

MODULARBEIT 2020

ANALYSE DES TRAGVERHALTENS EINES HISTORISCHEN TRAGWERKES -  
PASSERELLE WATTWIL



## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung.....                      | 3  |
| 2. Aufgabenstellung.....                | 3  |
| 3. Eckdaten.....                        | 3  |
| 4. Pläne.....                           | 4  |
| 5. Analyse Tragwerk.....                | 5  |
| 5.1 Fachwerk.....                       | 6  |
| 5.2 Pendeljoche.....                    | 7  |
| 5.3 Knoten.....                         | 7  |
| 5.4 Nieten.....                         | 7  |
| 5.5 Auflager.....                       | 8  |
| 5.6 Lasten.....                         | 9  |
| 6. Veränderungen im Laufe der Zeit..... | 10 |
| 7. Zustand Tragwerk heute.....          | 11 |
| 8. Projekt Depotareal Bauma 2020.....   | 11 |
| 9. Zusammenfassung und Fazit.....       | 12 |
| 10. Quellen.....                        | 12 |
| 11. Anhänge.....                        | 13 |

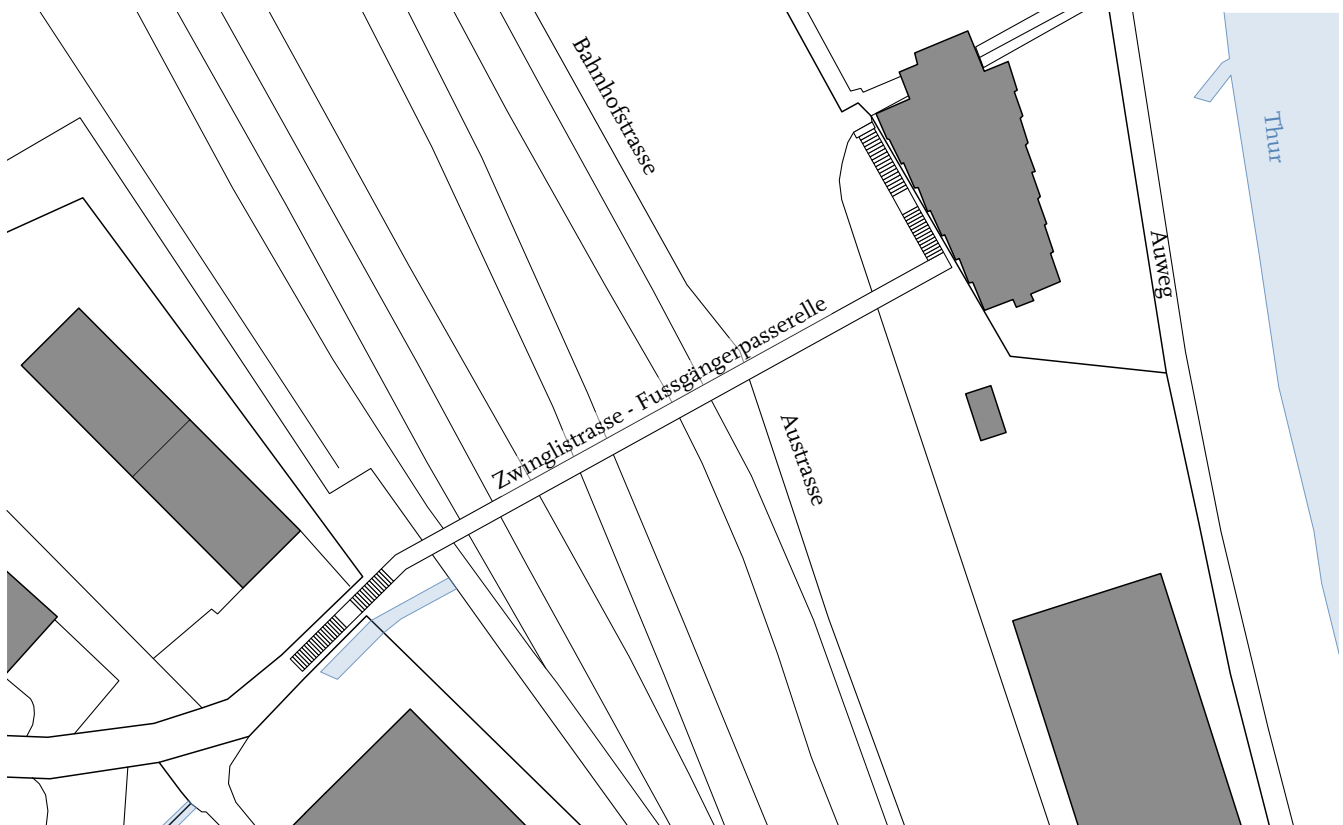


Abbildung 1 : Situation Passerelle Wattwil

## 1. Einleitung

Im Rahmen eines Bauprojektes am Bahnhof Wattwil, plant die Schweizerische Südostbahn (SOB) aus verkehrstechnischen Gründen, die historische Passerelle abzurechen. Die Passerelle ist ein Bauwerk mit kantonalem Schutzcharakter. Jedoch kann aufgrund von Verfahrensfehlern der Behörden, ein Abbruch nicht verhindert werden. Der Dampfbahn-Verein Zürcher Oberland, möchte nun die Passerelle mit seinem Projekt «Depotareal Bauma 2020» vom Entsorgen schützen und am Standort Bauma im Zürcher Oberland eine Zweitnutzung dessen ermöglichen.

