

Hochwasserschutz



Lebensraum Dünnern Oensingen bis Olten
Hochwasserschutz und Aufwertung

Technischer Bericht



Vorprojekt

Variante «Rückhalten und Aufwerten»

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
0.1	04.06.2021	1. Teil Bericht Vorprojekt	AfU
1.0	09.07.2021	1. Entwurf Vorprojekt	AfU
2.0	14.07.2021	Vorabzug	AfU
3.0	27.08.2021	Ämtervernehmlassung	AfU
4.0	29.04.2022	Definitives Vorprojekt	AfU

Genehmigt / geprüft

Impressum

Auftragsnummer	UE200022
Auftraggeber	Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (AfU)
Datum	29. April 2022
Version	0.1; 1.0, 2.0, 3.0
Vorversionen	4.0
Autor(en)	Claude Pahud (claude.pahud@emchberger.ch), Simon Haupt (simon.haupt@emchberger.ch), Christoph Bähler (christoph.baehler@emchberger.ch), Linus Feigenwinter (linus.feigenwinter@emchberger.ch), Kathrin Beglinger (kathrin.beglinger@emchberger.ch), Reto Schnyder (Reto.Schnyder@emchberger.ch), Andreas Widmer (andreas.widmer@emchberger.ch)
Freigabe	Andreas Widmer (andreas.widmer@emchberger.ch)
Verteiler	AfU: Roger Dürrenmatt, Nicole Bieber Hunziker, Zarn & Partner, Andreas Niedermayr (fachliche BHU)
Datei	V:\EBG\Zusammenarbeit EBBE_EBS0_EBWSB\UE200022_Lebensraum_Duennern\4_plan\42_vorp\Ing\01_Wasserbau_Gesamtleitung\bericht\Stand_Korrex_nach_Aemtervernehmlassung\801_Technischer_Bericht_RA_V4.docx
Seitenanzahl	213
Copyright	© Emch+Berger AG Bern

Inhalt

Zusammenfassung	v
1 Einleitung	1
1.1 Auftrag	1
1.2 Ausgangslage	1
1.3 Bisherige Projekte und Studien	2
1.4 Projektperimeter	3
1.5 Projektorganisation	4
2 Grundlagen	5
2.1 Allgemeine Grundlagen	5
2.2 Projektspezifische Grundlagen	5
2.3 Geodaten	6
3 Ist-Zustand	8
3.1 Historische Entwicklung	8
3.2 Dünnernkorrektur	9
3.3 Charakteristik des Einzugsgebietes	11
3.4 Geologische Verhältnisse	12
3.5 Hydrogeologische Verhältnisse	12
3.6 Hydrologische Verhältnisse	13
3.7 Die Dünnern heute	14
3.7.1 Bestehende Bauten und Anlagen	15
3.7.2 Abflusskapazität im bestehenden Gerinne	21
3.7.3 Gefahrensituation und Gefahrenkarte	21
3.7.4 Schadenausmass und Risiko	23
3.7.5 Geschiebehalt	24
3.7.6 Morphologie	25
3.7.7 Schwemmholz	26
3.8 Natur und Umwelt	28
3.8.1 Inventare und Schutzgebiete	28
3.8.2 Grundwasser und Gewässerschutz	28
3.8.3 Belastete Standorte	28
3.9 Aktuelle Nutzungen und Planungen	29
3.9.1 Kantonaler Richtplan, 2018	29
3.9.2 Landwirtschaft	30
3.9.3 Ortsplanung Dünnerngemeinden / Gewässerraum	31
3.9.4 Benachbarte Planungen/Drittprojekte	33
3.9.5 Strategie Natur und Landschaft 2030+, 2018 – Amt für Raumplanung	36
3.9.6 Ortsbild und Landschaft	37
3.9.7 Denkmalschutz	38
3.9.8 Archäologische Fundstellen	40
3.9.9 Naherholung, Erschliessung und Besucherlenkung	41
4 Defizitanalyse	44
4.1 Abflussspitzen und Ganglinien Dünnern	44
4.2 Hydraulische Berechnungen	45
4.3 Freibordbetrachtung	45
4.4 Schutzzielmatrix und Hochwasserschutzdefizite	48
5 Ökologie	50
6 Projektziele	53

6.1	Hochwasserschutzziele	53
6.2	Ökologische Entwicklungsziele	53
6.3	Landwirtschaftliche Zielsetzung	53
6.4	Ziele Naherholung/Besucherlenkung	53
6.5	Ziele Ortsbild/Landschaft	53
7	Methodik und Dimensionierung	54
7.1	Herleitung Drosselabfluss	54
7.2	Dünnerngrube	56
7.2.1	Lage der Dünnerngrube	56
7.2.2	Entlastungssystem	56
7.2.3	Hydraulischer Nachweis	58
7.3	Anforderungen Wasserbau	59
7.4	Ufergestaltung	61
7.5	Sohlensicherung	63
7.6	Umgestaltung Geschiebesammler Oensingen	64
7.7	Schwemholzrückhalt	69
7.8	Landwirtschaft	71
7.9	Strassen/Wege	71
7.10	Brücken	72
7.11	Werkleitungen	72
7.12	Lebensraum Biber	74
8	Massnahmenplanung	75
8.1	Generelle Massnahmen Wasserbau	75
8.1.1	Böschungsnormale Neigung 1:4	77
8.1.2	Böschungsnormale Neigung 1:2	78
8.1.3	Böschungsnormale Neigung 2:3	79
8.1.4	Böschungsnormale Neigung 1:1	80
8.1.5	Normale Biberprofil	80
8.1.6	Situationsnormale	81
8.1.7	Seitengewässer	81
8.2	Wasserbauliche Massnahmen	82
8.2.1	Abschnitt Dünnerngrube	82
8.2.2	Abschnitt 1 (km 19.1 – 17.7): Oensingen Äussere Klus	84
8.2.3	Abschnitt 2 (km 17.7 – 16.6): Oensingen Siedlungsgebiet	85
8.2.4	Abschnitt 3 (km 16.6 – 12.7): Oensingen Ost/Oberbuchsiten West	86
8.2.5	Abschnitt 4 (km 12.7 – 11.6): Oberbuchsiten Industrie	88
8.2.6	Abschnitt 5 (km 11.6 – 10.6): Oberbuchsiten Ost, Neuendorf Nord	89
8.2.7	Abschnitt 6 (km 10.6 – 7.9): Egerkingen	90
8.2.8	Abschnitt 7 (km 7.9 – 5.1): Hägendorf, Gunzgen Nord, Kappel Nord	92
8.2.9	Abschnitt 8 (km 5.1 – 3.8): Hägendorf Ost, Kappel Ost, Rickenbach	94
8.2.10	Abschnitt 9 (km 3.8 – 1.9): Wangen bei Olten	95
8.2.11	Abschnitt 10 (km 1.9 – 0.0): Olten	96
8.3	Brücken	98
8.4	Werkleitungen	103
8.5	Naherholung und Besucherlenkung	107
8.5.1	Hot-Spots Naherholung	107
8.5.2	Hot-Spots Natur	109
8.5.3	Koexistenz Mensch-Natur	110
9	Bipperbach	111
9.1	Heutiger Zustand	111
9.2	Koordination mit ASTRA	113
9.3	Dimensionierung	114

9.4	Massnahmen	116
10	Fassung Mittulgäubach	118
11	Materialbewirtschaftung Dünnerngrube	122
12	Kostenschätzung / Kostenwirksamkeit / Finanzierung	126
12.1	Kostenschätzung +/- 20 %	126
12.1.1	Regie, Baustelleneinrichtung und Wasserhaltung	126
12.1.2	Kosten Wasserbau, Kunstbauten, Wege/Strassen, Werkleitungen	126
12.1.3	Kosten Dünnerngrube	127
12.1.4	Kosten belastete Standorte und Entsorgung verunreinigtes Aushubmaterial	127
12.1.5	Total Baukosten	127
12.1.6	Landerwerb und Landbeanspruchung	127
12.1.7	Projektbezogene Risiken	128
12.1.8	Gesamtkosten	128
12.2	Unterhalts- und Betriebskosten	130
12.3	Ertüchtigungskosten	132
12.4	Kostenwirksamkeit	132
12.5	Kostenbeteiligungen (Kostenteiler und Beiträge)	133
13	Projektauswirkungen	134
13.1	Verbleibende Gefahren / Überlastfall	134
13.1.1	Gefahrensituation nach Massnahmen	134
13.1.2	Verhalten im Überlastfall	134
13.1.3	Mögliche Versagensmechanismen	136
13.2	Geschiebehaushalt und Morphologie	137
13.2.1	Morphologie der Gerinnesohle	137
13.2.2	Geschiebetrieb	137
13.2.3	Uferstabilität	137
13.3	Landbedarf	138
13.3.1	Beanspruchte Flächen Total	138
13.3.2	Beanspruchte Landwirtschaftliche Nutzflächen	140
13.3.3	Betroffene Fruchtfolgeflächen	141
13.3.4	Kompensation Fruchtfolgeflächen (FFF)	143
13.4	Umwelt, Ökologie und Natur	146
13.5	Nutzungen und Planungen	148
13.6	Ortsbild und Landschaft	149
13.7	Denkmalschutz	150
13.8	Werkleitungen	151
13.9	Naherholung, Erschliessung und Besucherlenkung	152
14	Anmerkungen zur Bauausführung	152
15	Termine und Verfahrensablauf	152
Anhang A	Hydraulik	A-1
A.1	Aufbau Hydraulisches Modell Dünnern	A-1
A.1.1	Geometrie	A-1
A.1.2	Rauigkeit	A-2
A.1.3	Validierung des Modells	A-4
A.1.4	Vergleich mit altem Modell	A-8
A.2	Hydraulische Resultate Dünnern	A-11
A.3	Hydraulische Resultate Bipperbach	A-15

Anhang B	Dünnergrube	B-16
B.1	Kriterien zur Herleitung des Drosselabflusses	B-16
B.2	Entlastungssystem	B-19
B.3	Hydraulischer Nachweis	B-22
Anhang C	Brücken	C-1
Anhang D	Kostenschätzung	D-1

Zusammenfassung

Die Dünner fließt nach dem Zusammenfluss mit dem Augstbach bei Balsthal durch die Klus in Richtung Oensingen. Unterstrom des Siedlungsgebiets von Oensingen verläuft sie entlang dem Jurasüdfuss durch die Gäuebene und mündet bei Olten in die Aare. Die Dünner verläuft zwischen Oensingen und der Mündung in die Aare bei Olten auf weiten Strecken in einem kanalisiertem und monotonen Gerinne, dessen Ufer hart verbaut und die Sohle gepflästert und kolmatiert ist. Im Perimeter zwischen Oensingen und Olten besteht auf diversen Abschnitten ein Hochwasserschutzdefizit mit einem möglichen Schadensausmass von CHF 550 Mio. (HQ₁₀₀). Dabei machen die zu erwartenden Schäden an Industrie- und Gewerbegebäuden, Einkaufszentren und Bahnlinien mehr 75 % der Schadenssumme aus. In den vergangenen Jahren wurden daher verschiedene Varianten erarbeitet und geprüft, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten und eine ökologische Aufwertung zu erzielen. Die Varianten «Rückhalten und Aufwerten» und «Ausbauen und Aufwerten» wurden schliesslich auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet, um die Projekte detailliert zu vergleichen und die Bestvariante zu wählen. Das vorliegende Dossier behandelt die Variante «Rückhalten und Aufwerten».

Für die Massnahmenplanung ist das Schutzziel HQ₁₀₀ massgebend und bemessungsrelevant. Die Massnahmenplanung wurde abschnittsweise vorgenommen. Als integrierender Bestandteil des Hochwasserschutzes muss auch den ökologischen Ansprüchen (Mindestanforderungen nach Art. 4 WBG¹ / Art. 37 GSchG²) Rechnung getragen werden. Die ökologischen Anforderungen wurden in Absprache mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) definiert und werden im Projekt entsprechend umgesetzt.

Mit der Variante «Rückhalten und Aufwerten» sollen die Hochwasserspitzen gebrochen und ein Teil des Abflusses in der Dünnergrube südlich der Autobahn A1 bei Oensingen zurückgehalten werden. Sensitivitätsanalysen ergeben für den Drosselabfluss³ ein Optimum von 90 m³/s. Dies bedingt jedoch einen stärkeren Ausbau der Dünner unterhalb der Grube als er in der Vorstudie vorgesehen war. Es ist im Schnitt alle 10 Jahre mit einer Überflutung der landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Dünnergrube zu rechnen. Mit einer optimierten Gestaltung der Grubensohle kann die Überflutungshäufigkeit für kleinere Ereignisse bis zu einem HQ₂₀⁴ auf eine Teilfläche reduziert werden.

Die vorhandenen Drittprojekte entlang des Projektperimeters wurden bei der Planung der wasserbaulichen Massnahmen berücksichtigt und entsprechend koordiniert. Resultate und Meilensteine wurden regelmässig in den unterschiedlichen Gremien wie dem Projektteam, dem Lenkungsausschuss und der Begleitgruppe präsentiert und diskutiert (partizipative Projekterarbeitung).

Dank dem Hochwasserrückhalt können unterstrom der Dünnergrube trotz dem gewählten Drosselabfluss bauliche Hochwasserschutzmassnahmen auf das notwendige Minimum reduziert werden. Dies gilt insbesondere in dicht bebauten Siedlungsgebieten mit begrenzten Platzverhältnissen sowie für Massnahmen an Brücken. Der Hochwasserschutz wird mittels Gerinneverbreiterungen und punktuellen Ufererhöhungen sichergestellt. Abhängig von den Platzverhältnissen werden die Uferböschungen unterschiedlich abgeflacht und lassen eine ökologische Aufwertung des Gewässerraums zu. Um der Erosionsgefahr entgegenzuwirken, sind punktuelle Sohlensicherungen mittels «Instream Strukturen»⁵ geplant. Mit der Umgestaltung des Geschieberückhalts beim Geschiebesammler Oensingen zugunsten einer grossräumigen Aufweitung erhält die Dünner zudem mehr Raum zur eigendynamischen Entwicklung, ein für Oensingen interessantes Naherholungsgebiet und schafft die Voraussetzung für eine natürliche Dosierung des transportierten Geschiebes.

Die wasserbaulichen Massnahmen tangieren verschiedene Werkleitungen. Wenn möglich werden die Werkleitungen an Ort und Stelle belassen. Basierend auf Überlegungen zur Verhältnismässigkeit und der technischen Machbarkeit ist eine abschnittsweise Umlegung von Werkleitungen jedoch stellenweise notwendig.

Die Erfahrung aus vergleichbaren Projekten zeigt, dass durch eine naturnahe Fluss- und Ufergestaltung das Gebiet für Erholungssuchende an Attraktivität gewinnt. Mit einer gezielten Besucherlenkung soll ein mögliches Konfliktpotenzial zwischen verschiedenen Erholungsnutzungen und der Natur entschärft werden. Dazu wurden Gebiete definiert, welche mit entsprechenden Massnahmen für die Naherholung attraktiver (Hot-Spots Naherholung) oder weniger attraktiv (Hot-

¹ Art. 4 Wasserbaugesetz (SR 721.100 vom 21. Juni 1991, Stand 1. Januar 2021)

² Art. 37 Gewässerschutzgesetz (SR 814.20 vom 24. Januar 1991, Stand 1. Januar 2021)

³ maximalen Abfluss bei einem HQ₁₀₀ unterhalb des Entlastungsbauwerks

⁴ Hochwasserereignis welches statistisch gesehen alle 20 Jahre vorkommt

⁵ Bauliche Massnahmen in der Gewässersohle mit minimalem Materialeinsatz, welche die stabilisierende Wirkung von induzierten Sekundärströmungen nutzen.

Spots Natur) gestaltet werden. Dazwischen gibt es zahlreiche Abschnitte, die den Grundsatz der Koexistenz von Natur und Naherholung verfolgen.

Der durch das Wasserbauprojekt beanspruchte Flächenbedarf entlang des Dünnerngerinnes beträgt rund 1'683 Aren. Davon sind 1'203 Aren landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und 610 Aren Fruchtfolgefläche (FFF). Durch den Bau der Dünnerngrube werden weitere 148 Aren LN und 317 Aren FFF beansprucht. Die FFF werden auf Basis der bestehenden rechtlichen Grundlagen kompensiert. Wo immer möglich werden abgeflachte Uferböschungen realisiert, welche potenziell als landwirtschaftliche Nutzfläche genutzt werden könnten.

Die Projektkosten der Variante «Rückhalten und Aufwerten» belaufen sich auf CHF 148 Mio. Die Kostenwirksamkeit⁶ ist mit einem Faktor von 2.4 gross. Das vorliegende Hochwasserschutzprojekt «Rückhalten und Aufwerten» ist schliesslich ein Kompromiss zwischen Hochwassersicherheit, ökologischer Aufwertung, Schonung der wertvollen landwirtschaftlichen Nutzfläche und Verbesserung des Naherholungsangebots.

Die Thematik Ökologie wird im vorliegenden Bericht zusammenfassend in Kapitel 5 vorgestellt. Im Detail wird in der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» auf die Ökologie eingegangen.

⁶ Kosten stehen in einem angemessenen Verhältnis zum erzielten Nutzen (Reduktion des Schadensausmass)

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Die Ingenieurgemeinschaft Emch+Berger AG (bestehend aus Emch+Berger AG Bern, Emch+Berger AG Zofingen und Emch+Berger AG Solothurn) wurde im Mai 2020 vom Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (AfU) mit der Ausarbeitung der beiden Varianten «Rückhalten und Aufwerten» (= Rückhalt Dünnerngrube) und «Ausbauen und Aufwerten» (= Durchleiten) auf Stufe Vorprojekt gemäss SIA 103 und SIA 112 für das Projekt «Lebensraum Dünner Oensingen bis Olten, Hochwasserschutz und Aufwertung» beauftragt.

1.2 Ausgangslage

Entlang der Dünner zwischen Oensingen und der Mündung in die Aare in Olten besteht auf diversen Abschnitten ein Hochwasserschutzdefizit. Zudem weist die Dünner auf weiten Strecken ein kanalisiertes und monotones Gerinne auf und wird als naturfremd/künstlich eingestuft. In der Vergangenheit wurden verschiedene Varianten erarbeitet, um die Hochwassersicherheit gewährleisten zu können und eine ökologische Aufwertung zu erzielen:

- Variante Durchleiten
- Zwei Varianten mit Rückhaltedämmen und unterschiedlichen Drosselabflüssen
- Variante Rückhalten in Dünnerngrube
- Zwei Varianten mit unterschiedlichen Linienführungen für eine Umleitung des Abflusses durch einen Stollen in die Aare (ab Oensingen und ab Gunzgen)

2018 wurden sämtliche Varianten zwecks Vergleichbarkeit in einem Synthesebericht [22] zusammengetragen. Basierend auf dieser Zusammenfassung wurden die Varianten - unter zusätzlicher Berücksichtigung der Nullvariante - vom Projektteam mittels Nutzwertanalyse bewertet mit der Erkenntnis, dass die Varianten Durchleiten und Rückhalt Dünnerngrube weiterverfolgt werden sollen. Diese Ansicht wurde im Anschluss der Begleitgruppe zur Vernehmlassung unterbreitet und durch diese gestützt. So wurde in der Sitzung vom 3. Juli 2019 vom Lenkungsausschuss entschieden, die beiden obengenannten Varianten auf Stufe Vorprojekt auszuarbeiten.

1.3 Bisherige Projekte und Studien

Tabelle 1 beinhaltet eine chronologische Auflistung der neueren Studien hinsichtlich Hochwasserschutz- und Aufwertung der Dünnern.

Tabelle 1: Übersicht der bisherigen Studien.

Jahr	Studie	Autor
2012	Dünnern, Hochwasserschutz und Revitalisierung – Konzept.	Flussbau AG
2015	Massgebende Hochwasserabflüsse an der Dünnern und an verschiedenen Seitenbächen, Optimierung des Hochwasserrückhaltebeckens bei Oensingen.	Scherrer AG
2015	Dünnern, Konzept Hochwasserschutz – ergänzende Abklärungen unter Berücksichtigung des Niederschlags-Abfluss-Modells und zur Hochwasserretention Oensingen-Olten	Flussbau AG
2017	Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsiten – Vorstudie.	Flussbau AG
2018	Zweitmeinung Vorstudie «Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern», Varianten Durchleiten und Rückhalt, Abschnitt Oensingen bis Olten	Hunziker, Zarn & Partner AG
2018	Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Bodengutachten zur Variante «Retention».	Hintermann & Weber AG
2018	Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern: Gutachten zur Retention Kiesgrube Aebisholz.	Cycad AG
2018	Hochwasserschutz Dünnern – Abschnitt Oensingen bis Olten, Bruttogefahrenkarte und Datenaufbereitung EconoMe.	Flussbau AG
2018	Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Abschnitt Oensingen bis Olten – Synthesebericht über die Varianten «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten».	Hunziker, Zarn & Partner AG
2019	Berechnung weiterer Hochwasserganglinien an der Dünnern, Kurzbericht. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.	Scherrer AG

1.4 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst die Dünner ab der Gemeindegrenze Balsthal/Oensingen bis zur Mündung in die Aare in Olten. Er umfasst somit 19.1 km Flie遝sstrecke der Dünner. Für die Massnahmenplanung wurde der Projektperimeter in einzelne Abschnitte unterteilt (Tabelle 2). Diese orientieren sich hauptsächlich an den Gemeindegrenzen.

Tabelle 2: Abschnittseinteilung des Projektperimeters.

Abschnitt	Km	Bezeichnung/Bemerkung
Abschnitt 1	17.7 - 19.1	Oensingen Äussere Klus
Abschnitt 2	16.6 - 17.7	Oensingen Siedlungsgebiet
Abschnitt 3-1	14.7 - 16.6	Oensingen Ost
Abschnitt 3-2	12.7 - 14.7	Oberbuchsiten West
Abschnitt 4	11.6 - 12.7	Oberbuchsiten Industrie
Abschnitt 5	10.6 - 11.6	Oberbuchsiten Ost, Neuendorf Nord
Abschnitt 6-1	9.3 - 10.6	Egerkingen West
Abschnitt 6-2	7.9 - 9.3	Egerkingen Ost
Abschnitt 7-1	6.5 - 7.9	Hägendorf West, Gunzgen Nord
Abschnitt 7-2	5.1 - 6.5	Hägendorf Süd, Kappel Nord
Abschnitt 8	3.8 - 5.1	Hägendorf Ost, Kappel Ost, Rickenbach
Abschnitt 9	1.9 - 3.8	Wangen bei Olten
Abschnitt 10-1	1.0 - 1.9	Olten West
Abschnitt 10-2	0.0 - 1.0	Olten Ost
Bipperbach	-	Gesamter Bipperbach im Kanton Solothurn
Dünnerngrube	-	Dünnerngrube in Oensingen

Die Abschnittseinteilung ist in der Planbeilage 001 dargestellt.

1.5 Projektorganisation

Für die Planungsarbeiten hat das AfU zwei separate Aufträge vergeben. Mit der Ausarbeitung der beiden Vorprojekte wurde die Ingenieurgemeinschaft Emch+Berger AG (bestehend aus Emch+Berger AG Bern, Emch+Berger AG Solothurn und Emch+Berger AG Zofingen) beauftragt. Der Auftrag Hydrogeologie/Sondagen wurde an die Sieber Cassina + Partner AG vergeben.

Die Bauherrschaft wird administrativ durch das Büro KFB AG und fachlich durch das Ingenieurbüro Hunziker, Zarn & Partner unterstützt. Abbildung 1 zeigt das Projektorganigramm mit allen dazugehörigen Projektorganen.

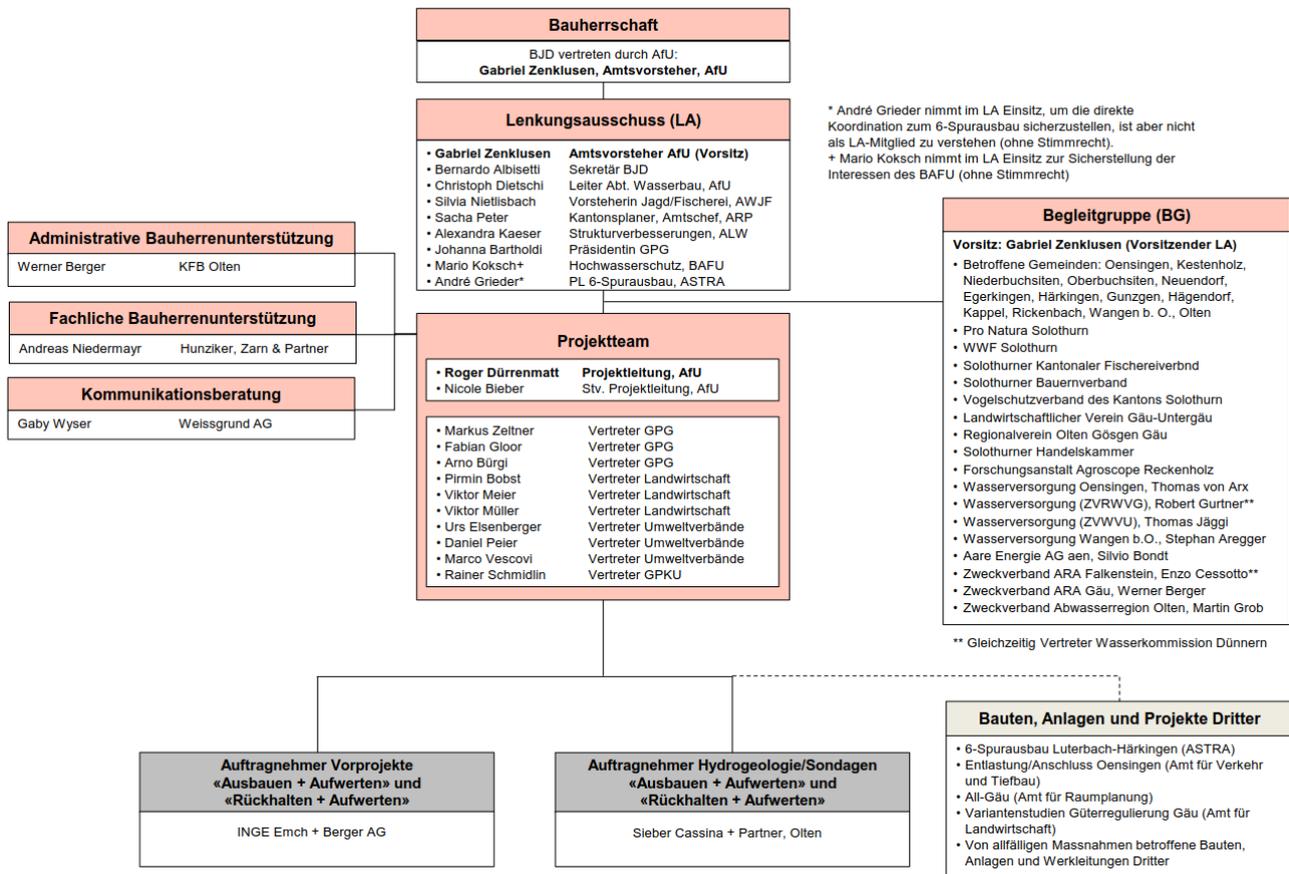


Abbildung 1: Projektorganigramm «Lebensraum Dünnern zwischen Oensingen und Olten – Hochwasserschutz und Aufwertung» (Stand: 09. Mai 2022).

2 Grundlagen

2.1 Allgemeine Grundlagen

- [1] BAFU (2019). Schwemmholz in Fließgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1910: 100 S.
- [2] Lange D., Bezzola G. R. (2006). VAW Mitteilung188, Schwemmholz – Probleme und Lösungsansätze. ETH Zürich.
- [3] Amt für Raumplanung, Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2015). Arbeitshilfe «Gewässerraum für Fließgewässer».
- [4] Amt für Denkmalpflege und Archäologie (2020). Schutzobjekte Denkmalpflege: <https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-denkmalpflege-und-archaeologie/denkmalpflege/bewahren/schutzobjekte-denkmalpflege/> (22.12.2020)
- [5] KOHS (2013). Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen – Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). WEL, 105, 43-53. Baden.
- [6] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2012). Erstellen von Gefahrenkarten – Leitfaden und Datenmodell (Version 11.1).
- [7] Kinzelbach W. (2011). Skript zur Vorlesung Hydraulik I.
- [8] Bezzola G.R. (2015). Vorlesungsmanuskript Flussbau. ETHZ.
- [9] Boes R. (2016). Vorlesungsmanuskript Wasserbau II. ETHZ
- [10] Niedermayr A. (2008). V-Rampen, Ökologisch weitgehend durchgängige Querbauwerke. TU München
- [11] BAFU (2012). Objektblätter Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung S0-08 und S0-09.
- [12] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2020). Zustand Solothurner Gewässer 2020.
- [13] BAFU (2020). Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG) Praxishilfe Wasserbau – Ein Leitfaden für Planer und Behörden. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Version für die Konsultation vom 21. Januar 2020.
- [14] LfU Baden-Württemberg (2006). Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser – Regenrückhaltung.
- [15] Werdenberg N., Meile T., Steiner R., Basler & Hofmann West AG (2012). Strömunglenkung an der unteren Taverna. AQUA & GAS N°3, 2012.
- [16] BAFU (2018). Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 – 2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Vollzug Nr. 1817: 294 S.
- [17] BAFU (2021): Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung Verwertungseignung von Boden. Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2112: 34 S.

2.2 Projektspezifische Grundlagen

- [18] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2019). Submissionsunterlagen Projekt «Lebensraum Dünnern zwischen Oensingen und Olten – Hochwasserschutz und Aufwertung. Projektphase Vorprojekt.
- [19] Flussbau AG (2012). Dünnern, Hochwasserschutz und Revitalisierung – Konzept. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [20] Flussbau AG (2017). Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Abschnitt Oensingen bis Oberbuchsiten – Vorstudie. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [21] Hunziker, Zarn & Partner AG (2018). Zweitmeinung Vorstudie «Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern», Varianten Durchleiten und Rückhalt, Abschnitt Oensingen bis Olten. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [22] Hunziker, Zarn & Partner AG (2018). Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Abschnitt Oensingen bis Olten – Synthesebericht über die Varianten «Durchleiten», «Rückhalt» und «Ableiten». Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [23] Flussbau AG (2018). Hochwasserschutz Dünnern – Abschnitt Oensingen bis Olten, Bruttogefahrenkarte und Datenaufbereitung EconoMe. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [24] Scherrer AG (2015). Massgebende Hochwasserabflüsse an der Dünnern und an verschiedenen Seitenbächen, Optimierung des Hochwasserrückhaltebeckens bei Oensingen. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [25] Scherrer AG (2019). Berechnung weiterer Hochwasserganglinien an der Dünnern, Kurzbericht. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [26] Hintermann Weber.ch (2018) Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Bodengutachten zur Variante «Retention». Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.

- [27] Cycad AG (2018). Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern: Gutachten zur Retention Kiesgrube Aebisholz. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [28] Amt für Raumplanung, Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2019). Projekt Hochwasserschutz und Revitalisierung Dünnern, Oensingen bis Olten – Vernehmlassung Schutzkonzepte (Varianten), Variantenbewertung und Empfehlung für das weitere Vorgehen – Vernehmlassungsbericht.
- [29] Hunziker, Zarn & Partner (2009). Gefahrenkarte Olten.
- [30] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2014). Revitalisierung Fließgewässer – Strategische Planung
- [31] Geotest (2014). Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt. Schlussbericht Nr. 141307.1b. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [32] Ernst Basler + Partner (2016). ERO: Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen, Kantonales Naturreservat «Dünnernufer Altmatten». Plan des ausgeführten Werkes. Im Auftrag des Amtes für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn.
- [33] Büsser P. (2019). Kantonsstrasse H5B, Entlastung Region Olten – Wirkungskontrolle Revitalisierung Dünnern, Fisch- und Gewässerökologie. Im Auftrag des Amtes für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn.
- [34] Bundesamt für Umwelt BAFU (2020). Messstation Dünnern – Olten, Hammermühle: <https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2434.html> (04.12.2020).
- [35] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2020). Messstelle Dünnern, Balsthal: <https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-umwelt/umweltdaten/wasser/hydrometrie/daten/>
- [36] Schälchli & Abegg (1998). Dünnern Balsthal – Olten. Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt. Im Auftrag des Amtes für Wasserwirtschaft des Kantons Solothurn.
- [37] Amt für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn (2018). Vebo Knoten – Grosskreiselknoten Dünnern-/Nordringstrasse Vollausbau (Stand Vorprojekt, Januar 2018).
- [38] Ingenieurgesellschaft IG 6S, Emch+Berger AG Bern (2018). Ausführungsprojekt 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen. Im Auftrag des ASTRA (Stand: 19.03.2018).
- [39] Geotest (2013). Revision GK Jurasüdfuss. Bericht zur Gefahrenkarte.
- [40] Amt für Umwelt des Kanton Solothurn (2019). Notfallkonzept Niederwasser für die Dünnern und den Mittelläubach.
- [41] Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020). Sachplan Fruchtfolgeflächen.
- [42] Amt für Raumplanung des Kantons Solothurn (2018). Kantonaler Richtplan: <https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-raumplanung/richtplanung/kantonaler-richtplan/>
- [43] Sieber Cassina Partner AG (2021). Lebensraum Dünnern zwischen Oensingen und Olten, Hochwasserschutz und Aufwertung, Bohrkampagne Herbst 2020, Dokumentation Untersuchungsergebnisse (V2.1 vom 04.03.2021)

2.3 Geodaten

- [44] Straub Vermessungen AG (2020). «Lebensraum Dünnern Oensingen – Olten, Hochwasserschutz und Aufwertung», Vermessungsarbeiten GEWISS-Adresse 19205 – 00082. Im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [45] Amt für Geoinformation des Kantons Solothurn (2020). LIDAR 2014 – Digitales Terrainmodell. Datenbezug: 12.05.2020.
- [46] BAFU (2019). Topographische Einzugsgebiete Schweizer Gewässer: Teileinzugsgebiete 2 km² (04.12.2020).
- [47] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2020). Oberflächengewässer. Zeitstand: 18.03.2020.
- [48] Geodienste.CH (2020). Amtliche Vermessung Kt. SO. Zeitstand: 12.06.2020.
- [49] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2020). Kataster der belasteten Standorte (KBS). Datenbezug: 25.05.2020
- [50] Amt für Denkmalpflege und Archäologie des Kantons Solothurn (2020). Archäologische Fundstellen. Datenbezug: 20.05.2020.
- [51] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2021). Gewässerinformationssystem Solothurn – GEWISS0. Datenbezug: 08.04.2021.
- [52] Amt für Landwirtschaft des Kanton Solothurn (2018). Fruchtfolgeflächen Kanton Solothurn. Datenbezug: 20.04.2021.
- [53] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2021). Bodeninformation Landwirtschaftsboden. (25.05.2021).
- [54] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2021). Bodeninformation Waldboden. (25.05.2021).
- [55] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2022). Bodentyp und Bodenprofilstandorte. (09.03.2022)
- [56] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2022). Bodeneinheiten. Datenbezug: 15.03.2022.

- [57] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2022). Prüfperimeter Bodenabtrag. (09.03.2022)
- [58] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2021). Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton SO. Datenbezug: 21.06.2021.
- [59] Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2021). Naturgefahrenkarte Wasser. Datenbezug (21.06.2021)
- [60] Amt für Wald des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren (2019). Naturgefahrenkarte des Kantons Bern. Datenbezug 21.06.2021
- [61] BAFU (2017). Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) (16.02.2022)
- [62] Bundesamt für Kultur (2021). Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung. (16.02.2022)
- [63] Bundesamt für Strassen (2010). Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS). (16.02.2022)
- [64] Bundesamt für Strassen, Kantone (2015). Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz von regionaler und lokaler Bedeutung. (16.02.2022)

3 Ist-Zustand

3.1 Historische Entwicklung

Historische Kartenwerke (Dufourkarte, Siegfriedkarte, Walkerkarte) zeigen, dass die Dünnern ursprünglich ein weit verzweigtes Gerinne mit gewundenen Läufen aufwies (Abbildung 2 am Beispiel der Walkerkarte). Im Rahmen der Dünnernkorrektur von 1933 – 1943 wurde die Dünnern praktisch durchgehend kanalisiert (vgl. Kapitel 3.2). Die Seitengerinne, welche einen Teil des Abflusses direkt in die Aare leiteten, wurden in die Dünnern umgeleitet und führten so zu erhöhten Abflüssen in der unterliegenden Kanalstrecke.

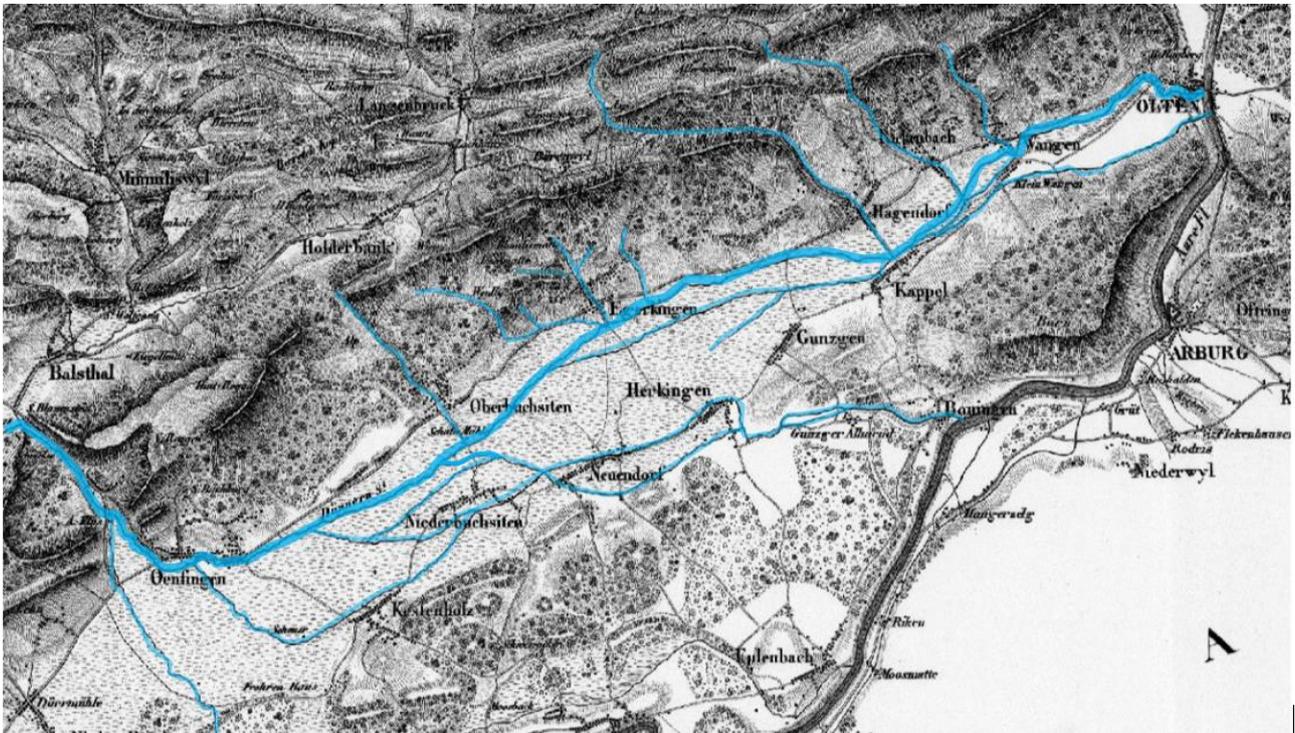


Abbildung 2: Gewässerverläufe zwischen Oensingen und Olten (blau) um 1832 (Ausschnitt aus der Walkerkarte, verändert).

3.2 Dünnerkorrektion

Seit dem 16. Jahrhundert führten wiederkehrende Überflutungen der Dünnern zu Ernteaussfällen und Unstimmigkeiten in der Bevölkerung des Gäus. Das Problem war auf das enge Flussbett mit einem geringen Gefälle zwischen Oensingen und Olten zurückzuführen. Durch Geschiebeablagerungen zwischen der Klus und Oberbuchsiten trat zudem eine stetige Erhöhung des Bachbetts auf. Durch die regelmässigen Überschwemmungen versumpfte das anstossende Kulturland und die Landwirtschaft erzielte nur kärgliche Erträge (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Überflutetes Schulhaus Unterdorf in Oensingen (links); Überschwemmtes Kulturland zwischen Egerkingen und Härkingen (rechts).

Bereits Mitte des 18. Jahrhunderts wurden verschiedene Projekte zur Lösung der Hochwasserproblematik ausgearbeitet. Diese scheiterten jedoch alle an der Uneinigkeit der Gemeinden sowie am Widerstand der Landeigentümer. Durch die wachsende Wirtschaftskrise mit hoher Arbeitslosigkeit während und nach dem 1. Weltkrieg wurde die Notwendigkeit einer Korrektion der Dünnern für erheblich erklärt und es wurden neue Projektvarianten entworfen. Im Jahr 1932 stimmte die Bevölkerung schliesslich dem neuen Gesetzesentwurf zu, welcher eine Korrektion der Dünnern zwischen Oensingen und Olten vorsah. Zwischen Olten und Oberbuchsiten wurde die Dünnern begradigt, entsprach jedoch weitgehend dem alten Verlauf. Oberhalb von Oberbuchsiten wurde das Gerinne in südlicher Richtung umgelegt, so dass die Dünnern den Dorfbereich von Oensingen in einer grossen Linkskurve passierte. Um den Sohlenuflandungen entgegenzuwirken, wurde in der äusseren Klus der heute noch vorhandene Geschiebesammler erstellt.

Das Gerinne der Dünnern wurde auf der gesamten Strecke abgesenkt und als einheitlicher trapezförmiger Kanal ausgestaltet. Das unterste Drittel der Böschungen wurde mittels Hartverbauungen (Steinblöcke, Platten) vor Erosionen geschützt (vgl. Abbildung 4). Das neue Gerinne wurde so dimensioniert, dass in Oensingen ein Abfluss von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Olten von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ bordvoll abgeführt werden kann. Nach heutigen Kenntnissen entsprechen die damaligen Dimensionierungswassermengen etwa einem HQ_{50} in Oensingen und etwa einem HQ_{100} in Olten (vgl. Kapitel 3.6).

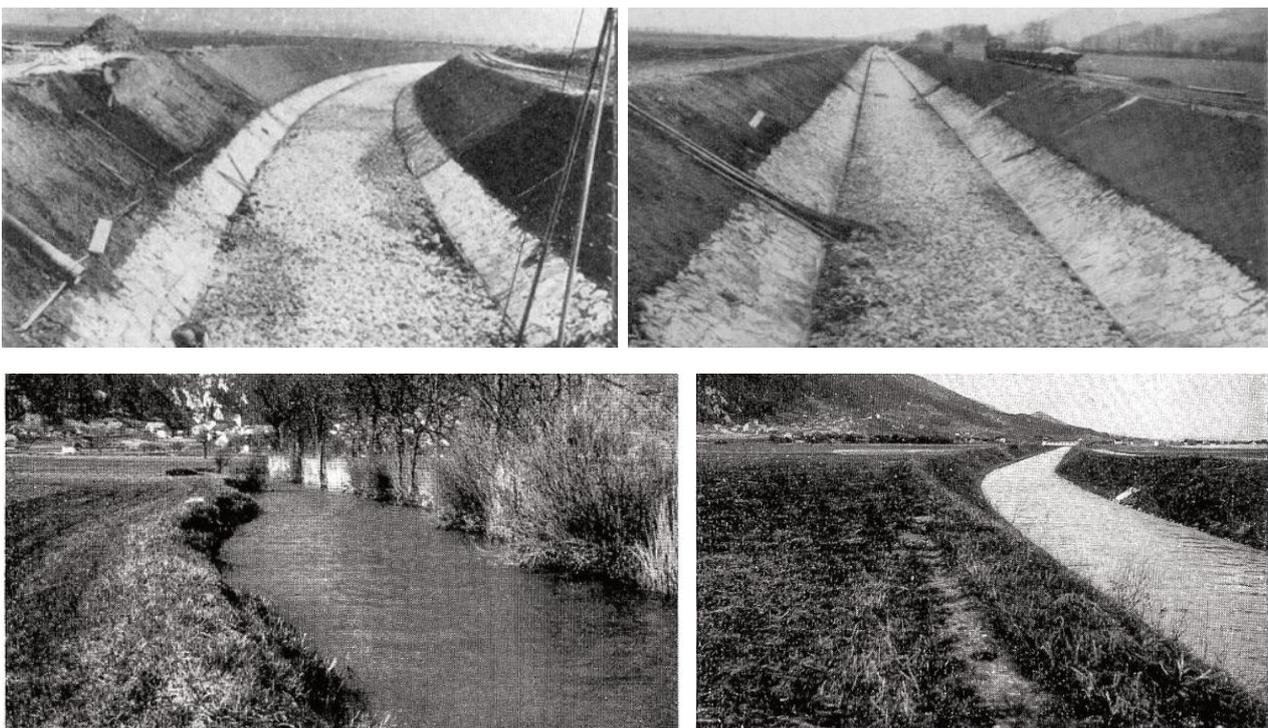


Abbildung 4: Neuer trapezförmiger Kanal in Oensingen (oben). Vergleich des ehemaligen Gerinnes (unten links) mit dem neuen Kanal (unten rechts) zwischen Oberbuchsiten und Egerkingen.

Die Bauzeit der Dünnerkorrektur erstreckte sich über 10 Jahre von 1933 bis 1943, ein Grossteil der Arbeiten konnte glücklicherweise vor Ausbruch des 2. Weltkrieges (1939) abgeschlossen werden. Die Ausführung der Korrektur wurde in drei Etappen ausgeführt (1. Etappe: Aaremündung bis Kappel SO; 2. Etappe: Kappel SO bis Schälismühle in Oberbuchsiten; 3. Etappe: Schälismühle in Oberbuchsiten bis Bad Klus in Oensingen). Damit eine möglichst hohe Beschäftigung von Arbeitslosen erzielt werden konnte, erfolgte der Kanalaushub vorerst per Handarbeit. Bald wurden jedoch auch Löffel- und Schaufelbagger eingesetzt, so dass insgesamt rund 1. Mio m³ Erdmaterial bewegt werden konnte (vgl. Abbildung 5). Die Baukosten beliefen sich auf rund 8 Mio. CHF, wovon Bund und Kanton 6 Mio. CHF, die Gemeinden 0.4 Mio. CHF und die Grundeigentümer 1.6 Mio. CHF übernahmen.



Abbildung 5: Bau des neuen Kanals in Handarbeit zwischen Rickenbach und Wangen (links) und mit Baggen bei Egerkingen (rechts).

Im Rahmen der Dünnerkorrektur mussten sämtliche Brücken neu gebaut oder angepasst werden. Die damals erstellten Eisenbetonbrücken prägen heute noch vielerorts das Landschaftsbild der Dünnergemeinden (vgl. Abbildung 6, links). Auch weitere Spuren der Dünnerkorrektur sind heute noch in der Landschaft erkennbar. So ist beispielsweise die ehemalige Uferbestockung in Oberbuchsiten nach wie vor vorhanden und auch bei der landwirtschaftlichen Nutzung lässt sich das ehemalige Gerinne durch unterschiedliche Wachstumsbedingungen des Getreides erkennen (vgl. Abbildung 6, rechts)⁷.



Abbildung 6: Neue Eisenbetonbrücke in Kappel (links). Noch heute erkennbare Spuren der Dünnerkorrektur (rechts).

⁷ Literaturangaben zur Dünnerkorrektur:

- Baudepartement Kt. SO (1944). Die Dünnerkorrektur von Olten bis Oensingen (Bad Klus), 1. Teil.
- Stooss Werner (2013). 70 Jahre Dünner-Korrektur. Oensingen
- Oltners Neujahrsblätter (1946). Die Dünner-Korrektur 1933-1944: geographisch-geologische Betrachtung über das Gäu
- Zeitschrift Die Schweiz (1945). Die Dünner-Korrektur Olten-Oensingen
- Gemeinde Oberbuchsiten Kissling Heinrich (Jahr unbekannt). Oberbuchsiten im Wandel der Zeit. Die Dünnerkorrektur von 1933 bis 1943.
- Solothurner Zeitung (2019). Dünnerkorrektur. Die Spur, die eine bald 80-jährige Geschichte erzählt.

3.3 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. Nach dem Zusammenfluss mit dem Augstbach fliesst die Dünnern bei Balsthal durch die Klus in Richtung Oensingen. Unterstrom des Siedlungsgebiets von Oensingen verläuft sie entlang dem Jurasüdfuss durch die Gäuebene und mündet bei Olten in die Aare [20],[24]. Die Teileinzugsgebiete können Abbildung 7 entnommen werden. Die Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der kumulierten Einzugsgebietsflächen an verschiedenen Bemessungspunkten innerhalb des Projektperimeters. Das totale Einzugsgebiet weist eine Fläche von rund 235 km² auf und wird durch die folgenden Bodenbedeckungen geprägt. [46]:

- Siedlungsflächen 11.0 %
- Landwirtschaftsflächen 41.9 %
- Bestockte Flächen 46.6 %
- Unproduktive Flächen 0.5 %

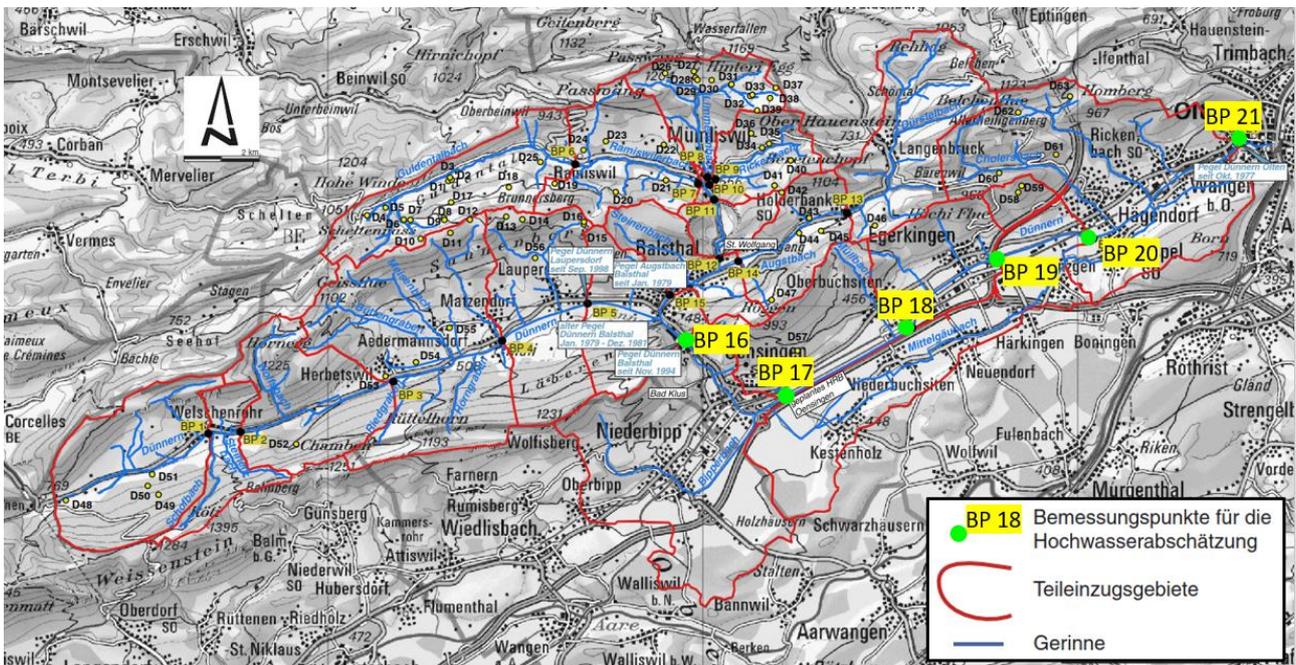


Abbildung 7: Teileinzugsgebiete der Dünnern aus [24]. Für das vorliegende Projekt relevante Bemessungspunkte sind farblich hervorgehoben.

Tabelle 3: Kumulierte Einzugsgebietsflächen an verschiedenen Bemessungspunkten innerhalb des Projektperimeters [24].

Bemessungspunkt	Bezeichnung	Kumulierte Einzugsgebietsfläche (km ²)
16	Pegel Balsthal	140.5
17	Kestenholzstrasse in Oensingen	166.8
18	Nach Zufluss Steingraben in Oberbuchsiten	177.2
19	Bei Autobahn A2 in Egerkingen	186.3
20	Vor Zufluss Cholersbach in Hägendorf	207.3
21	Beim Pegel in Olten	235.0

3.4 Geologische Verhältnisse

Ein Überblick der geologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Dünnern ist in Abbildung 8 dargestellt. Dominierend sind die Schichten des Malms (blau) und des Doggers (braun), welche die mächtigen Antiklinalen bilden. In den Tälern und unteren Hängen liegt meist die untere Süsswassermolasse. Keuper ist nur im Norden kleinräumig vertreten. Der Unterlauf der Dünnern im Mittelland verläuft in den Schotterablagerungen und Verlandungssedimenten, die teilweise von Löss bedeckt sind. In den Hängen des Juras liegen über dem Festgestein vielerorts Hangschutt, Hanglehm oder Rissmoräne. Die Fluss- und Bachschotter des Faltenjuras sind oft verlehmt [24].

Der Felshorizont liegt in der Gäuebene unter ca. 50-75 m mächtigen Schotterablagerungen und Verlandungssedimenten (Deckschichten). In Wangen bei Olten und Olten nehmen diese Schichten ab und der Felshorizont (Malmkalk) liegt knapp unter oder punktuell im Bereich der Gewässersohle [24].

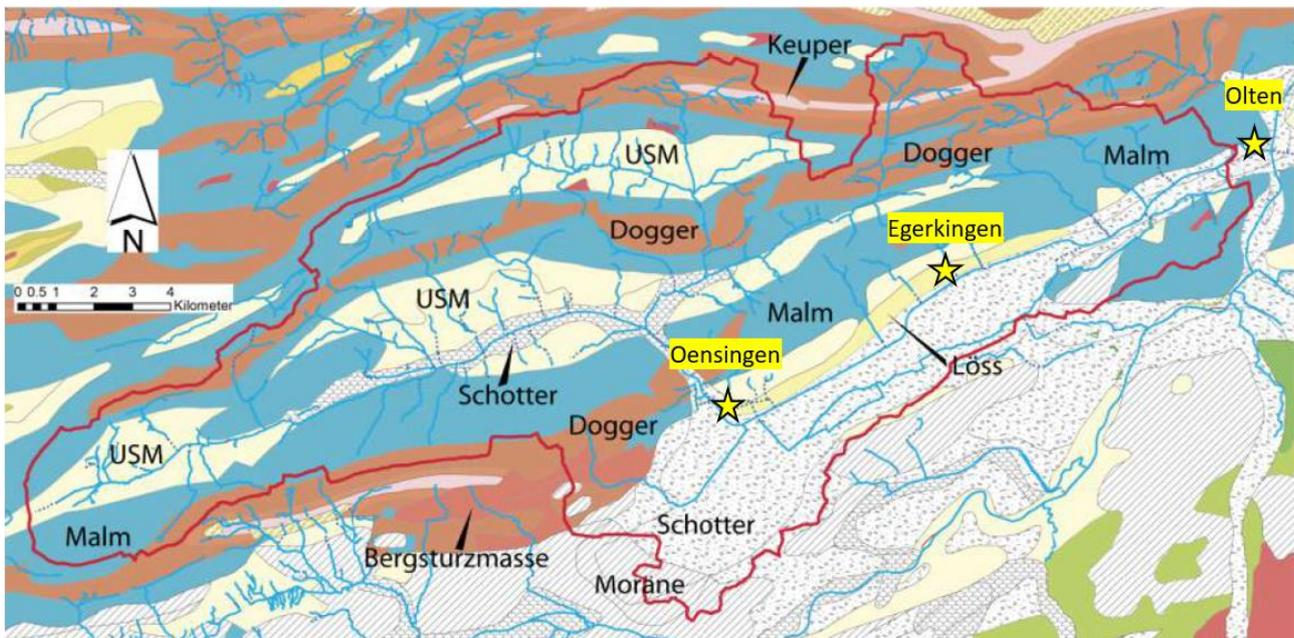


Abbildung 8: Geologische Verhältnisse im Einzugsgebiet der Dünnern [entnommen aus [24]].

3.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Fachbericht Hydrogeologie von Sieber Cassina + Partner erläutert.

3.6 Hydrologische Verhältnisse

In Tabelle 4 sind die massgebenden Abflusswerte der Dünnern aufgelistet. Bei der Herleitung wurden die Erkenntnisse der Scherrer AG [24], [25] sowie die Messdaten der Abflussmessstellen in Olten [34] und in Balsthal [35] berücksichtigt.

Tabelle 4: Massgebende Abflüsse der Dünnern für die verschiedenen Bemessungspunkte gemäss Tabelle 3.

Szenario	Abflüsse bei den Bemessungspunkten (m ³ /s)						Bemerkung
	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	
NW (Q ₃₄₇)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Stationswert Balsthal 2017 [35] (Es wurde entschieden, über den gesamten Perimeter den gleichen Wert zu verwenden)
MW	2.6	2.8	3.0	3.1	3.3	3.6	BP16 = Stationswert Balsthal 2017 [35], BP21= Stationswert Olten 2017 [34] (dazwischen über EZG interpoliert)
HQ ₂	33	39	41	44	49	55	BP21 = Stationswert Olten 2017 [34] (restliche BP über EZG extrapoliert)
HQ ₅	45	53	57	59	66	75	BP21 = Stationswert Olten 2017 [34] (restliche BP über EZG extrapoliert)
HQ ₁₀	77	82	84	87	91	95	Extrapolation über Potenzansatz basierend auf Empfehlungen der Scherrer AG [24].
HQ ₂₀	91	96	99	102	106	110	Extrapolation über Potenzansatz basierend auf Empfehlungen der Scherrer AG [24].
HQ ₃₀	100	105	108	111	116	120	Empfehlung der Scherrer AG [24].
HQ ₅₀	113	119	122	125	131	135	Interpolation über Potenzansatz basierend auf Empfehlungen der Scherrer AG [24].
HQ ₁₀₀	135	141	144	148	155	160	Empfehlung der Scherrer AG [24].
HQ ₃₀₀	175	179	184	188	196	200	HQ ₃₀₀ mit Berücksichtigung der Dämpfung durch Ausuferungen (Scherrer AG [24])
EHQ	222	237	242	247	256	270	HQ ₃₀₀ ohne Berücksichtigung der Dämpfung durch Ausuferungen (der Scherrer AG [24])

3.7 Die Dünnern heute

Die Dünnern von Oensingen bis in die Aare in Olten ist auf der ganzen Länge kanalisiert und fliesst in einem mehrheitlich monotonen Gerinne. Nachfolgend ist eine Auswahl an Fotos zum IST Zustand aufgeführt, um einen Eindruck des heutigen Zustandes zu vermitteln.



Abschnitt 1 (Km 18.8, Oensingen)



Abschnitt 2 (Km 16.8, Oensingen)



Abschnitt 3 (Km 16.1, Oensingen)



Abschnitt 4 (Km 11.6, Oberbuchsiten)



Abschnitt 9 (Km 2.8, Wangen b. Olten)
Abbildung 9: Das Gerinne der Dünnern heute.



Abschnitt 10 (Km 1.1, Olten)

3.7.1 Bestehende Bauten und Anlagen

Brücken

Innerhalb des Projektperimeters befinden sich entlang der Dünnern 55 überquerende Bauwerke. Diese wurden entgegen der Fliessrichtung von Olten bis Oensingen durchnummeriert (vgl. Abbildung 10, Tabelle 5). Die Brücken wurde im Rahmen der Querprofilvermessungen [44] ebenfalls aufgenommen.



Abbildung 10: Überquerungsbauwerke der Dünnern (rot) innerhalb des Projektperimeters. Die Nummerierung entspricht Tabelle 5

Tabelle 5: Überquerungsbauwerke der Dünnern innerhalb des Projektperimeters.

Nr.	Km	Bezeichnung	Art	Gemeinde
1	0.082	Brücke Salzhüslweg	Autobrücke	Olten
2	0.176	Brücke Mühlegasse	Autobrücke	Olten
3	0.264	Fussgängersteg Schützenmatte	Fussgängerbrücke	Olten
4	0.344	Brücke Leberngasse	Autobrücke	Olten
5	0.551	Brücke Hammerallee	Autobrücke	Olten
6	0.649	Brücke Munzingenareal	Autobrücke	Olten
7	0.699	Steg Munzingen	Fussgängerbrücke	Olten
8	0.715	Gebäude Munzingen	Fussgängerbrücke	Olten
9	0.852	Brücke Gheidweg	Autobrücke	Olten
10	1.314	Fussgängersteg Stationsstrasse	Fussgängerbrücke	Olten
11	1.324	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Olten
12	1.347	Brücke Gäustrasse	Autobrücke	Olten
13	1.631	Steg Gheidweg	Autobrücke	Olten
14	1.942	Brücke Gheidgraben	Autobrücke (Unterhalt)	Olten
15	2.775	Steg Altmatten	Fussgängerbrücke	Wangen bei Olten
16	3.144	Brücke Mittelgäustrasse	Autobrücke	Wangen bei Olten
17	3.431	Brücke Viadukt	Autobrücke	Wangen bei Olten
18	3.559	Steg Muhrmattweg	Fussgängerbrücke	Wangen bei Olten

Nr.	Km	Bezeichnung	Art	Gemeinde
19	4.086	Brücke Mühlegasse	Autobrücke	Rickenbach
20	5.363	Brücke Bach-/Dorfstrasse	Autobrücke	Hägendorf /Kappel
21	5.782	Brücke Gäustrasse	Autobrücke	Hägendorf /Kappel
22	5.937	Brücke Lischmatt	Autobrücke	Hägendorf /Kappel
23	6.422	Brücke Dünnernstrasse	Autobrücke	Hägendorf /Kappel
24	6.436	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Hägendorf /Kappel
25	6.469	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Hägendorf /Kappel
26	6.912	Steg Lischmatten	Autobrücke	Hägendorf/ Gunzgen
27	8.443	Steg Wintererlen	Autobrücke	Egerkingen
28	8.892	Durchlass Egerkingen	Autobahnbrücke	Egerkingen
29	9.375	Dünnernsteg	Fussgängerbrücke	Egerkingen
30	9.613	Brücke Bahnhofstrasse	Autobrücke	Egerkingen
31	9.807	Steg Mühlematt	Fussgängerbrücke	Egerkingen
32	10.708	Brücke Neustrasse	Autobrücke	Oberbuchsiten/ Neuendorf
33	11.202	Steg Grossacker	Autobrücke	Oberbuchsiten/ Neuendorf
34	11.418	Brücke Industriestrasse	Autobrücke	Oberbuchsiten
35	11.550	SBB-Industrie	Eisenbahnbrücke	Oberbuchsiten
36	11.574	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Oberbuchsiten
37	11.585	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Oberbuchsiten
38	11.813	Steg Halmacker	Autobrücke	Oberbuchsiten
39	12.373	Brücke Schälismüli	Fussgängerbrücke	Oberbuchsiten
40	12.377	Steg Schälismüli	Autobrücke	Oberbuchsiten
41	12.576	Brücke Berggäustrasse	Autobrücke	Oberbuchsiten
42	13.076	Steg Muermatten	Autobrücke	Oberbuchsiten
43	14.637	Steg ARA	Autobrücke	Oensingen/ Kestenholz
44	15.759	Brücke Kestenholzstrasse	Autobrücke	Oensingen
45	16.120	Steg Flurweg	Autobrücke	Oensingen
46	16.145	Brücke Breitfeldstrasse	Autobrücke	Oensingen
47	16.351	Steg Sportplätze	Fussgängerbrücke	Oensingen
48	16.619	Brücke Autobahn	Autobahnbrücke	Oensingen
49	17.108	Brücke Werkhofstrasse	Autobrücke	Oensingen
50	17.242	SBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Oensingen
51	17.362	Brücke Rötelbachstrasse	Fussgängerbrücke	Oensingen
52	17.499	Brücke Solothurnstrasse	Autobrücke	Oensingen
53	17.960	OeBB-Brücke	Eisenbahnbrücke	Oensingen
54	18.575	Brücke Äussere Klus	Autobrücke	Oensingen
55	19.101	Brücke Von-Roll-Areal	Autobrücke	Oensingen

Abstürze und Schwellen

Innerhalb des Projektperimeters befinden sich über 90 Schwellen und Absturzbauwerke (vgl. Abbildung 11). Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Lage der Schwellen/Abstürze und ob diese in der Strategischen Gewässerplanung des Kantons Solothurn [30] als Fischwanderhindernisse eingestuft wurden.

Bei den ersten drei Abstürzen in Olten (km 0.495, km 0.709 und km 0.797) handelt es sich heute zwar um künstliche Wanderhindernisse, jedoch wies die Dünnern auch im unverbauten Zustand natürliche Höhenstufen aufgrund eines ca. 3 bis 4 km breiten Felsriegels auf, welche die Anbindung der Dünnern an die Aare unterbrach. Aus diesem Grund wird hier keine künstliche Erstellung der Fischgängigkeit angestrebt.

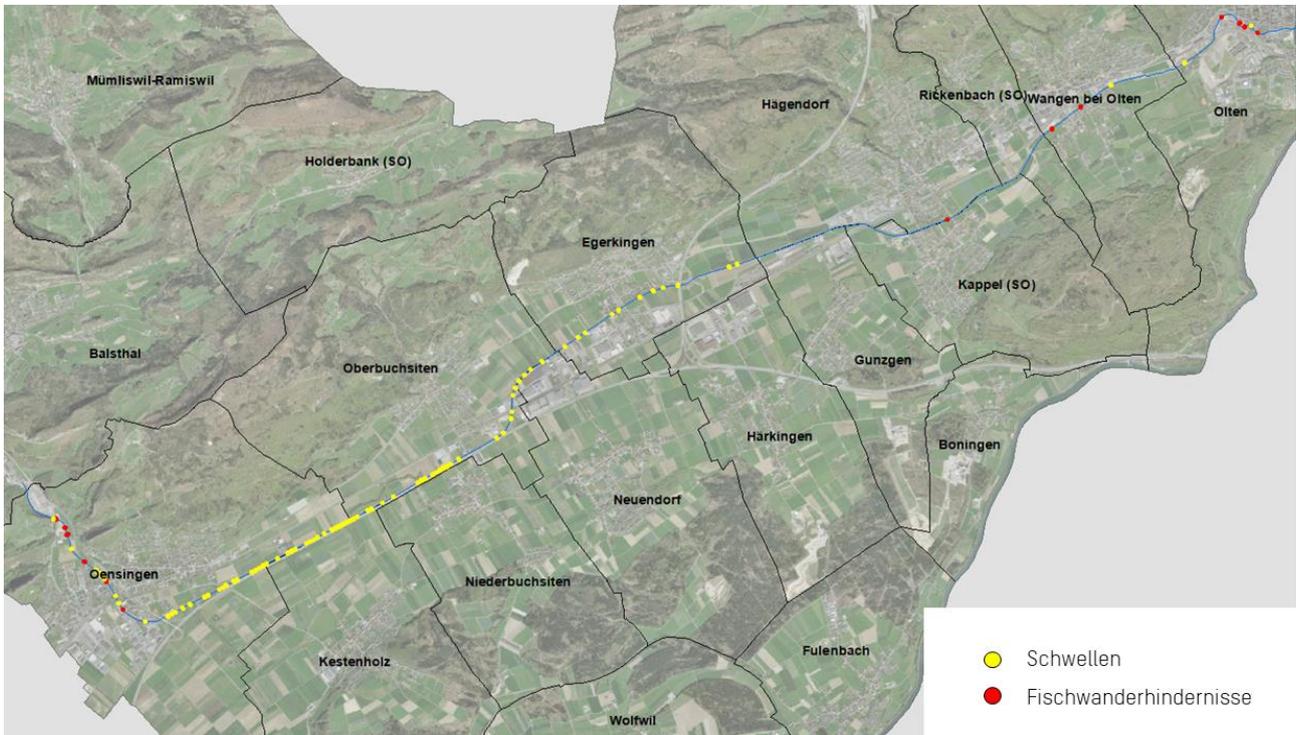


Abbildung 11: Abstürze und Schwellen innerhalb des Projektperimeters. Schwellen/Abstürze, welche Fischwanderhindernisse darstellen, sind rot gekennzeichnet [30].

Tabelle 6: Abstürze und Schwellen, welche gemäss [30] ein Fischwanderhindernis darstellen. (Bilder aus [44]).

Gemeinde Km Beschrieb	Bild	Gemeinde Km Beschrieb	Bild
Olten 0.495 ¹⁾ Fischgängigkeit abzuklären, Hindernis mit potenziell hoher Priorität		Olten 0.709 ¹⁾ Fischgängigkeit abzuklären, Hindernis mit potenziell hoher Priorität	
Olten 0.797 ¹⁾ Fischgängigkeit abzuklären, Hindernis mit potenziell hoher Priorität		Olten 1.072 Fischgängigkeit abzuklären, Hindernis mit potenziell hoher Priorität	

<p>Wangen bei Olten 3.241 Fischgängigkeit abzuklären, Hindernis mit potenziell hoher Priorität</p>		<p>Wangen bei Olten 3.677 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>	
<p>Hägendorf/Kappel 5.419 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>		<p>Oensingen 17.127 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>	
<p>Oensingen 17.527 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>		<p>Oensingen 17.888 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>	
<p>Oensingen 18.296 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>		<p>Oensingen 18.387 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>	
<p>Oensingen 18.548 Hindernis 1. Priorität, Sanierung mit sehr grossem Nutzen</p>			

¹⁾ natürlicher Absturz war auch im unverbautem Zustand vorhanden.

Einläufe Seitenbäche

Innerhalb des Projektperimeters gibt es zahlreiche Seitenbäche, welche in die Dünnern münden (vgl. Abbildung 12 und Tabelle 7).

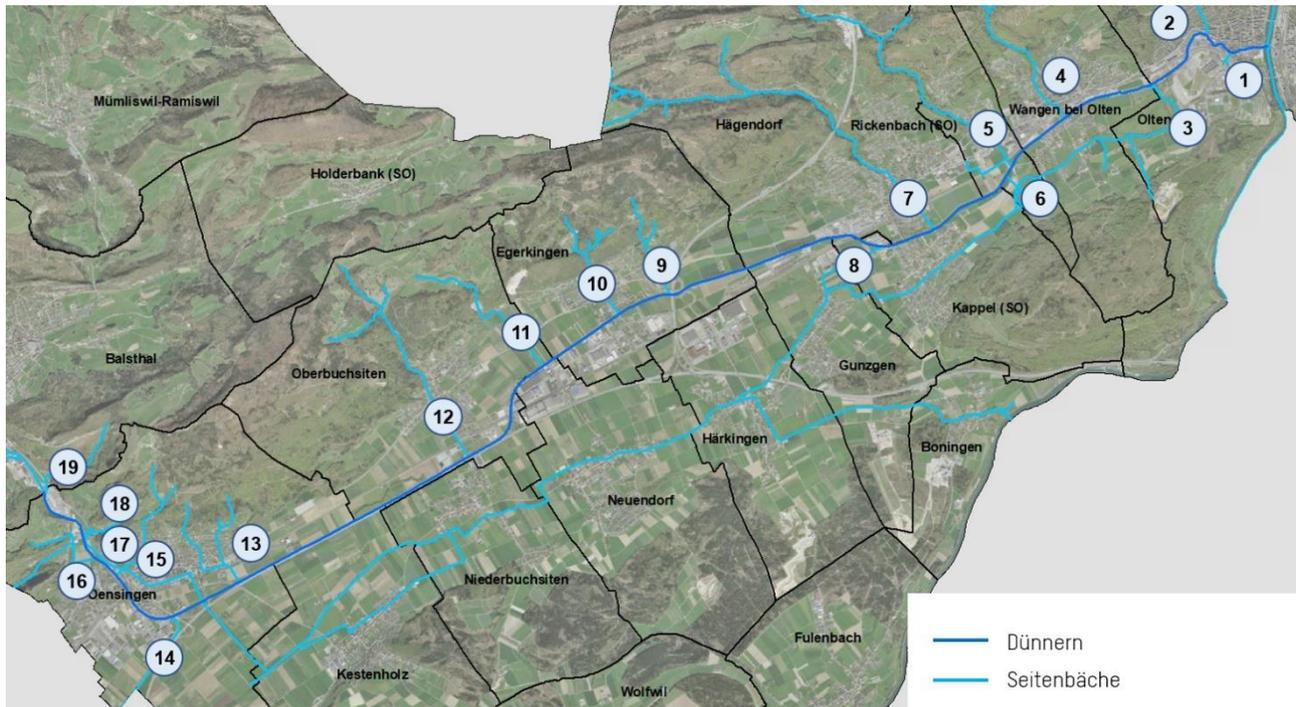


Abbildung 12: Dünnern (dunkelblau) und ihre Seitenbäche (hellblau). Die Nummerierung entspricht Tabelle 7.

Tabelle 7: Seitenbäche der Dünnern innerhalb des Projektperimeters.

Nr	Km	Name	Gemeinde	Gewässer-Nr. CH	Gewässer-Nr. KT.SO
1	0.46	Rötzmattbach (eingedolt, rechtsufrig)	Olten	436	110043601
2	0.92	Bannwaldbach (eingedolt, linksufrig)	Olten	436	110043611
3	1.96	Gheidgraben (offen, rechtsufrig)	Wangen bei Olten	1261	126100
4	3.12	Dorfbach (eingedolt, linksufrig)	Wangen bei Olten	436	110033600
5	4.03	Dorfbach (offen, linksufrig)	Rickenbach	1258	125800
6	4.19	Entlastung Mittelgäubach (eingedolt, rechtsufrig)	Rickenbach	463	110008500
7	5.36	Cholersbach (eingedolt, linksufrig)	Hägendorf	1259	125900
8	6.07	Chaltbach (eingedolt rechtsufrig)	Kappel	436	110035700
9	8.91	Talrechbach (eingedolt, linksufrig)	Egerkingen	436	110027300
10	9.60	Dorfbach (eingedolt, linksufrig)	Egerkingen	436	110006900
11	10.77	Wilbach (eingedolt, linksufrig)	Oberbuchsiten	436	110030300
12	12.38	Steingraben (eingedolt, linksufrig)	Oberbuchsiten	3024	302400
13	15.67	Bärenbach (eingedolt, linksufrig)	Oensingen	436	110034600
14	16.64	Bipperbach (offen, rechtsufrig)	Oensingen	442	44200
15	17.60	Schlossbach (eingedolt, linksufrig)	Oensingen	436	110024100
16	17.95	Leuengraben (offen, rechtsufrig)	Oensingen	436	110016500
17	18.27	Chutlochbächli (eingedolt, linksufrig)	Oensingen	436	110006400
18	18.33	Fassung Mittelgäubach (eingedolt, linksufrig)	Oensingen	436	110039000
19	19.08	Meiackerbächli (eingedolt, linksufrig)	Oensingen	436	110017700

Werkleitungen

Innerhalb der Gewässerräume und in unmittelbarer Nähe der Dünnern befinden sich diverse Werkleitungen. Tabelle 8 gibt eine zusammenfassende Übersicht der bei der Massnahmenplanung berücksichtigten Werkleitungen. Die digitalen Grundlagen wurden durch das Ingenieurbüro BSB + Partner (Oensingen) zusammengestellt und entsprechen dem Stand Februar 2020.

Tabelle 8: Werkleitungen im Projektperimeter

Medium	Werk Eigentümer / Katasterstelle
Abwasser	Einwohnergemeinden Zweckverband ARA Falkenstein Zweckverband ARA Gäu Zweckverband Abwasserregion Olten
Wasser	Einwohnergemeinden Zweckverband Regionale Wasserversorgung Gäu Zweckverband Wasserversorgung Untergäu
Elektro	AEK Energie AG EUG Elektra Untergäu (EUG) Primeo Energie Aare Energie AG (a.en)
Gas	SOGAS AG AEK Energie AG Gasverbund Mittelland AG Aare Energie AG (a.en)
Fernwärme	AEK Energie AG

Katasterpläne der Telekommunikationsleitungen (u. a. Swisscom) wurden nicht in die Projektpläne integriert.

Die Werkleitungen sind in den Planbeilagen 201 bis 214 dargestellt.

Uferverbauungen

Der Böschungsfuss der Dünnern ist innerhalb des Projektperimeters mehrheitlich mit Hartverbau (Platten, Blockwurf, Blocksatz, Mauern) gesichert. Der Typ des Uferverbaus sowie dessen Zustand wurden für die Abschnitte 1 bis 4 im Rahmen der Vorstudie kartiert [20]. Für die Abschnitte 5 bis 10 wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes die Kartierung des Typs des Uferverbaus in Bereichen, wo eine Instandstellung des bestehenden Verbaus als Massnahme in Frage kommt, ergänzt.

Die Art und der Zustand der Uferverbauungen kann den Planbeilagen 011 bis 024 entnommen werden.

Wasserkraft

Die Dünnern wird in Olten energetisch genutzt. Der vorhandene Absturz bei Km 0.8 wurde ab dem 14. Jahrhundert für wasserkraftabhängiges Gewerbe (u.a. Mühlen und Hammerschmieden) genutzt, wovon der heutige Stadtteilname «Olten-Hammer» noch zeugt. Das im Jahr 2015 erbaute Kleinwasserkraftwerk der ADEV (Arbeitsgemeinschaft für dezentrale Energieversorgung) weist eine Leistung von 375 kW auf.

Abwasserreinigungsanlagen

Im Einflussbereich des Projektes befinden sich die zwei Abwasserreinigungsanlagen ARA Falkenstein Oensingen und ARA Gäu Gunzgen, welche die geklärten Abwässer in die Dünnern einleiten.

Weiterführende Informationen zu den Abwasserreinigungsanlagen können der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» entnommen werden.

3.7.2 Abflusskapazität im bestehenden Gerinne

Ohne Berücksichtigung eines Freibords (bordvoller Abfluss) weist die Dünnern folgende Abflusskapazitäten auf:

- Oensingen bis Kappel (Km 19.1 – Km 6.5): ~110 m³/s (ca. HQ₃₀)
- Kappel bis Wangen bei Olten (Km 6.5 – 3.8): ~130 m³/s (ca. HQ₅₀)
- Wangen bei Olten bis Mündung Aare (Km 3.8 – 0.0): ~140 m³/s (ca. HQ₅₀)

Die Abflusskapazitäten wurden mit einem neuen Staukurvenmodell berechnet (vgl. Kapitel 4.2 und Anhang A). Es gilt anzumerken, dass die Abflusskapazitäten bei bordvollem Abfluss theoretischer Natur sind. Im Hochwasserfall können aufgrund verschiedener Szenarien sowie vorhandener Unsicherheiten bei den hydraulischen Berechnungen bereits bei geringeren Abflüssen Wasseraustritte auftreten.

3.7.3 Gefahrensituation und Gefahrenkarte

In Abbildung 13 ist die aktuell gültige Gefahrenkarte Wasser gemäss Geoportal des Kantons Solothurn dargestellt [59]. Diese beinhaltet auch die Hochwassergefährdung durch Seitenbäche der Dünnern.

Insbesondere in den Siedlungsgebieten von Oensingen, Niederbuchsiten, Neuendorf, Egerkingen, Härkingen und Olten ist mit Überflutungen zu rechnen, welche zu einer geringen bis mittleren Gefährdung führen.

Bei der Erarbeitung der Gefahrenkarte wurde die «Nettobetrachtung» angewandt. Wasser, welches bei einer Schwachstelle austritt und nicht mehr in das Gerinne zurückfliessen kann, wird im unterstrom liegenden Abschnitt nicht mehr berücksichtigt. Diese Betrachtung ist insbesondere dann heikel, wenn im Oberlauf die Abflusskapazität durch Hochwasserschutzmassnahmen oder lokale Notfallmassnahmen der Feuerwehr erhöht wird und mit einem erhöhten Abfluss im Unterlauf gerechnet werden muss. Dadurch können im Unterlauf neue Schwachstellen entstehen, welche in der Gefahrenkarte mit einer Nettobetrachtung nicht prognostiziert werden.

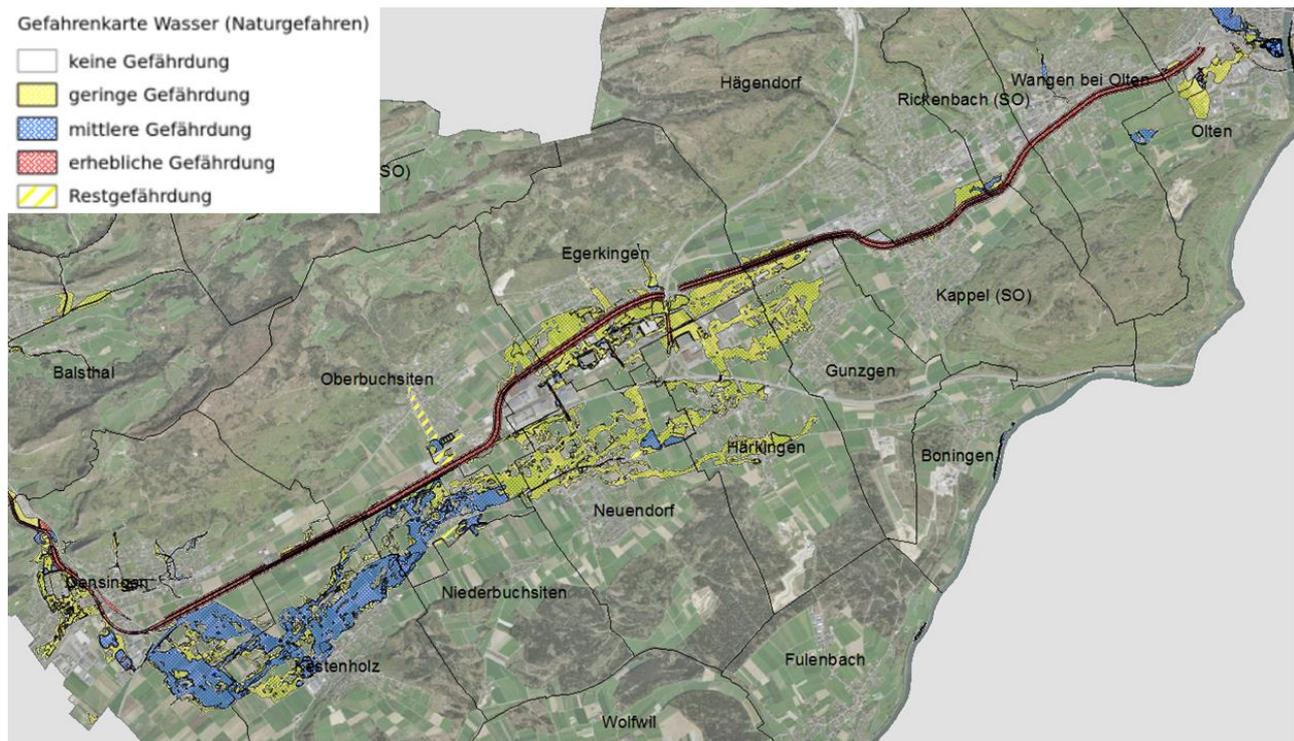


Abbildung 13: Auszug der Gefahrenkarte Wasser mit «Nettobetrachtung» gemäss Geoportal des Kt. SO [59].

Um dieser Tatsache gerecht zu werden, wurden durch die Flussbau AG die Überflutungsflächen der Dünnern ermittelt, welche sich mit der «Bruttobetrachtung», d.h. immer mit den kompletten Abflüssen, ergeben [23]. Bei jedem Abschnitt wird somit das Gefährdungsbild analysiert, welches sich unabhängig von den Verhältnissen in den angrenzenden Abschnitten einstellen kann. Die Überflutungsflächen beim HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ unter Anwendung der «Bruttobetrachtung» sind in Abbildung 14 und in Abbildung 15 dargestellt. Die Änderung von der «Netto-» zur «Bruttobetrachtung» zeigt, dass sich auch mögliche Überflutungen in den unterstrom liegenden Gemeinden Gunzgen, Kappel, Hägendorf und Rickenbach einstellen können.



Abbildung 14: Intensitätskarte Hochwasser Dünnern, Ist-Zustand HQ₁₀₀ mit «Bruttobetrachtung» [23].



Abbildung 15: Intensitätskarte Hochwasser Dünnern, Ist-Zustand HQ₃₀₀ mit «Bruttobetrachtung» [23].

3.7.4 Schadenausmass und Risiko

Im gleichen Zuge wie die Erarbeitung der Bruttogefahrenkarte (vgl. Kapitel 3.7.3) wurde durch die Flussbau AG im Rahmen einer Risikoanalyse das Schadenausmass ermittelt [23]. Dabei wurde das Online-Tool EconoMe 4.0 des BAFU angewandt und folgende Objektkategorien berücksichtigt:

- **Gebäude** (Bahnhof, Einkaufszentrum, Hotel/Gästehaus, Industrie-/Gewerbegebäude, Kirche, öffentlicher Parkplatz, Schule/Kindergarten, Schuppen/Remise, Spital, Sportanlage (Gebäude), Stall, Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, öffentliche Gebäude)
- **Sonderobjekte** (Abwasserreinigungsanlage)
- **Strassenverkehr** (Gemeindestrasse, Kantonsstrasse, Nationalstrasse)
- **Leitungen** (Mast Hochspannungsleitung ≤ 60 kV, Mast Hochspannungsleitung ≥ 60 kV)
- **Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen** (intensive Flächen)
- **Schieneverkehr** (einspurig)

Unter Anwendung der «Bruttobetrachtung» ergibt sich das folgende Schadensausmass für die unterschiedlichen Hochwasserszenarien der Dünnern:

- HQ₅₀ → CHF 50 Mio.
- HQ₁₀₀ → CHF 550 Mio.
- HQ₃₀₀ → CHF 800 Mio.

Das Risiko beläuft sich auf CHF 7.5 Mio. pro Jahr. Dabei machen die zu erwartenden Schäden an Industrie- und Gewerbegebäuden, Einkaufszentren und Bahnlinien mehr als drei Viertel der Schadenssumme aus.

3.7.5 Geschiebehaushalt

Der grösste Geschiebelieferant der Dünnern ist der Augstbach, welcher bei Balsthal einmündet. Eine Abschätzung der jährlichen Geschiebefrachten für den heutigen und für einen naturnahen Zustand findet sich in der strategischen Planung Sanierung Geschiebehaushalt des Kantons Solothurn. In den von Schälchli & Abegg [36] durchgeführten Geschiebebetrauchtungen wurden ebenfalls jährliche Geschiebefrachten für den Ist-Zustand ermittelt (vgl. Tabelle 9 und Abbildung 16).

In Oensingen befindet sich ausgangs der Klus bei Km 18.3 seit der Dünnernkorrektion ein Geschiebesammler, welcher den Geschiebetrieb der Dünnern innerhalb des Projektperimeters fast komplett unterbindet (vgl. Abbildung 16 und Abbildung 16). Der Geschiebetransport der Dünnern wird jedoch bereits durch diverse weitere Geschiebesammler oberstrom des Projektperimeters unterbrochen. Auch entlang des Augstbachs und dessen Seitenbächen gibt es Geschiebesammler, welche den natürlichen Geschiebetrieb unterbrechen. Der Geschiebesammler in Oensingen ist gemäss der strategischen Planung Sanierung Geschiebehaushalt des Kantons Solothurn eine Anlage mit wesentlicher Beeinträchtigung und Sanierungspflicht. Die Dünnern weist oberstrom des Sammlers eine starke und unterstrom des Sammlers eine sehr starke Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes auf [31]. Die Sanierungspflicht des Sammlers beinhaltet eine abgeschlossene Massnahmenplanung bis ins Jahr 2025 und eine Umsetzung der Massnahmen bis 2027.

Tabelle 9: Im Rahmen der strategischen Planung Sanierung Geschiebehaushalt des Kantons Solothurn [31] sowie von Schälchli & Abegg [36] geschätzte mittlere jährliche Geschiebefrachten der Dünnern. Die Bemessungspunkte sind in Abbildung 16 ersichtlich.

Bemessungspunkt	Geschiebefrachten Ist-Zustand gemäss Sanierung Geschiebehaushalt [31] (m ³ /a)	Geschiebefrachten Ist-Zustand gemäss Schälchli & Abegg [36] (m ³ /a)	Geschiebefrachten Naturzustand gemäss Sanierung Geschiebehaushalt [31] (m ³ /a)
Dünnern oben	50	500	100
Augstbach	120	400	280
Dünnern Mitte	170	900	380
Dünnern unten	0	0	380



Abbildung 16: Bemessungspunkte der mittleren jährlichen Geschiebefrachten der Dünnern. Blau = Fliessgewässer, Violett = Gemeindegrenzen (Hintergrund: map.geo.admin.ch).



Abbildung 17: Geschiebesammler in Oensingen (Orthofoto: map.geo.admin.ch).

Beim transportierten Geschiebe der Dünnern ist von folgenden charakteristischen Korndurchmessern auszugehen [36]:

- Mittlerer Korndurchmesser $D_m = 2 - 3 \text{ cm}$
- 90 % Anteil (90 % ist kleiner) $D_{90} = 5.5 - 10 \text{ cm}$

Hinweis:

Die vorhandenen Angaben zu den Geschiebefrachten im Ist-Zustands weisen grosse Unterschiede auf. Die gemittelten jährlichen Geschiebeentnahmen aus dem Sammler (Entnahmejahre: 1976, 1980, 1987, 2012, 2017) betragen rund $200 \text{ m}^3/\text{a}$ und weisen darauf hin, dass die im Rahmen der strategischen Planung Sanierung Geschiebehaushalt getroffenen Abschätzungen am ehesten der Realität entsprechen. Jedoch ist unklar, wie gross der Anteil des Geschiebeausstrags ins Unterwasser bei gefülltem Sammelbecken ist (Zeitspanne zwischen Erreichen der Rückhaltekapazität und Entleerung), welcher im Rahmen der Konzeptstudie [19] festgestellt wurden.

Weiterführende Informationen können der Berichtbeilage 805 « Geschiebepapier » entnommen werden.

3.7.6 Morphologie

Im Rahmen der Dünnernkorrektur wurde die Dünnern praktisch durchgehend kanalisiert und die Sohle wurde mit zahlreichen Rundholzschwelen stabilisiert. Die Rundholzschwelen wurden teilweise auch aus fischereilichen Gründen (Kolkbildung) eingebaut. Heute sind diese Schwelen weitgehend sichtbar, was den durch den Geschiebesammler unterbrochenen bzw stark reduzierten Geschiebetrieb bestätigt. Die Ufer der Dünnern sind hart verbaut und die Sohle ist gepflastert und kolmatiert. Die untersten 1.1 km der Fließstrecke durch das Gemeindegebiet von Olten bis zur Mündung in die Aare sind als Betonkanal ausgebildet.



Abbildung 18: Uferverbau und Schwelle km 18.575, Oensingen Brücke Klusstrasse.



Abbildung 19: Kanalisiertes Gerinne Km 16.145, Oensingen, Brücke Breitfeldstrasse.



Abbildung 20: Kanalisiertes Gerinne mit Schwelle km 9.38 Egerkingen.



Abbildung 21: Schwelle und Kolkschutz km 5.40, Hägendorf.



Abbildung 22: Kanalisiertes, verbautes Gerinne km 1.35 Olten.



Abbildung 23: Kanal mit Restwasserstrecke km 0.45 Olten.

3.7.7 Schwemmholz

In den bisherigen Studien und Projekten wurden keine Angaben oder Untersuchungen zum Schwemmholzaufkommen gemacht. Die Berücksichtigung von Schwemmholz ist insbesondere für die Dimensionierung von querenden Bauwerken wichtig, damit im Hochwasserfall keine Wasseraustritte durch Verklausungen auftreten.

Deshalb wurde das Schwemmholzpotenzial mit Hilfe der empirischen Formeln gemäss [1] abgeschätzt. Von den 10 aufgeführten Schätzformeln konnten deren acht mit den vorhandenen Datengrundlagen angewendet werden. Jeweils vier Formeln basieren auf einzugsgebietsspezifischen, respektive ereignisspezifischen Eingangsparametern (Tabelle 10). Bei den einzugsgebietsspezifischen Ansätzen erfolgt die Abschätzung des Schwemmholzpotenzials über die Charakteristiken des Einzugsgebiets (Waldfläche, bewaldete Gerinnelänge, gesamte Gerinnelänge) während bei den ereignisspezifischen Ansätzen die Charakteristiken des Hochwasserereignisses (Wasserfracht, Spitzenabfluss, Niederschlagsvolumen) als Grundlage dienen. Bei den ereignisspezifischen Abschätzungen wurde ein 100-jährliches Ereignis berücksichtigt; sämtliche Eingabeparameter sind der Tabelle 11 zu entnehmen. Die Abschätzung des Schwemmholzpotenzials erfolgte für das Teileinzugsgebiet der Dünnern oberhalb von Oensingen, damit eine Aussage über den potenziellen Schwemmholzeintrag in den Projektperimeter gemacht werden kann (Abbildung 24).

Tabelle 10: Angewandte Formeln zur Abschätzung des Schwemmholzpotenzials gemäss [1].

Einzugsgebietsspezifisch		Ereignisspezifisch	
Nr. gem. [1]	Formel	Nr. gem. [1]	Formel
1.3	$V = 38 * E^{0.54}$	1.8	$V = 0.3 * V_w^{0.47}$
1.4	$V = 77 * W^{0.56}$	1.9	$V = 5.7 * Q_{max}^{0.91}$
1.5	$V = 49 * L_w^{0.5}$	1.10	$V = 0.3 * P_{vol}^{0.46}$
1.6	$V = 40 * L^{0.48}$	1.11	$V = 0.4 * Q_{max}^{0.46} * V_w^{0.33}$

Tabelle 11: Eingabeparameter zur Abschätzung des Schwemmholtspotenzials.

