

Kanton Bern

Gemeinden Sutz-Lattrigen / Ipsach / Mörigen

22.6



Linie Biel – Ins (T)

Sanierung Bahnhof Lattrigen

- Sicherungs- und Fahrleitungsanlagen km 2.790 – 5.558
- Gleis- und Publikumsanlage km 4.675 – 5.150
- Inkl. Aufhebung Bahnübergang Sonnmatt km 4.686

Auflageprojekt 2020

Statik

Unterführung Lattrigenweg – bestehende Unterführung

Auftrag Nr. 92-22.27	<p>Auftraggeber:</p> <p>aare seeland <i>mobil</i></p> <p>Aare Seeland mobil AG Grubenstrasse 12 4900 Langenthal</p> <p>Gesamtprojektleiter: Daniel Nadig Telefon 062 919 19 55 Fax 062 919 19 12 daniel.nadig@asmobil.ch</p> <p></p>	Planer und Lieferant der Wellstahlstruktur:
Datum: 16.6.2020		nicht bekannt
Änderungen:		
<p>h:\dat\b_asmbix\2aufproj\berichte\2-tb_ipsach_160201.doc</p>		

Inhaltsverzeichnis

1. Projektpläne

1.1. Plankopf	Seite 3
1.2. Situation	Seite 4
1.3. Details Wellstahlstruktur T150	Seite 5
1.4. Profildaten Serie CN	Seite 6

2. Statische Bemessung:

2.1. Bestimmung der Verkehrslast	Seite 7
2.2. Tragsicherheit unter Nutzlast	Seiten 8 - 11
2.3. Gebrauchstauglichkeit	Seite 12
2.4. Ermüdung	Seite 12

3. Unterschriften

Bauherrschaft

Aare Seeland mobil AG
Grubenstrasse 12
4900 Langenthal

Langenthal, 16.6.2020

.....
Ort, Datum



.....
Unterschrift

Ingenieur

Schmid & Pletscher AG
Ingenieure ETH/SIA/USIC
Hauptstrasse 66
2560 Nidau

Nidau, 16.6.2020

.....
Ort, Datum



.....
Unterschrift

1.1. Plankopf

Kanton Bern
Gemeinden Sutz-Lattrigen, Ipsach, Mörigen

Beilage Nr. 22.1



Linie Biel - Ins (T)

Sanierung Bahnhof Lattrigen

- Gleis- und Publikumsanlage km 4.675 - 5.150
- Sicherungs- und Fahrleitungsanlagen km 2.790 - 5.558
- inkl. Aufhebung Bahnübergang Sonnmatt km 4.686