Die Passerelle wurde gemäss Bauplänen im Jahr 1909 erstellt. Der Überbau besteht aus einer Stahl-Fachwerkkonstruktion, die das gesamte Gleisfeld als Dreifeldträger mit Spannweiten von 20.40 m, 27.20 m und 23.80 m überspannt. Die beiden Zwischenstützen sind als filigrane Stahlfachwerke ausgeführt und werden in den Bauplänen als Pendeljoche bezeichnet. Sie sind flach fundiert und weisen am Kopf und Fuss Gelenkkonstruktionen auf, welche eine zwängungsfreie Lagerung des Überbaus in dessen Längsrichtung ermöglichen. 1927 wurde die Passerelle gemäss den Bauplänen um 2.00m aufgestockt.

## 2. Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, das Tragwerk der Passerelle Wattwil in seinem heutigen Zustand zu untersuchen, seine zeitlichen Veränderungen aufzuzeigen sowie zu aufzuzeigen, welche Probleme bei einer Wiederverwendung mit heutigen Bauanforderungen anfallen könnten.

## 3. Eckdaten

### Fachwerk:

Höhe Fachwerk: 1.9m

Längste Überspannung: 27.2m

Einteilung: 3 Felder

Lagerung West: Punktlager

Lagerung Ost: Rollenlager

### Lasten:

Total Gehweg: ca. 36.5 t

Treppentürme West: ca. 5.0 t

Treppentürme Ost: ca. 4.5 t

Treppen: je ca. 12 t

Fundamente: ca. 85m<sup>3</sup>

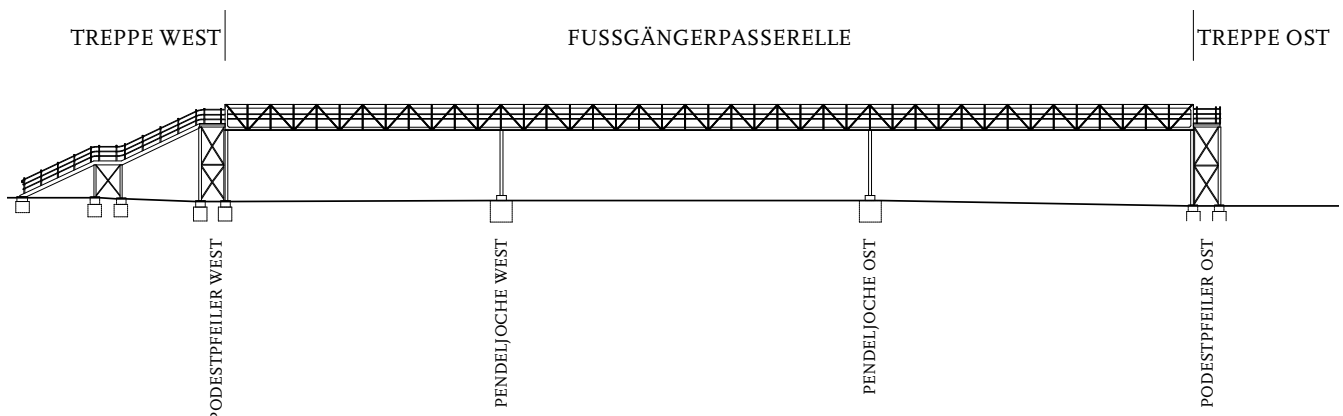


Abbildung 2 : Ansicht Passerelle Wattwil

#### 4. Pläne

Im Archiv der SBB waren unter dem Projekt "Passerelle Wattwil" folgende Pläne archiviert:

- Plan Nr. 750/01 - 24.08.1907 - Ansicht, Grundriss&Querschnitte
- Plan Nr. 750/02 - (24.08.1907) - Ansicht, Grundriss Teilstück rechts 1:50
- Plan Nr. 750/03- Ansicht, Grundriss 1:50 - Passerelle bei Km. 20.350
- Plan Nr. 750/04 - unbekannt - Passerelle bei Km 20.350 / Fundamente
- Plan Nr. 750/05 - unbekannt - Ansicht der Hauptträger 1:20
- Plan Nr. 750/06 - unbekannt - Pendeljoch 1:15
- Plan Nr. 750/07 - unbekannt - Treppenanlage links
- Plan Nr. 750/08 - unbekannt - Treppenanlage rechts
- Plan Nr. 750/09 - unbekannt - Geländerpfosten 1:5
- Plan Nr. 750/10 - unbekannt - Verlängerung des Treppenlaufs Ost + West
- Plan Nr. 750/11 - 02.02.1927 - Verlängerung Stütze bei Treppe links
- Plan Nr. 750/12 - 04.11.1927 - Aufsätze auf die Pendelstütze 1:15 .
- Plan Nr. 750/13 - 12.02.1927 - Erhöhung der östlichen Podestkonstruktion
- Plan Nr. 750/14 - 14.02.1927 - Verlängerung Podestkonstruktion auf Treppen
- Plan Nr. 750/15 - 26.08.1931 - Mast für Umgehungsleitung auf der Passerelle
- Plan Nr. 750/16 - 24.08.1907 - Details von Steg und Treppen
- Plan Nr. 750/17 - 20.04.1908 - Auflagerdetail 1:5 -
- Plan Nr. 750/18 - 23.05.1955 - Erneuern der Treppe und Gehstegsbelages
- Plan Nr. 750/19 - 23.05.1955 - Treppenschutzeisen verzinkt
- Plan Nr. 750/20 - 24.08.1907 - Statische Berechnung

