

SCHUMER, KIENZLE + RIFFEL
INGENIEURBÜRO FÜR BAUWESEN

Bahnhofstr. 16
76137 Karlsruhe
Tel.: (0721) 931 62-0
Fax.: (0721) 931 62-99
www.skr-ingenieure.de
info@skr-ingenieure.de

SCHUMER, KIENZLE + RIFFEL - Bahnhofstr.16 - 76137 Karlsruhe

2016-10-07/KI

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5

76247 Karlsruhe

Unser Zeichen: KI (16/48 I)

Betr.: AZ 53.1-8960.21/HWSP Leimbach/Hardt bach Maßnahme 4

GUTACHTEN

Mit dem Ausbau des Leimbach-Unterlaufs zwischen dem Hochwasserrückhaltebecken Nußloch und der Kirchheimer Mühle in Heidelberg soll u. a. der 100-jährige Hochwasserschutz für Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen erreicht werden. In diesem Zusammenhang ist als eine der Maßnahmen die Tieferlegung der Gewässersohle vorgesehen.

Unser Büro wurde damit beauftragt zu überprüfen inwieweit die von der Tieferlegung betroffenen Brücken 6617-552 L598 bei Sandhausen und 6618-592 B3 bei St. Ilgen in statischer Hinsicht beeinflusst werden und gegebenenfalls Maßnahmen für deren Ertüchtigung vorzuschlagen.

Als Grundlage für die Beurteilung der geplanten Umbaumaßnahme lagen uns die statischen Berechnungen und die Ausführungszeichnungen für die Brücken vor, sowie drei Datenblätter des Büros Wald + Corbe mit alten und neuen Höhenkoten der Sohlen. Vereinbarungsgemäß soll als Belastung von Brückenklasse 60 ausgegangen werden, wie in den Bestandsstatiken angenommen.

Brücke 6617-552 L598 bei Sandhausen

Bei dieser Brücke handelt es sich um eine einfeldrige, schiefwinklige Plattenbrücke mit einer lichten Weite zwischen den Widerlagern von 7,0 m. Die Brücke ist auf Pfahlböcken gelagert, wobei zu den Pfählen lediglich die erforderliche Tragfähigkeit angegeben ist, jedoch keine Berechnungen oder Zeichnungen vorliegen.

Im Rahmen der Berechnung der Widerlager ist bei der Ermittlung der Horizontalkräfte infolge Erddruck bachseitig kein Erdwiderstand berücksichtigt worden, der durch die geplante Tieferlegung der Sohle um rd. 1,2 m erheblich reduziert worden wäre, d.h. die Pfahlschnittgrößen sind dadurch nicht betroffen. Da bis in eine Tiefe von rd. 2,0 m unter Unterkante der Widerlagerwände schluffiger Boden ansteht, dessen Anteil an der Mantelreibung minimal ist, kann auch von einer unveränderten äußeren Pfahltragfähigkeit ausgegangen werden.

Die unmittelbar an das südliche Widerlager grenzende Bogenbrücke ist in der statischen Berechnung nicht berücksichtigt und auch in Plänen nicht dargestellt. Es ist also davon auszugehen, dass eine mögliche stützende Wirkung nicht erforderlich ist und die Bogenbrücke ersatzlos entfernt werden kann.

Demnach ist die **Standicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Brücke 6617-552 L598 bei Sandhausen durch die Tieferlegung der Sohle auf 103,00 m+NN, im Bauzustand 102,50 m+NN nicht beeinträchtigt.**

Brücke 6618-592 B3 bei St. Ilgen

Bei dieser Brücke handelt es sich um eine einfeldrige, schiefwinklige Plattenbrücke mit einer lichten Weite zwischen den Widerlagern von 9,0 m. Die Brücke ist auf eine Reihe von senkrechten Pfählen mit einem Durchmesser von 1,0 m gegründet.

Im Falle dieser Brücke wird das Bachbett nur um rd. 90 cm, im Bauzustand um 1,4 m vertieft, was jedoch auf die Gründung wegen der zu erwartenden Reduzierung der Bettung im oberen Bereich einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss hat, weshalb zu untersuchen war, ob in der Berechnung Tragfähigkeitsreserven auf der Lastseite als auch auf der Seite der Pfahltragfähigkeit vorhanden sind.

Aus diesem Grund wurde die Brücke mit einem Rechenprogramm am räumlichen Modell untersucht und die Ergebnisse mit der Handrechnung von 1971 verglichen. Da zu jenem Zeitpunkt die Berücksichtigung der Einflüsse von Platten- und Faltwerkwirkung, die Erfassung von mitwirkenden Bereichen und von Nachgiebigkeiten nicht möglich war, sind auf der Seite der Pfahlschnittgrößen zum Teil erhebliche Reserven vorhanden. Darüber hinaus ist die innere Pfahltragfähigkeit auf Grund der damals gültigen Bemessungsvorschriften und -verfahren unterschätzt worden.

Die Berechnung am Gesamtmodell hat gezeigt, dass der Einfluss auf die Lagerkräfte und -verschiebungen gering ist, ebenso wie auf die äußere Pfahltragfähigkeit.

Demnach ist die **Standicherheit der Brücke 6617-592 B3 bei St. Ilgen auch nach der Tieferlegung der Sohle auf 104,1 m+NN, im Bauzustand auf 103,6 m+NN vorhanden und die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt.**

Dipl.-Ing. B. Kienzle

VERFASSER: **SCHUMER, KIENZLE + RIFFEL** • Bahnhofstr.16 • 76137 Karlsruhe • Tel 0721/9 31 62-0

PROGRAMM:

BAUWERK: Leimbachbrücke

ASB BW Nr. 6618-592

Datum 07.10.2016

Stand sicherheitsnachweis

Brücke B3 über den Leimbach bei St. Ilgen

BW Nr. 6618-592

Dipl.-Ing. B. Kienzle

Seite 1-18, A1

BAUTEIL:

BLOCK:

VORGANG:

SEITE:

ARCHIV-NR.:

• **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1. Allgemeines	2
2. Berechnungsannahmen	3
3. FE-Berechnung	4
4. Auswertung	15
5. Abschließende Beurteilung	18

VERFASSER: SCHUMER, KIENZLE + RIFFEL • Bahnhofstr.16 • 76137 Karlsruhe • Tel 0721/9 31 62-0

PROGRAMM:

BAUWERK: Leimbachbrücke

ASB BW Nr. 6618-592

Datum 07.10.2016

1. Allgemeines

Mit dem Ausbau des Leimbach-Unterlaufs zwischen dem Hochwasserrückhaltebecken Nußloch und der Kirchheimer Mühle in Heidelberg soll u. a. der 100-jährige Hochwasserschutz für Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen erreicht werden. In diesem Zusammenhang ist als eine der Maßnahmen die Tieferlegung der Gewässersohle vorgesehen.

