkolkung geschützt. Der Wanderweg unter Brücke Seite Utzenstorf muss erhalten bleiben. Der Wanderweg muss in die Kolkschutzmassnahmen Widerlager Utzenstorf integriert werden.

Bei dem Widerlager Seite Utzenstorf wird das Flachfundament für Unterspülung und Verkolkung auch mit Kolkschutzblöcken gesichert. Der Wanderweg unter Brücke Seite Utzenstorf muss erhalten bleiben. Der Wanderweg muss in die Kolkschutzmassnahmen Widerlager Utzenstorf integriert werden.

An der Brückenunterseite werden die Bereiche der allseitig begrenzten Untersichtfläche ganzheitlich mit Gitterrosten verkleidet. Bei den restlichen Längsträgern (Unterzüge) werden in Fließrichtung 30° geneigte Abweisungsbleiche in Stahlblechen montiert. Bei der Montage ist zu achten, dass die Vorspannkabel in den Längsträgern nicht zu verletzen.

Die 200 mm Wasserversorgungsleitung, welche UK Brücke über die Emme verläuft, muss ebenfalls vor Verklausung geschützt werden. Diese Leitung wird ebenfalls mit Stahlblechen geschützt.

Um die Kosten zu sparen, werden die Strassenentwässerungsleitung beidseitig neben die bestehenden Unterzüge verschoben und so keinem Risiko einer Verlausung ausgesetzt. Es sind demnach keine Schutzmassnahmen mit Blechen erforderlich.

7 Massnahmenempfehlung

Aufgrund der ungenügenden Tragsicherheit des Führungslager Bätterkinden L15 werden bei den Pfeilerscheiben ein Drucklager allseitig beweglich mit einer Stahlkonstruktion erstellt. Auf beiden Pfeilerscheiben werden beim zweiten Längsträger bei den Lagern L7 und L11 die Querkräfte aus dem 1.x3HQ100 über den Stahlwinkel in die Pfeilerscheibe geleitet. Damit kann das Führungslager beim Widerlager Bätterkinden im Falle eines 1.3xHQ100 entlastet werden.

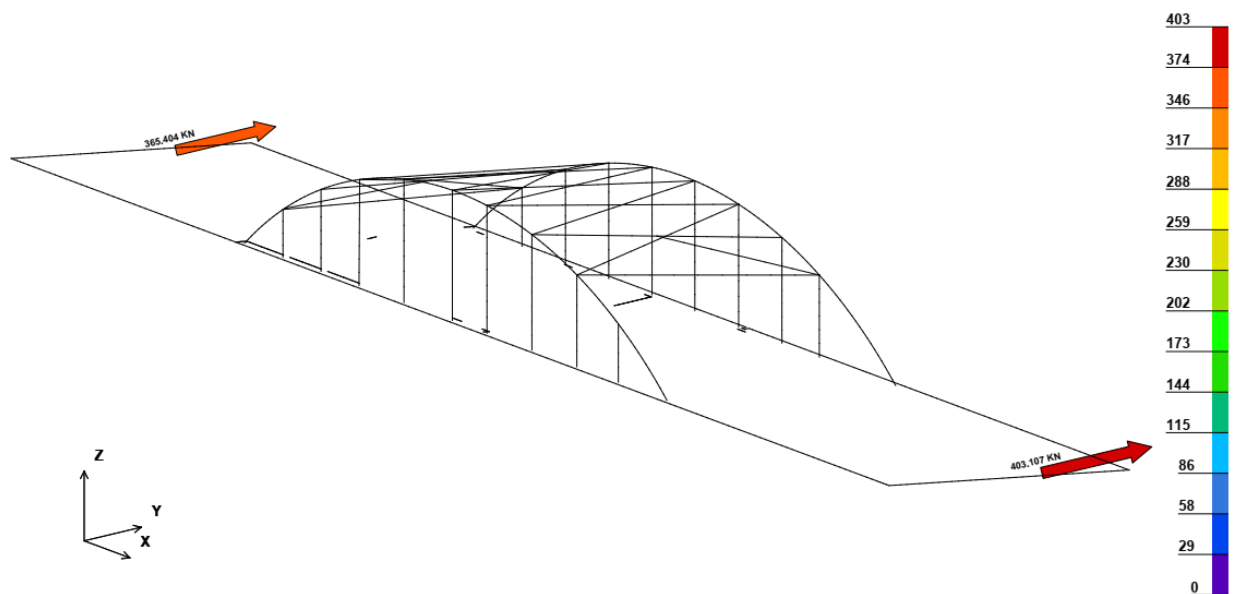
Resultat Nr.: 11; Kombination: 1*0.8 + 2*0.8 + 7*1.2 + 8*1.2 + 9*1.2

