

«Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern» Abschnitt Oensingen bis Olten

Synthesebericht über die Varianten «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten»



Projekt Nr. A-1041.1

Aarau, Dezember 2018

Adresse Auftraggeber

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

Ansprechperson:
Roger Dürrenmatt

Telefon: +41 (0)33 627 27 67
Mail: roger.duerrenmatt@bd.so.ch

Adresse Auftragnehmer

Hunziker, Zarn & Partner AG
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau
Schachenallee 29
5000 Aarau

Ansprechperson:

Andreas Niedermayr
Telefon: +41 (0)62 823 94 61
Fax: +41 (0)62 823 94 66
Mail: info@hzp.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	4
2	Grundlagen	5
3	Gefährdungsbild, Variantenübersicht und Synthese	6
3.1	Hochwassergefährdung	6
3.2	Variantenfächer	7
3.3	Übersicht über die bisherigen Planungsarbeiten	8
3.4	Abschnitte und Planungstiefe	10
3.5	Harmonisierung	12
4	Erläuterungen	13
4.1	Gewässerraum	13
4.2	Freibord	13
4.3	Notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG	14
4.3.1	Anforderungen an die Bewilligungsfähigkeit	14
4.3.2	Potential für Aufwertungsmassnahmen	14
4.4	Investitionskosten	17
4.5	Betriebskosten	17
4.6	Unterhaltskosten	17
4.7	Landbedarf	18
4.8	Variantenbeschreibung und Übersichtspläne	18
5	Variantenbeschreibung	19
6	Vergleich der Kosten und des Landbedarfs	31
6.1	Investitionskosten	31
6.2	Permanenter Landbedarf	32
7	Anhang - Erläuterungen zum Aufwertungspotential	34
7.1	Erläuterungen	34
7.2	Beurteilung Abschnitte 1 und 2	35
7.3	Beurteilung Abschnitt 3	36
7.4	Beurteilung Abschnitt 4	37
7.5	Beurteilung Abschnitt 5	38
7.6	Investitionskosten für Aufwertungen im Abschnitt 5	39

1 Ausgangslage

Ausgangslage

An der Dünern liegen von Oensingen bis Olten Hochwasserschutzdefizite vor. Für den Hochwasserschutz wurden durch verschiedene Planungsbüros Schutzkonzepte erarbeitet und Detailfragestellungen beantwortet. Neben den Varianten „Durchleiten“ und „Hochwasserrückhalt“ wurden auch Möglichkeiten zum „Ableiten“ mittels eines Stollens zur Aare und der Hochwasserrückhalt in Kiesgruben abgeklärt.

Seit Ende April 2018 liegen die entsprechenden Teilberichte mit den Kostenschätzungen vor. Der Fokus bei den Studien ist unterschiedlich. Für den nun anstehenden Diskussions-, Bewertungs- und Entscheidungsprozess müssen die Ergebnisse vereinheitlicht und auf gleicher Stufe gegenübergestellt werden.

Auftrag

Die Hunziker, Zarn & Partner AG wurde vom Amt für Umwelt (AfU) des Kanton Solothurns beauftragt, die Ergebnisse aufzubereiten und die Varianten in einem Synthesebericht gegenüberzustellen. Hierfür sind u.a. die einzelnen Studien zu sichten, die Investitionskosten grob zu plausibilisieren, die Kostenschätzungen zu vereinheitlichen und gegebenenfalls zu ergänzen, Unterhalts- und Betriebskosten für jede Varianten anzugeben und die harmonisierten Kosten gegenüberzustellen. Zusätzlich ist der Landbedarf zu bestimmen. Alle Varianten sollen - über den gesamten Perimeter - auf vergleichbarer Flughöhe miteinander verglichen werden. Es sind also jeweils alle Investitionskosten zu bestimmen, welche für bewilligungsfähige Projekte zu erwarten sind, die den Hochwasserschutz von Oensingen bis Olten bis zu einem HQ₁₀₀ sicherstellen.

2 Grundlagen

- [1] Dünnern, Hochwasserschutz und Revitalisierung, Konzept (2012).
Flussbau AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn,
Abteilung Wasser.
- [2] Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Abschnitt Oensingen
bis Oberbuchsiten – Vorstudie, Technischer Bericht und 28 Pläne
(2017), Flussbau AG. Im Auftrag des Amts für Umwelt Kanton Solothurn,
Abteilung Wasser.
- [3] BWG (2002): Sicherheit der Stauanlagen, Basisdokument zu den
Unterstellungskriterien – Version 1.0
- [4] Beffa (2001): Ein Parameterverfahren zur Bestimmung der flächigen
Ausbreitung von Breschenabflüssen
- [5] BSB + Partner (2009): Gefahrenkarte Gemeinde Balsthal
Wassergefahren (Überflutung, Übersarung) – Technischer Bericht
- [6] Scherrer AG (2015): Massgebende Hochwasserabflüsse an der
Dünnern und an verschiedenen Seitenbächen. Optimierung des
Hochwasserrückhaltebeckens bei Oensingen – Bericht 14/193
- [7] Diverse Geodaten, u.a. DTM LIDAR 2014; SOGIS
- [8] Diverse Grundlagen, auf welche sich auch der Bericht der Vorstudie
bezieht.
- [9] Zweitmeinung Vorstudie «Hochwasserschutz und Revitalisierung
Dünnern» Varianten Durchleiten und Rückhalt, Abschnitt Oensingen bis
Olten; Hunziker, Zarn & Partner AG, Mai 2018, Aarau
- [10] Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern: Gutachten zur
Retention Kiesgrube Aebisholz, Cycad AG, 26.03.2018, Bern
- [11] Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Variante «Umleiten»,
Vorstudie Hochwasserentlastungsstollen, Hunziker Betatech AG, Mai
2018, Bern und Winterthur
- [12] Hochwasserschutz Dünnern –Abschnitt Oensingen bis Olten.
Bruttogefahrenkarte und Datenaufbereitung EconoMe, Flussbau AG,
Zürich, 13.12.2018.
- [13] «Revitalisierung Fliessgewässer - Strategische Planung», Amt für
Umwelt Kanton Solothurn, 12/2014

3 Gefährdungsbild, Variantenübersicht und Synthese

3.1 Hochwassergefährdung

Hochwasserereignisse sind zufällig

Hochwasserereignisse treten zufällig auf. Es ist nicht möglich, den Zeitpunkt und die Grösse des nächsten Hochwasserereignisses mittel- bis langfristig vorherzusagen. Hochwasserereignissen und deren Abflüssen können allerdings Häufigkeiten zugeordnet werden; in diesem Zusammenhang spricht man auch von Jährlichkeiten.

Wahrscheinlichkeiten

Ein hundertjährliches Hochwasser (HQ₁₀₀) wird beispielsweise jedes Jahr mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/100 (= 1 %) erreicht oder überschritten. Bei einem dreissigjährlichen Hochwasser (HQ₃₀) beträgt die Wahrscheinlichkeit 1/30 (3.33 %) und bei einem dreihundertjährlichen Hochwasser (HQ₃₀₀) nur 1/300 (= 0.33 %).

Diese Prozentsätze erscheinen auf den ersten Blick gering. Über einen Zeitraum von 50 Jahren liegt aber die Eintretenswahrscheinlichkeit eines hundertjährlichen Hochwassers bereits bei 40 Prozent. Das entspricht ungefähr der Chance, bei einem Münzwurf mit der Wahl zwischen Kopf und Zahl richtig zu liegen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich innert 50 Jahren ein 300-jährliches Hochwasser (HQ₃₀₀) ereignet, entspricht jener, bei einem einzelnen Würfelwurf einen Sechser zu landen.

Es gibt keine Garantie, dass zwei sehr seltene Ereignisse nicht auch in kurzem Abstand eintreten können. Die Hochwasser von 2005 und 2007 an der Aare und der Emme waren eindrückliche Beispiele dafür.

*HQ₁₀₀ an der
Dünnern Festlegung
des HQ₁₀₀*

Durch die Scherrer AG [6] wurden die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeiten an der Dünnern ermittelt. Das Vorgehen stützt sich auf drei Standbeinen ab:

- Es wurden die vorhandenen Abflussmessungen ausgewertet, welche einen Zeitraum von 40 Jahren umfassen.
- Es wurden historische Ereignisse, welche z.B. in Dorfchroniken und Zeitungsartikeln genannt werden, analysiert und anhand ihrer Grösse und Häufigkeit eingeordnet. Mit dieser Methode wird der Beobachtungszeitraum deutlich verlängert und auch sehr seltene Ereignisse erfasst. An der Dünnern sind in den Jahren 1764, 1784, 1830, 1888, 1926 und 1968 sehr grosse Hochwasserereignisse aufgetreten.
- Es wurden computergestützte Berechnungen durchgeführt, mit denen das Abflussverhalten bei definierten Niederschlagsszenarien ermittelt werden können. Diese Modelle werden anhand gemessener Ereignisse kalibriert. Mit den Modellen ist es möglich, wahrscheinliche Niederschlagsszenarien zu untersuchen und die dabei resultierenden Abflussspitzen zu bestimmen.

Die Bandbreite des HQ_{100} an der Dünnern in Oensingen bewegt sich gemäss der Scherrer AG zwischen 117 und 141 m^3/s . Als massgebender Wert wird die der obere Wert dieser Bandbreite gewählt, d.h. in Oensingen gilt $HQ_{100} = 141 m^3/s$.

Schaden und Risiko

Hochwasserereignisse können im Fall von Überflutungen zu Schäden führen. Das Risiko entspricht dem Produkt aus «Schaden x Wahrscheinlichkeit». Nur wo ein Schaden entstehen kann, liegt also auch ein Risiko vor.

Das Schadenpotential bei einem Hochwasser an der Dünnern ist von Oensingen bis einschliesslich Olten sehr gross. Gemäss den aktuellen Ergebnissen der Flussbau AG [12], welche eine Brutto-Gefahrenkarte erstellt und das Risiko bei Hochwasser ermittelt hat, kann (vgl. Abb. 1):

- beim HQ_{30} ein Schaden von 50 Mio. SFr.,
- beim HQ_{100} ein Schaden von 550 Mio. SFr.
- und beim HQ_{300} ein Schaden von ca. 800 Mio. SFr. entstehen.

Das mittlere Risiko (= Schaden x Wahrscheinlichkeit) beläuft sich auf 7.5 Mio. SFr. pro Jahr. Die zu erwartenden Schäden an Industrie- und Gewerbegebäuden, Einkaufszentren und Bahnlinien machen mehr als drei Viertel der gesamten Schadensumme aus.

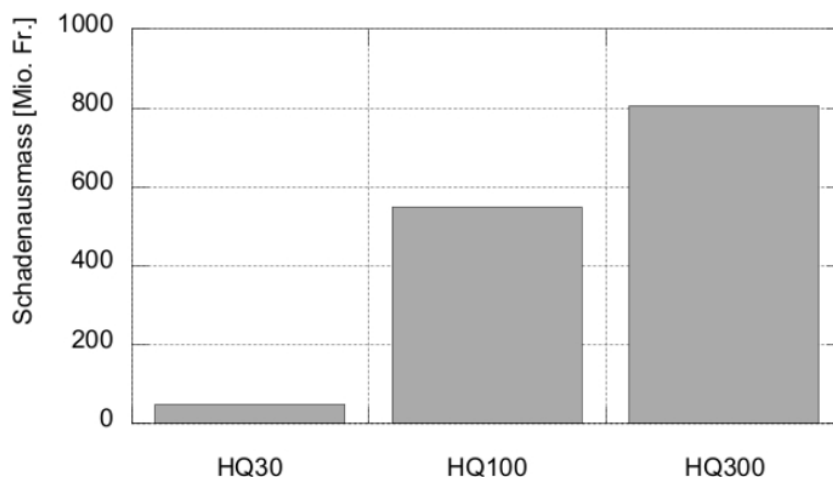


Abb. 1: Schadenausmass an der Dünnern von Oensingen bis Olten im Ist-Zustand

3.2 Variantenfächer

Übersicht

Für den Hochwasserschutz an der Dünnern kommen prinzipiell die drei Konzepte «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten» in Frage (vgl. Abb. 2).

Durchleiten

Beim «Durchleiten» wird der Gewässerabschnitt auf gesamter Länge ausgebaut, so dass der HQ_{100} -Abfluss komplett abgeführt werden kann.

Rückhalt

Beim «Rückhalt» wird während der Hochwasserwelle ein Teil des Abflusses aus dem Gewässer ausgeleitet und temporär in einem Rückhaltebecken gespeichert. Nach dem Abklingen der Hochwasserwelle wird der Abfluss zeitverzögert wieder in die Dünnern zurückgegeben. Unterhalb des Rück-

haltebeckens muss das Gewässer nur auf den gedämpften Abfluss ausgebaut werden. Im Synthesebericht werden drei Varianten aus dem Bereich «Rückhalten» berücksichtigt.

Ableiten

Beim «Ableiten» wird ein Teil des Hochwasserabflusses aus der Dünnern ausgeleitet und über einen Stollen, ohne Zwischenspeicherung, zur Aare geführt. Unterhalb der Ausleitung muss die Dünnern nur auf den gedrosselten Abfluss ausgebaut werden.