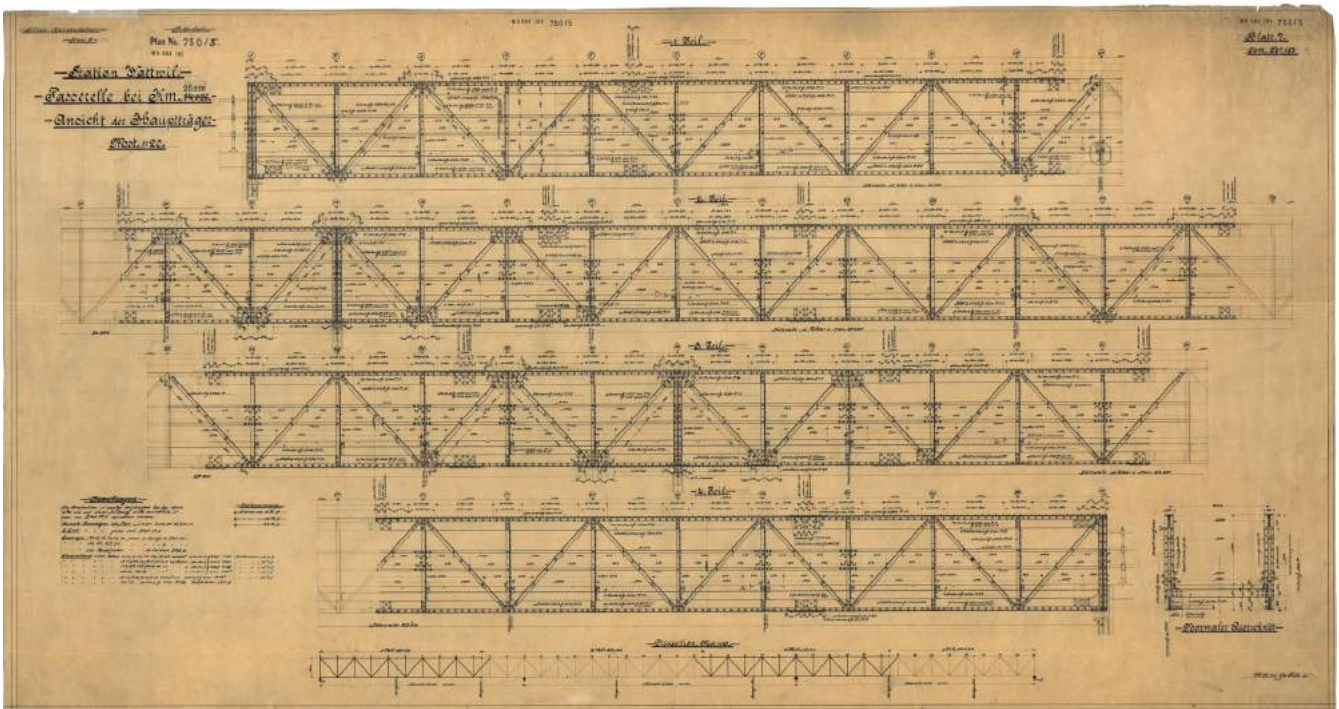


Abbildung 3 : Pläne Ansicht der Hauptträger 1:20 Passerelle 1907

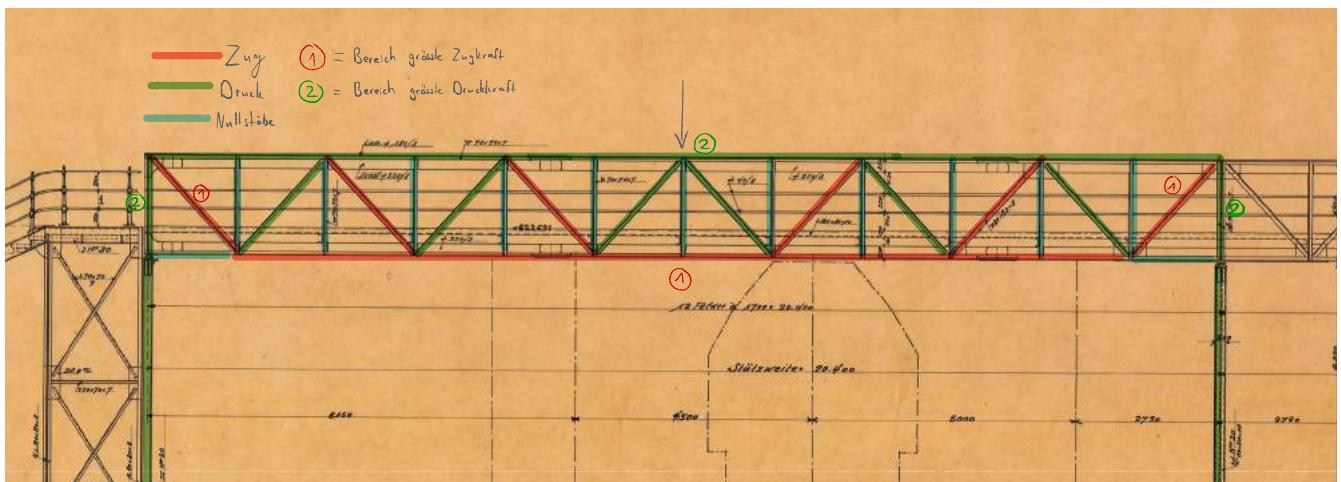


Abbildung 4 : Pläne Ansicht der Hauptträger 1:20 Passerelle 1907

## 5. Analyse Tragwerk

Die Passerelle in Wattwil ist mit folgenden Komponenten aufgebaut. Auf beiden Seiten der Gleise befinden sich Treppenpodestkonstruktionen, die dazwischen ein Fachwerk aufspannen. Die überspannte Gesamtlänge von 71.4m wird neben den Auflagern, von zwei filigranen Pendelstützen getragen. Der Gehbereich der Passerelle ist in 8cm Beton ausgeführt.

### 5.1 Fachwerk

Das überspannte Fachwerk der Passerelle wird im Englischen ein "Modified Warren Truss" genannt. Dies ist der Fall, wenn die Streben immer durchgehend abwechselungsweise auf eine Seite ausgerichtet sind und mit einem vertikalen Pfosten versehen sind. Die vertikalen Pfosten sind theoretisch Nullstäbe und werden in der dritten Dimension mit dem gegenüberliegenden Geländer/Fachwerk verbunden und dienen wahrscheinlich dazu, die Querkräfte besser aufzunehmen. Vermutlich tragen die Nullstäbe trotzdem einen kleinen Teil der örtlichen Eigenlasten.

Der Obergurt des Fachwerks wird gleichzeitig als Geländer und Absturzsicherung für die Passerelle genutzt.

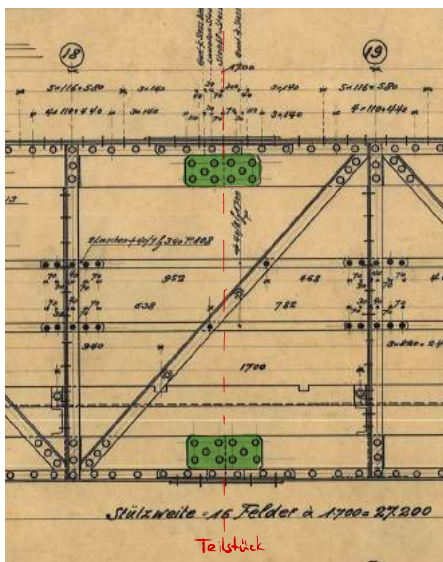


