KANTON LUZERN
Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Reuss und Zuflüsse

10985 HWS Krienbach

Gemeinde	Kriens / Obernau
Abschnitt	Schulanlage Obernau bis Restaurant Obernau
Objekt	Krienbach
Koordinaten	2‘662‘126 / 1‘209‘567; 2‘661‘907 / 1‘209‘277
Kilometer	1+578.45 – 1+980.22

Technischer Bericht

Auflageprojekt 2024

Verfasser Wälli AG Ingenieure Stirnrütistrasse 45 6048 Horw Tel: 058 100 90 01	Dokument-Nr. Dokument-Nr. Projektverfasser 3101-0041beb0224.doc	Reg.-Nr. Kunstbauten Reg.-Nr. Wasserbau B.049.152005.115
Dateiname 3101-0041bebach0419.doc Status	Format Datum / erstellt 02.04.2024 / bur Version / Änderungsdatum	Massstab Datum / geprüft 02.04.2024 / pse Datum / geprüft
Projektleitung Verkehr und Infrastruktur (vif) Arsenalstrasse 43 6010 Kriens	eingegangen 03.04.2024 Freigabe 03.04.2024 / knc	geprüft 03.04.2024 / knc

wälli
Ingenieure

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung 5

2. Anlass und Auftrag 6
2.1 Zusammenhang des Auftrages 6
2.2 Ziele des Auftrages 6
2.3 Projektorganisation 6
2.4 Adressen von Auftraggeber und Auftragnehmer 6
2.5 Auftragserteilung 7

3. Grundlagen 7
3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen 7
3.2 Richtlinien und Wegleitungen 7
3.3 Dokumente, frühere Studien, basierende Grundlagen 8

4. Ausgangssituation 8
4.1 Beschrieb Perimeter 8
4.2 Historische Ereignisse 9
4.3 Bestehende und geplante Nutzungen 10
4.4 Charakteristik des Einzugsgebietes 10
4.5 Hydrologische Verhältnisse 10
4.5.1 Hydrologie 10
4.5.2 Grundwasser 12
4.5.3 Hydrogeologie 12
4.6 Geologische Verhältnisse 12
4.6.1 Geologie 12
4.6.2 Geschiebehaushalt 12
4.7 Risikobeurteilung 13
4.7.1 Gefahrenbeurteilung 13
4.7.2 Schadenpotential 14
4.7.3 Schutzdefizit 14
4.8 Beurteilung bestehender Schutzmassnahmen 15
4.9 Gewässerzustand 15
4.9.1 Ökomorphologie 15
4.9.2 Terrestrische und aquatische Längsvernetzung 15
4.9.3 Fischerei 15
4.9.4 Landschaftsbild 16
4.9.5 Gewässerraum 16
4.10 Wald 16
4.11 Boden und Altlasten 16
4.12 Werkleitungen und Infrastrukturanlagen 16
4.13 Ökologie und Naturschutz 17
4.14 Erholung und Freizeit 17

5. Projektziele und Vorgaben 17
5.1 Projektziele 17
5.1.1 Übergeordnete Ziele 17
5.1.2 Hochwasserschutzziele 17
5.1.3 Ökologische Entwicklungsziele 17
5.1.4 Sozioökonomische Entwicklungsziele 18

5.1.5 Ziele Erholungskonzept und Besucherlenkung 18
5.1.6 Ziele von „Rechtlichen Angelegenheiten“ 18
5.2 Erfolgskontrolle 18

6. Projektannahmen 19
6.1 Angestrebter Schutzgrad 19
6.2 Dimensionierungskonzept 19
6.2.1 Gerinnehydraulik 19
6.2.2 Freibord 20
6.2.3 Gerinnemorphologie 20

7. Massnahmenplanung 24
7.1 Allgemeiner Beschrieb 24
7.2 Varianten und Variantenentscheide 25
7.2.1 Variantenübersicht 25
7.3 Unterhaltsmassnahmen (vgl. auch Kapitel 13) 25
7.4 Raumplanerische Massnahmen 25
7.5 Bauliche Massnahmen 25
7.5.1 Beschrieb (inkl. technischer Begründung/Nachweise) 25
7.5.2 Interessensabwägung 26
7.5.3 Bauablauf / Bauphasen 26
7.5.4 Materialbilanz 27
7.5.5 Werkleitungsverlegungen 27
7.5.6 Bestehende bergseitige Stützmauern 28
7.5.7 Brückenquerungen 28
7.6 Landbedarf 29
7.6.1 Landumlegung 29
7.6.2 Freihändiger Erwerb 29
7.6.3 Enteignung 29
7.6.4 Grunddienstbarkeit 29
7.6.5 Baurecht 29
7.7 Weitergehende Massnahmen 30

8. Auswirkungen der Massnahmen 30
8.1 Auswirkungen auf Siedlungen und Nutzflächen 30
8.2 Auswirkungen auf Natur und Landschaft 30
8.3 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei 30
8.4 Auswirkungen auf Morphologie und Geschiebe 31
8.5 Auswirkungen auf Grundwasser 31
8.6 Auswirkungen auf Landwirtschaft 31
8.7 Auswirkungen auf Waldwirtschaft 31

9. Kostenvoranschlag und Finanzierung 32
9.1 Kostenvoranschlag und Kostengenauigkeit 32
9.2 Kostenberechnung 32
9.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse 33
9.4 Finanzierungsmöglichkeiten 33
9.5 Mehrleistungen 33
9.5.1 Technische Aspekte 33
9.5.2 Partizipative Planung 33

10. Gefahrenbeurteilung 33
10.1 Verbleibende Gefahrensituation 33

10.2 Gerinnekapazität 34
10.3 Gefahrenkarten oder Intensitätskarten 34
10.4 Schadenpotential 34
10.5 Restrisiko 34
10.6 Überlastfall 34
10.7 Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung 35

11 Notfallplanung 35

12 Erfolgskontrolle und Monitoring 35

13 Unterhaltkonzept 36

14 Weitere Planungsphasen / Terminplanung 36

Anhänge 36
- Geschiebehaushalt:
  Transportkapazität HQ_{100} in Abhängigkeit von Sohlenbreite und Gefälle
- Hydraulisches Längenprofil
- Berechnung Sohlenstabilität, Nachweis am Einzelblock
- Freibordberechnung nach KOHS
- Bericht Brücken, Kapitel 1. und 2. exkl. Fotos
- Kostenvoranschlag Hochwasserschutzprojekt
- Kostenvoranschlag Brücken

1. Zusammenfassung

Die Hergiswaldstrasse in der Stadt Kriens ist in einem schlechten Zustand und muss saniert werden. Der bestehende Krienbach verläuft teilweise parallel zu diesem Strassensanierungsprojekt. Ohne ausgebautem Bach ist das Strassenprojekt nicht bewilligungsfähig.

Am 14. Juli 2014 und am 04. Juli 2022 war der Krienbach erneut über die Ufer getreten und hat Schäden verursacht.

Die Schwellen und Ufermauern sind teilweise in einem schlechten Zustand und unterspült.

Der Krienbach wird innerhalb dem Projektperimeter auf dem 100jährigen Ereignis ausgebaut. Dies wird mit folgenden Massnahmen erreicht:

- Durch die Nutzung von vorhandenen Freiflächen, dem Abbruch eines Schopfs und Gartenhäuser und durch das Verschieben der Hergiswaldstrasse im Bereich des Einmünders Rainacherstrasse ist es möglich, dem Krienbach mehr Platz in der Breite einzuräumen.
- Durch das Absenken der Sohle und teilweise ein leichtes Anheben bzw. der Ersatz von 5 bestehenden Brückenquerungen kann die Gerinnehöhe vergrössert werden..
- Dort wo es die Platzverhältnisse zulassen wird frei geböscht. Wo der Platz knapp ist, wird das Bachbett mittels Stützmauern abgegrenzt und so eine möglichst breite Sohlenstruktur geschaffen, in der sich eine Niederwasserrinne ausbilden lässt.

Das Projekt liegt im Perimeter des Gesamtkonzeptes Krienbach und seinen Zuflüssen. Erst nach Realisierung der Massnahmen an den Oberläufen ist der Hochwasserschutz gewährleistet. Bis zur Umsetzung der Massnahmen an den Oberläufen sind diese Defizite mittels erhöhtem betrieblichem Unterhalt und einer angepassten Notfallplanung möglichst zu kompensieren.

Die wichtigsten Projekteigenschaften können wie folgt zusammengefasst werden:

- Ausbaustrecke von 1+578 bis 1+954, Länge 376 m[1].
- Ausbauwassermengen pro Abschnitt
  - oberhalb Einmündung Zopfibach: 5 m^3/s
  - unterhalb Einmündung Zopfibach: 11 m^3/s
  - unterhalb Einmündung Hochwasserentlastung: 15 m^3/s
  - unterhalb Einmündung Siedlungsentwässerung: 16.6 m^3/s
- Der Krienbach im Projektperimeter weist heute und auch künftig ein Längsgefälle von 3 - 5 % auf. Dies bedingt eine starke Befestigung der Sohle mittels Schwellen. Die Sohlausbildung erfolgt zudem dahingehend, dass optimale Verhältnisse für den Geschiebetransport erreicht werden können.
- Für die Brücken sind Kostenteiler vorgesehen
- Die Kosten für das Hochwasserschutzprojekt (inkl. MwSt.) betragen Fr. 2‘400‘000.--. Der Ersatz von 5 Brücken verursacht zusätzliche Kosten von Fr. 200‘000.-- für Dritte / Nutzniesser und Fr. 120‘000.-- für das Hochwasserschutzprojekt (inkl. MwSt.).
- Die Gesamtkosten inkl. Landerwerb, Honorar, Baunebenkosten und Brücken betragen Fr. 2‘720‘000.-- (inkl. MwSt.).
- Mit der Ausführung kann ca. 10 – 12 Monate nach der Planauflage gerechnet werden (ohne rechtliches Verfahren). Zusammen mit den Massnahmen an der Hergiswaldstrasse dauern die Bauarbeiten gut 1 Jahr.

2. Anlass und Auftrag

2.1 Zusammenhang des Auftrages

Der Bach im Projektbereich hat einen engen Zusammenhang mit dem Strassensanierungsprojekt Hergiswaldstrasse. Insbesondere im Abschnitt Bereich Einmünder Rainacherstrasse wird die Strasse vom heutigen Krienbach weg verschoben, so dass es Platz für den Bachausbau und die Bachgestaltung gibt.

Auch im oberen Projektabschnitt verläuft der Bach parallel zur Hergiswaldstrasse. In diesem Bereich ist eine Strassenaufweitung für eine Fussgängerquerung mit Mittelinsel geplant. Zudem soll dem Bachbett von unterhalb des auskragenden Trottoirs weg verschoben werden.

Im untersten, mittleren und obersten Abschnitt hat die Bachlinienführung keinen Zusammenhang mit dem Strassenprojekt. Dennoch wird auch in diesem Abschnitt das Gerinne dahingehend ausgebaut, dass im ganzen Projektbereich die Hochwasserschutztypischen und ökologischen Verbesserungen erreicht werden können.

2.2 Ziele des Auftrages

Der Auftrag soll den Ausbau des Krienbach mit der Strassensanierung koordiniert werden, um die knappen Platzverhältnisse optimal zu nutzen. Bezüglich dem Bach soll der Hochwasserschutz sichergestellt, das Bachgerinne ökomorphologisch aufgewertet und die rechtlichen Aspekte verbindlich geregelt werden.

2.3 Projektorganisation

Die Bauherrschaft des Hochwasserschutzprojekts liegt beim Kanton Luzern, vertreten durch die DS vif, Abteilung Naturgefahren. Als Projektverfasser erhielt Wälli AG Ingenieure den Auftrag. Dieses Büro ist bereits mit dem Strassensanierungsprojekt Hergiswaldstrasse der Stadt Kriens involviert. Die hydraulischen und geschiebetechnischen Berechnungen, die Anforderungen an die Gerinnemorphologie, sowie Teile des Technischen Berichtes (jeweils mit speziellem Vermerk) wurden durch das Büro Hunziker, Zarn & Partner AG in Aarau bearbeitet.

2.4 Adressen von Auftraggeber und Auftragnehmer

Auftraggeber und Oberbauleitung:	Kanton Luzern / Dienststelle vif Abteilung Naturgefahren Herr Christoph Knellwolf Arsenalstrasse 43 6010 Kriens 2 Sternmatt
Auftragnehmer Projekt:	Wälli AG Ingenieure Herr Peter Senn Stirnrütistrasse 45 6048 Horw

Auftragnehmer Wasserbau/Hydraulik:	Hunziker, Zarn & Partner AG Herren Tobias Schläfli und Michael Auchli Schachenallee 29 5000 Aarau

2.5 Auftragserteilung

Die Auftragserteilung für vorliegendes Hochwasserschutzprojekt erfolgte im Februar 2015 durch die Gemeinde (heute Stadt) Kriens. Im Jahr 2016 und anfangs 2017 wurde das Projekt an die Grundlage „Hydrologischen Grundlagen für die Überprüfung des Hochwasserschutzes und die Erneuerung der Gefahrenkarte am Krienbach in Kriens (Kt. LU)“[3] vom März 2016 des Büros Scherrer AG angepasst und zusätzliche Bachabschnitte im Projekt integriert.

Infolge dem neuen Wasserbaugesetz wurde das Projekt im Jahr 2020 durch den Kanton Luzern übernommen.

Aufgrund neuer Erkenntnisse aus dem Vorprojekt Krienbach Oberlauf und seiner 5 Zuflüsse, Handänderungen div. Liegenschaften sowie weiteren Optimierungen, wurde das Projekt auf den aktuellen Stand (2024) angepasst.

3. Grundlagen

3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Auf eidgenössischer Ebene sind die rechtlichen Grundlagen im Bundesgesetz über den Wasserbau sowie der dazugehörenden Wasserbauverordnung festgehalten. Zudem bilden das Gewässerschutzgesetz und die Gewässerschutzverordnung die Grundlage für das vorliegende Projekt. Verschiedene weitere eidgenössische Gesetzgebungen werden in Teilbereichen ebenfalls berücksichtigt.

Auch auf kantonaler Ebene dienen insbesondere das Wasserbaugesetz und die Wasserbauverordnung des Kantons Luzern als Basis zum vorliegenden Projekt.

3.2 Richtlinien und Wegleitungen

Das Dokument „Gestaltungsansätze im Siedlungswasserbau“ diente bei der Projektierung als Ausgangslage für gestalterische Lösungen des vorliegenden Projektes.

Zudem wurden weitere Vorlagen / Vorgaben / Dokumente sowie Normalien aus dem Fachordner Naturgefahren der Dienststelle Verkehr und Infrastruktur verwendet.

3.3 Dokumente, frühere Studien, basierende Grundlagen

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

[1] In den Jahren 2010 + 2011 wurde ein Sanierungskonzept durch die Ingenieurunternehmung Henauer und Gugler ausgearbeitet. Vereinzelte Konzeptbestandteile und Grundlagen wurden in das vorliegende Hochwasserschutzprojekt übernommen.

[2] „Gefahrenkarte Horw / Kriens, Technischer Bericht", CSD Ingenieure AG, Kriens, Herzog Ingenieure AG, Davos, August 2011.

[3] „Hydrologische Grundlagen für die Überprüfung des Hochwasserschutzes und die Erneuerung der Gefahrenkarte am Krienbach in Kriens (Kt. LU)", Scherrer AG, Reinach, März 2016.

[4] „Überarbeitung Gefahrenkarte Wasser Kriens", Hunziker Zarn & Partner AG, Aarau.

[5] Schutz vor Naturgefahren in den Jahren 2017 – 2019 (Planungsbericht des Regierungsrat an den Kantonsrat).

[6] Kommission für Hochwasserschutz KOHS des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes: Positionspapier Freibord, v2.2; April 2012.

[7] Bundesamt für Umwelt BAFU: Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter; Hunziker, Zarn & Partner, Lehmann Hydrologie-Wasserbau, belop gmbh; Juli 2016.

[8] Ereignisdokumentation: Unwetter in Kriens, 14.7.2014; Renggbach und seine Zuflüsse, Schubiger AG, 10.11.2014.

[9] Dala Leukerbad, Konzeptstudie für sohlenstabilisierende Massnahmen an der Dala, Hunziker, Zarn & Partner, Dezember 1998.

[10] Geologische Baugrunduntersuchungen Erweiterungsbau Schulhaus Obernau, R. Mengis + R. Schmidt, 19.04.1984.

[11] Fachordner Naturgefahren (Download Website Kanton Luzern).

[12] Überarbeitung Gefahrenkarte 07. Mai 2020, Geo7 AG, Bern.

