

Kanton Bern

Gemeinden Sutz-Lattrigen / Ipsach / Mörigen

22.5



Linie Biel – Ins (T)

## Sanierung Bahnhof Lattrigen

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

Auflageprojekt 2020

Prüfbericht

Unterführung Lattrigenweg - Verlängerung

Auftrag Nr. 92-22.27	<p>Auftraggeber:</p> <p></p> <p><b>Aare Seeland mobil AG</b> Grubenstrasse 12 <b>4900 Langenthal</b></p> <p>Gesamtprojektleiter: Daniel Nadig Telefon 062 919 19 52 Fax 062 919 19 12 <a href="mailto:daniel.nadig@asmobil.ch">daniel.nadig@asmobil.ch</a></p> <p></p>	<p>Projektverfasser:</p> <p></p> <p>Schmid &amp; Pletscher AG Bauingenieure ETH/SIA/USIC Hauptstrasse 66, CH-2560 Nidau Postfach 76, Tel. 032 332 20 30 <a href="http://www.schmid-und-pletscher.ch">www.schmid-und-pletscher.ch</a></p> <p>Projektleiter: René Leupi</p> <p></p>
Datum: 17.06.2020		
Änderungen:		
<p>h:\dat\b_asmbix\2aufproj\berichte\2-tb_ipsach_160201.doc</p>		

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>2</b>
1.1	Auftrag .....	2
1.2	Gültigkeit und Abgrenzung .....	2
1.3	Anerkennung der Prüfstelle .....	2
1.4	Projektbescrieb .....	2
<b>2</b>	<b>Prüfung .....</b>	<b>2</b>
2.1	Umfang der Prüfung .....	2
2.2	Prüfmethodik .....	3
<b>3</b>	<b>Prüfstatik .....</b>	<b>3</b>
3.1	Lastannahmen .....	3
3.2	Tragsicherheit .....	4
3.3	Gebrauchstauglichkeit / Deformationen .....	6
3.4	Ermüdung .....	6
3.5	Bedingungen /Auflagen .....	6
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>8</b>
5.1	Gesetzliche Grundlagen .....	8
5.2	Normen .....	8
5.3	Reglemente, Weisungen und Merkblätter .....	8
5.4	Projektspezifische Grundlagen .....	8
<b>6</b>	<b>Unterschriften .....</b>	<b>9</b>

# **1 Allgemeines**

## **1.1 Auftrag**

Die Aare Seeland mobil AG beabsichtigt die Totalsanierung des Bahnhofs Lattrigen. Teil dieser Sanierung ist die Verlängerung der Unterführung Lattrigenweg. Dieses Bauwerk wird von SYTEC Bausysteme AG Neuenegg berechnet. Die Gesamtprojektleitung obliegt dem Ingenieurbüro EBB AG in Bern.

Das Ingenieurbüro Schmid & Pletscher AG in Nidau wurde von der Bauherrschaft am 17.09.2018 beauftragt, einen entsprechenden Prüfbericht nach den Vorgaben der Unabhängigen Prüfstellen Eisenbahnen (RL UP-EB) (Ziffer 9 und 13) zu verfassen.

Die Prüfung ist gemäss Ziffer 9.1, RL UP-EB, der Sicherheit des Tragwerkes verpflichtet. Die Gebrauchstauglichkeit wird nur insoweit geprüft, wie dies Rückwirkungen auf die Tragsicherheit hat. Konkret beinhaltet unsere Ingenieurleistung das Erstellen eines Sachverständigen-Prüfberichtes nach Erstellen der hierzu erforderlichen unabhängigen Prüfstatik mit Kontrolle und Beurteilung der vom Büro SYTEC Bausysteme AG, Neuenegg, vorgelegten prüfaren Statik.

## **1.2 Gültigkeit und Abgrenzung**

Der vorliegende Prüfbericht betrifft die Verlängerung der Unterführung Lattrigenweg bei der Totalsanierung des Bahnhofs Lattrigen.

## **1.3 Anerkennung der Prüfstelle**

Die übernommene Prüfung wird mit grösster, der Sicherheit verpflichteter Gewissenhaftigkeit ausgeführt. Das Ingenieurbüro Schmid & Pletscher AG bestätigt mit der Unterzeichnung des Prüfberichtes, dass es:

- Über die gem. BAV-RL UP-EB, Ziffer 6.2.1 erforderliche Fachkompetenz verfügt, und sich selbst für geeignet hält, die erforderlichen Prüfungen durchzuführen,
- Die Prüfungen persönlich vorgenommen hat,
- In keiner vorgängigen Projektphase Planungs- oder Beratungsleistungen für die Sytec AG im Zusammenhang mit dem Prüfobjekt erbracht hat.

## **1.4 Projektbeschreibung**

Der Bahnhof Lattrigen an der Linie Biel – Ins (Linie T) der Aare Seeland mobil AG (asm) ist bezüglich des bestehenden und zukünftigen Verkehrsaufkommens von grosser Wichtigkeit.

Der neue Bahnhof wird gegen Osten verschoben. Dadurch muss die Unterführung Lattrigenweg bei Bahn km 4.887 verlängert werden.

Die bestehende Unterführung Lattrigenweg besteht aus einem Wellstahlprofil. Die Verlängerung der Unterführung ist mit dem SYTEC Profil TWA 22 vorgesehen.

# **2 Prüfung**

## **2.1 Umfang der Prüfung**

Die Statik der Verlängerung Unterführung Lattrigenweg wurde durch die SYTEC AG gemacht. Schmid & Pletscher AG hat eine Prüfstatik mit einem anderen statischen Modell (Programm) erstellt.

Es wurden folgende Punkte geprüft:

- Lastannahmen
- Tragsicherheit für Bauzustand und Endzustand
- Bodenkennwerte
- Gebrauchstauglichkeit, Deformationen
- Ermüdung

Der vorliegende Sachverständigungs-Prüfbericht mit dazugehöriger Prüfstatik wurde zwischen Januar 2020 und Mai 2020 erstellt.

Am 16.04.2020 wurden die erhaltenen Unterlagen mit Bemerkungen zur Revision empfohlen.

Die revidierten Unterlagen sind am 13.05.2020 zur Prüfung bei uns eingetroffen.

Die Prüfung der revidierten Unterlagen zeigte auf, dass weiterhin Bemerkungen vorhanden sind, welche nicht eingearbeitet wurden.

Die revidierten Unterlagen sind am 20.05.2020 bei uns eingetroffen. Am 16.06.2020 wurden die aktuellen Pläne in die Statik eingefügt.

## 2.2 Prüfmethodik

### 2.2.1 Inhaltliche Prüfung

Die Statik wurde bezüglich Ihrer Vollständigkeit, Relevanz und Korrektheit geprüft.

### 2.2.2 Detaillierte rechnerische Prüfung

Der statische Nachweis wurde von SYTEC Bausysteme AG für die Tragsicherheit unter Nutzlast nach der Richtlinie 804, Eisenbahnbrücken, Deutsche Bahn Netz AG, 2013 und ZTV-ING- Teil 9 Bauwerke – Abschnitt 4 Wellstahlbauwerke, Stand 2014/12 am 20.05.2020 und für die Tragsicherheit Bauzustand nach dem Modell LCPC / SETRA (1981) am 22.05.2020 erstellt.

Für eine rechnerische Prüfung wurde das statische Modell mittels Axis VM 13 überprüft. Die daraus erhaltenen Resultate wurden mit den statischen Nachweisen des Projektverfassers verglichen.

## 3 Prüfstatik

Die Verlängerung der Unterführung ist mit dem Profil TWA 22 vorgesehen. Die geometrischen Eigenschaften wurden aus der Produktdokumentation von SYTEC Bausysteme AG übernommen inkl. einer Korrosionsreserve von 1.00 mm.

### 3.1 Lastannahmen

Im Bereich der veränderlichen Lasten wurde für den Nachweis der Tragsicherheit bei unserer Berechnung sowie bei der Berechnung von SYTEC das Lastmodell 6 (Schmalspurbahnverkehr SIA 261 2014) als maßgebend berücksichtigt. Der Beiwert zur Klassifizierung der Lastmodelle  $\alpha$  wurde gem. Schreiben vom BAV vom 21.04.2017 [3] als 1.13 genommen. Der reduzierte dynamischen Beiwert  $\phi$  beträgt 1.17 (gemäß SIA 261 Ziff. 11.3.1.1). Die Lastannahme von SYTEC beurteilen wir als relativ konservativ und auf der sicheren Seite.

Beim Nachweis der Tragsicherheit im Bauzustand wurde der Erddruck, bei der Berechnung von SYTEC, mit dem Lastbeiwert  $\gamma_{G,sup} = 1$  angenommen. Wir haben mit einem Beiwert von  $\gamma_{G,sup} = 1.35$  gerechnet. Der Nachweis der Tragsicherheit im Endzustand wurde mit dem gleichen Lastfall gemacht.

		Einheit	Statik Sytec	Prüfstatik S&P
Baugrund	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	20	22
	$\phi$	°	Keine Angabe	30
	c	kN/m <sup>2</sup>	0	0
	$k_{ah}$		0.27	0.31
	$k_{ph}$		Keine Angabe	3
	$h_{auf}$	m	1.50	1.50
Lastmodell 6	$Q_k$	kN	160	160
	$q_k$	kN/m <sup>2</sup>	70	70
	Beiwert $\alpha$	-	1.13	1.13
	Dynamischer Beiwert $\phi$	-	1.17	1.17
Lastfall	Ständige	$\gamma_{G,sup}$	-	1.35
		$\gamma_{G,inf}$	-	Keine Angabe
	Erdaufasten	$\gamma_{G,sup}$	-	1.35
		$\gamma_{G,inf}$	-	Keine Angabe
	Erddruck	$\gamma_{G,sup}$	-	1
		$\gamma_{G,inf}$	-	Keine Angabe
	Veränderlich	$\gamma_Q$	-	1.45
		$E_d$	kN/m <sup>2</sup>	150
	Bemessungswert Endzustand			

Tabelle 1: Vergleich Baugrundkennziffern, Lasten, Lastfallfaktoren

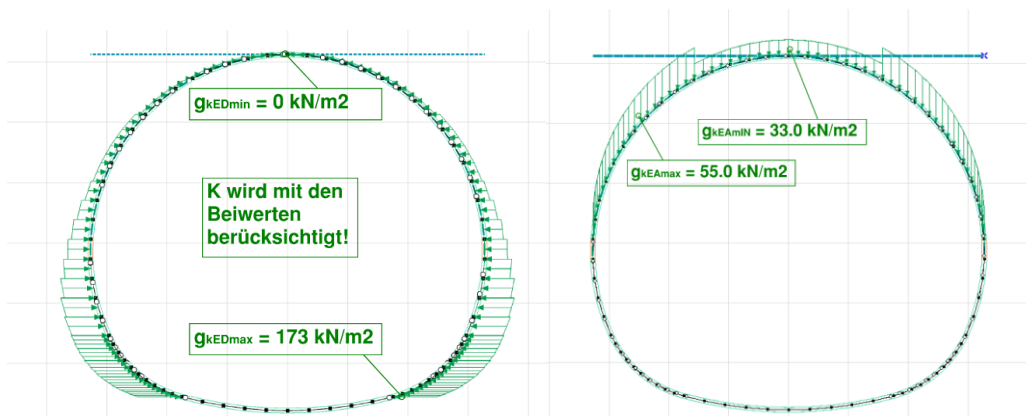


Abbildung 1 Erddruck

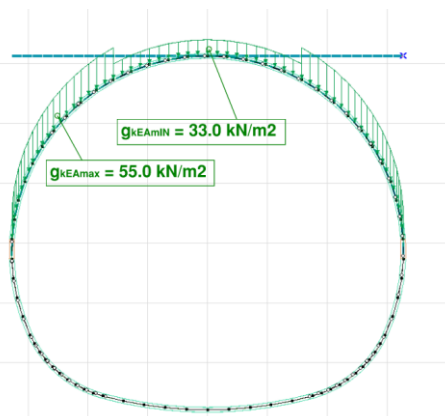


Abbildung 2 Erdaufasten

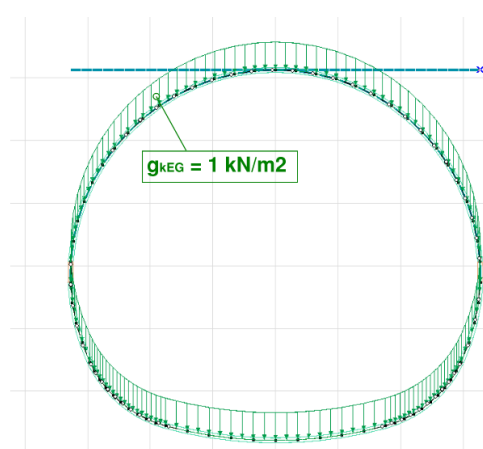


Abbildung 3 Eigengewicht

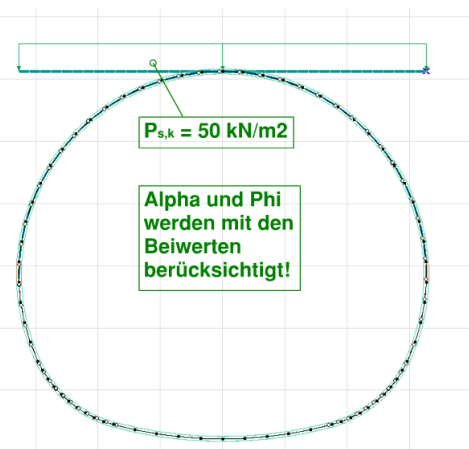


Abbildung 4 Lastmodel 6

## 3.2 Tragsicherheit

### 3.2.1 Widerstandsmoment SYTEC Profil

Das für die Verlängerung vorgesehene Profil Typ TWA 22 weist gemäß den Berechnungen von SYTEC ein Widerstandsmoment von  $W = 104'880 \text{ mm}^3/\text{m}$  und ein Stahlquerschnitt von  $A_s = 8'290 \text{ mm}^2/\text{m}$  auf. Die Werte von Sytec wurden kontrolliert und sind ausreichend.

		Einheit	Statik Sytec	Prüfstatik S&P
Widerstandsmoment	W	$\text{mm}^3/\text{m}$	104'880	98'488
Stahlquerschnitt	A	$\text{mm}^2/\text{m}$	8'290	8'309

Tabelle 2: Vergleich statische Werte des Stahlprofiles

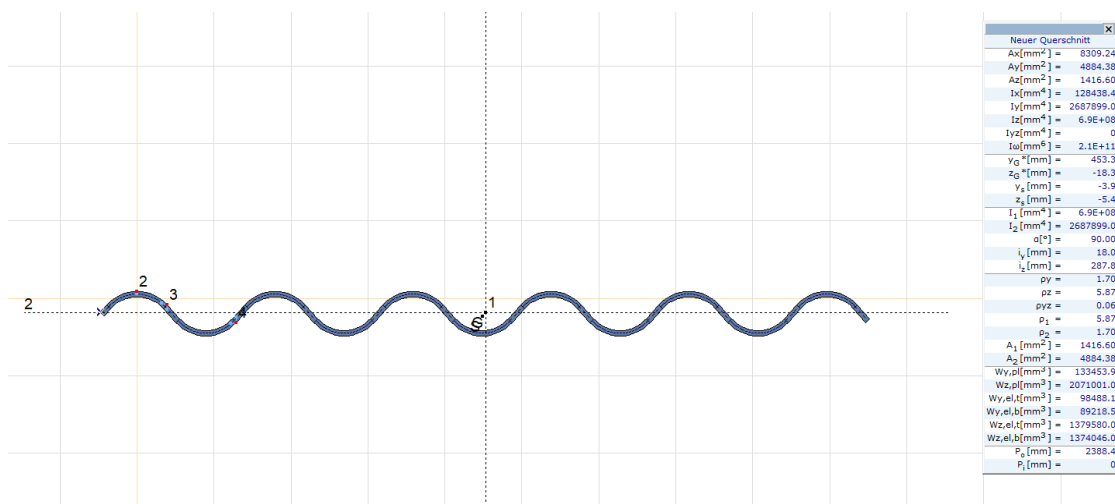


Abbildung 2 Profil Typ 200 TWA 22.

### 3.2.2 Nachweis Tragsicherheit

Beim Nachweis der Tragsicherheit im Endzustand ergeben unsere Modellierungen eine etwas kleinere Belastung des Druckrings als die Berechnung von SYTEC. Daher beurteilen wir die Genauigkeit unseres Modells als ausreichend.

		Einheit	Statik Sytec	Prüfstatik S&P
Belastung im Druckring	Nd	kN/m	796	530

Tabelle 3: Vergleich Belastung im Druckring

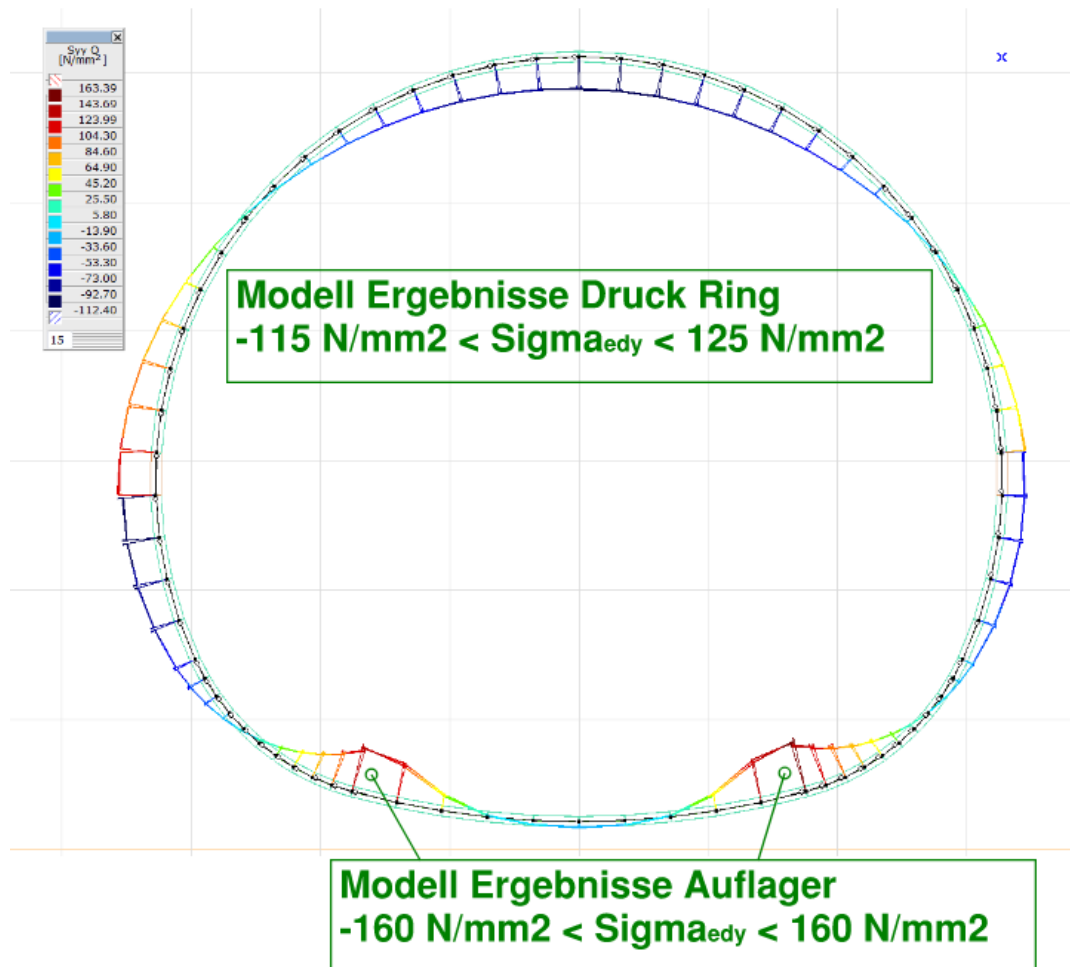


Abbildung 5: Statisches Modell, Stahlspannungen

### 3.3 Gebrauchstauglichkeit / Deformationen

Die Gebrauchstauglichkeit wurde nicht nachgewiesen. Gem. Erfahrung von Sytec ist der Nachweis der Tragsicherheit massgebend. Es wurden bisher immer geringere Verformungen ermittelt, als statisch berechnet wurden.

Wir empfehlen eine Verformungsberechnung in der weiteren Ausführungsphase noch zu erstellen.

### 3.4 Ermüdung

Ein Ermüdungsnachweis für diesen Konstruktionstyp ist nicht erforderlich, da Wellstahl eine flexible Bauweise ist und die Lasten direkt auf die Hinterfüllung übertragen werden.

### 3.5 Bedingungen /Auflagen

- Die Tragsicherheit im Endzustand ist sehr stark von der Qualität vom Boden und von seiner Verdichtung abhängig. Die Qualität des Auflagers und der Hinterfüllung müssen unbedingt kontrolliert werden und mit der Annahme verglichen werden.
- Während der Hinterfüllung ist die Hebung des Profils zu überwachen.
- Die Hinterfüllung muss auf beiden Seiten gleichzeitig in Schichten von 20-40cm aufgezogen werden. Im näheren Bereich der Konstruktion dürfen nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden.
- Das verdichtete Material muss ein Verformungsmodul ME von mindestens 60MN/m<sup>2</sup> aufweisen.
- Die Einfüllung und Verdichtung der unteren Rohrspickel ist speziell sorgfältig auszuführen. Eine gute Bettung wird mit Unterstopfen von Hand erreicht.

## 4 Schlussfolgerung

Die Genauigkeit der Berechnung des Wellstahlprofils mit einem Finite Element Modell sind sehr abhängig vom Einfluss des Erddrucks. Dieser Parameter wurde mit verschiedenen Methoden analysiert (Federauflager/Last). Die Ergebnisse sind deshalb sehr variabel.

Die Ergebnisse vom Nachweis der Tragsicherheit im Endzustand von SYTEC Bausysteme AG sind für das Profil TWA 22 auf der sicheren Seite. Wir haben mit unserer Modellierung eine kleinere Belastung im Druckring.

Wir beurteilen die Verlängerung der Unterführung mit einem Wellstahlprofil gem. Statik Sytec und Prüfstatik S&P als möglich. Im Bauzustand wird bei der Ausführung das Profil überwacht und ev. der Scheitel vorbelastet.

Seitens Sachverständigen kann die Freigabe für das Auflageprojekt erteilt werden.

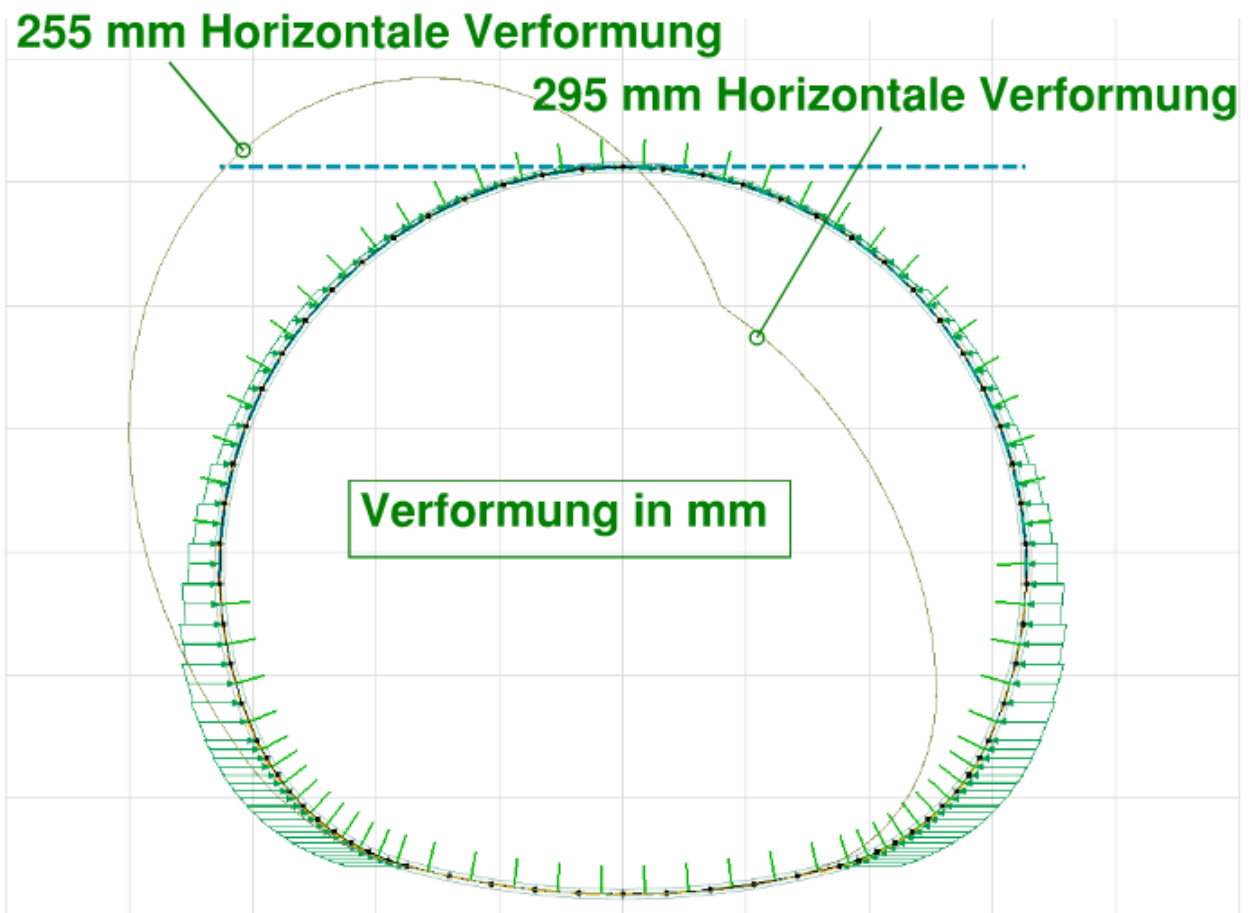


Abbildung 6: Verformung im Bauzustand unter unsymmetrischem Erddruck ohne innere Abstützung



## 5 Grundlagen

### 5.1 Gesetzliche Grundlagen

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| [1] | AB-EBV   | Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung in der zum Vertragsabschluss gültigen Fassung |
| [2] | EBG  | Eisenbahngesetz   |
| [3] | EBV  | Eisenbahnverordnung   |
| [4] | Richtlinie 804, Eisenbahnbrücken, Deutsche Bahn Netz AG, 2013 und ZTV-ING - Teil 9 Bauwerke – Abschnitt 4 Wellstahlbauwerke, Stand 2014/12 |   |
| [5] | Kantonale Richtlinien und Weisungen  |   |

### 5.2 Normen

- |      |                  |   |
|------|------------------|---|
| [6]  | SIA 260 (2013)   | Grundlagen der Projektierung von Tragwerken |
| [7]  | SIA 261 (2014)   | Einwirkungen auf Tragwerke                  |
| [8]  | SIA 261/1 (2003) | Ergänzende Festlegungen                     |
| [9]  | SIA 262 (2013)   | Betonbau                                    |
| [10] | SIA 262/1 (2019) | Ergänzende Festlegungen                     |
| [11] | SIA 267 (2013)   | Geotechnik                                  |
| [12] | SIA 267/1 (2013) | Ergänzende Festlegungen                     |

### 5.3 Reglemente, Weisungen und Merkblätter

- |      |                |
|------|----------------|
| [13] | RTE Regelungen |
|------|----------------|

### 5.4 Projektspezifische Grundlagen

- |      |  |  |
|------|--|--|
| [14] | Dossier Vernehmlassung Auflageprojekt 2020   |  |
|      | - Plan Situation 1:200, Nr. 05.3, Beilage Nr. 05.3 von EBB, vom Entwurf 27.05.2020             |  |
|      | - Plan Querprofile Blatt 1, 1:100, Nr. 08.1, Beilage Nr. 08.1, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020 |  |
|      | - Plan Querprofile Blatt 2, 1:100, Nr. 08.2, Beilage Nr. 08.2, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020 |  |
|      | - Plan Normalprofile, 1:50, Nr. 09, Beilage Nr. 09, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020            |  |
|      | - Plan Situation + Schnitte Unterführung Lattrigenweg, Nr. 92-22.27-403, S&P vom 15.06.2020    |  |
| [15] | Baugrunduntersuchung, Bericht Nr. 318167-4, Wanner AG, 12.02.2020                              |  |
| [16] | Schreiben BAV vom 21.04.2017   |  |
| [17] | Nutzungsvereinbarung   |  |
| [18] | Projektbasis   |  |
| [19] | Statik von Sytec AG  |  |

## 6 Unterschriften

### Bauherrschaft

**Aare Seeland mobil AG**  
Grubenstrasse 12  
4900 Langenthal

Langenthal, 17. Juni 2020

Ort, Datum



Unterschrift

### Ingenieur

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

Nidau, 17. Juni 2020

Ort, Datum



Unterschrift