Abbildung 5 : Montage-Stosse

Das Fachwerk ist bei der Montage von 1907 in Teilstücke von 8.50m mit 7 Montage-Stossen aufgeteilt worden, welche am Bau zusammengenietet wurden. Dadurch dass ein Fachwerk die Kräfte nur in Längsrichtung zu den Stäben abgibt und keine Momente aufnehmen kann, war dieses Verfahren problemlos möglich.

Auf der Unterseite der Gehbereiches ist ein weiteres, vertikales Fachwerk vorhanden, welches die Funktion eines Windverbandes einnimmt. Eine zweite Ebene, wie z.B der heute übliche Bremsverband existiert bei dieser Brücke noch nicht. Die Zugstäbe mit der höchsten Belastungen befinden sich in den ersten Querstreben sowie mittig im Untergurt zwischen den Auflagern (Abb.4). Diejenigen der Druckstäbe mittig im Obergurt sowie

in den Pfosten über den Auflagern. Diese Pfosten sind dementsprechend als Doppelpfosten mit der zweifachen Dimensionierung ausgeführt.

Für die Druck- und Zugstäbe wurden zwei verschiedene Profile mit Abmessungen von 80x80mm und 70x70mm verwendet. Gemäss den ehemaligen Berechnungsplänen sind die jeweiligen Zug- und Druckkräfte mit ähnlichen Werten berechnet worden. Allenfalls hängt dies einer dynamischen Belastung der Streben ab, dies würde allerdings die Theorie der unterschiedlichen Dimensionierung der Querstreben teilweise in Frage stellen.

