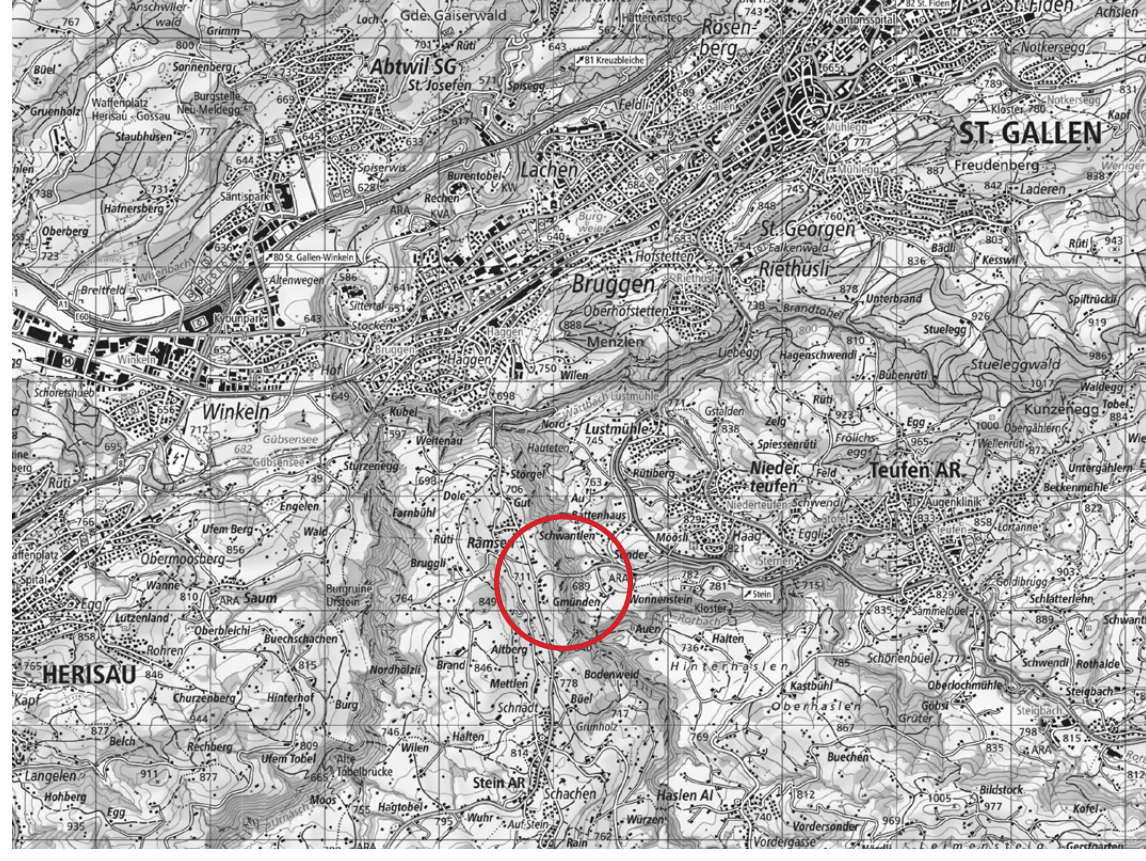


Bachelor-Diplomarbeit

Instandsetzung Gmündertobelbrücke



Situation

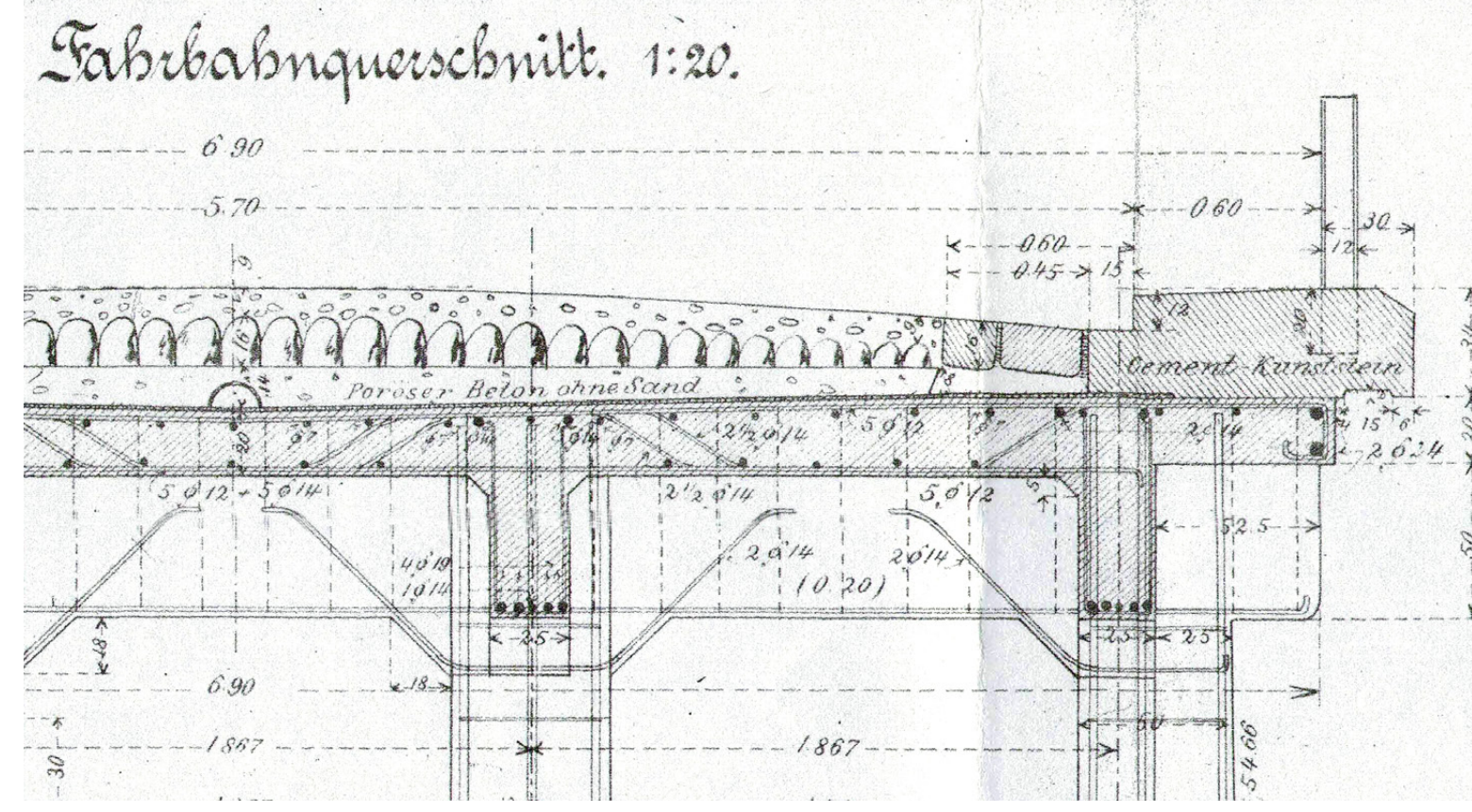
Problemstellung

Die Gmündertobel Brücke im Kanton Appenzel Auser Rhoden soll saniert werden, um weitere 50 Jahre genutzt werden zu können. Im Jahre 2006 wurde von der Firma Bänziger Partner AG eine Zustandsuntersuchung durchgeführt. Nun soll die Brücke nachgerechnet und eine Massnahmenempfehlung erstellt werden. Die, von Emil Mörsch geplante Brücke, wurde 1906 fertiggestellt. Im Jahre 1960 wurde bei Sanierungsarbeiten eine zusätzliche Fahrbahnplatte aufbetoniert. Die Gmündertobelbrücke gilt als wegweisendes Bauwerk seiner Zeit und ist denkmalgeschützt.

