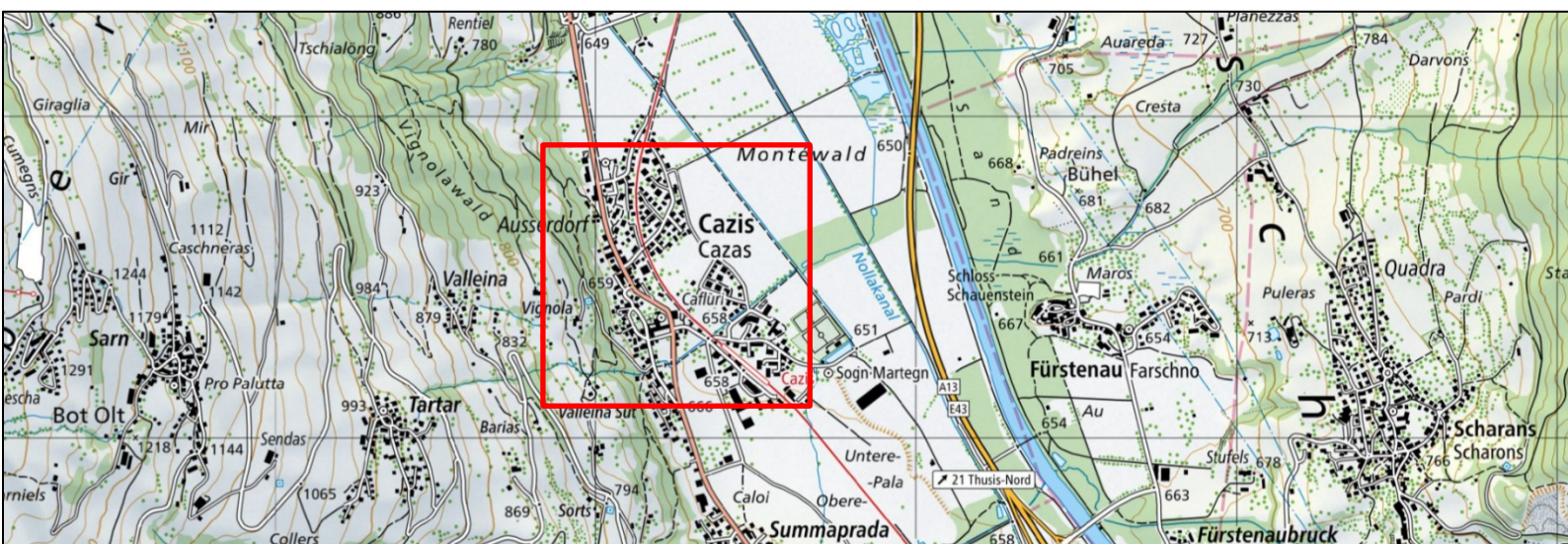


Hochwasserschutz Kettbach, Cazis

Auflageprojekt



Technischer Bericht

HOLINGER AG
Richtstrasse 10, CH-7000 Chur
Telefon +41 52 267 09 00
chur@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
V1	16.02.2026	D. Bucher K. Göttgens	L. Giovanoli	TBA GR, Gemeinde Cazis

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	7
1 ANLASS UND AUFTRAG	8
1.1 ANLASS	8
1.2 AUFTRAG	8
1.3 PROJEKTPERIMETER	9
1.4 PROJEKTORGANISATION	10
2 GRUNDLAGEN	11
2.1 GESETZE, RICHTLINIEN, WEGLEITUNG	11
2.2 STUDIEN UND UNTERSUCHUNGEN	11
2.3 GEODATEN	11
2.4 WEITERE GRUNDLAGEN	11
3 AUSGANGSLAGE	12
3.1 CHARAKTERISTIK EINZUGSGEBIET	12
3.2 AKTUELLE GEFÄHRDUNGSSITUATION	13
3.2.1 Gefahrenkarte Wasser vor Massnahmen	13
3.2.2 Hochwasserschutzdefizite	15
3.2.3 Gefährdung durch Oberflächenabfluss	15
3.2.4 Gefährdung durch weitere Prozesse	16
3.3 HISTORISCHE EREIGNISSE	17
3.4 HYDROLOGIE	17
3.4.1 Kettbach und Valleinabach	17
3.4.2 Abzugskanal	18
3.4.3 Nollakanal	19
3.5 GESCHIEBE/ FESTSTOFFTRANSPORT	19
3.6 SCHWEMMHOLZ	20
3.7 BEURTEILUNG BESTEHENDER SCHUTZBAUTEN	20
3.8 LANDSCHAFT	21
3.9 GEWÄSSERÖKOLOGIE	22
3.10 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	22
3.11 ALTLASTEN	23
3.12 BODEN	23
3.13 WALD	23
3.14 LANDWIRTSCHAFT	24
3.15 ORTSBILD	24

3.16	UMWELT	25
3.17	GEWÄSSERRAUM	25
3.18	WERKLEITUNGEN UND INFRASTRUKTUR	25
3.19	DRITTPROJEKTE	25
4	PROJEKTZIELE	27
4.1	HOCHWASSERSCHUTZZIELE (SCHUTZZIELE)	27
4.2	ÖKOLOGISCHE ENTWICKLUNGSZIELE	27
4.3	WEITERE ZIELE	27
5	PROJEKTANNAHMEN	28
5.1	FREIBORD	28
5.2	DIMENSIONIERUNGSGRÖSSEN HYDROLOGIE	28
5.3	GESCHIEBE UND SCHWEMMHOLZ	29
6	RISIKOANALYSE	30
6.1	SCHADENPOTENTIAL	30
6.2	SCHADENAUSMASS	30
6.3	RISIKO VOR MASSNAHMEN	30
7	BISHERIGE KONZEPTE	31
7.1	GROBKONZEPT EICHENBERGER REVITAL SA (2021)	31
7.2	VORPROJEKT HOLINGER AG (2024)	32
7.3	DURCHCLASS RHB/ BAHNHOFSTRASSE	32
7.3.1	Machbarkeitsstudie HOLINGER AG (2024)	32
7.3.2	Variantenstudium Casutt Wyrsh Zwicky (2025)	33
8	MASSNAHMENPLANUNG	34
8.1	ÜBERSICHT	34
8.2	BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT VALLEINABACH	34
8.2.1	Ausdolung Valleinabach	34
8.2.2	Ersatzneubau Durchlass	35
8.2.3	Massnahmen Kettbach oben	35
8.3	BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT INNERDORF	36
8.3.1	Anpassung Auslauf Geschiebesammler	36
8.3.2	Eindolung Innerdorf	36
8.3.3	Sohlanpassungen offener Abschnitt	37
8.4	BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT ITALIENISCHE STRASSE BIS RHB	37
8.4.1	Neubau Durchlass Italienische Strasse (Kantonsstrasse)	37
8.4.2	Aufweitung Gerinne	38
8.5	BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT RHB/ BAHNHOFSTRASSE	39

8.6	BAULICHE MASSNAHMEN CAVENDEL	40
8.6.1	Verbreiterung Gerinne	40
8.6.2	Rechteckdurchlass Zufahrtsstrasse	40
8.6.3	Offenes Rechteckprofil mit Stützmauern	41
8.6.4	Rechteckdurchlass Zufahrtsstrasse Cavendel	42
8.6.5	Uferanpassungen offenes Gerinne	42
8.7	BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT MONTÉ	43
8.7.1	Neubau Damm	43
8.7.2	Anpassung Strasse	44
8.7.3	Neue Sicker-/ Sammelleitung	44
8.8	RAUMPLANERISCHE MASSNAHMEN	44
8.8.1	Ausscheidung Gewässerparzelle	44
8.8.2	Ausscheidung Gewässerraum	44
8.9	ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN	44
8.10	UNTERHALTSMASSNAHMEN	45
8.10.1	Gewässerunterhaltskonzept	45
8.10.2	Umgang mit Biber	45
8.11	ERWERB VON GRUND UND RECHTEN	45
8.12	RODUNG	46
8.13	VERZICHT AUF MASSNAHMEN	46
9	BAUABLAUF	47
9.1	ETAPPIERUNG	47
9.2	BAUSTELLENERSCHLIESSUNG UND INSTALLATIONSPLÄTZE	47
9.3	MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG/ MATERIALBILANZ	48
9.4	WASSERHALTUNG	49
9.5	BAUÜBERWACHUNG	49
9.5.1	Grundwasserschutzzonen	49
9.5.2	Bahnlinie RhB	49
10	AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN	50
10.1	AUSWIRKUNGEN AUF NUTZUNG	50
10.2	AUSWIRKUNGEN AUF NATUR, LANDSCHAFT UND SIEDLUNG	50
10.3	AUSWIRKUNGEN AUF GEWÄSSERÖKOLOGIE	50
10.4	AUSWIRKUNGEN AUF GRUNDWASSER	50
10.5	AUSWIRKUNGEN AUF LANDWIRTSCHAFT	51
10.6	AUSWIRKUNGEN AUF WALD	51
11	VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN	52

11.1	GEFAHRENBEURTEILUNG NACH MASSNAHMEN	52
11.2	ÜBERLASTFALL/ ROBUSTHEIT DES SYSTEMS	53
11.3	OBERFLÄCHENABFLUSS	54
11.4	RISIKO NACH MASSNAHMEN	54
12	NACHWEIS DER KOSTENWIRKSAMKEIT	55
13	INVESTITIONSKOSTEN	56
13.1	FINANZIERUNG / SUBVENTIONEN	56
13.2	INVESTITIONSKOSTEN	56
13.3	NUTZNIESSER	56
14	UMSETZUNG DER VERBLEIBENDEN GEFAHREN IN DIE RICHT- UND NUTZUNGSPLANUNG	57
15	NOTFALLPLANUNG	58
16	UNTERHALTSKONZEPT	59
17	WEITERE PLANUNGSPHASEN UND TERMINPLANUNG	60
17.1	WEITERE ARBEITEN	60
17.2	TERMINE	61

ANHANG

Anhang 1	Annahmen Hydraulische Berechnungen
Anhang 2	Technischer Bericht Teilprojekt Durchlass RhB

ZUSAMMENFASSUNG

Die im Jahr 2020 erstellte Gefahrenkarte Wasser der Gemeinde Cazis [12] zeigt deutliche **Hochwasserschutzdefizite im Siedlungsgebiet von Cazis** auf. Basierend auf dem «Grobkonzept Hochwasserschutz Talebene Cazis» der Eichenberger Revital SA von 2021 [11] wurde die Talebene in vier Teile unterteilt, für welche separate Hochwasserschutzprojekte erstellt werden.

Das vorliegende Projekt befasst sich mit dem **Hochwasserschutz Kettbach (Teil B)** und beinhaltet den Schutz des Siedlungsgebiets von Cazis vor Überschwemmungen des Kettbachs. Aufgrund des hohen Schadensausmasses ergeben sich hohe Risiken von insgesamt CHF 617'529 pro Jahr.

Die HOLINGER AG hat dazu 2024 [10] ein Vorprojekt erarbeitet, welches Basis ist für das nun vorliegenden Bauprojekt. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um eine optimierte Planung der im Vorprojekt vorgesehenen Massnahmen. Diese sehen vor, den Kettbach bis zum Siedlungsrand auszubauen, im Gebiet Monté zurückzuhalten, um eine kontrollierte Abgabe in den Nolla- und Abzugskanal zu garantieren:

- Ausdolung, Kapazitätserhöhung Valleinbachs inkl. neuem Durchlass oberhalb Steilstrecke
- Ersatzneu Eindolung Innerdorf mit Anpassung Ein- und Auslaufbereich
- Ersatzneubau Durchlass Kantonsstrasse (Italienische Strasse)
- Neugestaltung/ Abtiefung und Vergrösserung Gerinne bis Bahnhofstrasse
- Ersatzneubau Durchlass RhB/ Bahnhofstrasse mit Anpassung Ein- und Auslaufbereich
- Abtiefung und Vergrösserung Gerinne und Ersatzneubau Durchlässe bis Siedlungsrand
- Neubau Damm Monté und Anpassung Strasse zur Sicherstellung des Retentionsvolumens.
- Mit dem Projekt soll zudem der Gewässerraum und eine durchgehende Gewässerparzelle ausgeschieden werden.

Die Massnahmen werden etappenweise und zeitgleich mit den tangierten Tiefbauarbeiten (Werkleitungen, Strasse) realisiert.

Das Projekt führt zu einem Schutz des Siedlungsgebiets bis einem 100-jährlichen Hochwasserereignisses.

Die veranschlagten Baukosten (inkl. MwSt.) für das Hochwasserschutzprojekt (ohne weiterführende Tiefbauarbeiten) betragen rund CHF 4.19 Mio. Hinzu kommen Dienstleistungen (Planungshonorare und Baunebenkosten), sowie Kosten für den Erwerb von Grund und Rechten (inkl. Erwerb Gewässerparzelle). Die Gesamtkosten sind mit CHF 5.90 Mio. (inkl. MwSt.) veranschlagt. Mit den Massnahmen kann das Risiko um 95% auf rund 30'000 CHF/ Jahr gesenkt werden. Die Kostenwirksamkeit wurde mit 3.4 nachgewiesen.

1 ANLASS UND AUFTRAG

1.1 ANLASS

Das Gewässersystem von Cazis besteht aus zahlreichen Hangbächen, inklusive Kettbach, die über das Kanalsystem in der Talebene in den Hinterrhein abgeleitet werden. Die 2020 erstellte Gefahrenkarte Wasser der Gemeinde Cazis [12] zeigt deutliche Hochwasserschutzdefizite in der Talebene und dem Siedlungsgebiet von Cazis auf. Basierend auf dem «Grobkonzept Hochwasserschutz Talebene Cazis» von 2021 [11] wurde die Talebene in vier Teile unterteilt, für welche separate Projekte erstellt werden (Abbildung 1). Für den Teil C (Monté bis Fridau) liegt zurzeit das Projekt auf, für die Teile D (Fridau bis Industriezone) und A (Caznerbach) ist die Projektierung in Arbeit.

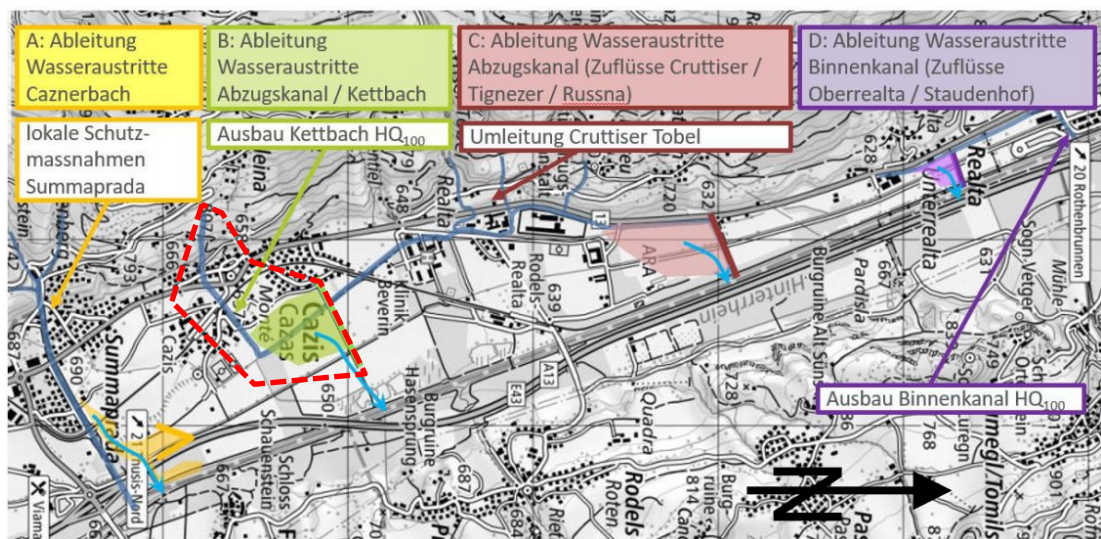


Abbildung 1: Grobkonzept mit Projektperimeter in rot [11]

Der Kettbach (Teil B) erreicht am Kegelhals das Siedlungsgebiet von Cazis, durchfließt auf dem Schwemmkegel in einem engen Gerinne das Siedlungsgebiet und fliesst unterhalb in der Ebene Monté in den Abzugskanal.

Oberhalb von Müliwald und verstärkt ab dem Kegelhals kommt es zu Wasser- und Geschiebeausbrüchen, welche das gesamte Siedlungsgebiet von Cazis betreffen, wie die Gefahrenkarte in Abbildung 4 zeigt.

Unter der Leitung des Tiefbauamts Graubünden hat die HOLINGER AG im November 2024 [10] im Teil B, unter Berücksichtigung der Teile A, C und D, ein Vorprojekt erarbeitet, welches Massnahmen zur Behebung der Hochwasserschutzdefizite am Kettbach und zur ökologischen Aufwertung des Gewässers enthält. In einem nächsten Schritt soll nun ein Bau- und Auflageprojekt (SIA 32/33) ausgearbeitet werden.

1.2 AUFTRAG

Die HOLINGER AG wurde am 8. November 2024 vom Tiefbauamt Graubünden mit der Ausarbeitung des Bau- und Auflageprojekts beauftragt.

1.3 PROJEKTPERIMETER

Der Projektperimeter umfasst den Kettbach und seinen Seitenzubringer Valleinabach südlich des Ortsteils Valleina sowie den Abzugskanal bis zum Damm Montéwald.

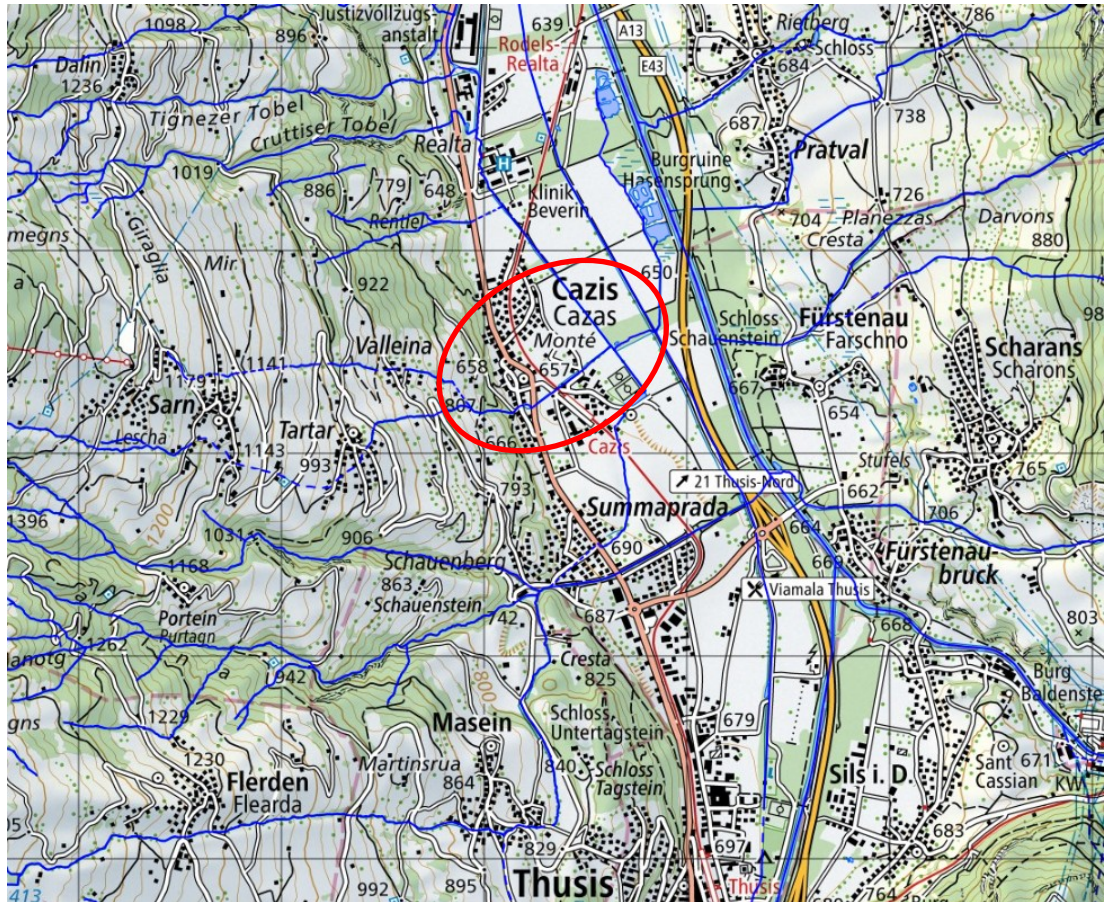


Abbildung 2: Topographische Karte mit TLM-Gewässernetz und Projektperimeter in rot (Karte: map.geo.admin.ch).

1.4 PROJEKTORGANISATION

Auftraggeber:	Tiefbauamt Graubünden Abteilung Wasserbau Loëstrasse 14 CH-7001 Chur	Richard Käch (Projektleiter)
Gesamtplaner Wasserbau:	HOLINGER AG Richtstrasse 10 CH-7001 Chur	Luciano Giovanoli (Projektleiter)
Planer Teilprojekt Durchlass RhB:	Casutt Wyrsh Zwicky AG Sägenstrasse 97 CH-7000 Chur	Gion Blumenthal (Teilprojektleiter)
Fachplanung Umwelt	K+D Landschaftsplanung AG Ringstrasse 37 CH-7000 Chur	Ursina Raschein
Fachplanung Geologie	CSD INGENIEURE AG Alexanderstrasse 16 CH-7000 Chur	Peter Oberholzer
Vermessung:	Grünenfelder und Partner AG Bahnhofstrasse 1b CH-7408 Cazis	
Begleitung:	Gemeinde Cazis Oberdorf 4 CH-7408 Cazis	Pascale Steiner (Gemeindepräsi- dentin) Roger Patt (Bereichsleiter Werkbe- trieb Forst- und Werkbetriebe) Kenneth Danuser (Betriebsleiter)
Weitere Partner:	Rhätische Bahn Infrastruktur/ Kunstbauten CH-7000 Chur	Angelo Berweger (Kunstbauten)
	Tiefbauamt Graubünden Abteilung Kunstbauten Loëstrasse 14 CH-7001 Chur	Erich Brüllmann (Kunstbauten)
	ewz Verteilnetz Mittelbünden Albulastrasse 114 CH-7411 Sils i.D.	Beda Egli

2 GRUNDLAGEN

2.1 GESETZE, RICHTLINIEN, WEGLEITUNG

- [1] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991, stand 1. Januar 2017
- [2] Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991, Stand 1. Mai 2017
- [3] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966, Stand 1. Januar 2022
- [4] Kantonales Gewässerschutzgesetz (KGSchG) vom 8. Juni 1997, Stand 1. Januar 2016
- [5] Gesetz über den Wasserbau im Kanton Graubünden (Wasserbaugesetz, KWBG) vom 27. August 2008, Stand 1. Januar 2011
- [6] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. Januar 2026)
- [7] Kanton Graubünden, AWN: Freibord im Kanton Graubünden, 26. November 2015
- [8] KOHS: Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen, 2013
- [9] ARE: Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren, Mai 2005

2.2 STUDIEN UND UNTERSUCHUNGEN

- [10] HOLINGER AG: Hochwasserschutz Kettbach, Vorprojekt, November 2024
- [11] Eichenberger Revital SA: Grobkonzept Hochwasserschutz Talebene Cazis, 25. Juni 2021
- [12] Eichenberger Revital SA: Gefahrenkarte Wasser, Gemeinde Cazis, 28. August 2020
- [13] Eichenberger Revital SA: HBA, Erweiterung Industriezone Cazis - Massnahmenkonzept zur Gewässerführung, 16. Januar 2018
- [14] Hunziker, Zarn & Partner: Gefahrenkarte Wasser. Gemeinden Thusis, Sils i. D. und Fürstentau. Nolla, Hinterrhein, Albula, 19. November 2018
- [15] Eichenberger Revital SA: Gesamtkonzept zur Aufwertung der Talgewässer von Cazis. Bericht. 1. September 2014

2.3 GEODATEN

- [16] Geoportal Kanton Graubünden, Stand: Mai 2024
- [17] Geoportal des Bundes, map.geo.admin.ch, Stand: Mai 2024
- [18] Grünenfelder und Partner AG: Vermessungsdaten, Stand: Juli 2022
- [19] Bundesamt für Umwelt BAFU, Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, 22.05.2018
- [20] Stauffer & Studach: Gewässerraum, 16.07.2025

2.4 WEITERE GRUNDLAGEN

- [21] Email Eichenberger Revital SA (M. von Pfulstein), 17.05.2023
- [22] BASEMENT – Basic Simulation Environment for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation. Version 2.8.2 © ETH Zurich, VAW, 2006- 2022. Wasserprozesse

3 AUSGANGSLAGE

3.1 CHARAKTERISTIK EINZUGSGEBIET

Der Kettbach und sein Seitengewässer Valleinabach entspringen am Heinzenberg oberhalb von Sarn. Unterhalb des Siedlungsgebiets von Cazis mündet der Kettbach in den Abzugskanal. Das Einzugsgebiet hat beim Eintritt in die Talebene eine Grösse von 2.8 km², es ist teils bewaldet, mehrheitlich aber landwirtschaftlich genutzt. Es enthält neben dem Ortskern von Cazis auch die Ortsteile Sarn, Tartar und Valleina. Das Gewässersystem am Hang ist geprägt von langen Eindolungen, Umleitungen und dem Kraftwerk Tartar.

