

Projekt Nr.: 23.204.00

Koordinaten: 2'734'929, 1'259'511 (unten) – 2'735'127, 1'259'563 (oben)



Niederbüren SG, Sornbach
Brücke Staatstrassenbrücke, defekte Fischtreppe
Sanierungskonzept

Technischer Bericht Auflageprojekt



Auftraggeber: Kanton St. Gallen
Tiefbauamt, Strassen- und Kunstbauten
Lämmli Brunnerstr. 54
9001 St. Gallen
Vertreter: Adrian Hörler adrian.hoerler@sg.ch / Tel. 058 229 24 61

Bearbeiter: Rilind Fetaj, Kaspar Fröhlich

Datum: Frauenfeld, 25. März 2025

Inhalt	Seite
1. Einleitung und Objekt.....	4
2. Grundlagen	4
3. Situationsanalyse.....	5
3.1 Projektperimeter	5
3.2 Ist-Zustand	5
3.2.1 Hydrologie	5
3.2.2 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss	6
3.2.3 Bestehende Gerinnekapazität / Schwachstellen	6
3.2.4 Ökomorphologischer Zustand.....	7
3.2.5 Baulicher Zustand	7
3.2.6 Gewässerraum.....	8
3.2.7 Vorhandene Schutzinventare und Lebensräume	8
3.2.8 Geologische Verhältnisse / Landwirtschaft.....	8
3.2.9 Grundwasser und Gewässerschutz	8
3.2.10 Belastete Standorte	9
3.2.11 Neophyten-Standorte.....	9
3.3 Rechtszustand	9
3.4 Geschiebehauhalt	10
3.5 Allgemeiner Umgang mit Gerinne im Unterstrom	10
4. Massnahmenplanung	10
4.1 Optionale Massnahmen	11
4.2 Massnahmen Rampe	11
4.2.1 Verwendung von Beton	11
4.2.2 Sanierung Rampe	12
4.3 Kostenvoranschlag.....	13
5. Weiteres Vorgehen	14
6. Schlussbemerkungen	14

Anhang	Nummer
Übersichtsplan 1:25'000	A
Fotodokumentation	1 - 5
Kostenschätzung	6
Hydraulik	7
Tosbeckendimensionierung	8

Pläne	Nummer
Situation 1 : 500	23.204.00.11
Längsprofil Bachachse 1 : 500 / 100	23.204.00.12
Situation Detail 1 : 100	23.204.00.13
Längsprofil Niedrigwasserrinne 1 : 250	23.204.00.14
Längsprofil QPs und Detail 1 : 50	23.204.00.15

1. Einleitung und Objekt

Mit der Erneuerung der Staatstrassenbrücke im Jahr 2000 wurde ein bedingt fischgängiger Sohlfixpunkt unterhalb der Brücke in Form ein steilen Blockrampe umgesetzt. In Folge von Hochwasserereignissen hat die Blockrampe stetig Schäden davongetragen, sodass heute eine ca. 1.5 m hoher Absturz unterhalb der Brücke vorliegt. Der Absturz wurde in den letzten Jahren zunehmend stärker beschädigt und unterspült, so dass nun eine Sanierung zum Schutz der Brückenwiderlager und der unten anschliessenden Uferböschungen unumgänglich ist.

Mit beigetragen haben dürfte eine zunehmende Eintiefung der Sohle in der unten anschliessenden Bachstrecke. Diese Entwicklung ist in die Überlegungen des Sanierungskonzept mit einbezogen worden.

Im Rahmen eines Variantenstudiums vom Januar 2024 sind drei verschiedene Varianten zur Sanierung resp. dem Wiederaufbau der Rampe geprüft worden, mit dem Ziel die Bestvariante zu ermitteln. Aus den Untersuchungen der kantonalen Fachstellen ging die Sanierung bestehenden Rampe mit Ausbau eines Kolks als Bestvariante hervor. Die bestehende Rampe wird grundlegend saniert und dabei möglichst fischgängig gestaltet.

2. Grundlagen

Die zum Zeitpunkt der Abgabe des vorliegenden Dossiers geltenden Gesetze sind als Projektierungsgrundlagen berücksichtigt worden. Des Weiteren standen folgende Unterlagen für die Ausarbeitung zur Verfügung:

- Online verfügbare Karten (geoportal und geo.admin)
- Mehrere Begehungen des Perimeters (auch mit Vertretung der kantonalen Fachstellen)
- GPS-Aufnahmen des Gerinnes
- Projektunterlagen: "Verbauung des Sornbachs", Ingenieurbüro Nobel AG, 2002
Projektstufe Bauprojekt | nicht umgesetzt
- Variantenstudium "Sanierungskonzept Staatstrassenbrücke Sornbach",
Fröhlich Wasserbau AG, Januar 2024

3. Situationsanalyse

3.1 Projektperimeter

Der Perimeter beinhaltet die Rampe unter der Staatstrassenbrücke sowie den Abschnitt des Sornbachs (Routennummer 26683) zwischen km 2.100 und km 2.330 (Einlaufbereich Staatsstrassenbrücke). Der Projektperimeter geht aus der folgenden Abbildung hervor:

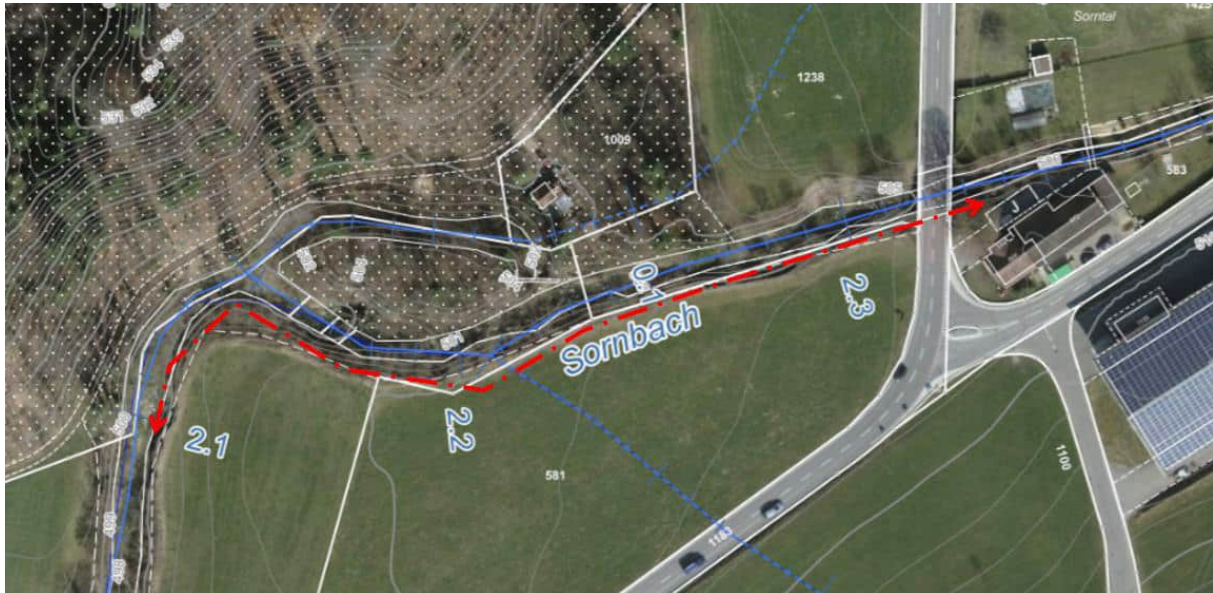


Abbildung 1: Übersicht des Perimeters (rot)

3.2 Ist-Zustand

3.2.1 Hydrologie

Für die hydraulischen Abschätzungen werden die Hochwassermengen des Hydropunkts 1056 der kantonalen GIS-Datenbank verwendet. Als Dimensionierungswert wird das Ereignis mit 100-jähriger Wiederkehrdauer festgelegt.