| Streben a                      |                                |                       |                      | Streben b          |                      |  |  |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--|--|
| $I_{eff} = 20,92 \text{ cm}^4$ | $I_{eff} = 10,14 \text{ cm}^4$ |                       |                      |                    |                      |  |  |
| $F_{Zug} = 24,04$              | $F_{Zug} = 18,50$              |                       |                      |                    |                      |  |  |
| $F_{Druck} = 5,3, 8, 22, 8$    | $F_{Druck} = 6,2, 5, 15, 20$   |                       |                      |                    |                      |  |  |
| $l = 220 \text{ cm}$           | $l = 220 \text{ cm}$           |                       |                      |                    |                      |  |  |
| $\sigma_{max} = 14,3$          | $\sigma_{max} = 3,2$           | $\sigma_{min} = 5,17$ | $\sigma_{min} = 3,1$ |                    |                      |  |  |
| $\sigma_{min} = 6,3$           | $\sigma_{min} = 5,5$           | $\sigma_{K} = 0,041$  | $\sigma_{K} = 2,9$   | $\sigma_{K} = 3,9$ | $\sigma_{K} = 0,504$ |  |  |

Abb. 6 : Streben a und b

## 5.2 Pendeljoche

Das Pendeljoch ist gelenkig gelagert und kann kein Moment aufnehmen. Besonders schön ist dies im Fundamentbereich des Pendeljoches zu sehen. Dort ist ein gelenkiger Knoten ausgebildet, der genau diese Funktion des Pendels anschaulich darstellt. Der Grund für die Wahl eines Pendeljoches wird wahrscheinlich für seine kompakte Bauweise in unmittelbarer Gleis- und Weichennähe sein. Der obere Anschluss an das Fachwerk ist ebenfalls gelenkig ausgeführt, allerdings wurden dort die Bauteile normal vernietet, was eine leichte Momentübertragung zur Folge hat.