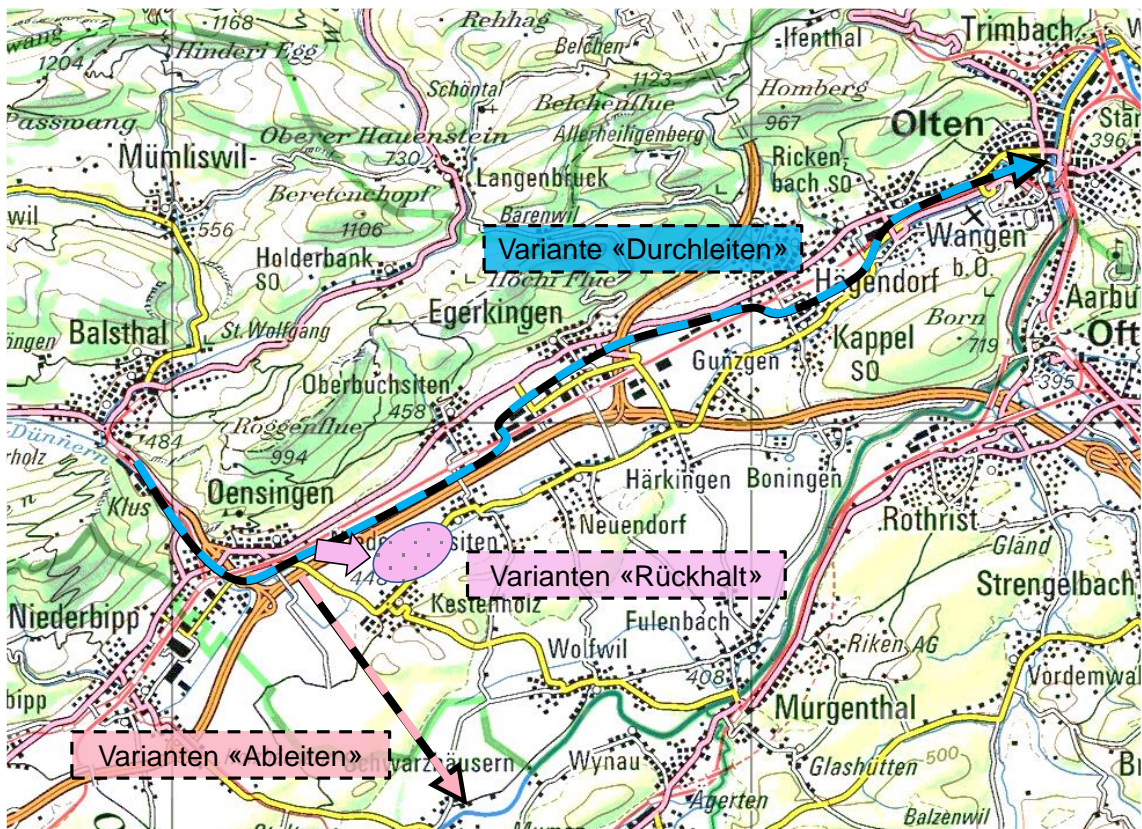


Abb. 2: Schematische Darstellung der drei Konzepte «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten»

3.3 Übersicht über die bisherigen Planungsarbeiten

Konzept 2012 der
Flussbau AG

Im Jahr 2012 wurde durch die Flussbau AG ein Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept für den 30 km langen Dünnernabschnitt von *Herbetswil bis Olten* erarbeitet [1]. Dieses Konzept stellt eine wesentliche Grundlage für den anschliessenden Planungsprozess dar. Aufgrund der grossen Länge wird die Umsetzung des Konzepts abschnittsweise geplant.

Vorstudie 2017 der
Flussbau AG

Im Jahr 2017 wurde durch die Flussbau AG eine Vorstudie fertig gestellt [2], in der es eigentlich um den Hochwasserschutz im Abschnitt *Oensingen bis Oberbuchsiten*, dies sind rund 7.5 km Gewässerlänge, ging. Im Rahmen der Vorstudie wurde die Machbarkeit und Wirkung der Varianten «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten» abgeklärt. Die Variante «Ableiten» wurde verworfen. Die Varianten «Durchleiten» und «Rückhalten» wurden stufengerecht und detailliert ausgearbeitet und in massstäblichen Plänen dargestellt.

Da der Hochwasserrückhalt nicht nur im Planungssperimeter, sondern auch für den weiteren Unterlauf positive Auswirkungen hat, und diese Einflüsse in den Variantenentscheid einbezogen werden müssen, wurde in der Vorstudie auch der rund 12 km lange Unterlauf, von Oberbuchsiten bis Olten, einbezogen. Für diesen Abschnitt wurden allerdings keine detaillierten Pläne erstellt, sondern auf grosser Flughöhe notwendige Schutzmassnahmen definiert und deren Kosten abgeschätzt.

Rückmeldungen zur Vorstudie

Die Vorstudie wurde Anfang 2017 der Begleitgruppe zur Vernehmlassung zugestellt. Die Rückmeldungen forderten u.a. eine vertiefte Abklärung zu Kosten und Landbedarf, die Beantwortung weiterer Detailfragen und die Berücksichtigung ergänzender Möglichkeiten, u.a. das Ableiten über einen Stollen zur Aare sowie den Hochwasserrückhalt in ehemaligen Kiesgruben.

Zweitmeinung Hochwasserschutz 2018

Aufgrund der Rückmeldungen wurde durch das AfU im Herbst 2017 eine Zweitmeinung zur Vorstudie beauftragt, in der verschiedene technische Details zum «Durchleiten» und «Rückhalt» abgeklärt, zwischenzeitlich geänderte Randbedingungen berücksichtigt, offene Fragen beantwortet und eine vergleichende Bestimmung der Kosten und des Landbedarfs auf der gesamten Länge von Oensingen bis Olten erfolgte. Die Zweitmeinung der Hunziker, Zarn & Partner AG (HZP, [9]) wurde im Mai 2018 fertig gestellt und ist als eine Ergänzung/ Spezifizierung der Vorstudie zu sehen.

Vorstudie zum Ableiten zur Aare

Parallel dazu wurde durch die Hunziker Betatech AG eine Vorstudie erstellt, in der die Möglichkeiten zum Ableiten von Hochwasserabflüssen in einem Stollen zur Aare abgeklärt wurden [11]. Als Ergebnis liegen zwei mögliche Linienführungen der Stollen vor. Diese Vorstudie beschränkt sich auf die erforderlichen technischen Elemente entlang des Stollensystems. Die erforderlichen ergänzenden Massnahmen an der Dünern wurden nicht bestimmt, sondern müssen sinngemäss aus dem Bericht der Zweitmeinung übernommen werden.

Gutachten Rückhalt in Kiesgrube Aebisholz

In einem Gutachten der Cycad AG (März 2018) wurde die Machbarkeit zur Retention von Hochwasserabflüssen in Kiesgruben abgeklärt und auf die zu beachtenden Rahmenbedingungen und Besonderheiten hingewiesen [10]. Es zeigte sich, dass einzig der Standort «Dünnergrube» in Frage kommt. Bei diesem Gutachten liegt der Fokus auf dem Nahbereich der Kiesgrube resp. des Rückhalteraums. Es müssen darüber hinaus weitere Elemente zur Aus- und Rückleitung des Wassers und ergänzende Schutzmassnahmen an der Dünern vorgesehen werden.

Zwischenstand

Als Ergebnis liegen nun vier Teilberichte verschiedener Verfasser vor, welche unterschiedliche Aspekte - mit teils nur einzelnen Elemente aus dem grossen Variantenfächer - behandeln.

3.4 Abschnitte und Planungstiefe

Abschnittsbildung

In Anlehnung an die Vorstudie der Flussbau AG [2] wurde in der Zweitmeinung HZP [9] der Projektperimeter von Oensingen bis Olten in insgesamt fünf Teilabschnitte unterteilt (vgl. Abb. 4). Für die Abschnitte 1 bis 4 liegen aus der Vorstudie detaillierte Situationspläne, Längen- und Querprofile vor. Für den rund 12 km langen Abschnitt 5 ist die Planungstiefe hingegen deutlich geringer.

Flughöhe der Planung

Momentan befinden sich die Planungsarbeiten noch in einer frühen Phase. Während der Handlungs- und Entscheidungsspielraum noch sehr gross ist, ist Detaillierungsgrad eher als grob zu bezeichnen (vgl. Abb. 3). Sämtliche Kostenangaben sind deshalb mit einer Genauigkeit von +/- 25 % zu verstehen.

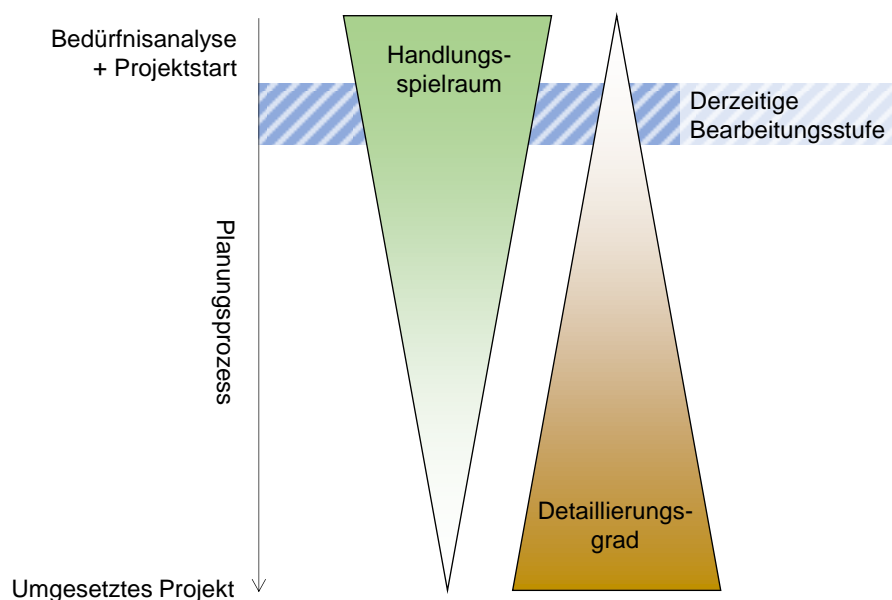


Abb. 3: Handlungsspielraum und Detaillierungsgrad während der Planung

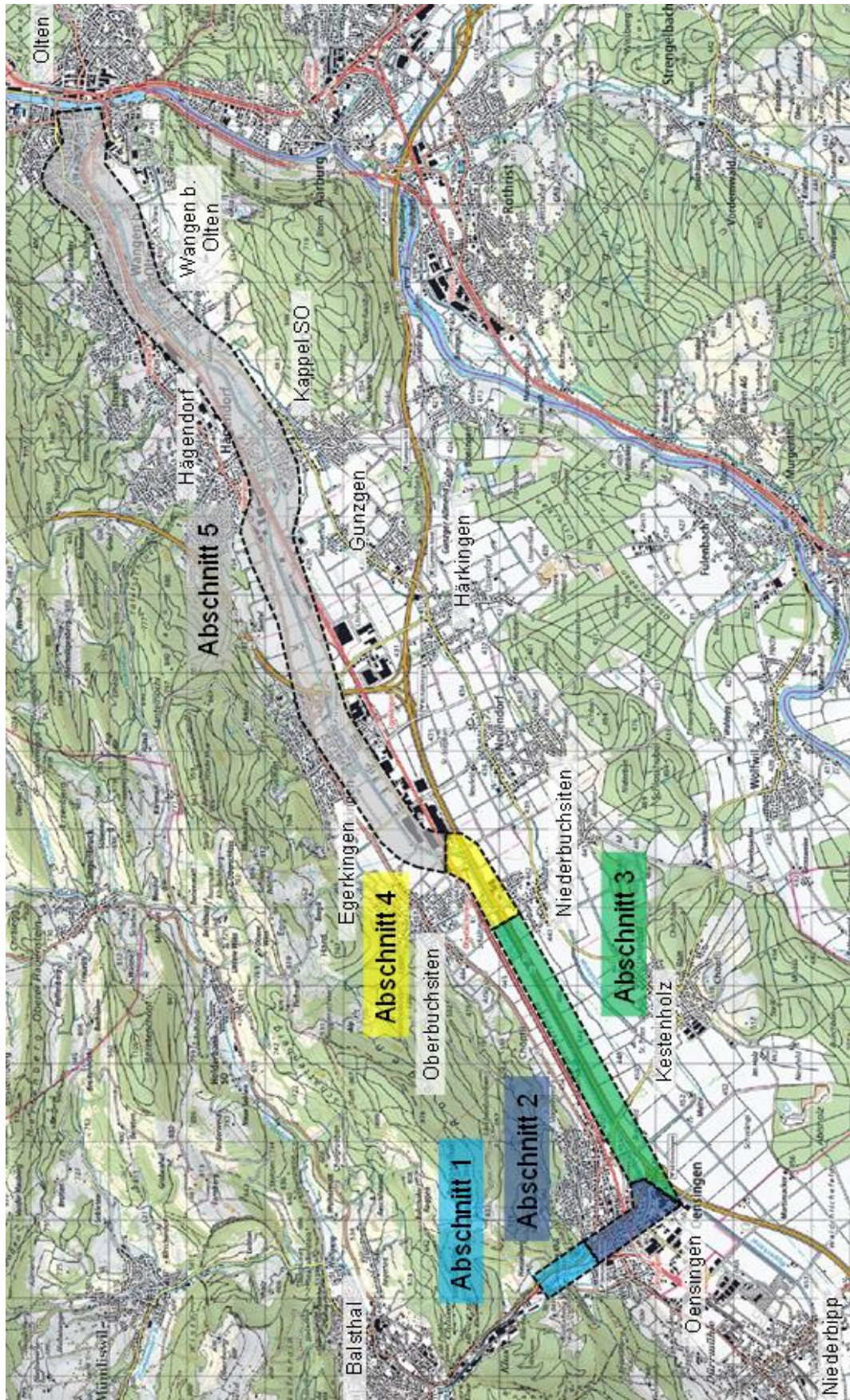


Abb. 4: Definition der Abschnitte

3.5 Harmonisierung

Synthese

Im Synthesebericht werden folgende Varianten behandelt:

- Durchleiten,
- Rückhalt mit Drosselung auf 96 m³/s,
- Rückhalt mit Drosselung auf 72 m³/s,
- Rückhalt in der Dünerngrube¹,
- Ableiten mittels eines Stollens¹ zur Aare (Linienführung 1a) und
- Ableiten mittels eines Stollens¹ zur Aare (Linienführung 2).