Parameter	Beschrieb	Einheit	Wert	Grundlage
E	Einzugsgebiet	Km ²	141	Scherrer AG [24], [25]
W	Waldfläche	Km ²	67	Amtliche Vermessung Kanton Solothurn [48]
L _w	Bewaldete Gerinnelänge	Km	210	Gewässernetz Kanton Solothurn [47]
L	Gerinnelänge	Km	112	Amtliche Vermessung [48]/ Gewässernetz Kt. SO [47]
V _w	Wasserfracht	m ³ /s	135	Scherrer AG [24], [25]
Q _{max}	Spitzenabfluss	m ³	7'400'000	Scherrer AG [24], [25]
P _{vol}	Niederschlagsvolumen	m ³	22'000'000	Scherrer AG (48h Blockregen) [24], [25]

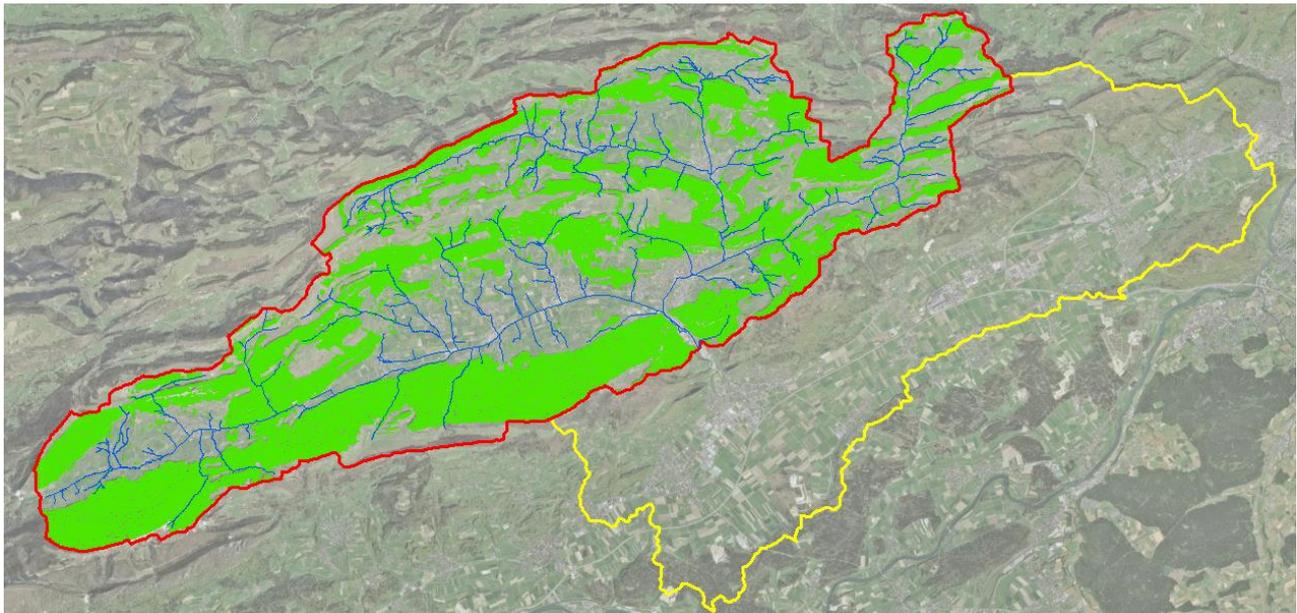


Abbildung 24: Teileinzugsgebiet oberhalb des Projektperimeters (rot), Teileinzugsgebiet im Projektperimeter (gelb), Flussgewässer (blau), bewaldete Flächen (grün). (Hintergrund: map.geoadmin.ch)

Sämtliche Formeln führen zu ähnlichen Abschätzungen des Schwemmholtspotenzials (vgl. Abbildung 25). Die Resultate liegen als Festvolumen (nur Volumen des Schwemmholtzes) vor. Gemäss [1] kann mit einem Auflockerungsfaktor von 3.3 auf das Lockervolumen (Volumen des angehäuften Holzes inkl. Zwischenräume) geschlossen werden. Basierend auf den Ergebnissen in Abbildung 25 wird ein Festvolumen von **700 m³** und somit ein Lockervolumen von **2'300 m³** beim HQ₁₀₀ für die weitere Projektierung berücksichtigt (konservative Annahme).

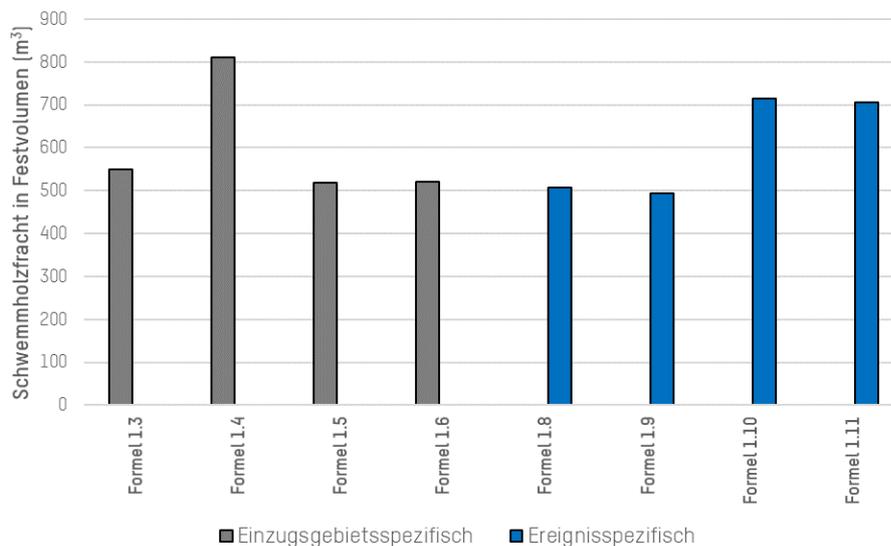


Abbildung 25: Berechnetes Schwemmholtzpotenzial beim HQ₁₀₀ gemäss empirischen Abschätzungsformeln des BAFU [1] in Festvolumen.

3.8 Natur und Umwelt

3.8.1 Inventare und Schutzgebiete

Nationale Inventare und Schutzgebiete

Im Projektperimeter befinden sich keine nationalen Schutzgebiete oder Inventare. Es gibt jedoch zwei Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung (Objekt-Nr. SO-08 Oensingen / Äussere Klus Balsthal und Objekt-Nr. SO-09 Oberbuchsiten / Kestenholz). Beide Wildtierkorridore gelten gemäss den Objektblättern [11] als «weitgehend unterbrochen».

Kantonale Inventare und Schutzgebiete

Folgende kantonale Inventare und Schutzgebiete befinden sich im Projektperimeter oder grenzen direkt an diesen an:

- Kantonale Vorranggebiete Natur und Landschaft (Nr. 5.17 «Klus-Roggen-Roggenschnarz» und Nr. 6.01 «Dünnernebene zwischen Oensingen und Kestenholz») → siehe auch Kapitel 3.9.6
- Kantonales Naturreservat (Nr. 6.03 «Dünnern mit Uferbestockung»)
- Juraschutzzone (im Abschnitt äussere Klus – Siedlungsrand Oensingen)

Kommunale Inventare und Schutzgebiete

In den kommunalen Bau- und Zonenordnungen sind kommunale Uferschutzzonen, Siedlungsgürtel sowie geschützte Einzelbäume und Hecken verzeichnet.

Weiterführende Informationen zu den Inventaren und Schutzgebieten können der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» entnommen werden.

3.8.2 Grundwasser und Gewässerschutz

Der gesamte Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich Au. Grundwasserschutzzonen (S1, S2 und S3), welche sich mit dem Gewässerraum der Dünnern überschneiden, kommen nur im Bereich des aufgewerteten Abschnitts in Wangen b. Olten (Überschneidung mit S3) vor. In diesem Bereich befinden sich vier Grundwasserpumpwerke für die öffentliche Wasserversorgung (Gheid 2, Gheid 3, Gheid B, Gheid C).

3.8.3 Belastete Standorte

Entlang der Dünnern befinden sich in den Gemeinden Oensingen und Olten belastete Standorte, welche sich mit dem Gewässerraum überlagern (vgl. Abbildung 26, [49]). In Tabelle 12 sind die dazugehörigen Informationen aus dem Kataster der belasteten Standorte des Kantons Solothurn aufgelistet.

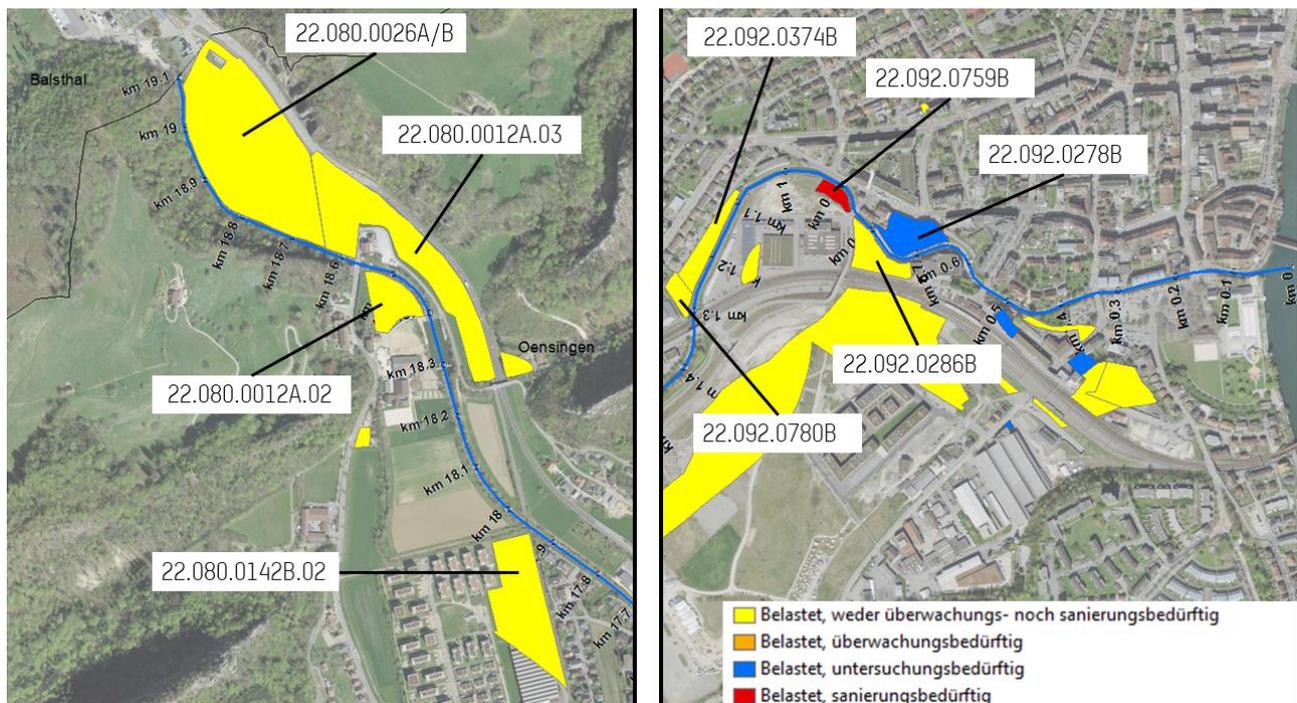


Abbildung 26: Belastete Standorte in Oensingen (links) und Olten (rechts), welche sich mit dem Gewässerraum überlagern [49].

Tabelle 12: Belastete Standorte, welche sich innerhalb des Projektperimeters mit dem Gewässerraum überlagern [49].

Lauf-Nr.	Standorttyp	Altlastenrechtlicher Status	Bearbeitungsstand	Gemeinde
22.080.0026A	Ablagerungsstandort	Belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Voruntersuchung, abgeschlossen	Oensingen
22.080.0204B	Betriebsstandort	Belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Voruntersuchung, abgeschlossen	Oensingen
22.080.0012A.03	Ablagerungsstandort	Belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Eintrag im KbS, abgeschlossen	Oensingen
22.080.0012A.02	Ablagerungsstandort	Belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Voruntersuchung, abgeschlossen	Oensingen
22.080.0142B.02	Betriebsstandort	Belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten	Eintrag im KbS, abgeschlossen	Oensingen
22.092.0780B	Betriebsstandort	Belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten	Eintrag im KbS, abgeschlossen	Olten
22.092.0374B	Betriebsstandort	Belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten	Eintrag im KbS, abgeschlossen	Olten
22.092.0759B	Betriebsstandort	Belastet, sanierungsbedürftig	Sanierung, abgeschlossen	Olten
22.092.0286B	Betriebsstandort	Belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Voruntersuchung, abgeschlossen	Olten
22.092.0278B	Betriebsstandort	Belastet, untersuchungsbedürftig	Eintrag im KbS, abgeschlossen	Olten

3.9 Aktuelle Nutzungen und Planungen

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die aktuellen Nutzungen und Planungen im Projektperimeter präsentiert, welche für das Projekt relevant sind. Diese Nutzungen werden im Zuge der an der Dünnern geplanten Massnahmen teilweise erneut aufgenommen und präzisiert oder ergänzt.

3.9.1 Kantonaler Richtplan, 2018

Gewässer und Hochwasserschutz

Den Gewässern ist Sorge zu tragen. Sie sind so zu erhalten und zu gestalten, dass keine Hochwasserschäden entstehen. Die Aufwertung von Gewässern soll gefördert werden. Kanton und Gemeinden sichern bei ihren raumwirksamen Tätigkeiten den Gewässerraum. Der Kanton (Bau- und Justizdepartement) erstellt als Grundlage für die Gewässerplanung ein Wasserbaukonzept, welches Kanton und Gemeinden nach den Prioritätsstufen umsetzen. Für den Hochwasserschutz wird ein Retentionsraum im Umfeld der Dünnern (Oensingen, Kestenholz, Niederbuchsiten und Oberbuchsiten) festgelegt (als Zwischenergebnis).

Fuss- und Veloverkehr

Für Fussgänger und Velofahrer wird ein sicheres und attraktives Wegenetz bereitgestellt. Anzustreben ist ein zusammenhängendes und möglichst direktes Netz mit guter Anbindung an den öffentlichen Verkehr, das auf die Bedürfnisse des täglichen Verkehrs, der Freizeit und der Erholung abgestimmt ist.

Kanton und Gemeinden setzen Massnahmen zur Sicherheit auf Schulwegen und Wegen zu öffentlichen Bauten und Anlagen prioritär um. Sie unterstützen mit Raumplanungs- und Verkehrsmassnahmen das Umsteigen vom motorisierten Individual- bzw. öffentlichen Verkehr auf den Fuss- und Veloverkehr.

Der kantonale Netzplan Velo und die Routen von SchweizMobil gelten als Grundlagenplan. Der Kanton aktualisiert den Plan periodisch. Die Routen von SchweizMobil sind langfristig sicherzustellen und die Linienführung attraktiv zu gestalten. Der Inventarplan Wanderwege gilt als Grundlagenplan. Der Kanton sorgt für dessen laufende Nachführung. Er erstellt und signalisiert die Wanderwege. Die Gemeinden sind zuständig für die Fusswege. Sie übernehmen die Wanderwege als orientierenden Inhalt in ihre Nutzungspläne.

3.9.2 Landwirtschaft

Der Kanton Solothurn strebt eine nachhaltige Landwirtschaft an, die neben einer konkurrenzfähigen Produktion auch einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung und Gestaltung einer vielfältigen Kulturlandschaft mit hohem Erholungs- und Erlebniswert für die Bevölkerung leistet. Kanton und Gemeinden sorgen dafür, dass ackerbaulich gut nutzbare, grössere und zusammenhängende Landwirtschaftsflächen wie in der Dünnernebene Gäu/Untergäu von Oensingen bis Kappel möglichst integral erhalten bleiben. Sie reichen aufgrund der Begradigung (vergl. Kapitel 3.1) unmittelbar an die Dünnern und werden typischerweise nur durch einen Bewirtschaftungsweg von der bestockten, steilen Uferböschung getrennt. Die meist schweren, tonigen Böden [55][56] werden aufgrund ihrer Eignung ackerbaulich intensiv genutzt. Es handelt sich dabei fast ausschliesslich um Flächen, welche im Inventar der Fruchtfolgeflächen des Kantons Solothurn [52] enthalten sind.

Südöstlich von Oensingen befinden sich auf der Parzelle-Nr. 1095 Oensingen auf ca. 31 ha Versuchsflächen von Agroscope (Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung). Auf gewissen Flächen sind standortgebundene Langzeitversuche angelegt worden. Alleineigentümer der Parzelle ist der Staat Solothurn. Hier kommen gemäss Bodenkarte des Kantons Solothurn [55] senkrecht durchwachsene Braunerden und Kalkbraunerden sowie stauwasserbeeinflusste Braunerde-Pseudogleye vor. Die mittlere Mächtigkeit der Böden kann anhand der vorhandenen Bodendaten [55][56] und anhand der hydrogeologischen Bohrungen vom Herbst 2020 (vergl. Fachbericht Hydrogeologie zum vorliegenden Projekt) auf 70 cm geschätzt werden, wobei der Oberboden durchschnittlich 30 cm und der Unterboden 40 cm mächtig ist.

3.9.3 Ortsplanung Dünnergemeinden / Gewässerraum

Der aktuelle Stand der Ortsplanungen der durch das vorliegende Projekt betroffenen Gemeinden wird in der Planung berücksichtigt. Der Fokus liegt dabei hauptsächlich auf den in den Ortsplanungen ausgeschiedenen Gewässerräumen. Bauzonen ausserhalb des Gewässerraums sowie in Gestaltungsplänen angedachte und/oder bewilligte Bauvorhaben werden als harte Randbedingung berücksichtigt.

Der Gewässerraum wird auf Stufe Gemeinde in einer ordentlichen Ortsplanungsrevision grundeigentümerverbindlich ausgeschieden. Dazu ist in den kommunalen Nutzungsplänen (Zonen- und Gesamtplan, Erschliessungsplan) die entsprechende Zonierung bzw. die Gewässerbaulinien vorzusehen.

Innerhalb der Bauzone ist der Gewässerraum grundsätzlich einer kommunalen Uferschutzzone zuzuweisen (Grundnutzung). Wo dies aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich bzw. nicht zweckmässig ist, sind Gewässerbaulinien festzulegen. Ausserhalb der Bauzone wird der Gewässerraum in der Regel mittels kommunalen Uferschutzzonen (teilweise über Landwirtschaftszone gelegt) ausgeschieden. Damit verbunden ist die Vorgabe, die Uferschutzzone extensiv zu bewirtschaften [3].

Für die Ortsplanungsrevisionen der Dünnergemeinden, hat das Amt für Umwelt des Kantons Solothurn die folgenden Minimalanforderungen an die Gewässerraumbreite der Dünnern festgelegt (minimaler Gewässerraum nach GSchV) [18]:

- Abschnitt Oensingen: 37 m
- Abschnitt Oberbuchsiten: 42 m
- Abschnitt Egerkingen – Hägendorf: 45 m (bis Einmündung Cholersbach)
- Abschnitt Hägendorf – Olten: 50 m (ab Einmündung Cholersbach)

In Abschnitten, in denen der minimale Gewässerraum auf der einen Uferseite durch bestehende Bauten und Anlagen beeinträchtigt ist, wurde auf der Gegenseite der Gewässerraum in Sinne einer vorsorglichen Raumsicherung für mögliche Hochwasserschutzmassnahmen an der Dünnern erweitert. So zum Beispiel in Oensingen (Uferschutzzone 2), in Hägendorf und Kappel (Freihaltezone) sowie in Gunzgen (Vorgabe AfU).

Die Ortsplanungsrevisionen der betroffenen Gemeinden befinden sich in unterschiedlichen Stadien des Bewilligungsverfahrens. Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Ortsplanungsrevisionen der Gemeinden im Projektperimeter (Stand Juni 2021) und wie die Gewässerräume im vorliegenden Projekt berücksichtigt wurden.

Tabelle 13: Stand der Ortsplanungsrevisionen der Dünnergemeinden und Angabe wie der Gewässerraum im vorliegenden Projekt berücksichtigt wurde (Stand Juni 2021).

Gemeinde	Stand Ortsplanungsrevision	Berücksichtigung im Projekt
Oensingen ¹⁾	Genehmigt (2018)	Ja: – kommunale Uferschutzzonen 1 – kommunale Uferschutzzonen 2
Kestenholz	Genehmigt (2018)	Ja: – In der OPR wurden keine Uferschutzzonen ausgedeutet. Berücksichtigt wurde die kommunale Naturschutzzone, welche den Vorgaben der GSchV für den Gewässerraum mehrheitlich entspricht.
Oberbuchsiten	Vorgeprüft (Stand 2020)	Ja: – Uferschutzzonen – Gewässerbaulinien
Neuendorf	Leitbild abgeschlossen	Nein: – Vorgabe gemäss AfU berücksichtigt
Egerkingen	Genehmigt (2014)	Ja: – kommunale Uferschutzzonen – Gewässerbaulinien
Hägendorf ²⁾	zweite kantonale Vorprüfung (Stand 2021)	Ja: – Kommunale Uferschutzzonen – Gewässerbaulinien – Freihaltezone
Gunzgen ³⁾	zweite öffentliche Auflage (Stand 2021)	Nein: – Vorgabe gemäss AfU berücksichtigt
Kappel	öffentliche Auflage (Stand 2021)	Ja: – Kommunale Uferschutzzonen – Gewässerbaulinien – Freihaltezone
Rickenbach	Genehmigt (2019)	Ja: – Uferschutzzone – überlagerte Uferschutzzone
Wangen bei Olten ⁴⁾	Leitbild in Arbeit	Nein: – Vorgabe gemäss AfU berücksichtigt – Streckenweise, erweiterte Gewässerparzelle LRO als «Umhüllende»
Olten ⁵⁾	Genehmigt (2008)	Ja: – Kommunale Uferschutzzone – Vorgabe gemäss AfU berücksichtigt

¹⁾ Die Geodaten der Uferschutzplanung wurden an zwei Stellen gemäss beglaubigtem Bauzonenplan manuell korrigiert (linksufrig zwischen Brücke Solothurnstrasse und Eisenbahnlinie sowie die Uferschutzzonen des Bipperkanals).

²⁾ Es wurden zusätzlich vom Kanton Solothurn geforderte vorsorgliche Raumsicherungen zwischen der Hexenmatt und der Estermatt sowie im Gebiet Höchmatt/Bodenmatt/Grossmatt berücksichtigt.

³⁾ In den abgegebenen digitalen Daten der Ortsplanungsrevision der Gemeinde Gunzgen sind keine Uferschutzzonen entlang der Dünnern vorhanden. Es wurden die Vorgaben des Kantons Solothurn berücksichtigt.

⁴⁾ Im Bereich des bereits aufgewerteten Abschnittes wurde die Gewässerparzelle der Landumlegung Region Olten (LRO) als Gewässerraum übernommen. Mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2021/1001 vom 5. Juli 2021 wurde die Neuzuteilung genehmigt.

⁵⁾ Die Uferschutzzonen gemäss rechtsgültiger OPR sind nicht GSchV-konform. Deshalb wurden zusätzlich die Vorgaben gemäss AfU in den Plänen dargestellt.

3.9.4 Benachbarte Planungen/Drittprojekte

Landumlegung Region Olten (LRO) – Flurgenossenschaft Landumlegung Region Olten

Im Zuge der Entlastung Region Olten (ERO) wurde in den Gemeinden Gunzgen, Hägendorf, Kappel, Rickenbach, Wangen bei Olten und der Stadt Olten eine Landumlegung (LRO) mit teilweise Einfluss auf die Dünnern durchgeführt. So wurde in den Standortgemeinden abschnittsweise die Uferwege verlegt und die Gewässerparzelle der Dünnern erweitert. Die im Rahmen der Landumlegung erwirkte Neuzuteilung lag zwischen dem 26.02.2021 und dem 29.03.2021 öffentlich auf und wurde mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2021/1001 vom 5. Juli 2021 genehmigt.

Hinweis:

Die neuen Parzellen (gemäss Neuzuteilung) der Landumlegung Region Olten werden im vorliegenden Projekt berücksichtigt und in den Plänen dargestellt (Stand vom 15.01.2021).

Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen (AEM) im Rahmen der ERO – Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT)

Im Rahmen der Entlastung Region Olten (ERO) wurde als Ausgleichs- und Ersatzmassnahme (AEM) in Wangen bei Olten ein rund 600 m langer Abschnitt der Dünnern revitalisiert. Aufgrund eines Bauunterbruchs und umfangreichen Abklärungen zur Auswirkung der Dünneraufwertung auf das Grundwasser und die Pumpwerke im Gheid wurden anstatt der geplanten 900 m nur 600 m Gewässer revitalisiert. Die verbleibenden 300 m sollen erst in Angriff genommen werden, wenn für die Wasserversorgung von Olten eine redundante Einspeisung aus einem anderen Fassungsgebiet realisiert wurde.

Hinweis:

Die vorgesehene Aufwertung der zusätzlichen 300 m Fließstrecke wird in das vorliegende Projekt integriert. Der bereits aufgewertete Abschnitt wird lediglich auf die Gewährleistung des Hochwasserschutzes geprüft (Abbildung 27).



Abbildung 27: Als Ausgleichs- und Ersatzmassnahme (AEM) des Strassenbauprojekts «Entlastung Region Olten Kantonsstrasse H5b» aufgewerteter Abschnitt der Dünnern (grün) sowie verbleibender Abschnitt, welcher in das vorliegende Projekte integriert wird (blau).

Entlastung Region Olten, Projekterweiterung (Arbeitstitel ERO+) – Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT)

In Ergänzung zum Projekt Entlastung Region Olten (ERO) liegt seitens des Amtes für Verkehr und Tiefbau (AVT) eine Projekterweiterung (ERO+) auf Stufe Vorprojekt vor, welche die Umfahrung der Gemeinden Hägendorf und Rickenbach beinhaltet.

Hinweis:

Die im Rahmen von ERO+ geplanten Massnahmen (Stand Vorprojekt vom 22.06.2016) werden im vorliegenden Projekt als Drittprojekt in den Plänen abgebildet. Mögliche Berührungspunkte werden gekennzeichnet, jedoch aufgrund des frühen Planungsstandes des Projektes ERO+ technisch nicht bereinigt.

6-Streifen-Ausbau der N1 von Luterbach bis Härkingen - ASTRA

Zwischen Luterbach und Härkingen plant das ASTRA den Ausbau der Nationalstrasse N1 auf sechs Streifen. Zwischen Oensingen und Oberbuchsiten verläuft die Dünnern direkt neben der Autobahn. In Egerkingen unterquert die Dünnern die Autobahn auf Höhe der Ein- und Ausfahrt (am Fuss Belchenrampe). Es ergeben sich die in Tabelle 14 und in Abbildung 28 verorteten Schnittstellen mit dem vorliegenden Projekt.

Tabelle 14: Schnittstellen zwischen dem ASTRA- und dem Wasserbauprojekt.

Nr.	Bauwerk	Schnittstellen
1	Bipperbach	Hochwasserschutzmassnahmen am Bipperbach entlang der Nationalstrasse N1
2	Brücke beim Autobahnanschluss Oensingen (Objekt Z53A des ASTRA-Projekts)	Gewährleistung der Hochwassersicherheit und Koordination Massnahmen Fuss- und Veloverkehr
3	Geplanter Durchlass Dünnerngrube	Querung des Entlastungsstollens und der Autobahn N1
4	Brücke Kestenholzstrasse (Objekt Z54 des ASTRA-Projekts)	Gewährleistung der Hochwassersicherheit
5	Wildtierüberführung und Revitalisierung Dünnern auf 400 m (UEF Wildtierüberführung S09 Oberbuchsiten des ASTRA-Projekts)	Gewährleistung der Hochwassersicherheit, Koordination Wegführung und Massnahmen an Werkleitungen
6	Brücke Berggäustrasse (Objekt Z55 des ASTRA-Projekts)	Gewährleistung der Hochwassersicherheit
7	Fussgängersteg (Objekt Z55B des ASTRA-Projekts)	Gewährleistung der Hochwassersicherheit
8	Durchlass Egerkingen (Objekte X04A, X04B, X04C des ASTRA-Projekts)	Koordination der Massnahmen im Bereich des Durchlasses, damit die Hochwassersicherheit gewährleistet ist.



Abbildung 28: Schnittstellen zwischen dem ASTRA- und dem Wasserbauprojekt. [Plan: Ausführungsprojekt ASTRA, EB-AP-T-10-si14-3, [38]].

Hinweis:

Der 6-Streifen-Ausbau der N1 wird im vorliegenden Projekt berücksichtigt und in den Plänen dargestellt (Stand: Ausführungsprojekt vom 19.03.2018). Die Schnittstellen der beiden Projekte werden zwischen dem ASTRA und dem AfU koordiniert.

Landumlegung 6-Streifen-Ausbau – Amt für Landwirtschaft (ALW)

Im Zusammenhang mit dem 6-Streifenausbau prüft das Amt für Landwirtschaft des Kantons Solothurn, ob eine Landumlegung durchführbar ist. Zurzeit wird eine Vorstudie erarbeitet (Stand Sommer 2021). Die Gründung einer allfälligen Flurgemeinschaft ist für das Jahr 2022 geplant. Das aktuelle Bezugsgebiet beinhaltet Grundstücke, welche das Amt für Umwelt vorsorglich für das Projekt «Lebensraum Dünnern» erwerben konnte. Im Rahmen einer Neuzuteilung könnten damit Realersatzlösungen für betroffene Eigenbewirtschafter angestrebt werden.

Abwasserreinigungsanlage ARA Falkenstein – Zweckverband Abwasserregion Falkenstein (ZAF)

In naher Zukunft soll die Abwasserreinigungsanlage Falkenstein umgebaut und erweitert werden (Bau einer dritten Reinigungsstufe zur Beseitigung von Mikroverunreinigungen). Für das Wasserbauprojekt ergibt sich die Randbedingung, dass die bestehende Zufahrt entlang der Dünnern (oder alternative Ersatzerschliessung) zum ARA-Gelände gewährleistet sein muss. Weiter muss der Hochwasserschutz gewährleistet werden.



Abbildung 29: ARA Falkenstein (rot) mit bestehender Zufahrt (gelb) neben der Dünnern (blau).

Hinweis:

Die ARA Falkenstein wird vom vorliegenden Projekt nicht direkt tangiert (u.U. jedoch die Zufahrt). Da noch keine konkrete Projektierung für eine Erweiterung vorliegt, wird kein Drittprojekt in den Plänen dargestellt.

Vebo Knoten – Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT)

Im Zusammenhang mit dem geplanten 6-Streifen-Ausbau der Autobahn A1 plant das Amt für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn eine optimale Verknüpfung des Autobahnzubringers Oensingen Süd mit dem regionalen und lokalen Strassennetz in Oensingen. Es ist unter anderem vorgesehen, einen neuen Verkehrsknoten «Dünnern-/Nordringstrasse» in Form eines vierastigen Grosskreisels direkt über der Dünnern zu errichten.



Abbildung 30: geplante Verkehrsentslastung – und Anschluss in Oensingen [37].

Hinweis:

Der geplante Grosskreisel über der Dünnern wird im vorliegenden Projekt berücksichtigt und in den Plänen dargestellt (Stand: Vorprojekt vom 11.01.2018). Die Anforderungen hinsichtlich Hochwasserschutz werden zwischen dem AfU und dem AVT koordiniert.

AllGäu – Amt für Raumplanung

Das Gäu ist ein Raum mit starkem Bevölkerung- und Arbeitsplatzwachstum und durch mehrere Grossprojekte geprägt. Deshalb hat das Amt für Raumplanung zusammen mit den Gemeinden auf hoher Flugebene (visionär) die Testplanung «AllGäu» lanciert. Ziele des Prozesses sind:

- Eine grenzen- und themenübergreifende Auseinandersetzung führen
- Die längerfristige räumliche Entwicklung des Gäus klären
- Neue Erkenntnisse gewinnen und Massnahmen zur Umsetzung vereinbaren

Drei Bearbeitungsteams skizzieren aus der Perspektive «Ortsbau/Architektur», «Freiraum/Ökologie» sowie «Verkehr/Mobilität» mögliche Entwicklungen. Zum aktuellen Zeitpunkt (Juni 2021) steht der Prozess kurz vor dem Abschluss. Im Herbst 2021 sind Mitwirkungsanlässe mit der breiten Bevölkerung geplant. Die Dünner wird von allen Bearbeitungsteams auf hoher Flugebene thematisiert. Ihr wird (als Fil bleu) im aufgewerteten Zustand ein grosses Naherholungspotenzial zugesprochen. Inwiefern der Prozess AllGäu konkrete Inputs für die späteren Bauprojekte definiert, ist derzeit noch offen.

Doppelspurausbau – Oensingen-Balsthal-Bahn AG

Zurzeit prüft die Oensingen-Balsthal-Bahn AG eine Verlängerung der S-Bahn Linie Balsthal-Oensingen bis nach Solothurn. Dies beinhaltet einen potenziellen Doppelspurausbau zwischen dem Bahnübergang «äussere Klus» und der Brücke OeBB (B53).

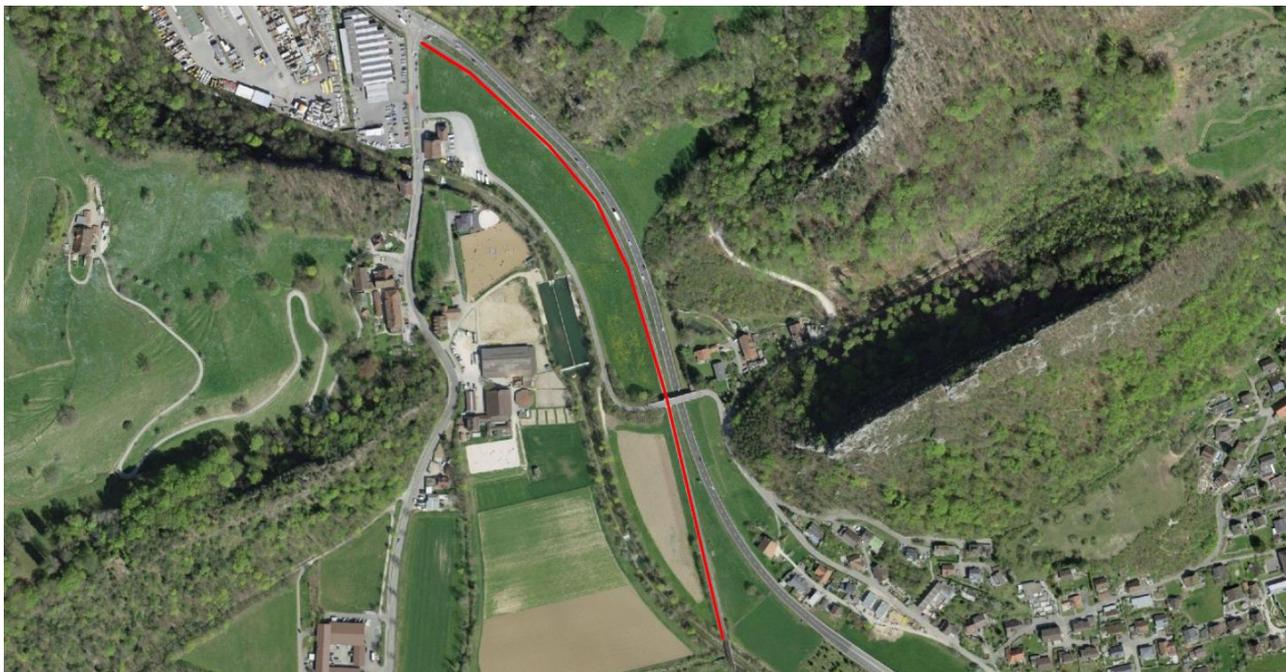


Abbildung 31: möglicher Doppelspurausbau der Oensingen-Balsthal-Bahn AG in Oensingen.

Velobrücke Oensingen – Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT)

In Oensingen auf Höhe Schachenstrasse/Forstwerkhof (km 17.6-km 17.7) soll gegebenenfalls eine neue Velobrücke für die Verlegung der Velolandroute (SchweizMobil) Nr. 71 gebaut werden.

3.9.5 Strategie Natur und Landschaft 2030+, 2018 – Amt für Raumplanung

Die Qualität auf den bereits mit dem MJPNL (Mehrjahresprogramm Natur und Landschaft) vereinbarten Flächen hinsichtlich Arten- und Strukturvielfalt soll erhöht und optimiert werden. Die Ansprüche der prioritären Arten werden berücksichtigt. Bestehende und neue Elemente werden so angelegt, dass sie optimal der Vernetzung von Lebensräumen dienen und damit den Austausch und Erhalt von Populationen ermöglichen. Dazu bedarf es einer Sicherung, Optimierung und gezielten Ergänzung von Vernetzungsflächen.

Qualitativ hochwertige Projekte zur Innenentwicklung sollen als Chance zur Förderung der Biodiversität genutzt werden, aber auch Bedürfnissen nach Naherholungsgebieten entgegenkommen (Siedlungsökologie).

Identitätsstiftende Räume sollen erhalten bleiben. Gleichzeitig steigt mit dem Bedürfnis nach Naherholung und unterschiedlichen Nutzungsansprüchen der Druck auf solche Landschaften. Es wird ein bewussterer Umgang mit dem Gut «Landschaft SO» angestrebt. Wo nötig sind angemessene Massnahmen zur Besucher- bzw. Erholungslenkung zu ergreifen.

3.9.6 Ortsbild und Landschaft

In Abbildung 32 bis Abbildung 34 sind die nationalen (BLN, ISOS, IVS) sowie regionalen Inventare im Nahbereich der Dünnern ersichtlich.

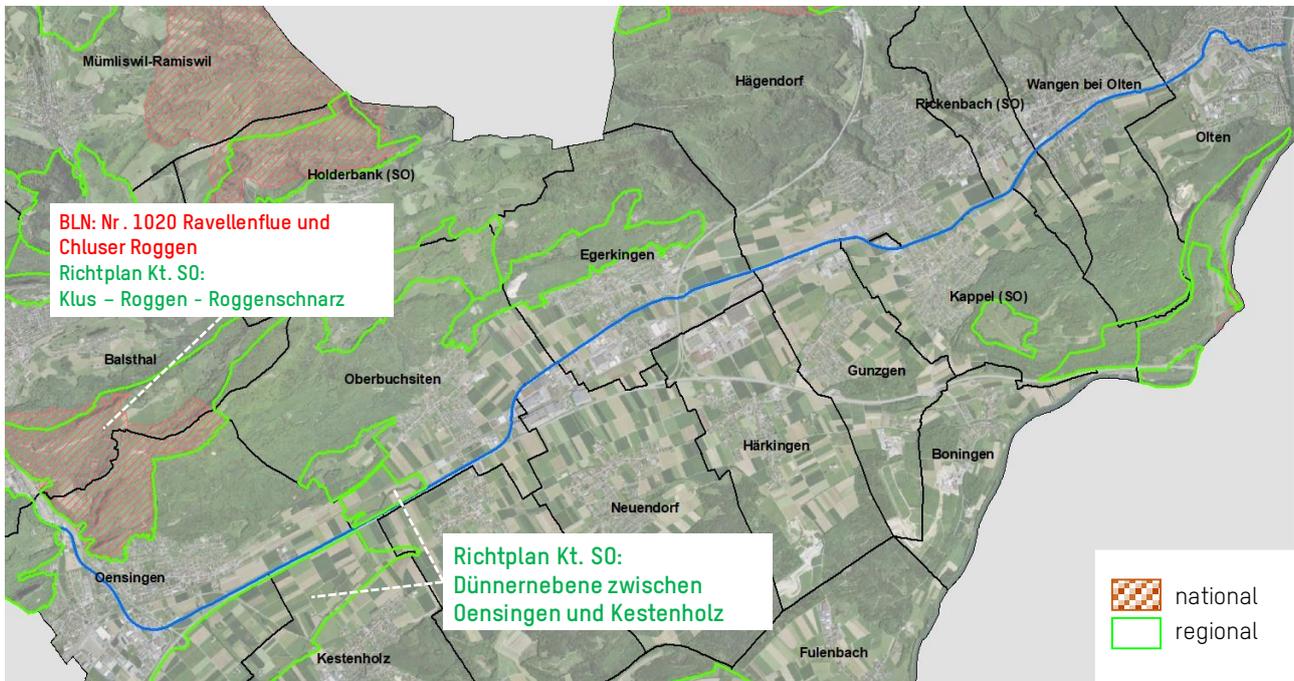


Abbildung 32: Bundesinventare der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN, [61]) sowie kantonale Vorranggebiete Natur und Landschaft (kantonaler Richtplan, [42]) im Nahbereich der Dünnern.

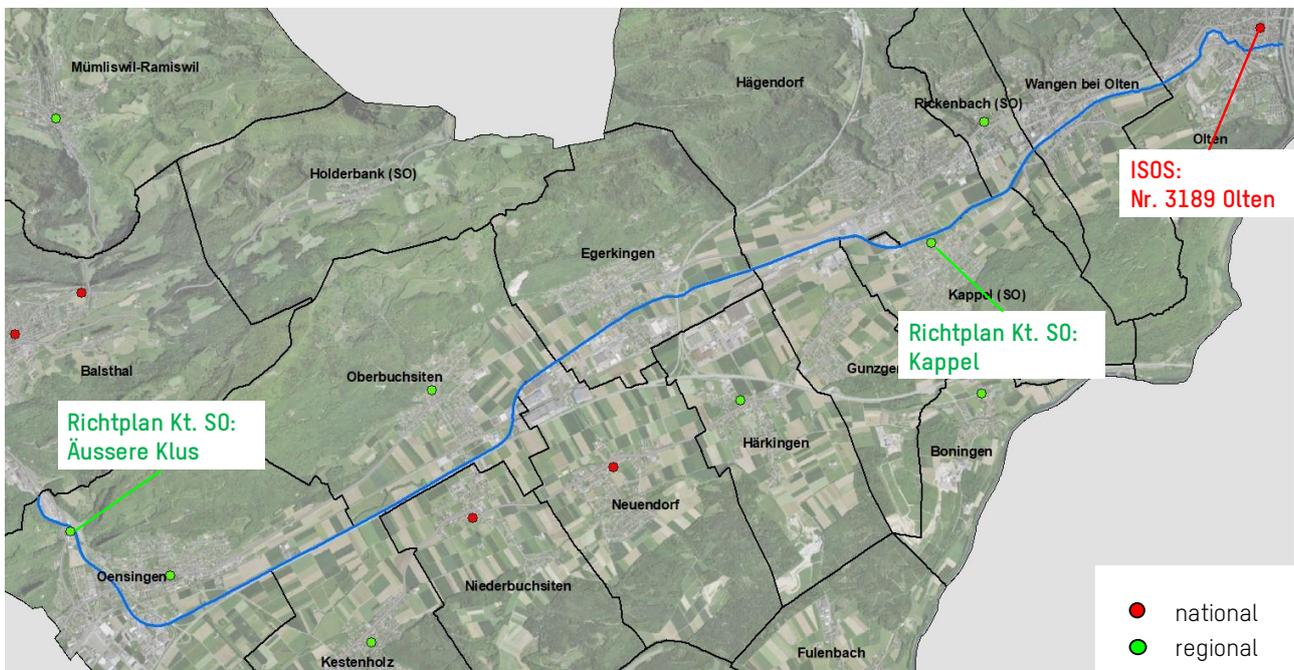


Abbildung 33: Schützenswerten Ortsbilder von nationaler (ISOS, [62]) und regionaler (kantonaler Richtplan, [42]) Bedeutung im Nahbereich der Dünnern.

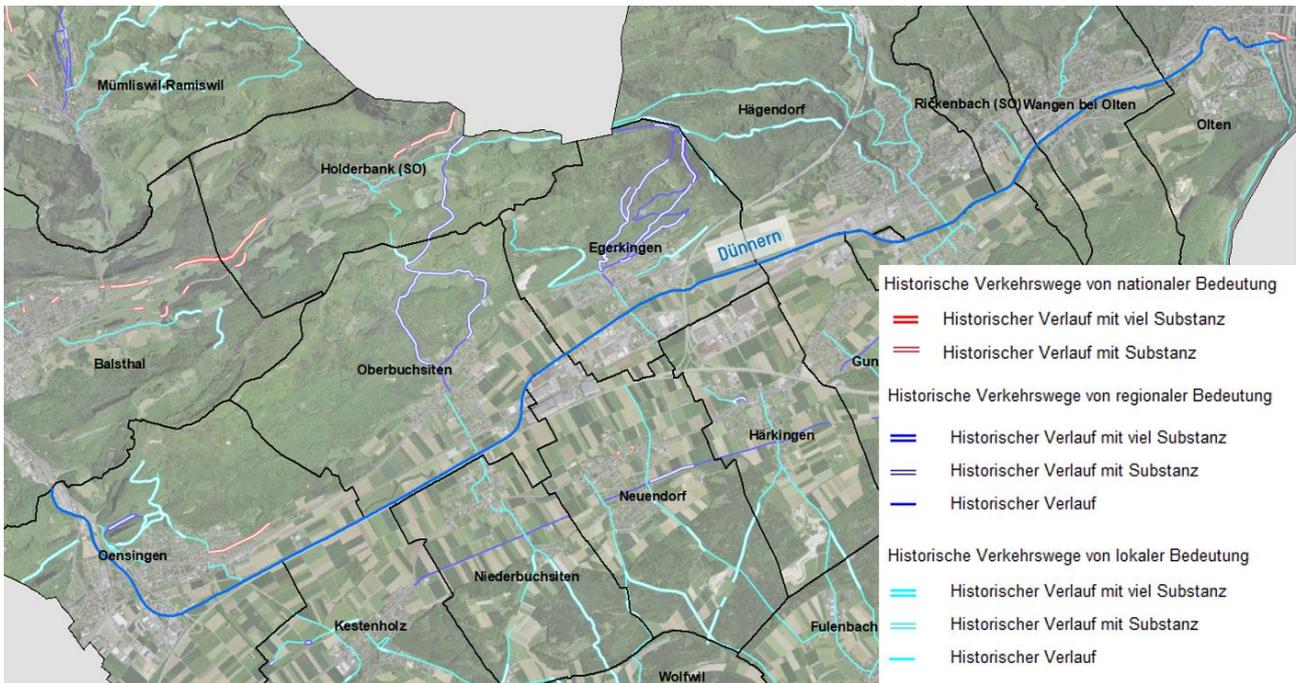


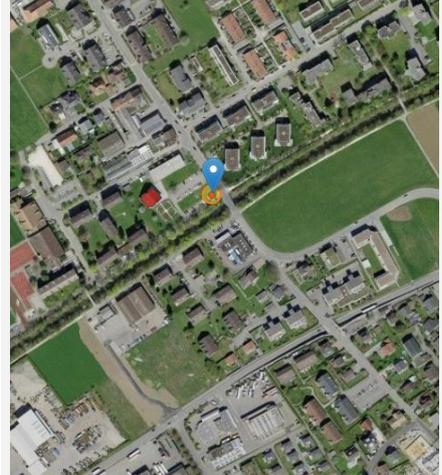
Abbildung 34: Historische Verkehrswege von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung (IVS) im Nahbereich der Dünner [63][64].

3.9.7 Denkmalschutz

Entlang der Dünner befinden sich die in Tabelle 15 aufgelisteten denkmalgeschützten Objekte [4].

Tabelle 15: Denkmalgeschützte Objekte entlang der Dünner[4].

Objektname	Gemeinde	Bild	Situation
Wappen am ehemaligen Kaplanenhaus Klus	Oensingen		
Kapelle St. Jost	Oensingen		
Bad Klus	Oensingen		

Objektname	Gemeinde	Bild	Situation
Wirtshaussschild Bad Klus	Oensingen		
Kalksteinpfeiler bei der Alten Mühle	Egerkingen		
Votivkreuz Mittelgäustrasse 2	Rickenbach		
Herrenhaus der ehem. Mühle	Rickenbach		

Objektname	Gemeinde	Bild	Situation
Wappenstein am Herrenhaus der Mühle	Rickenbach		
Ehem. Transformatorstation Lebern-gasse 10	Olten		

3.9.8 Archäologische Fundstellen

In unmittelbarer Nähe der Dünnern gibt es eine Vielzahl an archäologischen Fundstellen, welche teilweise geschützt sind. Bei einigen der ungeschützten Fundstellen wünscht das Amt für Archäologie und Denkmalpflege eine baubegleitende archäologische Untersuchung bei allfälligen Terrainmodellierungen (vgl. Abbildung 35). Auflistungen der geschützten und der relevanten ungeschützten Fundstellen finden sich in Tabelle 16 und Tabelle 17. Zahlreiche archäologische Funde kamen in den 1930er Jahren bei den Bauarbeiten der Dünnernkorrektur insbesondere in Wangen bei Olten und Olten zum Vorschein. Bei einigen wird davon ausgegangen, dass sie als Weihegabe an eine Gottheit im Fluss deponiert wurden. Es muss davon ausgegangen werden, dass auch flussaufwärts weitere Funde zum Vorschein kommen können.

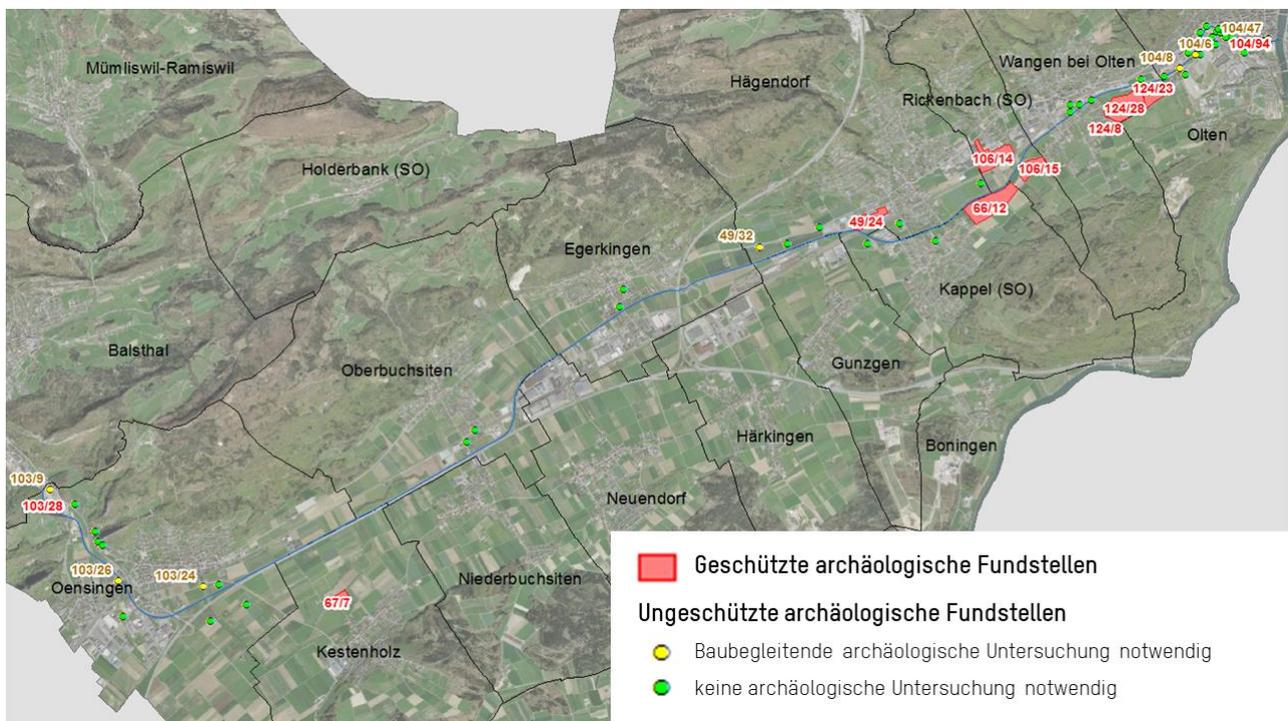


Abbildung 35: Übersicht der geschützten und ungeschützten archäologischen Fundstellen entlang der Dünnern [50].

Tabelle 16: Geschützte archäologische Fundstellen [50] mit Beurteilung potenzieller Konflikte.

Fundst.-Nr.	Art der Fundstelle	Gemeinde	Pot. Konflikt mit WB
103/28	Altsteinzeitliche Siedlung	Oensingen	vermutlich nein
67/7	Mittelalterliche Kirche und Dorf	Kestenholz	nein
49/24	Mittelsteinzeitliche Feuerstelle; Jungsteinzeitliche Silex, römische Keramik und mittelalterliche Keramik und Pfeilspitze	Hägendorf	ja
66/12	Steinzeitlicher Silex	Kappel	ja
106/14	Steinzeitlicher Silex	Rickenbach	nein
106/15	Steinzeitlicher Silex	Rickenbach	nein
124/8	Frühmittelalterliches Grab	Wangen bei Olten	nein
124/28	Jungsteinzeitlicher Silex	Wangen bei Olten	nein
124/23	Jungsteinzeitliche Siedlung, römische Grube	Wangen bei Olten	nein
104/94	Frühmittelalterliches Gräberfeld	Olten	vermutlich nein

Tabelle 17: Ungeschützte archäologische Fundstellen, bei welchen eine baubegleitende archäologische Untersuchung notwendig ist [50] mit Beurteilung potenzieller Konflikte.

Fundst.-Nr.	Art der Fundstelle	Gemeinde	Pot. Konflikt mit WB
103/9	Skelett(e) unbekannter Zeitstellung	Oensingen	nein
103/26	Neuzeitliche Brücke	Oensingen	ja
103/24	Frühmittelalterliche Gräber, Schlacken und römische Ziegel	Oensingen	nein
49/32	Befestigung? (unbestimmt)	Hägendorf	nein
104/8	Frühmittelalterliches Gräberfeld	Olten	ja
104/6	Römische Siedlung	Olten	ja
104/47	Römische Münze und Mauern(?)	Olten	vermutlich nein

3.9.9 Naherholung, Erschliessung und Besucherlenkung

Angebot Naherholung

Im Projektperimeter sind heute mit Ausnahme des revitalisierten Abschnittes in Wangen bei Olten keine Zugänge zum Gewässer vorhanden. Um an die Dünnern zu gelangen, können lediglich vereinzelt entstandene Trampelpfade, welche die steilen Böschungen hinab führen, genutzt werden. Ein Grundangebot an Infrastruktur für die Naherholung wie beispielsweise Sitzbänke oder Abfalleimer sind in den Siedlungsgebieten entlang der Uferwege vorhanden. Abseits dieser Gebiete ist jedoch keine Infrastruktur zu finden. Als einer der wenigen von der Bevölkerung als Naherholungsgebiet genutzten Abschnitte der Dünnern gilt der revitalisierte Abschnitt AEM Olten (Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen), welcher besonders bei schönem Wetter ein beliebter Anziehungspunkt für Besucher aus der Region ist. Ansonsten werden die Uferwege entlang der Dünnern nur individuell genutzt. Es besteht kein Zusammenspiel oder eine Interaktion mit dem Gewässer.

Anbindung an öV

Sämtliche Gemeinden innerhalb des Projektperimeters sind mit öffentlichen Verkehrsmitteln sehr gut erschlossen. Jede Gemeinde verfügt über mehrere Bushaltestellen sowie – in den meisten Fällen – einen Regionalbahnhof mit Anschluss an das Regionalverkehrsnetz Olten-Oberdorf/Biel.

Situation Fuss- und Veloverkehr

Im Projektperimeter befindet sich ein dichtes Wanderwegnetz (vgl. Abbildung 36), welches den Verlauf der Dünnern in Oensingen, Oberbuchsiten, Egerkingen, Hägendorf und Wangen b. Olten kreuzt. Entlang der Uferwege der Dünnern gibt es keine offiziellen Wanderwege.

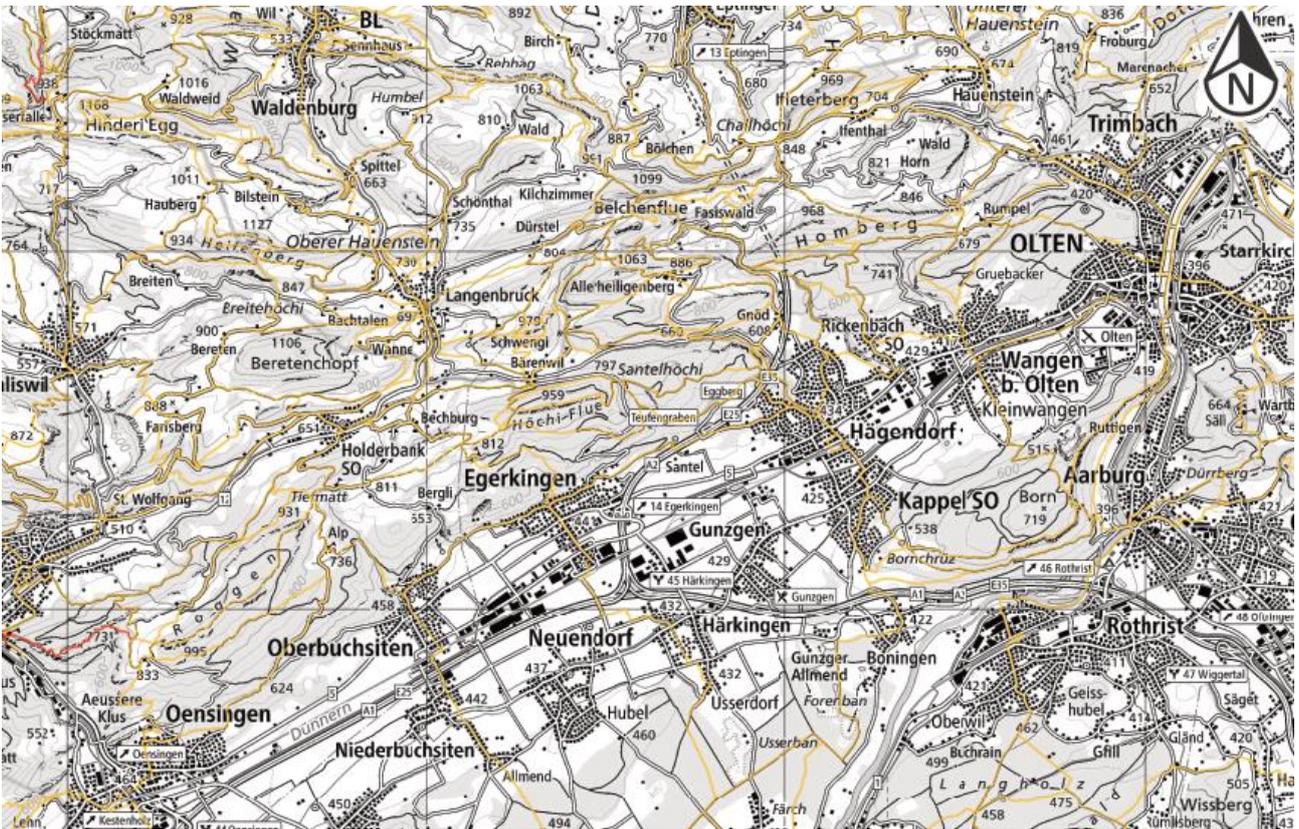


Abbildung 36: Wanderwege (orange) im Projektgebiet (Quelle: swisstopo).

Die im Projektperimeter vorhandenen Velowege sind in Abbildung 37 ersichtlich. Die Route Nr. 71.02 Passwang-Oberaar-gau verläuft in der Klus Oensingen mit Abstand zur Dünnern und nutzt deren Uferwege nicht. Die Jurasüdfuss-Route Nr. 50.01 Grenchen-Olten verläuft ab Oensingen abseits der Dünnern, bevor sie im letzten Abschnitt ab Bruggmatt Hägen-dorf auf dem orographisch linken Uferweg der Dünnern bis nach Olten führt.

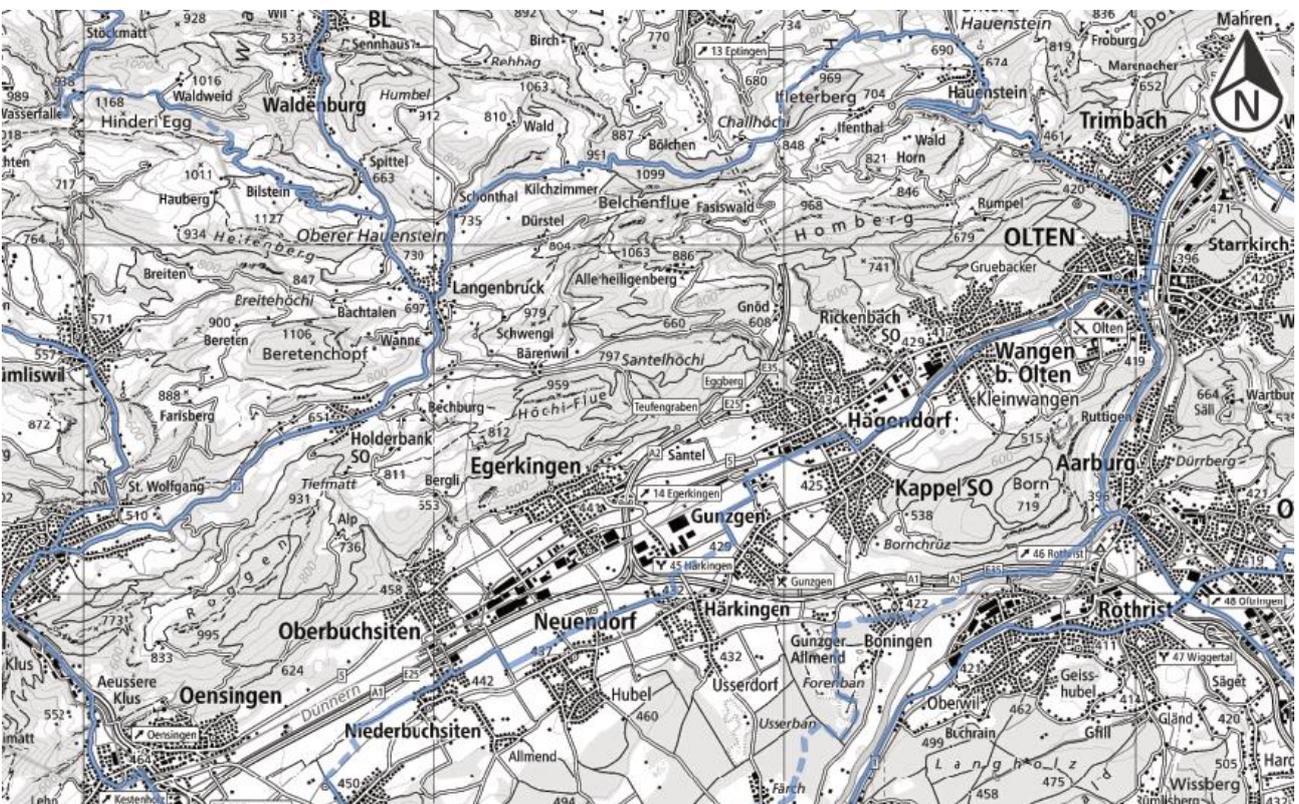


Abbildung 37: Velowege (blau, durchgezogen = Asphaltbelag, gestrichelt = Naturbelag) im Projektgebiet (Quelle: swisstopo, Veloland Schweiz).

Im Projektperimeter befindet sich die Skating-Route Nr. 3, welche die Dünner an mehreren Stellen quert. Im Abschnitt von Wangen bei Olten bis Olten Südwest verläuft die Inlinestrecke auf dem links- bzw. rechtsseitigen Uferweg.

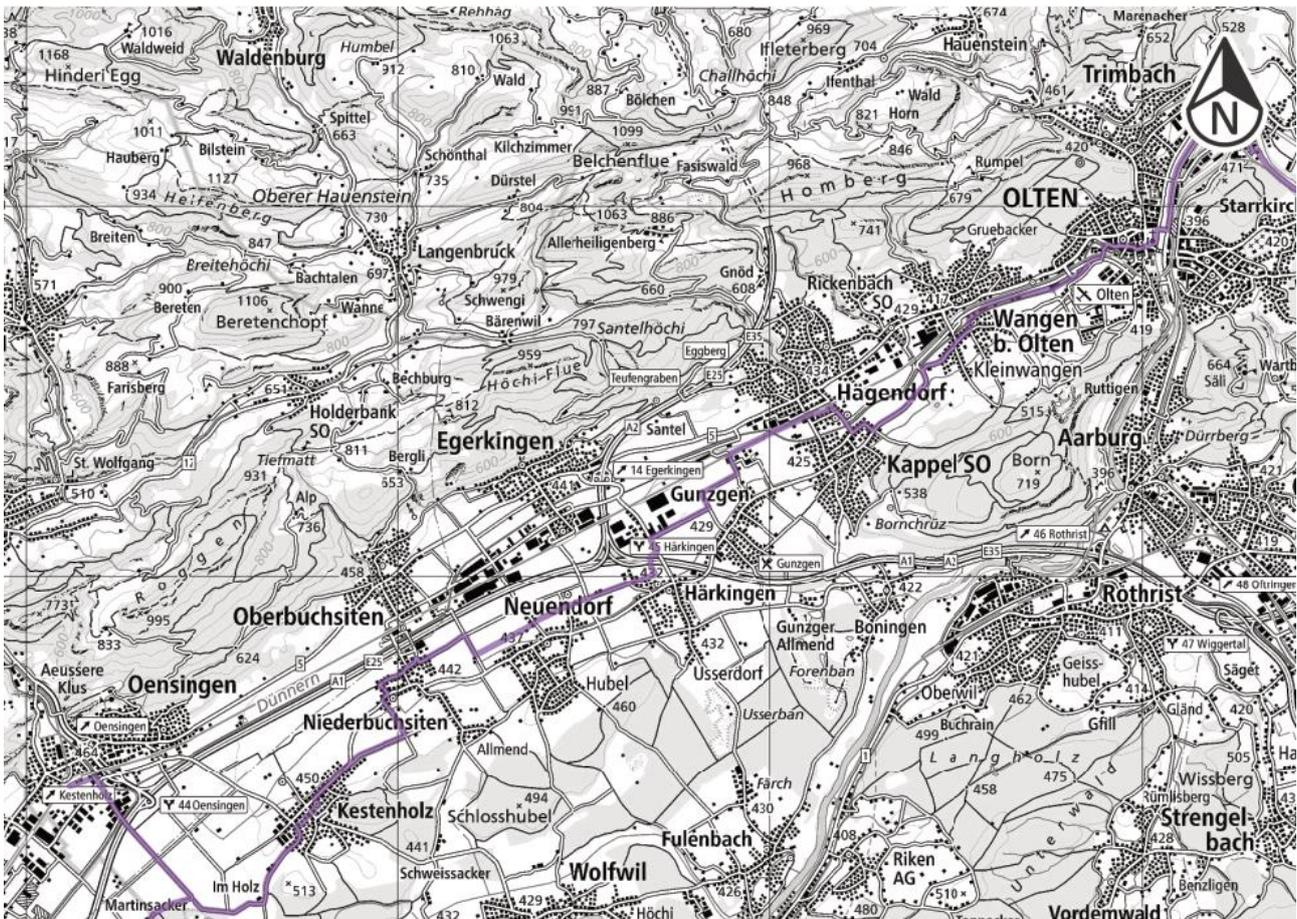


Abbildung 38: Skatingrouten (violett) im Projektgebiet (Quelle: swisstopo.ch).

4 Defizitanalyse

4.1 Abflussspitzen und Ganglinien Dünnern

Die Scherrer AG [24][25] hat mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell eine Vielzahl von Abflussganglinien für verschiedene Jährlichkeiten und unterschiedliche Niederschlagszenarien hergeleitet. Es zeigt sich, dass beim Dauerregenszenario Nord mit den grössten Abflussspitzen, bzw. Abflussvolumina gerechnet werden muss. Bei diesem Szenario werden hauptsächlich die nördlich gelegenen Teileinzugsgebiete des Augstbachs und seine Seitenbäche berechnet (vgl. Abbildung 39).

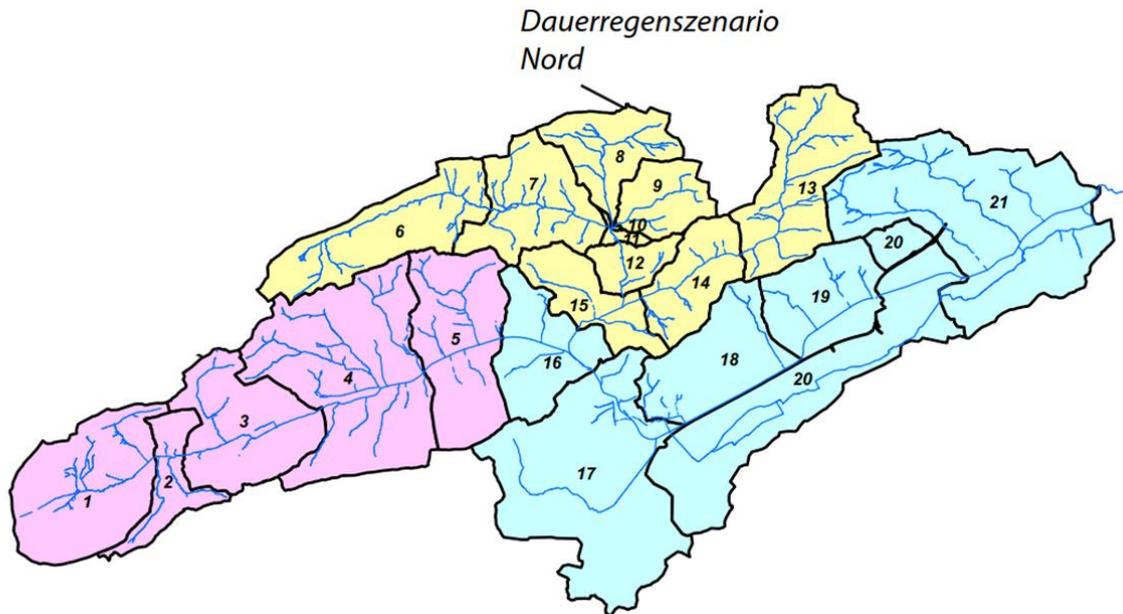


Abbildung 39: Charakterisierung des Dauerregenszenarios Nord, bei welchem die gelb markierten Teileinzugsgebiete hohe Niederschlagsintensitäten aufweisen (Bild entnommen aus [24]).

Die Abflusganglinien liegen für das HQ_{30} , HQ_{100} sowie HQ_{300} vor. Beim HQ_{300} sind die Spitzenabflüsse der Ganglinien gemäss Scherrer AG [24][25] zu hoch, da die im Oberlauf bei Überflutungen stattfindende Retention im hydrologischen Modell nicht berücksichtigt wird. Deshalb wurde bei diesen Ganglinien beim Niveau des von der Scherrer AG definierten Spitzenabflusses der Scheitel gekappt.

Für die Bestimmung der Ganglinien weiterer Ereignisse (HQ_{10} , HQ_{20} , etc.) wurden die von der Scherrer angegebenen Ganglinien (HQ_{30} , HQ_{100}) mit dem jeweiligen Spitzenabfluss skaliert (vgl. Kapitel 3.6, Tabelle 4).

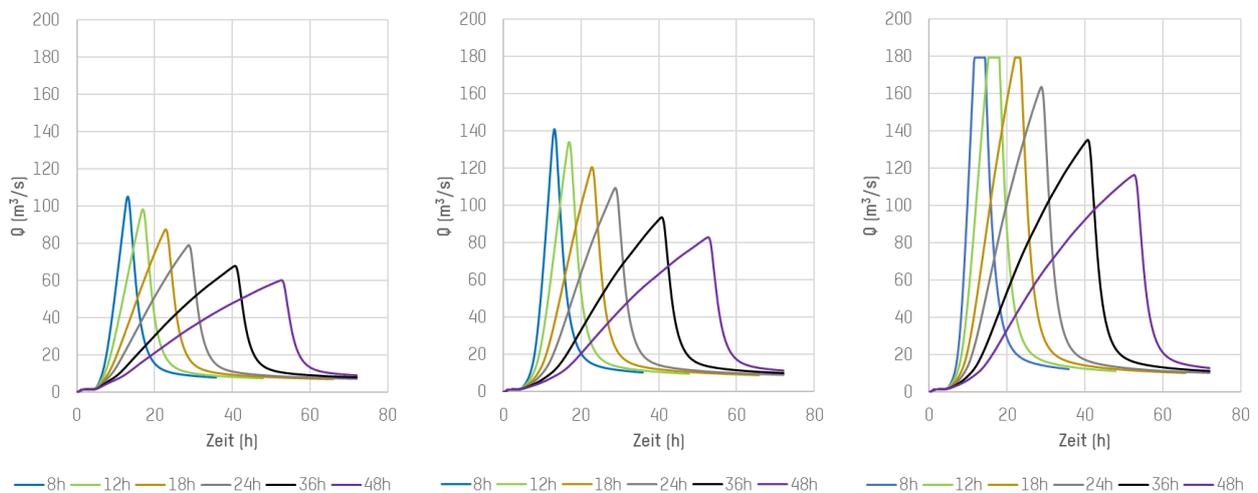


Abbildung 40: Abflusganglinien für unterschiedliche Dauer der Regenereignisse (links: HQ_{30} , Mitte: HQ_{100} , rechts: HQ_{300}).

4.2 Hydraulische Berechnungen

Für die Berechnung der Strömungsverhältnisse wurde ein neues hydraulisches 1D-Staukurvenmodell der Dünnern erstellt. Als Grundlage dienen die im Frühjahr 2020 von der Straub Vermessungen AG durchgeführte Querprofilaufnahmen [44]. Es wurden die Brücken im Projektperimeter sowie 141 Querprofile aufgenommen. Das neue Staukurvenmodell wurde mit der Software HEC-RAS (v5.0.6) erstellt. Der Modellaufbau ist im Anhang A.1 beschrieben.

Für die Randbedingungen bei der Einmündung der Dünnern in die Aare wurden die Aare-Wasserspiegellagen aus der Gefahrenkarte Olten [29] übernommen:

- Aare-Wasserspiegel bei HQ₃₀ in der Dünnern: 391.10 m ü. M. (ca. HQ₁₀₀ der Aare)
- Aare-Wasserspiegel bei HQ₁₀₀ in der Dünnern: 391.10 m ü. M. (ca. HQ₁₀₀ der Aare)
- Aare-Wasserspiegel bei HQ₃₀₀ in der Dünnern: 391.30 m ü. M. (ca. HQ₃₀₀ der Aare)

Bei der Erarbeitung der Gefahrenkarte Olten [29] wurde durch das Büro Hunziker, Zarn & Partner ein hydraulisches 2D-Modell aufgebaut. Dieses wurde im vorliegenden Projekt für die hydraulischen Dimensionierungen im Siedlungsgebiet von Olten verwendet, damit die gleiche Beurteilungsgrundlage wie bei der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt wird. Darauf basierend wurden neue Simulationen mit den aktuellen Bemessungsabflüssen durchgeführt (vgl. Kapitel 4.1).

Sowohl das bestehende 2D- als auch das neue 1D-Modell zeigen, dass die Wasserspiegellage in den untersten 400 – 500 m des Dünnergerinnes bis zur Einmündung in die Aare massgeblich durch die Aarewasserspiegel beeinflusst werden. Oberhalb des Absturzes bei Km 0.495 hat die Aareanbindung keinen Einfluss mehr auf die Strömungsverhältnisse der Dünnern.

4.3 Freibordbetrachtung

Bei Hochwasserschutzprojekten wird das Gerinne nicht auf bordvolle Verhältnisse dimensioniert. Es wird immer ein angemessenes Freibord eingeplant, welches Unschärfen in den hydraulischen Berechnungen sowie bei Hochwasser ablaufende Prozesse berücksichtigt.

Gemäss den Empfehlungen der KOHS [5] setzt sich das erforderliche Freibord aus drei verschiedenen Teil-Freiborden zusammen:

$$f_{min} \leq f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{max}$$

f_{min} = minimal erforderliches Freibord = 0.3 m

f_{max} = maximal erforderliches Freibord = 1.5 m

f_e = erforderliches Freibord

f_w = erforderliches Freibord aufgrund von Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage

f_v = erforderliches Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen

f_t = erforderliches Freibord aufgrund von zusätzlich benötigtem Abflussquerschnitt für Treibgut unter Brücken

Teilfreibord Unschärfe Wasserspiegellage (f_w)

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2}$$

σ_w = mittlerer Fehler der berechneten Wasserspiegellage

σ_{wz} = Unschärfe in der Prognose der massgeblichen Sohlenlage

σ_{wh} = mittlerer Fehler der Abflussrechnung

Es gibt nur wenige Erfahrungswerte für die Abschätzung von σ_{wz} . Als plausibel werden Werte zwischen 0.1 m (grösserer Talfluss) und 1.0 m (Wildbach) betrachtet. Bei einer stabilen Sohle kann die Unschärfe in der Sohlenlage vernachlässigt werden. «Grundsätzlich müssen mögliche Sohlenveränderungen während eines Hochwassers prognostiziert und bei der Abflussrechnung berücksichtigt werden. Der Parameter σ_{wz} dient also nicht dazu, eventuelle Geschiebeablagerungen per se im Freibord zu berücksichtigen, sondern dazu, die Unschärfe in der Prognose der Sohlenlage abzudecken. Diese Unschärfe muss im Einzelfall ausgewiesen werden» [5].

Der mittlere Fehler der Abflussrechnung kann mit folgender Formel abgeschätzt werden, wobei h die Abflusstiefe ist:

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 h$$

Teilfreibord Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen (f_v)

$$f_v = \frac{v^2}{2g}$$

v = örtliche Fließgeschwindigkeit

g = Erdbeschleunigung [9.81 m/s²]

Teilfreibord für Treibgut unter Brücken (f_t)

Tabelle 18: Berücksichtigung des Teilfreibords f_t nach KOHS [5].

	Glatte Untersicht	Raue Untersicht
Schwemmholz mit geringen Abmessungen (nur Äste)	0.3 m	0.5 m
Einzel angeschwemmte Baumstämme	0.5 m	1.0 m
Wurzelstöcke	1.0 m	1.0 m
Schwemmholz als Teppich angeschwemmt	1.0 m	1.0 m

Kriterien für die Anwendung der Teilfreiborde

- f_w : - in allen Gewässerabschnitten
- f_v : - bei Brückenquerschnitten oder Eindolungen
 - auf Strecken mit Hochwasserschutzdämmen oder -mauern, die nicht überströmsicher ausgebildet sind
 - auf Strecken, bei welchen der Rückstau an einem Hindernis dazu führen kann, dass Wasser kontinuierlich aus dem Gerinne austritt
 - auf einem Schwemmkegel
 - in gepflasterten Wildbachschalen
- f_t : - bei Brückenquerschnitten oder bei Eindolungen, wo Treibgut eine Rolle spielen kann

Freibord Dünnern

Die erforderlichen Freibordhöhen der Dünnern beim HQ_{100} wurden mit Hilfe des neuen hydraulischen Staukurvenmodells (vgl. Kapitel 4.2) berechnet und anschliessend abschnittsweise vereinheitlicht. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

- *Unschärfe in der Prognose der massgeblichen Sohlenlage σ_{wz}*
 - Abschnitt Oensingen bis Wangen bei Olten = 0.45 m
 - Olten (Betonkanal) = 0.0 m
- *Teilfreibord Schwemmholz f_t*
 - Ohne Schwemmholzurückhalt = 1.0 m
 - Mit Schwemmholzurückhalt = 0.5 m

Die Wahl von σ_{wz} zwischen Oensingen und Wangen bei Olten stützt sich auf die in [36] durchgeführten morphologischen Berechnungen und für den Fall, dass der Geschiebesammler in Oensingen umgebaut wird. Bei den betrachteten Szenarien ist im Maximum mit Ablagerungsmächtigkeiten von knapp einem halben Meter zu rechnen. Für den Abschnitt Olten (Unterstrom der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle») wurde keine Unschärfe in der Prognose der massgeblichen Sohlenlage berücksichtigt, da die Dünnern in einem Betonkanal mit fixierter Sohle fliesst.

Gemäss den Schwemmholzabklärungen (vgl. Kapitel 3.7.7) muss im Hochwasserfall mit einem erhöhten Schwemmholz-anfall (inkl. Baumstämme/Wurzelstöcke) gerechnet werden. Folglich ist ein Teilfreibord für Schwemmholz von 1.0 m zu berücksichtigen. Wird allerdings ein Schwemmholzurückhalt vorgesehen, so ist nur noch mit Schwemmholz geringen Ausmasses zu rechnen und das Teilfreibord Schwemmholz kann auf 0.5 m reduziert werden.

Die zu berücksichtigenden Freibordhöhen der Dünnern ohne eine Drosselung des Abflusses beim HQ_{100} sind in Tabelle 19 aufgelistet. Da bei der Variante «Rückhalten und Aufwerten» ein Teil des Abflusses in die Dünnerngrube entlastet wird, kann unterhalb des Entlastungsbauwerks ein reduziertes Freibord berücksichtigt werden.

Tabelle 19: Massgebende Freibordhöhen der Dünnern beim HQ_{100} (ohne Drosselung / mit Drosselung des Abflusses). Die massgebenden Werte sind entsprechend der Lage des Entlastungsbauwerks fett hervorgehoben.

Km	f _e im offenen Gerinne (m)	f _e Brücken (m) (ohne Schwemmholzurückhalt)	f _e Brücken (m) (mit Schwemmholzurückhalt)
0 – 1.1	1.1 / 0.8	1.5 / 1.3	1.2 / 1.0
1.1 – 3.9	0.8 / 0.7	1.3 / 1.2	0.9 / 0.8
3.9 – 16.3	0.7 / 0.7	1.2 / 1.2	0.8 / 0.8
16.3 – 19.1	0.8 / 0.8	1.3 / 1.3	0.9 / 0.9

Bei der Beurteilung der Hochwasserschutzsicherheit ergibt sich die zu berücksichtigende Schutzkote aus den berechneten Wasserspiegellagen zuzüglich der massgebenden Freibordhöhe.

Im Siedlungsgebiet von Olten liegen dank des 2D-Modells (vgl. Kapitel 4.2) sehr detaillierte hydraulische Ergebnisse vor, welche unter anderem auch verkippte Wasserspiegel in Kurvensituationen abbilden. In diesem Fall wurden für die beiden Ufer unterschiedliche Schutzkoten berücksichtigt. In der Aussenkurve ergibt sich diese aus der maximalen Wasserspiegellage zuzüglich Freibordhöhe. Um ausreichend Sicherheit bei der Dimensionierung der Hochwasserschutzmassnahmen zu berücksichtigen, wurde die Schutzkote an der Innenkurve anhand des mittleren Wasserspiegels der Gerinneachse zuzüglich des Freibords festgelegt (vgl. Abbildung 41). Da die berechnete Wasserspiegellage in Längsrichtung starken Schwankungen unterliegt, wurde die Schutzkotenlinie «konservativ» geglättet, d.h. Hochpunkte wurden linear verbunden (vgl. Längenprofil Abschnitt 10-2, Planbeilage 414).

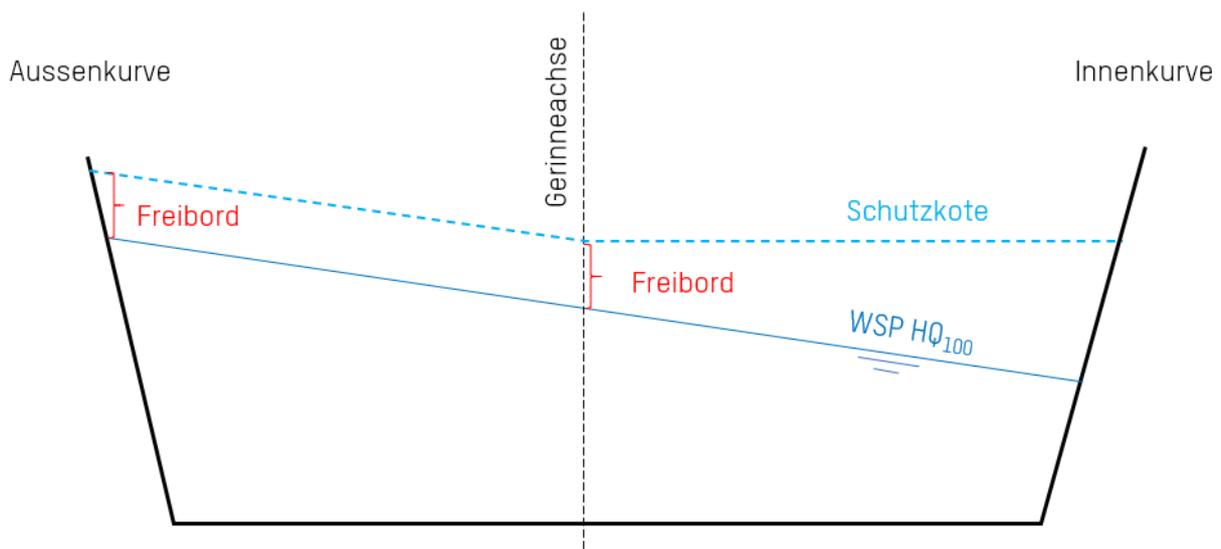


Abbildung 41: Definition der Schutzkote bei verkippten Wasserspiegellagen in Kurvensituationen.

Hinweis:

Die erforderlichen Freibordhöhen wurden mittels einer abschnittswisen Vereinheitlichung/ Glättung erfolgt. Für den Mündungsbereich der Dünnern in die Aare, wo die Fliessgeschwindigkeiten der Dünnern aufgrund des Rückstaus der Aare und des flachen Gefälles wieder abnehmen (km 0.0 bis Schwelle bei km 0.496) können im Rahmen der weiteren Planung die Freibordhöhen in diesem Abschnitt bis zu 20 cm reduziert werden, was sich direkt auf die Schutzzielkote auswirkt.

4.4 Schutzzielmatrix und Hochwasserschutzdefizite

Im Kanton Solothurn gelten differenzierte Hochwasserschutzziele in Abhängigkeit der Schutzobjekte sowie der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Intensität von Überflutungsereignissen [6]. Bei der Erarbeitung der Vorstudie [20] wurden die Hochwasserschutzziele leicht angepasst.

Tabelle 20: Im Rahmen der Vorstudie modifizierte Schutzzielmatrix für Überflutungen [20].

Objektkategorien		Schutzziele
1	kein Schutzbedarf	0 max. zulässige Intensität = keine
2.x	geringer bis mittlerer Schutzbedarf	1 max. zulässige Intensität = schwach
3.x	hoher Schutzbedarf	2 max. zulässige Intensität = mittel
		3 max. zulässige Intensität = stark

Objektkategorien		Schutzziele		
Nr.	Beschrieb	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	3	3	3
2.2	- unbewohnte Einzelgebäude (Remisen, Weidenscheunen u. ä.) - Landwirtschaftlich intensiv genutztes Land (Fruchtfolgefleichen) - 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 materiellem oder immateriellem Wert, mit ausserordentlichen Menschenansammlungen oder mit Gefahr von Sekundärschäden	Festlegung fallweise		

Im Rahmen der Vorstudie [20] wurde eine detaillierte Auswertung der vorhandenen Hochwasserschutzdefizite basierend auf den in Kapitel 3.7.3 gezeigten Überflutungsflächen («Bruttobetachtung») vorgenommen. Es zeigt sich, dass vor allem gegen die nachfolgenden Schutzziele verstossen wird und somit Schutzdefizite vorliegen:

- keine Überflutungen beim HQ₃₀ für unbewohnte Einzelgebäude, landwirtschaftlich intensiv genutztes Land (Fruchtfolgefleichen), Verkehrswege kommunaler Bedeutung sowie Freileitungen und Sendeanlagen
- keine Überflutungen beim HQ₁₀₀ für geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen sowie Bahnhöfe

Mit Hilfe des neuen Staukurvenmodells (siehe Kapitel 4.2) wurde ermittelt, wo sich potenzielle Austrittsstellen beim HQ₁₀₀ entlang der Dünern innerhalb des Projektperimeters einstellen können (Abbildung 42). Wasseraustritte sind möglich, wo die berechneten Wasserspiegellagen höher als die Uferkoten zu liegen kommen und somit kein Freibord mehr vorhanden ist. Auch bei einem ungenügenden Freibord muss mit potenziellen Wasseraustritten gerechnet werden. Die Resultate zeigen, dass zwischen der oberen Perimetergrenze und der Gemeinde Rickenbach auf weiten Strecken kein Freibord vorhanden ist und mit Wasseraustritten gerechnet werden muss. Von Rickenbach bis zur Einmündung in die Aare in Olten kann ein HQ₁₀₀ rechnerisch bordvoll abgeführt werden. Aufgrund des Freiborddefizits muss jedoch ebenfalls mit Wasseraustritten gerechnet werden.

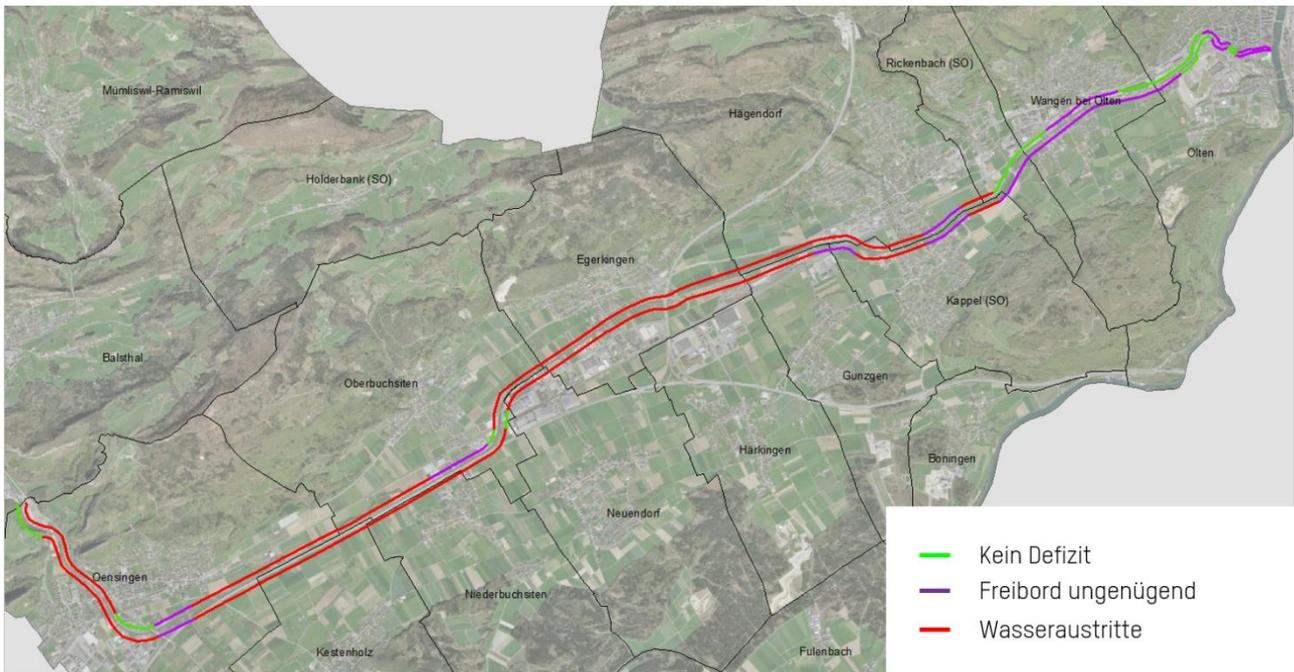


Abbildung 42: Hochwasserschutzdefizite der Dünnern beim HQ₁₀₀ (jeweils linkes und rechtes Ufer).

Das gleiche Vorgehen wurde für den Bipperbach angewandt. Die hydraulischen Modellierungen zeigen, dass die Hochwasserschutzdefizite des Bipperbachs hauptsächlich durch den Rückstau der Dünnern entstehen. Insbesondere rechtsufrig vor der Mündung in die Dünnern kommt es zu Wasseraustritten, welche zu Überflutungen der Autobahn A1 und der südlich gelegenen Gebiete führen.

5 Ökologie

Details und weiterführende Informationen zu den nachfolgenden Ausführungen können dem Fachbericht Ökologie (Beilage 802) entnommen werden.

Im Rahmen von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten muss den ökologischen Anforderungen gemäss Art. 37 Abs. 2 GSchG bzw. Art. 4 Abs. 2 WBG Rechnung getragen werden. Insbesondere gilt es, den natürlichen Verlauf des Gewässers möglichst beizubehalten oder wiederherzustellen und Voraussetzung für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt zu schaffen (Aufwertungsgebot). Zur Konkretisierung dieser Anforderungen erarbeitete das BAFU eine entsprechende Vollzugshilfe [«Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG)»], welche als Entwurf (Stand 21.01.2020 - Version für die Konsultation) vorliegt. Gestützt auf diese Vollzugshilfe der vorliegende Fachbericht verfasst.

Zur Bestimmung des ökologischen Handlungsbedarfes wurde eine Situationsanalyse durchgeführt. Dazu wurde als erstes der Ist-Zustand bestimmt und ein möglicher Naturzustand hergeleitet. Unter Berücksichtigung von grossflächigen und irreversiblen Restriktionen wurde aus dem Naturzustand der Referenzzustand abgeleitet, welcher grundsätzlich dem bereits revitalisierten Abschnitt in Wangen b. Olten entspricht (Ausgleichs- und Ersatzmassnahme (AEM) des Projekts «Entlastung Region Olten» (ERO)). Durch den Vergleich des Ist-Zustandes mit dem Referenzzustand (Defizitanalyse) wurden die massgebenden Defizite bestimmt. Die evaluierten Defizite wurden in Anlehnung an das Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU klassiert.

Im Rahmen der Defizitanalyse wurden die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der einzelnen Defizite der Dünnern untersucht. Die Defizitanalyse zeigt, dass an der Dünnern grosse Defizite in Bezug auf die Feststoff- und Morphodynamik, die Wasserqualität, dem Gerinne und den Uferbereichen bestehen. Anhand der evaluierten Wechselwirkungen und Abhängigkeiten wurde untersucht, welchen Einfluss die Behebung der bestehenden Defizite auf weitere Defizite hat. Die Untersuchung zeigt, dass das kanalisierte, strukturarme und monoton ausgeprägte Gerinne der Dünnern und die damit einhergehenden, naturfern ausgeprägten Uferbereiche den grössten Einfluss auf weitere Defizite aufweisen (vgl. Abbildung 43).