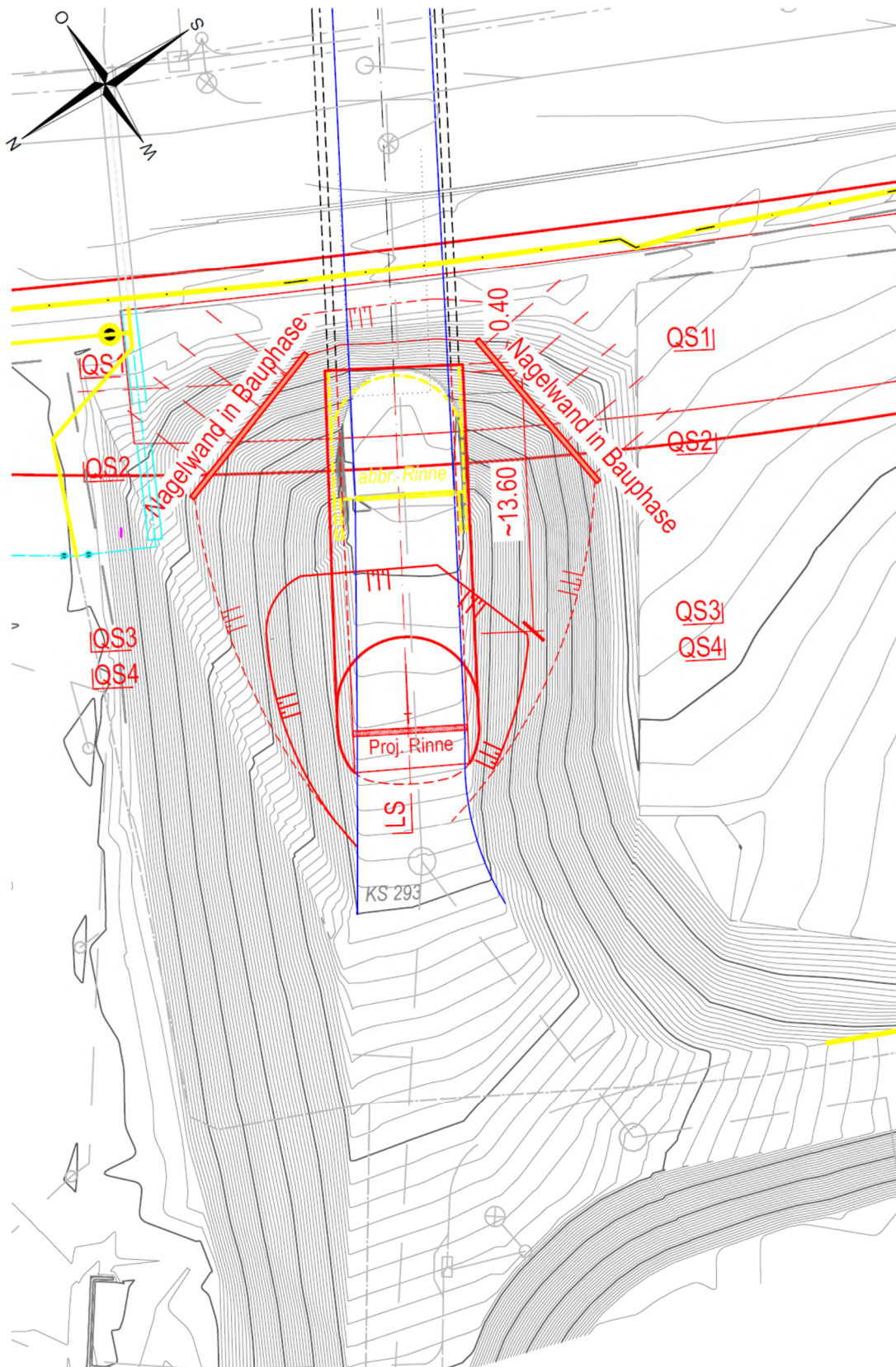
Auflageprojekt 2020

Situation + Schnitte
Unterführung Lattrigenweg

Projekt Nr. 92-22.27	<p>Auftraggeber:</p>  <p>Aare Seeland mobil AG Grubenstrasse 12 4900 Langenthal</p> <p>Gesamtprojektleiter: Daniel Nadig Telefon 062 919 19 52 daniel.nadig@asmobil.ch Fax 062 919 19 12</p>	<p>Projektverfasser:</p>  <p>SCHMID & PLETSCHER BAUINGENIEURE ETH/SIA/USIC Hauptstr. 66 PF 76 CH - 2560 Nidau Tel. 032 332 20 30 FAX 032 332 20 39 www.schmid-pletscher.ch</p>
Plan Nr. 92-22.27-403		
Datum: 15. Juni 2020		
Grösse: 60 x 84		
Änderungen:		
gez/kontr: SP / StG		

S:\Tiefbau\9X-XX\92-xx\92-00_ASM\92-2X Linie T\92-22 Projekte Linie T\92-22.27_asm_Bahnhof_Lattrigen\03_Plaene\04_Bauprojekt_Auflageprojekt\22.1_92-22.26-403-Unterführung_Lattrigenweg-200.dwg