Der Synthesebericht hat das Ziel, jede Variante so darzustellen, dass sämtliche Eingriffe, deren Kosten und der permanente Landbedarf benannt sind.

Harmonisierungsschritt

Der notwendige Harmonisierungsschritt soll die **gesamte Abschnittslänge von Oensingen bis Olten** umfassen und die Massnahmen auf **einheitlicher Flughöhe** beschreiben. Die Harmonisierung erfordert also auch, dass in den Abschnitten 1 bis 4 der Detaillierungsgrad zugunsten der Übersichtlichkeit reduziert und im Abschnitt 5 etwas erhöht wird.

Im Kap. 5 werden die einzelnen Varianten beschrieben. Für detaillierte Informationen wird auf die Einzelberichte ([2], [9], [10] und [11]) verwiesen, welche bei Verständnisfragen konsultiert werden sollten.

¹ Bei dieser Variante wird am Entlastungsbauwerk ein Abfluss von bis zu 69 m³/s ausgeleitet.

4 Erläuterungen

4.1 Gewässerraum

Prinzipiell werden für jeden Abschnitt Massnahmen im minimalen Gewässerraum vorgesehen². Zwei Ausnahmen bilden die vorgesehenen Aufweitungen beim Geschiebesammler in «Oensingen Klus» (im Abschnitt 1) und im Bereich zwischen dem Wildtierkorridor und dem Siedlungsgebiet von Oberbuchsiten (im Abschnitt 3), wo jeweils grossräumige Aufweitungen angeordnet sind³.

4.2 Freibord

Hochwasserschutzmassnahmen am Gewässer und den technischen Bauwerken müssen so geplant werden, dass Wasseraustritte und Schäden bis zum Schutzziel mit Sicherheit verhindert werden.

Bei der Dimensionierung müssen deshalb folgende Effekte berücksichtigt werden:

- Bei höheren Fliessgeschwindigkeiten bilden sich Wellen, welche zu einem Überschwappen an den Ufern und zu einem Anschlagen an Brückenunterkanten führen können.
- Bei Hochwasserereignissen kann von der Strömung Geschwemmsel, z.B. Wurzelstöcke, Bäume, Äste aber auch Unrat, transportiert werden. Wenn dieses Material an tiefen Brücken oder Durchlässen hängenbleibt und sich dort verkeilt, nimmt die Abflusskapazität deutlich ab. Diese sogenannten Verklausungen müssen durch ausreichende Abflussprofile, auch an Engstellen, verhindert werden.
- Die Sohlenlage des Gewässers kann sich während eines Hochwasserereignisses durch Ablagerungen oder Erosion ändern. Veränderungen an der Sohlenlage wirken sich auch auf die Wasserspiegellagen aus.
- Zusätzlich können die berechneten Wasserspiegellagen eine kleine Unschärfe von wenigen Prozent (also im Bereich von wenigen Dezimetern) aufweisen.

² Dies entspricht im Grundsatz der Variante V1, wie sie im Bericht «Vorstudie Hochwasserschutz Dünnern» der Flussbau AG beschrieben ist.

³ Dies entspricht der Variante V2, wie sie im Bericht «Vorstudie Hochwasserschutz Dünnern» der Flussbau AG beschrieben ist.

Diese Einflüsse werden berücksichtigt, in dem die Massnahmen (Uferhöhen, Brückenunterkanten etc.) um das sogenannte Freibord über dem berechneten Wasserspiegel angeordnet werden. Im Rahmen der Vorstudie der Flussbau AG [2] wurde das Freibord wie folgt definiert:

- 0.8 m im offenen Gerinne und
- 1.1 m an Brücken.

Bei sämtlichen Gewässerausbaumassnahmen an der Dünnern, unabhängig von der tatsächlichen Variante, wird das Freibord berücksichtigt.

4.3 Notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

4.3.1 Anforderungen an die Bewilligungsfähigkeit

*Bundesgesetz über
den Wasserbau*

Gemäss dem Bundesgesetz über den Wasserbau, Art. 4 Abs. 2 muss aber *“bei Eingriffen in das Gewässer (...) dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Gewässerraum müssen so gestaltet werden, dass:*

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;
- c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann“.

Die Behörde kann in überbauten Gebieten Ausnahmen von Abs. 2 bewilligen. Sinngemäss gilt der Abs. 2 auch für die Schaffung künstlicher Fliessgewässer und die Wiederinstandstellung bestehender Verbauungen nach Schadenereignissen.

Fazit

Grundsätzlich muss also bei jedem Hochwasserschutzprojekt auch eine ökologische Aufwertung vorgesehen werden. Dies umfasst über die gesamte Länge, auf der das Hochwasserschutzprojekt eine Wirkung zeigt, alle möglichen und verhältnismässigen Aufweitungen und Aufwertungen innerhalb des Gewässerraums, welche im Sinne der gesetzlichen Vorgaben (Art. 4 WBG) der Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse dienen.

4.3.2 Potential für Aufwertungsmassnahmen

*Bestimmung des
Potentials*

Im Rahmen des vorliegenden Syntheseberichts wurde das Gesamtpotential für Aufwertungsmassnahmen im Bereich von Oensingen bis Olten abgeschätzt. Als Grundlagen wurden u.a. verwendet

- Diverse Geodaten aus dem SOGIS, Orthophotos, Zustandserhebung der Dünnern (Ökomorphologie), etc.
- die Angaben aus der strategischen Planung zur Revitalisierung der Fliessgewässer [13] und

- das Konzept der Flussbau AG von 2012 [1].

Feste Randbedingungen (z.B. Siedlungsgebiet) wurden berücksichtigt. Im beiliegenden Anhang (Kap. 7) findet sich das Ergebnis zur Bestimmung des ökologischen Aufwertungspotentials und Umfang möglicher Eingriffe.

Die Höhe der Hürde, d.h. der Umfang der tatsächlich notwendigen Massnahmen, ist mit dem BAFU im weiteren Projekt zu definieren.

*Annahmen für
Synthesebericht*

Im vorliegenden Synthesebericht wird vorerst folgende Annahme zur Berücksichtigung der aus Bewilligungssicht erforderlichen Massnahmen getroffen:

- In den Abschnitten 1 bis 4 ist bei allen Varianten das Aufwertungspotential ausreichend berücksichtigt. Es werden hier keine weiteren Massnahmen anfallen, um ein bewilligungsfähiges Projekt auf die Beine zu stellen.
- Zu den Aufwertungen können Massnahmen aus den Bereichen „Gewässerverbreiterung“ (vgl. Abb. 5), „Wiederherstellung der Fischgängigkeit“ (vgl. Abb. 6) und „Erhöhung der Ufer-/ Gerinnestrukturvielfalt“ (vgl. Abb. 7) gezählt werden.
- Im Abschnitt 5 (Oberbuchsiten bis Olten) besteht auf 5.5 km die Möglichkeit zur Verbreiterung des Gewässers (im minimalen Gewässerraum) und auf rund 1.5 km Länge die Möglichkeit zu grossräumigen Aufweitungen (im erweiterten Gewässerraum). Eine bewilligungsfähige Lösung sollte u.E. eine Grössenordnung von 50 % dieses Potentials auch umsetzen; dies entspricht einer Länge von 3.5 km. Diejenigen Varianten, welche entsprechende Aufweitungen nicht bereits als Elemente des Hochwasserschutzes vorsehen, müssen also um entsprechende Aufweitungen ergänzt werden.
- Für die im Sinne der notwendigen Aufwertung nach Art. 4 WBG vorgesehenen Verbreiterungen wurden die Investitionskosten geschätzt. Je Kilometer Gewässerlänge betragen diese rund 3.0 Mio. SFr. (vgl. Kap. 7.6 im Anhang). Der Landbedarf für die Gewässerverbreiterung je km Länge beträgt im Abschnitt 5 schätzungsweise 2.5 ha⁴.

⁴ Dieser Näherungswert gilt nur für Aufweitungen im Abschnitt 5. Bei den anderen Abschnitten wurden die Flächen anhand der vorhandenen Pläne ermittelt.



Abb. 5: Beispiel für eine Aufweitung an der Dünnern - AEM-Strecke Wangen b.O.



Abb. 6: Beispiel für Massnahmen zur Längsvernetzung – aufgelöste Rampe an der Wigger in Aarburg AG



Abb. 7: Beispiel für Massnahmen zur Gerinnestrukturierung – Surb in Döttingen AG

4.4 Investitionskosten

Bei der Synthese werden für die unterschiedlichen Varianten, welche in den Einzelberichten ([2], [9], [10] und [11]) beschrieben sind, alle ergänzenden Schutzelemente und Massnahmen und deren Investitionskosten ergänzt, mit denen der Hochwasserschutz bis zum HQ₁₀₀ auf gesamter Länge zwischen Oensingen und Olten sichergestellt wird. Erforderliche Aufwertungsmassnahmen, welche für die Bewilligungsfähigkeit nötig sind, werden ebenfalls berücksichtigt.

Die Investitionskosten beinhalten die Erstellungskosten und berücksichtigen den voraussichtlichen Aufwand zur Kompensation von Fruchtfolgeflächen. Die Erstellungskosten setzen sich aus dem Planungsaufwand, den Baukosten, einem Anteil für Unvorhergesehenes in Höhe von 15 % sowie der Mehrwertsteuer zusammen. Für die Kompensation von Fruchtfolgeflächen wird ein pauschaler Betrag von 25 SFr. je m² zu kompensierender FFF angesetzt.

Die Investitionskosten beinhalten noch keine Kosten für den Landerwerb und verstehen sich exkl. allfälliger Anpassungen an Werkleitungen.

Entsprechend dem aktuellen Stand im Planungsprozess (vgl. Abb. 3) weisen die Kosten eine Bandbreite von +/- 25 % auf.

4.5 Betriebskosten

Bei technischen Bauwerken fallen im Ereignisfall zusätzliche Kosten an, da einzelne Elemente instand gestellt, Ablagerungen entfernt und Schäden an der Peripherie behoben werden müssen. Schäden am Kulturland und Ernteauffälle müssen entschädigt werden.

Die Betriebskosten sind ereignisbezogene Kosten, die unter Berücksichtigung der Eintretenswahrscheinlichkeit auf jährliche Kosten umgerechnet werden können.

4.6 Unterhaltskosten

Der Unterhalt stellt die langfristige Funktion des Gewässers und die Einsatzbereitschaft technischer Bauwerke sicher. Der Unterhalt erfolgt regelmässig und ist ein fester Bestandteil des Hochwasserschutzes (vgl. Bundesgesetz über den Wasserbau, Art. 3).

Zum Unterhalt gehört die Instandstellung von Schutzbauten, die Ufer- und Gehölzpflege, das Ausräumen von Ablagerungen, Schwemmholz und Unrat, die Inspektion und Wartung von Dämmen, Regelorganen etc. sowie die Bereitstellung von Notfallorganisationen und Schulung von Einsatzkräften.

4.7 Landbedarf

Beim Variantenvergleich ist neben den Kosten auch der permanente Landbedarf von Bedeutung. Zum permanenten Landbedarf wird der benötigte Raum für Gerinneverbreiterungen und für ergänzende Elemente gezählt, welcher nach Fertigstellung der Bautätigkeiten nicht mehr für weitere Nutzungen zur Verfügung steht. Im Synthesebericht wird diese Fläche auf folgende Art ermittelt:

- In den Abschnitten 1 bis 4, d.h. von Oensingen bis Oberbuchsiten, wird auf Basis der detaillierten Situations- und Querprofilpläne der Vorstudie 2017 [2] und der Resultate der Zweitmeinung 2018 [9] der Landbedarf ausgemessen. Die in den Abschnitten 1 und 3 vorgesehenen grösseren Aufweitungen werden berücksichtigt. Der permanente Landbedarf von Elementen zur Aus-, Ab- und Rückleitung von Hochwasser und zum Rückhalt in der Fläche resp. in der Dünnerngrube wird auf Basis der Berichte ([2], [9], [10] und [11]) bestimmt.
- Da im Abschnitt 5 nur Lage und Art der Massnahmen bestimmt sind, die detaillierte Ausarbeitung in Plänen aber noch fehlt, muss der permanente Landbedarf abgeschätzt werden. Vereinfacht wird bei der Aufweitung eine Verbreiterung um 25 m angenommen. Je Kilometer aufzuweitender Gewässerlänge ergibt sich somit ein permanenter Landbedarf von 2.5 ha.

4.8 Variantenbeschreibung und Übersichtspläne

Im nächsten Kapitel werden die Varianten beschrieben. Es wird darauf geachtet, die Hauptunterschiede darzulegen.

Bei allen Varianten sind die Abschnitte 1 und 2, welche in Oensingen liegen, identisch. Je nach Variante, Lage des allfälligen Entlastungsbauwerks und Grössenordnung der ausgeleiteten Abflüsse, sind ab dem Abschnitt 3 (oder weiter stromabwärts) unterschiedliche Massnahmen am Gerinne der Dünnern nötig.