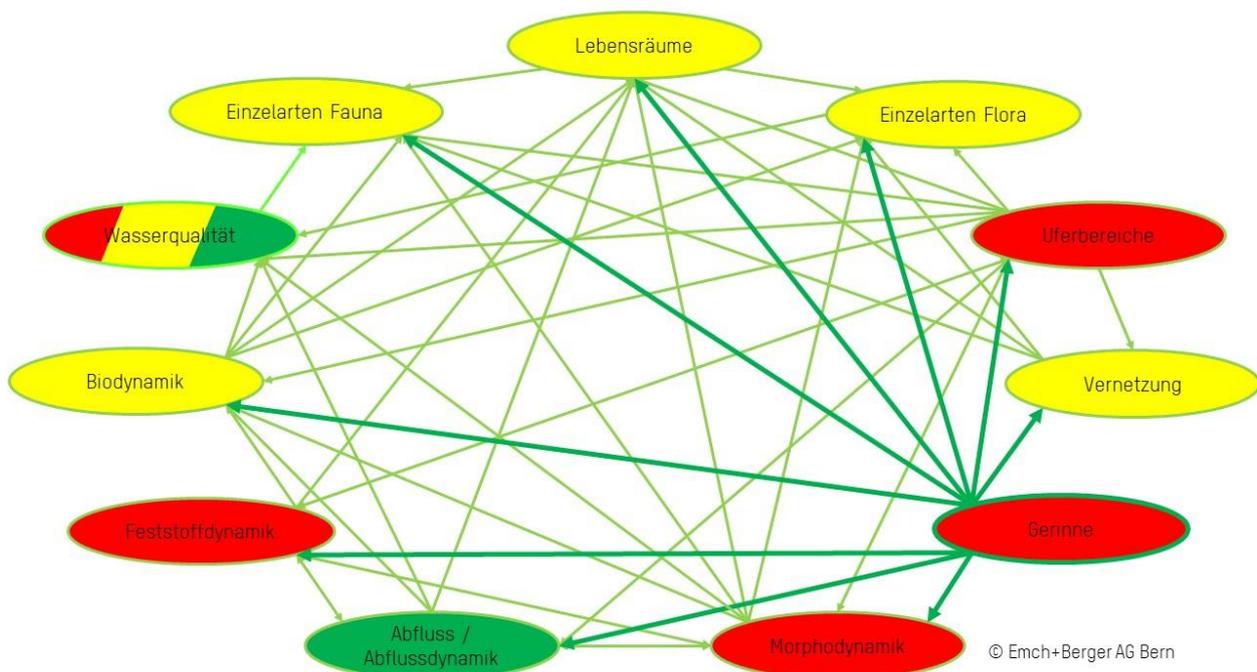


Abbildung 43: Auswirkungen der Behebung der vorhandenen Defizite im Gerinne mit direkten [dunkelgrüne Pfeile] bzw. indirekten [hellgrüne Pfeile] Einflüssen auf weitere Defizite der Dünnern mit Klassierung in Anlehnung an das Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [14] (blau = Klasse I - natürlich / naturnah, grün = Klasse II - wenig beeinträchtigt, gelb = Klasse III - stark beeinträchtigt, rot = Klasse IV - naturfremd / künstlich). © Emch+Berger AG Bern

Basierend auf der Klassierung der Defizite, der Analyse der Abhängigkeiten und Wechselwirkungen und der Einflüsse der Behebung von Defiziten auf weitere Defizite ergeben sich die folgenden Hauptdefizite:

- D-1** Durch die Kanalisierung und den harten Böschungsfussverbau fehlen Variabilität der Gerinne- und Wasserspiegellbreite, Wassertiefe, Strömungsmuster und Korngrössen. (Defizite Gerinne, Morpho- und Feststoffdynamik)

- D-2** Strukturbildende Elemente am und im Gewässer (u.a. Wurzeln und Totholz) fehlen. (Defizite Gerinne und Uferbereiche)
- D-3** Durch die fehlende Bestockung der Uferlinie erfolgt kaum ein nennenswerter Totholzeintrag (bspw. durch Unterspülen von Bäumen) in die Dünnern. (Defizite Gerinne und Uferbereiche)
- D-4** Semi-aquatische und temporär überflutete Bereiche fehlen praktisch vollständig. (Defizit Uferbereiche)
- D-5** Monotone und einheitliche Ausgestaltung des Uferbereichs und der Böschungen. (Defizit Uferbereiche)
- D-6** Natürlicher Geschiebehauhalt aufgrund des Geschiebesammlers in Oensingen (Klus) praktisch vollständig unterbunden. (Defizite Morpho- und Feststoffdynamik)

Unter Berücksichtigung von bestehenden, harten Restriktionen (z.B. Nationalstrasse N01) wurde der Sollzustand bestimmt und somit der Handlungsbedarf für das Projekt abgeleitet. Dazu wurden folgende Entwicklungsziele festgelegt:

- Das Lebensraumpotential wird so genutzt, dass mind. die gewässertypischen Lebensräume entlang der Dünnern vertreten sind.
- Standorttypische Ufergehölze bilden entlang des gesamten Flusslaufes deutliche Bestände und/oder flächige Vorkommen und stellen insbesondere die südseitige Beschattung des Gewässers sicher. In Abschnitten ohne Bestockung stellen entsprechende Hochstauden die Beschattung sicher.
- Bestehende ökologische Naturwerte (z.B. Hecken) werden, wenn möglich, geschont und mit Strukturen aufgewertet.
- In Abschnitten, wo keine Gerinneverbreiterungen möglich sind, erfolgt eine Aufwertung und Strukturierung der terrestrischen Lebensräume innerhalb des Gewässerraumes.

Anhand von weiteren, weichen Restriktionen (bspw. Schonung Kulturland / Fruchtfolgeflächen, Werkleitungen sowie lokale Infrastrukturanlagen) und unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit wurde der Projektzustand abgeleitet. Der Projektzustand und die daraus abgeleiteten Massnahmen zeigen auf, dass aufgrund diverser weicher Restriktionen und der Verhältnismässigkeit der Sollzustand nicht vollumfänglich erreicht werden kann (unvermeidbare Abweichungen zum Sollzustand). Insbesondere bestehen Abweichungen betreffend Morphodynamik und Wasserqualität («III – stark beeinträchtigt»). Der Vergleich des Ist-Zustandes mit dem Projektzustand (vgl. Tabelle 21) zeigt jedoch auch auf, dass mit direkten und indirekten Massnahmen die bestehenden Defizite stark vermindert oder gar behoben werden können.

Tabelle 21: Vergleich Ist-Zustand mit dem Projektzustand. Der angestrebte Sollzustand entspricht mind. der Defizitklasse II – wenig beeinträchtigt.

Defizite	Klassierung ¹⁾		unvermeidbare Abweichungen vom Sollzustand
	Ist-Zustand	Projektzustand	
Prozesse			
Abfluss und Abflussdynamik	II	I	- keine
Feststoffdynamik	IV	II	- Geschiebemanagement bei Auflandungen
Morphodynamik	IV	III	- Seitenerosion eingeschränkt
Biodynamik	III	II	- eingeschränkte Morphodynamik
Wasserqualität	II	II	- nicht beeinflussbare Einträge
	III	III	
	IV	-	
Strukturen			
Gerinne	IV	I	- keine
Uferbereich	IV	II	- Teilweise Verbauungen Böschungsfuss
Vernetzung	III	II	- Terrestrisch teilweise aufgrund Restriktionen eingeschränkt
Lebensräume und Einzelarten			
Lebensräume	III	I	- keine
Einzelarten Flora	III	I	- keine
Einzelarten Fauna	III	I	- keine

¹⁾ ausgenommen Abschnitt Olten

Der Fachbericht Ökologie kommt zum Schluss, dass die im Rahmen des Projekts geplanten Massnahmen den ökologischen Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 WBG bzw. Art. 37 des GSchG entsprechen. Die angestrebte Defizitklasse des Sollzustandes von «II – wenig beeinträchtigt» kann mit dem Projekt bei 6 Defiziten erreicht werden. Bei 4 Defiziten wird ein natürlicher / naturnaher Zustand erreicht.

6 Projektziele

6.1 Hochwasserschutzziele

Hinsichtlich Hochwasserschutz ist die Schutzzielmatrix mit den objektbezogenen Schutzzielen massgebend (vgl. Kapitel 4.4). Die Gesamtbetrachtung zeigt, dass dabei das Schutzziel HQ₁₀₀ massgebend und bemessungsrelevant ist. Flächen mit einem geringeren Schutzziel werden grösstenteils überlagert.

Innerhalb des Projektperimeters wird deshalb das HQ₁₀₀ inkl. Freibord nach KOHS als Hochwasserschutzziel festgelegt. Die beiden Abwasserreinigungsanlagen Falkenstein und Gäu gehören gemäss Schutzzielmatrix zur Kategorie Sonderobjekte (vgl. Tabelle 20 in Kapitel 4.4). Nach Vorgaben des Kantons Solothurns liegt das Schutzziel bei einem HQ₃₀₀, jedoch ohne Berücksichtigung eines Freibords.

6.2 Ökologische Entwicklungsziele

Die ökologischen Entwicklungsziele finden sich in der Zusammenfassung zur Ökologie in Kapitel 5. Weiterführende Informationen zu den ökologischen Entwicklungszielen und deren Herleitung, können der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» entnommen werden.

6.3 Landwirtschaftliche Zielsetzung

Mit dem Projekt wird die Situation für die an den Gewässerraum angrenzenden Landwirtschaftsflächen verbessert:

- Der Hochwasserschutz bis mindestens zum HQ₃₀ wird gewährleistet (mit Ausnahme Rückhalteraum).
- Der Rückhalteraum wird möglichst landwirtschaftsverträglich gestaltet (Ausbildung FFF, geringe Überflutungshäufigkeit, keine volle Flächenbetroffenheit bei kleineren Ereignissen, Minimierung Auswirkungen auf Mikroklima).
- Das Flurwegnetz wird, wo notwendig angepasst und für die Bewirtschaftung optimiert.
- Die Naherholung wird besser gelenkt und deren negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft soweit als möglich reduziert.
- Im Projekt anfallender, überschüssiger Boden wird zur Aufwertung anthropogen degradierter Landwirtschaftsböden genutzt.
- Nach Möglichkeit wird die Landwirtschaft in den Unterhalt der Dünnern eingebunden werden.
- Die bestehenden Drainagesysteme werden in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt und nach Möglichkeit optimiert.

Der Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche wird dabei so gering wie möglich gehalten:

1. Durch den Ausbau wird so wenig landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) wie möglich beansprucht.
2. Wo eine dauerhafte Beanspruchung nicht vermieden werden kann, wird nach Möglichkeit Realersatz für Eigenbewirtschafteter geleistet.
3. Die Dünnernböschungen werden abgeflacht und so rekultiviert, dass sie zukünftig landwirtschaftlich genutzt werden könnten.
4. Fruchtfolgeflächen werden wo immer möglich erhalten und ansonsten kompensiert.

6.4 Ziele Naherholung/Besucherlenkung

Die Dünnern wird als attraktiver Naherholungsraum für die Bevölkerung und Beschäftigte der Standortgemeinden aufgewertet. Dazu werden wertvolle «Erholungsinseln» mit Sitzplatzmöglichkeiten und entsprechender Infrastruktur (Abfallimer etc.) erstellt sowie die Zugänglichkeit zur Dünnern punktuell verbessert. Die Wegnutzung wird generell auf den Fuss- und Veloverkehr ausgerichtet und wo möglich verbessert.

6.5 Ziele Ortsbild/Landschaft

Die bestehenden Landschaftselemente und -strukturen werden geschont sowie ortsbildfremde Geländemodellierungen und Materialisierungen vermieden. Die geplanten Massnahmen zielen auf eine Stärkung und Verbesserung der Landschaftsqualität und der landschaftlichen Vernetzung entlang der Dünnern und fördern die Integration in das vorhandene Ortsbild und die Landschaft.

7 Methodik und Dimensionierung

7.1 Herleitung Drosselabfluss

Bei der Variante «Rückhalten und Aufwerten» sollen die Hochwasserspitzen gebrochen und ein Teil des Abflusses in der Dünnergrube in Oensingen südlich der Autobahn A1 zurückgehalten werden. Eine zentrale Grösse stellt dabei der Drosselabfluss $Q_{0,max}$ dar. Dieser bezeichnet den maximalen Abfluss bei einem HQ_{100} , welcher im Gerinne unterhalb des Entlastungsbauwerks mit dem geforderten Freibord abgeführt werden kann. Die Festlegung des Drosselabflusses ist einerseits zentral für die Dimensionierung der Dünnergrube, da das notwendige Retentionsvolumen mit abnehmendem Drosselabfluss zunimmt. Andererseits beeinflusst die Festlegung des Drosselabflusses die notwendigen Massnahmen zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit unterhalb der Entlastungsstelle. Je kleiner der Drosselabfluss ist, desto weniger Hochwasserschutzmassnahmen sind am Gerinne im Unterlauf nötig. Im vorliegenden Projekt wird der Drosselabfluss so festgelegt, dass ein Optimum zwischen einer Verringerung der notwendigen Hochwasserschutzmassnahmen im Unterlauf und der erforderlichen Beckengrösse erzielt wird.

Bei der Herleitung des Drosselabflusses wurde ein Schwemmholtzrückhalt im Oberlauf berücksichtigt (vgl. Kapitel 7.7). Es kann folglich ein reduziertes Teil Freibord für Schwemmholtz angenommen werden (vgl. Kapitel 4.3). Die Herleitung des optimalen Drosselabflusses erfolgte anhand der nachfolgend aufgeführten Kriterien. Ergänzende Erläuterungen zu den erarbeiteten Grundlagen der einzelnen Kriterien können dem Anhang B.1 entnommen werden.

Kosten

Es wurde eine einfache Kostenschätzung in Abhängigkeit des Drosselabflusses erstellt, welche neben dem Bau des Entlastungsbauwerks auch die Kosten für weitere Hochwasserschutzmassnahmen am Gerinne und an Brücken unterstrom des Entlastungsbauwerks beinhaltet. Ebenfalls berücksichtigt wurden Entschädigungskosten für landwirtschaftliche Ernteauffälle.

Entlastungsjährlichkeit

Da die Dünnergrube zukünftig weiterhin landwirtschaftlich (Ackerbau) genutzt werden soll, besteht das Interesse, dass die Hochwasserentlastung möglichst selten anspricht. Deshalb wurde die Überflutungshäufigkeit der Grube in Abhängigkeit des Drosselabflusses als Kriterium berücksichtigt.

Verbleibende Hochwasserschutzdefizite in Siedlungsgebieten

Wird im oberen Bereich des Projektperimeters ein aufwändiger Hochwasserrückhalt geplant, besteht der Anspruch, dass unterstrom des Rückhalts bauliche Hochwasserschutzmassnahmen am offenen Gerinne auf ein Minimum reduziert werden können. Dies gilt insbesondere in dicht bebauten Siedlungsgebieten mit begrenzten Platzverhältnissen (Oberbuchsitzen, Egerkingen, Hägendorf, Kappel, Wangen bei Olten, Olten).

Es wurde deshalb in Abhängigkeit des Drosselabflusses ermittelt, welche Hochwasserschutzdefizite bei einem Rückhalt noch durch ergänzende Massnahmen am Gerinne behoben werden müssen.

Verbleibende Hochwasserschutzdefizite bei Brücken und Durchlässen

Der Anspruch, dass bauliche Hochwasserschutzmassnahmen aufgrund des Hochwasserrückhalts im Unterstrombereich auf ein Minimum reduziert werden können, gilt auch für Massnahmen an Brücken. Dabei wurden vor allem grössere Brücken (Eisenbahn, Hauptstrasse, Autobahndurchlass Egerkingen) unterstrom der Entlastung berücksichtigt, bei welchen die Behebung der Hochwasserschutzdefizite mit teuren und aufwändigen baulichen Massnahmen verbunden ist.

Massgebender Drosselabfluss Q_D

Abbildung 44 zeigt graphisch aufbereitet die Einordnung des optimalen Drosselabflusses anhand der gewählten Kriterien. Der Drosselabfluss $Q_{D,min}$ beschreibt dabei den minimalen Abfluss, bei dem die Entlastung anspringt (vgl. Trenncharakteristik des Entlastungsbauwerks im Anhang B.3). Basierend auf folgenden Überlegungen wird ein Drosselabfluss von $Q_{D,max} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt (vgl. Definition $Q_{D,max}$ in Einleitung oben):

1. Dieser Drosselabfluss stellt eine Kompromisslösung der verschiedenen Interessen dar. Aus Sicht Hochwasserschutz wäre unterhalb der Entlastung ein geringerer, aus Sicht Landwirtschaft aufgrund der Überflutungshäufigkeit der Dünnerngrube ein höherer Drosselabfluss erwünscht.
2. Mit dem gewählten Drosselabfluss liegen die notwendigen Massnahmen zur Behebung der verbleibenden Hochwasserschutzdefizite unterstrom der Entlastung in einem akzeptierbaren Rahmen.
3. Mit dem gewählten Drosselabfluss ist im Schnitt alle 10 Jahre mit einer Überflutung der landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Dünnerngrube zu rechnen. Mit einer optimierten Gestaltung der Grubensohle kann die Überflutungshäufigkeit für kleinere Ereignisse bis zu einem HQ_{20} auf eine Teilfläche reduziert werden.

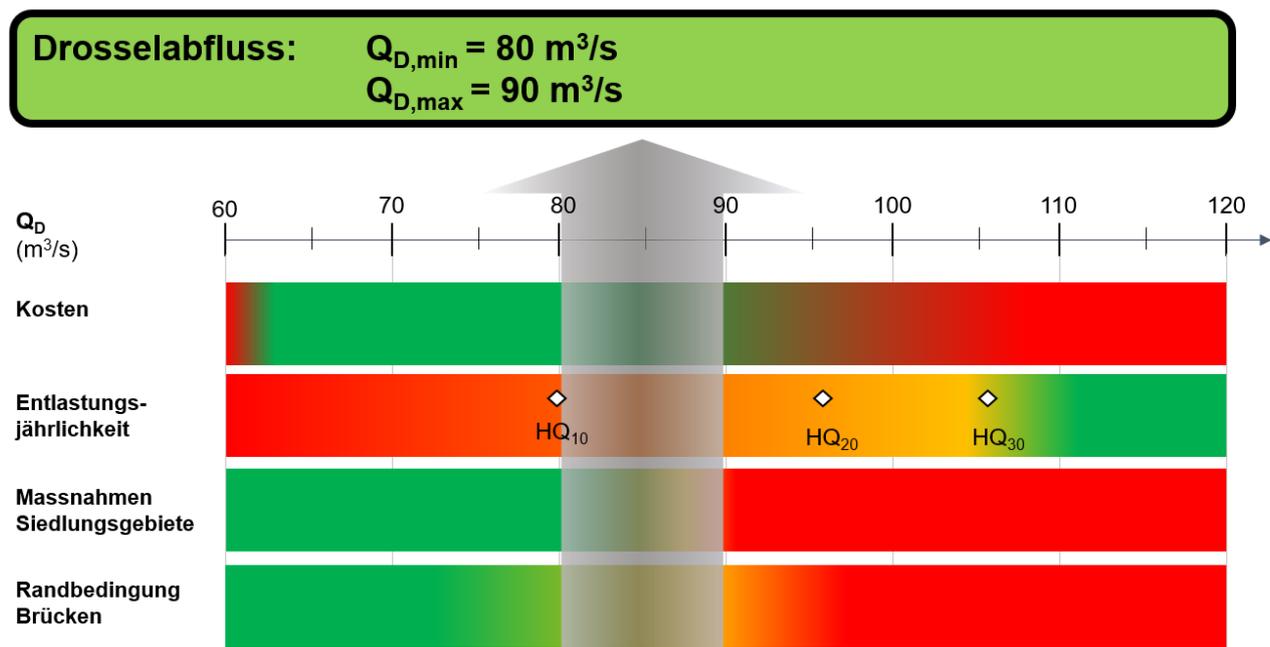


Abbildung 44: Qualitative Beurteilung der verschiedenen Kriterien in Abhängigkeit des Drosselabflusses, wobei grün eine positive und rot eine negative Bewertung darstellt.

7.2 Dünnerngrube

7.2.1 Lage der Dünnerngrube

Gestützt auf die Erkenntnisse des Syntheseberichts [22] wurde beschlossen, an der Lage zwischen dem Mittelgäubach und der Kestenholzstrasse festzuhalten. Folgende Überlegungen begründen diesen Entscheid:

- Die durchgeführten geologischen Untersuchungen zeigen, dass westlich des Mittelgäubachs mächtigere Deckschichten vorhanden sind. Da angedacht ist, einen Teil der Baukosten der Dünnerngrube durch die Verwertung von kiesigem Aushub zu decken, wurde von einer Verschiebung der Grube in westlicher Richtung abgesehen.
- Östlich der Kestenholzstrasse ist mit gleicher Mächtigkeit der Deckschichten zu rechnen. Jedoch wäre ein längerer Entlastungsstollen mit zwei Strassenquerungen bei gleichem Standort des Entlastungsbauwerks notwendig. Einer Verschiebung des Entlastungsbauwerks in östlicher Richtung stehen die zu engen Platzverhältnissen zwischen Autobahn und Dünnern entgegen.
- Eine Anordnung der Grube nördlich der Dünnern oder im oberen Einzugsgebiet wurde bereits in der Zweitmeinung [21] als nicht umsetzbar beurteilt.
- Die Grube kommt auf GB-Nr. 1095 in Oensingen zu liegen, welche im Eigentum des Kantons Solothurn ist.

7.2.2 Entlastungssystem

Das Entlastungssystem wird auf das HQ₁₀₀ ausgelegt und beinhaltet folgende Anlagenteile, für welche nachfolgend die zu berücksichtigenden Randbedingungen und Annahmen erläutert werden:

- Entlastungsbauwerk (bestehend aus Drosselbauwerk, Überfallbauwerk und Stolleneinlaufbauwerk)
- Entlastungsstollen
- Stollenauslaufbauwerk
- Dünnerngrube

Entlastungsbauwerk

Bei den bisher untersuchten Entlastungsvarianten (Vorstudie und Zweitmeinung) wurde jeweils ein seitlicher Überfall als Entlastungsbauwerk berücksichtigt. Aus hydraulischer Sicht ist dies ideal, da die Beziehung $Q \sim h^{1.5}$ gilt. Das heisst, mit zunehmender Überstauhöhe nimmt der Entlastungsabfluss überproportional zu. Jedoch reagiert der Entlastungsabfluss entsprechend sensitiv auf die Wasserspiegellage, welche bei den Berechnungen mit Unsicherheiten behaftet ist. Es wurde deshalb entschieden, zusätzlich ein Drosselbauwerk in Form eines unterströmten Schützes zu berücksichtigen. Somit ist eine geeignete Stellschraube für den geplanten Drosselabfluss $Q_{D,max}$ vorhanden, da hier die Beziehung $Q \sim h^{2/3}$ gilt. Eine Kombination aus Drosselbauwerk und seitlichem Überfall nutzt somit die folgenden hydraulischen Vorteile (vgl. Abbildung 45):

- Mit dem Drosselbauwerk kann der gewünschte Drosselabfluss eingestellt werden (grosse Variation $h \rightarrow$ kleine Variation Q)
- Mit dem seitlichen Überfall kann der Abfluss mit kleiner Überstauhöhe entlastet werden (kleine Variation $h \rightarrow$ grosse Variation Q)

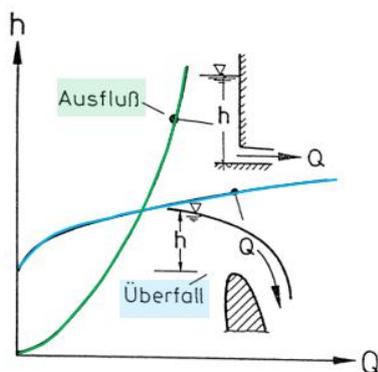


Abbildung 45: Typische h - Q -Linien von Überfall und Ausfluss im Vergleich (entnommen aus [7]).

Es wurden mehrere Varianten für die Überfallkante und das Stolleneinlaufbauwerk beurteilt (vgl. Anhang B.2). Als Bestvariante resultiert eine Entlastung mittels Treppenschussrinne, welche konisch in das Stolleneinlaufbauwerk übergeht.

Entlastungsstollen

Um den Verlust an landwirtschaftlich genutzten Flächen möglichst gering zu halten, wurde bereits im Vorfeld festgelegt, dass die Entlastung mit einem unterirdischen Stollen von der Dünnern in das Grubenbauwerk geführt werden soll. Für die Ausgestaltung des Stollens wurden drei Varianten diskutiert (vgl. Anhang B.2).

Da im Rahmen des ASTRA-Projekts [38] ein Freihaltekorridor von 4 m unter der Fahrbahn gefordert wird, ist nur die Variante mit Druckabfluss und sohlennahem Einlauf in die Dünnerngrube realisierbar. Der Stollen wird mit einem Gefälle in Richtung Entlastungsbauwerk realisiert, was folgende Vorteile mit sich bringt:

- Die Strömungsvariabilität und Turbulenz innerhalb des Stollens wird durch das Einlaufbauwerk in Kombination mit dem Überfallbauwerk minimiert. Innerhalb des Stollens soll sich eine möglichst gleichmässige Strömung ausbilden können, damit die Energieverluste minimiert werden. Beim Füllprozess entsteht ein Übergang zwischen Freispiegel- zu Druckabfluss, die Luftzirkulation beim Stolleneinlaufbereich muss durch einen Entlüftungsschacht sichergestellt werden.
- Kleinstereignisse (wenige 100 m³ Entlastungsvolumen) können im Stollen zurückgehalten werden und führen zu keiner Einschränkung der landwirtschaftlichen Nutzung der Grubensohle.
- Bei Hochwasserereignissen kann die Dünnerngrube mit mobilen Pumpen direkt beim Entlastungsbauwerk entleert werden.

Auslaufbauwerk

Basierend auf der Wahl des Entlastungsstollens erfolgt ein sohlennaher Auslauf in die Dünnerngrube. Das Auslaufbauwerk soll in die Böschung der Dünnerngrube integriert werden. Beim Übergang vom Stollen in die Dünnerngrube treten Strömungsverhältnisse auf, welche zu potenziellen Erosionsprozessen der Grubensohle und zu einer Strömungsbeanspruchung der gegenüberliegenden Böschung führen. Aus hydraulischer Sicht liegt der Fokus deshalb hauptsächlich auf einer Reduktion der Fliessgeschwindigkeit, so dass bei der landwirtschaftlich genutzten Sohle der Grube keine Erosionsprozesse auftreten. Das Auslaufbauwerk wird deshalb mit einer konischen Aufweitung vom Entlastungsstollen in Richtung Grube ausgestellt, damit die Fliessgeschwindigkeiten reduziert werden können. Am Ende wird ein im Vergleich zur Grubensohle leicht abgesenkter Kolkschutz vorgesehen, so dass sich die Strömung potenziell vom Grubenboden nach oben ablöst.

Dünnerngrube

Bereits im Vorfeld (Vorstudie [20] und Synthesebericht [22]) wurde festgehalten, dass die Dünnerngrube auch in Zukunft landwirtschaftlich genutzt werden soll. Die Standortwahl und die Form der Grube erfolgten unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte:

1. Versuchsflächen Agroscope:

Die standortgebundenen Versuchsflächen von Agroscope (Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung) sollen möglichst nicht tangiert werden.

2. Landschaftsbild:

Aus Sicht des Landschaftsbildes wird eine rechteckige Form bevorzugt, welche sich den orthogonal angeordneten Landschaftsstrukturen (Flurwege, Mittelgäubach mit Baumallee, Autobahn, Hochspannungsleitung) angleicht. Weiter wird eine flächenmässig ausgereizte Anordnung gegenüber einer tiefen Grube bevorzugt. Es wird empfohlen, die nordwestliche und südöstliche Böschung relativ flach auszugestalten, damit die Grube insbesondere bei Blick von erhöhter Lage der Jurakette nicht als Fremdkörper in der Landschaft wahrgenommen wird. Die südwestliche und nordöstliche Böschung kann steiler ausgestaltet werden. Die westliche Böschung wird durch Beschattung der Bäume entlang des Mittelgäubachs kaschiert, bei der östlichen Böschung lässt sich der gleiche Effekt mittels Heckenstrukturen erzielen.

3. Retentionsvolumen:

Das notwendige Retentionsvolumen beim HQ₁₀₀ beträgt 500'000 m³. Die Herleitung des Retentionsvolumens kann dem Anhang B.3 entnommen werden. An dieser Stelle soll kurz ein Vergleich mit den in der Vorstudie [20] und der Zweitmeinung [21] berücksichtigten Retentionsvolumina durchgeführt werden. Damals wurden zwei Varianten berücksichtigt, wobei bei der ersten eine Drosselung des HQ₁₀₀ auf 96 m³/s und bei der zweiten eine Drosselung auf 72 m³/s vorgesehen war (vgl. Abbildung 46). Die grosse Differenz zwischen Vorstudie und Zweitmeinung ist auf unterschiedliche Ganglinien des HQ₁₀₀ zurückzuführen. Während diese in der Vorstudie mit einer vereinfachten Methode abgeschätzt wurde, wurden

in der Zweitmeinung bereits die Ganglinien der Scherrer AG [22] verwendet, welche auch im vorliegenden Projekt als Grundlage dienen.

Der Vergleich der Retentionsvolumina zwischen der Zweitmeinung mit dem vorliegenden Projekt zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Abweichungen sind einerseits auf die leicht differenten Drosselabflüsse und andererseits auf unterschiedliche Trenncharakteristiken des Entlastungsbauwerks zurückzuführen.

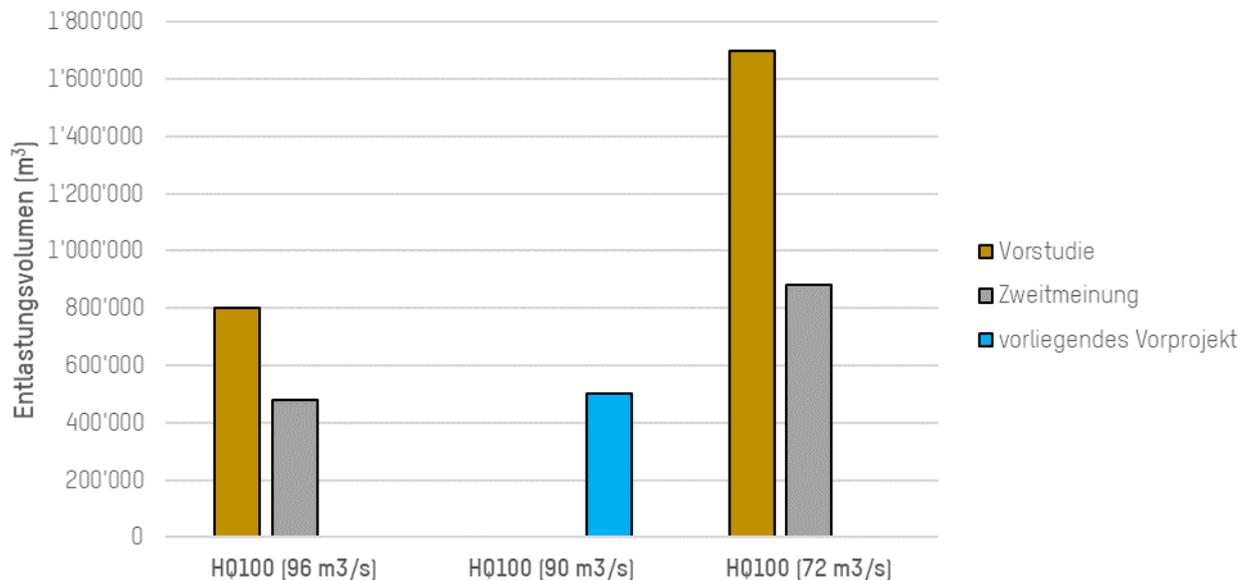


Abbildung 46: Berücksichtigte Entlastungsvolumina der Vorstudie [20] und der Zweitmeinung [21] für zwei unterschiedliche Drosselabflussvarianten sowie Entlastungsvolumen des vorliegenden Vorprojekts.

4. Boden und Mikroklima:

Bei der Gestaltung der Grube wird darauf geachtet, dass negative Auswirkungen auf den Boden sowie auf die mikroklimatischen Verhältnisse minimiert werden.

Im Fachbericht «Dünnerngrube- Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) werden mögliche Auswirkungen anhand von Fachgrundlagen ermittelt und die Berücksichtigung in der Planung diskutiert.

Hinweis:

Die Lage und Form der Dünnerngrube kann im Rahmen der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) nochmals diskutiert werden. Als Randbedingungen müssen jedoch die Lage auf GB-Nr. 1095 Densingen (Kantoneigentum), das notwendige Rückhaltevolumen sowie der Freihaltekorridor von 4 m unter dem Trasse der Autobahn A1 berücksichtigt werden. Weiter gilt anzumerken, dass unmittelbar südlich der aktuell geplanten Lage eine Hochspannungsleitung verläuft.

Auch das Rückhaltevolumen kann bei Bedarf durch eine tiefere Grube erhöht werden. Durch den Verkauf von zusätzlich ausgehobenem Kies würde dies nicht zu einem signifikanten Kostenanstieg führen. Somit besteht auch hinsichtlich des Drosselabflusses in der weiteren Planung ein hoher Freiheitsgrad bestehen.

7.2.3 Hydraulischer Nachweis

Die hydraulische Dimensionierung des Entlastungssystems umfasst folgende Berechnungen:

- Notwendige Schützenöffnung des Drosselbauwerks und notwendige Länge der Überfallkante des Entlastungsbauwerks, so dass sich eine möglichst scharfe Trenncharakteristik einstellt, mit welcher beim HQ_{100} der festgelegte Drosselabfluss $Q_{D,max}$ nicht überstiegen wird
- Notwendiges Rückhaltevolumen der Dünnerngrube
- Entlastungskapazität Treppenschussrinne
- Kapazität des Entlastungstollens
- Hydraulische Prozesse bei den massgebenden Füllzuständen
- Entleerung der Grube

Der hydraulische Nachweis ist im Anhang B.3 erläutert.

7.3 Anforderungen Wasserbau

Für die Dimensionierung des Gerinnes wurde der Grundsatz festgelegt, dass der Gewässerraum den maximal verfügbaren Platz für die Massnahmenplanung darstellt. Ausgenommen sind vier Abschnitte, wo der Dünnern zusätzlicher Platz zur Verfügung gestellt wird (siehe Kapitel 8.1). Eine weitere Ausnahme stellen die Schnittstellen zur sich im Abschluss befindlichen Landumlegung Region Olten dar, wo sich der maximal verfügbare Platz der Dünnern an den neuen Gewässerparzellen orientiert (Abschnitte 7-2 bis 9).

Bei der Massnahmenplanung des Gerinnes muss insbesondere den Anforderungen des Hochwasserschutzes sowie den ökologischen Ansprüchen (Mindestanforderungen nach Art. 4 WBG / Art. 37 GSchG) Rechnung getragen werden. Durch die Gerinnegeometrie sowie die -rauigkeit sind die beiden Aspekte eng miteinander gekoppelt. Damit der Hochwasserschutz und die Ökologie gleichermaßen bei der hydraulischen Bemessung berücksichtigt werden, wurde ein iteratives Vorgehen angewandt:

Schritt 1:

In einem ersten Schritt wurden die aus Sicht Hochwasserschutz notwendigen Gerinneverbreiterungen anhand charakteristischer Querprofile mittels analytischem Berechnungsansatz ermittelt (Normalabflussberechnung). Unterstrom der Entlastung in die Dünnerngrube wurden die reduzierten Hochwasserabflüsse berücksichtigt.

Die hydraulischen Berechnungen erfolgten unter der Annahme von gleichbleibenden Böschungsneigungen und Rauigkeitsbeiwerten (gemäss Ist-Zustand), die ökologischen Anforderungen wurden noch nicht berücksichtigt. Mit Hilfe dieser Betrachtung konnte ermittelt werden, welche Raumbeanspruchung der Hochwasserschutz im Minimum innerhalb der Gewässerräume einnimmt und welcher Anteil des vorhandenen Raumangebotes ausschliesslich für die ökologischen Aufwertungen verbleibt. Zudem konnten bereits Abschnitte evaluiert werden, bei welchen aufgrund der unmittelbar an der Dünnern befindenden Infrastruktur die Hochwassersicherheit im Vordergrund steht und die ökologische Aufwertung nur eingeschränkt umgesetzt werden kann (Restriktionen, fehlender Raum). Dabei handelt es sich hauptsächlich um die Siedlungsgebiete von Oensingen, Oberbuchsiten, Egerkingen, Hägendorf, Kappel, Wangen bei Olten sowie Olten.

Schritt 2:

In einem nächsten Schritt wurden verschiedene charakteristische Böschungstypen definiert, mit welchen die Auswirkungen der ökologischen Aufwertungsmassnahmen auf die hydraulischen Gegebenheiten berücksichtigt werden können (vgl. Tabelle 22). In Abbildung 47 sind die Auswirkungen dreier verschiedener Böschungstypen auf die Gerinnegeometrie bei gleichbleibender Wasserspiegellage des HQ_{100} beispielhaft dargestellt

Tabelle 22: Verwendete charakteristische Böschungstypen für den hydraulischen Nachweis des Projektzustands. Die daraus abgeleiteten Normativen der Böschungen werden in Kapitel 8.1 beschrieben.

Nr.	Neigung	Beschrieb	Böschungsrauigkeit
1	1:2	Abgeflachtes Ufer mit neuer Böschungsgestaltung	$18 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
2	1:4	Flachufer mit neuer Böschungsgestaltung	$18 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
3	1:1, 2:3	Biberfreundliche Profil mit neuer Böschungsgestaltung	$18 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
4	2:3	Neigung gleich wie im Ist-Zustand mit neuer Böschungsgestaltung	$18 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
5	2:3	Neigung gleich wie im Ist-Zustand mit Instandstellung der Ufersicherung	$25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
6	1:1	Steilufer mit Blocksatz	$30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
7	~1:10	Ufermauer	$45 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

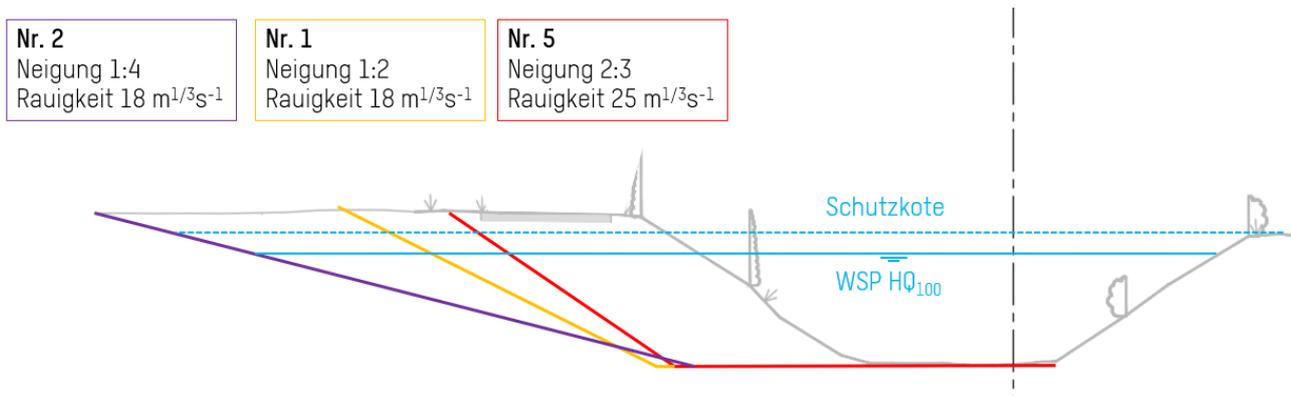


Abbildung 47: Beispielhafte Darstellung der Auswirkungen verschiedener Böschungstypen auf die Gerinnegeometrie bei gleichbleibender Wasserspiegellage des HQ₁₀₀.

Ein Rauigkeitsbeiwert von $18 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ für die Böschungsvegetation stellt eine konservative Annahme dar und berücksichtigt eine ökologisch wertvolle Entwicklung der Vegetation (Zulassen von grösseren Gehölzgruppen). Weiter kann der Unterhalt minimiert werden und Eingriffe sind seltener nötig. Zudem werden mit diesem Rauigkeitsbeiwert hydraulische Verluste bei Buschgruppen durch Wirbelbildung mit intensivem Massen- und Impulsaustausch zwischen dem durchströmten Bereich des Profils und der mit Vegetation belegten Zone berücksichtigt [8].

Schritt 3:

Abschliessend wurden die aus ökologischer Sicht geforderten Böschungstypen innerhalb des Projektperimeters unter Berücksichtigung der Erkenntnisse des ersten Schrittes verortet. Dieser Zustand wurde in das hydraulische Staukurvenmodell übertragen und auf die Hochwassersicherheit geprüft.

Bei der hydraulischen Modellierung wurde für die Sohle der gleiche Rauigkeitsbeiwert wie im Ist-Zustand berücksichtigt ($33 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$). Als Kompensation für die Erhöhung der Sohlenrauigkeit durch Strukturelemente (vgl. Normalien in Kapitel 8.1) wurde die Nieder- und Mittelwasserrinne als nicht abflusswirksam berücksichtigt (vgl. Abbildung 48).

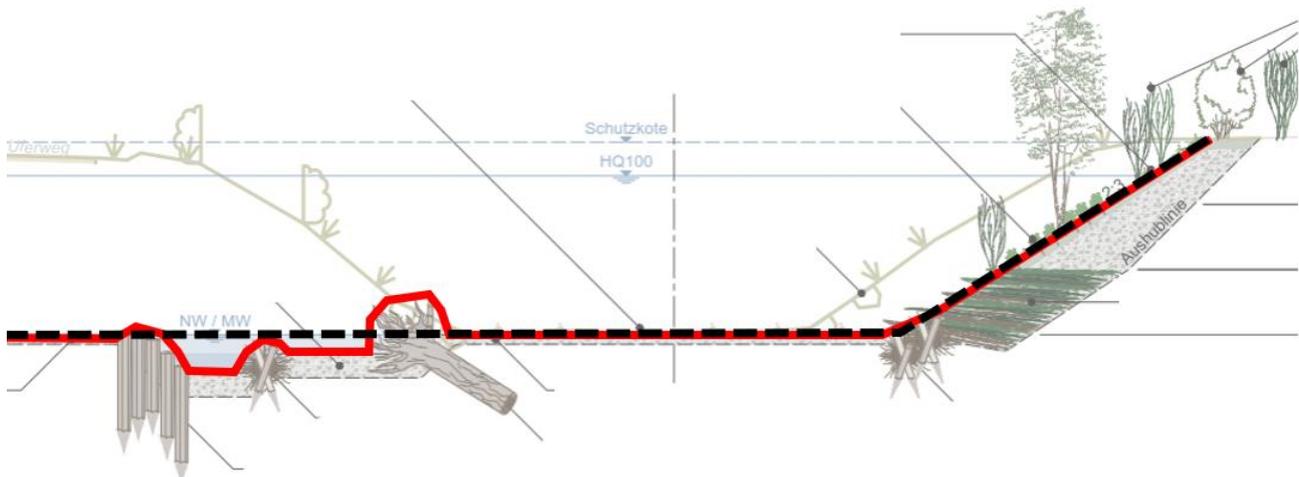


Abbildung 48: Vergleich der projektierten Gerinnegeometrie (rot) mit dem im hydraulischen Modell berücksichtigten Querprofil (schwarz gestrichelt)

In Abschnitten, wo die Hochwassersicherheit nach der Staukurvenberechnung mit dem gewählten Böschungstyp nicht gegeben war (erforderliche Schutzkote wird mit dem verfügbaren Raumangebot nicht eingehalten), wurden die ökologischen Ansprüche zurückgestuft und das Gerinneprofil entsprechend den Anforderungen des Hochwasserschutzes angepasst. So wurde beispielsweise eine aus ökologischer Sicht wertvollere und gewünschte Uferabflachung mit Gerinneverbreiterung nicht berücksichtigt, sondern eine weniger raumbeanspruchende 2:3 Böschung wie im heutigen Zustand vorgesehen. Die Resultate der hydraulischen Berechnungen des Projektzustands finden sich im Anhang A.2.

Vorgaben Ökologie

Die ökologischen Aufwertungsmassnahmen von Wasserbauprojekten (insbesondere Hochwasserschutzprojekte) müssen die Anforderungen gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG) erfüllen. So muss bei Eingriffen in ein Gewässer dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden.

Das angewandte Vorgehen und der Nachweis, dass die Anforderungen gemäss Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG erfüllt sind, werden in der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» erläutert. Eine kurze Zusammenfassung findet sich im Kapitel 5.

7.4 Ufergestaltung

Nach Festlegung der Gerinnegeometrie wurde untersucht, ob zusätzliche Böschungssicherungen notwendig sind, um die Böschungstabilität zu gewährleisten. Dazu wurden basierend auf dem 1D-Staukurvenmodell die Böschungsschubspannungen⁸ ermittelt und mit vorhandenen Literaturgrenzwerten verschiedener Ufersicherungen verglichen (vgl. Tabelle 23 und Abbildung 49). Um einen Eindruck der tolerierbaren Böschungsschubspannungen zu erhalten (vgl. vorhandene Belastungstoleranz in Abbildung 49), wurde den Böschungen des Projektzustands der naheliegendste Typ (Rasen, Weiden/Erlen, Weidenspreitlage, Steinsatz) gemäss den verorteten Böschungsnormalien (vgl. Kapitel 8.1) zugeordnet. Die dargestellten Ergebnisse in der Abbildung 49 geben einen Hinweis, auf welche Abschnitte hinsichtlich Böschungsbeanspruchung besonderes Augenmerk zu legen ist (wenn die berechnete Böschungsschubspannung über der vorhandenen Belastungstoleranz liegt). In diesen Bereichen werden zusätzliche Böschungssicherungen mit ingenieurbio-ologischen Massnahmen vorgesehen (vgl. Kapitel 8.1).

Entlang von Einbaustrukturen müssen ggf. lokal erhöhte Uferbefestigungsmassnahmen ergriffen werden, um insbesondere bei kleinen Hochwasserereignissen eine ausreichende Böschungstabilität infolge Sekundärströmungen zu erzielen. Die Verortung dieser Massnahme hängt einerseits von der konkreten Anordnung der Strukturelemente ab und andererseits vom Risiko bei einem allfälligen Versagen der Böschungstabilität. Diese Thematik muss auf Stufe Bauprojekt im Detail behandelt werden.

Tabelle 23: Zulässige Grenzwerte der Schubspannung für unterschiedliche Uferbautypen [8] mit Ergänzung des BMU.

Typ	Grenzwert Schubspannung (N/m ²)
junger bis gut verwachsener Rasen (etablierte Wiese)	50 – 80 (100)
Wurzelwerk von Weiden und Erlen (jung)	100 – 140
Weidenspreitlage	150 – 300
grober Steinsatz	200 – 300
BMU (biogener maschineller Uferschutz)	150 – 250

⁸ Maximale Böschungsschubspannung $\tau_B = 0.77 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot J$ gemäss [8]. Dieser Ansatz ist konservativ für Verhältnisse der Sohlenbreite zur Abflusstiefe < 5 .

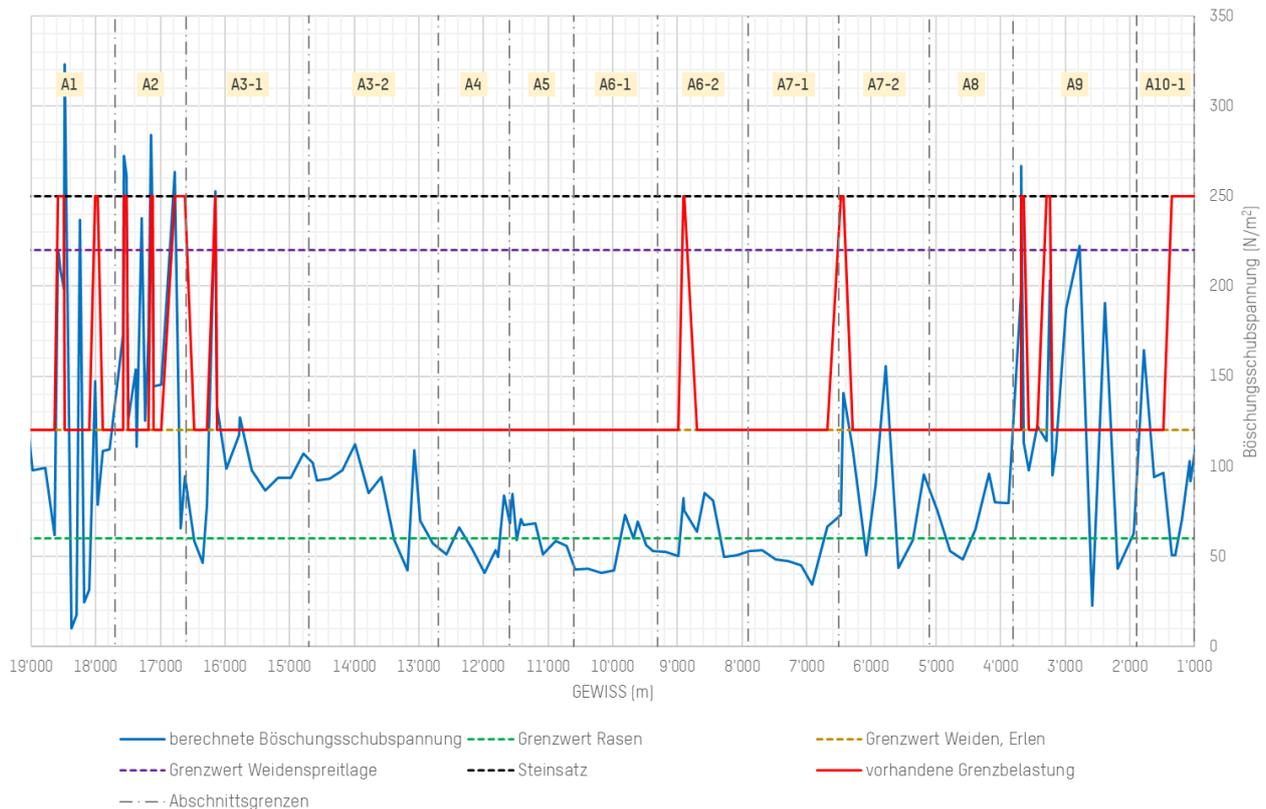


Abbildung 49: Vergleich der vorhandenen Böschungsschubspannungen des Projektzustands (basierend auf den Resultaten des 1D-Staukurvenmodells) mit Literaturgrenzwerten verschiedener Böschungssicherungen. Hohen Belastungstoleranzen (rot) sind Bereiche vorhanden, wo eine Ufergestaltung mit Blocksatz vorgesehen ist. Es gilt zu beachten, dass die Blocksätze primär zur Absenkung der Wasserspiegellagen und zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit vorgesehen sind. Der Peak bei GEWISS 9'000 ist auf den Durchlass in Egerkingen zurückzuführen. Der Abschnitt 10-2 wurde nicht berücksichtigt, da beim betonierten Kanal in Olten keine Probleme mit Uferstabilitäten zu erwarten sind.

Als Massnahme in der Sohle sind Trichterbuhnen vorgesehen, um die Strömungskraft auf die Ufer zu reduzieren (vgl. Kapitel 8.1.6). Die Belastung der Ufer reduziert sich dadurch um 30 % auf einer wirksamen Länge von gut 40 m je eingebautem Element. Durch den Einsatz solcher Elemente kann der Uferverbau entsprechend reduziert werden. Gute Erfahrungen dazu sind einerseits in der Literatur beschrieben und andererseits in Feldversuchen bestätigt worden [15]. Es ist zu beachten, dass die Erfahrung mit ingenieurbioologischen Uferverbauungen klar aufzeigt, dass die Belastungswerte aus der Literatur sehr konservativ angesetzt sind und in der Praxis grösseren Belastungen standgehalten werden kann. Weiter beziehen sich die Literaturwerte meist auf den Zustand direkt nach dem Bau. Mit der zeitlichen Entwicklung der Vegetation (Verwurzelung) gewinnen die Verbauungen deutlich an Stabilität. Ein weiterer Faktor, welcher oft nicht beachtet wird, ist die zusätzlich stabilisierende Wirkung von vielfältig kombinierten Wurzelwerken in einem Verbauungstyp. Wird also bei der Massnahmenkonzeption eine möglichst grosse Pflanzenvielfalt berücksichtigt (unter Beachtung der ingenieurbioologischen Wirkung der Wurzeltypen - im Gegensatz zum Einsatz von nur einer Pflanzenart), kann die Widerstandsfähigkeit zusätzlich erhöht werden. Weiter wurde der Effekt der abnehmenden Uferbelastung mit abnehmender Wassertiefe beachtet. So ist die Ufergestaltung im Grundsatz in der Höhe (Wassertiefe) in drei Sektoren aufgeteilt (unterstes, mittleres und oberstes Drittel) und entsprechend abgestuft geplant.

Hinweise:

Mit den berechneten Böschungsschubspannungen basierend auf den Resultaten des 1D-Staukurvenmodells können nicht alle relevanten Strömungseigenschaften erfasst werden (z.B. erhöhte Beanspruchung in Aussenkurven, bei Verengungstrichter oder lokal bei Strukturierungsmassnahmen). Die oben erläuterten Wirkungen der Böschungssicherungen wurden bei der Erarbeitung der Böschungsnormalien (vgl. Kapitel 8.1) berücksichtigt. Auf der aktuellen Planungsstufe wird die Ufergestaltung auf hoher Flugebene verortet. Sobald die genaue Lage der Strukturelemente auf Stufe Bauprojekt bekannt ist, muss die Ufergestaltung unter Berücksichtigung der hydraulischen Strömungsverhältnisse im Detail geplant werden, so dass die Böschungsstabilität gewährleistet werden kann.

7.5 Sohlensicherung

Im heutigen Zustand befinden sich zwischen der oberen Perimetergrenze (Balsthal-Oensingen) und dem Durchlass in Egerkingen rund alle 100 m eine Sohlenschwelle, welche gemäss [31] neben fischereitechnischen Gründen auch der Sohlenstabilisierung und dem Erosionsschutz dient. Durch den Umbau des Geschiebesammlers in Oensingen zu einer grossräumigen Aufweitung (Hot-Spot Naherholung «Äussere Klus»), kann der Geschiebetrieb der Dünnern teilweise reaktiviert werden (vgl. Kapitel 7.6). Um möglichen ungewollten Sohlenveränderungen entgegenzuwirken, sind folgende Massnahmen vorgesehen:

1. Erhalt von Sohlenfixpunkten

Die grösseren Sohlenschwellen (vgl. Tabelle 6 in Kapitel 3.7.1) werden zur Gewährleistung der Längsvernetzung mit fischgängigen Blockrampen ersetzt, welche nach wie vor als Sohlenfixpunkte dienen und somit zum Erosionsschutz beitragen.

2. Flächige Sohlensicherung

Bei den Brücken B55 äussere Klus (Abschnitt A1) und den SBB Brücken B23 bis B24 (Abschnitt A7-2) ist aufgrund des erhöhten Sohlengefälles und zur Sicherung der Brückenfundamente ein flächiger Erosionsschutz (mit ausgestalteter Niederwasserrinne) vorgesehen.

Im steilen Bereich am Ende des revitalisierten Abschnittes (Abschnitt 10-1) wurde bereits eine flächige Sohlensicherung erstellt. Diese wird bis zum Steg Ghleidweg (B13) mit einer ausgestalteten Niederwasserrinne erweitert.

3. Punktuelle Sohlensicherung

Von der oberen Perimetergrenze bis zum Durchlass in Egerkingen werden die Sohlenschwellen zurückgebaut. Zur Behebung der Erosionsgefahr werden punktuelle Sohlensicherungen in Form von «Instream River Training» (IRT) Strukturen erstellt (vgl. Kapitel 8.1.6), mit welchen auch die Nieder- und Mittelwasserrinne fixiert werden kann.

Die Abstände der Sohlensicherungen werden dabei in Abhängigkeit des Längsgefälles des Projektzustandes und des Gleichgewichtsgefälles⁹ hergeleitet (vgl. Abbildung 50). Um die aquatische Längsvernetzung zu gewährleisten, sind die Absturzhöhen bei den Sohlensicherungen nicht grösser als 0.25 m und sohlenstabilisierenden Strukturen werden fischgängig ausgestaltet. Unter der Annahme, dass sich zwischen den Sohlensicherungen langfristig das Gleichgewichtsgefälle einstellen wird, sind folgende Abstände zu berücksichtigen:

- | | | |
|--------------------------|-------|--|
| - Abschnitte A1 und A2: | 80 m | ($J_{\text{Projekt}} \approx 0.5 \%$, $J_{\text{Gleichgewicht}} \approx 0.1 - 0.2 \%$) |
| - Abschnitt A3: | 110 m | ($J_{\text{Projekt}} \approx 0.4 \%$, $J_{\text{Gleichgewicht}} \approx 0.1 - 0.2 \%$) |
| - Abschnitte A4 bis A6-1 | 250 m | ($J_{\text{Projekt}} \approx 0.25 \%$, $J_{\text{Gleichgewicht}} \approx 0.1 - 0.2 \%$) |

In dem flachen Abschnitt A6-1 bis A9 unterstrom des Durchlasses in Egerkingen sind keine zusätzlichen Sohlensicherungen notwendig. Im wiederum etwas steileren Abschnitt A10-1 werden erneut punktuelle Sohlensicherungen mit folgendem Abstand vorgesehen:

- | | | |
|---------------------|------|---|
| - Abschnitte A10-1: | 80 m | ($J_{\text{Projekt}} \approx 0.5 \%$, $J_{\text{Gleichgewicht}} \approx 0.1 - 0.2 \%$) |
|---------------------|------|---|

Im Abschnitt A10-2 fliesst die Dünnern in einem Betonkanal durch Olten, Sohlenerosionen können somit ausgeschlossen werden.

⁹ Das Gleichgewichtsgefälle wurde mit der Transportkapazitätsformel von Meyer-Peter-Müller berechnet und entspricht dem Gefälle, bei welchem der mittlere Korndurchmesser nicht mehr weitertransportiert wird.

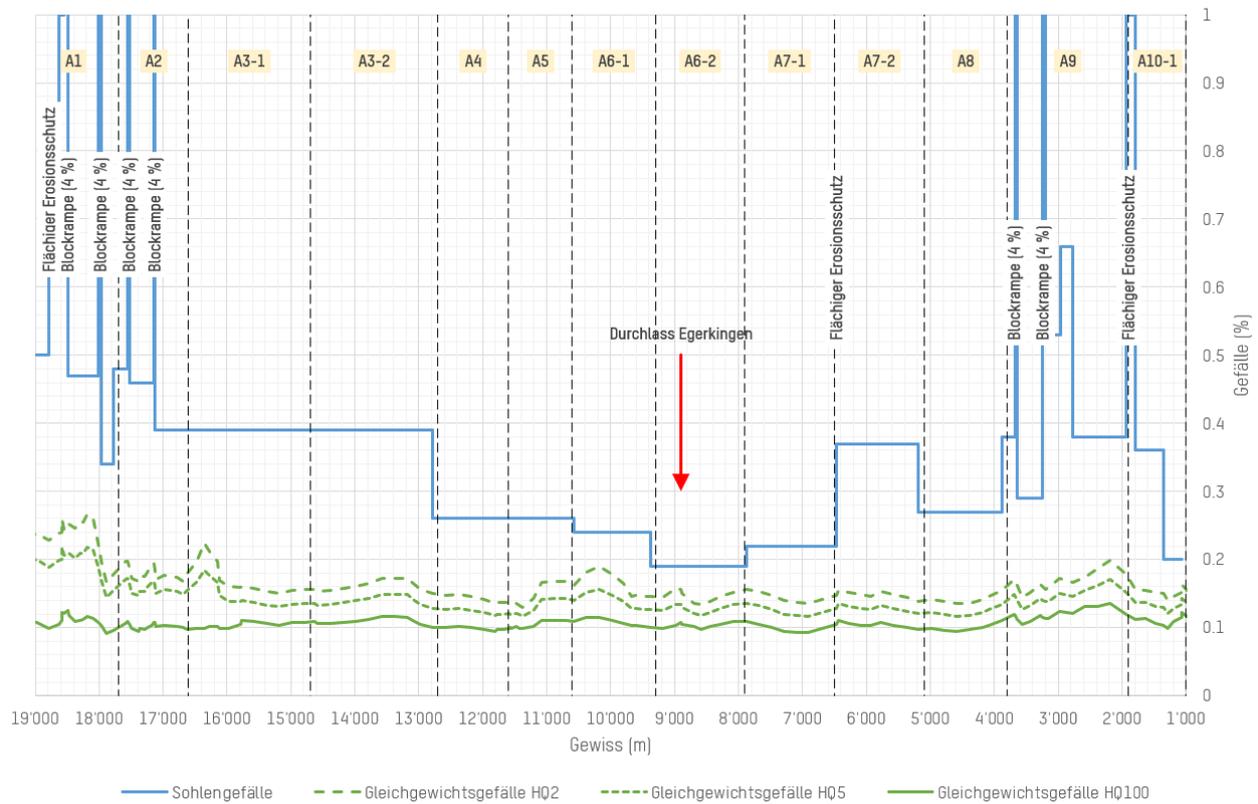


Abbildung 50: Vergleich des projektieren Sohlengefälles mit den Gleichgewichtsgefällen beim HQ₂, HQ₅ und HQ₁₀₀. Der Abschnitt 10-2 wurde nicht berücksichtigt, da beim betonierten Kanal in Olten keine Probleme mit Sohlenerosionen zu erwarten sind.

7.6 Umgestaltung Geschiebesammler Oensingen

Durch den Geschiebesammler in Oensingen (Km 18.3, Abschnitt A1) wird der Geschiebetrieb innerhalb des Projektperimeters stark beeinträchtigt. Im Rahmen des vorliegenden Projekts soll der Geschiebetransport nach Massgabe von Art. 43a GSchG reaktiviert werden.

In [36] wurde mit Hilfe eines morphodynamischen Modells ermittelt, wie sich eine Aufhebung des Geschiebesammlers auf die Sohlenlage auswirkt. Dazu wurden verschiedene Szenarien - einerseits für den Ist-Zustand und andererseits für einen Zustand mit verbreitertem Gerinne - analysiert (Betrachtungsperiode von 20 Jahren). Die Resultate zeigen, dass bei beiden Zuständen ein bedeutender Teil des Geschiebes bis in die Aare transportiert werden kann. Mit Ablagerungen (0.3 – 0.5 m) muss vor allem im flachen Abschnitt im Bereich des Durchlasses in Egerkingen gerechnet werden. Der modellierte Geschiebeeintrag über 20 Jahre beträgt rund 20'000 m³, die Ablagerungsvolumina je nach Szenario 500 bis 7'700 m³, das restliche Geschiebe wird bis in die Aare transportiert.

Zusätzlich wurde ein Szenario mit einem HQ₁₀₀ simuliert. Die Resultate zeigten, dass die Ablagerungsvolumina und -mächtigkeiten durch das Hochwasserereignis nur unwesentlich beeinflusst werden.

Im vorliegenden Projekt ist vorgesehen, dass der Geschiebesammler in Oensingen rückgebaut und durch eine rund 500 m lange, grossräumige Aufweitung (Hot-Spot Naherholung «Äussere Klus») ersetzt wird (vgl. Abbildung 51). Durch die Aufweitung soll einerseits dem Gewässer mehr Raum für morphologische Eigendynamik gegeben und andererseits eine natürliche Dosierung des transportierten Geschiebes erzielt werden, so dass in den flachen Abschnitten im Unterlauf keine Probleme durch Auflandungen entstehen.

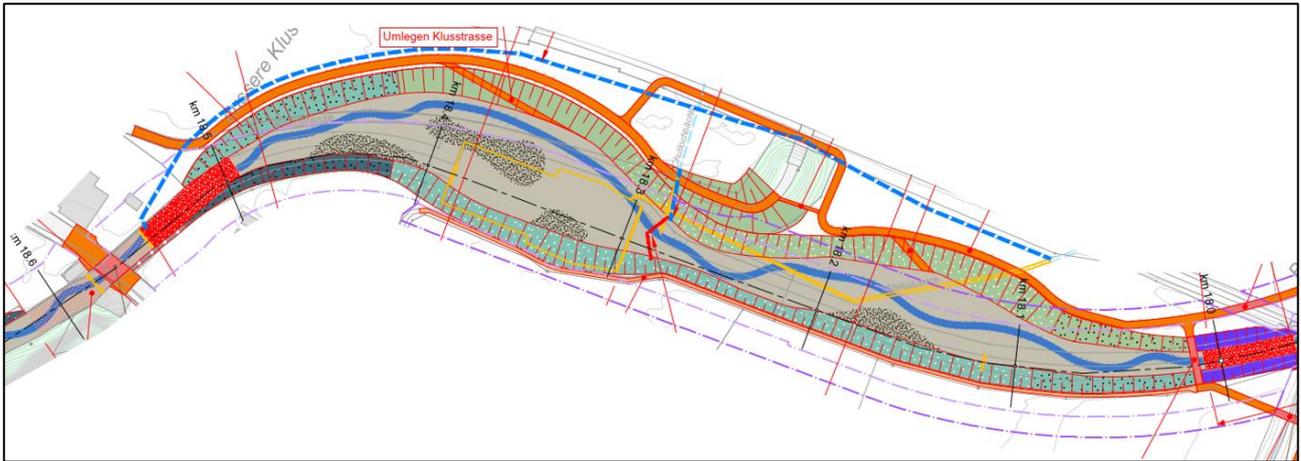


Abbildung 51: Ersatz des Geschiebesammlers in Oensingen (Hellorange) mit einer grossräumigen Aufweitung (Hot-Spot «Äussere Klus»).

Die Auswirkungen der Aufweitung auf den Geschiebetransport wurde mit Hilfe von Geschiebetransportkapazitätsberechnungen (Formel nach Meyer-Peter-Müller) untersucht. Dazu wurden die Transportkapazitäten anhand ausgewählter Querprofile (vgl. Tabelle 24, Abbildung 52) für den Ist- und den Projektzustand (Zustand nach Projektende) berechnet. Die Wahl der Querprofile wird wie folgt begründet:

- QP 18'780 Abschätzung des potenziellen Geschiebeeintrags vom Oberwasser in die Aufweitung
- QP 18'181 Abschätzung, wie viel Geschiebe durch die Aufweitung transportiert werden kann
- QP 15'582 Abschätzung, wie viel Geschiebe im flacheren Abschnitt in Oensingen transportiert werden kann
- QP 9'807 Abschätzung, wie viel Geschiebe im Abschnitt mit minimalem Sohlgefälle in Egerkingen transportiert werden kann

Die Berechnungen der Geschiebetransportkapazitäten wurden für die Abflussspitzen des HQ_2 , HQ_5 und des HQ_{100} durchgeführt. Bei der geplanten Aufweitung (QP 18'181) wurde die Transportkapazität in Abhängigkeit der Sohlenbreite berechnet (Abbildung 53). Als mittlerer Korndurchmesser wurde $d_m = 2.75$ cm verwendet (entspricht dem Mittelwert der verschiedenen Szenarien in [36]).

Tabelle 24: Parameter der für die Geschiebetransportkapazitätsberechnungen berücksichtigten Querprofile.

QP	Beschrieb	Gefälle Projekt ¹⁾ (%)	Sohlenbreite Ist (m)	Sohlenbreite Projekt (m)
18'780	Oberhalb Aufweitung	0.52	10	15
18'181	Aufweitung	0.47	heutiger Geschiebesammler	Variabel
15'582	Unterhalb Entlastung Dünnerngrube	0.40	6	10
9'807	Abschnitt oberstrom Durchlass Egerkingen	0.25	7	13

¹⁾ Um die maximale Transportkapazität zu berechnen, wurde das Bruttogefälle (ohne Berücksichtigung von Schwellen) verwendet. Dieses Gefälle kann erreicht werden, wenn sich die Sohle zwischen den Schwellen verfüllt.

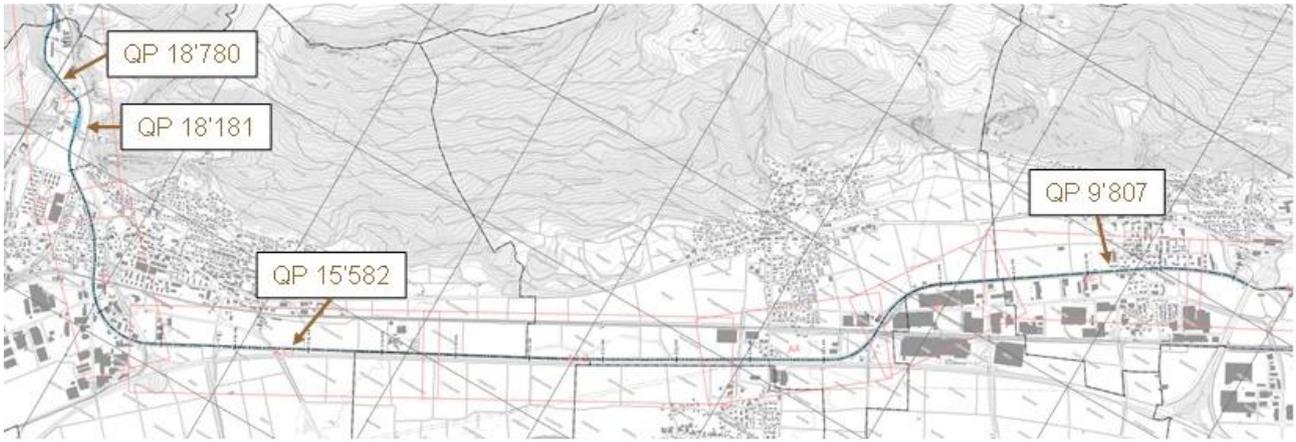


Abbildung 52: Übersicht der berücksichtigten Querprofile der Geschiebetransportkapazitätsberechnungen.

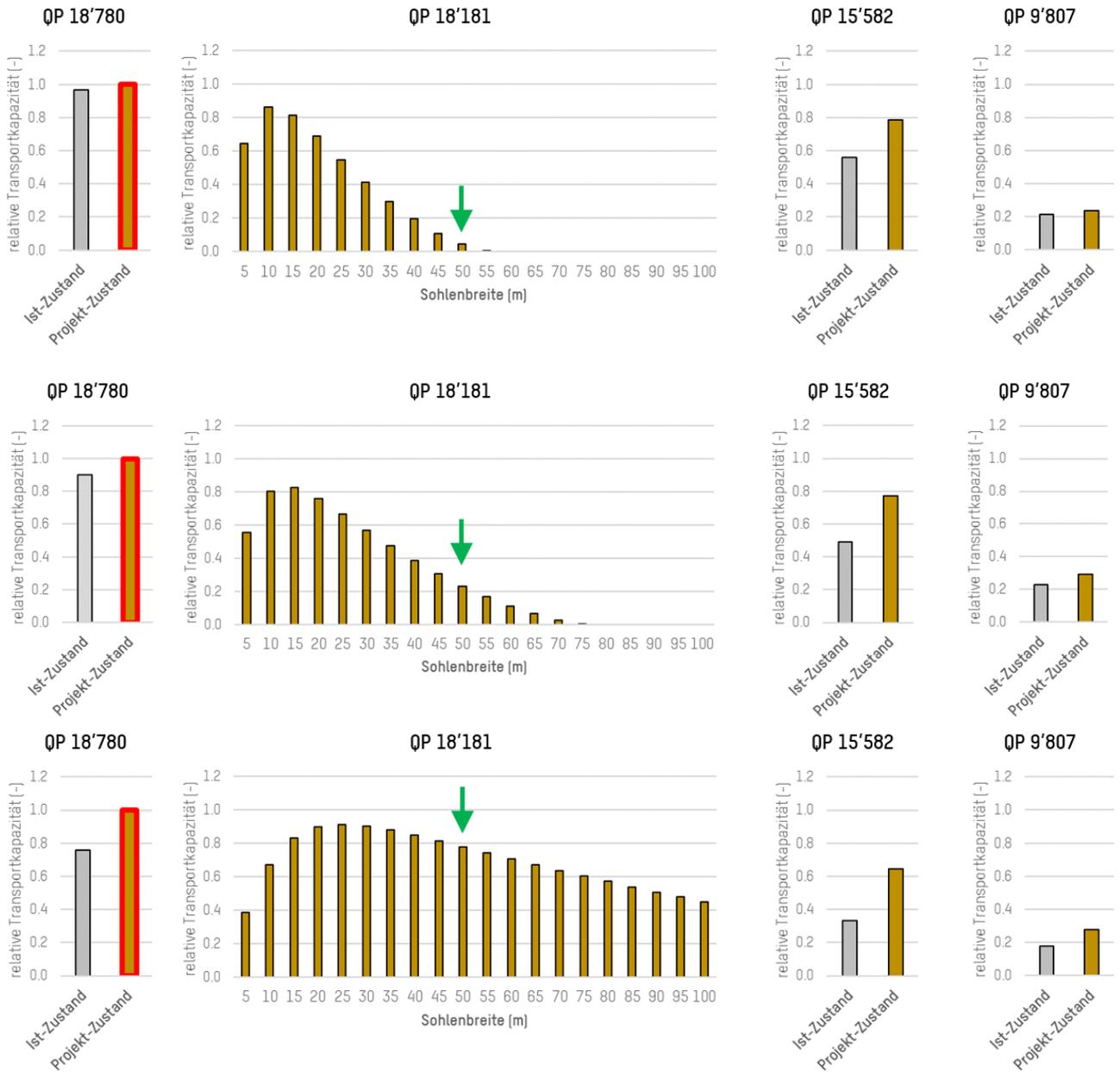


Abbildung 53: Berechnete relative Geschiebetransportkapazitäten des Ist- und des Projektzustands. Als Referenz wird jeweils die Transportkapazität des Projektzustands beim QP 18'780 verwendet (rot umrandet). Der grüne Pfeil zeigt die projektierte Sohlenbreite in der Aufwertung. Oben: HQ₂, Mitte: HQ₅, unten: HQ₁₀₀

Aus den Resultaten in Abbildung 53 lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Durch das verbreiterte Gerinne im Projektzustand wird die Transportkapazität unterhalb des heutigen Geschiebesammlers erhöht (ausgenommen sind die Aufweitungen in den vier Hot-Spots).
- Der flache Abschnitt in Egerkingen (QP 9'807) bestimmt massgeblich, wie viel Geschiebe die Dünnern bis in die Aare transportieren kann (geringste Geschiebetransportkapazität). Dies deckt sich mit den Resultaten der morphodynamischen Modellierungen in [36].
- Im Hot-Spot «Äussere Klus» ist aufgrund der grossen Gerinneverbreiterung eine geringere Transportkapazität vorhanden und die gewünschte Dosierung des Geschiebes kann erzielt werden.
- Bei kleineren Hochwassern (Grössenordnung HQ_5) kann Geschiebe, welches durch die Aufweitung in Oensingen transportiert oder in dieser mobilisiert wird, bis in die Aare transportiert werden (Die Geschiebetransportkapazitäten in den flacheren Abschnitten bei QP 15'582 und QP 9'807 sind grösser als in der Aufweitung «Äussere Klus» bei QP 18'181).
- Bei grösseren Hochwassern (Grössenordnung ab HQ_{20}) muss davon ausgegangen werden, dass nicht alles Geschiebe, welches durch die Aufweitung in Oensingen transportiert oder in dieser mobilisiert wird, bis in die Aare transportiert werden kann (Die Geschiebetransportkapazitäten in den flacheren Abschnitten bei QP 15'582 und QP 9'807 sind kleiner als in der Aufweitung «Äussere Klus» bei QP 18'181). Die Modellierungen in [36] zeigen jedoch, dass die maximal erwarteten Mächtigkeiten der Auflandungen klein ausfallen (0.4 – 0.5 m) und die Hochwassersicherheit nicht gefährden sollten. Bei der Definition des Freibordes wurde eine entsprechende Unsicherheit der Sohlenlage berücksichtigt (vgl. Kapitel 4.3).
- Es ist zu erwarten, dass sich potenzielle Auflandungen durch Hochwasser hauptsächlich auf die weiteren, unterstrom liegenden Hot-Spots Neumatten (Abschnitt 3-2), Grossmatt (Abschnitt 7-2) und Chrummatt (Abschnitt 9) beschränken und dort ggf. lokal entfernt werden müssen. Sohlenausbaggerungen auf längeren Abschnitten werden nicht nötig sein.

Durch die Geschiebedosierung wird die Sohle in der Aufweitung im Laufe der Zeit auflanden (Geschiebeeintrag > Geschiebeaustrag). Ohne die Hochwassersicherheit zu gefährden können im Bereich oberhalb des Schwemmholzrechen Auflandungen mit einer Mächtigkeit von ca. 0.8 m toleriert werden. Bei einer jährlichen Geschiebefracht von 200 m^3 pro Jahr (vgl. Kapitel 3.7.5) und unter der konservativen Annahme, dass kein Geschiebe durch die Aufweitung transportiert wird und dieses oberhalb des Schwemmholzrechens liegen bleibt (vgl. Kapitel 7.7) muss ca. alle 20 bis 30 Jahre Geschiebe aus der Aufweitung entnommen werden. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass Geschiebeentnahmen nach Projektrealisierung seltener notwendig sind; der heutige Geschiebesammler muss rund alle 10 Jahre entleert werden.

Zum Ausbaggern und Entfernen von Geschiebeablagerungen in der Aufweitung werden zwei neue Zufahrtsrampen erstellt.

Im heutigen Zustand weist die Dünnern ein Geschiebedefizit auf, da die Geschiebeverfügbarkeit innerhalb des Projektperimeters massgeblich durch oberstrom liegende Geschiebesammler beeinflusst wird (vgl. Abbildung 54).

Bei einer zukünftigen Sanierung des Geschiebehaushalts oberhalb des Projektperimeters ist mit einer grösseren Geschiebeverfügbarkeit zu rechnen. Da bei den oben erläuterten Berechnungen des Geschiebetransportes die Transportkapazität (oberes Limit des möglichen Geschiebetransports) berücksichtigt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die beabsichtigte Geschiebedosierung im Hot-Spot «Äussere Klus» nach wie vor funktioniert und keine massgebliche Verschärfung der Auflandungsproblematik im Unterlauf auftritt. Allerdings muss auch davon ausgegangen werden, dass zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit häufigere Kiesentnahmen im Hot-Spot «äussere Klus» notwendig sind.

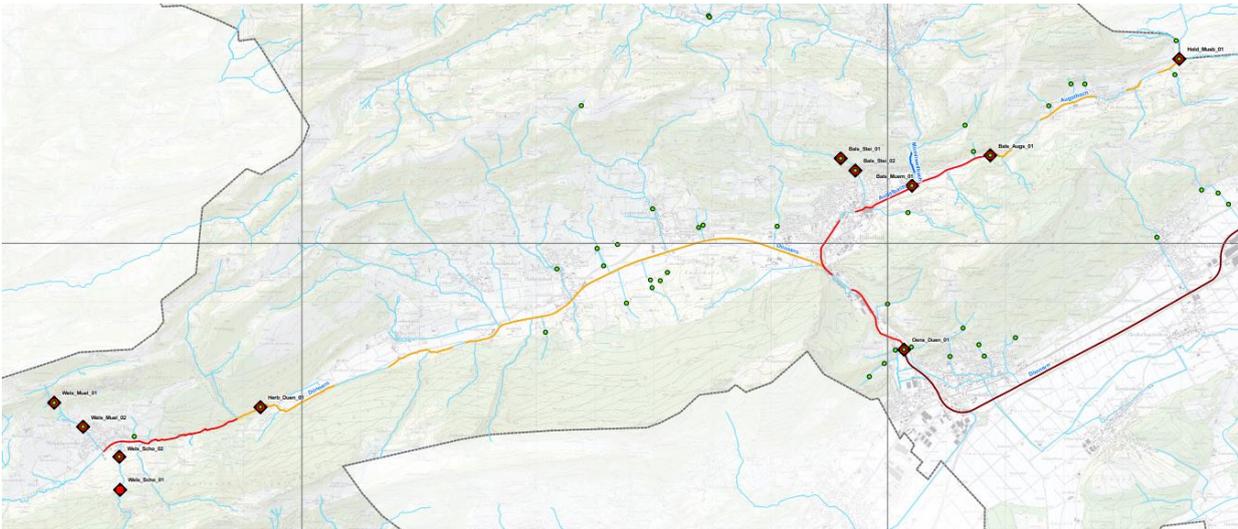


Abbildung 54: Anlagen mit wesentlicher Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes [Entnommen aus [31]].

Hinweis:

Mit den berechneten Transportkapazitäten (als oberes Limit des Geschiebetransports) kann gezeigt werden, dass die Auflandungen sich mehrheitlich auf die grossräumige Aufweitung im Bereich des Geschiebesammlers (Abschnitt 1) beschränken lassen und es ist davon auszugehen, dass die beabsichtigte Geschiebedosierung (abgesehen von Hochwasserereignissen > HQ_s) funktioniert. Bei grösseren Hochwasserereignissen können periodisch grössere Geschiebemengen ausgetragen werden, welche die Geschiebezufuhr des Unterlaufs gewährleisten.

Um potenzielle Sohlenerosionen (trotz des reaktivierten Geschiebetriebs) unterhalb der Aufweitung zu vermeiden, werden vorsorglich Sohlensicherungen vorgesehen (vgl. Kapitel. 7.5).

Die zeitliche Entwicklung der Auflandungen im Hot-Spot «Äussere Klus» hängt stark von den zukünftigen Abflüssen und Hochwasserereignissen ab. Zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit wird empfohlen, bei der Ausarbeitung des Bauprojekts ein **Geschiebewirtschaftungskonzept** zu erarbeiten. Dieses sollte die Überwachung der Sohlenlage im Hot-Spot «äussere Klus» sowie an ausgewählten Stellen im Gerinne zwischen Oensingen und Egerkingen beinhalten, damit Sohlenauflandungen rechtzeitig erkannt und Ausbaggerungen ausgelöst werden können.

Weiterführende Informationen können der Berichtbeilage 805 « Geschiebepapier» entnommen werden.

7.7 Schwemmholzurückhalt

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurde beschlossen, dass ein Schwemmholzurückhalt in der Nähe des oberen Perimetergrenze berücksichtigt werden soll. Dies bringt den Vorteil, dass bei Brücken mit einem reduzierten Freibord gerechnet werden kann (vgl. Kapitel 4.3). Als Konsequenz reduzieren sich die notwendigen Massnahmen bei den Brücken (geringere Gerinneaufweitung oder geringere Anhebung der Brücken). Zudem kann die Betriebssicherheit des Entlastungssystems durch einen Schwemmholzurückhalt massgeblich erhöht werden.

Als geeigneter Standort empfiehlt sich die geplante Aufweitung im Bereich des Geschiebesammlers in Oensingen (vgl. Kapitel 7.6). Einerseits befindet sich der Schwemmholzurückhalt nahe an der oberen Perimetergrenze und andererseits bietet die Aufweitung genügend Volumen für das Schwemmholz.

Es wurden drei mögliche Varianten für einen Schwemmholzurückhalt im Bereich der Aufweitung betrachtet (vgl. Abbildung 55):

- V1: seitlicher Schwemmholzrechen beim Beginn der Aufweitung
- V2: V-förmiger Schwemmholzrechen in der Mitte der Aufweitung
- V3: V-förmiger Schwemmholzrechen am Ende der Aufweitung

Es wurde entschieden, die Variante V2 weiterzuverfolgen. Dies mit folgenden Begründungen:

- Bei der Variante V1 ist ein langer Rechen notwendig, was hohe Baukosten verursacht. Zudem wird eine eigendynamische morphologische Sohlengestaltung stark eingeschränkt.
- Bei Variante V3 ist ein kurzer Schwemmholzrechen oberhalb der Sohlenrampe vorgesehen. Bei dieser Variante kann aufgrund des Aufstaus durch den Schwemmholzteppich die Hochwassersicherheit nicht gewährleistet werden.

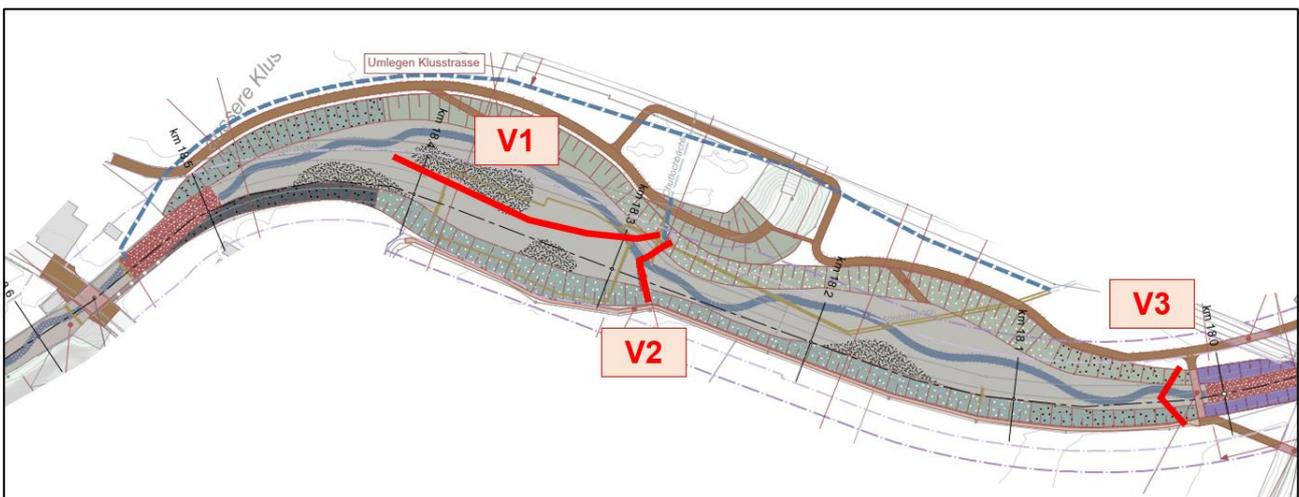


Abbildung 55: Untersuchte Varianten/Standorte für einen Schwemmholzurückhalt in der geplanten Aufweitung im Bereich des heutigen Geschiebesammlers in Oensingen.

Basierend auf den Erkenntnissen in [1] wird ein V-förmiger Schwemmholzrechen empfohlen. Erfahrungen aus umgesetzten Projekten und Modellversuchen mit V-förmigen Schwemmholzrechen haben gezeigt, dass Schwemmholz damit in Form eines langezogen Teppichs und nicht als auftürmender Holzhaufen zurückgehalten werden kann. Dies bietet grosse Sicherheit gegen ein Ausbrechen der Holzansammlung. Durch die V-förmige Anordnung entsteht eine verlängerte Linie, auf welcher das zuströmende Wasser aus der Holzansammlung austreten kann, was sich positiv auf den Aufstau/Rückstau auswirkt. Zudem wird das abfliessende Wasser in die Gerinnemitte gelenkt, wodurch die Ufer besser vor Erosion geschützt werden. Ein Beispiel eines V-förmigen Schwemmholzrechens ist in Abbildung 56 ersichtlich. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass der Schwemmholzurückhalt im Hochwasserfall gleichzeitig als Geschieberückhalt dient. Der geplante Schwemmholzrechen ist etwa bei km 18.26 vorgesehen, da dort die Aufweitung aufgrund der Zufahrtsrampe der Autobrücke Klusstrasse eingeschränkt ist. Damit zurückgehaltenes Schwemmgut im Ereignisfall entfernt werden kann, wird oberhalb des Rechens eine neue Zufahrtsrampe in das aufgeweitete Gerinne der Dünnern geführt.

Im Rahmen einer ersten Grobdimensionierung nach [1],[2] wird von folgenden Kenngrössen des Schwemmholzrechens ausgegangen:

- Pfahlabstand ≈ 1.5 m
- Pfahlhöhe ≈ 4.2 m
- Pfahldurchmesser ≈ 0.4 m
- Fundationstiefe ≈ 3.0 m
 - Felsuntergrund \rightarrow einbohren und ausgiessen
 - Untergrund aus Lockermaterial \rightarrow Betonfundament
- Aufstau beim HQ₁₀₀ ≈ 1.5 m



Abbildung 56: Beispiel für den Bau eines V-förmigen Schwemmholzrechens am Reidenbach in Boltigen (Emch+Berger AG Bern).

Hinweis:

Schwemmholz, welches nach grösseren Abflüssen im Gerinne liegen bleibt, bringt einen grossen ökologischen Nutzen. Auf der anderen Seite führt Schwemmholz im Hochwasserfall insbesondere bei Brücken zu einer erhöhten Hochwassergefährdung. Die anhand der Freibordbetrachtung (vgl. Kapitel 4.3) durchgeführte Interessensabwägung (Hochwasserschutz, bauliche Massnahmen an Brücken, Kosten, Ökologie) führte zum Schluss, dass ein bestmöglicher Rückhalt von Schwemmholz anzustreben ist. Um den ökologischen Mehrwert von Totholz trotzdem bestmöglich in die Planung einzubeziehen, ist die Strukturierung der Niederwasserrinne sowie die Böschungsfussicherungen mehrheitlich mit verankerten Holzigen Bauweisen vorgesehen.

Auf Stufe Bauprojekt muss der Schwemmholzrückhalt vertiefter betrachtet werden. Dies umfasst insbesondere die Definition der genauen Lage des Schwemmholzrechens, genaue Abklärungen wie der Rechen fundiert wird (inkl. Stabilitätsnachweis) und eine detaillierte Projektierung der Pfahlgeometrie sowie deren Materialisierung. Für die Kostenschätzung wird ein Betonfundament berücksichtigt.

7.8 Landwirtschaft

Die durch das Wasserbauprojekt beanspruchten landwirtschaftlichen Nutzflächen inkl. der Fruchtfolgeflächen werden abschnittsweise ermittelt und nach unterschiedlichen Beanspruchungstypen aufgeschlüsselt (siehe Kapitel 13.3). Auf Basis der bestehenden rechtlichen Grundlagen wird ein Kompensationsvorschlag (Grobkonzept) für die beanspruchten Fruchtfolgeflächen ausgearbeitet.

Durch wasserbauliche Massnahmen tangierte landwirtschaftliche Wege wurden in Absprache mit dem Amt für Landwirtschaft und nach Diskussionen im Projektteam (mit drei Landwirtschaftsvertretern) nach dem folgenden Grundsatz behandelt:

- Flurwege mit paralleler landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsrichtung zur Dünnern werden aufgehoben, sofern auf der abgewandten Seite ein Weg besteht.
- Flurwege mit senkrechter Bewirtschaftungsrichtung werden umgelegt und nicht aufgehoben.

Die im vorliegenden Projekt berücksichtigten Massnahmen sollen dabei lediglich einen ersten Vorschlag darstellen.

Kommt die geplante Landumlegung des 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) zustande, werden Themen wie die Bewirtschaftungsrichtung, respektive deren Änderungen erneut diskutiert.

Durch das Projekt werden, wo immer möglich, abgeflachte Uferböschungen realisiert, welche potenziell als zusätzliche landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) genutzt werden könnten. Der schlussendliche Entscheid über die LN-Zugehörigkeit liegt beim Amt für Landwirtschaft. Zudem beschränkt sich der Ausbau der Dünnern durch die geplanten Massnahmen auf ein Minimum und erfolgt mit Ausnahme der vier Hot-Spots strikte innerhalb des Gewässerraums.

Landwirtschaftliche Anforderungen an die Ausgestaltung der Dünnerngrube wurden zweistufig hergeleitet:

1. Mögliche Auswirkungen eines Rückhaltebeckens auf den Boden, die landwirtschaftliche Produktion und die Langzeitversuche von Agroscope wurden ermittelt und beurteilt.
2. Daraus wurden Kriterien oder Vorgaben abgeleitet, welche in die Variantenanalyse zur Detailgestaltung und in die technische Dimensionierung der Dünnerngrube einbezogen wurden.

Im Fachbericht «Dünnerngrube- Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) werden mögliche Auswirkungen anhand von Fachgrundlagen ermittelt und die Berücksichtigung in der Planung diskutiert.

7.9 Strassen/Wege

Strassen

Durch Gerinneverbreiterungen betroffene Strassen müssen ausserhalb des Gewässerraums verlegt werden. Die Breite und der Ausbaustandard der verlegten Strassen (vorwiegend asphaltierter Belag) orientieren sich am heutigen Bestand. Für die Erschliessung des Entlastungsbauwerk ist eine 4 m breite asphaltierte Strasse vorgesehen, damit die Zufahrt mit mobilen Pumpen für die Entleerung der Dünnerngrube gewährleistet werden kann.

Landwirtschaftliche Erschliessungswege

Wege, welche aufgrund der Gerinneverbreiterungen verlegt werden müssen und weiterhin der landwirtschaftlichen Erschliessung dienen, sind als Mergelwege mit einer Fahrbahnbreite von 3 m vorgesehen. Diese Wege müssen ausserhalb des Gewässerraums liegen. Bei Erschliessungswegen, welche zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit erhöht werden müssen, orientiert sich die Lage, die Wegbreite und der Deckbelag am heutigen Bestand.

Bei den neuen Mergelwegen zur Erschliessung der Dünnerngrube ist eine grössere Fahrbahnbreite von 4 m vorgesehen, da diese in der Grubenböschung liegen.

Unterhaltswege

Wege, welche aufgrund der Gerinneverbreiterungen verlegt werden müssen und zukünftig ausschliesslich dem Gewässerunterhalt dienen, sind als begrünte Schotterrasenwege mit einer Fahrbahnbreite von 3 m vorgesehen. Diese Wege dürfen innerhalb des Gewässerraums unmittelbar am Gewässerraumrand erstellt werden. Bei Unterhaltswegen, welche zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit erhöht werden müssen, orientiert sich die Lage, die Wegbreite und der Deckbelag am heutigen Bestand.

Die Unterhaltswege in der Dünnerngrube sind als Bewirtschaftungswege für die landwirtschaftliche Nutzung der Grubensohle zu verstehen. Diese sind als Mergelwege mit einer Fahrbahnbreite von 3 m vorgesehen.