1.2. Situation



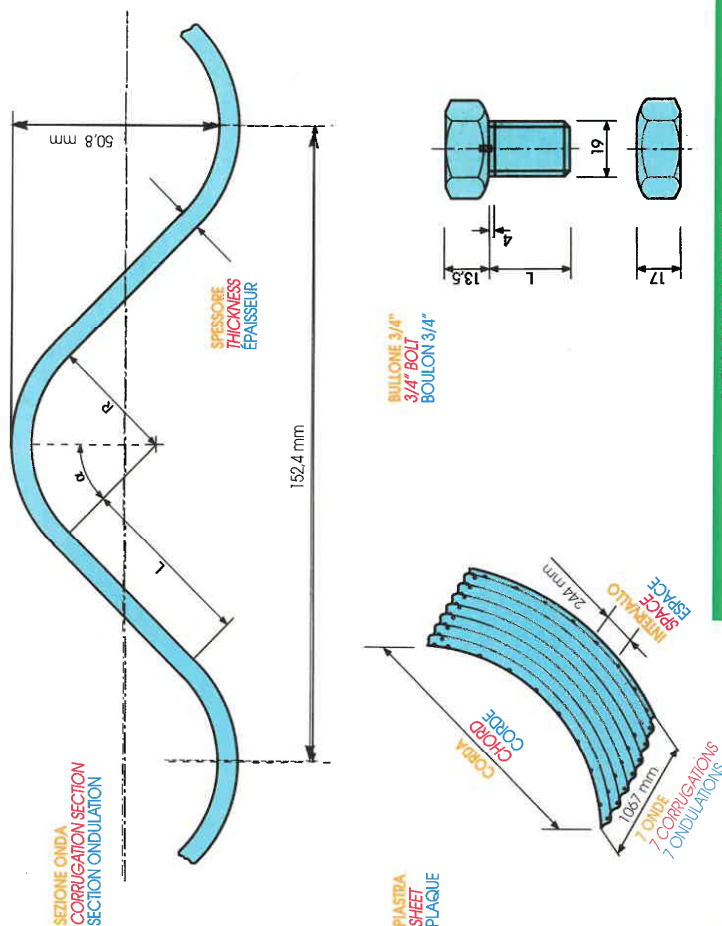


ONDULAZIONE 152,4x50,8 mm 152,4x50,8 mm CORRUGATION ONDULATION 152,4x50,8 mm

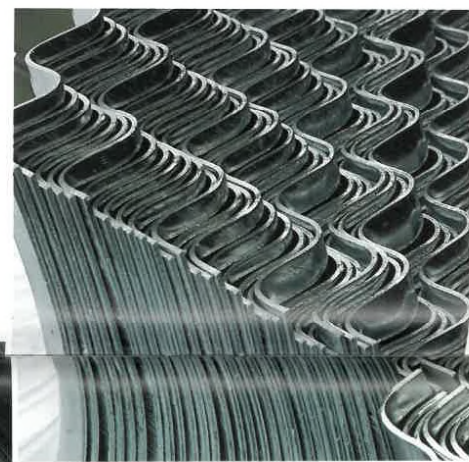


RESISTENZA A ROTTURA DEL GIUNTO LONGITUDINALE (Kg/m) LONGITUDINAL JOINT BREAKING RESISTANCE DU JOINT LONGITUDINAL A LA RUPTURE (Kg/m)			
Spessore mm.	13 bulloni per metro	26 bulloni per metro	
Thickness mm.	13 bolts for meter	26 bolts for meter	
Epaisseur mm.	13 boulons pour mètre	26 boulons pour mètre	
2,7	74500	-	
3,5	94000	-	
4,2	131300	-	
4,7	145100	-	
5,5	211900	-	
6,2	224500	-	
7,0	218000	293000	

SECONDO AASHTO M 167 ACCORDING TO AASHTO M 167 SELON AASHTO M 167



DATI GEOMETRICI E STATICI STRUCTURAL SPECIFICATIONS DONNEES GEOMETRIQUES ET STATIQUES					
Gauge N.	Spessore mm.	momento di inerzia cm ⁴ /cm	modulo di resistenza cm ³ /cm	area della sezione cm ² /cm	raggio di inerzia cm
12	2,7	0,9898	0,3703	0,3294	1,732
10	3,5	1,2798	0,4723	0,4239	1,737
8	4,2	1,5748	0,5729	0,5184	1,742
7	4,7	1,7698	0,6381	0,5799	1,748
5	5,5	2,0811	0,7400	0,6722	1,753
3	6,2	2,3974	0,8406	0,7742	1,760
1	7,0	2,7186	0,9406	0,8718	1,765