Im Bereich Plattas fliessen mehrere kleine Seitenarme zusammen und bilden den Kettbach, der ganzjährig wasserführend ist. Es besteht in Plattas eine manuell regulierbare Überleitung in den Portainer Tobel, die Sarn (Bereich Mühle) vor zu grossen Abflüssen, insbesondere bei Schneeschmelze, schützen soll. Zwischen Plattas und Sarn verläuft der Kettbach als Wiesenschbach mit einem Gefälle von 25%. Direkt oberhalb der Mühle Sarn befindet sich eine Steilstrecke mit einem Gefälle von 50%, unterhalb der Mühle befindet sich eine Flachstrecke. Am unteren Dorfrand fliesst der Kettbach in die Kraftwerksleitung des Bachkraftwerks Tartar. Zwischen Sarn und dem unteren Dorfrand von Tartar existiert kein Bachgerinne. Der Kettbach ist in diesem Bereich für die Wasserkraftnutzung eingedolt. Unterhalb von Tartar verläuft der Kettbach mehrheitlich im bewaldeten Einschnitt bis zum oberen Ortsrand von Cazis, wo sich ein kleiner Geschiebefang befindet. Das Gefälle oberhalb des Geschiebefangs beträgt ca. 50% und nimmt dann am Dorfrand auf 13% ab.

Durch eine Eindolung gelangt das Wasser vom Sammler in den neu ausgebauten Bachabschnitt auf Parzelle 34. Anschliessend folgt die Eindolung unter der Kantonsstrasse durch. Unterhalb der Italienischen Strasse verläuft der Kettbach in einem deutlich kleineren Gerinne, teilweise mit Dämmen und mit zahlreichen Überfahrten. Das Gefälle beträgt lediglich 0.3 bis 0.5%. Unterhalb von Cazis mündet der Kettbach beim Montéwald in den Abzugskanal [12].

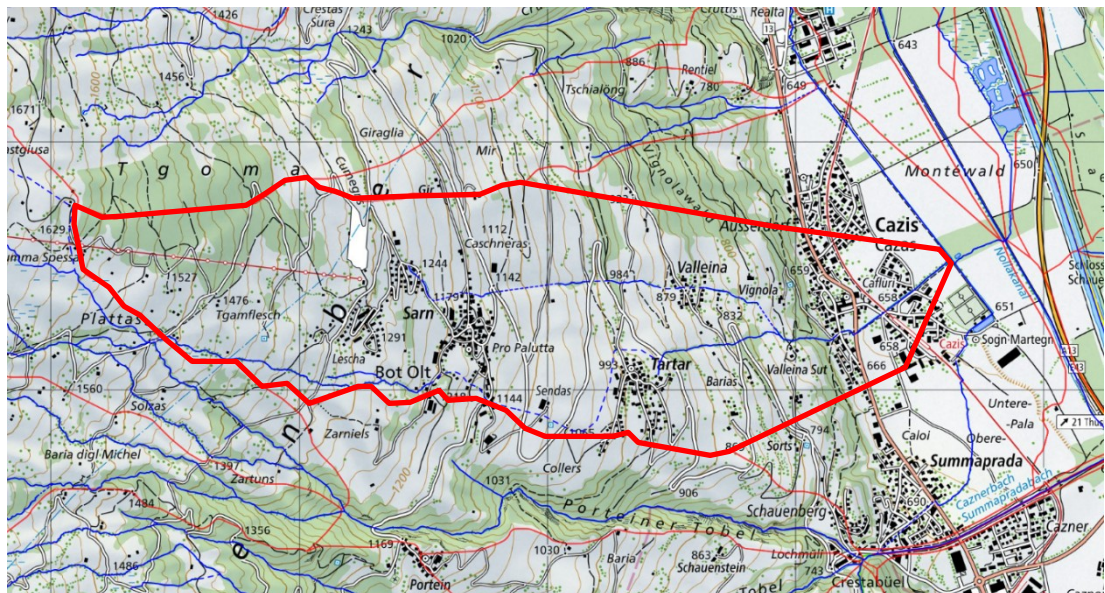


Abbildung 3: Kettbach mit ungefährem Einzugsgebiet in rot (Karte: map.geo.admin.ch).

3.2 AKTUELLE GEFÄHRDUNGSSITUATION

3.2.1 Gefahrenkarte Wasser vor Massnahmen

Die aktuelle Gefährdung durch den Prozess Wasser ist in der Gefahrenkarte 2020 [12] abgebildet:

- Gefährdung durch Kettbach: Diverse Schwachstellen bereits bei HQ₃₀, dadurch werden grosse Teile des Siedlungsgebiets bis zum Wingertbach überschwemmt
- Südlich der Kantonsstrasse wird die Gefährdung durch den Caznerbach überlagert

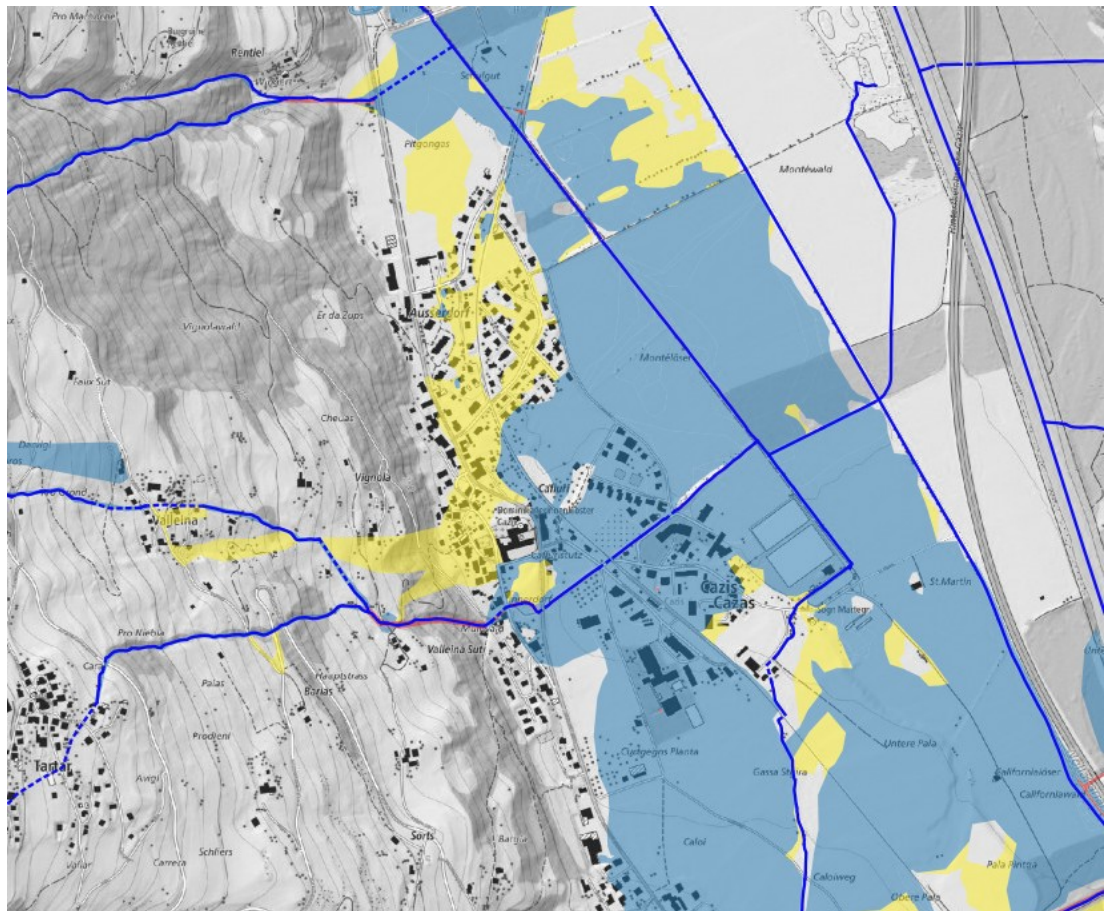


Abbildung 4: Aktuelle Gefahrenkarte Wasser (alle Prozessquellen/ Gewässer) [12]



Abbildung 5: IK300 Kettbach (links) und Caznerbach (rechts) [12]

3.2.2 Hochwasserschutzdefizite

- Schutzdefizite Kettbach bestehen im Siedlungsgebiet / Bauzonen (Abbildung 6)
- Kapazitätsdefizite
 - Eindolung Valleinabach
 - Strassendurchlass oberhalb Waldabschnitt
 - Alle 5 Durchlässe im Siedlungsgebiet
 -



Abbildung 6: Defizit in rot basierend auf der Überlagerung der IK100 mit den Bauzonen.

3.2.3 Gefährdung durch Oberflächenabfluss

Die erhöhte Lage des Kettbach auf Damm (höhere Lage gegenüber Umland) führt zu Geländekammern, welche bei Starkregen gefüllt werden ($h > 0.5 \text{ m}$). Dadurch ergibt sich eine Gefährdung durch Oberflächenabfluss und eine ungünstige Entwässerungssituation, insbesondere des Gebiets rechtsseitig des Kettbachs (Abbildung 7).

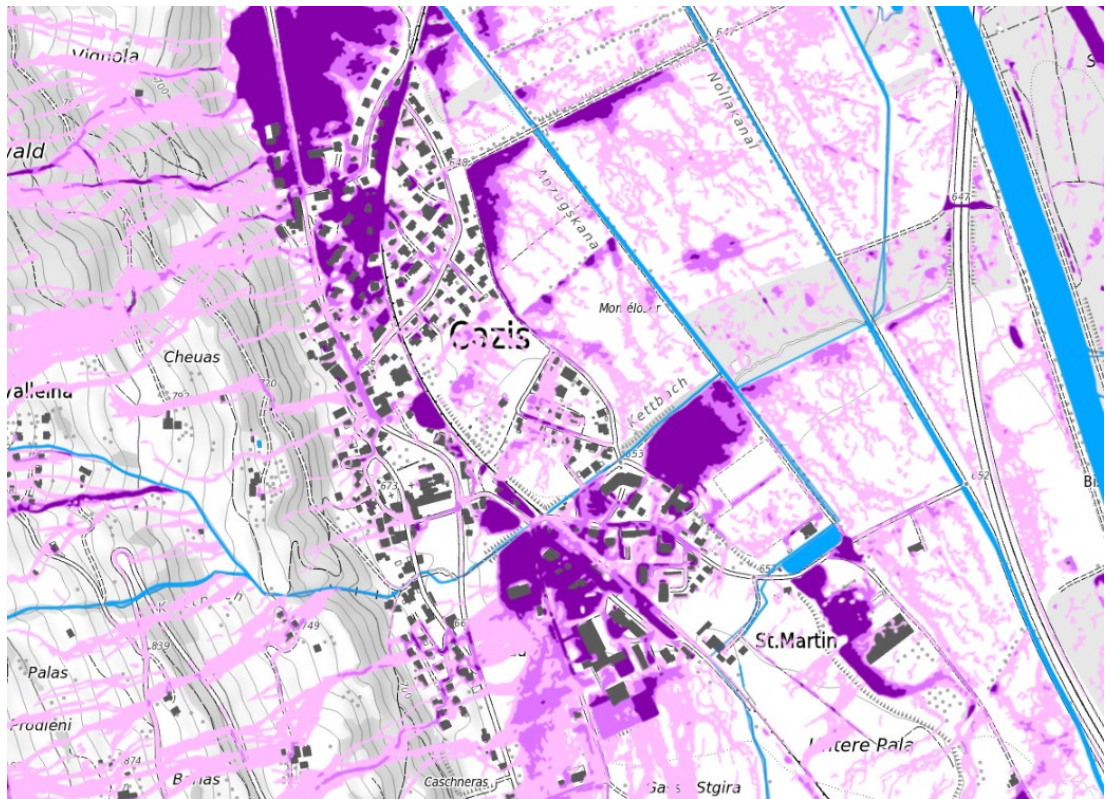


Abbildung 7: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss des Bundes [16]

3.2.4 Gefährdung durch weitere Prozesse

Der gesamte Hang des Heinzenbergs westlich der Italienischen Strasse ist in der Gefahrenkarte Rutschung [16] als Rutschhang mit geringer Gefährdung (gelb eingetragen).

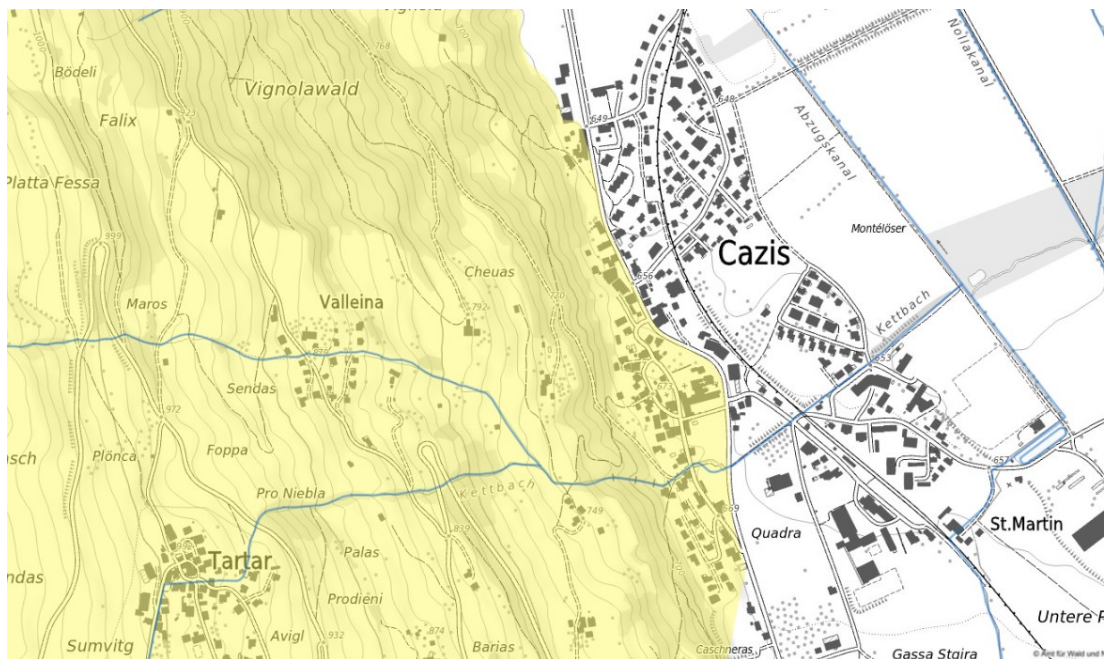


Abbildung 8: Aktuelle Gefahrenkarte Rutschung mit Gewässernetz [16]

3.3 HISTORISCHE EREIGNISSE

Gemäss Gefahrenkarte 2020 [12] sind die nachfolgend aufgeführten Ereignisse am Kettbach bekannt.

Tabelle 1: Ereigniskataster Kettbach

Ereignis	Betroffener Bach, Prozess	Schäden und Massnahmen
2002	Hochwasser	2-malige Leerung Geschiebefang in 2 Tagen, dadurch konnten grössere Schäden verhindert werden. Anschliessend Bau einer Bachsperre aus Holz oberhalb Geschiebefang (Abbildung 20) - Auflandungen im Bereich Italienische Strasse
17.06.2016	kleineres Hochwasser	bordvoller Abfluss bei Parzelle 1213, WSP = UK Brücke, von Wasseraustritten ist nichts bekannt 

3.4 HYDROLOGIE

3.4.1 Kettbach und Valleinabach

In der Gefahrenbeurteilung aus dem Jahr 2020 werden die Spitzenabflusswerte des 30-, 100- und 300-jährlichen Hochwasserereignis festgelegt (vgl. Tabelle 2) [12]. Gemäss Auskunft von Eichenberger Revital SA stammen die hydrologischen Kennwerte des Kettbachs aus einer Gebietsübertragung des Einzugsgebiet Caznerbach [21]. Die Ganglinie des Caznerbachs weist beim Spitzenabfluss nach einer Konzentrationszeit von 4.3 h ein 1h-Plateau auf, die gesamte Ereignisdauer beträgt 13.8 h [12]. Die Ganglinie des Kettbachs hat gemäss Gefahrenkartierung dasselbe 1h-Plateau aber eine reduzierte Konzentrationszeit (1.8 h) und Ereignisdauer (6.9 h) [21].

Für das Hochwasserschutzprojekt wird die Ganglinie des Kettbachs vereinfacht als Dreiecksganglinie mit einer Konzentrationszeit von 2 h und einer Ereignisdauer von 7 h **ohne Plateau** angenommen. Die Ganglinie ist in Abbildung 9 dargestellt. Entsprechend beträgt das **HQ₁₀₀-Abflussvolumen 113'400 m³**.

Tabelle 2: Hydrologie gemäss Gefahrenkarte [12]

Bach	$q_{\text{spez_100}}$ [m ³ /s]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
Valleinabach, Valleina	3.33	2.8	4.0	5.2
Kettbach Cazis	3.2	6.5	9.0	11.5

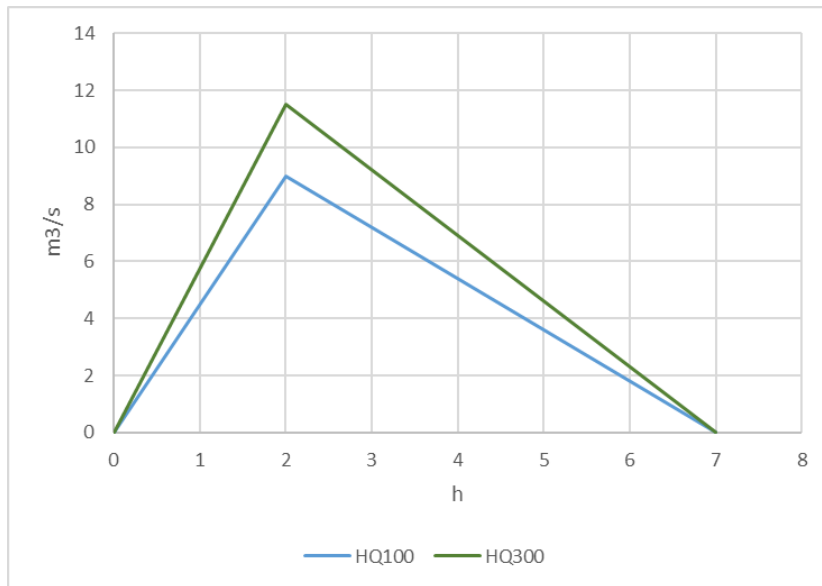


Abbildung 9: Ganglinie Kettbach gemäss [12]

3.4.2 Abzugskanal

In der Ebene unterhalb des Siedlungsgebiets fliesst der Kettbach in den Abzugskanal. Direkt nach der Mündung befindet sich ein Regelungsbauwerk im Abzugskanal.



Abbildung 10: Regelungsbauwerk im Abzugskanal direkt nach dem Zufluss des Kettbachs (Rohr)
(Foto: HOLINGER AG, 2024)

Der Abzugskanal ist ein künstliches Gewässer und Teil des menschengemachten Kanalsystems in der Talebene. Er hat kein natürliches Einzugsgebiet [12].

Die Speisung des Abzugskanals oberhalb der Mündung des Kettbachs erfolgt vom Caznerbach her. Ab da fliesst der Abzugskanal zuerst unterirdisch durch das Siedlungsgebiet von Summaprada und anschliessend als kleines offenes Gerinne über den Schwemmkegel von Summaprada, unter der Bahnleitung durch und entlang des Sportplatzes St. Martin. Die Zuständigkeit für die Fassung am Caznerbach liegt beim Hotel Reich an der Heinzenbergstrasse 1. Bei Hochwasser schlägt die Fassung zu und es gelangt kein Wasser vom Caznerbach in den Abzugskanal.

Am Projektperimeterende, beim Damm Montéwald und Übergang in den Projektperimeter des HWS-Projekts Teil C, befindet sich die Entlastung «Schlitz» Montélöser (Abbildung 10). Vor dem Damm und Durchlass befindet sich ein Einlauf in die Mischabwasser-Entlastungsleitung in den Hinterrhein. Gemäss Gefahrenkarte wird eine Entlastungsmenge von $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ angenommen. Für das Hochwasserschutzprojekt Kettbach wird jedoch davon ausgegangen, dass im Hochwasserfall die Entlastungsleitung bereits durch das Abwassersystem ausgelastet ist und keine zusätzliche Hochwasserentlastung des Kettbachs erfolgen kann.



Abbildung 11: Einlauf in die Mischabwasser-Entlastungsleitung beim Damm Montéwald (Foto: HOLINGER AG, 2024)

3.4.3 Nollakanal

Der Nollakanal ist ein künstliches Gewässer und diente früher zur Kolmatierung der landwirtschaftlichen Flächen in der Talebene mit fruchtbarem Nollaschlamm. Reguliert wird er durch ein Steuerungsorgan am Nollawehr. Der maximale Abfluss beträgt **$0.5 \text{ m}^3/\text{s}$** . Bei Trübung der Nolla wird der Zufluss automatisch abgestellt [12].

3.5 GESCHIEBE/ FESTSTOFFTRANSPORT

Der Geschiebetransport wurde im Rahmen der Gefahrenbeurteilung [12] wie folgt beurteilt: Das Geschiebeaufkommen am Kettbach ist durch die unterbrochene Gerinneführung redu-

ziert. Oberhalb von Tartar ist das Gerinne teilweise vertufft, hier ist vor allem die seitliche Erosion von Material möglich. Am grössten ist das Geschiebepotential in der Steilstrecke direkt oberhalb des Siedlungsgebiets von Cazis (Müliwald), wo das Gerinne mit Holz- und Steinsperren stabilisiert wurde (siehe Kap. 3.7). Schon gemäss Gefahrenzonenplan Cazis von 1977 ist am Kettbach mit einem „respektablen Geschiebetransport“ und einer Überlastung des Geschiebesammlers zu rechnen. Ereignisdokumentationen aus dieser Zeit fehlen. Das Geschiebeaufkommen am Valleinabach ist beim Einlauf in den Kettbach durch die unterbrochene Gerinneführung sehr begrenzt. Für ein seltenes Ereignis (HQ₁₀₀) wird ein **Geschiebepotential von 450 bis 850 m³** angegeben. Das Gerinne wurde als schwach mürfäbig beurteilt.

3.6 SCHWEMMHOLZ

Das Schwemmhholzpotential ist gemäss Gefahrenbeurteilung [12] mässig.

3.7 BEURTEILUNG BESTEHENDER SCHUTZBAUTEN

Holzsperrern

Es liegen aktuell noch keine Angaben zu den vorhandenen Holzsperrern vor.

Blocksteinsperren

Unterhalb der Holzsperrern befinden sich 3 Blocksteinsperren aus Naturstein mit einer Höhe von rund 2 bis 2.5 m. Baujahr (eine davon nach 2002) und Zustand sind nicht bekannt. Gemäss Angaben der Gemeinde Cazis werden die Sperren jährlich kontrolliert.



Abbildung 12: Sperren (Fotos: HOLINGER AG)

Geschiebesammler Müli

Der Sammler wurde 1977 gebaut und besteht aus einem Abschlussbauwerk aus Beton und Holz. Seitlich ist der Sammler nicht verbaut und weist teilweise Erosionsschäden auf. Das Rückhaltevolumen beträgt bei einer maximalen Stauhöhe von 1.3 m ungefähr 30 m³. Gemäss Angaben der Gemeinde Cazis werden 1- bis 2-mal pro Jahr einige Kubikmeter Geschiebe ausgebaggert. Dieses lagert sich vor allem nach Starkniederschlagsereignissen ab.



Abbildung 13: Geschiebesammler inklusive Schwemmholzrechen am Kegelhals (Fotos: HOLINGER AG)

Unterhalb des Geschiebesammlers besteht vor der Eindolung ein Schwemmholzrechen aus Stahl. Der Zustand kann als gut beurteilt werden.



Abbildung 14: Schwemmholzrechen (Foto: HOLINGER AG)

3.8 LANDSCHAFT

Es sind keine Landschaftsschutzobjekte gemäss Naturschutzinventaren von Bund oder Kanton oder gemäss kommunalem Zonenplan betroffen. Cazis liegt innerhalb der Pufferzone der UNESCO-Welterbe Kulturstätte (Bundesamt für Kultur BAK) «Rhätische Bahn in der Landschaft Albula/Bernina».

3.9 GEWÄSSERÖKOLOGIE

Die Beurteilung der Ökomorphologie ist nur für den Kettbach vorliegend. Abgesehen von den Strassendurchlässen ist der Kettbach im Siedlungsgebiet als wenig bis stark beeinträchtigt beurteilt (Abbildung 15). Der Valleinabach verläuft im Projektperimeter mehrheitlich eingedolt.