7.10 Brücken

Es wurde der Grundsatz verfolgt, dass im Projektzustand die Abflussquerschnitte bei den Brücken ausreichend gross sein müssen, so dass ein HQ_{100} mit dem geforderten Freibord (vgl. Kapitel 4.3) abgeführt werden kann. Unterhalb der Entlastung bezieht sich der Grundsatz auf das gedrosselte HQ_{100} mit den reduzierten Freibordhöhen.

Lokale Sonderlösungen wie Stauschilde oder mobile Absperrungen werden grundsätzlich nicht als zufriedenstellende Massnahmen betrachtet und werden nur berücksichtigt, wenn die Verhältnismässigkeit anderer Massnahmen hinsichtlich Kosten, Raumbedarf oder Aspekten des Ortsbilds nicht gegeben ist. Ansonsten wird ein Ersatzneubau in Betracht gezogen.

Eine Ausnahme dieses Grundsatzes wurde bei den Eisenbahnbrücken gemacht. Es wurde definiert, dass ein Neubau oder eine Anhebung aufgrund der sehr hohen Kosten für die Anpassungen der Gleisanlagen nicht verhältnismässig ist. Der Zustand der bestehenden Brücken (Restlebensdauer, etc.) wurde bei der Massnahmendefinition nicht berücksichtigt. Die Massnahmen an Brücken werden in einer Übersicht in Kapitel 8.3 und detailliert im Anhang C beschrieben.

7.11 Werkleitungen

Im Projektperimeter gibt es eine Vielzahl an Werkleitungen, welche innerhalb des Gewässerraums liegen oder die Dünnern unter- oder an Brückenbauwerken überqueren. Die relevanten Werkleitungen wurden erhoben und die aufgrund der wasserbaulichen Massnahmen erforderlichen Werkleitungsumlegungen definiert. Grosse Infrastrukturen wie Regenbecken, Pumpwerke, Regenüberläufe, Unterwerke, Trafostationen, usw. werden, sofern möglich, nicht tangiert.

Verhältnismässigkeit

Bei Konfliktstellen mit den geplanten wasserbaulichen Massnahmen wurden Werkleitungsumlegungen anhand folgender Aspekte gutachterlich auf die Verhältnismässigkeit geprüft:

- **Hochwasserschutz:** Ist zur Behebung von Hochwasserschutzdefiziten eine Umlegung von Werkleitungen notwendig, wird die Verhältnismässigkeit in jedem Fall als gegeben betrachtet. Eine Ausnahme stellen die Hochdruckgasleitungen des Gasverbundes Mittelland dar.
- **Ökologischer Mehrwert:** Entsteht der Konflikt zwischen wasserbaulichen Massnahmen und Werkleitungen hauptsächlich aus ökologischer Sicht, wurde der ökologische Nutzen als Kriterium für die Verhältnismässigkeit berücksichtigt. Dabei wurden folgende Abgrenzung angewandt:
 - Liegt die betroffene Werkleitung in einem der vier definierten Hot-Spots (Naherholung oder Natur), so wird die Verhältnismässigkeit in jedem Fall als gegeben betrachtet.
 - Befinden sich ober- und unterhalb der betrachteten Konfliktstelle nur kurze Fließstrecken ohne ökologische Defizite (<250 m), wird die Verhältnismässigkeit für eine Werkleitungsumlegung als gegeben betrachtet. In diesem Fall kann durch die Werkleitungsumlegung ein massgebender ökologischer Mehrwert ermöglicht werden und der ökologische Nutzen ist hoch.
 - Befinden sich ober- und unterhalb des betrachteten Konfliktstell grössere Fließstrecken ohne ökologische Defizite (>250 m), wird die Verhältnismässigkeit für eine Werkleitungsumlegung nicht per se als gegeben betrachtet. In diesem Fall kann durch die Werkleitungsumlegung zwar ein ökologischer Mehrwert ermöglicht werden, der ökologische Nutzen ist jedoch nur mittel bis gering.
- **Zustand und Alter der Leitungen:** Je älter eine Leitung und je schlechter der Zustand ist, desto eher wird eine Umlegung als verhältnismässig eingestuft. Wo Angaben über das Alter und den Zustand von Werkleitungen vorhanden sind, wurden diese bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit berücksichtigt. Bei Abwasser-, Wasser- und Gasleitungen wird von einer Lebenserwartung von 80 Jahren ausgegangen. Ist der Zustand nicht bekannt, wurde dieser als gut angenommen.
- **Bedeutung der Leitung und Kosten der Umlegung:** Je grösser die Dimension einer Werkleitung ist, desto teurer sind die Massnahmen und desto eher wird eine Umlegung als nicht verhältnismässig eingestuft. Unter dieser Prämisse wurden vor allem den grossen Hauptabwasser- sowie Hochdruckgasleitungen besondere Beachtung geschenkt.

Massnahmenprüfung

Sofern nach der Beurteilung eine Werkleitungsumlegung als verhältnismässig beurteilt wurde, wurde in Abhängigkeit des Mediums, deren Machbarkeit gutachterlich geprüft. Dabei wurden je nach Werkleitungsart unterschiedliche Komponenten geprüft:

- **Abwasser:** Bei Abwasserleitungen längs der Dünnern wurde geprüft, ob das Leitungsgefälle mit der Umlegung möglichst beibehalten werden kann (geringfügige Mehrlänge). Weiter wurde auch die Zugänglichkeit der verbleibenden Leitungen in der Nähe des Gerinnes überprüft (Schächte in Böschungen vermeiden).
Zeigt sich bei den wasserbaulichen Massnahmen, dass die Sohlenlage, Sohlensicherung oder die Sohlenbreite im Bereich einer Unterquerung der Dünnern verändert wird, wurde angenommen, dass die Unterquerung neu erstellt werden muss. Dabei wird als Massnahme ein Dücker inkl. Anschlussbauwerke berücksichtigt. Bei Einleitungen von Regenabwasserleitungen wurde gleich vorgegangen.
- **Gas- und Wasserleitungen:** Bei Gas- und Wasserleitungen wurde überprüft, ob mit den wasserbaulichen Massnahmen die Überdeckung weiterhin gegeben ist. Ansonsten wird eine Umlegung geplant. Bei bestehenden Unterquerungen ist die Tiefenlage nicht bekannt. Aus diesem Grund wird ein kompletter Neubau der Unterquerung angenommen. Hochdruckgasleitungen werden als harte Randbedingungen behandelt. Das bedeutet, dass die Hochwasserschutzmassnahmen, wenn möglich so geplant sind, dass eine Umlegung von Hochdruckleitungen nicht erforderlich ist.
- **Fernwärme:** Fernwärmeleitungen sind im Projektperimeter in Oensingen vorhanden. Die Leitungstrassen werden entsprechend dem Vorgehen bei Gas- und Wasserleitungen behandelt.
- **Telekommunikation:** Im Grundsatz wird im Projekt davon ausgegangen, dass alle Telekommunikationsleitungen umgelegt werden können. Diese Annahme basiert darauf, dass diese Leitungen aufgrund der Grösse flexibel verlegt werden können und mit einer genügend grossen Vorlaufzeit (Neubau der Umlegung vor der Ausserbetriebnahme der alten Leitung) die erforderliche Redundanz während der Bauphase gewährleistet werden kann. Aus diesem Grund wurden nicht alle Telekommunikationstrassen von allen Anbietern erhoben. Die Kosten für die Umlegungen werden jedoch pro Abschnitt abgeschätzt. Beinahe im gesamten Projektperimeter verläuft unmittelbar an der Dünnern ein Swisscomtrasse. Die Art des Trasses und der damit verbundene Aufwand für eine Umlegung wurden bei der Swisscom für jeden Abschnitt abgeklärt. Es wurde geprüft, welche Art von Leitungen im Trasse vorhanden sind und ob das Trasse noch genutzt wird. Swisscomtrassen, welche die Dünnern unterqueren, werden, wenn möglich, zu naheliegenden Brücken verschoben und als aufgehängte Leitungen geplant. Die Leitungstrassen der Telekommunikation sind in den Werkleitungsplänen zugunsten einer besseren Lesbarkeit der anderen Werke nicht dargestellt.
- **Elektroleitungen:** Im Grundsatz wird im Projekt davon ausgegangen, dass Elektroleitungen umgelegt werden können. Je nach Kabelblockgrösse und Netzebene (16kV usw.) gestaltet sich eine Umlegung aufwändiger. Hochspannungsnetze werden, wenn möglich, nicht tangiert.
Elektrotrassen, welche die Dünnern unterqueren, werden wenn möglich zu naheliegenden Brücken verschoben und als aufgehängte Leitungen geplant.
- **Drainageleitungen:** Die im WebGIS¹⁰ vorhandenen Drainageleitungen und Einläufe in die Dünnern werden im Projekt berücksichtigt. Der Abgleich mit den Werkleitungsplänen Abwasser zeigt, dass die Einleitungen von Drainagen in die Dünnern meist deckungsgleich mit den Regenwasserleitungen sind. Weiter ist den bekannten Drainagen ersichtlich, dass die Saugerleitungen parallel und die Drainageleitungen rechtwinklig zur Dünnern verlaufen. Es gilt zu beachten, dass im WebGIS viele Leitungen nicht erfasst sind und auch beim Amt für Landwirtschaft nur alte Pläne vorliegen.

Hinweis:

Die Drainageleitungen wurden in diesem Projekt nicht flächendeckend erfasst bzw. es fehlen die Grundlagen (z.B. Drainagepläne). Auf Stufe Bauprojekt müssen die Drainageleitungen flächendeckend aufgenommen werden, um mögliche Konflikte bereinigen zu können.

¹⁰ <https://geo.so.ch/map>

7.12 Lebensraum Biber

In den letzten Jahren wurden vermehrt Spuren des Bibers entlang der Dünnern gesichtet und es ist davon auszugehen, dass sich der Biber über kurz oder lang vermehrt entlang der Dünnern ansiedeln wird. Deshalb wurde ein separates Konzept zur Lenkung des Bibers erarbeitet, welches die Einteilung des Projektperimeters in folgende Abschnitte vorsieht:

- **Kernlebensraum:** Der Biber kann sich ungestört ansiedeln und ausbreiten. Dammbauten bis 1 m Höhe über der Mittel- und Niederwasserrinne wurden als «nicht abflusswirksam» bei der Beurteilung der Hochwasserschutzsicherheit berücksichtigt. Es wird eine biberfreundliche Gerinnegestaltung mit einseitig steilen Uferbereichen sowie standortgerechter und natürlicher Ufervegetation vorgesehen. Im Kernlebensraum erfolgen grundsätzlich keine Interventionsmassnahmen, ausgenommen bei erheblichen Schäden bzw. Gefährdungen.
- **Teillebensraum:** Biberaktivitäten werden grundsätzlich toleriert. Aufgrund von vorhandenen Restriktionen (Nationalstrasse, Infrastrukturanlagen, Hochwasserschutz) können jedoch nicht sämtliche Ansprüche des Bibers berücksichtigt werden (bspw. Dammbauten > 0.3 m, teilweise eingeschränkte Grabaktivitäten). Die Gerinnegestaltung orientiert sich nicht primär an den Bedürfnissen des Bibers, wird jedoch so ausgelegt, dass die Abschnitte dem Biber grundsätzlich als Lebensraum zur Verfügung stehen. Interventionsmassnahmen werden nach situativer Beurteilung und Interessensabwägung durch die zuständige kantonale Fachstelle geprüft.
- **Übrige Bereiche:** In diesen Abschnitten werden keine wesentlichen Biberaktivitäten toleriert, da der Hochwasserschutz oder der Schutz von Infrastrukturanlagen im Vordergrund steht. Bei der Ufergestaltung werden präventive Massnahmen zur Unterbindung von Biberaktivitäten getroffen (teilweise durch Hartverbau der Ufer aus Hochwasserschutzgründen bereits gegeben, Grabschutzgitter). Interventionsmassnahmen bei Biberaktivitäten (Biberdamm entfernen, Biberbau auffüllen) müssen im Einzelfall beurteilt und mittels Verfügung durch die kantonalen Fachstellen bewilligt werden.

Weiterführende Informationen können der Berichtbeilage 803 «Biberkonzept» sowie in der Planbeilage ökologisches Massnahmenkonzept 603 entnommen werden.

8 Massnahmenplanung

8.1 Generelle Massnahmen Wasserbau

Die geplanten wasserbaulichen Massnahmen beseitigen die vorhandenen Hochwasserschutzdefizite und sichern die Erreichung der gesetzlich vorgeschriebenen ökologischen Aufwertung. Die übergeordneten Aufwertungsmassnahmen, welche über den gesamten Projektperimeter realisiert werden, sind nachfolgend zusammengefasst. Es handelt sich dabei um grundsätzliche Bautypen, welche in den Abschnitten 1 bis 10-1 geplant sind und zur ökologischen Aufwertung der Dünnern zwischen Oensingen und Olten beitragen. Davon ausgenommen ist der Abschnitt 10-2 (Olten), in welchem aufgrund des dicht überbauten Siedlungsgebiets nur sehr lokale ökologische Aufwertungsmassnahmen möglich sind.

Im gesamten Projektperimeter wird eine **Nieder- und Mittelwasserrinne** erstellt. Sämtliche Fischwanderhindernisse oberstrom der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle» werden eliminiert und entweder durch fischgängige Blockrampen ersetzt oder ersatzlos rückgebaut. Die Rundholzschwelen werden zurückgebaut und wo nötig durch «Instream River Training» (IRT) Strukturen ersetzt. Somit wird die aquatische Längsvernetzung der Dünnern wiederhergestellt. Mittels Strukturierung der Niederwasserrinne können gleichzeitig wertvolle Fischlebensräume geschaffen werden. Durch die verbleibenden, natürlichen Wanderhindernisse in Olten kann vermieden werden, dass der Dünnernmittel und -oberlauf durch die in der Aare lebenden Forellen mit der proliferativen Nierenkrankheit PKD besiedelt werden.

Es sind vier Hot-Spots mit **grossräumigen Aufweitungen** vorgesehen, welche über die ökologischen Mindestanforderungen nach Art. 4 WBG und Art. 37. GSchG für ein Hochwasserschutzprojekt hinausgehen:

- | | | | |
|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|
| - Abschnitt 1 | Km 18.0 – 18.5 | beidseitig (Oensingen) | Hot-Spot «Äussere Klus» |
| - Abschnitt 3-2 | Km 13.1 – 13.6 | linksufrig (Oberbuchsiten) | Hot-Spot «Neumatten» |
| - Abschnitt 7-2 | Km 5.4 – 5.75 | linksufrig (Hägendorf) | Hot-Spot «Grossmatt» |
| - Abschnitt 9 | Km 2.4 – 2.76 | rechtsufrig (Wangen bei Olten) | Hot-Spot «Chrummatt» |

In diesen Abschnitten kann sich die Dünnern mit ihren aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräumen eigendynamisch entwickeln. Auf weiten Teilen der Fliessstrecke wird das kanalisierte Gerinne zudem verbreitert und die Uferböschungen abgeflacht, wodurch die terrestrische Längs- und Quervernetzung entlang der Dünnern verbessert wird.

Für die Massnahmen am Dünnergengerinne wurden verschiedene Normalien mit unterschiedlichen Gerinnegeometrien (Ausmass Gerinneaufweitung, Böschungsneigungen) und **Böschungsgestaltungen** erarbeitet (vgl. Tabelle 25). Bei der abschnittswisen Massnahmendefinition wurden die verschiedenen Geometrien sowie die Ufergestaltung und Sohlensicherung so kombiniert, dass die in Kapitel 7 erläuterten Randbedingungen und Dimensionierungsgrundsätze eingehalten werden.

Tabelle 25: Übersicht der projektierten Böschungen, gegliedert nach Böschungsgometrie und Böschungsgestaltung.

Böschungsgometrie	Böschungsgestaltung
Neigung 1:4	- keine Ufersicherung Typ 0 - Typ 1 - Typ 2
Neigung 1:2	- Typ 1 - Typ 2
Neigung 2:3	- Instandstellung/Anpassen Böschungsfuss Typ 0 - Typ 1 - Typ 2
Neigung 1:1	- Steiler Blocksatz
Biberfreundliches Doppeltrapezprofil	- keine Ufersicherung Typ 0 - Typ 1 - Typ 2

In den folgenden Abschnitten werden die Böschungsgestaltungen Typ 1 und Typ 2 näher beschrieben. Die nach der Böschungsgeometrie gegliederten Böschungsnormalien werden in den folgenden Unterkapitel 8.1.1 bis 8.1.5 vorgestellt. In Kapitel 8.1.6 wird die geplanten Gerinnegestaltung schematisch anhand einer Situationsnormalie erläutert.

Böschungsgestaltung Typ 1

Bei der Böschungsgestaltung Typ 1 wird hauptsächlich der Böschungsfuss gegen Erosionen geschützt. Da die neuen Stabilisierungsmassnahmen im Gegensatz zu den harten Verbauungen des heutigen Zustands auch einen ökologischen Mehrwert bieten sollen, werden ingenieurbio-logische Bauweisen angewandt. Der Böschungsfuss wird durchgehend mittels Faschinen oder alternativ mittels Holzpfählen gesichert. Die unteren zwei Drittel der Böschung werden mittels Stechköhlzern oder mit einer (Weiden-) Spreitlage stabilisiert.

Typ 1 kommt in Abschnitten zum Einsatz, wo Ufererosion aufgrund bestehender Infrastrukturanlagen oder angrenzenden Nutzungen mit hohem Konfliktpotenzial nicht toleriert werden kann.

Böschungsgestaltung Typ 2

Die Böschungsgestaltung Typ 2 beinhaltet eine stärkere Stabilisierung des gesamten Ufers und eine Sicherung des Böschungsfusses. Analog zu Typ 1 wird die Gerinnestabilisierung mit ingenieurbio-logischen Massnahmen erzielt. Der Böschungsfuss wird durchgehend mittels Faschinen oder alternativ mittels Holzpfählen gesichert. Im Gegensatz zu Typ 1 wird das untere Drittel der Böschung mit einer biogenen maschinellen Ufersicherung (BMU) geschützt. Das mittlere Drittel wird wiederum mit einer (Weiden-) Spreitlage oder mittels Stechköhlzern stabilisiert.

Typ 2 kommt dort zum Einsatz, wo aufgrund hydraulischer Effekte (z.B. in Aussenkurven, Verengungen bei Brücken, durch Einbauten oder Uferentlastungen durch Lenkbuhnen) eine erhöhte Beanspruchung des Ufers erwartet wird, eine durch Seitenerosion herbeigeführte Gerinneverlagerung oder -aufweitung jedoch nicht erwünscht oder zulässig ist.

Typ 2 entspricht dabei bzgl. Wirkungsweise den hart verbauten Böschungen, welche im heutigen Zustand das Gerinne der Dünnern über weite Strecken stabilisieren.

*Die Normalien der Böschungsgestaltungen sind in den Planbeilagen 601 und 602 dargestellt.
Eine Übersicht der ökologischen Aufwertungsmassnahmen kann der Planbeilage 603 entnommen werden.*

8.1.1 Böschungsnormale Neigung 1:4

Das Ufer wird auf eine Neigung von 1:4 abgeflacht. Die Böschung wird mit einer ökologisch wertvollen und gewässertypischen Bestockung (extensive Wiese, Krautsaum, Hochstauden, Feuchtvegetation beim Übergang zur Gerinnesohle) gestaltet. Dieser Böschungstyp wird an Orten ausgeführt, wo ausreichend Raum zur Verfügung steht (vgl. Abbildung 57). In Abschnitten ohne empfindliche Infrastruktur im nahen Uferbereich und bei festgelegten Interventionslinien kann bei flachen Böschungen (1:4 und flacher) im Sinne der Gewässerschutzverordnung Art. 41c Abs. 5 (Erosion im Gewässerraum ist zuzulassen) auf einen Böschungsverbau verzichtet werden. Die Böschungen werden angesät und mit Gehölzen bepflanzt, jedoch nicht zusätzlich stabilisiert. In diesen Abschnitten soll das Geflecht aus Bepflanzung und Gehölzen eine Böschungserosion verhindern. Bei einer zu starken Erosion, welche nicht mehr tolerierbar ist, ist ein allfälliges Interventionslinien dennoch möglich.

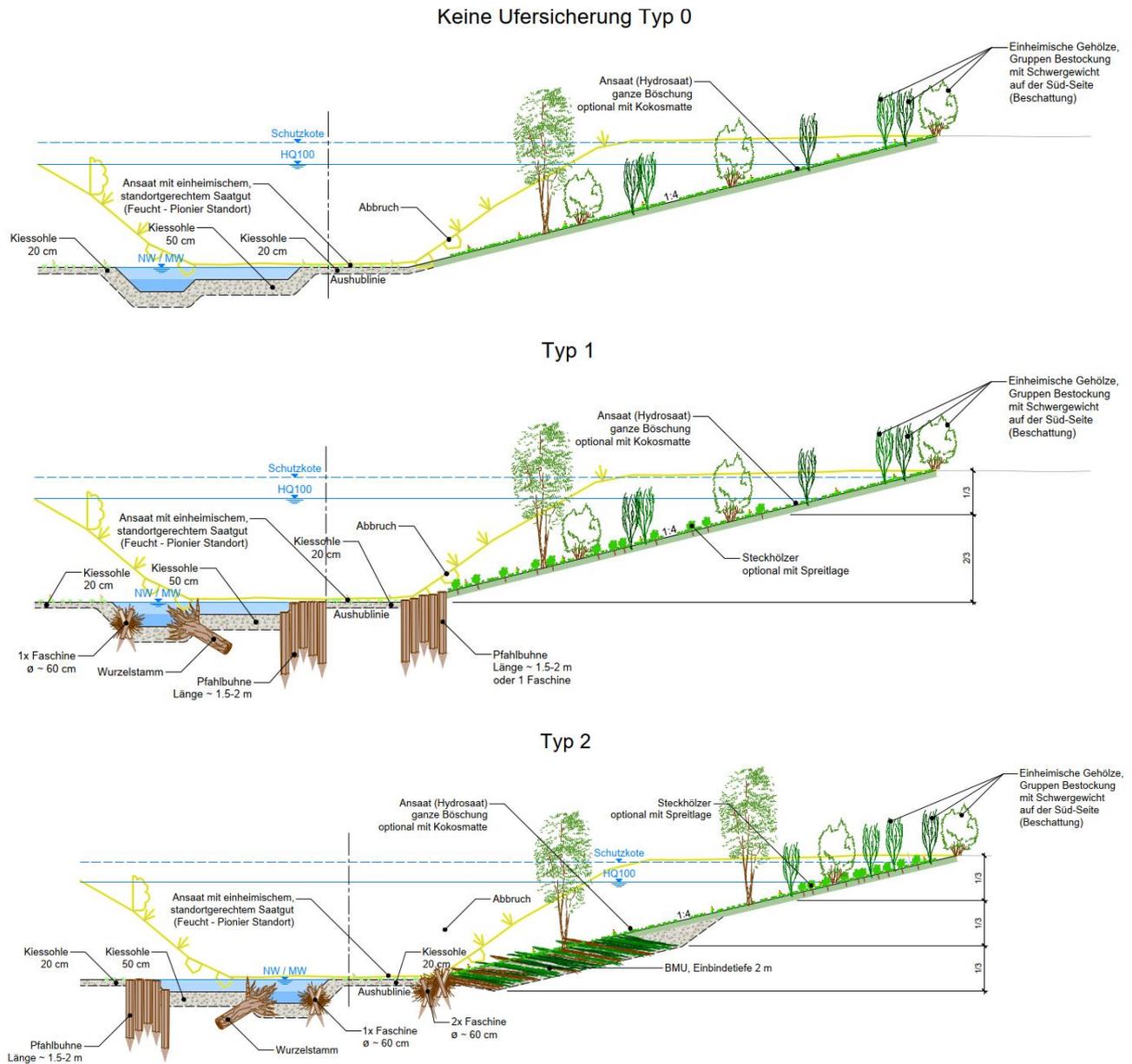


Abbildung 57: Böschungsnormale mit Neigung 1:4 ohne Ufersicherung Typ 0 (oben), mit Ufergestaltung Typ 1 (Mitte) und mit Ufergestaltung Typ 2 (unten).

8.1.2 Böschungsnormale Neigung 1:2

Diese Böschungsnormale beinhaltet eine Uferabflachung auf eine Neigung von 1:2. Die Böschung wird mit einer ökologisch wertvollen und gewässertypischen Bestockung (Extensive Wiese, Krautsaum, Hochstauden, Feuchtvegetation beim Übergang zur Gerinnesohle) gestaltet. Dieser Böschungstyp wird an Orten ausgeführt, wo aufgrund des vorhandenen Raumangebots keine flacheren Ufer möglich sind (vgl. Abbildung 58).

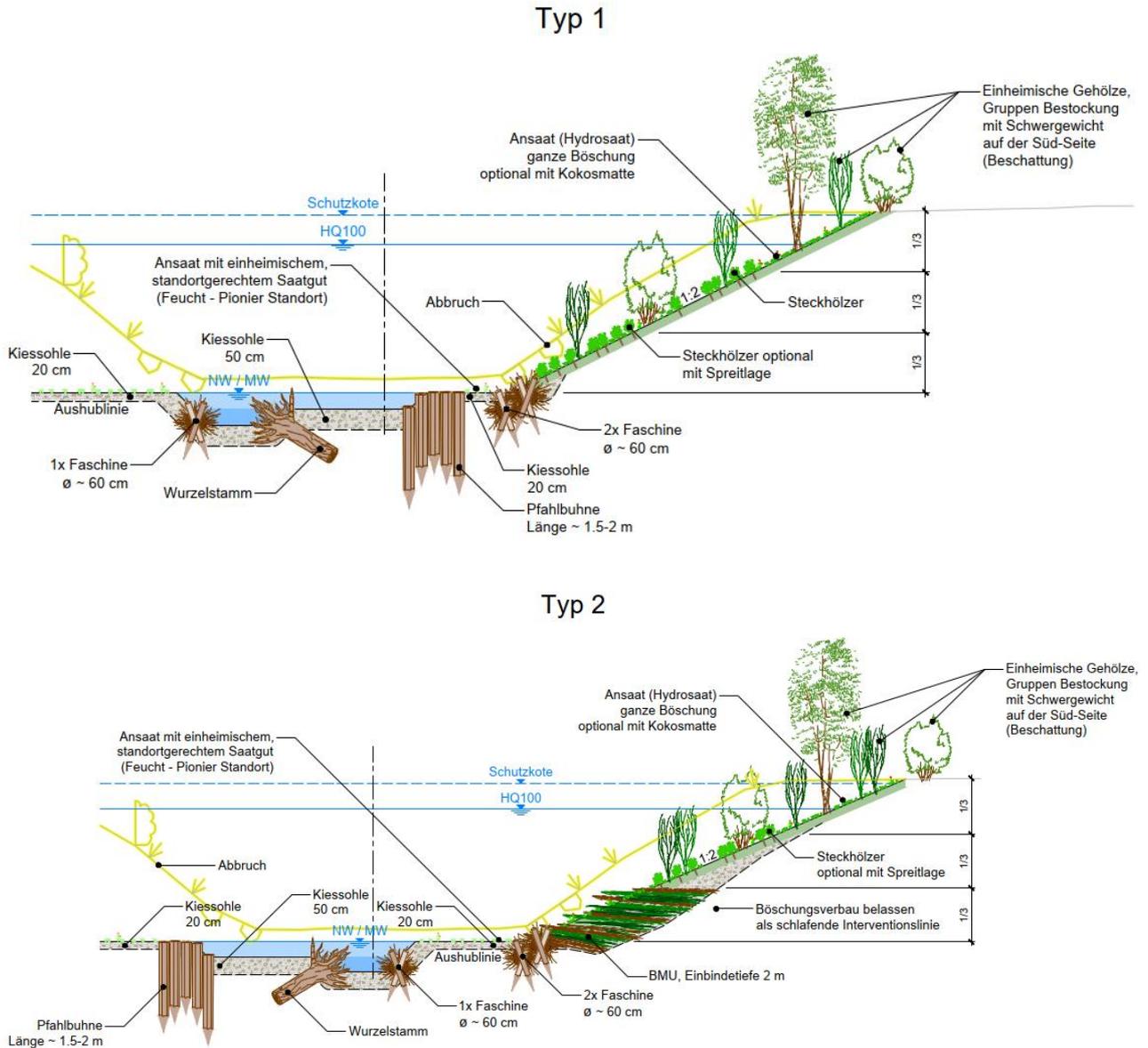


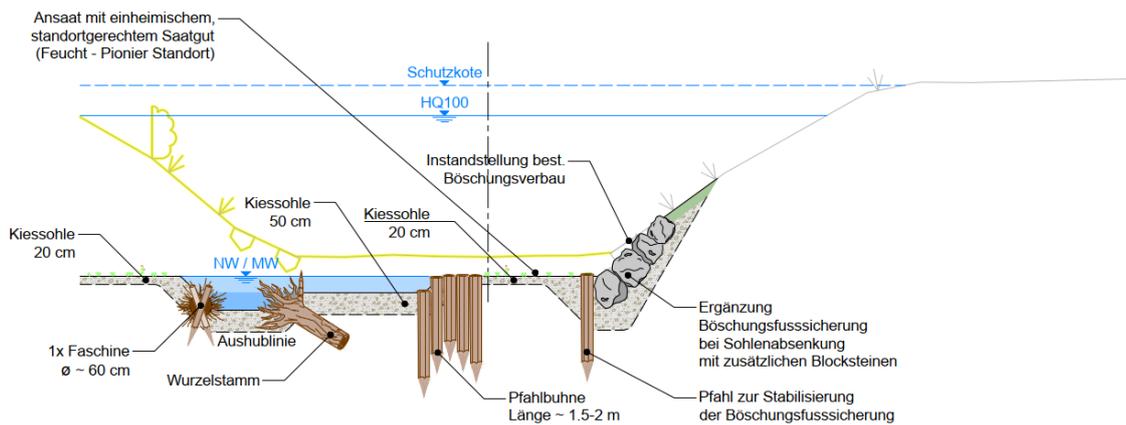
Abbildung 58: Böschungsnormale mit Neigung 1:2 mit Ufergestaltung Typ 1 (oben) und Typ 2 (unten).

8.1.3 Böschungsnormale Neigung 2:3

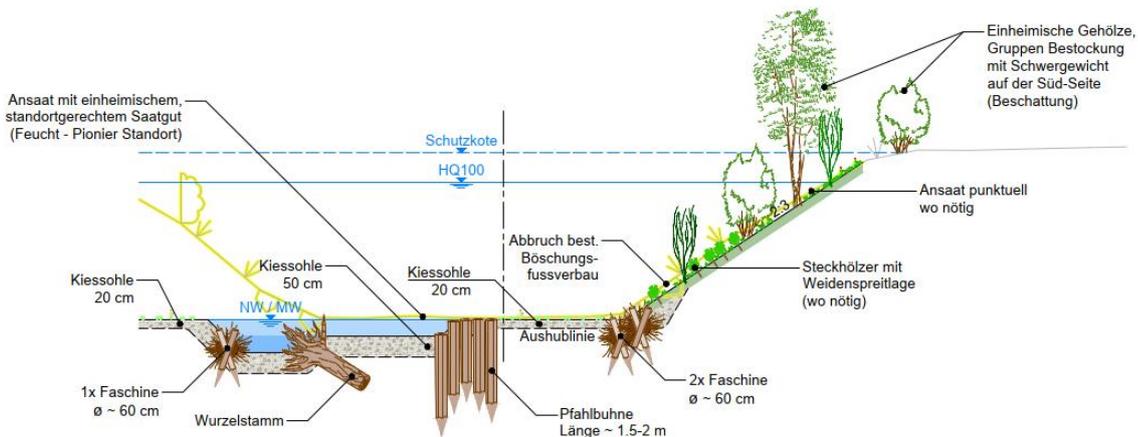
Die Böschung weist eine Neigung von 2:3 auf und entspricht in der Geometrie mehrheitlich dem Ist-Zustand. Dieser Böschungstyp kommt in Gebieten zum Einsatz, wo aufgrund eingeeengter Platzverhältnisse kein Raum für Uferabflachungen vorhanden ist oder grosses Konfliktpotenzial zu angrenzenden Nutzungen besteht.

Neben Typ 1 und Typ 2 wird als Dritte Option eine Instandstellung der bestehenden Böschungsfussicherung berücksichtigt. Dabei steht die Hochwassersicherheit im Vordergrund, eine ökologisch wertvolle Bestockung der Ufer ist zweitrangig und wird abflussoptimiert eingeschränkt (geringere Rauigkeit der Ufer aus Sicht Hochwasserschutz notwendig). In Abschnitten, wo nebst der Instandstellung zusätzlich eine Sohlenabsenkung vorgesehen ist, wird die Sicherung des Böschungsfusses baulich angepasst damit keine Erosionsprozesse auftreten (vgl. Abbildung 59).

Instandstellung/Anpassung Böschungsfuss Typ 0



Typ 1



Typ 2

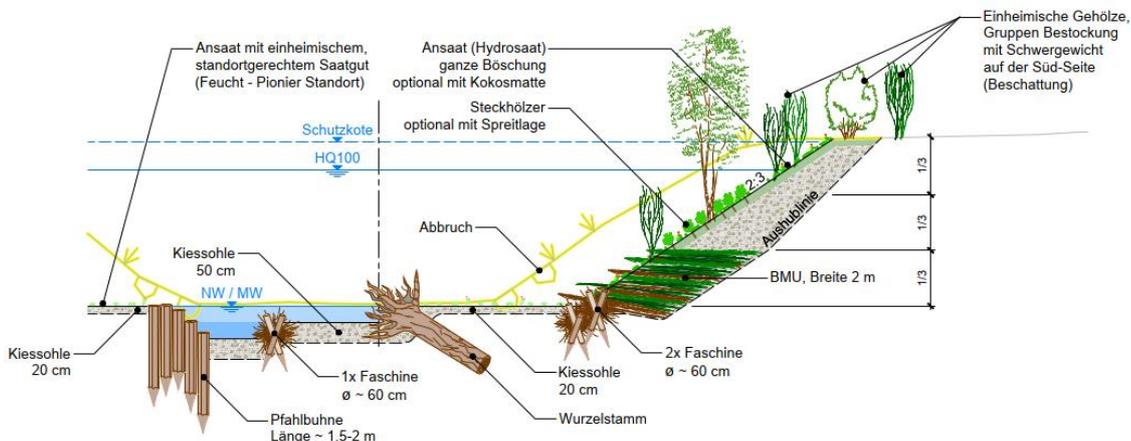


Abbildung 59: Böschungsnormale mit Neigung 2:3 Instandstellung/Anpassen Böschungsfuss Typ 0 (oben) mit Ufergestaltung Typ 1 (Mitte) und Typ 2 (unten).

8.1.4 Böschungsnormale Neigung 1:1

Die Böschungen werden mit einer Neigung von 1:1 ausgebildet und mit einem Blocksatz geschützt. Dieser Gerinnetyp kommt in Abschnitten zum Einsatz, wo die Hochwassersicherheit aufgrund eingenger Platzverhältnisse mit flacheren Ufern und ohne erhebliche Ufererhöhungen nicht gewährleistet werden kann. Eine Bestockung/Bepflanzung ist erst oberhalb der Wasserspiegellage beim HQ₁₀₀ vorgesehen (vgl. Abbildung 60).

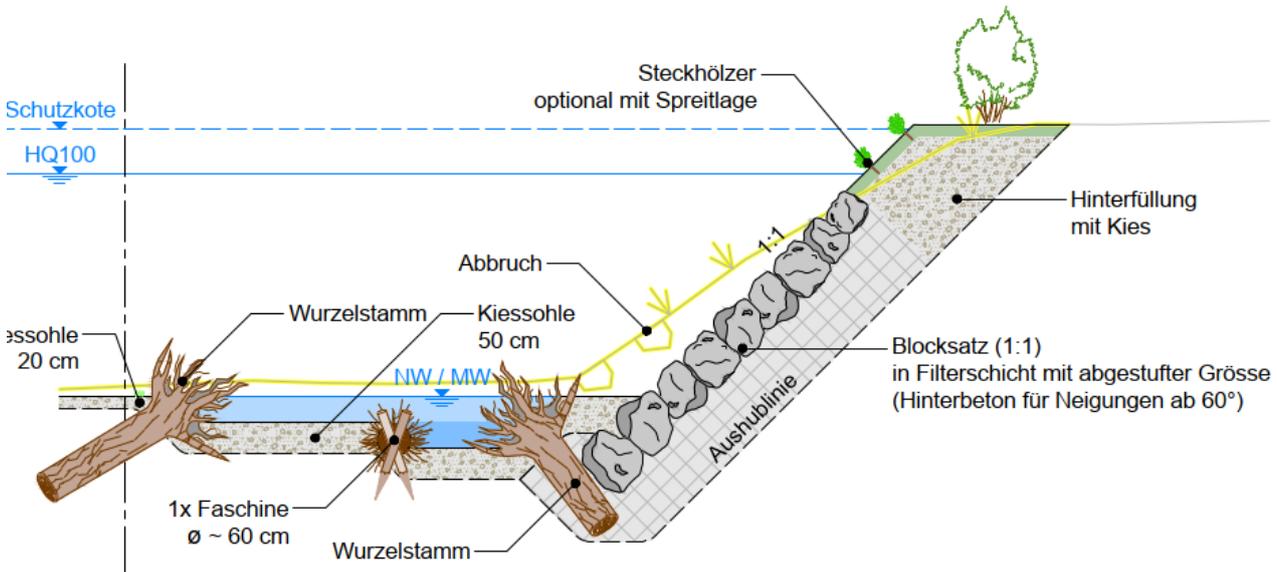


Abbildung 60: Böschungsnormale steiler Blocksatz.

8.1.5 Normalie Biberprofil

Diese Normalie beinhaltet ein biberfreundliches Doppeltrapezprofil, welches auf eine ungestörte Ansiedlung und die Anforderungen an einen Kernlebensraum des Nagers ausgelegt ist. Der Querschnitt weist ein abgesenktes Mittel- und Niederwassergerinne auf, wobei die verbleibende Gerinnesohle auf der einen Seite rund 1 m höher und mit einem steileren Gefälle als auf der anderen Seite ausgebildet wird. Damit soll ein Anreiz für den Biber geschaffen werden seine Dammbauten nur bis auf Höhe der tieferliegenden Gerinnesohle zu errichten und das gegenüberliegende, grabbare Ufer für die Biberbauten zu verwenden. Bei der Beurteilung der Hochwassersicherheit wurde die Fläche eines potenziellen Biberdamms bis auf Höhe des tiefergelegenen Vorlandes als nicht abflusswirksam betrachtet. Allfällige Dämme bis 1.2 m Höhe können in diesen Abschnitten aus Hochwassersicht toleriert werden.

Die Uferböschungen werden beidseitig mit einer Neigung von 2:3 und mit einer ökologisch wertvollen sowie gewässertypischen Bestockung ausgebildet. Auf eine Böschungsfussicherung wird grundsätzlich verzichtet. Bei vorhersehbarer Erosion (z.B. ausgeprägte Aussenkurve) kann diese jedoch gemäss Typ 1 oder Typ 2 ausgestaltet werden (vgl. Kapitel 8.1.3). Ein Biberprofil wird in Gebieten realisiert, wo ein ausreichendes Raumangebot besteht und der Biber seinen Kernlebensraum etablieren kann (vgl. Abbildung 61).

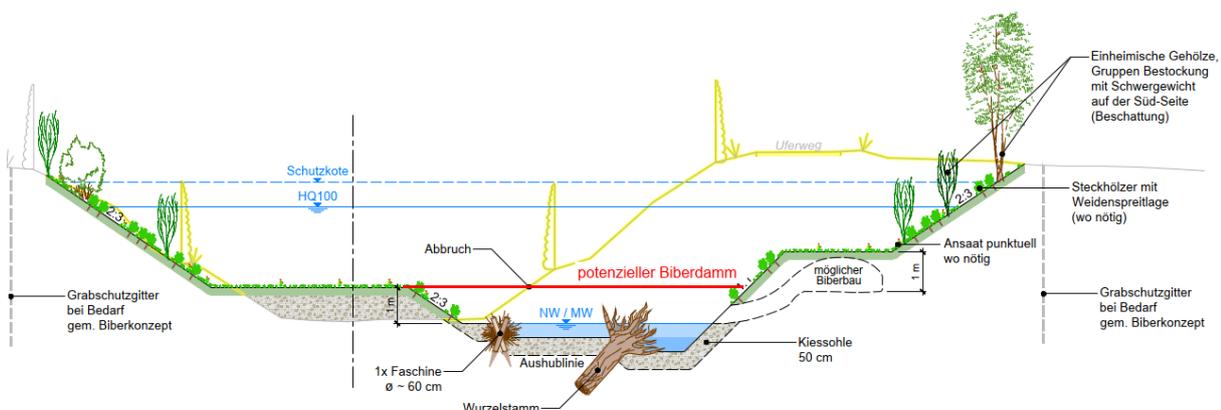


Abbildung 61: Biberfreundliches Doppeltrapezprofil.

Weiterführende Informationen zum Lebensraum Biber können der Berichtbeilage 803 «Biberkonzept» sowie in der Planbeilage ökologisches Massnahmenkonzept 603 entnommen werden.

8.1.6 Situationsnormalie

Die Situationsnormalie soll einen schematischen Eindruck der geplanten Gerinnegestaltung vermitteln. Die Nieder- und Mittelwasserrinne wird mit holzigen Strukturelementen gestaltet, um einerseits den Lebensraum aufzuwerten, und andererseits die Abflusstiefe sicherzustellen. Bei Niederwasserabfluss soll sich das Wasser nicht auf der gesamten Gerinnebreite verteilen. Weiter werden «Instream River Training» (IRT) Strukturen wie Lenkbuhnen, Trichterbuhnen und Hakenbuhnen vorgesehen, um Tiefwasserstellen (Kolke) zu schaffen und die Strömungskraft in die Mitte des Gerinnes zu leiten. Damit können die Ufer entlastet werden.

Die übergeordneten Sohlensicherungsmaßnahmen (vgl. Kapitel 7.5) können entweder in Kombination mit den oben beschriebenen Strömungslenkungselementen (IRT) oder als eigenständige Elemente ausgeführt werden (z.B. mittels Pfahlbuhnen ohne direkte Strömungslenkung).

Die Uferbestockung soll die Böschungen langfristig stabilisieren, die Beschattung des Wassers sicherstellen und als wertvoller Lebensraum dienen. Letzterer Punkt wird mit terrestrischen Strukturelemente wie Lesesteinhaufen, Totholzhäufen, Sandlinsen etc. zusätzlich gefördert. Gemäss den ökologischen Mindestanforderungen aus Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG ist ein Bestockungsgrad der Böschungen von mindestens 50 % zwingend. Aufgrund der Klimaerwärmung wird die Beschattung insbesondere auf der Süd-Seite mit entsprechender Bestockung sichergestellt.

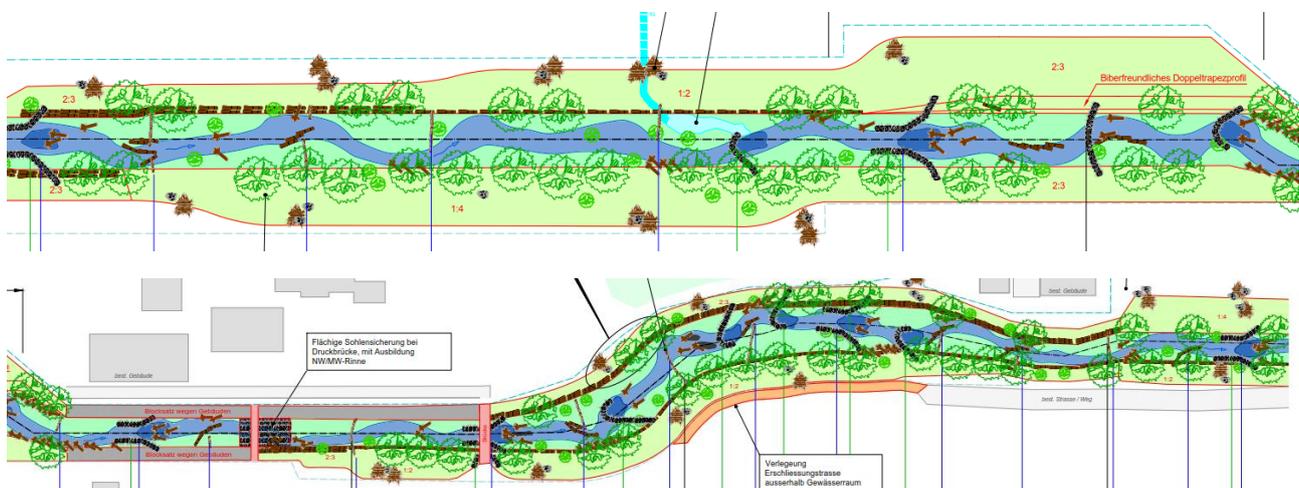


Abbildung 62: Situationsnormalie: Nieder- / Mittelwasserstrukturierung, Strömungslenkung, Strukturelemente und Uferbepflanzung.

Die räumliche Anordnung von IRT-Elementen widerspiegelt eine bewusste Entlastung der Prallufer (vgl. Abbildung 62 unten, Kurvenbereich links). Die Böschungsneigungen stellen die Verortung der Böschungsnormalien schematisch dar: Bei Infrastrukturen und weiteren harten Restriktionen wurde ein steiler Verbau mittels Blocksatz gewählt. Bei einem grösseren Platzdargebot werden die Ufer entsprechend abgeflacht und mit ingenieurbioologischen Massnahmen weicher verbaut. Bei Gerinneverengungen sind die entsprechenden Verbauungsmassnahmen schematisch dargestellt (Verengungstrichter mittels stärkerem Uferverbau wie BMU, Wurzelstock-Cluster etc.).

Die Situationsnormalie ist in der Planbeilage 602 dargestellt.

8.1.7 Seitengewässer

Die Seitenbäche der Dünnern sind nicht Bestandteil des vorliegenden Projektes. Sofern Seitengewässern durch Massnahmen an der Dünnern tangiert werden, werden die Mündungsbereiche so gestaltet, dass eine spätere Revitalisierung des Seitenbachs ohne erhebliche Eingriffe in die Böschung der Dünnern realisiert werden kann.

8.2 Wasserbauliche Massnahmen

8.2.1 Abschnitt Dünnerngrube

Die Massnahmen im Abschnitt Dünnerngrube sind in den Planbeilagen 620 bis 623 dargestellt.

Entlastungsbauwerk (bestehend aus Drosselbauwerk, Überfallkante und Stolleneinlaufbauwerk)

Das Entlastungsbauwerk kommt bei Km 15. 9 auf dem Gemeindegebiet von Oensingen zu liegen. Das Drosselbauwerk wird in Form eines unterströmten Tafelschützes erstellt. Mit dieser Bauweise wird bei einem Hochwasserereignis ein möglichst konstanter Drosselabfluss erzielt. Weiter kann eine durchgehende, stufenlose Gewässersohle erstellt und damit die aquatische Längsvernetzung gewährleistet werden. Diese wird auch bei einer allenfalls späteren Nachjustierung des Drosselabflusses nicht eingeschränkt.

Das Drosselbauwerk könnte automatisch über eine Pegelmessung gesteuert werden damit ein konstanter Drosselabfluss erzielt wird. Da die Entlastung im Schnitt nur alle 10 Jahre anspringt und der Abfluss auch mit einem ungesteuerten Drosselbauwerk relativ konstant bleibt, ist aktuell keine Steuerung vorgesehen.

Das Entlastungsbauwerk wird als ausgerundete Treppenschussrinne mit 10 Stufen ausgebildet. Insgesamt wird eine Höhe von 8.6 m (Überfallkante bis Sohle) überwunden. Auf der aktuellen Projektstufe wird vorgesehen, dass die Treppenschussrinne aus Beton erstellt wird. Die Materialisierung kann im Rahmen der weiteren Projektierung optimiert werden. Vor dem Einlauf in den Stollen werden Störkörper zur Fixierung eines allfälligen Wechselsprungs erstellt.

Damit die Grube innert drei Tagen entleert werden kann, ist der Einsatz von mobilen Pumpen vorgesehen. Um die Zufahrt zu ermöglichen, wird eine neue Erschliessungsstrasse mit einem Wendeplatz beim Entlastungsbauwerk erstellt, so dass das Wasser zurück in die Dünnern gepumpt werden kann.

Auf eine Überdeckung des Entlastungsbauwerks wird verzichtet, da sich ein offenes Bauwerk harmonischer in die Landschaft eingliedert.

Entlastungsstollen

Vom Entlastungsbauwerk wird das Wasser über einen rund 400 m langen Entlastungsstollen in das Grubenbauwerk geleitet. Zwischen Entlastungsbauwerk und der Autobahn wird ein Entlüftungsschacht erstellt, damit eingetragene Luft entweichen kann und nicht zu Kapazitätseinbussen führt. Der Querschnitt des Stollens muss knapp 11.8 m² betragen, um den Entlastungsabfluss beim HQ₁₀₀ in die Grube leiten zu können. Da diese Querschnittsfläche zu gross für den Bau mit einem grabenlosen Verfahren ist, wird ein Rechteckprofil im offenen Grabenbau berücksichtigt (Breite = 3.8 m, Höhe = 3.1 m). Im Vergleich zu einem Kreisquerschnitt ist die Erstellung von vorgefertigten Elementen einfacher und günstiger. Der Entlastungsstollen wird mit einem Gegengefälle erstellt, so dass das Wasser direkt vom Entlastungsbauwerk in die Dünnern zurückgepumpt werden kann.

Weiter wurde untersucht, ob der Stollen als zusätzliches Retentionsgefäss genutzt werden kann. Bei der aus hydraulischer Sicht notwendigen Querschnittsfläche macht das Stollenvolumen jedoch nur rund 1 % des notwendigen Retentionsvolumens beim HQ₁₀₀ aus. Um eine Retentionswirkung des Stollens von 3 % zu erreichen, müsste dieser bereits eine Querschnittsfläche von fast 40 m² aufweisen. Der dadurch reduzierte Flächenbedarf der Grube (ca. 0.3 ha) steht in keinem Verhältnis mit der Zunahme der Baukosten des Entlastungsstollens. Kleinstereignisse (Entlastungsvolumen bis ca. 300 m³) können im Stollen zurückgehalten werden, ohne dass Wasser in die Grube eintritt. Ein Teil der Sohle des Entlastungsbauwerks wird sickerfähig ausgestaltet, so dass das verbleibende Wasser im Stollen nach einem Entlastungsereignis (und auch Regenwasser) versickert werden kann.

Stollenauslaufbauwerk

Der Übergang vom Entlastungsstollen in die Dünnerngrube wird mit einem in die Böschung integrierten Auslaufbauwerk gestaltet. Um eine Reduktion der Fliessgeschwindigkeiten am Übergang zum Becken zu erzielen, weist dieses eine konische Aufweitung von 3.8 m auf 20 m auf. Zusätzlich wird ein Kolkschutz mit einer Fläche von ca. 400 m² nach dem Auslaufbauwerk vorgesehen, um die landwirtschaftlich genutzte Sohle der Dünnerngrube vor Erosionen zu schützen. Der Kolkschutz ist leicht abgesenkt, so dass das Wasser potenziell von der Sohle nach oben weggeleitet wird.

Das Auslaufbauwerk kommt in der Mitte der Grubenböschung zu liegen, um einerseits die Strömungsbeanspruchung der restlichen Böschungen zu minimieren und andererseits eine möglichst direkte Linienführung des Entlastungsstollens zu ermöglichen.

Dünnerngrube

Die Sohle der Dünnerngrube wird mit einem negativen Dachgefälle von rund 1.4 % ausgestattet. Somit kann sichergestellt werden, dass ein durchgehendes Gefälle bis zur Treppenschussrinne vorhanden ist und die Entleerung nebst dem Versickerungsanteil mittels Pumpen beim Entlastungsbauwerk erfolgen kann. Zudem kann dadurch die Überflutungshäufigkeit der südwestlich und nordöstlich höher gelegenen Flächen (diese machen die Hälfte der Gesamtsohlenfläche aus) von 10 auf 20 Jahre reduziert werden (vgl. Abbildung 63).

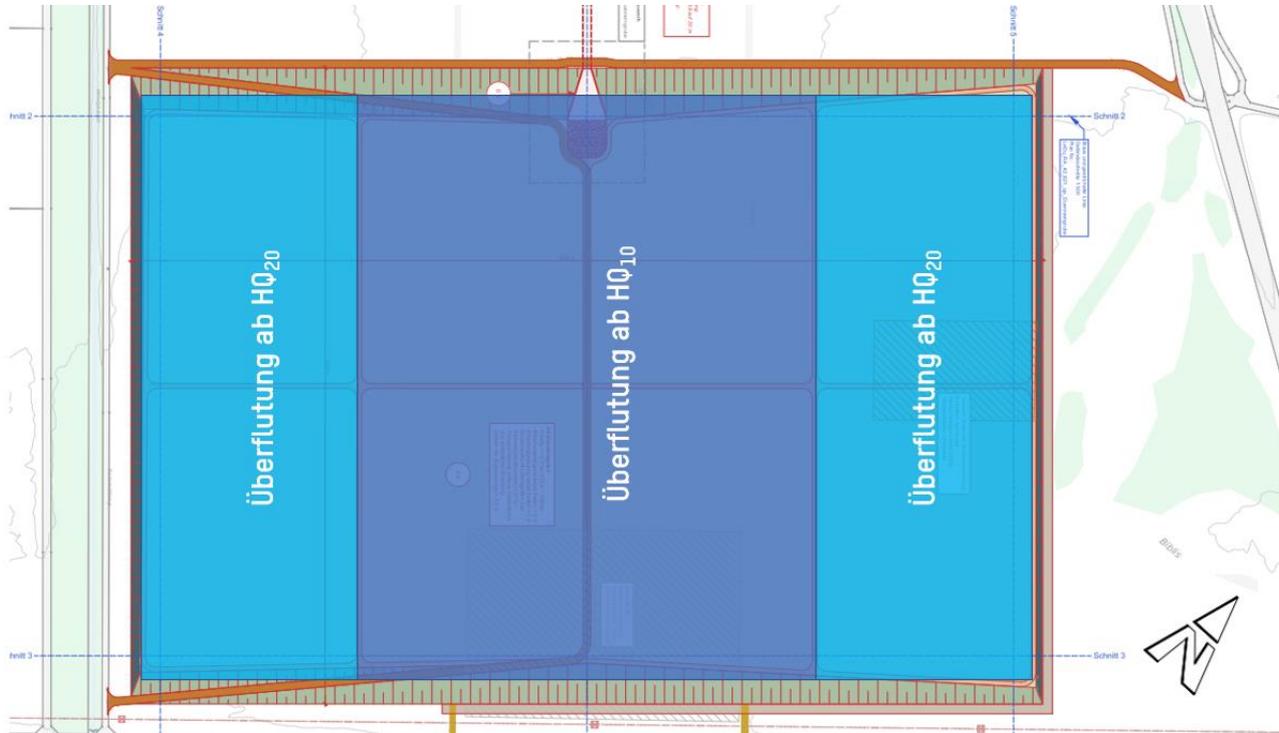


Abbildung 63: Überflutungshäufigkeiten in der Dünnerngrube.

Die Erschliessung der Grube erfolgt über zwei Wege mit einer Breite von je 4 m und einem Gefälle von ca. 2.5 %. In der Grube wird ein Netz aus Bewirtschaftungswegen erstellt, damit die Zugänglichkeit für die landwirtschaftliche Nutzung sichergestellt ist. Die südwestliche und nordöstliche Böschung (kurze Seiten) wird mit einer ökologisch wertvollen Bepflanzung gestaltet und mit einem 2:3 Gefälle ausgebildet. Die nordwestliche und südöstliche Böschung (lange Seiten) wird mit einem flacheren Gefälle von 1:4 ausgebildet. Dadurch gelten diese nicht mehr als Fruchtfolgeflächen, können jedoch nach wie vor landwirtschaftlich genutzt werden.

Um das erforderliche Beckenvolumen bereitstellen zu können, sind entlang der süd- und der nordöstlichen Böschungsoberkanten zusätzliche Terrainerhöhungen von maximal 0.6 m notwendig.

Hinweise:

- Die Lage und Form der Dünnerngrube kann im Rahmen der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) nochmals diskutiert werden. Als Randbedingungen müssen jedoch die Lage auf GB-Nr. 1095 Oensingen (Kantoneigentum), das notwendige Rückhaltevolumen sowie der Freihaltekorridor von 4 m unter dem Trasse der Autobahn A1 berücksichtigt werden. Weiter gilt anzumerken, dass unmittelbar südlich der aktuell geplanten Lage eine Hochspannungsleitung verläuft.
- Auch das Rückhaltevolumen kann bei Bedarf durch eine tiefere Grube erhöht werden. Durch den Verkauf von zusätzlich ausgehobenem Kies würde dies nicht zu einem signifikanten Kostenanstieg führen.
- Um den Fischschutz im Ereignisfall zu gewährleisten, muss die Dünnerngrube vor der Entleerung abgefischt werden.

8.2.2 Abschnitt 1 (km 19.1 – 17.7): Oensingen Äussere Klus

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 1 sind in den Planbeilagen 101, 401 und 501 dargestellt.

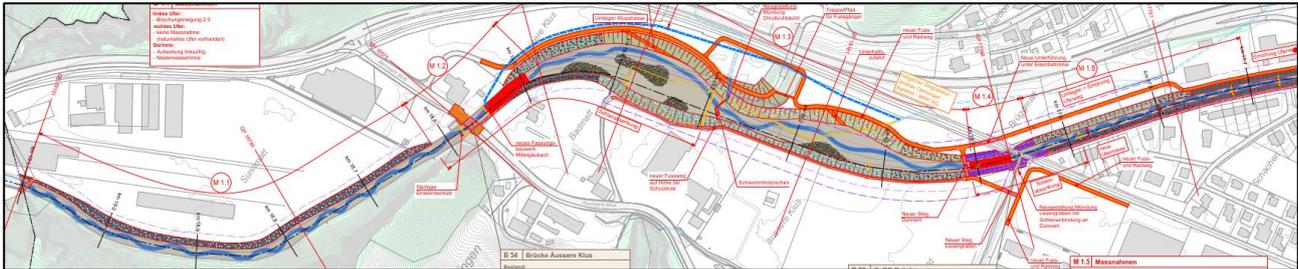


Abbildung 64: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 1.

Gerinne

Bis zur Brücke Äussere Klus (B54) wird das Gerinne der Dünnern linksufrig verbreitert. Auf eine Uferabflachung wird verzichtet, die Böschung wird jedoch neu gestaltet. Rechtsufrig besitzt die Dünnern bereits ein naturnahes Ufer, eine Verbreiterung ist aufgrund der Hangflanke des Rislibergs nicht möglich (M1.1). Zur Behebung des Hochwasserschutzdefizits bei der Brücke Äussere Klus (B54) wird die Gerinnesohle abgesenkt. Um die Stabilität der Ufermauer sowie des rechtsufrigen Gebäudes zu gewährleisten, ist eine Unterfangung vorgesehen. Zudem wird die Sohle mit einem flächigen Erosionsschutz gesichert (M1.2). Der nachfolgende Abschnitt mit dem Geschiebesammler wird als Hot-Spot Naherholung «äussere Klus» in Form einer grossräumigen Aufweitung umgestaltet (M1.3) (vgl. Kapitel 7.6). Die Ufer werden beidseitig abgeflacht und die Gerinnesohle auf bis zu 50 m verbreitert. Innerhalb der Aufweitung ist zudem ein Schwemmholzrechen vorgesehen (vgl. Kapitel 7.7). Ober- und unterhalb der Aufweitung werden neue fischgängige Blockrampen erstellt, welche einerseits die aquatische Längsvernetzung gewährleisten und andererseits als Sohlenfixpunkte fungieren. Unterstrom der Aufweitung wird die Gerinnesohle abgesenkt um das Hochwasserschutzdefizit der Brücke OeBB (B53) zu entschärfen. Um die Abflusskapazität weiter zu erhöhen und die Ufer zu sichern, ist in diesem Bereich ein neuer steiler Blocksatz vorgesehen (M1.4). Im etwa 150 m langen Abschnitt unterstrom der Brücke OeBB (B53) wird das Gerinne linksufrig verbreitert und das linke Ufer abgeflacht. Raumintensive Massnahmen am rechten Ufer sind aufgrund des Siedlungsgebietes von Oensingen nicht möglich und es ist lediglich eine Neugestaltung der Uferböschung vorgesehen (M1.5). Das linke Ufer wird mittels Terrainerhöhung (ca. 0.5 m) auf die Schutzkote angehoben. Damit auch rechtsufrig die Hochwassersicherheit gewährleistet wird, ist dort zusätzlich eine Ufererhöhung notwendig. Aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse erfolgt diese mit einer Ufermauer (Höhe ca. 1.1 m).

Erschliessung

Entlang der Aufweitung wird rechtsufrig ein neuer Fussweg erstellt, welcher in der dafür vorgesehenen Wegparzelle zu liegen kommt. Linksufrig ist eine Umlegung der Klusstrasse sowie ein neuer Rad- und Fussweg vorgesehen. Dieser schliesst an die Klusstrasse an und wird anschliessend unter der Autobrücke neben der Eisenbahnlinie und entlang der Aufweitung geführt. Zur Erschliessung der Brüggmatt wird eine neue Unterführung unter der Eisenbahnlinie erstellt. Um auch das Wohngebiet Leuenfeld optimal an den Fuss- und Veloverkehr anschliessen zu können, werden neue Stege über den Leuengraben und die Dünnern gebaut. Diese dienen neben der Fuss- und Veloverkehrerschliessung auch als Zugang für den Gewässerunterhalt.

Seitengewässer

Die Mündung des Leuenfeldgrabens bei Km 17.95 wird angepasst, so dass im Projektzustand eine Sohlenanbindung an die Dünnern vorhanden und die aquatische Vernetzung sichergestellt ist. Dazu wird im Mündungsbereich eine fischgängige Blockrampe gebaut, welche sohlennah an das abgesenkte Gerinne der Dünnern anschliesst.

Hinweis:

Weitere Informationen zu den geplanten Massnahmen zum Fuss- und Veloverkehr sowie der Naherholung finden sich im Kapitel 8.5.

8.2.3 Abschnitt 2 (km 17.7 – 16.6): Oensingen Siedlungsgebiet

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 2 sind in den Planbeilagen 102, 402 und 502 dargestellt.

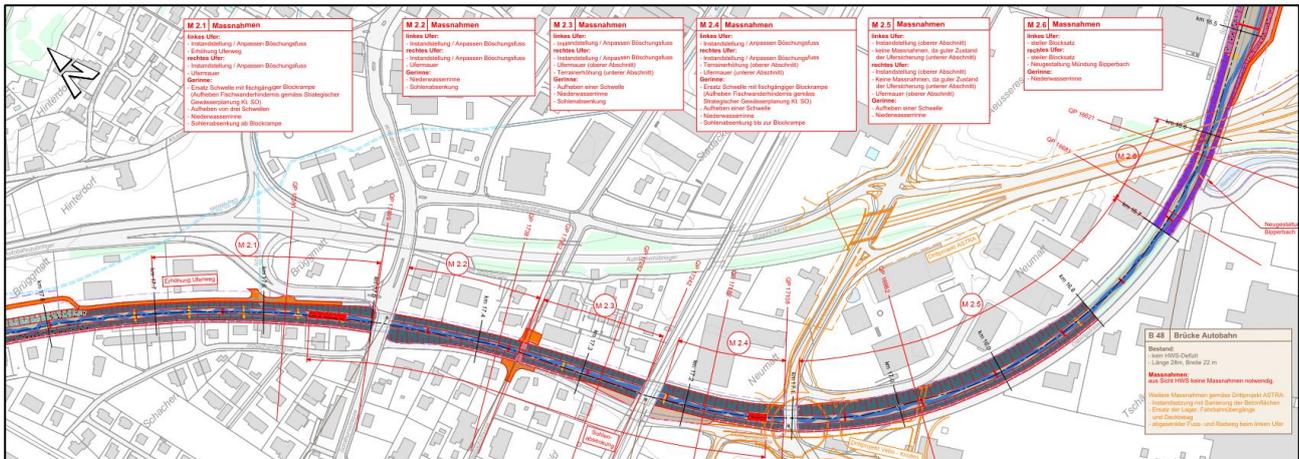


Abbildung 65: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 2.

Gerinne

Aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse im Siedlungsgebiet von Oensingen bleibt der Gerinnequerschnitt bis Km 16.7 gleich wie im Ist-Zustand (Böschungsneigung = 2:3). Die Böschungssicherungen werden wo nötig instand gestellt, es ist jedoch keine zusätzliche Böschungsgestaltung vorgesehen, da der Hochwasserschutz im Fokus steht. (M2.1 bis M2.5). Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten, wird das rechte Ufer auf Höhe der Schutzkote angehoben. Aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse erfolgt dies, mit Ausnahme im Bereich bei der SBB-Brücke (B50), mit einer Ufermauer (Höhe ca. 0.4 – 0.6 m).

Die beiden Schwellen bei Km 17.527 und 17.127, welche gemäss [30] Fischwanderhindernisse darstellen, werden durch fischgängige Blockrampen mit einem maximalen Längsgefälle von 4 % ersetzt. Zwischen den beiden neuen Blockrampen wird die Gerinnesohle rund 0.5 m abgesenkt, damit die Hochwassersicherheit der dazwischenliegenden Brücken (B52 bis B50) gewährleistet wird. Zwischen Km 16.8 und 16.7 sind keine Massnahmen an den Böschungen erforderlich, da sich die Ufersicherung in einem guten Zustand befinden. Im Bereich der Einmündung des Bipperbachs wird beidseitig ein steiles Ufer mit neuem Blocksatz erstellt (M2.6). Damit soll im Hochwasserfall der Rückstau der Dünnern in das Gerinne des Bipperbachs reduziert werden, um die zusätzlichen Hochwasserschutzmassnahmen beim Bipperbach (hauptsächlich zum Schutz der Autobahn und der nördlich gelegenen Gebiete) auf ein Minimum zu beschränken. Aufgrund des hohen Sohlengefälles von rund 0.5 % wird im gesamten Abschnitt alle 80 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt.

Erschliessung

Bei der Weg- und Strassenführung entlang der Dünnern gibt es keine Änderungen. Oberstrom der Brücke Solothurnstrasse (B52) wird der linke Uferweg angehoben, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten.

Seitengewässer

Bei Km 17.6 mündet linksufrig der Schlossbach eingedolt in die Dünnern. Da eine Offenlegung des Schlossbachs kein Thema ist, werden keine speziellen Massnahmen im Mündungsbereich berücksichtigt.

Rechtsufrig mündet bei Km 16.64 der Bipperbach in die Dünnern. Die Massnahmen am Bipperbach werden in Kapitel 9 erläutert.

Hinweis:
Es ist zu empfehlen, die wasserbaulichen Massnahmen im Bereich der Brücke Werkhofstrasse (B49) in der weiteren Planung mit dem Drittprojekt Vebo Knoten (AVT) zu koordinieren.
Im Rahmen des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) ist unter der Autobahnbrücke (B48) linksufrig ein abgesenkter Fuss- und Fahrradweg vorgesehen. Es ist darauf zu achten, dass durch die Weganpassungen die Schutzziele nicht verletzt werden. Die Gerinnegeometrie wurde so gewählt, dass genügend Raum für den neuen Weg vorhanden ist.

8.2.4 Abschnitt 3 (km 16.6 – 12.7): Oesingen Ost/Oberbuchsiten West

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 3 sind in den Planbeilagen 103, 104, 403, 404, 503 und 504 dargestellt.

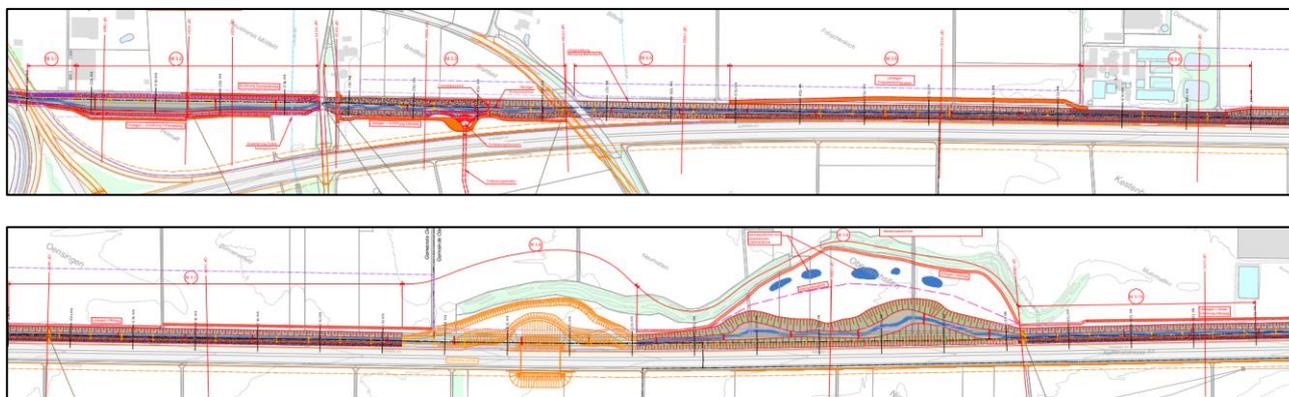


Abbildung 66: Ausschnitt Situationsplan (oben: Abschnitt 3-1, unten: Abschnitt 3-2).

Gerinne

Zwischen Km 15.75 und Km 16.1 wird die Dünner rechtsufrig verbreitert und in Form eines biberfreundlichen Doppeltrapezprofils gestaltet (M3.2). Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten ist rechtsufrig eine geringfügige Terrainerhöhung (< 0.5 m) erforderlich. Linksufrig wird der Sportplatzweg auf einer Länge von rund 200 m auf die Schutzkote angehoben. Im darauffolgenden Abschnitt (M3.3) befindet sich die Entlastung in die Dünnergrube (vgl. Kapitel 8.2.1). Das Gerinne wird rechtsufrig bis an den Gewässerraumrand verbreitert und die Böschungen werden abgeflacht. Zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit erfolgt im Rückstaubereich des Drosselbauwerks linksufrig eine Terrainerhöhung bis auf Höhe der Schutzkote (ca. 0.9 m). Rechtsufrig wird der umgelegte Uferweg ebenfalls auf Höhe der Schutzkote angehoben. Die beiden Abschnitte (M3.2 und M3.3) werden durch die Brücke Breitfeldstrasse (B46) unterteilt. Da diese Brücke kein Hochwasserschutzdefizit aufweist und somit keine Massnahmen erfordert, wird der Verengungstrichter vor der Brücke rechtsufrig mittels steilem Blocksatz vor Seitenerosion geschützt.

Im anschliessenden Abschnitt von Km 15.75 bis Km 15.35 erfolgt eine rechtsseitige Verbreiterung und beide Böschungen werden abgeflacht (M3.4). Bis zur ARA Falkenstein wird das Gerinne der Dünner anschliessend linksufrig verbreitert. Da der vorhandene Raum durch die Autobahn eingeschränkt ist, wird nur linksufrig eine Böschungsabflachung vorgesehen. Das rechte Ufer wird lediglich neu gestaltet (M3.5). Auf Höhe der ARA Falkenstein werden die bestehenden Ufersicherungen instand gestellt (M3.6). Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet.

Zwischen der ARA Falkenstein und dem Wildtierübergang des ASTRA wird das Gerinne wiederum linksufrig verbreitert. Die linke Böschung wird abgeflacht, die rechte Böschung aufgrund der Raumbegrenzung durch die Autobahn A1 lediglich neu gestaltet (M3.7).

Von Km 13.1 bis Km 13.7 ist linksufrig im Bereich des Waldstreifens (ehemaliger Verlauf Dünner) und anschliessend an den geplanten Wildtierübergang des ASTRA der Hot-Spot Natur «Neumatten» vorgesehen (M3.9). Die Böschungen werden beidseitig abgeflacht und die Sohle wird aufgeweitet. Der bestehende Uferverbau des rechten Ufers wird dabei nicht rückgebaut und dient weiterhin als «schlafende» Böschungssicherung zum Schutz der Autobahn A1. In diesem Abschnitt wird der Dünner bis zu einer definierten Interventionslinie eine eigendynamische Gerinnegestaltung ermöglicht (Seitenerosion, Geschiebeumlagerungen). Zwischen der Interventionslinie und dem Waldabschnitt werden weitere ökologische Massnahmen zur Förderung von neuen aquatischen und terrestrischen Habitaten realisiert (Teiche, Unkentümpel, Strukturelemente wie Stein- und Holzhaufen, etc.).

In der restlichen Teilstrecke des Abschnitts 3 (M3.10) wird das Gerinne wiederum linksufrig verbreitert. Die linke Böschung wird abgeflacht, die rechte Böschung aufgrund der Raumbegrenzung durch die Autobahn A1 lediglich neu gestaltet.

Um potenziellen Sohlenerosionen entgegenzuwirken, wird im gesamten Abschnitt alle 110 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt.

Erschliessung

In den Teilabschnitten M3.1 und M3.2 wird der rechte Uferweg aus dem Gewässerraum verlegt. Der neue Weg dient einerseits der landwirtschaftlichen Erschliessung der Felsmatt und andererseits der Zugänglichkeit für den Gewässerunterhalt. Im Teilabschnitt M3.3 wird der rechtsseitige Uferweg ebenfalls aus dem Gewässerraum verlegt und auf die Schutzkote angehoben, damit der Zugang zum Entlastungsbauwerk im Hochwasserfall oder für Unterhaltsarbeiten gewährleistet ist.

Um die Zufahrt zur ARA Falkenstein zu gewährleisten, wird die Fröschenlochstrasse im Teilabschnitt M3.5 aus dem Gewässerraum verlegt.

Unterstrom der ARA Falkenstein muss der linksseitige Uferweg verlegt werden. Bis Km 14.45 und zwischen Km 14.0 und Km 12.97 dient der neue Weg lediglich als Zugang für den Gewässerunterhalt. In den restlichen Teilabschnitten wird der neue Weg zusätzlich für die Erschliessung der landwirtschaftlichen Flächen benötigt.

Seitengewässer

Bei Km 16.19 unterquert der Mittelgäubach das Gerinne der Dünnern mit einem Düker. Aufgrund der Gerinneverbreiterung der Dünnern muss der Düker verlängert werden. Bei Km 15.67 mündet linksufrig der eingedolte Bärenbach in die Dünnern. Da eine Offenlegung des Bärenbachs nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts ist und die Einmündung bei einer allfälligen Ausdolung zu einem späteren Zeitpunkt unter Umständen an einem neuen Ort zu liegen kommt, werden keine speziellen Massnahmen im Mündungsbereich berücksichtigt.

Hinweise:

Zwischen Km 14.74 und 15.6 befinden sich Lärmschutzwände des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) unmittelbar am rechtsufrigen Gewässerraumrand. Es wird davon ausgegangen, dass die Lärmschutzwände keine Hochwasserschutzwirkung haben.

Im Rahmen des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) wird ein Neubau der Brücke Kestenholtzstrasse (B44) vorgesehen. Die neuen Brückenpfeiler kommen gemäss aktueller Planung näher bei der Autobahn zu liegen und ermöglicht somit eine rechtsufrige Verbreiterung der Dünnern. Es ist in der weiteren Projektkoordination sicherzustellen, dass das ASTRA an der gewählten Lösung festhält.

Im Rahmen des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) wird zwischen Km 13.69 und 14.07 eine neue Wildtierüberführung geplant. Dazu wird das Gerinne der Dünnern in nördlicher Richtung umgelegt. Die hydraulischen Berechnungen für den Nachweis der Hochwasserschutzsicherheit wurden zwischen den beiden Projekten koordiniert. Der neue, durch das ASTRA geplante Gerinneabschnitt wird auf die Variante «Ausbauen und Aufwerten» ausgelegt.

Bei einer allfälligen zukünftigen Ausdolung des Bärenbachs ist bei der Mündung in die Dünnern auf eine Sohlenanbindung zu achten, damit die aquatische Längsvernetzung gewährleistet wird.

8.2.5 Abschnitt 4 (km 12.7 – 11.6): Oberbuchsiten Industrie

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 4 sind in den Planbeilagen 105, 405 und 505 dargestellt.



Abbildung 67: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 4.

Gerinne

Bis zur Brücke Berggäustrasse (B41) wird das Gerinne der Dünnern linksufrig verbreitert. Die linke Böschung wird abgeflacht, die Neigung der rechten Böschung bleibt aufgrund der Raumbegrenzung durch die Autobahn A1 gleich wie im Ist-Zustand, es wird jedoch eine neue Böschungsgestaltung vorgesehen.

Zwischen den Brücken Berggäustrasse (B41) und dem Steg Halmacker (B38) sind aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse durch die Autobahn und die Industriezonen keine Gerinneverbreiterungen möglich und es werden lediglich die bestehenden Ufersicherungen instand gestellt (M4.2 und M4.3). Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet.

Oberhalb der SBB-Brücken wird das linke Ufer im Gebiet Lochacker bis zur Gewässerbaulinie abgeflacht. Rechtsufrig sind keine Massnahmen vorgesehen, die bestehende Böschungssicherung befindet sich in einem guten Zustand (M4.4). Auf eine rechtsufrige Verbreiterung oder Uferabflachung wird verzichtet, da dies die Hochwassersicherheit aufgrund der hydraulischen Engstelle bei den SBB-Brücken nur marginal verbessern würde und da sich unter dem Chäppelhofweg zwei Gasleitungen befinden (eine davon ist eine 64 bar Hochdruckleitung des Gasverbundes Mittelland).

Um potenziellen Sohlenerosionen entgegenzuwirken, wird im gesamten Abschnitt alle 250 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt.

Erschliessung

Oberstrom der Brücke Berggäustrasse (B41) wird der linke Uferweg aus dem Gewässerraum verlegt, so dass die Bewirtschaftung der landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie der Zugang für den Gewässerunterhalt weiterhin gegeben ist. (M4.1). Vor den SBB-Brücken wird der linke Uferweg aufgehoben (M4.3). Dieser Weg wird gemäss bewilligtem Gestaltungsplan¹¹ nicht mehr benötigt.

Seitengewässer

Bei Km 12.38 mündet der Steingraben linksufrig direkt oberstrom des Stegs Schälismüli (B40) in die Dünnern. Anders als im Gewässernetz des Kantons Solothurn dargestellt [51], erfolgt die Einmündung in einem offenen Kanal und nicht eingedolt. Bei der neuen Böschungsgestaltung ist auf die Sohlenanbindung des Steingrabens an die Dünnern zu achten, so dass die aquatische Vernetzung sichergestellt ist. Weitergehende Massnahmen zur Offenlegung des Steingrabens bachaufwärts sind nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts.

Hinweis:

Zwischen Km 11.9 und Km 12.58 befinden sich die Lärmschutzwände des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) unmittelbar am rechtsufrigen Gewässerraumrand. Es wird davon ausgegangen, dass die Lärmschutzwände keine Hochwasserschutzwirkung haben.

¹¹ Gemeinde Oberbuchsiten: Erschliessungs- und Gestaltungsplan BLG Dienstleistungszentrum Lochacker [genehmigt gemäss RRB NR. 2008/1729 vom 29.09.2008]

8.2.6 Abschnitt 5 (km 11.6 – 10.6): Oberbuchsiten Ost, Neuendorf Nord

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 5 sind in den Planbeilagen 106, 406 und 506 dargestellt.

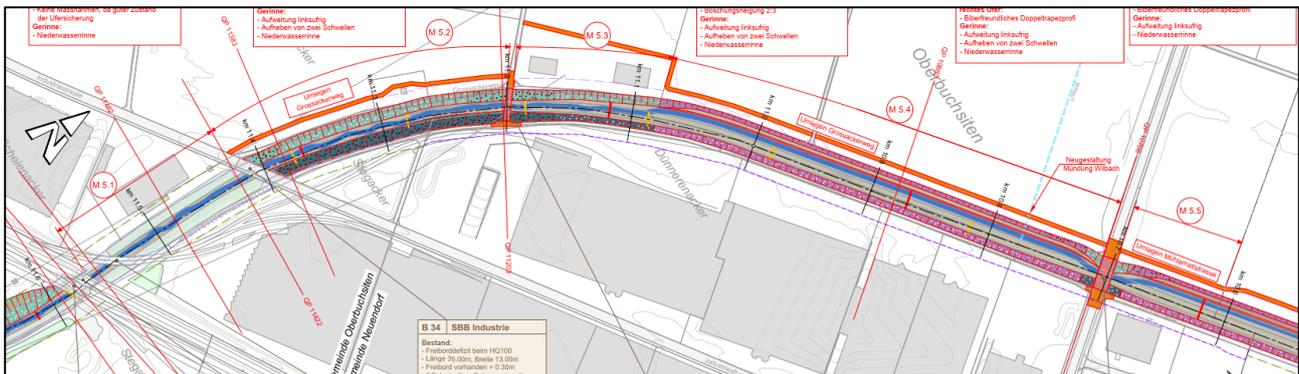


Abbildung 68: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 5.

Gerinne

Im Bereich der SBB-Brücken und der Brücke Industriestrasse (B34 – B37) beschränken sich die wasserbaulichen Massnahmen auf eine Aufwertung der Gerinnesohle. Massnahmen an den Böschungen sind aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse und dem guten Zustand der Böschungssicherungen keine vorgesehen (M5.1).

Unterhalb der Brücke Industriestrasse (B34) bis Km 11.08 wird das Gerinne linksufrig verbreitert (M5.2 und M5.3). Die linke Böschung wird abgeflacht, die Neigung der rechten Böschung bleibt aufgrund der Raumbegrenzung durch die Industriegebiete Stegacker und Dünnerenacker gleich wie im Ist-Zustand. Es ist jedoch eine neue Böschungsgestaltung vorgesehen. Die Dünnern wird anschliessend bis zum Ende des Abschnitts 5 linksufrig verbreitert und in Form eines biberfreundlichen Doppeltrapezprofils gestaltet (M5.3).

Um potenzieller Sohlenerosion entgegenzuwirken, wird im gesamten Abschnitt alle 250 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt.

Erschliessung

Zwischen den Brücken Industriestrasse (B34) und dem Steg Grossacker (B33) muss der linksufrige Grossackerweg verlegt werden (M5.2). Der neue Weg dient nebst dem Zugang für den Gewässerunterhalt auch der Erschliessung des Regenbeckens.

Zwischen dem Steg Grossacker (B33) und der Brücke Neustrasse (B32) muss der Grossackerweg ebenfalls verlegt werden. Da der Weg in diesem Abschnitt zusätzlich für die Erschliessung der landwirtschaftlichen Flächen benötigt wird und dies einen befestigten Weg voraussetzt, erfolgt die Umlegung ausserhalb des Gewässerraums (M5.3 und M5.4). Dasselbe gilt unterhalb der Brücke Neustrasse (B32) für die linksufrige Mühlemattstrasse (M5.5).

Seitengewässer

Bei Km 10.77 mündet linksufrig der eingedolte Wilbach in die Dünnern. Der Mündungsbereich wird im Rahmen der Gerinneverbreiterung der Dünnern neu gestaltet. Dabei wird eine ökologisch wertvolle Strukturierung und eine sohlennahe Anbindung berücksichtigt. Weitere Massnahmen wie eine Offenlegung des Wilbachs sind nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts.

8.2.7 Abschnitt 6 (km 10.6 – 7.9): Egerkingen

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 6 sind in den Planbeilagen 107, 108, 407, 408, 507 und 508 dargestellt.



Abbildung 69: Ausschnitt Situationsplan (oben: Abschnitt 6-1, unten: Abschnitt 6-2).

Gerinne

Bis zur Bleumatt bei Km 10.0 wird die Dünnern linksufrig verbreitert und in Form eines biberfreundlichen Doppeltrapezprofils gestaltet (M6.1). Im anschliessenden Abschnitt durch das Siedlungsgebiet von Egerkingen sind aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse keine Gerinneverbreiterungen möglich und es werden lediglich die bestehenden Ufersicherungen instand gestellt (M6.2). Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet. Im Gebiet Neumatten erfolgt eine rechtsufrige Verbreiterung. Die rechte Böschung wird abgeflacht, die Neigung der linken Böschung bleibt aufgrund der Raumbegrenzung durch das angrenzende Wohngebiet gleich wie im Ist-Zustand. Es ist jedoch eine neue Böschungsgestaltung vorgesehen (M6.3). Unterstrom des Autobahndurchlasses erfolgt auf Höhe Schlegelmatten eine linksufrige Verbreiterung mit Böschungsabflachung. Die Neigung des rechten Ufers bleibt aufgrund des südlich gelegenen Schlegelhofes wie im Ist-Zustand. Es ist jedoch eine neue Böschungsgestaltung vorgesehen (M6.5). Im Gebiet Wintererlen wird das Dünnerngerinne beidseitig verbreitert und beide Uferböschungen werden abgeflacht (M6.6).

Um potenzieller Sohlenerosion entgegenzuwirken, wird oberhalb des Durchlasses alle 250 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt.

Erschliessung

Im Bereich des biberfreundlichen Doppeltrapezprofils wird die linksufrige Mühlemattstrasse aus dem Gewässerraum verlegt, so dass die Bewirtschaftung des Furtackers sowie der Zugang für den Gewässerunterhalt weiterhin möglich ist (M6.1). Zwischen den Brücken Bahnhofstrasse (B30) und Dünnernsteg (B29) wird die rechtsufrige Neumattstrasse aufgehoben. Unterstrom des Dünnernstegs (B29) wird die Neumattstrasse aus dem Gewässerraum verlegt und auf die Schutzkote angehoben, so dass der Zugang für die Bewirtschaftung der Neumatten und für den Gewässerunterhalt gewährleistet ist (M6.3).

Unterhalb der Schlegelmatten müssen die Uferwege beidseitig verlegt werden. Linksufrig oberhalb von Km 8.14 und rechtsufrig zwischen dem Steg Wintererlen (B27) und Km 7.87 (Gemeindegrenze Egerkingen/Gunzgen) dienen die neuen Wege lediglich als Zugang für den Gewässerunterhalt. In den restlichen Teilabschnitten werden die neuen Wege zusätzlich für die Erschliessung der landwirtschaftlichen Flächen, weshalb die Verlegung ausserhalb des Gewässerraums erfolgt (M6.5 und M6.6).

Seitengewässer

Bei Km 9.6 münden der Dorfbach und bei Km 8.91 der Talrechbach in die Dünnern. Beide Einmündungen erfolgen linksufrig und eingedolt. Da eine Offenlegung der Bäche nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts ist und es bei den Einmündungen keine Änderung der Böschungsgeometrien gibt, werden nur lokale Aufwertungsmassnahmen der Mündungsbereiche vorgesehen.

Spezielle Massnahmen

Im Rahmen des Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) sollen die unteren zwei Drittel des Autobahndurchlasses zurückgebaut und durch ein neues naturnahes Gerinne ersetzt werden. Diese Massnahmen sind Bestandteil des ASTRA-Projektes und werden hier nicht berücksichtigt.

Da die Abflussspitzen im Hochwasserfall durch die Entlastung in die Dünnerngrube gedämpft werden, sind aus Sicht Hochwasserschutz keine Massnahmen für das obere Drittel des Durchlasses notwendig.

Hinweis:

Es ist zu empfehlen, die Massnahmen beim Durchlass Egerkingen in der weiteren Projektierung zwischen dem Drittprojektes 6-Streifen-Ausbau Luterbach – Härkingen (ASTRA) und dem vorliegenden Projekt zu koordinieren. Aus Sicht Hochwasserschutz ist zu beachten, dass die Ufer des neuen Gerinnes beidseitig mindestens auf Höhe der Schutzkote zu liegen kommen. Die beiden neuen Brücken (Objekte: X04B und X04C gemäss Drittprojekt) erfüllen gemäss aktuellem Projektstand die Anforderungen an den Hochwasserschutz, die Brückenunterkanten liegen deutlich über der geforderten Schutzkote. Die Anforderungen an die Gerinnegeometrie wurden zwischen den beiden Projekten koordiniert. Es ist sicherzustellen, dass die geplanten Pfeiler «hochwassertauglich» ausgebildet werden. Bei einer allfälligen zukünftigen Ausdolung des Dorfbachs und/oder des Talrechbachs ist bei der Mündung in die Dünnern auf eine Sohlenanbindung zu achten, damit die aquatische Längsvernetzung gewährleistet ist.

8.2.8 Abschnitt 7 (km 7.9 – 5.1): Hägendorf, Gunzgen Nord, Kappel Nord

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 7 sind in den Planbeilagen 109, 110, 409, 410, 509 und 510 dargestellt.



Abbildung 70: Ausschnitt Situationsplan (oben: Abschnitt 7-1, unten: Abschnitt 7-2).

Gerinne

In der Hexenmatt wird das Gerinne der Dünnern beidseitig verbreitert und die Uferböschungen werden abgeflacht (M7.1). Auf Höhe der Baudienstwerkstätte der SBB (Gemeinde Gunzgen) beschränken sich die Verbreiterung und die Uferabflachung auf die linke Uferseite. Die Neigung der rechten Böschung bleibt gleich wie im Ist-Zustand, es wird jedoch eine neue Gestaltung vorgesehen. Zwischen dem Steg Lischmatten (B26) und der SBB-Brücke (B25) erfolgt die Gerinneverbreiterung mit Uferabflachung rechtsseitig. Die linke Böschung wird lediglich neu gestaltet. Oberstrom der SBB-Brücke (B25) wird linksufrig eine neue Ufermauer auf Höhe der Schutzkote gebaut, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten. Die Mauerhöhe beträgt dabei rund 0.6 m.

Im Bereich der SBB-Brücken (B24 und B25) wird zum Schutz der Brückenfundamente vor Erosionen eine flächige Sohlensicherung erstellt. Unterstrom wird die Dünnern rechtsufrig verbreitert und das Ufer abgeflacht. Linksufrig sind aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse keine Änderungen der Böschungsgeometrie vorgesehen, das Ufer wird jedoch neu gestaltet (M7.4). Oberhalb der Brücke Lischmatt (B22) ist aufgrund der Einengung durch die Siedlungsgebiete Kappel und Hägendorf keine Gerinneverbreiterung möglich und es werden lediglich die bestehenden Ufersicherungen instand gestellt (M7.5). Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet. Zwischen den Brücken Lischmatt (B22) und Gäustrasse (B21) wird die Gerinnegeometrie beibehalten, die Ufer werden jedoch neu gestaltet (M7.6).

Zwischen den Brücken Gäustrasse (B21) und Bach-/Dorfstrasse (B20) ist linksufrig der Hot-Spot Naherholung «Grossmatt» vorgesehen (M7.7). Die Böschungen werden beidseitig abgeflacht und die Sohle aufgeweitet. Der bestehende Uferverbau des rechten Ufers wird dabei nicht rückgebaut, sondern dient als «schlafende» Böschungssicherung. In diesem Abschnitt wird der Dünnern eine eigendynamische Gerinnegestaltung ermöglicht (Seitenerosion, Geschiebeumlagerungen).

Unterstrom der Brücke Bach-/Dorfstrasse (B20) erfolgt eine linksufrige Verbreiterung und beide Böschungen werden abgeflacht (M7.8).

Erschliessung

Bis zum Steg Lischmatten (B28) muss der linke Uferweg verlegt werden (M7.1 und M7.2). Der neue Weg dient lediglich als Zugang für den Gewässerunterhalt. Rechtsseitig wird die Uferstrasse im Bereich der Hexenmatt aus dem Gewässerraum verlegt, damit die Zufahrt zur Baudienstwerkstätte der SBB gewährleistet ist (M7.1).

Unterhalb der SBB-Brücken wird rechtsufrig ein neuer Weg für den Gewässerunterhalt erstellt (M7.4).

Im Bereich des Hot-Spots «Grossmatt» wird linksufrig ein neuer Weg gebaut, welcher einerseits als Zugang für den Gewässerunterhalt und andererseits als Fussgängerweg für die Naherholung dient (M7.7).

Seitengewässer

Bei Km 6.07 mündet rechtsufrig der Chaltbach und bei Km 5.36 linksufrig der Cholersbach in die Dünnern. Die Mündungsbereiche werden im Rahmen der Gerinneverbreiterungen der Dünnern neu gestaltet. Dabei wird eine ökologisch wertvolle Strukturierung berücksichtigt. Weitere Massnahmen wie Offenlegungen sind nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts.

Hinweis:

Im Rahmen der Landumlegung Region Olten (Flurgenossenschaft Landumlegung Region Olten) wurden die Gewässerparzellen teilweise erweitert. In diesen Abschnitten orientiert sich das verfügbare Raumangebot für die wasserbaulichen Massnahmen an diesen Parzellen und nicht am Gewässerraum. Mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2021/1001 vom 5. Juli 2021 wurde die Neuzuteilung genehmigt.

Bei einer allfälligen zukünftigen Ausdolung des Chaltbachs und/oder des Cholersbach ist bei der Mündung in die Dünnern auf eine Sohlenanbindung zu achten, damit die aquatische Längsvernetzung gewährleistet wird.

8.2.9 Abschnitt 8 (km 5.1 – 3.8): Hägendorf Ost, Kappel Ost, Rickenbach

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 8 sind in den Planbeilagen 111, 411 und 511 dargestellt.

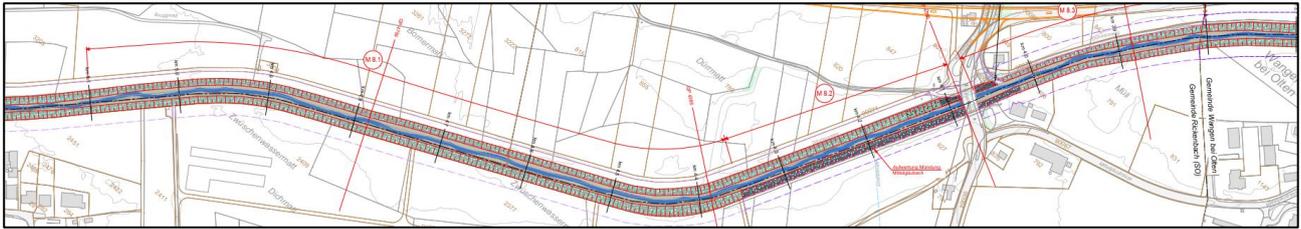


Abbildung 71: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 8.