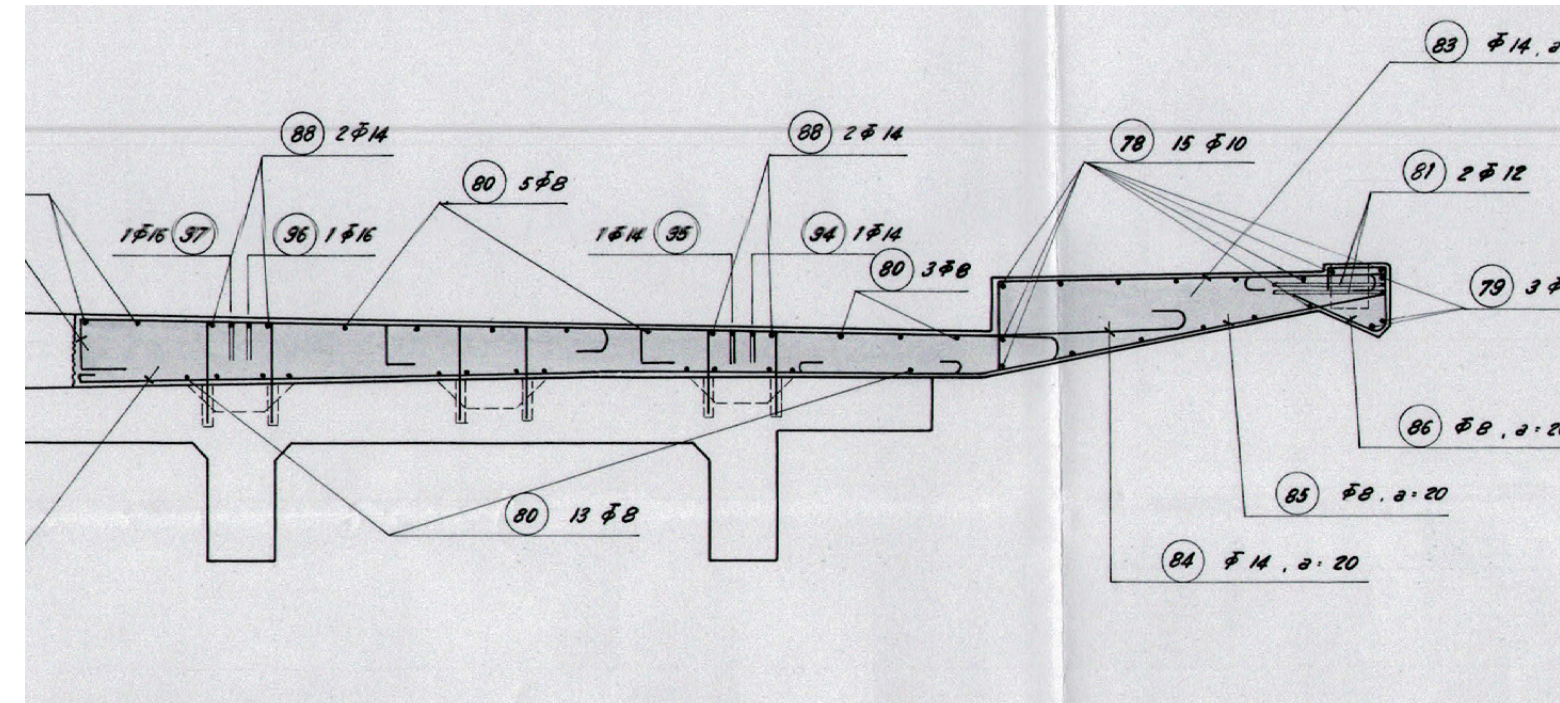
Tragsystem

Die 170 m lange Stahlbetonbrücke gliedert sich in einen Hauptbogen, welcher die Sitter überspannt, und zwei Zufahrtbereiche. Alle Tragwerksteile sind monolithisch miteinander verbunden. Der Hauptbogen weist eine Spannweite von 79 m und eine Pfeilhöhe von 25.5 m auf. Es ist eine gelenklose Bogenkonstruktion die bei beiden Kämpfern eingespannt ist. Die Fahrbahn ist auf dem Hauptbogen aufgeständert. Sie wird von sechs Stützenreihen mit je vier Stützen getragen. Die Fahrbahn besteht aus einem Plattenbalken mit vier Balken. Diese sind bei jeder Stützenreihe mit Querträgern verbunden. 1960 wurde eine neue Fahrbahnplatte auf die bestehende Plattenbalkenkonstruktion aufbetoniert. Dabei wurde die Brücke von 7.0 m auf 10.5 m verbreitert.

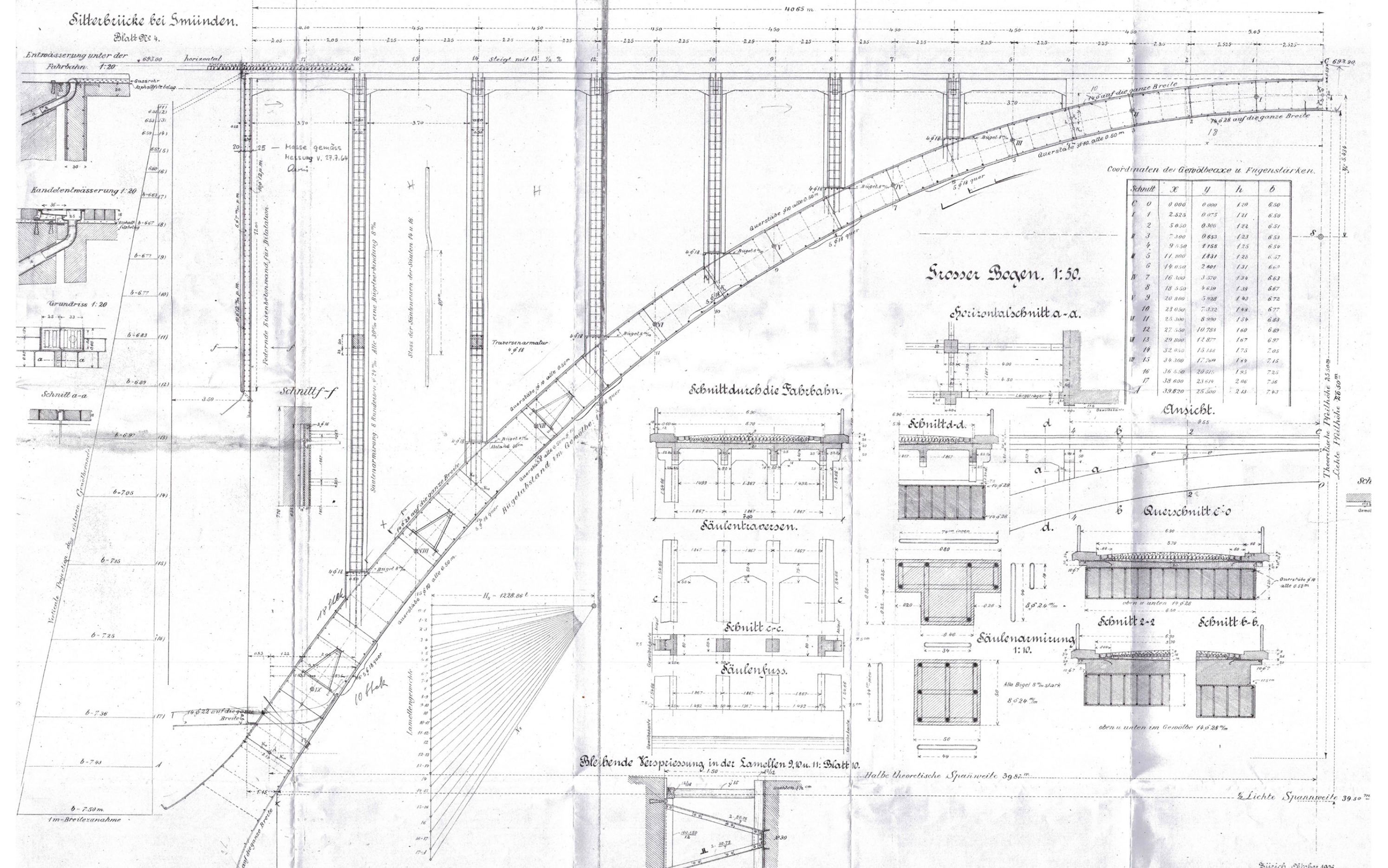
An den Fahrbahnen befinden sich 12 m hohe Pendelwände. Diese sind in den Hauptpfeilern eingespannt und nehmen durch Biegung die Längsausdehnungen der Fahrbahnplatte auf.



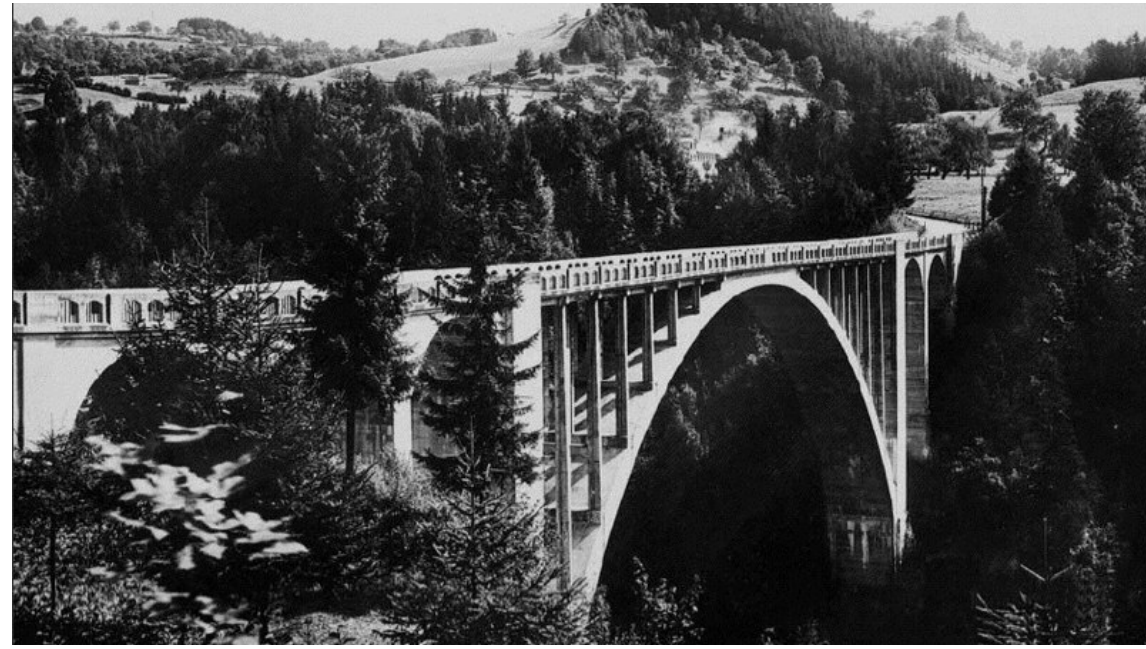
Brückenquerschnitt von 1906



Brückenquerschnitt nach Sanierung 1960



Brückenlängsschnitt von 1906



Gmündertobelbrücke

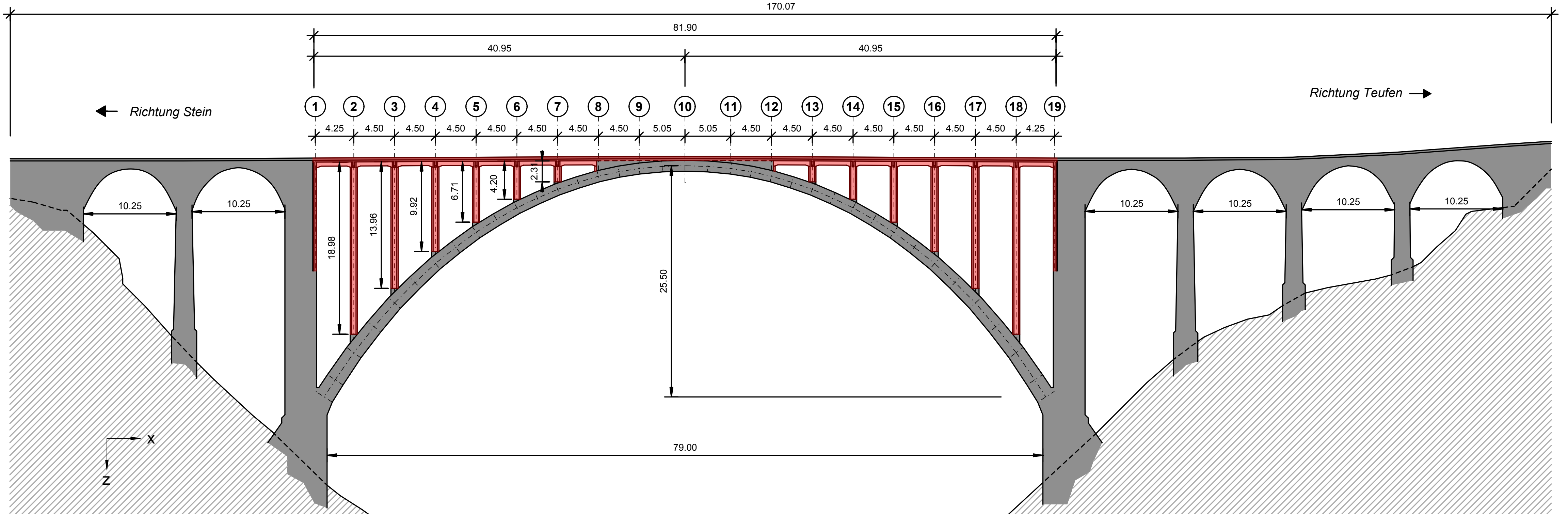
Lösungskonzept

Für die Nachrechnung wird mit den aktualisierten Verkehrslasten des Lastmodells 1 gemäss SIA 269 gerechnet. Für die Widerstände werden ebenfalls aktualisierte Materialkennwerte verwendet. Die Betonkennwerte können anhand vorhandener Bohrkerne gemäss SIA 269 bestimmt werden. Es ist nicht bekannt, welcher Bewehrungsstahl verbaut wurde. Die Kennwerte werden mittels Erfahrungswerte aus der Literatur abgeschätzt. Es wird von einem starren Verbund zwischen dem Plattenbalken von 1908 und der Fahrbahnplatte von 1960 ausgegangen. Dadurch wird der Tragwiderstand eher überschätzt. Genauere Annahmen bezüglich der Verbundwirkung zu definieren ist mit grossen Unsicherheiten verbunden.

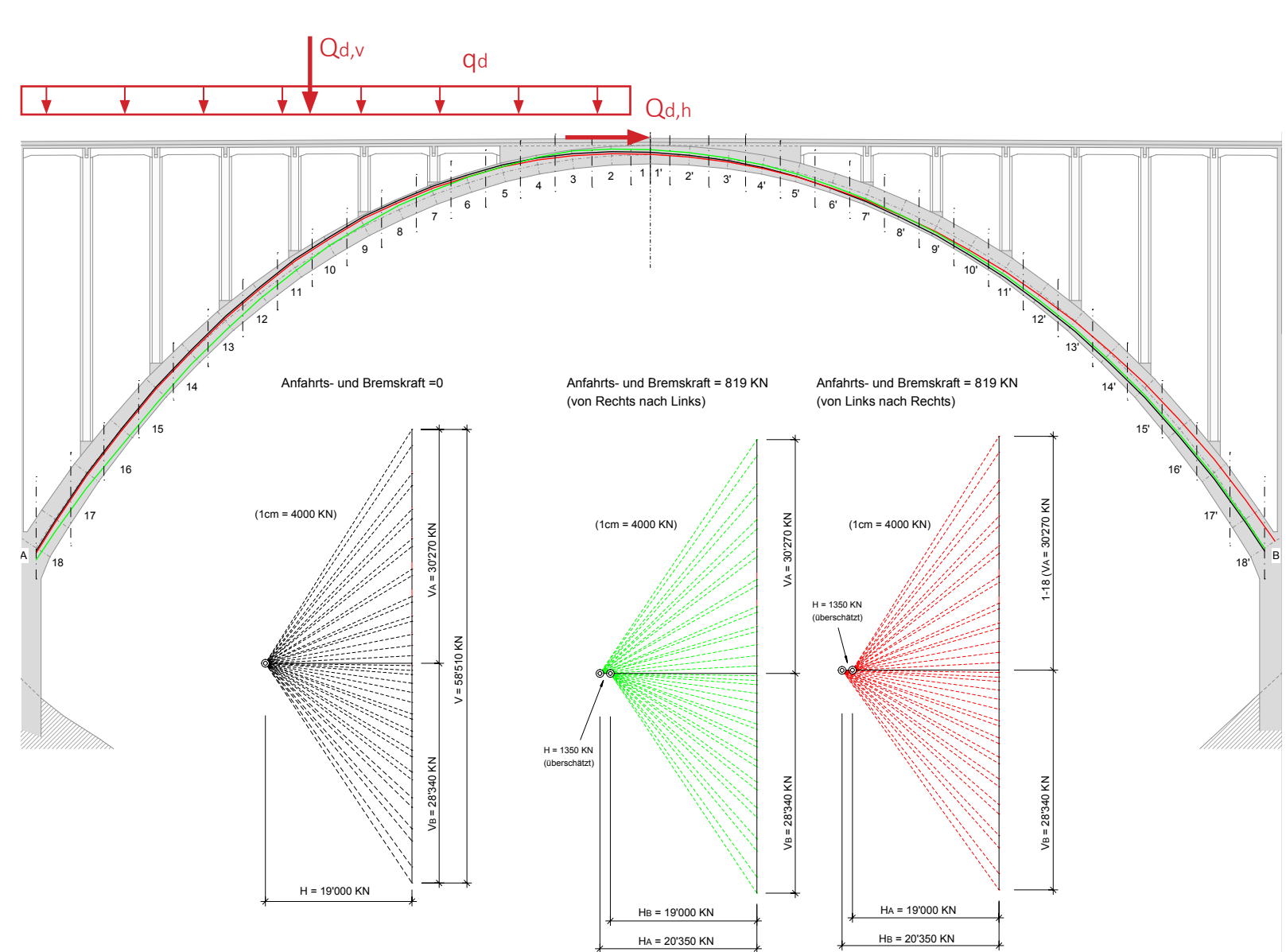
Der Hauptbogen und die Seitenöffnungen werden mittels grafischer Statik überprüft. Die Tragsicherheit ist erfüllt, solange nachgewiesen werden kann, dass bei ungünstiger Laststellung die Stützlinie im Querschnitt verbleibt. Für die Nachrechnung des Brückenüberbaus werden grundsätzlich zwei Laststellungen untersucht. Zur groben Abschätzung der Schnittkraftgrössen wird eine Handrechnung mittels Einzugsflächen erstellt. Genauer werden diese anschliessend mittels Finite-Elementen-Programmen bestimmt. Zur Plausibilisierung werden verschiedene Modelle miteinander verglichen. Unter anderem wird ein Trägerrostmodell einem Plattenmodell gegenübergestellt. Die Ergebnisse der beiden Modelle stimmen gut miteinander überein. Die Trag- und Ermüdungssicherheit des Brückenüberbaus ist nach den aktuell gültigen Normen nicht erfüllt.

5	Alarmierend	Stützen	
4	Schlecht	Quertträger	Längsträger
3	Schadhaft	Pfeiler	Kragplatten
2	Annehmbar	Hauptbogen	Fahrbahnplatte
1	Gut		
Zustand	Tragsicherheit	Erfüllt (>1.0)	Nicht erfüllt (<1.0)

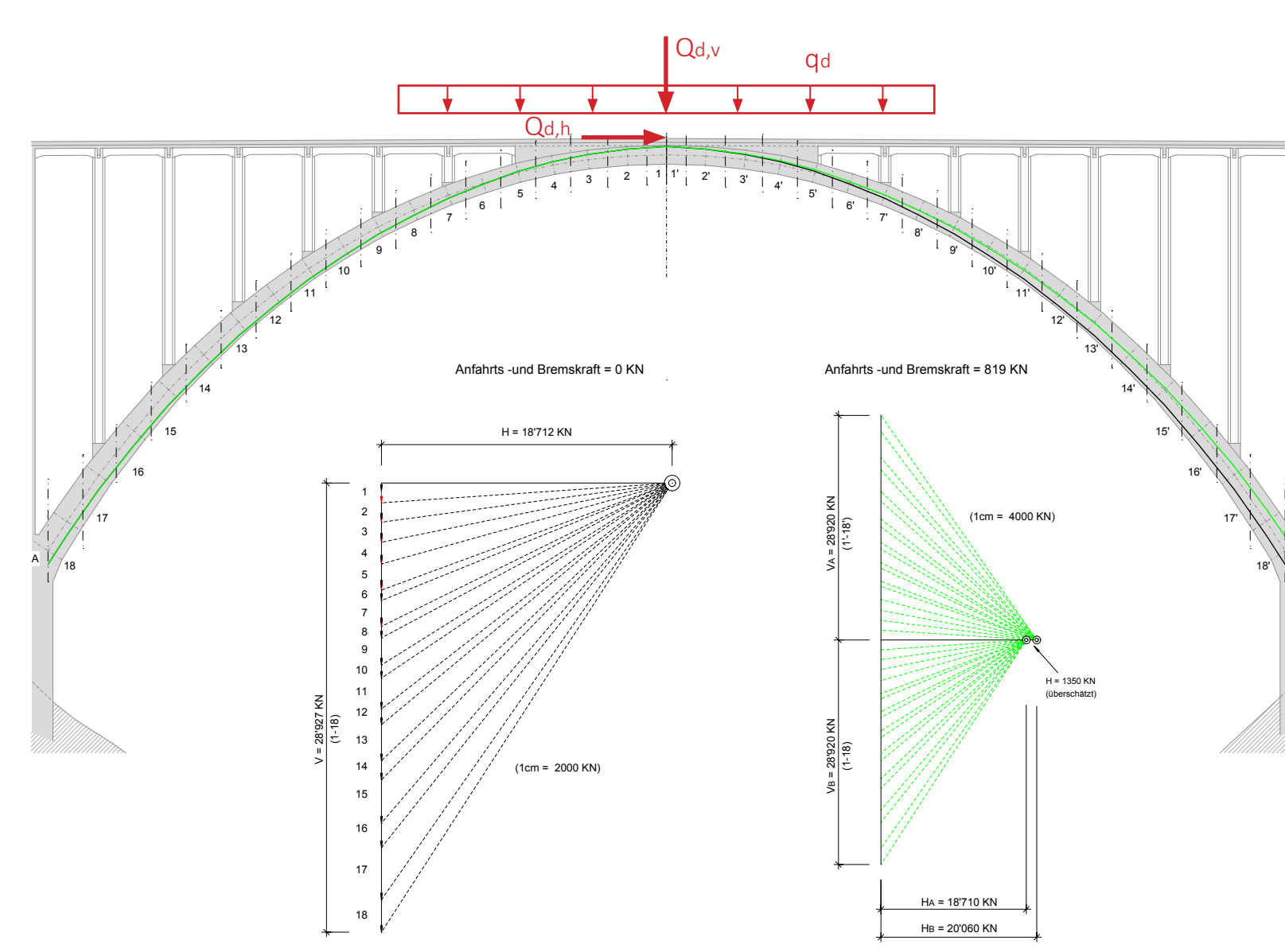
Gegenüberstellung Zustand und Tragsicherheit



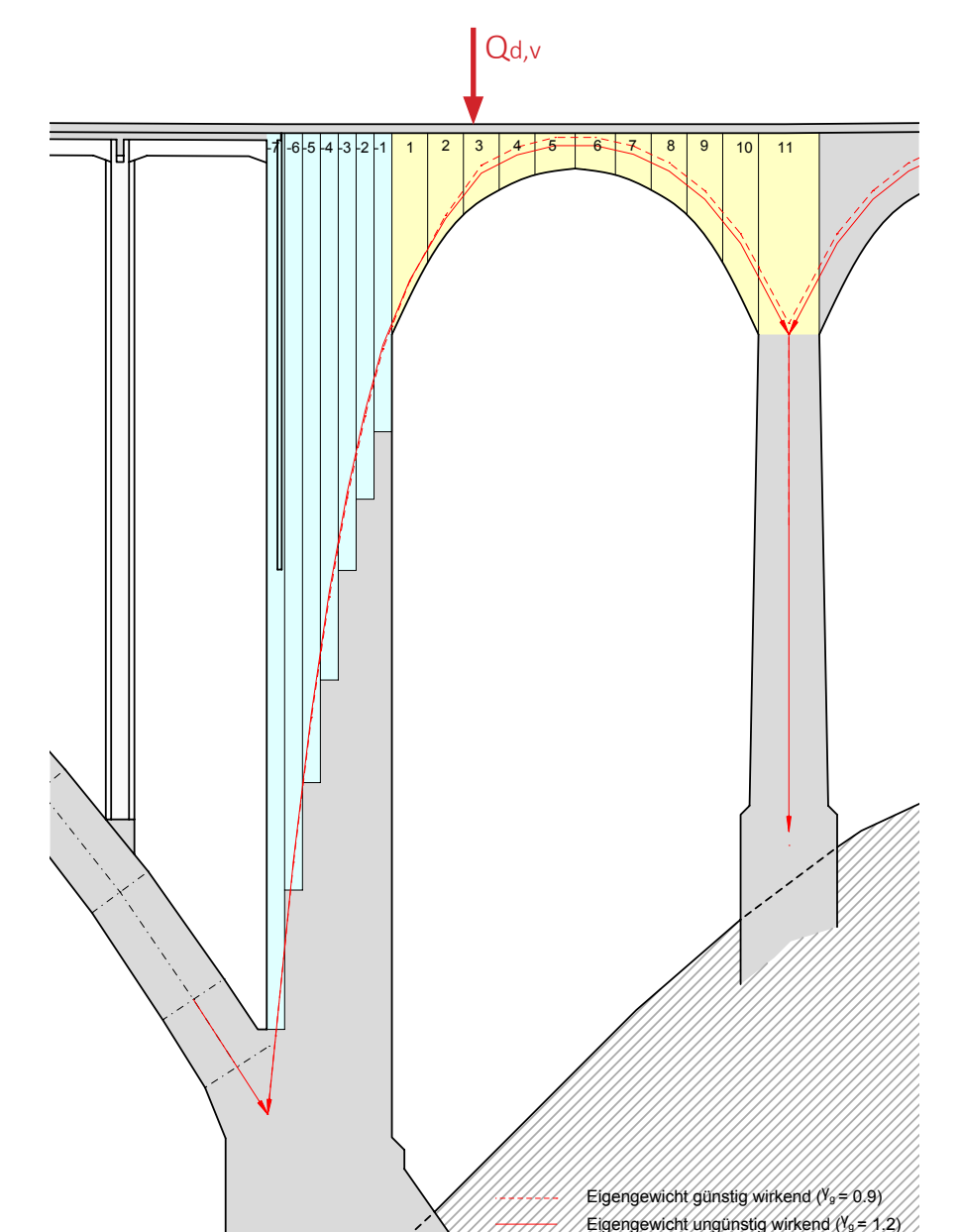
Brückenlängsschnitt, Ersatzbrückenüberbau



Stützlinien im Hauptbogen aus Laststellung 1, grafische Lösung wird mit Excel plausibilisiert



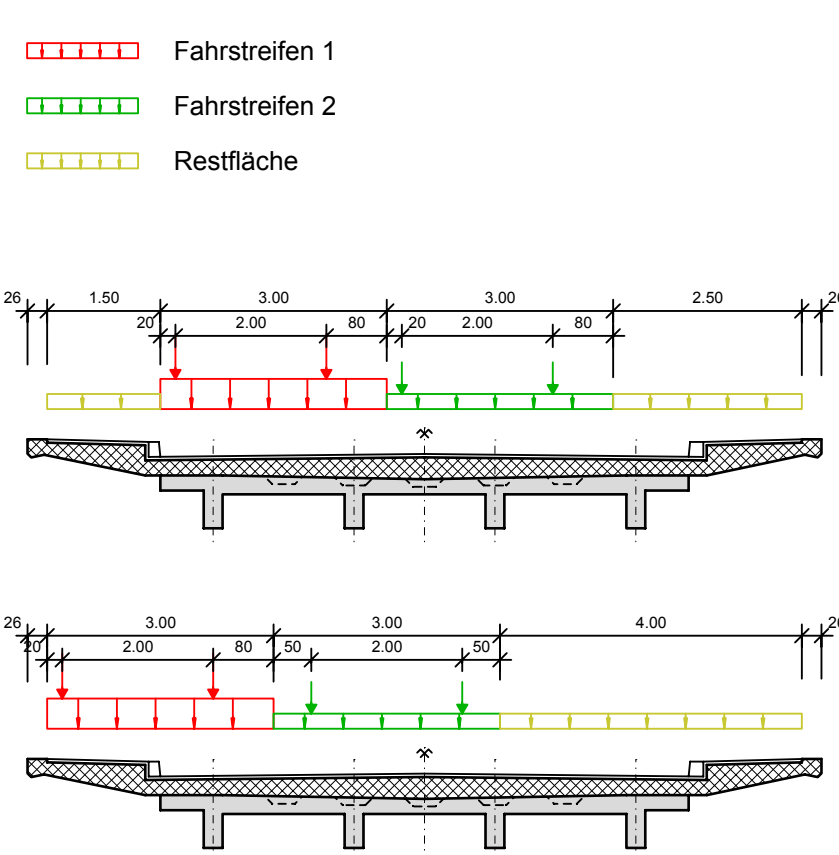
Stützlinien im Hauptbogen aus Laststellung 2, grafische Lösung wird mit Excel plausibilisiert



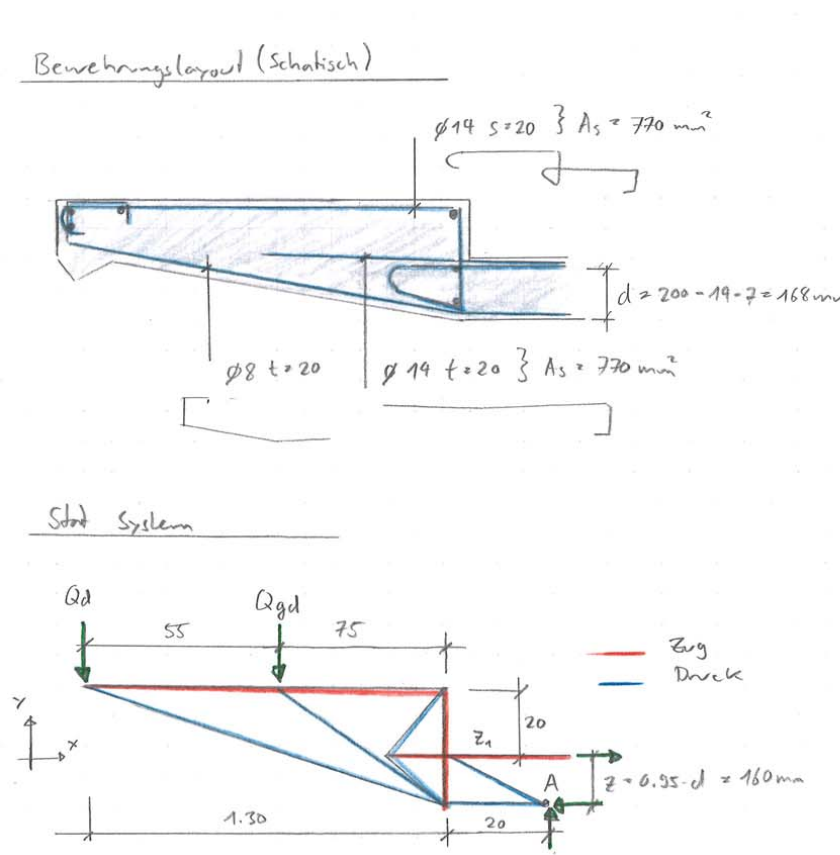
Stützlinien Seitenöffnung, mittels Excel programmiert

Massnahmenempfehlung

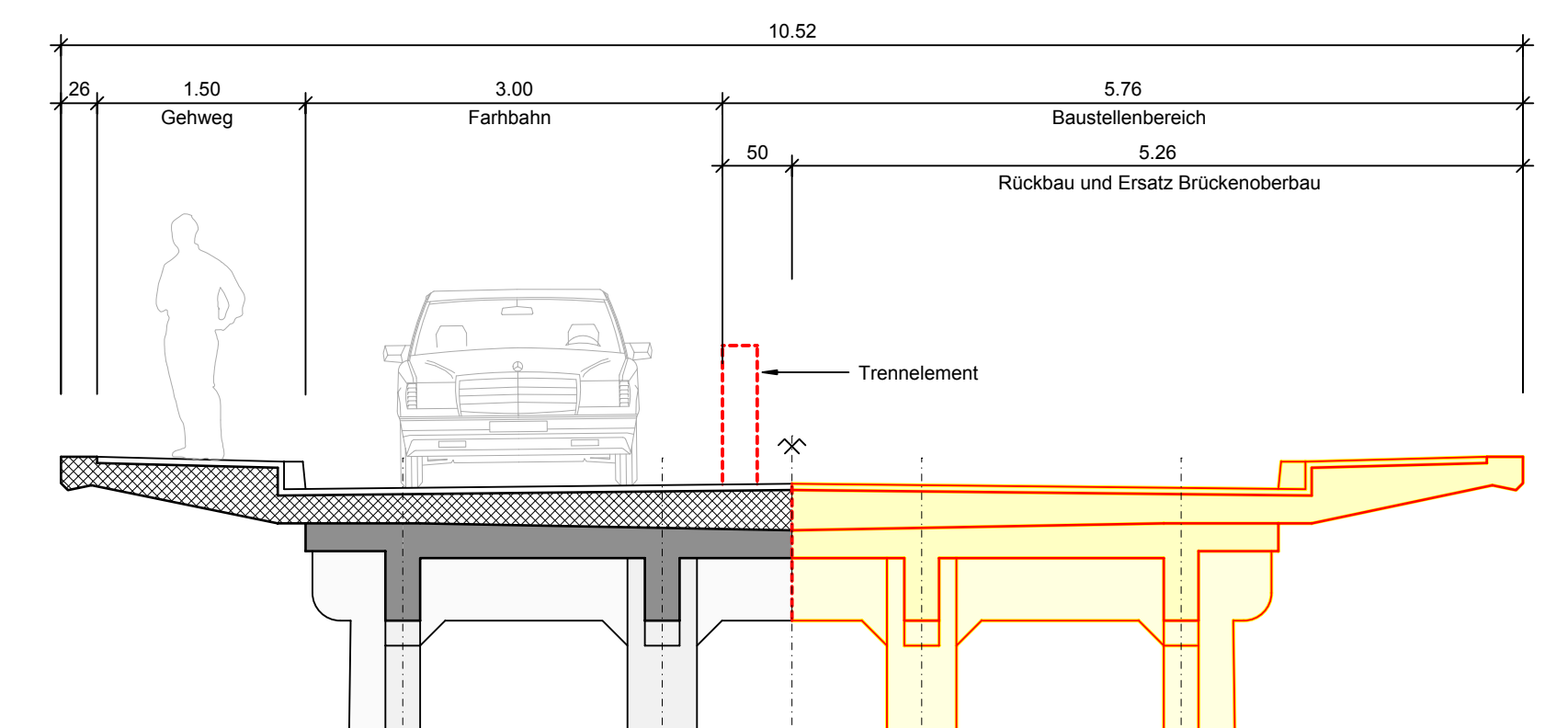
Kurzfristig wird empfohlen die Brücke für den Schwerverkehr zu sperren. Da sich die Brücke in einem allgemein schlechten Zustand befindet, wird empfohlen den Brückenüberbau bis auf die Oberkante des Hauptbogens zu ersetzen. Während der Bauphase kann die Steinerstrasse immer einspurig in Betrieb bleiben. Der Rückbau erfolgt in zwei Hauptetappen über je eine Brückenhälfte. Der Ersatz kann gleichzeitig mit dem Rückbau nachgezogen werden.



Laststellungen Brückenüberbau



Plausibilisierung Lastabtrag im Kragarm



Brückenquerschnitt im Bauzustand

David Nyffenegger

Betreuer:
Prof. Dr. Hartwig Stempfli

Experte:
Dr. sc. techn., Dipl. Bauing ETH SIA Stefan Köppl,
Bänziger Partner AG

Hochschule Luzern, Technik & Architektur