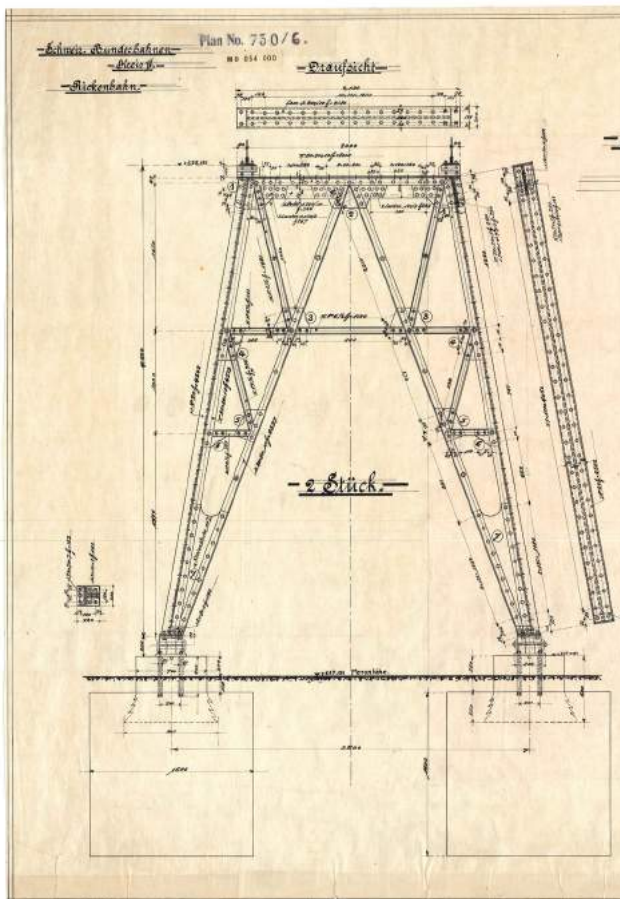


Abb. 7 : Plan Pendeljoch

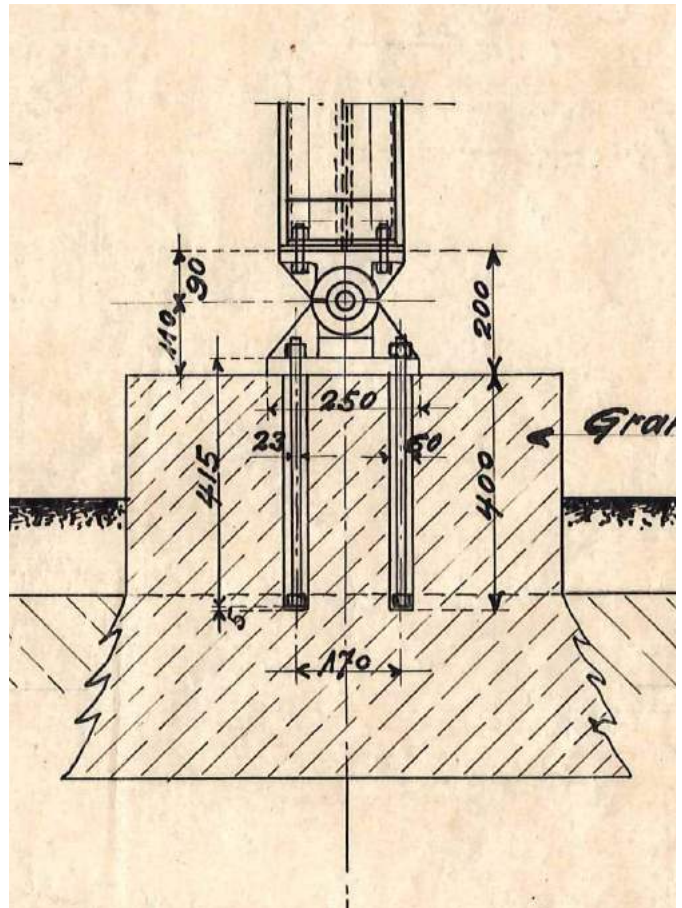


Abb. 8 : Auflager und Gelenk Pendeljoch





## 5.6 Lasten

Das Fachwerk wurde 1907 mit einem Eigengewicht von 180kg pro Meter berechnet, dazu kam die armierte Betonplatte mit zusätzlichen 160kg/m sowie eine Annahme von 405kg/m für zugeführte Lasten. Die totale Last der gesamten Brücke beträgt in den Berechnungen 53.2 Tonnen. Die Eigen- sowie zugeführte Lasten scheinen sich ungefähr gleichmässig aufzuteilen.

Für die Bemessung der Tragfähigkeit sind besonders die Dimensionierung der Ober- und Untergurte relevant. Die Bauteile wie z.B. die Treppenkonstruktionen sind konstruktiv bedingt und wirken für die damalige Zeit überdimensioniert (Abb. 13).

Mit der Erhöhung der Passerelle in der 20er Jahren war wahrscheinlich die Frage der Knicklänge aufgetaucht, welche mit der neuen Höhe allenfalls unterdimensioniert war.