Gerinne

Das Gerinne der Dünnern wird bis zur Brücke Mühlegasse (B19) linksufrig verbreitert und beide Böschungen werden abgeflacht (M8.1). Oberhalb der Brücke Mühlegasse (B19) beschränkt sich die Uferabflachung auf die linke Seite. Die Neigung des rechten Ufers bleibt gleich wie im Ist-Zustand, die Böschung wird jedoch neu gestaltet (M8.2). Unterstrom der Brücke Mühlegasse (B19) wird das Gerinne rechtsufrig verbreitert und beide Böschungen werden abgeflacht (M8.3).

Erschliessung

Bezüglich der Weg- und Strassenführung entlang der Dünnern gibt es keine Änderungen.

Seitengewässer

Bei Km 4.19 mündet rechtsufrig die Entlastung des eingedolten Mittelgäubachs in die Dünnern. Da eine Offenlegung nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts ist und es bei der Einmündung keine Änderung der Böschungsgeometrie gibt, werden nur lokale Aufwertungsmassnahmen des Mündungsbereichs vorgesehen.

Bei Km 4.03 mündet linksufrig der Dorfbach in die Dünnern. Der Dorfbach weist im heutigen Zustand bereits eine Sohlenanbindung an die Dünnern auf und es sind keine wasserbaulichen Massnahmen notwendig (Abbildung 72).



Abbildung 72: Einmündung des Dorfbachs in die Dünnern.

Hinweis:

Im Rahmen der Landumlegung Region Olten (Flurgenossenschaft Landumlegung Region Olten) wurden die Gewässerparzellen teilweise erweitert. In diesen Abschnitten orientiert sich das verfügbare Raumangebot für die wasserbaulichen Massnahmen an diesen Parzellen und nicht am Gewässerraum. Mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2021/1001 vom 5. Juli 2021 wurde die Neuzuteilung genehmigt.

8.2.10 Abschnitt 9 (km 3.8 – 1.9): Wangen bei Olten

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 9 sind in den Planbeilagen 112, 412 und 512 dargestellt.



Abbildung 73: Ausschnitt Situationsplan Abschnitt 9.

Gerinne

Bis Km 2.8 fliesst die Dünnern durch das Siedlungsgebiet von Wangen bei Olten. Verbreiterungen oder Uferabflachungen sind aufgrund der engen Platzverhältnisse nur im Bereich der Muhrmatt oberhalb des Stegs Muhrmattweg (B18) möglich. Dort wird das Gerinne rechtsufrig verbreitert und beide Böschungen werden abgeflacht. Unterstrom des Stegs Muhrmattweg (B18) bleiben die Uferböschungen gleich wie im Ist-Zustand. Wo nötig werden die Ufersicherungen instand gestellt. Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet.

Die beiden Schwellen bei Km 3.241 und Km 3.677, welche gemäss [30] Fischwanderhindernisse darstellen, werden durch fischgängige Blockrampen mit einem maximalen Längsgefälle von 4 % ersetzt (M9.1).

Zwischen der unteren Blockrampe und dem Steg Altmatten (B15) beschränken sich die Massnahmen auf die Instandstellung der Ufersicherungen. Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet (M9.2).

Unterstrom des Stegs Altmatten (B15) ist rechtsufrig der Hot-Spot Natur «Chrummatt» vorgesehen, welcher sich an der neuen Gewässerparzelle der Landumlegung Region Olten orientiert und in den bereits aufgewerteten Abschnitt übergeht. Ursprünglich sollte dieser Abschnitt in einer 2. Etappe als Ausgleichs- und Ersatzmassnahme des Strassenbauprojekts «Entlastung Region Olten, Kantonsstrasse H5b» realisiert werden (M9.3).

Erschliessung

Im Bereich des Hot-Spots «Chrummatt» wird ab dem Steg Altmatten (B15) rechtsufrig ein neuer Weg erstellt, welcher an den neu gebauten Weg des revitalisierten Abschnittes anschliesst. Der neue Weg dient einerseits als Zugang für den Gewässerunterhalt und andererseits als Fussgängerweg für die Naherholung dient (M9.3).

Seitengewässer

Bei Km 3.12 mündet linksufrig der eingedolte Dorfbach in die Dünnern. Der Mündungsbereich wird Rahmen der Instandstellungsarbeiten der Böschungen angepasst. Dabei wird eine ökologisch wertvolle Strukturierung berücksichtigt. Weitere Massnahmen wie eine Offenlegung sind nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts.

Hinweis:

Von Km 1.86 bis Km 2.48 befindet sich der bereits aufgewertete Abschnitt der Dünnern. Die Aufwertung als Ausgleichs- und Ersatzmassnahme des Strassenbauprojekts «Entlastung Region Olten, Kantonsstrasse H5b» bietet für die terrestrische und aquatische Fauna und Flora eine grosse Vielfalt von Lebensräumen und Habitatformen. Im Rahmen der Landumlegung Region Olten (Flurgenossenschaft Landumlegung Region Olten) wurden teilweise die Gewässerparzellen erweitert. In diesen Abschnitten orientiert sich das verfügbare Raumangebot für die wasserbaulichen Massnahmen an diesen Parzellen und nicht am Gewässerraum. Mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2021/1001 vom 5. Juli 2021 wurde die Neuzuteilung genehmigt.

8.2.11 Abschnitt 10 (km 1.9 – 0.0): Olten

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt 10 sind in den Planbeilagen 113, 114, 413, 414, 513 und 514 dargestellt.

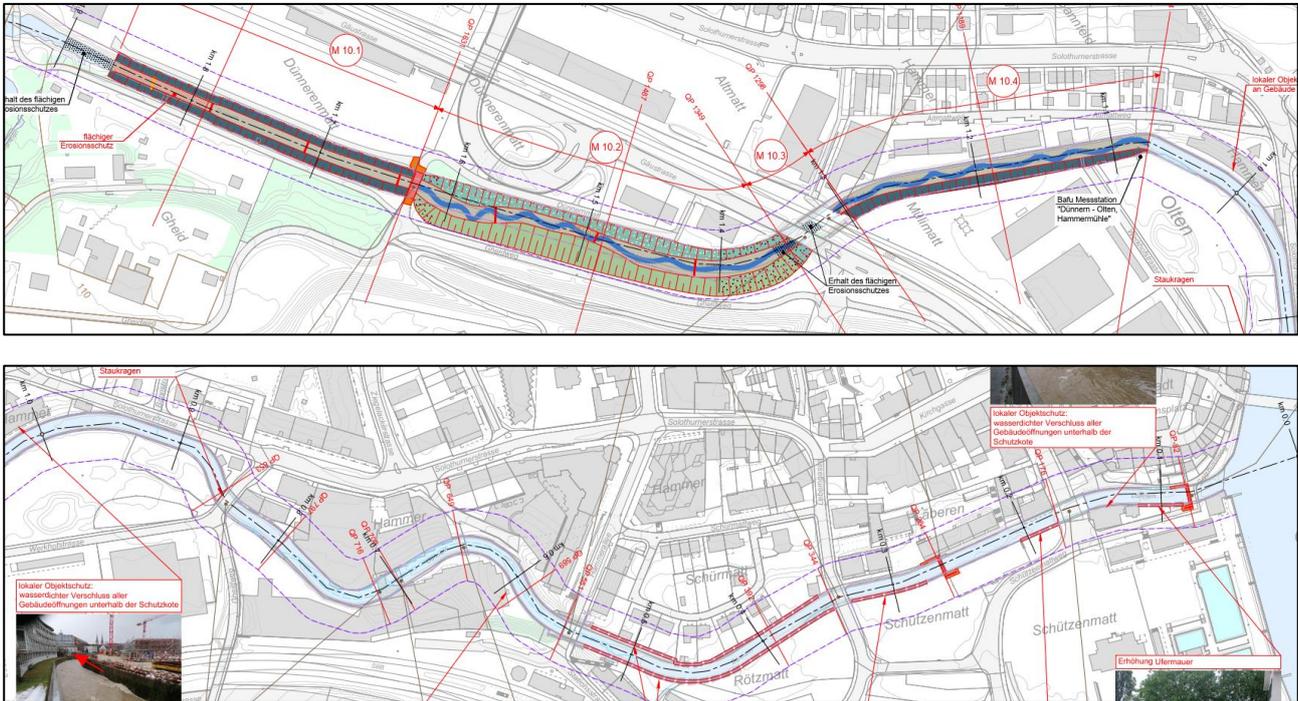


Abbildung 74: Ausschnitt Situationsplan (oben: Abschnitt 10-1, unten: Abschnitt 10-2).

Gerinne

Unterstrom des aufgewerteten Abschnittes bis zum Steg Gheidweg (B13) gibt es aufgrund der Gewerbezone der Stadt Olten kein Raumangebot für Verbreiterungen oder Uferabflachungen. Die Uferböschungen bleiben gleich wie im Ist-Zustand, die Ufersicherungen werden wo nötig instand gestellt. Auf eine zusätzliche Böschungsgestaltung wird zugunsten der Hochwassersicherheit verzichtet. Im kurzen, bereits revitalisierten Abschnitt unterhalb der Brücke Gheidgraben (B14) wurde eine flächige Sohlensicherung erstellt. Diese wird aufgrund des hohen Sohlengefälles von rund 1% bis zum Steg Gheidweg (B13) erweitert (M10.1).

Unterstrom des Stegs Gheidweg (B13) bis zur Brücke Gäustrasse (B12) wird die Dünnern rechtsufrig bis an den Gewässerraumrand aufgeweitet und beide Ufer abgeflacht. Die ehemalige Gewerbezone wurde mit dem Gestaltungsplan¹² im Jahr 2010 in eine Freihaltezone umgewandelt.

Da das Sohlengefälle bis zur Brücke Gäustrasse (B12) wieder zunimmt, wird alle 80 m eine punktuelle Sohlensicherung in Form von IRT-Strukturen erstellt, um eine potenzielle Sohlenerosion zu verhindern.

Zwischen der SBB-Brücke (B11) und der Schwelle bei der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle» (Km 1.07) besteht kein Hochwasserschutzdefizit. Es wird lediglich die rechtsufrige Böschungssicherung instand gestellt (M10.4).

Von der Messstelle bis zur Mündung in die Aare fliesst die Dünnern in einem Betonkanal durch das Siedlungsgebiet von Olten. In diesem Abschnitt besteht kein Raumangebot für Verbreiterungen oder Uferabflachungen. Die bestehenden Hochwasserschutzdefizite werden grundsätzlich mittels lokaler Erhöhungen der Ufermauern sowie mit Objektschutzmassnahmen behoben. In diesem Gewässerabschnitt sind die Schutzkoten auf der linken und rechten Uferseite infolge der verkippten Wasserspiegellage bei Kurvensituationen differenziert betrachtet worden (vgl. Kapitel 4.3, Abbildung 41). Die verorteten Objektschutzmassnahmen beziehen sich auf Gebäudefassaden (km 1.0, km 0.15), welche durch eine Ufermauer nicht zielführend oder in einem verhältnismässigen Aufwand geschützt werden können. Bei den restlichen Massnahmen werden bestehende Stützbauwerke erhöht und/oder erweitert. Dabei werden insbesondere die vorhandenen Stahlgeländer, welche als Absturzsicherung gegenüber dem Bachgerinne dienen, durch eine Betonmauer ersetzt. Diese seitlichen Massnahmen verschmelzen mit den Massnahmen bei den Brücken (B9, B4, B3, B1) und bilden einen durchgehenden Hochwasserschutz.

¹² Gemeinde Olten: Teilzonenplan Olten SüdWest [genehmigt gemäss RRB NR. 588 vom 30.03.2010].

Erschliessung

Bei der Weg- und Strassenführung entlang der Dünnern gibt es keine Änderungen.

Seitengewässer

Bei Km 0.92 mündet linksufrig der Bannwaldbach, bei Km 0.46 rechtsufrig der Rözmatzbach in die Dünnern. Beide Einmündungen erfolgen eingedolt. Da eine Offenlegung der Bäche nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts ist und die Einmündungen bei allfälligen Ausdolungen zu einem späteren Zeitpunkt unter Umständen an einem neuen Ort zu liegen kommen, werden keine speziellen Massnahmen in den Mündungsbereichen berücksichtigt.

Hinweis:

Im Siedlungsgebiet von Olten wurden bei vergangenen Projekten andere Freibordhöhen, respektive Schutzkoten berücksichtigt (z.B. Neubau Brücke Mühlegasse 2018, bei welcher ein Freibord von 0.5 m bezüglich des Wasserspiegels der Aare beim HQ_{100} (391.1 m ü. M.) berücksichtigt wurde). Die im vorliegenden Projekt vorgeschlagenen Massnahmen wurden unter Berücksichtigung der neu berechneten Freibordhöhen/Schutzkoten der Dünnern hergeleitet (vgl. Kapitel 4.3).

Es gilt zu beachten, dass die abschnittsweise Vereinheitlichung der erforderlichen Freibordhöhen für den Mündungsbereich der Dünnern in Olten eine sehr konservative Annahme bildet. Im Rückstaubereich der Aare (km 0.0 bis Schwelle bei km 0.496) kann im Rahmen der weiteren Planung mit reduzierten Freibordhöhen von bis zu 20 cm gerechnet werden. Dabei bildet die unterer Randbedingung (Pegel der Aare) die massgebende Einflussgrösse für die Freibordbetrachtung.

Die berücksichtigten Hochwasserschutzmassnahmen im Siedlungsgebiet von Olten wurden unter der Prämisse, dass beim HQ_{100} keine Wasseraustritte auftreten, festgelegt. Um die Vergleichbarkeit der beiden Varianten «Ausbauen und Aufwerten» und «Rückhalten und Aufwerten» zu gewährleisten, wurden in beiden Vorprojekten grundsätzlich die gleichen Massnahmentypen berücksichtigt.

Im Rahmen der weiteren Projektierung muss das Hochwasserschutzkonzept für das Siedlungsgebiet von Olten mit Einbezug der Stadt Olten im Detail erarbeitet werden. Dabei gilt es auch alternative Varianten zu prüfen. Im vorliegenden Projekt wurde beispielsweise nicht untersucht, ob eine rechtsufrige Entlastung der Dünnern unterhalb der Brücke Hammerallee (B5, Km 0.55) im Bereich des Parkplatzareals Schützenmatte und des Strandbads mit lokalen Objektschutzmassnahmen und/oder mittels Notfallplanung eine gangbare Alternative zu Ufererhöhungen darstellen würde. Bei der Konzepterarbeitung muss zudem die Hochwassergefährdung durch die Aare miteinbezogen und die Wechselwirkung zwischen Hochwasser Aare und Hochwasser Dünnern berücksichtigt werden. Hochwasser der Aare führen bei der Dünnern zu einem Rückstau, welcher die Wasserspiegellagen bis zur Schwelle bei Km 0.495 massgeblich beeinflusst.

8.3 Brücken

Die Massnahmen an Brücken sind abschnittsweise in den Situationsplänen (Planbeilagen 101 – 114), den Längenprofilen (Planbeilagen 401 – 414) und den Querprofilen (Planbeilagen 501 – 514) ersichtlich.

Von den 55 querenden Bauwerken innerhalb des Projektperimeters weisen im Ist-Zustand 42 ein Hochwasserschutzdefizit auf (eingestaut oder ungenügendes Freibord).

Zur Behebung der Hochwasserdefizite wurde ein Katalog mit möglichen Massnahmen erarbeitet. Anschliessend wurde die bauliche Lösung für jede Brücke unter Berücksichtigung der notwendigen Massnahmen am Gerinne und der technischen Machbarkeit definiert. Der Massnahmenkatalog wird nachfolgend kurz beschrieben.

Tabelle 26 gibt einen Überblick über die vorgesehenen baulichen Massnahmen an den Brücken.

Gemäss Drittprojekt ASTRA [38] werden die unteren zwei Drittel des Durchlasses in Egerkingen rückgebaut und ein neues Gerinne erstellt. Diese Massnahmen sind Bestandteil des ASTRA-Projektes und werden hier nicht berücksichtigt. Bei der vorliegenden Variante «Rückhalten und Aufwerten» sind aufgrund der gedrosselten Hochwasserspitzen keine Massnahmen am verbleibenden Drittel des Durchlasses notwendig.

Eine detaillierte und abschnittsweise gegliederte Beschreibung der Massnahmen inkl. Begründung für die gewählte Lösung findet sich für jede Brücke im Anhang C.

Rückbau:

Brücken, welche keine relevante Nutzung aufweisen, werden abgebrochen. Dabei handelt es sich um drei «Stummelbrücken» entlang der Autobahn (B40, B42 und B43), welche vor dem Autobahnbau erstellt wurden und teilweise noch als Notzufahrten gedient haben. Deren Rückbau wurde mit dem ASTRA abgesprochen.

Zudem wird die Brücke Von-Roll-Areal (B55) zurückgebaut und durch eine Werkleitungsbrücke ersetzt.

Massnahmen am Gerinne:

Bei der Ausbildung von Steilböschungen im Bereich bestehender Brücken werden die Widerlager mit vorgespannten, permanenten Anker gesichert. Es ist wichtig zu beachten, dass die Anker zugänglich bleiben, damit Inspektionen und Kontrollen durchgeführt werden können (vgl. Abbildung 75). Teilweise wird bei bestehenden Brücken die Sohle abgesenkt. Bei Sohlenabsenkungen müssen die bestehenden Widerlager und Ufermauern unterfangen werden (vgl. Abbildung 75). Diese Unterfangungen werden mit UW-Beton erstellt. Da die Brücken teilweise im laufenden Betrieb unterfangen werden müssen, ist eine etappierte Ausführung im Pilgerschrittverfahren nötig. Bei diesem Verfahren werden die Aushub- und Betonarbeiten etappenweise durchgeführt, um die Wartezeiten infolge Aushärtung des Betons zu reduzieren. Dabei wird jeweils eine Etappe übersprungen, damit nicht direkt neben nicht ausgehärtetem Beton gearbeitet wird. Die Etappierung richtet sich nach dem vorhandenen Baugrund. Eine entsprechende Wasserhaltung ist vorzusehen.

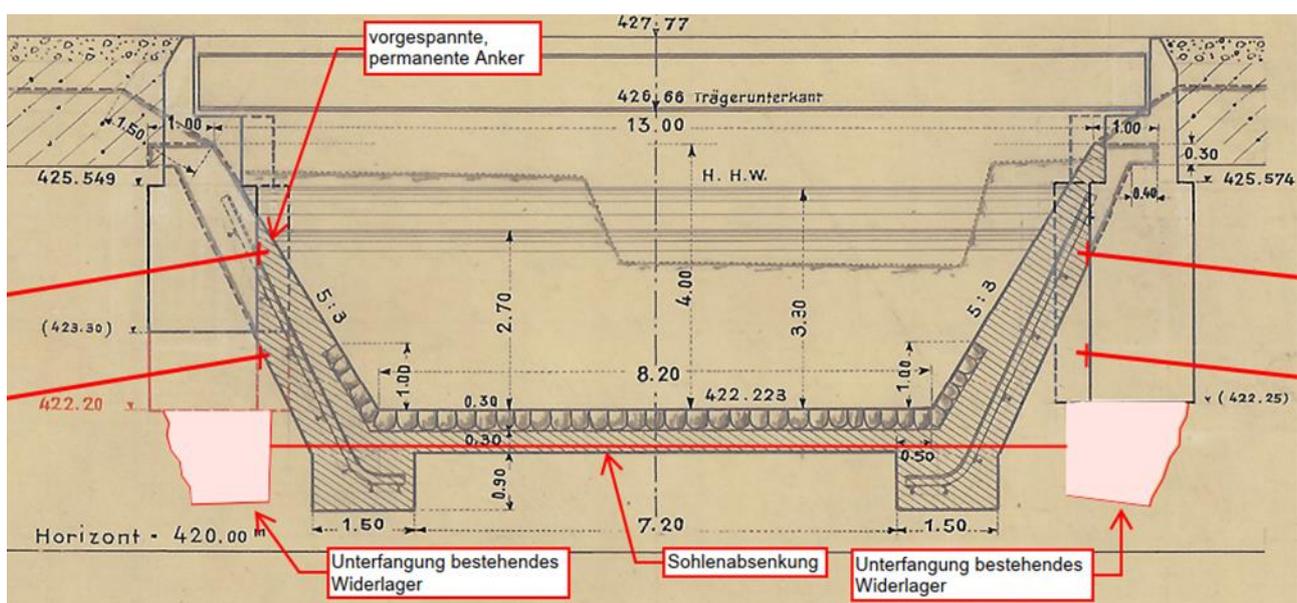


Abbildung 75: Schematische Skizze für Unterfangungen von bestehenden Widerlagern bei Sohlenabsenkung sowie für vorgespannte Anker bei Steilböschungen.

Staukragen/Verschalung:

Wo die erforderliche Schutzkote mit verhältnismässigen Massnahmen nicht erreicht werden kann, sind Verschalungen der Brückenuntersicht sowie Staukragen vorgesehen. Somit kann das Wasser notfalls besser unter Druck abfliessen und es bleibt kein Geschwemmsel hängen. Die Verkleidungen werden mit Blechen oder Gitterrosten erstellt.



Abbildung 76: Beispiele von Brücken mit Staukragen und Verschalung der Untersicht (links: Brücke in Emmenbrücke/Luzern über der kleinen Emme; rechts: Brücke in Täsch über den Täschbach vor der Mündung in die Vispa).

Neubau/Anheben:

Falls Brücken im Rahmen des Projektes angehoben oder verlängert werden müssen, wird ein Neubau vorgesehen. Eine Ausnahme bildet die alte Holzbrücke bei der Rötelbachstrasse (B51 im Abschnitt 2 in Oensingen, welche mit Pressen angehoben und provisorisch abgestützt wird. Die Widerlager werden auf ein höheres Niveau betoniert und die Brücke anschliessend darauf abgesetzt. Bei den Brückenneubauten wird grundsätzlich zwischen Brücken für den motorisierten Verkehr und Fussgängerbrücken (kein motorisierter Verkehr) unterschieden. Brücken für den motorisierten Verkehr sind in Ortbeton vorgesehen. Sie werden als Plattenbalken mit Vorspannung, Brückenlagern und Fahrbahnübergängen ausgeführt. Diese Ausführungsart bietet die Möglichkeit, mit vorfabrizierten Elementen zu arbeiten. Weiter besteht bei dieser Ausführung genügend Platz, um Werkleitungen zwischen den Balken über die Dünnern zu führen. Für den Kostenvoranschlag wird davon ausgegangen, dass schlechter Baugrund angetroffen wird und die Brücken mit einer Tiefenfundation (z.B. mit Grossbohrpfählen) erstellt werden. Bei den Neubauten werden keine zusätzlichen Fahrspuren oder Rad-/Gehwege eingeplant. Es wird von der gleichen Nutzung wie heute ausgegangen. Da die Neubauten meistens auf ein höheres Niveau angehoben werden, muss die Strasse ebenfalls beidseitig angehoben und angepasst werden. Diese Anpassungen sind mit Rampen, welche ein Gefälle von ca. 6% nicht übersteigen, vorgesehen (SN 640075: 6% Steigung für hindernisfreien Verkehrsraum, minimale Anpassung vom Bewegungsspielraum für Fahrradfahrer in Steigungen, VSS 40201 resp. VSS 40238). Fussgänger- und Fahrradbrücken sind als vorfabrizierte Elemente in Holz oder Stahl projektiert. Bei diesen Neubauten ist ebenfalls keine Verbreiterung oder zusätzliche neue Nutzung angedacht. Für Brücken, die höher gelegt werden, sind die gleichen Strassenanpassungen wie bei den Betonbrücken vorgesehen.

Massnahmen bei Drittprojekten:

Bei Brücken, welche im Rahmen von Drittprojekten geplant werden, wurden die Massnahmen auf die Hochwassersicherheit geprüft. Wo nötig wurden die Massnahmen zwischen den Projekten koordiniert, so dass die Vorgaben des Hochwasserschutzes eingehalten werden. Es handelt sich dabei um die querenden Bauwerke des 6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen des ASTRA [38] sowie des Vebo Knotens des AVT [37].

Tabelle 26: Übersicht der Massnahmen an den Brücken innerhalb des Projektperimeters.

Massnahme	Anzahl betroffener Brücken			
	Fussgängerbrücke	Autobrücke	Eisenbahnbrücke	Total
Keine (hochwassertauglich)	4	16	7	27
Rückbau		4		4
Staukragen/Verschalung	1	2		3
Massnahmen am Gerinne ¹⁾		1	2	3
Neubau/Anheben	4	9		13
gem. Drittprojekte	1	4		5
Total	10	36	9	55

¹⁾ Sohlenabsenkungen, Steilböschungen

Hinweis:

Die oben beschriebenen Bauweisen dienen als Grundlage für den Kostenvoranschlag. Der Entscheid, wie der Brückenneubau schlussendlich realisiert wird, liegt beim Werkeigentümer.

Die Baugrundverhältnisse müssen auf Stufe Bauprojekt geprüft werden. Für den Kostenvoranschlag wird schlechter Baugrund angenommen. Werden gute Baugrundverhältnisse angetroffen, können einzelne Brücken flach fundiert werden.

Die Brückeneigentümer wurden bisher nicht in die Massnahmenplanung eingebunden. Bei der Detailplanung auf Stufe Bauprojekt sind diese in die Projektierung zu integrieren oder ist die Projektierung an diese zu übertragen.

Brücken, welche die Schutzkote nicht einhalten

Durch die baulichen Massnahmen sind bei einem HQ₁₀₀ gemäss den hydraulischen Modellierungen keine Brücken mehr eingestaut. Bei einigen Brücken wird jedoch die geforderte Schutzkote nicht eingehalten und es besteht ein Freiborddefizit. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Eisenbahnbrücken, bei welchen keine Neubauten berücksichtigt werden oder um Brücken im Stadtgebiet Olten. Es wurde abgeschätzt, wie sich ein allfälliger durch externe Einflüsse ausgelöster Einstau (z.B. durch Schwemmgut oder Schwemmholz) auf die Hochwassersicherheit dieser Brücken auswirkt:

- Liegt die Energielinie trotz Freiborddefizit unter der Brückenunterkante ist rechnerisch Freispiegelabfluss beim Dimensionierungsabfluss vorhanden und es rechnerisch nicht mit einem Einstau zu rechnen.
- Grossflächige Verklausungen werden dank dem Schwemmholzurückhalt im Abschnitt 1 nicht erwartet (vgl. Kapitel 7.7).
- Die Unsicherheit der Sohlenlage wurde bei der Definition des Freibords mit 0.45 m berücksichtigt (Geschiebeablagerungen, welche zu höheren Wasserspiegellagen führen können). Im Rahmen der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) müssen allfällige Geschiebeablagerungen bei den Brücken mit verbleibendem Defizit im Einzelfall geprüft und bei Bedarf im Geschiebebewirtschaftungskonzept (vgl. Hinweiskasten in Kapitel 7.6) berücksichtigt werden.

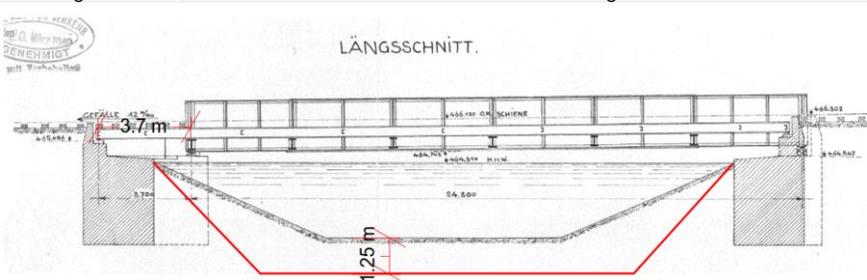
In Tabelle 27 sind die Brücken aufgelistet, welche das erforderliche Freibord nicht einhalten mit der Begründung weshalb das Defizit auf der aktuellen Planungsstufe in Kauf genommen wird.

Hinweis:

Im Rahmen der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) sollte bei den Brücken, welche das geforderte Freibord nicht einhalten, in Abhängigkeit des Brückenbautyps überprüft werden, ob bei den oberstrom liegenden Uferhöhen noch zusätzliche Reserven (höheres Freibord) zu berücksichtigen sind.

Tabelle 27: Brücken, welche das geforderte Freibord nicht einhalten.

Nr.	Name	Freiborddefizit	Begründung weshalb Schutzkote nicht eingehalten wird
B 53	OeBB Eisenbahnbrücke	0.4 m	Die geforderte Schutzkote wird trotz den vorgesehenen Massnahmen (Sohlenabsenkung, Steilböschung, Sicherung Widerlager) nicht erreicht. Mit zusätzlichen Sohlenabsenkungen oder Gerinneaufweitungen im unterliegenden Abschnitt kann der Wasserspiegel aufgrund des Rückstaus durch das eingeeengte Gerinne

Nr.	Name	Freiborddefizit	Begründung weshalb Schutzkote nicht eingehalten wird
			<p>weiter unterstrom nicht weiter abgesenkt werden. Die geforderte Sicherheit könnte nur mit einem Neubau der Brücke erzielt werden. Dies bedingt aufwändige und teure bauliche Massnahmen an den Gleisanlagen. Da die Energielinie unter der Brückenunterkante liegt, wird ein Neubau als nicht verhältnismässig betrachtet. Die Machbarkeit der Sohlenabsenkung hinsichtlich der Brückenfundation ist gegeben (vgl. Skizze unten). Bei einem zukünftigen Neubau durch den Werkeigentümer, muss die Brücke auf die Schutzkote angehoben werden.</p>  <p>Abbildung 3: Längsschnitt</p>
B38	Halmacker Autobrücke	0.1 m	Ein Anheben, respektive ein Neubau der Brücke wegen eines Freiborddefizits von 0.1 m wird als nicht verhältnismässig beurteilt, insbesondere, da die Energielinie deutlich unter der Brückenunterkante liegt. Es wird jedoch eine Verschalung der Untersicht vorgesehen.
B25	SBB Eisenbahnbrücke	0.4 m	Da die Energielinie trotz des vorhandenen Freiborddefizits unter der Brückenunterkante liegt, werden teure bauliche Anpassungen wie Sohlenabsenkungen oder Vergrössern des Abflussquerschnittes mit Sicherung der Widerlager als unverhältnismässig betrachtet. Aufgrund des erhöhten Sohlengefalles ist zudem kaum mit Geschiebeablagerungen zu rechnen.
B9	Gheidweg Autobrücke	0.5 m	Ein Neubau der Brücke wegen dem verbleibenden Freiborddefizit wird aufgrund der aufwändigen und teuren Anpassungen am Strassentrasse, den Gebäudeerschliessungen sowie der Werkleitungen als nicht verhältnismässig eingestuft. Da die Energielinie nicht unter der Brückenunterkante liegt, ist ein Staukragen vorgesehen, damit bei allfälligem Druckabfluss Wasseraustritte vermieden werden können.
B4	Lebergasse Autobrücke	0.4 m	Da die Energielinie unter der Brückenunterkante liegt, wird Neubau der Brücke der aufwändigen und teuren Anpassungen am Strassentrasse, den Gebäudeerschliessungen sowie der Werkleitungen als nicht verhältnismässig eingestuft. Es ist jedoch eine Verschalung der Untersicht vorgesehen.
B3	Schützenmatte Fussgängerbrücke	0.3 m	<p>Ein Neubau behebt das Defizit betreffend Einstau durch Hochwasser der Aare. Ein Anheben bis auf die theoretisch geforderte Schutzkote ist aufgrund der Erschliessung nicht möglich, respektive wird als nicht verhältnismässig beurteilt. Alternativ könnte der Fussgängersteg ersatzlos rückgebaut werden, die Erschliessung könnte auch über die 80 m weiter oberstrom liegende Brücke Lebergasse sichergestellt werden.</p> <p>Die Massnahmen an dieser Brücke sollten bei der Erarbeitung des Hochwasserschutzkonzepts für das Siedlungsgebiet von Olten (vgl. Hinweiskasten in Kapitel 8.2.11) im Rahmen der weiteren Projektierung im Detail geprüft werden. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass im Rückstaubereich der Aare mit einem reduzierten Freibord gerechnet werden kann.</p>
B2	Mühlegasse Autobrücke	0.4 m	Die Brücke wurde kürzlich neu gebaut. Es wurde ein Freibord von 0.5 m bezüglich des Wasserspiegels der Aare beim HQ ₁₀₀ (391.1 m ü.M.) berücksichtigt. Im Rahmen des vorliegenden Projektes beträgt das notwendige Freibord jedoch 1.0 m bezüglich Wasserspiegel HQ ₁₀₀ Dünnern. Ein erneuter Neubau der Brücke

Nr.	Name	Freibord- defizit	Begründung weshalb Schutzkote nicht eingehalten wird
			würde zu Unverständnis bei der Bevölkerung führen. Da die Energielinie unter der Brückenunterkante liegt, werden keine weiteren Massnahmen vorgesehen. Die Massnahmen an dieser Brücke sollten bei der Erarbeitung des Hochwasserschutzkonzepts für das Siedlungsgebiet von Olten (vgl. Hinweiskasten in Kapitel 8.2.11) im Rahmen der weiteren Projektierung im Detail geprüft werden. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass im Rückstaubereich der Aare mit einem reduzierten Freibord gerechnet werden kann.
B1	Salzhüsliweg Fussgängerbrücke	0.5 m	Ein Neubau behebt das Defizit betreffend Einstau sowie Rückstau der Aare. Ein Anheben bis auf die theoretisch geforderte Schutzkote ist aufgrund der Erschliessung nicht möglich, respektive wird als nicht verhältnismässig beurteilt. Die Massnahmen an dieser Brücke sollten bei der Erarbeitung des Hochwasserschutzkonzepts für das Siedlungsgebiet von Olten (vgl. Hinweiskasten in Kapitel 8.2.11) im Rahmen der weiteren Projektierung im Detail geprüft werden. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass im Rückstaubereich der Aare mit einem reduzierten Freibord gerechnet werden kann.

8.4 Werkleitungen

Die Massnahmen an den Werkleitungen sind abschnittsweise in den Planbeilagen 201 bis 214 dargestellt.

Die wasserbaulichen Massnahmen tangieren verschiedene Werkleitungen. Wenn möglich wurde versucht, die Werkleitungen an Ort und Stelle zu belassen. Dies setzt jedoch voraus, dass die Werkleitungen weiterhin für den Unterhalt zugänglich bleiben (Zugang zu Schächten/Kontrollschächten/Armaturen). Die Beurteilung der Verhältnismässigkeit erfolgte gemäss den Ausführungen in Kapitel 7.11. Die erforderlichen Massnahmen können generell in folgende Kategorien unterteilt werden:

Umlegung parallel zur Dünnern:

Verlaufen bestehende Leitungstrassen entlang der Dünnern, werden diese parallel von der Dünnern weg verschoben. Die Entfernung der Umlegung orientiert sich an den wasserbaulichen Massnahmen und der vorhandenen Infrastruktur.

Unterquerungen

Werden Unterquerungen durch wasserbauliche Massnahmen tangiert, so werden diese neu erstellt. Die Tiefenlage der Werkleitungsquerungen kann aus dem Werkleitungskataster meist nicht herausgelesen werden.

Die vorhandenen Grundlagen zu den Abwasserleitungen zeigen, dass bestehenden Querungen meist als Dücker ausgeführt sind. Diese liegen erfahrungsgemäss knapp unter der Gewässersohle und sind meist in Fliessrichtung durch einen Sohlenfixpunkt gesichert. Die wasserbaulichen Massnahmen sehen die Aufhebung der bestehenden Schwellen, Sohlensicherungen und auf weiten Abschnitten auch die Verbreiterung der Sohle sowie überall eine Niederwasserrinne vor. Aus diesem Grund wird bei den Unterquerungen von Abwasserleitungen der Ersatz der vorhandenen Dücker geplant (mit Ausnahme der Dücker direkt bei Brücken und in Abschnitten von unverändertem Gerinnequerschnitten und sicherer Sohlenlage). Die Dücker werden konventionell erstellt und umfassen auch die Erstellung des Einlauf- und Auslaufbauwerkes sowie die Anpassung der Zuläufe auf die Schächte.

Bei den übrigen Werkleitungen kann die Bauweise und Tiefenlage der Leitungen ebenfalls nicht ermittelt werden. Damit gilt auch hier die Annahme, dass die Unterquerungen knapp unterhalb der Gewässersohle erstellt wurden. Unterquerungen der Dünnern durch Trinkwasserleitungen werden allesamt als Dücker inklusive der Erstellung der erforderlichen Entlüftung berücksichtigt. Unterquerungen von Telekommunikations- und Elektrotrassen werden als Spülbohrungen geplant, wobei jeweils die effektiv vorhandene Anzahl Kabelschutzrohre berücksichtigt wurde.

Überquerungen

Überquerungen der Dünnern sind nur dann betroffen, wenn ein Neubau der Brücken erforderlich ist. In diesem Fall sind Werkleitungsumlegungen als aufgehängte Leitungen zwischen den Brückenträgern (keine Reduktion des Abflussquerschnitts und geschützt) oder eingelegt im Brückenträger geplant.

Einleitungen

Einleitungen von Regenabwasserleitungen (inkl. Drainagesammelleitungen, Regenüberläufe usw.) werden wo nötig an die verändernden Böschungswinkel und Uferverbauungen angepasst. Weiter ist vorgesehen, die Strömung der Dünnern mittels Instream-Massnahmen so zu lenken, dass Auflandungen und damit verbundene mögliche Verstopfungen der Einleitungen verhindert werden können und die Funktionstüchtigkeit nicht einschränken. Bei einem Neubau von Einleitungen ist ein Biberschutzgitter bei den Einläufen geplant.

Hinweis:

Die vorgeschlagenen Massnahmen basieren auf den bekannten Drainageleitungen aus dem WebGIS des Kantons Solothurn¹³. Es ist zu erwarten, dass weitere Drainagesysteme entlang der Dünnern vorhanden sind.

Mit den wasserbaulichen Massnahmen wird sich das Gerinne der Dünnern massgeblich verändern. Damit die Drainagen parallel dazu weiter funktionieren, müssen ggf. lokal Drainagesammelleitungen parallel zur Dünnern erstellt werden. Die Einleitungen dieser Sammelleitungen können gezielt in jenen Abschnitten erstellt werden, wo die Gefahr von Verlandungen oder ein möglicher Aufstau durch den Biber besser kontrolliert werden kann. Auf Stufe Bauprojekt müssen die Drainageleitungen systematisch erhoben werden und die erforderlichen Massnahmen zur Sicherstellung der

¹³ <https://geo.so.ch/map>

Funktion der Drainageleitungen festgelegt werden. In der Kostenschätzung ist die Anpassung der Einleitungen berücksichtigt. Allfällige Anpassungen von Sammelleitungen sind in den Kleinpositionen berücksichtigt.

Die folgende Tabelle 28 zeigt eine Übersicht der erforderlichen Werkleitungsumlegungen. Der detaillierte Umfang der Werkleitungsumlegungen je Abschnitt ist in Kapitel 13.8 dargestellt.

Tabelle 28: Pro Medium gegliederte Übersicht der betroffenen Werkleitungen (Länge Werkleitungsumlegungen in km/Anzahl Ersatz oder Anpassungen von Querungen der Dünnern).

Abschnitt	Abwasser	Wasser	Elektro ¹⁾	Gas	Fernwärme	Swisscom ¹⁾
Total	0.48 / 14	1.14 / 13	3.56 / 23	1.21 / 10	- / -	6.31 / 14

¹⁾ mehrere Leitungsstränge sind in einem neuen Trasse / einer neuen Querung zusammengefasst.

Im Folgenden werden die umfangreichsten Massnahmen an Werkleitungen beschrieben und auf deren Verhältnismässigkeit eingegangen.

Abschnitt 1: Km 17.80 bis Km 17.95

Im Abschnitt 1 weist die Dünner im Ist-Zustand zwischen Km 17.80 und Km 17.95 ein Hochwasserschutzdefizit sowie ökologische Defizite auf. Die vorgesehenen wasserbaulichen Massnahmen sehen die Verbreiterung der Gerinnesohle sowie eine Abflachung der Ufer vor. Das Hochwasserschutzdefizit kann mit den wasserbaulichen Massnahmen aufgrund der Rückstaueffekte durch das eingengte Gerinne im Siedlungsgebiet von Oensingen nicht vollständig behoben werden.

Auf diesem Abschnitt befinden sich die Mischabwasserleitung DN1000, eine Gasleitung DN250, ein Swisscom- und ein Elektrotrasse sowie die Fernwärmeleitungen im Gewässerraum (Uferschutzzone 1).

Die Umlegung der Mischabwasserleitung wird als unverhältnismässig taxiert, da das Hochwasserschutzdefizit durch ein grösseres Gerinne nicht massgeblich verbessert werden kann und die Leitung ein Hauptsammelkanal der ARA Falkenstein ist. Der Leitungszustand der drei Haltungen reicht von schlecht bis gut und rechtfertigt daher eine Umlegung nicht. Aus ökologischer Sicht ist eine Verbreiterung des Gerinnes und eine Abflachung des linken Ufers gefordert. Da unmittelbar oberstrom im Bereich des heutigen Geschiebesammlers der Hot-Spot «Äussere Klus» vorgesehen ist, ist eine weniger ausgeprägte Verbreiterung, respektive Uferabflachung tolerierbar. Eine Umleitung würde hohe Kosten mit geringem Nutzen hinsichtlich Hochwasserschutz und Ökologie verursachen. Der Zugang zur Mischabwasserleitung bleibt mit den vorgesehenen Massnahmen weiterhin möglich.

Die Gasleitung sowie das Swisscom- und Elektrotrasse werden zugunsten der ökologischen Massnahmen umgelegt. Die Fernwärmeleitungen müssen nicht umgelegt werden.

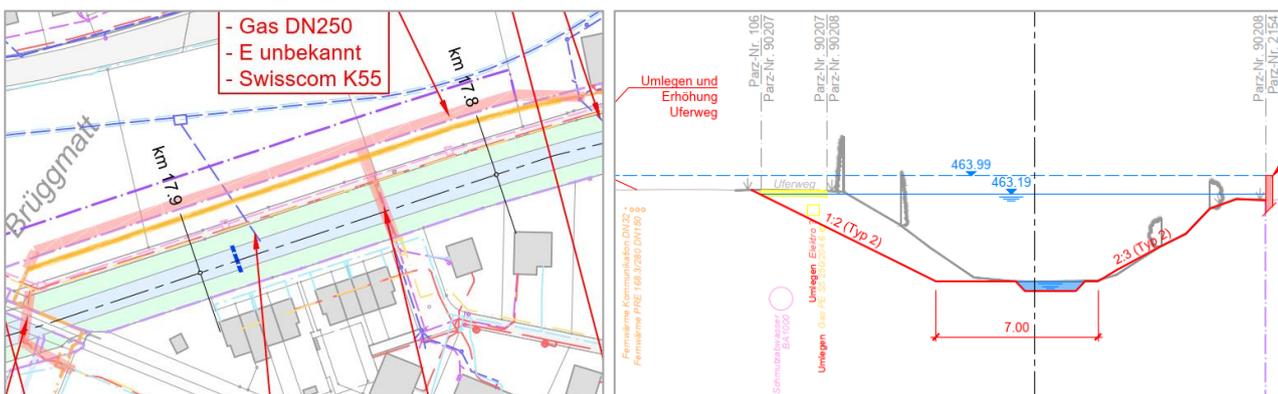


Abbildung 77: Linksufrige Schmutzabwasserleitung DN1000 im Abschnitt 1 zwischen Km 17.78 und Km 17.95.

Abschnitt 3-1: Km 14.96 bis Km 15.72

Im Abschnitt 3 weist die Dünner im Ist-Zustand zwischen Km 14.96 und Km 15.72 ein Hochwasserschutzdefizit sowie ökologische Defizite auf. Die vorgesehenen wasserbaulichen Massnahmen sehen die Verbreiterung der Gerinnesohle sowie eine Abflachung der Ufer vor.

Auf diesem Abschnitt befinden sich die Mischabwasserleitung DN1500, eine Gasleitung DN280, eine Wasserleitung DN125, ein Swisscom- und ein Elektrotrasse im Gewässerraum (Uferschutzzone 1).

Einzig das Swisscomtrasse, welches zwischen der Fröschenlochstrasse und der Dünner liegt, muss umgelegt werden. Die Verhältnismässigkeit ist gegeben, da die wasserbaulichen Massnahmen zur Behebung des Hochwasserdefizits erforderlich sind. Alternativen zur linksufrigen Vergrösserung des Abflussquerschnittes gibt es nicht, da rechtsufrig die Autobahn direkt an die Dünnern grenzt.

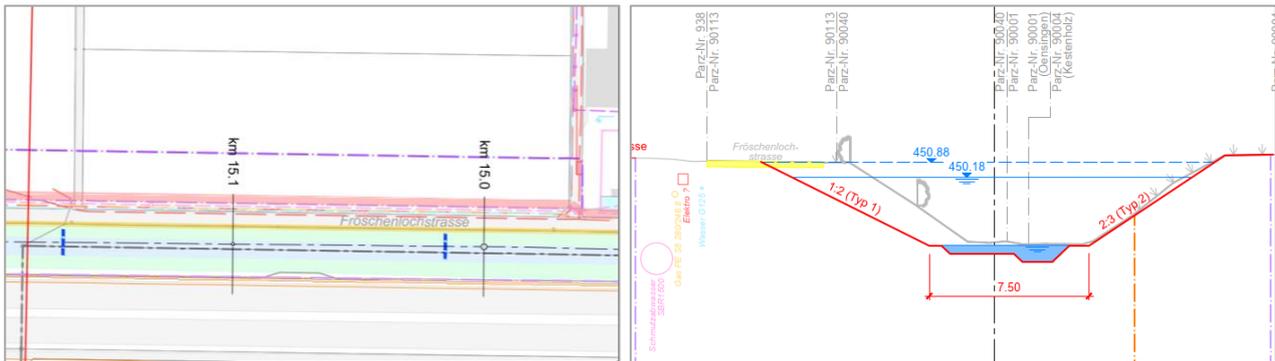


Abbildung 78: Werkleitungen im Abschnitt 3-1.

Abschnitt 3-2: Km 13.08 bis Km 14.70

In diesem Abschnitt befinden sich linksufrig eine Gasleitung DN280, ein Swisscom- und ein Elektrotrasse im Gewässer-raum (Uferschutzzone 1).

Für die Behebung des Hochwasserschutzdefizits ist eine Verbreiterung des Gerinnes und die Abflachung des linken Ufers erforderlich. Zudem ist in diesem Abschnitt der Hot-Spot Natur «Neumatten» [Massnahme 3.9] geplant, welcher ein zentraler Trittstein für die ökologische Vernetzung darstellt.

Aus diesen Gründen wird die grossräumige Umlegung der vorhandenen Werkleitungen als verhältnismässig beurteilt.

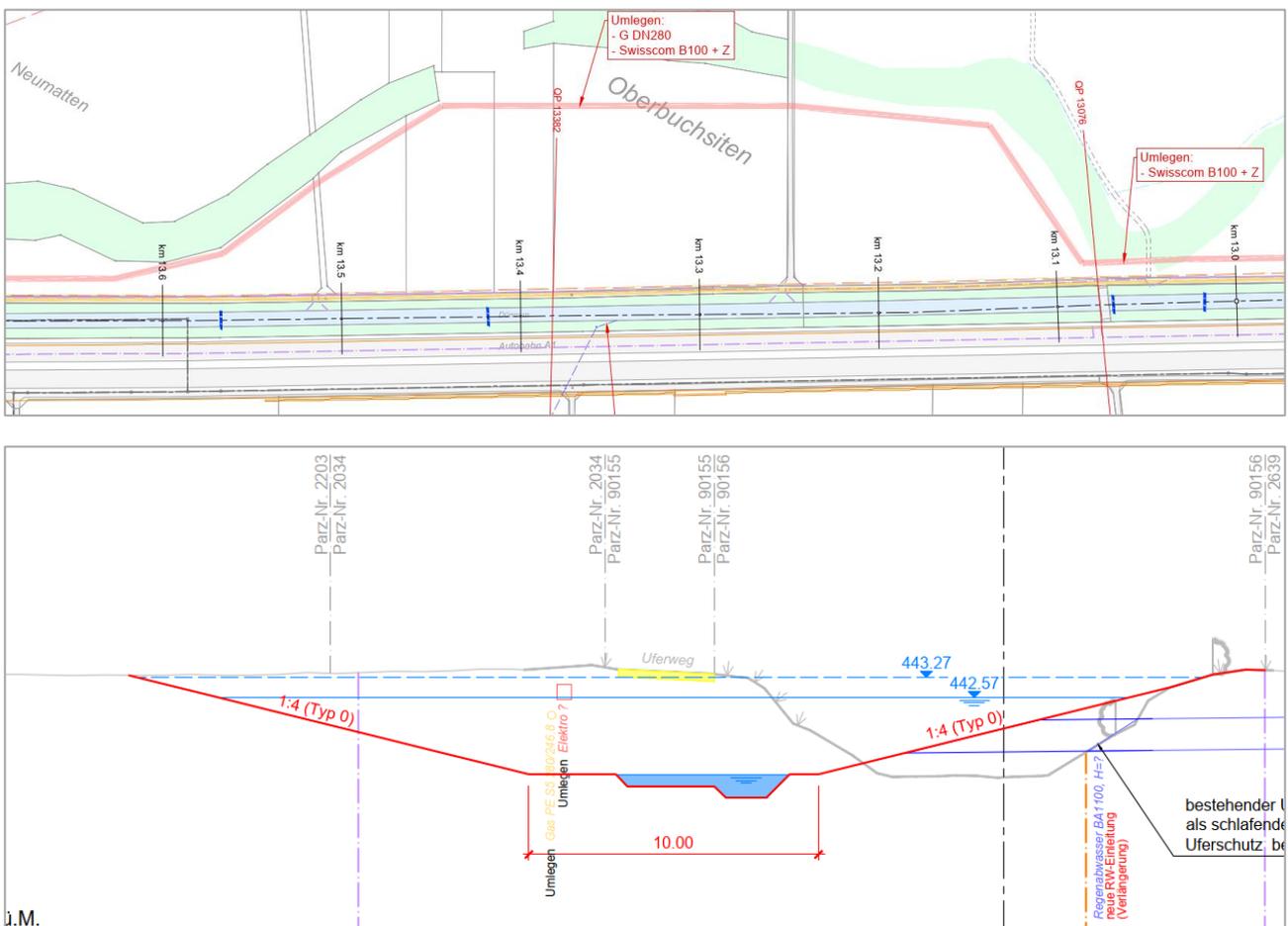


Abbildung 79: Linksufrige Werkleitungen im Abschnitt 3-2.

Abschnitt 5: Km 11.20 bis Km 11.41

Auf diesem Abschnitt befinden sich die Mischabwasserleitung DN800, ein Signalkabel, eine Wasserleitung DN150, ein Swisscom- und ein Elektrotrasse im Gewässerraum.

Für die Behebung des Hochwasserschutzdefizits ist eine Verbreiterung des Gerinnes mit einer Abflachung des linken Ufers erforderlich. Diese Massnahmen können nur linksufrig umgesetzt werden, da rechtsufrig die Hochdruckgasleitung entlang des Uferweges verläuft und Bauzonen vorhanden sind. Die geplanten wasserbaulichen Massnahmen in diesem Abschnitt sind zudem zwingend erforderlich, um die Wasserspiegellagen im stark eingegengten Abschnitt zwischen den Eisenbahnbrücken und der Brücke Industriestrasse absenken zu können.

Aus ökologischer Sicht bringt eine naturnahe Gerinnegestaltung einen hohen Nutzen, da oberstrom auf einer Strecke von rund einem Kilometer im Siedlungsgebiet von Oberbuchsiten primär der Hochwasserschutz im Fokus steht. Von den wasserbaulichen Massnahmen sind die Entlastung des Regenbeckens und der Dücker (Abwasser) betroffen. Die Verhältnismässigkeit ist aufgrund des Hochwasserschutz und des ökologischen Defizits gegeben.

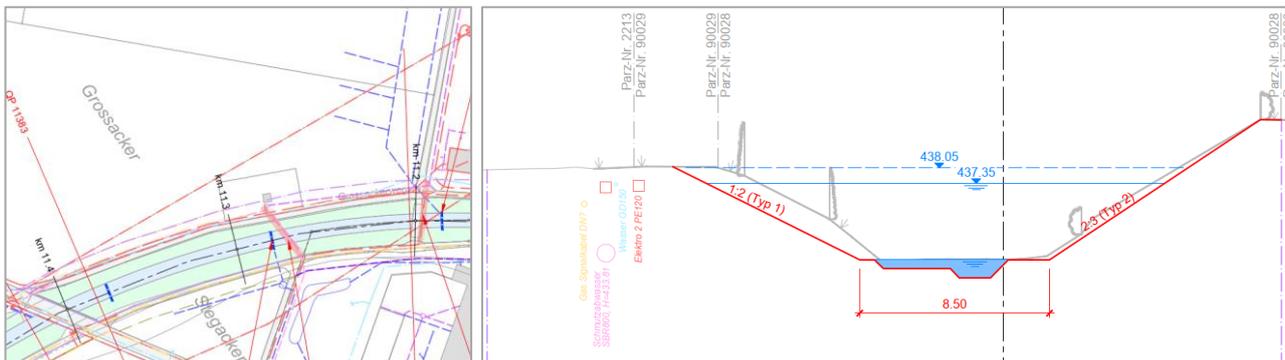


Abbildung 80: Linksufrige Werkleitungen im Abschnitt 5 zwischen den Brücken Industriestrasse (B34) und Grossacker (B33).

Abschnitt 8: Km 4.10 bis Km 5.00

Im Abschnitt 8 weist die Dünnern im Ist-Zustand zwischen Km 4.10 und Km 5.00 ein Hochwasserschutzdefizit sowie ökologische Defizite auf. Die vorgesehenen wasserbaulichen Massnahmen sehen die Verbreiterung der Gerinnesohle sowie eine Abflachung der Ufer vor.

In diesem Abschnitt befinden sich die Mischabwasserleitung DN800 sowie ein Elektro- und ein Swisscomtrasse.

Die Mischabwasserleitung gehört dem Zweckverband Abwasserregion Olten und wird durch die wasserbaulichen Massnahmen nicht tangiert.

Wo das Elektro- und das Swisscomtrasse durch wasserbauliche Massnahmen tangiert werden, ist eine abschnittsweise Umlegung erforderlich. Diese Werkleitungsumlegungen sind aufgrund des vorhandenen Hochwasserdefizits verhältnismässig. Von Km 4.10 bis Km 4.85 wird das Trasse der Swisscomleitungen aufgehoben, da diese ausser Betrieb sind.

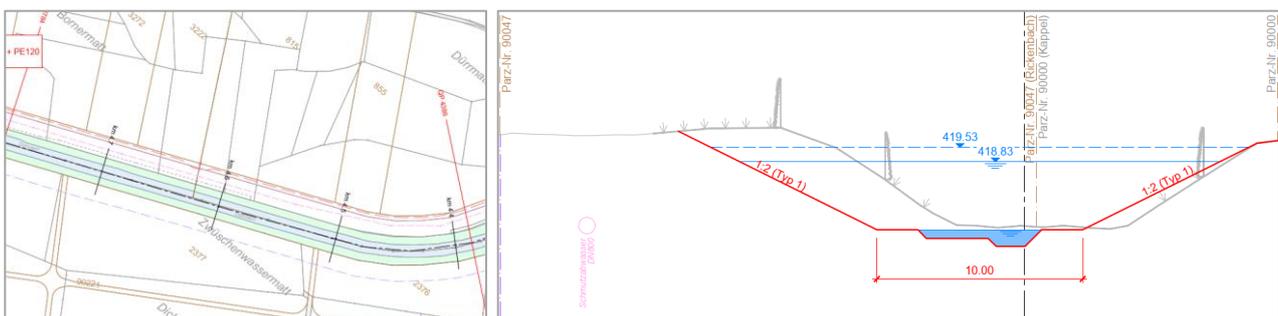


Abbildung 81: Linksufrige Schmutzabwasserleitung DN800 im Abschnitt 8.

8.5 Naherholung und Besucherlenkung

Die Erfahrung aus vergleichbaren Projekten zeigt, dass durch eine naturnahe Fluss- und Ufergestaltung das Gebiet für Erholungssuchende an Attraktivität gewinnt. Der damit steigende Nutzungsdruck kann jedoch zum Problem für die Natur, die angrenzenden landwirtschaftlichen Bewirtschafter und Anstösser werden. Ebenso kann es zu Konflikten zwischen verschiedenen Erholungsnutzungen kommen. Mit einer gezielten Besucherlenkung soll dieses Konfliktpotenzial entschärft werden. Dazu wird der Projektperimeter gemäss Abbildung 82 in unterschiedliche Abschnitte unterteilt, in denen Gebiete für die Naherholung attraktiver (Hot-Spot Naherholung, vgl. Kapitel 8.5.1) oder weniger attraktiv (Hot-Spot Natur, vgl. Kapitel 8.5.2) gestaltet werden. Dazwischen gibt es zahlreiche Abschnitte, die den Grundsatz der Koexistenz von Natur und Naherholung verfolgen (Koexistenz Mensch-Natur, vgl. Kapitel 8.5.3).

Hinweis:

Als Grundlage für die nächste Planungsphase (Stufe Bauprojekt) wird als Ergänzung zu dem vorliegenden Vorprojektdossier ein eigenständiges Erholungskonzept erarbeitet.

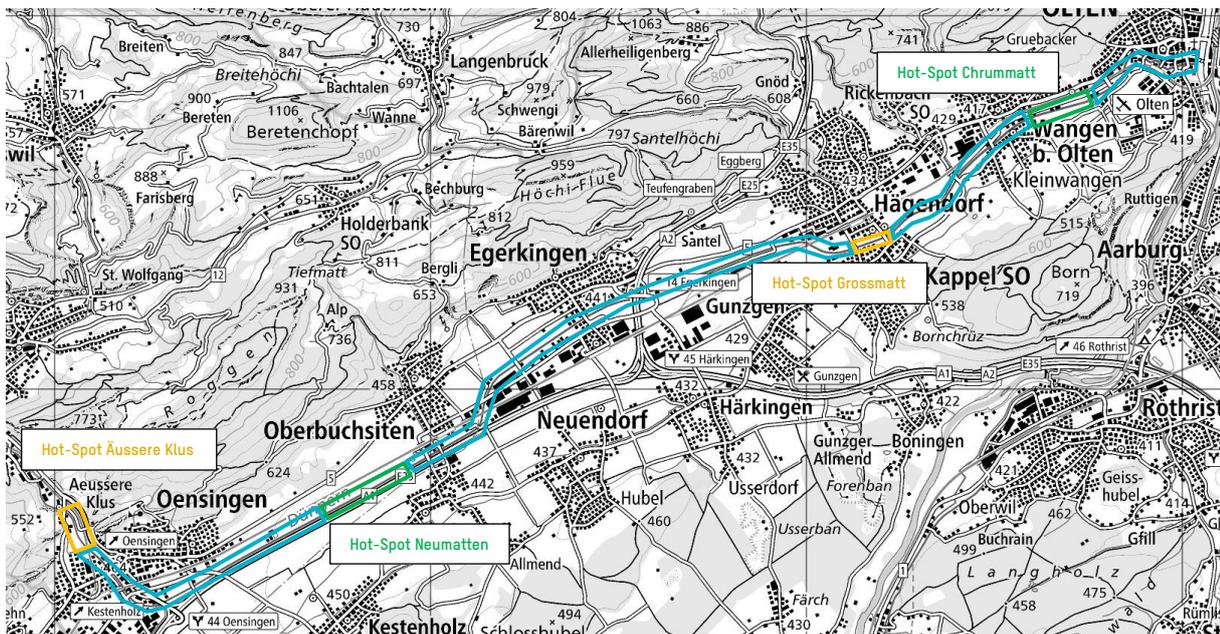


Abbildung 82: Übersicht Hot-Spots Naherholung (orange) und Hot-Spots Natur (grün) sowie Abschnitte mit Koexistenz Mensch-Natur (blau). (Hintergrund: swisstopo.ch).

8.5.1 Hot-Spots Naherholung

In den zwei Hot-Spots Naherholung liegt der Fokus auf der Förderung und Verbesserung der Erholungsnutzung. Die wasserbaulichen Massnahmen sehen dort eine Verbreiterung des Gerinnes mit einer Abflachung der Böschungen vor. Der Zugang zur Dünnern wird dadurch generell verbessert und die Flusslandschaft als Anziehungspunkt für Naherholungssuchende attraktiv und erlebbar. Die Erschliessung der Hot-Spots wird auf den Fuss- und Veloverkehr ausgerichtet bzw. durch diesen beeinflusst. Es wird keine neue Infrastruktur für den motorisierten Individualverkehr geschaffen.

Hot-Spot «Äussere Klus» Oensingen

Durch die wasserbaulichen Massnahmen (zusammengefasst in M1.3) entsteht im Bereich des heutigen Geschiebesammlers in Oensingen ein aufgeweitetes Gerinne mit Kiesflächen und Flachufeln. Die Verbesserung des Fuss- und Veloverkehrs in Oensingen sieht zudem eine neue Fuss- und Veloverkehrerschliessung der Quartiere Leuenfeld und Brüggmatt in diesem Gebiet vor, welche für die Naherholung zentral ist (vgl. Abbildung 83). Entlang der Aufweitung wird rechtsufrig ein neuer Fussweg erstellt. Linksufrig ist eine Umlegung der Klusstrasse sowie ein neuer Rad- und Fussweg vorgesehen. Dieser schliesst an die Klusstrasse an und wird anschliessend unter der Autobahnbrücke neben der Eisenbahnlinie und entlang der Aufweitung geführt. Zur Erschliessung des Quartiers Brüggmatt wird eine neue Unterführung unter der Eisenbahnlinie erstellt. Um auch das Wohngebiet Leuenfeld optimal an den Fuss- und Veloverkehr anzuschliessen, werden neue Stege über den Leuengraben und die Dünnern gebaut. Diese dienen neben der Fuss- und Veloverkehrerschliessung auch als Zugang für den Gewässerunterhalt. Die Fuss- und Veloverkehrsmassnahmen wurden auf Wunsch und in Absprache mit der Einwohnergemeinde Oensingen geplant.

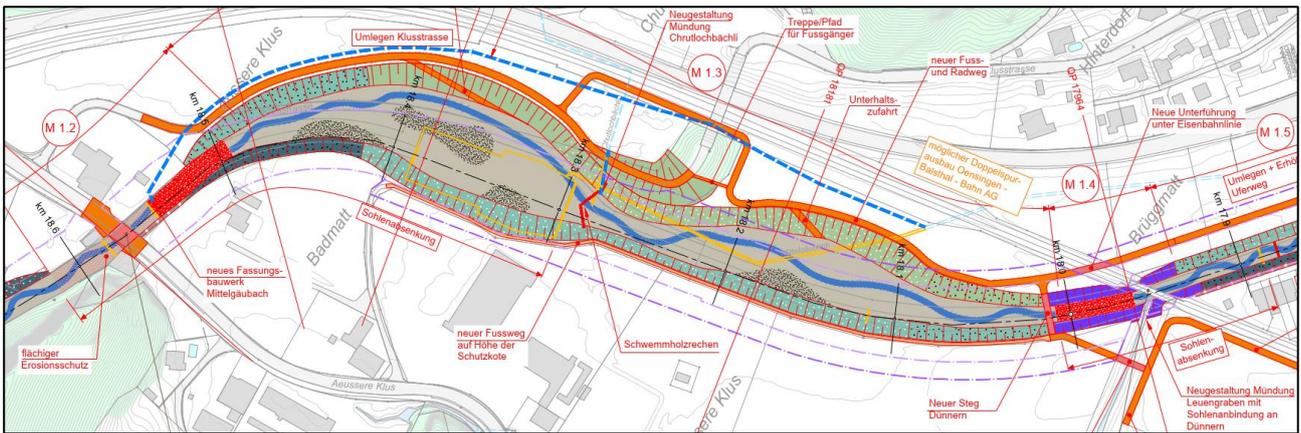


Abbildung 83: Geplante Massnahmen zur Verbesserung der Fuss- und Veloverkehr-Verbindungen (rot) und geplante Gerinneaufweitung (als Geschiebeablagerungsstrecke und Schwemmholzrückhalt) in Densingen (Abschnitt 1).

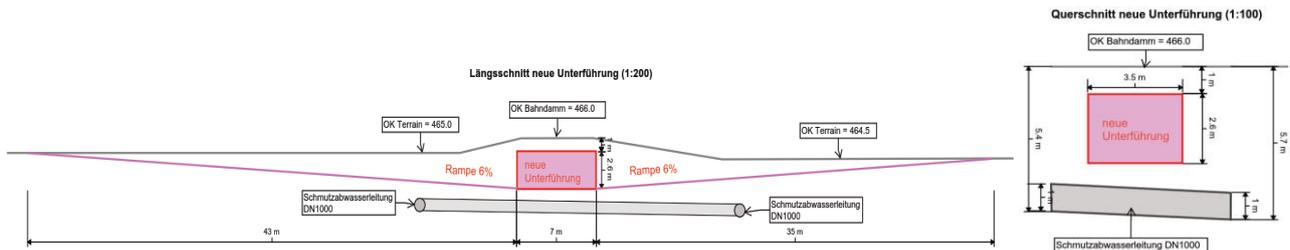


Abbildung 84: Längs- und Querschnitt neue Unterführung der Bahnlinie zur Fuss- und Veloverkehrerschliessung des Quartiers Brüggmatt.

Mit der verbesserten Situation für den Fuss- und Veloverkehr entsteht rechtsseitig der Dünnern für Fussgänger ein direkter Zugang zum Gewässer, der durch naturnahe Treppenstufen erleichtert wird (vgl. Abbildung 88, links). Natürliche Sitzgelegenheiten und Recycling-Stationen verbessern die Aufenthaltsqualität und wirken der Littering-Problematis an diesem Hot-Spot Naherholung entgegen (vgl. Abbildung 88, rechts). Informationstafeln weisen auf den Nutzen der Aufweitung, der wasserbaulichen Massnahmen für den Hochwasserschutz und der ökologischen Aufwertung hin und dienen der Orientierung im Gebiet. Die linke Uferseite der Aufweitung soll primär der ökologischen Entwicklung dienen. Es werden keine Massnahmen zur Förderung der Naherholung realisiert. Mit der Pflanzung von Hecken und weiteren Massnahmen kann der Zugang zum Gewässer abgeschirmt werden.

Hot-Spot «Grossmatt» Hägendorf

In der Grossmatt Hägendorf ist mit Massnahme M7.7 eine linksseitige Aufweitung der Dünnern geplant. Diese stellt den zweiten Hot-Spot Naherholung dar. Auch hier wird durch direkte und naturnahe Zugangsmöglichkeiten zur Dünnern sowie eine auf die Naherholung angepasste Infrastruktur mit blockartigen Sitzgelegenheiten und Entsorgungsstellen für Abfall die Aufenthaltsqualität für Besucher erhöht. Der Hot-Spot soll ein Treffpunkt für die Bevölkerung werden und ist durch Fuss- und Veloverkehrsverbindungen und den öffentlichen Verkehr optimal erschlossen.



Abbildung 85: Geplante Gerinneaufweitung in Hägendorf als Gebiet im Hot-Spot Naherholung.

8.5.2 Hot-Spots Natur

Hot-Spot «Neumatten» Oberbuchsiten

Mit den Massnahmen M3.8 (Wildtierkorridor ASTRA) und M3.9 wird die Dünnern im Abschnitt Neumatten entlang der Autobahn aufgeweitet. Im Zuge des Drittprojekts 6-Spur-Ausbau Autobahn A1 des ASTRA [38] ist eine Wildtierüberführung im oberen Bereich der Aufweitung mit anschliessender Durchquerung der Dünnern (Furt) angedacht (vgl. Abbildung 86). Der Wildtierkorridor sichert die Vernetzung über die Autobahn. Im unteren Bereich der Aufweitung sind als ökologische Massnahmen zusätzlich Amphibienlebensräume geplant, welche zur ökologischen Aufwertung des Gebiets beitragen. Dementsprechend steht in diesem Hot-Spot nicht die Naherholung, sondern die Natur im Vordergrund. Damit es zu möglichst wenig Störungen für die Wildtiere kommt, wird der Zugang für Naherholungssuchende mittels fehlender Zugangsmöglichkeiten und Pflanzungen stark reduziert und erschwert.

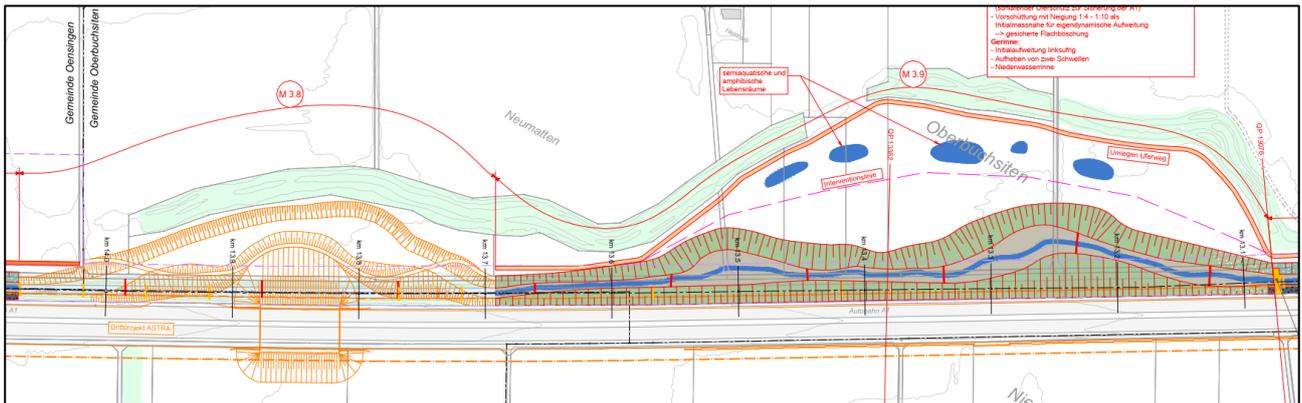


Abbildung 86: Wildtierüberführung des ASTRA (Drittprojekt) und geplante Gerinneaufweitung im Hot-Spot Neumatten (Hot-Spot Natur).

Hot-Spot Chrummatt Wangen b.O.

Oberhalb der bereits realisierten Revitalisierung der Dünnern (Projekt AEM) wird das Gerinne aufgeweitet und der AEM-Abschnitt bis zum Siedlungsrand von Wangen bei Olten erweitert (vgl. Abbildung 87). Die Gestaltung des Flussraums erfolgt ähnlich, wie im anschliessenden, bereits realisierten Gewässerabschnitt: Auf der linken Flussseite wird der Zugang mittels naturnaher Zugänge und Sitzgelegenheiten mit Blocksteinen teilweise bis zum Wasser möglich und für die Naherholung erlebbar gemacht (vgl. Abbildung 88). Eine geeignete Abfallinfrastruktur beugt Littering vor. Die befestigte Strasse (Veloroute nach Olten) wird weitergeführt (vgl. Abbildung 89, links).

Da im Hot-Spot Chrummatt die Natur und Aufwertung des Naturraums im Vordergrund steht, wird der Zugang für Naherholungssuchende mittels fehlender Zugangsmöglichkeiten und Pflanzungen auf der rechten Uferseite stark reduziert und erschwert. Das rechte Ufer wird als naturnaher Fussweg mit nur punktueller Einsicht in das Gewässer gestaltet (vgl. Abbildung 89, rechts) und ist der Natur vorbehalten (kantonales Naturreservat). Wer dort entlang geht, sollte den Weg nicht verlassen.



Abbildung 87: Geplante Gerinneaufweitung in Wangen bei Olten als Gebiet im Hot-Spot Chrummatt (Hot-Spot Natur).



Abbildung 88: Beispielbilder AEM Wangen bei Olten. Links: naturnaher Zugang zum Gewässer, rechts: naturnahe Sitzgelegenheit.



Abbildung 89: AEM Wangen bei Olten. Links: offizieller Veloweg linksseitig der Dünnern (befestigte Strasse), rechts: naturnaher Fussgängerweg rechtsseitig der Dünnern.

8.5.3 Koexistenz Mensch-Natur

Neben den ausgewiesenen Hot-Spots Naherholung und Natur gibt es zahlreiche weitere Gewässerabschnitte der Dünnern, welche durch die Projektmassnahmen eine Aufwertung der Flusslandschaft für Mensch und Natur erfahren. In einigen Abschnitten sind biberfreundliche Doppeltrapezprofile vorgesehen und das Gerinne wird generell breiter. Vielerorts werden die Böschungen abgeflacht und damit besser zugänglich oder einsehbar. In diesen Abschnitten sind vorerst weder Massnahmen zur Förderung der Naherholung noch zum konkreten Schutz der Natur vorgesehen. Es wird ein Nebeneinander von Mensch und Natur angestrebt.

Hinweis:

Auf Stufe Vorprojekt sind keine konkreten Massnahmen in den Abschnitten mit Koexistenz Mensch-Natur geplant. Auf Stufe Bauprojekt bzw. für den Betrieb werden entsprechende Lenkungsmassnahmen in Rücksprache mit den betreffenden Standortgemeinden ausgearbeitet und konkretisiert. Denkbar sind eine konkrete Abfallinfrastruktur, punktuelle Sitzgelegenheiten und vereinzelt, einfache Zugänge bzw. Pflanzungen als erschwerende Zugänge zum Gewässer.

9 Bipperbach

9.1 Heutiger Zustand

Der Bipperbach fliesst eingedolt durch das Siedlungsgebiet von Niederbipp (Kanton Bern). Anschliessend durchquert er in einem offenen, trapezförmigen Kanal mit sehr geringem Sohlengefälle die landwirtschaftlich genutzten Gebiete. Auf Höhe der Walksmatt überquert der Bipperbach die Kantongrenze und fliesst in Oensingen (Kanton Solothurn) entlang der Autobahn A1 bis zur Einmündung in die Dünnern (vgl. Abbildung 90 bis Abbildung 93).



Abbildung 90: Bipperbach zwischen der Autobahn A1 und der Ostringstrasse (Blick gegen Fliessrichtung)



Abbildung 91: Bipperkanal zwischen Autobahn und der Ostringstrasse in der Linkskurve vor der Mündung in die Dünnern (Blick in Fliessrichtung)



Abbildung 92: Bipperkanal in der Linkskurve vor der Mündung in die Dünnern (Blick gegen Fliessrichtung).



Abbildung 93: Mündung des Bipperbachs in die Dünnern.

Durch den Rückstau der Dünnern kommt es in Oensingen im Hochwasserfall zu rechtsufrigen Wasseraustritten. Das austretende Wasser fliesst über die Autobahn A1 in Richtung Osten bis nach Neuendorf. Da Überflutungen gemäss der aktuell gültigen Gefahrenkarte Wasser des Kantons Solothurn [59] bereits ab einem HQ_{30} auftreten, führen diese zu einer mittleren Gefährdung (vgl. blaue Fläche in Abbildung 94, rechts). Die im Jahr 2018 erarbeitete Bruttogefahrenkarte der Dünnern [23] führt zu den gleichen Erkenntnissen; ausgehend vom Wasserstand der Dünnern erfolgt ab einem HQ_{30} im Bipperkanal ein Rückstau und es ist mit Wasseraustritten über die Autobahn zu rechnen.

Auf dem Gemeindegebiet von Niederbipp ist gemäss aktuell gültiger Gefahrenkarte [60] mit beidseitigen Wasseraustritten zu rechnen, welche zu einer geringen Gefährdung führen (vgl. gelbe Fläche in Abbildung 94, links). Die Überflutungen werden ebenfalls durch den Rückstau der Dünnern herbeigeführt [39].

Es gilt anzumerken, dass die ausgeschiedenen Gefahrenbereiche des Bipperbachs im Kanton Bern (Gemeinde Niederbipp) und im Kanton Solothurn (Gemeinde Oensingen) nicht aufeinander abgestimmt sind (vgl. Abbildung 94). Bei der Gefahrenbeurteilung wurden jedoch die gleichen Prozesse als Ursache für die Überflutungen berücksichtigt.

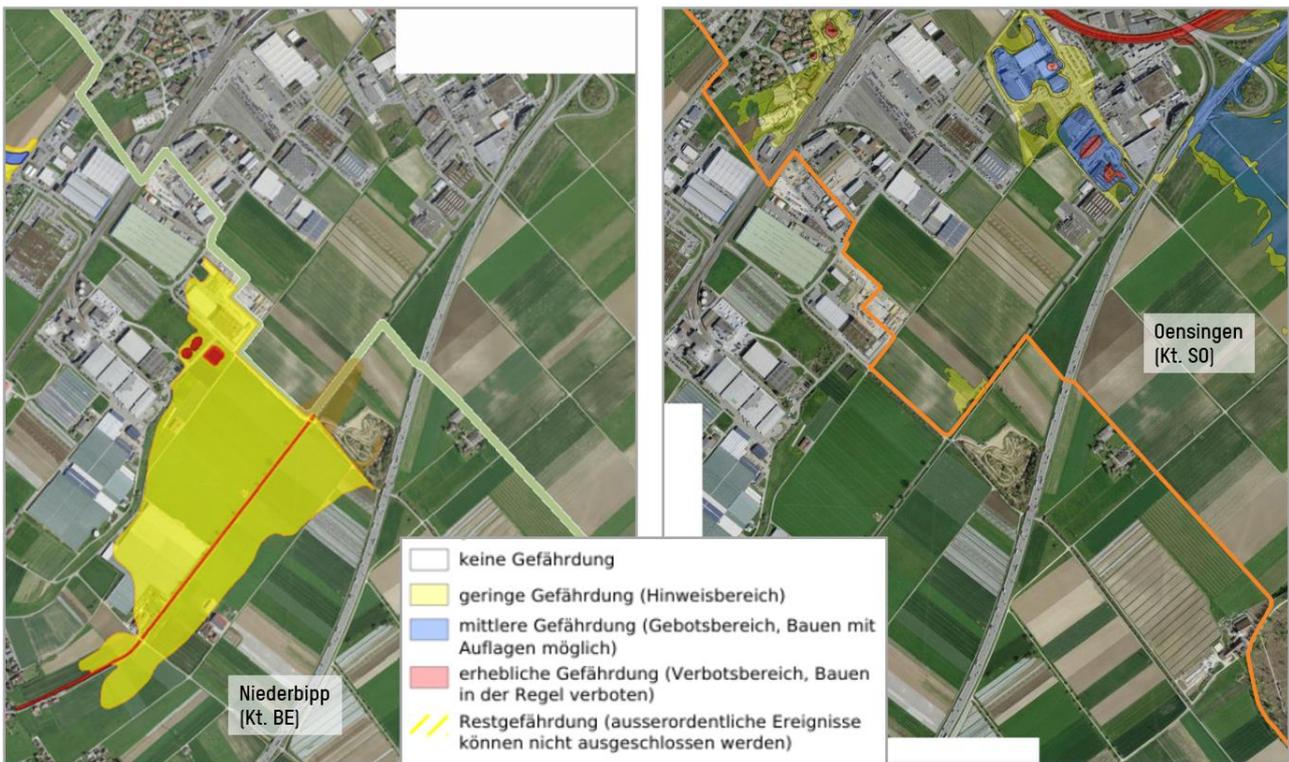


Abbildung 94: Ausschnitte Gefahrenkarte Wasser des Kantons Bern (links, [60]) und Kantons Solothurn (rechts, [59]). Die Kantonsgrenze ist links in grün und rechts in orange dargestellt.

Der ökomorphologische Zustand des Bipperbachs [57] auf dem Kantonsgebiet Solothurn wird mehrheitlich als «stark beeinträchtigt», in einem kurzen Abschnitt als «naturfremd, künstlich» klassiert (vgl. Abbildung 95).

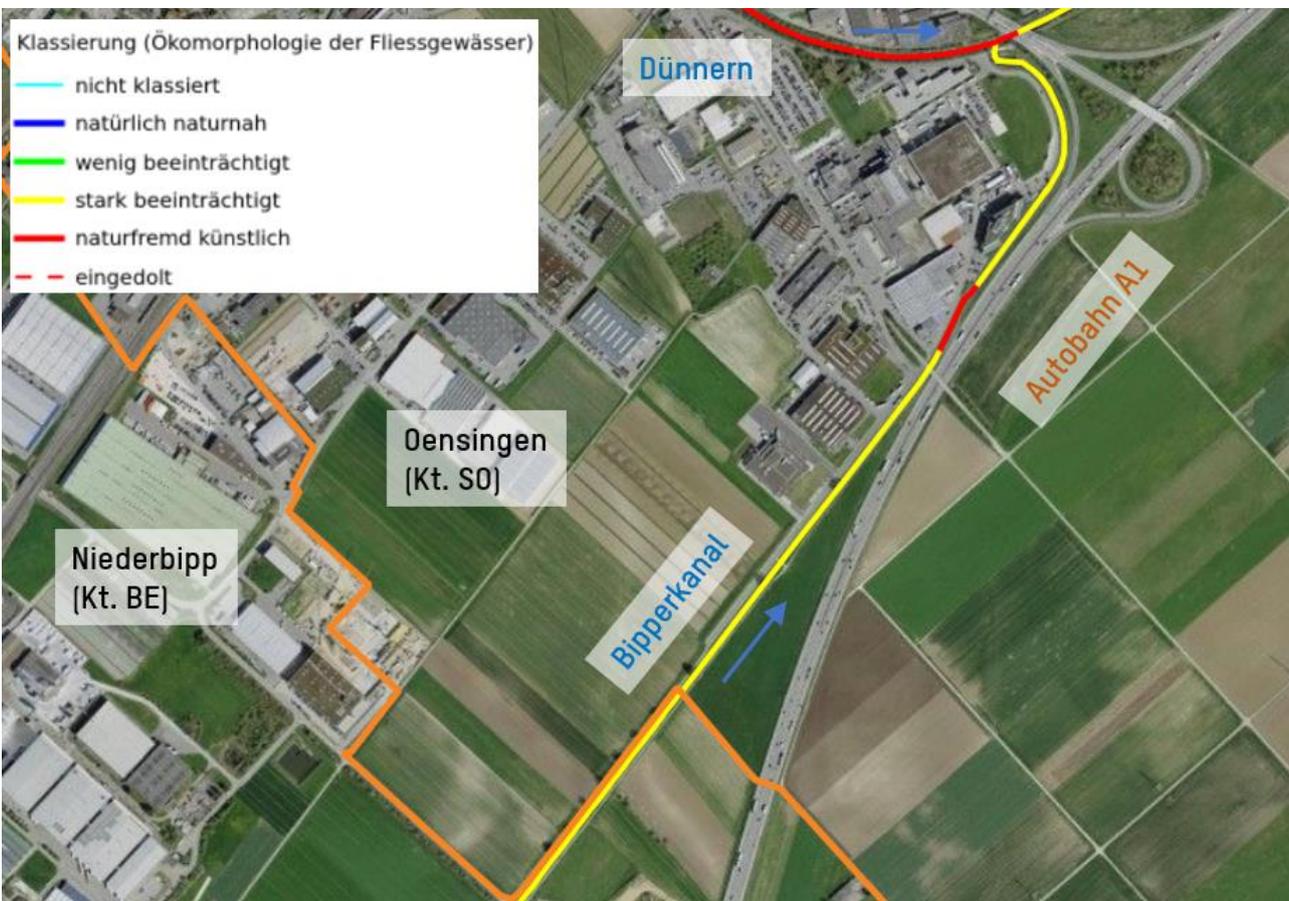


Abbildung 95: Ausschnitt ökomorphologischer Zustand des Bipperbachs im Kt. SO [57]. In Orange ist die Kantonsgrenze (Bern, Solothurn) dargestellt. Die blauen Pfeile zeigen die Fließrichtung des Bipperbachs, respektive der Dünnern.

9.2 Koordination mit ASTRA

In der bisherigen Projektierung des ASTRA-Projekts (Stufe Ausführungsprojekt, [38]) ist auf Höhe des Bipperbachs entlang der Autobahn eine Leitmauer vorgesehen, um einerseits eine Überflutung der Autobahn im Hochwasserfall zu verhindern und andererseits das Fahrzeugrückhaltesystem (FRS) sicherzustellen [38]. Die geplante Leitmauer führt zu einer Gefahrenumlagerung, da das Wasser neu linksufrig austreten und zu Überflutungen des Industriegebiets führen würde. Gegen diese Gefahrenumlagerung hat die Gemeinde Oensingen im Rahmen der Auflage des ASTRA-Projektes Einsprache erhoben.

Es wurde deshalb beschlossen, die Massnahmen am Bipperbach neu zu projektieren und zwischen dem ASTRA und dem Amt für Umwelt des Kantons Solothurn im Rahmen des vorliegenden Vorprojekts zu koordinieren. Dazu wurden drei Lösungsvorschläge ausgearbeitet:

1. Nullvariante:

Im Rahmen des ASTRA-Projektes werden entlang des Bipperbachs keine Schutzmassnahmen geplant. Die Planung der Hochwasserschutzmassnahmen erfolgt vollumfänglich im Rahmen des vorliegenden Projektes.

2. Vollvariante:

Das ASTRA realisiert entlang des Bipperbachs ein fachlich korrektes Hochwasserschutzprojekt. Dies bedingt auch Massnahmen am linken Ufer sowie die Vorwegnahme von Massnahmen am Gerinne der Dünnern im Bereich der Einmündung des Bipperbachs.

3. Zwischenvariante:

Durch das ASTRA werden lokale Hochwasserschutzmassnahmen umgesetzt, die das Risiko einer Überflutung der Autobahn reduzieren, jedoch nur so weit, dass keine linksufrige Gefahrenumlagerung entsteht. Die eigentlichen Massnahmen werden an beiden Ufern im Rahmen des vorliegenden Projekts gesamtheitlich mit den Massnahmen am Gerinne der Dünnern geplant und ausgeführt.

Es wurde beschlossen, die dritte Option (vgl. Kapitel 9.4) aufgrund folgender Begründungen weiterzuverfolgen:

- Bei der Nullvariante müsste das Fahrzeugrückhaltesystem bei der späteren Realisierung der Hochwasserschutzmassnahmen neu konzipiert werden und würde eine Mischform aus Stahlkonstruktion und Betonmauer aufweisen. Dies ist sicherheitstechnisch nicht akzeptierbar. Eine spätere Erhöhung der Mauerfundamente des Fahrzeugrückhaltesystems zum Schutz von Hochwasser würde sich negativ auf die Lebensdauer der neuen Leitmauer auswirken (unterschiedliches Verhalten des neuen Betons, Fuge mit möglichem Eindringen von Wasser).
- Bei der Vollvariante müsste das ASTRA die Hochwasserschutzmassnahmen mit den vorläufigen Resultaten auf Stufe Vorprojekt des vorliegenden Projekts erarbeiten. Es besteht das Risiko, dass dann bereits umgesetzte Massnahmen am Bipperbach in der weiteren Planung zu Konflikten mit dem gesamtheitlichen kantonalen Hochwasserschutzkonzept führen.

9.3 Dimensionierung

Für den Bipperbach werden gemäss [39] folgende Hochwasserabflussspitzen festgelegt:

- HQ_{30} = 7.3 m³/s
- HQ_{100} = 9.3 m³/s
- HQ_{300} = 14.0 m³/s

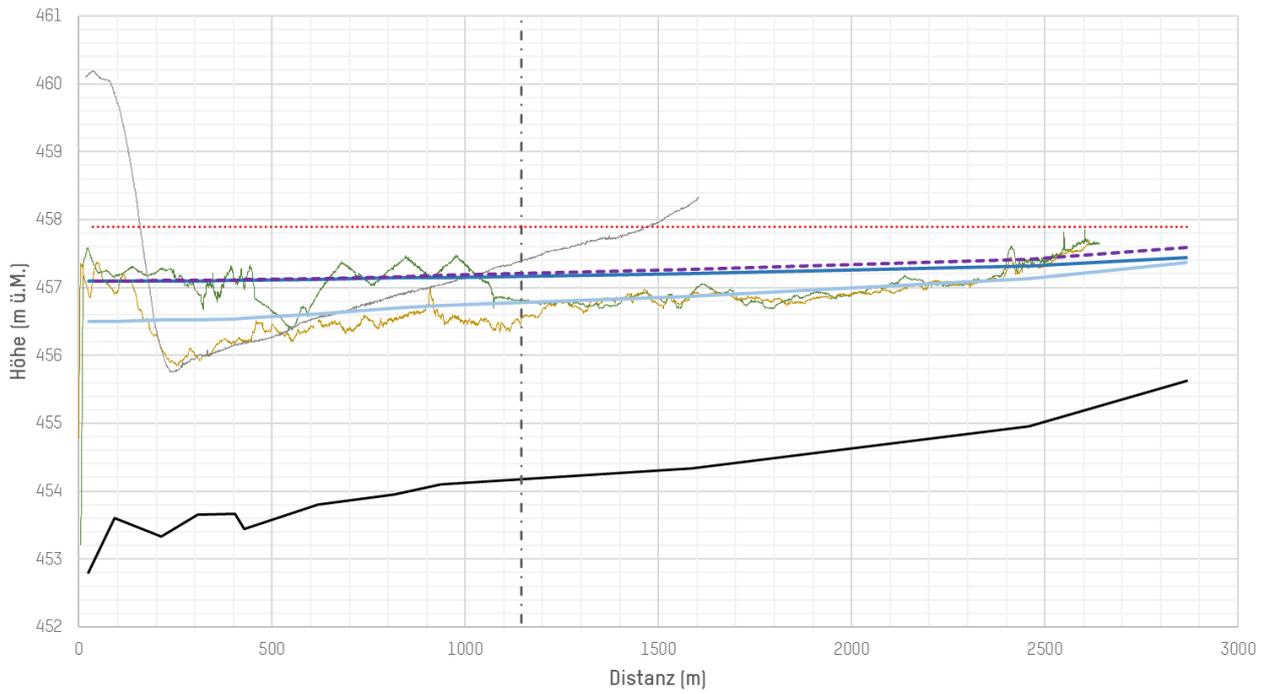
Gleich wie bei der Dünnern wurde für den Bipperbach ein hydraulisches 1D-Staukurvenmodell erstellt. Dabei konnten drei vermessene Querprofile der Emch+Berger AG Bern (2011) sowie neun vermessene Querprofile der Bernasconi Felder Schaffner Bauingenieure AG (2011, 2013) verwendet werden. Es wurde ein mittlerer Rauigkeitsbeiwert von $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ angesetzt. Als untere Randbedingungen wurden jeweils die berechneten Wasserspiegellagen der Dünnern im Projektzustand bei der Mündung des Bipperbachs verwendet. Es wurden folgende Ereigniskombinationen untersucht:

- HQ_{100} Bipperbach mit HQ_{100} Dünnern
- HQ_{100} Bipperbach mit HQ_{30} Dünnern
- HQ_{30} Bipperbach mit HQ_{100} Dünnern

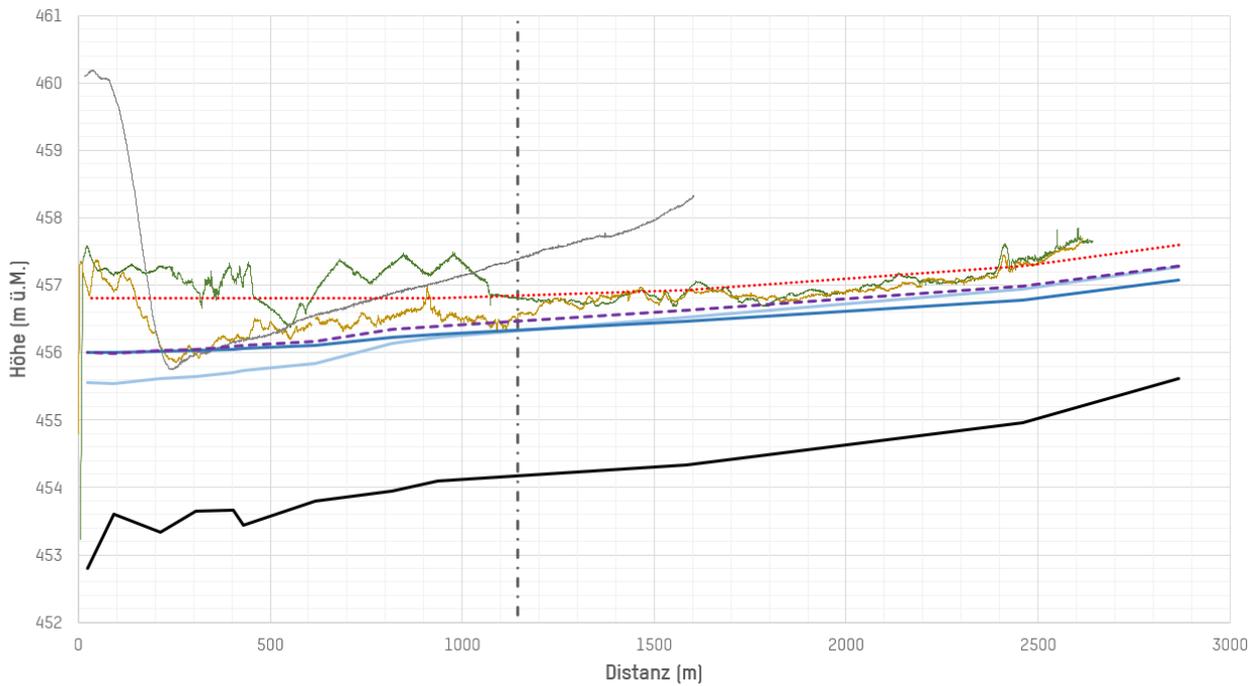
Die hydraulischen Berechnungen haben ergeben, dass der Abfluss des Bipperbachs im Vergleich zum Rückstau der Dünnern eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. Abbildung 96). Um bei der Hochwassersicherheit auf der sicheren Seite zu sein, wird deshalb die Kombination HQ_{100} Bipperbach mit HQ_{100} Dünnern als massgebendes Ereignis berücksichtigt. Die hydraulischen Resultate können dem Anhang A.3 entnommen werden.

