



Kanton Graubünden



Kanton St. Gallen

ENTWURF

# Aufw. ...ung Alpenrhein

## Maienfeld / Bad Ragaz

### Rhein-km 23.636 bis Rhein-km 27.100

### Beurteilung Brücke km 27.676

Öffentlich aufgelegt vom ..... bis .....

vom..... bis .....

Kanton Graubünden / Stadt Maienfeld / Gde. Landquart

Gde. Bad Ragaz

<b>Projekt-Nr. Kt. St. Gallen</b> 40.003	<b>Projekt-Nr. Kt. Graubünden</b> 413.13-B	<b>Projekt-Nr. Verfasser</b> 1200	<b>Plan-Nr.</b> --	<b>Beilage-Nr.</b> 4.9	
<b>Studie</b>	<b>Projektverfasser</b> 	--	<b>Verf.</b>	gepr.	Datum
<b>Vorprojekt</b>		--	bh	rk	09.07.2020
<b>Auflageprojekt</b>	<b>Berichtverfasser</b> ARGE Nipo / Herzog Ing. / Tuffli Partner	<b>Rev</b>			
<b>Ausführungsprojekt</b>		<b>Rev</b>			
<b>Abschlussakten</b>		(Name der elektronischen Ablage)			
		Format		A4	



## Auswirkung der Aufweitung des Alpenrheins auf die Rheinbrücke Maienfeld / Bad Ragaz (km 27.676)



### Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Rheinbrücke Bad Ragaz – Maienfeld</b> .....	<b>4</b>
3.1 Bauwerk und Tragsystem .....	4
3.2 Baugeschichte .....	4
3.3 Pfeiler .....	4
3.3.1 Geometrie.....	4
3.3.2 Statik der Pfeiler.....	4
<b>4. Sohlenlagen</b> .....	<b>5</b>
4.1 Mittlere Sohle.....	5
4.2 Talweg und Bank .....	5
<b>5. Prognostizierte Sohlenlage nach Entwicklung der Aufweitung (Endzustand)</b> .....	<b>6</b>
5.1 Massgebender Zustand.....	6
5.2 Entwicklung der mittleren Sohlenlage nach Ausführung des Projektes .....	6
5.3 Tiefste Sohlenlage im Talweg.....	7
<b>6. Fazit und Auswirkung auf die Rheinbrücke</b> .....	<b>8</b>



## 1. Einleitung

Im Folgenden werden die Auswirkungen der Aufweitung des Alpenrheins zwischen Landquart und Bad Ragaz auf die Kantonsstrassenbrücke Maienfeld / Bad Ragaz untersucht.

## 2. Grundlagen

Folgende Grundlagen stehen zur Verfügung:

- [1] Strassenbrücke Maienfeld – Bad Ragaz, Rechtsseitiger Pfeiler, Plan Nr. 15823, Locher & Cie, März 1919
- [2] TBA GR, Neue Rheinbrücke, Bauprojekt nachgeführt, Übersichtsplan, Plan Nr. 722.1009/3 vom Okt. 1976
- [3] TBA GR, Neue Rheinbrücke, Bauprojekt nachgeführt, Pfeiler, Plan Nr. 722.1009/23 vom Okt. 1976
- [4] Rheinbrücke Maienfeld, Plan des ausgeführten Werkes, Übersichtsplan Nr. 414.01.1009/26, ewp AG Chur vom Januar 2017
- [5] Brücke Maienfeld – Bad Ragaz: Verlauf Sohlenveränderung 2005 – 2013, Rhein km 27.665, Rheinunternehmen St. Gallen
- [6] Historischer Verlauf mittlere Sohle, Talweg & Bank, Rhein km 27.800, Hunziker, Zarn & Partner AG, vom 20.04.20
- [7] Messstelle Rheinbrücke Bad Ragaz – Maienfeld, Flügelmessungen vom 05.07.2012 (Hochwasser), Plan Nr. 3323 0358 – 1a, Wälli AG Ingenieure, Heiden, vom 12.07.2012
- [8] Aufweitung Alpenrhein, Maienfeld – Bad Ragaz, Verlauf Sohlenlagen, Rhein km 27.800, Hunziker, Zarn & Partner AG, Domat Ems, vom 20. April 2020
- [9] Telefonate mit Riet Müller, TBA GR und Erich Brühlmann, TBA GR (ehemals Projektleiter bei ewp für das Sanierungsprojekt 2016)
- [10] Rheinbrücke Maienfeld, Detaillierte Überprüfung 2009, Statische Überprüfung, Plan 414.01.1009, Bänziger Partner AG, Chur, Januar 2010: Kap. 1. Zusammenfassung, Kap. 10 Brückenunterbau, Kap. 11 Anhang C1 – C4
- [11] Rückmeldung TBA GR und TBA SG zum vorgelegten Berichtsentwurf, 12. Mai 2020

