

Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern

Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsiten

Vorstudie



Zürich, den 24. Februar 2017

Auftraggeber

Kanton Solothurn
Amt für Umwelt, Abteilung Wasserbau
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn

Projektleiter:

Roger Dürrenmatt
032 627 27 67
roger.duerrenmatt@bd.so.ch

Projektverfasser / Projektteam



Holbeinstrasse 34
CH - 8008 Zürich

Subunternehmen:



Gotthardstrasse 30
CH - 6300 Zug

Projektleiter:

Johannes Abegg
Fabio Wyrsh (Stv.)
044 251 51 74
fabio.wyrsh@flussbau.ch

Sachbearbeiter:

Johannes Abegg (Flussbau AG)
Katja Briner (Flussbau AG)
Anja Montellese (Flussbau AG)
Sarah Simonett (Flussbau AG)
Simon Wicki (Flussbau AG)
Fabio Wyrsh (Flussbau AG)

Nicole Egloff (AquaPlus AG)
Fredy Elber (AquaPlus AG)

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Aufgabenstellung	1
1.2	Grundlagen	2
2	Ausgangssituation	4
2.1	Charakteristik des Einzugsgebietes	4
2.2	Gewässerzustand	5
2.3	Strategische Planung Revitalisierung Fließgewässer	8
2.4	Strategische Planung Sanierung Geschiebehalt	9
2.5	Historische Hochwasserereignisse	10
2.6	Hydrologische Verhältnisse	11
2.7	Abflusskapazität im bestehenden Gerinne	12
2.8	Beurteilung der bestehenden Schutzbauten	12
2.9	Bestehende Gefahrensituation	14
2.10	Benachbarte Planungen	15
3	Handlungsbedarf	17
3.1	Schutzziele und -defizite Hochwasser	17
3.2	Ökologische Defizite	19
3.3	Ökologische Entwicklungsziele	21
4	Schadenpotenzial und Risiko	22
4.1	Methodik	22
4.2	Erfassung Sachschäden	22
4.3	Erfassung Personenschäden	22
4.4	Schadenausmass	23
5	Massnahmenplanung	24
5.1	Projektperimeter	24
5.2	Festgelegte Dimensionierungsgrössen	25
5.2.1	Hochwasserabflussspitzen und Freibord	25
5.2.2	Hochwasserganglinie	25
5.2.3	Natürliche Sohlenbreite / Gewässerraum	27
5.3	Variantenstudium Hochwasserschutz Oberbuchsiten bis Olten	28
5.3.1	Variantenübersicht	28

5.3.2	Variante Retention: Erforderliches Rückhaltevolumen	29
5.3.3	Variante Retention: Layout	32
5.3.4	Variantenvergleich Durchleiten – Retention – Umleiten	35
5.4	Variantenstudium Oensingen bis Oberbuchsiten.....	37
5.4.1	Übersicht.....	37
5.4.2	Massnahmen Abschnitt 1	39
5.4.3	Massnahmen Abschnitt 2	40
5.4.4	Massnahmen Abschnitt 3	40
5.4.5	Massnahmen Abschnitt 4	41
5.4.6	Hochwassergefährdung nach Massnahmen	42
5.4.7	Kosten und Landbedarf	43
5.4.8	Variantenvergleich	44
5.4.9	Finanzierung und Entschädigung	45
5.5	Entlastungsbauwerk.....	46

ANHANG

Anhang 1	Fotodokumentation Schutzbauten
Anhang 2	Datengrundlage und –aufbereitung Schutzdefizitkarte
Anhang 3	Kostenschätzung
Anhang 4	Variantenbewertung
Anhang 5	Übersicht Überführungsbauwerke

PLÄNE

Grundlagen

Plan 1a	Zustandsplan Uferverbauungen und Bauwerke, Abschnitt Äussere Klus/Oensingen, Situation 1:2'500
Plan 1b	Zustandsplan Uferverbauungen und Bauwerke, Abschnitt Oensingen/Kestenholz, Situation 1:2'500
Plan 1c	Zustandsplan Uferverbauungen und Bauwerke, Abschnitt Oberbuchsiten/Niederbuchsiten, Situation 1:2'500
Plan 2	GrundeigentümerInnen und BewirtschafterInnen, Situation 1:10'000
Plan 3	Schutzdefizitkarte, Situation 1:10'000
Plan 4a	Grundlagenplan, Abschnitt 1 – Oensingen, Äussere Klus, Situation 1:2'000
Plan 4b	Grundlagenplan, Abschnitt 2 – Oensingen, Siedlungsgebiet, Situation 1:2'000
Plan 4c	Grundlagenplan, Abschnitt 3, Oensingen bis Oberbuchsiten, Situation 1:2'000
Plan 4d	Grundlagenplan, Abschnitt 4, Oberbuchsiten – Siedlungsgebiet, Situation 1:2'000

Varianten

Plan 5a_1	Variante 1, Abschnitt 1 – Oensingen, Äussere Klus, Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
Plan 5a_2	Variante 2, Abschnitt 1 – Oensingen, Äussere Klus, Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
Plan 5b_1	Variante 1, Abschnitt 2 – Oensingen, Siedlungsgebiet, Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
Plan 5b_2	Variante 2, Abschnitt 2 – Oensingen, Siedlungsgebiet, Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200

- Plan 5c_1 Variante 1, Abschnitt 3 Oensingen bis Oberbuchsiten,
Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
- Plan 5c_2 Variante 2, Abschnitt 3 Oensingen bis Oberbuchsiten,
Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
- Plan 5c_3 Abschnitt 3 Oensingen bis Oberbuchsiten, Hochwasserentlastung bis
Q=72m³/s, Situation 1:10'000
- Plan 5c_4 Abschnitt 3 Oensingen bis Oberbuchsiten, Hochwasserentlastung bis
Q=96m³/s, Situation 1:10'000
- Plan 5d_1 Variante 1, Abschnitt 4, Oberbuchsiten – Siedlungsgebiet,
Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200
- Plan 5d_2 Variante 2, Abschnitt 4, Oberbuchsiten – Siedlungsgebiet,
Situation 1:2'000, Querprofile 1:200, Längenprofil 1:10'000 / 200

Gefährdung nach Massnahmen

- Plan 6a Intensitätskarte HQ30 nach Massnahmen, Abschnitte 1 – 4
Situation 1:10'000
- Plan 6b Intensitätskarte HQ100 nach Massnahmen, Abschnitte 1 – 4
Situation 1:10'000
- Plan 6c Intensitätskarte HQ300 nach Massnahmen, Abschnitte 1 – 4
Situation 1:10'000
- Plan 7a Verbleibende Hochwasserschutzdefizite,
Abschnitt Oberbuchsiten bis Olten
Längenprofil 1:20'000/200
- Plan 7b Verbleibende Hochwasserschutzdefizite,
Abschnitt Oberbuchsiten bis Olten
Situation 1:20'000

Entlastungsbauwerk

- Plan 8a Entlastungsbauwerk
Situation 1:500
- Plan 8b Entlastungsbauwerk
Längenprofile 1:500/100
- Plan 8c Entlastungsbauwerk
Querprofile 1:100
- Plan 8d Entlastungsbauwerk: Gestaltungsvarianten
Querprofile 1:100

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die Dünnern entspringt westlich von Welschenrohr, entwässert im oberen Abschnitt (Thal ebene) die Jurafalten und fliesst nach der Einmündung des Augstbaches bei Balsthal durch die Klus in Richtung Oensingen. Nach dem Siedlungsgebiet von Oensingen verläuft sie durch die Gäuebene und mündet bei Olten in die Aare (Bild 1).

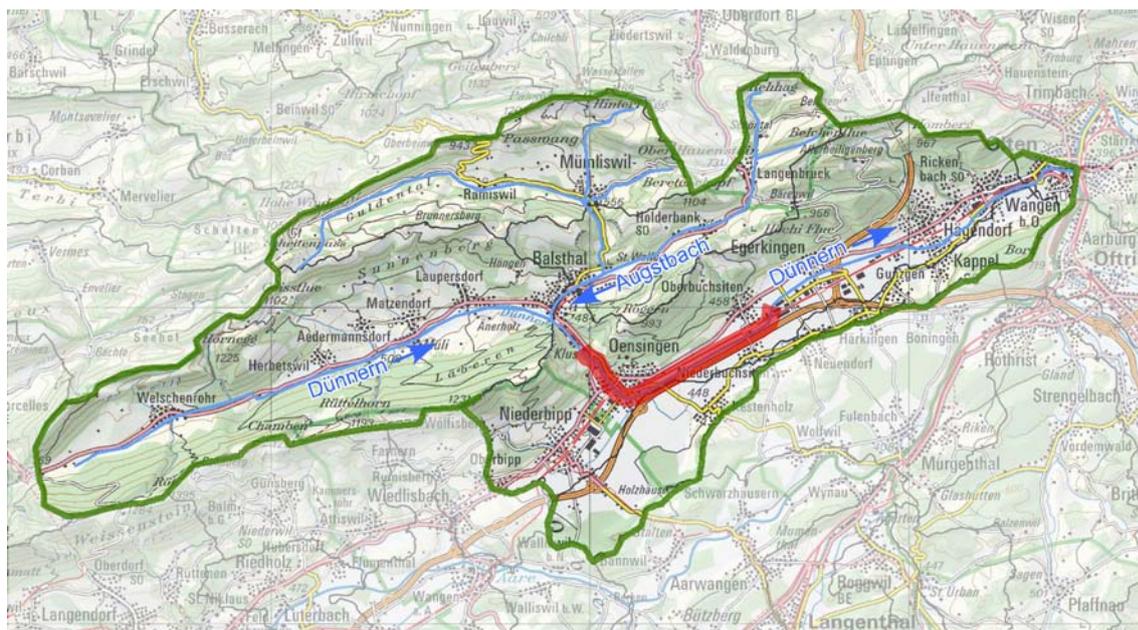


Bild 1 Einzugsgebiet Dünnern mit Projektabschnitt (breite rote Linie).

Die Gefahrenkarte [5] zeigt für die Dünnern im Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsiten Schwachstellen auf, welche bei Hochwasser zu grossflächigen Überflutungen der Gäuebene führen. Da das ausufernde Wasser nicht oder nur teilweise in die Dünnern zurückfliesst, sind die Siedlungsgebiete von Oensingen, Kestenholz, Niederbuchsiten, Neuendorf, Egerkingen und Härkingen betroffen.

Im Abschnitt zwischen Oensingen bis Oberbuchsiten ist die Dünnern durchgehend kanalisiert, hart verbaut und dementsprechend aus ökomorphologischer Sicht vorwiegend stark beeinträchtigt bis naturfremd/künstlich. Gemäss Strategischer Planung des Kantons soll der Abschnitt in den nächsten 20 Jahren revitalisiert werden [15].

Das bestehende Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept [3] soll im ca. 7.8km langen Projektabschnitt zwischen Oensingen und Oberbuchsiten zu einer Vorstudie vertieft werden. Dabei sind für den gesamten Abschnitt verschiedene Varianten für die Revitalisierung und für den Hochwasserschutz aufzuzeigen und zu bewerten. Als Kern der Hochwasserschutzmassnahmen ist die im Konzept angedachte Retentionsvariante zu prüfen, mit welcher der Hochwasserschutz auch für die Unterlieger bis Olten sichergestellt werden soll.

Die Flussbau AG wurde vom AfU mit der Erarbeitung der Vorstudie beauftragt. Die AquaPlus AG hat die Flussbau AG als Subunternehmen im Fachbereich Gewässerökologie unterstützt.

1.2 Grundlagen

Es wurden folgende Grundlagen berücksichtigt:

- [1] 6-Streifen-Ausbau Luterbach-Härkingen, Ausführungsprojekt (23.12.2016). Ingenieur-gemeinschaft IG 6S / Emch+Berger AG Bern. Im Auftrag des Bundesamts für Strassen ASTRA.
- [2] Dünnern, Gewässerökologischer Ist-Zustand (2011). AquaPlus AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn.
- [3] Dünnern, Hochwasserschutz und Revitalisierung, Konzept (2012). Flussbau AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn, Abteilung Wasser.
- [4] Dünnern, Konzept Hochwasserschutz, Ergänzende Abklärungen unter Berücksichtigung des Niederschlags-Abfluss-Modells und zur Hochwasserretention Oensingen-Olten (2015). Flussbau AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn, Abteilung Wasser.
- [5] Dünnern, Überarbeitung Gefahrenkarte Hochwasser, Kurzbericht Vorgehen (2015). Flussbau AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn, Abteilung Wasser.
- [6] Ermittlung von Hochwasser-Bemessungsganglinien in beobachteten und unbeobachteten Einzugsgebieten (1994). B. Sackl. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz.
- [7] Erstellen von Gefahrenkarten, Leitfaden und Datenmodell, Version 11.1 (2012). Kanton Solothurn, Amt für Umwelt.
- [8] Espace nécessaire aux grands cours d'eaux de Suisse (2013). Service conseil Zone alluviales. Sur mandat de l'Office fédéral de l'Environnement, Division Eaux et Division Prévention des dangers.
- [9] Geoportal des Kantons Solothurn (2016).
- [10] Hochwasserabfluss der Dünnern (1991). Rothpletz, Lienhard & Cie AG, Olten / Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich. Im Auftrag des Amts für Wasserwirtschaft Kanton Solothurn.
- [11] Inertstoffdeponie Dünnern, Kurzbericht IBCH (2014). AquaPlus AG. Im Auftrag der Sieber Cassina + Partner AG, Bern.
- [12] Massgebende Hochwasserabflüsse an der Dünnern und an verschiedenen Seitenbächen, Optimierung des Hochwasserrückhaltebeckens bei Oensingen (2015). Scherrer AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn, Abteilung Wasser.
- [13] Oberbuchsiten im Wandel der Zeiten. Die Dünnernkorrektur von 1933 bis 1943. www.oberbuchsiten.ch.
- [14] Ortsplanungsrevision Gemeinde Oensingen (Entwurf für 1. öffentliche Auflage, Stand 31. Oktober 2016). Metron Raumentwicklung AG.
- [15] Revitalisierung Fließgewässer – Strategische Planung, Schlussbericht (2014). Kanton Solothurn, Amt für Umwelt.

-
- [16] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen (Vorabdruck, Version 2.0, 01.03.2015). Bundesamt für Energie BFE.
 - [17] Schlüsselkurve zur Ermittlung der Uferbereichsbreite von Fliessgewässern (2001). Bundesamt für Wasser und Geologie BWG (heute: Bundesamt für Umwelt BAFU).
 - [18] Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt (2014). Geotest AG. Im Auftrag des Amtes für Umwelt Kanton Solothurn, Abteilung Wasser.
 - [19] Technische Hydromechanik 1, Grundlagen (2013). Gerhard Bollrich, Beuth Verlag.
 - [20] VEBO-Knoten, Knoten Dünnerstrasse, Variantenstudium (02.05.2016). BSB + Partner Ingenieure und Planer. Im Auftrag des Amtes für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn.

2 Ausgangssituation

2.1 Charakteristik des Einzugsgebietes

Die Dünnern entspringt westlich von Welschenrohr. Sie entwässert die Hangflanken der Weissenstein- und der Hauensteinkette mit ihren Malm- und Doggerformationen sowie die Talebenen mit Sedimenten der unteren Meeresmolasse und quartären Alluvionen [18]. Nach der Einmündung des Augstbaches fliesst die Dünnern bei Balsthal durch die Klus in Richtung Oensingen. Bis Oensingen entwässert sie ein Einzugsgebiet von 167km² [12]. Nach dem Siedlungsgebiet von Oensingen verläuft sie entlang dem Jurasüdfuss durch die Gäuebene und mündet bei Olten in die Aare. Das gesamte Einzugsgebiet der Dünnern bis Olten weist eine Grösse von 235km² auf.

Im ursprünglichen Zustand floss die Dünnern in gewundenem Lauf und in abschnittsweise weit auseinander liegenden Teilgerinnen durch die Gäuebene. Wie Bild 2 zeigt, bildeten sich zwischen Oensingen und Oberbuchsiten mehrere Teilgerinne, wovon die südlichen nicht Richtung Olten sondern Richtung Boningen führten und dort in die Aare mündeten.



Bild 2 Gewässerverlauf zwischen Oensingen und Oberbuchsiten um 1832 (Ausschnitt aus der Walkerkarte) [3].

Um 1940 wurde die Dünnern umfassend korrigiert und fast auf der ganzen Länge kanalisiert. Die Seitengerinne, die Wasser in die Aare ableiteten, wurden vom neuen Dünnernkanal abgekoppelt und so der Abfluss in der unterliegenden Kanalstrecke erhöht. Durch die erfolgte Querschnittvergrösserung und Abtiefung des Kanals in das anstehende Gelände wurde die Retentionswirkung, die sich durch die vormals häufigen Überschwemmungen in der Gäuebene ergab, aufgehoben (Bild 3).

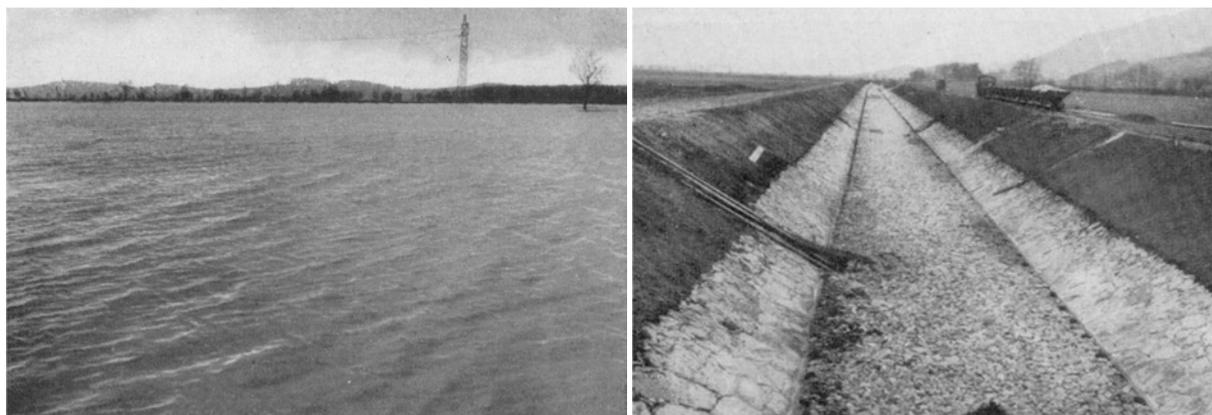


Bild 3 Links: ‚Bipper See‘, durch Hochwasser überflutetes Kulurland vor Dünnernkorrektur [13]. Rechts: Dünnernkorrektur, fertiggestellter Kanal, Blick von der Schälismühlebrücke gegen Oensingen [13].

Das grösste Geschiebeaufkommen im Einzugsgebiet weist der Augstbach auf, der bei Balsthal in die Dünnern mündet. Das Geschiebe aus dem Einzugsgebiet des Augstbachs wird in verschiedenen Sammlern zurückgehalten und dem Gewässersystem entzogen. Das in den Gewässern verbleibende Geschiebe wird in die Dünnern eingetragen und bis zum Sammler ausgangs Klus bei Oensingen transportiert. Flussabwärts des Sammlers ist die Dünnern weitgehend geschiebeles. Die linksufrig in die Dünnern mündenden Bäche zwischen Oensingen und Olten sind aufgrund der Gewässergrosse für das Geschiebeaufkommen von eher untergeordneter Bedeutung.

2.2 Gewässerzustand

Ökomorphologie

Die Dünnern ist im Projektperimeter beinahe durchgehend kanalisiert. Die Ufer sind hart verbaut (siehe Titelbild), die Sohle ist abgepflästert. Die Ökomorphologie weist entsprechend mehrheitlich stark beeinträchtigte oder naturfremde/künstliche Abschnitte auf (Bild 4). Die Ausnahme bildet ein wenig beeinträchtigter Abschnitt mit einer Länge von ca. 600m dünnernaufwärts der Äusseren Klus am oberen Perimeterende.

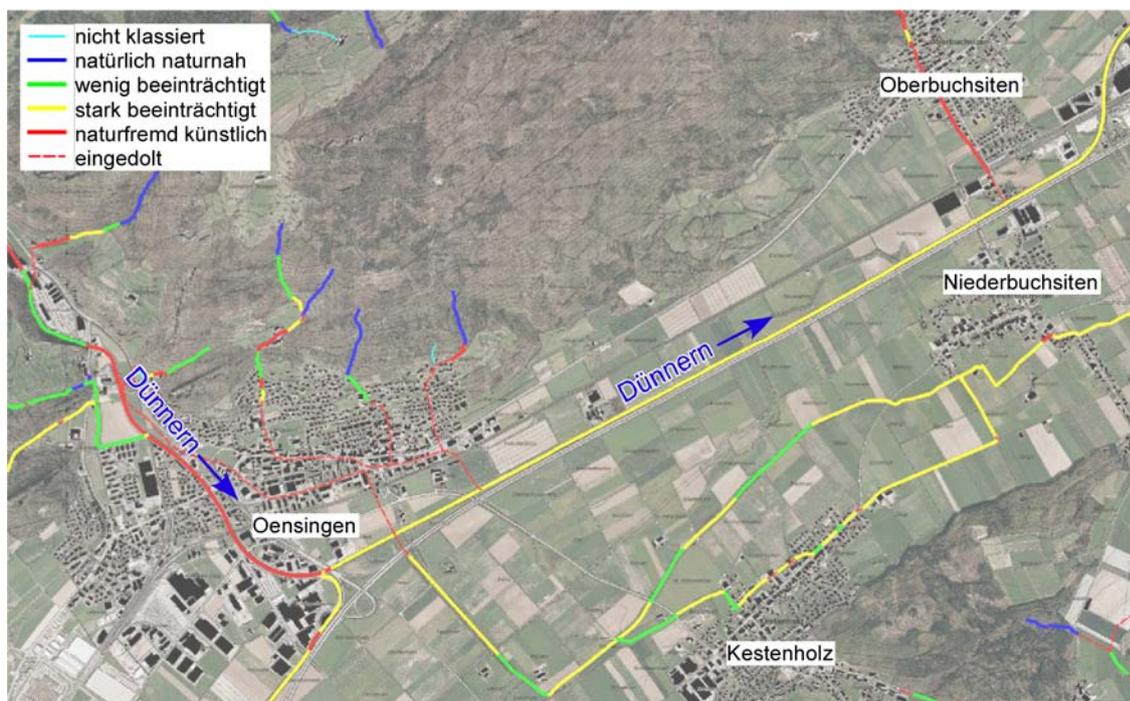


Bild 4 Klassierung Ökomorphologie der Fliessgewässer im Projektabschnitt [9].

Flora

Ufervegetation

Gewässergerechter Uferbewuchs bestehend aus Sträuchern, Wiesen und vereinzelt Bäumen ist im Projektperimeter fast überall vorhanden, erreicht jedoch selten die Wasserlinie. Überhängende Vegetation oder Totholz sind Mangelware. Die Uferbereiche sind – mit Ausnahme des Abschnitts oberhalb der äusseren Klus – mit jeweils 3–4m Breite auf jeder Seite ungenügend dimensioniert. Ebenso gibt es keinerlei Auenbereiche entlang der Dünnerm.

Wasserpflanzen

Die Flora der Gewässersohle setzt sich in der Dünnerm vor allem aus Krusten-, Haut- und Fädenalgen sowie vereinzelt Moosen zusammen, die aufgrund der Nährstoffeinträge aus den Abwasserreinigungsanlagen und der Siedlungsentwässerung sowie wegen teilweise fehlender Beschattung in hohen Dichten auftreten [2]. Das Fehlen von höheren Wasserpflanzen in der Dünnerm ist auf die beeinträchtigte Morphologie (kanalisiertes Gerinne, kolmatierte Sohle) und hohe Fliessgeschwindigkeiten zurückzuführen.

Fauna

Wasserwirbellose

In Oensingen befindet sich eine gewässerökologische Untersuchungsstelle, bei der 2013 die Wasserqualität beurteilt wurde [11]. Dabei wurde in Frage gestellt, ob die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 erfüllt werden. Dies aufgrund der festgestellten leichten bis mittleren Kolmation, welche die Durchlässigkeit vermindert und so den Lebensraum für Wirbellose auf der Gewässersohle verringert. Die Wasserwirbellosenfauna war zum Untersuchungszeitpunkt typisch für ein durch Landwirtschaft geprägtes Fliessgewässer. Es

dominierten Bachflohkrebse und Eintagsfliegen. Ebenfalls zahlreich waren Zuckmücken, Kriebelmücken, Käfer und Wenigborster. Von den Steinfliegen wurde nur ein Taxon festgestellt.

Eine weitere Untersuchung an 9 Stellen an der Dünnern zwischen Welschenrohr und Olten zeigte eine Abnahme der Taxazahl entlang des Gewässerlaufes [2]. Die Gesamtindividuen-dichten wurden als «mittel» bis «gross» bezeichnet; ausschliesslich nach dem Zufluss des Augstbachs wurden «sehr geringe» Individuendichten ermittelt. Die Dünnern gilt an den untersuchten Stellen als ein «Nährtierbiomasse armes Gewässer» (< 20g/m²).

Amphibien / Reptilien

Gemäss dem Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (CSCF) ist an der Dünnern im Bereich Oensingen das Vorkommen von auf der Roten Liste als verletzlich kategorisierten Amphibien wie Erdkröte, Fadenmolch und Feuersalamander (VU, 4) sowie der stark gefährdeten Geburtshelferkröte (EN, 3) bestätigt. Weiter liefert die Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH) im Projektgebiet den Nachweis für einige verletzliche Reptilien wie Schling- und Ringelnatter sowie die Zauneidechse (VU, 4).

Fische

Den Fischereistatistiken zufolge wurden in der Dünnern 2008 vom Fischereiverein Olten und Umgebung insgesamt 128 Fische gefangen. Dabei machten Bachforellen über 90% der Fänge aus. Vereinzelt konnten auch Flussbarsche, Barben, Alet sowie die nichteinheimischen Regenbogenforellen festgestellt werden.

Im Rahmen der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) des Bundesamts für Umwelt BAFU wurden 2015 bei der Abfischung oberhalb Olten in der Dünnern (SO 089) 123 Bachforellen auf 838m² (=147BF/ha) und eine mittlere Dichte an Groppen beobachtet. Die maximale Fischlänge betrug 39cm, die minimale 9.5cm, wobei die meisten zwischen 22cm und 28cm gross waren. Drei Jahre zuvor wurden an derselben Probenahme-stelle nur 26 Bachforellen (=30BF/ha) gefangen. Groppen waren damals gleichermassen vorhanden. Bachforellen werden in der Dünnern regelmässig mit Besatz gestützt. Dabei werden jeweils im Spätherbst rund 5'000 Sömmerlinge eingesetzt.