SEZIONE POLICENTRICA PER SOTTOPASSI - CN
POLYCENTRIC SECTION FOR UNDERPASSES - CN
PASSAGES SOUTERRAINS MULTISECTIONNES - CN

SPESSORI IN mm DELLA LAMIERA IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA DEL RILEVATO SOPRA L'ESTRADOSSO DELLA CONDOTTA E PESI DELLA STRUTTURA FINITA, ZINCATA E COMPLETA DI BULLONERIA.

SPECIFIED THICKNESSES REQUIRED FOR CORRUGATED STEEL SHEETS (mm) ACCORDING TO HEIGHT OF COVER AND WEIGHTS OF THE FINISHED STRUCTURE, GALVANIZED AND COMPLETE WITH NUTS AND BOLTS.

FPAISSEURS DE L'ACIER EN mm, SUIVANT L'HAUTEUR DU REMBLAI SUR LA BUSE ET POIDS DE LA STRUCTURE FINIE, GALVANISEE ET MUNIE DE BOULONNERIE.

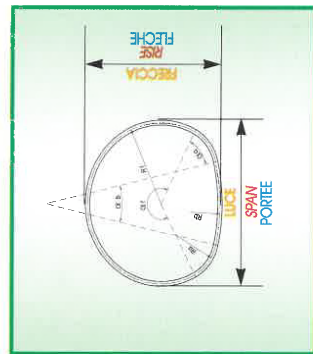
La tabella indica le dimensioni, riferite all'asse neutro dell'ondulezion, eccetto l'area che è riferita all'interno.
I sovraccarichi presi in considerazione derivano dalla combinazione più gravosa della attuale normativa italiana sui ponti stradali.
Gli spessori della lamiera non considerano la verifica sismica.

- The table shows the dimensions, referred to the neutral board of the corrugation save the area referred to the inside.
- The considered overlords are in accordance with the most rigorous situations foreseen by the current regulations regarding bridges.
- The thicknesses of the sheet do not take into consideration the seismic verification.
- Le tableau montre les dimensions, qui se réfèrent à l'axe neutre de l'ondulezion sauf l'aire qui se réfère à l'intérieur.
- Les surcharges considérées sont en conformité avec les situations les plus sévères prévues par la réglementation actuelle concernant les ponts.
- Les épaisseurs de la tôle ne prévoient pas la vérification sismique.

Adatto per realizzare le gallerie sotterranee, per proteggere strade di montagna da caduta di massi o di valanghe, si differenzia dalla sezione circolare per l'appiattimento della base e migliora la ripartizione della pressione di contatto sul terreno in corrispondenza degli angolari rispetto alle ribassate o alle policentriche tipo "C".

For underground tunnels, or to protect mountain roads against rock falls or avalanches, is excellent. It is slightly different from the circular due to the flattening of the base, with better distribution of contact pressure near the corner sheets than in depressed or polycentric arches Type C.

Approprié à la réalisation des galeries souterraines, ainsi qu'à la protection des routes de montagne contre la chute de pierres ou les avalanches, elle se distingue de la section circulaire par l'aplatissement de la base et améliore la répartition de la pression de contact sur le terrain à l'endroit des cornières, par rapport aux buses-arches ou multisectionnées de type "C".



Per altezza di rilevato intermedia o quella indicata, scegliere la portata.
For intermediate heights of cover to those indicated, select the intermediate height.
Pour hauteur du remblai intermédiaire à celles indiquées, tenir l'écouleur.
intermédiaire l'écouleur et procéder à calcul spécifique.