Als Grundlage für die Beurteilung der geplanten Umbaumaßnahme lag uns die statische Berechnung und die Ausführungszeichnungen für die Brücke vor, sowie ein Datenblatt des Büros Wald + Corbe mit alten und neuen Höhenkoten der Sohle (siehe Anlagen A1). Bei der im Folgenden behandelten Brücke handelt es sich um eine einfeldrige, schiefwinklige Plattenbrücke mit einer lichten Weite zwischen den Widerlagern von 9,0 m. Die Brücke ist auf eine Reihe von senkrechten Pfählen mit einem Durchmesser von 1,0 m gegründet. Im Falle dieser Brücke wird das Bachbett um rd. 90 cm, im Bauzustand um ca. 1,4 m vertieft, was auf die Gründung wegen der zu erwartenden Reduzierung der Bettung im oberen Bereich einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss hat. Aus diesem Grund wird die Brücke mit einem Rechenprogramm von SCIA Engineer am räumlichen Modell untersucht.

Vorhandene Bestandsunterlagen

/U1/ Statische Berechnung Seite 0, 1/1 - 1/31, 2/1 – 2/9, 3/1 – 3/34

/U2/ Ausführungszeichnungen 6618-592-001 bis -014

BAUTEIL: Allgemeines

ARCHIV-NR.:

BLOCK: _____ SEITE: 2

VORGANG:

2. Annahmen für die Berechnung

In der ursprünglichen Berechnung wurde hinsichtlich der horizontalen Bettung der Pfähle alternativ mit 3,0 MN/m³ und 5,0 MN/m³ gerechnet. In der vorliegenden Berechnung wird von 3,0 MN/m³ ausgegangen, da diese Annahme zu größeren Verformungen und Schnittgrößen führt. Mit Ausnahme der Pfähle unter den Flügelwänden, die nicht unmittelbar von der Maßnahme betroffen sind, wird der gebettete Bereich der 8 m langen Pfähle von 7 auf 5,5 m entsprechend dem Bauzustand während der Tieferlegung reduziert.

Vereinbarungsgemäß soll als Belastung von Brückenklasse 60 ausgegangen werden, wie in der Bestandsstatik angenommen.

Wie bei der Bestandsstatik wird mit erhöht aktivem Erddruck gerechnet, die Werte werden im Wesentlichen von dort übernommen.

Da für die äußere Pfahltragfähigkeit die Mantelreibung in tieferen Schichten und der Spitzendruck maßgebend sind, die durch die Störung im oberen Bereich nicht beeinflusst werden, wird auf die Vertikalbeanspruchung der Pfähle nicht weiter eingegangen.

Für die Bemessung der Pfähle werden die Schnittgrößen aus der Überlagerung von Erddruck auf die Widerlagerwände infolge Bodengewicht mit Erddruck auf den Überbau und Erddruck aus Verkehr (Flächenlast von 5 kN/m² und SLW 60 alternativ bei der Flügelwand, beim stumpfen Eck und beim spitzen Eck) ermittelt. Für eine bessere Vergleichbarkeit mit der Ursprungsstatik werden die Lastfälle und -kombinationen übernommen und mit charakteristischen Größen gerechnet.

Für die Beurteilung von Lagerverschiebung und Lagerkräften wird ohne Erddruck auf Widerlagerwände gerechnet, da aus der ursprünglichen Berechnung darauf zu schließen ist, dass die Widerlager vor der Herstellung des Überbaus (mind. bis UK Überbau) hinterfüllt wurden, sodass eine horizontale Beanspruchung der Elastomerlager größten Teils durch später auftretende Belastungen hervorgerufen werden kann.

Die Fahrbahnplatte ist auf 2 x 11 Elastomerlagern gelagert.

Lagerdaten: A = 0,25 x 0,4 m, G = 1000 kN /m², h_{Elastomer} = 0,029 m, Abstand 3,3 m

Federsteifigkeit in horizontaler Richtung: $C_x = C_y = 1000 \cdot 0,25 \cdot 0,4 / 0,029 \cdot 3,3 = 1045 \text{ kN/m}^2$

Die Pfahltragfähigkeit kann vereinfacht anhand der Schnittgrößen am Gesamtsystem überprüft werden, da die entlastende Wirkung der Elastomerlager sehr gering ist, d.h. es wird auf die Berücksichtigung der im oberen Absatz erwähnten Bauzustände bei der Brückenherstellung verzichtet.

Auf der sicheren Seite wird ein gelenkiger Anschluss der Pfähle an die Widerlagerwände angenommen.

3. Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen

Für eine bessere Übersichtlichkeit werden Ergebnisse nur für ein Widerlager dargestellt.

1. Knoten

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N1	0,000	5,600	0,000
N2	10,600	0,000	0,000
N3	10,600	0,000	2,300
N4	0,000	5,600	3,450
N5	40,600	0,000	0,000
N6	40,600	0,000	2,300
N13	67,200	-15,600	0,000
N14	56,600	-10,000	0,000
N15	56,600	-10,000	2,300
N16	67,200	-15,600	3,300
N17	26,600	-10,000	0,000
N18	26,600	-10,000	2,300
N26	10,600	0,000	3,450
N28	56,600	-10,000	3,300
N29	2,564	4,245	0,000
N30	2,564	4,245	0,800
N31	0,000	5,600	2,300
N32	64,636	-14,245	0,000
N33	64,636	-14,245	0,800
N34	67,200	-15,600	2,700
N35	10,600	0,000	-8,000
N36	17,600	0,000	-8,000
N37	24,600	0,000	-8,000
N38	30,600	0,000	-8,000
N39	36,600	0,000	-8,000
N40	38,600	0,000	-8,000
N41	56,600	-10,000	-8,000
N42	49,600	-10,000	-8,000
N43	42,600	-10,000	-8,000
N44	36,600	-10,000	-8,000
N45	30,600	-10,000	-8,000
N46	28,600	-10,000	-8,000
N47	3,095	3,965	-8,000
N48	64,105	-13,965	-8,000
N49	3,095	3,965	0,000
N50	17,600	0,000	0,000
N51	24,600	0,000	0,000
N52	30,600	0,000	0,000
N53	36,600	0,000	0,000
N54	38,600	0,000	0,000
N55	64,105	-13,965	0,000
N56	49,600	-10,000	0,000
N57	42,600	-10,000	0,000
N58	36,600	-10,000	0,000
N59	30,600	-10,000	0,000
N60	28,600	-10,000	0,000
N61	25,600	-0,100	2,300
N62	41,600	-9,900	2,300
N63	40,550	0,000	2,300
N64	40,550	0,000	2,275
N65	40,600	0,000	2,275