Lebensräume

Die Dünnern bietet im Projektabschnitt nur eingeschränkt Lebensraum für die aquatische Fauna. Grund dafür sind das strukturarme Gerinne mit Geschiebedefizit, der verbaute Böschungsfuss, die steilen, undurchlässigen Uferwände, die fehlende Wasserspiegelbreitenvariabilität und die teilweise glatte Sohle. Für die Fischfauna geeignetes Laichsubstrat kann lediglich im wenig beeinträchtigten Abschnitt oberhalb der äusseren Klus vorgefunden werden. Im Mittel- sowie Unterlauf verhindern die hohen Fliessgeschwindigkeiten zusätzlich eine erfolgreiche natürliche Fortpflanzung. Deshalb muss mit jährlich wiederkehrenden Besatzmassnahmen „nachgeholfen“ werden, um die Bachforellenpopulation zu stützen. Aufgrund der Schwellen bildeten sich tiefe Schwellenkolke aus, die Adultfischen möglicherweise als Deckungsstruktur dienen.

Auen oder Amphibienlaichgebiete sind in der näheren Umgebung keine vorhanden. Die Ravellenflue und der Chluser Roggen bei Oensingen, welche im Bundesinventar als Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN) eingetragen sind, grenzen nicht direkt an die

Dünnern. Hingegen queren zwei überregionale Wildtierkorridore bei Oensingen und mehrere regionale und nationale Verbindungsachsen zur Vernetzung der Wildtiere die Dünnern.

2.3 Strategische Planung Revitalisierung Fließgewässer

Revitalisierung

Gemäss Strategischer Planung Revitalisierung Fließgewässer des Kantons Solothurn [15] wird für weite Teile der Projektstrecke der Nutzen einer Revitalisierung im Verhältnis zum voraussichtlichen Aufwand als gross eingeschätzt (Bild 5). Vom 7.8km langen Projektabschnitt sollen 7km innerhalb der nächsten 20 Jahre revitalisiert werden. Als mögliche Massnahmen werden Aufwertung von Ufer und Sohle, Gerinneaufweitungen und Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit genannt.

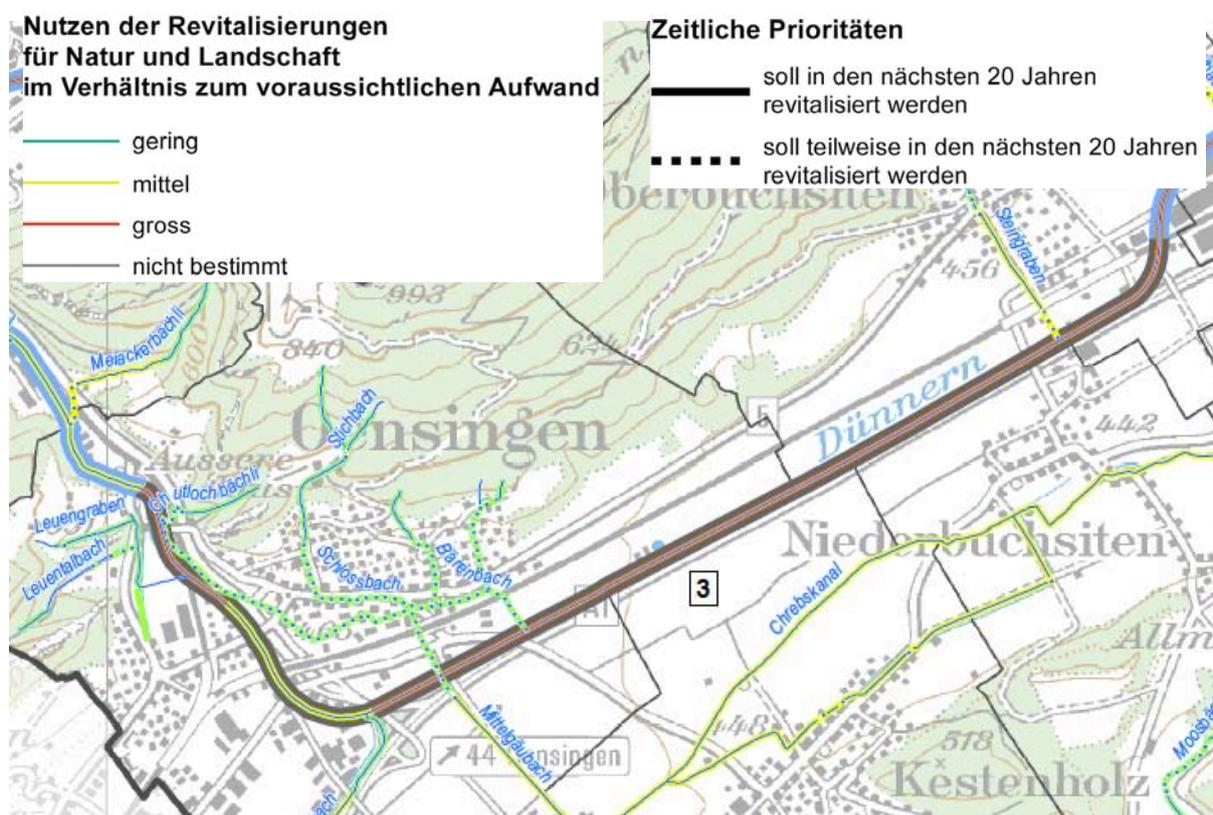


Bild 5 Auszug Revitalisierungsplanung [15].

Fischwanderung

Die Projektstrecke weist im Siedlungsgebiet von Oensingen und dünnernaufwärts davon zahlreiche künstliche Abstürze von mehr als 1m Höhe auf, bei welchen die Durchgängigkeit für Fische und andere aquatische oder semi-aquatische Organismen kaum gewährleistet ist (Bild 6). Bei den Abstürzen handelt es sich gemäss Strategischer Planung Revitalisierung Fließgewässer [15] um Hindernisse 1. Priorität, deren Sanierung von sehr grossem Nutzen ist (Bild 7). Die Wiederherstellung der Längsvernetzung ist insbesondere zur Erreichung der

qualitativ wertvolleren Lebensräume und potenziellen Fischlaichgründe im Oberlauf der Dünnern von Bedeutung.

Vielerorts befinden sich Rundholzschwelmen. Diese stellen mehrheitlich keine Wanderhindernisse dar und bieten wertvolle Unterstände in einer strukturarmen Umgebung. Eine Anbindung der Dünnern an die Aare ist nicht vorhanden und war auch natürlicherweise nicht gegeben.



Bild 6 Künstlicher Absturz in Abschnitt Siedlungsgebiet Oensingen.



Bild 7 Fischwanderungshindernisse im Projektabschnitt [15].

2.4 Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt

Im Projektabschnitt befindet sich dünnernaufwärts des Siedlungsgebiets von Oensingen ausgangs Klus ein Geschiebesammler (Bild 8). Gemäss Strategischer Planung Sanierung Geschiebehaushalt [18] wird der Geschiebetrieb in der Dünnern durch den Sammler komplett unterbunden. Die Anlage stellt eine wesentliche Beeinträchtigung für den Geschiebehaushalt dar und ist sanierungspflichtig (Bild 9).



Bild 8 Geschiebesammler ausgangs Klus bei Oensingen. Blick in Flussrichtung.



Bild 9 Auszug Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt [18].

2.5 Historische Hochwasserereignisse

1978 wurde die eidgenössische Abflussmessstation Olten, Hammermühle in Betrieb genommen. Die fünf höchsten seither gemessenen Abflusswerte (Messreihe 38 Jahre) liegen zwischen 80m³/s und 100m³/s (Tabelle 1). Im Vergleich dazu beträgt das 30-jährliche Hochwasserereignis (HQ30) in Olten 120m³/s [12].

Tabelle 1 Bei der Messstation Dünnern – Olten, Hammermühle seit 1978 gemessene Abflüsse >80m³/s.

Datum	Abfluss korrigiert [m ³ /s] [12]	Rang
20.03.1978	97.4	1
08.12.1981	93.0	3
12.05.1999	88.6	4
18.09.2006	81.1	5
09.08.2007	95.3	2

Die in Tabelle 1 aufgeführten Hochwasserereignisse werden zwar in den historischen Quellen erwähnt, massgebliche Überschwemmungen haben sie jedoch nicht verursacht [12].

Im Zeitraum zwischen Dünnernkorrektur und Inbetriebnahme der Messstation Olten, Hammermühle war in Wangen eine Messstation in Betrieb, bei welcher einmal täglich der Pegel abgelesen wurde. Am 21.09.1968 wurde dort ein Abfluss von 182m³/s abgeschätzt. Wie die Umrechnung der Wasserstände in Abflüsse erfolgte, ist nicht bekannt [10]. Es ist davon auszugehen, dass der Wert unsicher ist, da er die Abflusskapazität der Dünnern in Wangen klar übersteigt (Kapitel 2.7). Das Hochwasser von 1968 wird in historischen Quellen erwähnt. Es sind Ausuferungen zwischen Balsthal und Oensingen festgehalten [12].

Das wahrscheinlich grösste Hochwasser der vergangenen 300 Jahre ereignete sich am 22.06.1926. Die Abflussspitze in der Dünnern in Balsthal wird für dieses Ereignis auf ca. 135m³/s geschätzt [12].

2.6 Hydrologische Verhältnisse

Folgende Abflussmessstationen sind für den Projektperimeter relevant:

- Dünnern – Balsthal (kantonal, Inbetriebnahme 1996, EG = 139 km²)
- Dünnern – Olten, Hammermühle (BAFU, Inbetriebnahme 1978, EG = 196 km²)

Die Station Balsthal liegt unmittelbar unterhalb der Einmündung des Augstbaches und zeichnet somit den gesamten Zufluss aus dem Einzugsgebiet oberhalb Oensingen auf.

In Tabelle 2 sind die massgebenden Abflüsse der Dünnern im Projektabschnitt zusammengestellt.

Tabelle 2 *Massgebende Abflüsse der Dünnern im Projektabschnitt. $Q_{9/347}$: Abfluss, der an 9/347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird. HQx: Hochwasserereignis, welches statistisch betrachtet alle X Jahre 1 Mal auftritt.*

	Abfluss [m ³ /s]	Quelle / Bemerkungen
NW (Niedrigwasser Q_{347})	0.63	Station Balsthal, Periode 1995 – 2015
MW (Mittelwasser)	2.61	Station Balsthal, Periode 1995 – 2015
Q_9	10.51	Station Balsthal, Periode 1995 – 2015
HQ2	37	Statistischer Wert Station Olten, proportional zur Einzugsgebietsgrösse reduziert um Faktor 1.5.
HQ5	50	Statistischer Wert Station Olten, proportional zur Einzugsgebietsgrösse reduziert um Faktor 1.5.
HQ30	105	Kestenholzstrasse Oensingen [12]
HQ100	141	Kestenholzstrasse Oensingen [12]
HQ300	179	Kestenholzstrasse Oensingen [12]
EHQ	179	Gemäss Pflichtenheft war das EHQ zu $1.3 \times H_{100}$ anzunehmen. Da dieser Wert in etwa dem HQ300 entspricht, wurde das EHQ dem HQ300 gleichgesetzt.

2.7 Abflusskapazität im bestehenden Gerinne

Im heutigen Zustand zeigt das kanalisierte Gerinne eine einheitliche Querprofilform mit steilen, im oberen Bereich oft dicht bewachsenen Ufern und einer ebenen Sohle. Der Querschnitt weist Sohlenbreiten von 5 – 8m und einheitliche Uferböschungen (Neigung ca. 2:3, Trapezprofil) auf. Die Ufer der Trapezprofile sind im unteren Abschnitt mit einer Steinpflasterung verbaut, die auf horizontal liegende Rundhölzer abgestützt ist. Die Rundhölzer wurden in etwa auf Sohlenhöhe eingebaut und sind heute weitgehend sichtbar.

Die Abflusskapazität im bestehenden Gerinne beträgt ohne Berücksichtigung eines Freibords und ohne Berücksichtigung der Brücken 100 – 120m³/s. Im Bereich der ins Gerinne ragenden Brücken ist sie entsprechend kleiner.

2.8 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten

Der bauliche Zustand der Uferverbauungen und der Schwellen in der Dünnern im Abschnitt von Oensingen bis Oberbuchsiten wurde im Rahmen einer Feldbegehung kartiert. Die Begehung und Aufnahme der Fotos fand am 1. März 2016 bei Mittelwasserabfluss statt ($Q = 2.6\text{m}^3/\text{s}$). Die Resultate sind in den Plänen 1a, 1b und 1c dargestellt. Weiter findet sich im Anhang eine Fotodokumentation. Die Fotos wurden so ausgewählt, dass sie für die jeweiligen Abschnitte repräsentativ sind.

Der bauliche Zustand wurde gemäss Tabelle 3 beurteilt:

Tabelle 3 Definition des baulichen Zustands der Uferverbauungen und Schwellen anhand der Beschreibung der Mängel und der Stabilität bei Hochwasser.

<i>Baulicher Zustand</i>	<i>Beschreibung der Mängel</i>	<i>Stabilität bei Hochwasser</i>
Gut	Keine Mängel	gegeben
Mittel	Leicht beschädigt, kleinere Mängel	Gegeben, aber bei grosser Belastung weitere Schäden am Bauwerk zu erwarten
Schlecht	(Erheblich) beschädigt, viele Mängel	Bei grosser Belastung nicht mehr gegeben
Zerstört	Uferschutz ist kaum oder nicht mehr vorhanden	Nicht mehr gegeben

Bei *gutem Zustand* sind keine Mängel vorhanden. Bei *mittlerem Zustand* sind kleine Mängel vorhanden. Diese können kleine Spalten, Risse, unbedeutende Erosionen, kleine Löcher (v.a. bei Blockwurf und Blocksatz) oder sichtbare Abnützungen (v.a. bei Platten und Mauern) aufweisen. Bei einem mittleren Bauzustand ist das Ufer nicht unmittelbar erosionsgefährdet. Ein *schlechter Zustand* weist mehrere Mängel auf (stärkere Erosionen und Abnützungen) und der Uferschutz kann bei grosser Belastung seine Funktion nicht mehr erfüllen. Bei einem *zerstörten Zustand* ist der Uferschutz kaum mehr vorhanden.

Ist der Uferschutz an einzelnen Stellen (lokal) in einem mittleren, schlechten oder zerstörten Zustand, wurde dies auf den Plänen mit einem Stern markiert. Es sind dies Stellen mit einer Ausdehnung von <10m Länge. Bei einer Länge >10m wurde der Zustand in den Plänen als Linie dargestellt.

Die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen geben eine Zusammenfassung über den baulichen Zustand der bestehenden Uferverbauungen und der Schwellen. Bei den Ufern sind 44% in einem guten Zustand, 42% in einem mittleren Zustand, 13% in einem schlechten Zustand und 1% der Uferverbauungen ist zerstört. Sollen weitere Schäden vermieden werden, besteht bei 56% der Ufer Bedarf an Massnahmen (Anteil der Kategorien mit baulichem Zustand mittel, schlecht und zerstört).

Tabelle 4 Baulicher Zustand des linken und rechten Ufers.

Uferseite	Länge	Gesamt	Baulicher Zustand			
			Gut	Mittel	Schlecht	Zerstört
Linkes Ufer	km	7.936	3.603	3.621	0.637	0.075
	%	100	45%	46%	8%	1%
Rechtes Ufer	km	7.945	3.488	3.023	1.401	0.033
	%	100	44%	38%	18%	0%
Total	km	15.881	7.091	6.644	2.038	0.108
	%	100	44%	42%	13%	1%

Tabelle 5 Baulicher Zustand der Schwellen.

Anzahl	Gesamt	Baulicher Zustand			
		Gut	Mittel	Schlecht	Zerstört
-	83	64	13	3	0
%	100	77%	19%	4%	0%

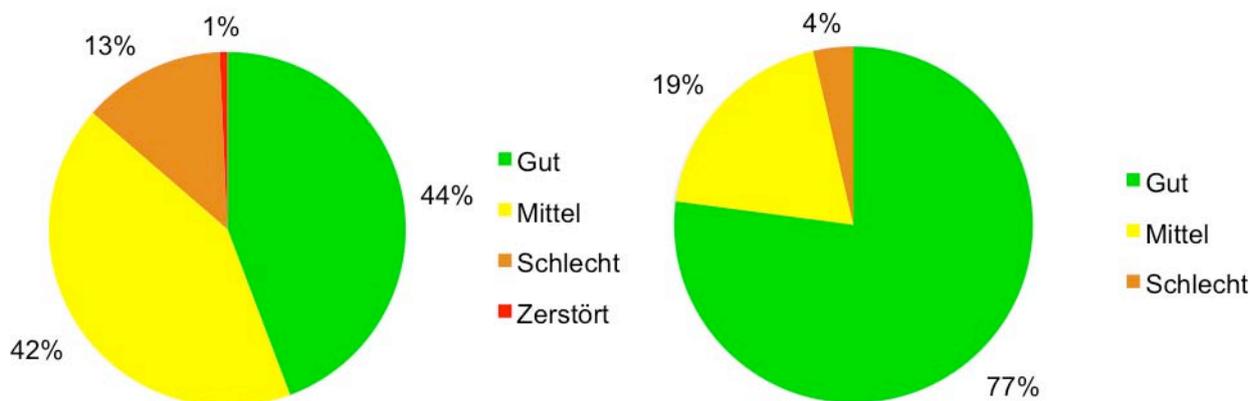


Bild 10 Links: Baulicher Zustand des Ufers. Rechts: Zustand der Schwellen.

2.9 Bestehende Gefahrensituation

Bild 11 zeigt die Gefahrenkarte Hochwasser im Projektabschnitt [5]. Im Siedlungsgebiet von Oensingen ist ab dem 100-jährlichen Ereignis (HQ100) mit grossflächigen Ausuferungen durch die Dünnern zu rechnen. Die überfluteten Flächen werden weitgehend der gelben Gefahrenstufe (geringe Gefährdung) zugeordnet. Lokal ergibt sich mittlere und hohe Gefährdung (blaue und rote Gefahrenstufe).

Die Gäuebene ist von Oensingen bis Egerkingen/Härkingen von grossflächigen Überflutungen betroffen (geringe und mittlere Gefährdung). Ursache ist insbesondere Dünnernwasser, welches in Oensingen im Bereich des Autobahnzubringers via Bipperbach aus dem Gerinne austritt. Dieses Wasser fliesst nicht oder nur teilweise in die Dünnern zurück.

Bei der Gefahrenkarte handelt es sich um eine ‚Nettobetrachtung‘. Dies bedeutet, dass dünnernabwärts der Mündung des Bipperbachs die Gefährdungssituation aufgezeigt wird, welche sich durch den nach dem Wasseraustritt an der beschriebenen Schwachstelle in der Dünnern verbleibenden Abfluss ergibt. Bei einer Behebung dieser Schwachstelle nimmt der Abfluss in der unterliegenden Dünnern zu und die Überschwemmungsflächen verändern sich im Vergleich zur aktuellen Gefahrenkarte. Gebiete werden neu oder stärker bzw. nicht mehr oder weniger stark von Überflutungen betroffen sein.

Die Erarbeitung der Gefahrenkarte erfolgte ohne Betrachtung des Freibords.

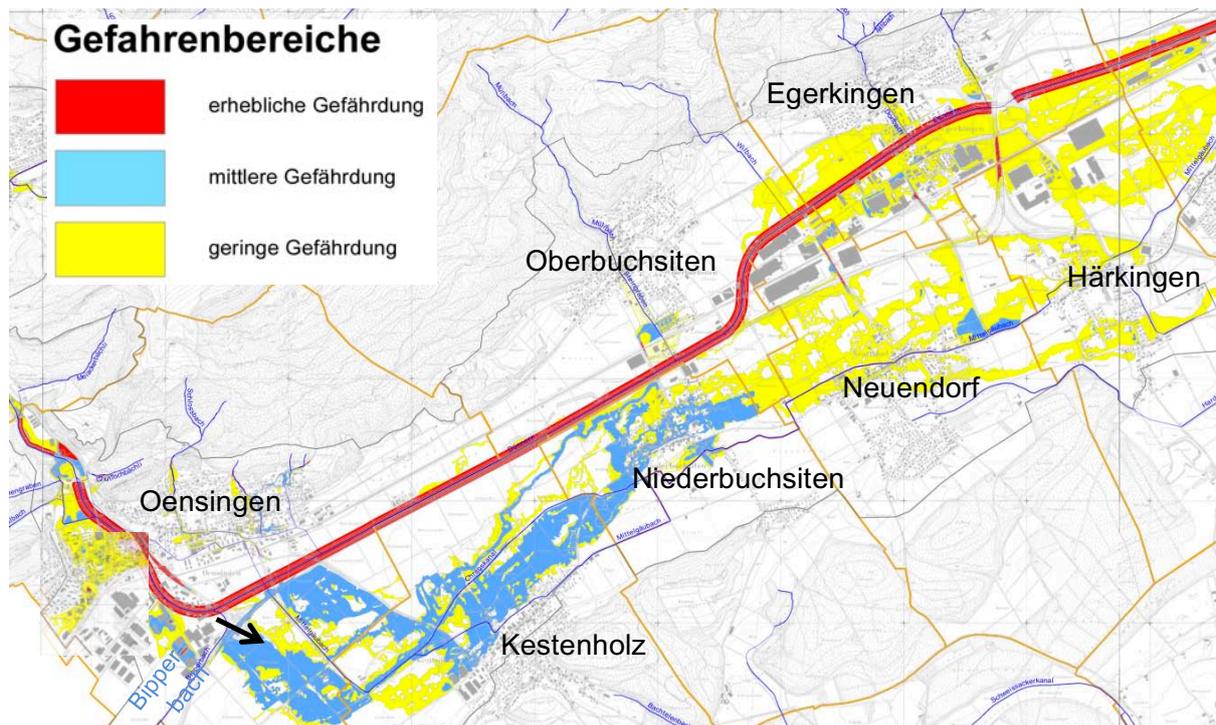


Bild 11 Auszug Gefahrenkarte Hochwasser Gäuebene [5]. Schwarzer Pfeil: Austritt von Dünnernwasser via Bipperbach.

2.10 Benachbarte Planungen

Der Projektabschnitt tangiert folgende benachbarten Planungen:

- *6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen.*

Das ASTRA plant den Ausbau der N01 zwischen Oensingen und Egerkingen von 4 auf 6 Spuren [1]. Die Fahrbahn der N01, welche zwischen Oensingen und Oberbuchsiten entlang der Dünnerne verläuft, wird gegen Süden erweitert. In Oensingen werden zwei Überführungen über die Dünnerne und die N01 ersetzt (Autobahnzubringer und Kantonsstrasse Oensingen-Kestenholz). Entlang des Bipperbachs ist eine ca. 800m lange Leitmauer vorgesehen, welche bei Hochwasser in der Dünnerne Überflutungen der Autobahn verhindern soll. Zwischen Oensingen und Oberbuchsiten soll eine Wildtierüberführung über die N01 erstellt werden. Im Zuge dieser Arbeiten ist vorgesehen, die Dünnerne auf einem ca. 350m langen Abschnitt zu revitalisieren. In Oberbuchsiten sollen zwei Überführungen über die Dünnerne und die N01 ersetzt werden (Kantonsstrasse Oberbuchsiten-Niederbuchsiten, Fussgängersteg Jura).

Der Projektperimeter des 6-Streifen-Ausbaus ist in den Grundlagenplänen und in den Variantenplänen als Umhüllende eingezeichnet.

- *VEBO-Knoten, Knoten Dünnernstrasse.*

Das Amt für Verkehr und Tiefbau des Kantons hat ein Variantenstudium ausarbeiten lassen, in welchem im Zuge des 6-Streifen-Ausbaus der NO1 der Anschluss Oensingen Süd angepasst werden soll [20]. Eine Variante sieht im Bereich der Dünnern den Ersatzneubau der Brücke Nordring-/Werkhofstrasse sowie den Neubau einer Brücke über die Dünnern 100m flussabwärts davon vor.

Der Projektperimeter des Variantenstudiums Knoten Dünnernstrasse ist in den Grundlagenplänen und in den Variantenplänen als Umhüllende eingezeichnet. Die dargestellten Dünnernüberführungen zeigen eine mögliche Variante. Der definitive Variantenentscheid ist bis dato (Feb. 2017) noch offen; Änderungen bleiben vorbehalten.

- *Ortsplanungsrevision Oensingen.*

Die Gemeinde Oensingen sieht eine Revision der Ortsplanung vor [14]. Darin wird der Gewässerraum der Dünnern als sogenannte Uferschutzzone 1 festgelegt. Ergänzend dazu wird in den Abschnitten zwischen dem Geschiebesammler Ausgangs Klus und dem Siedlungsgebiet von Oensingen sowie dünnernabwärts des Siedlungsgebiets von Oensingen eine Uferschutzzone 2 definiert. Diese Zone wird vorsorglich für den Flächenbedarf von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen ausgewiesen. Die Uferschutzzonen 1 und 2 sind in den Grundlagen- und Variantenplänen dargestellt.

Die Ortsplanung ist vom 18. November bis 19. Dezember 2016 öffentlich aufgelegt. Die Genehmigung durch den Regierungsrat ist im Verlauf von 2017 vorgesehen.

- *Landwirtschaftliche Planung.*

Ausgelöst durch den Landbedarf für den Autobahnausbau sowie die Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen an der Dünnern wurden durch das ASTRA und durch den Kanton Solothurn eine Landwirtschaftliche Planung (LP) gestartet. Die LP besteht aus zwei Teilen: Der „Stamm-LP“ fokussierend auf den 6-Spur-Ausbau sowie der LP Gäu, welche sich den Themen Wasserbau und Gewässerschutz (Nitratproblematik) widmet.

3 Handlungsbedarf

3.1 Schutzziele und -defizite Hochwasser

Die Hochwasserschutzziele wurden im Sinne eines differenzierten Hochwasserschutzes in Abhängigkeit der Art der zu schützenden Objekte sowie der Eintretenshäufigkeit und der Intensität des Ereignisses festgelegt.

Die von Hochwasser betroffenen Objekte wurden dazu in folgende Kategorien unterteilt:

- *Kategorie 1:* kein Schutzbedarf
- *Kategorie 2:* geringer bis mittlerer Schutzbedarf
- *Kategorie 3:* hoher Schutzbedarf

Jeder dieser Objektkategorien wurde pro Wiederkehrperiode eines der folgenden Schutzziele zugeordnet:

- *Schutzziel 0:* maximal zulässige Intensität = keine
- *Schutzziel 1:* maximal zulässige Intensität = schwach
- *Schutzziel 2:* maximal zulässige Intensität = mittel
- *Schutzziel 3:* maximal zulässige Intensität = stark

Die Definition der Objektkategorien und der Hochwasserschutzziele basiert auf dem kantonalen Leitfaden für die Erstellung von Gefahrenkarten [7] und wurde für das vorliegende Projekt modifiziert. Tabelle 6 zeigt die jeweiligen Zuordnungen in Form der Schutzzielmatrix.