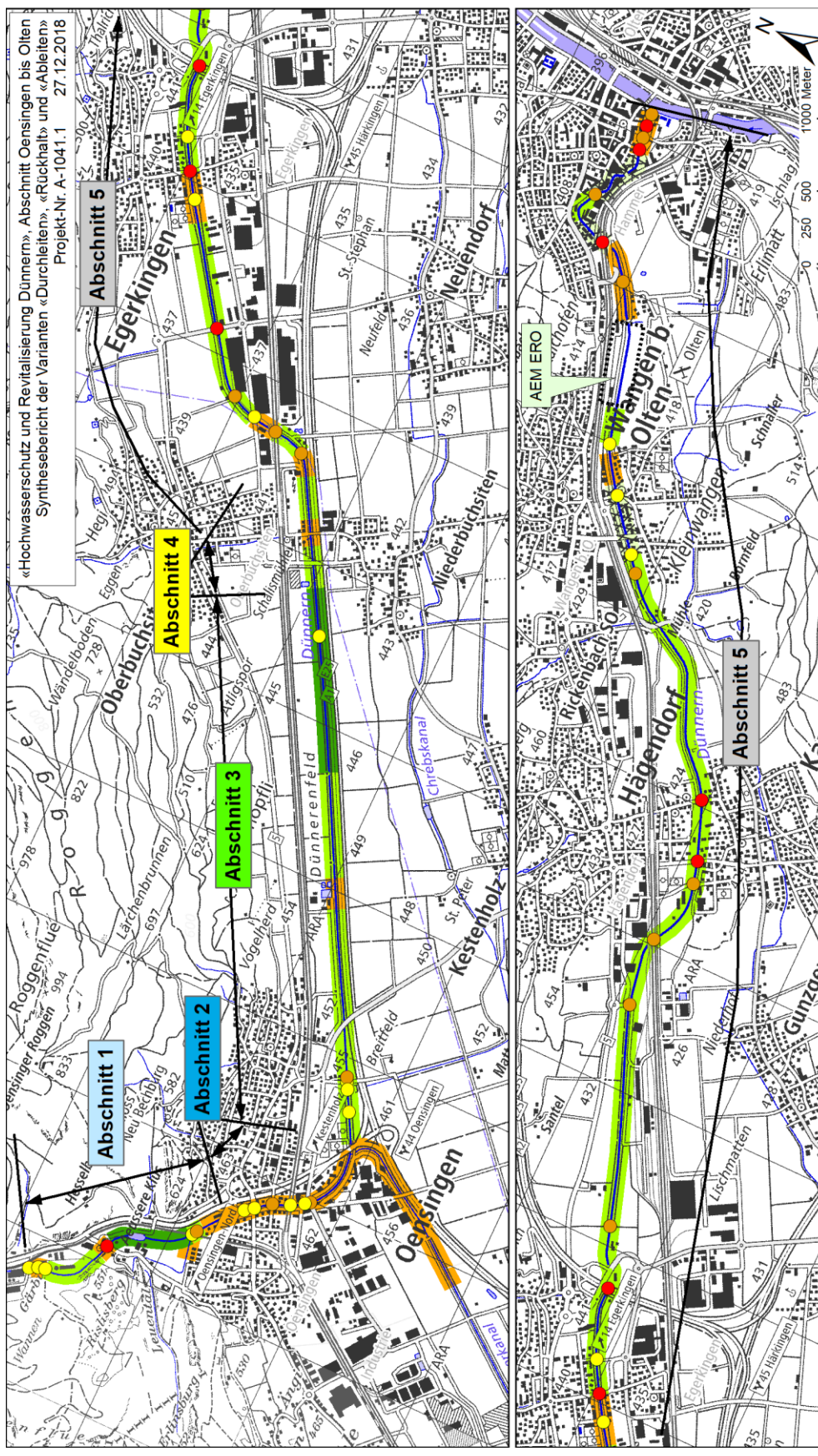
Bei den nachfolgenden Variantenbeschreibungen sind Übersichtspläne enthalten, mit denen die nötigen baulichen Massnahmen an Brücken und Abstürzen und am Gerinne (Aufweitungen, Ufererhöhungen, Strukturierungen) mit Punkten und Linien grob verortet sind. Die Linienstärke wurde aus Darstellungsgründen gewählt und entspricht nicht der späteren Gerinnebreite.

Die dargestellten, aus ökologischer Sicht aufzuwertenden Gewässerabschnitte sind als Vorschläge resp. Diskussionsgrundlage zu verstehen.

5 Variantenbeschreibung

Variante «Durchleiten»			
<i>Kurzbeschreibung der Variante</i>			
<p>Bei der Variante «Durchleiten» wird das Gewässer soweit ausgebaut, dass der HQ₁₀₀-Abfluss unter Einhaltung eines Freibords von Oensingen bis Olten abgeführt werden kann. Es sind hierfür auf der gesamten Gewässerlänge grosse Eingriffe am Gerinne, an Brücken sowie den Durchlässen erforderlich. Auf einer Gesamtlänge von rund 13 km ist aus Sicht des Hochwasserschutzes eine Verbreiterung erforderlich. Zusätzlich sind, v.a. bei beengten Raumverhältnissen im Siedlungsgebiet, grössere Ufererhöhungen mit Mauern oder Dämmen erforderlich. Sehr viele der vorhandenen Brücken, der Autobahndurchlass in Egerkingen, und teils auch die jeweils querenden Verkehrswege, sind aufwändig umzugestalten oder neu zu bauen.</p> <p>Prinzipiell werden für jeden Abschnitt Massnahmen im minimalen Gewässerraum vorgesehen. Zwei Ausnahmen bilden die vorgesehenen Aufweitungen beim Geschiebesammler in «Oensingen Klus» (im Abschnitt 1) und im Bereich zwischen dem Wildtierkorridor und dem Siedlungsgebiet von Oberbuchsitzen (im Abschnitt 3), wo jeweils grossräumige Aufweitungen angedacht sind.</p>			
<i>Grundlagen und Berichte</i>			
<p>Die Variante Durchleiten basiert auf der Vorstudie der Flussbau AG [1] und wurde in der Zweitmeinung von HZP [9] überprüft und angepasst.</p>			
<i>Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)</i>			
<p>Das Gerinne wird auf ein HQ₁₀₀ inkl. Freibord dimensioniert. Hochwasserabflüsse bis zu diesem Wert werden sicher, unabhängig von der Dauer des Hochwasserereignisses, im Gerinne abgeführt.</p> <p>Hochwasserabflüsse, welche das HQ₁₀₀ übersteigen, werden nicht zwingend zu Wasseraustritten führen, da das Freibord eine gewisse Reserve bietet. Bei einem HQ₃₀₀ sind vereinzelte Wasseraustritte zu erwarten, welche sich aber bezüglich der Ausdehnung der betroffenen Fläche und der Fliesstiefen deutlich vom heutigen Gefährdungsbild bei einem HQ₃₀₀ unterscheiden. Die Variante Durchleiten wirkt sich also auch bei seltenen Ereignissen positiv auf das Gefährdungsbild aus.</p>			
<i>Investitionskosten</i>	Unterhaltskosten	Betriebskosten	Landbedarf permanent
126 Mio. SFr.	300'000 SFr./a	-	36 ha

Variante «Durchleiten»



Variante «Rückhalt, Drosselung 96 m³/s»

Kurzbeschreibung der Variante

Bei der Variante «Rückhalt, Drosselung 96 m³/s» wird an der Dünnern, zwischen der Kestenholzstrasse und der ARA, ein Entlastungsbauwerk angeordnet, welches bei Hochwasser einen Abfluss von bis zu 45 m³/s unter der Autobahn in die zwischen Oensingen, Kestenholz und Niederbuchsiten liegende Landwirtschaftsfläche entlastet. Zur Ausleitung sind ein langes Entlastungsbauwerk sowie ein Düker unter der Autobahn erforderlich. Mit der Anordnung von Dämmen wird in der Fläche ein Volumen von mindestens 500'000 m³ bereitgestellt. Im Hochwasserfall wird dort ab einem HQ₃₀ eine Fläche von mehreren 100'000 m² gezielt überflutet.

In Oensingen sind die gleichen Hochwasserschutzmassnahmen wie bei der Variante «Durchleiten» erforderlich. Durch die Ausleitung und den Rückhalt wird allerdings der Hochwasserabfluss unterhalb von Oensingen deutlich reduziert und der Hochwasserschutz kann mit wesentlich weniger Eingriffen erreicht werden.

An vielen Brücken, v.a. auch in Olten, beschränken sich die Massnahmen auf kleinere Eingriffe. Nur noch im Bereich von Egerkingen sind aufwändige Massnahmen an vier Brücken/Stegen vorzusehen. Zusätzlich muss auch der Autobahndurchlass erneuert werden. Im Abschnitt 5 werden aus Gründen des Hochwasserschutzes lokale Gerinneaufweitungen erforderlich sein. Im Sinne des Art. 4 WBG sind darüber hinaus vermutlich auf zusätzlich 1.5 km Länge weitere Aufwertungsmassnahmen notwendig.

Grundlagen und Berichte

Die Variante «Rückhalt, Drosselung 96 m³/s» basiert auf der Vorstudie der Flussbau AG [1] und wurde in der Zweitmeinung von HZP [9] überprüft und angepasst.

Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)

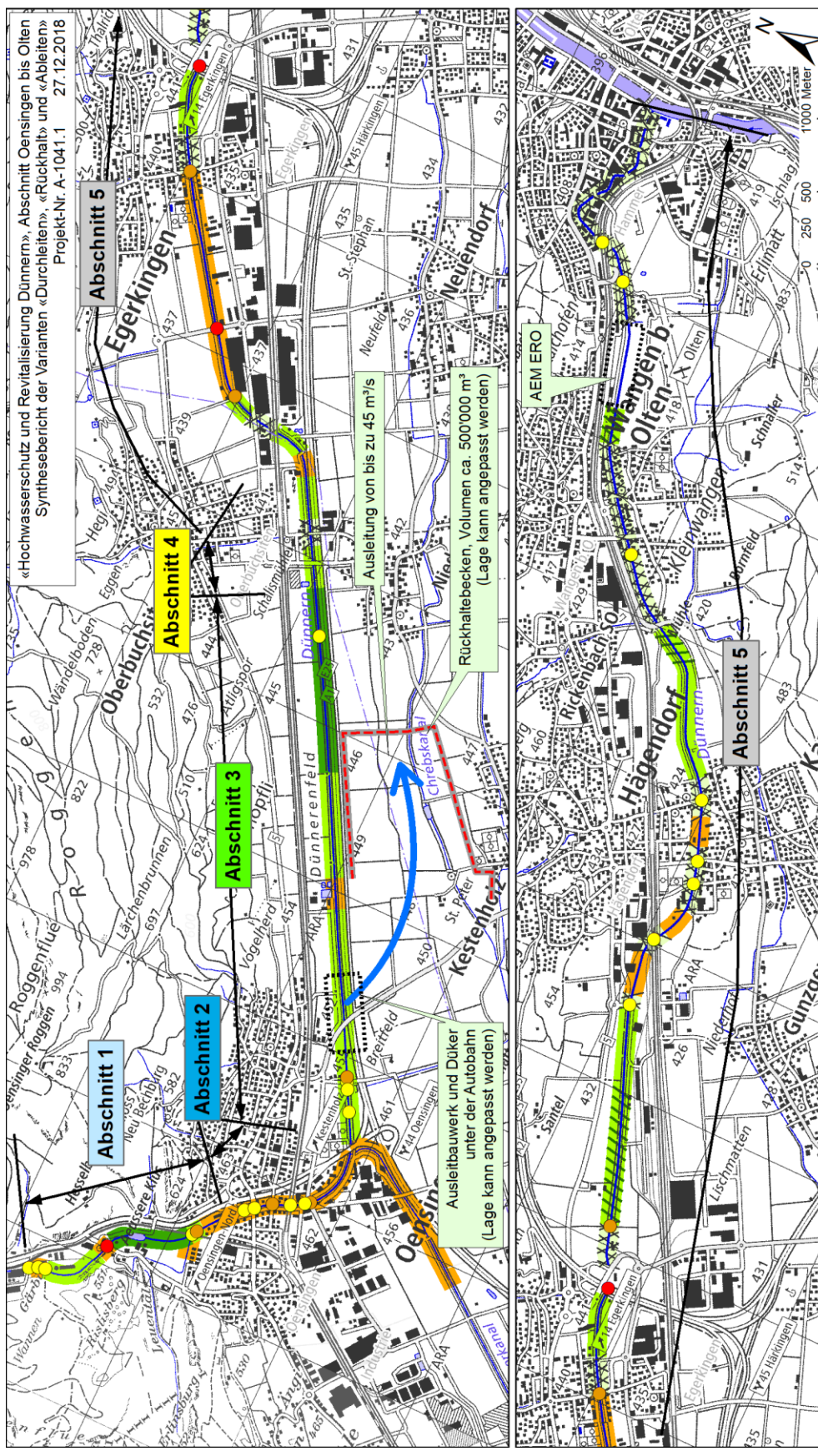
Das Gerinne wird auf ein HQ₁₀₀ bzw. gedrosseltes HQ₁₀₀ inkl. Freibord dimensioniert. Sofern bei sehr langen oder seltenen Ereignissen das Rückhaltevolumen nicht ausreicht, ist mit erhöhten Abflüssen unterhalb von Oensingen zu rechnen. Tendenziell sind deshalb bei einem HQ₃₀₀, je nach konkretem zeitlichem Ablauf, auch weiterhin vereinzelt Wasseraustritte an der Dünnern möglich.

Nach einem Anspringen des Retentionsraums werden folgende Betriebskosten anfallen:

- Das Ausleitbauwerk muss wieder betriebsfähig gemacht werden. Die Kippelemente sind also wieder aufzustellen und der Kies ist neu einzubringen. Allfällige gebrochene Kippelemente sind zu ersetzen.
- Ablagerungen im Ausleitkanal und im Düker sind zu entfernen. Hierzu gehören vom Streichwehr ausgeschwemmter Kies und von der Dünnern eingetragene Feststoffe (Sand, Kies und Schwemmholz).
- Schäden an Fruchtfolgefächern und Wegen durch allfällige Bodenerosionen im Zuströmbereich sind zu sanieren und Ernteauffälle in den durch die Zuströmung und den Einstau betroffenen Flächen sind den Landwirten zu erstatten.