Die gewässerökologische Situation des Kettbachs kann wie folgt beschrieben werden:

- Mehrheitlich eingeschränkte Wasserspiegelbreitenvariabilität
- Eingeschränkte Längsvernetzung durch diverse Eindolungen und Abstürze
- Eingeschränkte Quervernetzung durch Eindolungen und steile Uferböschungen

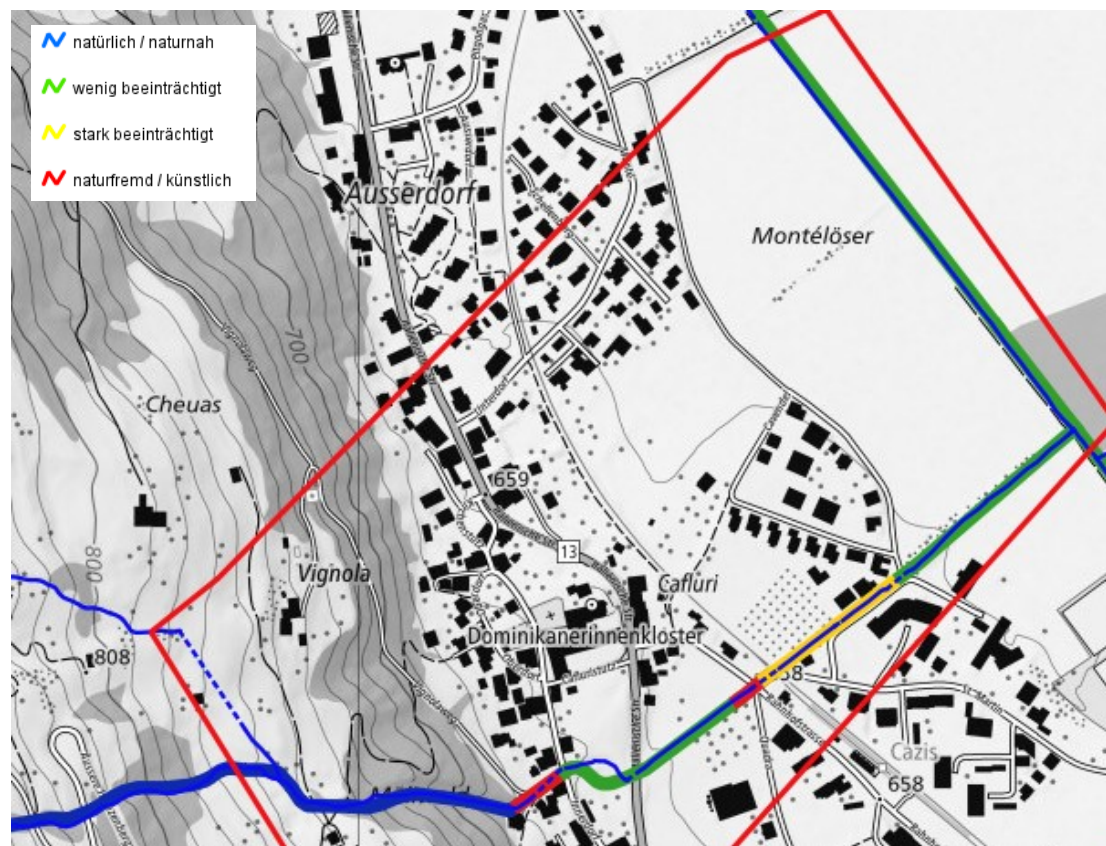


Abbildung 15: Beurteilung der Ökomorphologie Stufe F - Abschnitte im Projektperimeter

Die Priorisierung der Strategischen Revitalisierungsplanung zeigt für den Kettbach im oberen Abschnitt bis zur Bahnlinie «geringe Priorität» und ab da in Fliessrichtung abwärts eine «mittlere Priorität». Vorfluter des Kettbachs ist der Realta Kanal, für welchen eine Revitalisierung geplant ist.

Für den Kettbach ist unterhalb der Kantonsstrasse ein Schongebiet Fischerei ausgeschieden. Allfällige Auswirkungen auf die Fischfauna und spezifische Massnahmen werden im Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) beschrieben.

3.10 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Gemäss geologischer Karte [16] resp. Fachbericht zur Baugrunduntersuchung (Plan-Nr.:

505.5-A.008) durchfliessen der Kett- und Vallainabach im steilen Hang zunächst Moränenablagerungen. Der anschliessende Bachschuttkegel besteht westlich der Kantonsstrasse aus Bonaduzerschotter und anschliessend aus Bachschuttmaterial. In der Ebene besteht der Untergrund aus rezenten, fluviatilen Alluvionen. Insgesamt ist daher von **vorwiegend kiesigem, wenig bindigem Baugrund** auszugehen.

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich des Kettbachs in mindestens 11 m Tiefe:

Flurabstand		QP 2.9	QP 2.2 (DL Ital.)
Grundwasserhochstand	640.0 m ü. M.	ca. 11 m tief	ca. 21 m tief
Grundwassernormalstand	637.5 m ü. M.	ca. 13.5 m tief	ca. 22.5 m tief
Grundwassertiefstand	636.0 m ü. M.	ca. 15 m tief	ca. 24 m tief

Der Projektperimeter liegt mehrheitlich im Gewässerschutzbereich Au, welcher den Talgrundwasserkörper schützt. Der Valleinabach durchfliesst am oberen Perimeterende die Grundwasserschutzzonen S1 bis S3 einer Quelfassung (Abbildung 16).

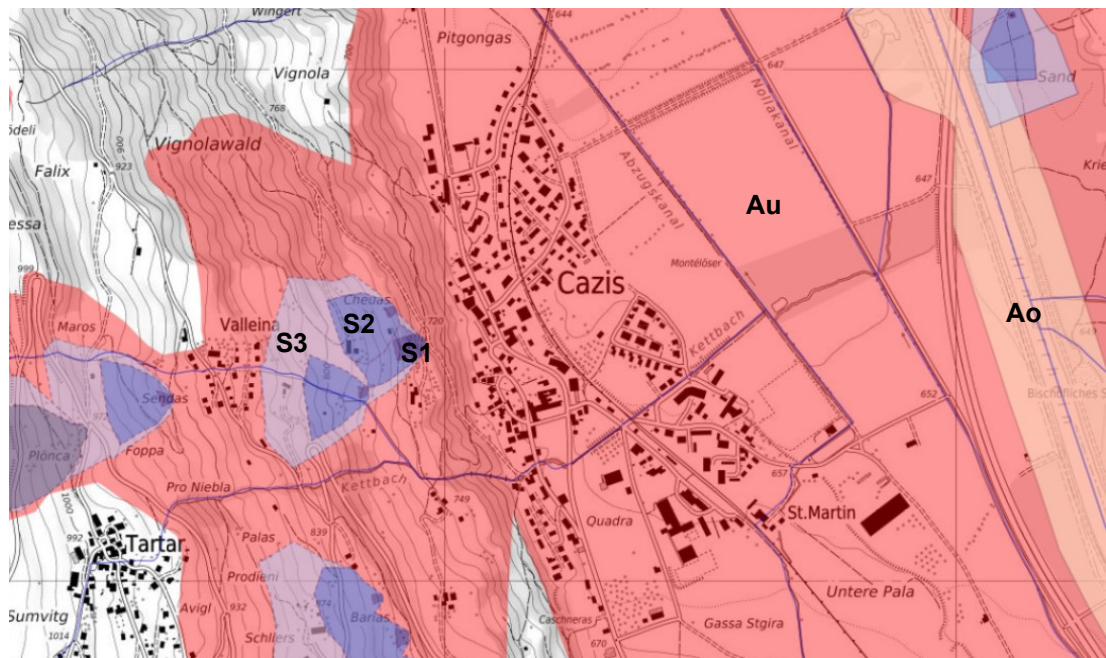


Abbildung 16: Gewässerschutzkarte GR [16]

3.11 ALTLASTEN

Gemäss Kataster der belasteten Standorte [16] resp. Fachbericht zur Baugrunduntersuchung (Plan-Nr.: 505.5-A.008) und liegen keine Standorte in unmittelbarer Nähe zum Kettbach.

3.12 BODEN

Angaben zum Boden sind im Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) detailliert dokumentiert.

3.13 WALD

Im Projektperimeter liegen gemäss Angaben im Geoportal [16] lediglich im steilen Abschnitt oberhalb des Siedlungsgebiets Waldflächen vor.

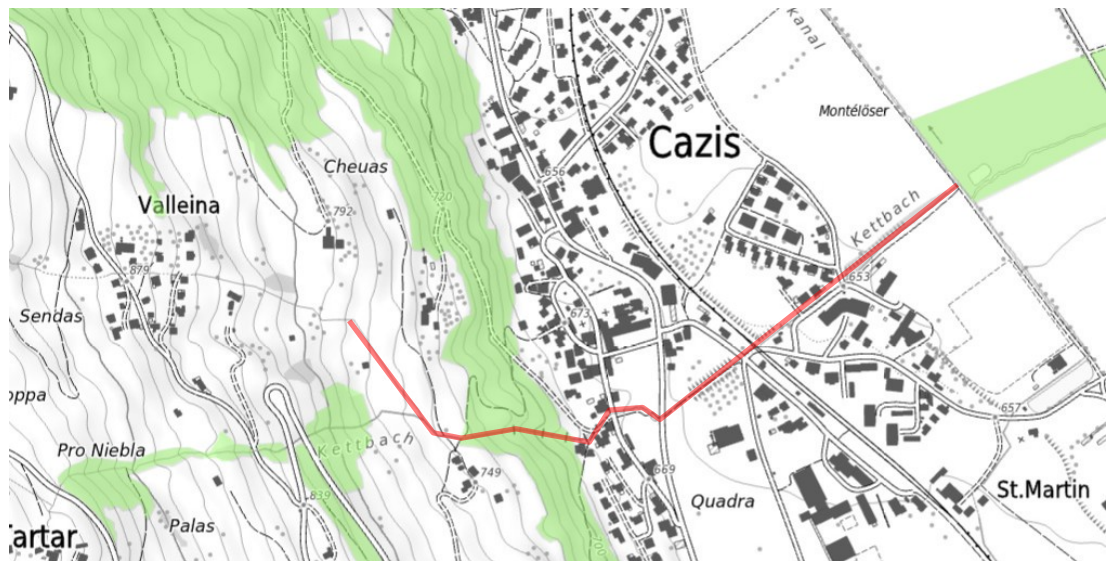


Abbildung 17: Wald (Definition Waldgesetz) mit Valleinabach/ Kettbach in rot [16]

3.14 LANDWIRTSCHAFT

Innerhalb des Projektperimeters werden insbesondere die Flächen im Gebiet Monté und Valleinabach, sowie die Flächen oberhalb und unterhalb der Bahnlinie und der Italienischen Strasse landwirtschaftlich genutzt. Im untersten Abschnitt des Projektperimeters liegen inventarisierte Fruchtfolgeflächen (FFF) vor.

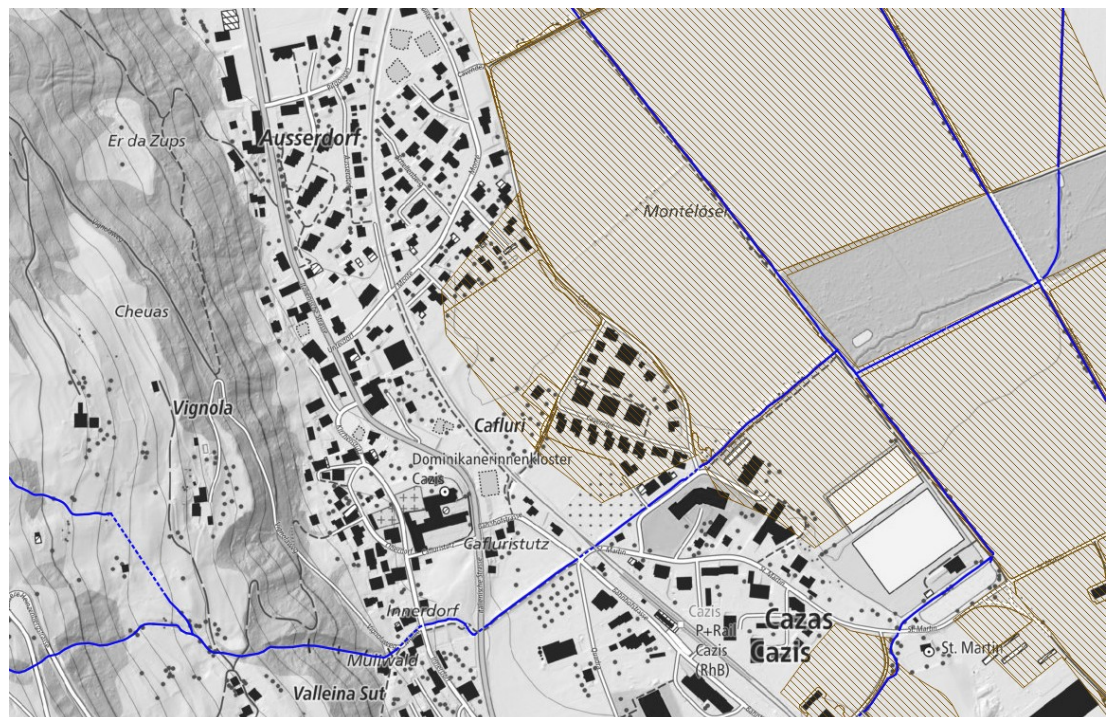


Abbildung 18: Fruchtfolgeflächen [16]

3.15 ORTSBILD

Es sind gemäss Geoportal [16] keine Einträge in den Inventaren des Ortsbild- und Kulturgüterschutz sowie Natur- und Landschaftsschutz vorhanden.

3.16 UMWELT

Weitere Umweltaspekte (Flora, Fauna, Landschaft) sind im Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) detailliert beschrieben.

3.17 GEWÄSSERRAUM

Der Gewässerraum für den Kettbach ist noch nicht rechtskräftig ausgeschieden.

3.18 WERKLEITUNGEN UND INFRASTRUKTUR

Aufgrund seiner Lage im Siedlungsgebiet tangiert der Kettbach verschiedene Infrastrukturanlagen:

- diverse Gemeindestrassen, -wege
- diverse Werkleitungen (Wasser, Abwasser, Elektro, Telekom)
- Kantonsstrasse (Italienische Strasse)
- Schutzbauten
- RhB-Gleise

3.19 DRITTPROJEKTE

Für das Hochwasserschutzprojekt Kettbach sind folgende Drittprojekte relevant:

HWS (Arealschutz) Cazis Nord, Teil C

Bauherrschaft: Hochbauamt Graubünden

Projektierung: HOLINGER (Auflageprojekt), Bänziger Partner AG (Ausführung, Bauleitung)

Im Rahmen des Hochwasserschutz (Arealschutz) Cazis Nord, Teil C (Teil C gemäss Grobkonzept [10]) hat die HOLINGER AG zum Schutz der Justizvollzugsanstalt und weiteren Liegenschaften im Besitz des Kantons Graubünden das Auflageprojekt ausgearbeitet, welches bis Herbst 2025 realisiert wurde. Für den Hochwasserschutz Kettbach sind folgende Massnahmen relevant.

- Drosselung Abzugskanal beim Damm Montéwald auf 1 m³/s
- Drosselung Nollakanal beim Damm Montéwald auf 1 m³/s
- Anpassung des Damms Montéwald

Der oberhalb des Damms Montéwald resultierende Retentionsraum gilt als Randbedingung.

Hochwasserschutz Caznerbach

Bauherrschaft: Tiefbauamt Graubünden

Projektierung: keine Angabe

Die Gefährdung durch Überschwemmung des Caznerbachs reicht bis in den Projektperimeter des Kettbachs. Am Caznerbach ist ein Hochwasserschutzprojekt in Erarbeitung (Teil A gemäss Grobkonzept [10]).

Gesamterneuerung Strassen Cazis, Erneuerung der Werkleitungen im Bereich Hochwasserschutz Müli und Bahnhofstrasse bis Cavendel

Bauherrschaft: Gemeinde Cazis

Projektierung: Werk13 AG

Die Gemeinde Cazis ersetzt im Bereich Müli und Innerdorf die Wasserleitungen resp. ergänzt diese mit einer weiteren Leitung. Dabei wird die Eindolung des Kettbachs unterquert.

An der Bahnhofstrasse plant die Gemeinde Cazis das Trottoir bis zum Kettbach zu verlängern und die beiden Wasserleitung zu ersetzen und neu im Trottoir zu führen. Die Wasserleitung aus den 1960er Jahren unter dem Bahngleis wird ebenfalls ersetzt.

Das Projekt soll gleichzeitig mit dem Ersatz der Eindolung Kettbach ausgeschrieben und realisiert werden.

Umbau Bushaltestelle Cafluri

Bauherrschaft: Gemeinde Cazis

Projektierung: ALPING.CH Gartmann & Joos Bauingenieure AG

Mit dem Umbau der Bushaltestelle Cafluri wird auch die Italienische Strasse (Kantonsstrasse) neu gestaltet. Der Kettbach unterquert den Projektperimeter mittels Eindolung. Das Projekt soll gleichzeitig mit dem Ersatz des Durchlasses am Kettbach realisiert werden.

Umlegung Abwasserleitung Valleina

Bauherrschaft: Gemeinde Cazis

Projektierung: jenny planing AG

Die Abwasserleitung, welche den Valleinabach unterquert, wird im Rahmen eines Drittprojekts umgelegt, die bestehende Leitung wird im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts ausser Betrieb genommen, resp. zurückgebaut. Das Projekt ist bereits bewilligt.

4 PROJEKTZIELE

4.1 HOCHWASSERSCHUTZZIELE (SCHUTZZIELE)

- Sicherstellen des Hochwasserschutzes gemäss Schutzzielmatrix des Bundes [9]
 - Bauzonen / geschlossene Siedlungen / Bahnhof: vollständiger Schutz bis HQ₁₀₀, schwache Intensität zulässig HQ₃₀₀
 - Kantonstrasse und RhB-Bahngleis: schwache Intensität zulässig bis HQ₁₀₀, mittlere Intensität zulässig HQ₃₀₀
 - Landwirtschaftsland: mittlere Intensität zulässig HQ₁₀₀

4.2 ÖKOLOGISCHE ENTWICKLUNGSZIELE

- Das Gerinne des Kettbachs soll im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts mittels Verbesserung der Längs- und Quervernetzung ökologisch aufgewertet werden.
- Es ist eine naturnahe Gestaltung (z.B. naturnahe Materialien) anzustreben.

4.3 WEITERE ZIELE

- Es sollen Synergien bei der Realisierung der Drittprojekte der Gemeinde genutzt werden. Wo möglich, wird eine gemeinsame Ausführung angestrebt.
- Bestehende Uferwege (zwischen Kantonsstrasse und Bahnhofstrasse, entlang unterster Abschnitt) sollen erhalten bleiben.
- Auf Wunsch der Gemeinde Cazis soll der (Gewässer-)Unterhalt der Massnahmen möglichst klein sein.

5 PROJEKTANNAHMEN

5.1 FREIBORD

Freibord gemäss den Vorgaben des Kantons Graubünden für kleine und mittlere Bäche [7] und in Anlehnung an KOHS [8]:

- Freie Fließstrecken: 0.5 m
- Durchlässe und Brücken: 0.5 m
- Rohrdurchlässe: 85% Teilfüllungsgrad

5.2 DIMENSIONIERUNGSGRÖSSEN HYDROLOGIE

Folgende hydrologische Dimensionierungsgrößen wurden für angenommen:

- Abflussspitze Valleinabach
 - $HQ_{30} = 2.8 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $HQ_{100} = 4.0 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $HQ_{300} = 5.2 \text{ m}^3/\text{s}$
- Abflussspitzen Kettbach im Siedlungsgebiet / ab Kegelhals
 - $HQ_{30} = 6.5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $HQ_{100} = 9.0 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $HQ_{300} = 11.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ganglinie Kettbach
 - Die Dreiecksganglinie in Abbildung 9 wird verwendet mit einer Konzentrationszeit von 2 h und einer gesamten Ereignisdauer von 7 h.
 - Das HQ_{100} -Abflussvolumen beträgt $113'400 \text{ m}^3$
- Retentionsraum Monté
 - Zur Dimensionierung des notwendigen Retentionsraumes werden folgende Grundannahmen getroffen

Tabelle 3: Annahmen In- und Output Retentionsraum (ungesteuert)

	Gerinne	Q [m³/s]	Ganglinie	Dauer [h]	V [m³]
Input	Abzugskanal	+ 0.5	Konstant	7	+ 12'800
	Nollakanal	kein Input im Ereignisfall			
	Kettbach	+ 9.0	Dreieck	7	+ 113'400
Output	Abzugskanal	- 1.0	Konstant	5.5	-19'800
	Nollakanal	- 1.0	Konstant	5.5	-19'800
	Entlastungsleitung in Hinterrhein	kein Output			
Bilanz	Retention	86'400			

5.3 GESCHIEBE UND SCHWEMMHOLZ

Weitere Annahmen gemäss Gefahrenkarte [12]:

- Geschiebepotenzial HQ_{100} 450 bis 850 m³
- Schwemmholtzpotenzial mässig

6 RISIKOANALYSE

Eine Risikoanalyse für das Projekt wurde durch die thur GmbH durchgeführt (Plan Nr. 505.5-A.012). In diesem Kapitel sind die wichtigsten Erkenntnisse dokumentiert.

6.1 SCHADENPOTENTIAL

Die hohe Anzahl an Schadenobjekten, die im grossflächigen Wirkungsgebiet des Kettbachs betroffen sind, führt zu hohen Werten beim Schadenpotenzial. Die Werte aller betroffenen Schadenobjekte durch den Kettbach beträgt gut CHF 7.5 Mia.

Tabelle 4: Schadenpotenzial Personen (monetarisiert) und Sachwerte gemäss EconoMe-Berechnung

Schadenpotential Anzahl Personen	CHF 1'101
Schadenpotential Personen (monetarisiert)	CHF 7'270'057'241
Schadenpotential Sachwerte	CHF 278'464'464
Schadenpotential gesamt	CHF 7'548'521'705

6.2 SCHADENAUSMASS

Beim Kettbach resultiert bei einem 100-jährlichen Ereignis ein Schaden von rund CHF 21 Mio., wobei nur wenige Prozent des Schadens auf Personenschäden zurückzuführen sind. Der Grossteil der Schäden wird durch Sachschäden an Gebäuden, Verkehrsträgern und Landwirtschaftsland verursacht.

Tabelle 5: Schadenausmass Personen (monetarisiert) und Sachwerte gemäss EconoMe-Berechnung für den Kettbach

Jährlichkeit	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
Personenwerte	CHF 790'009	CHF 964'468	CHF 996'125
Sachwerte	CHF 15'547'688	CHF 20'641'985	CHF 26'685'932
Gesamtschaden	CHF 16'337'697	CHF 21'606'452	CHF 27'682'057

6.3 RISIKO VOR MASSNAHMEN

Basierend auf den hohen Schadensausmassen resultieren vor Massnahmen hohe Risiken von insgesamt CHF 617'529 pro Jahr.

7 BISHERIGE KONZEPTE

7.1 GROBKONZEPT EICHENBERGER REVITAL SA (2021)

Das Grobkonzept Eichenberger Revital SA für die Cazner Talebene [11] sieht folgendes vor:

Der Kettbach soll auf HQ₁₀₀ mit ausreichendem Freibord ausgebaut werden (Bewältigung HQ₃₀₀ mit reduziertem Freibord), um die Siedlungsgebiete von Cazis schutzzieladäquat vor Hochwassern zu schützen.

Geschiebebewältigung Kettbach

Ein Ab- respektive Durchleiten des bei einem Hochwasser mobilisierten Geschiebes bis in die Ebene ist aufgrund der Gefällsverhältnisse nicht möglich. Daher muss verhindert werden, dass Geschiebe aus dem Bereich Müliwald (steile, instabile Tobelflanken) bis in das sich abflachende Gerinne im Siedlungsgebiet transportiert wird. Dieses wird erreicht durch:

- Reduktion des Geschiebepotentials Müliwald durch Befestigung/Verbauung des Gerinnes z.B. mit zusätzlichen Sperren.
- Ausbau des heute unzureichenden Geschiebesammlers am Kegelhals auf 80 bis 100 m³ (ein grösserer Ausbau wäre wünschenswert, ist aber nach derzeitiger Einschätzung aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht verhältnismässig).

Gerinneausbau Kettbach

Der Gerinneausbau am Kettbach umfasst folgende Massnahmenelemente:

- Ausbau Eindolung Innerdorfstrasse
- Ausbau Durchlass Italienische Strasse, evtl. mit vorgelagertem Sedimentrückhaltebecken
- naturnaher Ausbau Gerinne zwischen Italienischer Strasse und Bahnhofstrasse
- Ausbau Durchlass Bahnhofstrasse und RhB-Linie
- technischer Ausbau Gerinne zwischen RhB-Linie und Cavendel inkl. 2 – 3 Überfahrten
- naturnaher Ausbau Gerinne zwischen Cavendel und Einmündung in den Abzugskanal

Mittelfristig ist ein Ausbau des Valleina-Gerinnes oberhalb des Zusammenflusses mit dem Kettbach anzustreben.

Abzugskanal

Hochwasser, die aus dem Kettbach in den Abzugskanal gelangen, fliessen im Überflutungskorridor Monté ab und werden über eine neue Hochwasserentlastung in den Hinterrhein abgeführt. Die Entlastung wird auf HQ₁₀₀ mit ausreichendem Freibord ausgelegt (Bewältigung HQ₃₀₀ mit reduziertem Freibord).

Ein Ausbau der Kapazität des Abzugskanals ist nicht vorgesehen, das revitalisierte Gewässersystem Abzugskanal / Ableitung Munté bleibt erhalten. Eine Ausbreitung der Überflutungen nach Norden wird durch Dammanpassungen sowie Drosselung des Nolla- und Abzugskanals verhindert.

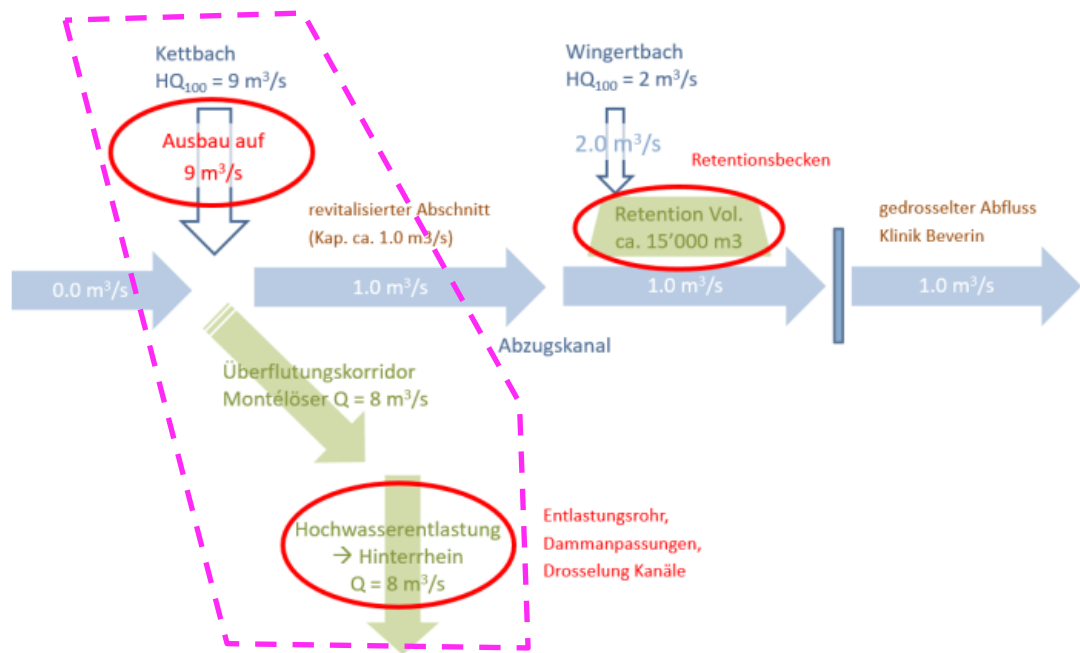


Abbildung 19: Grobkonzept Eichenberger Revital SA [11] mit Projektperimeter in pink

7.2 VORPROJEKT HOLINGER AG (2024)

Die HOLINGER AG hat im November 2024 ein Vorprojekt erarbeitet. An dieser Stelle wird auf die entsprechenden Dokumente und Pläne verwiesen [11].