Tabelle 6 Schutzzielmatrix Hochwasser.

Objektkategorien		Schutzziele		
Nr.		Wiederkehrperiode [Jahre]		
		0 – 30 häufig	30 – 100 selten	100 – 300 sehr selten
1	- Landwirtschaftlich extensiv genutztes Land - Naturlandschaften	3	3	3
2.1	- Flurwege, Wanderwege	2	3	3
2.2	- Unbewohnte Einzelgebäude (Remisen, Weidescheunen u.ä.) - Landwirtschaftlich intensiv genutztes Land: Fruchtfolgefläche - Verkehrswege von kommunaler Bedeutung (Erschliessungsstrassen, Hofzufahrten) - Freileitungen, Sendeanlagen	0	3	3
2.3	- Bewohnte Einzelgebäude, Einzelgebäude mit unbekannter Nutzung - Weiler - Ställe - Verkehrswege von nationaler und kantonaler Bedeutung	0	1	2
3.1	- Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen - Bahnhöfe	0	0	1
3.2	- Sonderobjekte mit besonderer Schadenanfälligkeit, von hohem materiellen oder immateriellen Wert, mit ausserordentlichen Menschenansammlungen oder mit Gefahr von Sekundärschäden	Festlegung fallweise		

Für die Ermittlung der Schutzdefizite wurden die einzelnen von Hochwasser betroffenen Objekte entsprechend ihrer Objektkategorie mit den Intensitätskarten HQ30, HQ100 und HQ300 überlagert. Wird bei einem Objekt die zulässige Intensität gemäss Schutzzielmatrix überschritten, liegt ein Schutzdefizit vor. In Anhang 2 sind die verwendeten Datengrundlagen und die Vorgehensweise bei deren Aufbereitung zusammengestellt.

Die Schutzdefizite sind in Plan 3 dargestellt. Die Siedlungsgebiete von Oensingen, Kestenholz, Niederbuchsiten, Neuendorf, Egerkingen und Härkingen weisen aufgrund der zu erwartenden Überflutungen zum Teil grossflächige Schutzdefizite auf (hoher Schutzbedarf). Weiter liegt bei den intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen (Fruchtfolgequalität) zwischen Oensingen, Kestenholz und Niederbuchsiten ein Schutzdefizit vor (geringer bis mittlerer Schutzbedarf).

Neben diesen flächigen Schutzdefiziten sind lokal bei bewohnten und unbewohnten Einzelgebäuden, Strassen sowie Freileitungen weitere Schutzdefizite auszumachen. Als Sonderobjekte wurden die ARA Falkenstein östlich von Oensingen sowie das unmittelbar nördlich

der ARA liegende Kraftwerksgebäude der Kompostierungsanlage ausgewiesen (Schutzziel 0 bei HQ300). Beim Kraftwerksgebäude liegt im Gegensatz zur ARA kein Schutzdefizit vor. Unmittelbar entlang der Dünnern werden die Schutzdefizite durch den Gefahrenprozess Ufererosion verursacht¹.

3.2 Ökologische Defizite

Allgemeine Beurteilung der Habitatqualität

Wasserqualität

Eine Untersuchung an der Dünnern zwischen Welschenrohr und Olten zeigte eine hauptsächlich durch Phosphor/Phosphat beeinträchtigte chemische Wasserqualität. Die Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV war daher fraglich. Fast überall wurde Eisensulfid vorgefunden, sowie im Unterlauf Abfälle aus der Siedlungsentwässerung. Der pflanzliche Bewuchs setzte sich aus Algen und vereinzelt Moosen zusammen. Neben Nährstoffeinträgen aus den Abwasserreinigungsanlagen bzw. der Siedlungsentwässerung ist die monotone Morphologie für die hohen Algendichten verantwortlich. Aufgrund der Untersuchungen von 2011 wird die Dünnern als ein aus gewässerökologischer Sicht belastetes Gewässer ausgewiesen [2].

Morphologie

Die Projektstrecke der Dünnern ist durch ihre Strukturarmut gezeichnet. Aufgrund der beidseitig verbauten Böschungen und dem einheitlichen Querprofil fehlen Wasserspiegelbreiten- und Wassertiefenvariabilitäten. Zudem wird die Ablagerung von feinkörnigen Substratfraktionen durch den Rückhalt im Geschiebesammler Klus verhindert, was zu untypischer Substratzusammensetzung und kolmatierter Sohle führt. Weiter hat die kanalartige Ausprägung des Gerinnes einen hohen Verlust der Habitatheterogenität zur Folge, wodurch monotone Habitate mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten dominieren. Auenbereiche, Flachwasserzonen oder Kiesbänke fehlen gänzlich.

Die Uferbereiche sind aufgrund der harten Verbauung gewässerfremd. Die Wasser-Land-Verzahnung fehlt.

Fischökologische Beurteilung der Habitatqualität

Bezüglich Fischhabitatausstattung weist die Dünnern einen unbefriedigenden Zustand auf. Fehlende Strukturen und mangelnde Deckungsmöglichkeiten sind massgebliche Gründe für die eingeschränkte Habitatverfügbarkeit der Zielfischart Bachforelle insbesondere in den unteren beiden Abschnitten (Bild 12, Teilstrecken Dünnern_2 und Dünnern_3). Aufgrund des fehlenden Laichsubstrats (Mesolithal) ist eine Naturverlaichung kaum möglich. Wegen des

¹ Die durch Ufererosion gefährdeten Flächen wurden im Rahmen der Gefahrenkartierung [5] gemäss Vorgabe des Auftraggebers überall dort gekennzeichnet, wo die Ufer nicht hart verbaut sind. Dabei gelten einzig Betonmauern als harte Verbauungen. Die Ufererosion erfasst beidseitig des Gerinnes diejenigen Flächen, welche innerhalb einer definierten Rückgriffweite liegen. Diese Rückgriffweite wurde unabhängig vom Vorhandensein einer Uferverbauung, vom Zustand einer allenfalls bestehenden Uferverbauung sowie von lokalen Gegebenheiten (Prallhang, Verzweigung, etc.) als konstant angenommen.

verbauten Flusslaufes herrschen hohe Fliessgeschwindigkeiten vor, bei welchen Larval- und Juvenilstadien vermutlich abgeschwemmt werden. Stillwasserzonen sind nur in sehr geringem Umfang vorhanden. Lediglich in den unterhalb der Schwellen ausgebildeten Kolken besteht geringfügig Lebensraumpotential für adulte Bachforellen. Die Längsvernetzung ist im Siedlungsgebiet von Oensingen und dünnernaufwärts davon aufgrund von unpassierbaren Aufstiegshindernissen nicht gewährleistet. Eine Fischwanderung ist daher zumindest für schwimmschwache Fische ausgeschlossen. In Tabelle 7 ist die gutachterliche Einschätzung des Lebensraumpotenzials für alle Altersstadien der Bachforelle dargestellt.

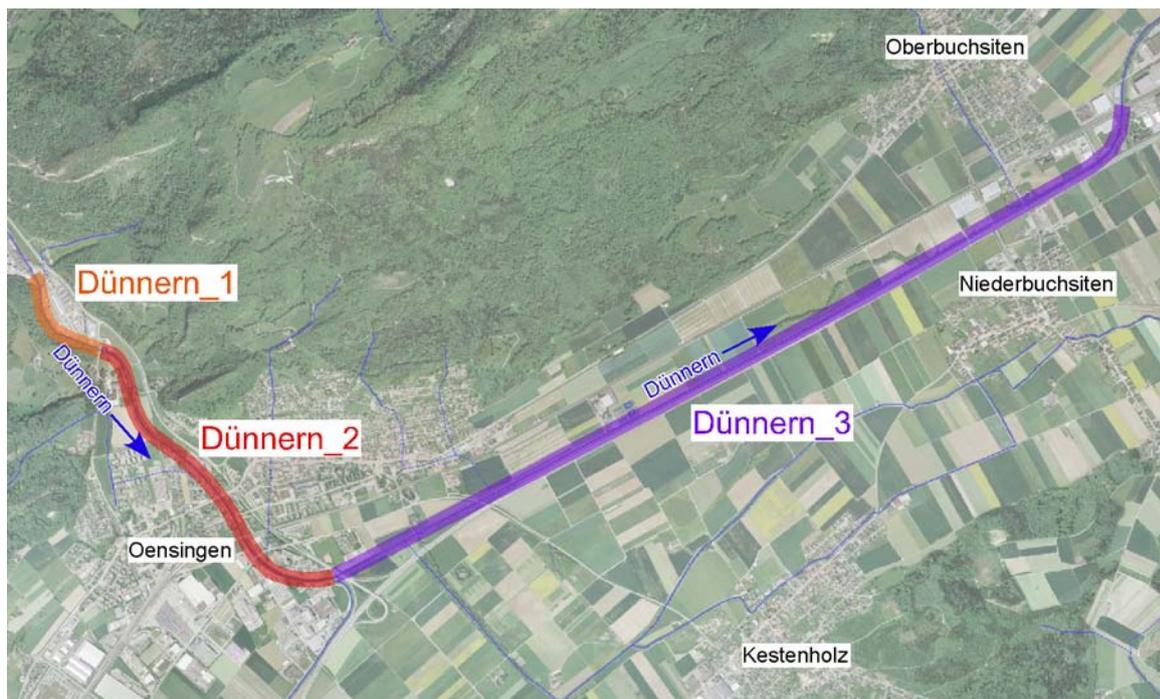


Bild 12 Situation mit Aufteilung der Dünnern in die für die Analyse der ökologischen Defizite untersuchten Teilstrecken Dünnern_1, Dünnern_2 und Dünnern_3.

Tabelle 7 Bewertung des Lebensraumpotenzials in der Dünnern für alle Altersstadien der Bachforelle. Teilstrecken Dünnern_1 bis Dünnern_3 gemäss Bild 12.

		Dünnern_1	Dünnern_2	Dünnern_3
Bachforellen	<i>Laichhabitat</i>	gering	kein	kein
	<i>Larval- & Juvenilhabitat</i>	gering	kein	kein
	<i>Adulthabitat</i>	gering	gering	gering

3.3 Ökologische Entwicklungsziele

Die nachfolgend aufgeführten ökologischen Entwicklungsziele basieren auf dem heutigen Zustand der Dünnern bzw. ihren ökologischen Defiziten. Mit dem Hochwasser- und Revitalisierungsprojekt werden folgende Ziele verfolgt:

- Aufwertung bestehender Ökosysteme und Schaffung neuer naturnaher Lebensräume entlang des Gewässers (Gewässertypische Vegetation, Kleinstrukturen, Förderung der Dynamik).
- Aufwertung bestehender und Schaffung neuer strukturreicher Lebensräume für alle Entwicklungsstadien der Zielfischart Bachforelle (Unterstände, grosse Tiefen- und Breitenvariabilität, ausreichende Bestockung) sowie für weitere Tierarten.
- Verbesserung der Vernetzung der natürlichen Lebensräume entlang des Gewässers (Elimination von Barrieren, Schaffung von Bermen unter Brücken, ausreichende Breite der bachbegleitenden, gewässertypischen Vegetation).
- Gewährleistung der Längsvernetzung für die vorkommenden Fische (Bachforelle, Groppe). Elimination von Wanderhindernissen, sohlgleiche Anbindung von Zuflüssen.
- Verbesserung des ökomorphologischen Zustandes des Gewässers (Beurteilung entsprechend der Stufe F des Moduls Ökomorphologie, Modulstufenkonzept BAFU; Parameter: Verbauungsgrad, Beschaffenheit Ufer bzw. Gewässerraum, Zustand Gewässersohle).
- Ermöglichen eines intakten Geschiebehaushalts. Möglichst naturnahe Geschiebedynamik durch Geschiebebewirtschaftungskonzept (Sanierung Geschiebesammler).

4 Schadenpotenzial und Risiko

4.1 Methodik

In den ergänzenden Untersuchungen zum Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept Dünnern [4] wurde eine Risikoanalyse mit der Software EconoMe-Light 1.0 des BAFU durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine erste Grobschätzung. Geprüft wurden der Istzustand die Massnahme Erstellen eines Rückhaltebeckens zwischen Oensingen und Oberbuchsiten inkl. Behebung der Schwachstelle beim Bipperbach (Kap. 2.9).

4.2 Erfassung Sachschäden

Die bei den Hochwasserszenarien² HQ30, HQ100 und HQ300 betroffenen Sachwerte wurden anhand von GIS-Daten erfasst und nach den durch EconoMe-Light vorgegebenen Objektkategorien (Gebäude, Strassenverkehr, etc.) gegliedert. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Sachwerte von Wohngebäuden werden in EconoMe-Light anhand der Wohneinheiten bestimmt. Die Wohngebäude wurden entsprechend den Zonenplänen in Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser unterteilt (bis Wohnzone 2: Einfamilienhaus; ab Wohnzone 3: Mehrfamilienhaus). Für die Mehrfamilienhäuser wurde ein Durchschnittswert von 6 Wohneinheiten pro Haus eingesetzt.
- Die Sachwerte von Industrie- und Gewerbegebäuden sowie öffentlichen Gebäuden werden in EconoMe-Light anhand der Gebäudevolumina bestimmt. Diese wurden mittels der Gebäudefläche (Daten der amtlichen Vermessung) und der Gebäudehöhe (mittlere Höhe aus der Differenz Digitales Oberflächenmodell DOM und Digitales Terrainmodell DTM) berechnet.
- Die Sachwerte von Strassen werden in EconoMe-Light anhand der Länge des betroffenen Abschnitts bestimmt. Es wurden Nationalstrassen und Kantonsstrassen erfasst.

Das zu erwartende Schadenausmass für die Sachwerte berechnet EconoMe-Light im Wesentlichen aus dem Objektwert und der Schadenempfindlichkeit des Objekts in Abhängigkeit der Intensität.

4.3 Erfassung Personenschäden

EconoMe-Light berechnet auch einen Personenschaden. Dabei werden vorgegebene Werte für die Anzahl durchschnittlich anwesender Personen in einem Objekt (Gebäude) berücksichtigt. Bei Strassen muss der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV aus kantonaler Strassenverkehrserhebung 2010) sowie die durchschnittliche Geschwindigkeit der Fahrzeuge erfasst werden. Daraus ergibt sich zusammen mit einem vorgegebenen Besetzungsgrad der Fahrzeuge die Anzahl potenziell betroffener Personen. Zur Monetarisierung wird pro verhindertes Todesopfer ein Wert von CHF 5 Mio. eingesetzt. Beim Schadenausmass für

² In EconoMe-Light als Gefahrenprozess ‚Überschwemmung statisch‘ erfasst.

Personen fließt die Letalität der Person im Objekt (bzw. Fahrzeug) in Abhängigkeit der Schädensempfindlichkeit des jeweiligen Objekts (bzw. Fahrzeugs) ein.

4.4 Schadenausmass

Tabelle 8 zeigt das Schadenausmass für den Istzustand. Das gesamte Schadenausmass beläuft sich auf CHF 9 Mio. beim HQ30, CHF 65 Mio. beim HQ100 und CHF 190 Mio. beim HQ300. Der Anteil des Schadenausmasses Personen beträgt weniger als 1%.

Tabelle 8 Schadenausmass im Istzustand für die Szenarien HQ30, HQ100 und HQ300 [4]. Berechnung mit EconoMe-Light.

	Schadenausmass Istzustand [CHF]
Szenario HQ30	9 Mio.
Szenario HQ100	65 Mio.
Szenario HQ300	190 Mio.

Das Schadenausmass verteilt sich wie folgt auf die verschiedenen Objektkategorien:

- Wohngebäude: 19%
- Gebäude Industrie und Gewerbe, öffentliche Gebäude: 80%
- Strassenverkehr + Landwirtschaftsflächen: 1%

Aus dem zu erwartenden Schadenausmass und der Eintretenshäufigkeit des jeweiligen Szenarios errechnet sich ein Risiko von CHF 1.3 Mio. pro Jahr.

Es ist davon auszugehen, dass das Schadenausmass durch die vorgenommene Grobschätzung unterschätzt wird. Grund dafür ist, dass die Berechnung des Schadenausmasses auf der mittels ‚Nettobetrachtung‘ hergeleiteten Gefahrenkarte (Kap. 2.9) basiert. Aufgrund der ‚Nettobetrachtung‘ wird die Reduktion der Risiken dünnernabwärts des Projektperimeters bis nach Olten nicht vollumfänglich berücksichtigt.

5 Massnahmenplanung

5.1 Projektperimeter

Für die Massnahmenplanung wurde der Projektperimeter in folgende 4 Abschnitte unterteilt (Bild 13):

- **Abschnitt 1: Oensingen, Äussere Klus**

Der Abschnitt umfasst die Strecke ausgangs Klus bis zum Beginn des Siedlungsgebiets von Oensingen. Im oberen Teil des Abschnitts verläuft die Dünner entlang der rechten, steilen und bewaldeten Talflanke. Links der Dünner befindet sich ein Industrie- und Gewerbegebiet. Im unteren Teil des Abschnitts grenzen Landwirtschafts- und Sondernutzungsflächen an die Dünner. In diesem Abschnitt befindet sich der Geschiebesammler.

- **Abschnitt 2: Oensingen, Siedlungsgebiet**

Der Abschnitt umfasst die Strecke im dicht überbauten Siedlungsgebiet von Oensingen.

- **Abschnitt 3: Oensingen bis Oberbuchsiten**

In diesem Abschnitt fliesst die Dünner durch die landwirtschaftlich genutzte Gäuebene zwischen Oensingen und Ober-/Niederbuchsiten. Südlich grenzt die Autobahn direkt an die Dünner.

- **Abschnitt 4: Siedlungsgebiet Oberbuchsiten**

In diesem Abschnitt fliesst die Dünner durch Industrie- und Gewerbegebiet in Oberbuchsiten. Die Flächen nördlich der Dünner sind eingezont, jedoch erst teilweise überbaut. Südlich grenzt die Autobahn an die Dünner.



Bild 13 Übersicht Projektperimeter mit Unterteilung in die Abschnitte 1 – 4.

Für die in der Aufgabenstellung der Vorstudie vorgesehene Prüfung der Retentionsvariante, welche den Hochwasserschutz auch für die Unterlieger bis Olten sicherstellen soll, wurde der Projektperimeter um den [Abschnitt Oberbuchsiten bis Olten](#) ergänzt.

5.2 Festgelegte Dimensionierungsgrössen

5.2.1 Hochwasserabflussspitzen und Freibord

Im Projektabschnitt sind folgende Abflussspitzen massgebend (Tabelle 2, Seite 12):

- *HQ30:* 105m³/s
- *HQ100:* 141m³/s
- *HQ300=EHQ:* 179m³/s

Die Auswirkungen der untersuchten Varianten auf die Hochwasserspiegel in der Dünern wurden anhand von Staukurvenberechnungen beurteilt. Dazu wurde die Gerinnegeometrie der untersuchten Varianten in das aus früheren Studien zur Verfügung stehende Berechnungsmodell eingebaut [3]. Die Hochwasserschutzmassnahmen wurden so ausgelegt, dass in der Dünern ein HQ100 zuzüglich Freibord abgeleitet werden kann. Das erforderliche Freibord wurde nach dem KOHS³-Ansatz berechnet. Unter der vereinfachten Annahme einer Unschärfe an der berechneten Wasserspiegellage aufgrund der Unschärfe der prognostizierten Sohlenlage von $\sigma_{wz}=0.5\text{m}$ ergibt sich eine mittlere Freibordhöhe zwischen 0.80m und 0.85cm. Wird ein maximales Teil-Freibord für Schwemmholz $f_t=1\text{m}$ berücksichtigt, erhöht sich das mittlere Freibord auf 1.3m. Unter der Annahme, dass an der Dünern höchstens mit einem kleinen bis mittleren Schwemmholzaufkommen zu rechnen ist, wurde das erforderliche Freibord für den Projektperimeter einheitlich wie folgt festgelegt:

- *Freibord in Abschnitten ohne Brücke:* 0.8m
- *Freibord bei Brücken:* 1.1m

5.2.2 Hochwasserganglinie

Für Vordimensionierung der Retentionsräume sind neben den Abflussspitzen auch die Abflussvolumina massgebend.

Für das Einzugsgebiet der Dünern wurden Niederschlags-Abfluss-Modellierungen (NAM) durchgeführt [12]. In Tabelle 9 sind die dazu verwendeten Niederschlagswerte für eine Wiederkehrperiode von 100 Jahren aufgelistet. Aus diesen Werten wurden die Niederschlagsvolumina für das Einzugsgebiet der Dünern bis zur Kestenholzstrasse in Oensingen berechnet (Einzugsgebiet 167km²).

³ Kommission Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands.

Tabelle 9 Für die Niederschlags-Abfluss-Modellierungen (NAM) verwendete Niederschlagswerte mit Wiederkehrperiode von 100 Jahren und die daraus berechneten Niederschlagsvolumina für das Einzugsgebiet der Dünnern bis zur Kestenholzstrasse in Oensingen. Blau: Szenario, welches gemäss NAM im Gäu die grösste Abflussspitze erzeugt. Grün: Werte aus [12] übernommen.

Szenario	Niederschlagsdauer	Max. Niederschlagsintensität	Niederschlagsmenge	Niederschlagsvolumen
	[h]	[mm/h]	[mm]	[m3]
Dreieckregen	0.5	170.4	56.8	9'485'600
Dreieckregen	1	115.8	66.2	11'055'400
Dreieckregen	2	72.3	77.1	12'875'700
Dreieckregen	4	43.5	89.8	14'996'600
Blockregen	12	9.5	114.4	19'104'800
Blockregen	24	5.6	133.3	22'261'100
Blockregen	48	3.3	157.2	26'252'400

Gemäss NAM erzeugen Blockregen von 12 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen (gilt für 100-jährliches Ereignis). Für die Ermittlung des Abflussvolumens bei diesem Szenario wurde aus den Angaben im NAM zu Flächen im Einzugsgebiet mit ähnlicher Abflussbereitschaft (Abb. 6.4 in [12]) und aus den Abflussreaktionskurven (Abb. 6.5 und 6.6 in [12]) der mittlere Volumenabflusskoeffizient für die massgebende Niederschlagsmenge abgeleitet. Es ergibt sich ein mittlerer Volumenabflusskoeffizient von 0.23 (vereinfachend über das gesamte Einzugsgebiet bestimmt) und somit für einen Dauerregen von 12 Stunden ein Abflussvolumen von 4.3 Mio. m³.

Aus der Hochwasserspitze von 141m³/s und dem Abflussvolumen von 4.3 Mio. m³ wurde nach der Methode von Sackl [6] eine Hochwasserganglinie für das HQ100 generiert. Bild 14 zeigt die generierte Ganglinie (HQ100gen) im Vergleich zu bei den Hochwasserereignissen 1978, 2006 und 2007 in Olten gemessenen Abflussganglinien (Qgem) sowie im Vergleich zu den aus diesen Messwerten abgeleiteten Ganglinien (HQ100) mit einer Abflussspitze von 141m³/s⁴. Der Vergleich zeigt, dass bei den aus den Hochwasserereignissen von 2006 und 2007 hergeleiteten Ganglinien die Abflussvolumina (Flächen unter den Kurven) grösser sind als bei der aus dem NAM generierten Ganglinie. Würden die aus den Hochwasserereignissen von 2006 und 2007 hergeleiteten Ganglinien für die Vordimensionierung des Retentionsvolumens verwendet, hätte dies eine Überschätzung des Abflussvolumens und somit eine Überdimensionierung zur Folge. Die aus dem Hochwasserereignis 1978 abgeleitete Ganglinie weist ein ähnliches Abflussvolumen wie die aus dem NAM generierte Ganglinie auf.

Die Dimensionierung der Hochwasserschutzmassnahmen wurde auf Basis der nach der Methode von Sackl [6] generierten Ganglinie vorgenommen (HQ100gen, Bild 14).

⁴ HQ100(t) = Qgem(t) · (141m³/s ÷ Qgem,max)

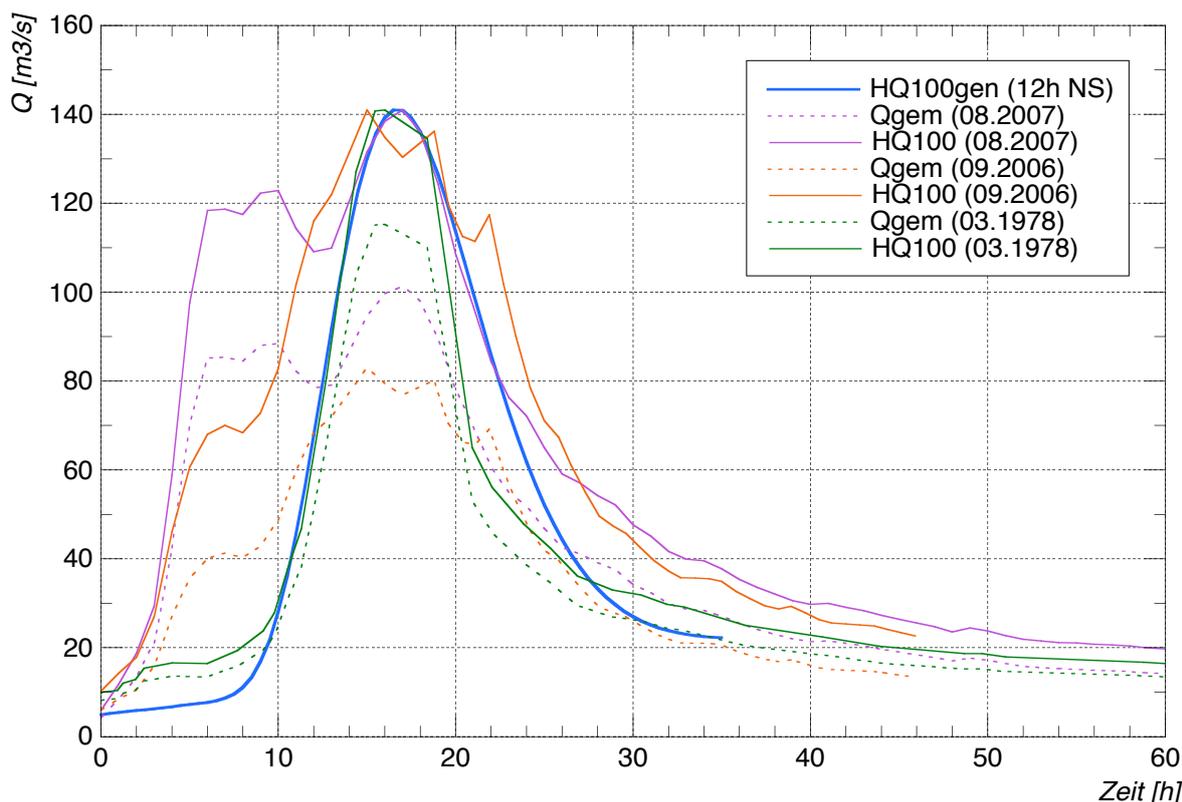


Bild 14 Verschiedene Hochwasserganglinien im Vergleich. HQ100gen: Generierte Ganglinie nach Sackl [6] für einen Dauerregen von 12 Stunden mit $HQ_{100}=141\text{m}^3/\text{s}$. Qgem: Beim Pegel in Olten 1978, 2006 und 2007 gemessene Hochwasserganglinien. HQ100: Aus den beim Pegel in Olten gemessenen Abflusswerten abgeleitete Ganglinien mit $HQ_{100}=141\text{m}^3/\text{s}$.