Die erforderlichen Freibordhöhen des Bipperbachs wurden mit Hilfe des neuen hydraulischen Staukurvenmodells berechnet und anschliessend abschnittsweise vereinheitlicht. Für die Unschärfe in der Prognose der massgeblichen Sohlenlage (σ_{wz}) wurden 0.2 m verwendet. Das erforderliche Freibord beträgt **0.3 m** und entspricht somit dem minimal geforderten Freibord nach KOHS.

Im Mündungsbereich des Bipperbachs in die Dünnern, muss das Freibord der Dünnern berücksichtigt werden. Dieses beträgt auf Höhe der Einmündung des Bipperbachs **0.8 m**.



- Sohle
- Linkes Ufer (DTM)
- Rechtes Ufer (DTM)
- - - Kantonsgrenze
- Terrain Autobahn
- HQ30 (D) - HQ100 (B)
- HQ100 (D) - HQ30 (B)
- HQ100 (D) - HQ100 (B)
- Schutzkote



- Sohle
- Linkes Ufer (DTM)
- Rechtes Ufer (DTM)
- - - Kantonsgrenze
- Terrain Autobahn
- HQ30 (D) - HQ100 (B)
- HQ100 (D) - HQ30 (B)
- HQ100 (D) - HQ100 (B)
- Schutzkote

Abbildung 96: Berechnete Wasserspiegellagen des Bipperrbachs mit den Wasserspiegellagen der Dünern im heutigen (oben) und im projektierten (unten) Zustand als untere Randbedingung. (D) steht für das Ereignis der Dünern, (B) steht für dasjenige des Bipperrbachs.

9.4 Massnahmen

Die wasserbaulichen Massnahmen im Abschnitt Bipperbach sind in den Planbeilagen 701, 702 und 703 dargestellt.

Die Massnahmen am Bipperbach zur Gewährleistung der Hochwasserschutzsicherheit werden gemäss Kapitel 9.2 zwischen dem Drittprojekt des ASTRA und dem vorliegenden Projekt aufgeteilt. Zum heutigen Zeitpunkt ist davon auszugehen, dass die folgenden Massnahmen des ASTRA-Projektes zuerst umgesetzt werden (vgl. Abbildung 97):

- In den Abschnitten, wo der Bipperbach unmittelbar neben der Autobahn verläuft (km 0.15 bis 0.27 und km 0.49 bis 0.6), werden Leitmauern durch das ASTRA erstellt, damit das Fahrzeugrückhaltesystem erstellt werden kann. In diesen Abschnitten wird die geforderte Schutzkote sicher erreicht.
- Zwischen diesen beiden Abschnitten (km 0.27 bis 0.49) wird durch das ASTRA ein stählernes, wasserdurchlässiges Fahrzeugrückhaltesystem erstellt. Dieses hat keine Hochwasserschutzwirkung und ermöglicht bis zur Umsetzung der Hochwasserschutzmassnahmen des vorliegenden Projektes eine Entlastung in Richtung Süden.

Mit den durch das ASTRA realisierten Massnahmen kann den baulichen Ansprüchen des ASTRA-Projektes (insbesondere des Fahrzeugrückhaltesystems) Rechnung getragen werden. Die geforderten Schutzziele hinsichtlich Hochwasserschutz werden noch nicht erfüllt. Es sind deshalb folgende Massnahmen vorgesehen, welche im Rahmen des Projektes «Lebensraum Dünnern» umzusetzen sind (vgl. Abbildung 97):

- Zwischen den beiden neuen Leitmauern muss das rechte Ufer bis auf die geforderte Schutzkote angehoben werden. Um die Zugänglichkeit des schmalen Streifens zwischen Bipperbach und Autobahn A1 nach wie vor zu gewährleisten, ist vorgesehen, den Bipperkanalweg um rund 0.6 – 0.7 m auf die Schutzkote anzuheben. Durch diese Massnahme entsteht keine linksufrige Gefahrenumlagerung, da das linke Ufer rund 0.2 m über der geforderten Schutzkote liegt. Somit kann der Hochwasserschutz beidseitig bis zum HQ_{100} gewährleistet werden. Im Überlastfall tritt das Wasser rechtsufrig (an gleicher Stelle wie im heutigen Zustand) über den angehobenen Bipperkanalweg und kann durch das wasserdurchlässige Fahrzeugrückhaltesystem über die Autobahn in südlicher Richtung abfliessen.
- Zwischen Km 0.5 und 0.65 im Bereich der Autobrücke über die Autobahn und den Bipperbach muss das linke Ufer auf die Schutzkote angehoben werden. Dies wird mittels geringfügiger Terrainerhöhung (0.1 – 0.2 m) erreicht.
- Zwischen Km 0.6 und der Kantonsgrenze Solothurn/Bern muss das rechte Ufer angehoben werden. Analog wie im Abschnitt zwischen den neuen Leitmauern ist vorgesehen, den Bipperkanalweg auf die geforderte Schutzkote anzuheben (0.1 – 0.3 m), damit die Zugänglichkeit für den Gewässerunterhalt sowie die landwirtschaftliche Erschliessung nach wie vor gewährleistet ist.
- Durch die baulichen Massnahmen am Gerinne der Dünnern (vgl. Kapitel 8.2.3) muss auch die Einmündung des Bipperbachs neu gestaltet werden. Gleich wie im heutigen Zustand wird auf eine Sohlenanbindung geachtet, damit die aquatische Vernetzung sichergestellt ist.

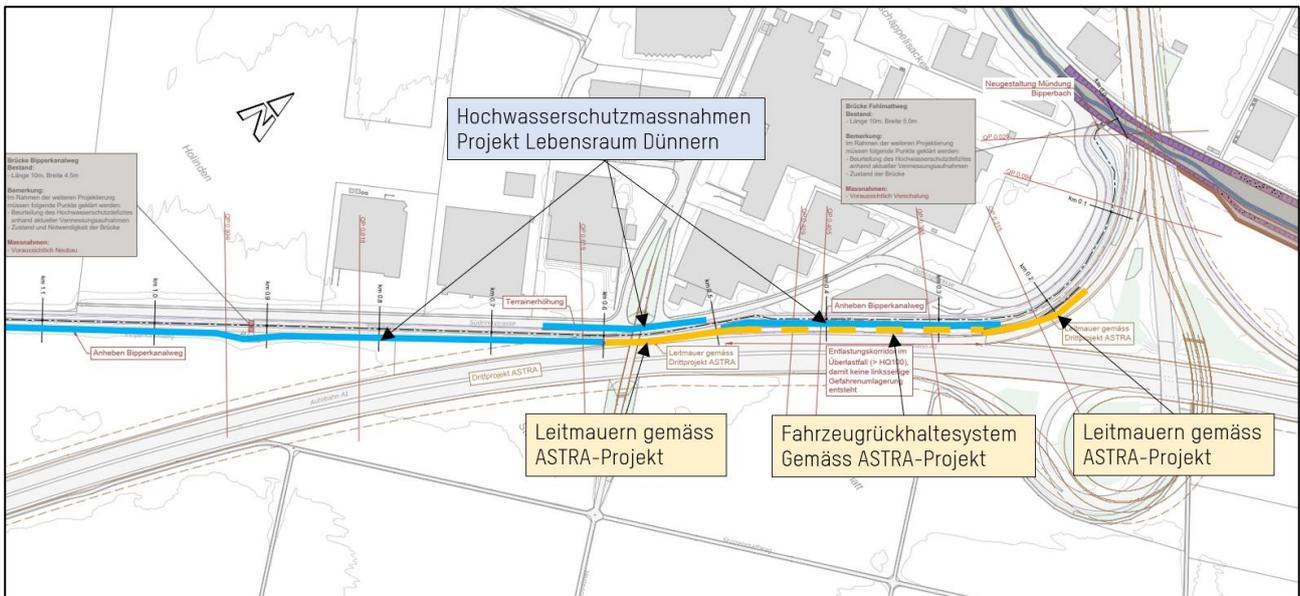


Abbildung 97: Aufteilung der Massnahmen entlang des Bipperrbachs zwischen dem ASTRA-Projekt (in Orange) und dem vorliegenden Projekt Lebensraum Dünnern (in blau) zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes.

Hinweis:

Die Massnahmenplanung des Bipperrbachs beschränkt sich auf das Gerinne innerhalb des Kantons Solothurn. Im Rahmen der weiteren Projektierung müssen die Massnahmen am Bipperrbach mit dem Kanton Bern koordiniert werden. Auf dem Kantonsgebiet Bern weist der Bipperrbach bis zur Eindolung in Niederbipp beidseitig ein Freiborddefizit von 0.1 – 0.2 m auf.

Die oben beschriebenen Massnahmen dienen primär der Erreichung der Hochwasserschutzziele. Ökologische Aufwertungsmaßnahmen sowie deren Auswirkungen müssen in der weiteren Planung auf Stufe Bauprojekt dimensioniert und festgelegt werden. Aufgrund des sehr flachen Gefälles des Bipperrbachs und des Rückstaus der Dünnern kann bereits gesagt werden, dass allfällige Aufweitungen oder Uferabflachungen vernachlässigbare Einflüsse auf die Wasserspiegellage im Hochwasserfall haben und die geforderte Schutzkote nur mit Uferanhebungen erreicht werden können. Aus ökologischer Sicht sind lokale Verbreiterungen durchaus erwünscht (variable Gerinnebreiten). Auch Sohlenstrukturelemente (Wurzelstöcke, Steinblöcke, Faschinen usw.) sowie eine variable Gestaltung der Böschungsneigung und Bestockung führen zu einem ökologischen Mehrwert.

Die Querprofilaufnahmen des Bipperrbachs sind beinahe 10 Jahre alt. Es wird empfohlen im Rahmen der weiteren Projektierung das Staukurvenmodell des Bipperrbachs mit neuen Querprofilaufnahmen zu aktualisieren und zu ergänzen. Die Überquerung bei der Einmündung sowie die Brücke Km 0.92 wurden mangels Vermessungsgrundlagen nicht auf die Hochwassersicherheit geprüft. Im Rahmen des Bauprojektes müssen die Brückenunterkanten vermessen und allfällige Massnahmen evaluiert werden. Auf der jetzigen Planungsstufe wird die Annahme getroffen, dass die Landwirtschaftsbrücke neu gebaut werden muss und die Brücke bei der Einmündung in die Dünnern im Minimum eine Verschalung der Untersicht erfordert.

10 Fassung Mittelgäubach

Im heutigen Zustand wird der Mittelgäubach durch ein Fassungsbauwerk in der linken Kammer des Geschiebesammlers in Oensingen gespiesen. Da der Geschiebesammler durch den Hot-Spot «Äussere Klus» in Form einer grossräumigen Aufweitung ersetzt wird, sind bauliche Anpassungen an der Fassung des Mittelgäubachs notwendig. Es werden folgende Anforderungen an das neue Fassungsbauwerk gestellt:

- Ausleitmenge Normalfall = 250 l/s
- Ausleitmenge zum Spülen = 450 l/s
- Möglichst kein Eintrag von Geschiebe und Schwemmholz
- Abfluss muss gedrosselt werden können, so dass das Notfallkonzept Niederwasser [40] nach wie vor funktioniert

Das neue Fassungsbauwerk soll so konstruiert werden, dass im eingedolten Kanal des Mittelgäubachs keine Probleme mit Sediment-/Schwebstoffablagerungen auftreten. Dieser verläuft durch das Siedlungsgebiet von Oensingen und unterquert die Dünnern sowie die Autobahn A1 bei Km 16.19, ehe er in ein offenes Gerinne übergeht. Der Kanal des Mittelgäubachs unterhalb des heutigen Geschiebesammlers weist gemäss Werkleitungskataster der Gemeinde Oensingen zwei kritische Stellen (geringes Gefälle) hinsichtlich Ablagerungen auf (vgl. Abbildung 98). Bei einem Abfluss von 250 l/s ist mit folgenden Grenzscheppspannungen bei den kritischen Stellen zu rechnen:

- Kritische Stelle 1: 5 N/m²
- Kritische Stelle 2: 3 N/m²

Mit diesen Grenzscheppspannungen kann ein Korndurchmesser < ca. 0.5 mm durchtransportiert werden [14]. Grössere Partikel werden aufgrund der geringen Scheppspannung nicht weitertransportiert und lagern sich ab.

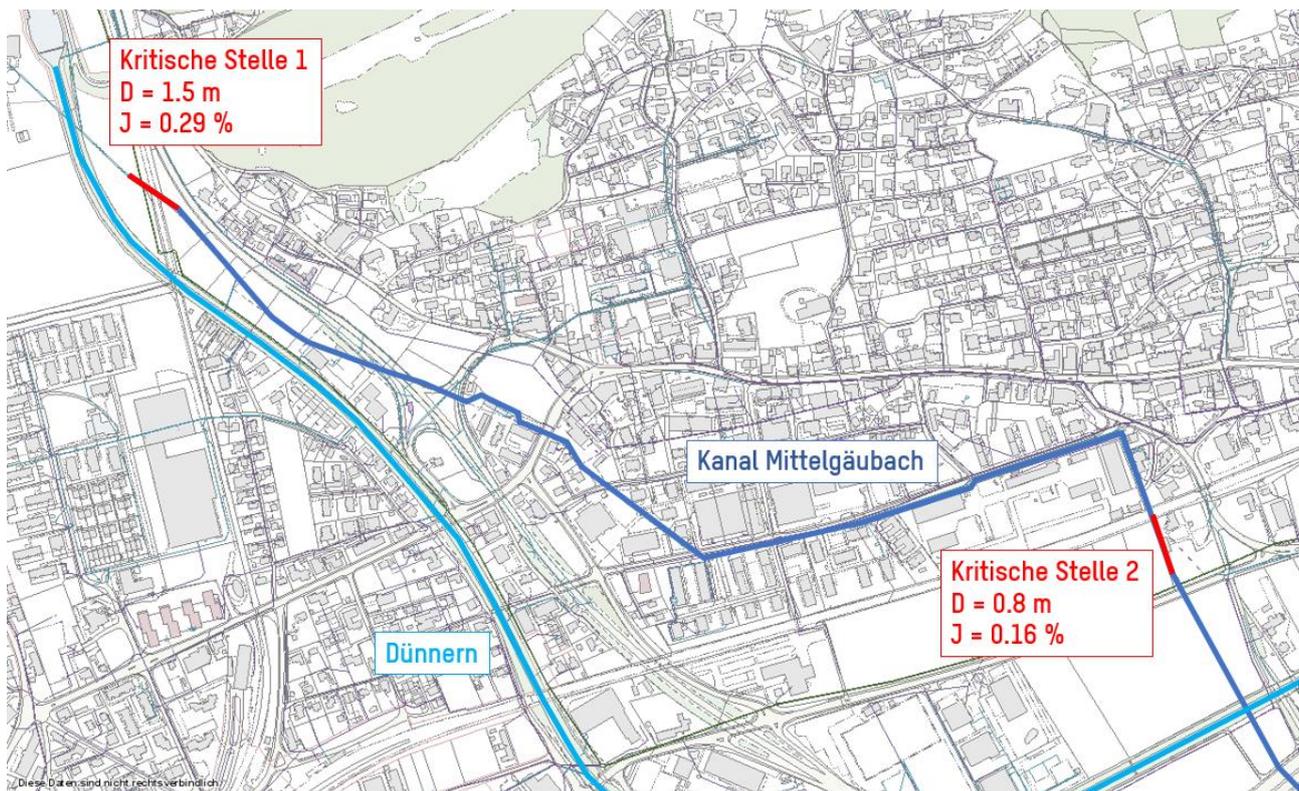


Abbildung 98: Kritische Stellen bezüglich Sediment-/Schwebstoffablagerungen im Kanal des Mittelgäubachs (Hintergrundbild: www.infogis.ch).

Beim Fassungsbauwerk müssen folglich Geschiebe/Schwebstoffe mit Korndurchmesser > 0.5 mm zurückgehalten werden. Dazu wird ein Sandfang benötigt, welcher folgende Dimensionen aufweisen muss¹⁴.

- Bemessungsabfluss 450 l/s
- Wirksame Absetzhöhe 1.4 m
- Breite 1.2 m
- Länge 11 m

¹⁴ Bemessung nach VAW (193). Mitteilung 193 – Entsander von Wasserkraftanlagen.

Die Zu- und Ablaufleitungen des Sandfangs werden auf Freispiegelabfluss mit einem Teilfüllungsgrad von 80 % bei der Ausleitmenge zum Spülen bemessen.

Aufgrund der erwarteten morphologischen Dynamik innerhalb der Aufweitung wird die Fassung des Mittelgäubachs rund 300 m nach oben an den Beginn der neuen Blockrampe verschoben.

Das neue Fassungsbauwerk wird am Rampenkopf in die neue Blockrampe integriert und funktioniert wie ein Tiroler Wehr. Die neue Fassung wird mit einem Feinrechen (Spaltweite < 3 mm) ausgestattet, so dass der Feststoffeintrag auf Feinkies, Sand und Schwebstoffe reduziert wird und Schwemmholz sowie Geschiebe über den Rechen ins Unterwasser transportiert werden. Um die geforderte Wassermenge fassen zu können, wird das Bauwerk über die halbe Gerinnebreite (ca. 5 – 6 m) erstellt. Auf der rechten Seite wird der Beginn der Blockrampe mit einem abgesenkten Einstieg bzw. Ausstieg ausgestaltet. Der Einstieg wird so gestaltet, dass auch bei Niederwasser eine Abflussaufteilung auftritt und weder die Dünnern noch der Mittelgäubach trockenfallen.

Unterhalb der Fassung des Mittelgäubachs wird ein Sandfang gebaut. Eine Spülung des Sandfangs in die Dünnern im Freispiegelabfluss ist aufgrund der hydraulisch notwendigen Höhe des wirksamen Absetzraums nicht möglich. Es wurde die Option geprüft, den Sandfang bei verfülltem Absetzraum mittels mobiler Pumpen/Tanklastwagen zu entleeren. Es besteht jedoch das Risiko, dass dieser zu häufig entleert werden muss. Deshalb wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt. Dazu folgende Berechnung:

– Absetzvolumen Sandfang (Stapelvolumen):	10 m ³
– Mittlerer Abfluss:	250 l
– Mittlere Konzentration der abzuscheidenden Kornfraktionen:	0.02 g/l
– Lagerdichte der Kornfraktionen:	2 t/m ³
– Entleerungsintervall:	7 Wochen

Für die Entleerung des Sandfangs ist deshalb eine Förderschnecke vorgesehen, mit welcher die abgesetzten Schwebstoffe und Sedimente durch den Sandfang in eine höhergelegene Spülleitung und von dort in die Dünnern transportiert werden. Die Spülleitung ist im Normalfall mit einem Schieber verschlossen. Damit die Dotierwassermenge des Mittelgäubachs eingestellt respektive abgestellt werden kann (vgl. Notfallkonzept Mittelgäubach,[40]), ist beim Ablauf ein weiterer Schieber vorgesehen. Der Zulauf in den Sandfang kann für Revisionsarbeiten ebenfalls mit einem Schieber geschlossen werden. Damit der Mittelgäubach trotzdem Wasser führt, kann entweder ein fixer Bypass erstellt oder Wasser mit einer mobilen Pumpe von der Dünnern in einen Kontrollschacht des Ablaufkanals gepumpt werden.

Das neue Fassungs-system des Mittelgäubachs ist in Abbildung 99 und Abbildung 100 dargestellt. Abbildung 101 zeigt zwei realisierte Wasserfassungen, welche von der Grössenordnung mit den Anforderungen des Mittelgäubachs vergleichbar sind. Das angedachte Entleerungssystem mittels Förderschnecke ist in Abbildung 102 am Beispiel des Sandfangs der ARA Sensetal ersichtlich.

Hinweis:

Verglichen mit dem heutigen Fassungs-system werden höhere Unterhaltskosten für den neuen Sandfang erwartet. Diese werden bei den jährlichen Unterhaltskosten berücksichtigt.

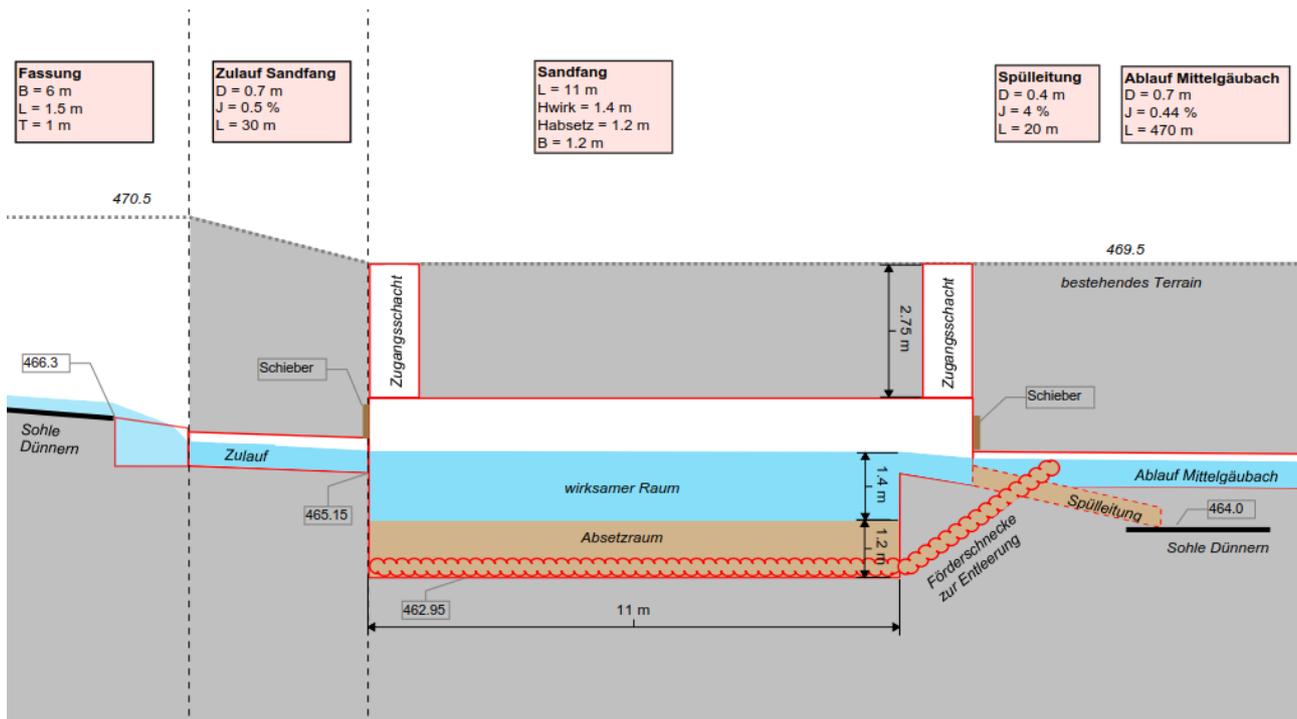


Abbildung 99: Skizze Längsschnitt des neuen Fassungsystems Mittelgäbach.

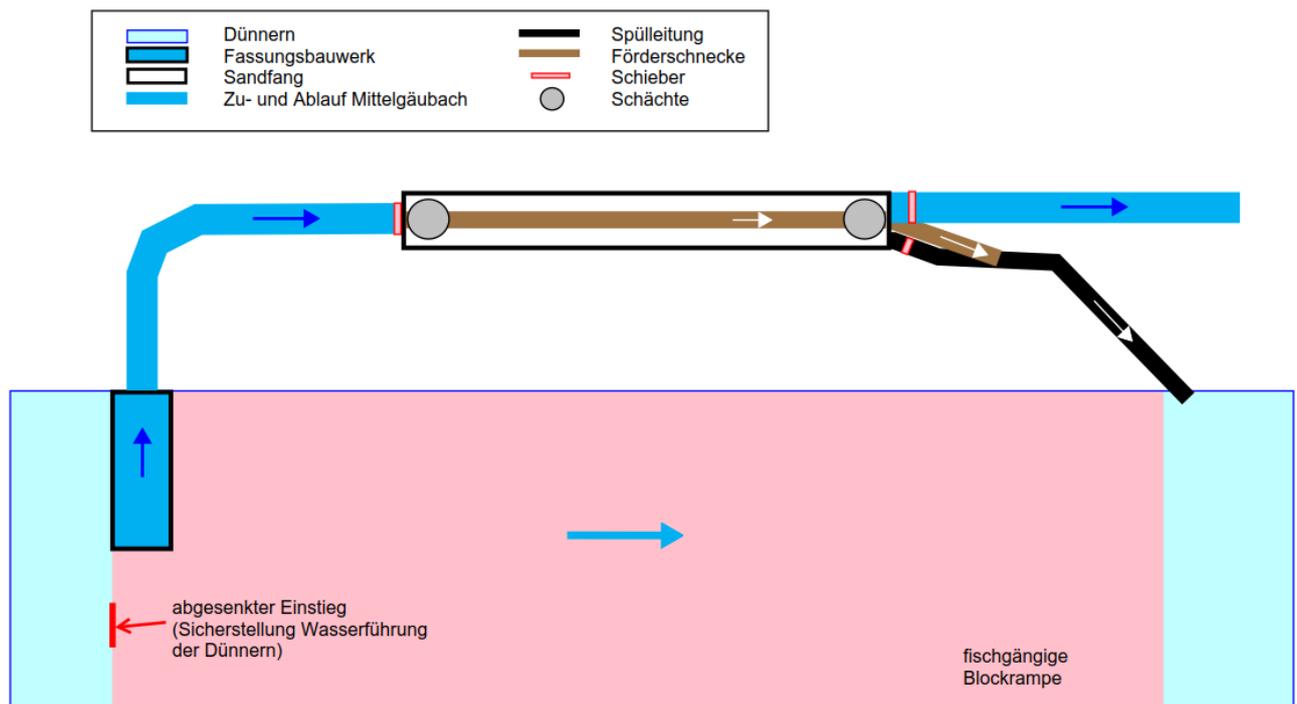


Abbildung 100: Schemaskizze neues Fassungs-system Mittelgäbach.

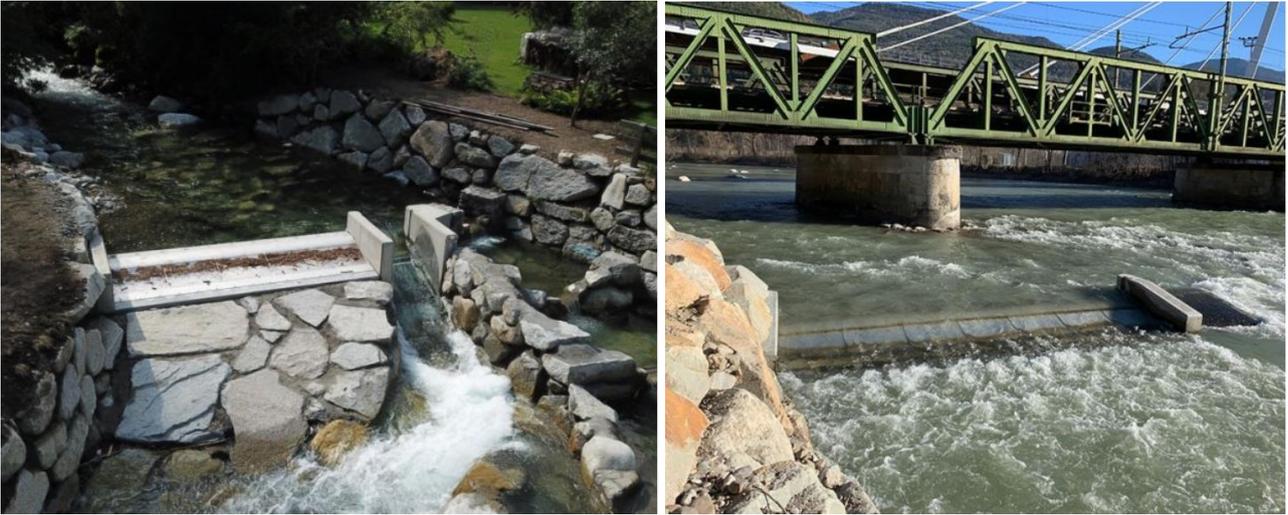


Abbildung 101: Vergleichbare Wasserfassungen welche in Italien realisiert wurden (Fassungstyp Grizzly Power mit Fassungsvermögen von 500 l/s links und 600 l/s rechts). (Bilder von Wild Metall GmbH).



Abbildung 102: Beispiel einer Förderschnecke im Sandfang der ARA Sensetal (www.sensetal.ch). Durch die Rotation der Förderschnecke werden Feststoffe aus dem Sandfang transportiert. Wenn die Förderschnecke in einem geschlossenen Rohr verläuft, können Feststoffe auch aufwärts transportiert werden.

11 Materialbewirtschaftung Dünnerngrube

Anforderungen an den Bodenaufbau für die Rekultivierung der Dünnerngrube werden im Fachbericht «Dünnerngrube-Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) beschrieben und hergeleitet.

Im Bereich der geplanten Lage der Dünnerngrube liegt die Schicht mit sauberem Dünnernschotter unter einer relativ mächtigen Überdeckung (ca. 4–5 m) bestehend aus Boden, Deckschicht und lehmigem Schotter [43]. Im Sinne der Variantenidee, der Gewinnung von baulich verwertbarem Kies, wurde die Materialbewirtschaftung der folgenden drei Varianten geprüft.

- **Variante 1:** Ausheben der Grube ohne zusätzlich Materialgewinnung. Die Aushubsohle liegt dabei 0.8 m unter der Grubensohle, damit der erforderliche Bodenaufbau (0.8 m Ober- und Unterboden) zur landwirtschaftlichen Nutzung gewährleistet werden kann. Diese Variante wird nicht weiterverfolgt, da ein Übergangshorizont unterhalb des Bodenaufbaus zwingend notwendig ist.
- **Variante 2:** Ausheben der Grube ohne zusätzlich Materialgewinnung. Die Aushubsohle liegt dabei 1.8 m unter der Grubensohle, damit der erforderliche Bodenaufbau (0.8 m Ober- und Unterboden + 1.0 m Übergangshorizont) zur landwirtschaftlichen Nutzung gewährleistet werden kann.
- **Variante 3:** Ausheben der Grube mit einer vollständigen Kompensation der Deckschichten. Das heisst, es wird zusätzlich zur Variante 2 so viel verwertbarer (sauberer) Schotter ausgehoben, dass die Deckschichten in der Grube wieder eingebracht werden können. Die Aushubsohle liegt damit rund 5.0 m unter der Grubensohle. Es wird der gleiche Bodenaufbau wie bei Variante 1 berücksichtigt

Für die Abschätzung der Massenbilanzen wurde die Dünnerngrube in vier Aushubsektoren (A – D) unterteilt (vgl. Abbildung 103). Für jeden Sektor wurde im Anschluss die charakteristische Materialschichtungen anhand der Ergebnisse der Bohrkampagne [43] ermittelt (vgl. Abbildung 104).

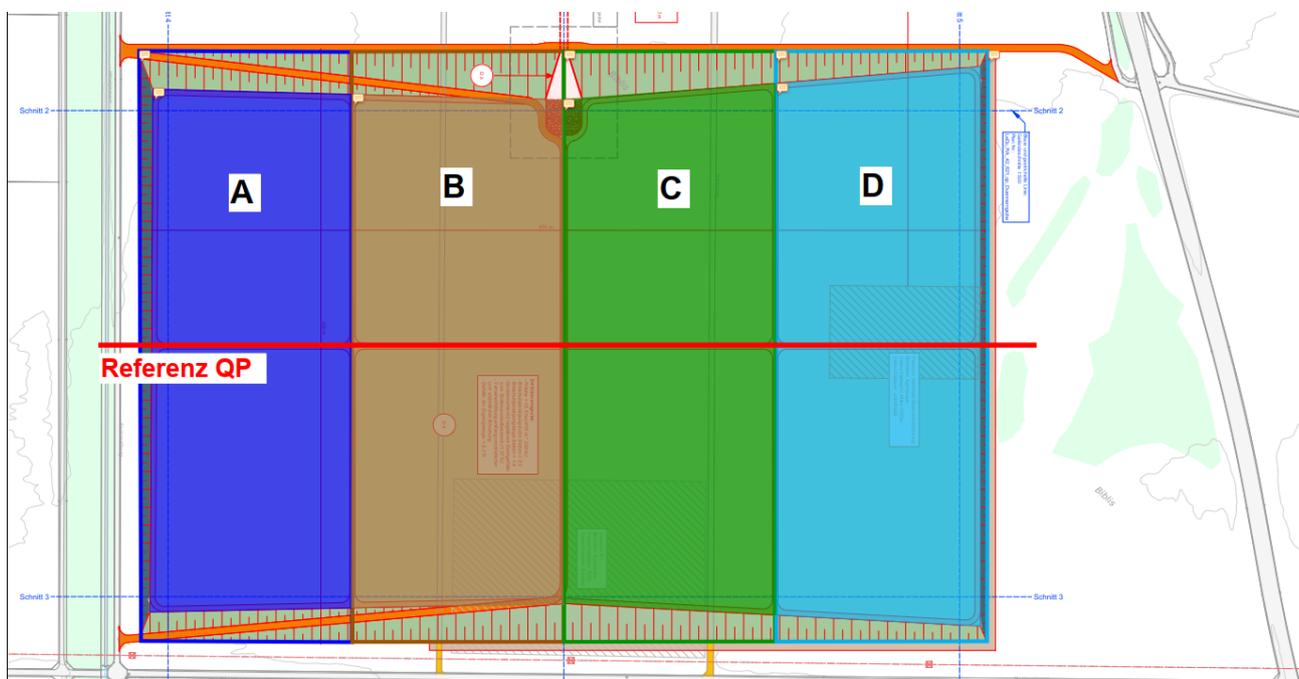


Abbildung 103: Mögliche Aushubetappung der Dünnerngrube in 4 Etappen / Sektoren. Das Referenz QP bezieht sich auf die in Abbildung 104 gezeigten Bodenprofile.

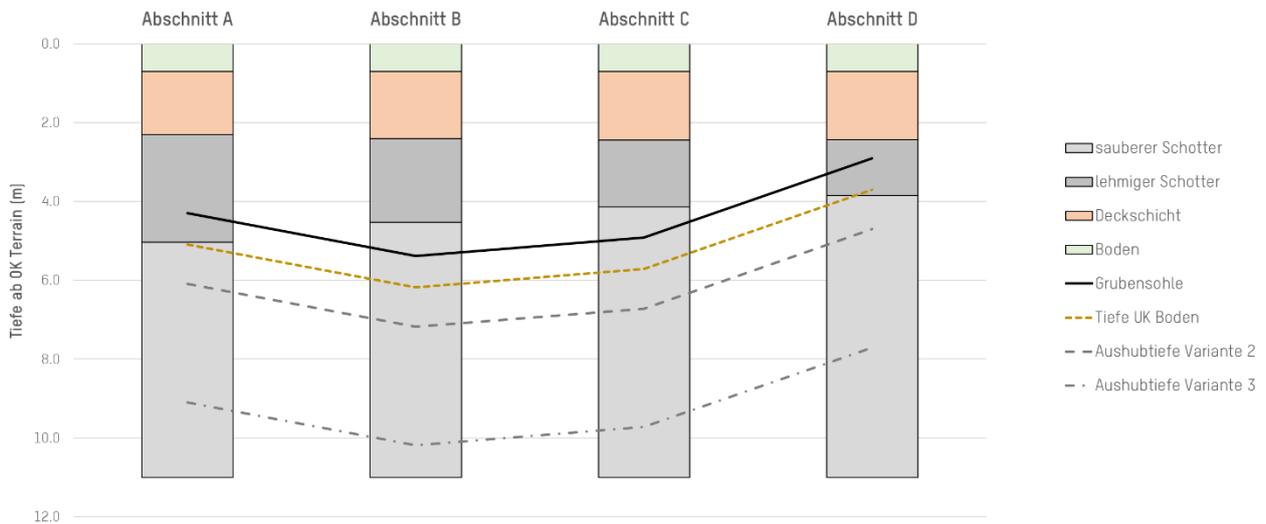


Abbildung 104: Schematische Darstellung der vorliegenden Materialschichtungen im Untergrund am Standort der Dünnerngrube mit projektierte Grubensohle, UK Boden sowie gesamte Aushubtiefen der Varianten 2 und 3.

Für die Abschätzung der Materialbilanzen wurden folgende Annahmen berücksichtigt:

- Die Mächtigkeit des bestehenden Ober- und Unterbodens beträgt 0.7 m
- Die Mächtigkeit des neuen Ober- und Unterbodens in der Grubensohle beträgt 0.8 m
- Dem Unterboden wird 20 % Sand zugegeben
- Der Übergangshorizont weist eine Mächtigkeit von 1.0 m auf und wird nur in der Grubensohle eingebracht
- Der Übergangshorizont besteht aus 50 % Deckschichtmaterial und 50 % Kies/Sand
- Die Materialzugaben für den Unterboden und den Übergangshorizont können entweder zugeführt oder aus dem Aushubmaterial aufbereitet werden. Auf der aktuellen Planungsstufe wird davon ausgegangen, dass das Material vor Ort gewonnen werden kann.

Tabelle 29: Materialbilanzen für die Varianten 2 und 3.

	Variante 2				Variante 3			
Kurzbeschreibung	Ohne zusätzliche Materialgewinnung, Aushubtiefe 1.8 m unter finalen Grubensohle				Mit zusätzlicher Materialgewinnung, Aushubtiefe ca. 5 m unter Grubensohle			
	Aushub	Wieder- einbau	Abführen /Aufberei- ten	Liefern/ Aufberei- ten	Aushub	Wieder- einbau	Abführen / Aufberei- ten	Liefern/ Aufberei- ten
Boden (m ³)	109'000	109'000	-		109'000	109'000	-	
Deckschicht (m ³)	258'000	56'000	202'000		258'000	258'000	-	
Lehmiger Schotter (m ³)	285'000	-	285'000		285'000	206'000	79'000	
Sauberer Schotter (m ³)	244'000	-	244'000		651'000	-	651'000	
Sand (Unterboden)				16'000				16'000
Kies/Sand (Übergangshorizont)				67'000				67'000
Total	896'000	165'000	731'000	83'000	1'303'000	573'000	730'000	83'000

Die Massenbilanzierung mit der Kostenbetrachtung hat gezeigt, dass der komplette Wiedereinbau der Deckschichten (Variante 3) durch den Verkauf des sauberen Schotters wirtschaftlich am günstigsten abschneidet und Deponiekapazitäten schont. Aus diesem Grund wurde diese Variante gewählt und ist ins Projekt eingeflossen.

Für die bauliche Umsetzung sind somit lokal grosse Materialzwischenlager notwendig. Für die Bereitstellung dieser Flächen wurde folgendes Konzept gewählt:

- Die gesamte Grubenfläche wird für den Materialumschlag und -aufbereitung während rund 10 Jahren zur Verfügung gestellt (z.B. im Rahmen einer Submission General- oder Totalunternehmer).

- Der Boden wird auf der gesamten Fläche komplett abgetragen und in begrünten flächigen Bodendepots während der ganzen Zeit gelagert und unterhalten (vgl. Abbildung 105). Das Oberbodendepot weist eine maximale Mächtigkeit von 1.5 m auf, die Mächtigkeit des Unterbodendepots beträgt maximal 2 m.
- Die Grube wird in mehreren Etappen ausgehoben (vgl. Abbildung 103) und verfüllt; auf der restlichen Fläche der Grube finden die Zwischenlager inkl. einer allfälligen Aufbereitung Platz (für Deckschichtmaterial und Schotter). Das Materialumlagerungskonzept ist in Abbildung 106 schematisch dargestellt. Das Konzept zeigt, wie das Materialmanagement nach dem Abtrag des Bodens ablaufen könnte. Mit der Umlagerung der Deckschicht und des lehmigen Schotters kann der saubere Schotter abschnittsweise gewonnen werden. Anschliessend wird der bisherige Schichtaufbau mit lehmigem Schotter und der Deckschicht wieder hergestellt.

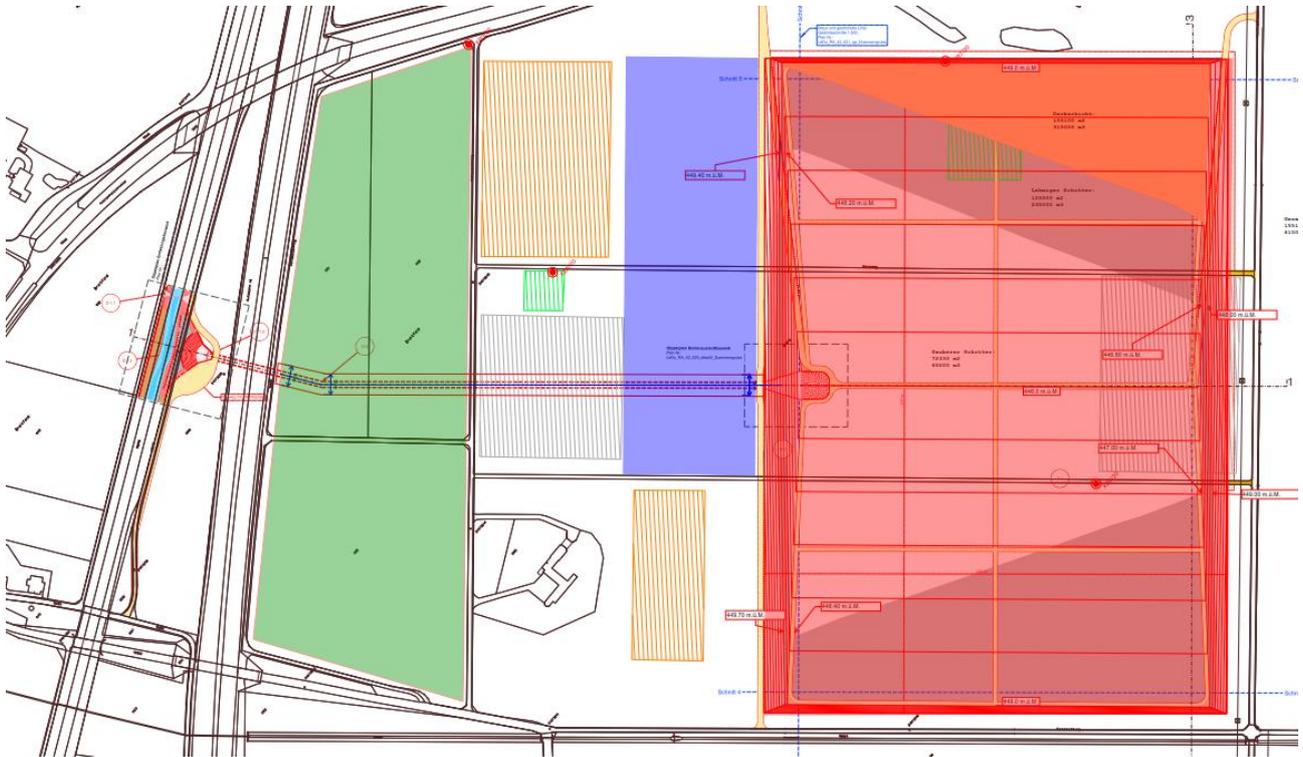


Abbildung 105: Bodenzwischenlager (Grün und Blau) und Dünnerngrube (rot) mit Platz für Materialzwischenlager und -aufbereitung.

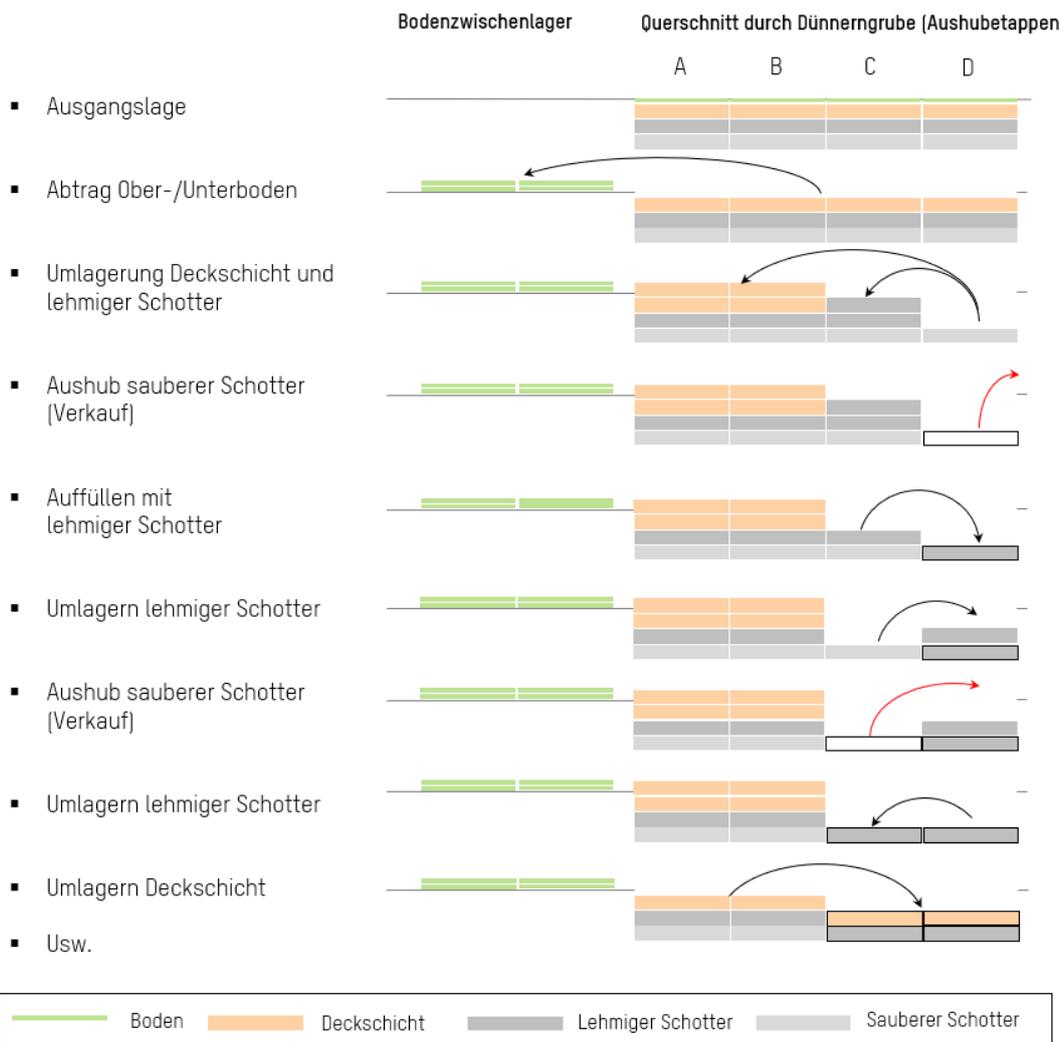


Abbildung 106: Materialumlagerungskonzept der Dünnergrube.

12 Kostenschätzung / Kostenwirksamkeit / Finanzierung

12.1 Kostenschätzung +/- 20 %

Hinweis:

Im Winter 2021/2022 wurde die Kostenschätzung der Baukosten durch ein unabhängiges Ingenieurbüro geprüft:

- Sämtliche Einheitspreise wurden plausibilisiert
- Die Vorausmasse wurden anhand der Projektpläne auf ihre Richtigkeit kontrolliert
- Fehlende Kostenpositionen wurden evaluiert

Das Amt für Umwelt, das Prüfbüro und der Projektverfasser haben die Beurteilungsergebnisse im Anschluss gemeinsam diskutiert und die durchzuführenden Korrekturen festgelegt. Die in den folgenden Unterkapiteln sowie im Anhang D gezeigten Zahlen präsentieren die bereinigte Kostenschätzung.

Im Rahmen der Prüfung wurde die Kostenschätzung von CHF 145.006 Mio. auf CHF 147.870 Mio. angepasst (+ CHF 2.864 Mio./+2 %)

12.1.1 Regie, Baustelleneinrichtung und Wasserhaltung

Die Kosten für Kleinpositionen/Regiearbeiten (5 %) sowie Baustelleneinrichtung inkl. Erschliessung und Baupisten (5 %) werden als relative Anteile der gesamten Baukosten berechnet. Die Kosten für die Wasserhaltung (3 %) wurden als relativer Anteil der Wasserbaukosten berücksichtigt.

12.1.2 Kosten Wasserbau, Kunstbauten, Wege/Strassen, Werkleitungen

Die Kosten für die Massnahmen Wasserbau, Kunstbauten, Wege/Strassen und Werkleitungen wurden den jeweiligen Abschnitten (Abschnitt 1 – 10 und Bipperbach) zugeordnet. Es ergeben sich die in Tabelle 30 aufgelisteten Baukosten (auf CHF 1'000 gerundet, exkl. Kleinpositionen und Regie, Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung und MwSt.). Strassenanpassungen infolge neuer Brücken sind bei den Kosten der Kunstbauten berücksichtigt.

Tabelle 30: Baukosten für Massnahmen Wasserbau, Kunstbauten, Wege/Strassen und Werkleitungen (exkl. Kleinpositionen und Regie, Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung und MwSt.).

Abschnitt	Wasserbau	Kunstbauten	Wege/Strassen	Werkleitungen
Abschnitt 1	11'559'000	1'547'000	1'068'000	1'522'000
Abschnitt 2	2'051'000	911'000	50'000	580'000
Abschnitt 3	10'417'000	1'247'000	959'000	2'044'000
Abschnitt 4	1'591'000	131'000	20'000	293'000
Abschnitt 5	2'229'000	2'028'000	268'000	612'000
Abschnitt 6	6'321'000	1'120'000	427'000	932'000
Abschnitt 7	6'698'000	1'766'000	473'000	1'204'000
Abschnitt 8	2'600'000	-	-	697'000
Abschnitt 9	2'345'000	-	80'000	326'000
Abschnitt 10	1'278'000	1'549'000	-	1'160'000
Bipperbach	65'000	95'000	136'000	-
Total	47'154'000	10'394'000	3'481'000	9'370'000

12.1.3 Kosten Dünnerngrube

Die Baukosten für das Entlastungssystem und die Dünnerngrube werden auf rund **CHF 17.8 Mio.** geschätzt. (exkl. Kleinpositionen und Regie, Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung und MwSt.). Die geschätzten Kosten der einzelnen Elemente des Entlastungssystems sind in Tabelle 31 aufgelistet.

Tabelle 31: Baukosten Entlastungssystem Dünnerngrube (exkl. Kleinpositionen und Regie, Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung und MwSt.).

Position	Kosten
Grube	9'562'000
Kiesgewinnung	-2'834'000
Stollen exkl. Autobahn	4'713'000
Stollen unter Autobahn	2'751'000
Einlaufbauwerk	2'083'000
Drosselbauwerk	1'166'000
Auslaufbauwerk	394'000
Total	17'835'000

12.1.4 Kosten belastete Standorte und Entsorgung verunreinigtes Aushubmaterial

Die Kosten für Aushub und Entsorgung tangierter Bereiche von bekannten belasteten Standorten (Katastereinträge) wurden in die Wasserbaukosten eingerechnet. Es handelt sich dabei primär um den Standort beim Hot-Spot «Äussere Klus» wo Altlasten in Form von Giessereisand und Schlacke vorhanden sind.

Es wird davon ausgegangen, dass von der anfallenden Aushubmenge 70 % den Belastungen des Deponie Typs B und 30 % des Deponie Typs E entsprechen.

Für die Aushubarbeiten in den restlichen Bereichen (ohne Katastereinträge) wurde davon ausgegangen, dass weitere Belastungen angetroffen werden. Entsprechend wurde im Aushubbereich davon ausgegangen, dass im Gerinne nahen Bereich 5% belastetes Material anfällt (80 % Deponie Typ B und 20 % Deponie Typ E) und speziell entsorgt werden muss.

12.1.5 Total Baukosten

Die totalen Baukosten für die Dünnerngrube, die wasserbaulichen Massnahmen (inkl. Kosten Aushub und Entsorgung belastetes Material), der Brücken, Erschliessung und Werkleitungen sind in Tabelle 32 zusammengestellt.

Tabelle 32: Totale Baukosten (exkl. Kleinpositionen und Regie, Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung und MwSt.).

Position	Kosten
Dünnerngrube	17'835'000
Wasserbau	47'154'000
Kunstabauten	10'394'000
Wege / Strassen	3'481'000
Werkleitungen	9'370'000
Total	88'234'000

12.1.6 Landerwerb und Landbeanspruchung

Für die dauerhaft beanspruchten Flächen ist zu Gunsten von Eigenbewirtschaftern ein Realersatz vorgesehen. Die dafür notwendigen Flächen wurden vom Kanton bereits erworben (für durchschnittlich für 8-10.-/m²). Somit sind die für den Erwerb angefallene Kosten (aufgerundet) vom **CHF 3 Mio.** in die Gesamtkosten eingerechnet worden.

Die Kompensation der beanspruchten Fruchtfolgeflächen werden mit 25.-/m² veranschlagt. Es wird mit Kompensationskosten von rund **CHF 2.53 Mio.** gerechnet.

Für den Bau der Dünnerngrube fallen weitere Entschädigungskosten für die temporäre Beanspruchung der landwirtschaftlichen Nutzflächen an. Für die temporär beanspruchten Flächen (durch Baumassnahmen betroffene Flächen, Bodenlager, Installationsplätze, Zwischendeponieplätze, Baupisten, etc.) wurde ein mittlerer Ansatz von 1.50 CHF pro m²/Jahr über 10 Jahre angenommen. Dies entspricht einem mittleren Preis der Entschädigung von Ackerbau (60.-/Are) und Gemüseanbau (250.-/Are). Die rekultivierten Flächen werden nach Bauabschluss über weitere 8 Jahre Restriktionen im

Anbau unterliegen (Auflagen Folgebewirtschaftung Bodenschutz) dies wird im Sinne einer Ertragsminderung jedoch nicht entschädigt, da sich die Fläche im Eigentum des Kantons befindet.

Die Entschädigungskosten für die temporäre Beanspruchung werden auf **CHF 0.868 Mio.** geschätzt (Bodenlagerflächen). Insgesamt betragen die Kosten für Landerwerb und Landbeanspruchung **CHF 6.398 Mio.** [exkl. MwSt.]

12.1.7 Projektbezogene Risiken

Die Risikokosten betragen im Sinne von Reserven oder Unvorhergesehenem 10% der errechneten Gesamtkosten. Darin enthalten sind die projektbezogenen Risiken. Hierzu zählen insbesondere (nicht abschliessend):

- Zusätzliche Belastete Standorte (grösserer Umfang als angenommen)
- Grundwasserverschmutzung während Bauphase (mögliche Havarien von Baumaschinen oder Ähnliches) Baugrund/ Geologie allgemein (Felslage etc.)
- Hochwasser (Bauphase, Zustand Ufersicherungen bei Baubeginn)
- Projektanpassungen (im Verlauf der weiteren Projektierung, Einsprachen, Beschwerden)

12.1.8 Gesamtkosten

Für die Berechnung der Gesamtkosten wurde für Unvorhergesehenes (Risikokosten) 10% angenommen. Für Planungs- und Nebenkosten wurden 15 % der Baukosten angenommen. Spezielle Abklärungen und Planungen wurden mit 3 % der Baukosten berücksichtigen (Geologe, Grundwasserüberwachung, Umweltbaubegleitung, etc.). Für die Vermessungsarbeiten, die Bewilligungskosten (Publikationen), die Wirkungskontrolle und die Massnahmen für die Besucherlenkung wurden aufgrund von Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten Pauschalen angenommen.

Damit ergeben sich mit einer Genauigkeit von +/- 20% Gesamtkosten inkl. 7.7% MwSt. (auf CHF 1 '000 gerundet) von:

CHF 147.870 Mio. (Preisbasis: Mai 2021)

Tabelle 33: Kostenschätzung Gesamtkosten +/- 20 %.

Baukosten		
	Installation 5.0 %	4'457'000
	Wasserhaltung 3.0 %	1'416'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	4'413'000
1	Wasserbau	47'154'000
2	Kunstabauten	10'394'000
3	Wege/Strassen	3'481'000
4	Werkleitungen	9'370'000
5	Dünnerngrube	17'835'000
Total Baukosten exkl. MwSt		98'520'000
Projekt - und Bauleitung		
1	Vorstudien, Vorprojekt, Bauprojekt 5.0%	4'805'000
2	Realisierung 10.0%	9'610'000
3	Spezialisten / Geologie / Hydrogeologie / Umwelt (öBB) 3.0%	2'883'000
Total Projekt- und Bauleitung exkl. MwSt		17'298'000
Vermessung und Vermarchung		
1	Vermessung, Absteckung	200'000
2	Vermarchung, Geometer (AV, Grenzsteine)	800'000
Total Vermessung und Vermarchung exkl. MwSt		1'000'000
Verschiedenes		
1	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)	100'000
2	Massnahmen Besucherlenkung	500'000
3	Landerwerb / Entschädigungen	3'000'000
4	Kompensation Fruchtfolgeflächen	2'530'000
5	Wirkungskontrolle	1'000'000
6	Entschädigung temp.Beanspruchung LN Dünnerngrube	868'000
Total Verschiedenes exkl. MwSt		7'998'000
Risikokosten		
	Risiko 10.0%	12'482'000
Total Risikokosten exkl. MwSt		12'482'000
Total Projekt exkl. MwSt.		137'298'000
	zuzüglich 7.7 % MwSt.	10'572'000
Total Projekt inkl. MwSt.		147'870'000

Die detaillierte Gesamtkostenschätzung ist im Anhang D zu finden.

12.2 Unterhalts- und Betriebskosten

Für das Vorprojekt wurden die Betriebs- und Unterhaltskosten gemäss den detaillierten Angaben im Anhang D ermittelt. Die Unterhaltskosten für das Gerinne wurden gemäss folgenden Annahmen ermittelt:

- Mähen der Uferböschungen einmal pro Jahr für CHF 5.- / m¹ Böschungslänge
- Gehölzpflege im Dreijahresintervall (Pflege 1/3 der Bestockung pro Jahr) für CHF 6.- / m¹ Böschungslänge
- Ausbaggern von Kiesablagerungen in den Aufweitungen: Entfernen von 5'000 m³ Kiesablagerungen alle 25 Jahre inkl. Entsorgung (200 m³ / Jahr für CHF 40.-/m³)
- Monitoring der Sohlenlage mit einem jährlichen pauschalen Aufwand von CHF 5'000.-
- Entfernen von kleineren Schwemmholzablagerungen mit einem jährlichen pauschalen Aufwand von CHF 3'000.-
- Entfernen von Schwemmholzablagerungen nach Hochwasserereignis (HQ₁₀₀) beim Schwemmholzrechen: 2'700 m³ Schwemmholzanfall (27 m³ / Jahr) für CHF 150.- / m³
- Unterhalts- und Betriebskosten des neuen Fassungsbauwerks des Mittelgäubachs mit einem jährlichen Aufwand von CHF 5'000.-
 - Stromkosten der Förderschnecke pauschal CHF 1'000.-
 - Funktionskontrollen/Wartung der Mechanik pauschal CHF 4'000.-

Die Unterhaltskosten für die Dünnerngrube wurden gemäss folgenden Annahmen ermittelt:

- Mähen der Böschungen 2-mal pro Jahr für CHF 8'000.-

Tabelle 34: Jährliche Unterhaltskosten.

	Betrag (CHF/Jahr)
Unterhalt Gerinne Total	152'000
Böschungspflege	126'000
Geschiebeentnahmen + Monitoring Sohlenlage	13'000
Reinigung Schwemmholzrechen	8'000
Unterhalt Fassung Mittelgäubach	5'000
Unterhalt Dünnerngrube Total	8'000
Mähen der Böschungen	8'000
Total	160'000

Hinweis:

Als Anhaltspunkt für die Abschätzung der jährlichen Unterhaltskosten des Gerinnes im Projektzustand, wurden die angelaufenen Unterhaltskosten der letzten 10 Jahre ausgewertet. Diese betragen ca. CHF 5.20.- pro Gerinnelaufmeter für die Böschungspflege (Mulchen und Gehölzpflege sowie lokale Ufersanierungen). Die mittleren jährlichen Kosten für den Unterhalt betragen gesamthaft CHF 91'000.-

Die Betriebskosten der Dünnergrube wurden gemäss folgenden Annahmen ermittelt:

- Funktions- und Bauwerkskontrollen mit einem jährlichen pauschalen Aufwand von CHF 5'000.-
- Entfernen von Ablagerungen und Reinigung von Entlastungsbauwerk und Stollen nach einem Entlastungsereignis, im Schnitt alle 10 Jahre für aufgerundet CHF 14'000.-. Die Kosten setzen sich aus folgenden Positionen zusammen:
 - Reinigungspersonal CHF 3'400.- (CHF 100.-/h * 34 h)
 - Maschinen CHF 6'080.- (CHF 380.-/h * 16 h)
 - Entsorgungskosten CHF 4'000.- (CHF 50.-/m³ * 80 m³ → Annahme 5 cm Ablagerungen im Kanal)
- Aufrechterhaltung der Betriebsorganisation mit einem jährlichen pauschalen Aufwand von CHF 3'000.-
- Entschädigungskosten und Kosten für die Entleerung und Reinigung der Grube bei einem 10-jährlichen Hochwasserereignis von aufgerundet CHF 145'000.- alle 10 Jahre. Die Kosten setzen sich aus folgenden Positionen zusammen:
 - Entschädigung für Ernteauffälle für CHF 138'000.- (CHF 2.-/m² * 69'000m²)
 - Installationskosten für die mobilen Pumpen pauschal von CHF 5'000.-
 - Einsatz von mobilen Pumpen für CHF 700.- (CHF 50.-/h * 14 h)
 - Betreuung Pumpenbetrieb für CHF 1'120.- (CHF 80.-/h * 14 h)
- Entschädigungskosten und Kosten für die Entleerung und Reinigung der Grube bei einem 20-jährlichen oder grösseren Hochwasserereignis von aufgerundet CHF 307'000.- alle 20 Jahre. Die Kosten setzen sich aus folgenden Positionen zusammen:
 - Entschädigung für Ernteauffälle für CHF 276'000.- (CHF 2.-/m² * 138'000 m²)
 - Installationskosten für die mobilen Pumpen pauschal von CHF 10'000.-
 - Einsatz von mobilen Pumpen für CHF 15'000.- (CHF 50.-/h * 300 h)
 - Betreuung Pumpenbetrieb für CHF 6'000.- (CHF 80.-/h * 75 h)

Tabelle 35: Jährliche Betriebskosten Dünnergrube.

Bezeichnung	Betrag (CHF/Jahr)
Funktions- und Bauwerkskontrollen	5'000
Entfernen Ablagerungen aus Stollen/Entlastungsbauwerk nach Ereignis	1'400.00
Entschädigung/ Entleerung HQ10	14'500.00
Entschädigung/ Entleerung HQ20	15'350.00
Aufrechterhaltung Notfallorganisation	3'000.00
Total	39'250

Betriebskosten für die Dünner fallen keine an, da keine technischen Bauwerke mit wiederkehrenden Betriebsaufwänden geplant sind. Die Betriebskosten für das neue Fassungsbauwerk des Mittelgäubachs (Stromkosten) wurden aus Gründen der Übersicht bei den Unterhaltskosten der Dünner berücksichtigt.

12.3 Ertüchtigungskosten

Als Grundlage für die Variantenbewertung der beiden Vorprojekte «Rückhalten und Aufwerten» (vorliegendes Dossier) und «Ausbauen und Aufwerten» wurde eine grobe Kostenschätzung der Ertüchtigungskosten für die Kunstbauten (Brücken, Durchlass Egerkingen, Ufermauern sowie Dünnergrube) sowie die hartverbauten Ufergestaltungen (Blocksatzverbau) erstellt. Dabei wurden nur diejenigen Bauwerke berücksichtigt, welche sich massgeblich zwischen den beiden Varianten unterscheiden. Die Kostenschätzung dient primär dazu, die Unterschiede der Ertüchtigungskosten für die beiden Varianten abzuschätzen. Der Betrachtungszeitraum beträgt 80 Jahre, die Kostenschätzung basiert auf Kennzahlen für Betonsanierungen/Blocksatzinstandstellungen aus vergleichbaren Projekten.

Tabelle 36: Abschätzung der Ertüchtigungskosten für die Bauwerke, welche sich massgeblich zwischen den beiden Varianten unterscheiden.

Bauwerk	Lebenserwartung (Jahre)	Ausbauen & Aufwerten (CHF)	Rückhalten & Aufwerten (CHF)	Differenz (CHF)
Brücken	100	2'831'000	2'306'000	525'000
Durchlass Egerkingen	100	1'866'000	1'475'000	391'000
Ufermauern	100	888'000	304'000	584'000
Dünnergrube	80	0	6'799'000	-6'799'000
Blocksatzverbau	80	1'991'000	0	1'991'000
Installation/Regie (10%)		758'000	1'088'000	-330'000
Total		8'334'000	11'972'000	-3'638'000

12.4 Kostenwirksamkeit

Im Rahmen der Erarbeitung der Bruttogefahrenkarte (vgl. Kapitel 3.7.3) wurde mit dem Online-Tool EconoMe 4.0 des BAFU das Schadensausmass sowie die jährliche Risikoreduktion (Nutzen) durch die Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts abgeschätzt. Diese beläuft sich für die Variante «Rückhalten und Aufwerten» auf 7'483'628 CHF/a [23].

Da für das vorliegende Vorprojekt die gleichen Schutzziele wie in der bisherigen Projektierung berücksichtigt werden und keine grundlegenden Änderungen bei der hydraulischen Dimensionierung erfolgen, wird dieser Wert für die Beurteilung der Kostenwirksamkeit übernommen.

Die Investitionskosten in [23] berücksichtigten die Baukosten inkl. Baustelleninstallation, Projektierungshonorare, 15 % Unvorhergesehenes, 7.7 % Mehrwertsteuer sowie Kosten zur Kompensation von Fruchtfolgeflächen. Nicht berücksichtigt wurden Kosten für den Landerwerb und die Anpassungen von Werkleitungen. Für die Berechnung der jährlichen Kosten wurde eine Lebensdauer von 100 Jahren angenommen. Diese Annahme wird für die Beurteilung der Kostenwirksamkeit des vorliegenden Vorprojektes übernommen.

Im Gegensatz zu der bisherigen Kostenschätzung, werden neu auch die Kosten für Anpassungen an Werkleitungen und Strassen/Wege, fachgerechte Entsorgung von belastetem Aushubmaterial, Landerwerb sowie die Risikokosten berücksichtigt.

Gleich wie bei der Bruttogefahrenkarte werden auch die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten bei der Ermittlung der jährlichen Gesamtkosten K_j berücksichtigt:

$$K_j = K_b + K_u + \frac{I_0 - L_n}{n} + \frac{I_0 + L_n}{2} * \frac{p}{100} \text{ (CHF/a)}$$

K_b = jährliche Betriebskosten (CHF/a)

K_u = jährliche Unterhaltskosten (CHF/a)

I_0 = Investitionskosten (CHF)

L_n = Restwert der Schutzmassnahme nach n Jahren Laufzeit = 0 (CHF)

n = Laufzeit der Schutzmassnahme = 100 (Jahre)

p = Zinssatz = 2 (%)

Das resultierende Nutzen/Kosten-Verhältnis kann Tabelle 37 entnommen werden. Zum Vergleich ist das Verhältnis der bisherigen Projektierung [23] ebenfalls aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass ein geringeres Nutzen/Kosten-Verhältnis resultiert, was auf die vernachlässigten Kosten in der bisherigen Projektierung zurückzuführen ist. Das Verhältnis liegt jedoch nach wie vor deutlich über eins und die Kostenwirksamkeit ist gegeben. Die Unterschiede bei der Risikoreduktion ist auf die neuste Version von EconoMe zurückzuführen. Während bei der Bruttogefahrenkarte die Version 4.0 verwendet wurde, basieren die vorliegenden Berechnungen auf der aktuellen Version 5.1.

Tabelle 37: Nutzen/Kosten-Verhältnis (vorliegendes Vorprojekt sowie bisherige Projektierung).

	vorliegendes Vorprojekt	Bruttogefahrenkarte [23]
Risikoreduktion (Nutzen)	7'655'003 CHF/a	7'483'628 CHF/a
Jährliche Kosten	3'156'650 CHF/a	1'660'000 CHF/a
Nutzen/Kosten - Verhältnis	2.4	4.5

12.5 Kostenbeteiligungen (Kostenteiler und Beiträge)

Auf die Ausarbeitung eines Kostenteilers für die Brücken und die Werkleitungen wurde im Vorprojekt verzichtet. Es kann jedoch mit einer Kostenbeteiligung der Werkeigentümer gerechnet werden, da durch den Ersatz der Brücken und Werkleitungen ein Mehrwert für die Werkeigentümer geschaffen wird. Als Basis für den zu ermittelnden Kostenteiler gilt der Restwert der Bauwerke, respektive der durch den Ersatz geschaffenen Mehrwert für die Werkeigentümer. Es kann auf Grund des Alters der betroffenen Infrastrukturanlagen davon ausgegangen werden, dass ein wesentlicher Anteil dieser Kosten nicht vom Projekt getragen werden muss.

Die verbleibenden, beitragsberechtigten Kosten werden von Bund, Kanton und Gemeinden getragen. Es kann in Analogie zu den Wasserbauprojekten an Aare und Emme davon ausgegangen werden, dass Bund und Kanton bei einem bewilligungsfähigen Projekt 90% der Kosten übernehmen, sofern die gewählte Variante wirtschaftlich günstig abschneidet. Die übrigen 10% sind von den Dünnergemeinden zu tragen, welche einen Nutzen aus dem Projekt ziehen. Nach Vorliegen der Bestvariante ist geplant den Gemeinden seitens Kanton einen Vorschlag zu einem möglichen Restkostenteiler (zwischen den Gemeinden) vorzulegen (im Sinne einer Diskussionsbasis).

13 Projektauswirkungen

13.1 Verbleibende Gefahren / Überlastfall

13.1.1 Gefahrensituation nach Massnahmen

Durch die geplanten Massnahmen können die geforderten Schutzziele innerhalb des Projektperimeters eingehalten werden. Bis zum Entlastungsbauwerk kann ein HQ_{100} mit dem geforderten Freibord abgeführt werden und führt zu keinen Überflutungen. Unterhalb der Entlastung kann das gedrosselte HQ_{100} mit dem geforderten Freibord abgeleitet werden. Der entlastete Anteil kann in der Dünnerngrube zurückgehalten werden. Es wurden auf Stufe Vorprojekt keine Intensitätskarten nach Umsetzung der Massnahmen erstellt. Dies wird auf Stufe Bauprojekt gemacht. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Gefahrenbilder in den angrenzenden Dünnergemeinden mehrheitlich auf eine geringe Gefährdung oder Restgefährdung reduzieren.

13.1.2 Verhalten im Überlastfall

Gerinne

Auch mit der Realisierung des Wasserbauprojekts kann ein Überlastfall (grössere Abflüsse oder mehr Schwemmholz als für die Bemessung angenommen) eintreten und eine Hochwassergefährdung auslösen.

Der Ausbau der Gerinnekapazität auf ein 100-jährliches Hochwasser (gedrosselt unterhalb des Entlastungsbauwerk) inkl. Berücksichtigung des Freibords bewirkt, dass der Überlastfall später eintritt als heute und dass sich die Austrittswassermengen reduzieren.

Bei Ereignissen bis zum HQ_{300} sind keine grossflächigen Überflutungen mehr zu erwarten, lokale Wasseraustritte können jedoch nicht ausgeschlossen werden und sind insbesondere bei den Brücken, welche die geforderte Schutzkote nicht erreichen, möglich. Es handelt sich dabei um folgende Brücken (siehe Tabelle 27 in Kapitel 8.3):

- B53 Brücke OeBB (Eisenbahnbrücke in Oensingen)
- B38 Brücke Halmacker (Autobrücke in Oberbuchsiten)
- B25 Brücke SBB (Eisenbahnbrücke in Hägendorf)
- B9 Brücke Gheidweg (Autobrücke in Olten)
- B4 Brücke Leberngasse (Autobrücke in Olten)
- B3 Brücke Schützenmatte (Fussgängerbrücke in Olten)
- B2 Brücke Mühlegasse (Autobrücke in Olten)
- B1 Brücke Salzhüslweg (Fussgängerbrücke in Olten)

Bei sehr seltenen Ereignissen (EHQ, welches häufig als Ereignis mit einer Wiederkehrperiode von ca. 1'000 Jahren bezeichnet wird) sind unter Annahme der «Bruttobetrachtung» (vgl. Kapitel 3.7.3) praktisch im gesamten Projektperimeter Wasseraustritte möglich.

Zur Sicherstellung der Hochwassersicherheit von besonders sensiblen Objekten (Sonderobjekte, welche ein höheres Schutzziel aufweisen) müssen die massgebenden Überflutungsflächen und Fliesswege im Einzelfall geprüft und in Absprache mit den kantonalen Fachstellen entsprechende Schutzmassnahmen im Zuge der Notfallplanung definiert werden.

Dünnerngrube

Bei Hochwasserereignissen $> HQ_{100}$ kommt es zu Wasseraustritten in der südöstlichen Ecke der Dünnerngrube, sobald diese gefüllt ist. Die Entlastungsstelle der Dünnerngrube liegt in einem Bereich, in welchem bereits im heutigen Zustand bei Hochwasserereignissen $> HQ_{30}$ mit Überflutungen zu rechnen ist. Folglich werden im Überlastfall ($> HQ_{100}$) keine neuen Fliesswege durch Wasserentlastungen aus der Dünnerngrube erwartet (vgl. Abbildung 107 sowie Abbildung 14 und Abbildung 15 in Kapitel 3.7.3).

Rechnerisch kann bei gleichbleibender Schützenstellung des Drosselbauwerks ein Abfluss von $149 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden, bevor es im Bereich des Entlastungsbauwerks nebst der Entlastung der Dünnerngrube zu zusätzlichen Wasseraustritten kommt ($97 \text{ m}^3/\text{s}$ durch das Drosselbauwerk und $52 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Entlastungsstollen, vgl. Abbildung 107). Dieser Abfluss entspricht einem Hochwasserereignis, welches im Schnitt alle 130 bis 140 Jahre zu erwarten ist.

Dank den zusätzlichen Kapazitätsreserven durch das berücksichtigte Freibord beim HQ_{100} können die zusätzlichen $7 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{0,\text{max}} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$) ohne Ausuferungen im unterstrom liegenden Gerinne abgeführt werden.

Bei Hochwasserereignissen mit Abflussspitzen $> 149 \text{ m}^3/\text{s}$ muss im Rahmen der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) festgelegt werden, ob die Wasseraustritte beim Entlastungsbauwerk über die Autobahn in südliche Richtung oder

zurück in das Gerinne der Dünnern geführt werden sollen. Dank folgenden «Stellschrauben» können beide Optionen umgesetzt werden (vgl. Abbildung 107):

1. Entsprechende Terraingestaltung im Bereich des Entlastungsbauwerks.
2. Bauwerksausbildung beim Drosselbauwerk (Überströmbarkeit).

Sofern zukünftig die Option einer Entlastung über die Autobahn weiterverfolgt wird, gilt zu beachten, dass das Wasser grossflächig über das anstehende Terrain in die Dünnerngrube fließen und zu potenziellen Erosionsschäden der nördlichen und östlichen Böschungen führen kann. Um die Böschungsstabilität zu gewährleisten, stehen folgende Optionen zur Verfügung:

1. Böschung erosionssicher ausgestatten (z.B. mit Geogitter).
2. Böschungsoberkanten mittels Terrainerhöhung so ausgestatten, dass das Wasser um die Grube herum abfließt.

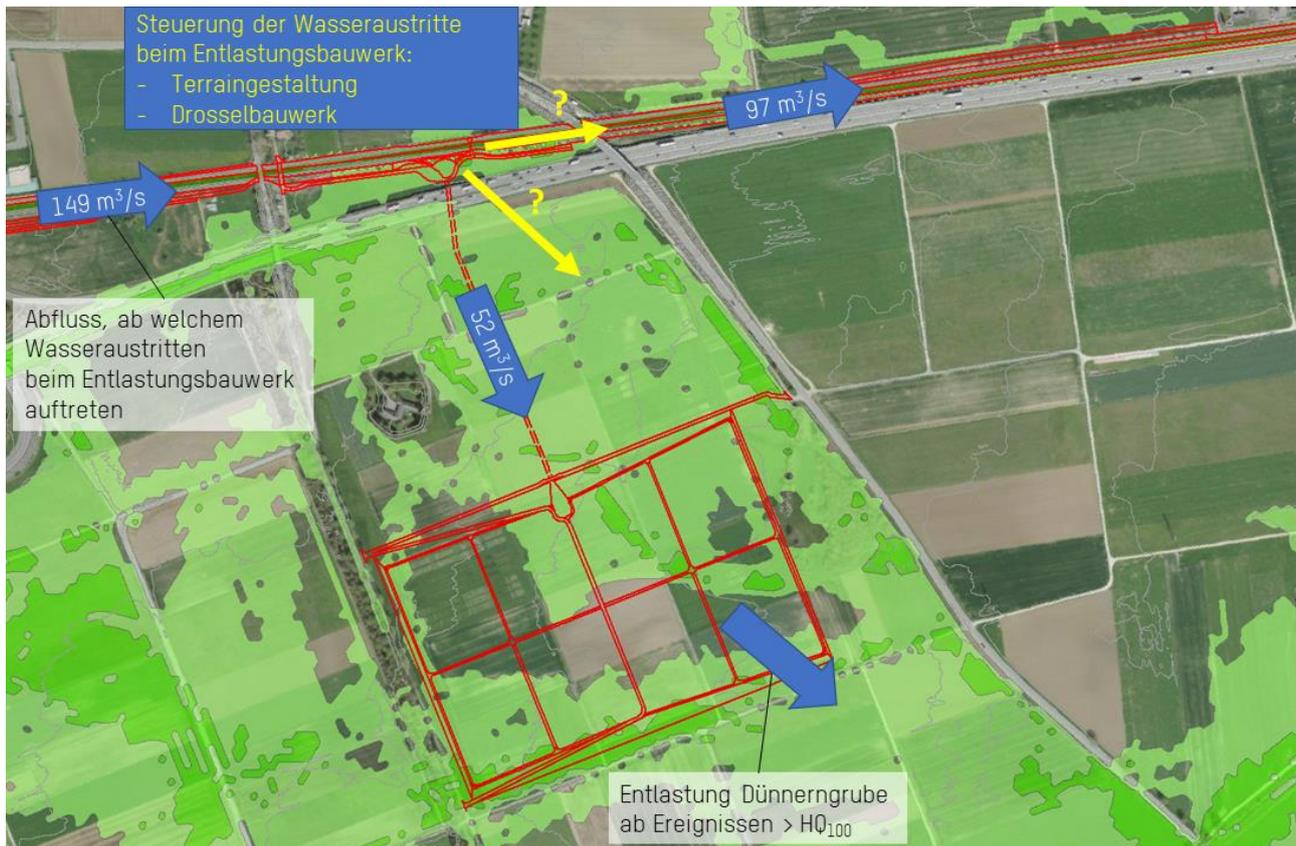


Abbildung 107: Entlastung der Dünnerngrube ab Ereignissen > HQ₁₀₀. Zusätzlich dargestellt ist der Abfluss, ab welchem beim Entlastungsbauwerk bei gleichbleibender Schützenstellung des Drosselbauwerks Wasseraustritte auftreten (149 m³/s) sowie die erwartete Abflussaufteilung zwischen Drosselbauwerk (97 m³/s) und Entlastungsstollen (52 m³/s). In rot ist das vorliegende Projekt (Dünnerngrube sowie Massnahmen am Gerinne) ersichtlich. In grün sind die modellierten Überflutungsflächen beim HQ₃₀₀ des Ist-Zustands gemäss [23] dargestellt. Bei einer Entlastung der Dünnerngrube sind keine Veränderungen der Fließwege zu erwarten.

Hinweise:

Auf Stufe Bauprojekt muss festgelegt werden, ob Wasseraustritte beim Entlastungsbauwerk im Überlastfall in südlicher Richtung über die Autobahn oder zurück ins Gerinne geleitet werden sollen. Mit entsprechenden Terraingestaltungen sowie Ausbildung des Drosselbauwerks sind beide Optionen möglich.

13.1.3 Mögliche Versagensmechanismen

Auch bei häufigeren Hochwasserereignissen ($< HQ_{100}$) können durch nicht kalkulierbare Vorfälle lokale Überschwemmungen ausgelöst werden. In Tabelle 38 sind mögliche Versagensmechanismen und die erwarteten Auswirkungen aufgelistet.

Tabelle 38: Mögliche Versagensmechanismen, welche zu Überflutungen bei Hochwasserereignissen $< HQ_{100}$ führen können.

Nr.	Ursache	Auswirkung
1	Grosser Schwemmholzeintrag nach Holzerei in Gerinneabhängungen, Rutschungen, Stürme oder Starkschneeereignissen, welcher die Kapazität des Schwemmholzurückhaltes überlastet oder starke Mobilisierung von Schwemmholz aus bestockten Böschungen (insb. in den Hot-Spots) durch vernachlässigten Gewässerunterhalt.	Das Verklausungsrisiko bei querenden Bauwerken steigt und es können lokale Wasseraustritte bei Brücken auftreten. Bei Verklausungen des Drosselbauwerks kann die Entlastung bei Ereignissen $< HQ_{10}$ anspringen.
2	Reduktion der Abflusskapazität durch Fremdkörper, z.B. durch unzulässige Materiallagerungen innerhalb des Gewässerraums (Holzdepots, Strohhallen) oder durch ins Gerinne gestürzte Fahrzeuge.	Falls der Fremdkörper mitgeschwemmt wird, gleiche Auswirkungen wie bei Punkt 1. Falls der Fremdkörper nicht mitgeschwemmt wird, können lokale Wasseraustritte aus dem Gerinne auftreten. Zudem können durch den Fremdkörper herbeigeführte Querströmungen zu einem lokalen Versagen der Böschungssicherung führen (siehe Punkt 3).
3	Lokales Versagen der Böschungssicherung, z.B. durch induzierte Querströmungen.	Bei einem Versagen der Böschungssicherung können Böschungserosionen auftreten, welche im schlimmsten Fall zu einer Gefährdung von Infrastrukturanlagen führen. Falls Material mitgeschwemmt wird, gleiche Auswirkungen wie bei Punkt 1.
4	Grössere Biberdämme als bei der Dimensionierung berücksichtigt wurden (Vernachlässigung des Biberkonzepts).	Sofern der Biberdamm nicht weggespült wird, können lokale Wasseraustritte aus dem Gerinne auftreten. Bei einem Versagen des Biberdamms, gleiche Auswirkungen wie bei Punkt 1.
5	Zu grosse Sohlenuflandungen (Vernachlässigung des Geschiebebewirtschaftungskonzepts).	Die Sohlenuflandungen führen zu einer reduzierten Abflusskapazität, wodurch lokale Wasseraustritte aus dem Gerinne auftreten können.
6	Offenlegung von Seitenbächen ohne flankierende geschiebetechnische Massnahmen so dass die Dünnern das zusätzlich eingetragene Geschiebe nicht abtransportieren kann.	Geschiebeablagerungen in den Mündungsbereichen führen zu einer reduzierten Abflusskapazität, wodurch lokale Wasseraustritte aus dem Gerinne auftreten können.
7	Überlastfall der Aare führt zum Versagen der Hochwasserschutzmassnahmen entlang der Dünnern im Siedlungsgebiet von Olten.	Entlang der Dünnern ist im Rückstaubereich der Aare mit Wasseraustritten zu rechnen.

13.2 Geschiebehalt und Morphologie

13.2.1 Morphologie der Gerinnesohle

Durch die auf weiten Strecken verbreiterte Gerinnesohle und die aktive Ausgestaltung einer Nieder- und Mittelwasserrinne wird die Sohlenstruktur der Dünnern verbessert. Im Vergleich zu der heute monotonen Sohlenmorphologie mit einheitlichen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten wird sich eine Vielfalt an Wassertiefen, Strömungsbildern und somit auch eine Substratsortierung einstellen. Kombiniert mit den baulichen Strukturelementen entstehen neue Lebensräume, welche die vielfältigen Ansprüche der Wasserlebewesen erfüllen können. Die Nieder- und Mittelwasserrinne wird baulich alle 20 – 40 m definiert (eingengt), was in den dazwischenliegenden Abschnitten eine erhöhte Sohlendynamik ermöglicht. Weiter wird durch die bauliche Definition der Rinne sichergestellt, dass es nicht zu einer Verlandung der Rinne kommt (lokale Erhöhung der Fließgeschwindigkeit mit Wirkung auf rund 10 m Fließlänge). Die Zwischenbereiche können temporär verlanden, werden bei einem Hochwasser aber wieder erodiert (Angriffsstellen bei offen gehaltenen Bereichen). Bei einem Überströmen der Sohlenstrukturen entstehen zudem wertvolle Tiefwasserzonen (Kolke) welche sich dynamisch verändern können.

In den Bereichen mit Brücken, welche im Hochwasserfall eingestaut werden können, sowie in steilen Gerinneabschnitten ist eine Sohlenpflasterung vorgesehen, um die Sohlenstabilität zu gewährleisten und die Fundation der Brückenwiderlager zu sichern. Auch diese Bereiche werden mit einer Niederwasserrinne ausgebildet, so dass die für die Fischwanderung benötigte Wassertiefe sichergestellt werden kann.

Die aus morphologischer Sicht wertvollen bettbildenden Abflüsse, welche im Bereich eines HQ₂ bis HQ₅ anzusiedeln sind, werden durch die Entlastung nicht beeinflusst, da diese erst ab einem 10 jährlichen Hochwasserereignis anspringt.

13.2.2 Geschiebetrieb

Der Geschiebetrieb wird durch den Umbau des Geschiebesammlers in Oensingen teilweise reaktiviert, da entgegen dem Ist-Zustand mit dem technischen Geschiebesammler ein Teil des Geschiebes in den unterliegenden Gewässerlauf weitertransportiert wird. Diese Geschiebezufuhr begünstigt die Ausbildung der beabsichtigten Sohlenstrukturen. Allfällige Geschiebeablagerungen sind in den vier definierten Hot-Spots zu erwarten und müssen im Bedarfsfall lokal entfernt werden. Durch den reaktivierten Geschiebetrieb werden keine generellen Veränderungen der Sohlenlage erwartet (vgl. Kapitel 7.6).

Weiterführende Informationen können der Berichtbeilage 805 «Geschiebepapier» entnommen werden.

13.2.3 Uferstabilität

Die geplante Ufergestaltung basiert mehrheitlich auf ingenieurbioologischen Massnahmen (Ausnahme bei bestehenden Bauten, wo die Platzverhältnisse eingeschränkt sind bzw. wo sensible Infrastrukturen nahe der Dünnern liegen). Die situative Verortung der Massnahmen (BMU, Spreitlage, Steckhölzer, etc.) stellt die Uferstabilität sicher. Bei flachen Böschungen (1:4 und flacher) wird eine allfällige Erosion des Böschungsfusses toleriert und bedarf im Unterhalt regelässige Kontrollen und nötigenfalls eine Intervention bei einer fortschreitenden Erosion (vgl. Kapitel 8.1.1). Die steileren Böschungen werden durchgehend mit Tot- und Lebendholz (in Kombination mit Bepflanzung) im Böschungsfuss gesichert. Der gesamte Böschungsaufbau wird langfristig durch die Verwurzelung der Vegetation sichergestellt. Dies bedingt einen fachgerechten Unterhalt der Vegetation, um langfristig die stabilisierende Wirkung sicherzustellen. Die Idee ist, dass sich ein selbst erneuernder Uferverbau einstellt, welcher die künftigen Kosten senkt (kein Ersatz der Uferverbauungen nach dessen Lebensende).

13.3 Landbedarf

Hinweis:

Im Winter 2021/2022 wurden die durch das Projekt beanspruchten Flächen durch ein unabhängiges Büro mit folgenden Ergebnissen geprüft:

- **Gesamtfläche:** Die Prüfung führte zum gleichen Ergebnis.
- **Landwirtschaftliche Nutzfläche:** Für die Prüfung wurde der Datensatz «Perimeter LN- und Sömmerungsflächen» verwendet, während bei der Projekterarbeitung der Datensatz «Bodenbedeckung des Kt. SO» als Grundlage diente (vgl. Fussnote in Tabelle 41). Mit beiden Datengrundlagen ergeben sich praktisch die gleichen Ergebnisse (2-3 % Prozent Abweichung). Die Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass im Datensatz «Perimeter LN- und Sömmerungsflächen» die heutigen Böschungen als landwirtschaftliche Nutzflächen ausgewiesen sind, während dies bei der Beurteilung mit dem Datensatz «Bodenbedeckung des Kt. SO» nicht der Fall ist.
- **Fruchtfolgeflächen:** Die Prüfung führte zum gleichen Ergebnis.

Durch das Projekt ist entlang des Gerinnes eine Fläche von 1'683 Aren betroffen, welche im heutigen Zustand nicht von der Dünnern beansprucht wird. Die Dünnerngrube beansprucht dauerhaft eine Fläche von 1'585 Aren. In Kapitel 13.3.1 wird im Detail auf diese Flächen eingegangen.

Entlang des Gerinnes werden von den beanspruchten Flächen im heutigen Zustand 1'203 Aren landwirtschaftlich genutzt, durch die Dünnerngrube werden 148 Aren landwirtschaftliche Nutzflächen (LN) beansprucht. Die Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen werden im Kapitel 13.3.2 beschrieben.

Von den betroffenen landwirtschaftlich genutzten Flächen sind entlang des Gerinnes 610 Aren als Fruchtfolgeflächen (FFF) ausgeschieden, durch die Dünnerngrube werden 317 Aren FFF beansprucht. Die Auswirkungen auf Fruchtfolgeflächen werden in Kapitel 13.3.3 und 13.3.4 erläutert. Abbildung 108 gibt eine schematische Übersicht der durch das Projekt beanspruchten Flächen. Durch das Projekt kann der Dünnern insgesamt eine zusätzliche Fläche von 1'439 Aren zur Verfügung gestellt werden.

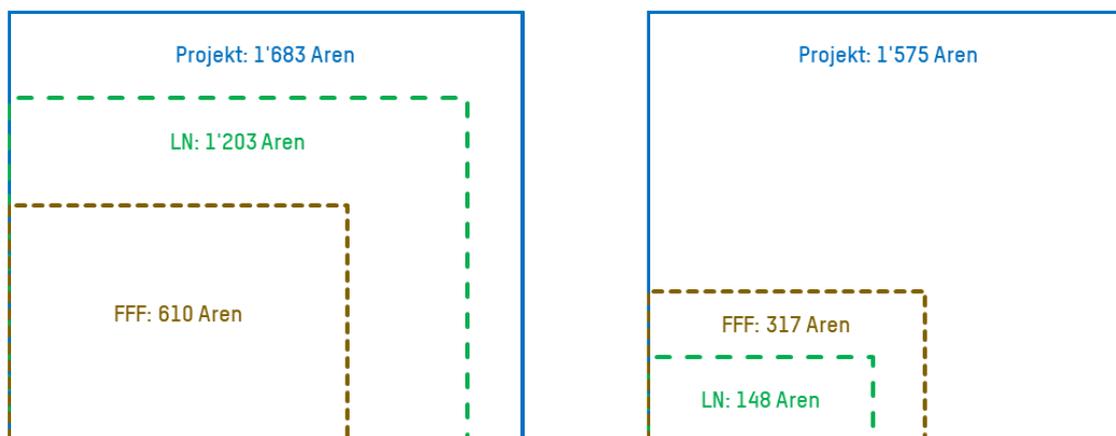


Abbildung 108: Schematische Darstellung des Landbedarfs entlang des Gerinnes (links) und für die Dünnerngrube (rechts), (LN = landwirtschaftliche Nutzflächen, FFF = Fruchtfolgeflächen).

13.3.1 Beanspruchte Flächen Total

Die bauliche Beanspruchung des Projekts kann gemäss Tabelle 39 in drei Beanspruchungsgruppen unterteilt werden. Die durch bauliche Massnahmen beanspruchten Flächen sind in Tabelle 40, aufgeteilt nach Bodenfläche, Waldfläche und «übrige Flächen», pro Gemeinde dargestellt. Die Kategorisierung erfolgte auf Basis des Geodatensatzes Bodenbedeckung [48]. Es wird dabei unterschieden zwischen beanspruchten Flächen entlang des Gerinnes der Dünnern und der Flächenbeanspruchung der Dünnerngrube. Entlang des Gerinnes werden nur die zusätzlich beanspruchten Flächen ausgewiesen. Flächen, welche bereits im heutigen Zustand der Dünnern zugeschlagen sind, werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 39: Aufschlüsselung der Flächenbeanspruchung durch bauliche Massnahmen entlang des Gerinnes mit Anteil an der zusätzlich beanspruchten Fläche in Prozent.

Bauliche Massnahme	Beschreibung	Anteil in %
Wasserbauliche	Flächen, welche durch Massnahmen beansprucht werden, die den Hochwasserschutz gewährleisten sowie zur Erfüllung der Anforderungen gemäss Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG erforderlich sind (vgl. Kapitel 7.3).	61.4
Ökologische	Flächen, welche ausschliesslich beansprucht werden, um den Lebensraum ökologisch aufzuwerten. Insbesondere betrifft das die vier Hot-Spots Naherholung und Natur (grossräumige Aufweitungen bei den Abschnitten A1, A3-2, A7 und A9).	23.0
Erschliessung	Flächen, welche durch die Verlegung von bestehenden Wegen oder durch die Erstellung neuer zusätzlicher Wege, Brücken oder Strassenanpassungen beansprucht werden.	15.6

Tabelle 40: Durch bauliche Massnahmen des Projekts beanspruchte Flächen pro Gemeinde für die drei Kategorien Boden, Wald und übrige Flächen, aufgeteilt für die Massnahmen entlang des Gerinnes sowie die Dünnerngrube.