BAUTEIL: FE-Berechnung

ARCHIV-NR.:

BLOCK:

SEITE: 4

VORGANG:

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N66	26,625	-10,000	2,300
N67	26,625	-10,000	2,275
N68	26,600	-10,000	2,275

2. 2D-Teile

Name	Typ	Material	Verlauf der Plattendicke	Dicke [mm]
FI1	Wand (80)	C25/30	konstant	1350
WI1	Wand (80)	C25/30	konstant	1120
FI2	Wand (80)	C25/30	konstant	1350
WI2	Wand (80)	C25/30	konstant	1120
F-PI	Platte (90)	C25/30	konstant	1100

3. Stäbe

Name	Querschnitt	Material	Länge [m]	Anf.Knoten	Endknoten
P1	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N49	N47
P2	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N2	N35
P3	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N50	N36
P4	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N51	N37
P5	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N52	N38
P6	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N53	N39
P7	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N54	N40
P8	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N55	N48
P9	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N14	N41
P10	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N56	N42
P11	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N57	N43
P12	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N58	N44
P13	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N59	N45
P14	CS3 - Kreis (1000)	C25/30	8,000	N60	N46

4. Pfahlbettung

Slb1			
Stab, System, Typ	P2	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb2			
Stab, System, Typ	P3	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb3			
Stab, System, Typ	P4	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	

BAUTEIL: FE-Berechnung

ARCHIV-NR.:

BLOCK: _____

SEITE: 5

VORGANG: _____

Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb4			
Stab, System, Typ	P5	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb5			
Stab, System, Typ	P6	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb6			
Stab, System, Typ	P7	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	5,500	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		
Slb13			
Stab, System, Typ	P1	LKS	Linie
Pos.x ₁ [m], Pos.x ₂ [m]	0,000	7,000	
Koor, Ursprung	Absolut	Von Ende	
X, Steifigkeit X [MN/m ²], Funktion X	Nachgiebig	3,0000e+01	
Y, Steifigkeit Y [MN/m ²], Funktion Y	Nachgiebig	3,0000e+01	
Z, Steifigkeit Z [MN/m ²], Funktion Z	Nachgiebig	1,0000e+03	
Rx, Steifigkeit Rx [MNm/m/rad], Funktion Rx	Frei		
Ry, Steifigkeit Ry [MNm/m/rad], Funktion Ry	Frei		
Rz, Steifigkeit Rz [MNm/m/rad], Funktion Rz	Frei		

5. Lagerwiderstand

Name	2D-Teil	Rand	ux	Steif - ux [MN/m ²]	Phix	Steif - Phix [MNm/m/rad]	Koor	Pos.x ₁
			uy	Steif - uy [MN/m ²]	Phiy	Steif - Phiy [MNm/m/rad]	Ursprung	Pos.x ₂
			uz	Steif - uz [MN/m ²]	Phiz	Steif - Phiz [MNm/m/rad]		
L1	F-PI	4	Nachgiebig	1,0500e+00	Frei		Relativ	0.000
			Nachgiebig	1,0500e+00	Frei		Von Ende	1.000
			Nachgiebig	1,0000e+02	Nachgiebig	1,0000e+02		
L2	F-PI	2	Nachgiebig	1,0500e+00	Frei		Relativ	0.000
			Nachgiebig	1,0500e+00	Frei		Von Ende	1.000
			Nachgiebig	1,0000e+02	Nachgiebig	1,0000e+02		

6. Lastfälle

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Richtung	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
Eigengewicht		Ständig Eigengewicht	LG1	-Z	
Erddruck-WL		Ständig Standard	LG1		
Erddr-Verk-Flü	Standard	Variabel Statisch	LG2		Nein
Erddr-Verk-stu	Standard	Variabel Statisch	LG2		Nein
Erddr-Verk-spi	Standard	Variabel Statisch	LG2		Nein
E-Überb	Standard	Variabel Statisch	LG2		Nein

7. Freie Flächenlast

Name	Lastfall	Rich	System	Position	q [kN/m ²]	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	q3 [kN/m ²]
		Typ	Gültigkeitsbereich	Verteilung				
FF1	Erddruck-WL	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge 3 Punkte		0,00	0,00	-25,30
FF2	Erddruck-WL	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge 3 Punkte		0,00	0,00	25,30
FF3	Erddruck-WL	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge 3 Punkte		-8,70	-8,70	-25,30
FF4	Erddruck-WL	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge 3 Punkte		8,70	8,70	25,30
FF6	Erddr-Verk-Flü	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge Konstant	-13,00			
FF10	Erddr-Verk-stu	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge Konstant	-11,10			
FF12	Erddr-Verk-spi	Z Kraft	LKS Teil Alle	Länge Konstant	-13,00			

8. Generierte freie Lasten

Name	Lastfall	2D-Teil	Rich	Lasttyp	Ursprüngliche Last	q [kN/m ²]	System
			Verteilung	Typ		Wert - P [kN/m]	Position
GFF1	Erddruck-WL	FI1	Z 3 Punkte	Oberfläche Kraft	FF1		LKS Teil Länge
GFF3	Erddruck-WL	FI2	Z 3 Punkte	Oberfläche Kraft	FF2		LKS Teil Länge
GFF8	Erddr-Verk-Flü	FI1	Z Konstant	Oberfläche Kraft	FF6	-13,00	LKS Teil Länge
GFF9	Erddruck-WL	WI1	Z 3 Punkte	Oberfläche Kraft	FF3		LKS Teil Länge
GFF10	Erddruck-WL	WI2	Z 3 Punkte	Oberfläche Kraft	FF4		LKS Teil Länge
GFF11	Erddr-Verk-stu	WI1	Z Konstant	Oberfläche Kraft	FF10	-11,10	LKS Teil Länge
GFF12	Erddr-Verk-spi	WI1	Z Konstant	Oberfläche Kraft	FF12	-13,00	LKS Teil Länge

9. Kombinationen

Name	Typ	Lastfälle	Beiwert [-]
E+V-Fl.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddruck-WL	1,00
		Erddr-Verk-Flü	1,00
		E-Überb	1,00
E+V-stu.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddruck-WL	1,00
		Erddr-Verk-stu	1,00
		E-Überb	1,00
E+V-spi.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddruck-WL	1,00
		Erddr-Verk-spi	1,00
		E-Überb	1,00
V-stu.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddr-Verk-stu	1,00
		E-Überb	1,00
V-Flü.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddr-Verk-Flü	1,00
		E-Überb	1,00
V-spi.1	GZG - linear	Eigengewicht	1,00
		Erddr-Verk-spi	1,00
		E-Überb	1,00