Auflagerkraft y

Skalierungsfaktor: 1.000

Maximaler Wert: 403.107 KN

Minimaler Wert: 0.000 KN



Lagerreaktionen ohne Drucklager und Pfeilerscheibe

Lagerreaktionen mit Drucklager und Pfeilerscheibe

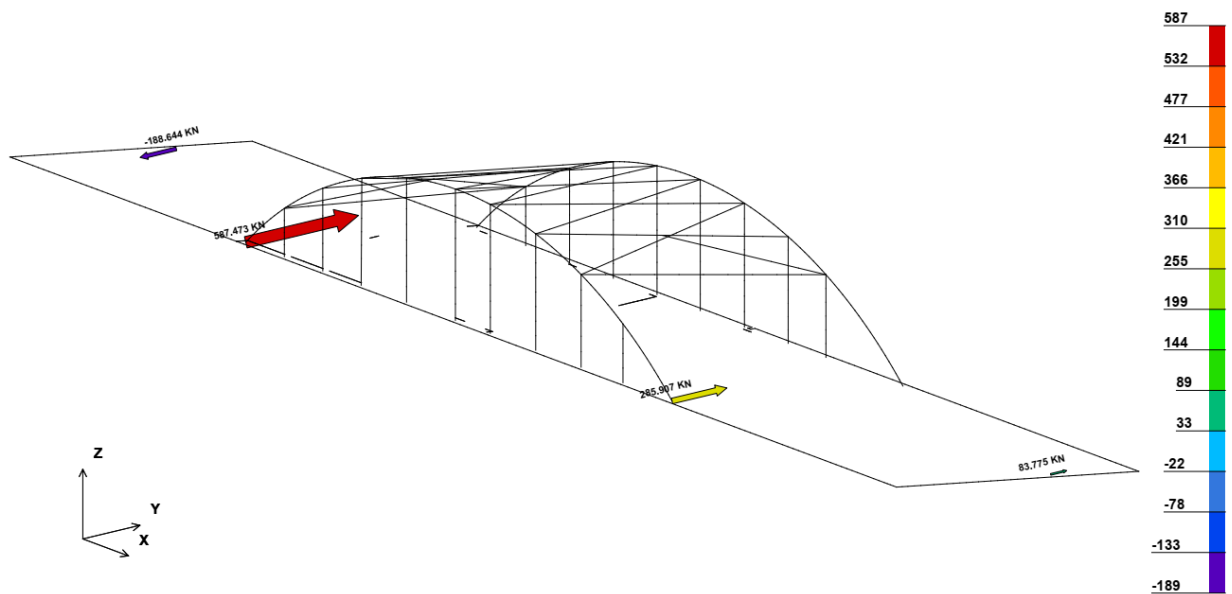
Resultat Nr.: 10; Kombination: 1*0.8 + 2*0.8 + 7*1.2 + 8*1.2 + 9*1.2

Auflagerkraft y

Skalierungsfaktor: 1.000

Maximaler Wert: 587.473 KN

Minimaler Wert: -188.644 KN



Die Kolkenschutzmassnahmen an den Pfeilern, Widerlager und UK Fahrbahnplatte sind im Plan 1818-3 dargestellt.

8 Kostenprognose

	Anteil Kanton	Anteil WW
Baumeisterinstallation		
Untersichtsgerät 80%	10'000	
Untersichtsgerät 20% FW		2'500.0
Aushub	3'836	
Transport und Entsorgung	5'755	
Schalung	17'820	
Mehraufwand Schalung bei Lager	3'960	
Bewehrung	56'961	
Beton	118'668	
Auffüllung	5'371	
Beton Kolkschutz t=124 cm	53'324	
Kolkschutzblöcke	66'682	
Aufräumen Pfeiler	581	
BLE 10mm	78'000	
BLE 10mm (FW)		84'000.00
Schwerlastgitterroste 70x3 mm mit PEA 500 inkl. Montage	75'000	
Befestigungen LNP 120	38'400	
Befestigungen LNP 120 (FW)		4'800.00
Schrauben/Dübel M16 (FW)		1'000.00
Lager TA1 Lieferung und Montage	8'000	
Baumeisterinstallation	42'749.00	7'384.00
Baukosten	585'106	99'684
Honrare 15%	87'766	14'953
Reserve 10%	67'287	11'464
Total Massnahmen 1.3xHQ100	740'200.00	126'200.00
MWST 7.7%	56'995.40	9'717.40
Total Kostenschätzung Massnahmen 1.3xHQ100 inkl. MWST	798'000.00	136'000.00

Beilagen:

- Inspektionsbericht Lager, mageba sa
- Lager Überprüfungsstatik, mageba sa

Für allfällige Rückfragen steht jederzeit zur Verfügung:

Maurice Hartenbach, Projektingenieur
Hartenbach & Wenger AG
Egelgasse 70, 3006 Bern
Telefon: +41 31 350 01 01
maurice.hartenbach@hw-ing.ch

Im Auftrag von:

Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV
Dunantstrasse 13, 3400 Burgdorf
Telefon: +41 31 635 53 00 (Zentrale)

Martin Schneider, Projektleiter
Telefon: +41 31 635 52 93 (direkt)
martin.schneider@bve.be.ch