5.2.3 Natürliche Sohlenbreite / Gewässerraum

Für die Bestimmung der natürlichen Sohlenbreite der Dünnern, wie sie vor den Korrekturen vorherrschte, wurden mehrere Methoden angewendet und die Resultate verglichen.

Historische Karten

Historische Karten des natürlichen Zustands der Dünnern bestehen aus dem Jahr 1890. Der kartierte Lauf kann als Grundlage für die natürliche Morphologie im Projektperimeter verwendet werden. Die Sohlenbreite beträgt rund 10 bis 13m. Die Dünnern ist in einem sehr kleinen Massstab gezeichnet und daher wohl nur annähernd genau abgebildet.

Ansätze nach Yalin und Parker

Die Ansätze nach Yalin und Parker schätzen die natürliche Sohlenbreite in Abhängigkeit des bettbildenden Abflusses (entspricht ca. HQ_2 bis HQ_5) und der Korngrössen des Sohlenmaterials (d_m und d_{90}) ab. Für die Berechnungen wurden die statistischen Abflüsse HQ_2 und HQ_5 aus Tabelle 2 verwendet. Für d_m wurde ein Wert von 4.0cm und für d_{90} ein Wert von 7.0cm eingesetzt. Für das Längsgefälle wurden im Abschnitt von Balsthal bis Oensingen 0.8%, im Abschnitt von Oensingen bis zur Mündung Steingraben 0.3% und im anschließenden Abschnitt bis zum Perimeterende 0.2% eingesetzt, was dem natürlichen Gefälle ohne Abstürze unter Berücksichtigung einer Verlängerung des Laufs durch Mäander entspricht. Zur Abschätzung der Sensitivität wurden die Werte in den Berechnungen variiert.

Es resultieren Sohlenbreiten von 10 bis 30m, wobei zwischen den Abschnitten keine markanten Unterschiede auftreten.

Faustformel BAFU [17]

Die Faustformel BAFU schätzt die natürliche Sohlenbreite anhand der heutigen Sohlenbreite mit einem von der Breitenvariabilität abhängigen Korrekturfaktor ab. Für den Korrekturfaktor wurde aufgrund der fehlenden Breitenvariabilität der Dünnern der Wert 2.0 eingesetzt. Es resultiert eine Sohlenbreite von 12 - 14m.

Tabelle 10 zeigt die anhand der verschiedenen Methoden hergeleiteten natürlichen Sohlenbreiten der Dünnern im Überblick. Für die Projektierung der Varianten wird von einer natürlichen Sohlenbreite von 15 - 30m ausgegangen.

Tabelle 10 Sohlenbreiten der Dünnern im natürlichen Zustand, ermittelt anhand unterschiedlicher Methoden.

<i>Bestimmungsmethode</i>	<i>Natürliche Sohlenbreite [m]</i>
Historische Karten	10 - 13
Berechnung nach Yalin	10 - 20
Berechnung nach Parker	16 - 28
Faustformel BAFU	12 - 14
für Projektierung gewählter Wert	15 - 30

Im Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept [3] wurde basierend auf der Faustformel BAFU für den Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsiten ein Gewässerraum von 37 – 42m ausgeschieden. Diese Werte korrespondieren ausserhalb des dicht besiedelten Gebiets mit dem in der Ortsplanungsrevision Oensingen [14] vorgeschlagenen Gewässerraum.

5.3 Variantenstudium Hochwasserschutz Oberbuchsiten bis Olten

5.3.1 Variantenübersicht

Im Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept [3] wurde aufgezeigt, dass die Abflusskapazität der Dünnern zwischen Oensingen und Olten über weite Strecken nicht ausreichend ist, um das HQ100 abzuleiten. Es wurde daher als mögliche Massnahme angedacht, bei Hochwasserereignissen einen Teil des Wassers zwischen Oensingen und Niederbuchsiten in mit Dämmen umfasste Retentionsräume zu leiten. Dadurch lässt sich die Abflussspitze bis Olten dämpfen. Im Rahmen der vorliegenden Vorstudie soll nun die Retention als Hochwasserschutzmassnahme überprüft werden.

Der Hochwasserschutz zwischen Oensingen und Olten lässt sich grundsätzlich durch eine der folgenden drei Varianten oder Kombinationen davon sicherstellen (Bild 15):

- **Variante Durchleiten**
Das Gerinne der Dünnern wird zwischen Oensingen und Olten in allen Abschnitten, in denen die Abflusskapazität ungenügend ist, ausgebaut. Grundsätzlich möglich sind Gerinneverbreiterungen, Ufererhöhungen, Sohlenabsenkungen und Kombinationen dieser Massnahmen.
- **Variante Retention**
Bei Hochwasserereignissen wird ein Teil des Wassers in einem Rückhaltebecken zwischengespeichert und so die Abflussspitze dünnernabwärts soweit gedämpft, dass dort kein Gerinneausbau mehr erforderlich ist.
- **Variante Umleiten**
Bei Hochwasserereignissen wird ein Teil des Wassers in den Vorfluter eines benachbarten Teileinzugsgebiets umgeleitet und so die Abflussspitze dünnernabwärts soweit gedämpft, dass dort kein Gerinneausbau mehr erforderlich ist.

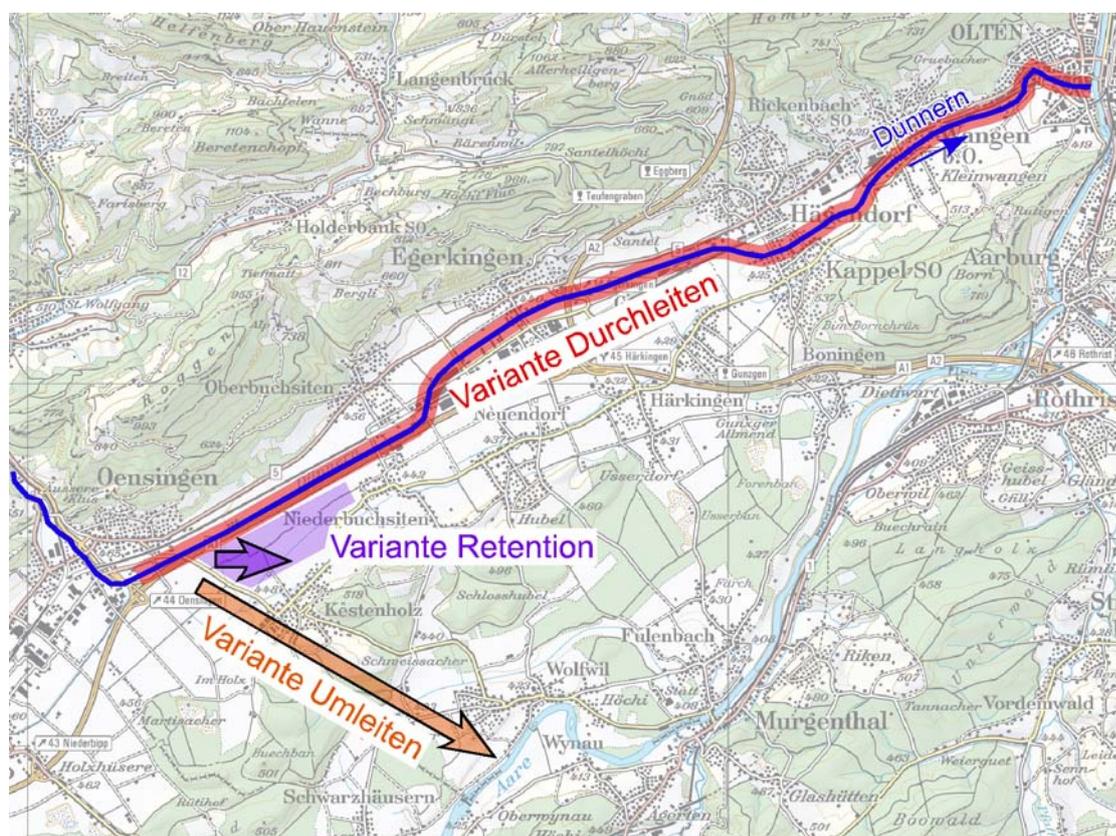


Bild 15 Mögliche Varianten für den Hochwasserschutz der Gäuebene.

5.3.2 Variante Retention: Erforderliches Rückhaltevolumen

Bei der Variante Retention muss das erforderliche Rückhaltevolumen definiert werden. Dieses variiert in Abhängigkeit der Dämpfung der Abflussspitze. In Anlehnung an die ergänzenden Untersuchungen zum Konzept [4] wurde die Dämpfung der Abflussspitze von 141m³/s auf 96m³/s und auf 72m³/s als zwei mögliche Varianten untersucht. Diese Werte

sind als Richtwerte zu verstehen. Eine stärkere Dämpfung erfordert ein grösseres Rückhaltevolumen. Im Gegenzug sind im Abschnitt zwischen Oberbuchsiten und Olten weniger Hochwasserschutzmassnahmen vorzusehen. Umgekehrt führt eine geringere Dämpfung dazu, dass ein kleineres Rückhaltevolumen benötigt wird, im Abschnitt zwischen Oberbuchsiten und Olten jedoch mehr Hochwasserschutzmassnahmen erforderlich sind.

Bei einer Dämpfung auf 96m³/s bzw. 72m³/s verbleiben zwischen Oberbuchsiten und Olten auf einer Länge von ca. 5km bzw. ca. 1.5km Gerinneabschnitte mit ungenügendem Freibord. Bei einer Dämpfung auf 72m³/s ist in Olten mit einem Abfluss von ca. 90m³/s zu rechnen. Dieser Wert liegt leicht tiefer als die bisher gemessenen maximalen Abflussspitzen von ca. 95m³/s (Tabelle 1, Seite 11). Bei einer Dämpfung auf 96m³/s ist in Olten mit einem Abfluss von 115m³/s zu rechnen.

Bild 16 und Bild 17 zeigen verschiedene Hochwasserganglinien mit Wiederkehrperiode von 100 Jahren und die entsprechend erforderlichen Rückhaltevolumina bei einer Dämpfung der Dünnern auf 96m³/s bzw. auf 72m³/s. Die Hochwasserganglinie HQ100 für den 12 Stunden dauernden Niederschlag (12h NS) entspricht der in Kap. 5.2.2 generierten Bemessungsganglinie mit Abflussspitze 141m³/s. Die Ganglinien für den 18 und 24 Stunden dauernden Niederschlag (18h NS und 24h NS) wurden ebenfalls nach der Methode von Sackl [6] generiert. Als Grundlage dienten analog zur Herleitung der Ganglinie für den 12 Stunden dauernden Niederschlag die Niederschlagsvolumina aus Tabelle 9 (Seite 26)⁵ und das daraus anhand des mittleren Volumenabflusskoeffizienten berechnete Abflussvolumen.

Die Ganglinien für den 18 und 24 Stunden dauernden Niederschlag repräsentieren – analog zur Bemessungsganglinie für den 12 Stunden dauernden Niederschlag – ein Hochwasserereignis mit einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren. In Ergänzung zur Bemessungsganglinie stellen sie länger andauernde Ereignisse mit tieferer Abflussspitze, dafür jedoch grösserem Abflussvolumen dar.

Für eine Dämpfung der Dünnern von 141m³/s auf 96m³/s ergibt sich je nach Niederschlagsszenario ein erforderliches Rückhaltevolumen von 400'000 – 800'000m³. Die Dämpfung der Dünnern auf 72m³/s erfordert ein Rückhaltevolumen von 1'400'000 – 1'700'000m³. Sowohl bei der Dämpfung auf 96m³/s als auch auf 72m³/s ergibt sich das jeweils grösste Rückhaltevolumen aus der Bemessungsganglinie für den 12 Stunden dauernden Niederschlag. Die länger andauernden Ereignisse führen trotz ihrer grösseren Abflussvolumina bei den gewählten Drosselabflüssen nicht zu höheren Rückhaltevolumina.

Im Rahmen der durchgeführten Niederschlags-Abfluss-Modellierungen (NAM) [12] wurden ebenfalls erforderliche Rückhaltevolumina abgeschätzt. Für das HQ100 wird bei einer Dämpfung auf 96m³/s von einem Volumen von ca. 400'000m³ ausgegangen. Grund für den tieferen Wert dürfte unter anderem sein, dass dem im NAM verwendeten Szenario mit 128m³/s eine kleinere Abflussspitze zugrunde liegt⁶.

⁵ Für das Niederschlagsvolumen des 18 Stunden dauernden Niederschlags wurde der Mittelwert aus dem 12 Stunden und dem 24 Stunden dauernden Niederschlag verwendet.

⁶ Das mittels NAM hergeleitete HQ100 wird mit einem Bereich von 117 – 141m³/s angegeben.

Für die weiteren Betrachtungen wird von folgenden erforderlichen Rückhaltevolumina ausgegangen:

- Erforderliches Rückhaltevolumen bei Drosselung der Dünnern von 141m³/s auf 96m³/s 800'000m³.
- Erforderliches Rückhaltevolumen bei Drosselung der Dünnern von 141m³/s auf 72m³/s 1'700'000m³.

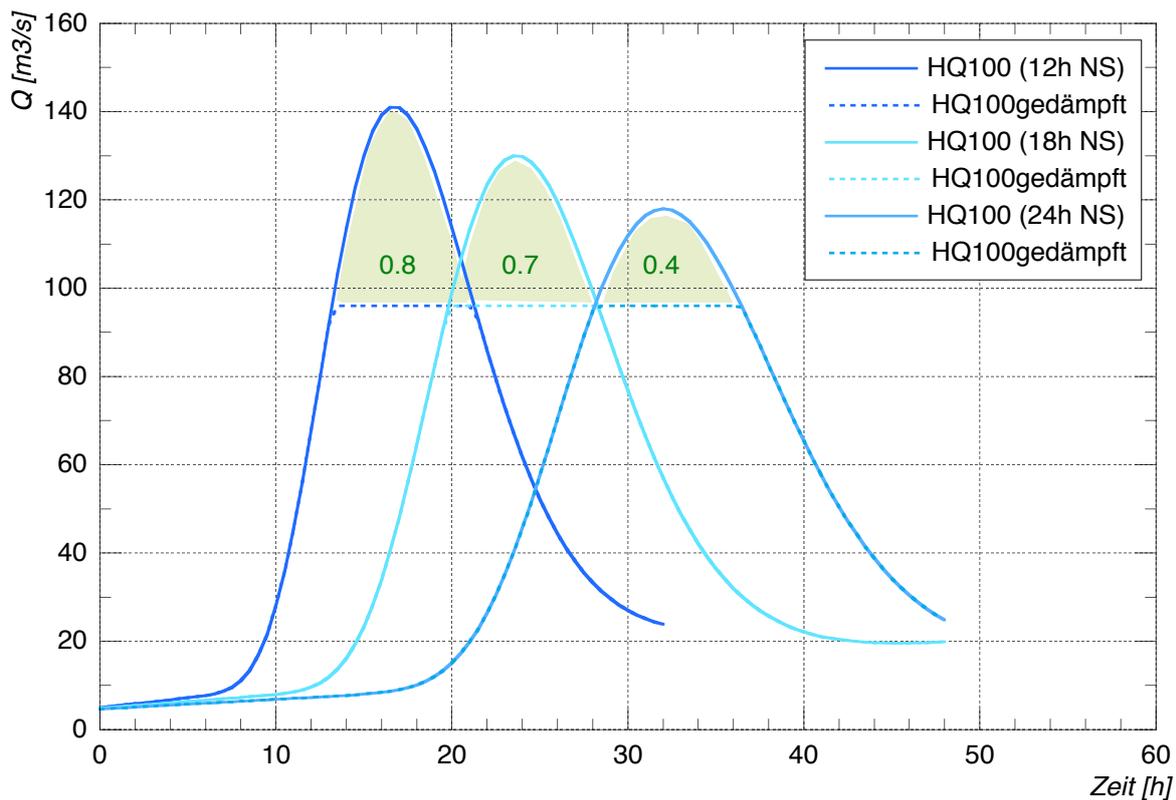


Bild 16 Verschiedene Hochwasserganglinien mit Wiederkehrperiode 100 Jahre und die entsprechend erforderlichen Rückhaltevolumina (grün, in Mio. m^3) bei einer Dämpfung der Dünnern auf $96 \text{ m}^3/\text{s}$.

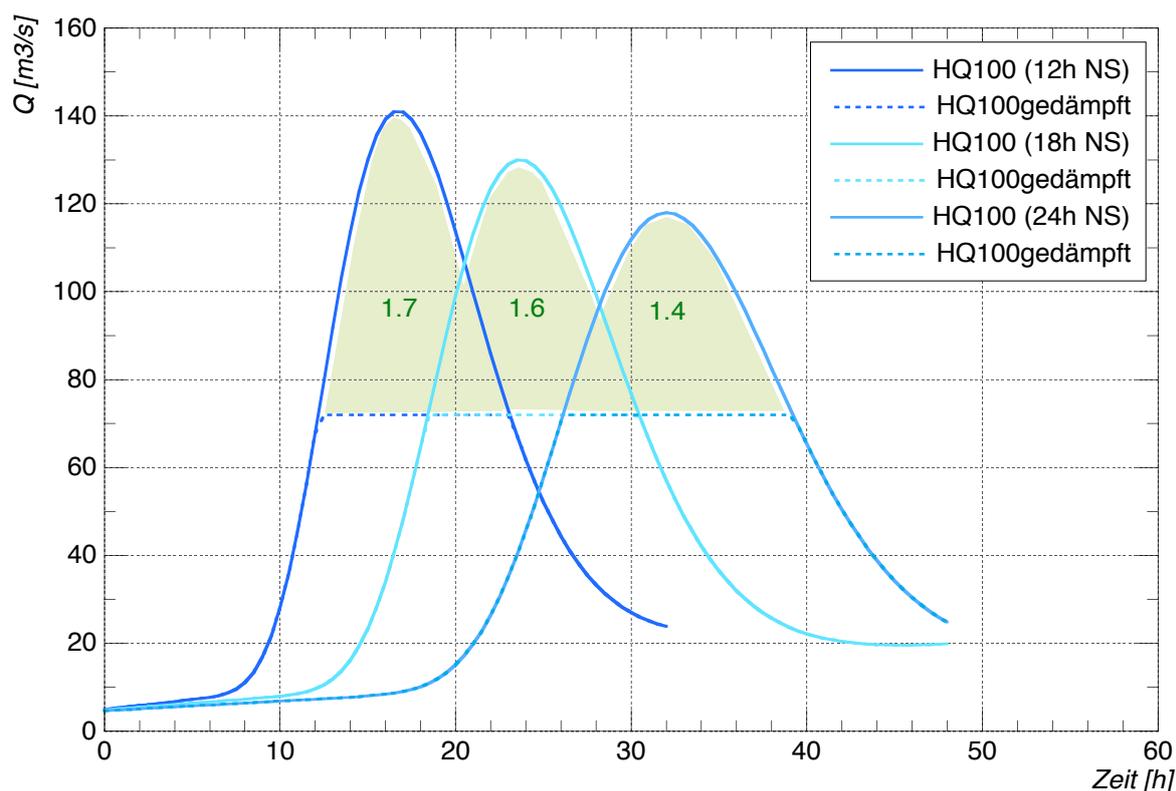


Bild 17 Verschiedene Hochwasserganglinien mit Wiederkehrperiode 100 Jahre und die entsprechend erforderlichen Rückhaltevolumina (grün, in Mio. m^3) bei einer Dämpfung der Dünnern auf $72 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3.3 Variante Retention: Layout

Das für die beiden Retentionsvarianten Dämpfung der Abflussspitze der Dünnern von $141 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $96 \text{ m}^3/\text{s}$ und auf $72 \text{ m}^3/\text{s}$ gewählte Layout ist in den Plänen 5c_3 und 5c_4 dargestellt.

Standort Rückhalteraum

Als Standort für den Rückhalteraum wird das Gebiet zwischen Oensingen und Niederbuchsiten gewählt. Weiter dünnernaufwärts fände sich erst bei Balsthal wieder ausreichend Platz. Ein solcher Standort wird jedoch als wenig geeignet angesehen, da der massgeblich zum Abfluss der Dünnern beitragende Augstbach nicht erfasst werden kann. Ein Standort dünnernabwärts von Oberbuchsiten wurde nicht in Betracht gezogen, da kaum zusammenhängende unüberbaute Gebiete von ausreichender Grösse zur Verfügung stehen und die Dünnern auf dem Abschnitt bis zum Standort ausgebaut werden müsste.

Der Rückhalteraum wird südlich der Dünnern und der Autobahn angeordnet. Je nach Anordnung des Abschlussdamms steht dort zwischen Autobahn, Kestenholzstrasse und den Siedlungsgebieten von Kestenholz und Niederbuchsiten eine Fläche von bis zu 1.7 km^2 zur Verfügung. Nördlich der Dünnern steht zwischen der ARA Falkenstein, der Bahnlinie und dem Siedlungsgebiet von Oberbuchsiten mit ca. $350'000 \text{ m}^2$ eine deutlich kleinere Fläche zu Verfügung. Zudem ist dort das gewachsene Terrain höher als südlich der Dünnern.

Aus dem so gewählten Standort für den Rückhalteraum ergibt sich aufgrund der Autobahn, welche zwischen der Dünnern und dem Rückhalteraum liegt, die Bauweise im Nebenschluss (von der Dünnern nicht direkt durchflossen, sondern seitlich angeordnet).

Entlastungsbauwerk

Als Entlastungsbauwerk wird ein Streichwehr gewählt, über welches das Wasser in einen Ausleitkanal und von dort durch einen Düker unter der Autobahn hindurch in den Rückhalteraum strömt⁷. Aufgrund des flachen Terrains ist die Ausleitung über ein Streichwehr hydraulisch nur machbar, wenn der Wasserspiegel in der Dünnern gegenüber dem heutigen Zustand angehoben wird. Dies wird mit einer Sohlenerhöhung erreicht. Die Querung der Autobahn mittels Düker ergibt sich aufgrund der für den 6-Spur-Ausbau gewählten Fahrbahn auf Höhe des heutigen Terrains. Würde die Autobahn im betroffenen Abschnitt neu erhöht auf einer Brücke geführt, ist eine Querung mit Freispiegel denkbar. Aus hydraulischer Sicht ist die Querung mit Freispiegel auch realisierbar, wenn die Autobahn neu komplett unter Terrain verlaufen würde oder wenn die Fahrbahn kontrolliert überströmt würde. Eine Vordimensionierung des Entlastungsbauwerks findet sich in Kap. 5.5.

Als Standort eignet sich der Abschnitt, in welchem die Kestenholzstrasse die Dünnern und die Autobahn überquert. Wird ein Standort weiter dünnernaufwärts gewählt, ist durch die Sohlenerhöhung eine Erhöhung des Wasserspiegels im Siedlungsgebiet von Oensingen sowie ein verstärkter Rückstau in den Bipperbach zu erwarten. Zudem würde das Wasser im Falle einer Entlastung z.B. im Bereich der heutigen Schwachstelle beim Bipperbach bis zum optimalen Standort des Abschlussdamms (siehe nachfolgender Absatz) eine grosse Fläche durchströmen, welche nicht als Rückhalteraum dient, da sie nicht im Einstaubereich liegt.

Je nach gewählter Anordnung der Abschlussdämme kann die Erstellung des Entlastungsbauwerks weiter dünnernabwärts sinnvoll sein. Dies, da gegebenenfalls so die Fläche reduziert wird, welche im Ereignisfall zwar durchströmt wird, jedoch nicht als Rückhalteraum dient, da sie nicht im unmittelbaren Einstaubereich liegt.

Eine Kombination des Entlastungsbauwerks mit dem vom ASTRA geplanten Bauwerk zur Wildtierquerung der Autobahn (siehe Kap. 2.10) wurde nicht weiterverfolgt. Die Wildtierquerung ist standortgebunden (Wildtierkorridor). Deren Standort liegt so weit dünnernabwärts, dass er als Standort für das Entlastungsbauwerk nicht geeignet ist, da die zwischen Entlastung und Siedlungsgebiet Niederbuchsiten zu Verfügung stehende Fläche zu klein ist.

Abschlussdamm inkl. Entlastungsorgane

Der Rückhalteraum wird durch einen Erddamm begrenzt. Entsprechend der topografischen Gegebenheiten wird der Abschlussdamm unmittelbar westlich des Siedlungsgebiets von Niederbuchsiten angeordnet. Der Damm verläuft entlang der Autobahn, quert je nach Retentionsvariante die Ebene bis zum Siedlungsgebiet von Kestenholz oder umschliesst den Rückhalteraum entlang des Mittelgäubachs. Als mögliche Untervariante ist die Unterteilung des Rückhalteraus in Kammern aufgezeigt. Dies bedeutet, dass zusätzliche Querdämme erstellt werden und das Wasser im Ereignisfall abgestuft in Kaskaden durch den Stauraum

⁷ Der Eintrag von kiesigem Material aus der Dünnern in den Rückhalteraum ist nicht zu erwarten; der Eintrag von Schwebstoffen ist zu erwarten.

fliesst⁸. In Gegensatz zu einem grossen Damm werden mehrere kleinere Dämme gebaut. Die Dämme queren einen Wildtierkorridor. Eine Abstimmung der Lage der Dämme mit den für den Wildtierkorridor erforderlichen Leitstrukturen ist im vorliegenden Layout noch nicht erfolgt.