Gemeinde	Bodenfläche ¹⁾ (Aren)	Wald ²⁾ (Aren)	übrige Flächen ³⁾ (Aren)	Total pro Gemeinde (Aren)
Egerkingen	239	-	76	315
Gunzgen	24	-	14	38
Hägendorf	199	20	30	249
Kappel (SO)	25	3	1	29
Kestenholz	-	-	-	0
Neuendorf	-	-	3	3
Oberbuchsiten	396	-	67	463
Oensingen	330	-	109	439
Olten	30	-	2	32
Rickenbach (SO)	27	-	2	29
Wangen bei Olten	86	-	-	86
Durch Projekt beanspruchte Fläche entlang Gerinne	1'356	23	304	1'683
Fläche für umgelegte Wege				-244
Zusätzliche Fläche für Dünnern⁴⁾				1'439
Durch Projekt beanspruchte Fläche Dünnerngrube	1'556	-	19	1'575

¹⁾ umfasst folgende Bodenbedeckungskategorien: Acker/Wiese/Weide, Gartenanlage, übrige Bestockte, übrige Humusierete, Übrige Intensivkulturen

²⁾ umfasst folgende Bodenbedeckungskategorie: geschlossener Wald

³⁾ Gesamtfläche abzüglich Bodenfläche und Wald

⁴⁾ Fläche, welche der Dünnern neu durch das Projekt zur Verfügung steht.

Die beanspruchten Flächen sind in der digitalen Beilage 301 dargestellt

Aus den beanspruchten Flächen lassen sich Bodenkubaturen abschätzen, welche im Projekt anfallen werden. Die erwarteten Unterboden- und Oberbodenmengen werden in Kapitel 13.4 hergeleitet.

13.3.2 Beanspruchte Landwirtschaftliche Nutzflächen

Die durch das Projekt beanspruchten landwirtschaftlichen Nutzflächen (LN) sind pro Gemeinde in Tabelle 41 aufgelistet, wobei LN als Flächen mit Bodenbedeckungskategorien «Acker/Wiese/Weide» und «Übrige Intensivkulturen» gemäss [48] ausgeschieden wurden. Böschungsabflachungen, wie sie als übergeordnete Massnahmen vorgesehen sind (siehe Kapitel 8.1.1 und 8.1.2), führen zu einem potenziellen Gewinn von landwirtschaftlicher Nutzfläche, da diese Böschungen als 1:2- oder 1:4-Böschungen ausgestaltet und sind damit potenziell landwirtschaftlich nutzbar werden. Der Entscheid, ob die Flächen als LN gelten können oder nicht liegt beim Amt für Landwirtschaft. In Tabelle 41 wurden die abgeflachten Böschungen nach den folgenden Grundsätzen als LN berücksichtigt¹⁵:

- Oberster Drittel bei Böschungen mit Neigung 1:2
- Obere Hälfte bei Böschungen mit Neigung 1:4
- Die Teilfläche muss eine Mindestlänge von 100 m aufweisen
- Die Teilfläche muss erschlossen sein (Zufahrtmöglichkeit)

In Abbildung 109 ist ein Beispiel, der durch das Projekt tangierten landwirtschaftlichen Nutzflächen dargestellt.

Beim Bau der Dünnerngrube bleibt mehr als 90 % der beanspruchten Flächen als LN erhalten. 148 Aren landwirtschaftliche Nutzflächen gehen verloren. Der Verlust ist auf die Erstellung eines neuen Wegnetzes sowie der Tatsache, dass zwei der vier Grubenböschungen mit einer Neigung von 2:3 erstellt werden und somit nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden können zurückzuführen.

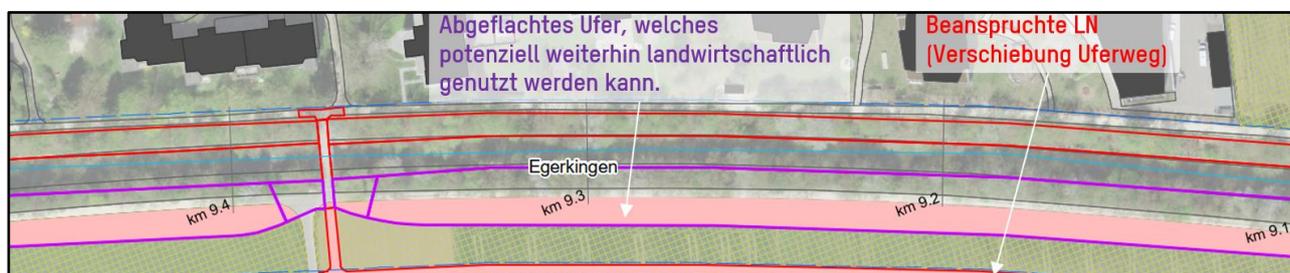


Abbildung 109: Beispiel der durch das Projekt beanspruchten landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Tabelle 41: Durch das Projekt beanspruchte landwirtschaftliche Nutzflächen sowie abgeflachte Böschungen welche neu landwirtschaftlich genutzt werden können, aufgeteilt für die Massnahmen entlang des Gerinnes sowie die Dünnerngrube.

Gemeinde	beanspruchte LN ¹⁾	neue LN 1:2	neue LN 1:4	Bilanz
	(Aren)	Böschungen (33 %) ²⁾	Böschungen (50 %) ²⁾	
		(Aren)	(Aren)	(Aren)
Egerkingen	-223	6.7	147.5	-68.8
Gunzgen	-23	6.0	17.5	0.5
Hägendorf	-105	38.0	63.5	-3.5
Kappel (SO)	-24	48.3	18.0	42.3
Kestenholz	-	-	5.0	5.0
Neuendorf	-	-	-	-
Oberbuchsiten	-385	37.7	96.0	-251.3
Oensingen	-305	84.3	30.5	-190.2
Olten	-30	8.0	21.0	-1.0
Rickenbach (SO)	-23	24.7	0.0	1.7
Wangen bei Olten	-85	20.0	25.5	-39.5
Total Gerinne ohne Abgrenzung	-1'203	273.7	424.5	-504.8
Dünnerngrube	-148			-148
Abgrenzungen Teilflächen		-22.8	-55.0	-77.8
Total mit Abgrenzung	-1'351	250.9	369.5	-730.6

¹⁾ umfasst folgende Bodenbedeckungskategorien: Acker/Wiese/Weide, Übrige Intensivkulturen

²⁾ Die Betroffenheit wurde bis zur Böschungsoberkante berücksichtigt. Bei den neuen flacheren Böschungen besteht ein Potenzial, dass die Flächen trotzdem (teilweise) als LN ausgewiesen werden können (Total: 620 Aren).

¹⁵ Die Bilanzierung der LN Böschungsflächen wurde in einer separaten Aktennotiz hergeleitet (Factsheet – Bilanzierung LN V3, 14.02.2022).

Hinweise:

Für die neu abgeflachten Böschungen ist die Verteilung der Bestockung so zu optimieren, dass der Grundsatz der ökologischen Aufwertung nach Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG eingehalten wird und die Fläche gleichzeitig das Potenzial besitzt als LN genutzt zu werden.

Durch die Massnahmen an der Dünnern sind allenfalls landwirtschaftliche Grundstücke betroffen, welche dem Zerstückelungsverbot und der Bewirtschaftungspflicht unterliegen. Bei einer baulichen Beanspruchung bzw. einem allfälligen Erwerb durch den Kanton bedarf es einer Ausnahmenbewilligung des Amts für Landwirtschaft.

Die Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen sind in der digitalen Beilage 302 dargestellt. Auswirkungen auf die LN durch den Bau und durch Flutungseignisse der Dünnergube werden im Fachbericht «Dünnergube- Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) beschrieben.

13.3.3 Betroffene Fruchtfolgeflächen

Ein Grossteil der landwirtschaftlichen Nutzflächen (LN) im Projektperimeter ist Teil des Inventars der Fruchtfolgeflächen (FFF) des Kantons Solothurn [52].

Im Rahmen dieses Projekts wird aufgezeigt, welche Flächenansprüche aufgrund des Hochwasserschutzes und Art. 4 WBG bzw. Art. 37 GSchG notwendig sind und wie FFF geschont werden können (vgl. Kapitel 7.2.1). Mit den erarbeiteten Grundlagen und Variantenstudien können die Behörden die unterschiedlichen Raumnutzungsansprüche in einer umfassenden Interessenabwägung gegeneinander abwägen und beurteilen.

Um die Betroffenheit von FFF möglichst transparent aufzuzeigen, wird zwischen fünf Betroffenheitstypen unterschieden (vgl. Tabelle 42). Beispiele dazu sind in Abbildung 110 dargestellt.

Tabelle 42: Betroffenheitstypen FFF.

Typ	Beschreibung
FFF-Bau-ERS	FFF ausserhalb des Gewässerraums, welche von baulichen Massnahmen zur Erschliessung (ERS) betroffen sind, z.B. durch das Ersetzen oder den Neubau eines Weges (orange in Abbildung 110).
FFF-Bau-ÖKO	FFF ausserhalb des Gewässerraums, welche von baulichen Massnahmen für weitergehende Aufwertungen betroffen sind, namentlich die vier Hot-Spots Naherholung und Natur (grün in Abbildung 110).
FFF-Bau-GWR	FFF innerhalb des Gewässerraums, welche durch bauliche Massnahmen betroffen sind, z.B. durch eine neue Ufergestaltung (blau in Abbildung 110).
FFF-in-GWR-fragmentiert	FFF im Gewässerraum, welche nicht von baulichen Massnahmen betroffen sind, aber durch das Projekt fragmentiert werden (rot in Abbildung 110).
FFF-aus-GWR-fragmentiert	FFF ausserhalb des Gewässerraumes, welche nicht von baulichen Massnahmen betroffen sind aber durch das Projekt fragmentiert werden (nicht dargestellt in Abbildung 110).

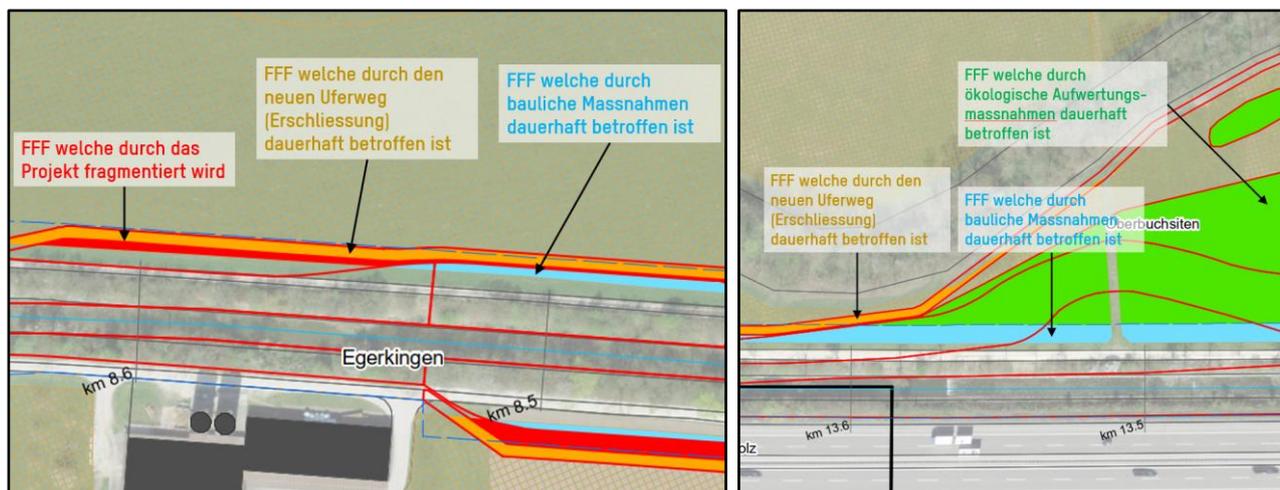


Abbildung 110: Beispiel der durch das Projekt beanspruchten Fruchtfolgefleichen.

Sind Flächen gemäss FFF-Bau-ERS, FFF-Bau-ÖKO oder FFF-Bau-GWR betroffen, gelten diese als dauerhaft beanspruchte FFF. Tabelle 43 fasst pro Abschnitt die dauerhafte Beanspruchung an Fruchtfolgefleichen entlang des Gerinnes zusammen.

Tabelle 43: Durch das Projekt dauerhaft beanspruchte FFF entlang des Gerinnes (ohne Dünnergrube).

Gemeinde	FFF-Bau-ERS (Aren)	FFF-Bau-ÖKO (Aren)	FFF-Bau-GWR (Aren)	Total pro Gemeinde (Aren)
Egerkingen	73	-	71	144
Gunzgen	7	-	3	10
Hägendorf	24	-	7	31
Kappel (SO)	11	-	-	11
Kestenholz	-	-	-	-
Neuendorf	-	-	-	-
Oberbuchsitzen	41	254	31	326
Oensingen	65	-	23	88 ¹⁾
Olten	-	-	-	-
Rickenbach (SO)	-	-	-	-
Wangen bei Olten	-	-	-	-
Fläche entlang Gerinne	221	254	135	610¹⁾

¹⁾ Der Verlust an FFF für den Bau der Dünnergrube ist hier nicht eingerechnet und wird in Tabelle 44 separat ausgewiesen.

Die Gestaltung der Dünnergrube wurde so optimiert, dass möglichst grosse Flächen als FFF erhalten bleiben. Die Böschungen der Dünnergrube, die neuen Wege und das Auslaufbauwerk gehen als dauerhafter Verlust an FFF in der Gemeinde Oensingen in die Bilanz ein (vgl. Tabelle 44).

Tabelle 44: Durch das Projekt dauerhaft beanspruchte FFF in der Dünnergrube und entlang des Gerinnes.

Gemeinde	Dauerhafter Verlust FFF (Aren)
Fläche entlang Gerinne	610
Fläche Dünnergrube	317
Total Projekt	927

Anforderungen an den Aufbau und die Gestaltung der Grubensohle, um die FFF-Qualität der Flächen zu erhalten, werden im Fachbericht «Dünnerngrube- Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) beschrieben.

Die Bilanz geht von folgenden Annahmen aus:

- Es wird in den Bilanzen nicht weiter unterschieden, ob es sich um «bedingt anrechenbare» oder «100% anrechenbare» FFF handelt [42], [52]. Von den vom Projekt betroffenen FFF sind nur ca. 11 % «bedingt anrechenbare FFF».
- Sämtliche als FFF ausgewiesene Flächen weisen auch FFF-Qualität gemäss [41] auf.
- Bereiche im Projektperimeter, wo eigendynamische Gerinneprozesse bis zu einer Interventionslinie zugelassen werden, werden als dauerhaft beansprucht behandelt, auch wenn sich die Fläche erst mit der Zeit verändert (z.B. durch Seitenerosion oder Geschiebeumlagerungen).

Im Projekt werden FFF, die nicht von baulichen Massnahmen betroffen sind, jedoch durch das Projekt fragmentiert werden (FFF-in-GWR-fragmentiert, FFF-aus-GWR-fragmentiert), separat ausgewiesen (Tabelle 45). Sie gelten nicht als dauerhaft beansprucht, da sie in ihrer Bodenqualität nicht beeinträchtigt werden und somit grundsätzlich als Böden mit FFF-Qualität erhalten bleiben, jedoch aufgrund ihrer Grösse nicht mehr Bestandteil des FFF-Inventars sein können¹⁶.

Tabelle 45: FFF, welche durch das Projekt fragmentiert werden, innerhalb und ausserhalb des Gewässerraumes.

Gemeinde	FFF- in-GWR fragmentiert (Aren)	FFF-aus-GWR fragmentiert (Aren)	Total pro Gemeinde (Aren)
Egerkingen	109	6	115
Gunzgen	5	1	6
Hägendorf	2	-	2
Kappel (SO)	11	-	11
Kestenholz	-	-	-
Neuendorf	-	-	-
Oberbuchsiten	49	6	55
Oensingen	36	-	36
Olten	-	-	-
Rickenbach (SO)	-	-	-
Wangen bei Olten	-	-	-
Fläche total	212	13	225

Zwei der fragmentierten Teilflächen sind grösser als 25 Aren. Sie liegen auf Abschnitt 6 in der Gemeinde Egerkingen links- und rechtsufrig der Dünnern. Zusammen machen sie eine Fläche von 85 Aren aus.

FFF, welche als dauerhaft beansprucht in die Bilanz eingehen, werden kompensiert (vgl. Kapitel 13.3.4). FFF, welche nicht baulich beansprucht aber durch das Projekt fragmentiert werden, werden nicht kompensiert, ausser diejenigen Teilflächen, welche grösser als 25 Aren sind.

Die durch das Projekt betroffenen Fruchtfolgeflächen sind in der digitalen Beilage 303 dargestellt

13.3.4 Kompensation Fruchtfolgeflächen (FFF)

Ausgangslage

Die Kantone haben ihre FFF-Kontingente zu erhalten (RPV Art. 30) und scheiden dazu ihre FFF-Inventare im Richtplan aus [41]. Aktuell basiert das FFF-Inventar des Kantons Solothurn auf einer provisorischen Kartengrundlage von 1987 und wurde 2016 zuletzt nachgeführt [42], [52].

Allgemein gilt, dass Fruchtfolgeflächen im Gewässerraum dem kantonalen FFF-Kontingent angerechnet werden können (Art. 41c GSchV). Sie müssen jedoch im Inventar separat ausgewiesen werden. Ebenso Überschwemmungsflächen, welche inner- oder ausserhalb des Gewässerraums liegen und aufgrund ihrer Funktion gegenwärtig nur extensiv genutzt

¹⁶ Mail Urs Kilchenmann, Amt für Landwirtschaft, vom 20.01.2021

werden können [41]. Hingegen können Flächen, «die für bauliche Massnahmen des Hochwasserschutzes sowie der Revitalisierung definitiv beansprucht werden» [41], dem Kontingent nicht angerechnet werden.

Nach Art. 41c Abs. 2 GSchV muss für Kulturland mit FFF-Qualität, das für bauliche Massnahmen des Hochwasserschutzes oder der Revitalisierung beansprucht wird, Ersatz geleistet werden.

Kompensationspflicht für das Projekt

Bis zum Zeitpunkt der Vorprojektantragabgabe wird seitens Kanton Solothurn keine allgemeingültige Regelung zur FFF-Kompensation im Richtplan oder in einer kantonalen Arbeitshilfe definiert sein. Die kantonale Praxis (Stand Sommer 2021) befindet sich in der Entstehung. Aktuell wird vom Kanton Solothurn ein Merkblatt erarbeitet, welches die Kompensation von FFF im Detail festlegen wird.

Aufgrund der heutigen Sachlage wird davon ausgegangen, dass das Projekt «Lebensraum Dünnern» kompensationspflichtig ist.

Da das Projekt selbst der Richtplanpflicht untersteht, ist denkbar, dass die notwendige FFF-Kompensation im Rahmen des Richtplanverfahrens für das Projekt im Grundsatz verbindlich definiert wird. Die entsprechenden Details zur Kompensationspflicht (Flächen, Örtlichkeiten, Art und Weise der Kompensation) werden dann in den jeweiligen regierungsamtlichen Beschlüssen über die Nutzungspläne zu den einzelnen Wasserbauetappen festgehalten. Denkbar sind jedoch auch eigene, von den Wasserbauprojekten unabhängige Bewilligungsverfahren zur Erfüllung der Kompensationspflicht. Aufgrund der aufgeführten gesetzlichen Bestimmungen wird für das Projekt davon ausgegangen, dass folgende dauerhaft beanspruchten, zurzeit als FFF inventarisierten Flächen kompensiert werden müssen (vgl. auch Kapitel 13.3.3).

Tabelle 46: vom Projekt zu kompensierende FFF

Gemeinde	Total pro Gemeinde (Aren)
Egerkingen	144
Gunzgen	10
Hägendorf	31
Kappel (SO)	11
Kestenholz	-
Neuendorf	-
Oberbuchsiten	326
Oensingen	88
Olten	-
Rickenbach (SO)	-
Wangen bei Olten	-
Fläche entlang Gerinne	610
Fläche Dünnerngrube (Oensingen)	317
Fläche fragmentiert > 25 Aren (Egerkingen)	85
Fläche total	1'012

Konzept für die Kompensation

Für den 6-Spurausbau der Nationalstrasse N1 Luterbach-Härkingen wurden in Form eines kantonalen Erschliessungs- und Gestaltungsplans ca. 28 ha Flächen mit FFF-Kompensationspotential ausgeschieden, wovon das ASTRA jedoch nur ca. 8.5 ha selbst benötigen wird.¹⁷

Es handelt sich um drei ehemalige Grubenstandorte in Härkingen, Neuendorf und Deitingen, welche in der Vergangenheit mangelhaft rekultiviert wurden. Die entsprechenden Flächen befinden sich im Eigentum des Kantons Solothurn, der Bürgergemeinde oder von Privatpersonen. Ungefähr im Sommer 2022 soll das Baugesuch für das erste der drei Projekte durch das ASTRA eingereicht werden (Stand Sommer 2021).

¹⁷ Stand 2021, Auflageprojekt Erschliessungs- und Gestaltungsplan+ Aktennotiz BSB+Partner vom 04.09.2020

Der Kanton Solothurn steht in Verhandlungen mit dem ASTRA, um die vom ASTRA nicht benötigten Bodenverbesserungsflächen als Bauherr zu übernehmen, damit der FFF-Kompensationspflichten kantonseigenen Projekten nachgekommen werden kann. Für das Projekt «Lebensraum Dünern» darf angenommen werden, dass dadurch die Kompensationspflicht gemäss Bilanz erfüllt werden kann. Nach vorliegendem Stand sind ca. 10.1 ha FFF zu kompensieren. Die drei Standorte Härkingen, Neuendorf und Deitingen haben ein FFF-Kompensationspotential von total 27.8 ha. Kantonsinterne Entscheide und Übernahmeverhandlungen mit dem ASTRA sind nun notwendig, damit die Flächen rechtzeitig zur Verfügung stehen. Die diesbezüglichen Entscheide (Stand Sommer 2021) sind offen, befinden sich jedoch in Diskussion und sind im Grundsatz nicht bestritten.

13.4 Umwelt, Ökologie und Natur

Die geplanten Massnahmen führen im Bereich Umwelt, Ökologie und Natur zu einer erheblichen Verbesserung im Projektperimeter.

Die Auswirkungen auf die Ökologie (mit den Themen Ökomorphologie, Biodynamik, Strukturen, Lebensräume und Einzelarten) und die Zielerreichung der geplanten Massnahmen werden in der Berichtbeilage 802 «Fachbericht Ökologie» ausführlich erläutert.

Schutzgebiete, Schutzobjekte und Inventare

Die bestehenden Schutzgebiete, Schutzobjekte und Inventare wurden in der Planung berücksichtigt und werden nicht dauerhaft negativ tangiert. Durch die neue Gerinne- und Ufergestaltung sind Eingriffe in das Naturreiservat «Dünnern mit Uferbestockung» vorhanden, welche jedoch zu einer ökologischen Aufwertung führen.

Durch die Aufwertungsmassnahmen beim Hot-Spot «Äussere Klus» kann zudem eine positive Auswirkung auf den Wildtierkorridor von nationaler Bedeutung erwartet werden.

Neue Schutzgebiete sind momentan nicht vorgesehen. Auf neu entstehende sensible Lebensräume wird jedoch mit Hilfe einer aktiven Besucherlenkung und -führung Rücksicht genommen (vgl. Kapitel 8.5).

Grundwasser und Gewässerschutz

Die Auswirkungen auf das Grundwasser werden im Fachbericht Hydrogeologie von Sieber Cassina + Partner erläutert.

Belastete Standorte

Die tangierten belasteten Standorte (Abschnitt 1 im Gebiet Sunnmatt und beim heutigen Geschiebesammler Oensingen) werden in der Bauausführung fachgerecht ausgehoben und die Abfälle vorschriftsgemäss entsorgt. Eine weitergehende Sanierung (ausserhalb der tangierten Flächen) ist im Projekt momentan nicht vorgesehen. Allfällige Sondierungen im Aushubbereich bieten sich auf Stufe Bauprojekt an.

Boden

Das Projekt tangiert diverse Bodenflächen entlang des Gerinnes und in der Dünnerngrube mit unterschiedlichen Eigenschaften. An dieser Stelle werden die quantitativen Auswirkungen auf den Boden entlang des Gerinnes abgeschätzt.

Auswirkungen des Projekts auf den Boden und Anforderungen an den Bodenaufbau für die Rekultivierung der Dünnerngrube werden im Fachbericht «Dünnerngrube – Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft» (Beilage 804) beschrieben.

Um die Bilanz für den Boden entlang des Gerinnes abzuschätzen, werden grob drei Kategorien unterschieden und deren Eigenschaften kurz beschrieben:

- **Landwirtschaftsböden:** Oberhalb der Uferböschungen im und ausserhalb des Gewässerraums kommen gemäss der Bodenkarte des Kantons Solothurn [53] entlang der Dünnern überwiegend Braunerden, Braunerde-Pseudogleye, Pseudogleye und Fluvisole, vor. Vereinzelt werden Rendzinen und anthropogene Auffüllungen angetroffen. Basierend auf den Informationen aus den vorhandenen nahegelegenen Leitprofilen [2406-3, 2406-5, 2406-20, 2401-4 und 2407-7, 2578-1 aus [55]] und Bodeneinheiten [56] sind die Böden überwiegend mässig tiefgründig bis tiefgründig. Die Böden weisen häufig Mächtigkeiten von 100-130 cm auf, sind jedoch auch oft stark von Stauwasser beeinflusst/geprägt, was ihre Pflanzennutzbare Gründigkeit reduziert. Die Böden beinhalten überwiegend mässig viele Steine, sind mässig humos und verfügen über einen alkalischen pH-Wert im Oberboden. Hinsichtlich der Bodenart handelt es sich überwiegend um schwere, tonige Böden. Diese sind schwer bearbeitbar und trocknen sehr langsam ab. Im Abschnitt zwischen Oensingen und Egerkingen werden die Böden gemäss den Bodeninformationen des Kt. Solothurn [53] als mässig empfindlich gegenüber Verdichtungen eingestuft [53]. Dies bedeutet, dass die Böden nach einer Abtrocknungsphase im Allgemeinen gut mechanisch belastbar sind. Im Abschnitt zwischen Egerkingen und Hägendorf sind die Böden aufgrund ihrer Bodenart und des Stauwassereinflusses teilweise extrem empfindlich gegenüber Verdichtungen. Somit können bereits geringe Auflasten irreversible Schäden verursachen.
- **Boden von bestockten Uferböschungen:** Die bestockten Uferböschungen sind nicht durch die kantonalen Bodendaten abgedeckt [53]. An den Böschungen geht man von flachgründigen, anthropogen beeinflussten Böden aus, welche

stark durchwurzelt sind und wahrscheinlich über keine trennbaren Ober- und Unterbodenschichten verfügen. Gemäss den Plänen für das Verbauungsprojekt Dünnern 1939/1947 wurden damals 0.15 bis 0.2 m Boden an den Böschungen aufgetragen.

- Waldboden: Die wenigen Waldflächen im Projektperimeter (in den Gemeinden Kappel und Hägendorf, vergl. Kapitel 13.4 Wald) werden ebenfalls nicht durch die kantonalen Bodendaten abgedeckt [54]. Auf diesen Flächen wird ein Auflage-Oberbodenhorizont erwartet, der ebenfalls stark durchwurzelt ist. Die Mächtigkeit des Unterbodens ist wohl mit dem der Landwirtschaftsböden vergleichbar.

Ausgehend von dieser groben Einteilung in drei Kategorien, den Flächenbilanzen in Kapitel 13.3.1 und der Annahme von durchschnittlichen Mächtigkeiten innerhalb der drei Kategorien fallen entlang des Gerinnes die in Tabelle 47 aufgelisteten Bodenkubaturen an.

Tabelle 47: Schätzung der entlang des Gerinnes anfallenden Bodenkubaturen (exklusiv Dünnerngrube).

Bodengruppe	Waldboden	Landwirtschaftsboden	Boden Uferböschungen	
Flächenkategorie	Waldfläche	Landw. Nutzfläche (LN)	Bestehende Böschungen	Total (m ³ fest)
Fläche (m ²)	2'300	120'300	192'000	
Mächtigkeit UB+OB (m)	1.0	1.0	0.2	
Anfallende Kubaturen (m ³ fest)	2'300	120'300	38'400	161'000
Verwertung im Projekt exklusiv Dünnerngrube (m ³ fest)				-75'000
Überschüssiger Boden (m ³ fest)				86'000

Zur Rekultivierung von abgeflachten Böschungen und zurückgebauter Wege können ca. 75'000 m³ Boden im Projekt verwertet werden. Dabei geht man von der Annahme aus, dass durchschnittlich 0.3 m Boden angelegt wird. Je nach landwirtschaftlichen und ökologischen Zielen wird die Mächtigkeit jedoch stark variieren.

1. Es wird erwartet, dass ca. 86'000 m³ überschüssiger Boden anfallen. Bei dieser provisorischen Bilanzierung ist zu beachten, dass sich nicht aller anfallende Boden zur Verwertung im Projekt selbst oder in einem Drittprojekt eignen wird [17]. Tabelle 47 berücksichtigt nicht, dass die rechtsufrige Böschung zwischen Oensingen und Egerkingen aufgrund der Nähe zur Autobahn im Prüferperimeter für Bodenabtrag [57] liegt. Diese Flächen müssen zu einem späteren Zeitpunkt auf Schadstoffe beprobt werden, damit die Bilanz verfeinert werden kann.
2. Der oft hohe Tongehalt in den B- und BC-Horizonten (>40%) erschwert die Verwertung und Rekultivierung dieses Bodenmaterials und es muss sorgfältig geprüft werden, ob und wie es zur Rekultivierung innerhalb oder ausserhalb des Projektes eingesetzt werden könnte.

Die Dünnerngrube wird nach der Absenkung rekultiviert und wieder landwirtschaftlich genutzt (vergl. Kapitel 11 und Beilage 804). Es fallen temporär ca. 109'000 m³ Ober- und Unterboden an. Hinzu kommen noch ca. 46'000 m³ vom BCgg-Horizont (vergl. Fachbericht Beilage 804). Es wird aktuell davon ausgegangen, dass sämtlicher anfallende Boden auch wieder innerhalb der Dünnerngrube verwertet werden kann. Dafür muss geprüft werden, ob der hydromorphe und tonreiche BCgg-Horizont sich als Teil des geplanten Übergangshorizonts unter Beimischung von Kiessand verwerten lässt. Es ist davon auszugehen, dass aus der Dünnerngrube kein überschüssiger, verwertbarer Boden resultiert.

Die Materialbewirtschaftung von Boden und Aushub während dem Bau der Dünnerngrube wird in Kapitel 11 beschrieben. Der BCgg-Horizont wird in der Materialbilanzierung zur Deckschicht gezählt.

Überschüssiger Boden unterliegt generell der Verwertungspflicht nach Art. 18 VVEA, sofern er sich dafür eignet [17]. Geeigneter Boden soll möglichst zur Aufwertung von anthropogen degradierten Böden verwendet werden. Im Idealfall kann der überschüssige Boden für eine Bodenaufwertung (Drittprojekt) eingesetzt werden, welche auch der Kompensation der beanspruchten Fruchtfolgefleichen dient (vergl. Kapitel 13.3.4). Waldboden wird separat behandelt und verwertet.

Hinweis:

Die Verwertung von Unterboden (und je nach Auftragsmächtigkeit auch für Oberboden) auf Landwirtschaftsböden ausserhalb des Projektes setzt eine Baubewilligung voraus.

Wasserqualität Dünnern

Auf die Wasserqualität der Dünnern kann im vorliegenden Projekt kein direkter Einfluss genommen werden. Durch den Einbau von Strukturelementen in die Sohle (erhöhte Oberfläche mit Biofilm) und weniger Erwärmung dank besserer Beschattung kann jedoch eine gesteigerte Selbstreinigungskapazität der Dünnern erwartet werden, welche sich positiv auf die Wasserqualität auswirkt.

Hinweis:

Unabhängig vom Projekt Lebensraum Dünnern ist eine dritte Reinigungsstufe der Abwasserreinigungsanlage in Oensingen (ARA Falkenstein) geplant, wodurch ein positiver Einfluss auf die Wasserqualität der Dünnern erwartet werden kann.

Wald

Im Projekt werden lediglich drei kleine Waldflächen tangiert (Kappel und Hägendorf) und müssen temporär gerodet werden (vgl. Kapitel 13.3.1). Nach der Realisierung der geplanten Massnahmen wird die Bestockung (Wiederaufforstung) wiederhergestellt und die Waldfunktion auch künftig sichergestellt. Der Bestockungsgrad des Gewässerraums wird zudem auf der gesamten Länge und unter Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Nutzflächen erhöht (mit Ausnahme des Betonkanals im Abschnitt 10-2 in Olten).

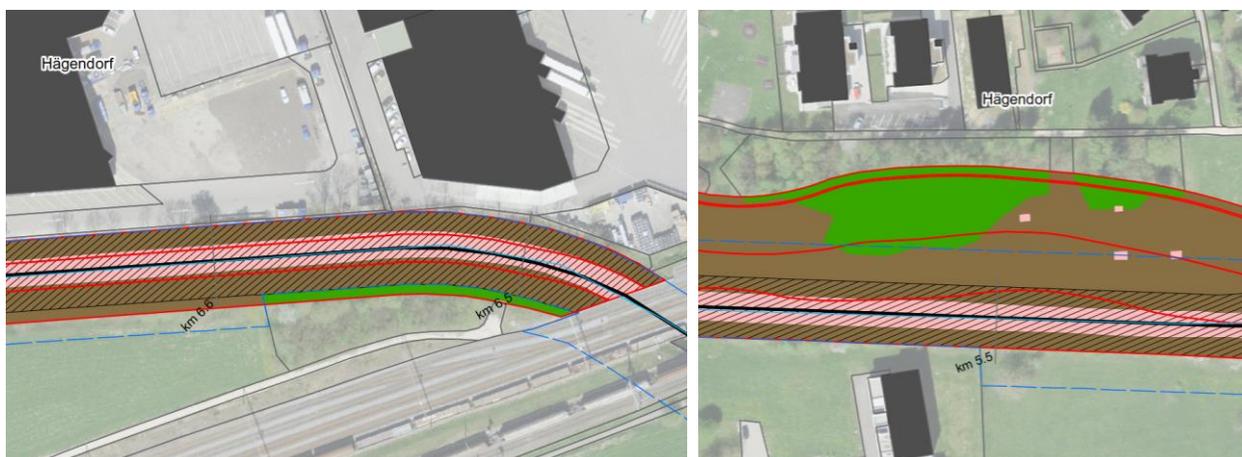


Abbildung 111: Durch das Projekt tangierte Waldflächen (grün) in Kappel (links, Km 6.5) und in Hägendorf (rechts, Km 5.5).

Hinweis:

Für die Genehmigung ist auf Stufe Bauprojekt/Nutzungsplan ein entsprechendes Rodungsgesuch einzureichen.

13.5 Nutzungen und Planungen

Auswirkungen auf die Raumplanung

Da die raumwirksamen Planungen Dritter als Grundlagen in der Projektbearbeitung beachtet wurden und sich die wasserbaulichen Massnahmen auf den Gewässerraum beschränken (mit Ausnahme der Hot-Spots Naherholung und Natur), stehen die Projektauswirkungen nicht im Widerspruch zu den raumplanerischen Vorgaben. Als nächster Planungsschritt soll das Projekt zudem im Kantonalen Richtplan festgesetzt werden.

Hinweis:

Nach erfolgter Variantenentscheid soll die Bestvariante mittels Richtplanverfahren im kantonalen Richtplan festgesetzt werden.

13.6 Ortsbild und Landschaft

Die Projektmassnahmen führen zu keinen entscheidenden Beeinträchtigungen des bestehenden Landschaftsbilds entlang der Dünnern. Es entsteht eine homogene Integration des Gewässers in das vorhandene Kulturland und die geplanten Terrain erhöhungen sind nur kleinräumig und beeinträchtigen das Landschaftsbild nicht. Die Qualität der Landschaft wird durch die Massnahmen unter Berücksichtigung der Landwirtschaft, der Einbindung der Naherholung in das Landschaftsbild sowie der Erschliessung durch den Fuss- und Veloverkehr verbessert. Der Gewässerraum wird für die Hochwasserschutzmassnahmen optimal ausgenutzt und ökologisch aufgewertet.

Zur Förderung des Ortsbildschutzes wird wo möglich auf Ufermauern im Siedlungsgebiet verzichtet. Der Hochwasserschutz wird möglichst gut in das vorhandene Ortsbild integriert. Wo jedoch aufgrund räumlicher Aspekte nicht anders möglich, sind Ufermauern im Siedlungsgebiet vorgesehen.

Das schützenswerte Ortsbild «äussere Klus» wird vor allem durch die beidseitigen Felsformationen des Jurareliefs und die dazwischenliegende trichterförmige, offene Fläche, welche von der Dünnern durchflossen wird, geprägt. Speziell an diesem Orts- und Landschaftsbild ist der Blick auf die offene Fläche, sobald die Felsformationen passiert werden (vgl. Abbildung 112 links). Durch den geplanten Hot Spot «äussere Klus» wird dieses Landschaftsbild linksufrig tangiert, indem die offene Fläche reduziert und der offene Blick in die Klus eingeschränkt wird. In der weiteren Planung kann das Wasserbauprojekt mit einer optimierten Gestaltung der Aufweitung (Bestockung, Ausgestaltung der Aufweitungsf lächen) auf die Ansprüche des Orts- und Landschaftsbildes abgestimmt werden.

Das schützenswerte Ortsbild «Hägendorf» ist durch die markante Dorfentwicklung entlang der Dorfstrasse, welche parallel zur Hauptstrasse verläuft, in Verbindung mit der Dünnernquerung zu Hägendorf geprägt (vgl. Abbildung 112 Mitte). Die Dorfentwicklung entspricht einem typischen Bauerndorf mit Hostetten und Weiden hinter den Höfen. Durch das vorliegende Projekt wird das Orts- und Landschaftsbild nicht beeinträchtigt. Die geplante Aufweitung beim Hot-Spot «Grossmatt» verläuft linksufrig auf Seite Hägendorf. Der Grünkorridor mit Bestockung entlang des rechten Ufers, welcher als abgrenzendes Element wirkt, bleibt weiterhin bestehen.

Beim im Bundesinventar (ISOS) erfasste Ortsbild von Olten muss vor allem der Altstadtbereich als sensibel betrachtet werden, welcher durch die Dünnern im Bereich der Mündung in die Aare beim Schwimmbad mitgeprägt wird (vgl. Abbildung 112 rechts). Im vorliegenden Projekt werden in diesem Bereich lokale Erhöhungen der Ufermauern vorgeschlagen. Da bereits im heutigen Zustand rechtsufrige Mauern vorhanden sind, wird dadurch kein massgeblicher Effekt auf den Charakter des Ortsbilds erwartet. Durch die Mauererhöhungen werden keine Hindernisse erstellt, welche den Blick auf die höhergelegene Altstadt beeinträchtigen. Weiter oberstrom durchfliesst die Dünnern ein Wohnquartier sowie das Industriegebiet. Diese Abschnitte sind aus Sicht Ortsbild als weniger sensibel zu betrachten und es sind keine Konflikte mit dem vorliegenden Projekt zu erkennen. Ferner gilt es zu beachten, dass im Rahmen der weiteren Planung des Hochwasserschutzes in Olten auch alternative Varianten als Mauererhöhungen in Betracht gezogen werden können.

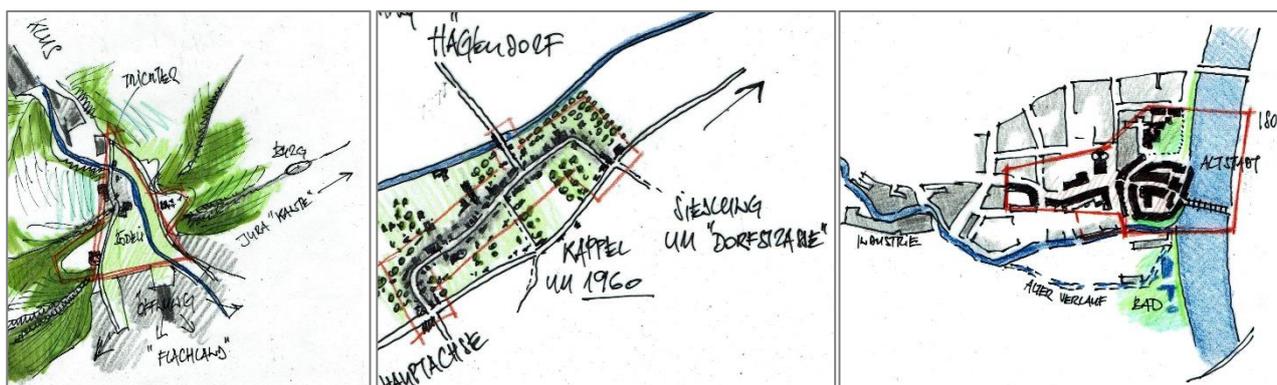


Abbildung 112: Kernelemente der schützenswerten Ortsbilder (links: äussere Klus, Mitte: Kappel, rechts: Olten).

Die historischen Verkehrswege (IVS) werden durch das vorliegende Projekt an keiner Stelle unterbrochen. Sämtliche Brücken welche als Verbindungen der historischen Verkehrsachsen dienen, sind auch im Projektzustand vorhanden.

Das kantonale Vorranggebiet Natur- und Landschaft «Dünnernebene zwischen Oensingen und Kestenholz» kann durch das vorliegende Projekt aufgewertet werden. Im Speziellen gilt dies für den geplanten Hot-Spot «Neumatten», bei welchem eine Anbindung zu den Waldabschnitten im Bereich des früheren Dünnernverlaufs erzielt werden kann.

Durch die rechteckige Form ordnet sich die Dünnerngrube in die orthogonal angeordneten Landschaftsstrukturen ein (Flurwege, Mittelgäubach mit Baumalle, Autobahn, Hochspannungsleitung). Dank der flachen Ausgestaltung der langen nordwestlichen und südöstlichen Böschungen wird die Grube insbesondere bei Blick von erhöhter Lage der Jurakette nicht als Fremdkörper wahrgenommen. Die steileren kurzen Böschungen können durch Heckenstrukturen kaschiert und in das Landschaftsbild integriert werden.

Hinweis:

Die Materialisierung der Massnahmen ist noch nicht festgelegt und Teil des Bauprojekts. Daraus ergeben sich allenfalls gestalterische Unterschiede, aber auch Chancen mit Wirkungen auf das Ortsbild. Entsprechend müssen Überlegungen zum Landschafts- und Ortsbildschutz auch in der nächsten Planungsphase einbezogen werden.

13.7 Denkmalschutz

Keines der denkmalgeschützten Objekte [4] entlang der Dünnern wird durch bauliche Massnahmen direkt tangiert (vgl. Tabelle 48). Einzig bei der Kapelle St. Jost in Oensingen und der ehemaligen Transformatorstation in Olten sind potenzielle Schnittstellen vorhanden, welche im Rahmen der weiteren Projektierung auf Stufe Bauprojekt mit dem Amt für Denkmalpflege und Archäologie des Kantons Solothurn zu klären sind.

Tabelle 48: Schnittstellen des Projektzustandes mit den denkmalgeschützten Objekten entlang der Dünnern.

Objektname	Gemeinde	Betroffenheit
Wappen am ehemaligen Kaplanenhaus Klus	Oensingen	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Kapelle St. Jost	Oensingen	Es ist geplant, die angrenzende Ufermauer zu unterfangen. Die Kapelle selbst wird durch das Projekt nicht tangiert.
Bad Klus	Oensingen	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Wirtshaus Schild Bad Klus	Oensingen	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Kalksteinfeiler bei der Alten Mühle	Egerkingen	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Votivkreuz Mittelgäu Strasse 2	Rickenbach	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Herrenhaus der ehem. Mühle	Rickenbach	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Wappenstein am Herrenhaus der Mühle	Rickenbach	Durch vorliegendes Projekt nicht betroffen.
Ehem. Transformatorstation Leberngasse 10	Olten	Es ist geplant, die Ufermauer vor der ehem. Transformatorstation zu erhöhen. Die ehemalige Transformatorstation selbst wird durch das Projekt nicht tangiert.

13.8 Werkleitungen

Durch die wasserbaulichen Massnahmen müssen mehrere Kilometer Werkleitungen umgelegt und diverse Gerinnequerungen neu gebaut werden. Mit den geplanten Umlegungen und Querungen kann die Funktionalität der Werkleitungsnetze auch zukünftig gewährleistet werden.

Längs der Dünnern verlaufende, grosse Abwasserleitungen werden mit Ausnahme einer kurzen Strecke im Abschnitt 3 nicht tangiert. Aufgrund der Aufhebung von Sohlensicherungen, Abschnitten mit Sohlabsenkungen, unbekanntem Tiefenlagen der Dücker und Verbreiterungen des Gerinnes wird auf Stufe Vorprojekt davon ausgegangen, dass die meisten Dücker ersetzt werden müssen. Diese Annahme ist stufengerecht damit begründet, dass der Zustand der Dücker nicht bekannt ist und nur schwer erhoben werden kann.

Insbesondere die Swisscom- und Elektrotrassen sind von Umlegungen betroffen. Diese umfassen rund 10 km Länge und 37 Querungen der Dünnern. Die Gas- und Wasserleitungen sind besonders im Abschnitt 3 von Umlegungen betroffen. In diesem Abschnitt befindet sich der Hot-Spot «Neumatten» (Natur).

Tabelle 49: Pro Abschnitt und Medium gegliederte Übersicht der betroffenen Werkleitungen (Länge Werkleitungsumlegungen in km / Anzahl Ersatz von Querungen der Dünnern).

Abschnitt	Abwasser	Wasser	Elektro ¹⁾	Gas	Fernwärme	Swisscom ¹⁾
A1	- / 1	0.43/3	0.93/5	0.20 / 2	- / -	0.76/1
A2	- / 1	- / 2	- / 3	- / 1	- / -	- / 4
A3	0.44 / 2	0.25 / 1	- / -	0.68 / -	- / -	2.8 / 1
A4	- / -	- / 1	- / 1	- / 1	- / -	1.02 / 2
A5	- / 1	- / -	- / 1	- / 1	- / -	- / 2
A6	0.04 / -	- / 1	0.96 / 2	- / 1	- / -	0.39 / 2
A7	- / -	0.26 / 1	1.04 / 3	- / 1	- / -	0.71/ 1
A8	- / 3	0.20 / -	0.30 / 1	- / -	- / -	0.30 / -
A9	- / 2	- / 1	- / 2	- / 1	- / -	- / -
A10	- / 4	- / 3	0.33 / 5	0.33 / 2	- / -	0.33 / 1
<i>Total</i>	<i>0.48 / 14</i>	<i>1.14 / 13</i>	<i>3.56 / 23</i>	<i>1.21 / 10</i>	<i>- / -</i>	<i>6.31 / 14</i>

¹⁾ mehrere Leitungsstränge sind in einem neuen Trasse / einer neuen Querung zusammengefasst.

Bei der Detailplanung (Stufe Bauprojekt) sind ergänzend zu den vorhandenen Unterlagen der Drainagesysteme des Kantons Solothurn die Drainagesysteme vor Ort zu erheben. Sind weitere Systeme vorhanden, ist situativ zu prüfen, ob deren Funktion weiterhin gewährleistet werden kann oder ob Drainagesammelleitungen entlang der Dünnern und flussabwärtsliegende Einleitungen erforderlich sind. Die bekannten Einläufe werden an das neue Gerinne angepasst. Mit lokalen Instream-Massnahmen können Verlandungen verhindert und die Funktionstüchtigkeit weiterhin gewährleistet werden. Die notwendigen Werkleitungsumlegungen müssen im Rahmen der weiteren Projektierung durch den jeweiligen Werkigentümer in Absprache mit dem Amt für Umwelt des Kantons Solothurn im Detail geplant werden oder die Projektierung wird an diese übertragen.

13.9 Naherholung, Erschliessung und Besucherlenkung

Die geplanten Massnahmen im und am Gerinne der Dünnern führen zu einem attraktiveren Flussraum mit bedeutend mehr Erlebnismöglichkeiten. Mit einem Naherholungskonzept (Stufe Bauprojekt) können die unterschiedlichen Nutzungsansprüche von Naherholung, Naturräumen und Landwirtschaft im Gebiet geregelt werden, damit der Flussraum den unterschiedlichen Ansprüchen gerecht wird. An diversen Uferabschnitten wird der Zugang zum Wasser verbessert und möglich gemacht. Zusätzlich führt eine geeignete Infrastruktur bestehend aus Sitzgelegenheiten und Entsorgungsmöglichkeiten dazu, dass Besucher an den entsprechenden Naherholungshotspots verweilen, anstatt sich unkoordiniert irgendwo entlang der Dünnern niederzulassen. Abschnittsweise wird die Wegführung gegenüber heute leicht verändert. Die grossräumigen Fuss- und Veloverkehrsverbindungen (Wanderwege, Velorouten etc.) werden jedoch weder tangiert noch unterbrochen, sondern gewinnen durch die Massnahmen an Attraktivität.

Hinweis:

Das vorliegende Projekt Lebensraum Dünnern und die damit verbundene Verbesserung der Naherholung korrespondiert mit dem Wunsch nach mehr Naherholungsqualität aus dem übergeordneten Prozess AllGäu.

Als Grundlage für die nächste Planungsphase (Stufe Bauprojekt) wird als Ergänzung zu dem vorliegenden Vorprojektdossier ein eigenständiges Erholungskonzept erarbeitet.

14 Anmerkungen zur Bauausführung

Nach Vorliegen der Bestvariante und deren Richtplaneintrag ist Stand heute die weitere Planung und die Bauausführung etappiert vorgesehen (Bauprojekte integriert in kantonale Nutzungspläne). Bis zur Festlegung der Etappierung (abhängig von der Bestvariante) kann keine konkrete Aussage zur Bauausführung gemacht werden.

Grundsätzlich ist aber für die 19 km von Oensingen-Oltten von einer Bauzeit über 10-15 Jahre auszugehen. Insbesondere für eine wirtschaftliche Erstellung der Dünnergube (auch in Bezug auf den Kiesmarkt) muss von einer Bauzeit von rund 5-10 Jahren ausgegangen werden.

15 Termine und Verfahrensablauf

Der weitere Projektverlauf umfasst folgende Meilensteine:

- Sommer 2021: Abgabe Vorprojekte
- 2. Hälfte 2021: Vernehmlassung Vorprojekte bei den Amtsstellen von Bund und Kanton
- 2. Hälfte 2021 und 2022: Bewertung der Vorprojektvarianten und eruieren der Bestvariante
- Ende 2022: Bestvariante ist von Projektteam, Begleitgruppe, Lenkungsausschuss sowie Bau- und Justizdepartement bestätigt
- 2023 ff: Richtplanverfahren, Festsetzung Bestvariante im kantonalen Richtplan
- Ab 2024ff: Etappenweise Erarbeitung Bauprojekte (kantonale Nutzungspläne)
- Ab 2028ff: Früheste bauliche Realisierung erste Etappe

Anhang A Hydraulik

A.1 Aufbau Hydraulisches Modell Dünnern

Für die Erarbeitung der beiden Vorprojekte wurde ein neues hydraulisches Staukurvenmodell erstellt. Dazu wurden im Frühjahr 2020 Querprofilvermessungen von der Straub Vermessungen AG durchgeführt [44]. Es wurden sämtliche Brücken im Projektperimeter sowie 141 Querprofile aufgenommen.

Das neue hydraulische Staukurvenmodell wurde mit der Software HEC-RAS (v5.0.6) aufgebaut.

A.1.1 Geometrie

Querprofile

Das Modell wurde mit den 141 vermessenen Querprofilen aufgebaut.

Schwellen

Innerhalb des Projektperimeters gibt es an der Dünnern über 90 Schwellen und Abstürze. Meistens handelt es sich um Rundholzschwelen, welche als Sohlensicherung oder aus fischereilichen Gründen eingebaut wurden und nur Absturzhöhen von rund einem halben Meter aufweisen. Diese wurden nicht explizit in das hydraulische Modell integriert. Um den Einfluss auf die Wasserspiegellagen nicht zu unterschätzen, wurde die Sohlenlage punktuell angehoben, insbesondere bei Querprofilen, welche direkt unterstrom einer Schwelle aufgenommen wurden (vgl. Abbildung 113).

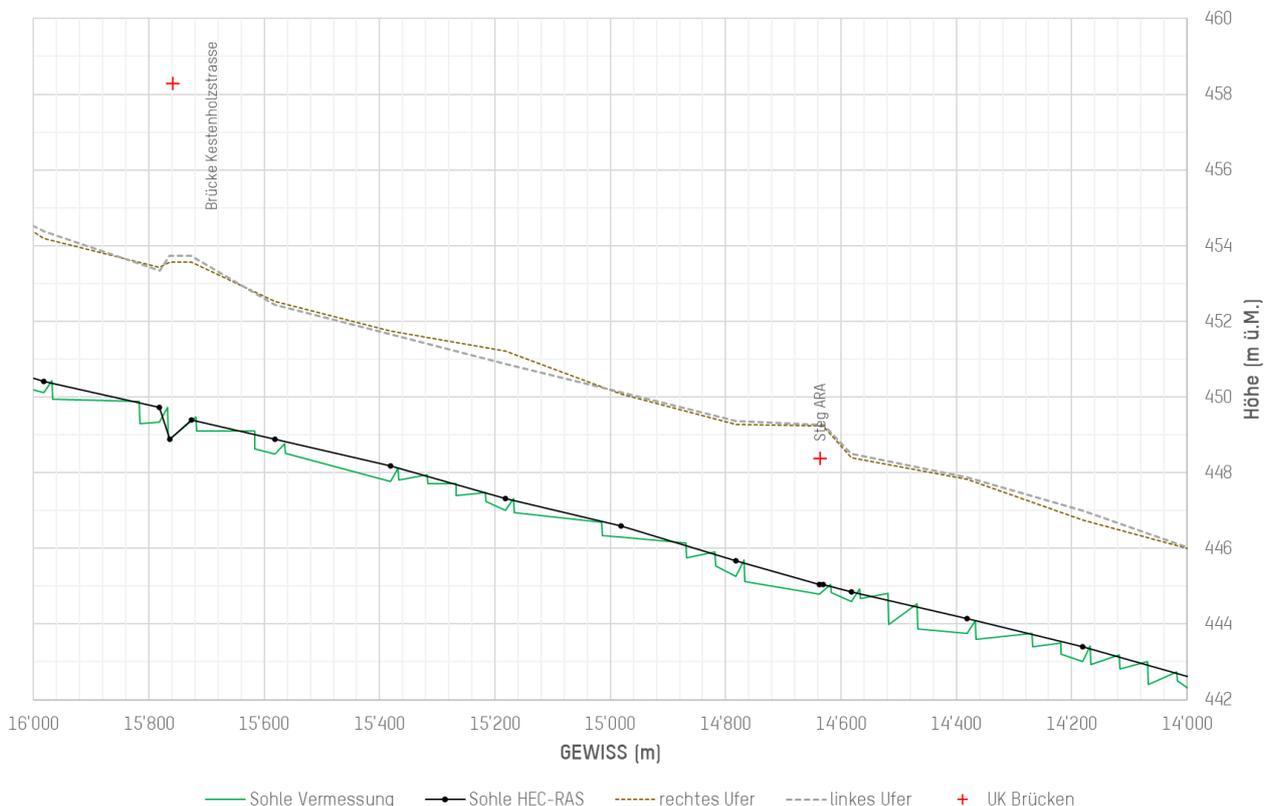


Abbildung 113: Vergleich der vermessenen Sohlenlagen mit den Schwellen und der im Staukurvenmodell berücksichtigten Sohlenlage (Ausschnitt aus Abschnitt 3).

Die grösseren Schwellen, welche gemäss der Strategischen Gewässerplanung des Kantons als Fischwanderungshindernisse eingestuft sind (vgl. Tabelle 6 in Kapitel 3.7.1), wurden mittels zusätzlichen Querprofilen und teilweise mittels «Inline Structures» im hydraulischen Modell implementiert. Mit Hilfe von «Inline Structures» können Abflussbeziehungen verschiedener Bauwerke im Staukurvenmodell berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall wurden die hydraulischen Verhältnisse der Absturzbauwerke mit der Überfallformel von Poleni berechnet.

Da die Vermessungsdaten und das LIDAR DTM [45] sehr gut übereinstimmen (vgl. Abbildung 114), wurden die zusätzlichen Querprofile aus dem LIDAR DTM extrahiert und die benetzte Sohle anhand der durchgeführten Vermessung [44] korrigiert.

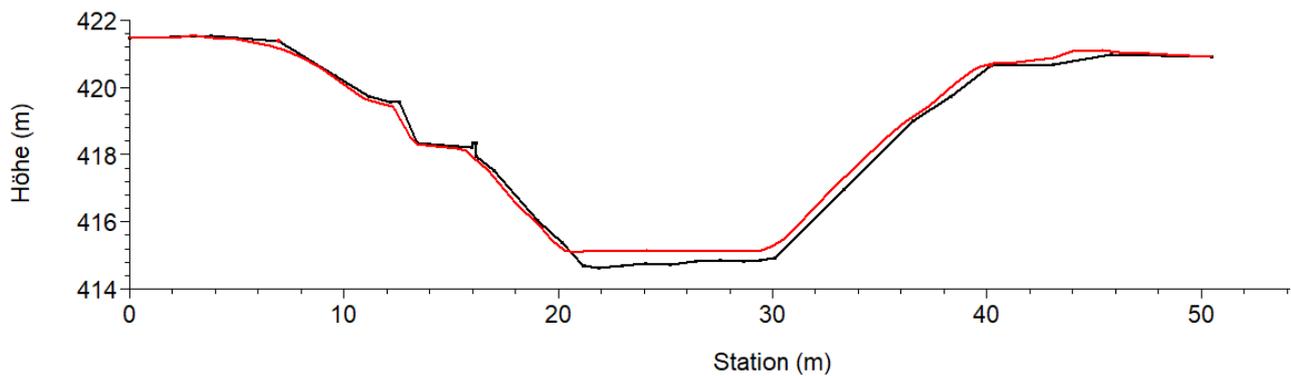


Abbildung 114: Vergleich des vermessenen Querprofils (schwarz) mit dem LIDAR DTM (rot) bei Km 4.086.

Brücken

Im Projektperimeter befinden sich insgesamt 54 Brücken/Stege und zusätzlich der lange Durchlass in Egerkingen. Mit Ausnahme der folgenden Brücken, wurden alle Überquerungen der Dünnern gemäss der Vermessung 2020 [44] in das hydraulische Modell integriert:

- Nr. 10 – Fussgängersteg (Abschnitt 10, Otlen)
- Nr. 23 – Dünnerstrasse (Abschnitt 7, Hägendorf und Kappel)
- Nr. 39 – Brücke Schälismüli (Abschnitt 4, Oberbuchsiten)

Diese drei Querungen wurden vernachlässigt, da sie jeweils direkt unterhalb einer anderen Brücke mit tieferer Brückenunterkante liegen. Für die Implementierung der Brücken im hydraulischen Modell wurde der Bridge-Editor in HEC-RAS verwendet. Querende Leitungen im Abflussprofil unter Brücken wurden bei der Definition der Brückenunterkante berücksichtigt.

Durchlass Egerkingen

Für die Modellierung des Durchlasses wurde in Abständen von 25 m interpolierte Querprofile eingefügt. Die Betondecke wurde mittels «Lid» gemäss der Vermessung 2020 [44] eingefügt. Die neuen Vermessungsdaten wurden mit den im Inspektionsbericht des Durchlasses [1994]¹⁸ angegebenen Höhenkoten abgeglichen und es konnte eine sehr gute Übereinstimmung festgestellt werden (+/- 2 cm).

A.1.2 Rauigkeit

Um die unterschiedliche Beschaffenheit der Sohle sowie der Uferböschungen berücksichtigen zu können, wurden separate Rauigkeitsbeiwerte für das linke und das rechte Ufer sowie für die Sohle der Dünnern definiert. Als Grundlage für die Beschaffenheit der Ufer wurden die im Rahmen der Neuvermessung [44] zugewiesenen Terrainbeschaffenheiten und Vegetationsklassen verwendet. Jeder dieser Klasse wurde unter Berücksichtigung der gängigen Literatur sowie Angaben aus vergangenen Projekten (Vorstudie [20], Gefahrenkarte Otlen [29]) ein Rauigkeitsbeiwert zugeordnet (vgl. Tabelle 50). Da sich die Uferböschungen meistens aus einem Hartverbau mit darüberliegender Ufervegetation zusammensetzen wurden über die Uferbreite gemittelte Rauigkeitsbeiwerte aus den definierten Klassen berechnet (vgl. Abbildung 115).

Tabelle 50: Verwendete Rauigkeitsbeiwerte für das hydraulische Modell

Sohle / Uferverbau	$k_{st} \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)}$	Vegetationsklassen	$k_{st} \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)}$
Sohle (Kies)	33	Wiese	25
Sohle (Kanal in Otlen)	60	Gebüsch	22
Ufermauern	45	Wald	22
Blockwurf	30		

¹⁸ Büro für Nationalstrassen des Kantons Solothurn [1994]. N2, Abschnitt 24, Belchenrampe Süd – Objekt X 4A, Eindeckung Dünnern – Inspektionsbericht.

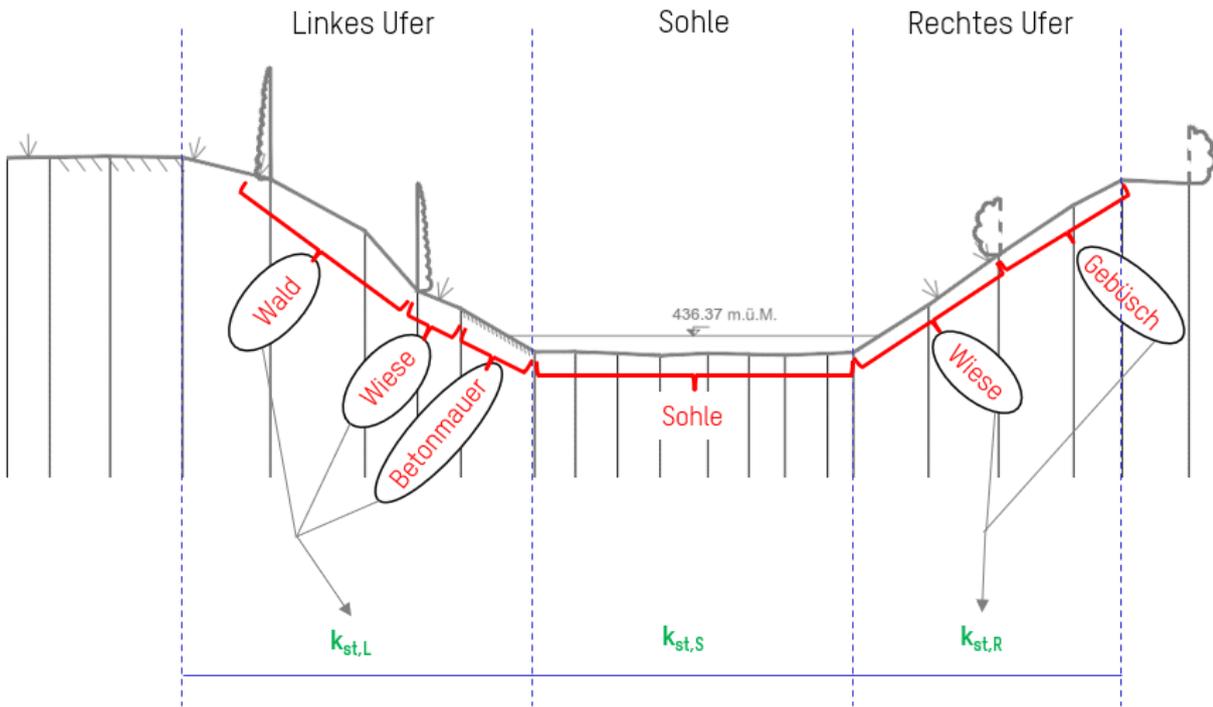


Abbildung 115: Definition der Rauigkeitsbeiwerte für das linke und das rechte Ufer sowie die Sohle.

Der Vorteil dieser differenzierten Rauigkeitsbetrachtung für die Uferböschungen und die Sohle ist, dass die Veränderung der effektiven Gerinnerrauigkeit in Abhängigkeit des Abflusses berücksichtigt wird. Bei steigenden Abflüssen und somit höheren Wasserspiegellagen nimmt die mittlere Rauigkeit aufgrund der rauerer Uferböschungen (Vegetation) zu, respektive der mittlere Rauigkeitsbeiwert nimmt ab (vgl. Abbildung 116).

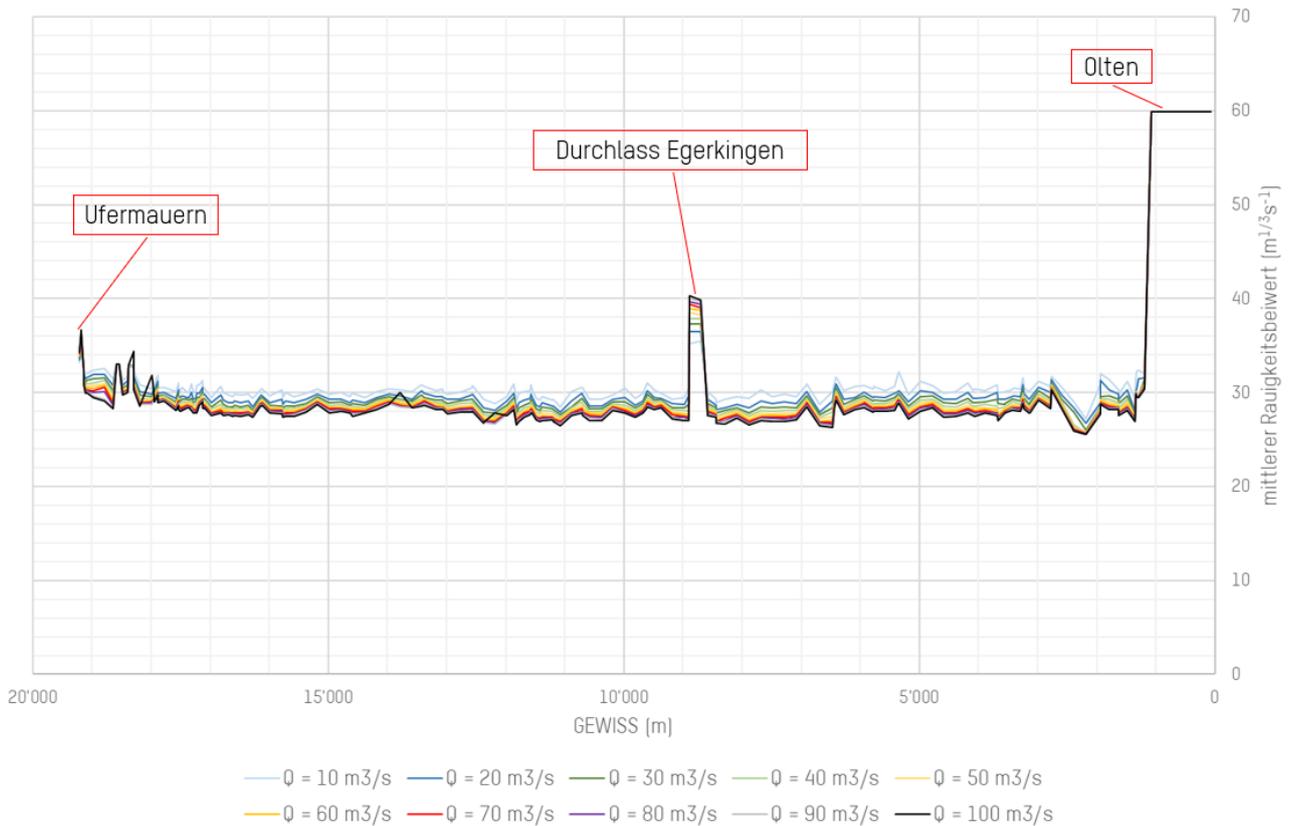


Abbildung 116: Mittlerer Rauigkeitsbeiwert des Gerinnes in Abhängigkeit des Abflusses.

Die Wahl der Rauigkeitsbeiwerte ist immer mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Deshalb wurde eine einfache Sensitivitätsanalyse der Wasserspiegellagen in Bezug auf die Rauigkeiten durchgeführt. Dies macht jedoch nur für Abflüsse

Sinn, bei welchen keine Ausuferungen sowie Rückstauereffekte durch zugeschlagene Brücken auftreten, da ansonsten die Ursache für Veränderungen der Wasserspiegellagen nicht eindeutig auf variierende Rauigkeiten zurückgeführt werden kann. Deshalb wurde das Hochwasser vom 09.08.2007 zur Prüfung der Sensibilität der Ergebnisse auf die Rauigkeit verwendet. Als Referenzwert diente die hydraulische Simulation mit den Rauigkeitsbeiwerten in Tabelle 50. Die Hochwasserabflüsse des Ereignisses vom 09.08.2007 in Balsthal (BP16) und in Olten (BP21) sind dank den beiden Messstellen bekannt [34], [35]. Die Abflüsse bei den weiteren Bemessungspunkten wurden über die Einzugsgebietsgrösse interpoliert (Tabelle 51).

Tabelle 51: Abflüsse des Hochwasserereignisses vom 09.08.2007.

	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21
Abflussspitze (09.08.2007)	71.5	78.1	80.7	83.0	88.3	95.3

Um die Sensitivität der Wasserspiegellagen auf die Rauigkeit zu untersuchen, wurden Simulationen mit um 10 und 15 % erhöhten, respektive reduzierten Rauigkeitsbeiwerten durchgeführt. Die Veränderungen der Abflusstiefen in Abhängigkeit der Rauigkeit sind in Tabelle 52 ersichtlich.

Tabelle 52: Veränderung der Abflusstiefen bei variierenden Rauigkeitsbeiwerten.

Szenario	Δh , mittel [%] ¹	Δh , mittel (m) ¹	Δh , max (m) ²
Rauigkeitsbeiwerte + 15 %	-4.9	-0.14	-0.28
Rauigkeitsbeiwerte + 10 %	-3.4	-0.10	-0.22
Rauigkeitsbeiwerte - 10 %	+3.7	+0.11	+0.20
Rauigkeitsbeiwerte - 15 %	+5.6	+0.16	+0.31

¹ mittlere Veränderung der Abflusstiefe bezogen auf die Referenzsimulation

² maximale Veränderung der Abflusstiefe bezogen auf die Referenzsimulation

Die Resultate zeigen, dass die Wasserspiegellagen lokal einige Dezimeter variieren können. Mit einer adäquaten Definition des Freibordes kann die Unsicherheit der Rauigkeitsbeschaffenheit jedoch ausreichend berücksichtigt werden.

A.1.3 Validierung des Modells

Eine einheitliche Validierung des Modells ist aufgrund von fehlenden gemessenen Wasserspiegellagen nicht möglich. Eine Validierung konnte nur punktuell oder basierend auf qualitativen Aussagen vergangener Ereignisse und Projekte gemacht werden. Diese werden im Folgenden kurz erläutert.

Wasserspiegellagen in Olten

Gemessene Wasserspiegellagen sind lediglich in Olten für das Hochwasserereignis vom 09.08.2007 bekannt (Aufnahmen von Hunziker, Zarn & Partner bei ablaufender Hochwasserganglinie, $Q \approx 56 \text{ m}^3/\text{s}$). Der Wasserstand der Aare lag auf 391.3 m ü.M [29].

Abbildung 117 zeigt einen Vergleich der berechneten Wasserspiegellagen und den Hochwasserspuren des Ereignisses vom 09.08.2007 bei einem Abfluss von $Q = 56 \text{ m}^3/\text{s}$ in Olten.

Mit einem 1D-Modell können keine variierenden Wasserspiegellagen aufgrund von Kurveneffekten berechnet werden. Trotzdem stimmen die berechneten und gemessenen Wasserspiegellagen in Anbetracht der Messungenauigkeit der Hochwasserspuren relativ gut überein.

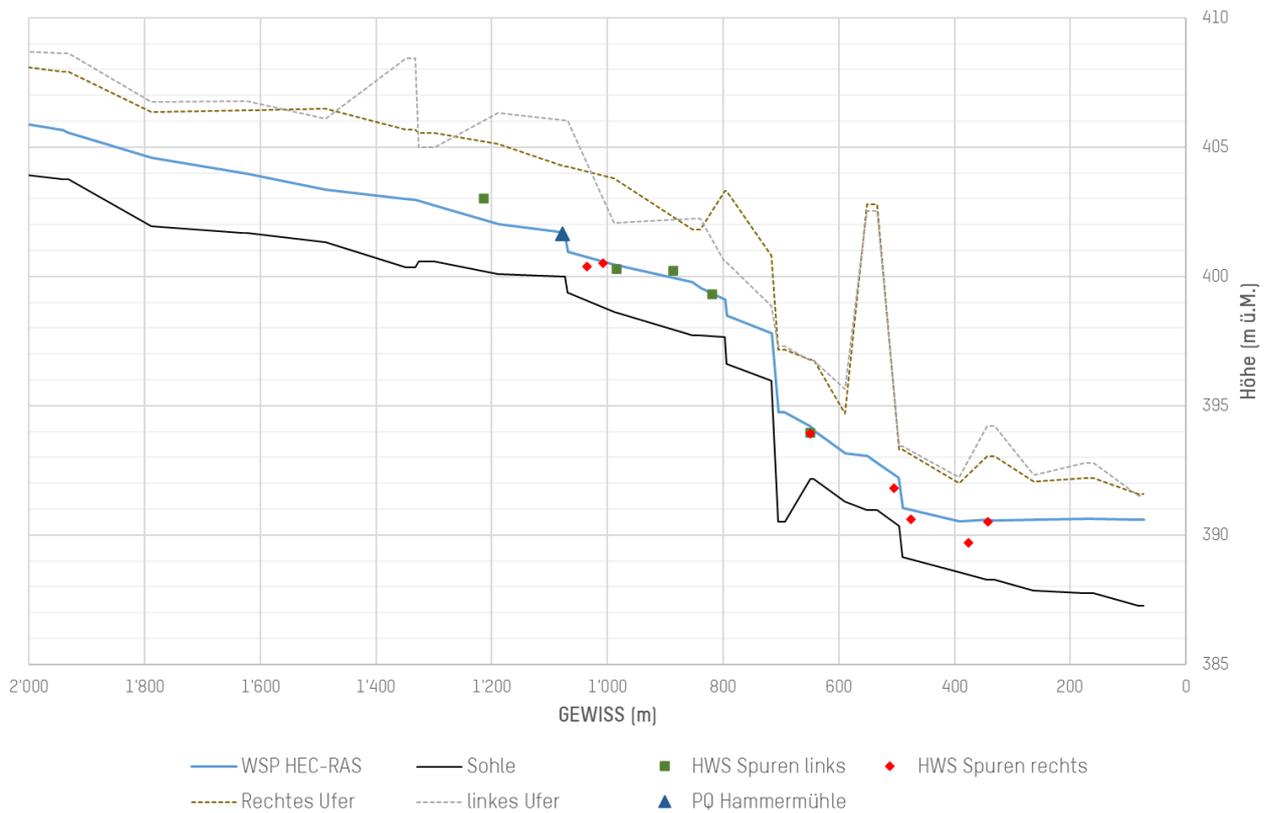


Abbildung 117: Vergleich der aufgenommenen Hochwasserspuren des Ereignisses vom 09.08.2007 mit den berechneten Wasserspiegellagen

Mit Hilfe der Pegel-Abfluss-Beziehung der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle» [34] konnte das Modell zusätzlich punktuell validiert werden. Die Schwelle unterstrom der Messstelle wurde mittels Wehrüberfall («Inline Structure») implementiert. Mit einem Überfallbeiwert von $\mu = 0.6$ ist eine gute Übereinstimmung vorhanden (vgl. Abbildung 118).

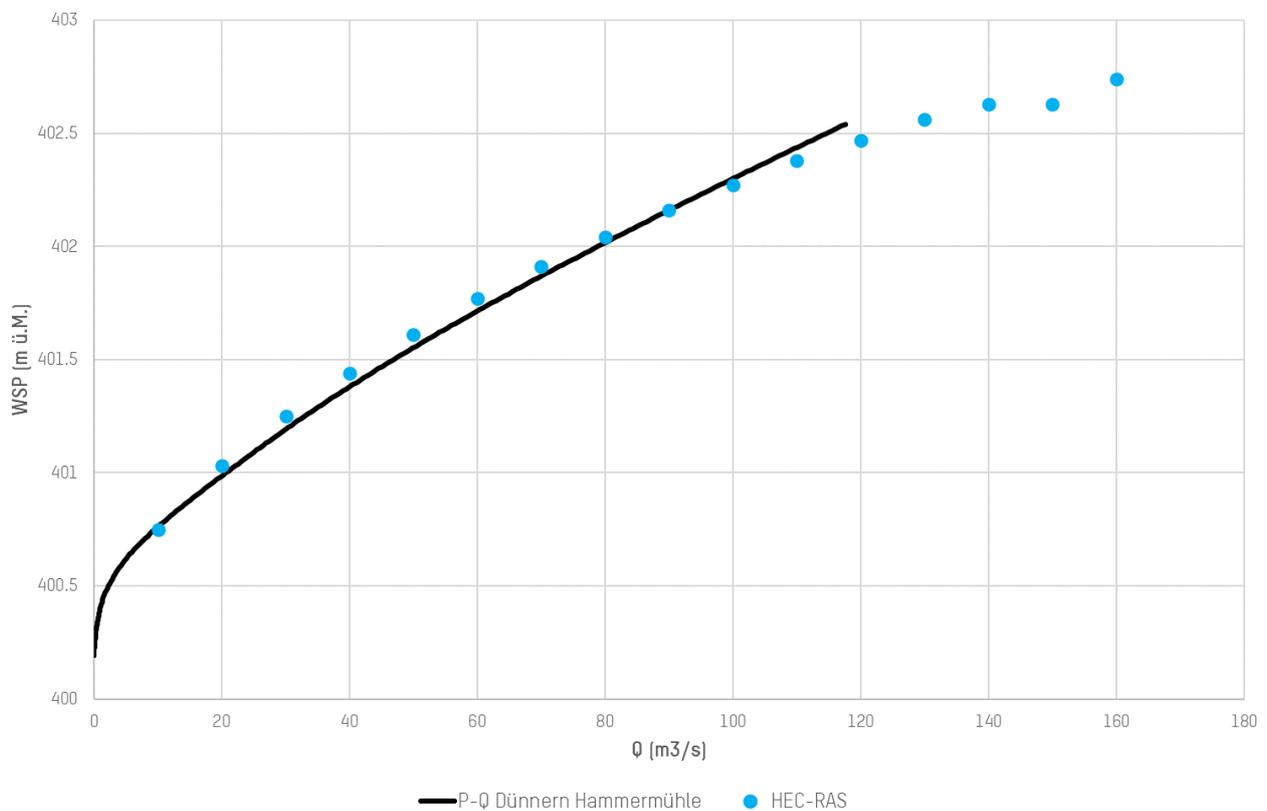


Abbildung 118: P-Q-Beziehung der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle» [34] verglichen mit den Ergebnissen des HEC-RAS-Modells.

Historische Hochwasser

Es ist bekannt, dass die Hochwasser der Dünnern in den vergangenen 40 Jahren alle geringere Abflüsse als ein 30-jährliches Ereignis aufwiesen ($Q < 100 \text{ m}^3/\text{s}$ bei der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle») und zu keinen massgeblichen Überschwemmungen geführt haben.

Das Ereignis vom 09.08.2007 stellt das zweitgrösste gemessene Hochwasser in Olten dar. Lediglich das Ereignis vom 20.03.1978 war mit einer Abflussspitze in Olten von $97.4 \text{ m}^3/\text{s}$ grösser. Es liegen jedoch keine Daten über die Wasserspiegellagen vor, um das Ereignis adäquat nachzumodellieren.

Die Hochwasserabflüsse des Ereignisses vom 09.08.2007 sind jedoch bekannt (vgl. Tabelle 51) und konnten mit dem neuen Staukurvenmodell simuliert werden. Das Hochwasserereignis vom Sommer 2007 führte zu keinen Überflutungen entlang der Dünnern. Diese Tatsache konnte mit dem neuen hydraulischen Modell bestätigt werden. Die simulierten Wasserspiegellagen liegen durchgehend unter den Uferkoten (vgl. Abbildung 119).

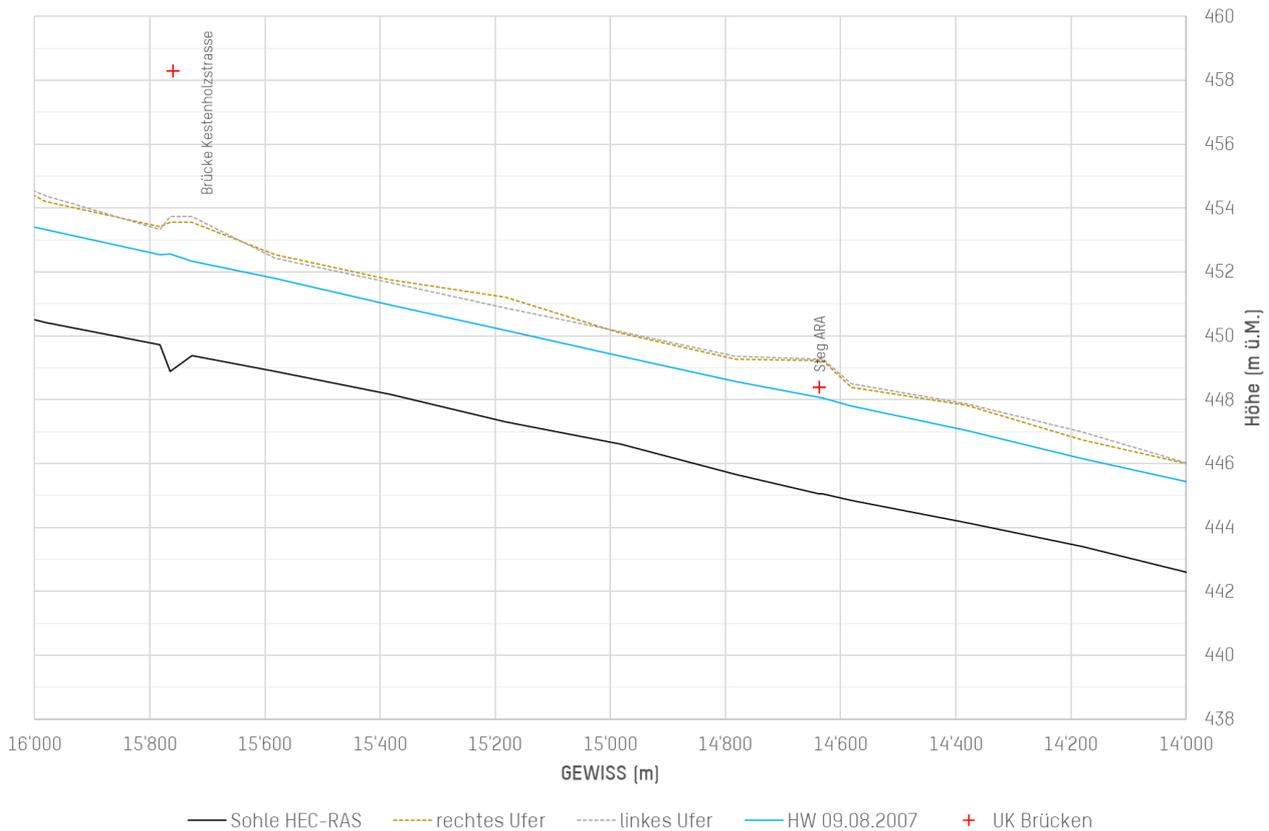


Abbildung 119: Mit dem neuen Staukurvenmodell simuliertes Hochwasserereignis vom 09.08.2007 (Abschnitt 3).

Dimensionierung Dünnernkorrektur

In den Jahren 1933 – 1943 erfolgte die Korrektur der Dünnern zwischen Oensingen und Olten. Dabei wurde in Oensingen eine Dimensionierungswassermenge von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Olten von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt [24]. Nach heutiger Definition der Hydrologie entspricht ein Abfluss von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ in Oensingen etwa einem HQ_{50} und ein Abfluss von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ in Olten einem HQ_{100} (vgl. Tabelle 4 Kapitel 3.6)

Die simulierten Wasserspiegelverläufe dieser beiden Abflüsse zeigen, dass die Ergebnisse gut mit den Dimensionierungen der Dünnernkorrektur übereinstimmen. Ein Abfluss von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ kann in Oensingen (bordvoll) abgeführt werden (vgl. Abbildung 120). In Olten kann ein Abfluss von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ (bordvoll) abgeführt werden (vgl. Abbildung 121).

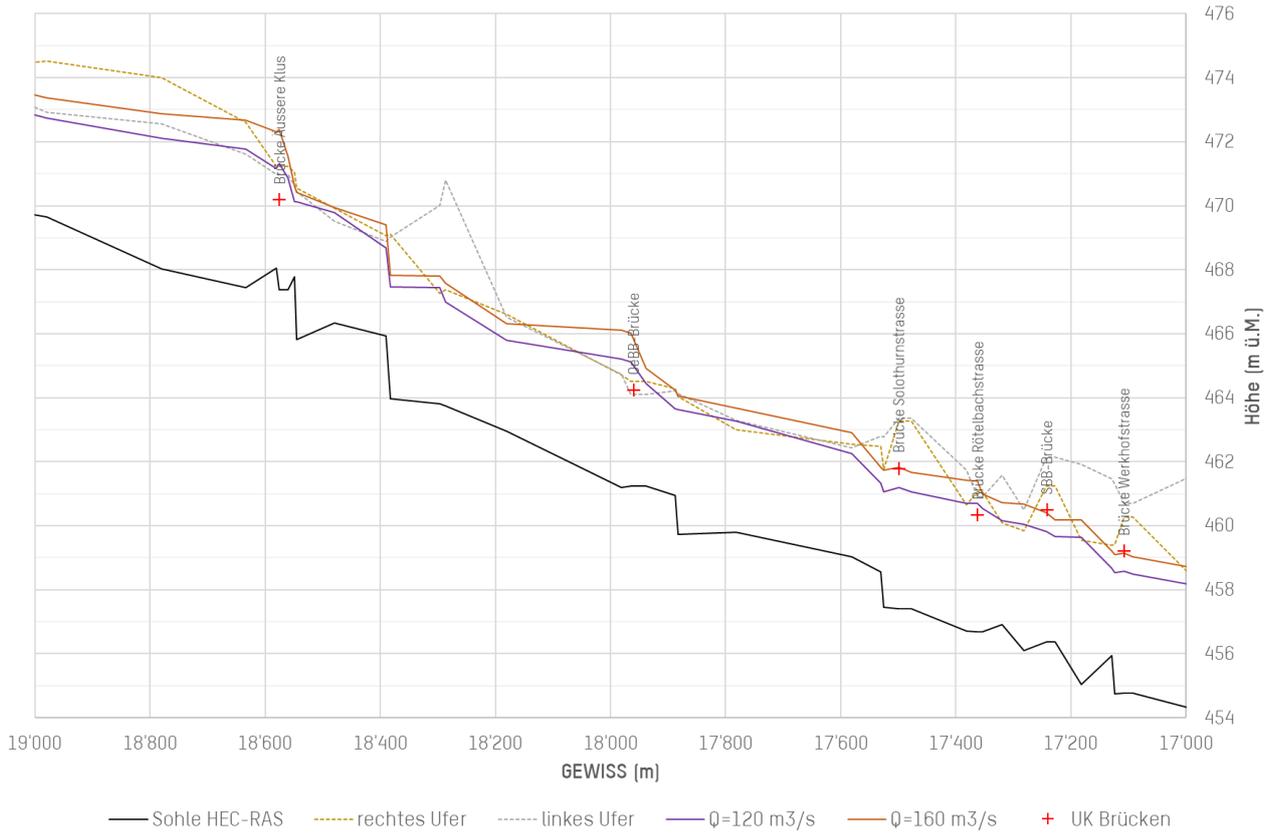


Abbildung 120: Mit dem neuen Staukurvenmodell simulierte Dimensionierungswassermenge der Dünnernkorrektur (Abschnitte 1 und 2 in Densingen mit Dimensionierungswassermenge von 120 m³/s).

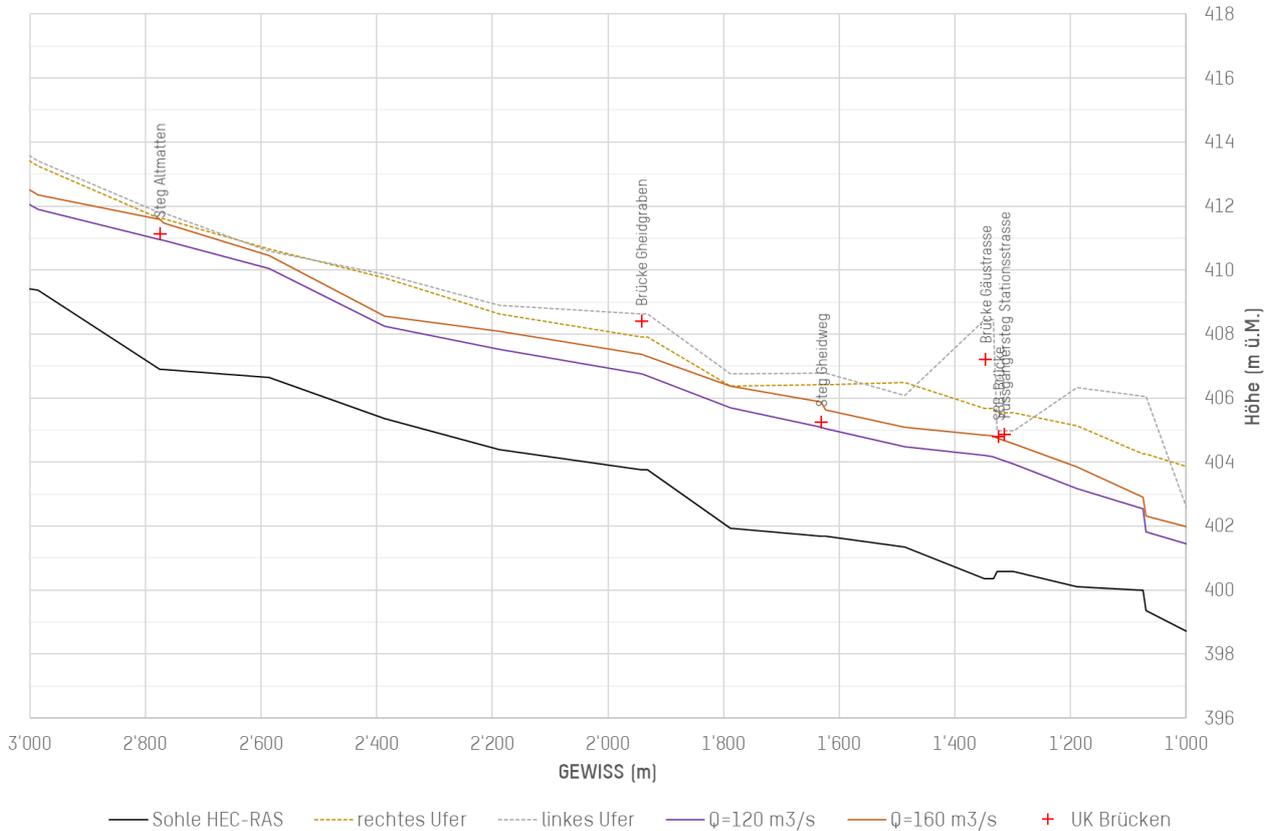


Abbildung 121: Mit dem neuen Staukurvenmodell simulierte Dimensionierungswassermenge der Dünnernkorrektur (Abschnitte 9 und 10 in Olten mit Dimensionierungswassermenge von 160 m³/s).

Zusammenfassung

Abschliessend kann gesagt werden, dass mit dem neuen Staukurvenmodell und den gewählten Rauigkeitsbeiwerten gemäss Tabelle 50 eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den Modellergebnissen und den vorhandenen Validierungsgrundlagen vorliegt:

- Zufriedenstellende Übereinstimmung der gemessenen und simulierten Wasserspiegellagen in Olten
- Gute Übereinstimmung mit der P-Q Beziehung der Messstelle «Dünnern – Olten, Hammermühle»
- Keine Ausuferungen bei vergangenen Hochwasserereignissen
- Keine Widersprüche zur hydraulischen Dimensionierung der Dünnernkorrektur in den 1930er Jahren.

A.1.4 Vergleich mit altem Modell

Um allfällige Abweichungen zur bisherigen hydraulischen Berechnung sowie zur Beurteilung der Hochwasserschutzdefizite zu erkennen, wurde ein Vergleich zwischen dem neuen und dem alten Modell (Flussbau AG) durchgeführt.

Die Modellierung des Ist-Zustands wurde von der Flussbau AG bei der Vorstudie [20] aus der Konzeptstudie (2012) [19] übernommen. In der Konzeptstudie wurden noch andere Hochwasserabflüsse angenommen, das HQ_{30} betrug $104 \text{ m}^3/\text{s}$ in Oensingen und $130 \text{ m}^3/\text{s}$ in Olten. Aus Konsistenzgründen wurde deshalb der Vergleich mit den früheren HQ_{30} -Werten durchgeführt.

Zum alten Modell aus der Konzeptstudie sind folgende Anmerkungen zu machen:

- Software: MORMO (1D)
- Anzahl Querprofile: 78
- Brücken wurden nicht berücksichtigt (Ausnahme: Durchlass Egerkingen)
- GEWISS-Kilometrierung musste für den Vergleich stellenweise korrigiert werden

Der Vergleich der beiden Modelle zeigte, dass die Sohlenlagen relativ gut übereinstimmen. Aufgrund der geringen Anzahl an Querprofilen im alten Modell sind jedoch die Schwellen mehrheitlich nicht berücksichtigt worden, wodurch sich lokal grössere Abweichungen ergeben.

Die Wasserspiegellagen beim HQ_{30} stimmen im flachen Abschnitt zwischen Oensingen und Olten relativ gut überein, lokale Differenzen sind bei Brücken und Schwellen vorhanden (vgl. Abbildung 122).

In den steileren Abschnitten in Oensingen (Abschnitt 2) und oberhalb von Olten (Abschnitt 9 und 10) sind grössere Differenzen vorhanden. Diese sind vor allem auf den detaillierteren Aufbau (insbesondere Sohlenlage durch grössere Anzahl an Querprofilen) des neuen Modells zurückzuführen (vgl. Abbildung 123 und Abbildung 124).