10. Ergebnisklassen

Name	Liste
Alle GZG mit E	E+V-Fl - GZG - linear
	E+V-stu - GZG - linear
	E+V-spi - GZG - linear
	V-Flü - GZG - linear
	V-stu - GZG - linear
	V-spi - GZG - linear
Alle GZG ohne E	V-Flü - GZG - linear
	V-stu - GZG - linear
	V-spi - GZG - linear

11. Stabschnittgrößen

Lineare Analyse, Extremwerte : Global, System : Hauptsystem

Auswahl : P2..P7,P1

LFK-Klasse : Alle GZG mit E

Teil	css	dx [m]	LF	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
P2	CS3 - Kreis	2,500	E+V-Fl/1	-1481,28	-263,31	-61,84	0,00	-154,60	-658,27
P1	CS3 - Kreis	7,125	E+V-Fl/1	-26,28	85,97	0,17	0,00	-0,15	-75,22
P1	CS3 - Kreis	0,000	E+V-Fl/1	-405,39	-610,44	11,20	0,00	0,00	0,00
P1	CS3 - Kreis	4,500	E+V-Fl/1	-184,28	285,08	-1,67	0,00	1,66	-744,41
P1	CS3 - Kreis	0,000	V-Flü/2	-610,00	-221,80	-146,39	0,00	0,00	0,00
P1	CS3 - Kreis	0,000	E+V-spi/3	-448,72	-525,27	265,02	0,00	0,00	0,00
P5	CS3 - Kreis	2,500	V-Flü/2	-1126,33	-21,03	-7,22	0,00	-18,04	-52,58
P7	CS3 - Kreis	2,500	E+V-spi/3	-1063,45	-88,47	-110,08	0,00	-275,21	-221,17
P1	CS3 - Kreis	1,875	E+V-spi/3	-438,15	-346,00	48,13	0,00	307,14	-828,02
P1	CS3 - Kreis	2,750	E+V-Fl/1	-343,83	-96,35	-4,51	0,00	9,03	-1046,59

BAUTEIL: FE-Berechnung

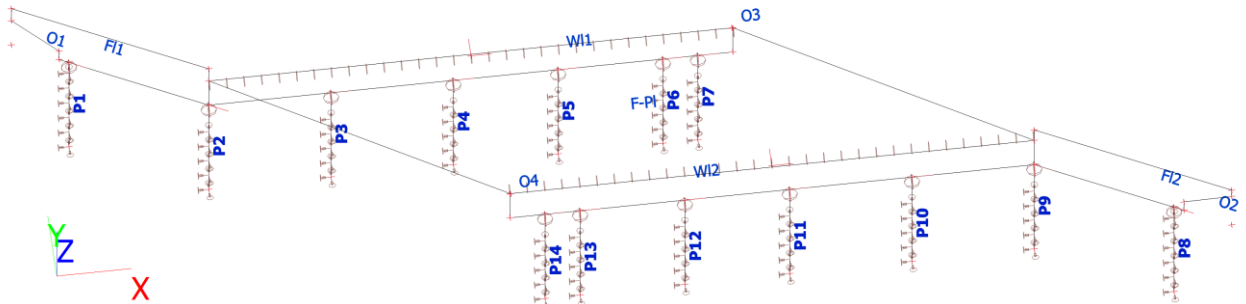
BLOCK:

SEITE: 8

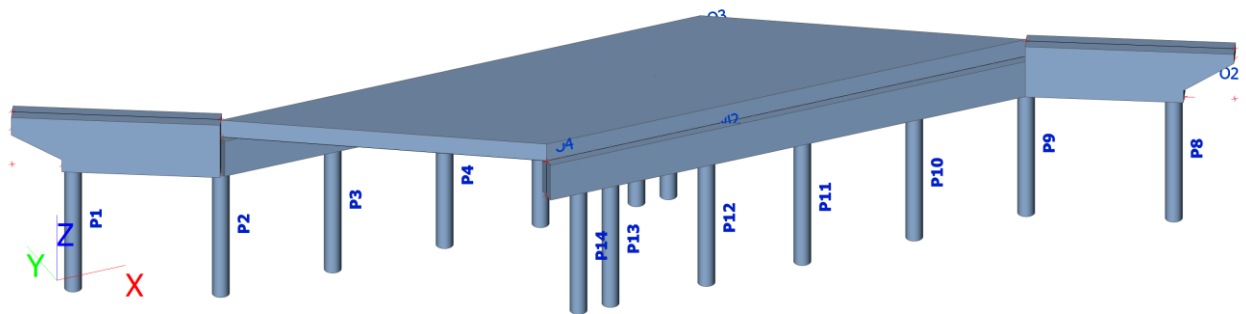
VORGANG:

ARCHIV-NR.:

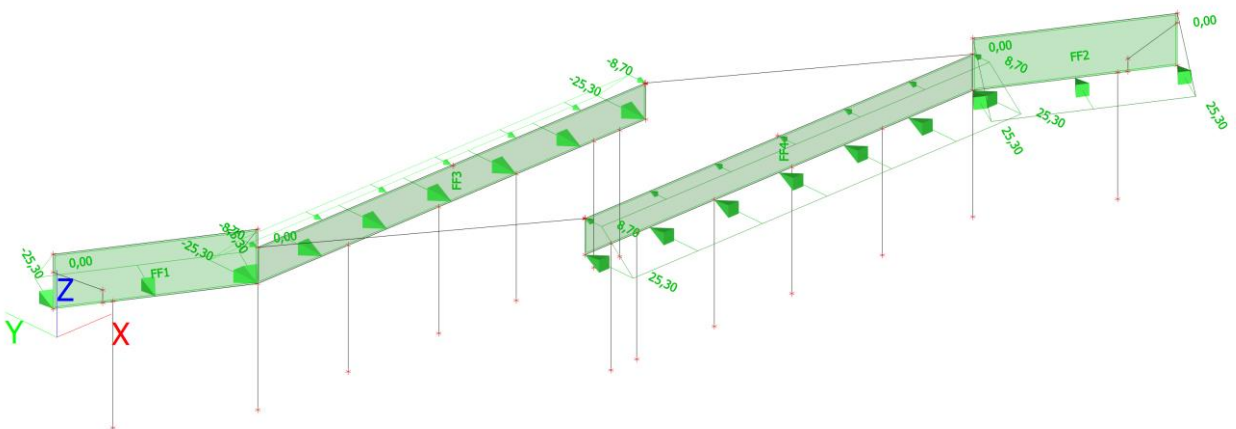
12. Stat. System



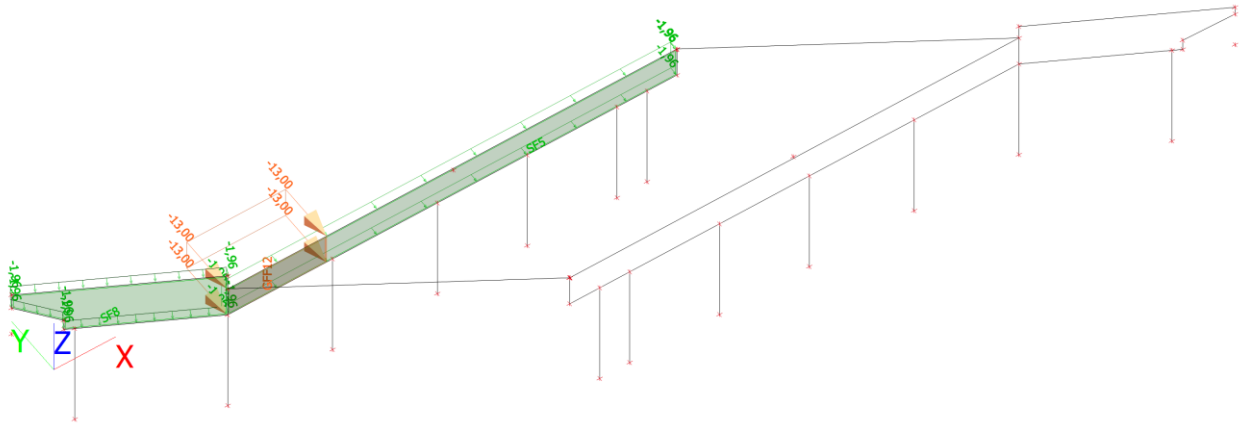
13. Ansicht



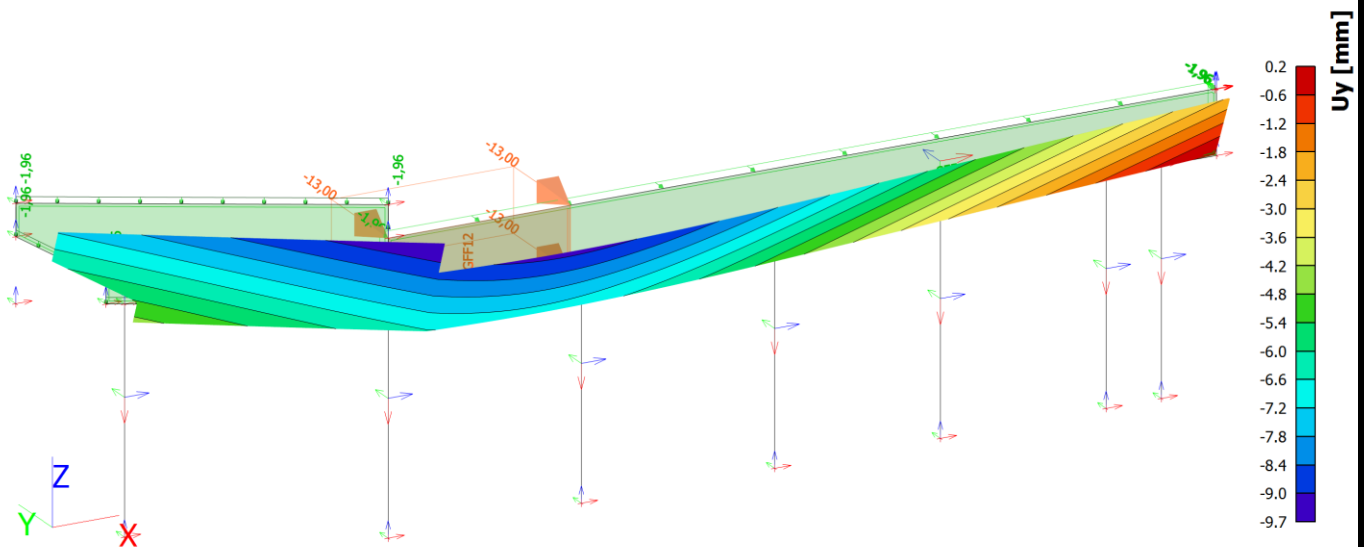
14. Erddruck Widerlager



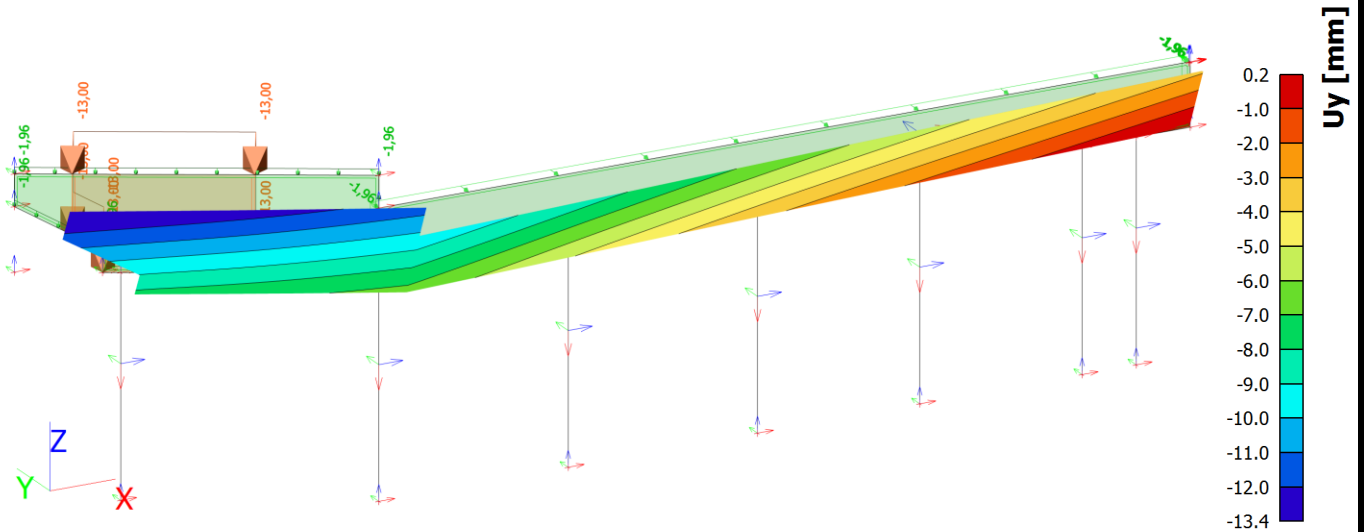
17. Erddr-Verk-spi



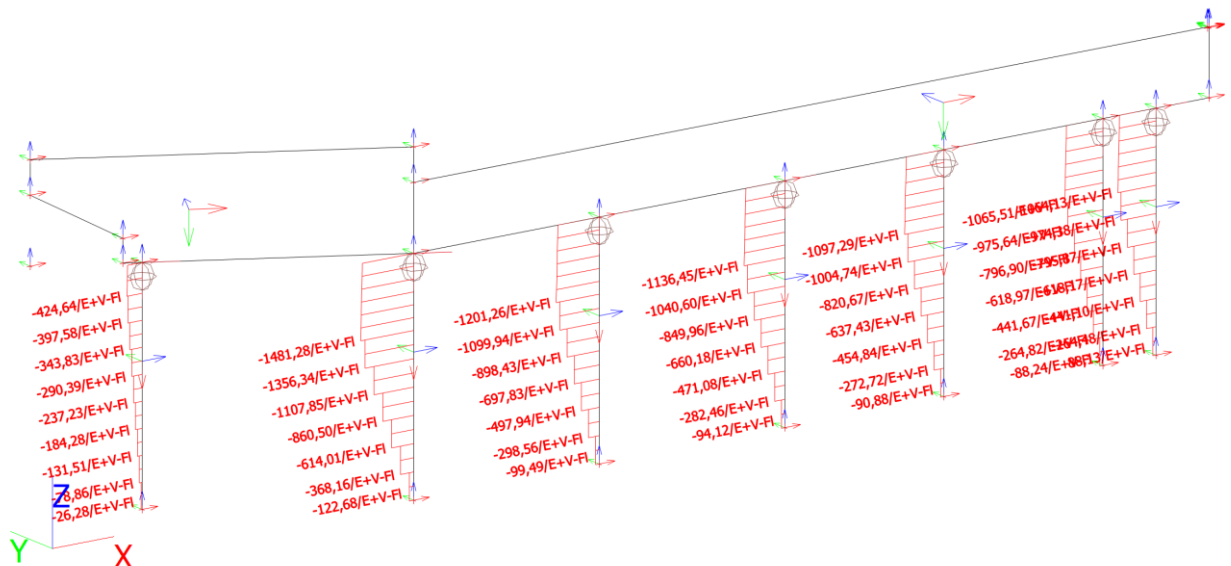
18. Verformungen; Uy inf. V-spi



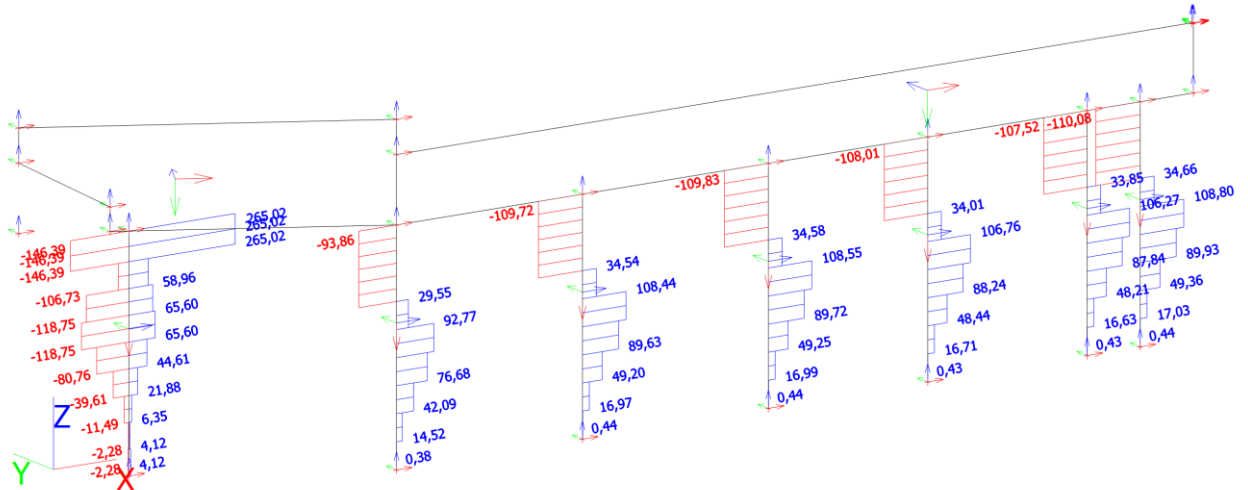
19. Verformungen; Uy inf. V-Flü



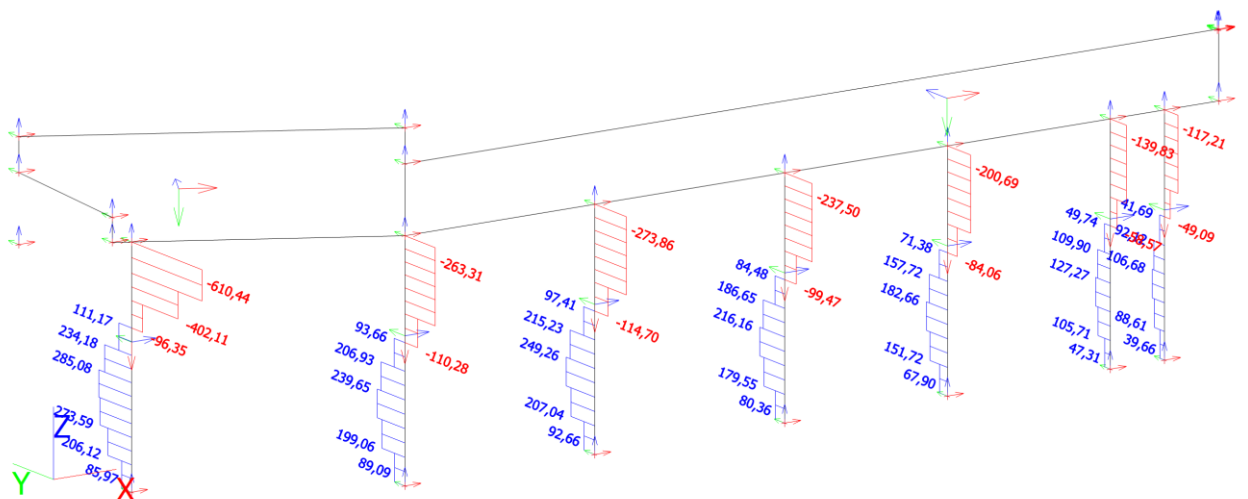
20. Pfahlschnittgrößen; N



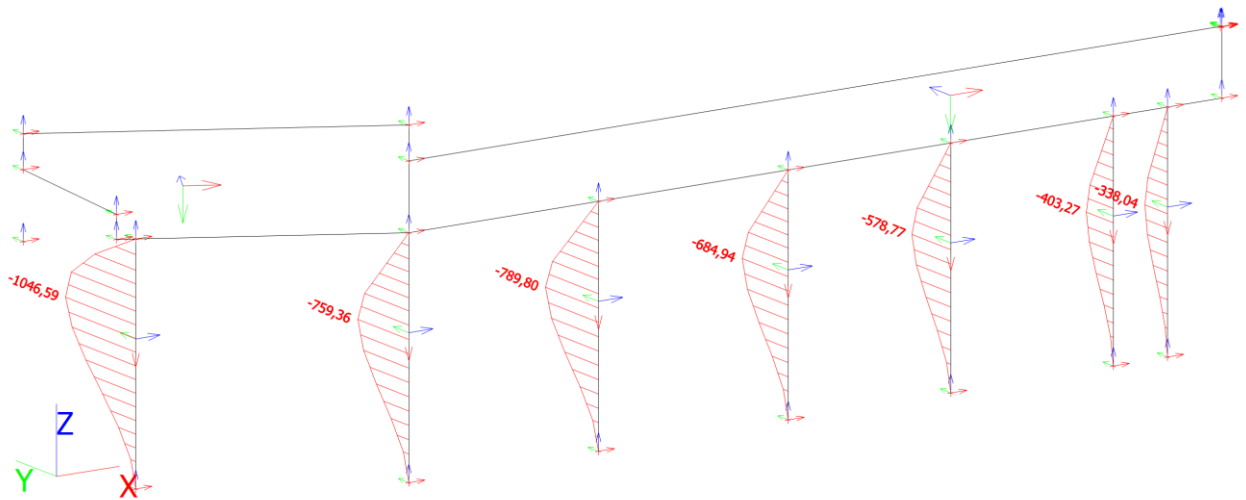
21. Pfahlschnittgrößen; Vz



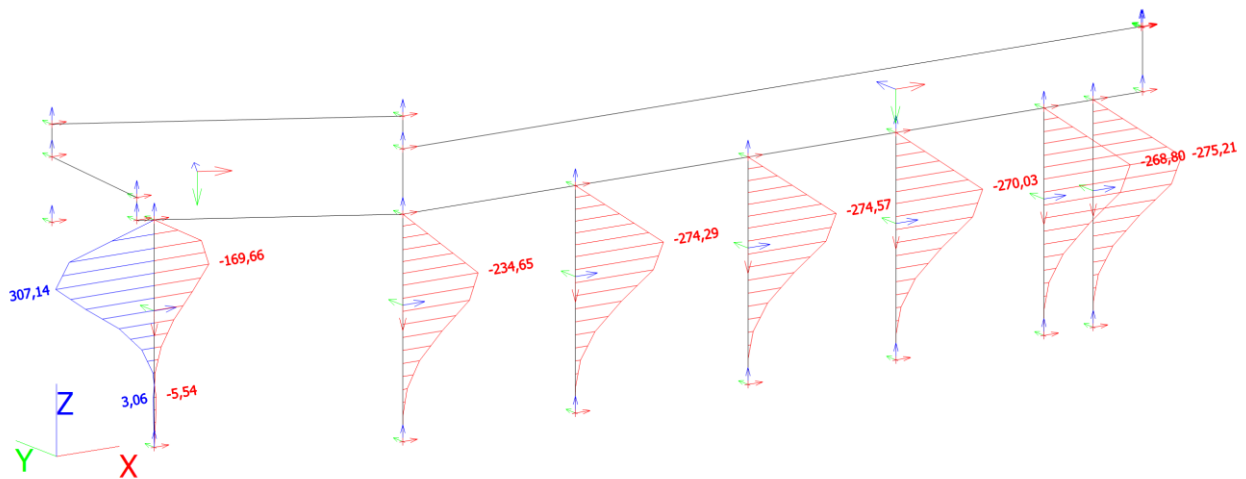
22. Pfahlschnittgrößen; Vy