[13] Krienbach Kriens, Konzeptbericht Hochwasserschutz Krienbach HZP AG, 10.02.2023, Grundlagen und Randbedingungen für den Hochwasserschutz am Krienbach.

4. Ausgangssituation

4.1 Beschrieb Perimeter

Der Projektperimeter erstreckt sich von der Schulanlage Obernau bis zum Bereich der Parzelle Restaurant Obernau.

4.2 Historische Ereignisse

Drei historische Ereignisse mit grösseren Überschwemmungen, die Hochwasserereignisse aus dem Jahre 1960 (31. Juli), vom 14. Juli 2014 und vom 04. Juli 2022, sind dokumentiert. Der Krienbach hat aber auch in anderen Jahren bei Starkregen zu Überschwemmungen geführt. Weitere Informationen zu den historischen Ereignissen sind in der Studie „Hydrologischen Grundlangen für die Überprüfung des Hochwasserschutzes und die Erneuerung der Gefahrenkarte am Krienbach in Kriens (Kt. LU)“ [3] vom März 2016 des Büros Scherrer AG enthalten.
Die nachfolgenden Fotos sind beim Ereignis vom 14. Juli 2014 (Abb.1 – 3) entstanden.

Örtlichkeit Foto:
Hergiswaldstrasse
Einmünder Rainacherstrasse

Örtlichkeit Foto:
Oberhalb Bushaltestelle Stampfeli/Brücke 6

Örtlichkeit Foto:
Oberhalb Brücke 7
vis à vis Restaurant Obernau

Abb. 1-3 Fotos Hochwasserereignis Juli 2014

4.3 Bestehende und geplante Nutzungen

Das bestehende Gewässer wird heute als reines Abflussgerinne genutzt. Dem Bachlauf wird an mehreren Stellen zusätzlicher Platz zur Verfügung gestellt, was zu einer ökologischen Aufwertung führt.

4.4 Charakteristik des Einzugsgebietes

Das Einzugsgebiet des Krienbachs als auch des einmündenden Zopfibaches liegen im Oberlauf am bewaldeten Pilatushang und reichen fast bis zur Krienseregg hinauf. Die Bäche führen teilweise auch über offene Wiesenlandflächen. Im Wald sind die Gerinne oft V-förmig eingeschnitten. Über einen Hochwasserentlastungskanal sowie einer weiteren Kanalisationseinmündung wird aus dem Einzugsgebiet S (Siedlungsgebiet) zusätzlich die Siedlungsentwässerung auf Höhe der Parkplätze Restaurant Obernau dem Krienbach eingeleitet.

Die Topografie des Einzugsgebietes sowie kurze intensive Regenfälle führen zu schnell ansteigenden Wassermassen (kurze Reaktionszeit für mobile Objektschutzmassnahmen). Zudem werden bei solchen Eregnissen erhebliche Mengen an Geschiebematerial mobilisiert (siehe auch Projekt Krienbach Oberlauf und Zuflüsse).

4.5 Hydrologische Verhältnisse

4.5.1 Hydrologie

Kapitel teilweise durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Die Hochwasserabflüsse wurden aus der Hydrologiestudie der Scherrer AG [3] entnommen. Die Zuflüsse aus der Siedlungsentwässerung wurden auf Grund diverser Abklärungen gegenüber der Studie [3] verfeinert ins Projekt übernommen. Die Hochwasserabflüsse HQ_{100} und HQ_{300} (Ereignis mit Wiederkehrperiode 100 bzw. 300 Jahre) in dieser Studie sind mit einem unteren und einem oberen Grenzwert definiert. In Absprache mit der Projektbeglei-

tung (vif) wurde analog zur Gefahrenkartenüberarbeitung das arithmetische Mittel für die hydraulischen Berechnungen verwendet. Für die Untersuchungen zum Geschiebehaushalt sind nebst den Spitzenabflüssen auch die Ganglinien massgebend. Die Form der Ereignisganglinien wurde aus [3] übernommen und auf die entsprechenden Spitzenabflüsse skaliert.

Die massgebenden Hochwasserabflüsse sind in untenstehender Tabelle aufgeführt.

	HQ_{30}	HQ_{100}	HQ_{300}
Oberhalb Mündung Zopfibach	2.3 m^3/s	5.0 m^3/s	8.0 m^3/s
Unterhalb Mündung Zopfibach	5.5 m^3/s	11.0 m^3/s	18.5 m^3/s
Unterhalb Hochwasserentlastungskanal	8.0 m^3/s	15.0 m^3/s	25.0 m^3/s
Unterhalb Einleitung Kanalisation	9.0 m^3/s	16.6 m^3/s	27.5 m^3/s

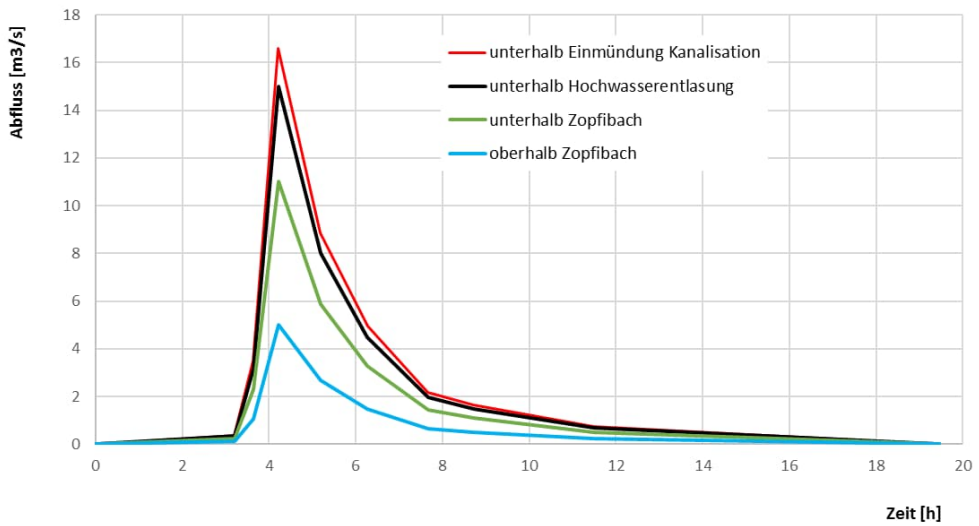


Abb. 4 Für die Geschiebeberechnungen verwendete Ganglinien basierend auf [3]. Unterhalb der HW-Entlastung ist die geringere Hochwasserspitze von 15 m3/s ausschlaggebend für die minimale Transportkapazität.

Messstationen, Abflussstatistik:
Bei der Brücke 3 Brunnenhöfli ist eine Messstation eingerichtet. Es wird aber keine Statistik geführt.

Betreffend Niederwasser kann bei Trockenheit festgestellt werden, dass der Krienbach oberhalb dem Zusammenflusses mit dem Zopfibach abschnittsweise trocken fällt.

Einordnung bekannter Hochwasser:
Das Hochwasserereignis vom 14. Juli 2014 entspricht ungefähr einem dreissigjährigen Ereignis (HQ_{30}) [3].

Wassernutzungen / Restwasser:
Sowohl der Zopfibach als auch der Krienbach werden sowohl im Projektperimeter als auch im Bachlauf weiter aufwärts nicht für Energiegewinnung etc. genutzt. Somit findet auch keine Reduzierung auf eine Restwassermenge statt.

4.5.2 Grundwasser

Der Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich Au. Westlich der Hergiswaldstrasse ist eine Grundwasserschutzzone ausgeschieden, welche aber nicht bis zum Krienbach reicht.

Da oberhalb der Zuflussstelle Zopfibach der Krienbach bei regenfreien Perioden austrocknet, kann von einem unterirdischen Abfluss in die kiesigen Bachschuttablagerungen ausgegangen werden.

4.5.3 Hydrogeologie

Es sind keine hydrogeologische Grundlagen bei diesem Projekt zu berücksichtigen, da gem. der Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern kein unteres Grundwasservorkommen vorhanden ist.

4.6 Geologische Verhältnisse

4.6.1 Geologie

In [3] sind die geologischen und tektonischen Grundlagen ausführlich beschrieben. Zudem sind die geologischen Verhältnisse durch die Baugrunduntersuchungen des Erweiterungsbaus der Schulanlage Obernau [10] teilweise bekannt. Im Projektperimeter sind im Querschnitt des künftigen Bachgerinnes Bachschuttablagerungen mit teils recht grossen Rundsteinen zu erwarten.

4.6.2 Geschiebehaushalt

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

<u>IST-Zustand:</u>

Sowohl der Krienbach als auch der Zopfibach führen bei Hochwasserereignissen beträchtliche Mengen Geschiebe mit. Die Transportkapazität ist stark vom vorliegenden Sohlgefälle abhängig. Die Sohlenbreite ist bei den betrachteten Abflüssen von untergeordneten Bedeutung (vgl. Graphiken im Anhang). Dies führt dazu, dass es in Bereichen mit lokal geringeren Längsgefällen zu Geschiebeablagerungen und damit zu Auflandungen der Bachsohle kommt. Beim Ereignis vom 14. Juli 2014 war dies bei der Brücke 3 (Brunnenhöfli) bis oberhalb der Zopfibachmündung sowie unterhalb der Brücke 4 (Neubrunhofweg) der Fall. Weiter sind im Gerinne im Bereich des Restaurants Obernau Auflandungen zu beobachten.

Geschiebe- und Murgangeinträge (Mittelwerte) am Kegelhals (Ende des Walds): Die Einträge in das Gerinne bei einem Murgangereignis entsprechen den Murgangfrachten.

Bach	Eintrag Geschiebe [m3]	Eintrag bei Murgang [m3]
Krienbach	275	2‘200
Zopfibach	100	675
Brandhüslibach	100	800
Herrütibach	200	900
Höchschleifbach	80	900
Schlossbergbach	150	1‘100

Der Grossteil des Geschiebes wird gemäss bestehender Gefahrenkarte im Wald und unmittelbar unterhalb davon abgelagert. Feinmaterial sowie Geschiebe mit geringeren Korngrös-

sen werden jedoch bis weit in den Unterlauf transportiert. Die charakteristischen Korndurchmesser des Sohlmaterials wurden anhand von Linienproben durch Hunziker, Zarn & Partner AG bestimmt und betragen im Projektperimeter für d_m rund 4.1 cm und für d_{90} 10 cm.

Die Geschiebetransportkapazitäten im Projektperimeter wurden auf Stufe Normalabfluss für charakteristische Querschnitte mit dem Programm SedTrans (Eigenentwicklung Hunziker, Zarn & Partner AG) berechnet. Für das HQ_{100} gemäss Abb. 4 ergeben sich für den IST-Zustand folgende Transportkapazitäten:

	Sohlenbreite	Netto-Gefälle	Transportkapazität HQ_{100}
Oberhalb Mündung Zopfibach	1.25 bis 2.0 m	3.5 bis 4.5 %	250 bis 400 m^3
Unterhalb Mündung Zopfibach	2.5 bis 3.5 m	1.75 bis 3.0 %	200 bis 500 m^3
Unterhalb HW Kanal	1.5 bis 3.0 m	1.0 bis 2.5 %	125 bis 500 m^3

Wie den Graphiken im Anhang zu entnehmen ist, sind die Transportkapazitäten stärker vom vorherrschenden Gefälle als von der Sohlbreite abhängig. Eine zu schmale Sohlbreite kann sich jedoch negativ auf die Transportkapazität auswirken, während eine Verbreiterung gegenüber dem IST-Zustand tendenziell zu einer Vergrösserung der Geschiebetransportkapazität führt.

Geschiebebewirtschaftung:
Aktuell wird keine Geschiebebewirtschaftung oberhalb des Projektperimeters am Krienbach und Zopfibach betrieben. Im Rahmen des ordentlichen Gewässerunterhaltes werden jedoch Auflandungen nach Hochwasserereignissen entfernt. In Zukunft ist eine Bewirtschaftung von Geschiebe und Schwemmholz oberhalb des Siedlungsgebiets geplant. Hunziker, Zarn & Partner AG hat ein dynamisches Geschiebemodell erarbeitet, welches die ursprünglichen Aussagen bestätigt.
Zur Zeit ist ein Hochwasserschutzprojekt am Krienbach Oberlauf und seinen Zuflüssen in Arbeit, die nebst dem klassischen Gerinneausbau auch das Geschiebemanagement und den Rückhalt von Murgängen beinhaltet. Nach Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen wird der Geschiebeeintrag soweit reduziert, dass im Siedlungsgebiet nahezu keine Auflandungen mehr erfolgen.

4.7 Risikobeurteilung

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst

4.7.1 Gefahrenbeurteilung

Gefahrenszenarien:
Diesbezügliche Grundlagen sind in der Gefahrenkarte Wasser der Stadt Kriens enthalten. Daraus ist ersichtlich, dass auf verschiedenen Abschnitten am Gerinne des Krienbachs und insbesondere bei Durchlässen und Brücken schon bei Ereignissen ($<HQ_{30}$) mit Wasseraustritten zu rechnen ist, welche besiedeltes Gebiet überfluten.

Bestehende Gefahrensituation:
Bei einem Hochwasser kann der Krienbach an mehreren Stellen ausbrechen und die Strasse sowie angrenzende Liegenschaften überfluten. Zudem ist in den lokal flacheren Abschnitten mit Geschiebeablagerungen zu rechnen, welche die ohnehin schon knappe Kapazität weiter einschränken.

Bestehende Gerinnekapazität:
Das bestehende Gerinne kann nur sehr kleine Hochwasserereignisse (deutlich kleiner als HQ_{30}) bewältigen.

Die bordvolle Gerinnekapazität beträgt oberhalb der Mündung des Zopfibachs knapp 5 m^3/s und nimmt unterhalb der Mündung auf rund 10 m^3/s zu.

Die sieben im Projektperimeter vorhandenen Brücken, welche teilweise mit Werkleitungen unter dem Träger versehen sind, weisen deutlich kleinere Kapazitäten auf und beschränken somit die vorhandene Kapazität auf ca. 3 m^3/s oberhalb der Zopfibachmündung und auf knapp 6 m^3/s unterhalb der Zopfibachmündung.

Weiter wird das Gerinne im Bereich von QP 20 durch das auskragende Trottoir stark eingeschnürt. Der Zustand ist vermutlich bei einer früheren Strassenverbreiterung entstanden.

Die bestehende Gerinnekapazität entspricht somit auch ohne die Berücksichtigung eines Freibords bei weitem nicht dem gewünschten Ausbaugrad von HQ_{100}.

Analyse der Schwachstellen:
Bei den im Projektperimeter liegenden Brückenquerungen ist der vorhandene Querschnitt grösstenteils ungenügend (Gerinnebreite, lichte Höhe, Freibord). Auch der bauliche Zustand der Brückenkonstruktionen ist teilweise schlecht und erneuerungsbedürftig.
Der Gerinnequerschnitt unterhalb der Brücke 6 (Brücke Radweg ohne Einlauf HW-Entlastung) ist zu klein ausgebildet.

Diverse Werkleitungsquerungen engen das Bachprofil ein. Abklärungen bei den Werken und weitere Analysen haben ergeben, dass durch Werkleitungsumlegungen diese Schwachstellen mit verhältnismässigem Aufwand behoben werden können.

Eine weitere Schwachstelle sind die sich in einem schlechten Zustand befindende Schwellen und Ufermauern. Die in den Ufermauern eingebundenen Holzschwellen haben ihre Lebensdauer erreicht.

An mehreren Stellen im ganzen Projektperimeter sind unterspülte Uferbefestigungen erkennbar.

4.7.2 Schadenpotential
Bei Hochwasserereignissen ist ein mittelgrosses Schadenspotenzial bezüglich Überschwemmungen vorhanden. Bei einem starken Hochwasserereignis ist die Sicherheit der Stützbauwerke nicht mehr gewährleistet. Dies kann zu Auswirkungen bis auf die bestehenden Gebäude führen. Auch eine Verklausung des Gerinnes ist möglich. Die Hergiswaldstrasse mit einem DTV von ca. 4‘000 Fahrten pro Tag wird insbesondere auch von vielen Fussgängern (mehrheitlich Kinder, welche zur naheliegenden Schulanlage gehen) benutzt. Ein Ausbrechen des Bachs, insbesondere im Abschnitt nach dem Zusammenfluss mit dem Zopfibach, kann demnach auch zu Personenschäden führen. Im Rahmen des künftigen Vorprojektes am Gesamtkonzept Krienbach wird das Schadenpotential bestimmt.

4.7.3 Schutzdefizit
Gemäss den Kriterien aus der Schutzzielmatrix des Kantons Luzern ($^{+}HQ_{100}$) besteht am Krienbach ein Schutzdefizit (keine Prozessintensität bei HQ_{30} und HQ_{100} bzw. schwache Intensität bei HQ_{300}).