Wiederkehrdauer	Hochwasserabfluss
HQ ₃₀	41 m ³ /s
HQ₁₀₀	56 m³/s
HQ ₃₀₀	73 m ³ /s
EHQ	93 m ³ /s

3.2.2 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

Das in der näheren Umgebung des Perimeters anfallende Oberflächenwasser hat keinen massgebenden Einfluss auf die geplanten Sanierungsmassnahmen. Zu beachten ist, dass Abflussmulden in Richtung des Bachs nicht dauerhaft zu Erosion an den Böschungen führen. Dies muss im Rahmen periodischer Kontrollen sichergestellt werden.



Abbildung 2: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss | Ausschnitt Perimeter

3.2.3 Bestehende Gerinnekapazität / Schwachstellen

Die Gefahrenkarte zeigt im untersuchten Bereich eine mittlere bis geringe Gefährdung entlang der Staatstrassenbrücke.

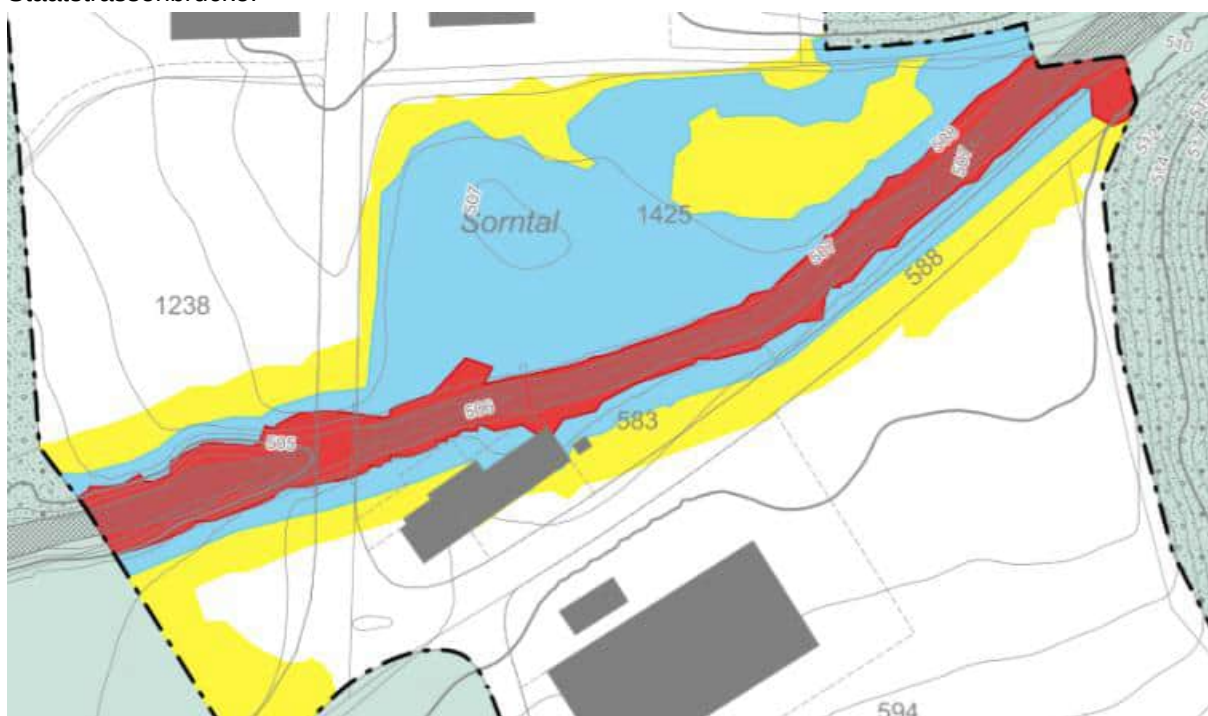


Abbildung 3: Gefahrenkarte Wasser | Ausschnitt Perimeter

Betroffen ist das Gebäude 572 / 564 auf der Parzelle Nr. 583. Gemäss der Gefahrenkarte treten die Ausuferungen bereits ab einem HQ_{30} auf. Gemäss den Szenarienblättern 233216003 und 233216001 sind keine Verkläusungsszenarien der Brücken in diesem Bereich zu erwarten. Die Szenarienblätter 233216002 und 233216004 (beides Fussgängerstege) zeigen eine 50 % Wahrscheinlichkeit einer Verkläusung bei einem HQ_{100} auf. Die Überflutungen können daher aus Verkläusungsszenarien an den Fussgängerstegen oder aus unzureichenden hydraulischen Kapazitäten des Gerinnes im Oberstrom resultieren.

Die hydraulische Kapazität am Einlauf der Staatstrassen ist anhand einer Normalabflussberechnung untersucht worden (siehe Anhang). Die Kapazität wird als ausreichend erachtet. Die Sohlage am Einlauf kann beibehalten werden. Die Kapazität des Gerinnes im Unterstrom ist ausreichend.

3.2.4 Ökomorphologischer Zustand

Der Gerinneabschnitt des Sornbachs gilt gemäss der ökomorphologischen Beurteilung auf Stufe F als wenig beeinträchtigt. Auf Grundlage der Begehung des Bachs kann dieser Einschätzung unterhalb der Staatstrassenbrücke zugestimmt werden. Das Gerinne weist im Perimeter ein ausgeprägte Fließvariabilität auf. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Verbauungen im Bereich zwischen km 2.160 und 2.260 vollständig eingestürzt sind. Gemäss Projektunterlagen von 2002, handelt es sich hierbei auch um Überreste einer alten Wehranlage. Im Gerinne sind Rückstände von Beton sowie Steine von Hartverbauungen vorzufinden, welche teilweise sehr gross sind (mehrere m^3).

Im Bereich der Staatsstrassenbrücke und oberhalb dieser, ist der Bach durch die Rampe, Schwellen und Sperren nicht für Fische durchgängig.

3.2.5 Baulicher Zustand

Die stark beschädigte Rampe unterhalb der Staatsstrassenbrücken wurde im November 2023 grob saniert. In diesem Zug ist der rechtsseitige Uferanriss ebenfalls aufgeschüttet und mit Faschinen gesichert worden. Bei einer Begehung im Dezember 2023 ist festgestellt worden, dass die Böschung bereits wieder angefangen hat zu rutschen und die Faschinen am Böschungsfuss freigespült worden sind. Die Stabilität der Böschung ist nicht gewährleistet.

Entlang des Gerinnes sind mehrere Uferanrisse festgestellt worden, welche durch rückschreitende Erosion stetig grösser werden. Entlang eines sehr grossen Teils des Perimeters sind Rückstände ehemaliger harter Verbauungen (Wehr, Mauern, Böschungssicherungen und Sperren) vorzufinden. Die Verbauungen im Bereich zwischen km 2.160 und 2.260 sind vollständig eingestürzt. Die südseitigen Ufersicherungen sind im Böschungsfussbereich ebenfalls weggespült worden. An den Rückständen der Uferverbauungen ist zu erkennen, dass sich die Sohle des Sornbachs eintieft. Der Vergleich der Projektunterlagen von 2002 mit aktuellen GPS-Aufnahmen bestätigt dies (siehe Plan Nr. 23.204.00.12). Rückstände einer Mauer am nördlichen Ufer (ca. km 2.220 – Verbauung Gewässer Routennummer 26683001) sind unterspült und instabil. Die Schäden am Gerinne sind in der Fotodokumentation im Anhang einzusehen.

3.2.6 Gewässerraum

Der Gewässerraum des Sornbachs ist im Rahmen der Gewässerraumfestlegungen "Sornbach Zuflüsse" vom (Fröhlich Wasserbau AG; Mai 2023) untersucht worden. Das Mitwirkungsverfahren ist pendent. Der Gewässerraum ist im Rahmen dieser Abhandlung mit 22 m definiert worden. Es wird folgend von dieser Gewässerraumbreite ausgegangen.

3.2.7 Vorhandene Schutzinventare und Lebensräume

Unterhalb von km 2.256 befinden sich das Gerinne des Sornbachs und das nördliche Gelände in einem Landschaftsschutzgebiet (Objektnummer WS7). Des Weiteren sind am linkseitigen Ufer des Sornbachs schützenswerte Baumgruppen (Objektnummer 26) vorzufinden.

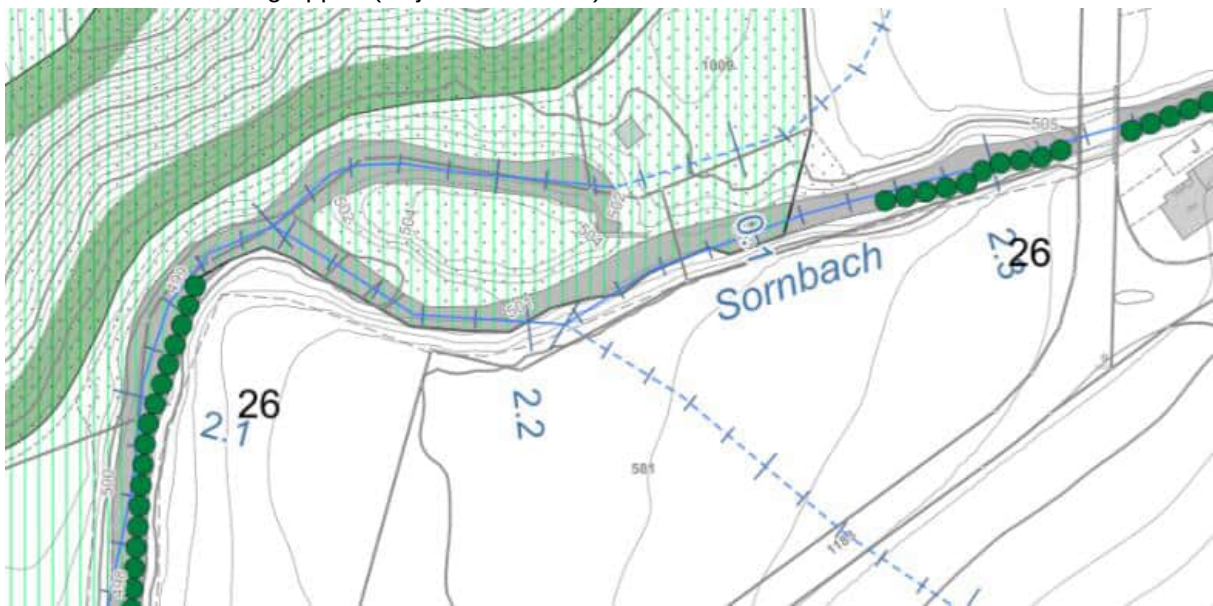


Abbildung 4: Ausschnitt Schutzverordnung Niederbüren
grün schraffiert: Landschaftsschutzgebiet, grüne Punkte: Baumgruppen

3.2.8 Geologische Verhältnisse / Landwirtschaft

Das Gebiet weist Braunerdeböden (Moränendecke) auf. Es liegt eine mässige pflanzennutzbare Gründigkeit von 50 – 70 cm und im kieshaltigen Oberboden ein Skelettgehalt von 10 – 20% vor. Beim Unterboden handelt es sich um lehmreichen Sand resp. sandigen Lehm. Der Boden ist schwach verdichtungsempfindlich. Im Uferbereich des Gerinnes ist gem. Augenschein Mergel vorzufinden.

Südlich des Projektperimeters (ab Böschungskante) kommt weiträumig Fruchtfolgefläche vor. Im Rahmen der Begehung ist aufgefallen, dass vielerorts Drainageleitungen aus der Landwirtschaft in den Bach münden.

3.2.9 Grundwasser und Gewässerschutz

Der Perimeter verläuft vollständig innerhalb eines Gewässerschutzbereichs Au (Objektnummer 5340). Der Sornbach verläuft durch das Grundwasservorkommen Thurau-Niederbüren (Objektnummer 90)

3.2.10 Belastete Standorte

Im Projektperimeter sind keine belasteten Standorte vorhanden. Es wurden auch vor Ort keine Hinweise auf belastetes Material festgestellt. In der näheren Umgebung befindet sich eine Verdachtsfläche von Altablagerungen. Sollten während der Bauarbeiten Verunreinigungen zum Vorschein treten, ist das AFU zu informieren.

Der Oberboden ist vorrausichtlich mit Schadstoffen belastet. Das Vorgehen diesbezüglich ist rechtzeitig mit dem AFU zu besprechen (Frau Loher, 058 229 27 74).

3.2.11 Neophyten-Standorte

In der näheren Umgebung sind Bestände von invasiven Neophyten vorzufinden. Mit Problempflanzen belastet Bodenaushub muss gesetzeskonform entsorgt werden. Im Rahmen der Bauarbeiten werden Neophyten im nähen Umkreis gerodet und entsorgt.

3.3 Rechtszustand

Gemäss Wasserbaugesetz Art. 4 wird bei Gewässern hinsichtlich des Rechtszustands im Kanton St.Gallen wie folgt unterschieden:

- kantonale Gewässer. Als solche gelten Rhein, Alter Rhein ab Eisenbahnbrücke in St.Margrethen, Seez ab Brücke Runggalina in Mels, Linth, Thur ab Brücke Au in Ebnat-Kappel und Sitter;
- Gemeindegewässer. Als solche gelten jene Gewässer oder Gewässerabschnitte, an die Bund oder Kanton Beiträge an wasserbauliche Massnahmen für den Hochwasserschutz leisten oder geleistet haben
- übrige Gewässer

Diese rechtliche Unterscheidung dient der Zuweisung der Wasserbaupflicht, der Aufsichtspflicht, sowie der Zuständigkeit im Planverfahren. Die Wasserbaupflicht umfasst den Unterhalt und den Ausbau der Gewässer. Für kantonale Gewässer ist hinsichtlich der erwähnten Pflichten der Kanton St.Gallen verantwortlich, bei Gemeindegewässern die Gemeinde, durch welche das Gewässer fliesst.