23. Pfahlschnittgrößen; Mz



24. Pfahlschnittgrößen; My



4. Auswertung der FE-Berechnung

4.1 Pfahltragfähigkeit

Die am höchsten beansprucht sind die Pfähle unter der Flügelwand P1 (Pfahl Nr. 1 gem. Bestandsunterlagen):

$M_z = 1046,59 \text{ kNm}$, $M_y = 307,14 \text{ kNm}$, $N_{\min} = \text{rd. } -300 \text{ kN}$ (ungünstigste charakteristische Werte aus unterschiedlichen Lastfällen)

$M_d = 1,4 \cdot (1046,59^2 + 307,14^2)^{0,5} = 1527 \text{ kNm}$, $N_d = -300 \cdot 1,4 = -420 \text{ kN}$

(Zum Vergleich in /1/ Seite 3/17: $M_k = 1517 \text{ kNm}$, $N_k = -986 \text{ kN}$)

RIB ZWAX © 2012 RIB Software AG

Pfahl P1

Datei: Pfahl-P1.zwv

RIB ZWAX 12.0 2-achsige Biegung mit Längskraft

Datei: ZWAX.ZWA

Protokoll der Eingabe

* Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung mit Normalkraft DIN EN 1992-1-1

* Es wird mit dem Bruttoquerschnitt der Betondruckzone gerechnet

Material - Nr	Festigkeit (N/mm ²)	E-Modul (N/mm ²)	zul. Dehnung (o/oo)	
		Gebrauchszust.	Rand mittig	
Beton 1	$f_{c,d} = 14.2$	$E_c = 31500.$	Druck	-3.50 -2.00
Betonstahl 2	$f_{y,d} = 365.2$	$E_s = 200000.$	Zug	10.00 1.83
Spannstahl 3	$f_{p,d} = 1304.3$	$E_p = 195000.$		

Querschnitt: Q-1

Berechnung als nicht gedrückter Querschnitt.