In Tabelle 11 sind die massgebenden Kenndaten der Abschlussdämme für die verschiedenen Retentionsvarianten aufgeführt. Die maximalen Dammhöhen ergeben sich aus der Einstauhöhe beim HQ100 zuzüglich eines geschätzten Freibords von 1 – 1.5m Höhe. Die Höhe des Freibords ist davon abhängig, ob die Anlage unter die Stauanlagengesetzgebung fällt. Da die Stauhöhe nicht mehr als 5m beträgt, ist die Unterstellung unter die Stauanlagengesetzgebung vom Kriterium des Gefährdungspotenzials abhängig. Dies bedeutet, dass aufgezeigt werden muss, ob bei einem Dambruch eine Gefährdung von Menschenleben oder grösseren Sachschäden vorliegt. Entsprechende Untersuchungen waren nicht Bestandteil der Vorstudie.

Tabelle 11 Kenndaten der Abschlussdämme für die verschiedenen Retentionsvarianten.

	Variante Entlastung bis 96m ³ /s ohne Kaskaden	Variante Entlastung bis 96m ³ /s mit Kaskaden	Variante Entlastung bis 72m ³ /s ohne Kaskaden	Variante Entlastung bis 72m ³ /s mit Kaskaden
Dammlänge [m]	2'400	5'600	2'800	6'400
Kronenbreite [m]	2	2	2	2
Mittlere Dammhöhe [m]	3.2	2.6	4.0	3.2
Maximale Dammhöhe [m]	4.5	4	6.0	5.5
Böschungsneigung [-]	1:3	1:3	1:3	1:3
Bauwerksvolumen [m ³]	95'000	150'000	175'000	260'000
Landbedarf [m ²]	50'000	100'000	75'000	135'000

Bei den Varianten ohne Kaskaden ist eine Geländekammer vorgesehen, in welcher das bei häufigeren Hochwasserereignissen ausufernde Wasser zurückgehalten wird (in Tabelle 11 nicht berücksichtigt). So kann der Anteil der überfluteten Flächen begrenzt werden. Die Geländekammer kann durch eine Terrainerhöhung von 1 – 1.5m mit Böschungsneigung 1:10 erstellt werden. Die von der Terrainerhöhung betroffene Fläche bleibt bewirtschaftbar. Weiter ist bei dieser Variante beim Hof St. Peter (Gemeinde Kestenholz) ein Objektschutz vorzusehen.

Sämtliche Retentionsvarianten benötigen Entleerungsorgane, über die das eingestaute Wasser nach dem Hochwasserereignis unter der Autobahn hindurch wieder zurück in die Dünen geleitet werden kann. Eine Entleerung des Stauraums während des Hochwassers – mit dem Ziel, das erforderliche Rückhaltevolumen zu minimieren – ist nicht möglich. Grund dafür ist, dass bei Erreichen der maximalen Stauhöhe im Rückhalteraum das Hochwasser in der

⁸ Das Wasser fliesst, nachdem die erste Kammer gefüllt ist, in die zweite Kammer, usw.

Dünnern noch nicht so stark abgeklungen ist, als dass bereits mit der Entleerung begonnen werden könnte. Es sind somit regulierte Entleerungsorgane erforderlich⁹.

Weiter sind Entlastungsorgane erforderlich, so dass im Überlastfall das Wasser den Damm kontrolliert überströmen kann, ohne dass dieser Schaden nimmt. Die Entlastung ist auf die Autobahn vorgesehen.

Wird eine Retentionsvariante gewählt, bei welcher der Abschlussdamm den Mittelgäubach quert, ist an dieser Stelle ein Drosselorgan erforderlich.

Bipperbach / Gerinneausbau Dünnern

Damit die Dünnern nicht wie in der Gefahrenkarte aufgezeigt bei der Schwachstelle am Bipperbach ausuferst (Bild 11, Seite 15), muss das südliche Ufer des Bipperbachs erhöht werden. Im Bereich der noch unüberbauten Industriezone von Oensingen (Holinden) sind lokale Hochwasserschutzmassnahmen zu prüfen (vgl. Kap. 5.4.6). Weiter ist die Dünnern oberhalb des Entlastungsbauwerks so auszubauen, dass sie das Dimensionierungshochwasser zum Streichwehr leiten kann, ohne dass vorher Ausuferungen auftreten.

5.3.4 Variantenvergleich Durchleiten – Retention – Umleiten

Bild 18 zeigt die Kosten und den Landbedarf der verschiedenen Varianten für den Hochwasserschutz Oberbuchsiten bis Olten. Die Kostenschätzungen und die Annahmen für den Landbedarf¹⁰ der Varianten Durchleiten und Retention finden sich in Anhang 3. Die Kostenschätzung der Variante Umleiten wurde aus dem Konzept [3] übernommen und mit den bei den Retentionsvarianten hergeleiteten Kosten für das Entlastungsbauwerk von ca. Fr. 10 Mio. ergänzt. Betriebs- und Unterhaltskosten sowie Kosten für die Sanierung allfälliger Schadstellen an Schutzbauten zwischen Oberbuchsiten und Olten wurden nicht berücksichtigt.

⁹ Bei der Variante Entlastung bis 72m³/s ohne Kaskaden ist nach einem HQ100 mit einer Entleerungszeit von ca. 3 – 4 Tagen zu rechnen (Annahme Entleerung mit Rohr D=1m).

¹⁰ Berücksichtigt ist der Landbedarf für die Rückhaldedämme und die Gerinneverbreiterungen (Annahme einer Verbreiterung von heute 20m auf neu 40m). Nicht berücksichtigt sind temporär überflutete Flächen im Retentionsraum.

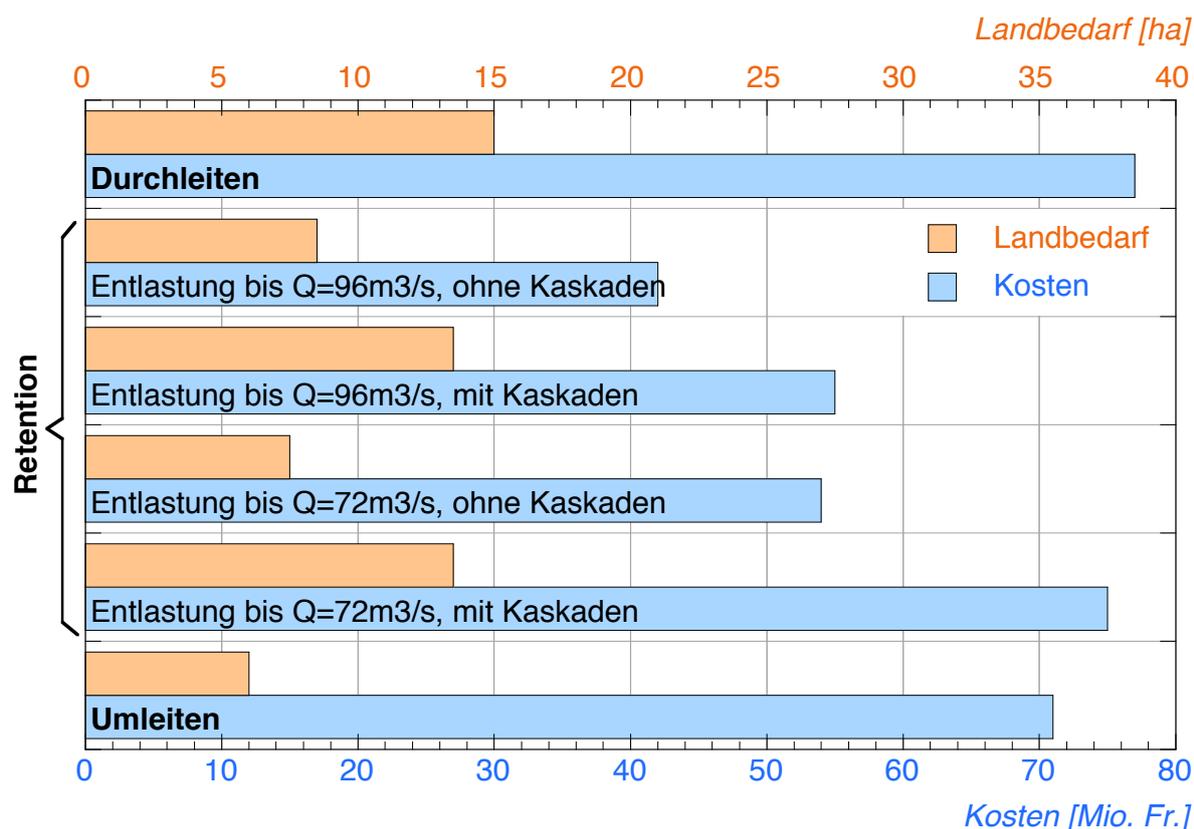


Bild 18 Kosten und Landbedarf verschiedener Varianten für den Hochwasserschutz Oberbuchsiten bis Olten. Kostengenauigkeit Varianten Durchleiten und Retention $\pm 25\%$, Variante Umleiten $\pm 30\%$.

Als Basis für die Kostenschätzungen dienten die Pläne 7a und 7b. Diese zeigen die verbleibenden Hochwasserschutzdefizite zwischen Oberbuchsiten und Olten für die Varianten Durchleiten und Retention (Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$ bzw. $Q=72\text{m}^3/\text{s}$) anhand eines hydraulischen Längenprofils und einer Situation auf. Die Wasserspiegellagen und die Uferlinien basieren auf dem bereits aus früheren Studien zur Verfügung stehenden Staukurvenberechnungsmodell [3]. Das erforderliche Freibord wurde analog zu den Projektabschnitten 1 – 4 zu 0.8m in Strecken ohne Brücken und zu 1.1m bei Brücken angenommen. Der Begriff Hochwasserschutzdefizite wird hier für Abschnitte verwendet, bei welchen gemäss hydraulischem Längenprofil beim HQ100 Ausuferungen zu erwarten sind oder das Freibord ungenügend ist. Schutzdefizitbetrachtungen im Sinne von Kap. 3.1 wurden nicht durchgeführt. Die Kosten für die Varianten Retention dürften tiefer ausfallen, falls zwischen Oberbuchsiten und Olten in Abschnitten mit zu erwartenden Ausuferungen oder ungenügendem Freibord kein Schutzdefizit im Sinne der Schutzzielmatrix vorliegt und somit keine Massnahmen erforderlich sind. Weiter dürften die Kosten für das Erstellen der Rückhalte-dämme tiefer ausfallen, falls Aushubmaterial, welches beim Gerinneausbau der Dünnern (Abschnitte 1 – 4) anfällt, für die Dammschüttung verwendet werden kann.

Der Variantenvergleich zeigt folgendes:

- Die Variante Durchleiten zählt mit Kosten von Fr. 75 – 80 Mio. und einem Landbedarf von 15ha zu den Varianten mit den höchsten Kosten und dem höchsten Landbedarf.
- Die Kosten für den Hochwasserschutz mit Retention liegen je nach Variante zwischen knapp über Fr. 40 Mio. und Fr. 75 Mio. Der Landbedarf liegt zwischen 7.5 und 13.5ha.
- Bei der Retention ergeben sich für die Varianten mit Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$ (Q96) im direkten Vergleich zu den Varianten mit Entlastung bis $Q=72\text{m}^3/\text{s}$ (Q72) tiefere Kosten. Das heisst, die Minderkosten, welche bei der Variante Q96 durch das gegenüber der Variante Q72 kleinere Dammschüttvolumen entstehen, überwiegen die Mehrkosten für die Behebung der verbleibenden Hochwasserschutzdefizite zwischen Oberbuchsiten und Olten.
- Bei der Retention ergibt der direkte Vergleich der Varianten mit und ohne Kaskaden tiefere Kosten sowie weniger Landbedarf, als bei den Varianten ohne Kaskaden.
- Die Variante Umleiten zählt mit Kosten von knapp über Fr. 70 Mio. zu den teuersten. Bezüglich Landbedarf schneidet sie mit knapp über 5ha am besten ab.

Insgesamt schneidet die Variante Retention mit Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$ und ohne Kaskaden in Bezug auf die Kosten am günstigsten ab. Sie zählt zu den drei Varianten mit dem geringsten Landbedarf.

Bei der definitiven Anordnung des Entlastungsbauwerks und der Dämme für die Retention besteht noch Spielraum, so dass die Erkenntnisse der Landwirtschaftlichen Begleitplanung in die nächste Projektierungsphase einfließen können. So kann beispielsweise bei der Variante Retention mit Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$ ohne Kaskaden das Entlastungsbauwerk weiter dünnernabwärts oder der Abschlussdamm weiter dünnernaufwärts erstellt werden, da mit dem aufgezeigten Layout nicht die gesamte Fläche zwischen Entlastungsbauwerk und Abschlussdamm für den Hochwasserrückhalt erforderlich ist.¹¹ Weiter kann der Abschlussdamm, welcher den Retentionsraum gegen Südosten abgrenzt, wahlweise entlang des Mittelgäubachs oder entlang des Siedlungsgebiets von Kestenholz geführt werden. Dies ist unabhängig davon, ob eine Variante mit oder ohne Kaskaden gewählt wird.

5.4 Variantenstudium Oensingen bis Oberbuchsiten

5.4.1 Übersicht

Für die Projektabschnitte 1 – 4 zwischen Oensingen und Oberbuchsiten wurden jeweils 2 Varianten mit Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen aufgezeigt. Die Varianten sind in den Plänen 5a bis 5d in Situation, Längenprofilen und repräsentativen Querprofilen dargestellt.

Die Varianten 1 und 2 unterscheiden sich insbesondere im Landbedarf. Variante 1 orientiert sich am minimal erforderlichen Gewässerraum. Bei Variante 2 wird ein erhöhter Gewässerraum beansprucht und bietet so die Möglichkeit einer weitergehenden Revitalisierung als Kompensation für Abschnitte, in denen der minimal erforderliche Gewäs-

¹¹ Die Fläche am südwestlichen Ende des Retentionsraums (im Bereich des Entlastungsbauwerks) wird im Ereignisfall durchströmt, liegt jedoch nicht im unmittelbaren Einstaubereich.

serraum aufgrund von bereits bestehenden Bauten im geschlossenen Siedlungsgebiet nicht eingehalten werden kann.

Tabelle 12 zeigt eine Übersicht über die in den einzelnen Projektabschnitten für die Varianten 1 und 2 vorgesehenen Massnahmen zum Hochwasserschutz und zur Revitalisierung. In den nachfolgenden Kapiteln sind die Massnahmen kurz erläutert.

Abschnitt	Variante	Massnahmen Hochwasserschutz					Massnahmen Revitalisierung				
		Gerinneverbreiterung	Ufererhöhung	Lokale Massnahmen Brücken/Stege	Instandstellung Uferschutz	Hochwasserentlastung	Sohlenstrukturierung	Uferstrukturierung	Rückbau/Umbau Schwellen	Aufweitung für Geschiebeumlagerung	Mäander gemäss ursprünglichem Dünnernlauf
1 Oensingen, Äussere Klus	1										
	2										
2 Oensingen, Siedlungsgebiet	1										
	2										
3 Oensingen bis Oberbuchsiten	1										
	2										
4 Oberbuchsiten, Siedlungsgebiet	1										
	2										
1-4 Total	1										
	2										

Tabelle 12 Übersicht mit den pro Projektabschnitt und pro Variante vorgesehenen Massnahmen zum Hochwasserschutz und zur Revitalisierung. Blaues Feld: Hochwasserschutzmassnahme vorgesehen, Grünes Feld: Revitalisierungsmassnahme vorgesehen; weisses Feld: keine entsprechende Massnahme vorgesehen.

5.4.2 Massnahmen Abschnitt 1

Siehe Pläne 5a_1 und 5a_2

Variante 1

Massnahmen Hochwasserschutz

Die Abflusskapazität des Gerinnes ist über weite Strecken ungenügend. Im Bereich der Gemeindegrenze Balsthal wird der Hochwasserschutz durch eine linksseitige Ufererhöhung sichergestellt (A1_V1_03). Bei drei Brücken sind Hochwasserschutzmassnahmen vorzusehen oder zu prüfen (A1_V1_01, A1_V1_02 und A1_V1_04). Im nachfolgenden Abschnitt bis zur Brücke bei der Äusseren Klus wird das Gerinne nach links verbreitert, um ein ausreichendes Abflussquerprofil zu schaffen (A1_V1_05). Im Bereich der Brücke bei der Äusseren Klus ist keine Gerinneverbreiterung möglich. Zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes werden die Sohle abgesenkt und die Ufer erhöht (A1_V1_06). Bei der Brücke ist die Anbringung eines Stauschildes zu prüfen (A1_V1_07). Beim Einlauf zum Geschiebesammler und dünnernabwärts des Sammlers werden das Gerinne verbreitert, die Sohle abgesenkt und abschnittsweise die Ufer erhöht (A1_V1_11). Aufgrund des Umbaus des Geschiebesammlers (siehe Massnahmen Revitalisierung) empfiehlt sich für die Bewirtschaftung des Sammlers aus Sicht Hochwasserschutz eine Kontrollstrecke¹² dünnernabwärts.

Massnahmen Revitalisierung

Die Dünnernsohle wird durch Strukturierungselemente (Wurzelstöcke, Belebungsblöcke, Halbschwellen, etc.) aufgewertet, so dass eine grössere Breiten- und Tiefenvariabilität entsteht. Beim Einlauf zum Geschiebesammler wird die Sohlenpflasterung entfernt. Die Uferverbauung wird abschnittsweise aufgehoben; der Uferstreifen wird abschnittsweise verbreitert. Es werden temporär benetzte Flächen geschaffen. Drei Schwellen, welche als zu sanierende Fischwanderungshindernisse klassiert sind, werden aufgehoben und durch fischgängige Blockrampen ersetzt (A1_V1_8, A1_V1_12, A1_V1_13). Die Schwellen des Geschiebesammlers werden so umgebaut, dass die Längsvernetzung und der Geschiebetrieb wiederhergestellt sind (A1_V1_10). Die Anpassung des Geschiebesammlers erfordert die Anpassung der Fassung des Mittelgäubachs (unter Beibehaltung des Dotierabflusses, A1_V1_09).

Variante 2

Die Hochwasserschutzmassnahmen entsprechen der Variante 1. Als Revitalisierungsmassnahme wird in Ergänzung zu Variante 1 der heutige Geschiebesammler komplett rückgebaut und durch eine Aufweitung ersetzt, welche die Funktion einer natürlichen Geschiebeumlagerungsstrecke einnimmt (A1_V2_10). Analog zur Variante 1 empfiehlt sich für die Geschiebebewirtschaftung eine Kontrollstrecke dünnernabwärts.

Ergänzende Informationen

Zwischen der Gemeindegrenze von Balsthal und dem Geschiebesammler befinden sich in Gerinnenähe belastete Standorte (Giessereisand-Deponie von Roll, Plan 4a).

¹² Überwachung eines für den Geschiebetransport massgebenden Abschnitts bezüglich Auflandung.

Ca. 100m flussabwärts des Geschiebesammlers unterquert eine Wasserleitung der ehemaligen Elektrischen Zentrale Kammfabrik von Roll die Dünnern mit einem Düker (Plan 4a).

5.4.3 Massnahmen Abschnitt 2

Siehe Pläne 5b_1 und 5b_2

Variante 1

Massnahmen Hochwasserschutz

Die Abflusskapazität des Gerinnes ist über weite Strecken ungenügend. Da die Strecke durch dicht besiedeltes Gebiet führt, ist die für den Hochwasserschutz erforderliche Gerinneverbreiterung nicht möglich. Der Hochwasserschutz wird durch die Erhöhung der Uferlinien sichergestellt (A2_V1_05). Bei drei Brücken ist die Anbringung eines Stauschildes zu prüfen (A2_V1_02, A2_V1_04 und A2_V1_07). Eine Brücke muss erhöht oder ersetzt werden (A2_V1_03). Der Uferschutz muss abschnittsweise instand gestellt werden.

Massnahmen Revitalisierung

Bei zwei Schwellen, welche als zu sanierende Fischwanderungshindernisse klassiert sind, werden Blockrampen vorgebaut, um die Längsvernetzung wieder zu gewährleisten (A2_V1_1, A2_V1_6). Aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse sind weitere ökologische Aufwertungen nur punktuell umsetzbar. Möglich sind kleinräumige, strukturelle Massnahmen wie das Einbringen von Raubäumen oder Belebungsblöcken.

Variante 2

Bei Variante 2 werden die beiden Schwellen rückgebaut (A2_V2_2, A2_V2_6) und die Sohle flussaufwärts davon abgesenkt (A2_V2_1, A2_V2_5). So kann im Gegensatz zu Variante 1 abschnittsweise auf Ufererhöhungen verzichtet werden. Der Uferschutz muss flussaufwärts der Schwellen neu erstellt werden, was lokal zusätzliche Strukturierungsmassnahmen an Ufer und Sohle ermöglicht. Im obersten Abschnitt kann das Gerinne im Zuge des erforderlichen Neubaus des Uferschutzes nach links verbreitert werden. Dies unter der Bedingung, dass die Zufahrt zum Forstwerkhof nordostseitig erfolgen kann.

5.4.4 Massnahmen Abschnitt 3

Siehe Pläne 5c_1 und 5c_2

Variante 1

Massnahmen Hochwasserschutz

Die Abflusskapazität des Gerinnes ist über weite Strecken ungenügend. Am Bipperbach ist eine Ufererhöhung erforderlich (A3_V1_01). Im oberen Projektabschnitt bis zur Kestenhholzstrasse wird das Gerinne verbreitert und Ufer sowie Sohle erhöht (A3_V1_02). Die Sohlenerhöhung ist aufgrund des Entlastungsbauwerks (Kap. 5.3.3 und 5.5) erforderlich, welches im Bereich der Kestenhholzstrasse angeordnet wird (A3_V1_05). Bei zwei Brücken

sind Hochwasserschutzmassnahmen vorzusehen oder zu prüfen (A3_V1_03 und A3_V1_04).

Beim Entlastungsbauwerk wird der Abfluss der Dünnern bei HQ100 von 141m³/s auf 96m³/s reduziert (Bestvariante Variantenvergleich Kap. 5.3.4). Dünnernabwärts des Entlastungsbauwerks ist ein Gerinneverbreiterung nach links vorgesehen (ungenügendes Freibord, A3_V1_06). Bei der ARA kann das Gerinne nicht verbreitert werden. Die Ufer werden erhöht und der Uferschutz wird abschnittsweise instand gestellt (A3_V1_07). Zwischen ARA und Oberbuchsiten wird das Gerinne nach links verbreitert (A3_V1_07 und A3_V1_09). Im Bereich der Dünnergaltarme ist im Rahmen des Autobahnausbaus die Erstellung einer Wildtierüberführung sowie eine ca. 350m lange Umlegung und Revitalisierung der Dünnern vorgesehen (Drittprojekt, A3_V1_09).

Massnahmen Revitalisierung

Die Dünnersohle wird durch Strukturierungselemente (Wurzelstöcke, Belebungsblöcke, Halbschwellen, etc.) aufgewertet, so dass eine grössere Breiten- und Tiefenvariabilität entsteht. Die Uferverbauung wird weitgehend aufgehoben; der Uferstreifen wird verbreitert. Es werden temporär benetzte Flächen geschaffen.

Variante 2

Die Hochwasserschutzmassnahmen entsprechen der Variante 1. Als Revitalisierungsmassnahme wird in Ergänzung zu Variante 1 die Dünnern verlegt und gemäss ursprünglichem Verlauf ein mäandrierendes Gerinne angelegt (A3_V2_02, A3_V2_08 und A3_V2_10). Der Gewässerlauf wird so verlängert und es können Begleitbiotope geschaffen werden.

Ergänzende Informationen

In den obersten 400m des Projektabschnitts verläuft rechtsufrig im Gewässerraum eine Abwasserleitung und der Mittelgäubach wird mit einem Düker unter der Dünnern hindurchgeführt (inkl. Entlastung in die Dünnern, Plan 4c).

Zwischen Kestenholzstrasse und ARA verläuft entlang der Gewässerraumgrenze eine Abwasserleitung (Plan 4c).

5.4.5 Massnahmen Abschnitt 4

Siehe Pläne 5d_1 und 5d_2

Variante 1

Massnahmen Hochwasserschutz

Die Hochwasserschutzmassnahmen im Abschnitt Oensingen basieren auf der Annahme, dass im Abschnitt 3 der Abfluss der Dünnern bei HQ100 von 141m³/s auf 96m³/s reduziert wird (Bestvariante Variantenvergleich Kap. 5.3.4). Vorgesehen sind abschnittsweise Gerinneaufweitungen nach links, Ufererhöhungen und Instandstellungen des Uferschutzes (A4_V1_01 bis A4_V1_05).

Massnahmen Revitalisierung

Die Dünnernsohle wird durch Strukturierungselemente (Wurzelstöcke, Belebungsblöcke, Halbschwellen, etc.) aufgewertet, so dass eine grössere Breiten und Tiefenvariabilität entsteht. Die Uferverbauung wird abschnittsweise aufgehoben; der Uferstreifen wird abschnittsweise verbreitert. Es werden temporär benetzte Flächen geschaffen.

Variante 2

Die Hochwasserschutzmassnahmen entsprechen der Variante 1. Als Revitalisierungsmassnahme wird in Ergänzung zu Variante 1 die Dünnern verlegt und gemäss ursprünglichem Verlauf ein leicht mäandrierendes Gerinne angelegt (A4_V2_03 und A4_V2_05). Der Gewässerlauf wird so verlängert und es können Begleitbiotope geschaffen werden.

Ergänzende Informationen

Die Erhöhung des Gewässerraums betrifft eingezonte Gebiete, in welchen Drittprojekte in Planung sind.

Bei km 12.3 unterquert eine Abwasserleitung die Dünnern (Plan 4d).

Im unteren Projektabschnitt befindet sich an der Dünnern eine Wasserentnahmestelle für die Feuerwehr (Brandfall Migros).

5.4.6 Hochwassergefährdung nach Massnahmen

In den Plänen 6a, 6b und 6c sind die Intensitätskarten nach Massnahmen im Bereich der *Projektabschnitte 1 – 4* dargestellt (Prozess Überflutung, ohne Betrachtung des Freibords). Die Intensitäten wurden anhand von 2D-Überflutungsmodellierungen basierend auf dem DTM 2014 berechnet.

Beim *HQ30* wird landwirtschaftlich genutztes Land im Retentionsraum zwischen Ausleitbauwerk und der projektierten Terrainerhöhung (Kapitel 5.3.3) mit schwacher bis mittlerer Intensität überflutet.