Im Falle des Sornbachs, im Bereich des Perimeters, handelt es sich um ein übriges Gewässer. Bei übrigen Gewässern obliegt Aufsichtspflicht gem. Art 8 WBG und die Zuständigkeit des Planverfahrens gem. Art. 22 WBG der Gemeinde, die Wasserbaupflicht gem. Art. 7 WBG obliegt jedoch den Eigentümerinnen und Eigentümern der betroffenen Grundstücke, Bauten und Anlagen.

Die Kosten für den Bau und Unterhalt von Gewässern sind gem. Art. 28 WBG grundsätzlich von den Wasserbaupflichtigen zu tragen. Bei Umsetzung eines Hochwasserschutzprojekts können in Abhängigkeit des Projekts von der Gemeinde verschiedene Beiträge vom Bund und Kanton angefordert werden. Die Gemeinde hat gem. Art. 43 WBG darüber zu entscheiden wie die verbleibenden Kosten (abzüglich Bundes- und Kantonsbeiträge) gedeckt werden. Dies kann:

- durch eine Vereinbarung aller Beteiligten geregelt werden
- vollständig von der Gemeinde getragen werden

- über einen definierten Bauperimeter auf die Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer verteilt werden

Es ist auch eine Kombination der beschriebenen Finanzierungsarten möglich. Der Unterhalt kann im Rahmen eines separaten Perimeters geregelt werden. Die Bau- und Unterhaltungspflicht der Eigentümerinnen und Eigentümer werden als Grundlast im Grundbuch vermerkt.

3.4 Geschiebehaushalt

Eine grundsätzliche Problematik am Sornbach besteht darin, dass weniger Geschiebe in das Gewässer gelangt, als durch Fliessvorgänge abgetragen und weggespült wird. Viele Zuflüsse des Sornbachs sind mit Kiesfängern versehen, fliessen streckenweise in Eindolungen oder sind hart verbaut, wodurch der Eintrag von Geschiebematerial in den Sornbach stark vermindert wird. Resultierend tieft sich der Sornbach immer weiter ein.

Eine Schüttstelle unterhalb oder im näheren Bereich der Staatstrassenbrücke würde dieses Defizit vermindern. Die Rückführung von Geschiebematerial würde dauerhaft dazu führen, dass die Sohle des Bachs den Erosionskräften des Wassers weniger ausgesetzt ist.

Die Einrichtung einer Schüttstelle am Sornbach wird als sinnvoll erachtet. Die genaue Lage und Zufahrtsmöglichkeit sind in einem separaten Detailprojekt auszuarbeiten.

3.5 Allgemeiner Umgang mit Gerinne im Unterstrom

Der jetzige, instabile Zustand, mit einer stetig vertiefenden Sohle und Erosion-Vorgängen entlang der Böschungen, resultiert auch aus dem Zerfall der ehemaligen Verbauungen. Ein Wiederaufbau von Abstützen, Sperren, und harten Uferverbauungen über den kompletten Perimeter hinweg, wird aufgrund der Verhältnismässigkeit, sowie des starken Eingriffs in den Gewässerlebensraum nicht als zweckmässig erachtet. Es wird daher empfohlen mit periodischen Begehungen den Zustand des Bachs zu überprüfen und falls notwendig lokalen Uferanrissen mit ingenieurb biologischen Massnahmen frühzeitig entgegen zu wirken. Dies betrifft insbesondere die Aussenkurven des Bachs. Prinzipiell muss davon ausgegangen werden, dass der Sornbach in Zukunft durch Erosionsvorgänge entlang der sehr steilen Böschungen mehr Platz einnehmen wird. In enger Koordination mit den Grundstückseigentümern kann entschieden werden, wo dies akzeptiert werden kann und wo Massnahmen zur Eindämmung der Erosionsvorgänge notwendig sind.

4. Massnahmenplanung

Die Ziele der Massnahmen des vorliegenden Projekts, sind die Sohle und die Böschungen unterhalb der Staatstrassenbrücke zu stabilisieren. Des Weiteren soll eine weitere Vertiefung der Sohle des Sornbachs im Bereich des Perimeters entgegengewirkt werden. Eine stabile Sohllage im Unterstrom stellt sicher, dass die Hartverbauungen im Bereich der Brücke auch in Zukunft nicht unterspült und abgetragen werden.

Die zu sanierende Blockrampe soll möglichst fischgängig gestaltet werden.

4.1 Optionale Massnahmen

Es wird empfohlen die im Gerinne verbliebenen Beton-Überreste der ehemaligen Verbauung zu entfernen. Dies kann im Zuge der Bauarbeiten unter der Brücke stattfinden. Grössere Beton-Rückstände werden derzeit hinterströmt, was dazu führt, dass das Ufer im Bereich der ehemaligen Verbauungen erodiert. Im Zuge des Rückbaus können ebenfalls vereinzelt Uferanrisse mit einem Steinsatz am Böschungsfuss gesichert, hinterfüllt und standortgerecht bepflanzt werden. Dafür können die bereits im Gewässer vorhandenen Natursteine verwendet werden, welche Teil der alten, zerstörten Hartverbauungen waren. Ansonsten hat die Sicherung der Uferanrisse durch ingenieurbioologische Massnahmen zu erfolgen.

4.2 Massnahmen Rampe

4.2.1 Verwendung von Beton

Aufgrund des hohen spezifischen Abflusses und der durchschnittlichen Steigung der Rampe von über 9% sind für einen losen Aufbau der Blockrampe, Steine mit einem Gewicht von ca. 2.5 t notwendig. Dies stellt aufgrund der Länge der Rampe von über 40 m und den ökologischen Ansprüchen an das Bauwerk eine grosse Herausforderung während der Bauphase dar. Insbesondere eine fischgängige und möglichst raue Gestaltung der Rampe ist aufgrund der grossen Steine nur schwer umzusetzen. Eine stark mäandrierende Niedrigwasserrinne ist nur bedingt realisierbar und würde resultierend nur geringfügig flacher ausfallen, als die Brutto-Gefälle der Rampe von ca. 9%. Ein kaskadenartiger Aufbau einer Fischtreppe, wie beim derzeitigen Planungsstand vorgesehen, ist aufgrund der resultierenden Versätze der Steinreihen nicht umsetzbar.

Da die Rampe möglichst fischgängig sein soll, ist im Rahmen der Projektierung die Verwendung von Beton für den Aufbau der Rampe mit den kantonalen Fachstellen diskutiert worden. Der Vorteil hierbei ist, dass durch die Einbindung der Steine in den Beton, die Steingrössen deutlich reduziert werden können. Dies ermöglicht die Erstellung kleinräumiger Strukturen wie Ruhebecken, beckenförmiger Fischtreppe und eingeschnittener Abstürze. Durch den Ausbau einer kleinräumig gestalteten Fischtreppe, kann die Fischgängigkeit im Vergleich zu einer losen Rampe merkbar verbessert werden.

Nachteilig ist die komplizierte Bauphase, bei welcher ein Einleiten von Beton oder Betonwasser in das Gewässer zwingend vermieden werden muss. Des Weiteren können in Beton erstellte Rampen im Überlastfall plötzlich versagen. Wird die Betontragschicht im Überlastfall direkt unterspült, führt die zumeist zu einem vollständigen Einbruch der Rampe, da die Tragfähigkeit nicht mehr gegeben ist. Lose aufgeschüttete Rampen, mit entsprechenden Steingrössen, weisen in Überlastfälle ein besseres Schadensbild auf, da die entstandenen Lücken im Bauwerk, durch lose Bestandteile gefüllt / resp. verschlossen werden können.

Es ist jedoch zu erwähnen, dass derzeit davon ausgegangen wird, dass der Untergrund im Bereich der Rampe vorwiegend aus Mergel besteht. Wird eine lose Rampe auf Mergel erstellt, ist ebenfalls ein plötzliches Versagen des Bauwerks möglich, da die Einbindung in den Untergrund nur bedingt möglich ist (Stein auf Stein).

Aufgrund der vorherrschenden Gegebenheiten und der Tatsache, dass die Fischgängigkeit durch die Verwendung von Beton merkbar verbessert werden kann, ist in Koordination mit den kantonalen Fachstellen entschieden worden, dass der Aufbau der Rampe in Beton zweckmässig ist.

4.2.2 Sanierung Rampe

Die Rampe wird prinzipiell neu aufgebaut. Hierzu werden die noch vorhandenen Steine abgetragen und der Untergrund für den Einbau des Betons planiert. Der Aufbau der Rampe erfolgt dann von unten nach oben. Am Fuss der Rampe wird ein mit Steinen ausgebauter Kolk in einer Länge von 11 m und Tiefe von ca. 1 m erstellt. Am Beginn des Kolks, werden zwei Steinreihen tief in die Sohle eingebunden und 2 m tief mit Beton fundiert. So kann die Rampe nicht durch rückschreitende Erosion plötzlich unterspült werden.

Für die Rampe wird Alpenkalkstein von einem Steingewicht von ca. 500 bis 1600 kg verwenden, wobei die kleineren Steine für die Niedrigwasserrinne und Ruhebecken vorgesehen sind. Die Niedrigwasserrinne weist bei der vorgesehen Tiefe von ca. 40 cm eine hydraulische Kapazität von ca. 350 bis 400 l/s auf. Dies entspricht ca. den Wassermengen des Mittelwassers. Darüber hinaus fliesst das Wasser grossflächig über den eigentlich Rampenkörper, jedoch ohne massgebenden Einfluss auf die Fliessverhältnisse in der Niedrigwasserrinne zu haben. So kann ein Fischeaufstieg bei verschiedenen Wasserspiegelverhältnissen ermöglicht werden. Die Niedrigwasserrinne wird treppenartig aufgebaut, mit Abstürzen von 10 bis 20 cm alle 2.0 bis 2.5 m. Die Zwischenstrecken werden beckenförmig und mit leichtem Gegengefälle aufgebaut.

Mit einer grundlegenden Sanierung der bestehenden Rampe kann eine durchschnittliche Steigung von ca. 9 bis 10 % realisiert werden. Entlang der mäandrierend Niedrigwasserrinne wird eine Steigung von 5.8 % bis 6.4 % erreicht. Die Abstürze entlang der Niedrigwasserrinne werden mit maximal 20 cm ausgebaut. Des Weiteren werden die Abschnitte zwischen den Abstürzen beckenförmig ausgebaut. Durch den Ausbau von Ruhebecken, welche periodisch entlang der Niedrigwasserrinne zu erreichen sind, kann auch schwimmschwächeren Fischen bei günstigen Wasserspiegelverhältnissen der Aufstieg ermöglicht werden.

Um die Einbindung des Rampenkörpers in den Untergrund sicherzustellen, werden vier Querriegel in die Rampe integriert, welche möglichst tief in die bestehende Mergelschicht eingebunden werden. Hierfür werden Steine mit einem Gewicht von 2000 – 2500 kg verwendet, welche eine möglichst längliche Form aufweisen. Im Rahmen der Bauarbeiten muss die Lage des Mergels genau sondiert werden, etwaige Projektanpassungen (Lage der Querriegel) müssen ggf. vor Ort mit der Fischereiaufsicht geklärt werden. Um die Stabilität der Böschungen im Hochwasserfall sicherzustellen, werden die Steine bis auf die Höhe des Wasserspiegels bei einem HQ₁₀₀ verbaut.

Des Weiteren werden die Böschungsrutschungen unmittelbar nach der Staatstrassenbrücke saniert. Durch den Einbau von zwei weiteren sohlbündigen Steinschwellen kann die Sohlage unterhalb der Blockrampe bedingt fixiert werden (Erosionsbremse im Fall von rückschreitender Erosion).

Oberhalb der Rampe befindet sich zwei bestehende Querriegel, welche in einem guten baulichen Zustand sind und fischgängig erscheinen. Allfällige Massnahmen zur Stabilisierung und Sicherstellungen der Fischgängigkeit an den Querriegel, werden während der Bauphase mit den kantonalen Fachstellen abgestimmt.

Die Sanierung der Rampe mit den hier vorgeschlagenen Massnahmen stellt eine sehr herausfordernde Aufgabe dar und sollte nur an einen im Wasserbau versierten Unternehmer vergeben werden (Eindungsverfahren).

4.3 Kostenvoranschlag

Für den Kostenvoranschlag sind die Kubaturen von Aushub und Schüttungen ermittelt und die Kosten für die gesamten Arbeiten abgeschätzt worden. Eine detaillierte Zusammenstellung ist in Anhang 6 einzusehen.

Die resultierenden Kosten sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

1	Installationen	Fr.	10'000.00
2	Wasserhaltung	Fr.	16'000.00
3	Abbruch- und Erdarbeiten	Fr.	37'000.00
4	Böschungssicherungen / Spezialfundationen	Fr.	17'000.00
5	Wasserbau	Fr.	132'000.00
9	Weidenholzeinlagen, Durchforstung und Bepflanzung	Fr.	6'000.00
10	Regiearbeiten	Fr.	8'000.00
1-10	Zwischentotal Bauarbeiten	Fr.	226'000.00
11	Diverses	Fr.	64'000.00
Total netto (exkl. MWST)		Fr.	290'000.00
	MWST ca.	8.1%	23'000.00
	Total netto (inkl. MWST) ca.	<u>ca.</u>	Fr. 313'000.00

Eine allfällige Einbindung von privaten Grundeigentümern ist nicht vorgesehen.

- die in Kap.4.1 beschriebenen optionalen Massnahmen
- allfälliges Umlegen, Neuverlegen, Etagen, Grabarbeiten etc. betreffend Drainage- und Werkleitungen
- Mehrkosten aufgrund allfälliger Etappierungen
- Entsorgung von allfälligem belastetem Material (Reaktormaterial, Inertstoffe)
- Erschwernisse durch Anstösserwünsche

5. Weiteres Vorgehen

Das vorliegende Auflageprojekt wird in die öffentliche Mitwirkung gegeben, es folgt die Auflage, Genehmigung und die Ausarbeitung eines Ausführungsprojekt.

6. Schlussbemerkungen

Die Aussagen und Annahmen im vorliegenden Bericht basieren auf den genannten Unterlagen sowie den durchgeführten Aufnahmen und Abklärungen. Allfällige abweichende ergänzende Erkenntnisse sind laufend in die weitere Projektierung und in die Ausführung einzubeziehen.

Fröhlich Wasserbau AG



Kaspar Fröhlich



Rilind Fetaj



2320 400 Niederbüren SG
Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Fotos

2320400 12.01.2024 14:17:24



Foto Nr. 1 (19.12.2023 11:22): km 2.315 stromabwärts



Foto Nr. 2 (19.12.2023 11:30): km 2.280 stromaufwärts

2320 400 Niederbüren SG
Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Fotos

2320400 12.01.2024 14:17:24



Foto Nr. 3 (19.12.2023 11:38): km 2.280 stromabwärts



Foto Nr. 4 (19.12.2023 11:39): km 2.260 linkes Ufer

2320 400 Niederbüren SG
Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Fotos

2320400 12.01.2024 14:17:26



Foto Nr. 5 (19.12.2023 11:39): km 2.240 stromabwärts



Foto Nr. 6 (19.12.2023 11:41): km 2.220 rechts Ufer

2320 400 Niederbüren SG
Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Fotos

2320400 12.01.2024 14:17:27

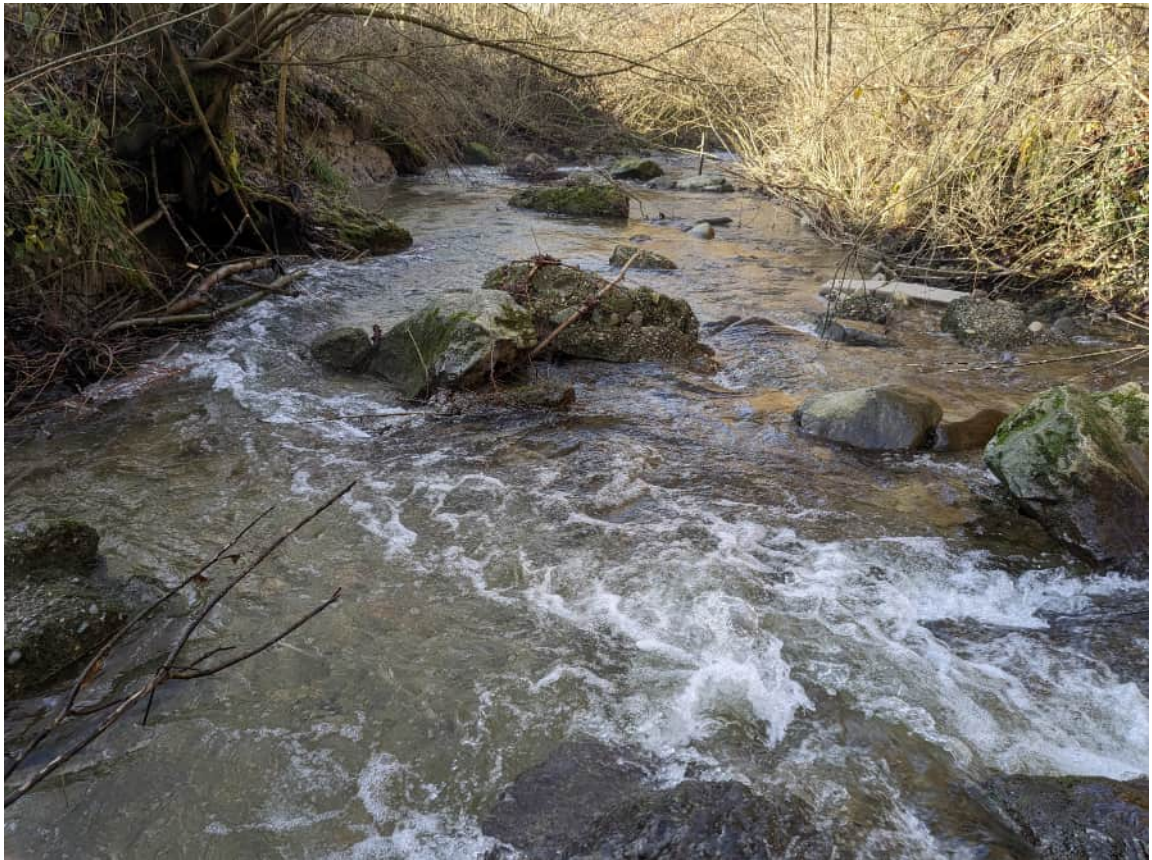


Foto Nr. 7 (19.12.2023 11:43): km 2.210 stromabwärts



Foto Nr. 8 (19.12.2023 11:58): km 2.160 stromaufwärts

2320 400 Niederbüren SG
Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Fotos

2320400 12.01.2024 14:17:29



Foto Nr. 9 (19.12.2023 11:58): km 2.170 linkes Ufer



Foto Nr. 10 (19.12.2023 12:05): km 2.160 linkes Ufer

BAUVORHABEN

Sanierungskonzept Rampe Sornbach Staatstrassenbrücke

BAUHERRSCHAFT: Tiefbauamt St.Gallen
Lämmli brunnenstrasse 54
+41582292461
Adrian Hörler

**PROJEKTIERUNG UND
BAULEITUNG:** Fröhlich Wasserbau AG
Allmendweg 31
8500 Frauenfeld
Tel. 052 721 52 10
Kaspar Fröhlich

Zusammenstellung:

1 Installationen	Fr.	10'000.00
2 Wasserhaltung	Fr.	16'000.00
3 Abbruch- und Erdarbeiten	Fr.	37'000.00
4 Böschungssicherungen / Spezialfundationen	Fr.	17'000.00
5 Wasserbau	Fr.	132'000.00
6 Entwässerungs-, Kanalisations- und Rohrleitungsarbeiten	Fr.	-
7 Beton- und Maurerarbeiten	Fr.	-
8 Wege und Strassen	Fr.	-
9 Weidenholzeinlagen, Durchforstung und Bepflanzung	Fr.	6'000.00
10 Regiearbeiten	Fr.	8'000.00
1-10 Zwischentotal Bauarbeiten	Fr.	226'000.00
11 Diverses	Fr.	64'000.00
Total netto (exkl. MWST) ca.	Fr.	290'000.00
MWST ca.	8.1%	23'000.00
Total netto (inkl. MWST) ca. ca.	Fr.	313'000.00

Genauigkeit KV +/- 10 % / Basis: Auflageprojekt vom März 2025

Kostenvoranschlag

Pos.	Bezeichnung der Arbeit	Mass	Quantität	Einheitspreis	Betrag
1	Installationen				
1.1.	Allgemeine Installationspauschale	pauschal	1.00	7'000.00	7'000.00
1.11.	Einrichtung und Wiederherstellung Installationsplatz	pauschal	1.00	3'000.00	3'000.00
1	Total Installationen				10'000.00
2	Wasserhaltung				
2.1.	Allgemeine Wasserhaltung	pauschal	1.00	16'000.00	16'000.00
2	Total Wasserhaltung				16'000.00
3	Abbruch- und Erdarbeiten				
3.5.	Saatbeet-Vorbereitung	a	20.00	30.00	600.00
3.6.	Ansaaten				
3.6.6.	Blumenwiesen	a	10.00	150.00	1'500.00
3.6.11.	Erosionsschutz	a	10.00	80.00	800.00
3.9.	Aushubarbeiten (C-Horizont)				
3.9.1.	Maschinelles Aushub	m3	400.00	6.00	2'400.00
3.10.	Handaushub	m3	10.00	120.00	1'200.00
3.12.	Zuschläge für Erschwernisse				
3.12.3.	Fels leicht abbaubar	m3	100.00	60.00	6'000.00
3.12.4.	Fels schwer abbaubar	m3	50.00	90.00	4'500.00
3.14.	Rodungen				
3.14.10.	Roden von Sträuchern und Jungholz	m2	500.00	4.00	2'000.00
3.14.20.	Roden von Wurzelstöcken	Stk.	20.00	80.00	1'600.00
3.21.	Liefern von Schüttmaterial, (lose)	m3	100.00	20.00	2'000.00
3.22.	Einbringen und maschinelles Verdichten von zugeführten Aushubmaterial / resp. seitlicher Deponie Ausmass fest				
3.22.4.	Hinterfüllung von Bauwerken inkl. Verdichtung, Ausmass fest	m3	50.00	12.00	600.00
3.25.	Ab- und Zwischentransporte Ausmass fest				
3.25.1.	Transportdistanz bis 100 m	m3	200.00	3.00	600.00

Pos.	Bezeichnung der Arbeit	Mass	Quantität	Einheitspreis	Betrag
3.25.6	Auf Deponie des Unternehmers (fest) Unverschmutztes Aushub- und Abbruchmaterial.	m3	250.00	35.00	8'750.00
3.25.11.	Auf Inertstoffdeponie, inkl. Deponiegebühren: Wenig verschmutztes Aushub- u. Ausbruchmaterial trocken > Inertstoff mit Abfallcode 17 05 97 ak Belastetes Aushubmaterial	to	5	85.00	425.00
3.99.	Diverse Kleinpositionen	pauschal	1.00	3'425.00	3'425.00
3	Total Abbruch- und Erdarbeiten				37'000.00
4	Böschungssicherungen / Spezialfundationen				
4.6.	Filterbeton-Stützriegel	m3	60.00	250.00	15'000.00
4.99.	Diverse Kleinpositionen	pauschal	1.00	2'000.00	2'000.00
4	Total Böschungssicherungen / Spezialfundationen				17'000.00
5	Wasserbau				
5.1.4.	Schroppen/Schrotter 150- 300 mm	to	20.00	70.00	1'400.00
5.3.1.	Natürliche Bachsohle mit Wandkies 2. Klasse liefern und Einbringen	m3	50.00	55.00	2'750.00
5.6.	Liefern von wetterfesten Natursteinen bzw. Nagelfluhbollen	to	600.00	70.00	42'000.00
5.7.	Versetzen der Natursteine und Nagelfluhbollen	to	540.00	50.00	27'000.00
5.8.	Neu-Versetzen von vorhandenen Natursteinen	to	60.00	40.00	2'400.00
5.9.	Zuschläge zu Pos. 5.7. und 5.8.				
5.9.1.	Zuschlag Schwellenköpfe / Tosbeckenabschlüsse	m	200.00	10.00	2'000.00
5.9.2.	Zuschlag Sohlenpflasterungen in Beton (Fugen 5-10 cm vertieft)	m2	400.00	15.00	6'000.00
5.9.4.	Zuschlag mauerartiger Aufbau	m2	140.00	20.00	2'800.00
5.22.	Sohlenbeton PC 250 kg/m3	m3	150.00	240.00	36'000.00
5.99.	Diverse Kleinpositionen	pauschal	1.00	9'650.00	9'650.00
5	Total Wasserbau				132'000.00

Pos.	Bezeichnung der Arbeit	Mass	Quantität	Einheitspreis	Betrag
9.	Weidenholzeinlagen, Durchforstung und Bepflanzung				
9.0.	Durchforstungen (vorgängig mit Förster)	pauschal	1.00	5'000.00	5'000.00
9.22.	Bepflanzunh	pauschal	1.00	1'000.00	1'000.00
9.	Total Weidenholzeinlagen, Durchforstung und Bepflanzung				6'000.00
10.	Regiearbeiten				
10.	Total Regiearbeiten	pauschal	1.00	8'000.00	8'000.00
1. - 10.	Zwischentotal Bauarbeiten				226'000.00
11.	Diverses				
11.1.	Vermarchung, Mutation (Nachführung Grundbuch)	pauschal	1.00	2'000.00	2'000.00
11.2.	Entschädigung Ertragsausfall	pauschal	1.00	500.00	500.00
11.6.	Abfischen	pauschal	1.00	500.00	500.00
11.7.	Unvorhergesehenes, Aufrundung (% von 1 - 10 + 11.1.) ca.	%	10.00		23'000.00
11.8.	Projekt, Bauleitung, Abrechnung (% von 1 - 10 + 11.1. + 11.7.) ca.	%	15.00		38'000.00
11.	Total Diverses ca.				64'000.00
1. - 11.	Total exkl. MWST ca.				290'000.00
11.	MWST ca.	%	8.10		23'000.00
1. - 12.	Total inkl. MWST ca.				313'000.00

23.204.00 Niedebüren, SG
Sanierungskonzept Sornbach, Staatsstrassenbrücke

Berechnung Abflusskapazität Normalabfluss nach Strickler
(gegeben Q, gesucht H)

	[m3/s]
HQ ₃₀	41
HQ ₁₀₀	56
HQ ₃₀₀	73

Profil	Gefälle	Rauigkeit k _{Str}	Abfluss Q	Ø Kreisprofil	Sohlen- breite	Böschun- gsneigung rechts 1:n	Böschun- gsneigung links 1:m	b max	Typ	Abfluss- querschnitt	benetzter Umfang	Hydr. Radius	Abfluss- geschw. v	Geschw.h öhe hv	Energielin- ienhöhe he	Schleppspannung T Höhe [m] über Sohle				Froude	mittl. Abfluss- tiefe	Bemerkungen
																0.00	0.50	1.00	1.50			
	[%]	[m ^{1/3} /s]	[m3/s]	[m]	[m]	[]	[]	[m]	[]	[m2]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[N/m2]	[N/m2]	[N/m2]	[N/m2]	[]	[m]	
Engstelle Unterstrom km 2.270	0.30	25	41.00		7.00	0.50	1.00			21.55	13.18	1.63	1.90	0.18	2.62	48	42	33	24	0.39	2.44	
	0.30	25	56.00		7.00	0.50	1.00			26.95	14.42	1.87	2.08	0.22	3.15	55	49	42	34	0.39	2.93	
	0.30	25	73.00		7.00	0.50	1.00			32.59	15.63	2.08	2.23	0.25	3.66	61	56	50	43	0.39	3.41	
Rampe Projekt	6.20	23	41.00		6.00	1.00	1.00			7.89	9.14	0.86	5.19	1.37	2.48	525	324	65	-	1.57	1.11	
	6.20	23	56.00		6.00	1.00	1.00			9.75	9.76	1.00	5.72	1.67	3.00	607	423	187	-	1.58	1.33	
	6.20	23	73.00		6.00	1.00	1.00			11.70	10.38	1.13	6.20	1.96	3.51	685	516	299	30	1.59	1.55	
	9.70	23	41.00		6.00	1.00	1.00			6.76	8.74	0.77	6.03	1.86	2.83	736	401	-	-	1.96	0.97	
	9.70	23	56.00		6.00	1.00	1.00			8.31	9.28	0.89	6.65	2.26	3.42	852	543	147	-	1.97	1.16	
	9.70	23	73.00		6.00	1.00	1.00			10.01	9.85	1.02	7.24	2.67	4.03	967	682	318	-	1.98	1.36	
Einlauf Brücken QS	5.80	23	41.00		7.00	1.00	1.00			8.27	9.91	0.83	4.91	1.23	2.26	475	271	17	-	1.54	1.03	
	5.80	23	56.00		7.00	1.00	1.00			10.22	10.51	0.97	5.44	1.51	2.75	553	365	130	-	1.56	1.24	
	5.80	23	73.00		7.00	1.00	1.00			12.25	11.10	1.10	5.92	1.78	3.23	628	453	236	-	1.57	1.45	
Niedrigwasserrinne																						
Q182	5.80	23	0.20		0.40	0.50	0.50			0.13	0.96	0.14	1.47	0.11	0.36	78	-	-	-	0.94	0.25	
Qmittel	5.80	23	0.36		0.40	0.50	0.50			0.21	1.20	0.17	1.72	0.15	0.51	99	-	-	-	0.92	0.36	
regelmässige Monatsspitzen	5.80	23	0.50		0.40	0.50	0.50			0.26	1.36	0.19	1.86	0.18	0.61	111	-	-	-	0.90	0.43	

Kommentar:
Die Gerrinetiefe an der Engstelle bei km 2.270 beträgt ca. 3.7 m.

Bemessung Tosbecken mit Gegenschwelle

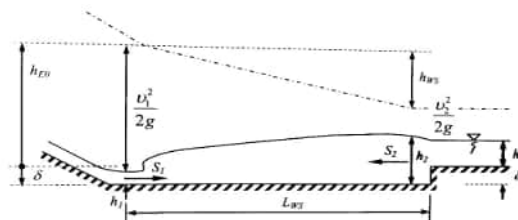
Handbuch der Hydraulik, D. Aigner, G. Bollrich, 2015

Kolkhöhe	w	1 m	(Differenz Sohle Tosbecken - Wehrkrone)
Gegenschwelle	s	0 m	(Gewählt anhand Tosbeckenvertiefung δ)
Tosbeckenlänge	LT	11 m	(Gewählt anhand LWS und LT min und max)

Bemessungshochwasser	min	10 m ³ /s
	max	56 m ³ /s

Querschnitt oben	b	6 m
	kSt	23 m ^{1/3} /s
	J	9.7 ‰

Querschnitt unten	b	6 m
	kSt	25 m ^{1/3} /s
	J	0.3 ‰



Bemessung:		ho	hu	vo	vu	hEo	h1	v1	FR1	S1
		[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[m]	[m]	[m/s]	[-]	[N]
	10 m ³ /s	0.44	1.29	3.79	1.29	1.17	0.28	5.95	3.59	61'831
	15.1 m ³ /s	0.57	1.72	4.42	1.46	1.57	0.4	6.30	3.18	99'853
	20.2 m ³ /s	0.69	2.12	4.88	1.59	1.91	0.51	6.61	2.95	141'295
	25.3 m ³ /s	0.80	2.50	5.28	1.69	2.22	0.62	6.81	2.76	183'834
	30.4 m ³ /s	0.90	2.87	5.64	1.77	2.52	0.71	7.15	2.71	232'409
	35.6 m ³ /s	1.00	3.22	5.93	1.84	2.79	0.81	7.32	2.60	279'432
HQ30	40.7 m ³ /s	1.09	3.57	6.22	1.90	3.06	0.9	7.53	2.53	330'093
	45.8 m ³ /s	1.18	3.91	6.47	1.95	3.31	0.99	7.71	2.47	381'640
	50.9 m ³ /s	1.27	4.25	6.68	2.00	3.54	1.07	7.93	2.45	437'071
HQ100	56 m ³ /s	1.36	4.58	6.86	2.04	3.76	1.16	8.05	2.39	490'176

		h2	n	v2	hws	δ	k	LWS	LT min	LT max
		[m]	[-]	[m/s]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]
	10.0 m3/s	1.29	4.60	1.29	0.71	0.1	4.80	6.19	4.25	7.0
	15.1 m3/s	1.61	4.02	1.57	0.69	0.0	4.80	7.72	5.31	8.7
	20.2 m3/s	1.89	3.71	1.78	0.68	-0.1	4.80	9.08	6.24	10.2
	25.3 m3/s	2.13	3.44	1.98	0.65	-0.2	4.80	10.23	7.03	11.5
	30.4 m3/s	2.39	3.36	2.13	0.70	-0.3	4.80	11.46	7.88	12.9
	35.6 m3/s	2.60	3.20	2.28	0.68	-0.4	4.80	12.46	8.56	14.0
HQ30	40.7 m3/s	2.81	3.12	2.41	0.69	-0.5	4.80	13.47	9.26	15.2
	45.8 m3/s	3.00	3.03	2.54	0.69	-0.6	4.80	14.41	9.91	16.2
	50.9 m3/s	3.21	3.00	2.65	0.71	-0.7	4.80	15.39	10.58	17.3
HQ100	56.0 m3/s	3.38	2.91	2.76	0.69	-0.9	4.80	16.20	11.14	18.2

Die vorliegende Berechnung nach Aigner/Bollrich gibt für ein HQ100 eine minimale Tosbeckenlänge von 11 m vor. Der Vergleich mit der gängigen Formel für die Tosbeckenlänge $L_{st} = 5.0 \cdot (h_2 - h_1) = 11.1$ m scheint plausibel. Da die Bedingung $h_u + w > h_2$ ($2.93 + 1 > 3.38$) erfüllt ist, kann davon ausgegangen werden, dass der Wechsellprung bei den untersuchten Abflüssen innerhalb des Kolkes stattfindet. Aufgrund des rauen, harten Verbaus des Kolkes, sowie der Tatsache dass der Wechsellprung durch die Vertiefung forciert wird, wird die minimale Tosbeckenlänge als ausreichend erachtet. Eine erhöhte Gegenschwelle ist nicht erforderlich.