Tipo Type Type	Luce Span Portée	Freccia Rise Flèche	Area Area Aire	Altezza del rilevato in m Height - of - cover in m Hauteur du remblai en m									PIASTRE N. PLATES TOLLES	INTERV. SPACE ESPACE	PESI in Kg/m Spessore in mm Weights in Kg/m Thickness in mm Poids en Kg/m Epaisseur en mm						Tipo Type Type								
				0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	2	3			5	7	9	10	13	15		18	20	2,7	3,5	4,2	4,7	5,5	6,2
CN1	4,70	4,30	16,35	-	-	5,5	4,7	4,2	4,2	3,5	3,5	3,5	3,5	4,2	4,7	4,7	5,5	5,5	-	-	59	479	608	720	807	939	1061	1180	CN1
CN2	4,94	4,48	17,85	-	-	5,5	4,7	4,2	4,2	3,5	3,5	3,5	4,2	4,2	4,7	4,7	5,5	6,2	-	-	62	501	636	754	845	982	1100	1235	CN2
CN3	5,19	4,68	19,78	-	-	5,5	4,7	4,2	4,2	4,2	3,5	3,5	4,2	4,2	4,7	4,7	5,5	6,2	-	-	65	529	671	795	890	1036	1160	1301	CN3
CN4	5,45	4,87	21,66	-	-	6,2	5,5	4,7	4,2	4,2	3,5	3,5	4,2	4,2	4,7	5,5	6,2	-	-	-	68	561	699	828	928	1079	1209	1367	CN4
CN5	5,70	5,07	23,63	-	-	-	5,5	4,7	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,7	5,5	6,2	-	-	-	-	71	579	734	859	974	1133	1268	1423	CN5
CN6	5,93	5,24	25,66	-	-	-	5,5	4,7	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,7	5,5	6,2	-	-	-	-	74	601	762	903	1011	1176	1317	1479	CN6
CN7	6,18	5,44	27,52	-	-	-	5,5	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	5,5	6,2	-	-	-	-	-	77	623	790	936	1049	1220	1367	1534	CN7
CN8	6,47	5,82	30,78	-	-	-	6,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,2	-	-	-	-	-	-	81	652	827	981	1099	1279	1432	1608	CN8
CN9	6,72	6,02	32,96	-	-	-	6,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,2	6,2	7,0	-	-	-	-	-	84	680	862	1022	1145	1332	1492	1674	CN9
CN10	6,97	6,21	35,18	-	-	-	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	87	702	890	1056	1183	1376	1541	1730	CN10
CN11	7,23	6,41	37,95	-	-	-	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	90	724	918	1089	1220	1420	1590	1785	CN11
CN12	7,47	6,59	40,18	-	-	-	-	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	93	745	947	1122	1258	1463	1639	1840	CN12
CN13	7,73	6,78	42,93	-	-	-	-	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	96	767	975	1156	1295	1507	1688	1896	CN13
CN14	7,96	6,96	45,32	-	-	-	-	-	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	99	801	1016	1205	1350	1570	1758	1973	CN14

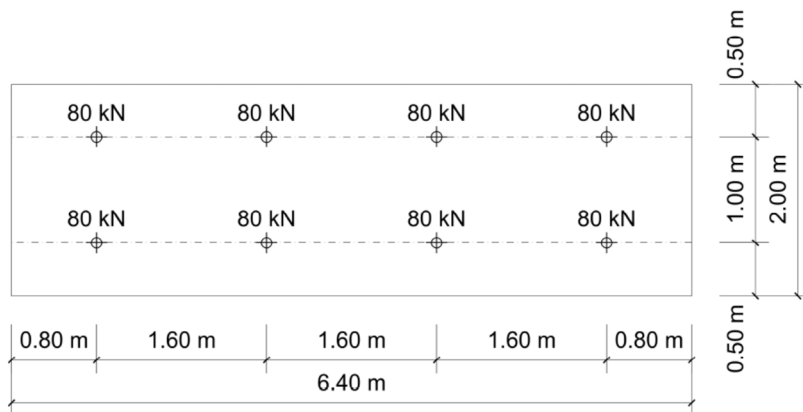
TOLLERANZE SECONDO UNI.-EN 10.051 - TOLERANCES ACCORDING TO UNI.-EN 10.051 - TOLERANCES SELON U.N.I.-EN 10.051

2.1. Bestimmung der Verkehrslast

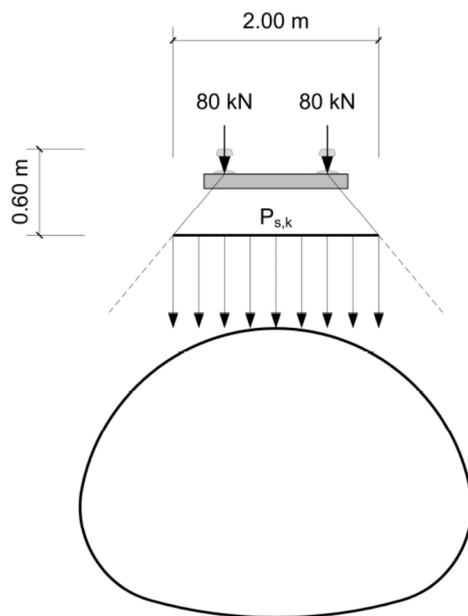
Gemäss SIA 261, Lastmodell 6

Verkehrslast infolge Bahnverkehr

Achsanordnung gemäss SIA 261, Art. 12.2.1.4



Querschnitt



Keine weitere Verteilung der Flächenlast ab 0.60 m Tiefe unter der Fahrbahnebene.

Charakteristischer Erddruck auf Bauwerke infolge Bahnverkehr, ab 0.60 m Tiefe unter der Fahrbahnebene:

$$P_{s,k} = \frac{8 \times 80 \text{ kN}}{6.40 \text{ m} \times 2.00 \text{ m}} = \frac{640 \text{ kN}}{12.8 \text{ m}^2} = \underline{\underline{50 \text{ kN/m}^2}}$$

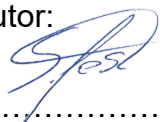
SYTEC Wellstahl

2.2. Tragsicherheit unter Nutzlast

Grundlagen:

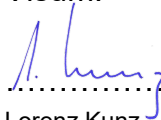
- LCPC/SETRA – Buses métalliques (1981)
- Design of soil steel composite bridges, Petterson und Sundquist (2014)
- SIA 260: 2013; Grundlagen der Projektierung
- SIA 261: 2014; Einwirkungen auf Tragwerke
- SIA 263: 2013; Stahlbau

Autor:



.....
Silvan Jost
MSc Geologie

Visum:



.....
Lorenz Kunz
Dipl. Ing. FH

Für das bestehende Profil liegen keine detaillierten technischen Unterlagen vor, weshalb diese angenommen wurden. Gemäss den Aufnahmen vor Ort kann davon ausgegangen werden, dass der bestehende Durchlass mit dem Profil T150 CN 9 erstellt wurde.

Da die Firma SYTEC Bausysteme AG nicht Lieferant des bestehenden Durchlasses ist, können wir für die Produktqualität des bestehenden Teils keinerlei Gewährleistung gewähren. Auch die Qualität der Hinterfüllung der flexiblen Struktur ($ME1 \geq 60 \text{ MN/m}^2$) wurden angenommen, mangels Informationen aus dem Projekt.

Hinweis

Die in diesem Dokument enthaltenen Angaben und Berechnungen entsprechen den anerkannten Regeln der Baukunde. Diese sind nicht auf andere Produkte / Systeme übertragbar. Die baulich/statisch richtige Weiterverwendung der Ergebnisse bzw. die Überprüfung auf deren Vollständigkeit obliegt dem vor Ort zuständigen Sachverständigen unter Würdigung und Interpretation aller Belange des Bauwerks und des Untergrundes. Die Einbauvorschriften und die Bauarbeitenverordnung sind einzuhalten. Es dürfen keine Auszüge aus dem vorliegenden Dokument erstellt werden. Das Copyright liegt bei der SYTEC Bausysteme AG, Neueneegg.

Wellstahl

Statische Berechnung (Nachweis Bahnlasten für Schmalspur SIA 261)

Projekt: *asm - Verlängerung Unterführung Lattrigenweg: bestehender Teil*

Grundlagen:

- Profil vermutet:		T150 CN 9	
- Spannweite D:		6.72 m	
- Höhe H:		6.02 m	
- Radius im Scheitel R_s :		3.36 m	
- Wellung:		T150	
- Plattendicke t:		8.00 mm	
- Stahlquerschnitt A_s :		9938 mm ² / m'	
- Widerstandsmoment W_x :		106560 mm ³ / m	
- Plattenverbindung Schrauben:		13 Stk/m',	M 20
	Qualität =	8.8	
	f_{ub} =	800 N / mm ²	
	$d_{Schraube}$ =	20 mm	
	$A_{Schraube, netto}$ =	245 mm ²	
	d_o =	22 mm	
- Stahlqualität:	S235JR	f_y =	235 N / mm ²
		f_u =	360 N / mm ²
- Widerstandsbeiwerte		γ_{M1} =	1.05
		γ_{M2} =	1.25
- Hinterfüllung	Kiesgemisch UG 0/45, ME - Wert = 60 MN / m ²		

Lastannahmen (SIA 261:2014):

Leiteinwirkungen

Tragsicherheit, Lastmodell 6 : Q_k =	160.0 kN	
q_k =	70.0 kN / m	
α =	1.13	gem. BAV-223-0005/00033/00004
γ_Q =	1.45	
Dynamischer Beiwert: ϕ =	1.235	gem. SIA 261, 11.3.1
l_ϕ [m] =	13.44	Petterson & Sundquist, 2014
ϕ =	1.19	

Projekt: asm - Verlängerung Unterführung Lattrigenweg: bestehender Teil

- Auflasten (Begleiteinwirkung): Bodenbelastung

$$\begin{aligned}\gamma_{ek} &= 21 \text{ kN / m}^3 \\ \kappa_a &= 0.27 \\ \gamma_{G,\text{sup}} &= 1.35 \\ \text{Überdeckung } h &= 1.50 \text{ m}\end{aligned}$$

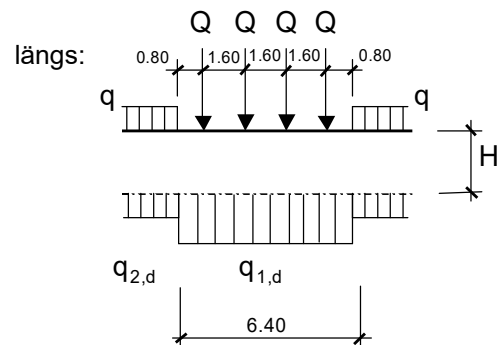
- Lastausbreitung LM 6:

quer:

$$\text{Spurweite} = 1.00 \text{ m}$$

$$B = 2.00 \text{ m}$$

(SIA 261, Ziff. 12.2.1.4)



Nachweis Tragsicherheit:

Gefährdungsbild Bahn:

- Verkehrslast (Leiteinwirkung) $q_{1,d} = \frac{4 \times \alpha \times Q_k \times \gamma_Q \times \phi}{(B \times 6.4)}$

$$= 97.1 \text{ kN / m}^2$$

$$q_{2,d} = \frac{\alpha \times q_k \times \gamma_Q \times \phi}{B}$$

$$= 60.1 \text{ kN / m}^2$$

- Erdlast (Begleiteinwirkung) $g_d = h \times \gamma_{ek} \times \gamma_{G,\text{sup}} = 42.5 \text{ kN / m}^2$

- Eigenlast nicht berücksichtigt !