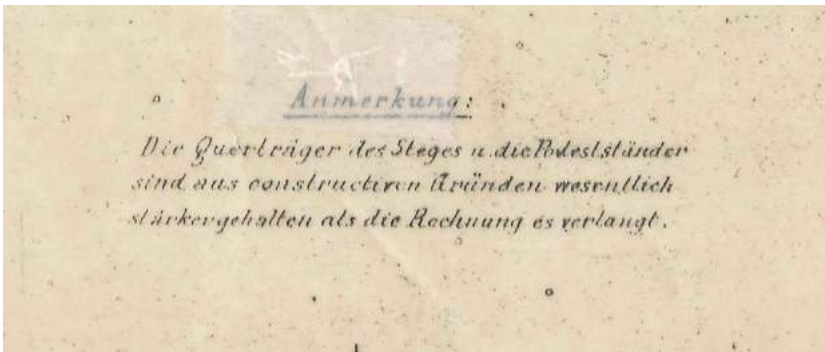


Abb. 13 Kräfteberechnungen 1907

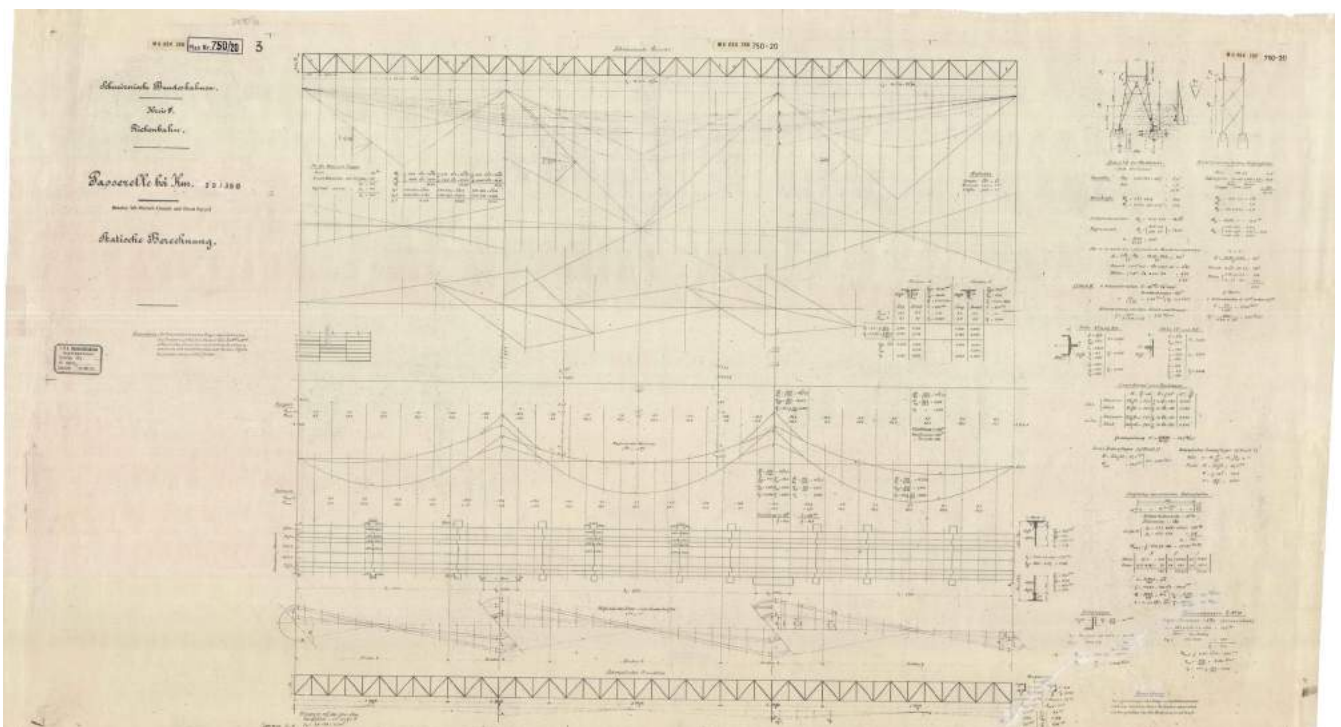


Abb. 14 Kräfteberechnungen 1907

## 6. Veränderungen im Laufe der Zeit

Mit der Aufstockung der Passerelle im Jahre 1927 ist 17 Jahre nach der Bauwerkseröffnung bereits die erste grössere Veränderung geplant worden. Gemäss den Planungsunterlagen wurde das Joch und der Treppenturm um jeweils 1.37m erhöht. Dadurch mussten auch die Treppen verlängert werden.

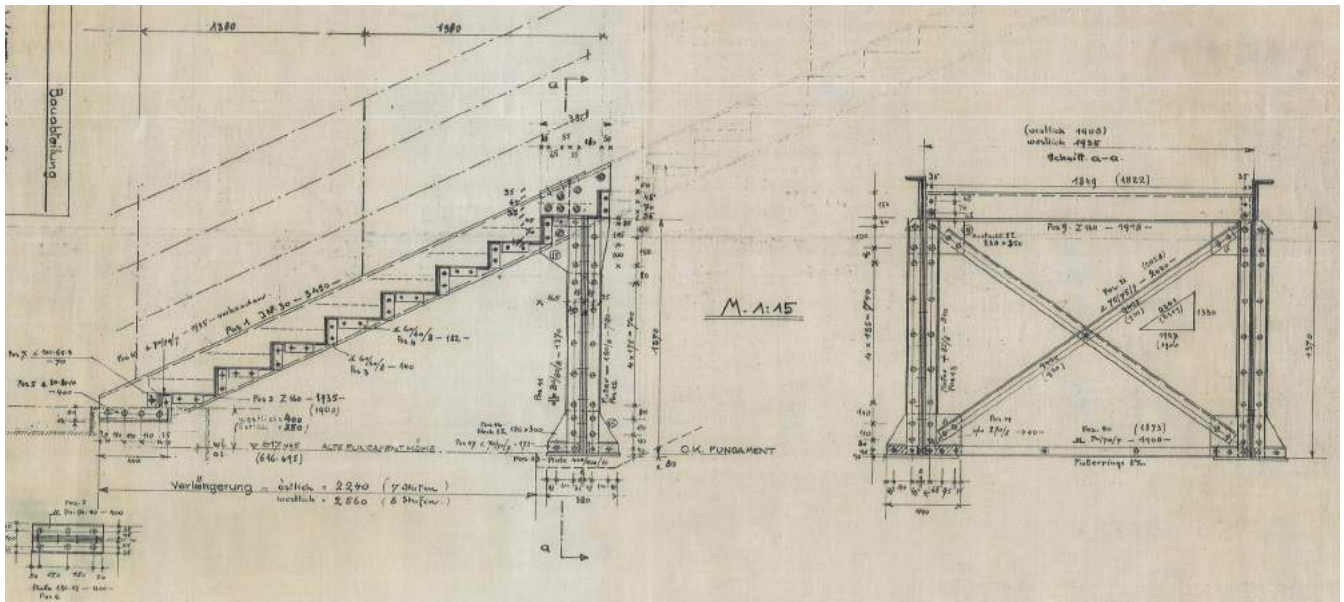


Abb. 15 Aufstockung 1927

Interessanterweise ist die heutige Verlängerung der Pendelstützen nicht gemäss den Plänen von 1927 ausgeführt und trägt mit den kaltgerollten HEA Trägern eher eine Handschrift aus den 1950er Jahren. Entweder wurde die geplante Aufstockung von 1927 verschoben und erst einige Jahrzehnte später ausgeführt, oder es kam Mangels Bauschäden zu einem Ersatz der verlängerten Joche. Vielleicht trug auch eine verschlechterte Knicklänge zum Ersatz der ursprünglicher Erweiterungskonstruktion bei.

1931 wurde ein Umfahrgangsmast um die Passerelle installiert. Danach fand im Jahre 1955 ein Ersatz der Treppenpodeste statt. Die ursprünglichen Geländer wurden wieder auf die neue Konstruktion montiert. Eine allfällige Erklärung für diesen Ersatz könnte gewesen sein, dass die genietete Podestkonstruktion zu wenig in den Untergrund eingespannt war und damit das Fachwerk nicht ausreichend gelagert werden konnte.



Abb. 16 Heutige Pendelstütze 2020

Nach dieser Zeit wurde weiter eine Beleuchtung der Passerelle installiert, sowie ein Absturzgitter an das Fachwerkgeländer montiert sowie der Betonbelag ausgewechselt.