7.3 DURCHLASS RHB/ BAHNHOFSTRASSE

7.3.1 Machbarkeitsstudie HOLINGER AG (2024)

Im Rahmen eines konzeptionellen Variantenstudiums wurde für den Durchlass RhB eine Variante mit parallelen Rohren geprüft, um den Abfluss von HQ_{100} mit einem Abfluss von $9 \text{ m}^3/\text{s}$ sicherzustellen. Dabei wurden Rohre der Grösse DN800 mit einem Gefälle von 2.3% betrachtet. Die Kapazität eines DN800 Rohrs bei einer Teilfüllung von 85% liegt bei $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$. Durch Druckabfluss könnte die Leistung gesteigert werden: Ein 1 m hoher Staukragen oberhalb der Rohrsohle würde den Abfluss lediglich auf $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ erhöhen, ein 2 m hoher Staukragen auf $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Um einen deutlichen Mehrgewinn aus einem Staukragen zu holen, wäre eine Höhe von mehr als 2 m nötig. Der Druckabfluss hat bei der langen Rohrstrecke von 30 m nur einen begrenzten Effekt, da der Lufteintrag relativ hoch ist. Zusätzlich führen mehrere parallele Rohre auch zu Reibungsverlusten. Um die erforderliche Kapazität bei Rohren mit Teilfüllung zu gewährleisten, wären fünf parallele Rohre nötig. Diese würden 5.50 m Breite beanspruchen. Zusätzlich wäre auch Platz für ein Einlauf- und Auslaufbauwerk erforderlich. Am Einlaufbauwerk müsste zudem ein Schwemmholzrechen installiert werden, um die Gefahr von Verkläsung zu minimieren.

Angesichts der grossen Abflussmengen von $9 \text{ m}^3/\text{s}$ und des Platzbedarfs stossen Rohre generell an ihre Grenzen. Ein Rechteckdurchlass bietet hier eine hydraulisch deutlich belastbarere Lösung.

7.3.2 Variantenstudium Casutt Wyrsh Zwicky (2025)

Im Rahmen der Variantenabklärung zum Bauprojekt wurden durch die Casutt Wyrsh Zwicky AG zwei Projektentwürfe mit unterschiedlicher Lage des Durchlasses im Grundriss untersucht (siehe Anhang 2):

- Variante 1: IST-Lage
- Variante 2: 4 m gegen Norden versetzt

8 MASSNAHMENPLANUNG

8.1 ÜBERSICHT

Die vorgesehenen Massnahmen umfassen eine Vielzahl an baulichen Elementen, welche sich entlang des Valleinabachs und Kettbachs erstrecken. In den nachfolgenden Kapitel werden die Massnahmen von oben nach unten abschnittsweise beschrieben.

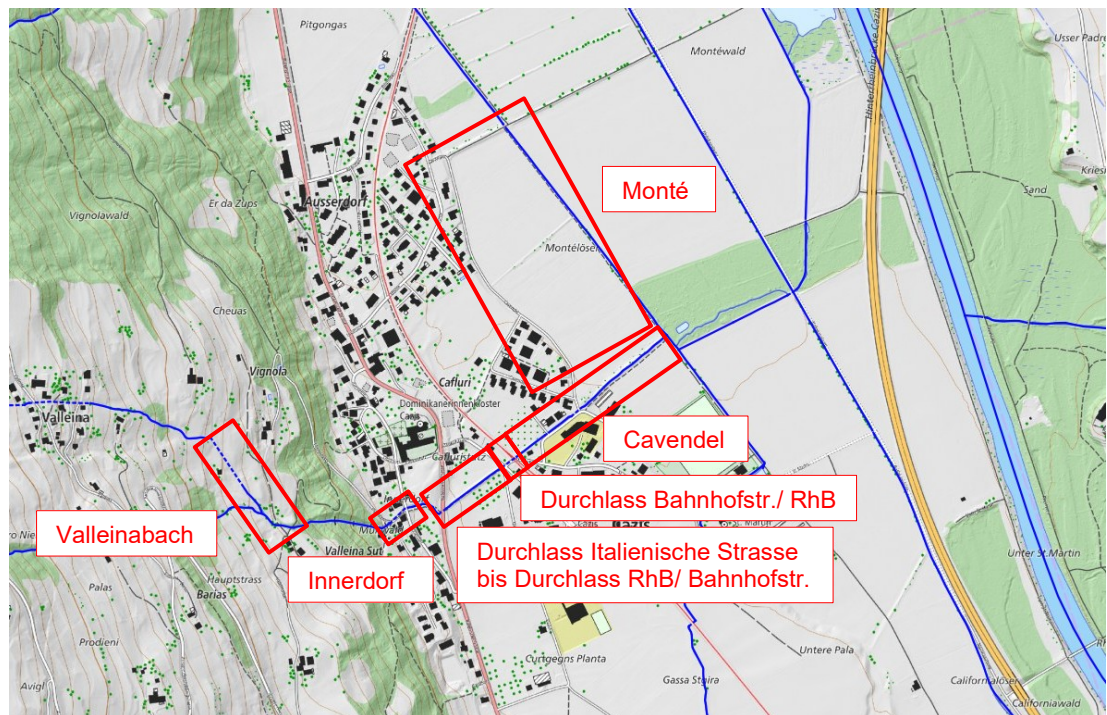


Abbildung 20: Übersicht Abschnitte

8.2 BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT VALLEINABACH

8.2.1 Ausdolung Valleinabach

Der rund 100 m lange, eingedolte Abschnitt vor der Mündung in den Kettbach wird offengelegt. Die bestehende Eindolung ist teilweise defekt und zu klein bemessen für ein HQ₁₀₀. Das offene Gerinne wird eine Sohlenbreite von ca. 1.5 m und eine Böschungsneigung von 2:3 haben. Die Böschungen werden begrünt. Die Sohle muss z.B. mit Bentonitmatten im Bereich der Grundwasserschutzzonen zwingend abgedichtet werden zum Schutz der Grundwasserschutzzonen. Weiter ist eine Abdichtung auf der ganzen Länge auch in Anbetracht des unterliegenden Rutschhanges, welcher ansonsten durch ein offenes, durchlässiges Gerinne stärker «bewässert» wird als durch eine Eindolung, geplant. Das offene Gerinne hat zudem den Vorteil, dass Hangwasser, welches oberhalb des Gerinnes anfällt, aufgenommen und abgeleitet wird. Unterhalb der Ausdolung erfolgt eine Anpassung und Aufwertung des Gerinnes bis in die Mündung in den Kettbach.

Die bestehende Abwasserleitung (PP 200) wird im Rahmen des Drittprojekts umgelegt. Der Anschlussschacht an die bestehende Leitung wurde ausserhalb des Gewässerraums positioniert. Ob die Leitung zurückgebaut oder ausser Betrieb genommen wird, ist im Rahmen der Ausführungsplanung zu definieren.

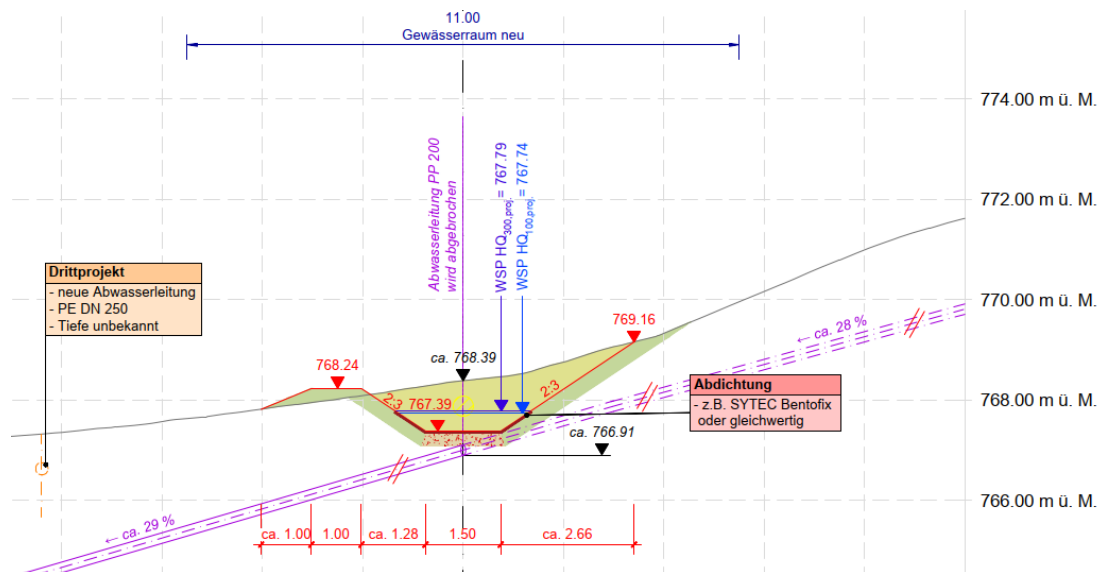


Abbildung 21: Querprofil 1.1 des ausgedohnten Gerinnes Valleinabach auf Parzelle 291 (Plan-Nr. 505.5-A.211)

8.2.2 Ersatzneubau Durchlass

Der Durchlass unter der Waldstrasse muss vergrössert werden, um ein HQ₁₀₀ abführen zu können. Es ist ein Rohr DN1100 oder ein Rechteckdurchlass mit Breite 1.3 m und Höhe 1.3 m vorgesehen. Ein dem Durchlass vorgelagerter Grobrechen soll verhindern, dass dieser verklaust und Wasser austritt. Zusätzlich zum grösseren Durchlass soll eine kleine Bodenwelle auf dem Forstweg (Abbildung 22, links) erstellt werden, um austretendes Wasser im Überlastfall oder Oberflächenwasser in den Bach zurückzuleiten und ein Auswaschen des Weges zu verhindern.



Abbildung 22: Links: Blick nach oben auf der Waldstrasse; Rechts: Auslauf Rohrdurchlass

8.2.3 Massnahmen Kettbach oben

Auf der Parzelle 1023, ab der Mündung des Valleinabachs in den Kettbach sind punktuelle Instandsetzungsmassnahmen des Uferverbau vorgesehen. Die Details sind im Rahmen des Ausführungsprojekts zu klären.

8.3 BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT INNERDORF

Im Bereich Innerdorf muss die bestehende Eindolung vergrössert werden. Dazu müssen der Einlauf in diese, an welchem sich ein Geschiebesammler befindet, und der Auslauf in den offenen Abschnitt angepasst werden. Diese Massnahmen werden im Folgenden genauer beschrieben.

8.3.1 Anpassung Auslauf Geschiebesammler

Aus Platzgründen sind am Geschiebesammler keine grösseren Anpassungen vorgesehen. Einzig der Auslauf und Übergang in die Eindolung muss angepasst werden, da die neue Eindolung tiefer zu liegen kommt als die bestehende. Die Sohle wird abgetieft und mit Blöcken in Beton gesichert. Seitlich werden Betonstützmauern errichtet. Ein Korbbrechen vor dem Einlauf soll das Verklauen des Rohres verhindern. Um einen Einstau zu ermöglichen und die Abflusskapazität im Überlastfall ($>HQ_{100}$) optimal auszunutzen, wird eine Mauer das heutige Holzgeländer ersetzen.

8.3.2 Eindolung Innerdorf

Am Mülisutzwird der bestehende Rohrdurchlass (Kreisprofil mit Durchmesser Einlauf ca. 0.9 - 1 m und Auslauf ca. 0.5 - 0.6 m) ersetzt. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse und den Werkleitungen ist ein **Rohrdurchlass DN1200** mit einem Segmentkrümmer vorgesehen. Die Ausführung des Durchlasses soll gemeinsam mit dem Drittprojekt Wasserleitung im Herbst 2026 erfolgen.

Im Rahmen des Durchlasses sind folgende Begleitmassnahmen vorgesehen:

- Bodenwelle von ca. 0.1 m Höhe auf der Innerdorfstrasse parallel zum Verlauf der Leitung und Teilersatzneubau der Mauer Innerdorfstrasse im Bereich des Auslasses.
- Damit im Überlastfall Wasser und Geschiebe aus der Strasse zurück ins Gerinne fliesen kann, ist eine durchlässig Absturzsicherung (z.B. «Bündner Zaun») statt einer Mauer vorzusehen. Die bestehende Stützmauer ist im Rahmen des neuen durch eine neuen Blocksteinmauer zu ersetzen.
- Punktuell sind Massnahmen zur optimalen Bewältigung des Überlastfalls vorgesehen, insbesondere auf der Parzelle 13 (Verlängerung Stützmauer, Steinschwelle in bestehender Mauer

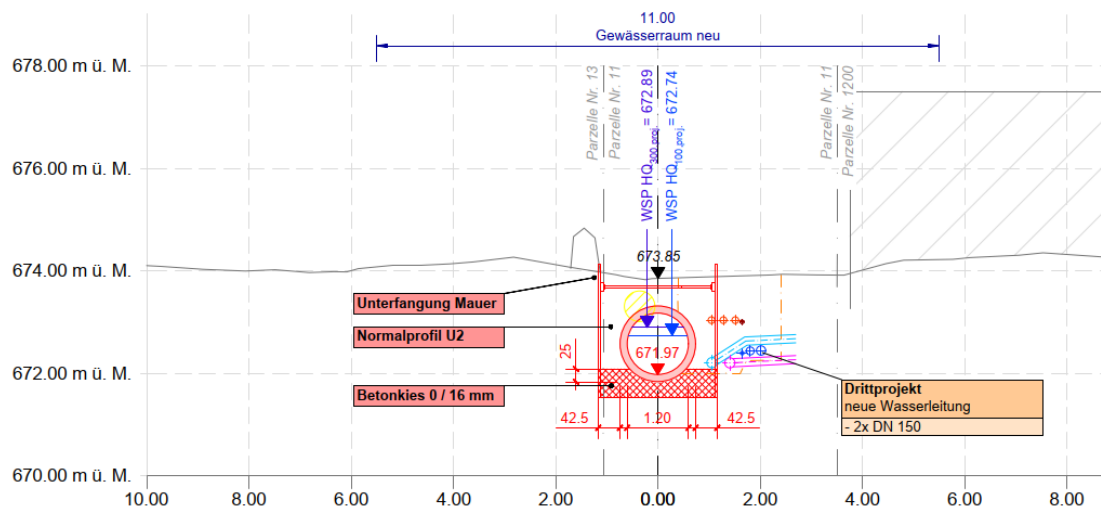


Abbildung 23: Querprofil Innerdorf (Plan-Nr. 505.5-A.222)

Im Rahmen der Ausführungsplanung sind die Massnahmen mit den Werkleitungsarbeiten zu koordinieren. Ferner ist ein Provisorium für die gesperrte Strasse zu finden.

8.3.3 Sohlanpassungen offener Abschnitt

Dieser Abschnitt wurde bereits aufgeweitet und natürlich gestaltet. Es sind keine Massnahmen vorgesehen, da dieser Abschnitt ausreichend dimensioniert ist. Am Auslauf der Eindolung Innerdorf muss die Sohle an die Eindolung angepasst und tiefer gelegt werden. Am Einlauf zur folgenden Eindolung (Durchlass Italienische Strasse) muss die Sohle auch tiefer gelegt werden, damit kein Absturz zur neuen Eindolung entsteht.

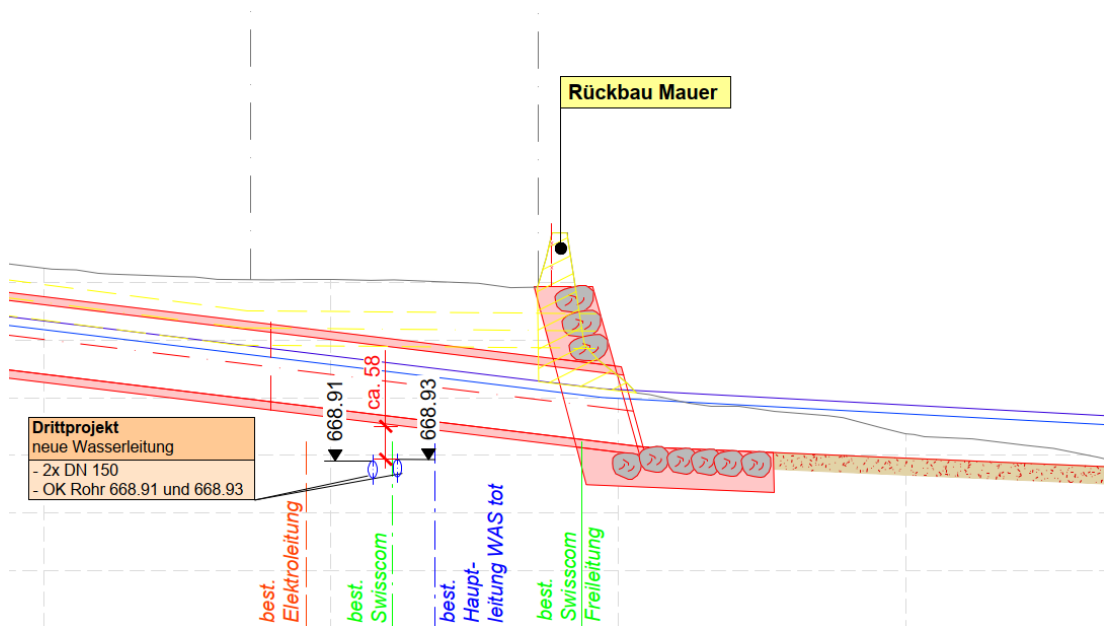


Abbildung 24: Längsprofil Innerdorf (Plan-Nr. 505.5-A.222)

8.4 BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT ITALIENISCHE STRASSE BIS RHB

8.4.1 Neubau Durchlass Italienische Strasse (Kantonsstrasse)

Der bestehende Rohrdurchlass unter der Italienischen Strasse (Rohrdurchlass Durchmesser 1 m) wird aufgrund des Kapazitätsdefizits durch einen neuen Rechteckdurchlass aus Beton ersetzt.

Es ist ein rund 13 m langer **Rechteckdurchlass mit Höhe 1.6 m und Breite 1.8 m** (Innenmasse) vorgesehen, welcher die Kantonsstrasse diagonal unterquert. Ein- und Auslauf werden mit Blöcken in Beton und Betonmauern gestaltet. Der Durchlass wird mit einer Natursteinsohle mit Niederwasserrinne ausgestaltet. Die genaue Bauweise inkl. Baugrubensicherung, Etappierung (Verkehrsregime während Bauzeit) ist im Rahmen des Umbaus der Bushaltestelle Cafluri (Drittprojekt) zu koordinieren. Es ist eine zeitgleiche Realisierung anzustreben.

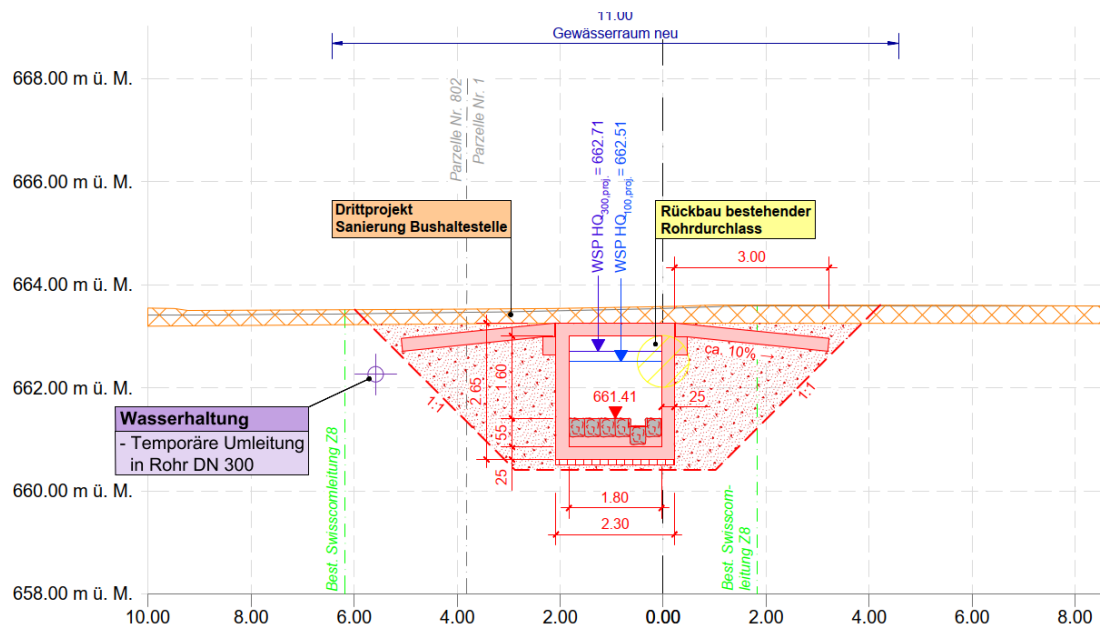


Abbildung 25: Querprofil Durchlass (Plan-Nr. 505.5-A.223)

8.4.2 Aufweitung Gerinne

Im Anschluss an den neuen Durchlass wird das Gerinne linksseitig des Fussweges auf eine Sohlenbreite von 1.5 m verbreitert (siehe Abbildung 26). Es ist ein Trapezprofil mit flachen Böschungen (1:2 bis 2:3) geplant, welches ökologisch aufgewertet wird. Dadurch muss linksseitig ein Damm aufgeschüttet werden. Aufgrund der Anpassung der Durchlässe ober- und unterhalb wird die Sohle des neuen Gerinnes ca. 1.2 bis 1.8 m tiefer liegen und kann im Rahmen des hydraulischen Spielraums mit ingenieurbioologischen Massnahmen (Wurzelstöcke, Faschinen, Störsteine) strukturiert werden. Die Sohle muss mittels Blockriegel (ca. 16 Stk., Abstand ca. 7 m) gesichert werden. Innerhalb der Sohle wird eine geschwungene Niederwasserrinne geschaffen. Die Böschungen werden begrünt und mit standortgerechten Pflanzen bestockt. Der Fussweg inkl. Elektroleitung wird erhalten. Zum Schutz der beidseitigen Dämme, ist der Einbau eines Nagetierschutzgitters geplant.

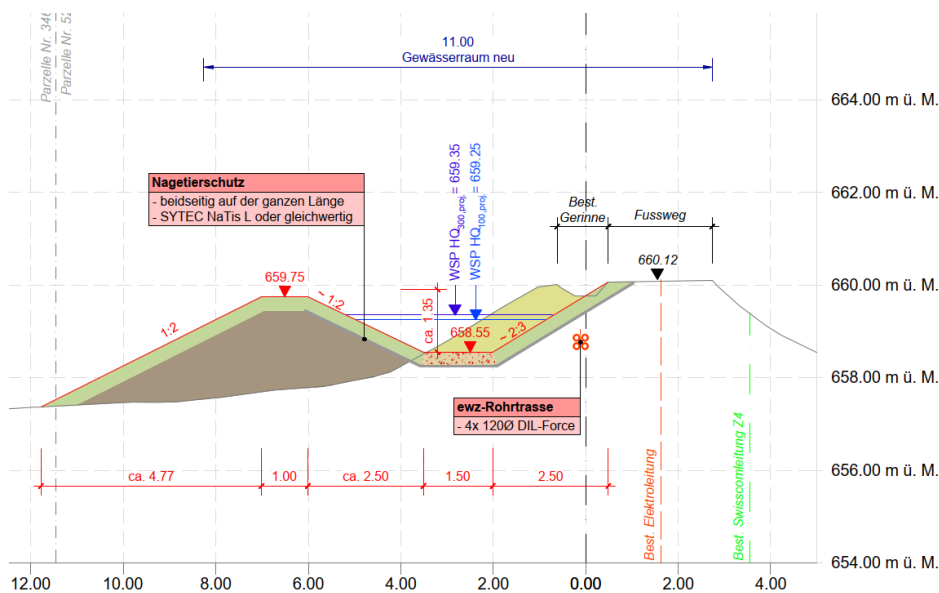


Abbildung 26: Querprofil 2.3 (Plan-Nr. 505.5-A.221)

8.5 BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT RHB/ BAHNHOFSTRASSE

Der bestehende Durchlass unter der Bahnhofstrasse (Rohrdurchlass Durchmesser 1 m) und den RhB-Gleisen (Rechteckdurchlass mit Höhe 0.5 m und Breite 1 m) wird aufgrund des Kapazitätsdefizits durch einen neuen Durchlass ersetzt. Der neue Durchlass wurde im Rahmen des Teilprojekts Durchlass RhB durch die Casutt Wyrsch Zwicky AG in Zusammenarbeit mit dem Tiefbauamt, der Gemeinde, der RhB und der HOLINGER AG geplant.