Investitionskosten	Unterhaltskosten	Betriebskosten	Landbedarf permanent
104 Mio. SFr.	320'000 SFr./a	69'000 SFr./a	30 ha

Variante «Rückhalt, Drosselung 96 m³/s»



Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s»

Kurzbeschreibung der Variante

Die Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s» entspricht in vielen Details der vorhergehenden Rückhaltelösung. Der Hauptunterschied ist die stärkere Drosselung, bei der fast die Hälfte des Spitzenabflusses ausgeleitet wird. Das erforderliche Rückhaltevolumen steigt dadurch auf 900'000 m³ an und die Dämme müssen absolut um rund 70 cm höher werden. Durch die stärkere Drosselwirkung springt das Rückhaltebecken häufiger an. Bereits bei einem zehnjährlichen Hochwasser ist mit einer Teilfüllung und Überflutung von Landwirtschaftsflächen zu rechnen. Die Betriebskosten (Entschädigungen) sind deshalb deutlich höher als bei der Variante «Rückhalt, Drosselung auf 96 m³/s».

In Oensingen sind die gleichen Hochwasserschutzmassnahmen wie bei der Variante «Durchleiten» erforderlich. Durch die Ausleitung und den deutlichen Rückhalt wird allerdings der Hochwasserabfluss unterhalb von Oensingen sehr stark reduziert und der Hochwasserschutz kann mit wesentlich weniger Eingriffen erreicht werden. Von Oberbuchsiten bis Olten sind nur noch punktuelle Hochwasserschutzmassnahmen mit geringen Investitionskosten in Höhe von 0.65 Mio. SFr. notwendig. Im Abschnitt 5 sind im Sinne des Art. 4 WBG auf 3.5 km Länge Aufwertungen umzusetzen.

Grundlagen und Berichte

Die Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s» basiert auf der Vorstudie der Flussbau AG [1] und wurde in der Zweitmeinung von HZP [9] überprüft und angepasst.

Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)

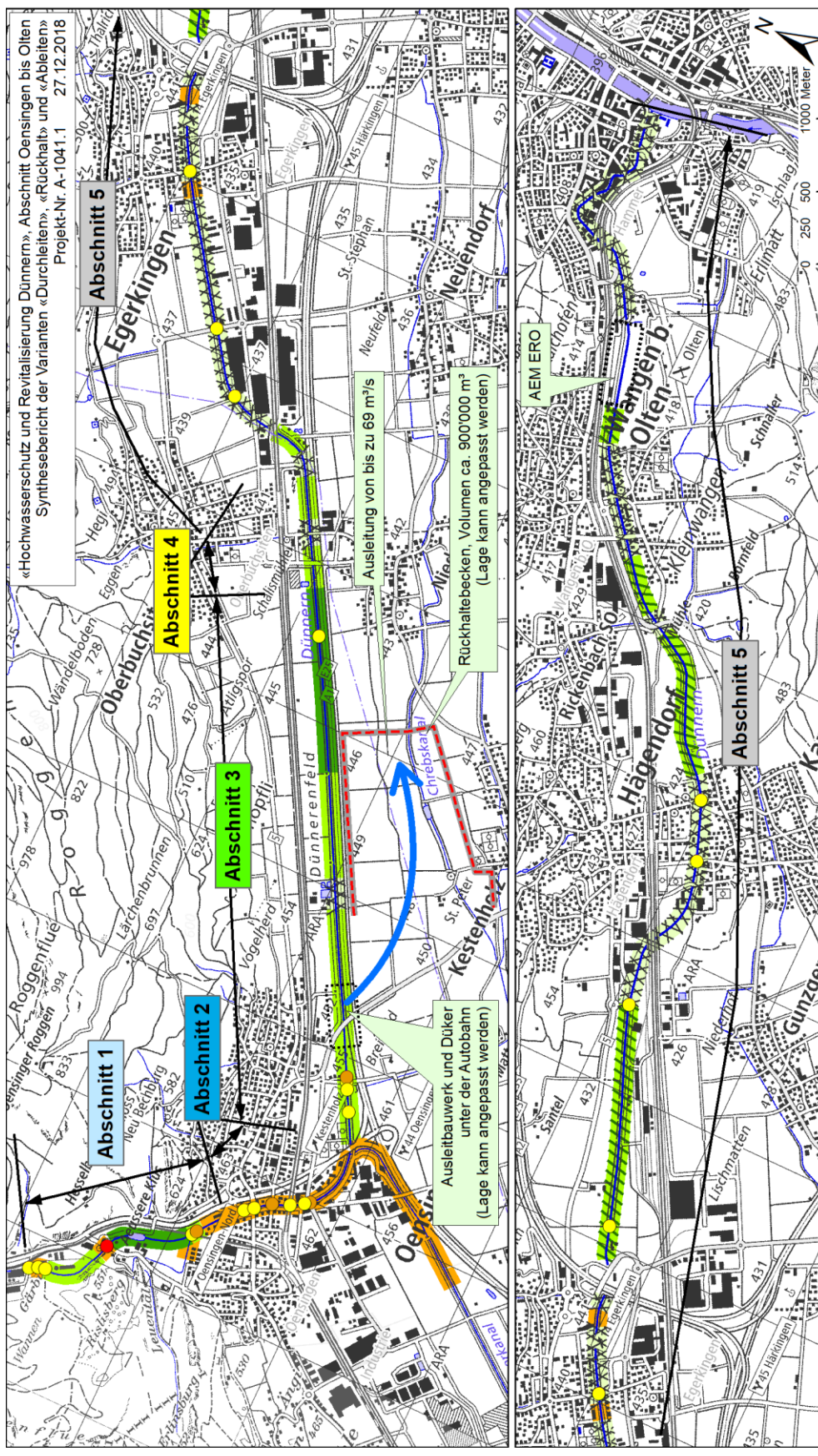
Das Gerinne wird auf ein HQ₁₀₀ bzw. gedrosseltes HQ₁₀₀ inkl. Freibord dimensioniert. Sofern bei sehr langen oder seltenen Ereignissen das Rückhaltevolumen nicht ausreicht, ist mit erhöhten Abflüssen unterhalb von Oensingen zu rechnen. Tendenziell sind deshalb bei einem HQ₃₀₀, je nach konkretem zeitlichen Ereignisablauf, auch weiterhin Wasseraustritte an der Dünnern möglich.

Nach einem Anspringen des Retentionsraums werden folgende Betriebskosten anfallen:

- Das Ausleitbauwerk muss wieder betriebsfähig gemacht werden. Die Kippelemente sind also wieder aufzustellen und der Kies ist neu einzubringen. Allfällige gebrochene Kippelemente sind zu ersetzen.
- Ablagerungen im Ausleitkanal und im Düker sind zu entfernen. Hierzu gehören vom Streichwehr ausgeschwemmter Kies und von der Dünnern eingetragene Feststoffe (Sand, Kies und Schwemmholz).
- Schäden an Fruchtfolgeflächen und Wegen durch allfällige Bodenerosionen im Zuströmbereich sind zu sanieren und Ernteauffälle in den durch die Zuströmung und den Einstau betroffenen Flächen sind den Landwirten zu erstatten.

Investitionskosten	Unterhaltskosten	Betriebskosten	Landbedarf permanent
86 Mio. SFr.	320'000 SFr./a	166'000 SFr./a	31 ha

Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s»



Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne

- Kapazitätserhöhung ist ohne wesentliche Verbreiterung mit einer Ufererhöhung, Sohlenabsenkung etc. erreichbar (inkl. Strukturierungsmassnahmen)
- Verbreiterung (im min. Gewässerraum)
- Verbreiterung (im erweiterten Gewässerraum)

lokale Hochwasserschutzmassnahme (Brücke, Rampe, etc.) mit Kosten von

- < 100'000 SFr.
- 0.1 bis 1 Mio. SFr.
- > 1 Mio. SFr.

notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

- Verbreiterung (die Lage ist ein Vorschlag)
- Strukturierungsmassnahmen an der Sohle und am Ufer

Übersicht Variante "Rückhalt, Drosselung 72 m³/s"

Hunziker, Zarn & Partner
 Ingenieurbüro für Raum- und Wasserbau
ANTON solothurn
 Amt für Umwelt
 Hochwasserschutz

Variante «Rückhalt Dünnergube»

Kurzbeschreibung der Variante

Bei der Variante «Rückhalt Dünnergube» wird der Abfluss an der Dünnergube auf 72 m³/s gedrosselt. Für den Rückhalteraum wird südlich der A1 im landwirtschaftlich genutzten Gebiet Biblis eine Retentionsmulde ausgehoben. Auf einer Fläche von 16 ha wird Kies abgebaut, bis eine 10 m tiefe Mulde mit flachen Böschungen und einem Fassungsvermögen von 900'000 m³ entsteht. Die Mulde wird anschliessend als Fruchtfolgefläche rekultiviert und wieder landwirtschaftlich genutzt.

In den Abschnitten 1 bis 5 entspricht die Variante sinngemäss der Rückhaltelösung mit einem Hochwasserrückhaltebecken und Drosselung auf 72 m³/s. Der Hauptunterschied liegt in der Art und Weise, wie der Rückhalteraum bereitgestellt wird.

An der Dünnergube wird ein Ausleitbauwerk (baugleich zu den anderen Rückhaltevarianten) erstellt, welches einen Abfluss von bis zu 69 m³/s über einen rund 260 m langen Stollen in das Becken leitet. Das Entlastungsbauwerk muss aber westlich der Kestenholzstrasse liegen. Der Abfluss sollte möglichst am tiefsten Punkt des Beckens eingeleitet werden. Dort ist ein Tosbecken anzuordnen.

Die Beckenentleerung kann zum Teil über Bodenversickerung in den gut durchlässigen, kiesigen Untergrund erfolgen. Bei einer Versickerungsrate von 1 bis 2 l/min/m² würde das Becken nach einer Vollenfüllung rund 3 bis 7 Tage zur vollständigen Entleerung benötigen. Um den Entleerungsvorgang deutlich zu beschleunigen, ist zusätzlich eine fest installierte Pumpe vorzusehen, welche einen Abfluss von 2 m³/s zur Dünnergube hochpumpen kann. Die Pumpenleitung kann in den Zuleitstollen integriert werden. Eine direkte Entleerung des Beckens durch Anschluss an den Mittelgäubach oder die Dünnergube wird aufgrund der tiefen Beckenlage nicht möglich sein.

Grundlagen und Berichte

Die Variante «Rückhalt Dünnergube» ist eine Abwandlung der Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s». Die technischen Details zum Kiesabbau, zur Geologie und zur Machbarkeit sind im Gutachten der Cycad AG angegeben [10].

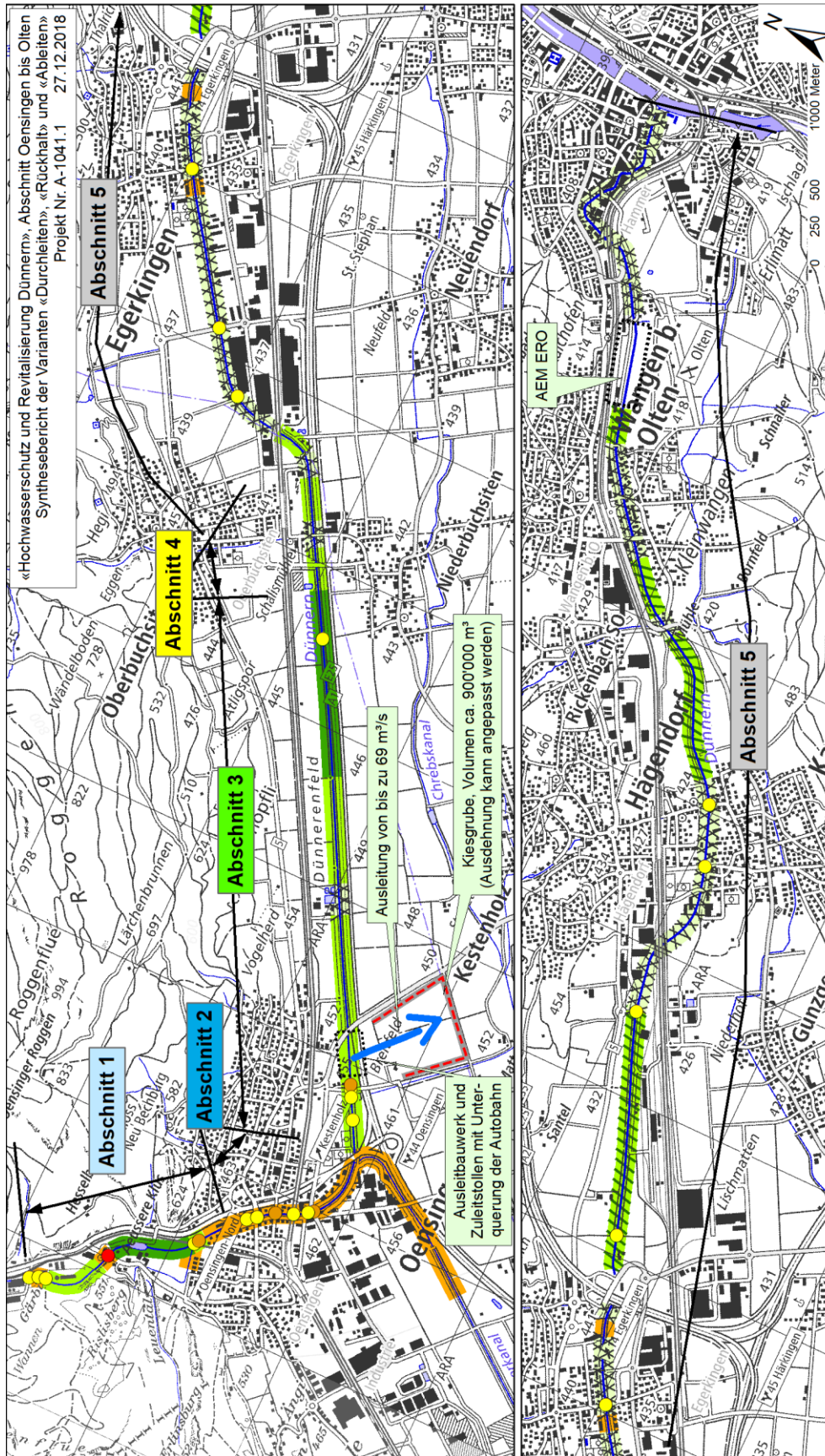
Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)

Die Erstellungskosten der Kiesgrube wurde unter der pessimistischen Annahme ermittelt, dass der Kiesertrag gerade die Kosten für die Beckenerstellung kompensiert. Im günstigen Fall, d.h. es wird mit dem Kiesertrag ein deutlicher Gewinn erwirtschaftet, kann der Gesamtbetrag gemäss dem Bericht [10] um rund 8.7 Mio. SFr. günstiger werden.

Für das eigentliche Retentionsbauwerk ist nach der Erstellung nur eine kleine Landfläche von unter 0.5 ha (für Ausleitkanal, Tosbecken) erforderlich. Im Gegensatz zu den anderen beiden Retentionsvarianten wird das ausgeleitete Wasser auf einer relativ kleinen Fläche von rund 16 ha zurückgehalten. Die Entschädigungszahlungen für Ernteverluste sind deshalb im Betriebsfall deutlich geringer.

Investitionskosten	Unterhaltskosten	Betriebskosten	Landbedarf permanent
81 Mio. SFr.	315'000 SFr./a	25'000 SFr./a	25 ha

Variante «Rückhalt Dünnerngrube»



Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne

- Kapazitätserhöhung ist ohne wesentliche Verbreiterung mit einer Ufererhöhung, Sohlenabsenkung etc. erreichbar (inkl. Strukturierungsmassnahmen)
- Verbreiterung (im min. Gewässerraum)
- Verbreiterung (im erweiterten Gewässerraum)

lokale Hochwasserschutzmassnahme (Brücke, Rampe, etc.) mit Kosten von

- < 100'000 SFr.
- 0.1 bis 1 Mio. SFr.
- > 1 Mio. SFr.

notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

- ▨ Verbreiterung (die Lage ist ein Vorschlag)
- ▨ Strukturierungsmassnahmen an der Sohle und am Ufer

Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne

- ▨ Kapazitätserhöhung ist ohne wesentliche Verbreiterung mit einer Ufererhöhung, Sohlenabsenkung etc. erreichbar (inkl. Strukturierungsmassnahmen)
- ▨ Verbreiterung (im min. Gewässerraum)
- ▨ Verbreiterung (im erweiterten Gewässerraum)

Übersicht Variante "Rückhalt Dünnerngrube"

Hochwasserschutz

Hunziker, Zarn & Partner
 Ingenieurbüro für Raum- und Wasserbau
 ANTON solothurn
 Amt für Umwelt

Variante «Umleiten, Stollenlösung, Oensingen – Aare» (Linienführung 1a)

Kurzbeschreibung der Variante

Bei den Varianten zur Umleitung wird ein grosser Teil des Hochwasserabflusses aus der Dünnern ausgeleitet und direkt über einen Stollen, ohne Zwischenspeicherung, zur Aare geführt. Bis zur Ausleitstelle sind die Massnahmen aus der Variante «Durchleiten» vorzusehen. Unterhalb der Ausleitung ist der Hochwasserabfluss auf 72 m³/s gedrosselt und am Gerinne sind aus Sicht des Hochwasserschutzes nur geringe bauliche Eingriffe erforderlich.

Bei der vorliegenden Umleitvariante wird die Entlastung unterhalb von Oensingen, kurz vor der Kestenholzstrasse, angeordnet und der ausgeleitete Abfluss wird über einen 5.3 km langen Stollen bis zur Aare geführt. Der Stollen kann im maschinellen Vortrieb erstellt werden und muss einen Innendurchmesser von rund 4.5 m aufweisen. Am Auslauf zur Aare ist ein Tosbecken anzuordnen. Auch beim Ableiten müssen zwischen Oberbuchsiten und Olten aus bewilligungsrechtlichen Gründen ökologische Aufwertungsmassnahmen, z.B. Aufweitungen auf rund 3.5 km Gesamtlänge, vorgesehen werden.

Der Stollen und das Entlastungsbauwerk benötigen einen gewissen Unterhalt. Im Betriebsfall sind die Kippelemente des Ausleitbauwerks wiederherzustellen.

Grundlagen und Berichte

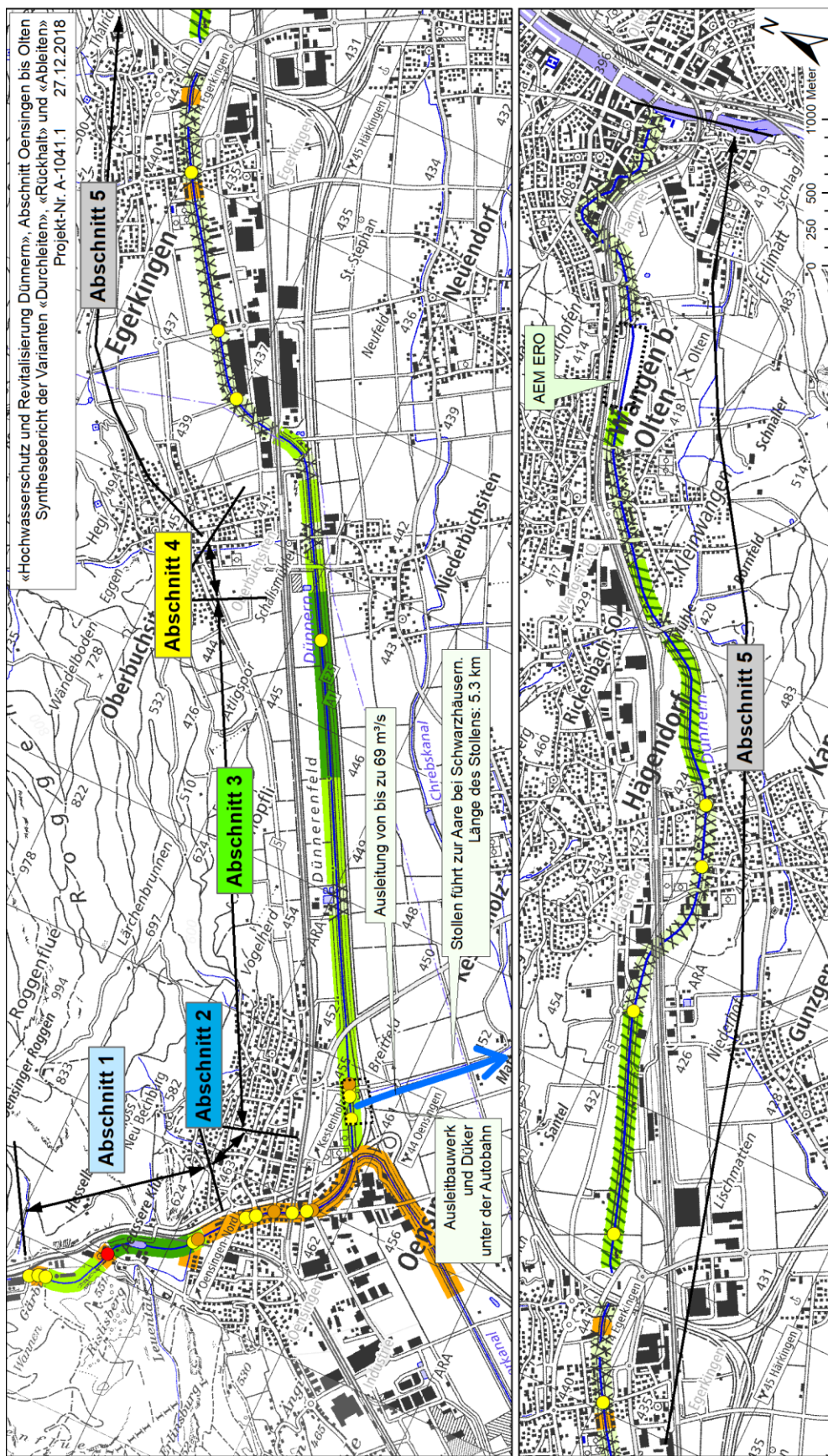
Technische Details zum Stollenbauwerk, zur Linienführung und zur Rückleitung in die Aare sind im Bericht der Hunziker Betatech AG [11] beschrieben. Die Massnahmen am Gewässer entsprechen der Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s».

Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)

Das Gerinne wird auf den HQ₁₀₀ resp. gedrosselten HQ₁₀₀-Abfluss mit Freibord dimensioniert. Sofern keine technischen Probleme am Ausleitbauwerk auftreten, wird der Stollen auch bei selteneren Ereignissen (und unabhängig von der Ereignisdauer) den Ausbauabfluss in einer Grössenordnung von bis zu 69 m³/s abführen können.

<i>Investitionskosten</i>	<i>Unterhaltskosten</i>	<i>Betriebskosten</i>	<i>Landbedarf permanent</i>
185 Mio. SFr.	317'000 SFr./a	3'000 SFr./a	25 ha

Variante «Umleiten, Stollenlösung, Oensingen – Aare» (Linienführung 1a)



Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne

- Kapazitätserhöhung ist ohne wesentliche Verbreiterung mit einer Ufererhöhung, Sohlenabsenkung etc. erreichbar (inkl. Strukturierungsmassnahmen)
- Verbreiterung (im min. Gewässerraum)
- Verbreiterung (im erweiterten Gewässerraum)

lokale Hochwasserschutzmassnahme (Brücke, Rampe, etc.) mit Kosten von

- < 100'000 SFR.
- 0.1 bis 1 Mio. SFR.
- > 1 Mio. SFR.

notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

- Verbreiterung (die Lage ist ein Vorschlag)
- Strukturierungsmassnahmen an der Sohle und am Ufer

Übersicht Variante "Umleiten, Stollenlösung, Oensingen – Aare" (Linie 1a)

Hunziker, Zarn & Partner
 Ingenieurbüro für Raum und Wasserbau
 ANTON solothurn
 Amt für Umwelt
 Hochwasserschutz

Variante «Umleiten, Stollenlösung, Gunzgen - Boningen» (Linienführung 2)

Kurzbeschreibung der Variante

Bei dieser Variante wird ein Teil des Hochwasserabflusses ab Gunzgen/Kappel aus der Dünern über ein Entlastungsbauwerk ausgeleitet und mittels eines rund 3.4 km langen Stollens direkt in die Aare geleitet. Das Entlastungsbauwerk und der Stollen reduzieren die HQ₁₀₀-Abflüsse in der Dünern auf 72 m³/s.

Die Ableitung erfolgt erst nach der SBB-Brücke in Kappel SO. Bis zu dieser Stelle ist also das Gewässer auf den vollen HQ₁₀₀ Abfluss auszubauen. Gemäss dem Bericht von Hunziker Betatech [11] ist nicht sicher, ob bei dieser Linienführung ein maschineller Vortrieb möglich ist.

Im Abschnitt 5 sind bis zur SBB Brücke in Kappel die Hochwasserschutzmassnahmen entsprechend der Variante «Durchleiten» umzusetzen. Erst nach dem Ausleitbauwerk wird der Abfluss soweit gedrosselt, dass aus Sicht des Hochwasserschutzes keine weiteren Massnahmen mehr nötig sind.

Im Abschnitt 5 werden bis zur SBB-Brücke Kappeln auf 4.3 km Länge Gewässeraufweitungen vorgesehen. Das Aufwertungspotential zur Sicherstellung der Bewilligungsfähigkeit ist damit voraussichtlich erschöpft

Aufgrund der vorliegenden Grundwasserverhältnisse ist es möglich, dass der maschinelle Vortrieb nicht bewilligungsfähig ist. In diesem Fall wäre dann der Stollen konventionell zu erstellen; die Kostenschätzung geht von diesem pessimistischen Szenario aus.

Grundlagen und Berichte

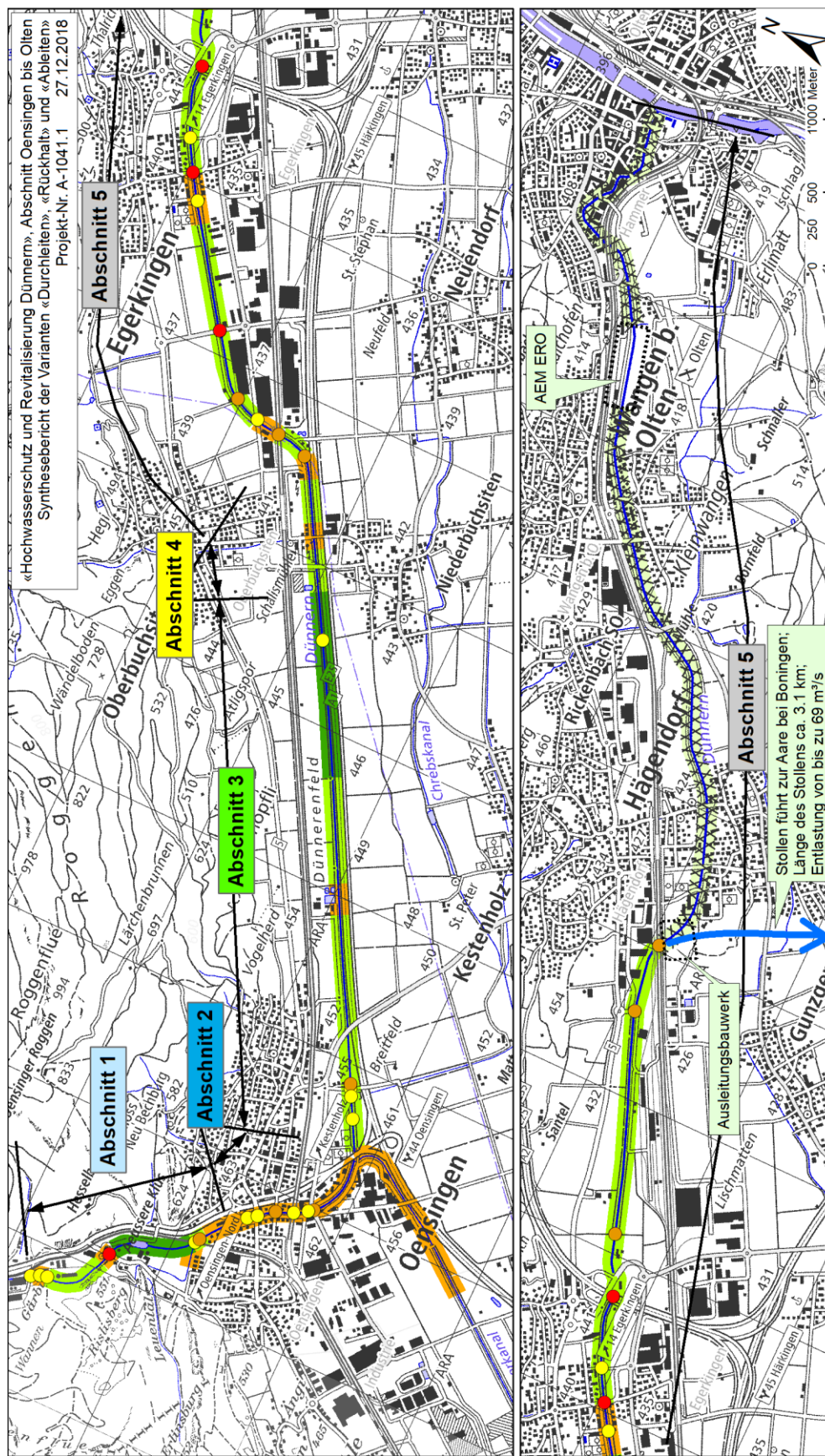
Technische Details zum Stollenbauwerk, zur Linienführung und zur Rückleitung in die Aare sind im Bericht der Hunziker Betatech AG [11] beschrieben. Die Massnahmen am Gewässer entsprechen der Variante «Durchleiten» (bis Kappel SO) resp. der Variante «Rückhalt, Drosselung 72 m³/s» (ab Kappel SO).

Anmerkungen (u.a. Dimensionierungsgrundlagen, Betriebssicherheit und Verhalten im Überlastfall)

Das Gerinne wird auf den HQ₁₀₀ resp. gedrosselten HQ₁₀₀-Abfluss mit Freibord dimensioniert. Sofern keine technischen Probleme am Ausleitbauwerk auftreten, wird der Stollen auch bei selteneren Ereignissen (und unabhängig von der Ereignisdauer) den Ausbauabfluss in einer Grössenordnung von bis zu 69 m³/s abführen können.

<i>Investitionskosten</i>	<i>Unterhaltskosten</i>	<i>Betriebskosten</i>	<i>Landbedarf permanent</i>
237 Mio. SFr.	317'000 SFr./a	3'000 SFr./a	27 ha

Variante «Umleiten, Stollenlösung, Gunzgen - Boningen» (Linienführung 2)



Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne

- Kapazitätserhöhung ist ohne wesentliche Verbreiterung mit einer Ufererhöhung, Sohlenabsenkung etc. erreichbar (inkl. Strukturierungsmassnahmen)
- Verbreiterung (im min. Gewässerraum)
- Verbreiterung (im erweiterten Gewässerraum)

lokale Hochwasserschutzmassnahme (Brücke, Rampe, etc.) mit Kosten von

- < 100'000 SFr.
- 0.1 bis 1 Mio. SFr.
- > 1 Mio. SFr.

notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

- Verbreiterung (die Lage ist ein Vorschlag)
- Strukturierungsmassnahmen an der Sohle und am Ufer

Stollen führt zur Aare bei Boningen, Länge des Stollens ca. 3.1 km; Entlastung von bis zu 69 m³/s

Übersicht Variante "Umleiten, Stollenlösung, Gunzgen - Boningen" (Linie 2)

lokale Hochwasserschutzmassnahme (Brücke, Rampe, etc.) mit Kosten von

- < 100'000 SFr.
- 0.1 bis 1 Mio. SFr.
- > 1 Mio. SFr.

notwendige Aufwertungen nach Art. 4 WBG

- Verbreiterung (die Lage ist ein Vorschlag)
- Strukturierungsmassnahmen an der Sohle und am Ufer

Hunziker, Zarn & Partner
 Ingenieurbüro für Raum- und Wasserbau
ANTON solothurn
 Amt für Umwelt

Hochwasserschutz

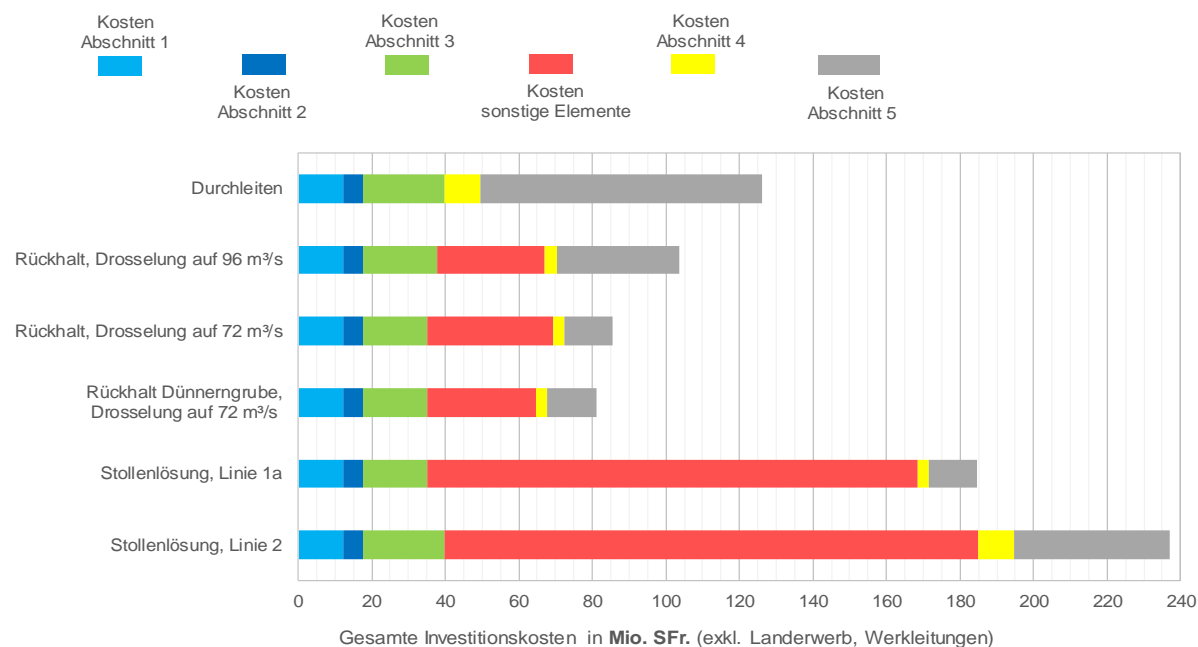
6 Vergleich der Kosten und des Landbedarfs

6.1 Investitionskosten

In der nachfolgenden Tabelle und dem Balkendiagramm sind die geschätzten Investitionskosten⁵ gegenübergestellt.

Die Bandbreite der Investitionskosten ist gross. Die günstigsten Varianten sind mit Werten von rund 80 bis 85 Mio. SFr. der «Rückhalt in der Dünnerngrube» und der «Rückhalt, Drosselung auf 72 m³/s». Die beiden Stollenlösungen sind die teuersten Varianten und kosten rund 185 Mio. SFr. bis 237 Mio. SFr.

Variante:	Kosten Abschnitt 1 (in Mio. SFr.)	Kosten Abschnitt 2 (in Mio. SFr.)	Kosten Abschnitt 3 (in Mio. SFr.)	Kosten für sonstige Elemente (in Mio. SFr.)	Kosten Abschnitt 4 (in Mio. SFr.)	Kosten im Abschnitt 5 (in Mio. SFr.)	Gesamte Investitionskosten (in Mio. SFr.)
Durchleiten	12.37	5.38	22.21	-	9.69	76.67	126.3
Rückhalt, Drosselung auf 96 m ³ /s	12.37	5.38	19.93	29.35	3.23	33.36	103.6
Rückhalt, Drosselung auf 72 m ³ /s	12.37	5.38	17.46	34.00	3.07	13.35	85.6
Rückhalt Dünnerngrube, Drosselung auf 72 m ³ /s	12.37	5.38	17.46	29.53	3.07	13.35	81.2
Stollenlösung, Linie 1a	12.37	5.38	17.46	133.15	3.07	13.35	184.8
Stollenlösung, Linie 2	12.37	5.38	22.21	145.15	9.69	42.28	237.1



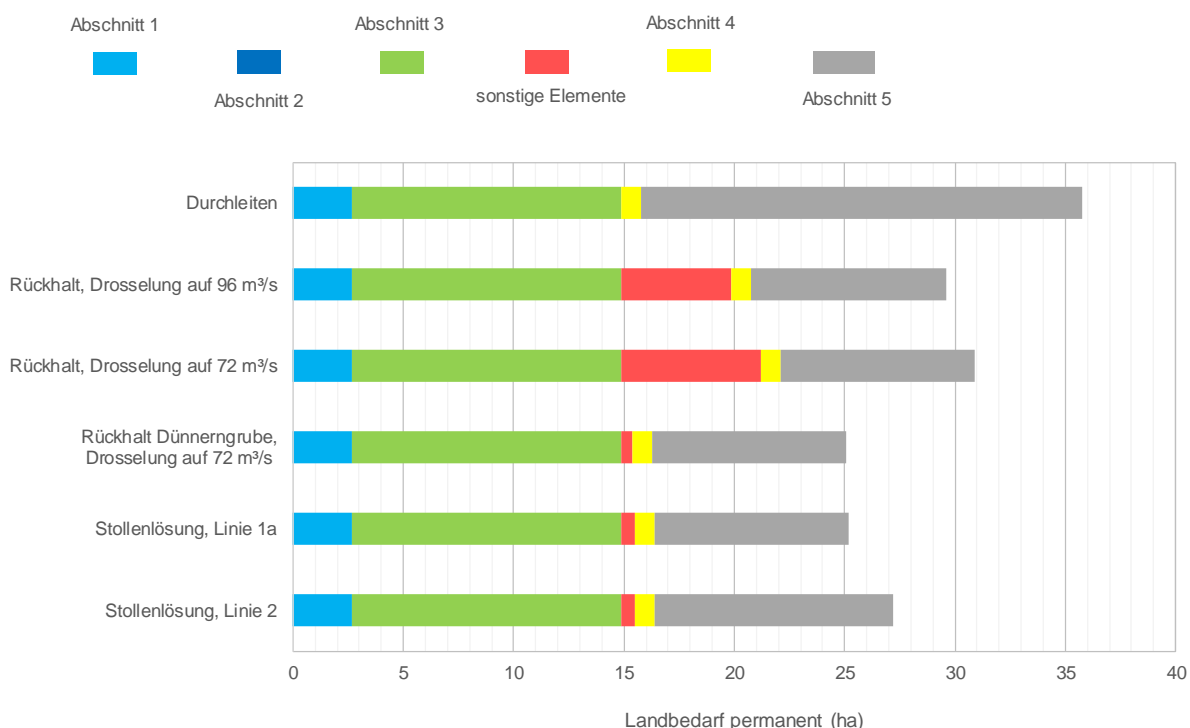
⁵ inkl. Honorar, Unvorhergesehenes, MWST und FFF-Kompensation, aber exkl. Landerwerb und Anpassungen von Werkleitungen

6.2 Permanenter Landbedarf

Im folgenden Balkendiagramm ist der geschätzte permanente Landbedarf der sechs untersuchten Varianten vergleichend gegenübergestellt.

In den Abschnitten 1 bis 3 ist der permanente Landbedarf bei allen Varianten identisch. Grössere Unterschiede gibt es beim Landbedarf für die Rückhaltebecken und Ausleitbauwerke sowie im Abschnitt 5.

Der permanente Landbedarf liegt in einer Grössenordnung von mindestens 25 ha (für die Varianten «Rückhalt Dünnerngrube» und «Stollen, Linie 1a») bis zu maximal 36 ha für die Variante «Durchleiten».



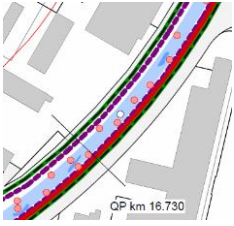

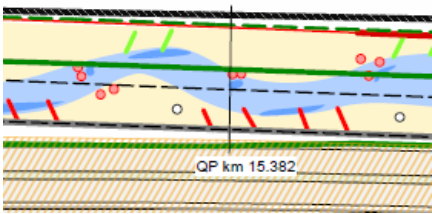
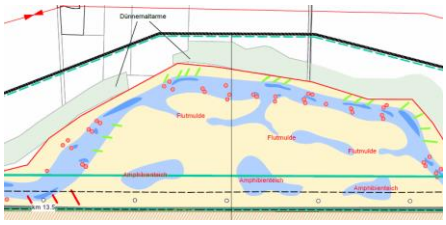
Aarau, 27. Dezember 2018

Hunziker, Zarn & Partner AG
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

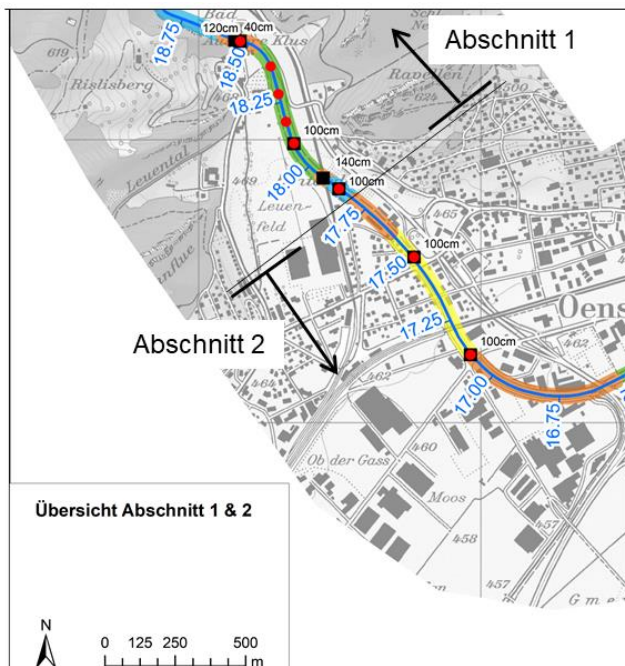
Dr. Andreas Niedermayr, Dipl. Bau-Ing. TU

7 Anhang - Erläuterungen zum Aufwertungspotential

7.1 Erläuterungen

Massnahme	Beispielfilder aus den Plänen	Beschreibung
Kleinstmässige / lokale Massnahmen zur Strukturierung der Sohle	 <p>Plan_5b (Flussbau AG 2017)</p>	Bei sehr beengten Platzverhältnissen wird mit Hilfe von kleinstmässigen Strukturen (Wurzelstöcke etc.) die Strömungs- und Strukturvielfalt im Sohlenbereich erhöht. Schwellen werden zurückgebaut. Das Gerinne wird nicht verbreitert.
Aufwertung des Gerinnes	 <p>Plan_5b (Flussbau AG 2017)</p>	Das bestehende Gerinne wird geringfügig verbreitert resp. das Ufer abgeflacht. Die Strukturvielfalt wird erhöht. Diese Aufwertungen betreffen sowohl die Gewässersohle als auch den Uferbereich und beschränken sich auf das unmittelbar neben dem Gewässer vorhandene Platzangebot.
Verbreiterung des Gerinnes	 <p>Plan_5c2 (Flussbau AG 2017)</p>	Das Gerinne wird auf eine Breite aufgeweitet, welche ungefähr dem minimalen Gewässerraum entspricht und mit Strukturelementen in der Sohle und an der Böschung aufgeweitet.
Grossräumige Verbreiterung des Gerinnes mit Änderung des Gewässersaufs	 <p>Plan_5c2 (Flussbau AG 2017)</p>	Dem Gewässer wird mehr als die doppelte Gewässerraumbreite zur Verfügung gestellt, so dass sich das Gewässer frei entfalten kann.

7.2 Beurteilung Abschnitte 1 und 2



Massnahme:	Abschnitt 1	Abschnitt 2
Nur kleinräumige Strukturen möglich	0.31	0.57
Aufwertung im Gerinne	0.00	0.54
Verbreiterung des Gerinnes	0.58	0.00
Grossräumige Verbreiterung des Gerinnes	0.54	0.00
Gesamtlänge [km]	1.43	1.10

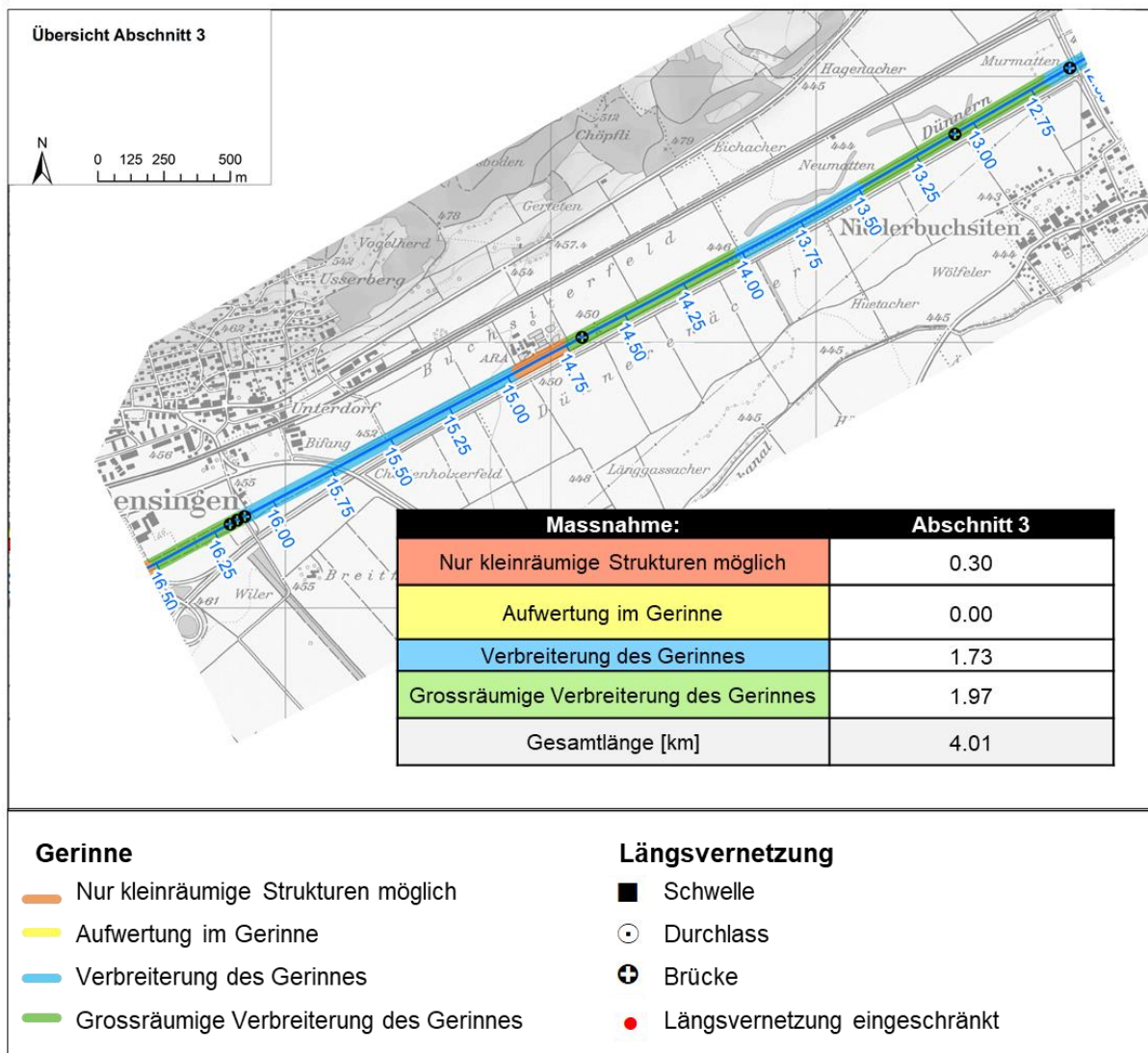
Gerinne

- Nur kleinräumige Strukturen möglich
- Aufwertung im Gerinne
- Verbreiterung des Gerinnes
- Grossräumige Verbreiterung des Gerinnes

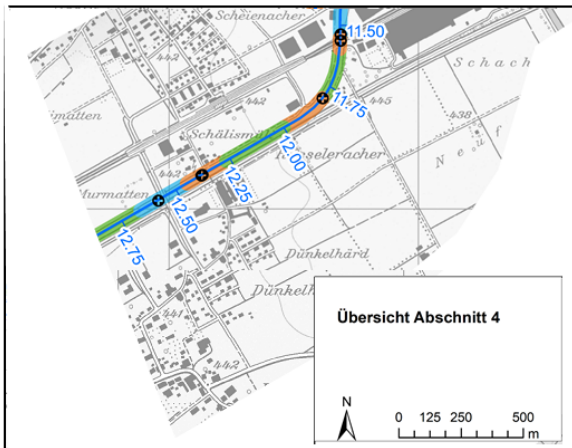
Längsvernetzung

- Schwelle
- ⊙ Durchlass
- ⊕ Brücke
- Längsvernetzung eingeschränkt

7.3 Beurteilung Abschnitt 3



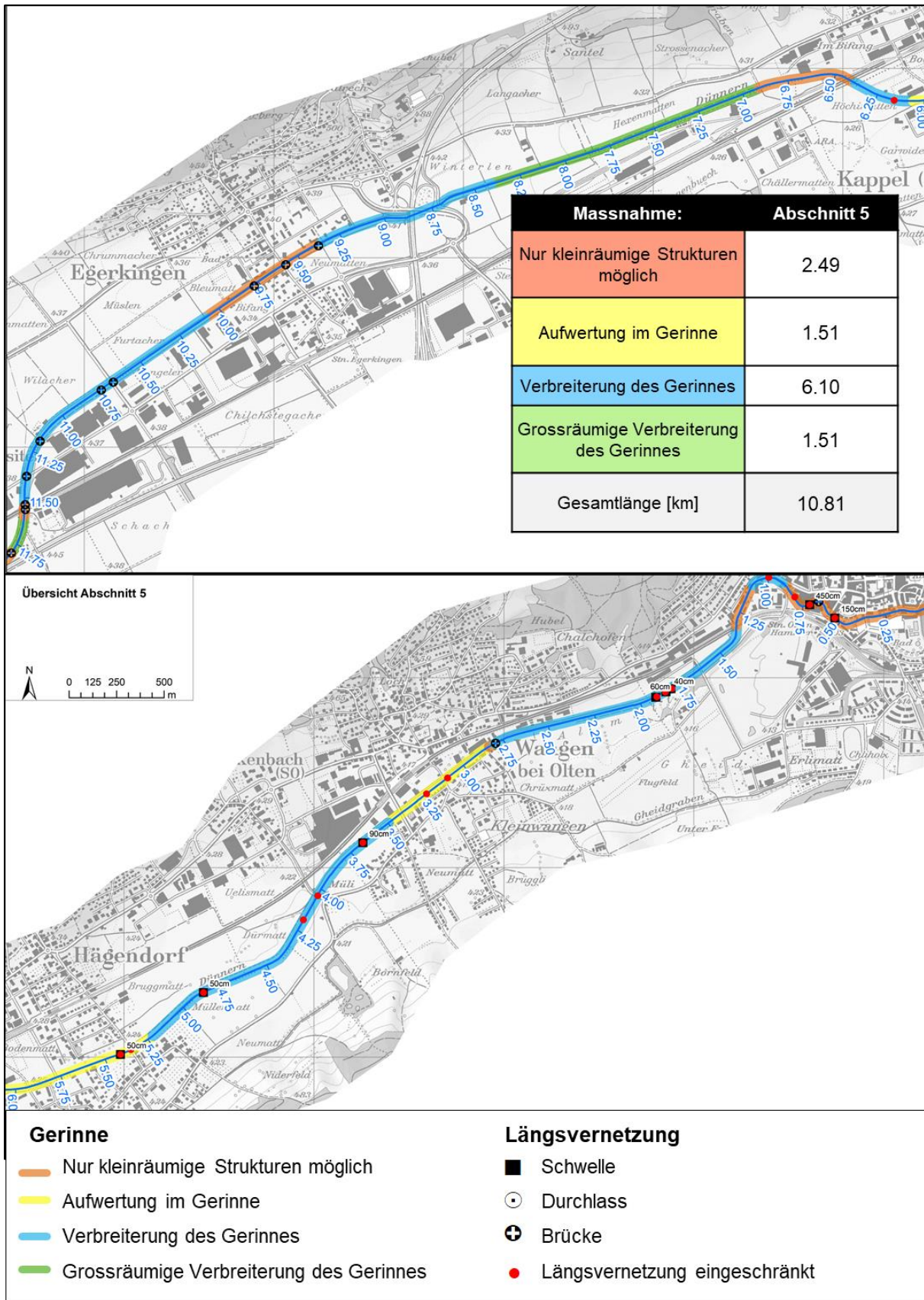
7.4 Beurteilung Abschnitt 4



Massnahme:	Abschnitt 4
Nur kleinräumige Strukturen möglich	0.38
Aufwertung im Gerinne	0.00
Verbreiterung des Gerinnes	0.16
Grossräumige Verbreiterung des Gerinnes	0.48
Gesamtlänge [km]	1.02

Gerinne	Längsvernetzung
Nur kleinräumige Strukturen möglich	Schwelle
Aufwertung im Gerinne	Durchlass
Verbreiterung des Gerinnes	Brücke
Grossräumige Verbreiterung des Gerinnes	Längsvernetzung eingeschränkt

7.5 Beurteilung Abschnitt 5



7.6 Investitionskosten für Aufweitungen im Abschnitt 5

Pos.	Bezeichnung der Arbeiten	LE	Menge	EP	Kosten total Fr.
1.00	Gerinneverbreiterung		1'000	2'000	2'000'000
1.01	Baustelleninstallation (8%)	m'	1	160'000	160'000
1	Zwischentotal Baukosten				2'160'000
2.01	Technische Arbeiten SIA 31 - 53 (10 %)				220'000
2.02	Zusatzleistungen Vermessung, Geotechnik (1.5 %)				32'400
2	Zwischentotal Technische Arbeiten				252'400
3.01	Baukosten + Technische Arbeiten				2'412'400
3.02	Unvorhergesehenes (15 %)				360'000
	MWSt. 7.7 %, gerundet				213'500
3	Gesamte Investitionskosten (± 25 %, exkl. Landerwerb und Werkleitungen)				2'985'900

Tab. 1: Kalkulation der Investitionskosten für eine Gewässerverbreiterung (innerhalb des min. Gewässerraums) je km Gewässerlänge.