## 7. Zustand Tragwerk heute

Die Passerelle scheint heute noch in einem guten Zustand zu sein. Der Korrosionsschutz wurde im Laufe der Jahre ausreichend aufgebracht und es sind keine grössere Rostschäden zu finden.

Für die Bemessung der Traglast nach heutigen Normen ist der Ober- und Untergurt die heute relevante Grösse. Die Passerelle wird heute aufgrund einer Studie in Wattwil von durchschnittlich 2 Personen pro Stunde überquert. Daraus lässt sich schliessen, dass aktuell mit einer geringeren zugeführten variabler Last gerechnet werden könnte und die Passerelle wahrscheinlich den heutigen Anforderungen im Bestandesbau immer noch gerecht wird.

## 8. Projekt "Depotareal Bauma 2020"

Das Projekt "Depotareal Bauma 2020" sieht vor, die Passerelle im Rahmen eines Dampfbahn-Freilichtmuseums nach Bauma zu translozieren. Diese soll das neue Eingsangsportal zum Museum werden und über die bestehenden Gleise der SBB in Bauma führen.

Mit der Verschiebung an den Standort Bauma treten entsprechend neue Herausforderungen an die Passerelle auf. Glücklicherweise befinden sich die beiden Standorte bezüglich Schneelasten auf ähnlichen Meereshöhen.

Für eine neue Aufstellung über den Gleisen der SBB mit Personenverkehr sind höchstwahrscheinlich viele zusätzliche Schutzmassnahmen, wie eine weitere Erhöhung der Passerellenhöhe oder die Erstellung eines Anprallschutzes erforderlich. Beides ist aus Sicht des Denkmalschutzes eine Beeinträchtigung der historische wertvollen Baute.

Durch eine andere Gleisgeometrie können die Stützen in Bauma wahrscheinlich nicht an derselben Stelle wiederaufgebaut werden. Dies führt dazu, dass einige Anpassungen an die Passerelle gemacht werden müssten. Einerseits ist dies durch den modularen Aufbau viel besser möglich als bei geschweissten Brücken. Andererseits sind die entsprechenden Verstärkungen der Pfosten über den Jochen und die an den kritischen Stellen eingesetzten grösseren Nieten, nach einer Anpassung am falschen Ort und müssten kostenintensiv und nicht denkmalgerecht abgeändert werden.

Falls die Passerelle den statischen Anforderungen mit einem grösseren Menschenaufkommen nicht mehr gerecht werden kann, müssten Alternativen geprüft werden, um die Tragfähigkeit trotzdem gewährleisten zu können.

Eine Möglichkeit wäre das Vorspannen von Zugseilen im Betonbelag oder diese andersweitig, möglichst versteckt, im Fachwerk zu integrieren.

Eine kostengünstigere Option wäre der Belagwechseln von Beton zu Holz, dadurch würde das Eigengewicht der Passerelle reduziert werden und die Tragfähigkeit insgesamt erhöht.

Ein weiterer wichtiger denkmalpflegerischer Punkt ist der Umgang mit der Absturzsicherung. Diese lässt heute die filigrane Konstruktion der Passerelle weitgehend zum Verschwinden bringen und müsste am neuen Standort in Bauma andersweitig gelöst werden.

## 9. Zusammenfassung und Fazit

Die Passerelle ist aus Sicht der Denkmalpflege sehr wertvoll und sollte einen möglichst schonenden Umgang erhalten. Aufgrund der Anprallsicherheit ist der Standort in Wattwil mit häufigen Schienenverkehr der SOB in Zukunft nicht mehr erhaltbar. Der neu geplante Standort in Bauma ist aus verkehrstechnischer Sicht besser geeignet. Obwohl eine Translation das Ortsbild von Wattwil schwächt, kann zumindest die Passerelle in materieller Form erhalten werden und seine Zukunft mit dem Zugang zum "Depotareal Bauma 2020" sichergestellt werden.

Aus konstruktiver Sicht ist an der Passerelle sehr deutlich zu erkennen, wie ein Minimum an Material für eine maximale statische Leistung erbracht wurde. Dieses typische Erscheinungsbild lässt die Konstruktion filigran wirken und ist im Gegensatz zu heute, wo Arbeit und Material günstig ist, kaum mehr anzufinden. Die Passerelle ist deshalb als besonderen Zeitzeugen der Eisenbahngeschichte einzustufen und soll unbedingt erhalten bleiben.

## 10. Quellenangaben

Pläne: SBB Archiv

Fotos: Stefano Jehle, DSP Ingenieure

Pläne und Zeichnungen: Stefano Jehle

## 11. Anhang Bilder

Fotos Passerelle Wattwil heute

## Allgemein



## Pendelstütze und Treppenturm „rechts“



## Pendelstütze „rechts“ im Vordergrund



Pendelstütze „rechts“ im Vordergrund



Aufsatz (Erweiterung) Pendelstütze



Treppen „links“



Treppenturm „links“



Punktlager Seite „links“ West



## Beleuchtung



### Abstürzsicherung



## Werkleitungen





**Belag, Übergang**









Staatsarchiv Wattwil



## 10. Anhang Pläne

Gesammelte Pläne 1907 - 1955