4.8 Beurteilung bestehender Schutzmassnahmen

Gemäss Kapitel 4.7.2 ist die Sicherheit von bestehenden Schutzmassnahmen nicht gewährleistet.

4.9 Gewässerzustand

4.9.1 Ökomorphologie

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Das heutige Bachgerinne, welches im dicht verbauten Siedlungsgebiet liegt, hat ausschliesslich die Funktion, die Hochwasserabflüsse möglichst schadlos abzuführen. Ökomorphologische Aspekte wurden bei der damaligen Verbauung nicht berücksichtigt. Der ökomorphologische Zustand des Krienbachs wird über weite Abschnitte als künstlich bzw. stark beeinträchtigt klassiert. Einzig zwischen den beiden Brücken Neubrunhofweg und Brunnenhöfli ist ein kurzer Abschnitt mit geringer Beeinträchtigung (Abb. 5) vorhanden.

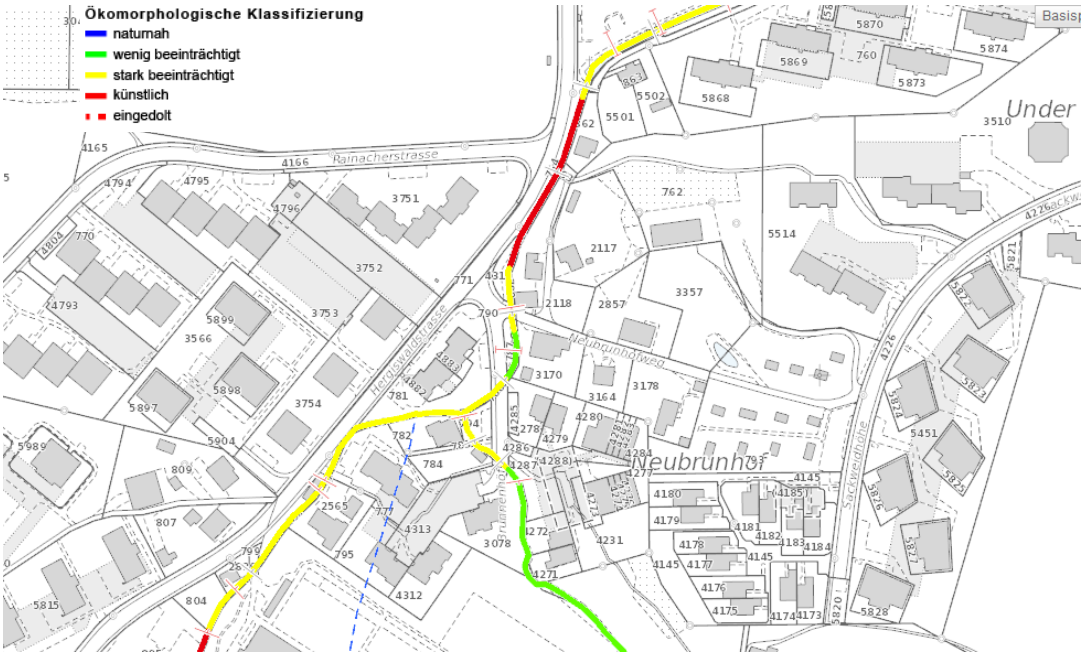


Abb. 5 Ökomorphologische Klassifizierung des Krienbachs im Projektperimeter. (Geoportal Kt. Luzern, Stand 26.1.2017)

4.9.2 Terrestrische und aquatische Längsvernetzung

Im unteren Abschnitt zwischen den QP 2 – 10 ist, infolge der vorhandenen Schwellenabstürze, der steil verbauten Ufer und der strukturlosen, kanalartigen Gestaltung, die Längsvernetzung nicht gegeben.

Im oberen Abschnitt ist die Längsvernetzung infolge fehlendem Gerinnequerschnitt (mit Platz für Lebensräume) zumeist stark eingeschränkt.

4.9.3 Fischerei

Im oberen Abschnitt des Krienbachs ist bei Trockenheit kein Abfluss im Bach feststellbar, somit halten sich dort auch keine Fische auf. Diese Feststellung wurde vor einiger Zeit durch Herrn Philipp Amrein (kant. Fischereiaufseher) bestätigt. Im unteren Abschnitt sind durch die

bestehenden Verbauungen und das künstliche Gerinne die Lebensräume stark eingeschränkt. Es wurden keine Fische beobachtet.

4.9.4 Landschaftsbild

Das Landschaftsbild wird im oberen Abschnitt durch die Hergiswaldstrasse und die angrenzenden, überbauten Grundstücke geprägt. Vom Bach werden einzeln Gebüsche und Bäume wahrgenommen. Ein seitlicher Einstieg zum Gerinne ist mehrheitlich nicht möglich. Im unteren Abschnitt wird die Landschaft durch Strasse und den kanalförmigen Gewässerlauf zerschnitten.

4.9.5 Gewässerraum

Der bestehende Gewässerraum ist seitlich stark begrenzt und wird durch die Strasse und angrenzenden Grundstücke dominiert.

Der Gewässerraum wurde im Rahmen der Zonenplanung der Stadt Kriens rechtlich mit einer Breite von 14m festgelegt.

4.10 Wald

Es ist kein Wald im Projektperimeter vorhanden.

4.11 Boden und Altlasten

Der Boden ist aus Bachschuttablagerungen aufgebaut. Es sind keine Altlasten im Projektperimeter bekannt.
Es ist davon auszugehen, dass die alten Ufermauern zumindest teilweise mit Bauschutt hinterfüllt sind.

4.12 Werkleitungen und Infrastrukturanlagen

Diverse Werkleitungen queren das heutige Bachgerinne und verengen den Abflussquerschnitt. Weitere Werkleitungen sind im Bachunterabstand platziert.

Die Hergiswaldstrasse (Stadtstrasse) liegt teilweise parallel zum Krienbach. Mit der Verlegung der Strasse im Bereich Einmünder Rainacherstrasse kann dem Bach nun mehr Platz zur Verfügung gestellt werden. Werkleitungen, welche heute in der Strasse liegen, sind im neuen Bachprofil und müssen entsprechend verlegt werden.

Diverse Kanalisationsquerungen (z.B. bei der Brücke 6) und auch Werkleitungsquerungen prägen das bestehende Längenprofil des Baches. Die Verlegungskosten sind nicht dem Wasserbauprojekt zu verrechnen.

Der bestehende Schopf der Feuerwehr Kriens beim Profil 16 liegt sehr nahe am bestehenden Bachprofil.

4.13 Ökologie und Naturschutz

Ökologische und naturschutzrelevante Aspekte sind im heutigen Bachgerinne nur beschränkt vorhanden.

4.14 Erholung und Freizeit

Der Krienbach (Bereich Projektperimeter) ist heute kein Erlebnisraum und ist für Erholung und für Freizeit nicht nutzbar.

5. Projektziele und Vorgaben

5.1 Projektziele

5.1.1 Übergeordnete Ziele

Mit der dringend anstehenden Strassensanierung wird auch der Krienbach neu erstellt und der Hochwassersituation angepasst.
Die Koordination dieser beiden Projekte erlaubt eine optimale Nutzung der knappen Platzverhältnisse.
Der öffentliche Raum soll durch die beiden Projekte aufgewertet werden.

5.1.2 Hochwasserschutzziele

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Durch Gerinneverbreiterungen und Absenkungen der Sohle soll das Gerinne ein HQ_{100}-Ereignis unter Einhaltung des Freibords nach KOHS [6] schadlos abführen können. Weiter ist durch geeignete Massnahmen am Gerinne die Sohle zu stabilisieren und der Geschiebetrieb soweit wie möglich zu bewerkstelligen, um Auflandungen zu verhindern.

5.1.3 Ökologische Entwicklungsziele

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

<u>Gewässerraum:</u>
Infolge dem definierten Gewässerraum sind klare Grundlagen und Vorgaben für die künftige Entwicklung dieser Flächen vorhanden. Im Gewässerraum soll sowohl der Hochwasserschutz als auch die ökologische Funktionen des Bachs sichergestellt werden.

<u>Ökomorphologie:</u>
Der Krienbach im Projektperimeter befindet sich im dicht besiedelten Gebiet. Ökomorphologische Verbesserungen werden angestrebt, sind aber aufgrund der engen Platzverhältnisse nur beschränkt möglich. Dies bedeutet, dass die Uferbegrenzungen teilweise auch im Projektzustand mit steilen Objektschutzmauern oder Blocksatz ausgebildet werden müssen.
Mit der geplanten Sohlsicherung mittels Steinblöcken und der Schaffung eines Raugerinnes werden ähnliche Strukturen im Gerinne geschaffen, wie sie im ökomorphologisch als wenig beeinträchtig klassierten Abschnitt oberhalb des Schulhaus Obernau natürlich vorhanden sind. Dies schafft neue Lebensräume für Kleinlebewesen und verbessert den ökomorphologischen Zustand des Gerinnes. Zu beachten ist aber auch, dass das hohe Gefälle bei einem Hochwasserereignis die Bestände an Kleinlebewesen dezimierten kann. Zwischen den

Blocksteinen und im Bereich Übergang Sohle / Böschung sollen Bereiche ohne Strömung als Rückzugsmöglichkeiten erstellt werden.

Ökologie:
Die ökologischen Entwicklungsziele werden durch den Beizug eines Ingenieurbiologischen Fachspezialisten (resp. Landschaftsarchitekten) erreicht. Dieser wird einerseits in der Planung auch landschaftspflegerische Aspekte einbringen und bei der Ausführung die ökologische Baubegleitung vornehmen. Nach Abschluss der Arbeiten wird ein Unterhalts- und Pflegeplan erstellt. Es werden einheimische und standortgerechte Pflanzen für die Bestockung eingesetzt, so dass zusätzliche Lebensräume geschaffen werden.

Terrestrische / aquatische Längsvernetzung:
Die Längsvernetzung wird innerhalb des Gerinnes verbessert. In der Regel sind gestalterische Massnahmen möglich, welche die Längsvernetzung entlang des Gerinnes örtlich optimiert. Weiter soll durch geeignete Ausbildung der Riegel die Fischgängigkeit für Forellen bis zur Mündung des Zopfibachs ermöglicht werden. Das hohe Sohlenlängsgefälle ist diesbezüglich nicht ideal. Durch Nischen, welche der Strömung nicht ausgesetzt sind, werden Rückzugsmöglichkeiten geschaffen. Im Krienbach oberhalb der Einmündung Zopflibach wird aufgrund des temporären Trockenfallens des Gerinnes die Fischgängigkeit als nicht zielführend erachtet und daher nicht explizit angestrebt.

5.1.4 Sozioökonomische Entwicklungsziele
Eine Entwicklung wie Wassernutzung etc. ist im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen.

In den neuen Bachlauf erfolgen verschiedene Einleitungen von Reinabwasser. Die heute bestehenden Einläufe werden aufrechterhalten. Neue, zusätzliche Einleitungen sind für das Strassensickerwasser sowie das Oberflächenmeteorwasser der Trottoirflächen im Bereich Einmünder Rainacherstrasse geplant.

5.1.5 Ziele Erholungskonzept und Besucherlenkung
Infolge den engen Platzverhältnissen ergibt sich kein öffentlicher Zugang zum Bachgerinne. Der neu gestaltete Bach wird von den angrenzenden öffentlichen und privaten Parzellen als Gebietsaufwertung wahrgenommen.

5.1.6 Ziele von „Rechtlichen Angelegenheiten“
Mit diesem Projekt werden folgende rechtliche Aspekte definitiv geregelt.
- Die heute ausgemarchten Bachparzellen werden zu einer einzigen Parzelle vereinigt.
- Im Bereich der Brücken wird die Inanspruchnahme des Gewässers durch die Nutzniesser geregelt.

5.2 Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch den Bachmeister der Stadt Kriens bei periodischen Begehungen. Wichtig sind folgende Beobachtungen:
- Kontrolle der Schutzbauten nach Hochwasserereignissen
- Kontrolle Auflandungen nach Hochwasserereignissen
- Ökologische Entwicklung des Bachlaufes (Rückmeldung durch kt. Fischereiaufseher)

6. Projektannahmen

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

6.1 Angestrebter Schutzgrad

Mit dem vorliegenden Projekt wird das Gerinne des Krienbachs auf ein hundertjährliches Ereignis (HQ_{100}) mit Freibord gemäss den Empfehlungen der KOHS [6] ausgebaut.

Trotz des angesetzten Freibords ist davon auszugehen, dass der anfallende Abfluss bei einem Ereignis >HQ_{100} nicht vollständig im Gerinne abgeführt werden kann und insbesondere im Bereich der Brücken mit Austritten zu rechnen ist.

Die Sohle des Baches wird so ausgestaltet, dass der Geschiebetrieb nicht beeinträchtigt wird und die Stabilität der Sohle gewährleistet ist.

Im Bereich Querprofile 12 – 15 werden an den Brücken keine Änderungen vorgenommen. In diesem Abschnitt wurde als Sofortmassnahme nach dem Hochwasserereignis 2014 eine neue Ufermauer erstellt. Die Sohlenabsenkung erfolgt in diesem Bereich ca. 1 m in Richtung Bachgerinne entfernt, so dass das Fundament dieser Blocksteinmauer in der Regel belassen und nur ausnahmsweise unterfangen werden muss.

Alternative Sicherstellungen des Bachquerschnittes wie z.B. mobile Gebäudeschutzsysteme etc. wurden im Projekt nicht aufgenommen, da nur eine sehr kurze Reaktionszeit für das Anbringen vorhanden ist und somit die Funktionalität nicht zwingend gegeben ist.

6.2 Dimensionierungskonzept

6.2.1 Gerinnehydraulik

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Die hydraulischen Berechnungen wurden mit dem HQ_{100}-Dimensionierungsabfluss sowie dem HQ_{300}-Abfluss durchgeführt (vgl. Kapitel 4.5.1).

Der Dimensionierungsabfluss HQ_{100} beträgt [3]:
- Oberhalb dem Zusammenfluss mit dem Zopfibach: 5.0 m^3/s
- Unterhalb dem Zusammenfluss mit dem Zopfibach: 11.0 m^3/s
- Nach Zusammenfluss mit dem Einlauf Hochwasserentlastung: 15.0 m^3/s
- Nach Zusammenfluss mit dem Einlauf aus der Siedlungsentwässerung: 16.6 m^3/s

Die hydraulischen Berechnungen wurden mit dem Staukurvenmodell HEC-RAS durchgeführt und basieren auf den vermessenen Querprofilen der Wälli AG im Projektperimeter und wurden unterhalb und oberhalb durch von HZP vermessene Querprofile ergänzt. Die Projektgeometrien wurden aus den vorhandenen Querprofilplänen entnommen und durch HZP mittels Anpassung der Sohllagen und Breiten optimiert.

Die kleinräumigen Strukturen des Raugerinnes, welche nicht direkt im Modell implementiert werden können, wurden mittels entsprechend tief angesetzten Rauigkeitswerten berücksichtigt. Für die Sohle wurde, ausser im flacheren Abschnitt direkt unterhalb der Zopfibachmündung (QP14 und QP15), durchgehend ein Strickler-Rauigkeitsbeiwert von 20 $m^{1/3}/s$ angenommen. Im Bereich der Brücke wurde ein leicht höherer Stricklerbeiwert von 22 $m^{1/3}/s$ angenommen.

Mit den tiefen Stricklerwerten ergeben sich mittlere Fliessgeschwindigkeiten im Bereich von 2.5 bis 4.0 m/s was bei einem Hochwasserereignis als plausibel erachtet wird. Der Abflusszustand ist grösstenteils um kritisch und fällt lokal ins Strömen oder Schiessen.

Das hydraulische Längenprofil mit den Wasserspiegellagen ist im Anhang zu finden.

6.2.2 Freibord

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Das nötige Freibord wurde auf Basis der Projektgeometrie nach den Empfehlungen der KOHS [6] berechnet. Dabei werden Unsicherheiten in der Sohlenlage und der hydraulischen Berechnung sowie Wellenbildung bei hohen Fliessgeschwindigkeiten berücksichtigt.

Für die Freiborberechnung wurde davon ausgegangen, dass im Rahmen von künftigen Massanahmen im Oberlauf der Schwemmholzeintrag in den Unterlauf auf Äste (keine ganzen Stämme oder Wurzelstöcke) beschränkt wird. Weiter ist die Untersicht der Brücken im Perimeter möglichst glatt auszubilden und vorhandene Werkleitungen unter den Trägern zu verschalen oder zu verlegen. Das für die Berechnung des Freibords berücksichtigte Teilfreibord für Schwemmholz beträgt somit 0.3 m [6]. Das minimale Freibord nach KOHS beträgt für den Normalbereich 0.5 m (nicht überströmbare Ufer), im Bereich der Brücken rund 0.6 bis 0.8 m und berücksichtigt Unsicherheiten in der Sohlenlage, der hydraulischen Berechnung, Wellenbildung sowie den Anfall von Schwemmholz mit geringen Abmessungen. Durch die Erhöhung des Freibord (gegenüber den übrigen Gerinneabschnitten) soll bei Brücken das Verklausungsrisiko minimiert werden.

Das rechnerisch bestimmte minimale Freibord im Projektperimeter ist im hydraulischen Längenprofil im Anhang aufgeführt.

Auf Basis des berechneten Freibords werden zur Dimensionierung folgende Freibordhöhen vorgeschlagen:

Ufer im Bereich der Brücke 4 Neubrunhofweg (QP12 bis QP13):	0.70 m
Ufer Bereich nach QP5 bis QP2	0.65 m
Ufer übrige Abschnitte, nicht überströmbar:	0.50 m
Brücke Brunnenhöfli (Nr. 3):	0.60 m
Brücke Neubrunhofweg (Nr. 4):	0.90 m
Restliche Brücken:	0.70 m

Ergänzend zu diesen Höhen wurde das Freibord immer mindestens auf der Energiehöhenlinie berechnet und im Projekt integriert.

6.2.3 Gerinnemorphologie

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Zur Sicherung des Gerinnes gegen Erosion ist die Ausbildung eines Raugerinnes vorgesehen. Dazu werden Riegel aus jeweils drei Reihen mit groben Blöcken gewölbeförmig in die Sohle eingebaut. In Abschnitten mit beidseitigen Ufermauern, welche durch Betonspriesswerke unter der Sohle abgestützt werden müssen, ist es denkbar, das Spriesswerk direkt als Betonfundament für den Riegel zu verwenden. Damit kann auf die vorgelagerte Blockreihe verzichtet werden, da der Riegel durch das Betonfundament gegen den oberwasserseitigen Kolk gesichert wird. Mit den Riegeln entstehen Fixpunkte mit geringen Absturzhöhen (< 20cm) und die dazwischen liegenden Felder bleiben weitgehend stabil. In den Feldern ist die Vergröberung des vorhanden Sohlenmaterial mittels Bollensteinen nötig. Die Sohle in

den Feldern wird somit einen ähnlichen Charakter aufweisen wie der Abschnitt unterhalb Brücke 1 im aktuellen Zustand (siehe nachfolgende
Abb. 6).

Abb. 6 Sohle unterhalb Brücke 1 (Foto: HZP)

Die Idee zur Ausgestaltung der Sohle basiert auf den im Rahmen einer Konzeptstudie erarbeiteten sohlenstabilisierenden Massnahmen am Wildbach Dala in Leukerbad [9], welche mittels Modellversuchen an der VAW getestet und nachfolgend erfolgreich in der Natur umgesetzt wurde. Die Sohlensicherung der Dala (Blöcke à 2-3 t) ist auf ein HQ_{100} dimensioniert. Das Gefälle und die spezifischen Abflüsse am Krienbach sind für den Projektzustand geringer als an der Dala, weshalb die Sohlenbelastung und die notwendigen Blockgrössen kleiner ausfallen.

Für die Stabilitätsberechnung wurde der Projektperimeter auf Basis der Gefälls- und Breitenverhältnisse sowie der Abflüsse in 4 ähnliche Abschnitte aufgeteilt:

		Abschnitt 1 oh. Zopfibach (QP23 bis QP30)	Abschnitt 2 oh. Zopfibach (QP17 bis QP22)	Abschnitt 3 uh. Zopfibach (QP6 bis QP16)	Abschnitt 4 uh. HW Kanal (QP1 bis QP5)
Abfluss HQ100	[m^3/s]	5	5	11	15 / 16.6
Abflusstiefe HQ100, Froude = 1, Projekt	[m]	0.7	0.7	0.9	1.2
Gefälle Projekt	[%]	5	4	3.2	3.2
Sohlbreite IST	[m]	1.25	1.45	2	1.3
Sohlbreite Projekt	[m]	2.5	2.5	4	3.7
spez. Abfluss IST	[$m^3/s/m$]	4.00	3.45	5.50	12.00
spez. Abfluss Projekt	[$m^3/s/m$]	2.00	2.17	2.75	4.30

Aus dem Übertrag des Vorgehens an der Dala[1] ergeben sich für die am Krienbach vorherrschenden Gefällsverhältnisse und spezifischen Abflüsse eine minimale Blockgrösse D von

[1] Dala Leukerbad, Konzeptstudie für sohlenstabilisierende Massnahmen an der Dala: Dimensionierung der Sohlsicherung nach Whittaker sowie anhand physikalischen Modellversuchen. Übertrag auf Projekt Krienbach anhand Gefälle und spez. Abfluss. Kontrolle mittels Betrachtungen am Einzelblock (Raudkivi und Ettema, 1982).

ca. 1.0 m (Durchmesser b-Achse) bzw. ca. 1.5 bis 2.0 t. Für den untersten Abschnitt mit den höchsten spezifischen Abflüssen sind Blöcke zur Erstellung der Schwellen am oberen Ende der Bandbreite zu wählen (vgl. Anhang).

Um ein Abgleiten oder Einsinken zu verhindern, müssen die Blöcke auf einer geeigneten Filterschicht eingebaut werden. Die massgebenden Korndurchmesser für die Filterschicht sind abhängig von der Blockgrösse. Für die vorliegenden Verhältnisse ergibt sich ein stabiler Zustand mit den charakteristischen Korndurchmesser d_m und Korngrössenverteilung d_{90} der Filterschicht von ca. 11 bzw. 15 cm. Diese sind damit rund doppelt so gross wie die charakteristischen Korndurchmesser des vorhanden Sohlmaterials. Ein Beispiel zur Berechnung ist im Anhang aufgeführt.

Weiter ist eine ausreichend tiefe Einbindung der Ufer bis unter den Kolk im Anschluss an die Riegel nötig. Im Hochwasserfall ist unterhalb der Riegel mit Kolktiefen von bis zu 1.5 m zu rechnen.

Da im Normalfall das Wasser in einer Niederwasserrinne abfliesst, wird die terrestrische Längsvernetzung im Gerinne sichergestellt.

Die Absturzhöhe der einzelnen Riegel sollte nicht mehr als rund 0.2 m betragen. Der Riegelabstand muss in Abhängigkeit des Gefälles entsprechend gewählt werden.

Schematische Darstellung des geplanten Raugerinnes:

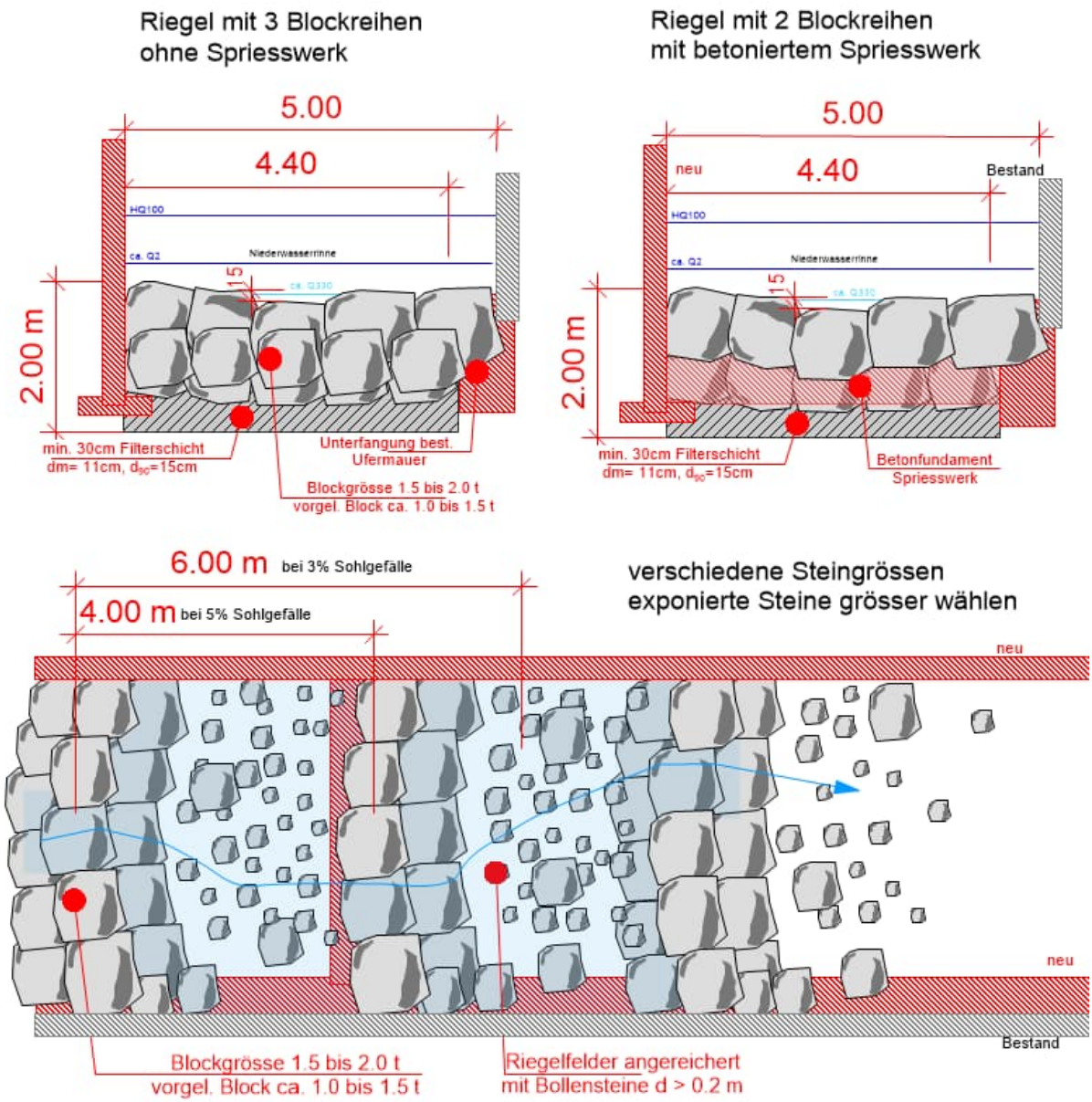


Abb. 7 Schematische Darstellung des Raugerinnes in der Situation und Querprofil mit drei bzw. zwei Blockreihen.

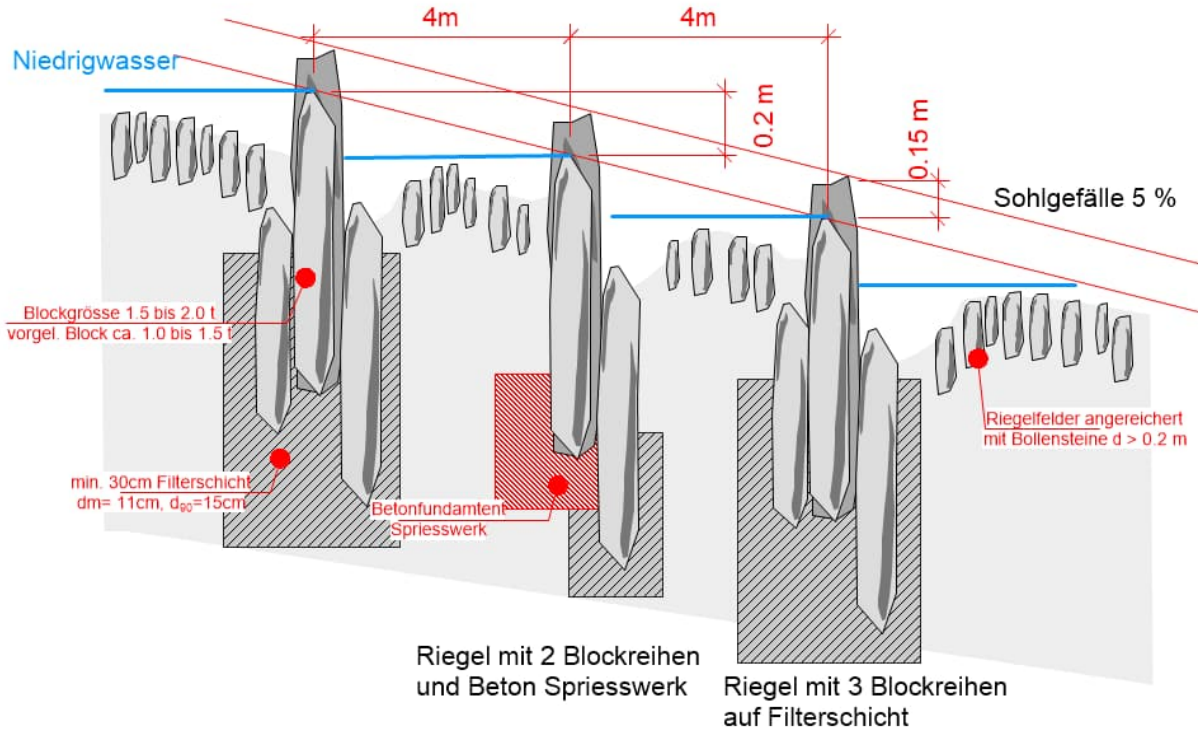


Abb. 8 Schematische Darstellung im Längenprofil (fünffach überhöht).

7. Massnahmenplanung

7.1 Allgemeiner Beschrieb

Das Bachgerinne wird generell verbreitert. Die Sohlenhöhenlage wird in der Regel abgesenkt und ist so vorgesehen, dass der Hochwasserschutz mit Freibord erreicht werden kann. Dies bedingt den Abbruch der bestehenden Uferbefestigung und deren Neuerstellung. Objektschutzmauern dienen als klare Abgrenzung zwischen der Strassenanlage und dem Bachgerinne. Für die notwendige Verbreiterung müssen Gartenhäuser sowie ein Feuerwehrschopf entfernt werden.

Die Sohle wird mittels Blocksteinen mit der Grösse von ca. 100 cm sowie einer Filterschicht versehen (siehe auch Kapitel 6.2.3).

Zur Ufersicherung muss auch bei den flachen Ufern die Böschung bis ungefähr zum HQ100 Wasserspiegel mit einem Blocksatz gesichert werden. Darüber reichen beispielsweise ingenieurbiologische Massnahmen oder Bollensteine oder eine Kombination davon. Dabei müssen die Querriegel in den Blocksatz eingebunden werden. Speziell unterhalb der Querriegel (Kolkbereich) muss der Blocksatz ca. zwei Blockreihen unter die Sohle fundiert werden.

Bei Sohlenabsenkungen sind teilweise Stütz- und Spriesskonstruktionen notwendig, um die bestehenden Stützmauern statisch zu sichern. Betonriegel verbinden und stützen die beiden Bachmauern. Bei der Ausführung ist etappiertes Vorgehen in Längsrichtung notwendig, damit auch die Stabilität im Bauzustand gewährleistet bleibt.

Bei 5 Brücken werden Breite und Höhe des Durchflussquerschnittes durch Ersatz-Neubauten angepasst.

Bei der Brücke 4 (Neubrunhofweg) wird zur Zeit keine Massnahme vorgenommen, da einseitig das Brückenwiderlager mit der angrenzenden Stützkonstruktion/Schopf verbunden ist. Die Brücke 4 kann allenfalls zu einem späteren Zeitpunkt ersetzt werden.

7.2 Varianten und Variantenentscheide

7.2.1 Variantenübersicht

Auf konzeptioneller Ebene wurde kein Variantenstudium vorgenommen. Das steile Einzugsgebiet eignet sich nicht für Retentionsbecken und die engen Platzverhältnisse lassen im Projektperimeter kein Geschiebesammler zu. Wenn möglich werden Ufermauern rückgebaut und frei geböscht.

7.3 Unterhaltsmassnahmen (vgl. auch Kapitel 13)

Um einen angemessenen Hochwasserschutz zu garantieren, sind Unterhaltsmassnahmen wie zum Beispiel die Pflege der Ufergehölze und die Bewirtschaftung der Auflandungsstrecken für Schwemmholz und Geschiebe wichtig. Die Zuständigkeit für den Unterhalt liegt bei der Stadt Kriens. Die notwendigen Massnahmen werden in einem Unterhalts- und Pflegeplan, welcher nach Abschluss der Bauarbeiten erstellt wird, festgehalten. Der Bach wird an mehreren Stellen zugänglich sein, so dass der künftige Unterhalt je von dort vorgenommen werden kann.

Durch das vereinheitlichte Längenprofil wird der Geschiebetransport sowie der Unterhalt betr. Kiesablagerungen optimiert.