Beim *HQ100* ist im gesamten Retentionsraum mit Überflutungen zu rechnen. Beim Abschlussdamm werden hohe Intensitäten erreicht, da die Fliesstiefen grösser als 2m sind. Durch Rückstau in den Bipperbach treten zwischen Oensingen und Niederbipp Ausuferungen aus. Nördlich des Bipperbachs ergeben sich schwache Intensitäten, südlich zwischen Bipperbach und Autobahn mittlere Intensitäten. Bei der Geländemulde (Moto-Cross-Piste Niederbipp) sind aufgrund der Fliesstiefen grösser als 2m starke Intensitäten zu erwarten.

Die Intensitätskarte beim *HQ300* zeigt ein ähnliches Bild wie beim *HQ100*. Im Retentionsraum steigt der Anteil der Flächen mittlerer und hoher Intensität. Beim Bipperbach dehnen sich die von Überflutungen betroffenen Flächen Richtung Westen aus. Ein Teil der noch unüberbauten Industriezone von Oensingen (Holinden) ist mit mittlerer Intensität betroffen. Hier sind lokale Hochwasserschutzmassnahmen zu prüfen, damit das Schutzziel (vgl. Kap. 3.1) eingehalten werden kann.

Es wird davon ausgegangen, dass das Entlastungsbauwerk die Dünnern beim *HQ300* bis auf einen Abfluss von 120m³/s drosselt (Kap. 5.5). Für die Strecke von *Oberbuchsiten bis Olten* bedeutet dies, dass unter der Annahme eines Ausbaus auf ein *HQ100* zuzüglich 80cm

Freibord keine Ausuferungen zu erwarten sind¹³. Grund dafür ist, dass der Wasserspiegel des HQ300 tiefer liegt als das HQ100 zuzüglich 80cm Freibord.

5.4.7 Kosten und Landbedarf

Bild 19 zeigt die Kosten (inkl. Landerwerb) und den Landbedarf der Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen Oensingen bis Oberbuchsiten unterteilt in die Abschnitte 1 – 4 und in die Varianten 1 und 2. Die Kostenschätzungen und die Annahmen für den Landbedarf der Varianten Durchleiten und Retention finden sich in Anhang 3. Im Abschnitt 3 sind die Kosten und der Landbedarf für Hochwasserschutzmassnahmen Oberbuchsiten bis Olten (Variante Retention mit Entlastung bis 96m³/s ohne Kaskaden, Kap. 5.3.4) eingerechnet.

Im 1.4 km langen *Abschnitt 1* ergeben sich für die Variante 1 mit dem minimal erforderlichen Gewässerraum Kosten von Fr. 8.2 Mio. Bei der Variante 2 mit dem erhöhten Gewässerraum liegen die Kosten bei Fr. 10.6 Mio. Der Landbedarf liegt zwischen 1.0 und 2.5ha. Bei Variante 2 sind 0.5ha Fruchtfolgeflächen betroffen.

Für *Abschnitt 2* liegen die Kosten bei Fr. 5.2 Mio. (Variante 1) bzw. und Fr. 6.5 Mio. (Variante 2). Da der 1.1km lange Abschnitt im überbauten Siedlungsgebiet liegt, ist der Landbedarf mit 0 bzw. 0.2ha entsprechend klein. Es sind keine Fruchtfolgeflächen betroffen.

Im *Abschnitt 3* ergeben sich für die Variante 1 Kosten von Fr. 53 Mio.. Diese unterteilen sich in ca. 60% Anteil für das Hochwasserentlastungsbauwerk und die Rückhaldedämme, ca. 15% Anteil für die Behebung der Hochwasserschutzdefizite von Oberbuchsiten bis Olten und ca. 25% Anteil für den Gerinneausbau im 3.8km langen Abschnitt. Für Variante 2 ist mit Kosten von Fr. 65 Mio. zu rechnen. Hier liegt der Kostenanteil für den Gerinneausbau bei ca. 40%. Der Landbedarf liegt für die Variante 1 bei 14ha und für die Variante 2 bei 29ha. Davon entfallen 8.5ha auf die Rückhaldedämme und den Gerinneausbau zwischen Oberbuchsiten und Olten. Bei Variante 1 sind 7.5ha Fruchtfolgeflächen betroffen, bei Variante 2 22ha.

Für *Abschnitt 4* liegen die Kosten zwischen Fr. 3.9 Mio. (Variante 1) bzw. und Fr. 5.6 Mio. (Variante 2). Der 1.1km lange Abschnitt liegt im teilweise überbauten Industrie- und Gewerbegebiet, der Landbedarf ist mit 0.5 bis 1.5ha entsprechend gering. Es sind keine Fruchtfolgeflächen betroffen.

¹³ Erfolgt für die Strecke von Oberbuchsiten bis Olten kein Ausbau, sind beim HQ100 keine Ausuferungen zu erwarten (Freibord jedoch ungenügend, siehe Pläne 7a und 7b). Die Intensitätskarte HQ300 nach Massnahmen entspricht in etwa der Intensitätskarte HQ100 für den Ist-Zustand.

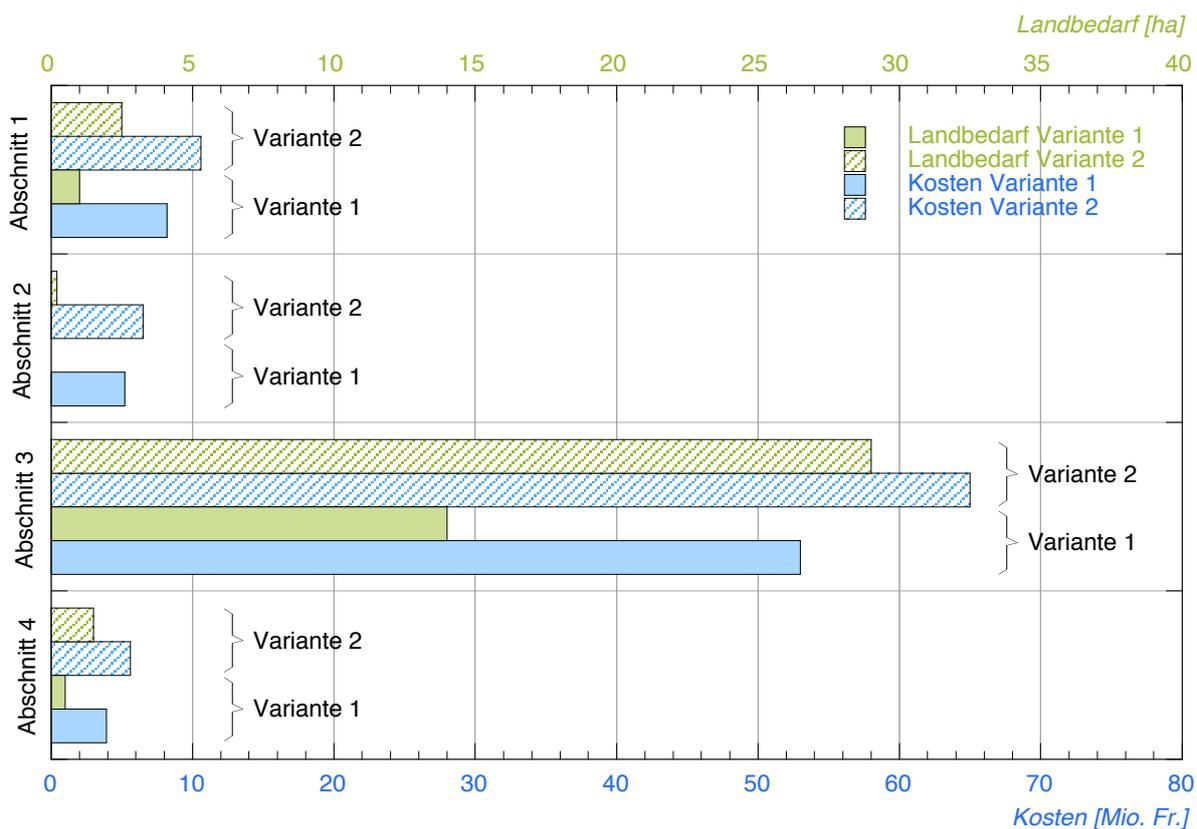


Bild 19 Kosten (inkl. Landerwerb) und Landbedarf für die Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen Oensingen bis Oberbuchsitzen unterteilt nach Abschnitten und nach Varianten. Abschnitt 3 beinhaltet die Hochwasserschutzmassnahmen Oberbuchsitzen bis Olten (Variante Retention mit Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$ und ohne Kaskaden). Kostengenauigkeit $\pm 25\%$.

Insgesamt ergeben sich Kosten (inkl. Landerwerb) von Fr. 70 Mio. (Variante 1) – Fr. 88 Mio. (Variante 2). Die Kosten beinhalten den Hochwasserschutz im Abschnitt Oensingen bis Olten und die Revitalisierung im Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsitzen. Der Landbedarf für die Umsetzung der Massnahmen beträgt zwischen 15 und 33ha.

5.4.8 Variantenvergleich

Die beiden Varianten 1 (Beanspruchung minimal erforderlicher Gewässerraum) und 2 (Beanspruchung erhöhter Gewässerraum) wurden in Bezug auf folgende Kriterien bewertet:

- **Hochwassersicherheit:**
Gewährleistet die Variante einen ausreichenden, differenzierten Hochwasserschutz mit minimalem Restrisiko?
- **Natur und Landschaft:**
Sieht die Variante einen natur- und landschaftsverträglichen Gewässerausbau vor?
- **Sozio-Ökonomie:**
Fördert die Variante die sozio-ökonomische Entwicklung der Region?
- **Nutzen/Kosten:**
Ist die Variante wirtschaftlich?

Die Variantenbewertung findet sich in Anhang 4. Für die oben aufgeführten Kriterien wurden Unterkriterien definiert. Anhand dieser wurden die Varianten 1 und 2 auf einer Skala von 1 (sehr ungünstig) bis 5 (sehr günstig) bewertet. Die Bewertung erfolgte gutachterlich in Abstimmung zwischen dem Planer und dem Auftraggeber (AfU, Abt. Wasserbau).

In Bezug auf die Hochwassersicherheit werden beide Varianten mit ‚neutral‘ bis ‚günstig‘ bewertet. Variante 2 schneidet gegenüber der Variante 1 leicht besser ab, da sie im Überlastfall aufgrund des erhöhten Gewässerraums gutmütiger reagiert.

Beim Kriterium Natur und Landschaft erreicht die Variante 2 mit ‚sehr günstig‘ eine bessere Bewertung als die Variante 1 (‚günstig‘). Grund dafür ist, dass sie eine weitergehende Strukturierung von Sohle und Uferbereichen sowie die Schaffung von Begleitbiotopen zulässt.

In Bezug auf das Kriterium Sozio-Ökonomie erhalten beide Varianten eine Bewertung zwischen ‚ungünstig‘ und ‚neutral‘. Grund dafür ist, dass viele Fruchtfolgeflächen beansprucht werden und Werkleitungen sowie Flurwege verlegt werden müssen. Weiter wird der Autobahnausbau durch das Dükerbauwerk tangiert.

Für die Beurteilung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses sind Angaben zum durch die Hochwasserschutzmassnahmen verhinderten Schaden erforderlich. In den ergänzenden Abklärungen zum Konzept [4] wurde das Schadenausmass basierend auf den Intensitätskarten der Gefahrenkarte berechnet. Bei der Gefahrenkarte handelt es sich um eine ‚Nettobetrachtung‘. Dies bedeutet, dass dünnernabwärts der Mündung des Bipperbachs die Gefährdungssituation aufgezeigt wird, welche sich durch den nach dem Wasseraustritt beim Bipperbach in der Dünnern verbleibenden Abfluss ergibt (Kap. 2.9). Schäden, welche im Unterlauf bis Olten zu erwarten wären, falls der Hochwasserschutz nur im Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsitzen sichergestellt würde (z.B. mit Gerinneverbreiterungen und Ufererhöhungen), werden nicht erfasst. Für die Berechnung des Nutzen-Kosten-Faktors wurde stark vereinfachend die Annahme getroffen, dass der verhinderte Schaden für den Abschnitt Oensingen bis Olten mit Fr. 85 Mio. ca. doppelt so hoch liegt, wie der für den Abschnitt Oensingen bis Egerkingen berechnete Wert von Fr. 40 Mio. [4].

In der Gesamtbeurteilung über alle Bewertungskriterien erreichen die Varianten 1 und 2 nahezu die gleiche Punktzahl.

5.4.9 Finanzierung und Entschädigung

Fragen zur Finanzierung und zum Kostenteiler werden auf der Stufe Projektierung zusammen mit den betroffenen Gemeinden vertieft betrachtet. In Analogie zu den Wasserbauprojekten an der Aare und Emme ist davon auszugehen, dass die betroffenen/profitierenden Gemeinden 10% der Gesamtkosten tragen. 90% werden durch den Bund und den Kanton getragen. Für den Retentionsraum gilt es festzulegen, wie die Entschädigungsformalitäten im Eintretensfall aussehen. Ebenfalls gilt es den Kostenteiler für den Unterhalt der neu erstellten Bauwerke bzw. revitalisierten Dünnern neu auszuhandeln.

5.5 Entlastungsbauwerk

Das Entlastungsbauwerk wurde auf Stufe Vorprojekt vordimensioniert und in den Plänen 8a bis 8d in Situation, Längs- und Querschnitten dargestellt. Es besteht aus folgenden Bauelementen:

- *Gerinneausbau Dünnern*: Bau einer 50m langen, strukturierten Blockrampe mit einem Längsgefälle von 3.5%. Dünnernaufwärts der Rampe Sohlenerhöhung auf ca. 1km Länge um bis zu maximal 1.5m. Auf einer Länge von 250m oberhalb der Blockrampe Schaffung eines konstanten Abflussquerprofils mit Sohlenbreite ca. 20m und beidseitigem Blocksatz.
- *Streichwehr*: 150m langes Streichwehr aus Beton mit aufgesetzten Betonkippelementen, fixiert durch erodierbaren Kies.
- *Ausleitkanal Nord*: 275m langer Ausleitkanal. Sohlenbreite 10m. Ufer Blockmauer. Sohle mit Blöcken gegen Erosion geschützt.
- *Düker/Durchlass unter Autobahn*: Unter der Autobahn wird ein Durchlass gebaut. Der Durchlass ist als Stahlbetonkonstruktion mit Bohrpfahlwand konzipiert. Die Brückenspannweite beträgt ca. 35m, das Abflussprofil 3 x 13.5 m. Nord- und südseitig ist eine Leitmauer¹⁴ am Durchlass angebracht, damit dieser als Düker funktionieren kann, d.h. der Durchlass wird komplett eingestaut und das Wasser fliesst unter Druck. Die Sohle des Durchlasses besteht aus Blöcken (Erosionsschutz, auch Betonplatte möglich).
- *Ausleitkanal Süd*: 150m langer Ausleitkanal entlang der Böschung der Überführung Kestenholzstrasse. Kein harter Verbau von Sohle und Ufer als Erosionsschutz erforderlich.

Der Abfluss, welcher mit dem Entlastungsbauwerk aus der Dünnern ausgeleitet werden kann, ist massgeblich von der Höhendifferenz des Wasserspiegels zwischen dem Ende des Ausleitkanals Süd, wo das Wasser in den Rückhalteraum strömt, und dem Wasserspiegel in der Dünnern abhängig. Um den erforderlichen Entlastungsabfluss gewährleisten zu können, ist einerseits der Auslaufbereich des Ausleitkanals nicht unmittelbar bei der Autobahn angeordnet, sondern ca. 150m weiter südlich, wo das Terrain ca. 1m tiefer liegt. Andererseits wird die Sohle und somit der Wasserspiegel in der Dünnern mittels einer Rampe dünnernabwärts des Streichwehrs angehoben.

Als Streichwehr ist ein festes Wehr mit Kippelementen vorgesehen. Die Höhe der Wehrschwelle ist so ausgelegt, dass der Abfluss in der Dünnern beim HQ100 von 141m³/s auf 96m³/s gedrosselt wird. Die Kippelemente haben die Funktion, das Anspringen der Entlastung zu verzögern. So wird die Überflutungshäufigkeit des Rückhalteraulms verringert. Die Kippelemente werden ca. ab einem HQ20 überströmt. In der Folge wird der Kies hinter den Elementen erodiert, so dass die Elemente aufgrund des Wasserdrucks kippen. Die Anordnung mit Kippelementen hat gegenüber einem gesteuerten Wehr den Nachteil, dass bei abnehmender Hochwasserganglinie mehr Wasser in den Rückhalteraum fliesst und so ein grösseres Rückhaltevolumen erforderlich ist. Ein gesteuertes Wehr hat gegenüber den Kippelementen den Nachteil, dass es teurer ist.

Beim Dükerbauwerk wurde für die Stahlbetonkonstruktion inkl. Fahrbahn eine Dicke von 1m angenommen. Ist eine grössere Dicke erforderlich, kann das Abflussprofil des Dükers auch tiefer angeordnet werden. Die Abflusskapazität des Dükers wurde mittels Druckabfluss unter

¹⁴ Leitmauer und Lärmschutzwand sind gegebenenfalls kombinierbar.

Annahme einer Wandrauigkeit k_s von 0.01m, eines Einlaufverlustbeiwerts von 0.5 und eines Auslaufverlustbeiwerts von 1.0 berechnet. Der Bau des Dükers erfolgt phasenweise entsprechend den Vorgaben der Verkehrsführung auf der Autobahn.

Die erforderliche Streichwehrlänge von 150m wurde mit dem Berechnungsverfahren von Schmidt [19] abgeschätzt. Als Randbedingungen wurden der Wasserspiegel im Unterwasser des Wehrs bei 96m³/s, eine Wehrhöhe von 2m, ein Überfallbeiwert von 0.75 sowie ein Korrekturbeiwert von 1.15 angenommen. Das Streichwehr vermag beim HQ300 den Abfluss in der Dünnern von 179m³/s auf 120m³/s zu drosseln.

In Plan 8d ist im Querprofil ‚Variante B‘ eine Gestaltungsvariante für das Streichwehr und den Ausleitkanal Nord dargestellt. Diese sieht im Ausleitkanal flachere Böschungen vor, welche eine landschaftsverträglichere Gestaltung ermöglichen und eine mögliche Nutzung des Bauwerks für den Langsamverkehr attraktiv machen. Die überströmte Böschung des Streichwehrs kann mit einer Geo- oder Drahtgittermatratze gegen Erosion gesichert werden (spezifischer Abfluss ca. 0.33m³/(s·m')).

Die hydraulische Dimensionierung eines Streichwehrs mit den bestehenden Berechnungsverfahren unterliegt grossen Unsicherheiten. Zur definitiven Dimensionierung des Entlastungsbauwerks müssen physikalische Modellversuche im Labor durchgeführt werden.

Anhang 1

Fotodokumentation Schutzbauten

Fotodokumentation Schutzbauten

Bild 1	Km 19.13-19.09, beidseits: Blocksatz in mittlerem Zustand, der teilweise unterspült ist. Blick flussaufwärts.	1
Bild 2	Km 19.09-19.05, rechts: Die Mauer ist in einem mittleren Zustand.	1
Bild 3	Km 19.05, links: Blocksatz in schlechtem Zustand.	1
Bild 4	Km 19.05: Die Sohle nach der Schwelle ist in der Gerinnemitte erodiert.	1
Bild 5	Km 19.04, links: Der Uferschutz auf der Innenseite (Industrie) besteht aus Blocksatz und Betonplatten. Er ist zerstört.	1
Bild 6	Km 18.6, rechts: Das Ufer ist naturnah. Blick flussaufwärts.	1
Bild 7	Km 18.6, links: Ein Blockwurf in gutem Zustand schützt die Ufer. Blick flussaufwärts.	2
Bild 8	Km 19.05-18.57: Die Sohle ist in der Gerinnemitte erodiert. An den Ufern ist die nicht erodierte, kolmatisierte Schicht erkennbar. Blick flussaufwärts.	2
Bild 9	Km 18.5, rechts: Die Ufermauer ist in einem schlechten Zustand. Blick flussaufwärts.	2
Bild 10	Km 18.5, beidseits: Die Ufermauern und der aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftige Absturz sind in gutem Zustand.	2
Bild 11	Km 18.5, Sohle: Die Sohle unterhalb der Schwelle ist gepflästert. Blick flussaufwärts.	2
Bild 12	Km 18.34-18.3, Geschiebesammler: Die Schwelle beim Einlauf ist rechts leicht beschädigt.	2
Bild 13	Km 18.34-18.3, links: Die Ufer des Geschiebesammlers bestehen aus Blocksatz in gutem Zustand.	3
Bild 14	Km 18.34-18.3, rechts: Der Blocksatz am Ufer ist im unteren Teil bewachsen. Eine Anlandung beansprucht einen Teil des Ufers. Blick vom Auslaufbauwerk flussaufwärts.	3
Bild 15	Km 18.23, Geschiebesammler: Der aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftige Absturz beim Auslauf und das Tosbecken sind in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.	3
Bild 16	Km 18.06: Der Absturz ist aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.	3
Bild 17	Km 18.1-18.0, beidseits: Der Uferschutz ist lokal beidseits auf einer Länge von 6m zerstört.	3
Bild 18	Km 17.9, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.	3
Bild 19	Km 17.9, rechts: Bacheinmündung Leuengraben.	4
Bild 20	Km 17.84: Der Absturz ist aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.	4
Bild 21	Km 17.8-17.52, beidseits: Der Uferschutz aus Blocksatz hat einzelne beschädigte Stellen (mittlerer Zustand).	4
Bild 22	Km 17.8-17.52, links: Beschädigte Stelle im Uferschutz.	4
Bild 23	Km 17.8-17.52, rechts: Der Verbund weist Löcher auf und bildet eine Schwachstelle im Uferschutz.	4
Bild 24	Km 17.52: Der Absturz ist aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.	4
Bild 25	Km 17.52 bis 17.37, beidseits: Der Uferschutz aus Blocksatz ist in einem guten baulichen Zustand.	5
Bild 26	Km 17.4, rechts: Repariertes Uferschutz.	5
Bild 27	Km 17.4, links: Sickerwasser fließt der Dünnern zu.	5
Bild 28	Km 17.3, beidseits: Der Uferschutz ist unter der bedachten Brücke beschädigt. Blick flussaufwärts.	5
Bild 29	Km 17.15: Die Sohle bei der Schwelle ist in der Gerinnemitte erodiert.	5
Bild 30	Km 17.15, beidseits: Der Uferschutz ist beidseits auf einer Länge von ca. 20m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	5

Anhang 1 – Fotodokumentation Schutzbauten

Bild 31	Km 17.12-16.77, beidseits: Im Uferschutz sind mehrere kleine beschädigte Stellen und Nachbesserungen vorhanden (mittlerer Zustand).	6
Bild 32	Km 17.06, rechts: Beschädigte Stelle im Uferschutz.	6
Bild 33	Km 17.12: Die Sohle ist in der Gerinnemitte erodiert. Es ist ein Querholz und auf der rechten Seite das Längsholz der Foundation erkennbar. Der Uferschutz ist in mittlerem Zustand.	6
Bild 34	Km 17.08: Der Absturz ist aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Am linken Ufer ist die nachgebesserte Stelle leicht beschädigt. Blick flussaufwärts.	6
Bild 35	Km 16.775, links: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Blick flussaufwärts.	6
Bild 36	Km 16.6-16.5, beidseits: Im Uferschutz sind mehrere kleine beschädigte Stellen vorhanden (mittlerer Zustand).	6
Bild 37	Km 16.65, links: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Blick flussaufwärts.	7
Bild 38	Km 16.6, rechts: Zulauf Bipperbach.	7
Bild 39	Km 16.53, links: Der Uferschutz ist lokal zerstört.	7
Bild 40	Km 16.43, rechts: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 10m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	7
Bild 41	Km 16.43, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 10m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	7
Bild 42	Km 16.42-16.06, beidseits: Bei zwei Schwellen ist das Ufer erodiert. Ansonsten ist das Ufer in mittlerem Zustand (einzelne Beschädigungen).	7
Bild 43	Km 16.3, rechts: Der Uferschutz ist geschwächt. Blick von der Feldbrücke flussabwärts.	8
Bild 44	Km 16.28, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	8
Bild 45	Km 16.28, rechts: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	8
Bild 46	Km 16.18, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.	8
Bild 47	Km 16.06-15.88, beidseits: Der Uferschutz ist in einem guten Zustand.	8
Bild 48	Km 15.82, links: Das Ufer ist zerstört. Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült.	8
Bild 49	Km 15.68-14.6: Der Uferschutz ist links in einem mittleren Zustand, rechts in einem schlechten Zustand.	9
Bild 50	Km 15.62, rechts: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Der Allgemeinzustand des rechten Ufers im Abschnitt ist schlecht.	9
Bild 51	Km 15.48, links: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem schlechten Zustand. Die Rückgriffweite beträgt 2m.	9
Bild 52	Km 15.48, rechts: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem mittleren Zustand. Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült.	9
Bild 53	Km 15.26, rechts: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört.	9
Bild 54	Km 15.2, rechts: Das Ufer ist oberhalb des Uferschutzes erodiert.	9
Bild 55	Km 14.6-14.38, beidseits: Die Ufer sind oberhalb des Schutzes teilweise erodiert (mittlerer Zustand).	10
Bild 56	Km 14.38: Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült. Die Ufer sind beidseits geschwächt.	10
Bild 57	Km 14.38-13.62, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.	10
Bild 58	Km 13.62-13.32, links: Das Ufer ist oberhalb des Uferschutzes erodiert (schlechter Zustand). Rechts ist es in einem guten Zustand.	10
Bild 59	Km 13.18: Das Querholz der Schwelle ist unterspült. Der rechte Uferschutz ist lokal in schlechtem Zustand. Dasselbe gilt für die Schwelle bei km 13.33.	10
Bild 60	Km 13.13, rechts: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem schlechten Zustand. Links ist er auf einer Länge von 20m in einem schlechten Zustand.	10

Anhang 1 – Fotodokumentation Schutzbauten

Bild 61	Km 13.1-12.63, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.	11
Bild 62	Km 13.1-12.63, links: Das Ufer ist in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.	11
Bild 63	Km 12.63-12.53, rechts: Das Ufer ist in einem schlechten Zustand.	11
Bild 64	Km 12.5-12.35: Das linke Ufer ist in einem schlechten Zustand, das rechte Ufer in einem mittleren Zustand. Blick flussaufwärts.	11
Bild 65	Km 12.5-12.35: Das linke Ufer ist oberhalb des Schutzes teilweise mit einer Rückgriffweite bis zu 2m erodiert (schlechter Zustand).	11
Bild 66	Km 12.5-12.35: Das rechte Ufer ist oberhalb des Schutzes teilweise erodiert (mittlerer Zustand).	11
Bild 67	Km 12.35-11.78, beidseits: Die Ufer sind oberhalb des Schutzes teilweise leicht erodiert und weisen einzelne Beschädigungen auf (mittlerer Zustand).	12
Bild 68	Km 11.96, links: Der Uferschutz ist bei der Schwelle lokal zerstört.	12
Bild 69	Km 11.8, rechts: Der Uferschutz ist auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m. Blick flussaufwärts.	12
Bild 70	Km 11.78-11.2, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.	12



Bild 1 Km 19.13-19.09, beidseits: Blocksatz in mittlerem Zustand, der teilweise unterspült ist. Blick flussaufwärts.



Bild 2 Km 19.09-19.05, rechts: Die Mauer ist in einem mittleren Zustand.



Bild 3 Km 19.05, links: Blocksatz in schlechtem Zustand.



Bild 4 Km 19.05: Die Sohle nach der Schwelle ist in der Gerinnemitte erodiert.



Bild 5 Km 19.04, links: Der Uferschutz auf der Innenseite (Industrie) besteht aus Blocksatz und Betonplatten. Er ist zerstört.



Bild 6 Km 18.6, rechts: Das Ufer ist naturnah. Blick flussaufwärts.



Bild 7 Km 18.6, links: Ein Blockwurf in gutem Zustand schützt die Ufer. Blick flussaufwärts.



Bild 8 Km 19.05-18.57: Die Sohle ist in der Gerinnemitte erodiert. An den Ufern ist die nicht erodierte, kolmatische Schicht erkennbar. Blick flussaufwärts.



Bild 9 Km 18.5, rechts: Die Ufermauer ist in einem schlechten Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 10 Km 18.5, beidseits: Die Ufermauern und der aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftige Absturz sind in gutem Zustand.



Bild 11 Km 18.5, Sohle: Die Sohle unterhalb der Schwelle ist gepflästert. Blick flussaufwärts.



Bild 12 Km 18.34-18.3, Geschiebesammler: Die Schwelle beim Einlauf ist rechts leicht beschädigt.



Bild 13 Km 18.34-18.3, links: Die Ufer des Geschiebesammlers bestehen aus Blocksatz in gutem Zustand.



Bild 14 Km 18.34-18.3, rechts: Der Blocksatz am Ufer ist im unteren Teil bewachsen. Eine Anlandung beansprucht einen Teil des Ufers. Blick vom Auslaufbauwerk flussaufwärts.



Bild 15 Km 18.23, Geschiebesammler: Der aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftige Absturz beim Auslauf und das Tosbecken sind in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 16 Km 18.06: Der Absturz ist aus fischereilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 17 Km 18.1-18.0, beidseits: Der Uferschutz ist lokal beidseits auf einer Länge von 6m zerstört.



Bild 18 Km 17.9, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 19 Km 17.9, rechts: Bacheinmündung Leuengraben.



Bild 20 Km 17.84: Der Absturz ist aus fische-reilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 21 Km 17.8-17.52, beidseits: Der Ufer-schutz aus Blocksatz hat einzelne be-schädigte Stellen (mittlerer Zustand).



Bild 22 Km 17.8-17.52, links: Beschädigte Stelle im Uferschutz.



Bild 23 Km 17.8-17.52, rechts: Der Verbund weist Löcher auf und bildet eine Schwachstelle im Uferschutz.



Bild 24 Km 17.52: Der Absturz ist aus fische-reilicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 25 Km 17.52 bis 17.37, beidseits: Der Uferschutz aus Blocksatz ist in einem guten baulichen Zustand.



Bild 26 Km 17.4, rechts: Reparierter Uferschutz.



Bild 27 Km 17.4, links: Sickerwasser fließt der Dünnern zu.



Bild 28 Km 17.3, beidseits: Der Uferschutz ist unter der bedachten Brücke beschädigt. Blick flussaufwärts.



Bild 29 Km 17.15: Die Sohle bei der Schwelle ist in der Gerinnemitte erodiert.



Bild 30 Km 17.15, beidseits: Der Uferschutz ist beidseits auf einer Länge von ca. 20m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 31 Km 17.12-16.77, beidseits: Im Uferschutz sind mehrere kleine beschädigte Stellen und Nachbesserungen vorhanden (mittlerer Zustand).

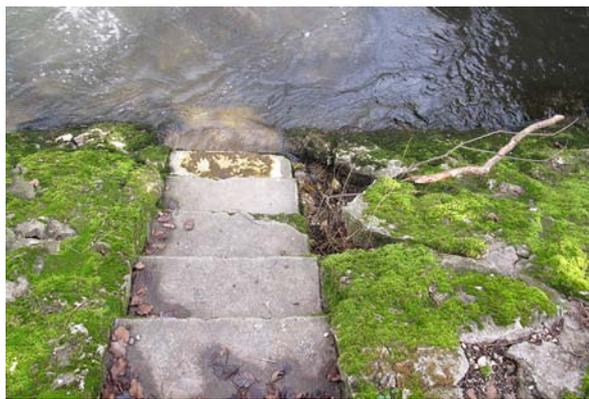


Bild 32 Km 17.06, rechts: Beschädigte Stelle im Uferschutz.



Bild 33 Km 17.12: Die Sohle ist in der Gerinnemitte erodiert. Es ist ein Querholz und auf der rechten Seite das Längsholz der Foundation erkennbar. Der Uferschutz ist in mittlerem Zustand.



Bild 34 Km 17.08: Der Absturz ist aus fischerlicher Sicht sanierungsbedürftig. Er ist in einem guten baulichen Zustand. Am linken Ufer ist die nachgebesserte Stelle leicht beschädigt. Blick flussaufwärts.



Bild 35 Km 16.775, links: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Blick flussaufwärts.



Bild 36 Km 16.6-16.5, beidseits: Im Uferschutz sind mehrere kleine beschädigte Stellen vorhanden (mittlerer Zustand).



Bild 37 Km 16.65, links: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Blick flussaufwärts.



Bild 38 Km 16.6, rechts: Zulauf Bipperbach.



Bild 39 Km 16.53, links: Der Uferschutz ist lokal zerstört.



Bild 40 Km 16.43, rechts: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 10m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 41 Km 16.43, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 10m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 42 Km 16.42-16.06, beidseits: Bei zwei Schwellen ist das Ufer erodiert. Ansonsten ist das Ufer in mittlerem Zustand (einzelne Beschädigungen).



Bild 43 Km 16.3, rechts: Der Uferschutz ist geschwächt. Blick von der Feldbrücke flussabwärts.



Bild 44 Km 16.28, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 45 Km 16.28, rechts: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 46 Km 16.18, links: Der Uferschutz ist nach der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m.



Bild 47 Km 16.06-15.88, beidseits: Der Uferschutz ist in einem guten Zustand.



Bild 48 Km 15.82, links: Das Ufer ist zerstört. Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült.



Bild 49 Km 15.68-14.6: Der Uferschutz ist links in einem mittleren Zustand, rechts in einem schlechten Zustand.



Bild 50 Km 15.62, rechts: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört. Der Allgemeinzustand des rechten Ufers im Abschnitt ist schlecht.



Bild 51 Km 15.48, links: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem schlechten Zustand. Die Rückgriffweite beträgt 2m.



Bild 52 Km 15.48, rechts: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem mittleren Zustand. Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült.



Bild 53 Km 15.26, rechts: Der Uferschutz ist bei der Einleitung einer Entwässerung lokal zerstört.



Bild 54 Km 15.2, rechts: Das Ufer ist oberhalb des Uferschutzes erodiert.



Bild 55 Km 14.6-14.38, beidseits: Die Ufer sind oberhalb des Schutzes teilweise erodiert (mittlerer Zustand).



Bild 56 Km 14.38: Das Querholz der Schwelle ist von unten hinterspült. Die Ufer sind beidseits geschwächt.



Bild 57 Km 14.38-13.62, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.



Bild 58 Km 13.62-13.32, links: Das Ufer ist oberhalb des Uferschutzes erodiert (schlechter Zustand). Rechts ist es in einem guten Zustand.



Bild 59 Km 13.18: Das Querholz der Schwelle ist unterspült. Der rechte Uferschutz ist lokal in schlechtem Zustand. Dasselbe gilt für die Schwelle bei km 13.33.



Bild 60 Km 13.13, rechts: Der Uferschutz ist bei der Schwelle auf einer Länge von ca. 6m in einem schlechten Zustand. Links ist er auf einer Länge von 20m in einem schlechten Zustand.



Bild 61 Km 13.1-12.63, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.



Bild 62 Km 13.1-12.63, links: Das Ufer ist in einem guten Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 63 Km 12.63-12.53, rechts: Das Ufer ist in einem schlechten Zustand.



Bild 64 Km 12.5-12.35: Das linke Ufer ist in einem schlechten Zustand, das rechte Ufer in einem mittleren Zustand. Blick flussaufwärts.



Bild 65 Km 12.5-12.35: Das linke Ufer ist oberhalb des Schutzes teilweise mit einer Rückgriffweite bis zu 2m erodiert (schlechter Zustand).



Bild 66 Km 12.5-12.35: Das rechte Ufer ist oberhalb des Schutzes teilweise erodiert (mittlerer Zustand).



Bild 67 Km 12.35-11.78, beidseits: Die Ufer sind oberhalb des Schutzes teilweise leicht erodiert und weisen einzelne Beschädigungen auf (mittlerer Zustand).



Bild 68 Km 11.96, links: Der Uferschutz ist bei der Schwelle lokal zerstört.



Bild 69 Km 11.8, rechts: Der Uferschutz ist auf einer Länge von ca. 6m zerstört. Die Rückgriffweite beträgt 1-2m. Blick flussaufwärts.



Bild 70 Km 11.78-11.2, beidseits: Die Ufer sind in einem guten Zustand.

Anhang 2

Datengrundlage und –aufbereitung Schutzdefizitkarte

<i>Objektkategorie</i>		<i>Datengrundlage</i>	<i>Datenaufbereitung</i>
2.1	Flurwege	- Kommunale Strassen- /Baulinienpläne - Ortspläne	- Klassierung - Verschnitt mit Intensitätskarten
2.1	Wanderwege	- Geodatenatz Wanderwege, Kanton Solothurn	- Verschnitt mit Intensitätskarten
2.2	Unbewohnte Einzelgebäude	- Solothurnische Gebäudeversicherung - Amtliche Vermessung Kanton Solothurn	- Zuordnung bewohnt/unbewohnt - Lokalisierung anhand AV-Daten (Gebäudeeingänge) - Verschnitt mit Intensitätskarten
2.2	Landwirtschaftlich intensiv genutztes Land	- Amtliche Vermessung Kanton Solothurn	- Verschnitt mit Intensitätskarten
2.2	Verkehrswege von kommunaler Bedeutung	- Kommunale Strassen- /Baulinienpläne - Ortspläne	- Klassierung - Verschnitt mit Intensitätskarten
2.2	Freileitungen, Sendeanlagen	- Geodatenatz Freileitungen, Kanton Solothurn	- Verschnitt mit Intensitätskarten
2.3	Bewohnte Einzelgebäude, Einzelgebäude mit unbekannter Nutzung, Weiler, Ställe	- Solothurnische Gebäudeversicherung - Amtliche Vermessung Kanton Solothurn	- Zuordnung bewohnt/unbewohnt - Lokalisierung anhand AV-Daten (Gebäudeeingänge) - Verschnitt mit Intensitätskarten
2.3	Verkehrswege von nationaler und kantonaler Bedeutung	- Geodatenatz Strassenklassierung Kantonsstrassen, Kanton Solothurn	- Klassierung - Verschnitt mit Intensitätskarten
3.1	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie	- Geodatenatz Nutzungszonen innerhalb Siedlungsgebiet, Kanton Solothurn	- Selektion Wohnzone, Zentrumzone, öffentliche Areale, etc. aus Geodatenatz - Verschnitt mit Intensitätskarten
3.1	Bahnhöfe	- Geodatenatz Öffentlicher Verkehr - Haltestellen, Kanton Solothurn	- Selektion Bahnhöfe aus Geodatenatz - Verschnitt mit Intensitätskarten
3.2	Sonderobjekte	- Gem. Absprache mit dem Auftraggeber	- Kennzeichnung ARA Falkenstein

Anhang 3

Kostenschätzung

Kostenschätzung Variante Durchleiten

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	DL_01: Stauschild+Uferanpassung Steg Halmacker	m'	120	1'000	120'000
1.02	DL_01: Stauschild+Uferanpassung SBB-Brücken	m'	270	1'000	270'000
1.03	DL_01: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	100	800	80'000
1.04	DL_01: Stauschild Brücke Industriestrasse	m'	25	1'000	25'000
1.05	DL_01: Gerinneverbreiterung inkl. Längsverbau und Ufererhöhung	m'	200	4'000	800'000
1.06	DL_01: Erhöhung Steg Grossacker	p	1	300'000	300'000
1.07	DL_02: Gerinneverbreiterung	m'	1'200	2'000	2'400'000
1.08	DL_02: Neubau Brücke Neustrasse	p	1	1'500'000	1'500'000
1.09	DL_03: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	800	1'000	800'000
1.10	DL_03: Erhöhung Brücke Bahnhofstrasse	p	1	800'000	800'000
1.11	DL_04: Gerinneverbreiterung	m'	700	2'000	1'400'000
1.12	DL_05: Autobahndurchlass	p	1	25'000'000	25'000'000
1.13	DL_06: Gerinneverbreiterung	m'	2'200	2'000	4'400'000
1.14	DL_06: Neubau Steg Winterlen	p	1	450'000	450'000
1.15	DL_06: Neubau Steg Lischmatten	p	1	450'000	450'000
1.16	DL_06: Stauschild+Uferanpassung SBB-Brücken	m'	130	1'000	130'000
1.17	DL_07: Gerinneverbreiterung	m'	2'000	2'000	4'000'000
1.18	DL_07: Stauschild+Uferanpassung Brücke Lischmatt	m'	250	1'000	250'000
1.19	DL_07: Neubau Brücke Gäustrasse	p	1	1'500'000	1'500'000
1.20	DL_07: Neubau Brücke Bach-/Dorfstrasse	p	1	1'500'000	1'500'000
1.21	DL_08: Gerinneverbreiterung	m'	850	2'000	1'700'000
1.22	DL_08: Neubau Steg Muhrmattweg	p	1	100'000	100'000
1.23	DL_09: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	200	400	80'000
1.24	DL_09: Stauschild Brücke Mittelgäustrasse	p	1	20'000	20'000
1.25	DL_09: Neubau Steg Altmatten	p	1	100'000	100'000
1.26	DL_10: Gerinneverbreiterung	m'	250	2'000	500'000
1.27	DL_11: Revitalisierung Rainmatt (AEM ERO)	m'	500		0
1.28	DL_12: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	400	800	320'000
1.29	DL_12: Stauschild+Uferanpassung Steg Gheidweg	m'	75	1'000	75'000
1.30	DL_12: Stauschild+Uferanpassung SBB-Brücke	m'	110	1'000	110'000
1.31	DL_13: Gerinneverbreiterung inkl. Rückbau Ufermauer	m'	200	3'000	600'000
1.32	DL_13: Stauschild+Uferanpassung Brücke Gheidweg	m'	75	1'000	75'000
1.33	DL_13: Objektschutz I&G	m'	250	2'000	500'000
1.34	DL_13: Ufererhöhung und Stauschilde Brücken und Stege	m'	650	2'000	1'300'000
1.35	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	4'150'000	4'150'000
1	Zwischentotal Baukosten				55'805'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				4'500'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				500'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				5'000'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				60'805'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				9'150'000
	MWSt. 8% / Rundung				6'045'000
3	Gesamte Investitionskosten (±30%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				76'000'000

	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	150'000	6	900'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		150'000		900'000

Kostenschätzung Variante Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$, ohne Kaskaden

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	Dünnern Gerinneverbreiterung	m'	200	2'000	400'000
1.02	Dünnern Sohlenerhöhung	m3	2'500	50	125'000
1.03	Dünnern Längsverbau Blocksatz	m'	400	1'000	400'000
1.04	Dünnern Blockrampe	m2	1'500	500	750'000
1.05	Dünnern Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.06	Streichwehr Betonelemente	m'	150	7'000	1'050'000
1.07	Ausleitkanal Nord Aushub	m3	22'000	40	880'000
1.08	Ausleitkanal Nord Längsverbau Blocksatz	m'	550	1'000	550'000
1.09	Ausleitkanal Nord Blockteppich	m2	1'400	500	700'000
1.10	Düker / Autobahndurchlass	m2	750	6'000	4'500'000
1.11	Ausleitkanal Süd Aushub	m3	4'500	40	180'000
1.12	Rückhaltedamm für häufige Hochwasser, bewirtschaftbar	m3	10'000	30	300'000
1.13	Rückhaltedämme inkl. Entlastungs-/Entleerungsorgane	m3	95'000	140	13'300'000
1	Zwischentotal HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhaltedämme				23'185'000
2.01	DL_01: Stauschild+Uferanpassung Steg Halmacker, SBB-Brücken, Steg Grossacker	m'	120	1'000	120'000
2.02	DL_02: Ufererhöhung	m'	1'200	500	600'000
2.03	DL_02: Stauschild+Uferanpassung Brücke Neustrasse	m'	60	2'000	120'000
2.04	DL_03: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	800	800	640'000
2.05	DL_03: Stauschild+Uferanpassung Brücke Bahnhofstr.	m'	120	2'000	240'000
2.06	DL_04: Gerinneverbreiterung	m'	400	1'500	600'000
2.07	DL_05: Optimierung Einlauf Autobahndurchlass	p	1	100'000	100'000
2.08	DL_06: Gerinneverbreiterung	m'	600	1'500	900'000
2.09	DL_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	600	30	18'000
2.10	DL_06: Stauschild+Uferanpassung Steg Winterlen	m'	60	1'000	60'000
2.11	DL_06: Stauschild+Uferanpassung Steg Lischmatten	m'	120	1'000	120'000
2.12	DL_06: Stauschild SBB-Brücken	m'	25	2'000	50'000
2.13	DL_07: Gerinneverbreiterung	m'	800	1'500	1'200'000
2.14	DL_07: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	1'800	30	54'000
2.15	DL_07: Stauschild Brücke Lischmatt	m'	20	2'000	40'000
2.16	DL_07: Stauschild Brücke Gäustrasse	m'	20	2'000	40'000
2.17	DL_07: Stauschild Brücke Bach-/Dorfstrasse	m'	20	2'000	40'000
2.18	DL_08: Neubau Steg Muhrmattweg	p	1	100'000	100'000
2.19	DL_12: Stauschild Steg Gheidweg	m'	20	1'000	20'000
2.20	DL_12: Stauschild und Uferanpassung SBB-Brücke	m'	60	1'000	60'000
2	Zwischentotal Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten				5'122'000
3.01	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	2'250'000	2'250'000
3	Zwischentotal Baukosten				30'557'000
4.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				2'400'000
4.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				300'000
4	Zwischentotal Technische Arbeiten				2'700'000
5.01	Baukosten + Technische Arbeiten				33'257'000
5.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				5'000'000
	MWSt. 8% / Rundung				2'743'000
5	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				41'000'000
	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	50'000	6	300'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	35'000	6	210'000
6	Total Landerwerb Gerinneausbau		85'000		510'000

Kostenschätzung Variante Entlastung bis $Q=96\text{m}^3/\text{s}$, mit Kaskaden

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	Dünnern Gerinneverbreiterung	m'	200	2'000	400'000
1.02	Dünnern Sohlenerhöhung	m3	2'500	50	125'000
1.03	Dünnern Längsverbau Blocksatz	m'	400	1'000	400'000
1.04	Dünnern Blockrampe	m2	1'500	500	750'000
1.05	Dünnern Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.06	Streichwehr Betonelemente	m'	150	7'000	1'050'000
1.07	Ausleitkanal Nord Aushub	m3	22'000	40	880'000
1.08	Ausleitkanal Nord Längsverbau Blocksatz	m'	550	1'000	550'000
1.09	Ausleitkanal Nord Blockteppich	m2	1'400	500	700'000
1.10	Düker / Autobahndurchlass	m2	750	6'000	4'500'000
1.11	Ausleitkanal Süd Aushub	m3	4'500	40	180'000
1.12	Rückhaltedämme inkl. Entlastungs-/Entleerungsorgane	m3	150'000	150	22'500'000
1	Zwischentotal HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhaltedämme				32'085'000
2.01	DL_01: Stauschild+Uferanpassung Steg Halmacker, SBB-Brücken, Steg Grossacker	m'	120	1'000	120'000
2.02	DL_02: Ufererhöhung	m'	1'200	500	600'000
2.03	DL_02: Stauschild+Uferanpassung Brücke Neustrasse	m'	60	2'000	120'000
2.04	DL_03: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	800	800	640'000
2.05	DL_03: Stauschild+Uferanpassung Brücke Bahnhofstr.	m'	120	2'000	240'000
2.06	DL_04: Gerinneverbreiterung	m'	400	1'500	600'000
2.07	DL_05: Optimierung Einlauf Autobahndurchlass	p	1	100'000	100'000
2.08	DL_06: Gerinneverbreiterung	m'	600	1'500	900'000
2.09	DL_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	600	30	18'000
2.10	DL_06: Stauschild+Uferanpassung Steg Winterlen	m'	60	1'000	60'000
2.11	DL_06: Stauschild+Uferanpassung Steg Lischmatten	m'	120	1'000	120'000
2.12	DL_06: Stauschild SBB-Brücken	m'	25	2'000	50'000
2.13	DL_07: Gerinneverbreiterung	m'	800	1'500	1'200'000
2.14	DL_07: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	1'800	30	54'000
2.15	DL_07: Stauschild Brücke Lischmatt	m'	20	2'000	40'000
2.16	DL_07: Stauschild Brücke Gäustrasse	m'	20	2'000	40'000
2.17	DL_07: Stauschild Brücke Bach-/Dorfstrasse	m'	20	2'000	40'000
2.18	DL_08: Neubau Steg Muhrmattweg	p	1	100'000	100'000
2.19	DL_12: Stauschild Steg Gheidweg	m'	20	1'000	20'000
2.20	DL_12: Stauschild und Uferanpassung SBB-Brücke	m'	60	1'000	60'000
2	Zwischentotal Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten				5'122'000
3.01	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	3'000'000	3'000'000
3	Zwischentotal Baukosten				40'207'000
4.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				3'200'000
4.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				400'000
4	Zwischentotal Technische Arbeiten				3'600'000
5.01	Baukosten + Technische Arbeiten				43'807'000
5.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				6'500'000
	MWSt. 8% / Rundung				3'693'000
5	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				54'000'000
	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	100'000	6	600'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	35'000	6	210'000
6	Total Landerwerb Gerinneausbau		135'000		810'000

Kostenschätzung Variante Entlastung bis Q=72m³/s, ohne Kaskaden

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	Dünnern Gerinneverbreiterung	m'	200	2'000	400'000
1.02	Dünnern Sohlenerhöhung	m3	2'500	50	125'000
1.03	Dünnern Längsverbau Blocksatz	m'	400	1'000	400'000
1.04	Dünnern Blockrampe	m2	1'500	500	750'000
1.05	Dünnern Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.06	Streichwehr Betonelemente	m'	200	7'000	1'400'000
1.07	Ausleitkanal Nord Aushub	m3	25'000	40	1'000'000
1.08	Ausleitkanal Nord Längsverbau Blocksatz	m'	550	1'000	550'000
1.09	Ausleitkanal Nord Blockteppich	m2	1'600	500	800'000
1.10	Düker / Autobahndurchlass	m2	900	6'000	5'400'000
1.11	Ausleitkanal Süd Aushub	m3	6'500	40	260'000
1.12	Rückhaltedamm für häufige Hochwasser, bewirtschaftbar	m3	35'000	30	1'050'000
1.13	Rückhaltedämme inkl. Entlastungs-/Entleerungsorgane	m3	175'000	140	24'500'000
1	Zwischentotal HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhaltedämme				36'685'000
2.01	DL_01: Stauschild+Uferanpassung Steg Grossacker	m'	40	1'000	40'000
2.02	DL_02: Stauschild Brücke Neustrasse	m'	20	2'000	40'000
2.03	DL_03: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	100	800	80'000
2.04	DL_03: Stauschild Brücke Bahnhofstrasse	m'	20	2'000	40'000
2.05	DL_04: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	300	30	9'000
2.06	DL_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	1'100	30	33'000
2.07	DL_06: Stauschild Steg Winterlen	m'	15	1'000	15'000
2.08	DL_06: Stauschild Steg Lischmatten	m'	15	1'000	15'000
2.09	DL_07: Stauschild Brücke Gäustrasse	m'	20	1'000	20'000
2.10	DL_07: Stauschild Brücke Bach-/Dorfstrasse	m'	20	1'000	20'000
2.11	DL_12: Stauschild Steg Gheidweg	m'	20	1'000	20'000
2	Zwischentotal Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten				332'000
3.01	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	2'950'000	2'950'000
3	Zwischentotal Baukosten				39'967'000
4.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				3'200'000
4.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				400'000
4	Zwischentotal Technische Arbeiten				3'600'000
5.01	Baukosten + Technische Arbeiten				43'567'000
5.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				6'550'000
	MWSt. 8% / Rundung				3'883'000
5	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				54'000'000
	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	75'000	6	450'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	0	6	0
6	Total Landerwerb Gerinneausbau		75'000		450'000

Kostenschätzung Variante Entlastung bis Q=72m³/s, mit Kaskaden

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	Dünnern Gerinneverbreiterung	m'	200	2'000	400'000
1.02	Dünnern Sohlenerhöhung	m3	2'500	50	125'000
1.03	Dünnern Längsverbau Blocksatz	m'	400	1'000	400'000
1.04	Dünnern Blockrampe	m2	1'500	500	750'000
1.05	Dünnern Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.06	Streichwehr Betonelemente	m'	200	7'000	1'400'000
1.07	Ausleitkanal Nord Aushub	m3	25'000	40	1'000'000
1.08	Ausleitkanal Nord Längsverbau Blocksatz	m'	550	1'000	550'000
1.09	Ausleitkanal Nord Blockteppich	m2	1'600	500	800'000
1.10	Düker / Autobahndurchlass	m2	900	6'000	5'400'000
1.11	Ausleitkanal Süd Aushub	m3	6'500	40	260'000
1.12	Rückhaltedämme inkl. Entlastungs-/Entleerungsorgane	m3	260'000	150	39'000'000
1	Zwischentotal HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhaltedämme				50'135'000
2.01	DL_01: Stauschild+Uferanpassung Steg Grossacker	m'	40	1'000	40'000
2.02	DL_02: Stauschild Brücke Neustrasse	m'	20	2'000	40'000
2.03	DL_03: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	100	800	80'000
2.04	DL_03: Stauschild Brücke Bahnhofstrasse	m'	20	2'000	40'000
2.05	DL_04: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	300	30	9'000
2.06	DL_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	1'100	30	33'000
2.07	DL_06: Stauschild Steg Winterlen	m'	15	1'000	15'000
2.08	DL_06: Stauschild Steg Lischmatten	m'	15	1'000	15'000
2.09	DL_07: Stauschild Brücke Gäustrasse	m'	20	1'000	20'000
2.10	DL_07: Stauschild Brücke Bach-/Dorfstrasse	m'	20	1'000	20'000
2.11	DL_12: Stauschild Steg Gheidweg	m'	20	1'000	20'000
2	Zwischentotal Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten				332'000
3.01	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	4'000'000	4'000'000
3	Zwischentotal Baukosten				54'467'000
4.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				4'300'000
4.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				500'000
4	Zwischentotal Technische Arbeiten				4'800'000
5.01	Baukosten + Technische Arbeiten				59'267'000
5.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				8'900'000
	MWSt. 8% / Rundung				5'833'000
5	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				74'000'000

	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	135'000	6	810'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	0	6	0
6	Total Landerwerb Gerinneausbau		135'000		810'000

Kostenschätzung Abschnitt 1, Variante 1

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A1_V1_01: Stauschild+Uferanpassung	m'	50	500	25'000
1.02	A1_V1_02: Brücke rückbauen	m3	50	100	5'000
1.03	A1_V1_03: Ufererhöhung (Mauer, Höhe 1m)	m'	80	600	48'000
1.04	A1_V1_04: Stauschild+Uferanpassung	m'	50	500	25'000
1.05	A1_V1_05: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	500	800	400'000
1.06	A1_V1_05: Entsorgung belastetes Aushubmaterial (Annahme 1/2 des Materials Inertstoff)	m3	4'000	60	240'000
1.07	A1_V1_05: Ufererhöhung (Damm Höhe 1.5m)	m3	2'000	50	100'000
1.08	A1_V1_05: Längsverbau Blocksatz	m'	80	1'000	80'000
1.09	A1_V1_06: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	5'000	30	150'000
1.10	A1_V1_06: Unterfangung Ufermauern	m'	130	2'000	260'000
1.11	A1_V1_06: Unterfangung Ufermauern: Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.12	A1_V1_06: Ufererhöhung (Mauer, Höhe 1m)	m'	150	600	90'000
1.13	A1_V1_07: Stauschild	m'	20	2'000	40'000
1.14	A1_V1_08: Blockrampe	m2	300	500	150'000
1.15	A1_V1_08: Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.16	A1_V1_09: Anpassung Fassung Mitttelgäubach	p	1	50'000	50'000
1.17	A1_V1_10: Umbau Schwellen Geschieberückhalt	p	1	200'000	200'000
1.18	A1_V1_10: Umbau Schwellen Geschieberückh. Wasserh.	p	1	50'000	50'000
1.19	A1_V1_11: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	750	2'000	1'500'000
1.20	A1_V1_11: Entsorgung belastetes Aushubmaterial (Annahme 1/6 des Materials Inertstoff)	m3	5'000	60	300'000
1.21	A1_V1_11: Rückbau Sohlenpflasterung	m2	900	100	90'000
1.22	A1_V1_11: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	2'000	50	100'000
1.23	A1_V1_11: Ufererhöhung (Damm Höhe 1m)	m3	2'000	30	60'000
1.24	A1_V1_11: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	150	600	90'000
1.25	A1_V1_11: Längsverbau Blocksatz	m'	160	1'000	160'000
1.26	A1_V1_11: Blockbuhnen	St	10	25'000	250'000
1.27	A1_V1_11: Verlegung Uferweg	m	150	150	22'500
1.28	A1_V1_12: Blockrampe	m2	400	500	200'000
1.29	A1_V1_12: Blockrampe Wasserhaltung	p	1	30'000	30'000
1.30	A1_V1_13: Blockrampe	m2	400	500	200'000
1.31	A1_V1_13: Blockrampe Wasserhaltung	p	1	30'000	30'000
1.32	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	405'000	405'000
1	Zwischentotal Baukosten				5'450'500
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (10%)				550'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik, Altlast				200'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				750'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				6'200'500
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				930'000
	MWSt. 8% / Rundung				569'500
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				7'700'000
	Landbedarf Gerinneausbau: Landwirtschaftsland	m2	5'000	6	30'000
	Landbedarf Gerinneausbau: Bauzone	m2	5'000	100	500'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		10'000		530'000

Kostenschätzung Abschnitt 1, Variante 2

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A1_V2_01: Stauschild+Uferanpassung	m'	50	500	25'000
1.02	A1_V2_02: Brücke rückbauen	m3	50	100	5'000
1.03	A1_V2_03: Ufererhöhung (Mauer, Höhe 1m)	m'	80	600	48'000
1.04	A1_V2_04: Stauschild+Uferanpassung	m'	50	500	25'000
1.05	A1_V2_05: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	500	800	400'000
1.06	A1_V2_05: Entsorgung belastetes Aushubmaterial (Annahme 1/2 des Materials Inertstoff)	m3	4'000	60	240'000
1.07	A1_V2_05: Ufererhöhung (Damm Höhe 1.5m)	m3	2'000	50	100'000
1.08	A1_V2_05: Längsverbau Blocksatz	m'	80	1'000	80'000
1.09	A1_V2_06: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	5'000	30	150'000
1.10	A1_V2_06: Unterfangung Ufermauern	m'	130	2'000	260'000
1.11	A1_V2_06: Unterfangung Ufermauern: Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.12	A1_V2_06: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	150	600	90'000
1.13	A1_V2_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 1m)	m3	500	30	15'000
1.14	A1_V2_07: Stauschild	m'	20	2'000	40'000
1.15	A1_V2_08: Blockrampe	m2	300	500	150'000
1.16	A1_V2_08: Blockrampe Wasserhaltung	p	1	50'000	50'000
1.17	A1_V2_09: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	450	5'000	2'250'000
1.18	A1_V2_09: Entsorgung belastetes Aushubmaterial (Annahme 1/6 des Materials Inertstoff)	m3	12'000	60	720'000
1.19	A1_V2_09: Rückbau Geschiebesammler inkl. Schwellen	m3	2'500	100	250'000
1.20	A1_V2_09: Längsverbau Blocksatz	m'	160	1'000	160'000
1.21	A1_V2_09: Blockbuhnen	St	4	25'000	100'000
1.22	A1_V2_09: Verschiebung Strasse	m2	1'250	400	500'000
1.23	A1_V2_10: Anpassung Fassung Mittelgäubach	p	1	100'000	100'000
1.24	A1_V2_11: Rückbau Schwelle	m3	30	100	3'000
1.25	A1_V2_12: Gerinneverbreiterung	m'	130	3'000	390'000
1.26	A1_V2_12: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	1'000	50	50'000
1.27	A1_V2_12: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	400	30	12'000
1.28	A1_V2_13: Blockrampe	m2	400	500	200'000
1.29	A1_V2_13: Blockrampe Wasserhaltung	p	1	30'000	30'000
1.30	A1_V2_12: Velegung Uferweg	m	160	150	24'000
1.31	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	520'000	520'000
1	Zwischentotal Baukosten				7'037'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (10%)				700'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik, Altlast				300'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				1'000'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				8'037'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 % MWSt. 8% / Rundung				1'200'000 763'000
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				10'000'000
	Landbedarf Gerinneausbau: Landwirtschaftsland	m2	20'000	6	120'000
	Landbedarf Gerinneausbau: Bauzone	m2	5'000	100	500'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		25'000		620'000

Kostenschätzung Abschnitt 2, Variante 1

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A2_V1_01: Umbau Schwelle/Rampe	m2	180	350	63'000
1.02	A2_V1_01: Umbau Schwelle/Rampe: Wasserhaltung	p	1	20'000	20'000
1.03	A2_V1_02: Stauschild	m'	20	2'000	40'000
1.04	A2_V1_03: Ersatzneubau Brücke mit Stauschild	m2	60	2'500	150'000
1.05	A2_V1_04: Stauschild	m'	20	2'000	40'000
1.06	A2_V1_05: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1.5m)	m'	600	1'000	600'000
1.07	A2_V1_05: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	800	600	480'000
1.08	A2_V1_05: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	450	400	180'000
1.09	A2_V1_05: Instandstellung Uferschutz	m'	1'800	500	900'000
1.10	A2_V1_05: Sohlenstrukturierung	m'	1'200	500	600'000
1.11	A2_V1_05: Ersatzneubau Uferschutz	m'	40	1'000	40'000
1.12	A2_V1_06: Umbau Schwelle/Rampe	m2	180	350	63'000
1.13	A2_V1_06: Umbau Schwelle/Rampe: Wasserhaltung	p	1	20'000	20'000
1.14	A2_V1_07: Stauschild+Uferanpassung	m'	70	2'000	140'000
1.15	Baustelleninstallation (10%, erschwerte Zugänglichkeit)	gl	1	340'000	340'000
1	Zwischentotal Baukosten				3'676'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (12%)				450'000
2.02	Zusatzleistungen Geotechnik				50'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				500'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				4'176'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				630'000
	MWSt. 8% / Rundung				394'000
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				5'200'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau	m2	0		0

Kostenschätzung Abschnitt 2, Variante 2

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A2_V2_01: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	220	2'000	440'000
1.02	A2_V2_01: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	1'300	50	65'000
1.03	A2_V2_01: Ufererhöhung (Mauer Höhe 1m)	m'	600	600	360'000
1.04	A2_V2_01: Längsverbau Blocksatz	m'	450	1'500	675'000
1.05	A2_V2_01: Instandstellung Uferschutz	m'	350	500	175'000
1.06	A2_V2_01: Neubau Fussweg	m'	200	150	30'000
1.07	A2_V2_02: Rückbau Schwelle	m3	30	100	3'000
1.08	A2_V2_03: Stauschild	m'	20	2'000	40'000
1.09	A2_V2_04: Erhöhung Brücke	p	1	150'000	150'000
1.10	A2_V2_05: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	350	500	175'000
1.11	A2_V2_05: Sohlenabsenkung (Aushub und Transport)	m3	1'300	50	65'000
1.12	A2_V2_05: Längsverbau Blocksatz	m'	700	1'500	1'050'000
1.13	A2_V2_06: Rückbau Schwelle	m3	30	100	3'000
1.14	A2_V2_07: Stauschild+Uferanpassung	m'	40	2'000	80'000
1.15	A2_V2_08: Ufererhöhung (Mauer 0.5m)	m'	450	400	180'000
1.16	A2_V2_08: Instandstellung Uferschutz	m'	800	500	400'000
1.17	A2_V2_08: Sohlenstrukturierung	m'	400	500	200'000
1.18	Baustelleninstallation (10%, erschwerte Zugänglichkeit)	gl	1	410'000	410'000
1	Zwischentotal Baukosten				4'501'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (12%)				540'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				100'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				640'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				5'141'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				770'000
	MWSt. 8% / Rundung				489'000
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				6'400'000

	Landbedarf Gerinneausbau: Bauzone	m2	1'500	100	150'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		1'500		150'000

Kostenschätzung Abschnitt 3, Variante 1

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A3_V1_01: Ufererhöhung Bipperbach (Mauer Höhe 1m)	m'	600	600	360'000
1.02	A3_V1_02: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	1'500	1'050'000
1.03	A3_V1_02: Sohlenerhöhung	m3	7'000	50	350'000
1.04	A3_V1_02: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5-1.5m)	m3	10'000	40	400'000
1.05	A3_V1_02: Rückbau Uferschutz rechts	m3	1'200	40	48'000
1.06	A3_V1_02: Längsverbau rechts (Blocksatz)	m'	700	800	560'000
1.07	A3_V1_02: Anpassung Entlastung Mittelgäubach	p	1	50'000	50'000
1.08	A3_V1_02: Verlegung Uferwege	m'	600	150	90'000
1.09	A3_V1_03: Stauschild+Uferanpassung	m'	40	2'000	80'000
1.10	A3_V1_04: Neubau Brücke	m2	120	3'000	360'000
1.11	A3_V1_05: HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhalte-dämme; Variante Entlastung bis 96m3/s, ohne Kaskaden				23'185'000
1.12	A3_V1_06: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	1'500	1'050'000
1.13	A3_V1_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5-1m))	m3	1'800	30	54'000
1.14	A3_V1_06: Längsverbau links (Blocksatz)	m'	30	800	24'000
1.15	A3_V1_06: Verlegung Uferwege	m'	700	150	105'000
1.16	A3_V1_07: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	200	400	80'000
1.17	A3_V1_07: Instandstellung Uferschutz	m'	220	500	110'000
1.18	A3_V1_08: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	1'500	1'050'000
1.19	A3_V1_08: Verlegung Uferwege	m'	700	150	105'000
1.20	A3_V1_09: Umliegung Dünnern/Wildtierkorridor (Drittproj.)				
1.21	A3_V1_10: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	750	1'500	1'125'000
1.22	A3_V1_10: Verlegung Uferwege	m'	750	150	112'500
1.23	Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten; Variante Entlastung bis 96m3/s				5'122'000
1.24	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	2'850'000	2'850'000
1	Zwischentotal Baukosten				38'320'500
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				3'000'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				500'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				3'500'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				41'820'500
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				6'300'000
	MWSt. 8% / Rundung				3'879'500
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				52'000'000

	Landbedarf Gerinneausbau Abschnitt 3	m2	50'000	6	300'000
	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	50'000	6	300'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	35'000	6	210'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		135'000		810'000

Kostenschätzung Abschnitt 3, Variante 2

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A3_V2_01: Ufererhöhung Bipperbach (Mauer Höhe 1m)	m'	600	600	360'000
1.02	A3_V2_02: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	3'000	2'100'000
1.03	A3_V2_02: Sohlenerhöhung	m3	4'000	50	200'000
1.04	A3_V2_02: Ufererhöhung (Damm 0.5-1.5m)	m3	7'500	40	300'000
1.05	A3_V2_02: Rückbau Uferschutz rechts	m3	1'200	40	48'000
1.06	A3_V2_02: Längsverbau rechts (Blocksatz)	m'	300	800	240'000
1.07	A3_V2_02: Blockbuhnen	St	8	25'000	200'000
1.08	A3_V2_02: Anpassung Entlastung Mittelgäubach	p	1	50'000	50'000
1.09	A3_V2_02: Verlegung Uferwege	m'	700	150	105'000
1.10	A3_V2_03: Stauschild+Uferanpassung	m'	40	2'000	80'000
1.11	A3_V2_04: Neubau Brücke	m2	120	3'000	360'000
1.12	A3_V2_05: HW-Entlastungsbauwerk inkl. Rückhalte- dämme; Variante Entlastung bis 96m3/s, ohne Kaskaden				23'185'000
1.13	A3_V2_06: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	4'000	2'800'000
1.14	A3_V2_06: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5-1m))	m3	1'800	30	54'000
1.15	A3_V2_06: Längsverbau links (Blocksatz)	m'	30	800	24'000
1.16	A3_V2_06: Verlegung Uferwege	m'	700	150	105'000
1.17	A3_V2_07: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	200	400	80'000
1.18	A3_V2_07: Instandstellung Uferschutz	m'	220	500	110'000
1.19	A3_V2_08: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	700	5'000	3'500'000
1.20	A3_V2_08: Verlegung Uferwege	m'	700	150	105'000
1.21	A3_V2_09: Umlegung Dünnern/Wildtierkorridor (Drittproj.)				
1.22	A3_V2_10: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	750	5'000	3'750'000
1.23	A3_V2_10: Verlegung Uferwege	m'	750	150	112'500
1.24	Behebung HWS-Defizite Oberbuchsiten bis Olten; Variante Entlastung bis 96m3/s				5'122'000
1.25	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	3'450'000	3'450'000
1	Zwischentotal Baukosten				46'440'500
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (8%)				3'700'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				500'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				4'200'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				50'640'500
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				7'600'000
	MWSt. 8% / Rundung				4'759'500
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				63'000'000

	Landbedarf Gerinneausbau Abschnitt 3	m2	205'000	6	1'230'000
	Landbedarf Rückhaltedämme	m2	50'000	6	300'000
	Landbedarf Gerinneausbau Oberbuchsiten bis Olten	m2	35'000	6	210'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		290'000		1'740'000

Kostenschätzung Abschnitt 4, Variante 1

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A4_V1_01: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	250	2'000	500'000
1.02	A3_V1_01: Längsverbau links (Blocksatz)	m'	250	800	200'000
1.03	A4_V1_01: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	500	30	15'000
1.04	A4_V1_01: Verlegung Uferweg	m'	250	150	37'500
1.05	A4_V1_02: Instandstellung Uferschutz	m'	150	500	75'000
1.06	A4_V1_03: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	300	2'000	600'000
1.07	A4_V1_03: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	500	30	15'000
1.08	A4_V1_03: Verlegung Uferweg	m'	300	150	112'500
1.09	A4_V1_04: Sohlenstrukturierung	m'	200	500	100'000
1.10	A4_V1_04: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	200	400	80'000
1.11	A4_V1_04: Instandstellung Uferschutz	m'	100	500	50'000
1.12	A4_V1_05: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	200	2'000	400'000
1.13	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	175'000	175'000
1	Zwischentotal Baukosten				2'360'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (12%)				280'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				50'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				330'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				2'690'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 15 %				400'000
	MWSt. 8% / Rundung				310'000
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				3'400'000
	Landbedarf Gerinneausbau: Bauzone	m2	5'000	100	500'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		5'000		500'000

Kostenschätzung Abschnitt 4, Variante 2

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.01	A4_V2_01: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	250	2'000	500'000
1.02	A4_V2_01: Längsverbau links (Blocksatz)	m'	250	800	30'000
1.03	A4_V2_01: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	500	30	15'000
1.04	A4_V2_01: Verlegung Uferweg	m'	350	150	112'500
1.05	A4_V2_02: Instandstellung Uferschutz	m'	150	500	75'000
1.06	A4_V2_03: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	300	3'000	900'000
1.07	A4_V2_03: Blockbuhnen	St	4	25'000	100'000
1.08	A4_V2_03: Ufererhöhung (Damm Höhe 0.5m)	m3	500	30	15'000
1.09	A4_V2_03: Verlegung Uferweg	m'	300	150	112'500
1.10	A4_V2_04: Sohlenstrukturierung	m'	200	500	100'000
1.11	A4_V2_04: Ufererhöhung (Mauer Höhe 0.5m)	m'	200	400	80'000
1.12	A4_V2_04: Instandstellung Uferschutz	m'	100	500	50'000
1.13	A4_V2_05: Gerinneverbreiterung und -strukturierung	m'	200	3'000	600'000
1.14	A4_V2_05: Blockbuhnen	St	4	25'000	100'000
1.15	Baustelleninstallation (8%)	gl	1	230'000	230'000
1	Zwischentotal Baukosten				3'020'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31-53 (12%)				360'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik				50'000
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				410'000
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				3'430'000
3.02	Unvorhergesehenes ca. 10 %				345'000
	MWSt. 8% / Rundung				325'000
3	Gesamte Investitionskosten (±25%, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				4'100'000

	Landbedarf Gerinneausbau: Bauzone	m2	15'000	100	1'500'000
4	Total Landerwerb Gerinneausbau		15'000		1'500'000

Anhang 4

Variantenbewertung

Variantenbewertung

V1 Variante 1: Inanspruchnahme minimal erforderlicher Gewässerraum (bei Entlastung bis 96m³/s ohne Kaskaden)
 V2 Variante 2: Inanspruchnahme erweiterter Gewässerraum (bei Entlastung bis 96m³/s ohne Kaskaden)

Die Variante verhält sich bezüglich des Bewertungskriteriums ...

Bewertungsskala:

- 5 sehr günstig
- 4 günstig
- 3 neutral
- 2 ungünstig
- 1 sehr ungünstig

Hauptziele:

Unterziele = Bewertungskriterien:

<p>A Hochwassersicherheit: Die Variante gewährleistet einen ausreichenden, differenzierten Hochwasserschutz mit minimalem Restrisiko.</p> <p style="text-align: right;">Gewichtung 30%</p>

<p>A1 Eliminierung der ausgewiesenen Schutzdefizite</p>
<p>A2 Verbleibendes Restrisiko klein, gutmütige Reaktion im Überlastfall</p>
<p>A3 Realisierbarkeit einfach, technische Risiken gering</p>
<p>A4 Ausgeglichener Geschiebehaushalt: keine in Bezug auf Hochwasser relevanten Erosionen, Auflandungen</p>
<p>A5 Tiefe Laufmeterzahl Dämme und Ufermauern</p>
<p>A6 Beitrag zur Reduktion der Verkläusungsgefährdung bei Überführungsbauwerken</p>
<p>Durchschnittswertung Hochwassersicherheit</p>

Bewertung	
V1	V2
5	5
4	5
2	2
3	3
2	2
4	4
3.3	3.5

<p>B Natur und Landschaft: Die Variante sieht einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau vor.</p> <p style="text-align: right;">Gewichtung 20%</p>

<p>B1 Aufwertung bestehender Ökosysteme und Schaffung neuer naturnaher Lebensräume entlang des Gewässers (Gewässertypische Vegetation, Kleinstrukturen)</p>
<p>B2 Aufwertung bestehender und Schaffung neuer Lebensräume für die Zielart Bachforelle (Unterstände, grosse Tiefen- und Breitenvariabilität)</p>
<p>B3 Verbesserung der Vernetzung der natürlichen Lebensräume entlang des Gewässers (Elimination von Barrieren, Schaffung von Bermen unter Brücken, ausreichende Breite der bachbegleitenden, gewässertypischen Vegetation).</p>
<p>B4 Gewährleistung der Längsvernetzung für die vorkommenden Fische (Bachforelle, Groppe) (Umfang der Elimination von Wanderhindernissen, sohlengleiche Anbindung von Zuflüssen)</p>
<p>B5 Verbesserung des ökomorphologischen Zustandes des Gewässers (Beurteilung entsprechend der Stufe F des Moduls Ökomorphologie (Modulstufenkonzept BAFU); Parameter: Verbauungsgrad, Beschaffenheit Ufer bzw. Gewässerraum, Zustand Gewässersohle)</p>
<p>B6 Ermöglichung von morphodynamischen Prozessen (Erosion im Ufer- und Sohlenbereich, Auflandungen, Bildung Kiesbänken)</p>
<p>B7 Verbesserung der Anbindung des Gewässers ans Grundwasser (Ermöglichung der Ex- und Infiltration).</p>
<p>B8 Beitrag der Variante zur Verbesserung der Wasserqualität (Schaffung grosser Oberflächen z.B. durch grosse Breiten und Tiefenvariabilität und lange Uferlinien)</p>
<p>Durchschnittswertung Natur und Landschaft</p>

4	5
4	5
4	5
5	5
4	5
4	5
4	5
4	5
4	5
4.1	5.0

<p>C Sozio-Ökonomie: Das Projekt fördert die sozio-ökonomische Entwicklung der Region.</p> <p style="text-align: right;">Gewichtung 20%</p>
--

<p>C1 Landwirtschaft: Das Projekt beansprucht wenige Fruchtfolgeflächen</p>
<p>C2 Naherholung: Die Variante erhöht die Möglichkeiten zur Nutzung des Gewässerraums für Erholungssuchende.</p>
<p>C3 Werkleitungen: Der Einfluss auf das bestehende Werkleitungsnetz ist gering.</p>
<p>C4 Grundwasserschutz: keine negativen Auswirkungen auf die bestehende Grundwasserqualität</p>
<p>C5 Autobahn: Möglichst geringe Auswirkungen auf 6-Spur-Ausbau</p>
<p>C6 Flurwegnetz: Gewährleistung / Verbesserung bestehendes Flurwegnetz</p>
<p>C7 Gewässerunterhalt: Möglichst geringer Unterhaltsaufwand</p>
<p>Durchschnittswertung Sozio-Ökonomie</p>

2	1
4	5
2	2
3	3
2	2
2	2
2	2
2.4	2.4

<p>D Nutzen/Kosten: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der</p> <p style="text-align: right;">Gewichtung 30%</p>
--

<p>Baukosten [KCHF]</p>
<p>Landerwerb [KCHF]</p>
<p>Total Kosten [KCHF]</p>
<p>verhinderter Schaden (Nutzen) [KCHF]</p>
<p>Kosten-Nutzen-Faktor</p>
<p>Bewertung 1: K<0.5; 2: 0.5<K<0.8; 3: 0.8<K<1.2; 4: 1.2<K<2; 5: K>2</p>

68'300	83'500
1'800	4'000
70'100	87'500
85'000	85'000
1.2	1.0
4	3

<p>Gewichtete Gesamtwertung</p>
--

<p>Durchschnittswertung Gesamtwertung</p>
--

3.5	3.4
------------	------------

Anhang 5

Übersicht Überführungsbauwerke

Übersicht Überführungsbauwerke

mit Brückenunterkanten (UK), Wasserspiegellagen (WSp) und verbleibendem Freibord für Variante 1 (minimal erforderlicher Gewässerraum) mit Entlastung bis 96m³/s

Das erforderliche Freibord bei Brücken beträgt 1.1m.

km	Bezeichnung	UK Brücke [m ü.M.]	WSp HQ100 [m ü.M.]	Verbleibendes Freibord HQ100 [m]
19.140	Brücke Von-Roll-Areal	474.50	473.80	0.70
19.090	Steg	473.00	473.50	-0.50
19.050	Brücke	473.80	473.00	0.80
18.530	Brücke Äussere Klus	470.32	470.50	-0.18
17.910	OeBB-Brücke	464.74	464.15	0.59
17.450	Brücke Solothurnstrasse	461.73	461.35	0.38
17.310	Brücke Rötelbachstrasse	460.87	460.80	0.07
17.190	SBB-Brücke	460.48	460.00	0.48
17.060	Brücke Nordring-/Werkhofstrasse	459.07	458.75	0.32
16.290	Steg Sportplätze	455.36	455.80	-0.44
16.100	Brücke Breitfeldstrasse	456.04	455.20	0.84
16.080	Steg Flurweg	454.66	455.10	-0.44
14.600	Steg ARA	448.53	447.35	1.18
13.040	Steg Muermatten	442.42	441.10	1.32
12.550	Brücke Berggäustrasse	444.96	440.25	4.71
12.350	Steg Schälismüli	440.36	439.40	0.96
11.790	Steg Halmacker	439.26	438.05	1.21
11.550	SBB-Brücke	439.11	437.75	1.36
11.520	SBB Brücke	438.74	437.65	1.09
11.380	Brücke Industriestrasse	438.15	437.25	0.90
11.180	Steg Grossacker	436.81	436.75	0.06