Der Durchlass hat ein Rechteckquerschnitt mit einer lichten Weite von 2.60 m, einer lichten Höhe von 1.50 m und einer Gesamtlänge von rund 34 m. Das Bauwerk wird aus 14 vorfabrizierten Stahlbetonelementen hergestellt, die im Werk im Kontaktbetonverfahren produziert und auf der Baustelle auf einem Splittbett versetzt werden. Die Verbindung erfolgt über Schubnocken und ein Dywidag-Spannsystem Ø 32 mm mit vier Kanäle. Die Abdichtung wird werkseitig mit Polymerbitumenbahnen ausgeführt, die Fugen werden zusätzlich mit Kautschukprofilen und PBD-Bändern vor Ort abgedichtet. Die Entwässerung erfolgt über das Dachgefälle. Die Natursteinsohle wird werkseitig mit Guber-Quarzsandstein ausgeführt, die Sohlenergänzungen erfolgen vor Ort. Die Hinterfüllung im Gleisbereich wird mit Ragazer Erdbeton hergestellt, darüber folgen Koffer und Bahnschotter mit Trennlage aus Geotextil.

Die bestehende Kabelanlage bleibt erhalten, ein Kabelzugschacht Typ 108 ZB wird ersetzt. An der Bahnschranke und der Lichtsignalanlage sind keine Arbeiten vorgesehen. Während des Aushubs ist der Fahrleitungsmast Nr. 10 zu sichern. Die Arbeiten erfolgen unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs. Der Einbau der vorfabrizierten Elemente wird während einer Wochenendsperre durchgeführt.

Der ausführliche Technische Bericht zum Durchlass ist auch in Anhang 2 zu finden.

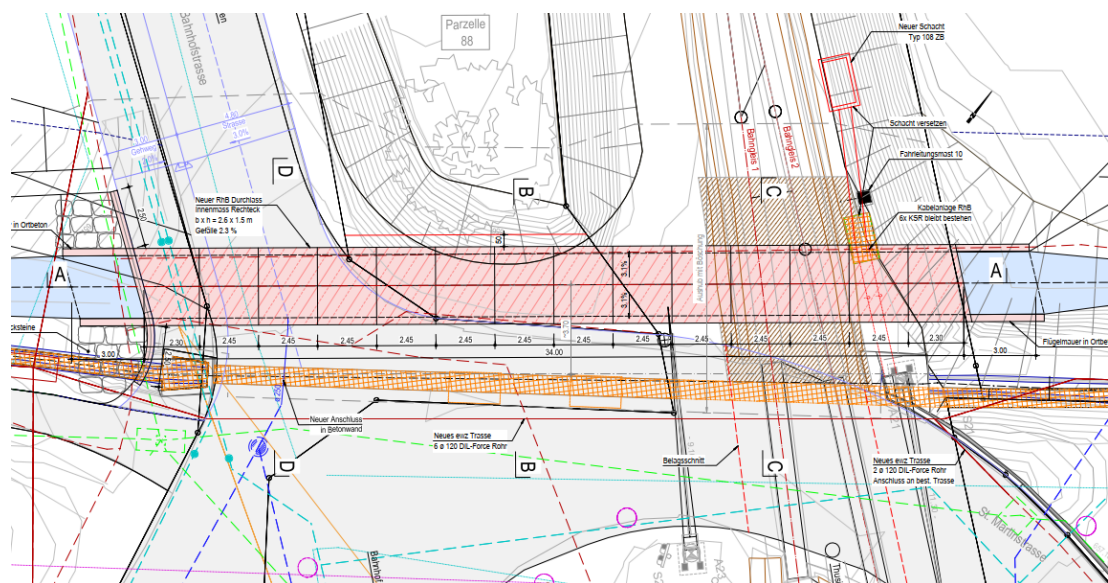


Abbildung 27: Situation mit neuem Durchlass (Plan-Nr. 505.5-A.402)

8.6 BAULICHE MASSNAHMEN CAVENDEL

8.6.1 Verbreiterung Gerinne

Nach dem Durchlass unter den RhB-Gleisen wird das bestehende ebenfalls Gerinne tiefergelegt, vergrössert und ökologisch (z.B. Strukturierung mit Wurzelstöcken, Faschinen, Störsteinen) aufgewertet. Es ist ein trapezförmiges Gerinne mit einer Sohlenbreite von 1.9 m Breite und einer Böschungsneigung von 1:2 vorgesehen. Die Sohle muss, analog oberhalb Durchlass RhB/ Bahnhofstrasse, mittels Blockriegel (ca. 3 Stk.) gesichert werden. Innerhalb der Sohle wird eine geschwungene Niederwasserrinne geschaffen. Die Böschungen werden begrünt und mit standortgerechten Pflanzen bestockt.

Zum Schutz der beidseitigen Dämme, ist der Einbau eines Nagetierschutzgitters geplant.

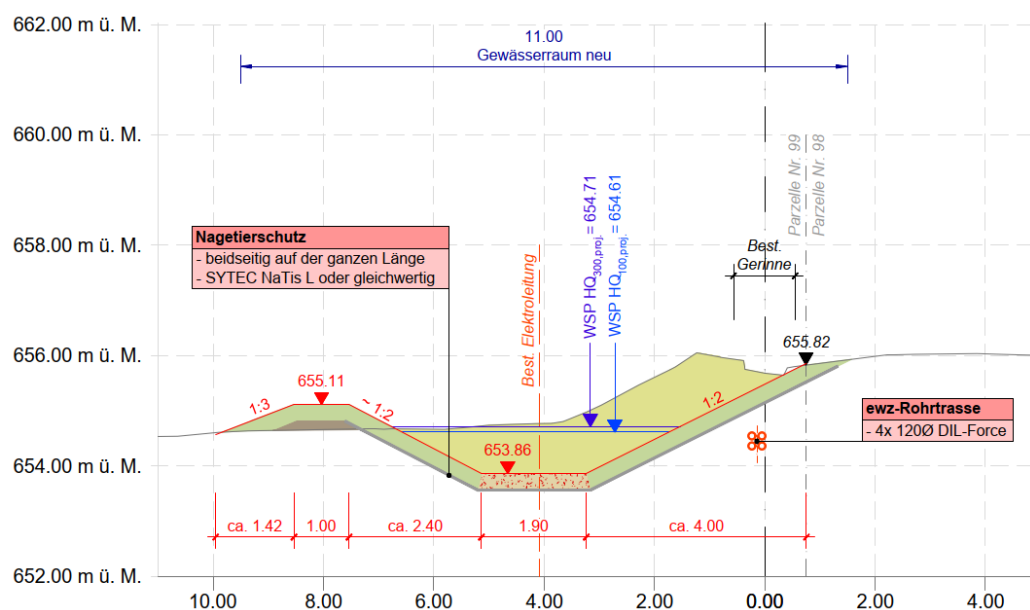


Abbildung 28: Querprofil 2.5 (Plan-Nr. 505.5-A.221)

8.6.2 Rechteckdurchlass Zufahrtsstrasse

Der bestehende Durchlass wird durch einen neuen Rechteckdurchlass mit Höhe 1.4 m und Breite 2.3 m (Innenmasse) ersetzt. Die Betondecke des Durchlasses wird als Fahrbahn für die Zufahrt genutzt. Im Rahmen der Massnahme muss die Elektroleitung verlegt werden.

Das minimale Freibord von 0.5 m (siehe Kap. 4.1) kann an diesem Durchlass nicht eingehalten werden. Gemäss Normalabflussberechnung verbleibt bei einem Abfluss HQ_{100} ein Freibord von 0.25 m.

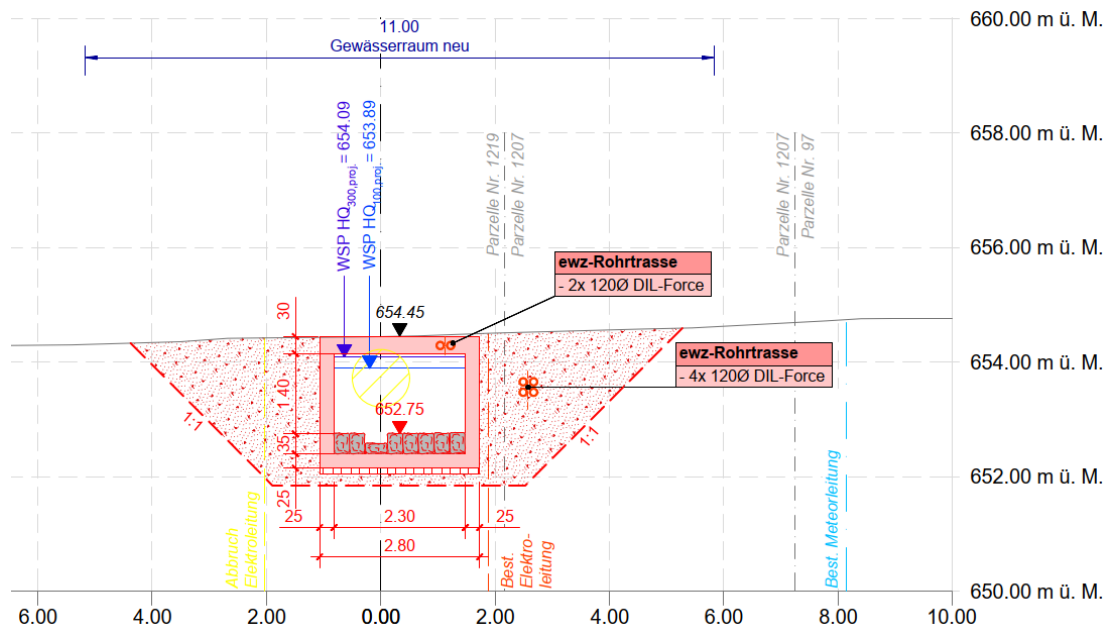


Abbildung 29: Querprofil 2.6 (Plan-Nr. 505.5-A.225)

8.6.3 Offenes Rechteckprofil mit Stützmauern

Der anschliessende offene, rund 50 m lange Gerinneabschnitt muss aufgrund der engen Platzverhältnisse und der Strassennähe beidseitig mit Stützmauern gestaltet werden, wobei eine Gerinnebreite von 2.2 m vorgesehen ist. Es ist eine natürliche Kiessohle mit einer Niederwasserrinne vorgesehen. Parallel entlang des Bachs verläuft das neue ewz Trasse.

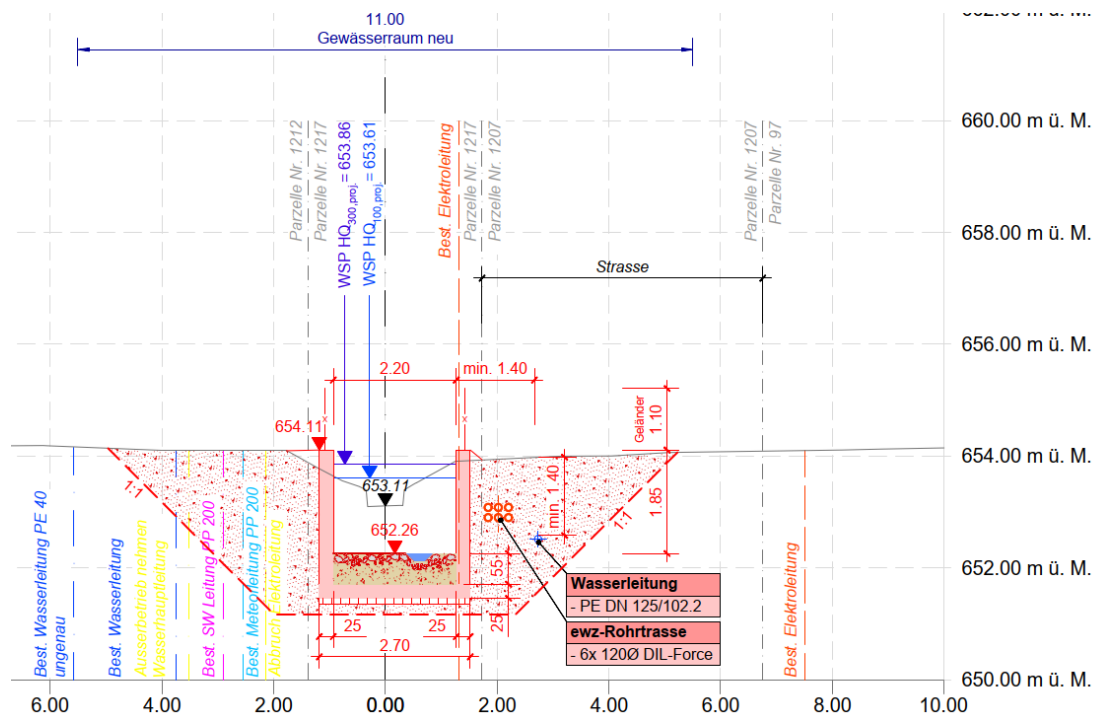


Abbildung 30: Querprofil 2.7 (Plan-Nr. 505.5-A.225)

8.6.4 Rechteckdurchlass Zufahrtsstrasse Cavendel

Der bestehende Durchlass, bestehend aus einem Kreisprofil mit Durchmesser 0.6 m und einem anschliessende Rechteckprofil, wird durch einen neuen ca. 21 m langen Rechteckdurchlass mit Höhe 1.4 m und Breite 2.5 m (Innenmasse) ersetzt. Die Betondecke des Durchlasses wird als Fahrbahn für die Gebäudezufahrt und Cavendishstrasse genutzt.

Das minimale Freibord von 0.5 m (siehe Kap. 4.1) kann an diesem Durchlass nicht eingehalten werden. Gemäss Normalabflussberechnung verbleibt bei einem Abfluss HQ_{100} ein Freibord von 0.3 m.

Die Arbeiten sind mit dem Neubau der Trinkwasserleitung (inkl. Unterfangung Mauer) zu koordinieren.

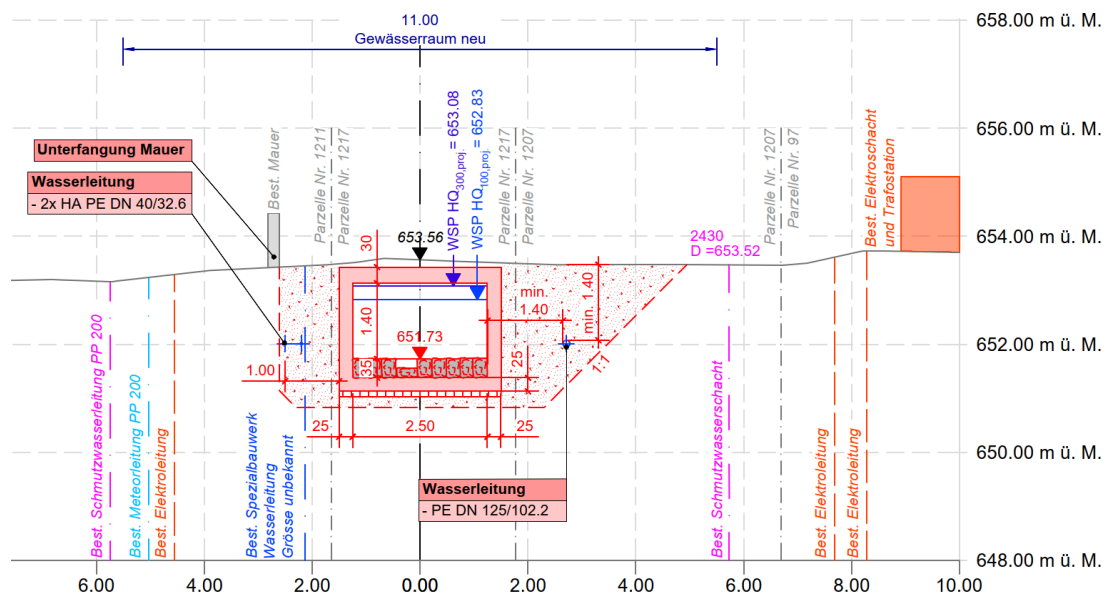


Abbildung 31: Querprofil 2.8 (Plan-Nr. 505.5-A.225)

8.6.5 Uferanpassungen offenes Gerinne

Im anschliessenden, offenen Gerinneabschnitt wird das Gefälle zwischen dem Durchlass oben und dem unterliegenden Abschnitt auf 1.7% angeglichen. Nach dem Durchlass ist eine rund 20 m lange Überfallsektion geplant, bei welchen das Wasser bei Abflüssen grösser als ca. 1 m³/s auf die dafür vorgesehene linksseitige Retentionsfläche fliessen kann. Die rund 20 m lange Überfallsektion wird mit Blöcken gesichert und begrünt. Im gesamten Eingriffsbereich wird das Gerinne ökologisch aufgewertet.

Rechtsseitig ist auf rund 100 m eine Terrainaufschüttung/ Ufererhöhung vorgesehen, damit es nicht zu rechtsseitiger Ausuferung kommt. Der bestehende Fussweg kann auf der Dammkrone oder am Dammfuss erstellt werden.

Zum Schutz des rechtsseitigen Damms, ist der Einbau eines Nagetierschutzgitters geplant.

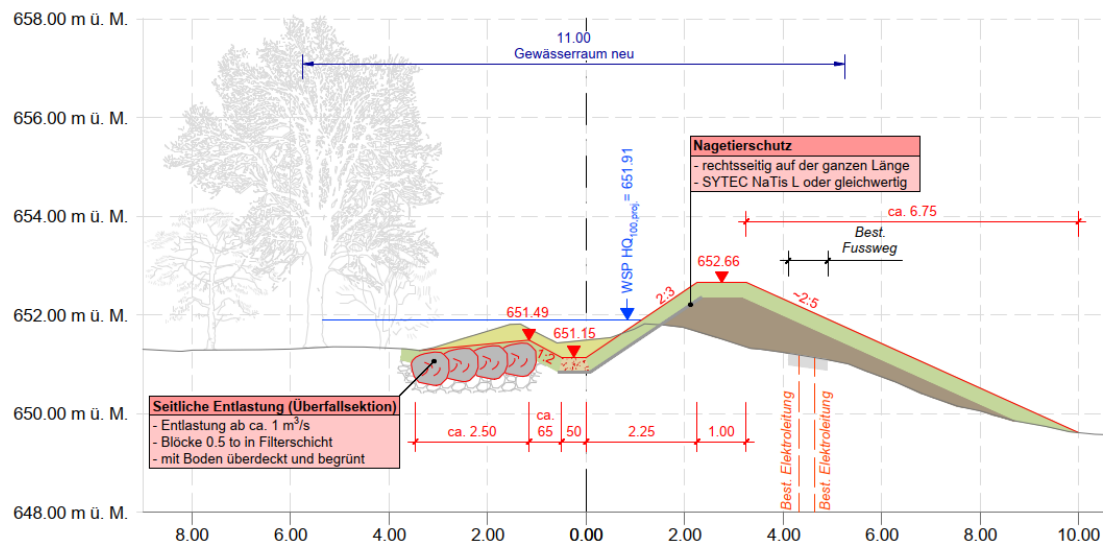


Abbildung 32: Querprofil 2.9 (Plan-Nr. 505.5-A.221)

8.7 BAULICHE MASSNAHMEN ABSCHNITT MONTÉ

8.7.1 Neubau Damm

Damit im Gebiet Monté ein Retentionsraum mit einer Einstaukote HQ₁₀₀ von 647.0 m ü. M. geschaffen werden kann, wird der bestehende und im Teil C angepasste Damm durch einen rund 300 m langen Damm entlang der Cavendelstrasse ergänzt, welche gegen Süden ausläuft. Damit werden die Liegenschaften und die Strasse geschützt. Der Damm wird als homogener geschütteter Erddamm ausgebildet. Die luftseitige Böschung wird möglichst steil ausgebildet. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist allenfalls eine Böschungssicherung (Terramauer oder Blöcke) einzuplanen. Damit ergibt sich eine maximale Dammbreite von rund 30 m. Damit die wasserseitige Böschung für die landwirtschaftliche Nutzung bewirtschaftbar bleibt, wird diese mit einem sehr flachen Gefälle von 7% ausgebildet. Es ist zudem vorgesehen mit Bodenmaterial aus dem geplanten Umbau des Sportplatzes (voraussichtlich ca. 2'000 m³) eine Bodenaufwertung vorzunehmen.

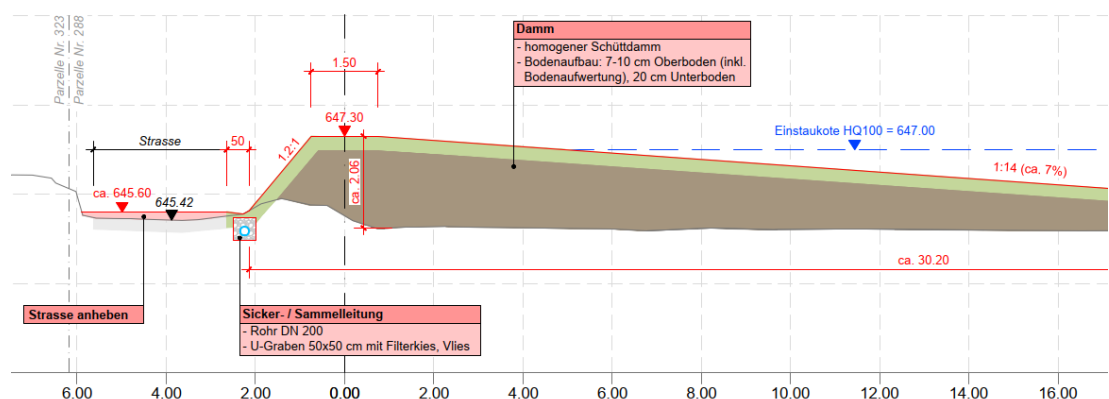


Abbildung 33: Querprofil 3.1 (Plan-Nr. 505.5-A.231)

Nach einem Hochwasserereignis erfolgt die Ableitung des angesammelten Wassers über das Kanalsystem der Talebene mit Abzugskanal (max. 1 m³/s) und Nollakanal (max. 1 m³/s). Ein Teil des Wassers wird im Becken versickern, insbesondere im nordwestlichen Teil, wo sich der tiefste Punkt der Ebene befindet.

Bei der Bestimmung des Retentionsvolumens wurde die Regenabwasser-Entlastungsleitung «Schlitz» Montelöser in den Hinterrhein nicht berücksichtigt (siehe Kap. 3.4.2). Im Rahmen der Ausführungsplanung ist zu klären, ob eine Drosselung im Überlaufbauwerk einzubauen ist, damit die Kapazität der Entlastungsleitung in den Hinterrhein (Abwasser) nicht durch Wasser aus dem Retentionsbecken reduziert wird.

8.7.2 Anpassung Strasse

Am nordwestlichen Ende der Retentionsfläche ist eine Anpassung der Strasse erforderlich. Die Staukote der Retentionsfläche beträgt 647.0 m ü. M. Die Dämme sind 30 cm (Cavendelstrasse) und 40 cm (HWS Cazis Teil C, Montéwald) höher. Die Strassenkreuzung soll der tiefste Punkt werden (647.0 m ü. M.). In diesem Bereich wird die Überfallsektion nach Norden sein, falls die ganze Retentionsfläche aufgefüllt wird ($>HQ_{100}$).

8.7.3 Neue Sicker-/ Sammelleitung

Zur Entwässerung der Strasse resp. zur Drainage des luftseitigen Böschungsfusses ist eine Sicker-/ Sammelleitung, bestehend aus einer DN200 in einer Sickerpackung, mit Anschluss an die Regenabwasserleitung im Bereich des bestehenden Damms vorgesehen.

8.8 RAUMPLANERISCHE MASSNAHMEN

8.8.1 Ausscheidung Gewässerparzelle

Im Rahmen des Projektes wird für den Valleinabach und den Kettbach mit Ausnahme der Verkehrsflächen eine durchgehende Gewässerparzelle ausgeschieden. Die zu erwerbenden Flächen sind in den Landerwerbsplänen (Plan-Nr. 505.5-A.212, 505.5-A.227, 505.5-A.233) resp. in der Landerwerbstabelle (Plan-Nr. 505.5-A.012) zu finden und betragen 11'263 m².

Im Abschnitt Innerdorf ist zudem ein Übertrag von 4 m² von der Gemeinde Parzelle Nr. 11 an die Eigentümerschaft der Parzellen 12 und 1201 vorgesehen.

8.8.2 Ausscheidung Gewässerraum

Die grundeigentümergebundene Festlegung des Gewässerraums erfolgt im Rahmen der nächsten Ortsplanungsrevision. Der in den Plänen dargestellte Gewässerraum gemäss Stauffer & Studach [20] und den, basierend auf der neuen Linienführung ausgeschiedenen Gewässerraum (durchgehend 11 m) sind hinweisender Art.

8.9 ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN

Es sind keine organisatorischen Massnahmen geplant.

8.10 UNTERHALTSMASSNAHMEN

8.10.1 Gewässerunterhaltskonzept

Für die Sicherstellung der dauerhaften Funktionstüchtigkeit der geplanten und bestehenden Bauwerke und der ökologischen Funktion ist ein regelmässiger Unterhalt erforderlich.

- Eine ausreichende und fachgerechte Pflege der Ufervegetation ist einerseits für die Hochwassersicherheit, andererseits für die Erreichung der ökologischen Ziele essenziell. Die Ufervegetation muss regelmässig gepflegt werden. Die Art und Regelmässigkeit der Pflege ist in einem **Gewässerunterhaltskonzept** zu regeln. Das Aufkommen von invasiven Pflanzen ist durch regelmässige Kontrollen zu überwachen. Die Bekämpfung der Neophyten ist in das Unterhaltskonzept zu integrieren. Das Gewässerunterhaltskonzept muss somit im Anschluss an die Bauarbeiten er- resp. überarbeitet werden.
- Zum Gewässerunterhalt gehört auch die **Schwemmholz- und Geschiebemanagement**. Insbesondere die Eindolung unterhalb des Geschiebesammlers, ist im Rahmen des Gewässerunterhalts regelmässig zu kontrollieren und der Abflussquerschnitt freizuhalten. Ebenso sind die **Rechenanlagen** regelmässig zu kontrollieren und von Holz und Geschwemmsel zu befreien.
- Ein regelmässiger Unterhalt ist auch bei den Sperren im steilen Waldabschnitt erforderlich, so dass deren dauerhaft Funktionsfähigkeit jederzeit gegeben ist.

8.10.2 Umgang mit Biber

Biberaktivitäten werden bis zur Kantonsstrasse (Italienische Strasse) als wahrscheinlich angesehen werden, auf ein Konzept zum Umgang mit konfliktträchtigen Biberaktivitäten wurde verzichtet.

Es wird jedoch eine Massnahme zur Vorbeugung von Biberkonflikten hinsichtlich Gefährdung der Hochwassersicherheit definiert:

- **Bauliche Massnahmen:** Bei offenen Gewässerabschnitten ohne Hartverbau ist der Einbau von Nagetierschutzgitter (z.B. Sytec NaTis L) vorgesehen, dadurch wird eine Beschädigung der Erddämme durch Biber verhindert.
- **Überwachung/ Unterhalt:** Die Biberaktivitäten werden regelmässig durch den Gewässerunterhaltungspflichtigen (Gemeinde) überwacht.

8.11 ERWERB VON GRUND UND RECHTEN

Der Erwerb von Grund und Rechten umfasst folgendes:

- **Eigentumserwerb:** Für die Ausscheidung der Gewässerparzelle für den Kettbach, welche über den Massnahmenperimeter hinausgeht, ist der Erwerb von 11'263 m² vorgesehen (siehe Kap. 8.8.1).
- **Vorübergehende Beanspruchung:** Für benötigte Flächen als Baupisten, Installationsplätze, Materialdepots und temporäre Verkehrsführungen ausserhalb der Parzellen der Gemeinde, des Kantons und der RhB sowie den zu erwerbenden Flächen müssen 16'692 m² temporär beansprucht werden.

Die genauen Flächenangaben sind in den Landerwerbsplänen (Plan-Nr. 505.5-A.212, 505.5-A.227, 505.5-A.233) resp. in der Landerwerbstabelle (Plan-Nr. 505.5-A.012) zu finden.

8.12 RODUNG

Für den Ersatz des Durchlasses oberhalb der Steilstrecke sind Rodungsarbeiten im Umfang von rund 15 m² erforderlich. Nach den Arbeiten wird die Fläche wieder aufgeforstet, es handelt sich um temporäre Rodungen.

Im Sinne der Waldgesetzgebung sind keine weiteren Rodungen nötig.

8.13 VERZICHT AUF MASSNAHMEN

Auf Massnahmen verzichtet wird am oberen Durchlass im Wald (Abbildung 34). Dieser weist zwar eine zu geringe Kapazität auf im Hochwasserfall. Gemäss den Intensitätskarten und der Begutachtung im Gelände fliesst austretendes Wasser aufgrund der Topographie wieder zurück ins Gerinne und stellt somit keine Gefahr für die umliegende Infrastruktur dar.

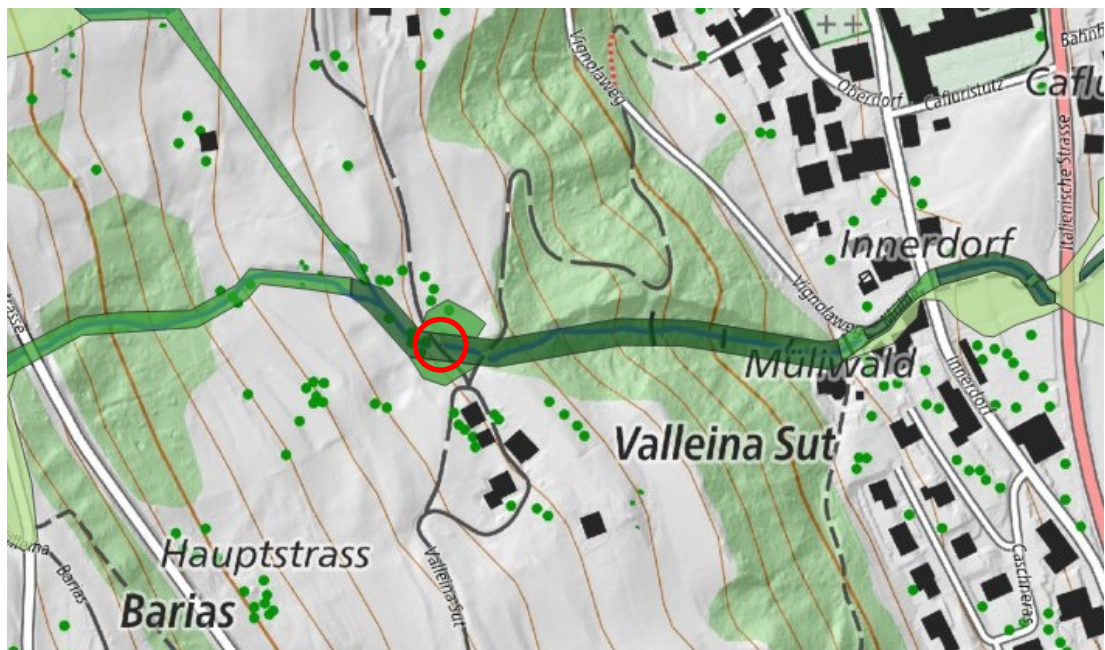


Abbildung 34: IK300 nach Massnahmen mit Durchlass in rot

9 BAUABLAUF

9.1 ETAPPIERUNG

Es ist nachfolgende Etappierung vorgesehen. Die Etappen 2 bis 4 müssen zwingend nacheinander realisiert werden, da die Sohle des Kettbachs abgesenkt wird. Die Etappen 1 und 5 sind zeitlich und technisch von den übrigen Etappen unabhängig.

Tabelle 6: Vorgesehene Etappierung

Etappe	Abschnitt(e)	Realisierungszeitraum	Bauzeit geschätzt (nur HWS-Projekt)
Etappe 1	Innerdorf	2026/2027	3-4 Monate
Etappe 2	Cavendel	2027	8-10 Monate
Etappe 3	Durchlass RhB/ Bahnhofstr.	2028	3-4 Monate
Etappe 4	offener Abschnitt und Durchlass Italienische Str.	2028/2029	6-7 Monate
Etappe 5	Monté und Valleinabach	2029	4-5 Monate

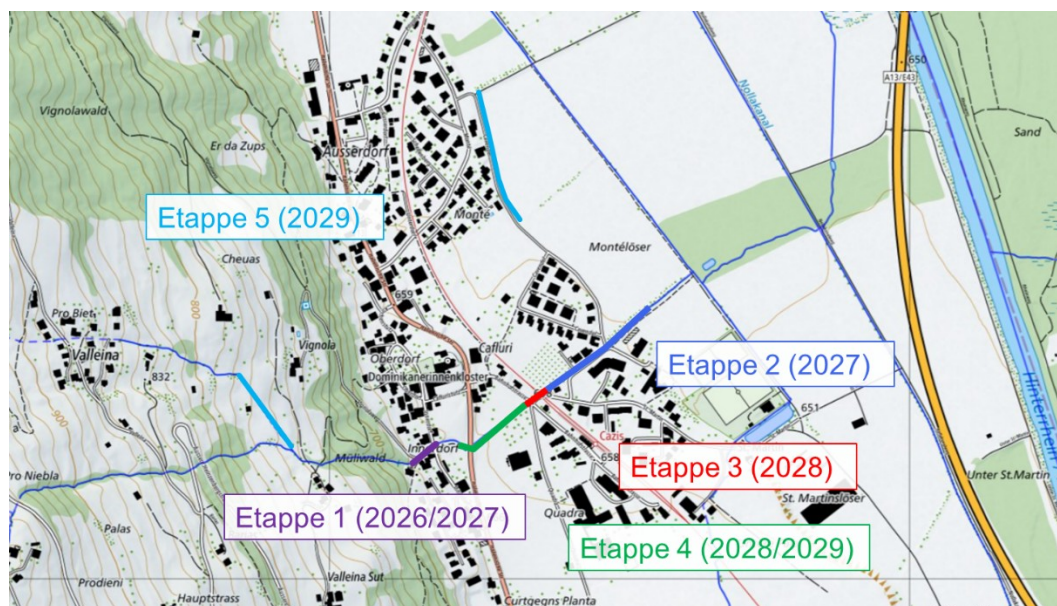


Abbildung 35: Vorgesehene Etappierung

9.2 BAUSTELLENER SCHLIESSUNG UND INSTALLATIONSPLÄTZE

Für jede der 5 Etappen sind individuelle Baustellenerschliessungen und Installationsplätze vorgesehen. Die Zufahrt erfolgt bei allen Etappen über das vorhandene kommunale Strassennetz sowie Kantonsstrasse. Es ist jeweils ein zentraler Installationsplatz vorzusehen.

Der Ersatzneubau des Durchlass RhB/ Bahnhofstrasse (Etappe 3) erfolgt unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs und wird in möglichst kurzer Bauzeit erfolgen. Der Einbau der vorfabrizierten Elemente findet während einer Wochenendsperre mit Bahnersatz statt. Die nötigen Baustelleninstallationen und die 6 Bauphasen sind im Technischen Bericht in Anhang 2 detailliert beschrieben.

9.3 MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG/ MATERIALBILANZ

Mit dem Projekt wird eine möglichst ausgeglichenen Materialbilanz über alle Etappen angestrebt. In der nachfolgenden Tabelle werden die beiden Hauptmaterialien daher abschnittsweise aufgelistet.

- **Ober- und Unterboden** wird für die Gerinneaufweitungen und Dämme abgetragen und anschliessend wieder eingebracht. Im Bereich Monté ist die Verwertung von 2'000 m³ Bodenmaterial aus dem geplanten Neubau des Sportplatzes berücksichtigt für eine allfällige Bodenaufwertung. Die Verwendbarkeit muss jedoch aufgrund der Lage im Prüferperimeter chemische Bodenbelastung (Siedlungsgebiet) noch durch die Bodenkundliche Baubegleitung mittels Beprobung freigegeben werden. Die Kubaturen hängen insbesondere im Gebiet Monté aufgrund der grossen Fläche stark von der bestehenden und geplanten Bodenmächtigkeit ab. Die Berechnungen basieren auf den Angaben des Umweltberichts (Plan-Nr. 505.5-A.009).
- Beim **Aushub/ Erdmaterial** (undifferenziert) besteht mit Ausnahme des offenen Abschnitts zwischen den Durchlässen Italienische Strasse und Bahnhofstrasse/ RhB sowie Monté ein Überschuss. Aufgrund der Dammschüttungen in den genannten Abschnitten besteht aber insgesamt ein grosses Defizit von rund 3'900 m³.
- Auf **weitere Materialien** (insb. Blöcke, Beton, Walzasphalt, Totholz) sowie Abfälle nach VVEA (insb. Ausbaurasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Gleisaushub, Metalle gemischt, Kunststoffe, Mischabbruch) entfallen verhältnismässig kleine Kubaturen, diese sind nicht separat aufgeführt in der nachfolgenden Bilanz.

Tabelle 7: Materialbilanz (OB/ UB = Ober-/ Unterboden, A = Aushub/ Erdmaterial), Kubaturen in m³ fest

Abschnitt	Material	Aushub	Zwischen-depot	Abtransport	Lieferung	Einbau	Bilanz
1 Valleinabach	OB/ UB	360	360			360	ausgeglichen
	A	375	200	175		200	Überschuss (175 m ³) > Verwendung Abschnitt Monté
2.1 Innerdorf	OB/ UB	15	15			15	ausgeglichen
	A	500	200	300		200	Überschuss (300 m ³)
2.2 DL Ital. Str.	OB/ UB	30	30			30	ausgeglichen
	A	400	312	88		312	Überschuss (88 m ³)
2.3 offener Abschnitt	OB/ UB	750	750			750	ausgeglichen
	A	200	200		1'000	1'200	Defizit (1'000 m ³)
2.4 DL RhB/ Bahnhofstr.	OB/ UB	125	125			125	ausgeglichen
	A	650		500		150	Überschuss (500 m ³)
2.5 Cavendel	OB/ UB	710	710			710	ausgeglichen
	A	1'170	735	435		735	Überschuss (435 m ³)
3 Monté	OB/ UB	3'400	3'400		2'000	5'400	Defizit (2'000 m ³), voraussichtlich Lieferung aus Sportplatzumbau
	A	100	100		4'400	4'500	Defizit (4'400 m ³)
Total	OB/ UB	5'390	5'390	0	2'000	7'390	Defizit (2'000 m ³) voraussichtlich Lieferung aus Sportplatzumbau
	A	3'395	1'747	1'498	5'400	7'297	Defizit (3'900 m ³) muss geliefert werden

9.4 WASSERHALTUNG

- Die Arbeiten in den offenen Gerinneabschnitten können mit einer offenen Wasserhaltung durchgeführt werden, mittels Kleindämmen kann das Wasser einseitig geführt werden.
- Die neuen Durchlässe aus Ortbeton müssen aus Gewässerschutzgründen im Trocken erstellt werden, weshalb eine Wasserhaltung (z.B. Umleitung in Rohren sowie Pumpensümpfe inkl. Abwasserbehandlung) nötig ist.
- Beim Durchlass Italienische Strasse ist eine provisorische Leitung vorgesehen.
- Im Bereich des Durchlass RhB/ Bahnhofstrasse ist geplant, den bestehenden Durchlass als Wasserhaltung zu verwenden.

9.5 BAUÜBERWACHUNG

9.5.1 Grundwasserschutzzonen

Im Rahmen des Ausdolung des Valleinabachs erfolgen die Bauarbeiten (Erdarbeiten voraussichtlich ohne Ortsbetonarbeiten) in den Grundwasserschutzzonen S2 und S3, aber nicht in der S1. Insbesondere die Arbeiten in der S2 können kritisch sein. Für die Massnahmenumsetzung am Valleinabach ist frühzeitig ein Hydrogeologe beizuziehen, die Bauausführung in diesem Bereich ist durch einen Hydrogeologen zu begleiten. Für die Bauarbeiten ist ein Bericht «organisatorische Gewässerschutzmassnahmen und Interventionsplan für Störfälle während der Bauarbeiten» auszuarbeiten (hydrogeologische Fachperson). Die weiteren Massnahmen gemäss Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) sind zu berücksichtigen.

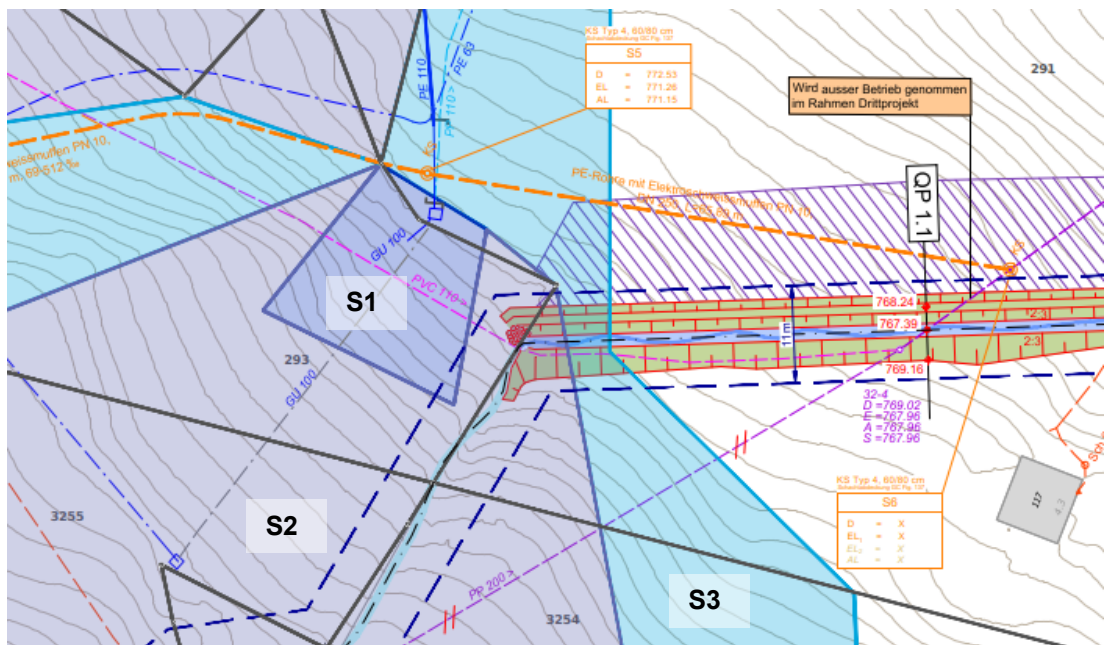


Abbildung 36: Tangierte Grundwasserschutzzonen (Plan-Nr. 505.5-A.210)

9.5.2 Bahnlinie RhB

Allfällige Bauüberwachungsmassnahmen in Zusammenhang mit der RhB-Bahnlinie sind im Rahmen der weiteren Projektierung (Ausführungsplanung) mit der RhB zu definieren.

10 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

In diesem Kapitel wird auf spezifische Auswirkungen eingegangen. Die vollständigen Auswirkungen auf die Umwelt sind im Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) detailliert beschrieben.

10.1 AUSWIRKUNGEN AUF NUTZUNG

Für die Nutzungen im Projektperimeter (Siedlung, Verkehr, Naherholung) kommt es punktuell zu temporären Einschränkungen (Strassensperrungen/ Verkehrsumleitungen). Die Zugänglichkeit zu den Liegenschaften ist mit Provisorien zu Gewährleisten.

10.2 AUSWIRKUNGEN AUF NATUR, LANDSCHAFT UND SIEDLUNG

Das im Projekt geplante, vergrösserte Gerinne des Kettbachs hat keine massgeblichen, negativen Auswirkungen auf das Ortsbild. Im Gebiet Monté führen die geplanten Terrainanpassungen (Damm) zu einem leicht geänderten Landschaftsbild. Im Gebiet gibt es aber bereits heute künstliche Dammbauwerke, welche das Landschaftsbild mitprägen.

10.3 AUSWIRKUNGEN AUF GEWÄSSERÖKOLOGIE

Durch die ökologische Gestaltung und ingenieurbioökologische Aufwertung der offenen Gerinneabschnitte und die ökologische Ausgestaltung der Durchlässe (Niederwasserrinne/ Bankett) bis und mit Durchlass Italienische Strasse wird die Längsvernetzung in diesem Abschnitt wiederhergestellt. In den offenen Abschnitten wird durch die Ausgestaltung der Böschungen und die Bepflanzung eine starke Verbesserung der Quervernetzung erreicht.

Mit dem Amt für Jagd und Fischerei sollen in der Ausführungsphase (SIA 51) die Anforderungen für die Niederwasserrinne und die Sohlenbeschaffenheit abgesprochen werden.

10.4 AUSWIRKUNGEN AUF GRUNDWASSER

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich des Kettbachs mindestens 10 m unterhalb der Gerinnesohle. Es sind keine Einbauten ins Grundwasser geplant. Es sind daher, unter Einhaltung der Gewässerschutzvorschriften während des Baus keine negativen Auswirkungen in qualitativer Hinsicht zu erwarten. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine ist als gering bis mittel einzustufen gemäss Baugrunduntersuchung (Plan-Nr.: 505.5-A.008). Es ist entsprechend von einer geringen Versickerung von Bachwasser aus dem neuen Gerinne ins Grundwasser zu rechnen.

Ein Teil der Massnahmen am Valleinabach werden in den Grundwasserschutzzonen S2 und S3, aber nicht in der S1, umgesetzt (siehe Kap. 9.5). Die Bauausführung in diesem Bereich ist durch einen Hydrogeologen zu begleiten, um alle nach dem Stand der Technik möglichen und zumutbaren Massnahmen zu treffen, welche eine Verschmutzung oder Gefährdung des Oberflächen- und Grundwassers verhindern.

Wo ein Bachprofil neu geschaffen oder verbreitert wird, bleibt die das Grundwasser schützende Deckschicht vermindert. Im Betriebszustand ist deswegen jedoch keine Beeinträchtigung des Grundwassers zu erwarten, weil der Valleinabach gegen abgedichtet und das Einfließen von allfällig verschmutztem Oberflächenwasser in Grundwasser verhindert wird.

Die Massnahmen gemäss Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) sind zu berücksichtigen.

10.5 AUSWIRKUNGEN AUF LANDWIRTSCHAFT

Das Projekt wirkt sich während den Bauarbeiten auf diverse Landwirtschaftliche Nutzungen aus. Verschiedene landwirtschaftliche genutzte Flächen werden gemäss Landerwerb (Plan-Nr.: 505.5-A.011) temporär beansprucht.

Dauerhaft ist mit folgenden Auswirkungen zu rechnen.

- Ausdolung Valleinabach: Die Gewässersohle und die wasserseitigen Böschungen sind nicht mehr landwirtschaftlich nutzbar.
- Fläche zwischen Italienischer Strasse und Bahnhofstrasse (Parzellen 346, 52): Die Gewässersohle und die wasserseitigen Böschungen sind nicht mehr landwirtschaftlich nutzbar.
- Fläche/ Plantage unterhalb Durchlass RhB/ Bahnhofstrasse (Parzellen 99, 1208): Die Gewässersohle und die wasserseitigen Böschungen sind nicht mehr landwirtschaftlich nutzbar.
- Monté (Parzellen 288, 758): Es entstehen temporäre Einschränkungen durch periodische Überflutungen im Retentionsraum. Während die wasserseitige Böschung bewirtschaftbar bleibt (FFF), wird dies bei der Dammkrone und der luftseitigen Böschung nicht mehr der Fall sein.

10.6 AUSWIRKUNGEN AUF WALD

Für die Bauarbeiten werden mit Ausnahme der temporären Rodung für den Ersatzneubau des Durchlass oberhalb des Steilabschnitts keine definierten Waldflächen tangiert (siehe Kap. 8.12). Durch die Massnahmen werden keine Waldfächen zweckentfremdet, die Massnahmen dienen dem Schutz vor Hochwasser. Der Wald wird in seinen Funktionen nicht eingeschränkt, auch der Zugang zum Wald und die Waldbewirtschaftung werden nicht beeinträchtigt.

11 VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN

11.1 GEFAHRENBEURTEILUNG NACH MASSNAHMEN

Für die Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen wurden für die Wiederkehrperioden 30, 100 und 300 Jahre Intensitätskarten für den Kettbach und den Valleinabach erstellt. Die Methodik wurde mit dem Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) vorgängig besprochen.

Das Siedlungsgebiet von Cazis wird bis zu einem 100-jährlichen Hochwasserereignis vor Überflutung des Kettbachs geschützt. Aufgrund des Kapazitätsdefizits des Geschiebesammlers kann es jedoch bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis bei der Eindolung Innerdorf zu Ausuferung kommen. Die Massnahmen sind so konzipiert, dass austretendes Wasser und Geschiebe via Strasse wieder ins Gerinne geleitet wird und der Strasse. In der geschaffenen Retentionsfläche Monté sammelt sich das Wasser im Ereignisfall, entsprechend höhere Intensitäten sind dort zu erwarten resp. gewollt.



Abbildung 37: Intensitätskarte HQ₃₀ Kettbach nach Massnahmen



Abbildung 38: Intensitätskarte HQ₁₀₀ Kettbach nach Massnahmen

Die Erstellung der definitiven Intensitätskarten resp. die Nachführung der Gefahrenkarte der Gemeinde Cazis muss nach Realisierung des Projekt mit dem Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) erfolgen.

11.2 ÜBERLASTFALL/ ROBUSTHEIT DES SYSTEMS

Bei einem sehr seltenen Ereignis (HQ₃₀₀) ist mit Ausuferung, insbesondere an den zahlreichen Durchlässen, zu rechnen. Teile des Siedlungsgebiets sind in diesem Fall von Überschwemmung mit schwacher Intensität betroffen. Mit dem Retentionsraum Monté wird ein robustes System geschaffen. Durch die Überfallsektion nach Norden wird im Überlastfall (Ereignisse grösser HQ₁₀₀) das Wasser nach Norden geleitet in den Retentionsraum des Arealschutzprojekt Cazis Teil C vor der RhB-Linie.



Abbildung 39: Intensitätskarte HQ₃₀₀ Kettbach nach Massnahmen

11.3 OBERFLÄCHENABFLUSS

Grössere Bereiche des Siedlungsgebiets von Cazis, insbesondere St. Martin, Quadra und Ausserdorf sind stark von Oberflächenabfluss betroffen [17]. Dies wird auch nach der Umsetzung der Hochwasserschutzmassnahmen der Fall sein. Insbesondere in den natürlichen Geländemulden von St. Martin, Monté (Retentionsfläche) und entlang des Bahndamms wird sich bei Starkniederschlagsereignissen Wasser ansammeln.

11.4 RISIKO NACH MASSNAHMEN

Das Risiko nach Massnahmen wurde, basierend auf dem Kostenvoranschlag (Plan Nr. 505.5-A.010) und den im Rahmen des Bauprojekts erstellten Intensitätskarten, in der Risikoanalyse der thur GmbH (Plan Nr. 505.5-A.012) bestimmt. Das Risiko reduziert sich um rund 95%.

Tabelle 8: Risikoreduktion

Risiko vor Massnahmen	617'529 CHF/ Jahr
Risiko nach Massnahmen	29'286 CHF/ Jahr
Risikoreduktion	588'244 CHF/ Jahr

12 NACHWEIS DER KOSTENWIRKSAMKEIT

Die Kostenwirksamkeit stellt das Verhältnis der jährlichen Risikoreduktion zu den jährlichen Massnahmenkosten dar. Für die geplanten Massnahmen am Kettbach resultiert gemäss der Risikoanalyse der thur GmbH (Plan Nr. 505.5-A.012) eine Kostenwirksamkeit von 3.4. Die Massnahmen sind dementsprechend deutlich kostenwirksam.

Tabelle 9: Kostenwirksamkeit

Risikoreduktion	588'244 CHF/ Jahr
Jährliche Kosten	172'708 CHF/ Jahr
Kostenwirksamkeit	3.4

Der Nachweis der Kostenwirksamkeit wurde ursprünglich mit Investitionskosten von CHF 5.4 Mio. (Plan Nr. 505.5-A.012) berechnet. Im Rahmen des korrigierten Auflageprojekts mussten die Investitionskosten auf CHF 5.9 Mio. angepasst werden.

Daraus ergibt sich neu eine **Kostenwirksamkeit** von **ca. 3.1**.

13 INVESTITIONSKOSTEN

13.1 FINANZIERUNG / SUBVENTIONEN

Die Gemeinde Cazis beantragt beim Tiefbauamt Graubünden, Abteilung Wasserbau (bzw. dem Kanton Graubünden) die Subventionierung des vorliegenden Wasserbauprojekts im üblichen Umfang (35% Bund, 20% Kanton KWBG [5]).

13.2 INVESTITIONSKOSTEN

Die Gesamtkosten für das vorliegende Wasserbauprojekt betragen CHF 5.9 Mio. (inkl. 8.1% MwSt.) mit einer Kostengenauigkeit von +/-10%.

13.3 NUTZNIESSER

Gemäss Risikoreduktion der betroffenen Nutzniesser dient die folgende Tabelle aus der Risikoanalyse (Plan Nr. 505.5-A.012) als Grundlage für den möglichen Kostenteiler:

Tabelle 10: Verteilung der Risikoreduktion auf Betroffene gemäss EconoMe

Akteur	Risikoreduktion [CHF/a]	Anteil am Gesamtrisiko [%]
Gemeinde Cazis	535'543	91.0%
RhB	49'698	8.4%
TBA	3'003	0.6%

14 UMSETZUNG DER VERBLEIBENDEN GEFAHREN IN DIE RICHT- UND NUTZUNGSPLANUNG

Im Bauprojekt wurden Intensitätskarten nach Massnahmen für den Kettbach erstellt. Diese dienen der Bestimmung der verbleibenden Gefahren (siehe Kap. 11) resp. der Kostenwirksamkeit (siehe Kap. 12).

Die Erstellung der definitiven Intensitätskarten resp. die Nachführung der Gefahrenkarte der Gemeinde Cazis muss nach Realisierung des Projektes mit dem Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) erfolgen. Die Revision ist mit den Teilen C (bereits realisiert) und Teil D (in Planung) zu koordinieren. Die Umsetzung in der Richt- und Nutzungsplanung erfolgt anschliessend.

15 NOTFALLPLANUNG

Falls vorhanden, ist die bestehende Notfall-/ Einsatzplanung anzupassen.

16 UNTERHALTSKONZEPT

Es ist ein separates Gewässerunterhaltskonzept für den Kettbach zu erarbeiten resp. bestehende Konzepte zu überarbeiten (siehe auch Kap. 8.10.1).

17 WEITERE PLANUNGSPHASEN UND TERMINPLANUNG

17.1 WEITERE ARBEITEN

Nach Abschluss der SIA-Phase 33, dem Vorliegen der Baubewilligung, wird das Tiefbauamt Graubünden den Lead des Projekts an die Gemeinde Cazis übergeben. Diese wird das Projekt etappenweise realisieren, entsprechend werden die weiteren Planungsarbeiten (Ausschreibung SIA 41 bis Abschluss SIA 53) etappenweise erfolgen.

Folgende Abklärungen sind im Rahmen der Ausführungsplanung zu tätigen:

Allgemein

- Die Massnahmen zum Schutz der Umwelt gemäss Umweltbericht (Plan-Nr.: 505.5-A.009) sind bei der weiteren Planung zu berücksichtigen resp. mit der Umweltbauleitung (UBB) zu koordinieren
- Detaillierte Planung der Entsorgungswege gemäss VVEA [6]

Etappe 1 Innerdorf

- Koordination Massnahmen mit Drittprojekt «Gesamterneuerung Strassen Cazis, Erneuerung der Werkleitungen im Bereich Hochwasserschutz Müli und Bahnhofstrasse bis Cavendel»
- Detailabklärungen zur provisorischen Zufahrt

Etappe 2 Cavendel

- Koordination der Massnahmen mit ewz

Etappe 3 Durchlass RhB/ Bahnhofstr.

- Koordination Massnahmen mit Drittprojekt «Gesamterneuerung Strassen Cazis, Erneuerung der Werkleitungen im Bereich Hochwasserschutz Müli und Bahnhofstrasse bis Cavendel»
- Koordination der Massnahmen mit ewz

Etappe 4 offener Abschnitt und Durchlass Italienische Str.

- Koordination Massnahmen mit Drittprojekt «Umbau Bushaltestelle Cafluri»
- Koordination der Massnahmen mit ewz

Etappe 5 Monté und Valleinabach

- Berücksichtigung Drittprojekt «Umlegung Abwasserleitung Valleina», welches bis 2026 realisiert wird, eine Anpassung der Leitungsführung wurde im vorliegenden Bauprojekt berücksichtigt
- Prüfen Verwertungseignung (chemische Belastung) zu verwendender Boden aus dem neuen Fussballplatz vor Antransport
- Koordination der Massnahmen mit ewz

17.2 TERMINE

Aus heutiger Sicht ergibt sich für das weitere Vorgehen nachfolgender Zeitplan:

- Baueingabe/ Bewilligungsverfahren (SIA 33) Februar/ März 2026
- Etappe 1 Ausführungsprojekt (SIA 51), Ausschreibung (SIA 41) ab März/ April 2026
- Etappe 1 Realisierung (SIA 52) ab Herbst 2026

Chur, 16. Februar 2026

Verfasser*innen: Dominique Bucher, Katharina Göttgens, Luciano Giovanoli

HOLINGER AG



Luciano Giovanoli
Projektleiter

luciano.giovanoli@holinger.com
+41 62 287 78 66



Dominique Bucher
Projektleiterin Stv.

dominique.bucher@holinger.com
+41 62 287 78 65

ANHANG 1

ANNAHMEN HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN

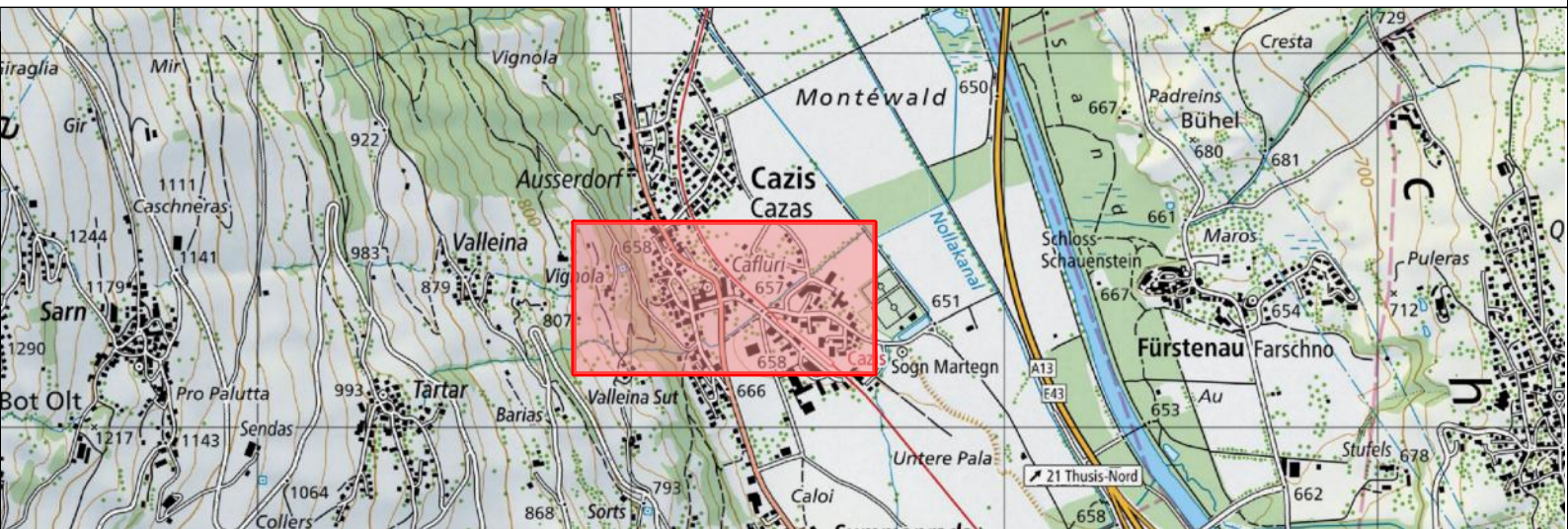
Stricklerbeiwerte		
	Kreisprofil (Beton)	$k_{st} = 70$
		Methode: Strickler
	Rechteckprofil (Beton)	Sohle $k_{st} = 50$
		Rand $k_{st} = 70$
		Methode: Einstein
	Offenes Gerinne	Sohle $k_{st} = 35$
		Rand $k_{st} = 30$
		Methode: Strickler
Freibord		
	Kreisprofil	$0.15 \times D_{innen} (\triangleq 15\% \text{ Rohrfüllung})$
	Rechteckprofil	0.5 m

ANHANG 2

TECHNISCHER BERICHT TEILPROJEKT DURCHGLASS RHB

Hochwasserschutz Kettbach

Auflageprojekt



Teilprojekt Durchlass RhB Technischer Bericht

IMPRESSUM

Vertragspartner

Auftragnehmer	
Casutt Wyrsch Zwicky AG	
Dipl. Bauingenieure und Planer	
Sägenstrasse 97	
7000 Chur	
Tel. :	081 287 10 50
E-Mail :	info@cwz.ch
Verfasser:	G. Blumenthal

Auftraggeber	
Tiefbauamt Graubünden	
Wasserbau	
Loëstrasse 14	
7001 Chur	
Tel. :	081 257 38 49
E-Mail :	richard.kaech@tba.gr.ch
Kontaktperson:	R. Käch

Änderungsverzeichnis

Version	Anpassung / Änderung	Verfasser	Datum
1.0	Grundversion	G. Blumenthal	28.11.2025

Verteiler

Firma	Name	Version											
Tiefbauamt Graubünden	R. Käch	1.0											
Gemeinde Cazis	R. Patt	1.0											
Rhätische Bahn AG	A. Berweger	1.0											
Holinger AG	L. Giovanoli	1.0											

Allg. Informationen

Dateiname:	2025.11.28 Technischer Bericht, TP Durchlass RhB.docx
Aktuelle Version:	1.0
Anzahl Seiten:	15
Unterschrift Auftragnehmer:	

INHALTSVERZEICHNIS

IMPRESSUM.....	
INHALTSVERZEICHNIS	
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 BAUWERKSBSCHRIEB	1
1.2 BAUWERKSZUSTAND	1
2. PROJEKT	2
2.1 KONZEPT FÜR DIE ERNEUERUNG	2
2.2 OBJEKTSKIZZE / ABMESSUNGEN	5
2.3 KONSTRUKTIONSDetails.....	6
3. STATISCHE BERECHNUNGEN	9
3.1 NUTZUNGSVEREINBARUNG UND PROJEKTBASIS.....	9
3.2 EINWIRKUNGEN.....	9
3.3 STATISCHE BERECHNUNGEN	9
4. BAUSTELLENER SCHLISSUNG UND BAUVORGANG	10
4.1 SPERRUNG, VERKEHRSREGIME, SICHERHEIT.....	10
4.2 BAUSTELLENER SCHLISSUNG UND INSTALLATIONSPLÄTZE.....	10
4.3 BAUVORGANG UND BAUABLAUF	10
5. KOSTEN	11
6. ZUSAMMENFASSUNG	12

1. AUSGANGSLAGE

Das Projekt Hochwasserschutz Kettbach, Cazis soll das Dorf Cazis vor Überschwemmungen durch den Kettbach schützen. Die Gefahrenkarte von 2020 zeigt, dass bereits bei mittleren Hochwasserereignissen grosse Teile des Siedlungsgebiets gefährdet sind. Geplant sind bauliche Massnahmen entlang des Kettbachs, darunter die Offenlegung von Bachabschnitten, der Ausbau/ Neubau von Durchlässen und die Nutzung einer bestehenden Geländemulde als Retentionsfläche. Die Massnahmen verbessern auch die ökologische Situation des Gewässers. Das Teilprojekt Durchlass RhB beinhaltet die Bachunterführung unter der Strasse und unter der RhB-Linie. Dieses Bauwerk bildet den Auftrag, der durch die Casutt Wyrsh Zwicky AG bearbeitet wurde.

1.1 Bauwerksbeschreibung

Der Durchlass Kettbach bei km 38.383 befindet sich im Bahnhof Cazis im Bereich kurz nach der Einfahrtsweiche. Der bestehende Durchlass unter der Bahnhofstrasse mit einem Rohrdurchmesser von 1.0 m und den RhB-Gleisen mit einem Rechteckdurchlass mit Höhe 0.5 m und Breite 1.0 m wird aufgrund des Kapazitätsdefizits durch einen neuen Durchlass ersetzt. Der neue Durchlass hat eine lichte Weite von 2.6 m und eine lichte Höhe von 1.5 m.

Im Grundriss liegen das Bauwerk und die Gleisachse im Bereich der Einfahrtsweiche. Der Radius beträgt 1'000 m. Bei der Ablenkung geht das Gleis in einen Übergangsbogen mit $R = 360$ m über. Die Gradienten steigt mit 20%.



Abb. 1: Bergseitige Ansicht mit Einlaufrost



Abb. 2: Auslauf unter Bahngleis

1.2 Bauwerkszustand

Das Bauwerk ist nicht zugänglich und wurde bei den periodischen Inspektionen nicht kontrolliert. Deshalb wurde das Objekt auch in keiner Zustandsklasse eingeteilt. Der Durchlass muss aufgrund des Kapazitätsdefizits ersetzt werden.

2. PROJEKT

2.1 Konzept für die Erneuerung

Es ist ein rund 30 m langer Rechteckdurchlass mit einer Höhe von 1.5 m und einer Breite von 2.6 m (Innenmasse) vorgesehen. Ein- und Auslauf werden mit Blocksätzen und Betonmauern gestaltet. Der neue Rechtecksquerschnitt kann das HQ₁₀₀ mit 9 m³/s sowie einen Freibord von 50 cm aufnehmen. Auf einen Geschwemselrechen wird grundsätzlich verzichtet. Als Bauweise ist eine Kombination aus vorfabrizierten Betonelementen unter der RhB und der Bahnhofstrasse vorgesehen. Beim Ein- und Auslauf wird auf Ortbetonbauweise gesetzt. Im Rahmen eines Drittprojekts erfolgt auch der Ersatzneubau der Wasserleitung sowie der Elektro- und Swisscom-Leitungen. Gleichzeitig wird die Strasse erneuert und mit einem 3 m breiten Trottoir verbreitert.

Die Nutzungsdauer des neuen Bauwerks beträgt 100 Jahre. Es wird für das Lichtraumprofil RhB Stammnetz neu (StN neu) ausgebaut. Die Kurvenenerweiterung beträgt $e = 25$ mm (massgebend Talseite mit $R = 1000$ m). Die Breite von Schlupf- und Dienstweg von 40 cm wird beidseitig über die gesamte Bauwerkslänge eingehalten. Aufgrund logistischer und betrieblicher Anforderungen wird das Objekt durch vorfabrizierte Stahlbetonelemente ersetzt.

Im Rahmen der Variantenabklärung wurden zwei Projektentwürfe mit unterschiedlicher Lage des Durchlasses im Grundriss untersucht. Grundsätzlich lassen sich folgende Vor- und Nachteile der beiden Varianten aufzeigen:

Variante 1 / IST-Lage

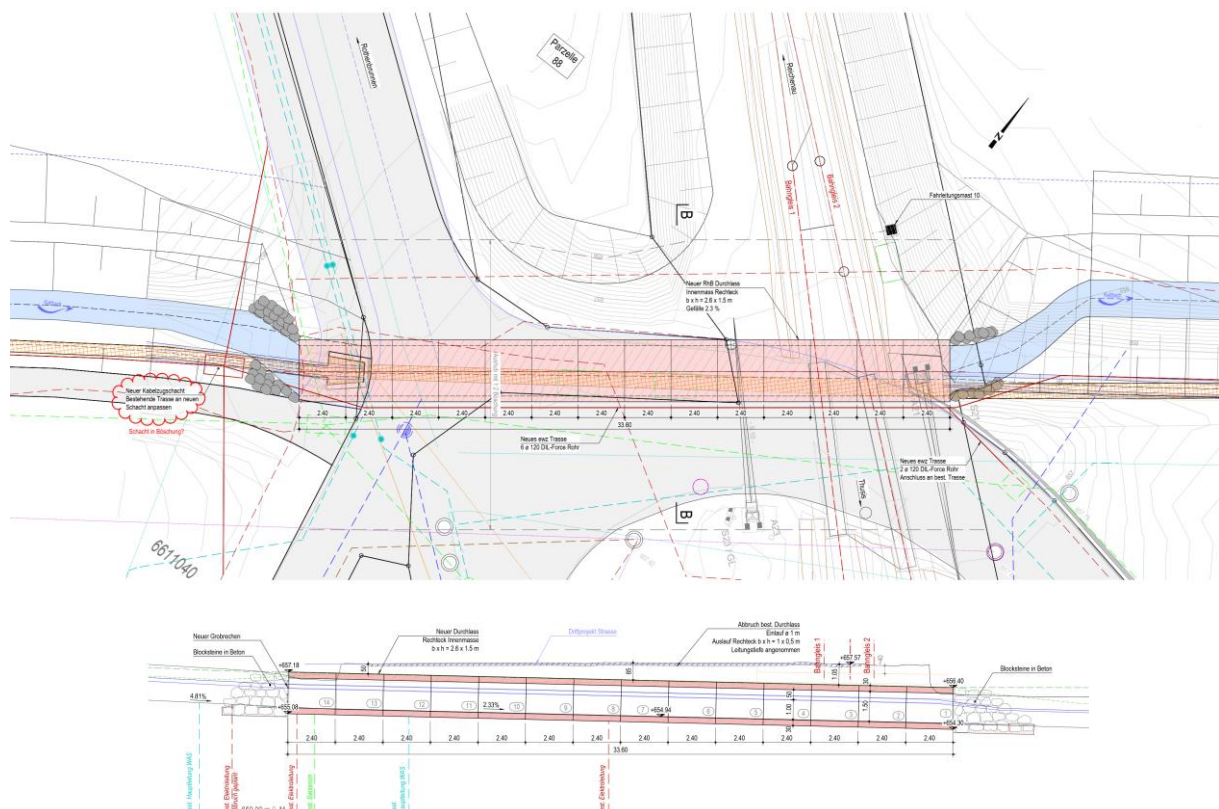


Abb. 3: Variante 1 → Ist Lage, Grundriss und Längsschnitt

- Kein Landerwerb erforderlich (Nur temporärer Landerwerb)
- Abbruch des bestehenden Durchlasses mit Aushubarbeiten möglich
- Kabelzugschacht und Fahrleitungsmast können grundsätzlich beibehalten werden

- Knick im Bachverlauf – wasserbaulich nicht optimal
- Bahnschranke befindet sich direkt über dem Durchlass
- Provisorische Wasserhaltung während der Bauzeit erforderlich
- Bahnübergang muss vollständig erneuert werden

[illegible]

- Durchlass liegt nicht im Bereich des Bahnübergangs (Fundament der Schranke wird nicht beeinträchtigt, geringere Fläche des Belags)
- Bau unabhängig vom bestehenden Durchlass, Unabhängigkeit von bestehenden Strukturen
- Wasserhaltung nur in geringem Masse erforderlich
- Direkter Abfluss des Kettbachs möglich

- Landerwerb oder Durchleitungsrecht erforderlich
- Sicherung des Fahrleitungsmasts notwendig
- Versetzen des Kabelzugschachtes erforderlich

- Hydraulische Vorteile: Die gerade Linienführung verbessert den Abfluss und reduziert potenzielle Stau- oder Rückstaugefahren.
- Bauweise: Die Lage neben der bestehenden Leitung erleichtert die Wasserhaltung und reduziert den Aufwand für provisorische Massnahmen.
- Geringere Eingriffe: Weniger Anpassungen an bestehende Bauwerke und Infrastruktur der RhB.

Die Variante Pflasterung wird weiter verfolgt. Die Ausführung der Pflasterung soll durch die Firma Fanger AG bzw. dem Elementlieferanten erfolgen. In Querschnittsmitte befindet sich ein Niederwasserbereich mit den Abmessungen 1.00 m x 0.15 m.

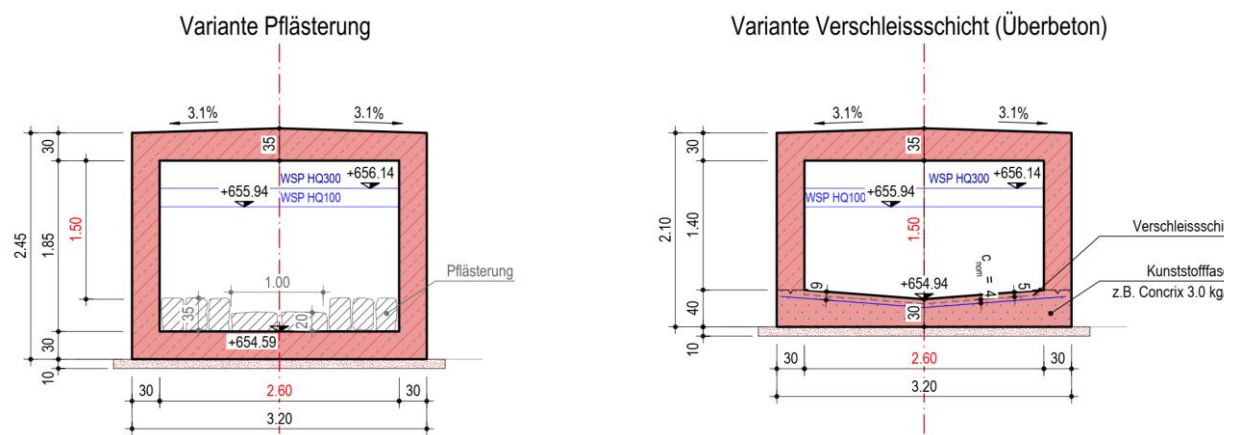


Abb. 5: Zwei Varianten für die Ausbildung des Flussgerinnes im Durchlass

2.2 Objektskizze / Abmessungen



Abb. 6: Grundriss

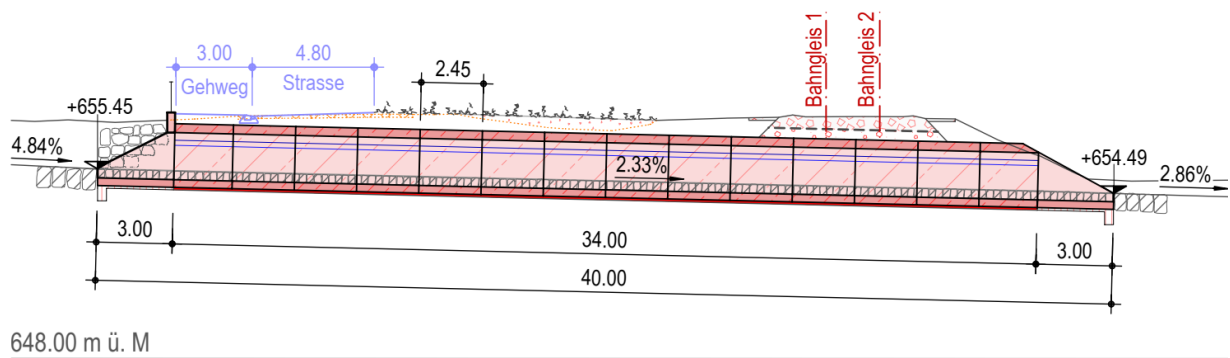


Abb. 7: Längsschnitt

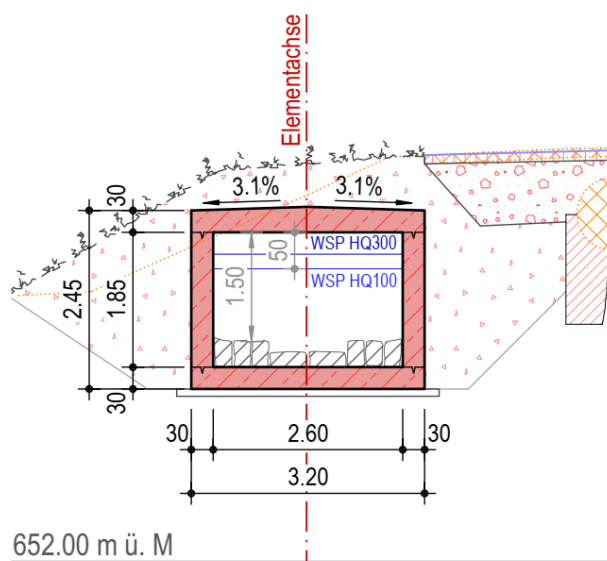


Abb. 8: Querschnitt

2.3 Konstruktionsdetails

Die Konstruktion des neuen Durchlasses basiert auf bewährten und konventionellen Konstruktionsdetails, die eine effiziente Kraftübertragung, eine qualitativ hochwertige Ausführbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Unterhaltsfreundlichkeit und Dauerhaftigkeit sicherstellen. Alle Details sind in den Projektplänen dargestellt.

Das neue Bauwerk hat einen Querschnitt mit Innenmassen von 2.60 m Breite und 1.50 m Höhe sowie eine Gesamtlänge von 34 m. Die Bodenplatte und die Wände sind jeweils 30 cm stark, die Decke weist aufgrund eines Dachgefälles in der Mitte eine Stärke von 35 cm auf. Da das Bauwerk für den Transport zu gross ist, wird es in 14 vorgefertigten Elementen mit einer Breite von jeweils 2.45 m hergestellt und auf der Baustelle zusammengesetzt. Die Elemente werden auf ein Splittbett verlegt, die Kraftübertragung erfolgt über stirnseitig angeordnete Schubnocken. Zusätzlich werden die Elemente konstruktiv mit einem Dywidag-Spannsystem aus vier Spannstangen $\varnothing 32$ mm verbunden und anschliessend mit Zement injiziert, um Korrosion zu verhindern.

Die Abdichtung erfolgt werkseitig mit einer Polymerbitumen-Dichtungsbahn. Die Fugen werden mit Kautschukprofilen versehen und die Stösse auf der Baustelle mit PBD-Bändern abgeklebt. Zum Schutz vor Beschädigungen wird eine Schutzmatte aufgebracht. Die Flächenabdichtung umfasst die Decke und die obersten 50 cm der Wände, die aufgeraut, grundiert und mit einer fünf Millimeter starken PBD-Folie versehen werden. Nach der Montage wird über die Stossfugen ein 30 cm breiter PBD-Streifen aufgeflämmt. Die Elemente werden witterungsunabhängig im Werk im Kontaktbetonverfahren produziert, wobei sie hintereinander betoniert, nach dem Erhärten getrennt und gekennzeichnet werden. Dieses Verfahren verhindert Fugen nach der Montage und sorgt durch Schubnocken und Spannsystem für eine kraftschlüssige Verbindung.

Die Schalung erfolgt innen mit Stahlschalung Typ 4.1 «Fanger» oder Holz, die Oberflächen bleiben schalungsroh. Die Bewehrung besteht aus B500B mit einer Betonüberdeckung von 40 mm. Die Betonqualität entspricht einem C40/50 mit den Expositionsklassen XF4, XC4 und XD3. Die Oberflächen von Decke und Boden werden abtaloschiert, Anschlussflächen aufgeraut, Sichtflächen bleiben unbehandelt. Die Natursteinsohle wird werkseitig mit Guber Quarzsandstein mit einer Stärke von rund 35 cm und im Niederwasserbereich mit rund 20 cm erstellt. Die Fugen werden mit Fugenmörtel Creteo Gala CC 645 erstellt, die Sohlenergänzungen beim Ein- und Auslauf erfolgen bauseits. Elektroeinlagen oder Bauwerkserdung sind nicht vorgesehen bzw. nicht erforderlich. Für die Montage sind vier Kugelkopfanker pro Element sowie alle notwendigen Einlagen für Handling und Vorspannung enthalten.

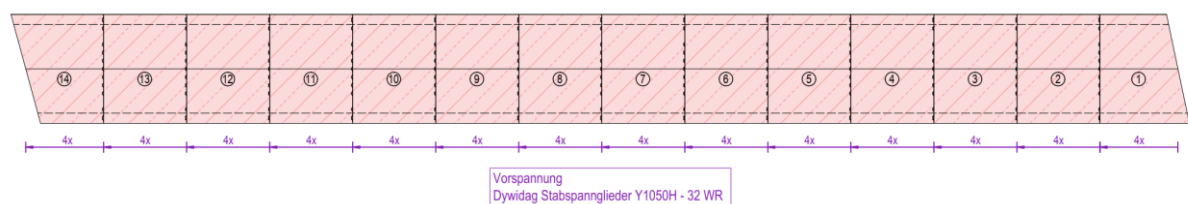


Abb. 9: Übersicht vorgefertigte Elemente, Grundriss

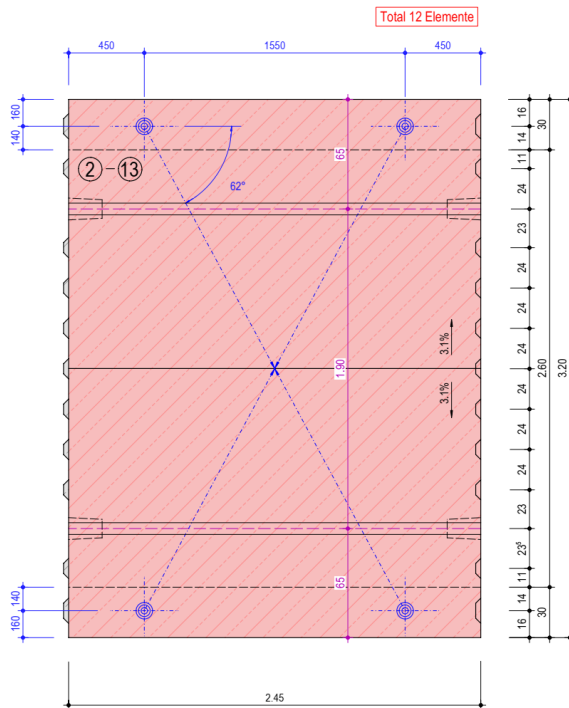


Abb. 10: Grundriss Normalelement Nr. 2-13

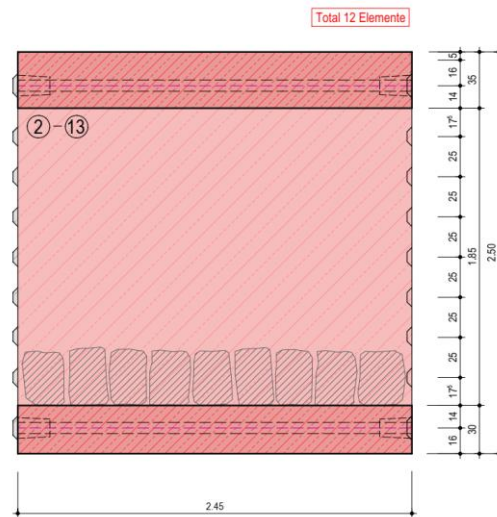


Abb. 11: Längsschnitt Normalelement Nr. 2-13

Die Hinterfüllung im Bereich des RhB-Gleises erfolgt rechtwinklig zum Gleis mit Ragazer Erdbeton. Zwischen der Oberkante des Durchlasses und der Schienenoberkante beträgt die Distanz etwa einen Meter. Der Aufbau besteht aus rund 40 cm Koffer UG 0/45 und 30 cm Bahnschotter, getrennt durch ein Geotextil.

Bei schiefwinkligen Brücken mit einer Schiefe von mindestens sechs Grad wird grundsätzlich ein Betonkeil für den rechtwinkligen Abschluss zum Gleis ausgeführt, alternativ kann die Hinterfüllung mit Erdbeton / Füllbeton erfolgen. Der Baugrubenaushub wird im Dammbereich etwas steiler mit einem Verhältnis von etwa 3:4 ausgeführt.

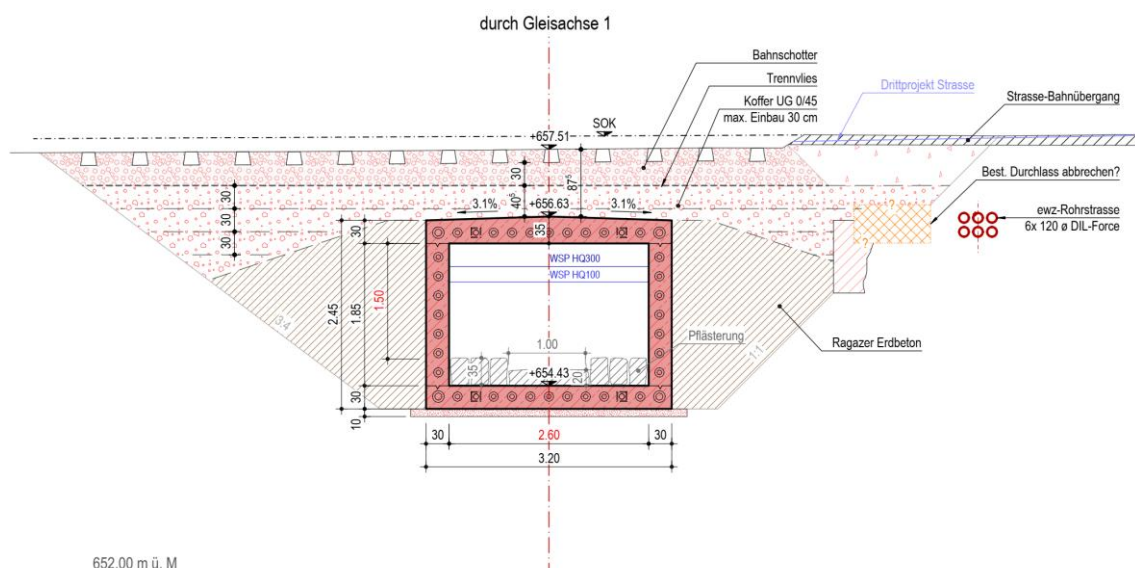


Abb. 12: Hinterfüllung und Auffüllung im Bereich der Bahngleise

Die bestehende Kabelanlage bleibt unverändert, zusätzliche Schutzrohre sind nicht erforderlich. Die sechs KSR im Bahnhofsbereich gewährleisten die erforderliche Kapazität. Als Ersatz des best. Schachts wird ein Kabelzugschacht des Typs 108 ZB mit Innenabmessungen von 1.00 × 1.90 m vorgesehen. Die zu den Signalen der Bahnschranke geführten Kabelschutzrohre bleiben bestehen. An der Bahnschranke sowie an der Lichtsignalanlage sind keine baulichen Eingriffe vorgesehen. Lediglich während der Ausführung des Umbaus ist der Fahrleitungsmast Nr. 10 zu sichern, da der Baugrubenaushub in unmittelbarer Nähe zum Mast erfolgt.

Der Ein- und Auslauf des Durchlasses wird in Ortbeton ausgeführt, wobei die Verbindung der Bauteile mittels Schraubbewehrung (Produkt Bartec) sichergestellt wird. Das Auslaufbauwerk wird ohne Querabschlussmauer und ohne Absturzsicherung realisiert. Die Konstruktion ist so geplant, dass der Bahndamm unmittelbar an den Betondurchlass anschliesst. Zur Anpassung an die Geländesituation ist eine Abschrägung des Elements vorgesehen, alternativ beziehungsweise ergänzend erfolgt die Ausbildung mit Flügelmauern.

Die Arbeiten am Oberbau werden durch den Bahndienst ausgeführt. Die Schienenprofile 46E1 werden auf Betonschwellen mit Spannklemmen befestigt und im Schotterbett gelagert. Das Schotterbett muss überall, auch im Bereich des bestehenden Durchlasses, eine Mindesthöhe von 30 cm aufweisen. Der Gleisbereich beim Bahnübergang wird vollständig offengelegt, da die Gleise über mehrere Meter gerichtet und gestopft werden müssen.

Mit der neuen Konstruktion werden die heutigen Anforderungen an das Lichtraum- und Schleuderprofil, an eine funktionierende und kontrollierbare Entwässerung, an die Führung der Werkleitungen sowie an die Breite des Dienstweges erfüllt. Bei solchen Bauwerken steht der Einbau von vorfabrizierten Elementen bei der Rhätischen Bahn im Vordergrund. Mit dieser Baumethode kann auf Hilfsbrücken verzichtet werden, wodurch die Bauzeit deutlich verkürzt wird.

Die Drittprojekte „Strassenausbau“ und „Sanierung Wasserleitung“ wurden von Casutt Wyrsch Zwicky AG in den Plänen übernommen, die Koordination erfolgte über die HOLINGER AG. Im Zuge dieser Arbeiten wird das Trottoir an der Bahnhofstrasse bis zum Kettbach verlängert, die bestehenden Wasserleitungen im Bereich des Trottoirs werden ersetzt und neu verlegt. Zudem wird die alte Leitung aus den 1960er Jahren, die unter dem Bahngleis verläuft, durch eine neue Leitung ersetzt.

3. STATISCHE BERECHNUNGEN

3.1 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Die Projektanforderungen und die Grundlagen für die Konstruktion sind in der Nutzungsvereinbarung, die Lastannahmen und die Kennwerte der Baustoffe in der Projektbasis zusammengestellt.

Ziel der statischen Berechnungen ist es die Hauptabmessungen des Rahmentragwerks zu verifizieren bzw. festzulegen.

3.2 Einwirkungen

Die detaillierten Einwirkungen und deren Kombinationen sind in der Projektbasis aufgeführt. Die massgebenden Einwirkungen für die Bemessung des Durchlasses können wie folgt beschrieben werden:

Eigenlasten	Beton	$\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$
Auflasten	Erdmaterial/ Koffer	$\gamma_{\text{Erdmaterial}} = 21 \text{ kN/m}^3$
	Gleisschotter	$\gamma_{\text{Schotter}} = 18 \text{ kN/m}^3$
	Gleisrost	1.5 kN/m
	Pflasterung	27 kN/m ³
Erddruck	Hinterfüllung und	Erdruchedruck
	Bahnverkehr (Rahmen)	$e_0 = 0.44$
	Bahnverkehr	$q_k = 52 \text{ kN/m}^2$
Schmalspurbahnverkehr	Lastmodell LM 7 (massgebend)	$4 \times Q_k = 4 \times 200 \text{ kN}$
	Lastmodell LM 5 (Ermüdung)	$2 \times Q_k = 2 \times 160 \text{ kN}$
Erdbeben	Erdbebenzone 2	$a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$
	Bauwerksklasse II	$\gamma_f = 1.2$
	Baugrundklasse C	$S = 1.45$
Entgleisung	Entgleisungs-LM 1:	$q_{Ed} = 70 \text{ kN/m}$, $Q_{Ed} = 220 \text{ kN}$
	Entgleisungs-LM 2:	$q_{Ed} = 80 \text{ kN/m}$

3.3 Statische Berechnungen

Der Durchlass Kettbach bei km 38.383 wird nach der Erneuerung die Tragsicherheit, die Gebrauchstauglichkeit sowie die Ermüdungssicherheit gemäss Norm SIA 260 (2013) / 261 (2014) erfüllen. Das Tragwerk wird sowohl durch den Schmalspurbahnverkehr als auch durch den Strassenverkehr beansprucht, wobei letzterer für die Bemessung nicht massgebend ist. Es gelten die Lastmodelle 6 und 7 nach SIA 261 (2014) und für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungssicherheit gilt das Lastmodell 5. Das Bauwerk wird für eine Nutzungsperiode von 100 Jahren ausgelegt.

Die statische Bemessung des geschlossenen Rahmens erfolgte anhand eines Stabmodells für ein Betonelement. Die Bauteile werden entsprechend den Ergebnissen aus der Tragsicherheitsbetrachtung sowie hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit dimensioniert.

Durch den Einbau des neuen Tragwerks mit geschlossener Sohle (Bodenplatte) werden die Sohlenpressungen gleichmässig verteilt, was eine deutliche Reduktion lokaler Spannungsspitzen bewirkt und somit möglichst geringe Flächenpressungen zur Folge hat.

4. BAUSTELLENSCHLIESSUNG UND BAUVORGANG

4.1 Sperrung, Verkehrsregime, Sicherheit

Die Bauausführung am Durchlass erfolgt unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs und wird in möglichst kurzer Bauzeit erfolgen. Der Einbau der vorfabrizierten Elemente findet während einer Wochenendsperrung mit Bahnersatz statt. Das Bauprogramm richtet sich nach der vordefinierten Totalsperrung. Der Sperrungstermin ist mindestens ein Jahr im Voraus mit der Rhätischen Bahn zusammen zu definieren.

Bei Nachtarbeiten, wie beispielsweise dem Belagseinbau am Fahrbahnübergang, gilt eine Nachtbetriebspause von 23:40 bis 05:15 Uhr. Die weiteren Erneuerungsarbeiten werden bei voller Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs durchgeführt. Die reguläre Nachtbetriebspause dauert von 00:45 bis 04:55 Uhr. Vor Beginn der Bauarbeiten erstellt der Sicherheitsleiter der Rhätischen Bahn ein Sicherheitsdispositiv und instruiert die Beteiligten. Dieses Dispositiv regelt die Baustellenorganisation und definiert sämtliche Sicherheitsvorschriften und Massnahmen für eine sichere Arbeitsausführung sowie einen ungestörten Bahnbetrieb. Während der Bauzeit wird die Geschwindigkeit auf 60 km/h reduziert. Zusätzlich wird als Sicherheitsmassnahme eine Zugmeldeanlage eingerichtet.

Die Bahnhofstrasse und die St.-Martin-Strasse werden während der Erneuerungsarbeiten für den Verkehr gesperrt. Fussgänger können die Baustelle grösstenteils passieren, hierfür werden provisorische Wege eingerichtet. Der Zugang zum Bahnhof und zur Baufirma Rizzi AG ist ausschliesslich über die Quadra-Strasse möglich.

4.2 Baustellenerschliessung und Installationsplätze

Die Zugänglichkeit zur Baustelle erfolgt überwiegend über die Bahnhofstrasse. Die vorfabrizierten Elemente werden dort angeliefert und mittels Pneukran abgeladen und montiert. Direkt angrenzend an die Baustelle stehen auf Parzellen der RhB und der Gemeinde ausreichend Installations-, Umschlags- und Lagerflächen zur Verfügung.

4.3 Bauvorgang und Bauablauf

Die Erneuerungsarbeiten werden in sechs Bauphasen unterteilt, die im Bauphasenplan detailliert dargestellt sind. Nach vorbereitenden Arbeiten wie Leitungssicherung, Schutzmassnahmen und provisorischer Wasserhaltung erfolgen der Einbau der vorfabrizierten Betonelemente während einer Wochenendsperrung von Freitagabend bis Montagmorgen über etwa 50 Stunden. Die Elemente werden mithilfe eines Pneukrans z. B. Demag AC-250 versetzt, ihr Gewicht beträgt rund 25 Tonnen. Für den Einbau können Fahrleitung und Speiseleitung während der Totalsperrung abgeschaltet werden. Eine Prüfung des Einsatzes eines Schienenkrans für die unteren Elemente erfolgt noch vorab.

Die weiteren Arbeiten – Ortbetonanschlüsse, Flügelmauern, Hinterfüllung und Kofferaufbau ausserhalb der Bahnlinie – werden unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs tagsüber durchgeführt. Abschliessend wird der Kettbach in den neuen Durchlass umgeleitet, der Strassenbelag fertiggestellt und alle Provisorien zurückgebaut.

5. KOSTEN

Die Kosten der Baumeisterarbeiten wurden anhand einer Massenermittlung und unter Verwendung von Erfahrungswerten berechnet, wobei die Kostengenauigkeit bei etwa $\pm 10\%$ liegt. Für die Fertigung, Lieferung und das Versetzen der vorfabrizierten Betonelemente wurde bei der Firma Fanger AG eine Richtpreisofferte eingeholt. Die bahnseitigen Kosten wurden von der Rhätischen Bahn abgeschätzt. Die Schnittstelle zum Hochwasserschutzprojekt Kettbach befindet sich direkt anschliessend an das Bauwerk. In den Baukosten enthalten ist der Ersatz des Durchlasses, nicht enthalten sind Arbeiten an Drittprojekten wie Strassenbau und Werkleitungen.

Tab. 1: Kostenvoranschlag Baumeisterarbeiten, vorfabrizierte Betonelemente und bahnseitige Leistungen

<u>Bausumme Baumeister und vorfabrizierte Elemente ohne MWST</u>		<u>CHF 792'065.-</u>
Unvorhergesehenes in % der Zwischenbausumme	10 %	CHF 79'200.-
Projekt und Bauleitung der Bausumme	15 %	CHF 130'700.-
Honorar Leistungen durch RhB	Schätzung	CHF 30'000.-
Mehrwertsteuer	8.1 %	CHF 83'600.-
<u>Gesamtbausumme inkl. MWST</u>		<u>CHF 1'116'000.-</u>

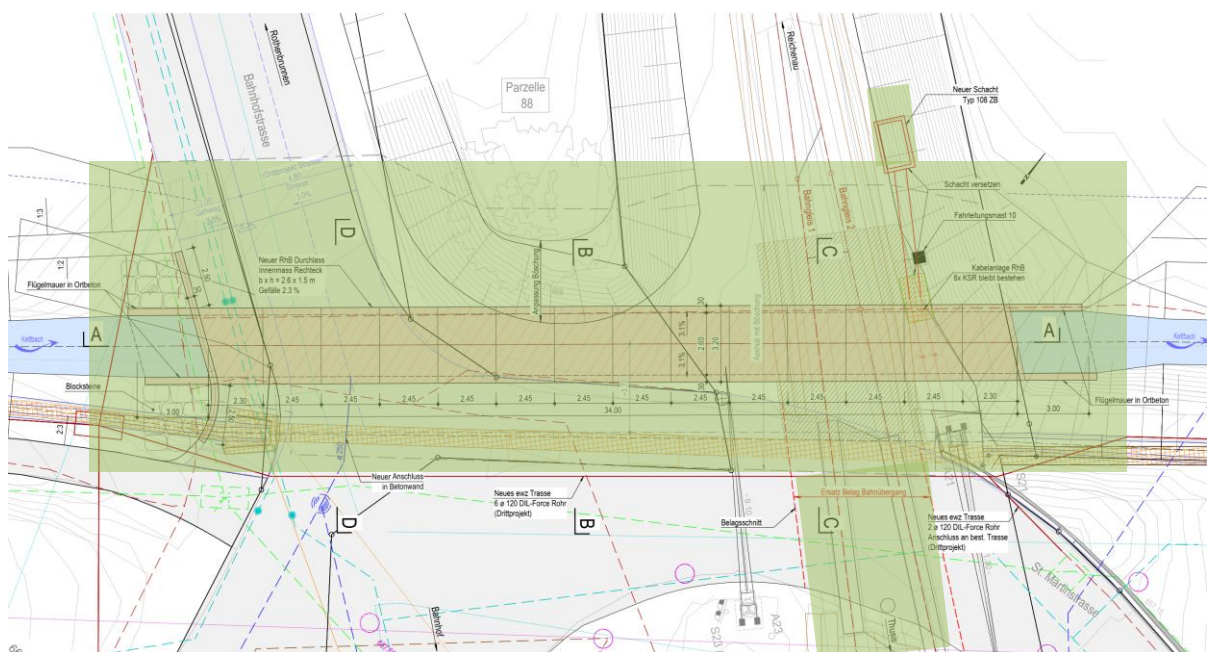


Abb. 13: Kostenperimeter Teilprojekt Durchlass RhB (grüne Fläche)

6. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangslage

Die Gefahrenkarte der Gemeinde Cazis aus dem Jahr 2020 weist erhebliche Hochwasserrisiken im Siedlungsgebiet aus. Das Projekt Hochwasserschutz Kettbach umfasst bauliche Massnahmen zur Verbesserung der Abflusskapazität und zur ökologischen Aufwertung des Gewässers. Der Durchlass Kettbach bei km 38.383 befindet sich im Bahnhof Cazis im Bereich der Einfahrtsweiche und unterquert die Bahnhofstrasse sowie die RhB-Gleise. Der bestehende Rohrdurchlass ($\varnothing$ 1.0 m) und der Rechteckdurchlass (H 0.5 m, B 1.0 m) weisen ein Kapazitätsdefizit auf und werden durch einen neuen Rechteckdurchlass ersetzt. Das neue Bauwerk wird für ein HQ_{100} mit einem Abfluss von $9 \text{ m}^3/\text{s}$ und einem Freibord von 50 cm ausgelegt.

Neues Bauwerk

Der neue Durchlass hat ein Rechteckquerschnitt mit einer lichten Weite von 2.60 m, einer lichten Höhe von 1.50 m und einer Gesamtlänge von rund 34 m. Das Bauwerk wird aus 14 vorfabrizierten Stahlbetonelementen hergestellt, die im Werk im Kontaktbetonverfahren produziert und auf der Baustelle auf einem Splittbett versetzt werden. Die Verbindung erfolgt über Schubnocken und ein Dywidag-Spannsystem $\varnothing$ 32 mm mit vier Kanäle. Die Abdichtung wird werkseitig mit Polymerbitumenbahnen ausgeführt, die Fugen werden zusätzlich mit Kautschukprofilen und PBD-Bändern vor Ort abgedichtet. Die Entwässerung erfolgt über das Dachgefälle. Die Natursteinsohle wird werkseitig mit Guber-Quarzsandstein ausgeführt, die Sohlenergänzungen erfolgen vor Ort. Die Hinterfüllung im Gleisbereich wird mit Ragazer Erdbeton hergestellt, darüber folgen Koffer und Bahnschotter mit Trennlage aus Geotextil.

Die bestehende Kabelanlage bleibt erhalten, ein Kabelzugschacht Typ 108 ZB wird ersetzt. An der Bahnschranke und der Lichtsignalanlage sind keine Arbeiten vorgesehen. Während des Aushubs ist der Fahrleitungsmast Nr. 10 zu sichern.

Bauweise und Ablauf

Die Arbeiten erfolgen unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs. Der Einbau der vorfabrizierten Elemente wird während einer Wochenendsperre von Freitagabend bis Montagmorgen (ca. 50 Stunden) durchgeführt. Für den Einbau können Fahrleitung und Speiseleitung abgeschaltet werden. Weitere Arbeiten wie Ortbetonanschlüsse, Flügelmauern und Hinterfüllung bei der Strasse erfolgen tagsüber. Abschliessend wird der Kettbach in den neuen Durchlass umgeleitet, der Fahrbahnbelag wiederhergestellt und alle Provisorien zurückgebaut. Drittprojekte wie der Strassenausbau und die Sanierung der Wasserleitungen werden parallel ausgeführt. Während der Bauarbeiten werden die Bahnhofstrasse und die St.-Martin-Strasse für den Verkehr gesperrt. Für Fussgänger werden provisorische Wege eingerichtet, sodass die Baustelle weitgehend sicher passiert werden kann.

Kosten

Die Kosten für die Baumeisterarbeiten, die vorfabrizierten Elemente und bahnseitige Leistungen sowie Unvorhergesehenes und Projekt und Bauleitung betragen rund CHF 1.12 Mio. inkl. MwSt.

Chur, 28. November 2025 GB

Casutt Wyrsch Zwicky AG
dipl. Bauingenieure und Planer