Der bauliche Unterhalt der Hochwasserschutzbauten wird durch den Kanton Luzern sichergestellt.

7.4 Raumplanerische Massnahmen

Durch den vorhandenen Gewässerraum von 14 m (beidseitig zu der theoretischen neuen Achse) ist sichergestellt, dass künftig notwendige Abstände bei Bauten und Anlagen eingehalten werden müssen.

Infrastrukturanlagen wie Strassen/Wege/Brücken sowie Werkleitungen, welche im Gewässerraum aber auch innerhalb dem Strassenkörper liegen, erhalten Bestandesgarantie, sofern sie den Hochwasserschutzmassnahmen nicht im Weg stehen.

7.5 Bauliche Massnahmen

7.5.1 Beschrieb (inkl. technischer Begründung/Nachweise)

Die Strasse (separates Projekt) wird lokal verschoben, damit dem Gerinne auf Grund der vorhandenen Platzverhältnisse und Zwangspunkte mehr Raum geschaffen werden kann.

Bei den Querprofilen 19 bis 22 wird das Bachprofil in das private Grundstück verbreitert. Der bestehende Feuerwehrschopf beim Profil 23 wird abgebrochen.

Das Bachgerinne wird ausgebaut und die Sohle auf grosser Strecke abgesenkt.
Als weitere bauliche Massnahmen werden diverse Objektschutzmauern realisiert.

5 Brücken werden ersetzt und deren Abmessungen vergrössert. Die diesbezüglichen Grundlagen sind in einem separaten Bericht festgehalten, welcher dem Anhang beiliegt.

In das Durchflussprofil inkl. Freibord einragende Werkleitungen werden auf Kosten der Werkeigentümer verlegt.

Die Sohle wird mit Blocksteinen und einer Filterschicht versehen. Im Bereich der Brücke 5 wird das Bachprofil durch Blocksteine seitlich zu den bestehenden Mauern hin teilweise etwas erhöht. Dies hat zur Konsequenz, dass die Entwässerungslöcher in den Mauer zum Bachprofil hin durchgänglich ausgeführt werden müssen oder allenfalls auf erhöhtem Niveau neue Löcher anzuordnen sind. In jedem Fall darf kein (neues) Entwässerungsproblem der hinterliegenden Grundstücke mit dem vorgesehen Bachausbau erfolgen. Es wird stellenweise wahrscheinlich notwendig sein, Betonriegel unter der neuen Sohlkonstruktion als Spriess und Abstützungselement bis auf die andere Seite des Bachgerinnes zu führen. Dadurch kann die Last auf die neue Objektschutzmauer abgegeben werden. Diese Massnahmen sind im vorliegenden Projekt aufgezeigt. Eine definitive Beurteilung kann aber erst am Bau vorgenommen werden, sobald die bestehende Art der Konstruktionen freigelegt und beurteilbar sind.

Die Betonkonstruktion der Hochwasserentlastung der Siedlungsentwässerung wird um ca. 2.5 m schräg zurückgeschnitten und dieser kanalartige Betonteil der Entlastung abgebrochen. Dadurch kann erreicht werden, dass der Bach auch in diesem Abschnitt nicht lokal wieder eingeengt ist. Damit trotz Schrägschnitt die statische Tragsicherheit gewährleistet bleibt, wird ein Überzug entlang der Schnittkante ausgebildet. Die Kanalisationsleitung im Bereich der Brückenquerung, welche aus einer Freispiegelleitung und einer Pumpendruckleitung besteht (bis gerade vor der bestehenden Querung) wird ca. 5 m nach oben verschoben und in das Brückenprofil eingelegt. Diese Leitung wird infolge der fehlenden Frosttiefe nach wie vor mit einer Isolation ummantelt werden.

Unterhalb der Hochwasserentlastung muss das linke Ufer mit einer neuen Blockmauer versehen werden, damit der notwendige Bachquerschnitt erreicht werden kann.

7.5.2 Interessensabwägung

Bei diesem Projekt sind keine übergeordneten Interessensabwägungen notwendig, da Auswirkungen auf Grundstück und vorhandene Infrastrukturanlagen nicht unverhältnismässig, und die Massnahmen absolut notwendig sind.

7.5.3 Bauablauf / Bauphasen

Die Bauarbeiten am Krienbach müssen zeitlich mit dem Ausbau der Hergiswaldstrasse koordiniert erfolgen.

Der Bach wird von unten nach oben erstellt werden. Dabei muss im unteren Abschnitt zuerst die Verschiebung der Hergiswaldstrasse inkl. Fahrleitungsmasten und Kandelaber vorgenommen werden. Anschliessend wird die neue Stützmauer erstellt und am Schluss kann die bestehende strassenseitige Stützmauer/Betonwand abgebrochen und das Gerinne aus-

gebildet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Stabilität der ostseitigen Betonmauer (Hangseite) während der ganzen Bauzeit (somit auch bei einseitig nicht eingebundenen Schwellen) gewährleistet werden muss. Es wird ein etappiertes Vorgehen in Längsrichtung notwendig sein. Der Wasserabfluss muss während der Dauer der Bauarbeiten im Krienbach sichergestellt werden.

Die neuen Brücken werden mit einer Lehrgerüstschalung erstellt, welche den Durchfluss der Risiko-Wassermenge im Bach ermöglicht. Es wird zu Sperrungen oder zeitlichen Nutzungseinschränkungen für die Anstösser während der Bauzeit kommen (in Tabelle auf folgender Seite festgehalten). Ein Übergang für Fussgänger muss auch provisorisch gewährleistet bleiben.

Bei den Bauarbeiten sind die sehr engen Platzverhältnisse und der Bau unter Verkehr inkl. die ca. nur 5.5 m über der Strasse liegenden Fahrleitungen der vbl-Buse zu beachten. Der Verkehr auf der Hergiswaldstrasse, der Fussgängerverkehr inkl. die Wanderwege müssen während der ganzen Bauzeit aufrecht erhalten werden.

7.5.4 Materialbilanz

Generell werden Aushubkubaturen von ca. 4‘600 m^3 Material abzuführen sein. Insbesondere auch die Hinterfüllung der strassenseitigen Stützmauern muss mit Wandkies oder Kiesgemisch etc. vorgenommen werden um allfällige Setzungen in der Strasse vorzubeugen. Die Verwertung der Bodenmaterialien gem. Bericht CSD werden entsprechend umgesetzt.

7.5.5 Werkleitungsverlegungen

Diverse Werkleitungen, welche heute in der Strasse liegen, sind zu verlegen. Die Verlegungskosten sind strassenbedingt, da eine Bewilligung der Strasse nur mit ausgebautem Bach erfolgen kann. Viele dieser Leitungen liegen im Unterabstand zum bestehenden Gewässer oder haben den notwendigen Sohlabstand bei Unterquerungen nicht. Ausnahmen vom Normal 935_003 [11] sind möglich, sofern die Massnahmen/Aufwendungen zur Einhaltung unverhältnismässig hoch sind.

Die Kostentragung bei notwendigen Werkleitungsverlegungen hat durch das Werk zu erfolgen. Dies wird wie folgt begründet:

- Das Strassenprojekt ist nur durch das umgesetzte Hochwasserschutzprojekt bewilligungsfähig und darum sind alle notwendigen Massnahmen an den Werkleitungen des Gesamtprojektes (Bach + Strasse) nach dem Strassengesetz bedingt.
- Die betroffenen Werkleitungen liegen in der Regel im Gewässerraum. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Anlagen im privaten oder öffentlichen Grund liegen.
- Nicht bewilligte Leitungen im Gewässerraum und solche mit entsprechenden Auflagen sind durch das Werk zu verlegen.

Bezüglich dem vorliegenden Bachausbauprojekt erfolgt folgende Kostentragung:

<u>Zu Lasten Wasserbauprojekt gehen:</u>
-Grabarbeiten oder diesbezügliche Mehraufwendungen im Bereich des Aushubprofils Bach.
-Schützen und Sichern von bestehenden Leitungen während der Bauphase.

Zu Lasten Werk gehen:
-Baumeisterarbeiten, Sohlenbettung, Kabelschutzrohre, Rohrumhüllung, tiefere Grabarbeiten und solche im Anschlussbereich, neue Schächte etc.
-Verkabelungsarbeiten und Eigenaufwand Werk.
-Honoraranteil Projektverfasser Bauingenieur für Abklärungen, Koordination im Plan und auf der Baustelle. Zweckmässigerweise sind vermutlich auch die Bauleitungsarbeiten mit Ausmasskontrolle der Baumeisterarbeiten durch die örtliche Bauleitung vorzunehmen.
-Die Fachbauleitung für die werkspezifischen Arbeiten wird durch die Werke selbe vorzunehmen sein.

Querungen des Baches mit Werkleitungen sind möglich; Folgende Varianten sind denkbar: Querungen unter der Bachsohle mit genügend grossem Abstand, eingelegt in Brückenplatten oder allenfalls auf der Unterseite der Brücke seitlich angehängt.

Das Verschieben der vbl-Masten ist Teil des Strassenprojektes. Die Kostentragung ist zwischen der Stadt Kriens und der vbl zu klären.

Die Massnahmen sind im Plan bestehend und projektierte Werkleitungen Situation 1:500 festgehalten. Vor der Baumeisterausschreibung muss die Planung noch verfeinert und mit den Werken nochmals koordiniert werden.

7.5.6 Bestehende bergseitige Stützmauern

Die bestehenden bergseitigen Stützmauern aus Beton werden belassen. Für die Sicherung dieser Mauern sind Betonspriesse, welche im Sohlbereich eingebaut werden, vorgesehen. Die Bauausführung muss in Etappen vorgenommen werden, so dass eine Längsüberbrückung vorhanden ist.

7.5.7 Brückenquerungen

Im Projektperimeter sind 7 Brückenquerungen vorhanden. Diese haben Auswirkungen auf das Hochwasserschutzprojekt: Bautechnisch werden einerseits 5 Brücken neu erstellt und andererseits werden rechtliche Bereinigungen vorgenommen. Konkret werden nachfolgende Aspekte berücksichtigt:

- Nutzniesser erhalten ein Recht für die Inanspruchnahme des Gewässers. Diese Rechte werden im Grundbuch eingetragen.
- Die Bachparzellen werden zu einer Parzelle vereinigt.
- Von den 7 im Projektperimeter liegenden Brücken werden 5 neu erstellt. Von den Brücken 3 und 4 werden nur die rechtlichen Aspekte (Inanspruchnahme des Gewässers) bereinigt.
- Von den Kosten für den Ersatz der 5 Brücken werden unterschiedliche Anteile der Kosten durch das Hochwasserschutzprojekt übernommen. Dazu sind sep. Dokumente erstellt worden.
- Die verbleibenden Erstellungskosten werden in einem separaten Verfahren nach der Perimeterverordnung durch die Stadt Kriens auf die Nutzniesser aufgeteilt.

- Die Neuerstellung der Brücken basiert auf den Grundlagen gem. nachfolgender Tabelle:

Beschrieb	Brücke 1	Brücke 2	Brücke 5	Brücke 6	Brücke 7
Oberfläche bestehend	Belag seitlich mit Brüstung	Dünne Belagsschicht	Belag seitlich mit Brüstung	Beton + 2-3 cm Belag	Beton
Oberfläche neu	Beton	Belag	Beton	Belag oder Beton (Detailprojekt)	Beton
Neue vorgesehene Nutzlast (sia 261)	Strassenverkehr Lastmodell 1	Kategorie G, unter 16 t	Kategorie F, unter 3.5 t	Strassenverkehr Lastmodell 1	Nutzlast C3 für Menschenansammlung 5 kN/m²
Geländertyp	1,6 kN/m¹	1,6 kN/m¹	1,6 kN/m¹	1,6 kN/m¹	1,6 kN/m¹
Provisorische Massnahmen oder Unterbruch während der Bauzeit	Unterbruch ca. 6 Wochen für Motorfahrzeuge, provisorischer Steg für Fussgänger und Velos (Schulhaus)	Unterbruch, ca. 6 Wochen, keine Organisation von Ersatzparkplätzen. Provisorische Fussgängerbrücke	Unterbruch, ca. 6 Wochen. Provisorische Fussgängerbrücke	Provisorische Brückenquerung notwendig für Radfahrer. Keine Organisation von Ersatzparkplätzen	Unterbruch während ca. 6 Wochen

- Diverse weitere Aspekte sind im Anhang „Bericht Brücken“ festgehalten.

7.6 Landbedarf

Der Landbedarf für das Projekt beträgt ca. 610 m². Von den privaten Grundstücken wird in der Regel kein Land erworben. Der Grossteil der Flächen liegt auf Parzellen der Stadt Kriens und werden heute als Rabatten zwischen Strassenraum und Bach genutzt.

7.6.1 Landumlegung

Die Stadt Kriens erwirbt westseitig Land für das Strassenprojekt. Mit dieser Verschiebung wird Land für den Krienbach frei, welches für das Gewässer erworben wird.

7.6.2 Freihändiger Erwerb

Es ist anzustreben, dass der Landerwerb in einem Verfahren mit gütlicher Einigung erfolgen kann. Grundlage dazu sind die üblichen Erwerbsansätze und Randbedingungen.

7.6.3 Enteignung

Führt das Landerwerbsverfahren zu keiner gütlichen Einigung, ist die Enteignung (vorbehältlich der Zustimmung des Regierungsrates des Kantons Luzern) anzuwenden.

7.6.4 Grunddienstbarkeit

Bei der Grundlagenzusammentragung des vorliegenden Projektes wurde festgestellt, dass nicht bei allen Brücken die Eigentumsverhältnisse und Dienstbarkeiten geregelt sind. Insbesondere fehlen die Rechte für die Inanspruchnahme der Gewässer im Brückenbereich. Dies wird mit dem vorliegenden Projekt korrigiert. Zudem werden die Parzellen der Brücken aufgehoben und der Bachparzelle zugefügt.

7.6.5 Baurecht

Es werden keine Baurechte notwendig oder im Grundbuch eingetragen.

7.7 Weitergehende Massnahmen

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Im Rahmen eines Vorprojekts erarbeitete Hunziker, Zarn & Partner AG ein Konzept zum Geschiebe und Schwemmholzmanagement entlang des Krien- und Zopfibachs zwischen Wald und Obernau. Es wurden transportierte Frachten abgeschätzt und ein Massnahmenkatalog erstellt. Es ist davon auszugehen, dass dieses Projekt mit den Massnahmen zum Rückhalt von Geschiebe und Schwemmholz in den Oberläufen umgesetzt wird. Damit würden sich die Geschiebeeinträge in den vorliegenden Projektperimeter verringern und die Verklausungsgefahr durch Schwemmholz würde abnehmen.

8. Auswirkungen der Massnahmen

8.1 Auswirkungen auf Siedlungen und Nutzflächen

Die Auswirkungen der Massnahmen auf Siedlungen sind gering: Bei der Parzelle 777 wird die neue Böschungsoberkante in Richtung bestehendes Gebäude verschoben. Dafür wird der Bachlauf ab der Spielplatzfläche dieser Parzelle allenfalls zugänglich gemacht. Dadurch kann der Bach als Erlebnisraum genutzt werden. Bei der Parzellen 781, 782, 804 und 2839 werden Massnahmen zur Sicherstellung des Gerinnes und vor allem des Freibords notwendig. Die Böschungsoberkante ist stellenweise mittels Blocksteinen ergänzend zu den bereits vorhandenen Massnahmen zu erhöhen.

Nutzflächen sind nur indirekt betroffen. Durch das Verschieben des Baches im Bereich der Profile 5 – 10 wird auch die Strasse in Richtung der bestehenden Grundwasserschutzzone verschoben.

Die Bauarbeiten haben die üblichen Behinderungen und Beschränkungen zur Folge.

8.2 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Das Projekt hat positive Auswirkungen auf Aspekte von Natur und Landschaft. Der Bach liegt im Siedlungsgebiet neben der Strasse. Durch die Verbreiterung des Bachlaufs werden naturnähere Gestaltungen in diesem Bereich möglich.

Beim Gerinneausbau muss streckenweise die bestehende Bestockung entfernt werden. Dort wo flachere Uferböschungen möglich sind, wird die Bestockung ersetzt.

8.3 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Durch das verbreiterte Bachgerinne werden zusätzliche Lebensräumen für Kleinlebewesen und bis zum Zusammenfluss mit dem Zopfibaches auch für Fische geschaffen. Die terrestrische Längsvernetzung wird mit dem Rauhbettgerinne verbessert.

Die Bauarbeiten werden Auswirkungen auf den Bach haben (Trübung, Wasserhaltung, etc.). Vor Baubeginn sind daher rechtzeitig die technischen Ausführungseinzelheiten mit der Dienststelle Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Luzern abzuklären.

8.4 Auswirkungen auf Morphologie und Geschiebe

Kapitel durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Das Längenprofil des Bachlaufes wird bezüglich Sohlgefälle eher etwas ausgeglichen. Aufgrund der topographischen Verhältnisse kann kein einheitliches Gefälle erstellt werden, sondern in Fliessrichtung ist weiterhin mit einer stetigen Abnahme des Gefälles zu rechen. Bestehende Abstürze werden durch eine Riegelstruktur mit Absturzhöhen von rund 0.2 m ersetzt. Der Geschiebetransport wird durch die geplante Verbreiterung nicht wesentlich beeinflusst, da das bestehende Gerinne grösstenteils schmaler als die für den Geschiebetransport optimale Breite ist (vgl. Graphiken im Anhang). Ausserdem ist der Einfluss der Verbreiterung auf die Transportkapazitäten gering.

Bis zur Umsetzung von allfälligen Geschiebe-Rückhaltemassnahmen an den Oberläufen der Zuflüsse ist weiterhin mit Unterhalt zu rechnen. Ohne eine Anpassung des Längenprofils im Bereich zwischen QP 13-15 ist im flachen Abschnitt unterhalb der Zopfibach Mündung auch in Zukunft mit Geschiebeablagerungen zu rechnen.

8.5 Auswirkungen auf Grundwasser

Der Krienbach liegt im Gewässerschutzbereich Au. Die mittleren Grundwasserspiegel sind in den Querprofilen eingetragen. Nur wenige Anlageteile dieses Bachprojektes liegen unter dem jeweiligen Grundwasserspiegel. In diesem Fall darf die Durchflusskapazität um max. 10 % vermindert werden. Allenfalls sind Spezialmassnahmen notwendig, damit dies eingehalten wird.

8.6 Auswirkungen auf Landwirtschaft

Das Projekt hat keine Auswirkungen auf die Landwirtschaft, da keine solche Zonen direkt angrenzen.

8.7 Auswirkungen auf Waldwirtschaft

Da der Krienbach im Projektperimeter keinen Wald durchquert, sind keine Auswirkungen auf die Waldwirtschaft vorhanden. Der Abstand zum Wald der Brücke 5 beträgt gut 15 m und zur Bachsohle ca. 17 m. Der Wald und die Bauwerke beeinflussen sich weder während der Bauumsetzung noch im späteren Betrieb.

9. Kostenvoranschlag und Finanzierung

9.1 Kostenvoranschlag und Kostengenauigkeit

Baukosten
Der Kostenvoranschlag wurde auf Basis von Erfahrungswerten ähnlicher Objekte erstellt.

Werkleitungen
Die Kosten für die Umlegung und den Neubau von Werkleitungen werden vom Werkeigentümer getragen. Einzig notwendige Grabarbeiten im Bereich Bachprofil, sowie das Schützen und ein allfälliges Sichern von Werkleitungen werden durch das Hochwasserschutzprojekt übernommen.

Honorare und Baunebenkosten
Diese Kosten wurden auf Basis von Erfahrungswerten ähnlicher Objekte ermittelt.

Preisstand
Preisstand für den angegebenen Kostenvoranschlag ist Oktober 2023.

Kostengenauigkeit
Die genannten Baukosten und Baunebenkosten weisen eine Genauigkeit von +/- 10% auf (Stufe Bauprojekt).

9.2 Kostenberechnung

Nachfolgende Tabelle zeigt die zusammenfassende Kostenberechnung für die Brücken sowie das Hochwasserschutzprojekt. Die detaillierten Kostenberechnungen mit Vorausmassen der Hauptpositionen sind im Anhang aufgeführt.

	Baukosten (CHF)	Baukosten inkl. Honorare/Baunebenkosten, Landerwerb und MwSt. (CHF)
Anteil Dritte / Nutzniesser Brücken	160‘000.00	200‘000.00
Teilprojekt Brücken (exkl. Anteil Nutzniesser)	87‘000.00	120‘000.00
Hochwasserschutzprojekt	1‘690‘000.00	2‘400‘000.00
Gesamtkosten zu Lasten Hochwasserschutzprojekt (entspricht den subventionsberechtigten Baukosten)	1‘777‘000.00	2‘720‘000.00

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, belaufen sich die gesamten Projektkosten zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes am Krienbach im Abschnitt Schulhaus bis Restaurant Obernau auf ca. 2.720 Mio. CHF (inkl. MwSt.).

9.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Projektleitung hat entschieden, dass kein separater EconoMe-Bericht für diesen Projektabschnitt des Krienbach erstellt wird. Ein EconoMe-Bericht wird aber für den gesamten Krienbach erstellt und darin ist auch dieser Abschnitt enthalten.

9.4 Finanzierungsmöglichkeiten

Dieses Hochwasserschutzprojekt wird durch den Kanton Luzern finanziert und durch den Bund subventioniert (Grundangebot, 35%).

Die neuen Brückenkonstruktionen wird mehrheitlich durch die Stadt Kriens und allenfalls durch die interessierten Dritten (Nutzniesser/Benutzer der Brücken) zu tragen sein.

9.5 Mehrleistungen

9.5.1 Technische Aspekte

Technische Aspekte mit Kostenauswirkungen sind bei diesem Projekt insbesondere bei der Sicherung von best. Ufermauern zu erwarten. Im Kostenvoranschlag ist ein abgeschätzter Betrag vorgesehen. Je nach den tatsächlichen Verhältnissen kann dieser Betrag sich erheblich verändern.

9.5.2 Partizipative Planung

Das Projekt ist Teil der Informationskampagnen im Rahmen von „Hochwasserschutz Kriens“. Im Rahmen der Projekterarbeitung wurden mit den Grundeigentümer und –innen die Massnahmen auf ihrem Grundstück besprochen. So weit möglich wurde auf Bedürfnisse der Grundeigentümer Rücksicht genommen.

10. Gefahrenbeurteilung

10.1 Verbleibende Gefahrensituation

Kapitel teilweise durch Hunziker, Zarn & Partner AG verfasst.

Mit der Vergrösserung des Bachgerinnes wird die Wahrscheinlichkeit des Ausbrechens des Baches im Projektperimeter sehr stark verkleinert. Das Ereignis HQ_{100} kann schadlos abfliessen.

Bei folgenden Szenarien ist dies jedoch nach wie vor denkbar:

- Hochwasserereignis in der Grössenordnung von HQ_{300} und grösser
- Verklausung der Durchlässe infolge grossem Geschwemmsel (Holzstämme, Siloballen), welches trotz Freibord an einer Brückenkonstruktion ansteht.

Solange keine Massnahmen an den Oberläufen umgesetzt sind, bleibt das Potential bezüglich Holzstämmen und Geschiebe erheblich.

10.2 Gerinnekapazität

Die Gerinnekapazität wird im ganzen Projektperimeter erheblich vergrössert:

Abschnitt oberhalb Einmünder Zopfibach: Q_{100} = 5.0 m^3/s zuzüglich eines minimalen Freibords von 0.5 m, welches über grosse Abschnitte jedoch deutlich übertroffen wird.

Abschnitt nach Einmünder Zopfibach: Q_{100} = 11.0 m^3/s zuzüglich 0.5 bis 0.9 m Freibord.

Abschnitt nach Hochwasserentlastung Siedlungsentwässerung: Q_{100} = 15.0 m^3/s, Freibord 65 cm.

Unterer Abschnitt gerade vor dem Projektende: Q_{100} = 16.6 m^3/s, Freibord 65 cm.

Weiter ist die Abführung des HQ_{300} Abflusses im Gerinne über grosse Abschnitte des Projektperimeters gegeben (ohne bzw. mit stark reduziertem Freibord). Einzig bei der Mündung des Zopfibachs und unterhalb QP7 sowie im Bereich von Brücken und Durchlässen ist die Kapazität für das Abführen des HQ_{300}-Abflusses auch nach dem Ausbau nicht gewährleistet. Unterhalb des Zulaufes des Hochwasserkanals aus der Siedlungsentwässerung (beim Restaurant Obernau) ist bei Q_{300} das Gerinnebord voll und mit einem Überschwappen auf den Radweg zu rechnen.

10.3 Gefahrenkarten oder Intensitätskarten

Nach Umsetzung der Massnahmen muss die Gefahrenkante im Projektperimeter angepasst werden.

10.4 Schadenpotential

Das künftige Schadenpotential kann als sehr gering prognostiziert werden. Das ausgebaute Gerinne reduziert die Gefahr von Überschwemmungen beträchtlich. Durch die neue Gerinnekonstruktion können Schäden infolge fehlender Gerinnestabilität ausgeschlossen werden.

Der Bachlauf liegt an einem Hangfuss. Allfällige Überschwemmungen erfolgen demnach primär zur Strassenseite hin.

10.5 Restrisiko

Die Erfahrung zeigt, dass durch keine Massnahmen jegliches Restrisiko ausgeschlossen werden kann. Insbesondere könnte künftig ausserordentlich grosses Geschwemmsel bei den Brückenkonstruktionen anhängen, den jeweiligen Querschnitt einengen und dadurch zu einem Ausbrechen des Baches führen. (vgl. auch Kapitel 10.1)

10.6 Überlastfall

Beim Ausbrechen des Krienbachs im Projektperimeter besteht die Möglichkeit mit geeigneten Massnahmen das linksufrig ausgebrochene Wasser auf Höhe des Restaurants Obernau

wieder ins Gerinne zurück zu leiten (Beaver -Schläuche, Schalungstafeln). Dies ist allerdings aufwändig, da die neue Strasse infolge der Kurve ein Quergefälle aufweisen wird. Infolge des geringen Schadenspotenzials in diesem Bereich wird auf eine Umsetzung und Anschaffung von diesbezüglichen Einrichtungen verzichtet.
Ein allfälliger Überlauf erfolgt via Hergiswaldstrasse auf die Kantonsstrasse. Die Kantonsstrasse sieht zwei Bereiche vor, in denen das Quergefälle explizit zum Krienbach hin führt und das Trottoir auf eine minimale Höhe von 3cm reduziert ist.

Im Überlastfall wird nach wie vor die Notfallplanung der Stadt Kriens (siehe Kapitel 11) zum Tragen kommen.

10.7 Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung

Nach der Realisation des Projekts und der damit verbundenen Aktualisierung der Gefahrenkarte kann die Richt- und Zonenplanung entsprechend angepasst werden. Dies ist bei einer relevanten Veränderung der Gefährdungssituation am Krienbach angezeigt. Die Gefährdungssituation ist jedoch auch von Schwachstellen oberhalb des Projektperimeters abhängig, weshalb die Gefährdung durch Hochwasser mit der Realisierung des Ausbaus des Abschnitts Obernau (noch) nicht zwingendermassen ganz wegfällt. Der EconoMe-Bericht, welcher über den ganzen Krienbach erstellt wird, dient als zu berücksichtigende Grundlage für die Anpassung der übergeordneten Planwerke.

11 Notfallplanung

Die bestehende Notfallplanung hat beim Ereignis vom 14. Juli 2014 funktioniert und wird übernommen. Kurzfristige Sofortmassnahmen werden durch die Feuerwehr Kriens vorgenommen (flächendeckende Bedarfs- und Prioritätenabwägung).
Das Gefahrenpotenzial am Krienbach ist vor allem auch an den Oberläufen auszumachen. Letztendlich ist eine gesamtheitliche Sanierung anzustreben. Solange an den Oberläufen keine Massnahmen umgesetzt sind, kann die Notfalleinsatzpriorität am Krienbach nicht reduziert werden. Allenfalls kann bereits bei Vorliegen des Vorprojektes an den Oberläufen diesbezügliche Gefahrenpotentiale beurteilt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass insbesondere bei den Brücken bei Hochwasser die Gefahr von Verklausung nach wie vor beachtet werden muss.

12 Erfolgskontrolle und Monitoring

Bei Starkregen (HQ_1) werden die Verantwortlichen der Stadt Kriens einen Augenschein vornehmen und anhand der Wasserspuren und Vegetation im Bachgerinne die Funktionalität der umgesetzten Massnahmen überprüfen. Zudem nimmt die Stadt Kriens periodische Bachbegehungen durch die beiden Bachmeister vor, in der Regel im Abstand von 6 Monaten.

13 Unterhaltkonzept

Der Pflegeplan wird unmittelbar nach Bauende aufgrund der Pläne des ausgeführten Werkes vom Kanton in Zusammenarbeit mit der Stadt erarbeitet.
Es kann vorkommen, dass nach einem Hochwasserereignis bei einzelnen Bauteilen Instandsetzungsarbeiten von Nöten sind. Aus diesem Grund hat nach jedem Hochwasserereignis (HQ_1) eine optische Inspektion zu erfolgen. Basierend auf der optischen Kontrolle ist nach Bedarf nach einem Hochwasserereignis die Ablagerungen im Rückhalteraum zu entfernen.

14 Weitere Planungsphasen / Terminplanung

Vernehmlassung:	Oktober - November 2023
Planauflage:	Dezember 2023 – Januar 2024
Projektbewilligung:	Mai 2024
Landerwerb:	2. Hälfte 2024
Start Ausführung:	Ende 2024

Das Hochwasserschutzprojekt ist eng an die Realisierung des Strassenbauprojekt „Sanierung Hergiswaldstrasse“ gebunden. Die beiden Projekte sind zwangsweise miteinander auszuführen.

Wälli AG Ingenieure

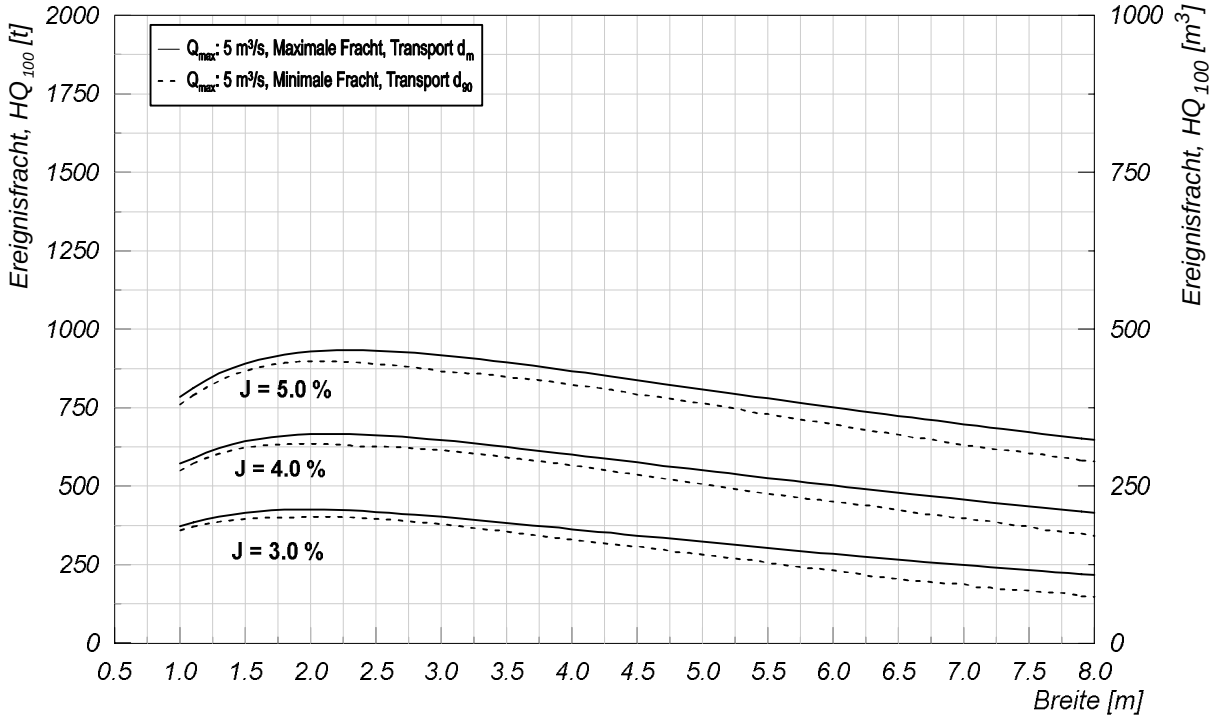
P. Senn

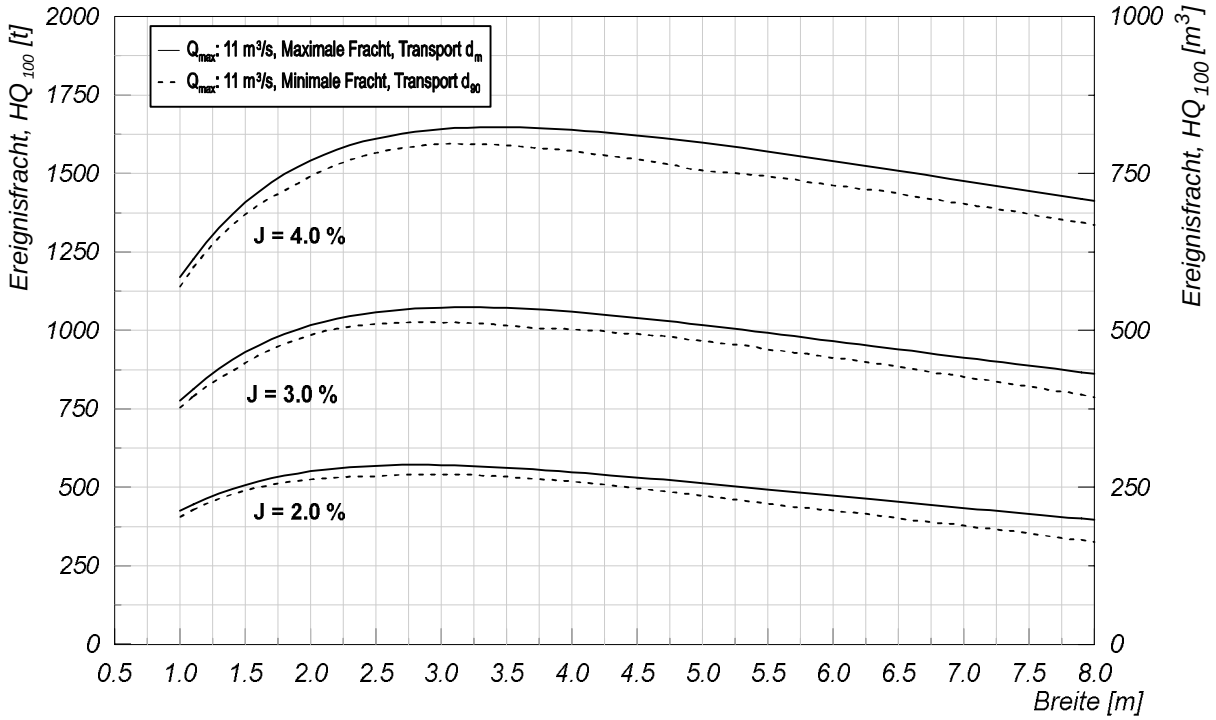
Peter Senn

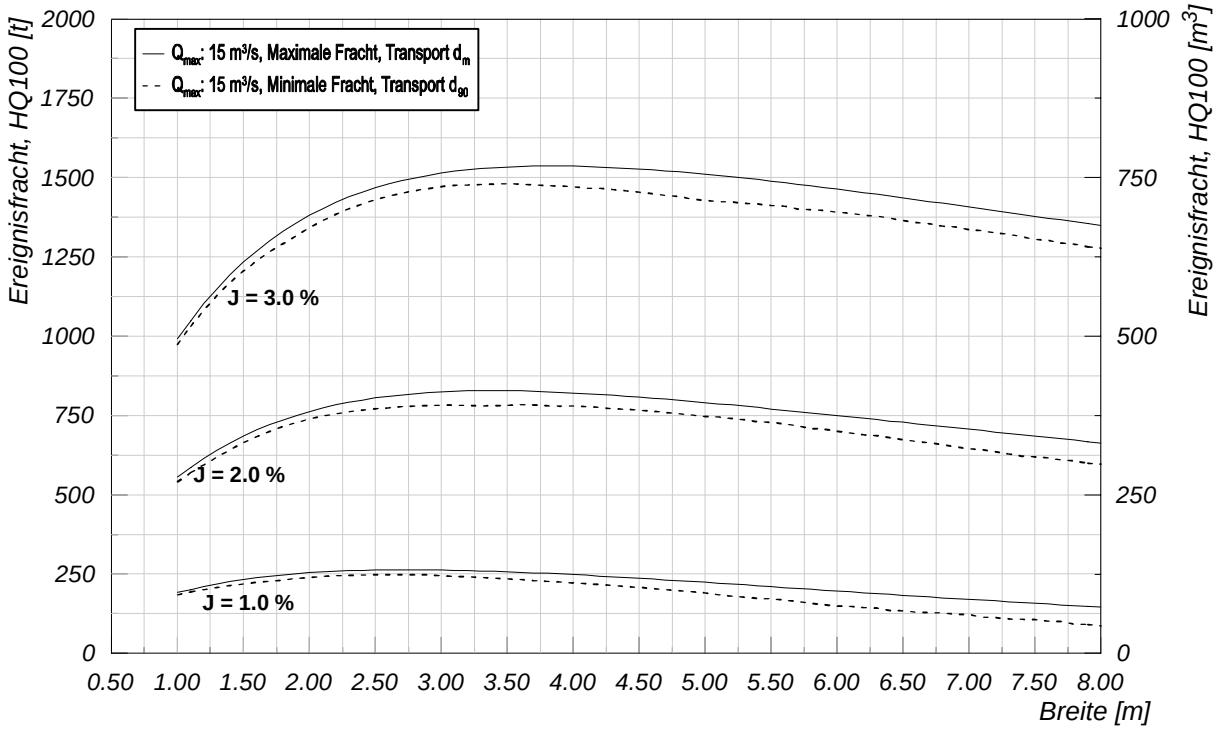
Anhänge

- Geschiebehaushalt:
  Transportkapazität HQ_{100} in Abhängigkeit von Sohlenbreite und Gefälle
- Hydraulisches Längenprofil
- Berechnung Sohlenstabilität, Nachweis am Einzelblock
- Freibordberechnung nach KOHS
- Bericht Brücken, Kapitel 1. und 2. exkl. Fotos
- Kostenvoranschlag Hochwasserschutzprojekt
- Kostenvoranschlag Brücken

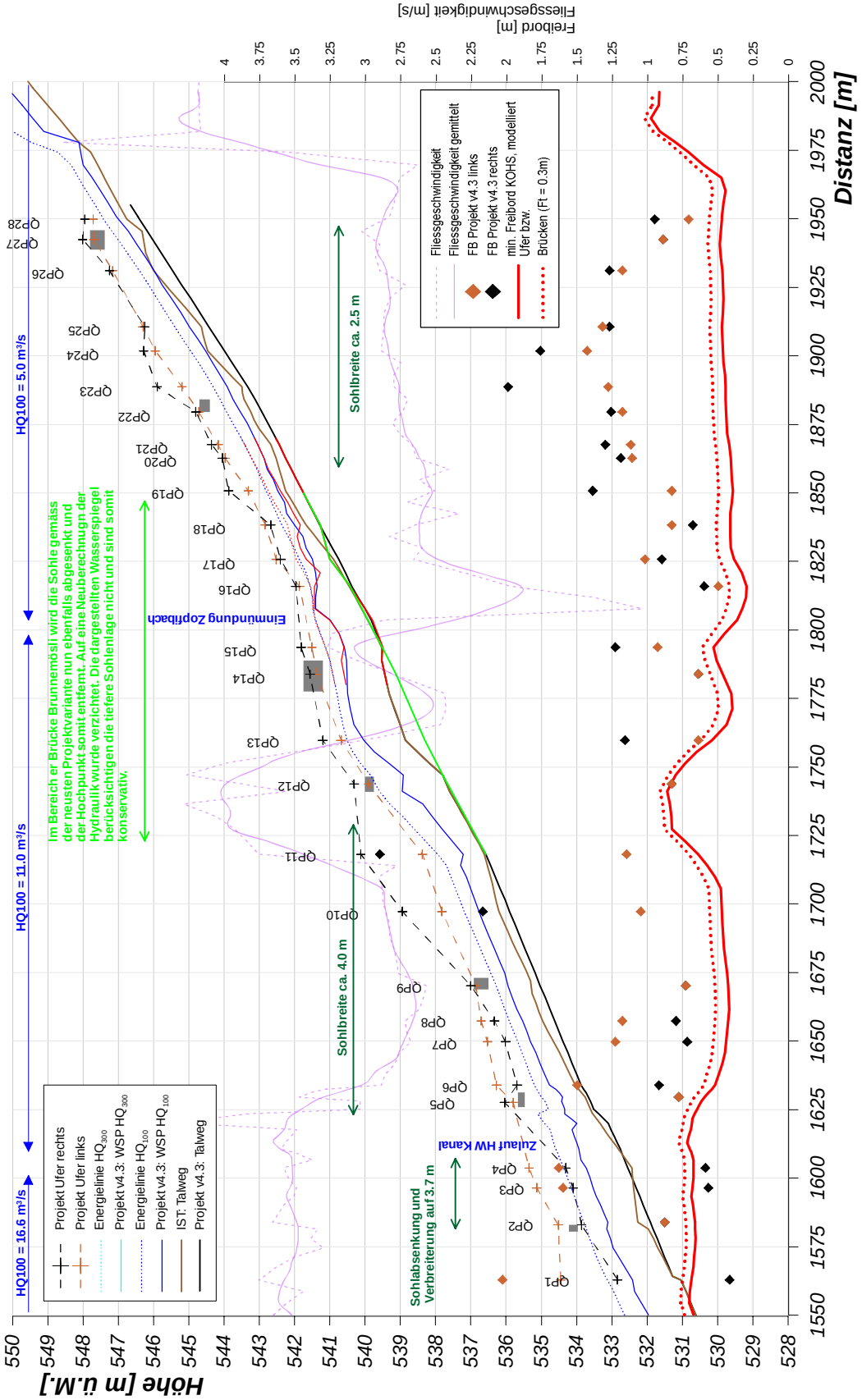
Resultate Geschiebetransport. Optimierung der Gerinnebreite






Ereignisfracht, HQ100 [t]
Ereignisfracht, HQ100 [m3]
Breite [m]
Qmax: 15 m3/s, Maximale Fracht, Transport dm
Qmax: 15 m3/s, Minimale Fracht, Transport d90
J = 3.0 %
J = 2.0 %
J = 1.0 %
0
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5.50
6.00
6.50
7.00
7.50
8.00

Hydraulisches Längenprofil



Berechnung Sohlenstabiltät, Nachweis Einzelblock:

1) Berechnung spez. Abfluss:

$$q = Q_{HQ_{100}} / b_{Sohle}$$

2) Berechnung Abflusstiefe bei Fourde = 1:

$$h_{crit} = \sqrt[3]{q^2 / 9.81}$$

3) Berechnung Schubspannungsgeschwindigkeit:

$$U_* = \sqrt{9.81 \cdot h_{crit} \cdot J}$$

4) Berechnung kritische Schubspannungsgeschwindigkeit:

$$U_{*,D} = \sqrt{\theta_{crit} \cdot 9.81 \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right) \cdot D}$$

5) Beurteilung nach Raudkivi und Ettema (1982), d_m massgebend für Auflandungszustand, d_{90} massgebend für Erosionszustand (Annahmen D = 1.0 m, d_m = 0.11 m, d_{90} = 0.15 m) Abkürzungen siehe auch Kapitel 6.2.3:

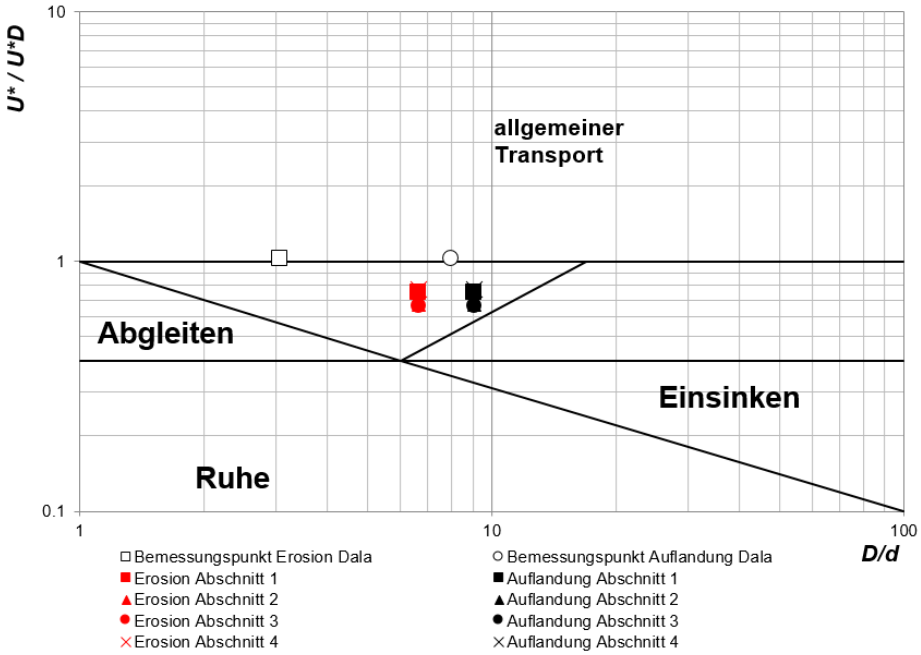


Abb. 1 Resultate Nachweis Stabilität Einzelblock für die vier Abschnitte am Krienbach und zur Einordung der Resultate die Werte aus der Dimensionierung der Sohlsicherung an der Dala.

Kriterien Filterschicht:

Nach Raudviki und Ettema 1982, angepasst mit Erfahrungswerten Blockrampe kleine Emme

$6.5 < D_{Block}/d_{90} < 7.4$
$9 < D_{Block}/d_m < 10$

Freibordberechnung nach KOHS:

Freibordberechnung nach KOHS

Positionspapier Freibord v2.2 - 30.04.2012

Krienbach Obernau

Beispiel QP10

F_e	**0.46 m**	für Dimensionierung Dämme nicht überströmbar
F_e	**0.55 m**	für Dimensionierung mit Brücke

σ_W	**0.23 m**	für Gefahrenkarte

F_w	**0.23 m**		
	σ_W	0.23	
	σ_{Wz}	0.20 m	
	σ_{Wh}	0.11 m	
	h	0.80 m	HQ100

F_v	**0.40 m**		
	v	2.80 m/s	HQ100

F_t **0.3 m**

Teilfreibord Ft nach KOHS:

abhängig vom Schwemmholzanfall und der Brückenuntersicht

	Brücke mit glatter Untersicht	Brücke mit rauer Untersicht
Schwemmholz mit geringen Abmessungen (nur Äste)	0.3 m	0.5 m
Einzeln angeschwemmte Baumstämme	0.5 m	1.0 m
Wurzelstöcke	1.0 m	1.0 m
Schwemmholz als Teppich angeschwemmt	1.0 m	1.0 m

Hunziker, Zarn & Partner
ma, 2015, angepasst ts, 2017

3101-0041-02
Korrektion Krienbach
Abschnitt Schulanlage Obernau bis Restaurant Obernau

Brückenquerungen

Zustandsbericht, rechtliche und weitere Grundlagen, Eigenschaften neues Projekt

Erstellt: 12. Mai 2015 / RE&PS
Ergänzt: 10.07.2019 / PS
Ergänzt: 29.08.2023 / PS

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzanalysen der Brücken und Beschrieb der notwendigen Massnahmen Seite 44-45
2. Allgemeine Punkte beim Ersatz der Brücken Seite 46
3. Absturzsicherungen Seite 46

1. Kurzanalyse der Brücken mit Kostenschätzung:

Brücke Nr. 1 (öffentliche Zubringerbrücke zum Schulhaus für Fussgänger, Fahrräder, und PWs)

Die Brücke wurde als homogene Stahlbetonbrücke errichtet und scheint nach einer ersten Kontrolle in einem guten Zustand zu sein. Es sind keine Beschädigungen, wie Abplatzungen, an der Brücke fest zu stellen. Die Brücke ist auf Blocksteinmauern gelagert und hat eine Spannweite von 2.00m und eine Höhe von 1.00m. Die heutige Fahrbahn ist mit Belag ausgeführt. Ein Ersatz der Brücke ist infolge dem zu geringen Freibord und somit infolge den hydraulischen Randbedingungen notwendig. Man kann die Nivelette des Schulhauszugangswegs um ca. 10 bis 20 cm anheben. Die Bachsohle wird auch etwas abgesenkt werden. Darum ist diese Brücke so oder so neu zu erstellen. Es ist eine Brückenparzelle ausgeschieden, aber keine Eintragungen im Grundbuch vorhanden. Die Brücke wird vor allem öffentlich als Zugang zu der Schulanlage Obernau verwendet. Die Brücke wird auf Strassenverkehrslast ausgelegt.

Die neue Brücke kostet Fr. 75‘000.00. Davon werden 39% oder Fr. 29‘000.00 zu Lasten Hochwasserschutzprojekt übernommen. Fr. 46‘000.00 muss die Stadt Kriens tragen.

Brücke Nr. 2 (Zubringerbrücke für Fussgänger, bis Zügelfahrzeuge/Feuerwehr)

Diese Brücke wurde im Verbundbau mit I-Stahlprofilen erstellt. Die Stahlträger (IPE140) sind auf der Brückenunterseite sowie am Brückenende klar ersichtlich und weisen eine gewisse Korrosion auf (Korrosionsgrad 1-2). Die Lagerung ist auf Blocksteinen (linken Seite) oder in Kombination mit Beton als Blocksteinstützmauer errichtet und ist teilweise ausgewaschen. Der Durchlass hat eine Spannweite von 2.00m und ist 1.00m hoch. Die heutige Fahrbahn ist mit Belag ausgeführt. Durch die Bachverbreiterung muss die Brücke neu erstellt werden. Die Sohle soll angepasst werden. Es ist eine Brückenparzelle ausgeschieden, aber keine Eintragungen im Grundbuch vorhanden. Die Brücke wird vor allem privat als Zugang zu den Liegenschaften Parzelle 2565 und Brunnenhöfli benutzt. Als Nutzlast wird die Kategorie G mit Fahrzeugen bis 16 t festgelegt.

Die Widerlager und der Aushub werden durch das Hochwasserschutzprojekt übernommen. Die dazugehörigen Arbeiten gehen zu Lasten des Hochwasserschutzprojektes. Die Brückenplatte inkl. Geländer ist durch den Nutzniesser zu bezahlen und werden auf Fr. 42‘000.00 veranschlagt. Davon übernimmt die Stadt Kriens einen Beitrag in Höhe von Fr. 6‘000.00 als Beitrag für das öffentliche Fuss- und Wegrecht.

Brücke Nr. 3 (Strassenquerung Brunnenhöfli, Brücke für Strassenverkehrslasten)

Die Brücke Nr. 3 wurde vor noch nicht allzu langer Zeit erstellt und befindet sich nach einer ersten Sichtung in einem sehr guten Zustand. Es konnten keine offensichtlichen Mängel festgestellt werden. Die Brücke ist beidseitig unbeweglich auf Betonfundamenten gelagert. Unter der Brücke hat es aber Ablagerungen gegeben, da das Längenprofil in diesem Bereich etwas weniger Gefälle aufweist und weil der Bach im Brückenbereich sehr breit ausgebildet ist.
Das Längsgefälle des Baches im Brückenbereich wird angepasst. Je nach Konstruktion auf der Brücke sind allenfalls Anpassungen an den bestehenden Fundamenten vorzunehmen.

Künftig ist mit wesentlich kleineren Auflagerungen zu rechnen. An der Brücke selbst sind keine Massnahmen vorzunehmen.

Brücke Nr. 4 (Neubrunnenhofweg, Zubringerbrücke für Strassenverkehrslasten)

Die Brücke 4 hat gem. Aussage des angrenzenden Grundeigentümer ein Alter von ca. 85 Jahren. Die Fundation wurde nicht aufgeschlossen. Der Übergang Wand zur Deckenplatte ist stellenweise mangelhaft. Ansonsten gibt es bei dieser Brücke keine direkt zu erkennenden Mängel. Die Breite des Durchlasses beträgt 2.30m und die Höhe 1.80m. Seitlich sind diverse Werkleitungen angehängt. An dieser Brücke sind, bis auf mögliche kleinere Sanierungsarbeiten, keine baulichen Massnahmen vorzunehmen. Es sind für verschiedene hinterliegende Parzellen Konzessionen für die Brücke eingetragen, mit Unterhaltsabrede.

Da die Brücke infolge des Hochwasserschutzprojektes nicht betroffen ist, wird diese belassen wie sie ist.

Brücke Nr. 5 (Fusswegbrücke mit Fahrwegrecht)

Unter der Brücke Nr. 5 verlaufen zwei Elektrizitäts-Rohre, welche durch ein spezielles, unterströmbares Installationsteil geschützt werden. Infolge der Bachverbreiterung ist ein Ersatz der Brücke notwendig. Die Brücke wird neu 2.0 m breit erstellt. Das Fahrwegrecht auf der Brücke für die Parzellen 1126, 2117, 2118, 2857 und 3357 wird eingeschränkt und gilt nur noch für Radfahrer. Die heutige Fahrbahn der Brücke ist mit Belag ausgeführt. Als Nutzlast wird die Kategorie F mit Fahrzeugen unter 3.5 t festgelegt. Die Elektrorohre werden entweder unter die Bachsohle abgetieft oder in die neue Brückenkonstruktion eingelegt.

Der Aufwand für die Widerlager und der Aushub werden durch das Hochwasserschutzprojekt übernommen. Der Rest im Betrag von Fr. 32‘000.00 wird durch die Stadt Kriens übernommen, welche allenfalls auch weitere Nutzniesser beteiligen kann.

Brücke Nr. 6 (öffentlicher Rad-Gehweg sowie Zubringerbrücke (PW‘s) für direkte Anwohner)

Die Brücke befindet sich in einem sehr schlechten Zustand. Die Brücke ist ohne Belag nur knapp 120mm dick und an der Unterseite ist stellenweise die ganze Querbewehrung, an gewissen Stellen sogar die Längsbewehrung, ersichtlich. Die Bewehrungsstäbe sind zudem stark korrodiert (Korrosionsgrad 4 = Querschnittsverminderung bis ca. 20%). Die Brücke ist auf den seitlichen zum Bach verlaufenden Stützmauern gelagert. Ein Teil der Brücke scheint mit einem Unterbeton versehen oder nachträglich verbreitert worden zu sein. Die heutige Fahrbahn der Brücke ist mit Belag ausgeführt.
Die Brücke ist nicht ausparzelliert. Somit sind auch keine Rechte oder Lasten eingetragen. Die Brücke wird infolge dem schlechten Zustand und der Anpassung der Sohlenhöhe des Baches neu erstellt. Mit der gewählten Brückenlänge wird eine möglichst optimale Ausbindung an die neue Fussgängerquerung der Hergiswaldstrasse und am bestehenden Rad-Gehweg erreicht. Die den Bach querende Kanalisationsleitung wird ebenfalls etwas bachaufwärts verschoben und in die neue Brückenplatte eingelegt. Die Durchflusshöhe zwischen Bachsohle und UK Brückenplatte/Kanalisationsrohre dürfte 1.40 m betragen was ein Freibord von gut 60 cm ergibt. Als Nutzlast wird die Strassenverkehrslast 1 umgesetzt. Da der Rad-Gehweg immer offen sein muss, ist ein Provisorium während der Bauzeit zu erstellen.

Das Hochwasserschutzprojekt übernimmt das talseitige Wildlager und den Aushub. Der Rest im Betrag von Fr. 83‘000.00 muss durch die Stadt Kriens übernommen werden, welche allenfalls die weiteren Nutzniesser beteiligen kann.

Brücke Nr. 7 (Fusswegbrücke)

Diese Brücke kürzt den Weg ab der Parzelle 755 zum Rad-Gehweg ab und wurde vor nicht allzu langer Zeit durch den privaten Grundeigentümer erstellt und die Aufwendungen bezahlt. In der Brücke ist eine Treppe integriert und darum kann diese nur durch Fussgänger benützt werden. Infolge der Bachverbreiterung ist ein Ersatz der Brücke notwendig. Die heutige Oberfläche der Brücke ist aus Beton und muss wieder gleich ausgeführt werden. Als Nutzlast wird für diese Fussgängerbrücke die Kategorie C3 für Menschenansammlung ($5kN/m^2$) berücksichtigt.
Der Ersatz dieser noch neuwertigen Brücke geht voll zu Lasten Hochwasserschutzprojekt (ca. Fr. 22‘000.00).

2. Allgemeine Punkte beim Ersatz der Brücken:

Die Oberfläche der bestehenden Brücken ist in der Regel mit einem Belag versehen. Infolge der Einhaltung der Freiborde und den vergrösserten Spannweiten ist eine gleiche Oberfläche ev. nicht mehr möglich, da dabei ein Höhenverlust von ca. 10 cm entsteht. In diesem Fall stellt die Betonoberfläche der Brückenplatte gerade die Fahrbahn dar.

Schlepp-Platten. Die Notwendigkeit von Schlepp-Platten wird im Detailprojekt anhand der Grundlage des Geologischen Berichtes erstellt. Wir gehen davon aus, dass bei den heutigen Konstruktionen keine Schlepp-Platten vorhanden sind. Im Rahmen der Detailplanung wird geprüft, ob die Problematik mittels Magerbetonkeils gelöst werden kann oder ob doch Schlepplatten notwendig sind.

Für provisorische Fussgängerbrücken (Auflage Feuerwehr) wird zu Lasten des Hochwasserschutzprojektes ein Gesamtbetrag von Fr. 25‘000.00 im Kostenvoranschlag berücksichtigt.

3. Absturzsicherungen:

Zwischen Strasse und Krienbach sowie auch bei den Zufahrten zur Hergiswaldstrasse, welche mittels Brücken über den Krienbach sichergestellt werden, sind Absturzsicherungen zu erstellen.
Die Absturzsicherungen basieren einerseits auf der bfu Fachbroschüre, Geländer und Brüstungen, aus dem Jahre 2016 und andererseits auf der VSS-Norm SN 640 568, passive Sicherheit im Strassenraum. Folgende Grundlagenannahmen wurden getroffen.

- Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) auf der Hergiswaldstrasse ist >1000.
- Der durchschnittliche tägliche Verkehr auf den Brücken ist <1000.
- Die Anzahl Fussgänger auf den angrenzenden Trottoirs ist unter 200 Personen pro Tag.
- Die Absturzhöhe beträgt in der Regel <2 m, max. Absturzhöhe ist 2.4 m.
- Wahl des Types der Absturzsicherungen so, dass die Sichtweiten für die Einmünder berücksichtigt sind.

Anforderungen an die Absturzsicherung:

- Mindestens 1.1 m hoch, bei überstehendem Sockel von 10 cm : 1.0 m hoch
- Horizontale Linienlast 1.6 kN/m[1]. Die Berücksichtigung der Aufhaltestufe N2 gemäss VSS-Norm SN 640 561 ist nicht notwendig, da bei den Brücken die Absturzhöhe <2 m ist oder da ein Trottoir zwischen Strasse und Bach liegt und der DTV gerade bei 4000 liegt.
- Maschendrahtweite max. 4 cm oder Zaun mit Längsdrähten auf dem untersten 75 cm (keine Staketengeländer)
- Offener Sichtbereich von 75 cm – 110 cm
- Handlauf oberhalb dem offenen Sichtbereich

Wälli AG Ingenieure

P. Senn

Peter Senn

Korrektion Krienbach
KOSTENVORANSCHLAG Hochwasserschutzprojekt Stand 29.08.2023

I. Baukosten (BKP2)

Pos		Titel	EHP (CHF/x)	Menge	EH (x)	EHP x Menge (CHF)	Pos (CHF)
111		Regiearbeiten 5% (Baukosten exkl. Diverses)		1	gl	63'000	63'000
113		Baustelleneinrichtung 7% (Baukosten exkl. Diverses)		1	gl	88'000	88‘000
211		Baugruben und Erdbau				379'400	379‘400
	300	Aushubarbeiten				78'200	
		Aushub maschinell	17.00	4'600	m3	78‘200	
	600	Dammbau und Stützkonstruktionen				66'000	
		Auffüllungen/Hinterfüllungen	66.00	1'000	m3	66'000	
	700	Transporte und Lagerung				235'200	
		Transport Deponie	20.00	4‘400	m3	88'000	
		Zwischenlager, Zwischentransport, Widereinbringen	10.00	200	m3	2'000	
		Gebühren	33.00	4‘400	m3	145'200	
213		Wasserbau				870‘000	870‘000
	100	Vorbereitungsarbeiten				73'000	
		Abbruch/Abtransport/Deponie Stahlbeton	100.00	150	m3	15'000	
		Rodung inkl. Abtransport/Deponie	8‘000.00	1	gl	8'000	
		Provisorien/Baupisten	25‘000.00	1	gl	25'000	
		Massnahmen für Bauphasen, Etappierungen etc.	25‘000.00	1	gl	25'000	
	200	Wasserhaltung				35'000	
		Massnahmen zur Einhaltung der Risikowassermenge	35‘000.00	1	gl	35'000	
	500	Hartverbauungen				762'000	
		Steinlieferung Blocksteine	70.00	2'700	t	189'000	
		Steinlieferung Quadersteine	200.00	250	t	50'000	
		Filterschicht liefern/erstellen	90.00	1'000	m3	90'000	
		Blocksatz erstellen	80.00	2'950	t	236'000	
		Schalungen	60.00	1'700	m2	102'000	
		Stahlbetonarbeiten	500.00	190	m3	95'000	
228		Zusammengefasste Leistungen im Strassen- und Leitungs-bau				77'000	77'000
	300	Abbruch und Demontagen				7'000	
		Abbruch Schopf + Gartenhaus	5‘000.00	1	gl	7'000	
	500	Kanalisation, Entwässerungen und Werkleitungen				40'000	
		Sickerleitungen Mauern, Schutz von Werkleitungen	40‘000.00	1	gl	40'000	
	800	Strassenbauarbeiten				30'000	
		Anpassungsarbeiten und Instandsetzung von Plätzen	30‘000.00	1	gl	30'000	
		Ansaat, Bepflanzungen und Erholungseinrichtungen					40'000
		Geländer/Zäune					40'000
		Unvorhergesehenes und Diverses (ca. 10%)					132'600
		Total Baukosten (gerundet)					1‘690‘000

II. Honorare und Baunebenkosten (BKP3)			
Diverses		Ingenieurhonorare Projektverfasser, Hydraulik + Ausführung, inkl. Oberbauleitung (2% vom Gesamtaufwand)	350'000
		Begleitplanungen (LBP, UVP, Umwelt, Geologie und Kleinaufträge)	30'000
		Geometerhonorar und Vermarkung	30'000
		Unvorhergesehenes und Diverses (ca. 10%)	40'000
		Total Honorare und Baunebenkosten	450'000
		Total I. und II.	2‘140‘000
		Mehrwertsteuer 8.1% gerundet	173‘340
		Gesamtkosten inkl. MwSt.	2‘313‘340
III. Landerwerb (BKP1)			
		Landerwerb und Entschädigungen (inkl. MwSt. und Grundbuchkosten)	86'660
		Total Gesamtkosten I. bis III.	2‘400‘000

		Kreditrisiko 0%	0
		Total Projektkosten Bauprojekt (gerundet)	2‘400‘000

Korrektion Krienbach
KOSTENVORANSCHLAG Brücken Stand 10.07.2019

I. Baukosten							
Pos		Titel	EHP (CHF/x)	Menge	EH (x)	EHP x Menge (CHF)	Pos (CHF)
111		Regiearbeiten 10% (Baukosten exkl. Diverses)		1	gl	7'000	7'000
113		Baustelleneinrichtung 10% (Baukosten exkl. Diverses)		1	gl	7'000	7'000
211							
	300	Aushubarbeiten				10‘300	10‘300
		Aushub maschinell	17	100	m3	1‘700	
	600	Dammbau und Stützkonstruktionen					
		Auffüllungen/Hinterfüllungen	66	50	m3	3‘300	
	700	Transporte und Lagerung					
		Transport Deponie	20	100	m3	2‘000	
		Gebühren	33	100	m3	3‘300	
213		Wasserbau				40‘500	40'500
	100	Vorbereitungsarbeiten				25'000	
		Provisorien	25‘000.00	1	gl	25'000	
	500	Hartverbauungen				15'500	
		Schalungen und Lehrgerüst	150.00	50	m2	7'500	
		Stahlbetonarbeiten	800.00	10	m3	8'000	
228		Zusammengefasste Leistungen im Strassen- und Leitungs-bau				13‘500	13‘500
	300	Abbrüche und Demontagen				6'000	
		Abbruch/Abtransport/Deponie best. Brücken	120.00	50	m3	6'000	
	800	Strassenbauarbeiten				7‘500	
		Strassen im Bereich der Brücken	150.00	50	m2	7‘500	
Diverses							
		Unvorhergesehenes und Diverses (ca. 10%)					8‘700
		Total Baukosten (gerundet)					87‘000
II. Honorare und Baunebenkosten							
		Ingenieurhonorar inkl. Oberbauleitung 2%					20'000
		Geometerhonorar und Vermarkung					2'000
		Unvorhergesehenes und Diverses (ca. 10%)					2'000
		Total Honorare und Baunebenkosten					24'000
		Total I. und II.					111‘000
		Mehrwertsteuer 8.1% gerundet					9‘000
		Gesamtkosten inkl. MwSt.					120‘000

		Kreditrisiko 0%	0
		Total Projektkosten Bauprojekt (gerundet)	120‘000