- Bemessungswert total $f_d = 139.6 \text{ kN / m}^2$

Projekt: asm - Verlängerung Unterführung Lattrigenweg: bestehender Teil

Nachweis Tragsicherheit Endzustand:

Annahmen:

- Druckring ohne Biegung
- $\sigma_k = f_y$, da Tunnel voll eingebettet => Knicken nicht möglich
- Belastung max. = $f_d = P_s = 139.6 \text{ kN / m}^2$

- Druckring:

Belastung im Ring (Druckring)

$$N_{Ed} = P_s \times R_s \times \gamma_{\text{Wellstahl}}$$

$$\gamma_{\text{Wellstahl}} = 2.0$$

(Wellstahlspezifisch, inkl. Berücksichtigung Biegung und Beulen)

$$N_{Ed} = 938.2 \text{ kN / m'}$$

$$N_{Rk} = A_s \times f_y = 2335.4 \text{ kN / m'}$$

$$\underline{\underline{N_{Ed} < N_{Rk} / \gamma_{M1} = \text{erfüllt}}}$$

Korrosionsreserve

$$A_K = (N_{Rk} / \gamma_{M1} - N_{Ed})^* / f_y = 5473 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$\text{D.H. Korrosionsreserve von } 4.4 \text{ mm}$$

- Abscheren der Schrauben:

$$V_{Ed} = N_{Ed} = P_s \times R_s = 469.1 \text{ kN / m'}$$

$$F_{v,Ed} = V_{ed} / \text{Anzahl Schrauben pro m'} = 36.1 \text{ kN / Schraube}$$

$$F_{v,Rk} = 0.6 \times f_{ub} \times A_{\text{Schraube, netto}} = 117.6 \text{ kN / m'}$$

$$\underline{\underline{F_{v,Ed} < F_{v,Rk} / \gamma_{M2} = \text{erfüllt}}}$$

- Lochleibungsdruck:

$$V_{Ed} = N_{Ed} = P_s \times R_s = 469.1 \text{ kN / m'}$$

$$F_{b,Ed} = V_{ed} / \text{Anzahl Löcher pro m'} = 36.1 \text{ kN / Loch}$$

$$F_{b,Rk} = 2.40 \times f_u \times d \times t = 138.2 \text{ kN / Loch}$$

$$\underline{\underline{F_{b,Ed} < F_{b,Rk} / \gamma_{M2} = \text{erfüllt}}}$$

Neuenegg, 2020

2.4. Gebrauchstauglichkeit

Für einen Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist die maximale Setzung unter Nutzlast rechnerisch zu bestimmen und mit den Verformungen zu vergleichen, die nach SIA 260, Tab. 12 zulässig sind. Dazu wird eine numerische Modellierung benötigt, beispielsweise eine Finite-Elemente-Berechnung.

Wir haben in verschiedenen Projekten mit Wellstahl solche Berechnungen durchgeführt und konnten die Gebrauchstauglichkeit nachweisen, mit der Plattenstärke, welche für den Tragsicherheitsnachweis unter der vorgesehenen Nutzlast (inkl. Korrosionsreserve) benötigt wird.

Der Nachweis der Tragsicherheit ist aus Erfahrung massgebend. Bei Verformungsmessungen an ausgeführten SYTEC Wellstahlstrukturen wurden bisher immer geringere Verformungen ermittelt, als statisch berechnet wurden. Daher empfehlen wir für das geplante Bauwerk auf einen rechnerischen Nachweis der Gebrauchstauglichkeit zu verzichten.

Sollte für das Bauwerk dennoch eine Verformungsberechnung gefordert sein, können wir diese Berechnung mit der Software Plaxis 2D v. 2010 durchführen. Der Aufwand für eine projektbezogene Verformungsberechnung ist gross. Diesen Aufwand können wir nicht als Vorinvestition in das Projekt leisten. Daher müssten wir die dafür anfallenden Kosten verrechnen.

2.5. Ermüdung

Wellstahl ist eine flexible Bauweise. Die erdbettete Stahlstruktur überträgt also die Lasten auf die Hinterfüllung. Ausserdem enthält das System keine geschweissten Teile. Deshalb ist ein Ermüdungsnachweis für diesen Konstruktionstyp nicht erforderlich.