Der Randabstand der äußersten Zugbewehrung wird jeweils errechnet

Teilquerschnitt	Beton	Punkt 1		Abmessungen (m)	Alfa
Nr Form	Mat-Nr	y1 (m)	z1 (m)		(Altgrad)
1 Kreis	1	Mitte=	0.000 0.000	R= 0.500	

Punkt-, Strecken- und Ring-Bewehrung

BAUTEIL: Auswertung - Pfahlbemessung

ARCHIV-NR.:

BLOCK: _____

SEITE: 15

VORGANG:

Nr	Form	Rang	Mat-Nr.	Querschnitt As		Punkt 1		Punkt 2		spie- geln
				min	max	y1 (m)	z1 (m)	y2 (m)	z2 (m)	
1	Ring	1	2	0.0	500.0	cm2/m	0.000	0.000	0.400	= R

Ort: S-1

Lf	NEx (kN)	MEy (kNm)	MEz (kNm)
1	-420.0	1527.0	0.0

Ergebnis

Querschnitt: Q-1 Ort: S-1

Brutto-Querschnittswerte	I1 =	0.049087 m4	ys =	0.0000 m
A = 0.7854 m2	Alfa =	0.00	I2 =	0.049087 m4
			zs =	0.0000 m

Bewehrung (R=Rang M=Material)

Nr	R	M	As		erforderl.As (cm2)	cm2/m	Koordinaten (m)				Eps.0 o/oo
			min.As (cm2)	max.As (cm2)			y1	z1	y2	z2	
1	1	2	0.0	1256.6	111.1	44.2	0.000	0.000	0.400	= R	
Summe			0.0	1256.6	111.1		erforderlich.As/Abrutto = 1.415 %				

Tragfähigkeitsnachweis As = 111.1 cm2

Lf	Tragwiderstand			Dehnungen (o/oo)			Beta Grad	Gamma	Ausnu tzung
	NRx (kN)	MRy (kNm)	MRz (kNm)	Eps.1	Eps.2	Eps.s			
1	-420.	1527.	0.	-3.500	8.795	7.57	0.0	1.000	1.000

erf As = 111,1 cm² << 339 cm² (64 Ø 26 Stahl III)

Pfähle P6 und P7

Mz = 403,27 kNm, My = 275,21 kNm, Nmin = rd. -750 kN (ungünstigste Werte aus unterschiedlichen Lastfällen)

(Zum Vergleich in /1/ Seite 3/22: Mk = 593 kNm, Nk = -1180 kN)

RIB ZWAX © 2012 RIB Software AG

Pfahl P6

Datei: Pfahl-P6.zwv

RIB ZWAX 12.0 2-achsige Biegung mit Längskraft

Datei: ZWAX.ZWA

Protokoll der Eingabe

* Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung mit Normalkraft DIN EN 1992-1-1

* Es wird mit dem Bruttoquerschnitt der Betondruckzone gerechnet

Material - Nr	Festigkeit (N/mm ²)	E-Modul (N/mm ²)	zul. Dehnung (o/oo)		
		Gebrauchszust.	Rand mittig		
Beton 1	fc.d = 14.2	E.c = 31500.	Druck	-3.50	-2.00
Betonstahl 2	fy.d = 365.2	E.s = 200000.	Zug	10.00	1.83
Spannstahl 3	fp.d = 1304.3	E.p = 195000.			

Querschnitt: Q-1

Berechnung als nicht gedrückter Querschnitt.

Der Randabstand der äußersten Zugbewehrung wird jeweils errechnet

Teilquerschnitt	Beton	Punkt 1		Abmessungen (m)	Alfa
Nr Form	Mat-Nr	y1 (m)	z1 (m)		(Altgrad)
1 Kreis	1	Mitte=	0.000	0.000 R= 0.500	

Punkt-, Strecken- und Ring-Bewehrung

Nr Form	Rang	Mat-Nr.	Querschnitt	As	Punkt 1		Punkt 2		spie-
			min max	cm ² /m	y1 (m)	z1 (m)	y2 (m)	z2 (m)	geln
1 Ring	1	2	0.0 500.0	cm ² /m	0.000	0.000	0.400	= R	

Ort: S-1

Lf	NEx (kN)	MEy (kNm)	MEz (kNm)
1	-1050.0	684.0	0.0

Ergebnis

Querschnitt: Q-1 Ort: S-1

Brutto-Querschnittswerte I1 = 0.049087 m⁴ ys = 0.0000 m

PROGRAMM:

BAUWERK: Leimbachbrücke

ASB BW Nr. 6618-592

Datum 07.10.2016

A = 0.7854 m² Alfa = 0.00 I₂ = 0.049087 m⁴ z_s = 0.0000 m

Bewehrung (R=Rang M=Material)

Nr	R	M	min.As (cm ²)	max.As (cm ²)	erforderl.As (cm ²)	erforderl.As cm ² /m	Koordinaten (m)				Eps.0 o/oo
							y1	z1	y2	z2	
1	1	2	0.0	1256.6	20.8	8.3	0.000	0.000	0.400	= R	
Summe			0.0	1256.6	20.8		erforderlich.As/Abrutto = 0.265 %				

Tragfähigkeitsnachweis As = 20.8 cm²

Lf	Tragwiderstand			Dehnungen (o/oo)			Beta Grad	Gamma	Ausnu tzung
	NRx (kN)	MRy (kNm)	MRz (kNm)	Eps.1	Eps.2	Eps.s			
1	-1050.	684.	0.	-3.423	11.491	10.00	0.0	1.000	1.000

erf As = 20,8 cm² << 63 cm² (12 Ø 26 Stahl III)

4.2 Lagerverformung

Die im Ergebnisausdruck wiedergegebenen Verformungen der Widerlager sind Absolutverformungen (die Verformungen relativ zur Fahrbahnplatte sind erheblich geringer), die mit sonstigen Verformungen (Schwinden + Temperatur + Bremsen = 5 mm, vgl. /U1/ Seite 2/6) überlagert auch noch vertretbar wären:

$$\sum \Delta = 9,5 \text{ (Uy inf. V-Flü)} + 5,0 = 14,5 \text{ mm} < 29 \text{ (Elastomerschichtdicke)} * 0,7 = 20,3 \text{ mm}$$

5. Abschließende Beurteilung

Die Brücke wurde mit einem Rechenprogramm am räumlichen Modell untersucht und die Ergebnisse mit der Handrechnung von 1971 verglichen. Da zu jenem Zeitpunkt die Berücksichtigung der Einflüsse von Platten- und Faltwerkwirkung, die Erfassung von mitwirkenden Bereichen und von Nachgiebigkeiten nicht möglich war, sind auf der Seite der Pfahlschnittgrößen zum Teil erhebliche Reserven vorhanden. Darüber hinaus ist die innere Pfahltragfähigkeit auf Grund der damals gültigen Bemessungsvorschriften und -verfahren unterschätzt worden. Die Berechnung am Gesamtmodell hat gezeigt, dass der Einfluss auf die Lagerkräfte und -verschiebungen sehr gering ist, ebenso wie auf die äußere Pfahltragfähigkeit. Demnach ist die **Standicherheit der Brücke 6617-592 B3 bei St. Ilgen auch nach der Tieferlegung der Sohle auf 103,6 m+NN vorhanden und die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt.**

BAUTEIL: Lagerverformung

ARCHIV-NR.:

BLOCK: _____

SEITE: 18

VORGANG: