



Gemeinden
Heimberg,
Steffisburg

Tiefbauamt
des Kantons Bern
Oberingenieurkreis I

VORPROJEKT
Beilage 3.2

| | | | |
|-----------------------|---|--------------|------|
| Gewässer | Zulg | Gewässer-Nr. | 548 |
| Gemeinden | Heimberg, Steffisburg | Projekt-Nr. | 1219 |
| Erfüllungspflichtiger | Gemeinde Heimberg, Gemeinde Steffisburg | | |
| Projekt vom | April 2021 | | |
| Revidiert | | | |

Unterlage

Technischer Bericht

Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Heimberg

Projektverfasser



Herzog Ingenieure AG

Wasserbau Tiefbau Grundbau

Seestrasse 2
3600 Thun

Tel. 058 201 23 50
buero@herzog-ingenieure.ch



VORPRÜFUNG

Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg

Technischer Bericht Mitwirkung

Auftraggeber

Gemeinde Heimberg

Verfasser

Herzog Ingenieure AG, Seestrasse 2, 3600 Thun
Tel. 058 201 23 50, buero@herzog-ingenieure.ch

Datum des Berichtes

30. August 2021

Version

1.3 vom 2. Dezember 2022

Dateiname

b-1219-1-TB_Vorprüfung_bh02122022.docx



INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| 1. ZUSAMMENFASSUNG | 7 |
| 2. ANLASS UND AUFTRAG | 8 |
| 2.1. Perimeter | 8 |
| 2.2. Zustand des Gewässers und Defizite | 8 |
| 2.3. Planverfahren | 8 |
| 2.4. Projektorganisation | 9 |
| 2.5. Partizipation | 9 |
| 2.6. Termine | 9 |
| 3. SITUATION | 10 |
| 3.1. Richtplanung | 10 |
| 3.2. Baurechtliche Grundordnung und Nutzungen | 10 |
| 3.3. Drittprojekte | 12 |
| 3.4. Einzugsgebiet | 13 |
| 3.5. Geologie | 14 |
| 3.6. Ereigniskataster | 14 |
| 3.7. Hydrologie | 15 |
| 3.8. Hydraulik | 16 |
| 3.9. Geologie | 16 |
| 3.10. Geschiebehaushalt | 16 |
| 3.11. Bestehende Schutzbauten | 16 |
| 3.12. Brücken | 17 |
| 3.13. Schwemmholz und Verklausungswahrscheinlichkeiten | 19 |
| 3.14. Aktuelle Gefährdung | 19 |
| 4. ZIELE | 22 |
| 4.1. Projektziele | 22 |
| 4.2. Schutzziele | 22 |
| 4.3. Ökonomische Ziele | 23 |
| 4.4. Ökologische Ziele | 23 |
| 4.5. Raumplanerische Ziele | 24 |
| 5. GEPRÜFTE VARIANTEN | 25 |
| 5.1. Künftige Gerinnebreite und Längsvernetzung | 25 |
| 5.2. Lage und Länge der Aufweitung | 26 |
| 5.3. Überwindung der Höhendifferenz | 27 |
| 5.4. Realisierungsvarianten Aufweitung | 27 |
| 6. MASSNAHMEN | 30 |



| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.1. | Unterhalt | 30 |
| 6.2. | Raumplanerische Massnahmen | 30 |
| 6.3. | Gewässerraum | 30 |
| 6.4. | Objektschutzmassnahmen | 31 |
| 6.5. | Bauliche Massnahme | 31 |
| 6.6. | Ökologische Massnahmen, Ersatzmassnahmen | 34 |
| 6.7. | Überlastfall und Notfallplanung | 35 |
| 6.8. | Betrieb und Unterhalt | 36 |
| 7. | UMWELT | 37 |
| 8. | RISIKEN, KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT | 38 |
| 8.1. | Grundlagen und Annahmen | 38 |
| 8.2. | Kosten | 38 |
| 8.3. | Schadenpotenzial, Risiken und Wirtschaftlichkeit | 39 |
| 8.4. | Kostenträger und Finanzierung | 40 |
| 8.5. | Mehrleistungen | 40 |
| 9. | AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES | 41 |
| 9.1. | Gefahrenkarte nach Massnahmen | 41 |
| 9.2. | Auswirkungen auf Grundwasser und Naturwerte | 41 |
| 9.3. | Landerwerb | 41 |
| 9.4. | Betroffene Anlagen der Gemeinden und Dritter | 41 |
| 9.5. | Landwirtschaft | 44 |
| 10. | VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN | 45 |
| 11. | NOTFALLPLANUNG | 45 |
| 12. | ANGABEN ZUR AUSFÜHRUNGSPHASE | 46 |
| 12.1. | Bauzeit und Etappierung | 46 |
| 12.2. | Bauvorgang | 46 |
| 12.3. | Erschliessung der Baustelle | 49 |
| 12.4. | Baugrund und Grundwasserverhältnisse | 51 |
| 12.5. | Materialbewirtschaftung | 52 |
| 13. | PENDENZEN ZUHANDEN DER BAUPROJEKTPHASE | 54 |
| 13.1. | Rodungsakten | 54 |
| 13.2. | Vertiefte Baugrundabklärungen | 54 |
| 13.3. | Wirtschaftlichkeitsnachweis | 54 |
| 13.4. | Modellversuch | 54 |
| 13.5. | Erosionsschutz im Gerinne | 54 |
| 13.6. | Design der 'engineered log jams' | 55 |



| | |
|--|----|
| 13.7. Werkleitungen | 55 |
| 13.8. Alarmierung | 55 |
| 13.9. Erschliessung | 55 |
| 13.10. Materialbewirtschaftung | 55 |
| 13.11. Notfallplanung Bauzustände | 55 |
| 13.12. Ökologische Massnahmen und Verhältnismässigkeit | 55 |
| 13.13. Erfolgskontrolle / Monitoring | 55 |

VORPRÜFUNG



GRUNDLAGEN

- [1] Wasserbauplan "Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg", Herzog Ingenieure AG, Thun, 2020, in Ausführung
- [2] Projekt für die Zulgkorrektur, Detailzeichnungen der neuen Müllerschwelle, Direktion der Bauten und Eisenbahnen des Kantons Bern, 26.6.1909
- [3] Verbauung der Zulg, km 2.900 – 2.925 Sanierung der Hauptsperre, Situation und Schnitte, OIK I, 1982
- [4] Digitaler Werkleitungsplan Wasser- und Abwasserleitungen, Bühler + Dällenbach Ingenieure AG, Steffisburg, Juli 2019
- [5] Leitungsanfrage VBS, Juli 2019
- [6] Digitaler Werkleitungsplan UPC gmbh, Juli 2019
- [7] Digitaler Werkleitungsplan Swisscom AG, Juli 2019
- [8] Digitaler Werkleitungsplan BKW, Juli 2019
- [9] Digitaler Werkleitungsplan Erdgas Energie Thun AG, Juli 2019
- [10] Hochwasser vom 4. Juli 2012 in der Zulg, Ereignisanalyse, Flussbau AG, Bern, 18.12.2013
- [11] Gefahrenkarte Steffisburg, Flussbau AG / geo7, Bern, April 2009
- [12] Auszug Gefahrenkarte Heimberg beim Kalisteg, Flussbau AG
- [13] Hochaufösendes Laserscan-DTM (LIDAR), Kanton Bern, Flugdatum 2014
- [14] Terrestrische Aufnahmen im Perimeter, Herzog Ing. AG, 2019
- [15] Querprofilaufnahmen Zulg vom Dezember 2003, erhalten von Flussbau AG, Quelle UBK
- [16] Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband KOHS, Empfehlungen zum Freibord, Januar 2013
- [17] Beschluss des bernischen Regierungsrates über die Risikostrategie bei Naturgefahren, RRB vom 24. August 2005
- [18] Fachordner Wasserbau, Tiefbauamt des Kantons Bern, Januar 2010
- [19] Bundesgesetz über den Wasserbau, Nr. 721.000, 21. Juni 1991
- [20] Wasserbaugesetz des Kantons Bern, Nr. 751.111, 14. Februar 2011 und Verordnung
- [21] Baugesetz des Kantons Bern, Nr. 721.0, 28. Januar 2009
- [22] Normenwerke des SIA und des VSS, Stand 2021
- [23] Projekt 'aarewasser', Wasserbauplan, Projekt vom Oktober 2009, rev. 31.05.2012
- [24] <https://www.heimberg.ch>, 6. Juli 2021
- [25] Geoportal Bern, <https://www.maps.apps.be.ch>, 6. Juli 2021
- [26] BAFU: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020-2024
- [27] Ausschreibung Vorprojekt Längsvernetzung und HWS Zulg Heimberg, 28.06.2019



1. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangslage

Die Zulg, als dynamischer Gebirgsfluss aus dem Eriz kommend, durchfließt das Siedlungsgebiet von Steffisburg und Heimberg bevor sie in die Aare mündet. Bei Hochwasser schwillt sie schnell an und führt viel Holz und Geschiebe mit sich.

Die Gemeinde Steffisburg liess in den vergangenen Jahren ein Projekt zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und der ökologischen Längsvernetzung an der Zulg ausarbeiten. Dieses wurde am 5. Mai 2021 genehmigt und ist seit Sommer 2022 in Ausführung. Der Perimeter reicht bis zur Brücke Bernstrasse.

Der hier behandelte Zulgabschnitt von der Bernstrasse bis zur Aaremündung liegt grösstenteils auf Gemeindegebiet von Heimberg. Für diesen Abschnitt war 2009 ein Vorprojekt für die Verbeiterung und Längsvernetzung der Zulg ausgearbeitet worden (Teil des Projektes 'aarewasser'). Dieses Projekt wurde 2017 abgeschrieben und an der Zulg durch die aktuell vorliegende Planung ersetzt. Die wesentlichen Variantenentscheide wurden dabei bereits im Projekt 'aarewasser' gefällt [23].

Projekthalt

Auch auf dem Abschnitt Bernstrasse bis Aare bestehen Hochwasserschutzdefizite, dies v.a. bei den Brücken.

Der grösste und wichtigste Teil des Projektes ist aber die Längsvernetzung und die rund 250 m lange Gerinneaufweitung bis auf die natürliche morphologische Breite der Zulg von 75 m. Möglich ist dies, da rechtsufrig v.a. Wald vorhanden ist, welcher für die Revitalisierung des Flusses aufgegeben wird.

Verfahren

Die Verbesserung der Längsvernetzung und des Hochwasserschutzes an der Zulg wird im Wasserbauplanverfahren nach dem bernischen Wasserbaugesetz aufgelegt. Das Projekt ist UVB-pflichtig. Dem Leitverfahren angehängt wird ein Rodungsverfahren.

Kosten und Finanzierung

Der Kostenvoranschlag für die anrechenbaren Wasserbaumassnahmen beläuft sich auf ca. Fr. 25 Mio. inkl. Risikokosten und MwSt. Rund Fr. 18.5 Mio. betreffen die Gewässerrevitalisierung und Aufweitung. Rund Fr. 6.5 Mio. betragen die Kosten für den Hochwasserschutz in den Gemeinden Heimberg und Steffisburg.

Dazu kommen Drittkosten für die Anpassung von Werkleitungen und Brücken im Umfang von knapp Fr. 1.0 Mio.

Für die Realisierung der Aufweitung muss die Hauptleitung der ARA Thunersee - welche im rechten Aareufer verläuft und die Zulg bei der Mündung unterquert – verlegt, resp. mit einem Düker ersetzt werden. Für dieses Projekt läuft eine separate Planung. Es wird mit zusätzlichen Kosten von gegen Fr. 5 Mio. gerechnet.

Es ist vorgesehen, das Projekt als 'Hochwasserschutzprojekt mit Überlänge' von Kanton und Bund subventionieren zu lassen. Der voraussichtliche Beitrag beträgt 80%. Weitere Beiträge werden vom bernischen Renaturierungsfonds erwartet.

Termine

Die öffentliche Mitwirkung hat 2021 stattgefunden. 2022 fand eine Projektbereinigung mit dem Fischereiinspektorat des Kantons Bern statt.

Im weiteren richtet sich der Terminplan u.a. nach dem Projektfortschritt der Aufweitung Aare Thun Nord, da die beiden Projekte koordiniert werden müssen.

2. ANLASS UND AUFTRAG

2.1. Perimeter

Der Projektperimeter umfasst die Zulg zwischen der Bernstrasse bis zu ihrer Mündung in die Aare sowie die angrenzenden Waldflächen und Uferbereiche und erstreckt sich über ca. 1.0 km Gerinneaxe.

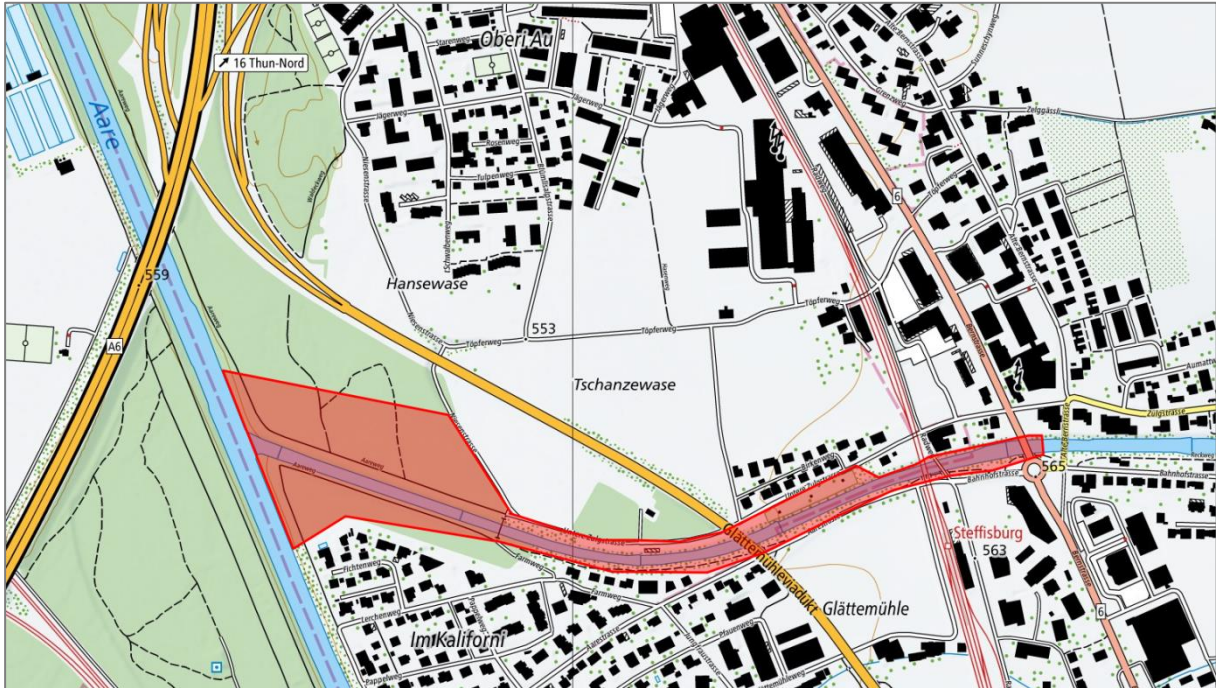


Abb. 1 PROJEKTPERIMETER, AUSSCHNITT AUS DER LK 1:25'000.

Der Perimeter ist am oberen Rand überlappend mit dem Perimeter des Projektes "Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Steffisburg" [1]. Die Projekte sind koordiniert.

2.2. Zustand des Gewässers und Defizite

Die Zulg verläuft auf dem Gemeindegebiet von Steffisburg und Heimberg seit ca. 100 Jahren in einem befestigten Kanal mit gepflasterten Böschungen und mehreren Sohlschwellen aus Beton. Das Gerinne erfüllte die Anforderungen an den Hochwasserschutz über viele Jahre gut. Ein HQ₁₀₀ kann allerdings nicht überall schadlos abgeführt werden, davon betroffen sind v.a. Brücken.

Die Zulg stellt den wichtigsten Geschiebezubringer der Aare zwischen Thun und Bern dar. Die Kontinuität für den Geschiebetransport in der Zulg ist heute nicht gegeben, wird aber im Projekt "HWS und LV Zulg Steffisburg" [1] sichergestellt.

Aus ökologischer Sicht ist der Zustand der Zulg heute unbefriedigend. Das Gerinne ist strukturarm und die beiden mehrere Meter hohen Betonsperren bei der Mündung in die Aare – sowie auch die zahlreichen Sohlschwellen in Bezug auf kleinere Fischarten – verhindern den Fischaufstieg. Im kanalisiertem Gerinne fehlen Lebensräume und Laichplätze.

2.3. Planverfahren

Obwohl das direkt betroffene Grundeigentum grösstenteils bei Gemeinden, Burgergemeinde Heimberg und dem Kanton liegt, ist die Betroffenheit der Bevölkerung durch die Umgestaltungen gross. Ein



zweistufiges Verfahren und eine öffentliche Mitwirkung sind angemessen. Auch sind durch gewisse Projektteile (Umlegung von Wegen und dergleichen) die Interessen Dritter betroffen. Das Projekt soll im bernischen Wasserbauplanverfahren planrechtlich gesichert werden.

2.4. Projektorganisation

Bauherrschaft ist die Gemeinde Heimberg als wasserbaupflichtige Behörde. Auf dem Gerinneabschnitt zwischen m 120 und m 415 ist linksufrig die Gemeinde Steffisburg betroffen. Die Planung wurde koordiniert. Für die Ausführungsphase ist eine Vereinbarung zwischen den beiden Gemeinden zu erstellen. Der Kostenteiler ist noch festzulegen.

Das Bauprojekt wurde gemeinsam mit Vertretern von Bauherrschaft, OIK I, FI und BAFU entwickelt.

Tab. 1 Fachausschuss

| Aufgabe / Funktion | Firma / Behörde | Vertreter |
|---------------------------|------------------------|--|
| Bauherrschaft | Gde. Heimberg | Rolf Däppen |
| Fachaufsicht, Leitbehörde | Oberingenieurkreis I | Roland Kimmerle |
| Koordination Aare | Oberingenieurkreis II | Adrian Fahrni |
| Fischerei | Fischereiinspektorat | Olivier Hartmann, ab 2022: Sandro Schläppi |
| Terrestrische Lebensräume | ANF | Fabian Meyer |
| Fachaufsicht Bund | BAFU | Christian Holzgang |
| BHU | Flussbau AG | Rolf Künzi |
| Gesamtleitung Wasserbau | Herzog Ingenieure AG | Beatrice Herzog |
| Planung Wasserbau | Herzog Ingenieure AG | Armin Flütsch |
| Geschiebe und Hydraulik | Flussbau AG | Thomas Berchtold |
| Umwelt und UVB | Naturaqua | Franziska Witschi, ab 2021: Petra Nobs |

2.5. Partizipation

Die Erarbeitung erfolgte unter laufender Information und teilweise Sitzungsteilnahme des Gemeinderates.

Das Vorprojekt wurde anfangs Juli 2021 den direkt Betroffenen (Anstösser, Werkeigentümer) an einer Informationsveranstaltung vorgestellt. Die öffentliche Mitwirkung fand im Herbst 2021 statt. Der Mitwirkungsbericht liegt diesem Dossier bei.

Im Rahmen der Vorprüfung werden alle betroffenen kantonalen Fachbehörden und der Bund durch die Leitbehörde begrüsst.

2.6. Termine

Das Projekt wurde 2020 bis 2021 ausgearbeitet. Nach der Mitwirkung von 2021 wurde im ersten Halbjahr 2022 eine Projektbereinigung mit dem Fischereiinspektorat des Kantons Bern notwendig.

Im weiteren richtet sich der Terminplan u.a. nach dem Projektfortschritt der Aufweitung Aare Thun Nord, da die beiden Projekte sachlich zusammenhängen und koordiniert werden müssen.

3. SITUATION

Nota: da sich das Projekt mehrheitlich auf Heimberger Boden befindet und in der Gemeinde Steffisburg nur wasserbauliche Massnahmen innerhalb des Zulgerinnes vorgesehen sind, fokussiert die Situationsanalyse auf die Gemeinde Heimberg.

3.1. Richtplanung

Der Richtplan macht im Perimeter v.a. Vorgaben in Bezug auf die Siedlung. Im Richtplan sind die gültigen Bauzonen ersichtlich, sowie linksufrig der Zulg ein Entwicklungsschwerpunkt (Gde. Steffisburg). In Bezug auf Landschaft, Erholung, Verkehr oder Wirtschaft werden keine Vorgaben gemacht.

Rechtsufrig befinden sich Fruchtfolgeflächen.

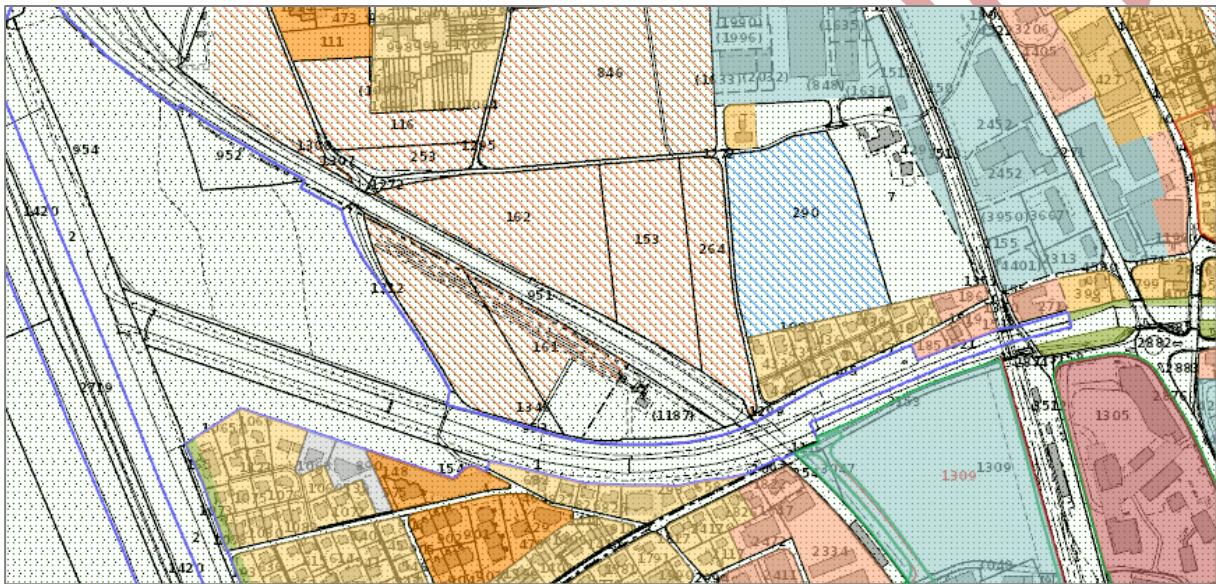


Abb. 2 RICHTPLAN IM PERIMETER AUS [25], OHNE MASSSTAB

Legende Richtplan

| | |
|------------------------|-------------------------|
| gelb / orange / rot | Bauzonen |
| rot / blau schraffiert | Fruchtfolgeflächen |
| grün | Entwicklungsschwerpunkt |
| grau | Wald, Gewässer |

Weiter wird im Richtplan auf die bestehenden Uferschutzplanungen hingewiesen (violette Linien in Abb. 2). Diese sind im Zonenplan grundeigentümerverbindlich ebenfalls enthalten.

Das Vorhaben steht im Einklang mit der Richtplanung.

3.2. Baurechtliche Grundordnung und Nutzungen

3.2.1. Allgemeines

Heimberg ist eine Agglomerationsgemeinde mit rund 7'000 Einwohnern. Ausser den beliebten Wohnmöglichkeiten, bietet die Gemeinde auch viel Platz für Gewerbe und beherbergt fast 400

Unternehmen [24]. Die Verkehrserschliessung ist mit der Kantonsstrasse, seit ca. 1979 einem eigenen Autobahnanschluss (Nationalstrasse A6) und den öffentlichen Verkehrsmitteln (Busbetriebe der Region Thun, SBB) sehr gut gewährleistet.

Bis in die 1930-er Jahre war nur der unmittelbare Bereich der Bernstrasse besiedelt. Erst nach dem Krieg näherten sich die Bauten mehr und mehr der Aare und der Zulg.

3.2.2. Nutzungsplanung

Der gültige Zonenplan wurde 2007 genehmigt. Er zeigt, dass der Bereich rechtsufrig der Zulg dank dem Wald weitgehend freigehalten wurde, linksufrig liegen ausgedehnte Wohnzonen (Quartier Kaliforni). Oberhalb des Autobahnzubringers sind beide Zulgufer überbaut (linksufrig Gde. Steffisburg).

Das Schadenpotenzial (Sach- und Personenrisiko) welches von Überschwemmungen der Zulg betroffen ist, liegt v.a. rechts des Flusses (Wohn- und Gewerbegebiete).

Die Ortsplanung ist in Revision. Sie wurde Ende 2020 zur Vorprüfung eingereicht. Neu darin enthalten ist auch der Gewässerraum nach GschG (vgl. Kap. 6.3).

Gut ersichtlich ist auch die Bedeutung des Kalistegs als direkte Verbindung zwischen dem Dorf Heimberg und dem linksufrig gelegenen 'Kaliforni' (Schulweg).

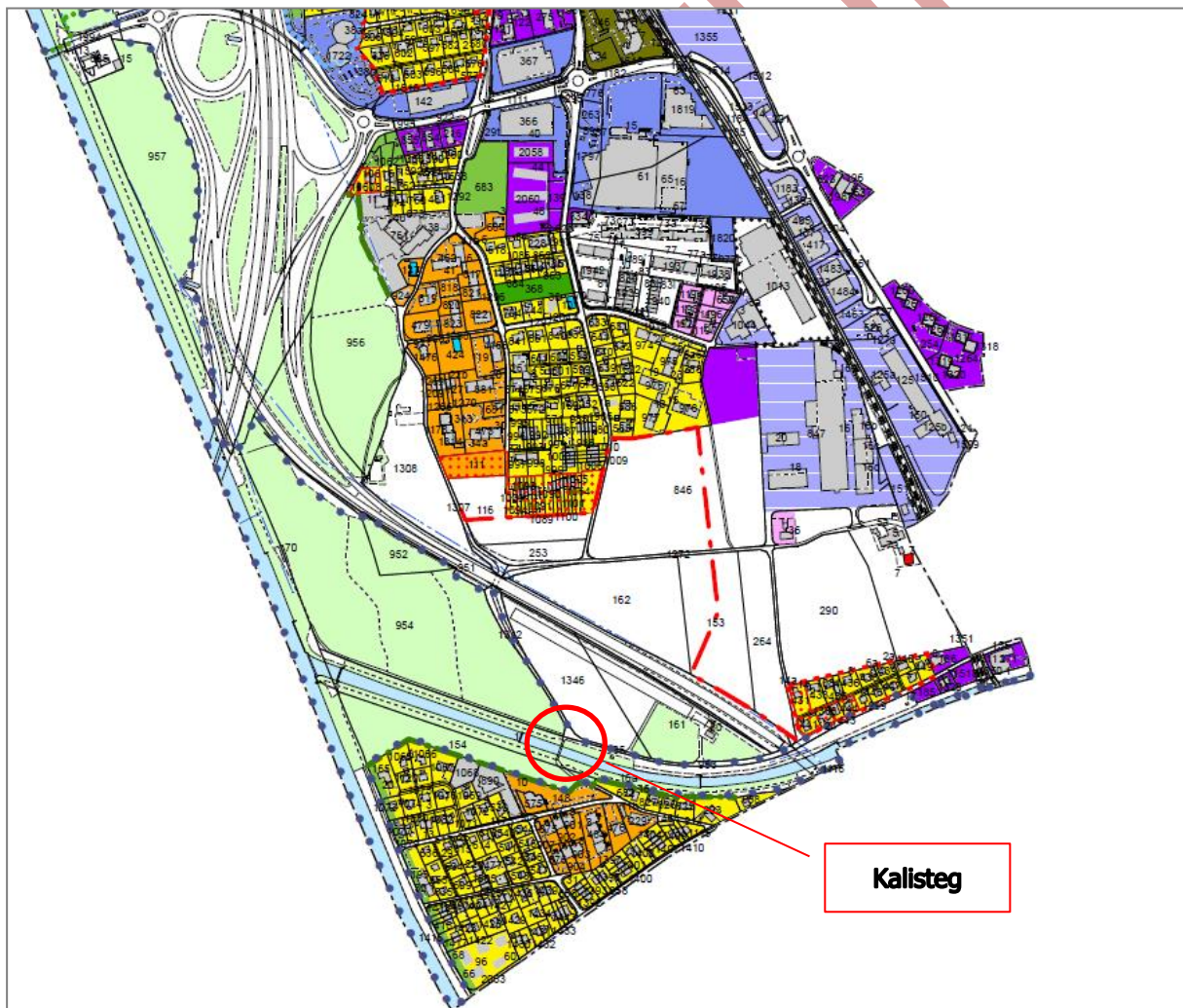


Abb. 3 AUSSCHNITT AUS DEM AKTUELLEN ZONENPLAN DER GEMEINDE HEIMBERG (2007), ORANGE/GELB: WOHNZONEN, GRÜN: WALD, GRAU: ÖFFENTLICHE NUTZUNG, VIOLETT: MISCHZONEN

3.2.3. Erholungsnutzung

An der Zulg konzentriert sich - vor allem im Abschnitt unterstrom Kalisteg bis zur Aaremündung – eine intensive Erholungsnutzung. Diese umfasst Spaziergänger, Sportler und Velofahrer gleichermaßen. Von hoher Bedeutung sind dabei der Aareweg (Uferwege) und der Kalisteg.

Im kantonalen Sachplan Veloverkehr ist die erwähnte Veloroute nicht enthalten, jedoch als Wanderweg (Abb. 4).

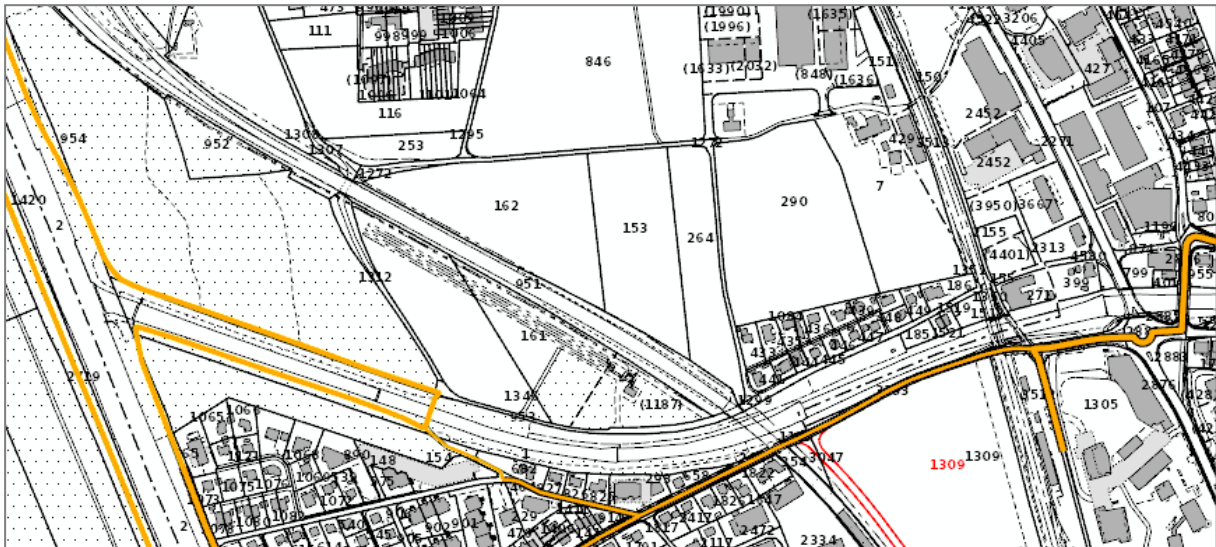


Abb. 4 SACHPLAN WANDERROUTENNETZ AUS [25], OHNE MASSTAB

Bei der Mündung in die Aare befindet sich ein Grillplatz und auch das Flussbett wird im Sommer von Spaziergängern und Badenden stark genutzt. Dies besonders im Bereich der beiden hohen Abstürze. Der Zugang erfolgt über schmale Treppen in der Uferpflasterung oder auch direkt über letztere.



Abb. 5 BADENDE IN DER ZULG, QUELLE: S. WÄLTI

3.3. Drittprojekte

3.3.1. Aare Thun Nord

Nicht im Richtplan enthalten, aber in aktueller Planung ist die Aufweitung "Aare Thun Nord". Die Projekte werden koordiniert.

Dazu muss bemerkt werden, dass die aktuelle Geometrie des Zulgprojektes in diesem Dossier noch davon ausgeht, dass die Aare im Mündungsbereich nicht aufgeweitet wird. Die Böschungsober- und unterkanten der aufgeweiteten Aare sind aber im Situationsplan Nr. 102 als Drittprojekt orientierend dargestellt. Die Aufweitungen können später geometrisch im Detail aufeinander abgestimmt werden.



**Abb. 6 VISUALISIERUNG AUFWEITUNG AARE THUN NORD, RECHTS IM BILD DIE ZULG, QUELLE:
MITWIRKUNGSUNTERLAGEN AARE THUN NORD, TBA OIK II, OKT. 2020**

3.3.2. Verlegung Hauptleitung ARA Thunersee

Bei Realisierung der Aufweitung Zulg muss die Leitung der ARA Thunersee verlegt werden. Vorgesehen ist eine Unterdükerung des neuen Zulggerinnes. Dieses Projekt ist eine Folge des Aufweitungsvorhabens. Im Situationsplan ist es als Drittprojekt dargestellt, da es eine andere Projektträgerschaft hat.

Vgl. auch Kap. 9.4.3.

3.3.3. Brücke Bernstrasse

Die Brücke der Bernstrasse über die Zulg gehört dem Kanton (Kantonsstrasse). Der Kanton - vertreten durch den Oberingenieurkreis I - plant die Brücke zu ersetzen. Bei einem Neubau können und müssen die Hochwasserschutzdefizite seitens Werkeigentümer behoben werden.

Die Projektvorhaben werden koordiniert.

3.3.4. Erschliessung Heimberg Süd

Im September 2018 verwarf die Bevölkerung von Heimberg die Überbauungsordnung "Erschliessung Heimberg Süd" an der Urne. Die darin enthaltene Brücke über die Zulg unmittelbar oberhalb des Zubringers A6 ist daher nicht mehr zu berücksichtigen.

Falls die Idee einer Brücke an diesem Standort später wieder einmal neu aufgenommen würde, wäre die Brücke in gleicher Form wie damals angedacht, realisierbar.

3.4. Einzugsgebiet

Das Zulgtal liegt in einem länglichen, nach Westen ausgerichteten Talkessel und entwässert ein Einzugsgebiet von ca. 90 km². Ein grosser Teil des Einzugsgebietes ist bewaldet.

Der höchste Punkt des Einzugsgebietes liegt auf ca. 2200 m ü.M. Bei 'Innereriz' auf ca. 1040 m ü.M. vereinigen sich die Quellbäche Sulzibach, Fallbach und Kaltbach zur Zulg.

Ab Innereriz fliesst die Zulg durch einen flachen Talboden ($J < 2\%$). Unterhalb von Linden fliesst sie im tief in die Molasse eingeschnittenen 'Zulgraben'. Das enge Gerinne öffnet sich erst kurz vor Steffisburg im 'Zulgboden'. Hier wird der Fluss deutlich breiter und das Sohlgefälle beträgt nur noch ca. 1.5 %. Mächtige Kiesbänke weisen auf Umlagerungsvorgänge hin.



Die Zulg hat mehrere grosse und geschiefbeführende Seitenzubringer, namentlich den Zulgbach (Schwanden), den Huetgraben, den Hornegggraben, den Hüttliggraben sowie die Bäche aus dem Gemeindegebiet von Eriz auf der Nordseite.

Unterhalb des Zulgbodens weitet sich der Schwemmkegel und die Zulg fliesst in ihren Alluvionen zur Aare hin. Ab Höhe Gummsteg ist die Zulg kanalisiert und zwischen 20 und 30 m breit. Das Bruttogefälle beträgt ca. 1.0 bis 1.3%, die Sohle ist mit Sperren verbaut.



Abb. 7 GROBER UMRIS DES EINZUGSGEBIETES DER ZULG (QUELLE: SWISS MAP)

3.5. Geologie

Das gesamte Einzugsgebiet der Zulg besteht aus wenig festem Molassefels. Das ganze Gebiet ist stark durch Gletscher überprägt (Quartär). Grossflächig steht Nagelfluh an.

In Teilen des steilen Einzugsgebietes muss mit dem Auftreten spontaner Rutschungen und Hangmuren gerechnet werden. Solche können im Oberlauf auch in die Zulg gelangen und diese zeitweise aufstauen, was zu einer Flutwelle führen kann (so geschehen im Jahr 1986 im Bereich des Hirschigrabens).

In den Ebene Richtung Aare sind grösstenteils die Alluvionen der Zulg und der Aare vorzufinden. Örtlich finden sich auch Torfablagerungen, welche von Rückstauszenarien Zulg / Aare her stammen dürften (temporäre Seebildung).

Zum Baugrund siehe Kap. 12.4.

3.6. Ereigniskataster

Hochwasser in der Zulg werden in alten Dokumenten - mutmasslich auch wegen der intensiven gewerblichen Nutzung im Überschwemmungsbereich - sehr häufig beschrieben und ereigneten sich mindestens in den Jahren 1480, 1489, 1735, 1764, 1813, 1832, 1837 (vgl. Gotthelf: 'Wassernot im Emmental'), 1850, 25./27. Juli 1907 und 1912.

Neuere, im Ereigniskataster zu den Gefahrenkarten erfasste Ereignisse, sind:

- Gewitterereignis vom 7. August 1970



- Gewitterereignis vom 22. August 1974, innerhalb von drei Stunden wurden 170 mm Niederschlag registriert
- Dauerregen vom 21. - 23. August 2005
- 4. Juli 2012 [10]
- Mai 2015



Abb. 8 VIDEOAUFNAHME VOM MAI 2015, TYPISCH WAREN DER AUSSERORDENTLICH RASCHE ANSTIEG INNERT MINUTEN SOWIE DIE HOLZMENGE

Trotz fehlender Informationen über Grösse und Dauer der meisten älteren Ereignisse – wie auch über den damaligen Verbauungszustand – ist dennoch eindrücklich ersichtlich, dass mehrmals pro Jahrhundert (19. und 20. Jahrhundert je viermal, im 21. Jahrhundert bisher dreimal) grosse, holz- und geschiebeführende Abflüsse in der Zulg auftreten.

3.7. Hydrologie

Zur Hydrologie siehe auch separaten Bericht in der Beilage.

Die Zulg spricht aufgrund ihrer Grösse sowohl auf Gewitterereignisse wie auch auf Dauerregen an.

Aus Basis der Gefahrenkarten von Steffisburg und Heimberg sowie dem Ereignis von 2012 gelten aktuelle folgende Bemessungsabflüsse für die Zulg:

Tab. 2 Spitzenabflüsse Zulg, GK und Projekt

| Jährlichkeit | Gewitter Ereignis | Langandauerndes Ereignis |
|--------------|-----------------------|--------------------------|
| 30 | 150 m ³ /s | Nicht untersucht |
| 100 | 210 m ³ /s | 119 m ³ /s |
| 300 | 280 m ³ /s | 142 m ³ /s |



3.8. Hydraulik

Siehe separaten Bericht in der Beilage zu diesem Dossier.

3.9. Geologie

Siehe separaten Bericht in der Beilage zu diesem Dossier.

3.10. Geschiebehaushalt

Siehe separaten Bericht in der Beilage zu diesem Dossier.

3.11. Bestehende Schutzbauten

Gerinneverbauungen

Die ersten bekannten Verbauungen an der Zulg stammen bereits aus dem 18. und 19. Jahrhundert. Das erste Projekt welches beim Tiefbauamt des Kantons dokumentiert ist, trägt das Datum von 1881. Seither kamen zehn Projekte zur Ausführung. Die Projekte Nr. 1 bis 3 (1881, 1893, 1899) umfassten die Strecke von der Müllerschwelle abwärts bis zur Mündung in die Aare. Das Projekt Nr. 4 (1908) diente zur Wiederherstellung der Müllerschwelle in Steffisburg nach einem Hochwasserereignis. Die Projekte Nr. 5 bis 8 (1907, 1914, 1936, 1939) betrafen die Strecke oberstrom der Müllerschwelle, während das Projekt Nr. 9 (1952) einzelne lokale Verbauungsmassnahmen vorsah. Das Projekt Nr. 10 (1972) umfasste die Wiederherstellung der Schäden nach dem Hochwasser vom 7.8.1970.

Das heutige gleichförmige Trapezgerinne der Zulg weist mehrheitlich eine natürliche Kiessohle auf, welche durch ca. 0.5 bis 1 m hohe Sohlschwellen unterbrochen wird. Vor der Einmündung in die Aare stürzt die Zulg über zwei ca. 2.5 m hohe Betonsperren ab, mit welchen die Höhendifferenz zur Aare überwunden wird (Abb. 5).



Abb. 9 ZULGGERINNE MIT KIESSOHL E UND SPERREN

Die Böschungen sind über weite Abschnitte gepflästert oder – dort wo sie unverbaut sind - mit einer Fussmauer versehen. Die ursprünglichen Pflästerungen bestehen aus eher kleinen, behauenen Steinen, welche teilweise mit Zement verfugt wurden. Auf Abschnitten welche saniert wurden, wurden auch grosse plattige Steine verwendet.



Abb. 10 LÄNGSVERBAU, LINKS: STARK ÜBERWACHSENE ALTE PFLÄSTERUNG (UNTER DER BRÜCKE SICHTBAR), RECHTS: SANIERTER BEREICH MIT GRÖßEREN WASSERBAUSTEINEN.

Die Pflästerungen und die Querbauwerke haben sich als stabil in mehreren Hochwasserereignissen erwiesen. Die Verbauungen sind allgemein in einem guten Zustand. Es sind keine grösseren Instandsetzungen nötig.

Im Rahmen des Submissionsprojektes sollte der Zustand und allfällige kleine Sanierungsarbeiten im Detail aufgenommen und mit ausgeschrieben werden. Damit kann ihre Lebensdauer – je nach auftretenden Hochwasserereignissen – um weitere 30 bis 50 Jahre verlängert werden.

3.12. Brücken

Bernstrasse

Die moderne Stahlbetonbrücke über die Bernstrasse besteht aus einem einfach gelagerten Kastenträger.



Abb. 11 HOHER KASTENTRÄGER DER BRÜCKE ÜBER DIE BERNSTRASSE



Die Brücke weist ein Freibord von ca. 80 cm bei HQ₁₀₀ auf und ist damit ungenügend. Die Tragkonstruktion kann bei grossen Abflüssen unter Druck geraten. Wie weit die heute vorhandenen Brückenlager die entsprechenden Horizontalkräfte aufnehmen können, ist nicht bekannt.

Das TBA des Kantons Bern – vertreten durch den Oberingenieurkreis I – als Brückeneigentümer plant einen Ersatzneubau der Brücke. Die Projekte sind koordiniert. Siehe auch Kap. 3.3.3.

Velobrücke

Die Velobrücke gehört ebenfalls dem Kanton und ist als einfach gelagerter Kastenträger ausgebildet. Die Brücke weist bei HQ₁₀₀ auf praktisch kein Freibord auf und ist damit ungenügend.

Eisenbahnbrücke

Die Eisenbahnbrücke gehört der BLS. Sie besteht aus vier Längsträgern mit dazwischen geschweissten Querverbindungen. Die Brücke weist bei HQ₁₀₀ auf praktisch kein Freibord auf und ist ungenügend.

Die Seitenwände bestehen aus geschlossenen Stahlplatten, dürften aber kaum auf Strömungsdruck ausgelegt sein. Ein Anheben wäre aufgrund der Konstruktion relativ einfach, ist jedoch für die vertikale Linienführung der Bahn eine grosse Herausforderung und aufgrund der grossen Ausrundungsradien und geringen Längsgefällen mit einer langen Anpassungsstrecke verbunden, was wegen der Übergänge und dem Bahnhof nicht möglich ist.



Abb. 12 UNTERSICHT DER EISENBAHNBRÜCKE

Die Brücke kann schon heute den Abfluss einstauen. Ob die Stabilität des Oberbaus (Stahlbleche) und die Lager die Aufnahme der entsprechenden Horizontalkräfte zulassen ist unbekannt. Eine Ertüchtigung als Druckbrücke würde mutmasslich einen Ersatz des Oberbaus bedingen.

Kalisteg

Der Kalisteg gehört der Gemeinde Heimberg. Es handelt sich um eine Langsamverkehrsbrücke. Er besteht aus einer einfach gelagerten Stahlkonstruktion. Der Steg wird ersetzt.



Abb. 13 KALISTEG HEIMBERG

3.13. Schwemmholz und Verklauungswahrscheinlichkeiten

Die Zulg führt bei Hochwasser grosse Mengen Schwemmholz mit sich [1]. Dies kann insbesondere bei den Brücken die Gefährdung stark erhöhen.

Im Rahmen des Projektes "Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Steffisburg" wird im Raum Zulgboden ein Holzrechen erstellt. Dieser verbessert auch den Schutz für die Gemeinde Heimberg. Das Projekt ist von der BVE genehmigt und der Kreditbeschluss der Gemeinde liegt vor. Der Holzrechen ist seit Sommer 2022 in Ausführung. In Absprache mit dem TBA und dem BAFU wird die Wirkung des Holzrechens für das vorliegende Projektvorhaben bereits berücksichtigt.

Der geplante Holzrechen ist auf ein HQ₁₀₀ ausgelegt. Bis zu dieser Ereignisgrösse muss künftig nur noch mit einzelnen Stämmen, aber nicht mit ganzen Holzteppichen gerechnet werden. Bei einem HQ₃₀₀ oder im Extremhochwasser wird der Holzrechen überlastet und der Holztrieb nimmt stark zu.

Dies bedeutet, dass bei den Brücken für die Dimensionierung auf ein HQ₁₀₀ Schwemmholz nicht berücksichtigt wird. Das Freibord wurde zu 1.0 m festgelegt. Bei einer Auslegung auf HQ₃₀₀ ist hingegen das Schwemmholz zu berücksichtigen und das Freibord nach KOHS beträgt dann 1.5 m.

3.14. Aktuelle Gefährdung

Nota: die Intensitäts- und Gefahrenkarten 'nach Massnahmen' werden auf Stufe Bauprojekt erarbeitet. Für das vorliegende Vorprojekt wurden vereinfachte Annahmen getroffen.

Wie in Kap. 8.3 beschrieben, wird für das Hochwasserschutzprojekt Zulg Heimberg die Realisierung der Massnahmen in Steffisburg gemäss dem genehmigten Wasserbauplan [1] als Ausgangslage vorausgesetzt.

Für die Gemeinde Heimberg wurde schon früher eine Gefahrenkarte ausgearbeitet. Diese stufte die Gefährdung an den Brücken als eher gering ein [11][12], [25]. Im Projekt "Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Steffisburg" [1] wurde dieses Gefahrenpotenzial eher höher eingestuft, da die Freibordbedingungen nicht erfüllt sind und das Schwemmholzpotenzial der Zulg vertieft untersucht wurde.

Für die Risikoanalyse für die Gemeinde Heimberg wurde auf dieser Projektstufe gutachtlich davon ausgegangen, dass bei Unterschreiten des Freibordes an Brücken ca. 10% des Abflusses durch schwemmh Holzgesteuerte Prozesse ausufernd können. Dies gilt insbesondere für das HQ_{300} . Auch bei einem HQ_{100} kommt es aber bei einigen Brücken zu leichten Teil-Ausuferungen, da das Freibord deutlich unterschritten wird, resp. überhaupt kein Freibord mehr vorhanden ist.

Die entsprechenden Intensitätskarten für alle Teilszenarien wurden neu modelliert. Nachfolgend sind die Überschwemmungsflächen für die wichtigsten Brücken dargestellt.



Abb. 14 AUSUFERUNGEN BRÜCKE BERNSTRASSE AB HQ_{300} (AB HQ_{100} TEILWEISE MÖGLICH), OHNE MASSTAB

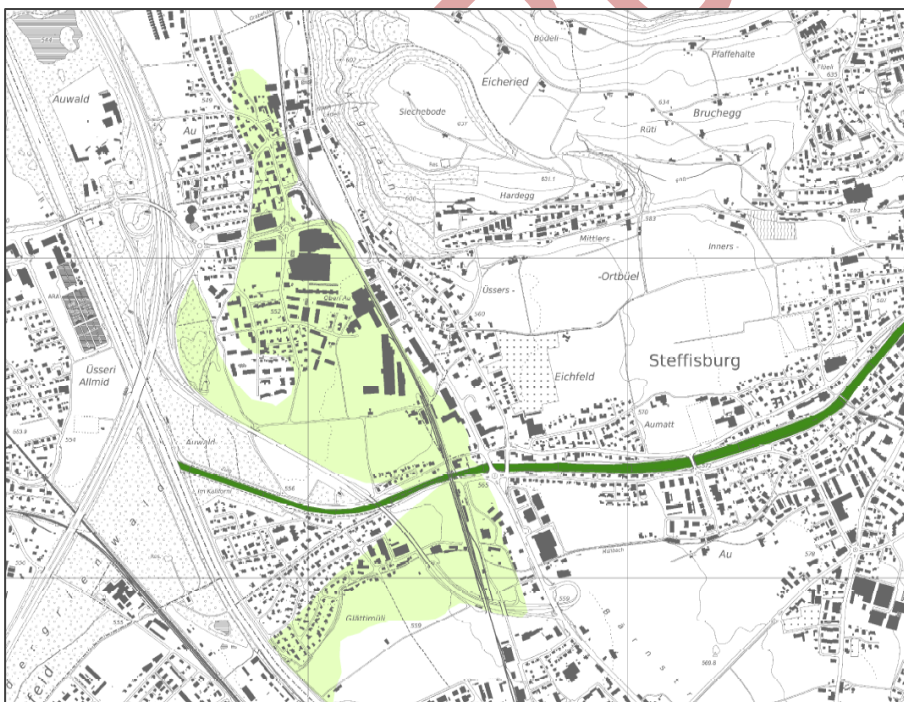


Abb. 15 AUSUFERUNGEN BRÜCKEN VELOWEG UND BLS AB HQ_{100} , OHNE MASSTAB



Abb. 16 INTENSITÄTSKARTE HQ₃₀₀ BEIM KALISTEG, AUS [12], OHNE MASSSTAB

Die Aufnahme der Gebäude im betroffenen Perimeter zeigt das riesige Schadenpotenzial in diesem Gebiet von rund Fr. 50 bis 60 Mio. (Abb. 28). Dabei wurden auf Stufe Vorprojekt die Strassen und Werkleitungen sowie die Bahn noch nicht berücksichtigt. Diese werden das Schadenpotenzials nochmals merklich erhöhen.

Diese Bewertung gilt wie oben beschrieben für den Zustand 'nach Massnahmen Steffisburg'. Im effektiven heutigen Zustand (ohne Holzrechen) ist das Risiko noch bedeutend grösser.

VORPRÜFUNG



4. ZIELE

4.1. Projektziele

An den Hauptzielen des Projektes 'aarewasser' [23] wird festgehalten. Es sind dies:

- Hochwasserschutz
- Trinkwasserreserven sichern
- Naturlandschaft aufwerten
- Attraktives Naherholungsgebiet erhalten

Die daraus abgeleiteten Projektziele für die Zulg in Heimberg wurden wie folgt definiert [27]:

1. Naturnahe Gestaltung des Gewässerraumes und des Auenlebensraumes
2. Aufstieg für Lebewesen in die Zulg ermöglichen (Längsvernetzung)
3. Verbindung der Gewässerlebensräume Aare und Zulg mit einem vielfältig strukturierten Mündungsbereich
4. Möglichst breite Aufweitung des Mündungsbereiches
5. Möglichst wenig Einschränkungen der Gewässergestaltung durch die neue ARA-Leitung
6. Uferschutz über gesamten Perimeter prüfen und wo nötig neu planen; wo möglich Blocksteine überschütten oder bepflanzen
7. Gewässerstrukturierung schaffen (...) unter Berücksichtigung der Kompatibilität mit den anderen Projektzielen (insb. Hochwassersicherheit, Morphologie, etc.)
8. Rückgabestelle für Kies und Totholz planen
9. Erhaltung und Förderung der Reptilienpopulationen, insbesondere der Schlingnatter
10. Gegen Aare und Zulg hin lichter Auenwald (insbesondere als Reptilienlebensraum)
11. Schaffen eines Naherholungsbereichs mit Flachufern und Feuerstelle
12. Erhaltung des Ausbaustandards der Aarewege

Die meisten dieser Ziele können mit dem vorliegenden Vorprojekt bereits erreicht werden. Einzelne – wie z.B. die Planung von Rückgabestellen (Nr. 9) sind aufgrund von externen Abhängigkeiten im Bauprojekt weiter zu bearbeiten (vgl. Kap. 13).

4.2. Schutzziele

Gemäss dem RRB Nr. 2632 vom August 2005 [17] werden starke Überschwemmungsintensitäten innerhalb von Siedlungen nicht toleriert. Die übrigen Schutzziele (v.a. Sachschäden) sind projektspezifisch festzulegen. Die Schutzzielmatrix gibt einen Anhaltspunkt, welcher Schutzgrad in Abhängigkeit von Intensitäten und Jährlichkeiten angemessen ist. Auch mittlere Intensitäten sind nur in sehr seltenen Ereignissen akzeptiert.

Im Ereignisfall sollen keine Todesfälle eintreten. Die rote Gefahrenstufe ist im Siedlungsbereich zu eliminieren, resp. auf den unmittelbaren Gerinnebereich zu beschränken. Die Notfallplanung ist dem Projekt anzupassen.

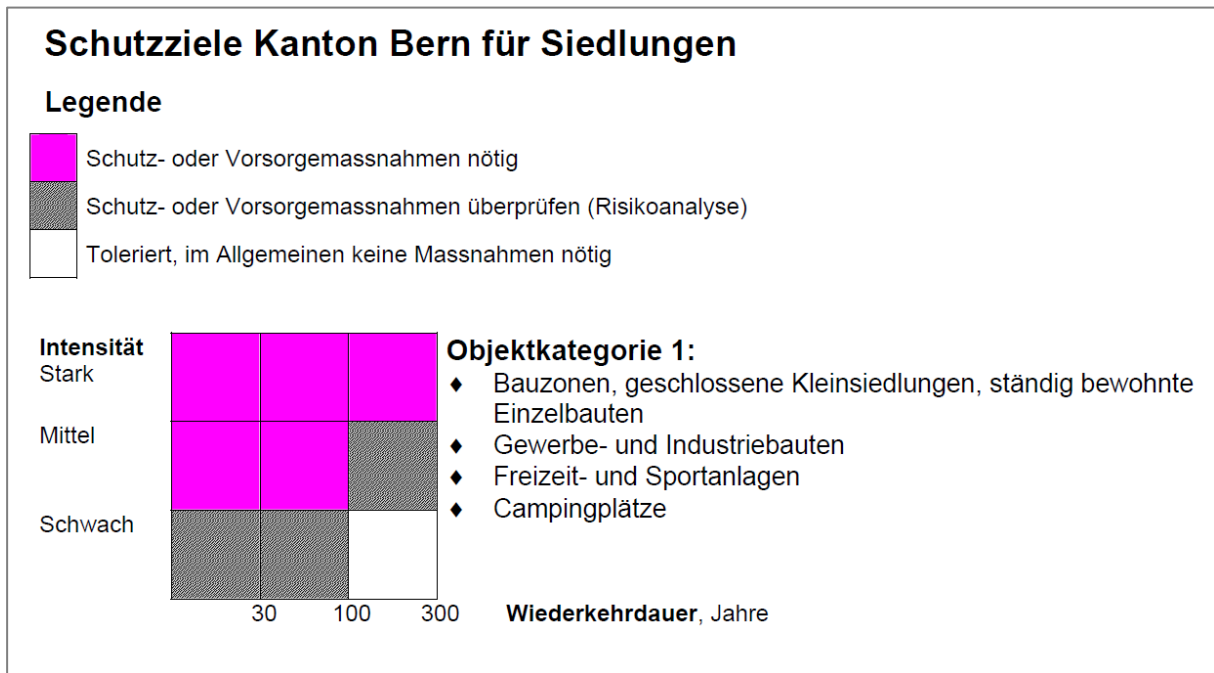


Abb. 17 AUSZUG AUS DER STRATEGIE NATURGEFAHREN GEMÄSS RRB VOM AUGUST 2005

Die zwingenden Schutzziele (Massnahmen nötig) werden im Perimeter im heutigen Zustand grösstenteils erreicht, da ausser in den unmittelbaren Brückenbereichen meist nur schwache Intensitäten auftreten. Da jedoch das Schadenpotenzial der flächigen Überschwemmungen im dicht überbauten Gebiet von Heimberg sehr hoch ist, sind Massnahmen zu prüfen.

Das vorliegende Projekt zeigt, dass selbst für Ereignisse $> HQ_{100}$ Schutzmassnahmen in Heimberg noch wirtschaftlich, obwohl sie gemäss Schutzzielmatrix 'im Allgemeinen' nicht nötig sind (vgl. Kap. 8.3).

In der Folge werden folgende Projektziele für den Hochwasserschutz an der Zulg in Heimberg definiert:

- Freibordbedingungen erfüllt bis HQ_{100} , an den Brücken auch bis HQ_{300} wo dies mit verhältnismässigen Mitteln möglich ist.
- Einfluss auf die Notfallplanung lokalisiert und quantifiziert
- Analyse des Überlastfalles und Planung entsprechender Massnahmen

4.3. Ökonomische Ziele

Es wird ein ausreichendes Kosten-/Nutzenverhältnis gefordert. Die Jahreskosten der Investition müssen kleiner als die jährliche Risikoreduktion sein. Dies wird mit der Methode 'EconoMe 5' (BAFU 2019) überprüft.

4.4. Ökologische Ziele

Vgl. auch UVB Voruntersuchung in Beilage Nr. 5.1 zu diesem Dossier.

Allgemeine Ziele

Mit dem vorliegenden Projekt sollen hauptsächlich folgende ökologische Ziele erreicht werden:

- Durchgängigkeit der Zulg von der Aare her für Fische (v.a. Bachforellen und Groppen)



- Verbesserung der Sohlendurchgängigkeit im allgemeinen (Makrozoobenthos)
- Vergrößerung und Strukturierung der Gerinnesohle (Gerinneaufweitung)
- Strukturierung und Aufwertung der Uferbereiche (Kleinstrukturen, artenreiche Vegetation, Ersatz der Pflasterung)
- Zulassen dynamischer Auenprozesse in der Aufweitung

Strategische Revitalisierungsplanung Kt. Bern

Die Revitalisierungsmassnahmen im betroffenen Zulgabschnitt sind in der kantonalen strategischen Revitalisierungsplanung als «mit hoher Priorität» für 2016-2035 festgehalten. Die Massnahmentypen sind die Aufwertung von Sohl- und Gerinnestruktur sowie die Herstellung der Längsdurchgängigkeit. Der Nutzen der Massnahmen wird als gross eingestuft.

Zielarten

- Reptilien
- Bachforelle
- Groppe
- Eisvogel
- Wasseramsel
- Fliessgewässerlibellen
- Silberweide
- Weidenröschen

4.5. Raumplanerische Ziele

Die Gefahrenstufen welche aus den Intensitätskarten (Kap. 3.14) resultieren sind meist gelb. Aus der raumplanerischen Sicht leiten sich keine Projektziele in Bezug auf die Gefahrenstufen ab.

Hingegen ist es wichtig, dass der künftige Gewässerraum mit dem Projekt koordiniert wird.

5. GEPRÜFTE VARIANTEN

5.1. Künftige Gerinnebreite und Längsvernetzung

Der Variantenentscheid, an der Zulg eine Aufweitung zu bauen, ist im Vorgängerprojekt 'aarewasser' [23] gefällt worden.

Als Ziele der Massnahmen werden in [23] folgende genannt:

- Natürliche Verfrachtung des Geschiebes ermöglichen
- Geschiebetrieb in die Aare durch Seitenerosion (rechtes Ufer ab Kalisteg)
- Naturnahe Gestaltung des Gewässerraumes und den Auenlebensraumes
- Aufstieg für Lebewesen in die Zulg ermöglichen (Längsvernetzung)
- Verbindung der Gewässerlebensräume Aare und Zulg (...)
- Erhaltung und Förderung der Reptilienpopulation (...)
- Gegen Aare und Zulg lichter Auenwald (...). Gegen Autobahn stabiler Dauerwald (...)
- Schaffen eines Naherholungsbereichs mit Flachufern und Feuerstelle
- Erhaltung des Ausbaustandards der Aarewege.

Als Massnahme zur Erreichung dieser Ziele wurde eine Aufweitung zwischen Kalisteg und Mündung in die Aare eine Aufweitung geplant. Dazu gehörte auch bereits der Vorentscheid über die Verlegung des ARA-Kanals.

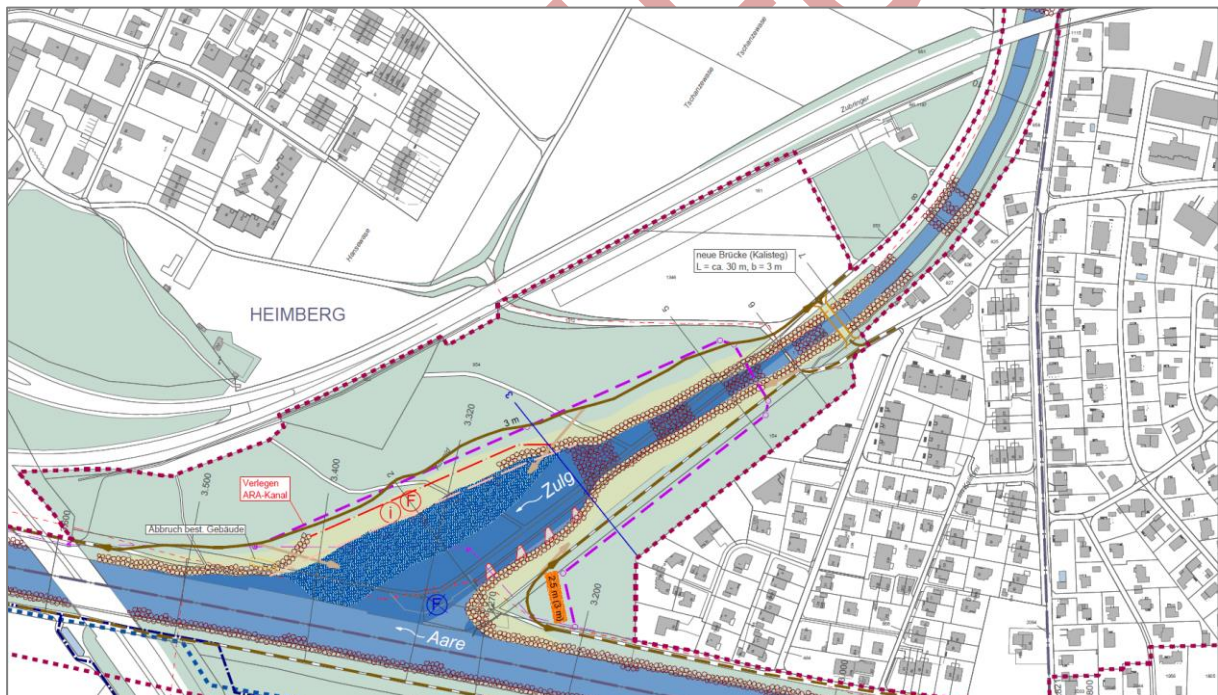


Abb. 18 PLANAUSSCHNITT AUS [23], OHNE MASSSTAB

Diese Massnahmenwahl stellte die Ausgangslage für das vorliegende Vorprojekt dar. Die entsprechenden Vorentscheide der Behörden wurden nicht noch einmal aufgerollt. Der Bau einer – möglichst breiten – Gerinneaufweitung in Heimberg wurde in [27] bereits als Projektziel definiert (vgl. auch Kap. 4.1).

Hingegen wurde im Zuge der Arbeiten die Hochwassersituation in Heimberg nochmals überprüft. Die dabei festgestellten Defizite werden mit dem aktuellen Projekt ebenfalls behoben.

5.2. Lage und Länge der Aufweitung

In der ersten Projektphase wurde untersucht, wie weit die Aufweitung von der Aaremündung flussaufwärts realisierbar ist. Dabei wurde zwischen einer Variante 'kurz' und einer Variante 'lang' unterschieden.

Die Variante 'kurz' entspricht dabei in etwa der Ausdehnung der früher schon untersuchten Variante (Projekt aarewasser [23]) mit einer Freispiegelleitung für die ARA Hauptleitung. Da die ARA Thunersee unterdessen einen Düker favorisiert, entstehen mehr Freiheiten in Bezug auf die Grösse der Aufweitung. Der Beginn der Sohlenabsenkung könnte soweit flussaufwärts verlegt werden, wie es die Besiedlung der Ufer erlaubt (verlängerte Böschungen bei Abteufung des Gerinnes).

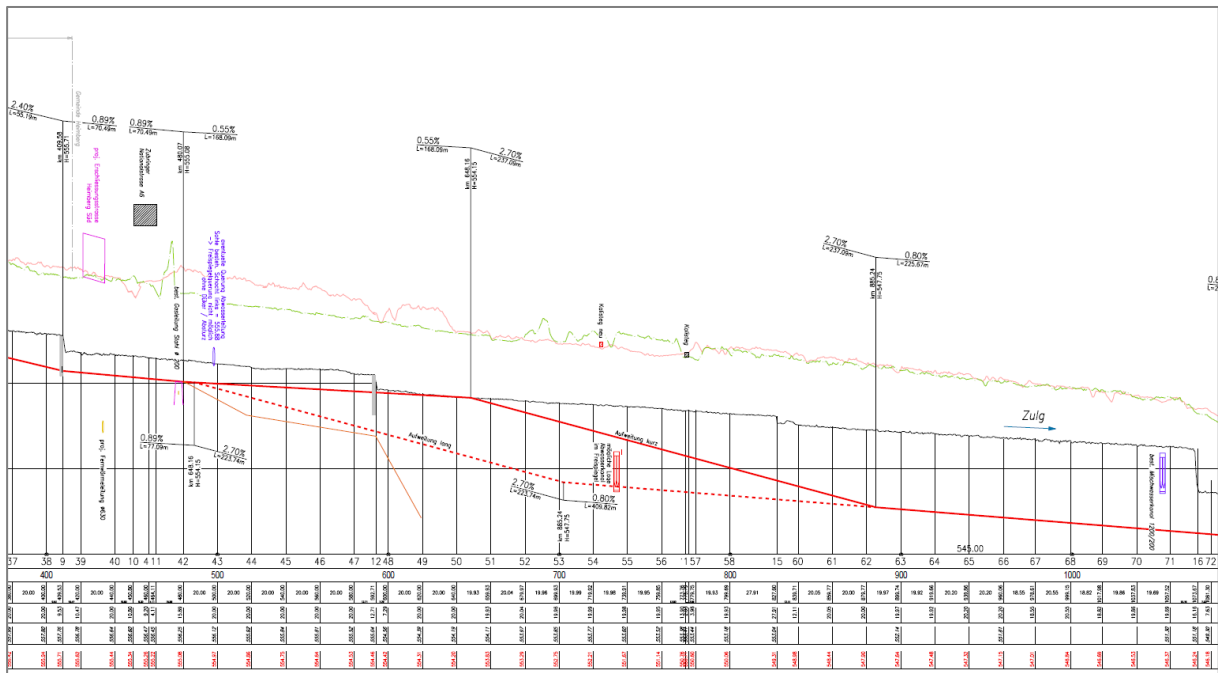


Abb. 19 LÄNGENPROFIL ZWISCHEN ZUBRINGER A6 UND AAREMÜNDUNG. SCHWARZ: BESTEHENDE GERINNESOHL. ROT: VARIANTEN 'LANG' UND 'KURZ'.

In der vertieften Untersuchung zeigte sich, dass die Variante 'lang' aus ökologischer Sicht zwar wünschenswert wäre, dafür jedoch einerseits Fruchtfolgeflächen aufgegeben werden müssten, andererseits das betroffenen Land nicht zur Verfügung steht. Aus diesen Gründen wurde die Variante 'lang' verworfen.

Die nun geplante Aufweitung ist dennoch etwas grösser als diejenige des Projektstandes 'aarewasser' von 2009. Es wird der maximale Platz ausgenutzt.

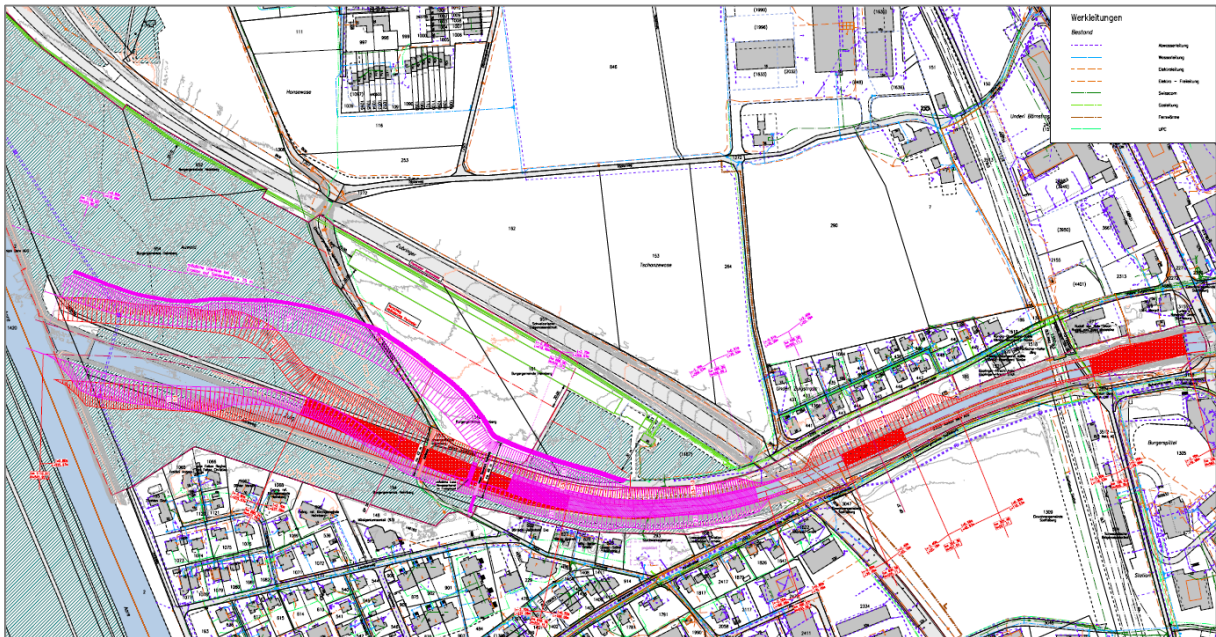


Abb. 20 VARIANTEN 'LANG' (VIOLETT) UND 'KURZ' (ROT)

Um die Aufweitung dennoch möglichst gross zu gestalten, wurde die Variante 'kurz' soweit als möglich (soweit Grundeigentum und Nutzung dies zulassen) nach oberstrom verlängert, da die harte Randbedingung 'Freispiegelleitung' durch die Planung des Dükers nicht mehr weiterbestand.

5.3. Überwindung der Höhendifferenz

Im Rahmen des Vorprojektes wurde eingehend untersucht, wie der rund 5 m grosse Höhengsprung zwischen Zulug und Aare – welcher heute durch die beiden grossen Sperren bei der Mündung aufgenommen wird – künftig überwunden werden könnte.

Es kamen verschiedene bauliche Lösungen in Frage. Diese sind im separaten Bericht in Beilage Nr. 3.7 zu diesem Dossier dargelegt.

5.4. Realisierungsvarianten Aufweitung

Die Aufweitung soll sich soweit als möglich eigendynamisch entwickeln können. Dies ist einerseits ökologisch interessant und kann andererseits auch Kosten sparen helfen, indem nur ein Minimum maschinell ausgehoben wird, während der Fluss das übrige Material selbst abträgt. Voraussetzung für ein solches Vorgehen ist, dass der Vorfluter das eingetragene Geschiebe auch aufnehmen kann ohne dass hier neue Probleme entstehen. Dies ist im Fall der Zulug gegeben¹, insbesondere da in der Aare ein Geschiebedefizit herrscht und die Zulug der erste geschiebeführende Zubringer nach dem Thunersee ist.

Ein minimaler Initialaushub ist erforderlich, damit überhaupt die für den weiteren Abtrag (Seitenerosion) nötigen Strömungsverhältnisse entstehen. Dieser Initialaushub kann auf verschiedene Arten baulich erstellt werden.

¹ Die Grundlagen für den entsprechenden rechnerischen Nachweis werden von der Firma HZP, Aarau in einem separaten Auftrag erarbeitet und sind noch ausstehend.

Variante Einzelgerinne

Zunächst war angedacht, die Gerinnesohle der Zulg auf dem Abschnitt der Aufweitung auf rund 50 m zu verbreitern. Mit dieser Breite kann mit genügend Querströmungen gerechnet werden. Die restlichen 25 m nach rechts sollten durch natürliche Seitenerosion abgetragen werden.

Da sich die Zulg voraussichtlich den kürzesten Weg in den Vorfluter sucht, waren hierzu linksseitig Lenkelemente vorgesehen, welche die Strömung am Beginn der Aufweitung nach rechts lenken.

Das rechte Ufer wäre nicht baulich, sondern durch eine Interventionslinie gesichert worden.

Variante zwei Gerinnearme

Für den Schutz der Anlagen der ARA muss rechtsufrig ein Objektschutz (lokaler Uferverbau) erstellt werden. Dazu ist aufgrund der Tiefe von 5-6 m eine sehr grosse Baugrube erforderlich. Diese auszuheben und den Blocksatz dann wieder einzudecken wäre unwirtschaftlich.

Weiter stellte sich die Frage nach der Wasserhaltung. Aufgrund der grossen Höhendifferenzen ist die Bauphasenplanung und die Wasserhaltung komplex und nicht einfach zu bewerkstelligen (vgl. Kap. 12.2). In jedem Fall muss das Wasser hälftig umgelegt werden können und dies wegen der nötigen Zwischendämme mit möglichst grossem Abstand.

Der Schutz des rechten Ufers mit einer Interventionslinie hat für den Wasserbaupflichtigen auch Nachteile, indem ein baulicher Eingriff auf später verschoben wird und die dann zumaligen gesetzlichen Randbedingungen und die Finanzierung grossen Unsicherheiten unterliegen.

Aus diesem Grund wurde entschieden, die Aufweitung mit zwei Initialgerinnen zu realisieren. Dadurch entstehen die bestmöglichen Voraussetzungen für die Wasserhaltung und der Aushub für den rechtsufrigen Verbau ist in der ohnehin nötigen minimalen Aushubkubatur enthalten.

Zwischen den beiden Initialgerinnen bleiben Kiesinseln stehen. Dies ist nicht zuletzt auch für Brutvögel interessant, da diese mutmasslich für längere Zeit ungestört bleiben (oder auch teilweise gesperrt werden könnten). Um eine möglichst rasche Erosion und auch ökologisch interessante Steilufer zu fördern, sollten deren Böschungen möglichst steil sein. Dabei sind aber die Erfordernisse der Arbeitssicherheit zu berücksichtigen. Querverbindungen zwischen den beiden Initialgerinnen fördern die Strömungsvielfalt von Beginn weg.

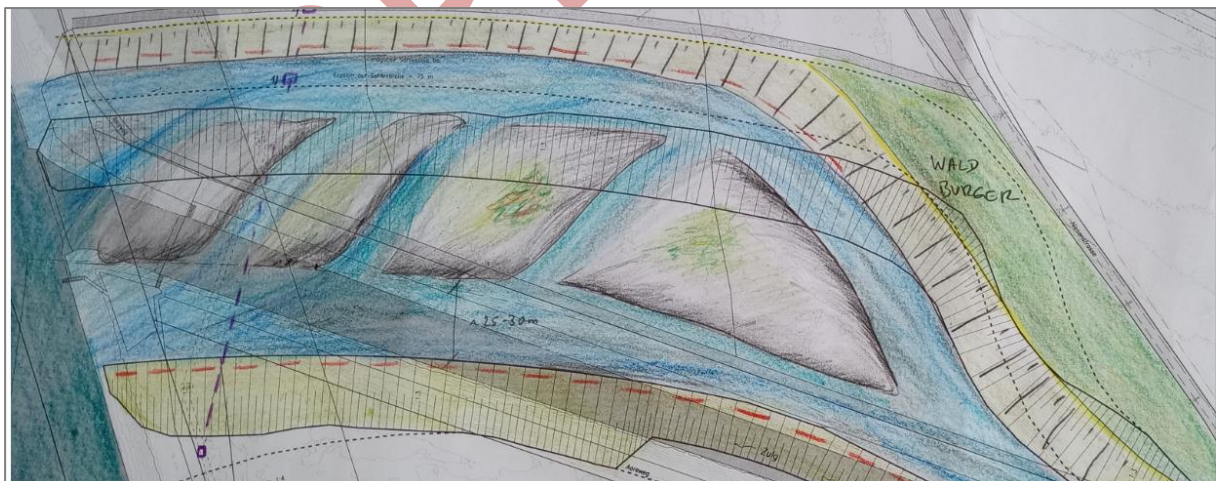


Abb. 21 PRINZIPIALSKIZZE REALISIERUNGSVARIANTE, AUS GEOMETRISCHEN GRÜNDEN WURDEN ZULETZT NUR ZWEI KIESINSELN GEPLANT

Die gewählte Variante mit zwei Gerinnearmen führt insgesamt zu mehr Aushub als eine eher eigendynamische Variante, löst aber das Problem der Installationen und Wasserhaltung elegant.



Bernstrasse

Es wurde im Rahmen des Vorprojektes untersucht, ob durch eine vermehrte Sohlenabsenkung die Brücke auf ein HQ₃₀₀ ertüchtigt werden könnte. Dies wäre durch eine Verlegung der ARA-Leitung, welche hier die Zulg quert, machbar, aber sehr teuer.

Da für die Brücke Bernstrasse mittlerweile ohnehin ein Ersatzbau geplant wird, wurde diese Variante nicht weiter verfolgt. Die Erfüllung des Schutzzieles HQ₃₀₀ obliegt dem Werkeigentümer.

Veloweg

Es wurde untersucht, ob ein weiterer Ausbau auf ein HQ₃₀₀ mit verhältnismässigen Mitteln machbar wäre. Die Brücke könnte zwar angehoben werden, die Strassenanschlüsse wären wegen der Anrampungen aber aufwändig. Ausserdem bildet die Brücke eine gemeinsame Schwachstelle mit der BLS-Brücke. Eine Anhebung des Oberbaus im Projekt wurde daher wieder verworfen. Eine Ertüchtigung der Brücke wird der Werkeigentümer bei einem Neu- oder Umbau der Brücke weiter verfolgen müssen.

VORPRÜFUNG



6. MASSNAHMEN

6.1. Unterhalt

Der Unterhalt ist durch die Wasserbaupflicht der beiden Gemeinden und das entsprechende Budget sichergestellt. Dazu gehört für die Gemeinde Steffisburg auch die forstliche Pflege der Gerinneabhängungen innerhalb des Gemeindegebietes.

Das Gerinne der Zulug ist seit der Korrektur sehr unterhaltsarm. Nur oberhalb der Müllerschwelle muss periodisch Geschiebe geräumt werden, was nach Realisierung des Projektes "HWS und LV Zulug Steffisburg" entfällt.

Mit Unterhaltmassnahmen kann die Hochwassersicherheit nicht verbessert werden. Bauliche Massnahmen sind unumgänglich.

6.2. Raumplanerische Massnahmen

Richt- und Nutzungsplanung, Überflutungsgebiete

Der Talboden zwischen Bernstrasse und Aare ist bis auf den Wald der Burgergemeinde (rechts unterstrom Kalisteg) eingezont und stark überbaut (vgl. Kap. 3.2.2). Eine rein raumplanerische Lösung des Hochwasserschutzproblems ist an der Zulug nicht mehr möglich, auch nicht das Ausscheiden von Überlastkorridoren.

Planungslinien

Am rechten Rand der Aufweitung wurde im Laufe der Planung eine Begrenzung der Ausdehnung mittels Interventionslinie diskutiert. Es stellte sich dann aber bei der Baustellenplanung heraus, dass für die Wasserhaltung ohnehin ein Seitengerinne rechts gebaut werden muss. Ausserdem muss der rechte Teil des ARA-Dükers gesichert werden. Ohne grossen Mehraushub kann die entsprechende äusserste Böschungslinie dann im gleichen Zug verbaut werden. Dies verhindert auch entsprechende Folgekosten nach dem Bau.

Auf eine Interventionslinie wurde daher verzichtet.

6.3. Gewässerraum

Gemeinde Heimberg

Die Anforderungen des Projektes an den Gewässerraum im Projektperimeter wurden mit der Ortsplanung frühzeitig koordiniert. Der Gewässerraum ist mittlerweile (Nov. 2022) aufgelegt. Die Urnenabstimmung über die entsprechende Ortsplanungsrevision ist für Frühling 2023 vorgesehen.

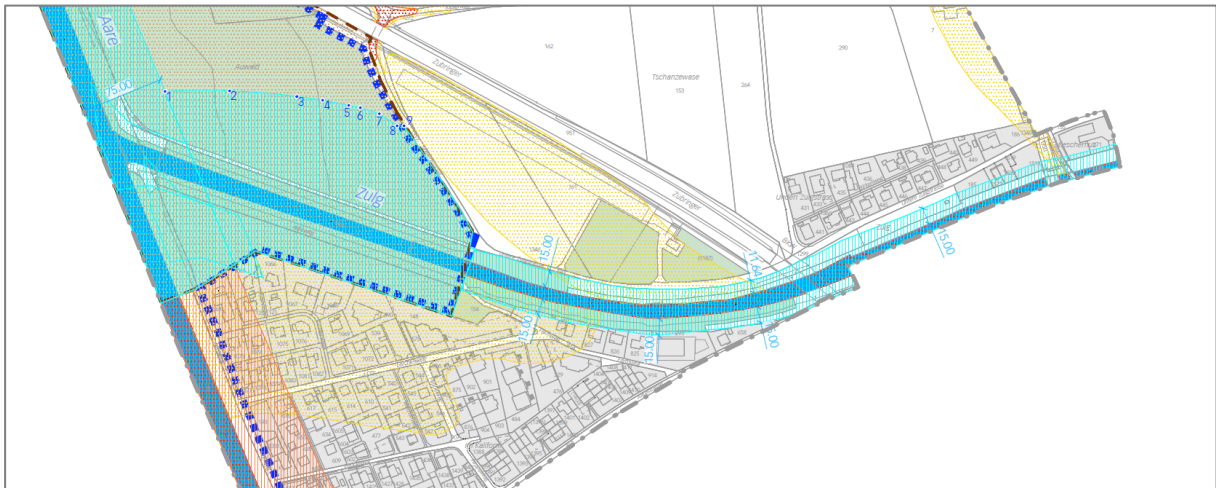


Abb. 22 VORSCHLAG GEWÄSSERRAUM (HELLBLAU SCHRAFFIERT) IN AKTUELLER OPR

Die Darstellung ist orientierend, massgebend ist der aufgelegte Zonenplan.

Gemeinde Steffisburg

Die Gemeinde Steffisburg hat ihren Gewässerraum bereits ausgeschieden. Die Darstellung im Situationsplan ist orientierend, massgebend ist der Zonenplan.

6.4. Objektschutzmassnahmen

Die Hochwasserschutzziele werden mittels Arealenschutz erreicht. Wegen der dichten Überbauung ist eine Lösung mittels Objektschutz nicht sinnvoll.

6.5. Bauliche Massnahme

nota: zu den hydraulischen und geschiebetechnischen Nachweisen siehe Bericht Nr. 3.7 in der Beilage zu diesem Dossier.

6.5.1. Sohlenabsenkung m 0.0 bis m 566

Auf diesem Abschnitt ist das bestehende Gerinne auf freier Strecke genügend gross für Hochwasserabflüsse, bei den Brücken bestehen jedoch Freiborddefizite.

Die Sohle wird im Bereich Bernstrasse um ca. 25 cm, bei der Brücke BLS rund 1.0 m abgesenkt, um die Hochwassersicherheit zu verbessern. Der Übergang zur tieferen Sohle wird mittels eines Traversensystems aus Blockriegeln gesichert (vgl. separaten Bericht in der Beilage Nr. 3.7 zu diesem Dossier).

Dies ist aufgrund der flachfundierten Brückenwiderlager nur möglich, wenn die Sohle gegen die Seite hin ansteigt, durch den Einbau einer Sohlenplatte oder allenfalls mit einer vorgebauten Tieffundation vor dem Widerlager.

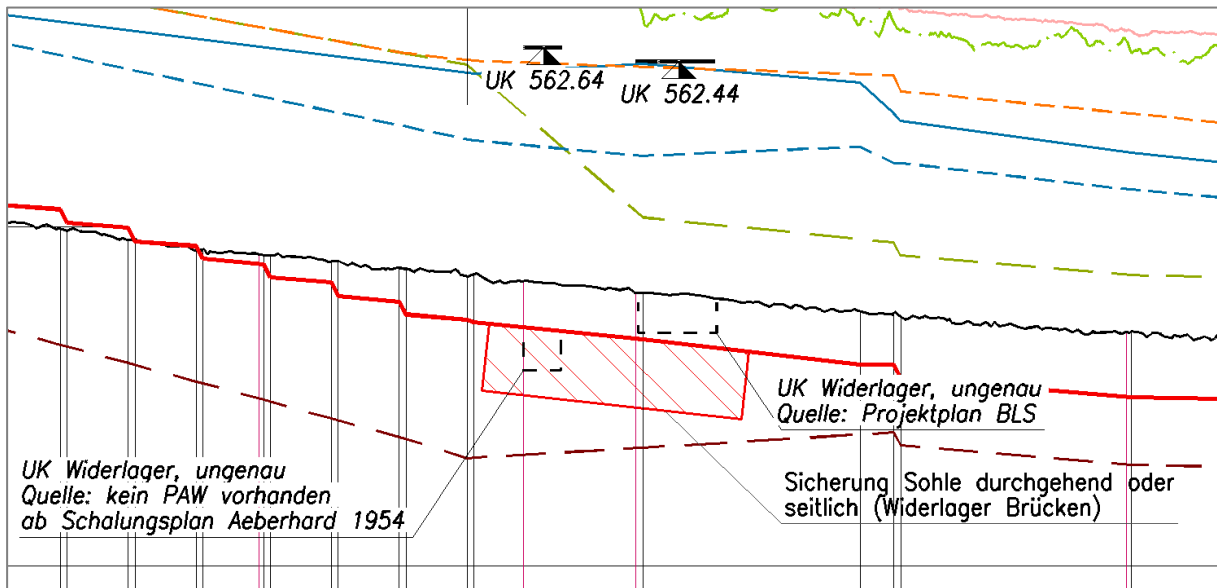


Abb. 23 LÄNGENPROFIL IM BEREICH DER BRÜCKE BERNSTRASSE BIS BLS

Eine durchgehende Sohlensicherung hat den Nachteil, dass sich kein Kolk ausbilden kann und der Abfluss schiessend bleibt – mit entsprechend hohen Belastungen auf die Verbauungen. Ob eine seitliche Sicherung geometrisch und baulich möglich und wirtschaftlich ist, muss im Bauprojekt vertieft untersucht werden.

Die Sohlenabsenkung setzt sich dann mehr oder weniger parallel zur heutigen Sohle weiter fort bis zum Ende dieses Abschnittes (m 566). Daraus ergibt sich eine lange Baulänge für die Unterfangungen.

Die Uferpflasterung wird in der bestehenden Neigung vorgebaut und die Sohle auf diese Weise leicht verschmälert, um die Lagerungsbedingungen der Widerlager zu erhalten. Wegen möglicher Kolkgefahr werden die Uferverbauungen ausserdem bis auf zwei bis drei Meter Tiefe unterfangen. Vor allem letzteres ist eine grosse bauliche Herausforderung. Der Platz ist begrenzt und die jeweilige Baugrube reicht auch bei optimistischen Annahmen bis in die Gerinnemitte. Auf der jeweils anderen Hälfte der Sohle müssten Arbeitsplanum, Transportpiste und Wasserhaltung Platz finden. In den Baugruben sollte – soweit dies möglich ist – nur maschinell mit Geräten von oben gearbeitet werden (Arbeitssicherheit).

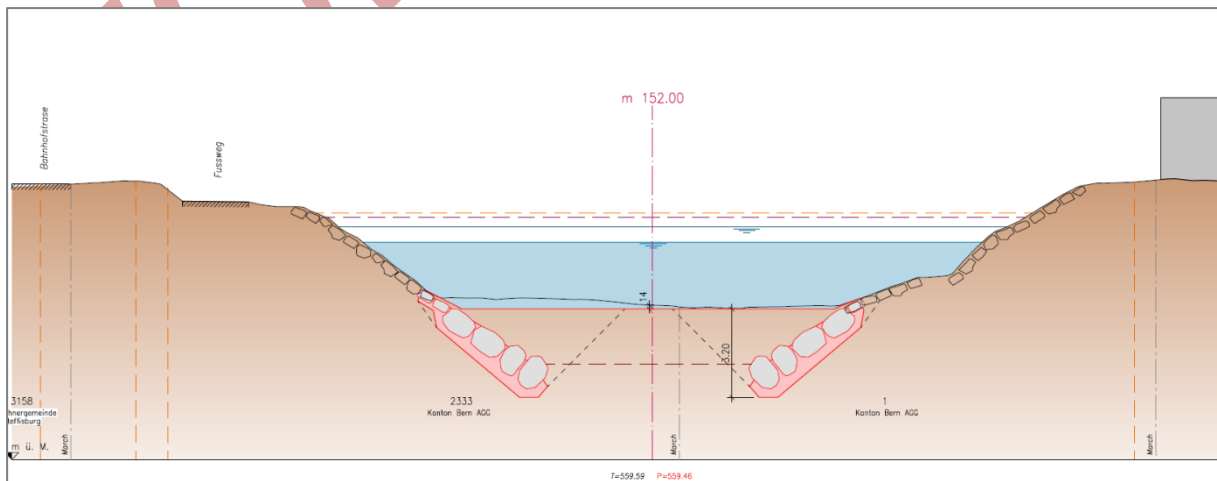


Abb. 24 QUERPROFIL MIT UNTERFANGUNGEN

6.5.2. Aufweitung m 566 bis m 1105

Projektzustand und Endzustand

Die geplante Aufweitung wird sich nach Ende der Baustelle weiter entwickeln bis ein – immer wieder temporäres – Gleichgewicht gefunden ist. Dieser Zustand wird als 'Endzustand' bezeichnet.

Um einerseits die Kosten zu begrenzen und andererseits die Zulug ihre Aufweitung selbst gestalten zu lassen, soll nur ein Teil des Aushubes maschinell gemacht werden. Der Rest des Abtrages bis auf die morphologische Gerinnebreite von ca. 75 m erfolgt eigendynamisch. Der Zustand am Ende der Bauarbeiten ist auch der Zustand, für den die Baubewilligung erteilt wird und der in den Plänen dargestellt ist. Dieser Zustand wird als 'Projektzustand' bezeichnet.

Unterstes Traversensystem

Zwischen der Brücke Autobahnzubringer und dem Kalisteg beginnt das unterste Traversensystem. Mit diesem wird die grosse Höhendifferenz der Zulugsohle zur Aaresohle – welche heute die beiden Sperre bei der Mündung bedingt – überwunden.

Dadurch kommt die Gewässersohle ab hier mehrere Meter tiefer zu liegen als heute. Dadurch nimmt die Uferlänge zu und benötigt von OK Böschung zu OK Böschung mehr Platz. Daher muss auch der Kalisteg abgebrochen und ersetzt werden.

Das Traversensystem liegt am Anfang der Aufweitung und hier wird die gesamte Höhendifferenz überwunden. Ab dem unteren Ende des Traversensystems verbreitert sich die Gerinnesohle auf bis zu 75 m im Endzustand.

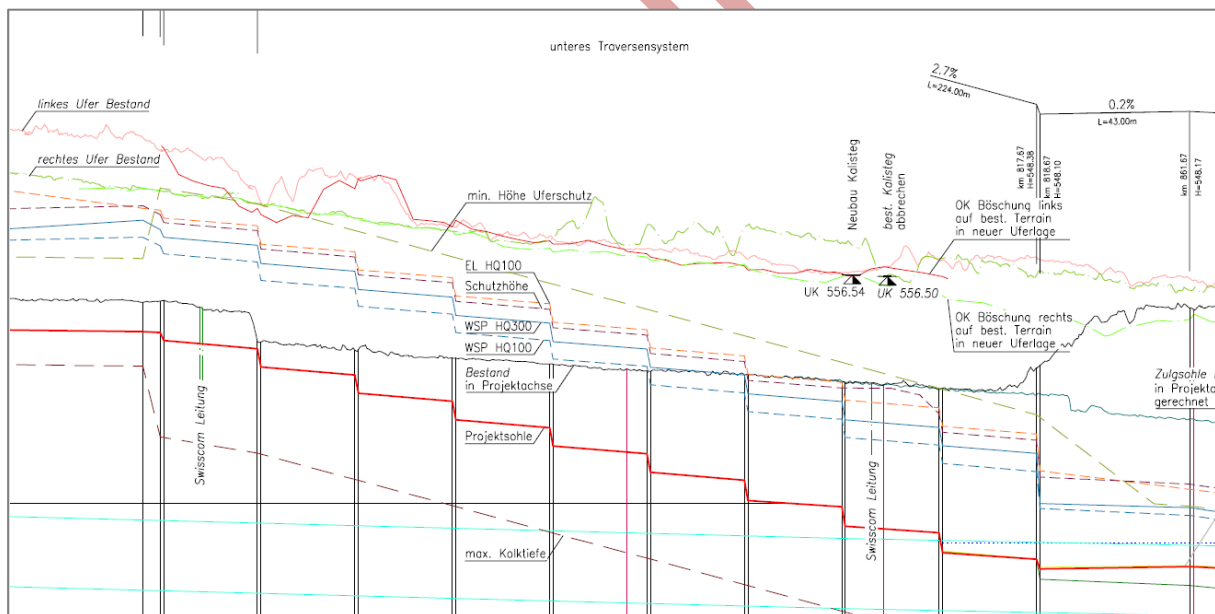


Abb. 25 LÄNGENPROFIL UNTERSTES TRAVERSSENSYSTEM

Die Abmessungen der Blockriegel sind in einem separaten Bericht in Beilage Nr. 3.7 dieses Dossiers beschrieben und im entsprechenden Normal dargestellt.

Verbreitertes Gerinne m 825 bis 1105

Wie in Kap. 5.4 beschrieben, wurden verschiedene mögliche Projektzustände untersucht. Der Entscheid fiel zugunsten von zwei Gerinnearmen mit Mittelinseln.

Auf den Mittelinseln kann die Bestockung grundsätzlich stehen gelassen werden, bis die Inseln erodiert werden. Aus Sicherheitsgründen sollte grosses Baumholz vorgängig geschlagen werden.

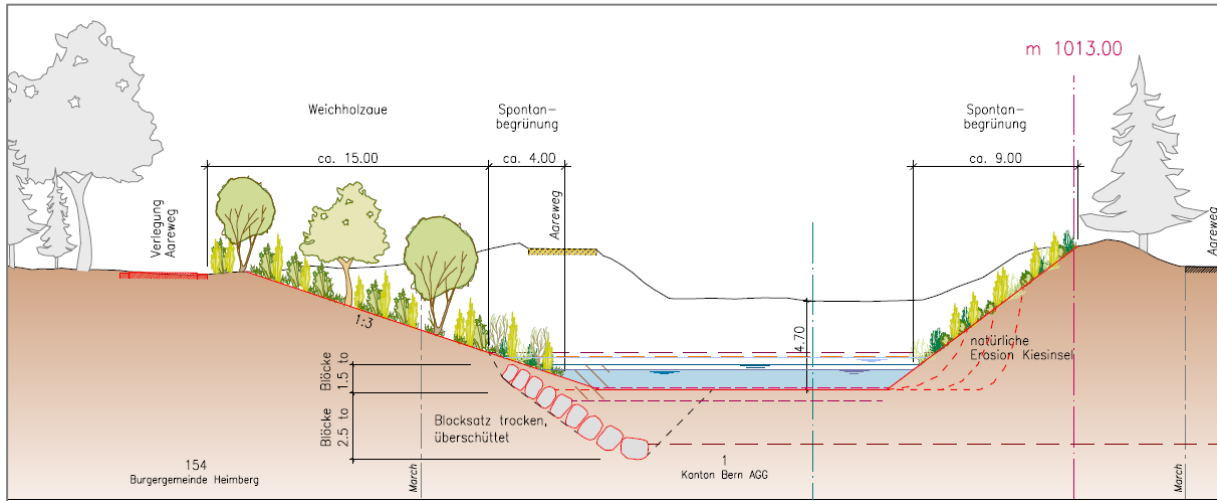


Abb. 26 UFERGESTALTUNG IN DER AUFWEITUNG AM BEISPIEL DES LINKEN UFRS BEI M 1013

Die Ufer der Aufweitung werden an der äusseren Begrenzung mittels versteckten Blocksätzen gesichert. Die Blöcke werden grösstenteils überschüttet und auf der Wasserseite werden dynamische Elemente aus Holz angeordnet, welche ein tieferes Schutzziel haben und bei grösseren Hochwasserereignissen auch zerstört werden dürfen, resp. sich verändern.

Gestaltungen der Böschungen und der angrenzenden Waldränder

Eine Neugestaltung der Böschungen erfolgt in der Bauzone nur oberhalb der Hochwasserlinie und dort wo Platz besteht. Die Böschungen und Pflasterungen sind heute bewachsen; sowohl die alte Pflasterung als auch der Bewuchs sollen aufgrund ihres ökologischen Werts für Reptilien und andere Kleintiere stehen gelassen werden. Dort wo bestockt wird, sind flachwurzelnde Sträucher auf den Verbauungen tiefwurzelnden Strauch- und Baumarten vorzuziehen.

In der Aufweitung werden die Böschungen variabel gestaltet. Vor den Ufern werden zugunsten der Fischfauna Holzelemente angeordnet. Die Böschungen selbst sollen wegen der notwendigen Beschattung zu grossen Teilen aktiv bepflanzt werden; Ziellebensräume sind dabei standortgerechtes Ufergehölz und Weichholzaue. Dazwischen finden sich als Ersatzmassnahmen für Reptilien trockene, nicht überschüttete und nicht aktiv bestockte Flächen, welche mit Bollensteinen gestaltet werden.

Der Wald auf den Ufern wird teilweise zu einem Niederwald umgestaltet, dies insbesondere oberhalb des Mündungsbereichs, wo der Waldstreifen so schmal ist, dass die Gefährdung durch Windwurf zu hoch ist. Weiter werden die Übergänge zum bestehenden Wald im Bereich der Mündung neu gestaltet, indem durch entsprechende Pflege ein gestufter Waldrand angelegt wird. Ein Teil der Ersatzmassnahmen für Reptilien findet sich ebenfalls im Bereich des gestuften Waldrands: Es werden Reptilienlebensräume mittels Auslichtung und der Anordnung von langgezogenen, mit Holz durchsetzten Steinlinsen geschaffen.

6.6. Ökologische Massnahmen, Ersatzmassnahmen

Ausser der Aufweitung selbst und Aufwertungen für Amphibien im Wald wurden bisher keine speziellen ökologischen Massnahmen oder Ersatzmassnahmen geplant. Auf Stufe Bauprojekt wird die Bilanzierung im UVB zeigen, ob weitere Massnahmen erforderlich sind.



6.7. Überlastfall und Notfallplanung

6.7.1. Prozesse

Der Überlastfall in Bezug auf die Ereignisgrösse oder die Gefährdungsproesse kann anhand dokumentierter Ereignisse in den vergangenen Jahren gut antizipiert werden. Dabei spielen insbesondere die zu erwartenden grossen Holzmengen eine wichtige Rolle. Die vergangenen Ereignisse haben gezeigt, dass folgende Charakteristika eines Extremhochwassers berücksichtigt werden müssen:

- Sehr steiler Anstieg des Abflusses von wenigen m^3/s auf die maximale Abflussspitze innert weniger Minuten
- Grosse Holzmengen in Teppichform an der Front der Abflusswelle
- Mögliches Szenario 'Flutwelle' aufgrund eines Durchbruches in der Schlucht

Zu den Prozessen bei Bauwerksversagen siehe unten.

6.7.2. Massnahmen zur Lenkung des Abflusses bei Ausuferungen

Aufgrund des Schadenpotenzials lässt sich keine durchgehende Priorität für den erhöhten Schutz eines Ufers ableiten. Erst auf dem Abschnitt der Aufweitung ist nur das linke Ufer überbaut. In der Aufweitung herrschen aber derart zweidimensionale Strömungen vor, dass eine Uferdifferenz wenig Wirkung zeigen würde. Ausserdem liegt die Abflusskapazität in der Aufweitung durch die Absenkung des Terrains deutlich über plausiblen Abflüssen aus dem Einzugsgebiet.

Da die Zulg durchgehend im Einschnitt verläuft, ist die Situation im Überlastfall auf freier Strecke auch ohne Uferdifferenz akzeptabel, sofern Brückenverklausungen ausgeschlossen werden können. Dies wird mit dem Bau des Holzrechens im Zulgboden [1] weitgehend sichergestellt. Weitere Massnahmen an den Brücken (bis HQ_{300}) sind in Planung (vgl. Kap. 09.4.1).

Es besteht auf dem Kegel kein Platz mehr für einen eigentlichen Überlastkorridor oder einen Flächenschutz. Aus diesen Gründen wurde entschieden, auf überlastlenkende Massnahmen ausserhalb des Gerinnes zu verzichten.

6.7.3. Bauwerksversagen (Überlastung der Tragsysteme)

Getrennt von extremen Ereignisabläufen muss untersucht werden, was geschieht, wenn die Bauwerke in ihrer Tragfähigkeit überlastet werden. Uferverbauungen und insbesondere auch die Querverbauungen (Traversensysteme) sind auf ein hundertjähriges Ereignis ausgelegt. Dies bedeutet, dass sie bei einem grösseren Ereignis oder nicht prognostiziertem Kräfteverlauf versagen können².

Ein Versagen der Uferverbauung dürfte zu örtlichen Ufererosionen führen. Sofern sich die Sohlenlage nicht absenkt ist dabei oberstrom der Aufweitung nicht mit starken Rückwärtserosionen zu rechnen, da das Gerinne kanalartig verläuft und a priori keine Querströmungen auftreten. In der Aufweitung sind Querströmungen immer zu erwarten. Auf den dann gefährdeten Ufern liegt beidseits des Gerinnes Wald. Dass das linke Ufer in der Aufweitung in einem einzigen Ereignis bis zur Bauzone erodiert wird, kann aufgrund der grossen Distanz von ca. 50 m und der kurzen Ereignisdauern ausgeschlossen werden.

Anders verhält es sich, wenn sich durch Versagen der Querwerke eine Rückwärtserosion einstellt. Das Bruttogefälle der Traversensysteme beträgt 2.7% und liegt dabei weit über dem stabilen Gefälle der Zulg (ca. 0.7-1.0%). Solange von oben soviel Geschiebe kommt, dass die Transportkapazität ausgelastet ist, dürfte dies keine grossen Auswirkungen haben. Anders, wenn der Holzrechen im

² Die Dimensionierung von Traversensystemen erfolgt empirisch und nicht aufgrund definierter Einwirkungen.



Zulgboden zuschlägt und für einige Zeit ein Geschiebedefizit herrscht. Obwohl der Fluss dann auch in der Zwischenstrecke Geschiebe aufnehmen dürfte, beträgt das Gefälle in Steffisburg dennoch nur ca. 1% und auf den Traversen in Heimberg wird Geschiebe mobilisiert.

Diese Erwägungen – wie auch der Umstand, dass Traversensysteme bis heute einzig aufgrund von empirischen Ansätzen dimensioniert werden können, welche nicht immer gleich gut übertragbar sind – sprechen dafür, Prozesse und Tragsicherheit v.a. im Bereich der Traversensysteme mittels physikalischem Modellversuch zu überprüfen (vgl. Kap. 13.4).

Mögliche bauliche Massnahmen zur Sicherung des Traversensystems gegen Überlast sind machbar und wurden im Kostenvoranschlag auch berücksichtigt. Diese Reserveposition kann später nach Durchführung des Modellversuches entweder aufgelöst oder bestätigt und in die Pläne umgesetzt werden.

6.7.4. Notfallplanung

Die Notfallplanung wurde durch die beiden Gemeinden unter Begleitung des BSM des Kantons Bern bereits erarbeitet. Die Umsetzung wird durch die Wehrdienste wahrgenommen.

Die Zulg führt bei einem Gewitterereignis im Eriz mehrmals pro Jahr und auch bei schönem Wetter in Heimberg eine typische, steil anspringende Flutwelle. Auf Grund der unter 3.2.3 beschriebenen intensiven Erholungsnutzung, rückt heute die Feuerwehr Heimberg bei Eintreffen des SMS-Alarm und schönem Wetter aus, um die Badenden zu warnen, bzw. diese aufzufordern, das Zulggerinne sofort zu verlassen. Dabei geht jeweils wertvolle Zeit vom SMS-Alarm, bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte vor Ort verloren.

Die Gemeinde Steffisburg plant, bei den Unterführungen Bernstrasse und Bahnbrücke - welche im Hochwasserprofil der Zulg liegen - eine automatisierte Alarmierung einzurichten, welche vor der Flutwelle warnt. Es ist angedacht, eine solche Alarmierung bis zur Zulgmündung hinunter weiter zu führen und dort auf geeignete Weise mit Warntafeln, Blinkleuchten oder ähnlichem sichtbar zu machen. Diese Einrichtungen und deren Betrieb sind im weiteren Projektierungsprozess auszuarbeiten (Kap. 13).

Nach Ausführung des Projektes sind die Alarm- und Interventionspläne der neuen Situation anzupassen. Aufgrund der Grösse des Projektes und der langen Bauzeit ist zu prüfen, ob auch die einzelnen Bauphasen in einer 'temporären Notfallplanung' berücksichtigt werden sollten.

6.8. Betrieb und Unterhalt

Für Unterhaltsarbeiten sollen – wo dies möglich ist – maschinentaugliche Einfahrten ins Gerinne angeordnet werden. Dazu wird die Böschung mittels einer 10% steilen Rampe überwunden. Die Rampe wird mit einem Kieskoffer versehen, ohne Verschleisschicht. Sie kann temporär einwachsen.

Zwei solche Rampen werden rechtsufrig in der Aufweitung vorgesehen. Weiter oberstrom ist rechtsufrig kaum noch Platz vorhanden, da hier bereits ein Raumkonflikt mit dem Wald besteht. Linksufrig wäre ein weiterer Zugang ca. ab m 900 gut machbar.

Weiter oberstrom im Siedlungsbereich muss auf feste Zugänge verzichtet werden, da diese den ohnehin schon knappen Abflussquerschnitt einengen würden und aufgrund der hohen Strömungsbelastung auch nicht stabil wären.

Die Rampen werden ausserdem auch Besucher anziehen, da hier das Gerinne am einfachsten zugänglich ist. Dies fördert eine Konzentration der Erholungsnutzung, was aus Sicht Naturschutz durchaus wünschenswert ist, da andere Bereiche so eher geschont werden.



7. UMWELT

Das Projektvorhaben ist UVB-pflichtig.

Parallel zum Vorprojekt wurde die Voruntersuchung erarbeitet. Alle umwelttechnischen Belange einschliesslich der Rodungen sind dort abgehandelt.

Siehe Beilage Nr. 5.1 zu diesem Dossier.

VORPRÜFUNG



8. RISIKEN, KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

8.1. Grundlagen und Annahmen

Die Kostenschätzung basiert auf einem detaillierten Vorausmass, soweit dies auf Stufe Vorprojekt schon als gesichert gelten kann. Im Projektperimeter besteht grösstenteils ein detailliertes Geländemodell [13], so dass die Massen genügend genau ermittelt werden konnten.

Die Einheitspreise wurden aus aktuellen Offerten anderer Projekte im Kanton Bern übernommen. Die Preisbasis ist 2021. Für die Teuerung bis zur Ausführung wurde in der Position 'Risiken' eine Teuerungsreserve von 2 % p.A. auf die reinen Baukosten aufgeschlagen. Dies einerseits weil das Inflationsrisiko nach langer Tiefzinsphase nun wieder grösser wird, andererseits, weil die Preise für Baumaterialien zur Zeit sehr stark ansteigen.

Im Projekt entsteht ein Materialüberschuss von fast 150'000 m³ Aushubmaterial (fest). Davon sind die Schüttkubaturen (Hinterfüllungen) bereits abgezogen. Geschätzt ein Viertel davon kann in die Aare zugegeben werden.

Für die Kostenschätzung wurde angenommen, dass das übrige Material abgeführt werden muss und – aufgrund unsicherer Materialqualität – auch eine (geringe) Gebühr bezahlt werden muss. Das heisst, das Material wird als gut verwertbar, aber mit einigen Aufbereitungsvorgängen, eingestuft.

Die Baunebenkosten wurden aufgrund der Erfahrungen aus anderen Projekten und der sia-Honorarordnung 103 berechnet.

Die Kosten für die (Teil-) Entsorgung der betroffenen belasteten Fläche (Altlast, vgl. UVB) sind im Kostenvoranschlag enthalten.

8.2. Kosten

Der Kostenvoranschlag ist in Beilage 3.3 dieses Dossiers ersichtlich. Er führt zusammengefasst auf total Fr. 26 Mio. Nicht darin enthalten ist die Verlegung der ARA-Leitung welche zulasten des Werkeigentümers geht.

| Nr. | Position | | Bruttokosten |
|--|--|-----|-----------------------|
| 1 | Installationen und Prüfungen | Fr. | 650'000 |
| 2 | Rodungen | Fr. | 400'000 |
| 3 | Werkleitungen | Fr. | 120'000 |
| 4 | Bernstrasse bis Pz. 185 (m 55 bis m 280) | Fr. | 1'600'000 |
| 5 | Pz. 185 bis oberstrom unteres Traversensystem (m 280 bis m 560) | Fr. | 2'600'000 |
| 6 | Unteres Traversensystem und Aufweitung (m 560 bis m 820) | Fr. | 3'700'000 |
| 7 | Neubau Kalisteg | Fr. | 520'000 |
| 8 | Aufweitungsstrecke (m 820 bis Aare) | Fr. | 7'600'000 |
| Total Baukosten | | | Fr. 17'190'000 |
| 9 | Planung, Bauleitung und allg. Baunebenkosten (LE, Modellversuch, etc.) | Fr. | 3'813'600 |
| Total exkl. Mwst. | | | Fr. 21'003'600 |
| Risikokosten (gem. separater Zusammenstellung) | | | Fr. 2'857'156 |
| Total inkl. Risiken exkl. Mwst. | | | Fr. 23'860'756 |
| MwSt. 7.7% | | | Fr. 1'837'278 |
| Rundung | | | Fr. 301'965 |
| TOTAL VERANSCHLAGTE KOSTEN inkl. MwSt. | | | Fr. 26'000'000 |

(ohne zusätzliche Reserven; Genauigkeit +/- 15%)

Abb. 27 ERGEBNIS DES KOSTENVORANSCHLAGES



Knapp Fr. 1 Mio. davon betreffen Anlagen Dritter, welche angepasst werden müssen. Als Wasserbaukosten anrechenbar sind ca. Fr. 25 Mio. davon betreffen rund Fr. 18.5 Mio. die Gewässerrevitalisierung und Aufweitung. Die Kosten für den Hochwasserschutz betragen Fr. 6.5 Mio.

8.3. Schadenpotenzial, Risiken und Wirtschaftlichkeit

Das Schadenpotenzial im Perimeter wurde auf Basis der vorhandenen Intensitätskarten (Kap. 3.14) erhoben. Dabei wurde angenommen, dass der Zustand 'vor Massnahmen' im vorliegenden Projekt dem Zustand 'nach Massnahmen' nach Realisierung des Projektes Hochwasserschutz und Längsvernetzung Steffisburg [1] entspricht, da dieses Projekt bereits in Ausführung ist.

Dabei wurden erst die Gebäude ausgewertet, ohne Verkehrsträger und Leitungen, da letztere meist deutlich weniger zum Schadenpotenzial beitragen.

| Bern - EconoMe Projekt 6-868-4280 Konsequenzenanalyse | | | |
|---|---|---|--|
| 08.03.21, 19:06:59 | | | |
| Heimberg Längsvernetzung Zulg - Konsequenzenanalyse | | | |
| Überschwemmung dynamisch | | | |
| Zusammenstellung Schadenausmass ohne Aversion | | | |
| Kategorie | Schadenausmass nach Szenarien | | Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr |
| | Szenario 100 Personen / Sachwerte Gesamtschaden | Szenario 300 Personen / Sachwerte Gesamtschaden | Risiko in CHF/a Personen / Sachwerte Gesamtschaden |
| Gebäude | 0 CHF / 45 747 937 CHF 45 747 937 CHF | 0 CHF / 67 575 488 CHF 67 575 488 CHF | 0 CHF / 530 238 CHF 530 238 CHF |
| Sonderobjekte | 0 CHF / 145 600 CHF 145 600 CHF | 0 CHF / 187 200 CHF 187 200 CHF | 0 CHF / 1 595 CHF 1 595 CHF |
| Strassenverkehr | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Leitungen | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Mechanische Aufstiegshilfe | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Schienenverkehr | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Sonderobjekte Schienenverkehr | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF | 0 CHF / 0 CHF 0 CHF |
| Personen | 0 Tf | 0 Tf | 0 Tf |
| Personen (monetarisiert) | 0 CHF | 0 CHF | 0 CHF |
| Sachwerte | 45 893 537 CHF | 67 762 688 CHF | 531 833 CHF |
| Summe | 45 893 537 CHF | 67 762 688 CHF | 531 833 CHF |

Abb. 28 PROVISORISCHE EINSCHÄTZUNG SCHADENPOTENZIAL, NUR GEBÄUDE

Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit der Hochwasserschutzmassnahmen wird mit der Methodik EconoMe 5.0 des BAFU bestimmt. Dabei wird der Nutzen des Projektes mit den anfallenden Kosten verglichen. Als 'Nutzen' wird der verhinderte jährliche Schaden betrachtet. Der verhinderte Schaden wird den jährlichen Amortisationskosten der Investition gegenübergestellt.

Die vertieften Risikoanalysen und definitiven Nachweise mit EconoMe sind erst für die Phase Bauprojekt vorgesehen. Erste Abschätzungen im Vorprojekt zeigten, dass die Hochwasserschutzmassnahmen voraussichtlich kostenwirksam sind. Gemäss Abb. 29 wäre ein theoretisches Investitionsvolumen von ca. Fr. 10 Mio. noch wirtschaftlich. Die voraussichtlich anrechenbaren Kosten für den Hochwasserschutz betragen Fr. 6.5 Mio.



| Risiken und Kosten der Massnahme (Überschwemmung dynamisch - NM Längsvernetzung) | | | |
|--|--|--|--------------------|
| Gesamtrisiko | | | |
| Risiko CHF/a | Risikobeitrag Szenario 100 (100 Jahre, 0.0067) CHF/a | Risikobeitrag Szenario 300 (300 Jahre, 0.0033) CHF/a | Gesamtrisiko CHF/a |
| Vor Massnahme | 305 957 | 225 876 | 531 832 |
| Nach Massnahme | 0 | 196 687 | 196 687 |
| Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a | 305 957 | 29 189 | 335 146 |
| | | Investitionskosten | 10 000 000 CHF |
| | | Jährliche Unterhaltskosten | 50 000 CHF |
| | | Jährliche Betriebskosten | 50 000 CHF |
| | | Massnahmekosten pro Jahr | 325 000 |
| | | Nutzen/Kosten Verhältnis | 1,0 |

Abb. 29 PROVISORISCHE ABSCHÄTZUNG DER MAXIMALEN INVESTITIONSKOSTEN

Diese Erkenntnisse müssen in der nächsten Projektphase definitiv konsolidiert werden (vgl. auch Kap. 13)..

8.4. Kostenträger und Finanzierung

Erfüllungspflichtig sind die Gemeinde Heimberg und die Gemeinde Steffisburg als Standortgemeinden und Wasserbauträger. Sie müssen daher das Projekt vorfinanzieren und einen Bruttobeschluss über die Gesamtkosten fällen. Dieser kann unter Vorbehalt der Subventionsbeschlüsse erfolgen.

Es ist vorgesehen, das Projekt als Hochwasserschutzprojekt mit 'Überlänge' von Kanton und Bund subventionieren zu lassen. Der voraussichtliche Beitrag beträgt 80%.

Weitere Beiträge an die Restkosten der Gemeinden können von Fondsmitteln wie dem Renaturierungsfonds des Kantons Bern RenF oder entsprechenden Fondsgeldern von Kraftwerken erfolgen. Der RenF hat einen Beitrag in Aussicht gestellt. Weitere mögliche Beiträge werden in der nächsten Projektphase abgeklärt. Zu den Restkosten siehe auch Beilage 3.3 zu diesem Dossier.

Für Anpassungen von Werken wie Brücken, Leitungen oder dgl. kann der jeweilige Werkeigentümer in die Pflicht genommen werden, vorausgesetzt er legt keine anderslautende wasserbaupolizeiliche Bewilligung vor.

8.5. Mehrleistungen

Ein allfälliger Antrag auf Mehrleistungen wird erst vor der Auflage ausgearbeitet.



9. AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES

9.1. Gefahrenkarte nach Massnahmen

Die Gefahrenkarte sowie Intensitätskarten nach Massnahmen wurden erst provisorisch abgegrenzt. Diese Karten werden in der Phase Bauprojekt erarbeitet und im Auflagedossier dargestellt.

9.2. Auswirkungen auf Grundwasser und Naturwerte

Siehe UVB in der Beilage zu diesem Dossier.

9.3. Landerwerb

Die Hochwasserschutzmassnahmen im oberen Abschnitt bis ca. auf Höhe Kalisteg werden innerhalb der Gewässerparzelle erstellt.

Für die Aufweitung wird rechtsufrig Land der Burgergemeinde Heimberg beansprucht. Es handelt sich grösstenteils um Wald, für den der Kanton Realersatz bereitstellt. Die totale Fläche beträgt total rund 18'100 m² (rechtsufrig 16'700 m², linksufrig 1'400 m²).

Beim neuen Kalisteg werden auch ca. 50 m² Landwirtschaftsland der Burgergemeinde definitiv beansprucht.

Für Baupisten (Gerinnezufahrten) und Installationsplätze werden temporäre Flächen auf Privatparzellen benötigt, diese werden erst auf Stufe Bauprojekt ausgewiesen. Auch Landerwerbspläne werden erst in der nächsten Planungsphase erstellt.

9.4. Betroffene Anlagen der Gemeinden und Dritter

9.4.1. Brücken

Brücke Bernstrasse m 74 (OIK I)

Im Projekt ist eine kleine Sohlenabsenkung vorgesehen (Kap. 6.5). Das TBA des Kantons Bern plant aber mittlerweile, die Brücke zu ersetzen.

Vgl. Kap. 3.3.3.

Brücke Veloweg m 191 (OIK I)

Bei dieser Brücke ist bereits bei einem hundertjährigen Hochwasser praktisch kein Freibord mehr vorhanden. Durch die Sohlenabsenkung in diesem Gerinneabschnitt wird die Brücke im Projekt für ein HQ₁₀₀ ertüchtigt. Damit ist die Brücke künftig weniger belastet als heute.

Ob die Sicherung der Widerlager seitlich oder durchgehend über die ganze Gerinnebreite erfolgt (Spriessplatte oder dgl.) muss im Bauprojekt in Zusammenarbeit mit dem Werkeigentümer noch festgelegt werden (vgl. Kap. 6.5)..

Eisenbahnbrücke m 208 (BLS)

Dieser Brücke wird bei einem HQ₁₀₀ eingestaut. Durch die Sohlenabsenkung in diesem Gerinneabschnitt wird die Brücke im Projekt für ein HQ₁₀₀ ertüchtigt. Damit ist die Brücke künftig weniger belastet als heute.



Ob die Sicherung der Widerlager seitlich oder durchgehend über die ganze Gerinnebreite erfolgt (Spriessplatte oder dgl.) muss im Bauprojekt in Zusammenarbeit mit dem Werkeigentümer noch festgelegt werden (vgl. Kap. 6.5)..

Kalisteg

Der Kalisteg wird in fast gleicher Lage neu gebaut. Die Lage im Erschliessungsnetz bleibt gleich. Aus baulichen Gründen wird er um ca. 10 m nach oberstrom versetzt. Die Kosten sind von Werkeigentümer zu tragen (Gemeinde Heimberg).

Der neue Steg ist auf ein HQ₃₀₀ ausgelegt.

9.4.2. Strassen und Wege

Der Fuss-, Velo- und Waldbewirtschaftungsweg auf den Ufern (Aareweg) wird beidseitig der Zulg abschnittsweise vom Gewässer weg verlegt. Er wird im gleichen Umfang und Ausbaugrad wie heute wieder erstellt (Kiesbelag).

Im Bereich des neuen Kalistegs werden die zuführenden Strassen der neuen Lage des Stegs leicht angepasst.

Der 'Trampelpfad' am linken Zulgufer unterhalb des Zubringers A6 liegt im Aushubbereich und wird nicht ersetzt, da es sich nicht um einen öffentlichen Weg handelt. Im angrenzenden Waldstreifen auf dem Ufer kann ein neuer solcher Pfad entstehen.

9.4.3. Werkleitungen

Grundsätze

Bei Werkleitungsquerungen, welche verlegt werden müssen sind Unterquerungen des Gewässers vorzusehen, in ausreichender Tiefe unterhalb max. wasserbaulicher Aushubtiefen, beidseitig möglichst spät wieder ansteigend. Eine Ausnahme bilden Werkleitungen, welche in Brücken verlegt werden können, wie im neuen Kalisteg vorgesehen.

Grundlagen

Es wurden folgende Werkleitungen erhoben (Stand Juli 2019) und in den Plänen dargestellt:

- Kanalisation
- Meteorwasser
- Wasserversorgung
- Swisscom
- TV
- Elektrotrassees und -freileitungen
- Gasleitungen

Kanalisation

Bei m 105 unterquert eine Abwasserleitung die Zulg. Sie liegt in einer Schwelle wenige Meter unterstrom der Brücke Bernstrasse. Die Schwelle wird ca. 25 cm abgetragen und die Leitung mittels einer Stahlplatte überdeckt. Die Solenstabilität von unterstrom her muss sichergestellt werden.

ARA-Kanal

Heute verläuft der Hauptkanal der ARA Thun parallel zum orographisch rechten Aareufer und quert die Zulg in einer Betonsperre vor der Mündung. Wegen der Verbreiterung der Zulg und der Absenkung der Sohle muss der Kanal verlegt werden.

Für dieses Projekt liegt eine Machbarkeitsstudie vor. Bauherr und Kostenträger ist die ARA Thunersee. Die Projekte werden koordiniert.



Meteorwasser

Es münden mehrere Meteorwasserleitungen in die Zulg. Diese müssen angepasst werden.

Wasserversorgung

Gemäss Leitungskataster müssen keine Leitungen der Trinkwasserversorgung angepasst werden.

Gaswerk Thun

Randlich des Perimeters zwischen Zulg und Zubringer A6 liegt das Speicherwerk der Gaswerk Thun AG. Das Werk wurde im Baurecht erstellt, Grundeigentümer ist die Burgergemeinde. Die Anlage wird vom Projekt nicht tangiert.

Bei m 472 quert eine Gasleitung die Zulg. Die Tiefe dieser Leitung ist auch beim Werk unbekannt. Im Bauprojekt muss sie sondiert werden, damit die Arbeiten in diesem Abschnitt beim Bau nicht verzögert werden. Je nach Tiefe ist auch eine Sohlensicherung erforderlich.

Swisscom

An zwei Stellen queren Swisscom-Kabel die Zulg. Diese müssen an das neue Gerinne angepasst werden.

UPC

Beim Kalisteg befindet sich ein Kommunikationskabel im Kataster. Ob dieses in / an der Brücke verläuft oder in der Gerinnesohle geht aus dem Kataster nicht zweifelsfrei hervor und muss später noch abgeklärt werden. In jedem Fall liegt es im Aushubbereich und muss verlegt werden.

Fernwärme

Bei m 430 befinden sich zwei Fernwärmeleitungen in der Gerinnesohle, diese müssen an das neue Gerinne angepasst werden.

Elektrokabel und Freileitungen

Beim Zubringer A6 quer eine Freileitung der BKW die Zulg. Der rechtsufrige Mast muss gesichert werden.

Im Kalisteg verläuft ein Elektrokabel, dieses kann in den neuen Steg verlegt werden.

Kostenträger

Die Anpassung von Werkleitungen an die wasserbaulichen Massnahmen sind grundsätzlich vom Werkeigentümer zu tragen, sofern keine anderslautende wasserbaupolizeiliche Bewilligung vorgelegt wird.

9.4.4. Garten- und Weidenutzung Parzelle Nr. 1, Heimberg

Entlang der unteren Zulgstrasse ist die Gewässerparzelle Nr. 1 (Kanton Bern AGG) breiter als das heutige Gerinne und umfasst auch das Gelände auf dem Ufer bis zur Strasse.

Oberhalb des Zubringers A6 wird diese Fläche zur Zeit als Familiengärten genutzt. Die Nutzung ist nicht vertraglich geregelt, aber temporär geduldet. Sie wird im Projekt aufgehoben. Die entsprechende Fläche wird teilweise geböscht und bis zur Strasse als Gewässerlebensraum gestaltet.



Abb. 30 GEDULDETE NUTZUNGEN AUF DER GEWÄSSERPARZELLE, BRAUN: WEIDENUTZUNG, GRÜN SCHRAFFIERT: GÄRTEN

Unterhalb des Zubringers wird die entsprechende Fläche beweidet. Diese Nutzung kann teilweise bestehenbleiben. Ein Teil der Fläche wird künftig der Böschung zugeschlagen, da das Gerinne auch hier künftig tiefer liegt. Der restliche Streifen kann in einer extensiven Weidenutzung verbleiben.

9.5. Landwirtschaft

Die Landwirtschaftliche Nutzung wird nur temporär tangiert (Zufahrten). Die Fruchtfolgefläche am rechten Ufer wird geschont.

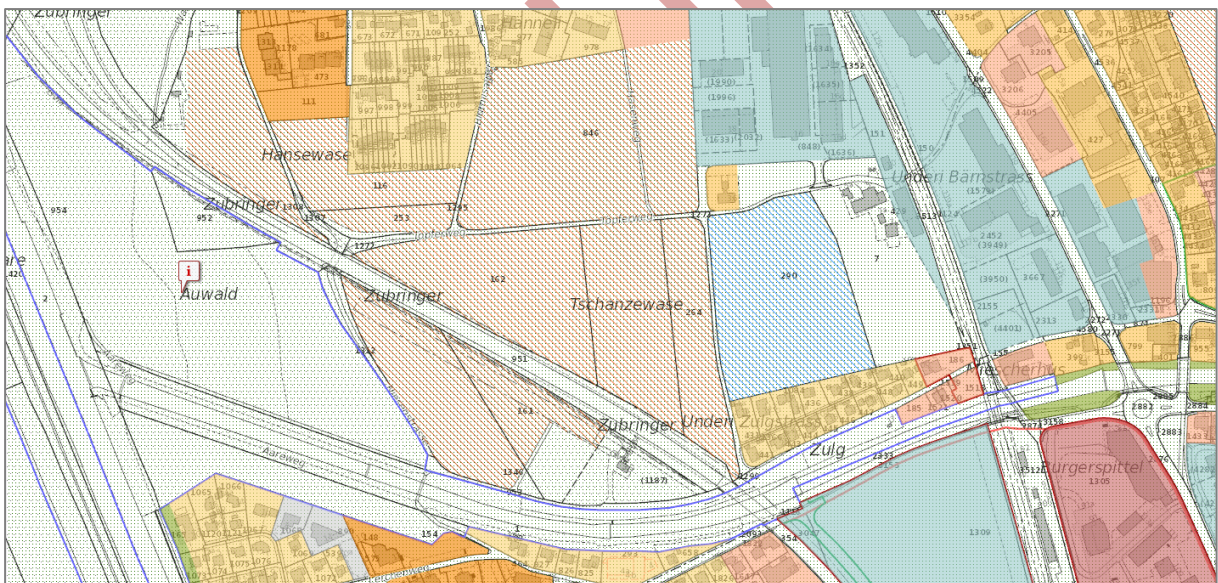


Abb. 31 AUSZUG ZONENPLANUNG: BRAUN SCHRAFFIERT FFF RECHTSUFRIIG



10. VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN

Wie in Kap. 8 und Kap. 13 beschrieben wurden bisher für die Intensitäts- und Gefahrenkarte nach Massnahmen nur grobe Annahmen getroffen, welche sich auf die Dimensionierungsabflüsse abstützt.

Die vertieften Risikoabklärungen wie auch die IK und GK 'nach Massnahmen' müssen im Bauprojekt noch erstellt werden.

11. NOTFALLPLANUNG

Die Notfallplanung ist Sache der Gemeinden. Die Notfallplanung muss nach Realisierung an die neue Situation angepasst werden.

In der Phase Bauprojekt müssen die wichtigsten Bauzustände auf besondere Risiken überprüft werden. Unter Umständen muss die Interventionsplanung an solche Zustände temporär angepasst werden.

VORPRÜFUNG

12. ANGABEN ZUR AUSFÜHRUNGSPHASE

12.1. Bauzeit und Etappierung

Das Vorhaben eignet sich für eine Etappierung. Zur Zeit wird mit einer gesamten Bauzeit von ca. 3 Jahren gerechnet.

Die genaue Bauloseinteilung wird erst im Rahmen der Submission festgelegt. Dabei sind die Abhängigkeiten der Materialbewirtschaftung und der Wasserhaltung, sowie die Hochwassersaison und die Sperrzeiten (Rodungen, Fischerei) zu beachten.

12.2. Bauvorgang

Bausaison

Die Arbeiten am Hauptgerinne müssen in der Niederwasserzeit erfolgen. Anders als bei anderen Gebirgsflüssen ist dies an der Zulg sowohl im Winter wie auch – noch vermehrt – im Sommer der Fall. Hingegen ist im Sommer das Hochwasserrisiko deutlich höher, so dass der Bau heikler Abschnitte – wo die Baustelle nicht ohne grosse Schäden oder Risiken geflutet werden kann - im Winter empfohlen wird.

Dazu sind eine fischereirechtliche Ausnahmegewilligung und Wasserhaltungen erforderlich.

Bauphasen und Wasserhaltung

Im engen Gerinne oberhalb der Aufweitung muss das Gerinne hälftig abgeteufelt und das Wasser auf der jeweilig andern Hälfte gehalten werden. Zusätzlich ist eine Längerschliessung im Gerinne (Zwischentransporte, Aushubgeräte) unerlässlich. Dies führt zu sehr beengten Platzverhältnissen und auch grossen Herausforderungen für die Arbeitssicherheit.

Diese Arbeiten können parallel zum Voraushub unten in Phase 1 bis 3 ausgeführt werden.

Nachfolgend sind die Bauphasen und die Wasserhaltung schematisch dargestellt. Im Längsprofil sichtbar sind die bestehende Gerinnesohle (schwarz), die Projektsohle (rot), das Terrain unten rechts im Wald (braun), der Wasserspiegel des freien Abflusses (dunkelblau) und der Grundwasserspiegel mit Schwankungsbereich (hellblau).

Zu Beginn der Arbeiten fliesst die Zulg also noch in ihrem bisherigen Gerinne. Letzteres liegt ca. in der Lage des späteren linken Initialgerinnes, allerdings noch viel höher.

Im rechten Bereich der Aufweitung wird im Trockenem ein Voraushub gemacht und der Uferbau mit Blöcken wird erstellt.

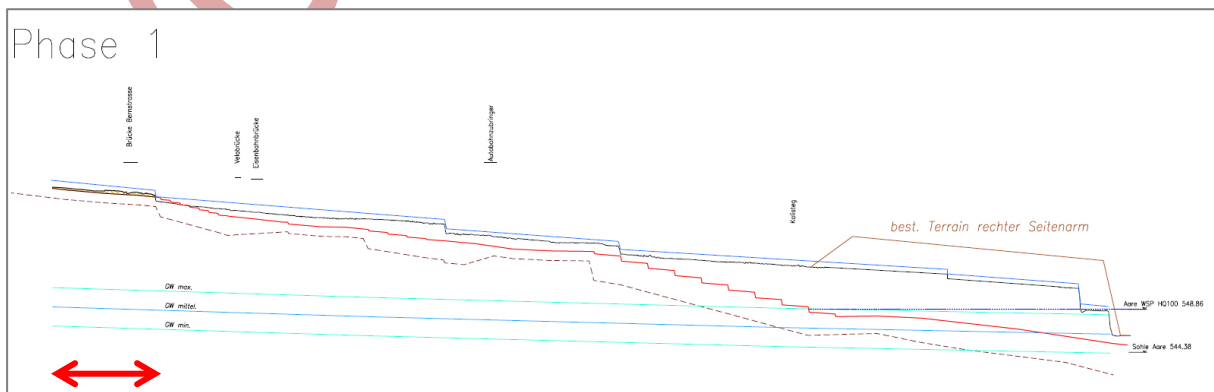


Abb. 32 PHASE 1, AUSBAU GERINNE BERNSTRASSE

Die provisorische Gerinneneigung ist möglichst steil, ohne dass die Baugruben allzu tief werden. Dies, damit in Phase 4 der Höhengsprung nicht zu gross wird.

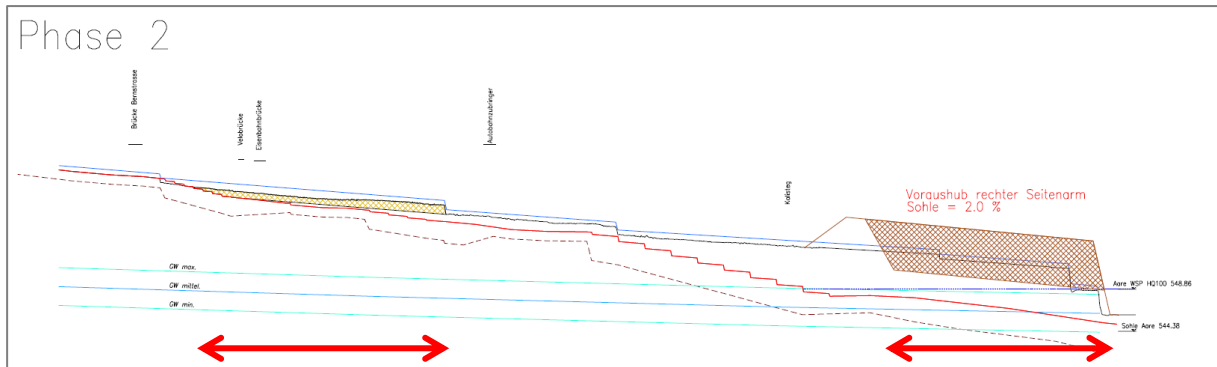


Abb. 33 PHASE 2, AUSBAU GERINNE BIS ZUBRINGER, VORAUSHUB AUFWEITUNG RECHTS IM TROCKENEN

Zwischen dem Aushubbereich und dem Gerinne muss ein genügend grosser 'Zwischendamm' stehen gelassen werden, ebenso gegen die Aare.

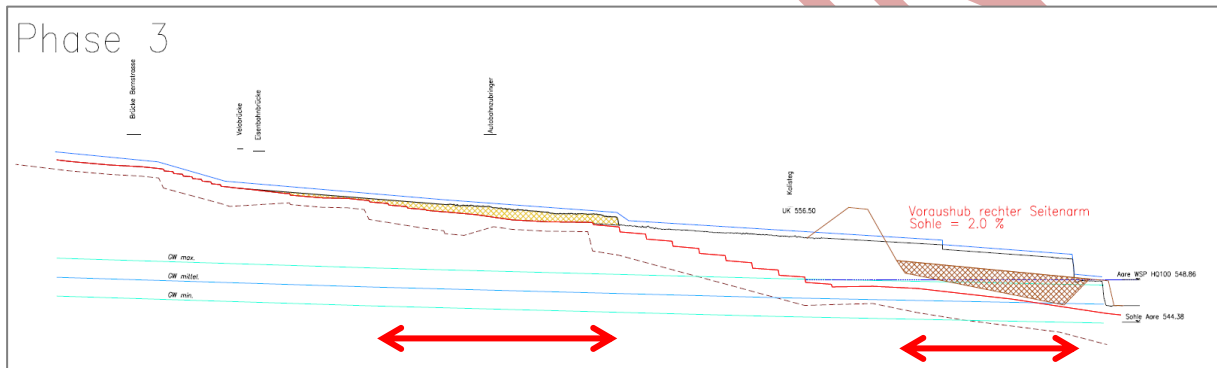


Abb. 34 PHASE 3, GERINNEAUSBAU BIS TRAVERSENSYSTEM, RESTLICHER VORAUSHUB AUFWEITUNG RECHTS MIT SCHOTTDÄMMEN IM TROCKENEN

Nun wird am unteren Ende des künftigen Traversensystems ein provisorischer Zusammenschluss mittels einer 5% steilen Blockrampe gemacht. Die Blöcke werden später wieder ausgebaut und wiederverwendet.

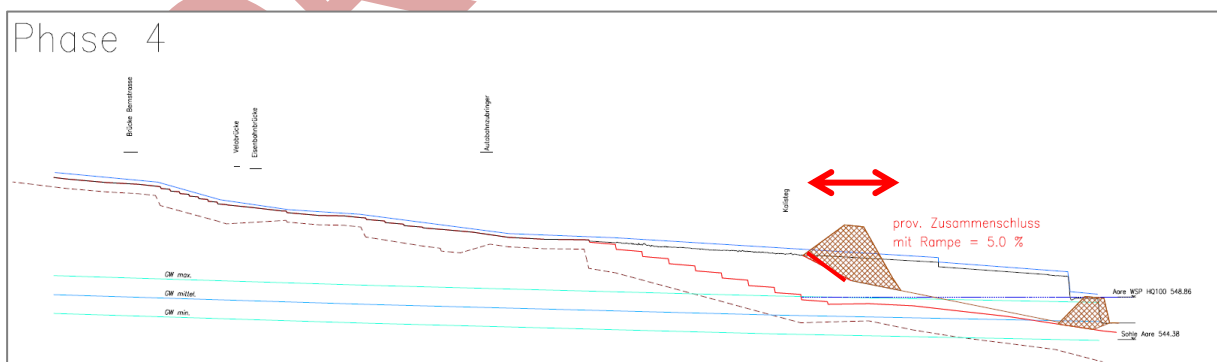


Abb. 35 PHASE 4, BLOCKRAMPE ZUR VERBINDUNG BEST. ZULGERINNE MIT RECHTEM ARM

Nun kann das Wasser nach rechts umgeleitet werden.

In der nächsten Phase wird der obere Teil des Traversensystems erstellt. Auf diesem Gerinneabschnitt sind Abtrag und Baugrube immer hälftig, resp. in Dritteln auszuführen, da das Wasser immer hier durch fliesst.

Im Bereich des linken Initialgerinnes kann etappenweise ein Voraushub auf die jeweilige Höhe der Riegel gemacht werden.

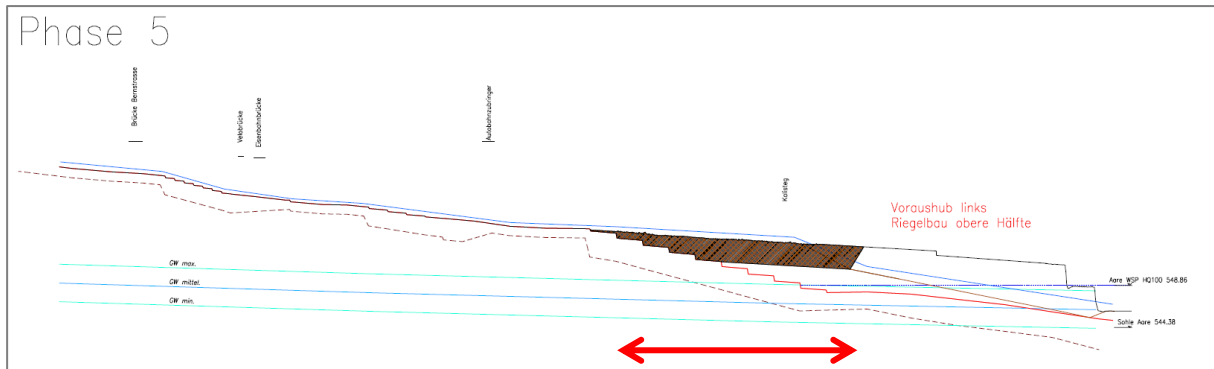


Abb. 36 PHASE 5, VORAUSHUB LINKS IM TROCKENEN

Nun folgt die untere Hälfte des Traversensystems. Das rechte Initialgerinne wird dabei etappenweise der neuen Höhe angepasst (Rückbau Blockrampe) und auch die definitive Sohlenneigung bis zur Aare wird erstellt.

Das Wasser fließt nach wie vor über den rechten Gerinnearm in die Aare

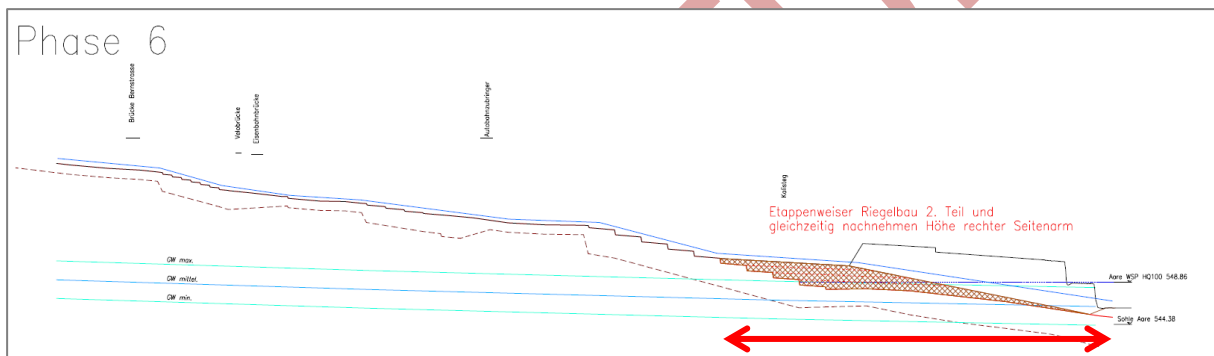


Abb. 37 PHASE 6, FERTIGSTELLUNG TRAVERSENSYSTEM

Nun wird das linke Initialgerinne gebaut, zunächst ebenfalls noch mit einem Damm gegen die Aare und damit im Trockenem.

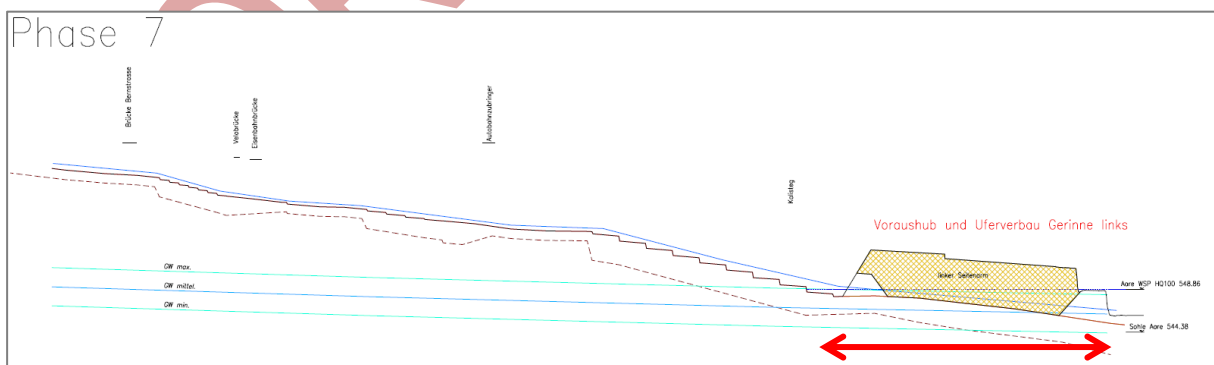


Abb. 38 PHASE 7, INITIALGERINNE LINKS

Zuletzt werden die Dämme oben und unten zurückgebaut und auch das linke Initialgerinne wird geflutet.

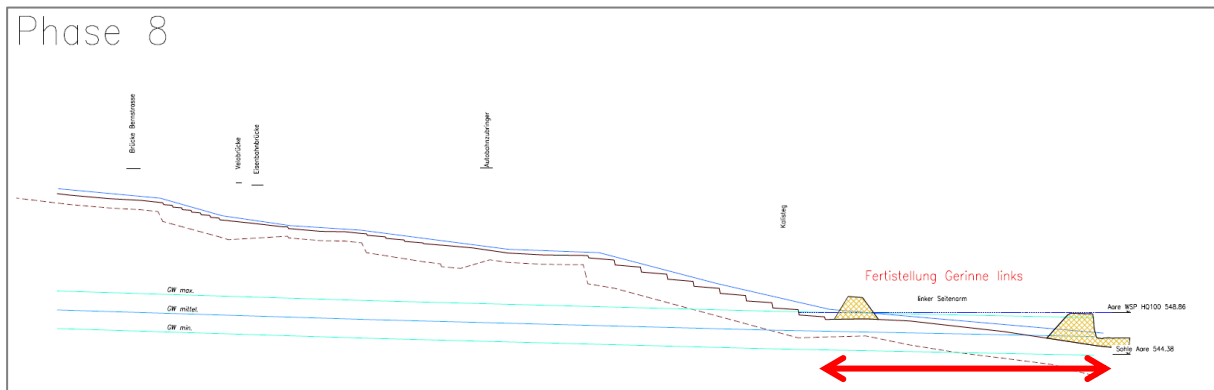


Abb. 39 PHASE 8, ANSCHLUSS UND ÖFFNUNG INITIALGERINNE LINKS

Nach dieser Phase sind überall die definitiven Niveaus erreicht und das Wasser kann wahlweise rechts oder links gehalten werden für die Fertigstellungsarbeiten in der Aufweitung (Holzelemente, Böschungsgestaltung, Querverbindungen, etc.).

12.3. Erschliessung der Baustelle

Anforderungen

Der Materialüberschuss von ca. 150'00 m³ (fest) führt zu einem Lastwagenverkehr von durchschnittlich ca. 5 Lastwagen pro Stunde über zwei Jahre, wobei die Schwankungen je nach Aushubphase sehr gross sein können. Die Zufuhr der Blocksteine erzeugt rund 4'000 Fahrten, verteilt auf 3 Jahre, was unter Abzug der Unterbrechungen auf rund 1 LKW pro Stunde führt (in dieser Planungsphase kann noch nicht von Gegenfahren ausgegangen werden).

Die Baustelle muss für LKW-Transporte (Vierachser) und grosse Transportgeräte (Tieflieger zum Baggertransport) erschlossen sein. Letztere können auch über andere Touren erfolgen, da es nur wenige Fahrten sind. Die Zufahrt muss asphaltiert sein oder temporär mit einem Belag versehen werden (Staub). Die minimale Breite beträgt 3.0 m zzgl. Bankette. Es sind genügend Ausweichmöglichkeiten vorzusehen. Sofern die Strasse vom Privatverkehr mitbenutzt wird, sollte möglichst überall gekreuzt werden können.

Fussgänger und Velofahrer müssen separat geführt oder durch Zäune oder Bauwände von den Fahrspuren abgetrennt werden.

Koordination mit dem Projekt Aare Thun Nord

Die Erschliessung der Baustelle Aare Thun Nord wird von Norden her geplant (Var. 1 in Abb. 40). Die Abklärungen werden durch die Gemeinde Heimberg in Zusammenarbeit mit dem Tiefbauamt koordiniert.

Varianten

Die übergeordnete Erschliessung erfolgt über die A6 und den Autobahnzubringer. Für die Zufahrt zum Gerinne wurden im Rahmen des Vorprojektes folgende Varianten vorabgeklärt:

Tab. 3 Varianten Zufahrten

| Nr. | Beschrieb | Vorteile | Nachteile |
|-----|---|---|--|
| 1 | Ab A6 via Kreisel und Kieswerk, unter der ARA-Brücke hindurch auf dem Aareweg | Keine Siedlungen Kombination mit Projekt Aare Thun Nord möglich (Eingriff, | Unterführungen ARA Brücke und Zubringer. Tiefste Stelle nur 3.2 m hoch. Ausbau erforderlich, |



| | | | |
|---|--|---|--|
| | | Kosten), siehe auch Nr. 4. | aber durch ARA-Ltg beschränkt. Durchfahrt Kieswerk. Stark frequentierter Velo- und Fussgängerweg, Ersatz erforderlich. |
| 2 | Temporäre Werksausfahrten Zubringer A6 | Keine Siedlungen | Bewilligung durch ASTRA erforderlich Eher teuer (Rampen) |
| 3 | Untere Zulgstrasse | Kurz, übliche Zufahrt in Heimberg zur Zulg | Bahnübergang Wohnhäuser (Lärm, Staub) |
| 4 | Aarestrasse Steffisburg und Hilfsbrücke über die Zulg | Kurz, keine Siedlung Gute Kombination mit Nr. 1 zusammen mit Projekt Aare Thun Nord, Rundverkehr möglich. | Koordination mit ESP Steffisburg erforderlich Hilfsbrücke ist teuer |
| 5 | Erschliessung über Strassen nur bis Zulg, Längspiste im Gerinne (abschnittsweise ohnehin erforderlich) | keine Siedlungen oder Strassen tangiert Abschnittsweise Längspiste für lokale Erschliessungen ohnehin notwendig | -- |
| 6 | <i>Ab Bernstrasse über die Bahn und via Töpferweg, Unterführung unter dem Zubringer A6 - Niesenstrasse (nicht dargestellt, da verworfen)</i> | <i>Bahnübergang Gewerbe Fahrverbot</i> | <i>Unterführung gross genug</i> |

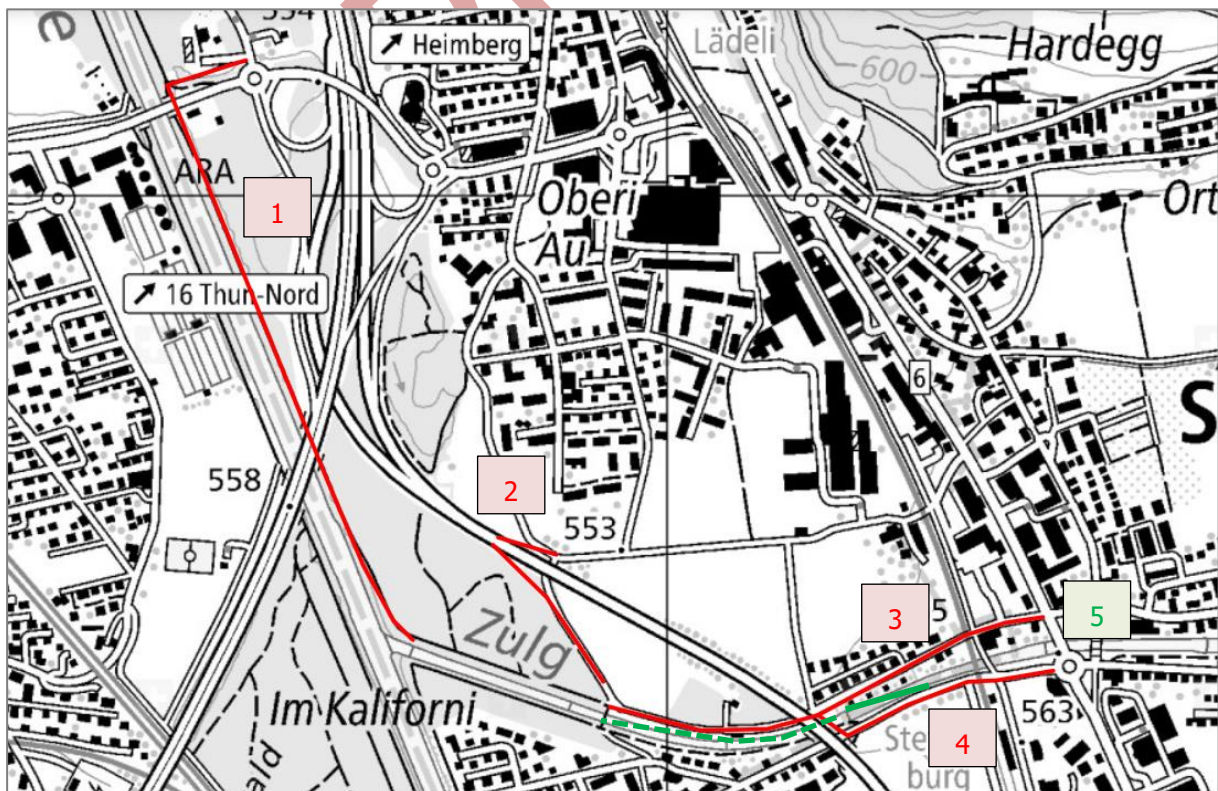




Abb. 40 VARIANTEN ZUFahrTEN, ROT: STRASSEN, GRÜN: LÄNGERSCHLISSUNG IM GERINNE

Beurteilung

Variante 1 sollte insbesondere in Koordination mit dem Projekt Aare Thun Nord weiter verfolgt werden. Die gemeinsame Nutzung dieser Zufahrt würde sie wirtschaftlich machen. Ideal wäre eine Kombination mit Variante 4, einer Hilfsbrücke über die Zulg. Auf diese Weise könnte ein Rundverkehr eingerichtet werden. **Limitierend ist hier allerdings die lichte Höhe der Durchfahrt unter der Aarebrücke welche nur xxxxxx beträgt. Da in der Strasse der ARA-Kanal verläuft, kann sie vermutlich nicht abgesenkt werden. Die Abklärungen sind koordiniert.**

Variante 2 würde den Bau einer Werksausfahrt und einer Werkseinfahrt ab / auf den Zubringer erfordern. Elegant wären der kurze Weg und die komplette Meidung der Siedlung. Allerdings müsste für Fussgänger und Velofahrer auf der Niesenstrasse eine separate Fahrspur im LW-Land eingerichtet werden (Schulweg). Die gemeinsame Nutzung der Unterführung birgt gewisse Gefahren. Ob der Verkehr die zusätzlichen Lastwageneinfahrten aufnehmen kann und ob dies überhaupt vom ASTRA bewilligt würde, muss im Bauprojekt abgeklärt werden.

Variante 3 nutzt den bisher üblichen Zugang zur Zulg auf Seite Heimberg. Die Strasse führt über einen Bahnübergang und dann entlang der Wohnsiedlung an der Unteren Zulgstrasse / Birkenweg. Als Mindestanforderung müsste hier ein Trottoir erstellt werden und der Abschnitt gegen die Gebäude mittels einem Bauzaun abgegrenzt. Auch muss für den Baustellenverkehr eine Höchstgeschwindigkeit definiert werden (Lärm, Gefährdung).

Variante 4 müsste mit der Überbauung des Entwicklungsschwerpunktes ESP koordiniert werden und zieht mit einer Hilfsbrücke eher hohe Kosten nach sich. Die Variante bietet sich v.a. an, wenn eine Kombination mit dem Projekt Aare Thun Nord erfolgt. Die Kosten sollten im Bauprojekt abgeschätzt werden.

Variante 5 würde die ohnehin nötige Längerschliessung im Gerinne auch für die Abtransporte nutzen. Die Anforderungen an die Bewilligungsfähigkeit sowie die Auswirkungen auf die Baustellenlogistik sind zu prüfen.

Weiteres Vorgehen

Die Vorprüfung und auch die entsprechenden Entscheide im Tiefbauamt werden zeigen, ob beide Aufweitungssprojekte (Zulg Heimberg, Aare Thun Nord) realisiert werden sollen. Da die Projekte ohnehin koordiniert werden, ist auch eine gemeinsame Erschliessung sinnvoll.

Im Bau- und Auflageprojekt sollte über die Erschliessung entschieden werden, da sie für den UVB, aber auch für die Betroffenheit der Anwohner relevant sind.

12.4. Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Vgl. auch Beilage Nr. 3.8 zu diesem Dossier

Der Baugrund besteht gemäss den vorhandenen Sondagen (Beilage 3.8, [25]) hauptsächlich aus sauberen bis siltigen Kiesen.

Für die Ausarbeitung des Vorprojektes waren die vorliegenden Kenntnisse genügend. Im Rahmen des Bauprojektes sollten weitere Untersuchungen vorgenommen werden (dichteres Netz von Sondagen, Laborauswertungen), damit ein verlässliches Baugrundmodell v.a. für den Kostenvoranschlag aufgestellt werden kann (vgl. Kap. 12.5).

Für die Erstellung der Verbauungen ist das Untergrundmaterial sicher tragfähig genug oder es kann innerhalb der Baustelle Materialersatz gemacht werden.

Im untersten Abschnitt stellen sich zwei grosse Herausforderungen an den Versatz der Blocksteine:

- die Fundationstiefen liegen unterhalb des Grundwasserspiegels (vgl. Längenprofil)



- der letzte Abschnitt vor der Aare muss in der Strömung verbaut werden, da die Baugrubentiefe unter der Aaresohle liegt.

Betrachtet man den Verlauf der Grundwasserspiegel, so wird rasch ersichtlich, dass diese mit dem Aarewasserspiegel korrelieren und im Winter tief, im Sommer hoch sind. Die Verbauungen im unteren Teil der Aufweitung müssen also im Winter erstellt werden.

Weiter muss ein Teil der Blocksätze durch Blockvorschüttungen ersetzt werden. Die entsprechenden Mehrkubaturen wurden im KV berücksichtigt.

12.5. Materialbewirtschaftung

Aushubmaterial

Durch den gewählten Projektzustand mit zwei Gerinnearmen und ungesicherten Kiesinseln in der Mitte wird u.a. erreicht, dass nur eine minimale Menge Material ausgehoben werden muss und möglichst viel selbsttätig abgetragen wird.

Für den Kostenvoranschlag wurde angenommen, dass das Aushubmaterial für die Hinterfüllungen wiederverwendet werden kann und eine entsprechende Menge auf Zwischendepot geht.

Es entsteht ein Materialüberschuss von total ca. 150'000 m³ (fest). Ein Teil davon kann während dem Bau direkt der Aare zugegeben werden. Die genaue Menge ist noch in Abklärung. Für den Kostenvoranschlag wurde ein provisorische Menge von 40'000 m³ inert 2 Jahren angenommen. Eine dauernde Zugabe auch nach Bauende ist nicht geplant.

Tab. 4 Theoretische Mengen Materialbewirtschaftung

| | | | |
|---------------------------|---------|----------------|------|
| Aushub / Abtrag | 175'150 | m ³ | fest |
| Schüttung / Hinterfüllung | 25'250 | m ³ | fest |
| Materialüberschuss | 149'900 | m ³ | fest |

Die Qualität des Aushubmaterials hat einen grossen Einfluss auf die Kosten. Je nach Sauberkeit und Güte (Stufung, Mineralogie) des Kieses unterscheiden sich die Einheitspreise erheblich, was wegen der grossen Menge eine grosse Auswirkung auf den Gesamtpreis zeitigt.

Holz und Stauden, Wurzelstöcke

Stauden und Wurzelstöcke aus der Rodung der Gerinneböschungen müssen abgeführt werden. Geeignete Stauden können ausgegraben, seitlich gelagert und wieder eingesetzt werden. Ein Teil der Wurzelstöcke findet Verwendung in der ökologischen Detailgestaltung, für die übrigen wurde angenommen, dass sie aufgefräst und mit dem Waldboden aufgeladen werden.

Humus

Der Humus im Wald wird einschichtig abhumusiert. Ein Teil des Materials wird seitlich gelagert und in den Böschungen wieder aufgebracht. Der überschüssige Anteil muss abgeführt und gemäss der Wiederverwertungspflicht andernorts wieder eingesetzt werden.

Aus den grösstenteils gepflasterten Böschungen ist nicht mit einem Humusgewinn zu rechnen.

Blöcke

Total werden für den Böschungsverbau, die Blockriegel und Kolkenschutz gemäss Vorausmass rund 40'000 to Blöcke benötigt. Die Anforderungen ergeben sich aus dem Verwendungszweck wie folgt:

- formwilde Wasserbausteine aus Kalk, Kieselkalk oder Granit



- frostsicher
- kantige Form, nicht kugelig oder plattig
- Abmessungen a/b/c ca. 0.75/1.0/1.4

Damit die Anbieter diese grosse Menge an Blöcken zu einem interessanten Preis liefern können, empfiehlt sich eine – auf den Baubeginn bezogen – sehr frühzeitige Submission.

VORPRÜFUNG



13. PENDENZEN ZUHANDEN DER BAUPROJEKTPHASE

13.1. Rodungsakten

Im Projekt sind grosse Flächen Waldareal betroffen. Die entsprechenden Beschriebe finden sich in der UVB-Voruntersuchung in diesem Dossier.

In der nächsten Phase müssen der Umgang mit diesen Flächen und die Ersatzpflicht geklärt werden. Demgemäss müssen die Rodungsakten erstellt werden.

13.2. Vertiefte Baugrundabklärungen

Die Qualität des Baugrundes ist wegen der grossen Mengen kostenrelevant. Hierzu müssen vertiefte Abklärungen gemacht werden (vgl. Kap. 12.5).

13.3. Wirtschaftlichkeitsnachweis

Die bisherige Abschätzung der Wirtschaftlichkeit beruht auf vorhandenen Intensitätskarten und einer Erhebung der Gebäude.

Die Überschwemmungsszenarien sind zu konsolidieren (Aktualisierung der Intensitätskarten für alle Jährlichkeiten einschliesslich EHQ, ggf. pro Schwachstelle). Weiter muss das Schadenpotenzial vervollständigt und die Personenrisiken vertieft untersucht werden (z.B. Personenrisiken auf den Verkehrsträgern). Damit ist der definitive Wirtschaftlichkeitsnachweis zu erbringen.

13.4. Modellversuch

Wie in Kap. 6.6 beschrieben, können mit einem physikalischen Modellversuch einerseits die Unsicherheiten in Bezug auf die Dimensionierung der Traversensysteme stark verringert werden. Ausser den Kolkiefen können auch die Blockriegel selbst nachgewiesen werden und es entsteht mehr Sicherheit. Damit können andererseits entweder Einsparungen erzielt werden oder die im Vorprojekt provisorisch festgelegten Abmessungen und Überlastsicherungen werden bestätigt. In jedem Fall können zu grosse Tragreserven vermieden und damit Kosten gespart werden.

In einem Modellversuch kann auch der Überlastfall untersucht werden. Damit können auch die vorgesehenen Überlastsicherungsmaßnahmen für das unterste Traversensystem reduziert oder bestätigt werden.

13.5. Erosionsschutz im Gerinne

Es gibt mehrere Bereiche, wo wegen der Sicherheit der Infrastrukturen keine Eintiefung der Sohle auf die ganze Breite oder unbegrenzte Ausbildung des Kolkes toleriert werden kann. Dies betrifft u.a. den Gerinneabschnitt bei der BLS-Brücke und der Langsamverkehrsbrücke. Die Foundationen der Widerlager müssen im Bauprojekt sondiert und die erforderliche Einbindung auf der Passivseite baulich gesichert werden. Weitere Stellen wo örtliche Sohlensicherungen nötig sind, können bei Leitungsquerungen (ARA, Gasleitung, weitere)



13.6. Design der 'engineered log jams'

Im Bereich der Aufweitung sind sogenannte 'engineered log jams' vorgesehen. Dabei handelt es sich um Holzkonstruktionen, an welchen sich Schwemmgut anlagern kann und so dynamische Strukturen entstehen. Solche Strukturen weisen einen hohen ökologischen Wert auf.

Die konkrete Ausgestaltung muss im Bauprojekt noch festgelegt werden. Die Hochwassersicherheit der Unterlieger darf nicht negativ beeinträchtigt werden. Auch muss der Unterhalt verhältnismässig sein.

13.7. Werkleitungen

Die Bewilligungssituation muss für alle betroffenen Werke geklärt werden.

Die Gasleitung bei m 472 muss sondiert werden, da die Tiefe unbekannt ist.

13.8. Alarmierung

Wie in Kap. 6.7.4 beschrieben, plant die Gde. Steffisburg eine automatisierte Alarmierung im Gerinnebereich bei Hochwassergefahr. Die entsprechenden Anlagen bis hinunter zur Mündung in die Aare sind mit dem Projekt zu koordinieren.

13.9. Erschliessung

Wie in Kap. 12.3 beschrieben, sind zur Zeit noch verschiedene Varianten für die übergeordnete Erschliessung offen. In der nächsten Phase muss – in Koordination mit dem Projektvorhaben Aare Thun Nord – entschieden werden.

13.10. Materialbewirtschaftung

Eine allfällige Zugabe von Überschussmaterial in die Aare wurde im Vorprojekt angedacht, ist jedoch von verschiedenen Faktoren – u.a. von der Realisierung des Projektes Aare Thun Nord und Aare Oberer Au – abhängig. Diese Möglichkeit muss im Bauprojekt weiter untersucht und konkretisiert werden.

13.11. Notfallplanung Bauzustände

Die wichtigsten Bauzustände müssen auf besondere Risiken überprüft werden. Bei neuen Anforderungen an die Interventionsorgane müssen diese koordiniert werden.

13.12. Ökologische Massnahmen und Verhältnismässigkeit

Im Rahmen des UVB wird eine Bilanzierung vorgenommen. Damit kann auch die Verhältnismässigkeit der vorgesehenen ökologischen Massnahmen überprüft werden.

13.13. Erfolgskontrolle / Monitoring

Von der Aufweitung der Zulg erwartet man einen grossen ökologischen Gewinn, u.a. in Bezug auf die Fischfauna. In der nächsten Projektphase sollten Trägerschaft, Art, Inhalt und Zeitpunkt der Erfolgskontrolle definiert werden.



VORPRÜFUNG