## 3. Rheinbrücke Bad Ragaz – Maienfeld

### 3.1 Bauwerk und Tragsystem

Über die Brücke über den Rhein zwischen Bad Ragaz und Maienfeld bei km 27.676 (IRKA) verläuft die Kantonsstrasse, welche die Kantone St. Gallen und Graubünden verbindet. Das Werk gehört bei den Kantonen gemeinsam.

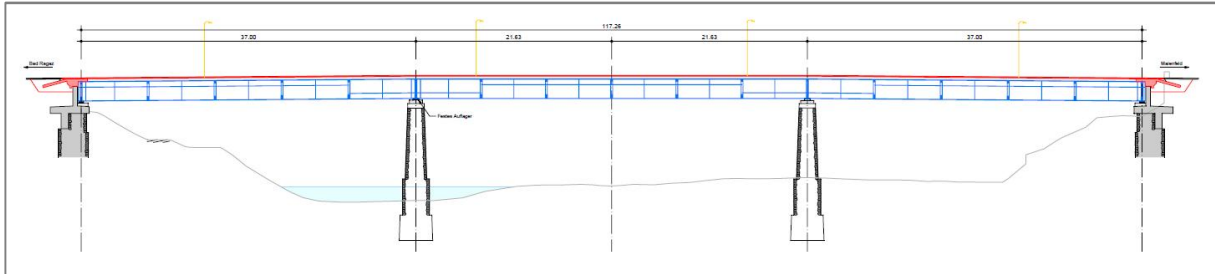


Abbildung 1: Längsschnitt Rheinbrücke 2017, aus [4], Blick in Fließrichtung, ohne Massstab

Es handelt sich um einen dreifeldrigen Durchlaufträger mit zwei gemauerten Widerlagern, welche weit oben in den Uferböschungen liegen und flachfundiert sind. Die beiden Pfeiler im Fluss sind ebenfalls gemauert und wurden in Caissonbauweise erstellt. Sie können naturgemäss kein Moment aufnehmen und tragen als Schwergewichtsmauern.

### 3.2 Baugeschichte

1919: Bau der Rheinbrücke

1977: Erneuerung Oberbau → Stahlkonstruktion wird auf die bestehenden Pfeiler gesetzt.

2016: Instandsetzung Kordon, Leitschranken und Fahrbahnübergänge, sowie Belag Gehweg

### 3.3 Pfeiler

#### 3.3.1 Geometrie

Gemäss [2] und [3] liegt UK Fundament beider Brückenpfeiler auf einer Kote von 491.24 m ü.M. Dies entspricht den Angaben aus Plan [1], wobei in letzterem noch die alte, um 3.26 m zu hohe Bezugshöhe des alten Schweizerischen Landesnivellements vor 1903 verwendet wurde.

Die Foundationstiefe der Pfeiler wurde bisher nicht mittels Sondagen verifiziert.

#### 3.3.2 Statik der Pfeiler

Im Jahr 2009 fand eine detaillierte Überprüfung der Brücke statt [10]. Dabei wurde auch der Brückenunterbau untersucht (Kap. 10 und 11 aus [10]). Aus den statischen Berechnungen ist ersichtlich, dass die Gesamtergebnisse der an den Pfeilern angreifenden Kräfte annähernd im Kern des Querschnittes liegt. Weitere Nachweise liegen gemäss TBA nicht vor.

## 4. Sohlenlagen

### 4.1 Mittlere Sohle

Die Rheinsohle befindet sich seit der Korrektur in Eintiefung. Die Aufzeichnung des historischen Verlaufs der mittleren Sohle [6] zeigt, dass sich die mittlere Sohle im Bereich der Rheinbrücke im Jahr 2016 bis zur tiefsten je gemessenen Kote von 497.85 m ü.M abgesenkt hat (Abbildung 2).

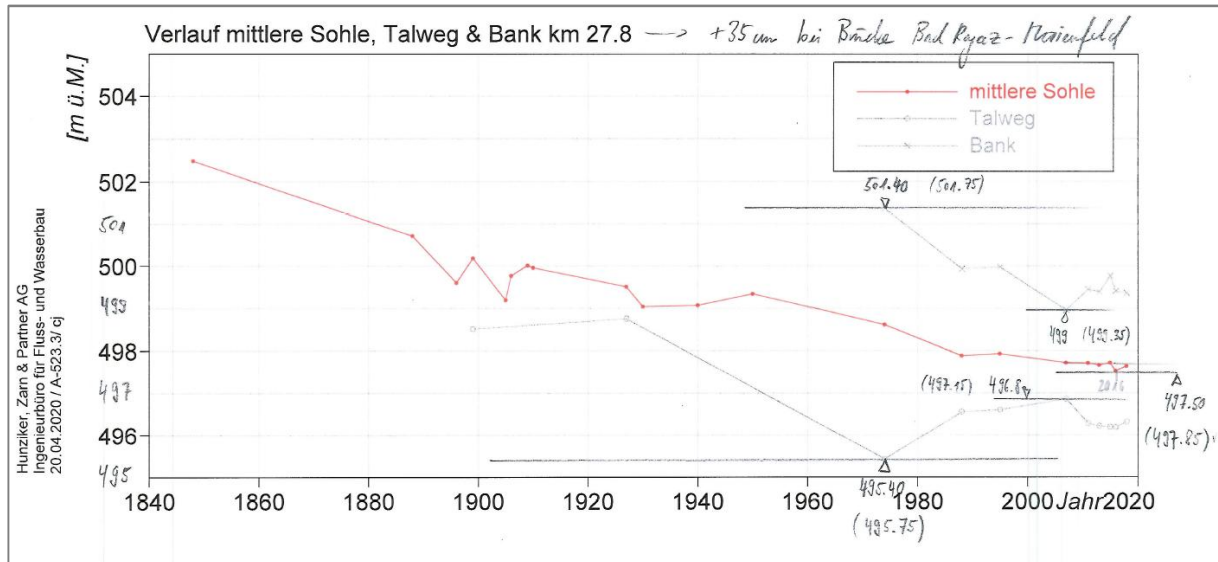


Abbildung 2: Historischer Sohlenverlauf bei Rhein-km 27.8, aus [6], die Werte in Klammern geben die Sohlenhöhe bei der Rheinbrücke an.

Bemerkung: Die Rheinbrücke Maienfeld liegt bei Rhein-km 27.670. Die Sohle im Bereich der Brücke liegt ca. 35 cm höher, als die Aufnahmen aus Abbildung 2 bei Rhein-km 27.800.

### 4.2 Talweg und Bank

Auf der betreffenden Strecke liegt die Höhe von Talweg und Kiesbänke mehrere Meter auseinander und unterhalb, resp. oberhalb der mittleren Sohle. Die Modellierungen des künftigen Zustandes [8] beziehen sich auf die mittlere Sohle. Die mögliche zusätzliche Tiefe des Talweges muss also für die Beurteilung der Brücke noch davon abgezogen werden.

Anhand der Aufzeichnungen des Rheinunternehmens [5] ist ersichtlich, dass der Talweg in der gemessenen Zeitspanne 1.80 bis 3.30 m tiefer als die mittlere Sohle (Abbildung 3).

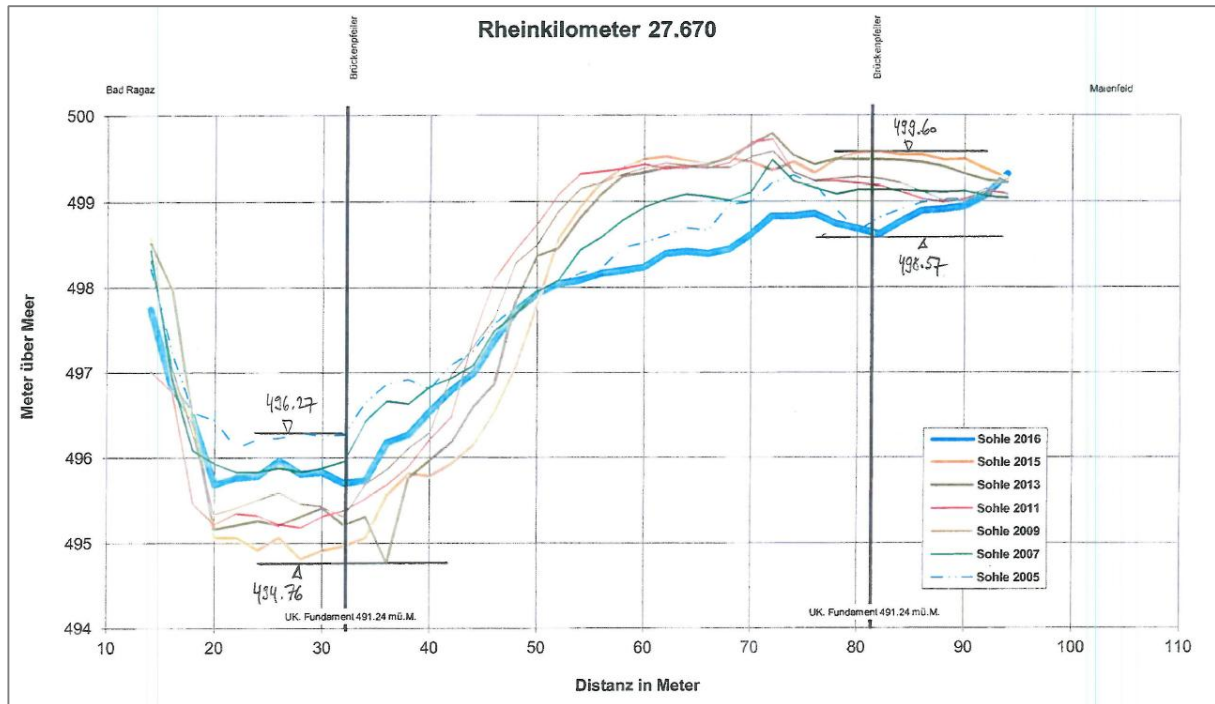


Abbildung 3: Brücke Maienfeld – Bad Ragaz: Sohlenveränderung 2005 – 2013, aus [5]

## 5. Prognostizierte Sohlenlage nach Entwicklung der Aufweitung (Endzustand)

### 5.1 Massgebender Zustand

Im Zustand nach Bauende ('Projektzustand') liegt die Sohle bei der Brücke gleich wie heute (kein Eingriff). Die massgebende Sohlenlage für die Überprüfung ist diejenige, welche sich bis zur Entwicklung des Endzustandes innerhalb der Modellrechnungsdauer von ca. 40 Jahren einstellen kann. Dies ist u.a. natürlich vom hydrologischen Verlauf abhängig.

### 5.2 Entwicklung der mittleren Sohlenlage nach Ausführung des Projektes

Die prognostizierte mittlere Sohlenlage bei der Kantonsstrassenbrücke (Rhein km 27.67) liegt gemäss [8] künftig rund 0.20 - 0.50 m tiefer als heute (Abbildung 4).



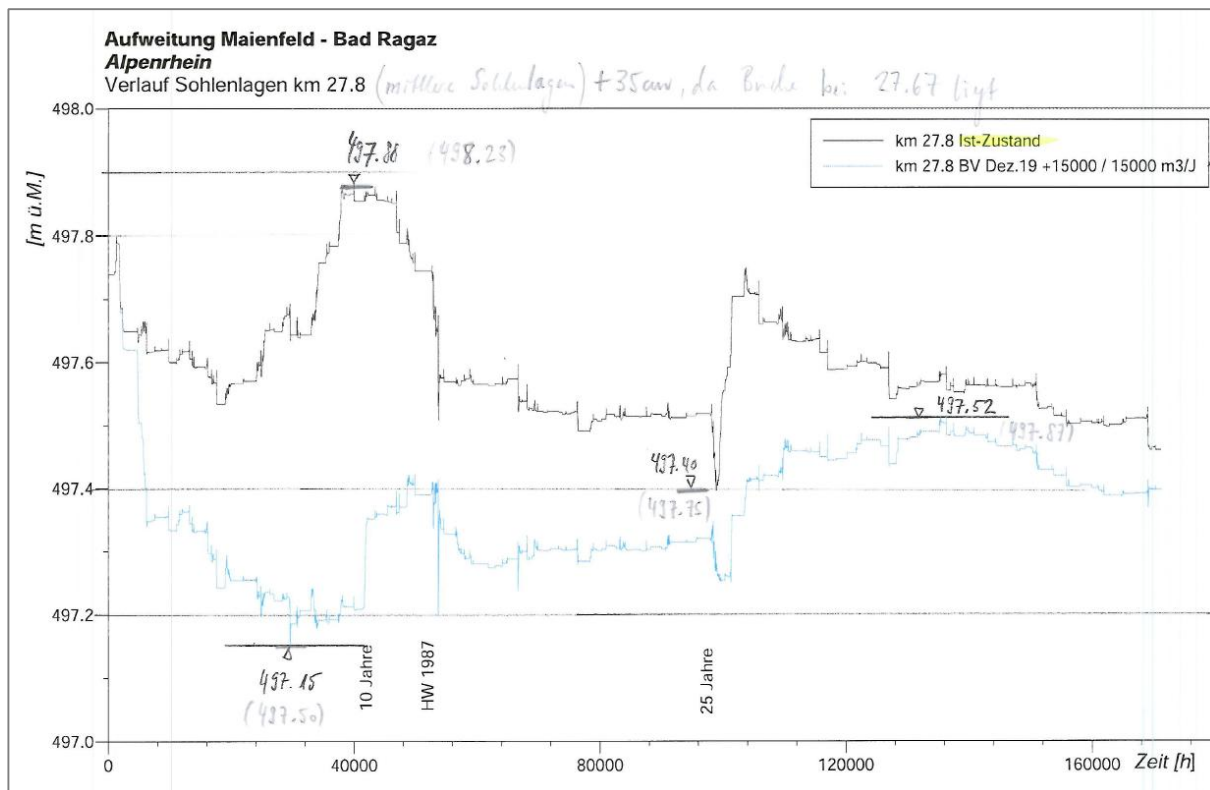


Abbildung 4: Prognose Sohlenverlauf nach Aufweitung bei Rhein-km 27.8, aus [8]. Das ausgewertete Profil befindet sich rund 130 m flussabwärts der Brücke. Das Gefälle zwischen Brücke und km 27.8 beträgt rund 35 cm.

Die mittlere Sohlenlage liegt demgemäss mit Realisierung der Aufweitung im Tiefststand auf  $497.15 + 0.35 \text{ m} = 497.50$  liegen (nach ca. 29'000 h = 3.3 Jahren) und damit **ca. 0.25 m tiefer** liegen als ohne Aufweitung (Tiefpunkt nach ca. 96'000 h = 11 Jahren bei  $497.40 + 0.35 = 497.75 \text{ m ü.M.}$ ).

### 5.3 Tiefste Sohlenlage im Talweg

Der maximale Höhenunterschied zwischen mittlerer Sohle und tiefster Sohlenlage im Talweg beträgt gemäss den bisherigen Messungen rund 3.30 m. Die Kiesbänke im Rhein sind auf diesem Abschnitt bisher ziemlich stationär. Durch die Aufweitung könnten sie sich in ihrer Lage künftig auch verschieben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Talweg in einem künftigen Zustand vorübergehend oder dauernd beim Pfeiler verläuft.

## 6. Fazit und Auswirkung auf die Rheinbrücke

Gemäss [8] dürfte die mittlere Sohlenlage durch die Realisierung der Aufweitung im Tiefststand **ca. 0.25 m tiefer** zu liegen kommen, als im Tiefststand ohne Aufweitung. Zählt man davon noch die bisher beobachtete maximale Differenz von der mittleren Sohle zum Talweg von ca. 3.30 m ab, so kann sich die tiefste Lage auf ca.  $497.50 - 3.30 = 494.20$  m ü.M. einstellen. Die Einbindetiefe der beiden Pfeiler beträgt dann noch rund 3.0 m.

Gemäss der statischen Überprüfung von 2009 [10] beruht die Tragfähigkeit der Pfeiler auf ihrem Eigengewicht und ihrer Geometrie (Schwergewichtstragwerk). Die Einbindetiefe der Pfeiler ist demgemäss nicht massgebend, da kein passiver Erddruck in Rechnung gestellt wird. Ob diese Annahme für alle Nachweise gilt – insbesondere auch für den Gleitnachweis – ist aus den Unterlagen nicht ersichtlich.

Demgemäss hätten die prognostizierte Absenkung der Sohle oder auch eventuelle langfristige Verschiebungen des Talweges infolge der Aufweitung des Rheins keinen negativen Einfluss auf die Stabilität der Pfeiler<sup>1</sup>.

Die entsprechenden Tragsicherheitsnachweise sind vom Werkeigentümer zu erbringen.

ARGE NiPo/Herzog/Tuffli; 09.07.2020/bh

<sup>1</sup> Inwiefern Horizontaldruck aus Anströmung / Anprall berücksichtigt wurden, ist uns nicht bekannt.