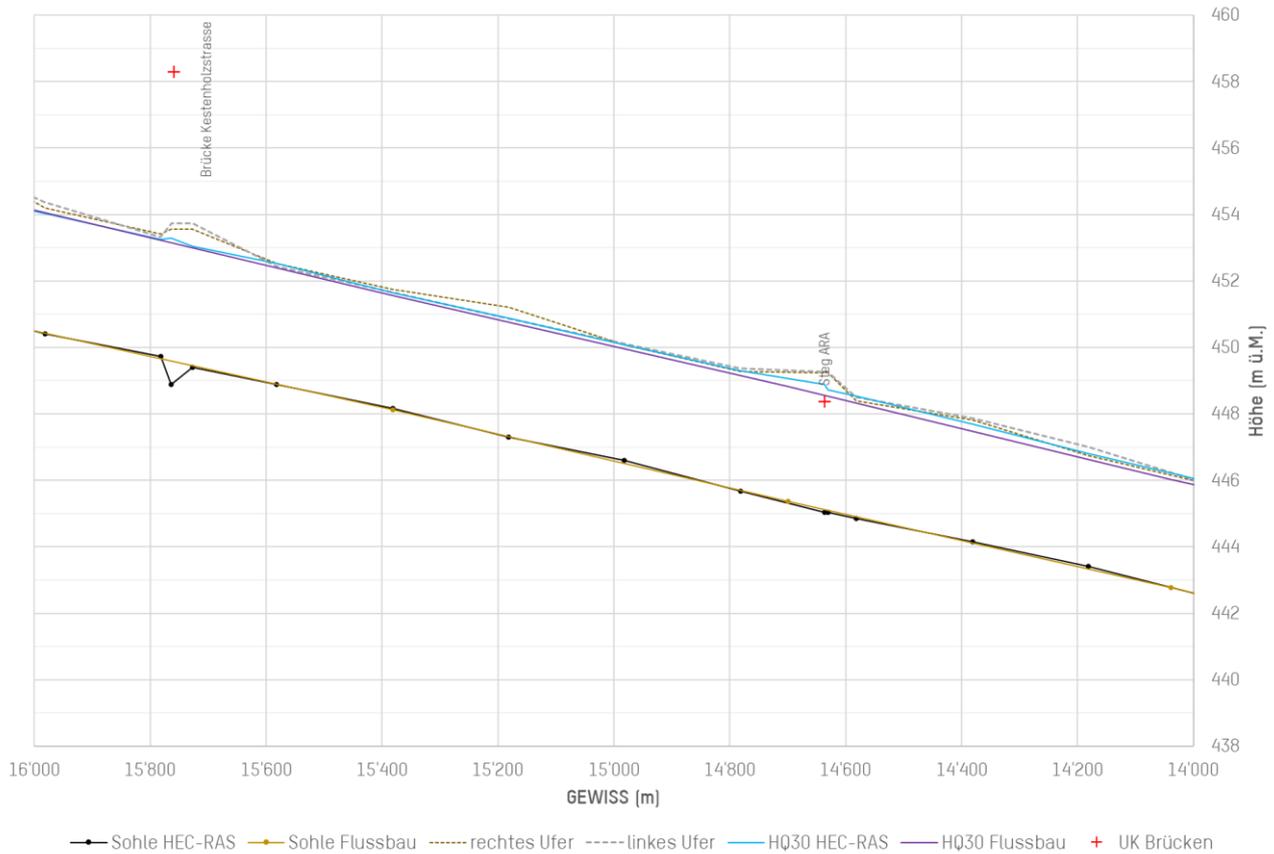


Abbildung 122: Vergleich des neuen und des alten Staukurvenmodells - flacherer Abschnitt unterhalb des Siedlungsgebiets von Oensingen (Abschnitt 3).

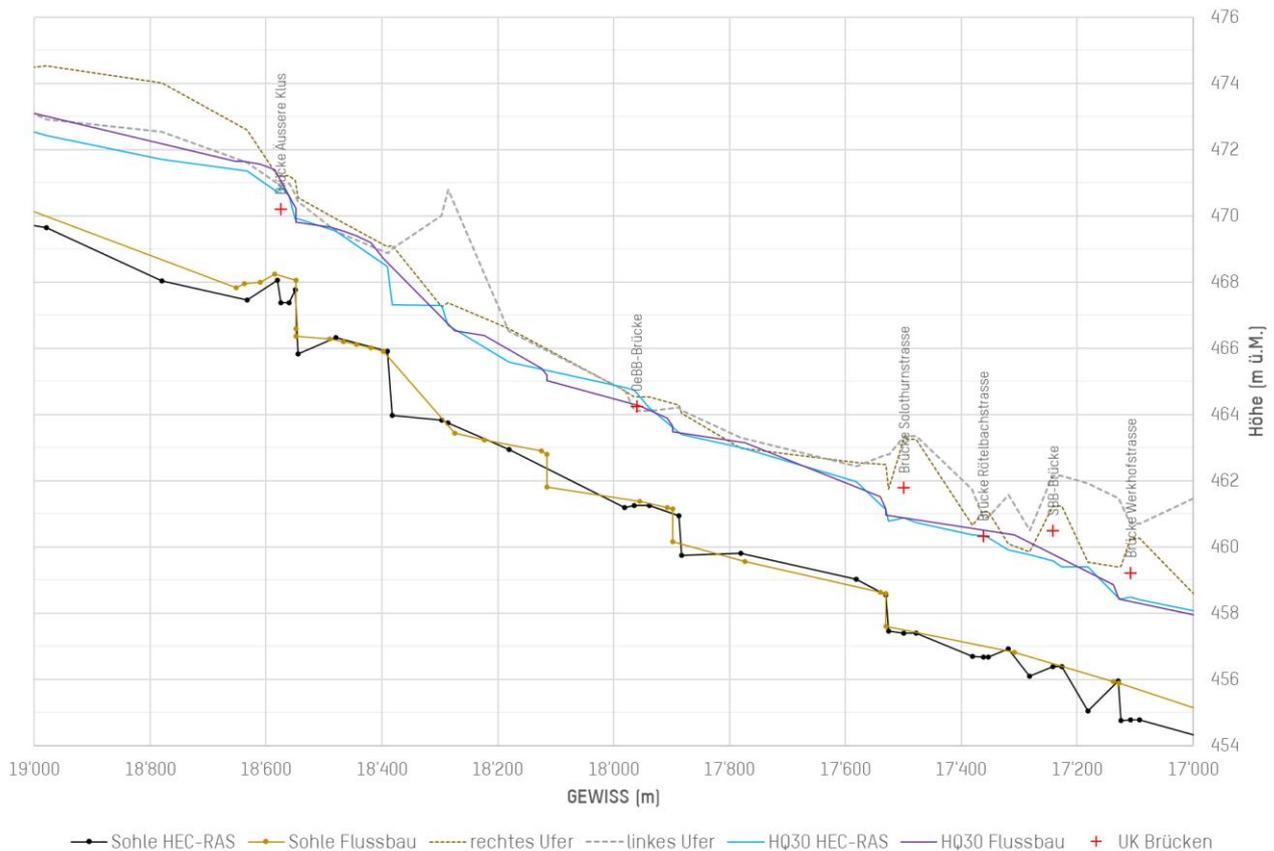


Abbildung 123: Vergleich des neuen und des alten Staukurvenmodells - steilerer Abschnitt im Siedlungsgebiet von Oensingen (Abschnitte 1 und 2).

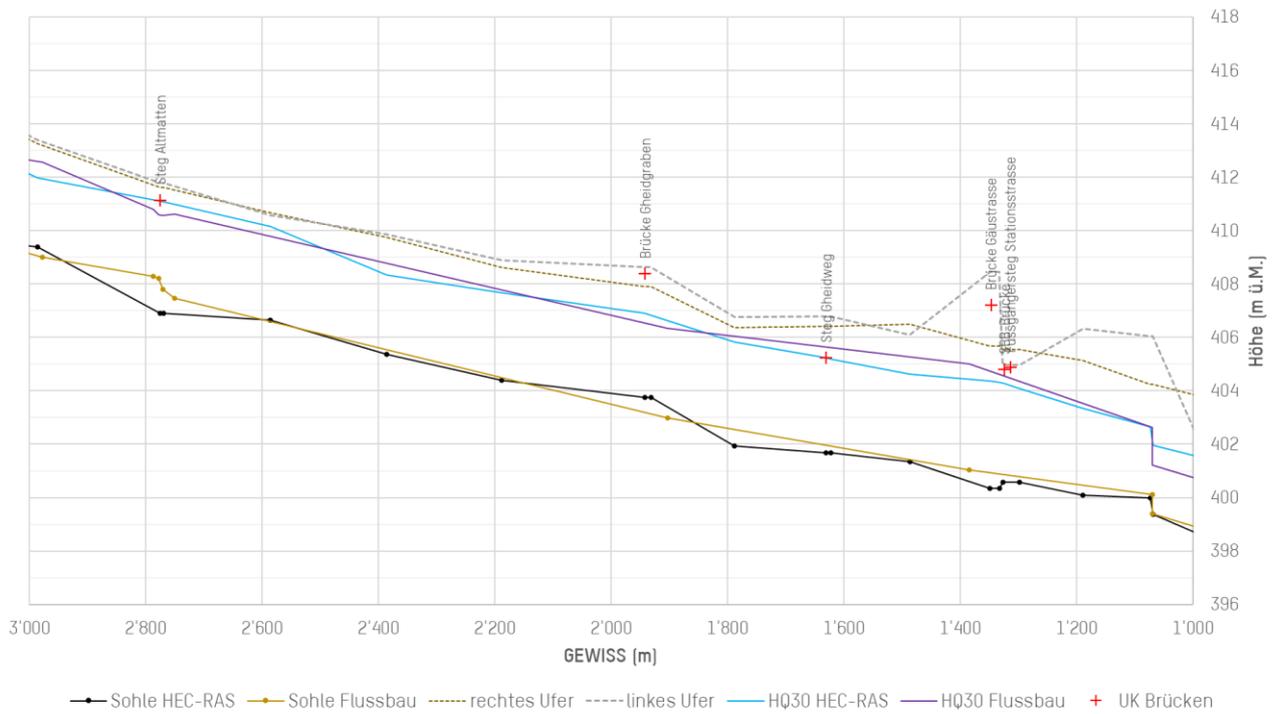


Abbildung 124: Vergleich des neuen und des alten Staukurvenmodells - steilerer Abschnitt oberhalb von Olten (Abschnitte 9 und 10).

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die neu berechneten Wasserspiegellagen nicht systematisch von den alten Berechnungen abweichen. Lokale Differenzen sind vorhanden. Im Grossen und Ganzen sind die neuen und alten Berechnungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Detailierungsgrade der beiden Modelle in sich stimmig.

A.2 Hydraulische Resultate Dünnern

Um die Stau- und Senkkurveneffekte möglichst korrekt abzubilden, wurde alle 5 m ein interpoliertes Querprofil eingefügt. Die Berechnung erfolgte nur mit strömendem Abfluss (Froude-Zahl ≤ 1). Bei den neuen Blockrampen werden sich in Realität auch schiessende Abflussverhältnisse über kurze Strecken einstellen. Um bei der Definition der Schutzkote auf der sicheren Seite zu sein, wurde dies jedoch nicht berücksichtigt, insbesondere da die Lage von simulierten Wechselsprüngen mit grossen Unsicherheiten behaftet ist. Die hydraulischen Ergebnisse des Projektzustandes beim HQ_{100} können der Tabelle 53 entnommen werden. Die interpolierten Querprofile sind nicht aufgelistet.

Tabelle 53: Hydraulische Resultate der Dünnern für den Projektzustandes beim HQ_{100} .

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspie- gellage (m ü.M.)	durchflosse- ner Quer- schnitt (m ²)	Fliessge- schwindig- keit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielin- engefälle (%)	Froude-Zahl (-)
19.205	135	474.58	42.18	3.20	475.1	0.30	0.59
19.185	135	473.79	28.21	4.79	475.0	0.75	0.88
19.139	135	473.33	27.74	4.87	474.5	1.03	1.00
19.101	135	472.52	38.24	3.53	473.2	0.72	0.71
18.979	135	472.03	46.27	2.92	472.5	0.49	0.61
18.780	135	471.01	45.7	2.95	471.5	0.50	0.62
18.633	135	470.62	60.92	2.22	470.9	0.23	0.42
18.580	135	469.47	28.51	4.74	470.6	0.98	0.93
18.575	135	469.42	28.65	4.71	470.6	0.97	0.92
18.549	135	468.85	27.19	4.96	470.1	1.09	1.00
18.493	135	466.95	42.57	3.17	467.5	0.91	0.72
18.479	135	466.41	32.86	4.11	467.3	1.78	1.00
18.382	135	465.94	129.11	1.05	466.0	0.06	0.23
18.297	135	465.86	108.29	1.25	465.9	0.08	0.26
18.250	135	464.93	33.91	3.98	465.7	1.56	1.00
18.181	135	465.06	92.98	1.45	465.2	0.13	0.32
18.100	135	464.93	90.37	1.49	465.1	0.15	0.33
18.009	135	463.91	33.18	4.07	464.8	0.88	1.00
17.964	135	463.76	45.71	2.95	464.2	0.28	0.56
17.888	135	463.65	58.86	2.29	463.9	0.36	0.45
17.781	135	463.19	53.23	2.55	463.5	0.38	0.51
17.581	135	461.92	36.91	3.66	462.6	0.66	0.77
17.559	135	461.3	28.94	4.66	462.4	1.21	1.00
17.525	135	460.68	31.03	4.35	461.6	0.94	0.87
17.499	135	460.86	43.47	3.11	461.4	0.42	0.60
17.381	135	460.25	38.87	3.47	460.9	0.52	0.68
17.362	135	460.28	44.94	3.00	460.7	0.36	0.58
17.282	135	459.5	33.01	4.09	460.4	0.87	0.85
17.242	135	459.52	42.87	3.15	460.0	0.44	0.62
17.182	135	459.04	36.26	3.72	459.8	0.63	0.75
17.141	135	458.29	28.64	4.71	459.4	1.24	1.00

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspie- gellage (m ü.M.)	durchflosse- ner Quer- schnitt (m ²)	FlieSSge- schwindig- keit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielini- engefälle (%)	Froude-Zahl (-)
17.124	135	458.23	32.58	4.14	459.1	0.85	0.85
17.108	135	458.36	41.11	3.28	458.9	0.50	0.67
16.982	135	457.8	40.84	3.31	458.4	0.51	0.66
16.780	135	456.26	29.72	4.54	457.3	1.16	0.98
16.681	135	456.17	47.6	2.84	456.6	0.26	0.55
16.621	135	455.83	40.72	3.32	456.4	0.39	0.66
16.481	141	455.69	65.21	2.16	455.9	0.30	0.47
16.351	141	455.45	73.45	1.92	455.6	0.21	0.40
16.281	141	455.19	60.73	2.32	455.5	0.36	0.49
16.145	141	453.83	30.88	4.57	454.9	1.09	1.00
16.120	141	454.17	53.36	2.64	454.5	0.50	0.64
15.982	141	453.69	61.42	2.30	454.0	0.37	0.60
15.782	90	452.31	38.77	2.32	452.6	0.52	0.65
15.764	90	452.22	37.99	2.37	452.5	0.55	0.55
15.582	90	451.6	41.76	2.15	451.8	0.42	0.50
15.381	90	450.96	44.65	2.02	451.2	0.36	0.46
15.182	90	450.18	42.28	2.13	450.4	0.38	0.46
14.982	90	449.4	42.25	2.13	449.6	0.38	0.48
14.782	90	448.42	30.68	2.93	448.9	0.47	0.82
14.637	90	447.94	40.38	2.23	448.2	0.43	0.58
14.582	90	447.71	41.87	2.15	448.0	0.39	0.51
14.381	90	446.9	41.51	2.17	447.1	0.40	0.51
14.181	90	446.07	40.44	2.23	446.3	0.43	0.52
13.982	90	445.12	37.54	2.40	445.4	0.52	0.51
13.782	90	444.19	40.31	2.23	444.4	0.41	0.53
13.582	90	443.29	38.24	2.35	443.6	0.47	0.55
13.382	90	442.57	55.87	1.61	442.7	0.29	0.43
13.181	90	442.11	66.73	1.35	442.2	0.18	0.36
13.076	90	441.59	38.1	2.36	441.9	0.50	0.47
12.983	90	441.27	44.92	2.00	441.5	0.31	0.45
12.781	90	440.72	50.01	1.80	440.9	0.24	0.39
12.576	90	440.2	42.68	2.11	440.4	0.21	0.40
12.377	90	439.67	38.66	2.33	440.0	0.27	0.50
12.181	90	439.2	41.84	2.15	439.4	0.22	0.47
11.982	90	438.85	47.46	1.90	439.0	0.16	0.39
11.813	93	438.5	44.37	2.10	438.7	0.20	0.35
11.781	93	438.49	52.62	1.77	438.6	0.19	0.38
11.683	93	438.18	43.45	2.14	438.4	0.32	0.46

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspie- gellage (m ü.M.)	durchflosse- ner Quer- schnitt (m ²)	Fließge- schwindig- keit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielini- engefälle (%)	Froude-Zahl (-)
11.591	93	437.86	39.11	2.38	438.2	0.27	0.44
11.576	93	437.77	36.3	2.56	438.1	0.30	0.48
11.556	93	437.69	35.09	2.65	438.0	0.34	0.62
11.482	93	437.55	42.22	2.20	437.8	0.23	0.62
11.422	93	437.39	40.54	2.29	437.7	0.28	0.84
11.383	93	437.35	50.02	1.86	437.5	0.26	0.37
11.203	93	436.87	49.75	1.87	437.1	0.26	0.46
11.082	93	436.55	49.45	1.88	436.7	0.27	0.44
10.880	93	435.92	46.03	2.02	436.1	0.34	0.51
10.708	93	435.47	49.08	1.89	435.7	0.22	0.50
10.582	93	435.2	52.25	1.78	435.4	0.24	0.43
10.381	93	434.72	51.9	1.79	434.9	0.24	0.43
10.181	93	434.25	53.34	1.74	434.4	0.22	0.43
9.983	93	433.79	52.44	1.77	434.0	0.23	0.45
9.807	93	433.2	38.29	2.43	433.5	0.30	0.53
9.682	93	432.88	41.22	2.26	433.1	0.25	0.55
9.613	93	432.67	38.74	2.40	433.0	0.29	0.55
9.481	93	432.46	57.96	1.60	432.6	0.23	0.37
9.375	93	432.23	53.27	1.75	432.4	0.21	0.39
9.181	93	431.91	60.13	1.55	432.0	0.21	0.36
8.983	93	431.58	61.52	1.51	431.7	0.20	0.36
8.903	93	431.16	36.15	2.57	431.5	0.35	0.56
8.892	93	430.9	28.57	3.26	431.4	0.28	0.59
8.700	93	430.68	52.86	1.76	430.8	0.24	0.46
8.584	97	430.31	48.11	2.02	430.5	0.32	0.49
8.443	97	429.86	49.06	1.98	430.1	0.32	0.45
8.284	97	429.5	69.34	1.40	429.6	0.20	0.33
8.084	97	429.09	68.71	1.41	429.2	0.21	0.33
7.883	97	428.66	67	1.45	428.8	0.22	0.34
7.684	97	428.22	66.95	1.45	428.3	0.22	0.33
7.483	97	427.74	55.69	1.74	427.9	0.20	0.38
7.284	97	427.34	56.55	1.72	427.5	0.19	0.37
7.083	97	426.96	58.14	1.67	427.1	0.18	0.37
6.912	97	426.65	53.41	1.82	426.8	0.14	0.42
6.684	97	426.25	51.89	1.87	426.4	0.25	0.38
6.469	97	425.72	42.9	2.26	426.0	0.28	0.56
6.436	97	425.2	28.12	3.45	425.8	0.62	0.87
6.283	97	424.49	39.67	2.45	424.8	0.51	0.40

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspie- gellage (m ü.M.)	durchflosse- ner Quer- schnitt (m ²)	FlieSSge- schwindig- keit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielini- engefälle (%)	Froude-Zahl (-)
6.084	97	424.04	54.41	1.78	424.2	0.22	0.39
5.937	104	423.49	38.12	2.73	423.9	0.38	0.67
5.782	104	422.73	36.13	2.88	423.2	0.71	0.58
5.584	104	422.1	72.72	1.43	422.2	0.19	0.36
5.363	104	421.52	53.61	1.94	421.7	0.24	0.53
5.185	104	420.93	48.44	2.15	421.2	0.38	0.42
4.981	104	420.23	51.32	2.03	420.4	0.32	0.42
4.784	104	419.73	58.43	1.78	419.9	0.22	0.40
4.585	104	419.31	61.22	1.70	419.5	0.19	0.39
4.386	104	418.83	55.48	1.87	419.0	0.26	0.37
4.182	104	418.11	45.9	2.27	418.4	0.40	0.36
4.086	104	417.65	39.24	2.65	418.0	0.36	0.91
3.884	104	417.11	48.84	2.13	417.4	0.36	0.43
3.687	104	416.07	33.72	3.08	416.6	0.99	0.40
3.676	104	415.78	28.98	3.59	416.4	1.46	0.40
3.647	104	415.91	48.4	2.15	416.2	0.41	0.25
3.559	104	415.45	36.73	2.83	415.9	0.41	0.61
3.431	104	414.79	32.63	3.19	415.3	0.52	0.72
3.286	104	414.09	33.67	3.09	414.6	0.51	0.69
3.242	104	413.4	24.77	4.20	414.3	1.14	1.00
3.202	104	413.14	37.51	2.77	413.5	0.38	0.87
3.147	104	412.86	34.21	3.04	413.3	0.47	0.66
2.986	104	411.66	24.95	4.17	412.5	1.09	0.92
2.775	104	409.34	24.75	4.20	410.2	1.21	0.97
2.586	104	409.22	86.35	1.20	409.3	0.10	0.29
2.386	104	408.4	37.61	2.77	408.8	0.83	0.79
2.188	104	407.23	65.79	1.58	407.4	0.20	0.35
1.942	104	406.6	44.79	2.32	406.9	0.29	0.52
1.788	104	405.44	30.48	3.41	406.0	0.67	0.78
1.631	104	404.76	36.29	2.87	405.2	0.42	0.63
1.487	104	404.4	51.05	2.04	404.6	0.43	0.43
1.349	104	404.06	52.36	1.99	404.3	0.19	0.41
1.298	104	403.93	48.86	2.13	404.2	0.20	0.43
1.189	104	403.55	39.65	2.62	403.9	0.28	0.56
1.074	109	402.37	27.02	4.03	403.2	0.58	1.00
1.069	109	402.19	30.08	3.62	402.9	0.43	0.77
0.989	109	401.61	27.79	3.92	402.4	0.49	0.84
0.853	109	401.05	31.41	3.47	401.7	0.34	0.72

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspiegellage (m ü.M.)	durchflossener Querschnitt (m ²)	Fließgeschwindigkeit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielinienengefälle (%)	Froude-Zahl (-)
0.797	109	399.9	23.45	4.65	401.0	0.83	1.00
0.794	109	399.6	26.91	4.05	400.4	0.60	0.84
0.716	109	398.46	24.22	4.50	399.5	0.82	0.95
0.700	109	395.98	63.77	1.71	396.1	0.04	0.28
0.649	109	394.84	23.65	4.61	395.9	0.81	1.00
0.589	109	394.58	30.83	3.54	395.2	0.38	0.61
0.551	109	394.31	32.06	3.40	394.9	0.34	0.64
0.496	109	393.04	23.38	4.66	394.2	0.87	0.82
0.490	109	392.23	26.96	4.04	393.1	0.56	0.82
0.392	109	391.85	30.3	3.60	392.5	0.36	0.45
0.344	109	391.73	32.57	3.35	392.3	0.28	0.68
0.264	109	391.55	35	3.11	392.0	0.23	0.58
0.176	109	391.39	38.89	2.80	391.8	0.17	0.59
0.082	109	391.1	38.69	2.82	391.5	0.17	0.72

A.3 Hydraulische Resultate Bipperbach

Aufgrund des sehr flachen Sohlengefälles und der gleichbleibenden Gerinnegeometrie wurden keine interpolierten Querschnitte eingefügt. Die hydraulischen Ergebnisse des Projektzustandes beim HQ₁₀₀ können der Tabelle 54 entnommen werden.

Tabelle 54: Hydraulische Resultate des Bipperbachs für den Projektzustandes beim HQ₁₀₀.

Km	Abfluss (m ³ /s)	Wasserspiegellage (m ü.M.)	durchflossener Querschnitt (m ²)	Fließgeschwindigkeit (m/s)	Energiehöhe (m ü.M.)	Energielinienengefälle (%)	Froude-Zahl (-)
2.867	9.3	457.29	7.61	1.22	457.37	0.13	0.35
2.460	9.3	456.98	10.83	0.86	457.02	0.06	0.24
1.586	9.3	456.63	13.33	0.70	456.65	0.03	0.19
0.936	9.3	456.39	12.59	0.74	456.42	0.04	0.20
0.818	9.3	456.34	11.44	0.81	456.37	0.05	0.23
0.619	9.3	456.17	8.65	1.08	456.23	0.10	0.31
0.429	9.3	456.10	13.49	0.69	456.13	0.03	0.15
0.405	9.3	456.09	12.30	0.76	456.12	0.03	0.17
0.308	9.3	456.05	12.83	0.72	456.08	0.05	0.22
0.215	9.3	456.03	17.10	0.54	456.04	0.02	0.15
0.094	9.3	455.99	14.46	0.64	456.02	0.03	0.17
0.026	9.3	456.00	30.84	0.30	456.00	0.00	0.07

Anhang B Dünnerngrube

B.1 Kriterien zur Herleitung des Drosselabflusses

Im Folgenden werden die erarbeiteten Grundlagen der Kriterien zur Herleitung des optimalen Drosselabflusses $Q_{D,max}$ erläutert.

Kosten

Zur Herleitung des Drosselabflusses wurden die Kosten gemäss Tabelle 55 berücksichtigt. Es gilt anzumerken, dass dabei nicht die Genauigkeit einer Kostenschätzung oder eines Kostenvoranschlags berücksichtigt wurde. Der Fokus liegt auf den Hauptkostentreiber, welche unmittelbar durch den Drosselabfluss beeinflusst werden und es geht primär darum, die Tendenz der erwarteten Kosten in Abhängigkeit des Drosselabflusses zu erkennen (dies begründet die Kostendifferenzen zwischen Abbildung 125 und dem Kostenvoranschlag). Ein detaillierter Kostenvoranschlag wurde im Anschluss an die Festlegung des Drosselabflusses für das gesamte Projekt erarbeitet.

Tabelle 55: Berücksichtigte Kosten bei der Herleitung des Drosselabflusses.

Position	Berechnung der Kosten
Gerinne	Kosten für die Behebung der verbleibenden Hochwasserschutzdefizite im offenen Gerinne. Dabei wurden vereinfachend nur Ufererhöhungen angenommen. Kosten welche aufgrund ökologischer Anforderungen anfallen (Uferabflachung, Böschungsgestaltung, Gerinneverbreiterung, Aufweitungen, etc.) wurden nicht berücksichtigt.
Brücken	Hochwasserschutzmassnahmen bei Brücken mit verbleibendem Hochwasserschutzdefizit. Dabei wurden hauptsächlich auf die Kostenschätzungen aus der Vorstudie [20] sowie der Zweitmeinung [21] zurückgegriffen.
Dünnerngrube	<ul style="list-style-type: none"> - Kosten für die Erstellung des Entlastungsstollens in Abhängigkeit der benötigten Querschnittsfläche - Kosten für den Aushub der Dünnerngrube - Kosten für den Bodenaufbau in der Dünnerngrube (abhängig von der Grubenfläche) <p>→ Die Kosten für das Entlastungsbauwerk und das Stollenauslaufbauwerk wurden nicht berücksichtigt, da diese eine geringe Abhängigkeit mit dem Drosselabfluss aufweisen.</p>
Entschädigungen	Entschädigungszahlung für landwirtschaftliche Ernteauffälle. Berücksichtigt wurde ein Zeitraum von 100 Jahren und ein Schutzziel HQ_{30} für die landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen.



Abbildung 125: Kostenschätzung in Abhängigkeit des Drosselabflusses.

Entlastungsjährlichkeit

Da die Dünnerngrube zukünftig weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden soll (Boden Grubensohle mit FFF-Qualität), besteht das Interesse, dass die Hochwasserentlastung möglichst selten anspringt. Deshalb wurde die Überflutungshäufigkeit in Abhängigkeit des Drosselabflusses berechnet (vgl. Tabelle 56).

Tabelle 56: Überflutungshäufigkeit der Dünnerngrube in Abhängigkeit des Drosselabflusses.

Drosselabfluss (m ³ /s)	Überflutungshäufigkeit der Dünnerngrube (Jahre)	Drosselabfluss (m ³ /s)	Überflutungshäufigkeit der Dünnerngrube (Jahre)
70	7	100	25
75	9	105	30
80	10	110	35
85	13	115	40
90	16	120	50
95	19		

Verbleibende Hochwasserschutzdefizite in Siedlungsgebieten

Abbildung 126 zeigt die Uferlängen mit verbleibenden Hochwasserschutzdefiziten in Abhängigkeit des Drosselabflusses unterhalb der Entlastungsstelle, welche mittels Hochwasserschutzmassnahmen behoben werden müssen. Dabei wird unterschieden zwischen der gesamten Gerinnelänge (inkl. Siedlungsgebiete) und den Abschnitten in Siedlungsgebieten.

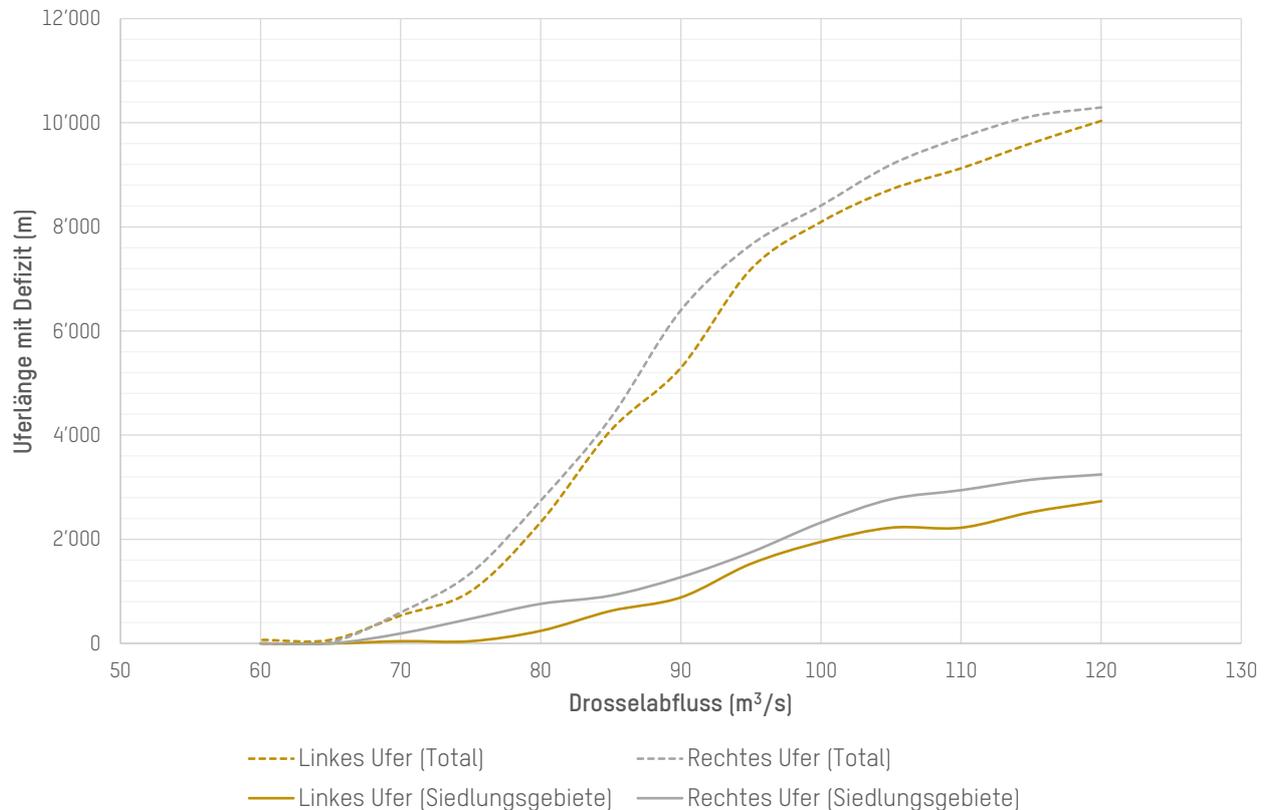


Abbildung 126: Uferlängenunterhalb der Entlastungsstelle mit verbleibendem Hochwasserschutzdefizit in Abhängigkeit des Drosselabflusses.

Verbleibende Hochwasserschutzdefizite bei Brücken und Durchlässen

Tabelle 57 gibt einen Überblick über die verbleibenden Hochwasserschutzdefizite in Abhängigkeit des Drosselabflusses bei grösseren Brücken (Eisenbahn, Hauptstrasse), die Gewährleistung der Hochwassersicherheit mit aufwändigen und teuren baulichen Massnahmen verbunden ist. Abbildung 127 gibt einen Überblick sämtlicher Brücken unterstrom der Entlastungsstelle mit verbleibenden Hochwasserschutzdefiziten.

Es ist anzumerken, dass diese Abschätzung in einer frühen Projektphase anhand des hydraulischen Modells des Ist-Zustands erstellt wurde. Aus ökologischer Sicht geforderte Massnahmen (flachere Böschungen, erhöhte Ufervegetation) konnten aufgrund des knappen Zeitplans nicht berücksichtigt werden. Bei der Massnahmenplanung der querenden Bauwerke sind deshalb einige Abweichungen zu den hier gezeigten Ergebnissen vorhanden.

Tabelle 57: Verbleibende Hochwasserschutzdefizite bei grösseren Brücken unterstrom der Entlastung.

Nr	Name	$Q_D = 70 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_D = 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_D = 85 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_D = 90 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_D = 95 \text{ m}^3/\text{s}$
48	Brücke Autobahn					
44	Brücke Kestenholzstrasse					
37	SBB-Brücke					
36	SBB-Brücke					
35	SBB-Industrie					
34	Brücke Industriestrasse					
28	Durchlass Egerkingen				0.06m	0.17m
25	SBB-Brücke	0.12m	0.36m	0.48m	0.60m	0.72m
24	SBB-Brücke					
21	Brücke Gäustrasse					
20	Brücke Bach-/Dorfstrasse		0.10m	0.19m	0.28m	0.36m
19	Brücke Mühlegasse					
17	Brücke Viadukt					
16	Brücke Mittulgäustrasse					
12	Brücke Gäustrasse					
11	SBB-Brücke					
9	Brücke Gheidweg				0.10m	0.17m
5	Brücke Hammerallee					

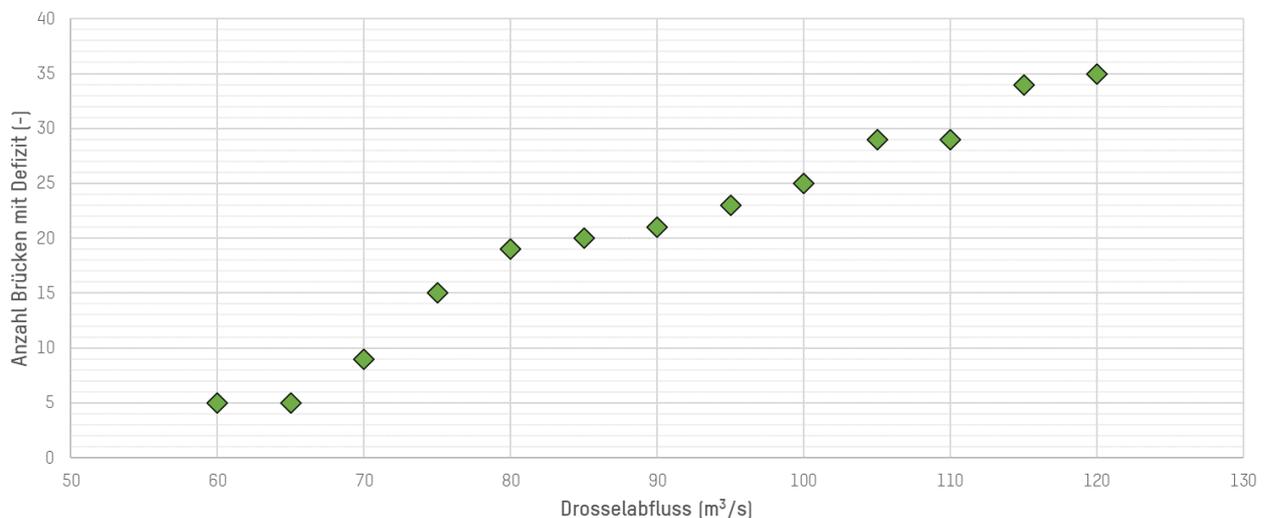


Abbildung 127: Anzahl Brücken mit verbleibendem Hochwasserschutzdefizit unterstrom der Entlastungsstelle in Abhängigkeit des Drosselabflusses.

B.2 Entlastungssystem

Untersuchte Varianten des Entlastungsbauwerks

Tabelle 58 und Abbildung 128 geben einen Überblick der diskutierten Varianten des Entlastungsbauwerks, verworfene Varianten sind jeweils rot markiert.

Tabelle 58: Diskutierte und beurteilte Varianten des Entlastungsbauwerks.

Variante	Beurteilung
Einseitiger Sammelkanal	Ungünstige Strömungsbedingungen beim Übergang in den Entlastungsstollen. Durch die erforderliche Rechtskurve ist mit hohen Turbulenzen und Lufteinträgen in den Stollen zu rechnen. Zudem ist keine kontrollierte Energiedissipation möglich.
Zweiseitiger Sammelkanal	Gleiche Beurteilung wie beim einseitigen Sammelkanal.
Einlaufftulpe	Dieses System kommt zum Einsatz, wenn grössere Höhendifferenzen überwunden werden müssen (z.B. Notentlastung bei Stauseen) und eine «stabile» untere Randbedingung bezüglich Wasserspiegelschwankungen vorliegt.
Treppenschussrinne	Bietet die besten Voraussetzungen für eine günstige Anströmung des Stolleneinlaufbauwerks, da auf jeder Stufe eine hohe Energiedissipation vorhanden ist und ein allfälliger Wechselsprung vor dem Übergang in den Stollen fixiert werden kann, unabhängig vom Einstauzustand der Dünnergrube. Dank der konischen Ausbildung wird eine gleichmässige Anströmung des Stollens erzielt, wodurch das Risiko von Wirbelbildung und Lufteintrag minimiert werden kann.



Abbildung 128: Skizzen der diskutierten Varianten des Entlastungsbauwerks: Einseitiger Sammelkanal (oben links), zweiseitiger Sammelkanal (oben rechts), Einlaufstulpe (unten links), Treppenschussrinne (unten rechts). Rot umrandete Varianten wurden verworfen.

Untersuchte Varianten Entlastungsstollen

Tabelle 59 und Abbildung 129 geben einen Überblick der diskutierten Varianten des Entlastungsstollens, verworfene Varianten sind jeweils rot markiert.

Tabelle 59: Diskutierte und beurteilte Varianten des Entlastungsstollens.

Nr.	Gefälle	Abfluss	Einlauf in Grube	Beurteilung
1	Richtung Grube	Freispiegel-/Druckabfluss	sohlennah	nicht möglich wegen dem geforderten Freihaltekorridor des ASTRA
2	Richtung Grube	Freispiegelabfluss	oberflächennah	nicht möglich wegen dem geforderten Freihaltekorridor des ASTRA
3	Richtung Dünnern	Druckabfluss	sohlennah	verbleibende, realisierbare Variante

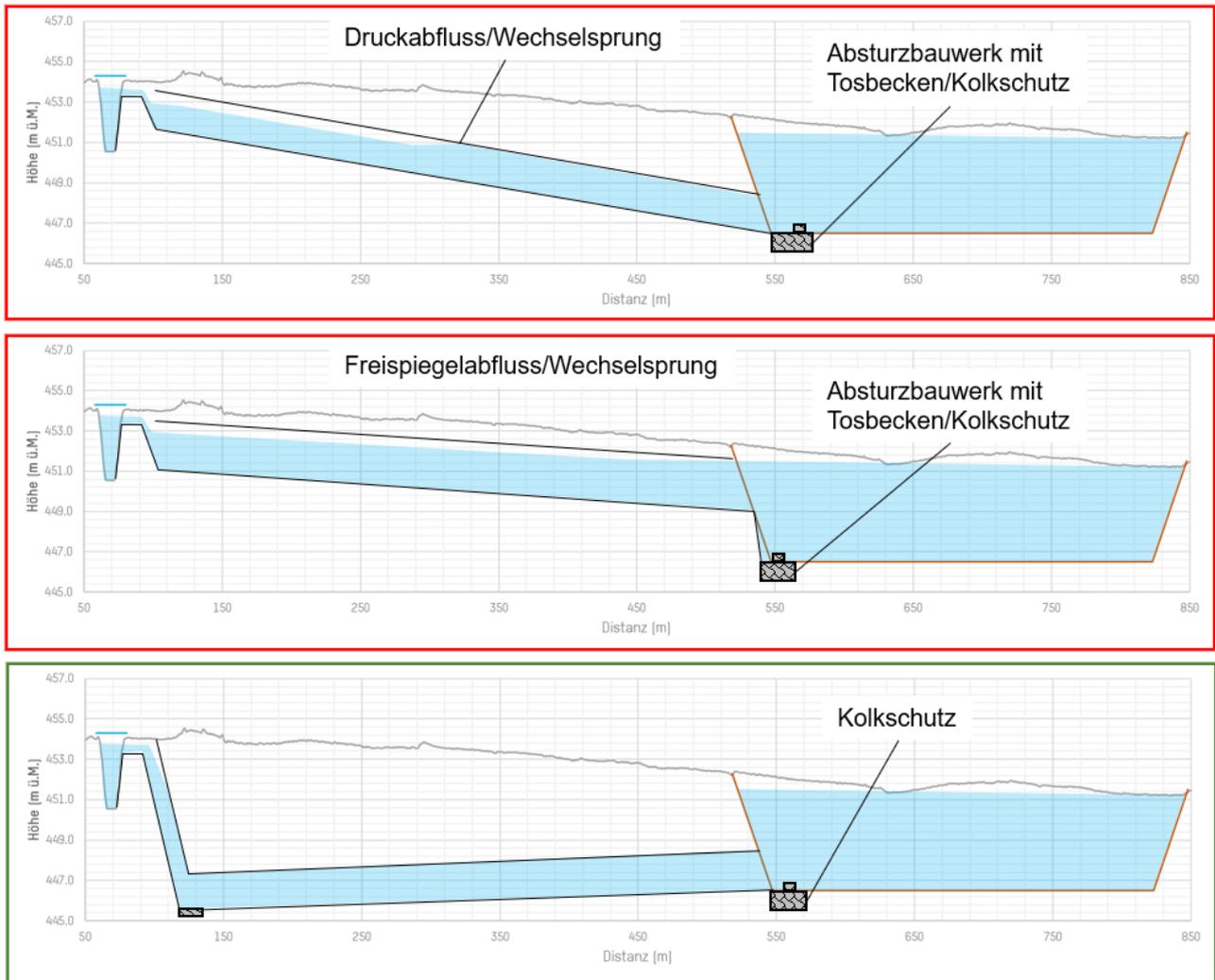


Abbildung 129: Skizzen der diskutierten Varianten des Entlastungstollens. Rot umrandete Varianten wurden verworfen.

B.3 Hydraulischer Nachweis

Entlastungsbauwerk und Retentionsvolumen

Die Abflussaufteilung über das Drosselbauwerk (Q_D) und die Entlastung (Q_E) wurden mit den Ansätzen von Torricelli und Poleni berechnet:

$$(1) \quad Q_D = \mu_D * a * B * \sqrt{2 * g * h_o}$$

μ_D = Ausflussbeiwert für scharkantigen Schütz = 0.57 (-)
 a = Öffnungshöhe des Schützes (m)
 B = Breite des Schützes (m)
 g = Erdbeschleunigung (m/s²)
 h_o = Wassertiefe im Oberwasser (von Sohle aus) (m)

$$(2) \quad Q_E = \frac{2}{3} \mu_E * L * \sqrt{2 * g * h_{\bar{u}}^{1.5}}$$

μ_E = Überfallbeiwert = 0.73 für ausgerundete Überfallkante (-)
 L = Länge der Überfallkante (-)
 g = Erdbeschleunigung (m/s²)
 $h_{\bar{u}}$ = Überstauhöhe (ab Überfallkante) (m)

Unter der Annahme, dass der aufgestaute Wasserspiegel beim Drosselbauwerk gleich wie der Wasserspiegel bei der Überfallkante ist, ergibt sich folgende Abhängigkeit zwischen h_o und $h_{\bar{u}}$:

$$(3) \quad h_{\bar{u}} = h_o - H_{Diff}$$

H_{Diff} = Differenz zwischen Kote der Überfallkante und Sohlenlage beim Drosselbauwerk (m)

Weiter ist bekannt, dass die Summe von Q_D und Q_E dem Gesamtabfluss Q_{tot} entsprechen muss:

$$(4) \quad Q_{tot} = Q_D + Q_E$$

Die Gleichungen (1) bis (4) lassen sich nun nach den vier Variablen $h_{\bar{u}}$, h_o , Q_D und Q_E lösen. Wird dies für eine Reihe verschiedener Abflüsse (Q_{tot}) berechnet ergibt sich die Trenncharakteristik des Entlastungsbauwerks. Um eine möglichst geringe Überflutungshäufigkeit der Grube zu erzielen, muss die Trenncharakteristik so scharf wie möglich sein oder anders gesagt sollte der gedrosselte Abfluss nach Anspringen der Entlastung möglichst konstant bleiben. Da von einem ungesteuerten Drosselbauwerk ausgegangen wird, ist ein konstanter Abfluss jedoch nicht möglich und es muss eine vernünftige Kombination zwischen Schützenöffnung und Länge der Überfallkante ermittelt werden. Mit folgenden Parametern ergibt sich unter Berücksichtigung der vorhandenen Platzverhältnisse die in Abbildung 130 dargestellte Trenncharakteristik:

- a = 2 m
- B = 9 m
- L = 35 m
- H_{Diff} = 3.1 m

Es ist ersichtlich, dass sich beim HQ_{100} der definierte maximale Drosselabfluss von $Q_{D,max} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$ einstellt und das Entlastungssystem ab einem Abfluss der Dünnern von ca. $80 \text{ m}^3/\text{s}$ anspringt.

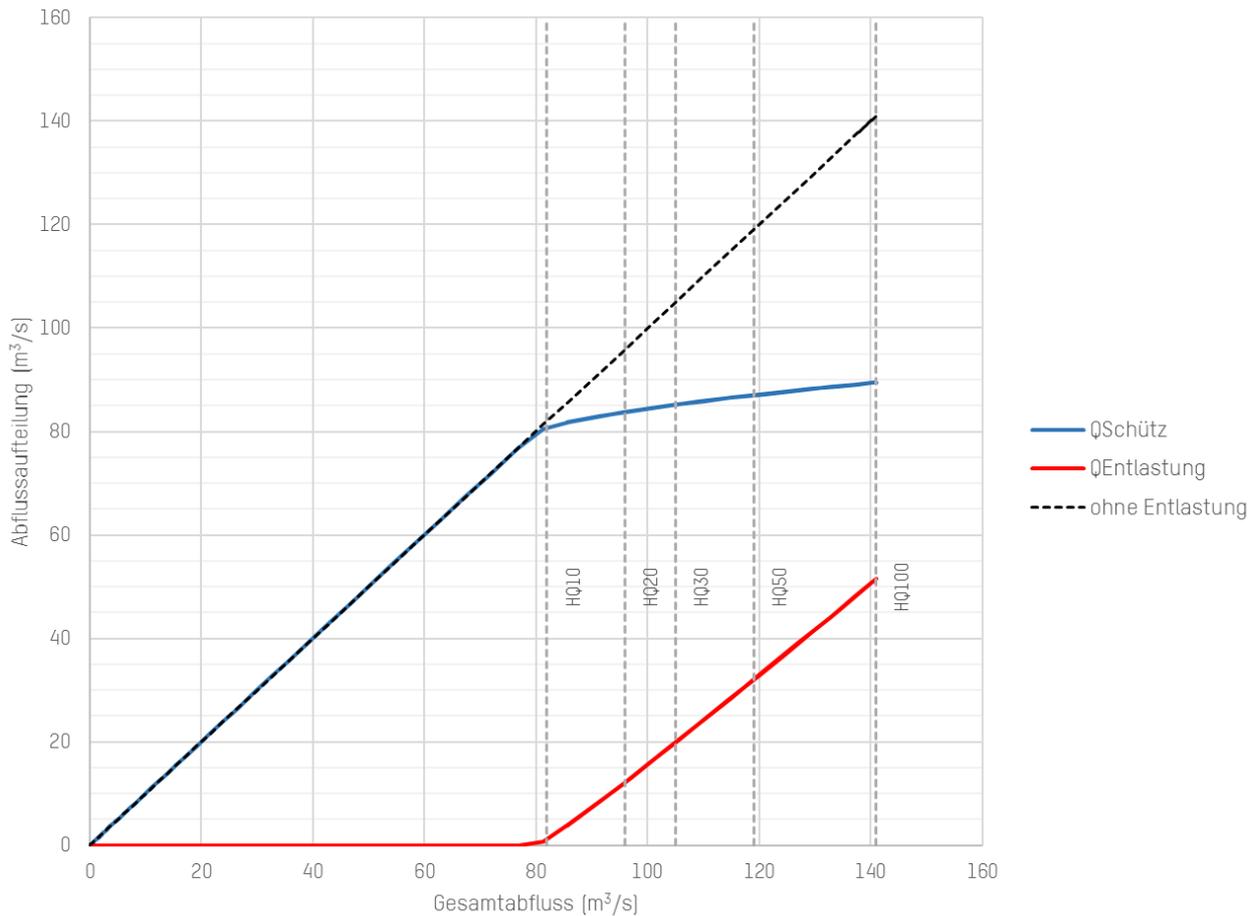


Abbildung 130: Trenncharakteristik des Entlastungssystems.

Durch schrittweises Abtasten der Bemessungslanglinien mit Anwendung der Trenncharakteristik lassen sich der maximale Entlastungsabfluss und das notwendige Retentionsvolumen bestimmen (vgl. Abbildung 131 und Tabelle 60). Es ist ersichtlich, dass für das notwendige Retentionsvolumen das 12-stündige, hingegen für den maximalen Entlastungsabfluss das 8-stündige Ereignis beim HQ_{100} massgebend ist. Das lässt sich dadurch erklären, dass das 8-stündige Ereignis eine höhere Abflussspitze als das 12-stündige Ereignis hat, das 12-stündige Ereignis aufgrund der längeren Dauer jedoch ein grösseres auszuleitendes Volumen aufweist.

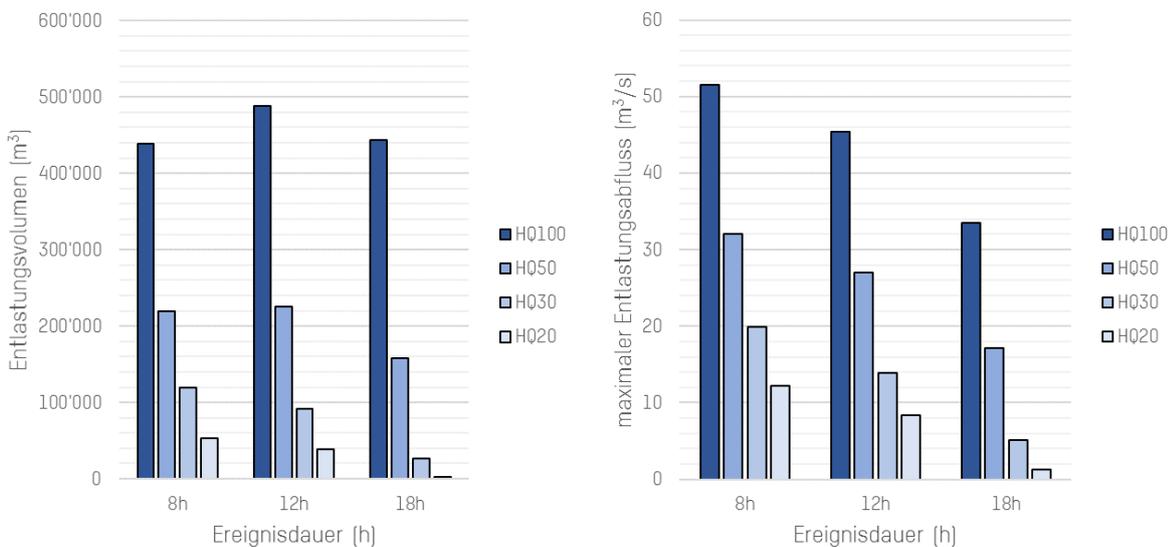


Abbildung 131: Entlastungsvolumen (links) und maximale Entlastungsabflüsse (rechts) für unterschiedliche Ereignisdauer beim HQ_{100} , HQ_{50} , HQ_{30} und HQ_{20} .

Tabelle 60: Schrittweise Berechnung des Entlastungsabflusses (Q_E) sowie des Retentionsvolumens (V) mit Hilfe der Trenncharakteristik (vgl. Abbildung 130) und den Bemessungsganglinien beim HQ_{100} für das 8h, das 12h und das 18h-Ereignis.

Zeit (h)	HQ_{100} – 8h Ereignis			HQ_{100} – 12h Ereignis			HQ_{100} – 18h Ereignis		
	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_E (m ³ /s)	V (m ³)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_E (m ³ /s)	V (m ³)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_E (m ³ /s)	V (m ³)
0	72.0	0.0	0	72.7	0.0	0	77.2	0.0	0
0.5	86.0	4.1	1'637	81.0	0.5	160	81.8	1.0	373
1.0	100.3	15.9	19'470	89.4	6.8	6'644	86.4	4.4	5'274
1.5	115.0	28.5	59'328	97.9	13.8	25'179	90.9	8.0	16'488
2.0	129.4	41.1	122'026	106.2	20.9	56'368	95.3	11.6	34'171
2.5	140.1	50.7	205'785	114.4	28.0	100'338	99.5	15.2	58'305
3.0	137.2	48.1	296'785	122.3	34.9	156'980	103.6	18.7	88'765
3.5	121.0	33.8	371'341	129.7	41.5	225'853	107.6	22.1	125'410
4.0	103.0	18.2	418'073	134.2	45.5	304'969	111.5	25.4	168'132
4.5	85.6	3.8	437'539	128.3	40.2	383'582	115.3	28.8	216'923
5.0	70.4	0.0	438'721	112.3	26.2	443'911	119.0	32.0	271'669
5.5				95.6	11.9	478'111	120.5	33.3	331'134
6.0				79.7	0.0	488'066	114.0	27.6	387'185
6.5							99.8	15.4	426'315
7.0							85.1	3.5	443'104
7.5							71.3	0.0	444'223

Entlastungskapazität Treppenschussrinne

Der Abfluss entlang einer Treppenschussrinne kann in zwei Typen eingeteilt werden:

1. Nappe Flow (Kaskadenströmung)
2. Skimming Flow (Gerinneströmung)

Beim Nappe Flow fällt das Wasser die einzelnen Treppenstufen herunter und es erfolgt eine hohe Energiedissipation auf jeder Stufe. Beim Skimming Flow entstehen Wirbel in den Nischen und die Stufenkanten werden komplett überströmt. Die gedachten Verbindungen der Stufenkanten werden deshalb auch als Pseudoboden bezeichnet, auf welchem das Wasser ähnlich wie bei einer glatten Schussrinne gleitet [9].

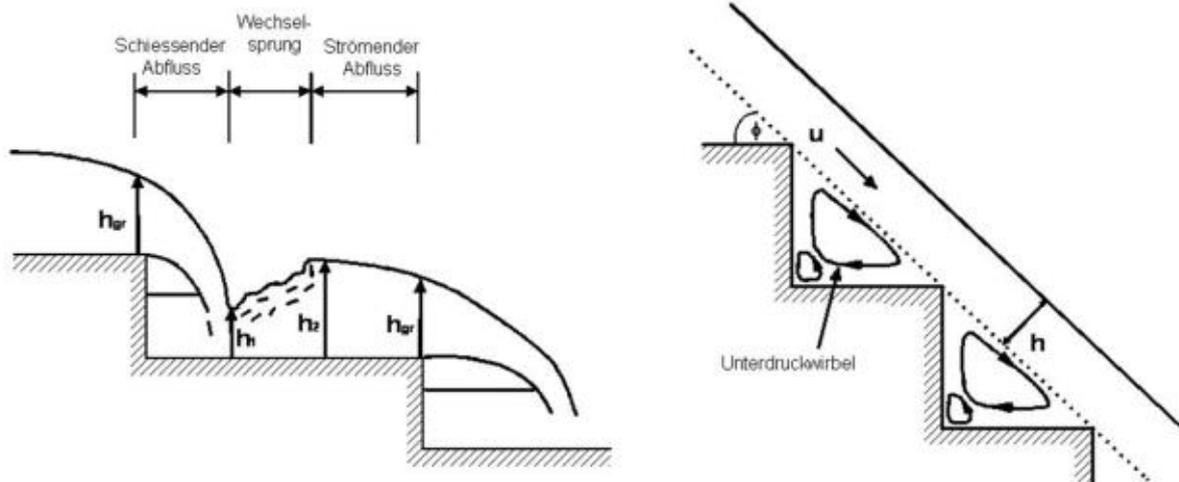


Abbildung 132: Nappe Flow (links) und Skimming Flow (rechts). [Bild entnommen aus [9]].

Zwischen diesen beiden Abflusszuständen existiert ein Übergangsbereich, der mit folgender Formel abgegrenzt werden kann. Bei Überschreiten der kritischen Abflusstiefe beginnt der Skimming Flow [9]:

$$(5) \quad \frac{h_c}{s} = 0.81 - 0.14 \cdot \tan(\alpha)$$

h_c = kritische Abflusstiefe ($= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$) (m)

q = spezifischer Abfluss ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)

g = Erdbeschleunigung (m/s^2)

s = Stufenhöhe (m)

α = Neigung der Treppenschussrinne ($^\circ$)

Die Treppenschussrinne der Dünnerngrube soll so ausgestaltet werden, dass sich Nappe Flow einstellt und der Vorteil der Energiedissipation auf jeder Stufe ausgenutzt werden kann. Dabei sind insbesondere die oberen Stufen massgebend, die unteren Stufen werden im Verlauf des Füllprozesses eingestaut. Mit einer einheitlichen Stufenhöhe von 1 m kann dies erreicht werden (vgl. Berechnung der erforderlichen Stufenhöhe in Tabelle 61).

Tabelle 61: Berechnung der notwendigen Stufenhöhe der Treppenschussrinne.

	oberste Stufe	unterste Stufe
Länge Überfallkante B (m)	35	17
spezifischer Abfluss q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)	1.5	3.1
Stufenhöhe s (m)	0.8	1.3

Entlastungsstollen

Bei der hydraulischen Dimensionierung des Entlastungsstollens wurde jeweils die zur Verfügung stehende Potenzialdifferenz mit den kontinuierlichen und örtlichen Energieverlusten verglichen. Die Potenzialdifferenz ergibt sich aus der Differenz der Wasserspiegellage im Entlastungsbauwerk und in der Dünnerngrube.

Es wurden die folgenden örtlichen Verluste berücksichtigt:

$$(6) \quad h_e = \xi_e \frac{v^2}{2 \cdot g} \rightarrow \text{Energieverlust am Stolleneinlauf}$$
$$(7) \quad h_a = \xi_a \frac{v^2}{2 \cdot g} \rightarrow \text{Energieverlust beim Auslaufbauwerk}$$

ξ_e = Verlustbeiwert Stolleneinlauf = 0.5 (-)
 ξ_a = Verlustbeiwert Auslaufbauwerk = 1.0 (-)
 v = Fliessgeschwindigkeit (m/s)
 g = Erdbeschleunigung (m/s²)

Die kontinuierlichen Verluste wurden mit dem Ansatz von Darcy-Weissbach berechnet.

$$(8) \quad h_k = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot L$$

λ = Reibungsbeiwert
 D = Durchmesser (m) (Bei Rechteckprofilen wird der vierfache hydraulische Radius verwendet)
 v = Fliessgeschwindigkeit (m/s)
 g = Erdbeschleunigung (m/s²)
 L = Länge des Entlastungsstollens (m)

Der Reibungsbeiwert wurde mit der Gleichung von Prandtl-Colebrook berechnet:

$$(9) \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{k/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

k = Wandrauheit (m) → es wurde ein Wert von 2 mm verwendet (entspricht einem mittelrauen Betonrohr)
 D = Durchmesser (m) (Bei Rechteckprofilen wird der vierfache hydraulische Radius verwendet)
 Re = Reynoldszahl = $\frac{v \cdot D}{\nu}$ (-)
 ν = kinematische Viskosität von Wasser (m²/s)

Die Fliessgeschwindigkeit ergibt sich wie folgt:

$$(10) \quad v = \frac{Q_E}{A}$$

Q_E = Entlastungsabfluss (m³/s)
 A = Querschnittsfläche des Entlastungsstollens (m)

Die hydraulische Funktionalität des Entlastungsstollens ist gegeben, wenn der vorhandene Potenzialunterschied zwischen den Wasserspiegellagen beim Entlastungsbauwerk und in der Grube grösser ist als die Summe der örtlichen und kontinuierlichen Energieverluste. In Abbildung 133 ist ersichtlich, dass für unterschiedliche Ereignisdauer beim HQ₁₀₀ die Potenzialunterschiede immer grösser sind als die Verluste und das Wasser somit vom Entlastungsbauwerk in die Dünnerngrube geleitet werden kann. Dazu ist ein Stollen mit einer Querschnittsfläche von **11.8 m²** notwendig. Bei der hydraulischen Dimensionierung wurde ein Rechteckstollen mit folgenden Abmessungen berücksichtigt:

- Breite = 3.8 m
- Höhe = 3.1 m

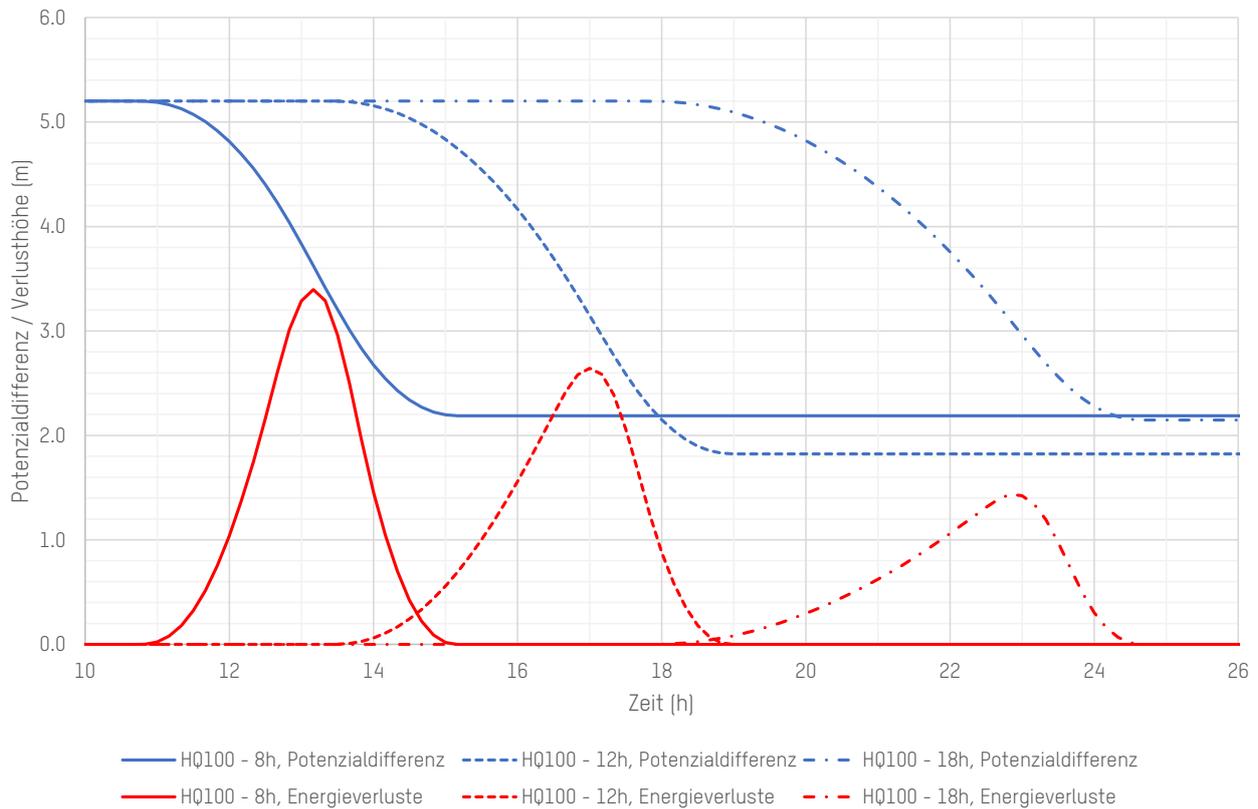


Abbildung 133: Vergleich der vorhandenen Potenzialdifferenz mit den hydraulischen Verlusten im Entlastungsstollen für unterschiedliche Ereignisdauer beim HQ₁₀₀.

Stollenauslaufbauwerk

Gemäss der Freistrahtheorie (Kraatz, 1989) weitet sich ein ebener Freistrah nach einer kurzen Strömungstrecke linear auf und quer zur Strahlachse stellt sich eine selbstähnliche Geschwindigkeitsverteilung ein. Der ebene turbulente Freistrah lässt sich im Wesentlichen in zwei Bereiche gliedern. In der Kernzone bleibt die Fließgeschwindigkeit nahezu unverändert, in der darauf folgenden Zone mit voll ausgebildeter Strahlströmung nimmt die Fließgeschwindigkeit entlang der Strahlachse ab (vgl. Abbildung 134) [10]. Die Strahlgeschwindigkeit entlang der Strahlachse ausserhalb der Kernzone berechnet sich wie folgt:

$$[11] u(x) = 2.28 * \left(\frac{x}{B_0}\right)^{-0.5} * u_0$$

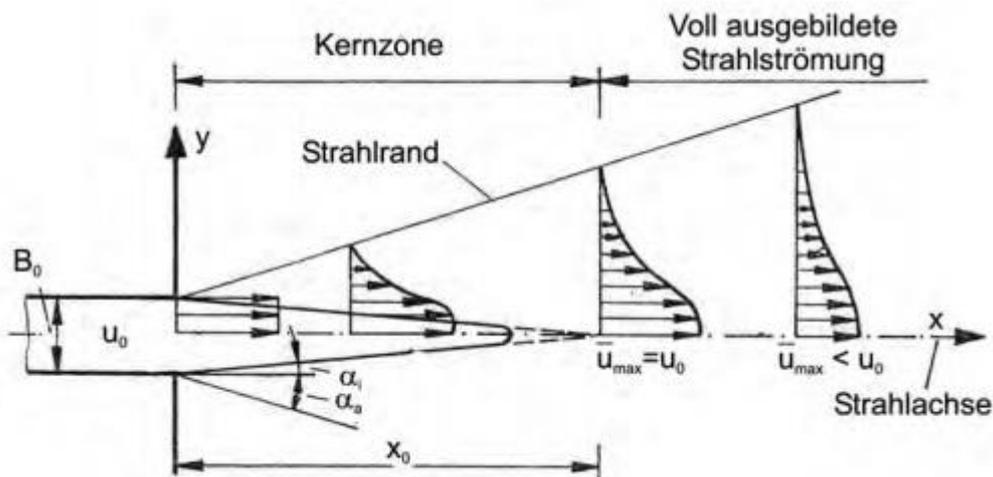


Abbildung 134: Turbulenter Freistrah in ruhender Aussenströmung (nach Kraatz, 1989).

Wird die Freistrahtheorie auf die Dünnerngrube beim maximalen Entlastungsabfluss angewandt ($B_0 = 3.8 \text{ m}$, $u_0 = 4.6 \text{ m/s}$) ergeben sich folgende Resultate:

- Die Kernzone verläuft über eine Distanz von knapp 20 m und erstreckt sich somit über den konischen Aufweitungsbereich.
- Am gegenüberliegenden Ende der Grube ($x = 330 \text{ m}$) ist noch mit einer Fließgeschwindigkeit von gut 1 m/s zu rechnen. Diese Fließgeschwindigkeit reicht nicht aus, um massgebende Erosionsprobleme an der gegenüberliegenden Flachböschung der Dünnerngrube zu verursachen.
- Beim Übergang des Kolkschutzes zur landwirtschaftlich genutzten Fläche ($x = 40 \text{ m}$) hat sich die Fließgeschwindigkeit auf rund 3.2 m/s reduziert.

Um die Fließgeschwindigkeit am Ende des Aufweitungsbereiches zu reduzieren, können Störkörper installiert werden, welche bereits innerhalb der Kernzone zu einer Aufweitung des Freistrahls führen (vgl. Abbildung 135). Im optimalen Fall wird mit Hilfe der Störkörper eine gleichmässige Abflussaufteilung entlang der konischen Aufweitungsstrecke erzielt, wodurch sich die Fließgeschwindigkeit beim Beginn des Kolkschutzes auf unter 1 m/s reduzieren würde.

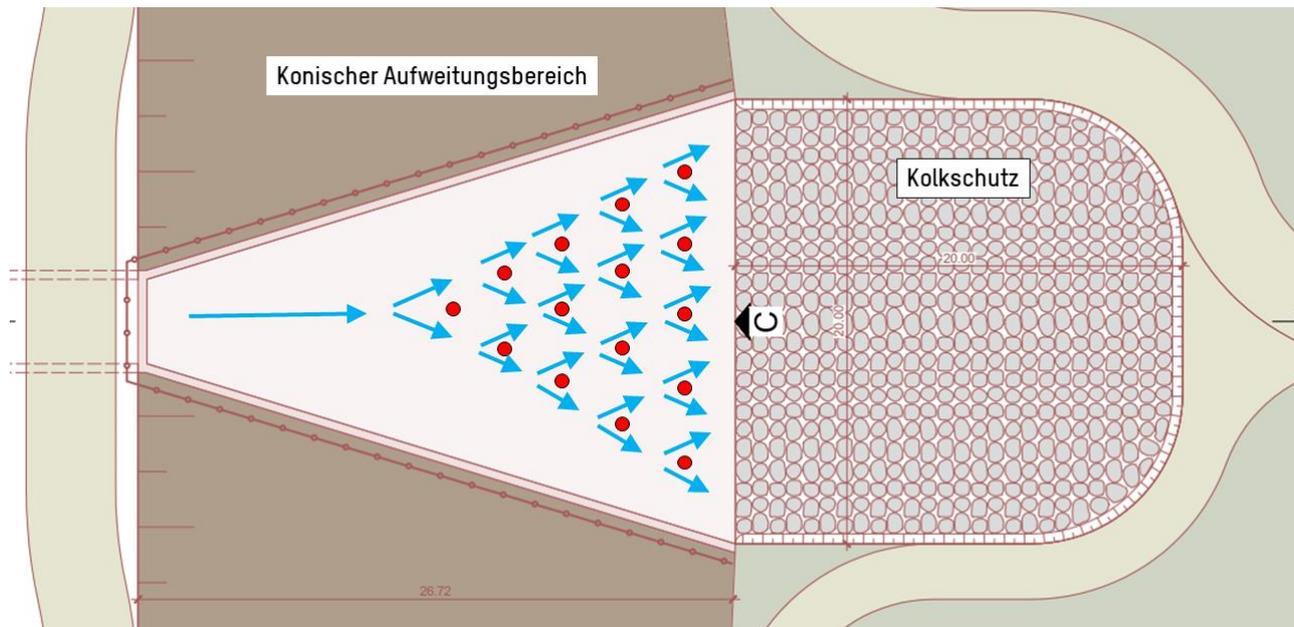


Abbildung 135: Mögliche Anordnung von Störkörpern (rote Kreise) zur Aufteilung des Freistrahls (blaue Pfeile).

Entlastungssystem bei unterschiedlichen Füllständen

In Tabelle 62 sind die hydraulischen Zustände bei unterschiedlichen Zeitpunkten des Entlastungsvorgangs beschrieben. Diese sind in Abbildung 136 bis Abbildung 139 für das 8-stündige Ereignis beim HQ_{100} schematisch dargestellt. Das 8-stündige Ereignis ist massgebend für den maximalen Entlastungsabfluss, während das 12-stündige Ereignis massgebend für das notwendige Retentionsvolumen ist (vgl. Abbildung 131). Es gilt anzumerken, dass diese schematischen Darstellungen zur Erarbeitung des Entlastungssystems erstellt wurden. In den Planbeilagen können Abweichungen bei den angegebenen Koten auftreten, welche für die Funktionalität des Systems jedoch nicht relevant sind.

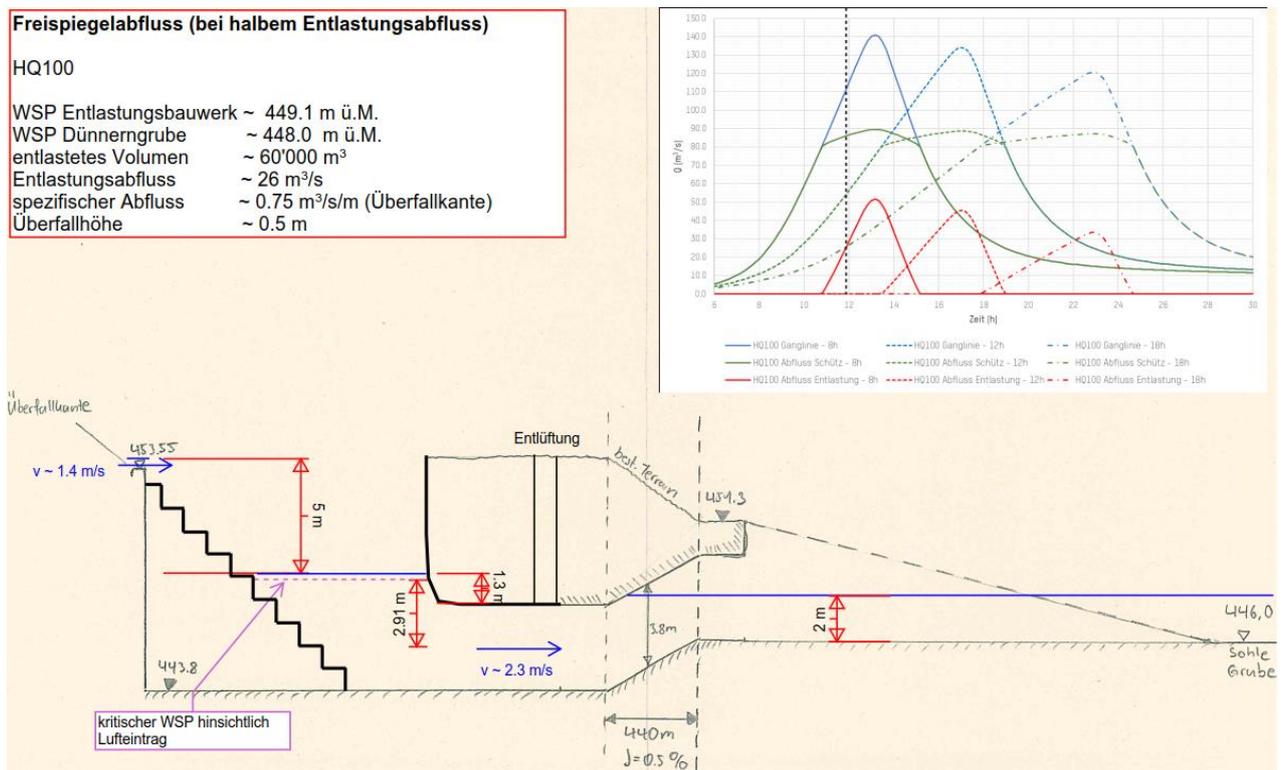
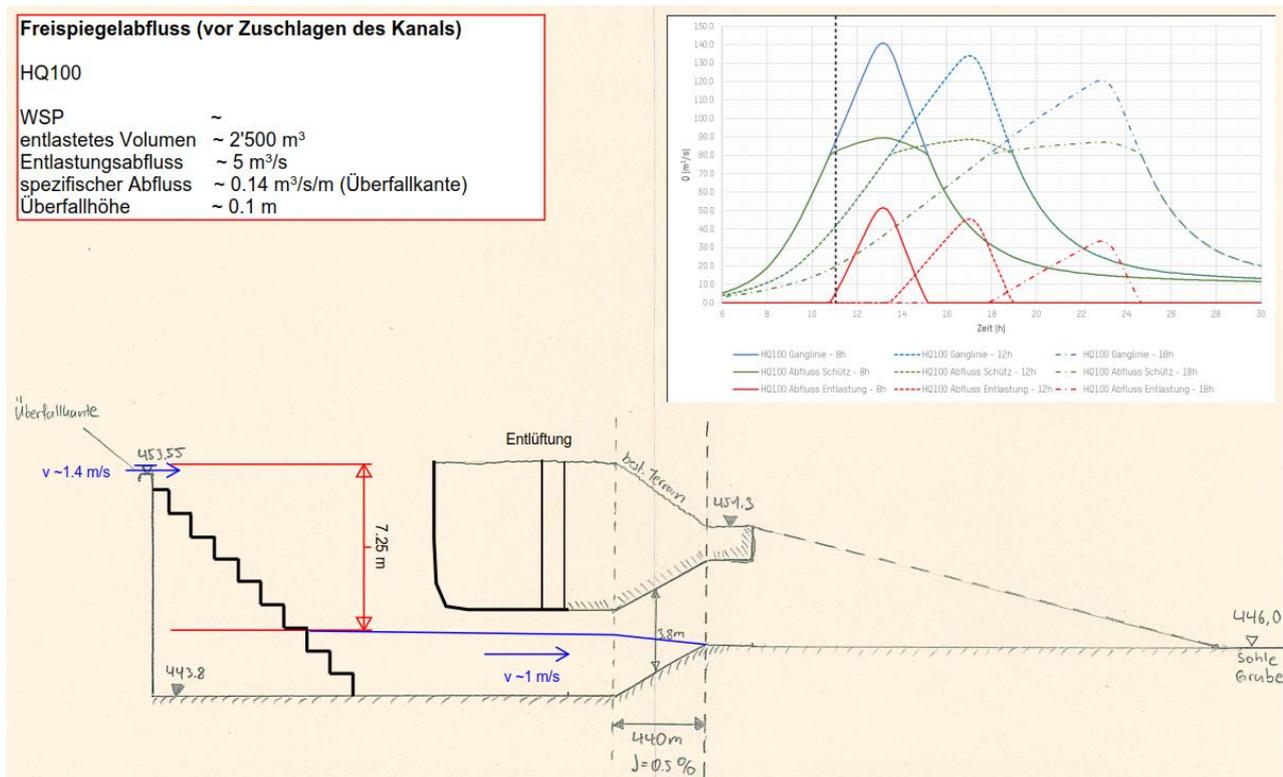
Tabelle 62: Charakterisierung der hydraulischen Zustände bei unterschiedlichen Zeitpunkten des Entlastungsvorgangs.

Zustand	Treppenschussrinne	Entlastungsstollen	Dünnerngrube
Beginn der Entlastung	Energiedissipation auf jeder Stufe	Freispiegelabfluss	beginnende Füllung
Halber Entlastungsabfluss	Eingestaut, Energiedissipation noch auf oberen Stufen	Übergang von Freispiegel zu Druckabfluss	fortschreitende Füllung (Erhöhung Wasserspiegellage)
Maximaler Entlastungsabfluss	maximaler Einstau, Energiedissipation noch auf oberen Stufen	Druckabfluss	fortschreitende Füllung (Erhöhung Wasserspiegellage)
Ende der Entlastung	gleiche Wasserspiegellage wie in Dünnerngrube	eingestaut	maximale Füllung (maximale Wasserspiegellage)

Es wurde jeweils auch beurteilt, wo die kritische Wasserspiegellage hinsichtlich Lufteintrag in den Entlastungsstollen liegt. Dabei wurde der Ansatz von Knauss verwendet, um die kritische Überdeckung zu ermitteln:

$$(12) \left(\frac{h}{d}\right)_{cr} = c * F^x$$

- h = Überdeckung (m)
- d = Einlaufdurchmesser (m)
- F = Froude-Zahl ($=\frac{v}{\sqrt{g*d}}$) (-)
- v = Fliessgeschwindigkeit (m/s)
- g = Erdbeschleunigung (m/s²)
- c = Faktor = 2
- x = Faktor = 0.5



Freispiegelabfluss (bei maximalem Entlastungsabfluss)

HQ100

WSP Entlastungsbauwerk ~ 452.7 m ü.M.
WSP Dünnerngrube ~ 449.1 m ü.M.
entlastetes Volumen ~ 240'000 m³
Entlastungsabfluss ~ 52 m³/s
spezifischer Abfluss ~ 1.5 m³/s/m (Überfallkante)
Überfallhöhe ~ 0.8 m

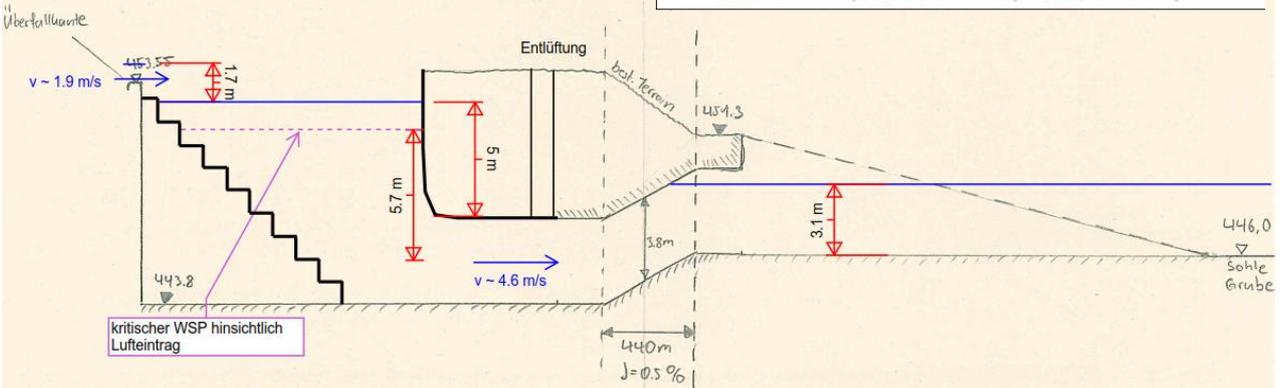
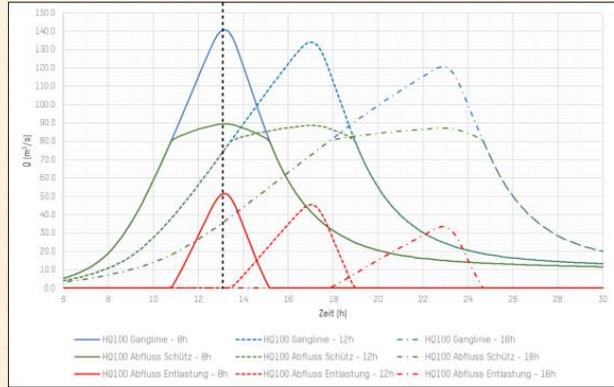


Abbildung 138: Entlastungssystem beim Dimensionierungsentlastungsabfluss.

Freispiegelabfluss (nach Entlastung)

HQ100

WSP Entlastungsbauwerk ~ 450.5 m ü.M.
WSP Dünnerngrube ~ 450.5 m ü.M.
entlastetes Volumen ~ 440'000 m³
Entlastungsabfluss ~ 0 m³/s
spezifischer Abfluss ~ 0 m³/s/m (Überfallkante)
Überfallhöhe ~ 0 m

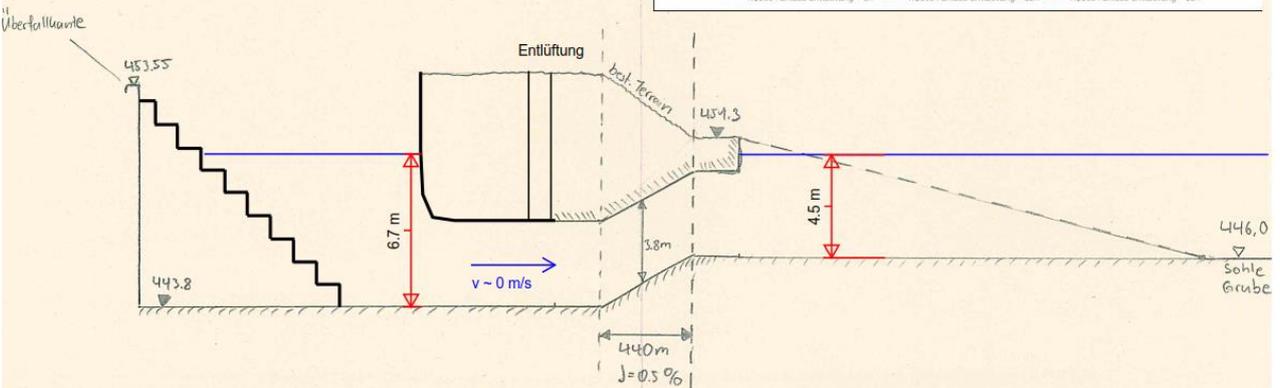
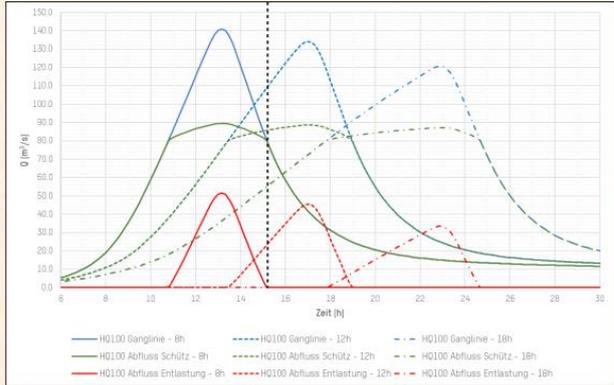


Abbildung 139: Entlastungssystem am Ende des Entlastungsvorgangs.

Entleerung der Grube

Gemäss den hydrogeologischen Untersuchungen der Sieber Cassina + Partner AG wird in der Dünnerngrube mit einer Versickerungsleistung von $0.1 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ gerechnet. Unter dieser Annahme kann das entlastete Volumen bei einem HQ_{100} nicht versickert werden, weshalb der Einsatz von mobilen Pumpen zur Entleerung der Dünnerngrube vorgesehen ist (vgl. Abbildung 140).

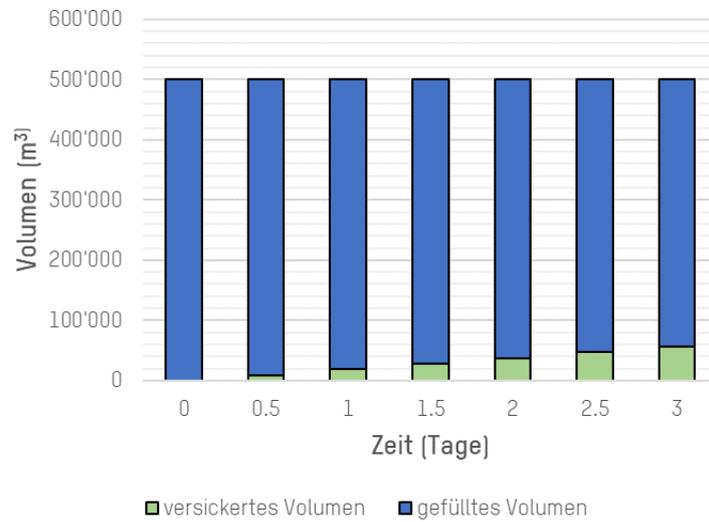


Abbildung 140: Zeitliche Entwicklung des versickerten Volumens nach der Entlastung eines HQ_{100} beim Zeitpunkt 0 und einer Sickerleistung des Bodens von $0.1 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$.

Umgang mit Unschärfen bei der hydraulischen Bemessung

Bei der hydraulischen Dimensionierung des Entlastungssystems mussten viele Eingabegrößen abgeschätzt werden, welche mit Unsicherheiten behaftet sind.

Um die Unsicherheiten des berechneten Entlastungs-, respektive Retentionsvolumens beim HQ₁₀₀ (500'000 m³) zu berücksichtigen, wurde in der Projektierung eine Reserve von 10 % (50'000 m³) eingeschlossen. Diese wird in Form eines Freibordes bei der Dünnerngrube berücksichtigt, welches 0.4 m beträgt.

Bei der Kapazitätsberechnung des Entlastungsstollens wurden konservative Werte bei den Parametern mit grossen Unsicherheiten berücksichtigt. Für die Wandrauheit des Entlastungsstollens wurde ein Wert von 2 mm angesetzt; die SIA 190 – Kanalisation schreibt für Betonkanäle einen Wert von 1mm vor. Der Verlustbeiwert des Einlaufes wurde mit 0.5 angenommen; bei hydraulisch günstiger Anströmung (wovon dank der konischen Anordnung der Treppenschusssrinne und Ausbildung des Einlaufes in den Stollen ausgegangen werden kann) reduziert sich der Verlustbeiwert auf rund 0.05. Die Auswirkungen auf die hydraulischen Verluste, sowie die dadurch berücksichtigte Sicherheiten sind in Tabelle 63 ersichtlich. Als weitere Sicherheit wurde die vorhandene Potenzialdifferenz zwischen den Wasserspiegeln beim Entlastungsbauwerk und in der Dünnerngrube (vgl. Abbildung 133 weiter oben) um 0.5 m (entspricht rund 10 %) reduziert. Tabelle 64 gibt eine Übersicht, wie sich die berücksichtigten Sicherheiten auf die Querschnittsfläche des Entlastungsstollens auswirken.

Tabelle 63: Sicherheiten bei den hydraulischen Verlusten des Entlastungsstollens durch konservative Parameterwahl. Die Betrachtung bezieht sich auf den kritischen Fall bei der maximalen Entlastung des HQ₁₀₀ – 8h (vgl. Abbildung 133).

Parameter	berücksichtigter Wert	optimierter Wert	lokale Verluste (berücksichtigt/optimiert)	kontinuierliche Verluste (berücksichtigt/optimiert)	Total hydraulische Verluste (berücksichtigt/optimiert)	Sicherheit
Wandrauheit	2 mm	1 mm	1.46 m / 1.46 m	1.93 m / 1.66 m	3.39 m / 3.12 m	8 %
Verlustbeiwert Einlauf	0.5	0.05	1.46 m / 1.02 m	1.93 m / 1.93 m	3.39 m / 2.95 m	15 %

Tabelle 64: Auswirkungen der vorhandenen Sicherheiten auf die Querschnittsfläche des Entlastungsstollens. Es gilt anzumerken, dass sich die einzeln berechneten Auswirkungen auf die Querschnittsflächen aufgrund der nicht linearen Gleichungen nicht aufaddieren.

Sicherheit	Querschnittsfläche berücksichtigt	Querschnittsfläche optimiert	Reduktion Querschnittsfläche
Wandrauheit	11.8 m ²	11.3 m ²	4 %
Verlustbeiwert Einlauf	11.8 m ²	11.0 m ²	7 %
reduzierte Potenzialdifferenz	11.8 m ²	11.0 m ²	7 %
alle Sicherheiten zusammen	11.8 m²	9.9 m²	16 %

Hinweise:

Das Entlastungssystem ist aus hydraulischer Sicht ein äusserst komplexes Bauwerk. Die Kombination aus den verwendeten analytischen Berechnungsansätzen stösst dabei an Grenzen und die Berechnungsergebnisse sind mit grösseren Unsicherheiten behaftet. Falls die Variante «Rückhalten und Aufwerten» weiterverfolgt wird, muss das Entlastungssystem in der weiteren Projektierung (Stufe Bauprojekt) im Detail betrachtet werden (z.B. mittels numerischer 3D-CFD Modellierung oder einem physikalischen Modell). Insbesondere die Kapazität des Entlastungsstollens ist von zentraler Bedeutung, da spätere Anpassungen einem Neubau gleichzusetzen sind.

Das gewählte Entlastungssystem weist aus hydraulischer und baulicher Sicht grundsätzlich keine kritischen Elemente auf, welche in einer späteren Projektierungsphase zur Schaffung zusätzlicher Sicherheitsreserven (wie z.B. Vergrösserung des Stollenquerschnitts, oder Vergrösserung des Grubenvolumens mittels Tiefe und Fläche) limitierend sind.

Anhang C Brücken

In den folgenden Tabellen werden die vorgesehenen Massnahmen an den Brücken pro Abschnitt erläutert.

Abkürzungen:

- fe,n = notwendiges Freibord
- fe,i = vorhandenes Freibord Ist-Zustand
- fe, p = vorhandenes Freibord Projekt-Zustand

Farbcode:

- rot = eingestaut
- braun = Freibord-Defizit
- grün = kein Defizit / Freibord eingehalten

Tabelle 65: Brücken Abschnitt 10 -2 (km 0.0 - 1.0)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
1 82 Brücke Salzhüslweg Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.48 m		<p>Massnahmen: Ersatz mit Fussgängersteg: - UK-Brücke + 1.10 m (UK Brücke = OK Ufermauer) - Glatte Untersicht - Neue rollstuhlgängige Rampen</p> <p>Begründung: Ein Neubau behebt das Defizit betreffend Einstau durch Hochwasser. Ein Anheben bis auf die theoretisch geforderte Schutzkote ist aufgrund der Erschliessung nicht möglich, respektive wird als nicht verhältnismässig beurteilt. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.</p> <p>Hinweis: Das Hochwasserschutzdefizit wird massgeblich durch Hochwasser der Aare beeinflusst.</p>
2 176 Brücke Mühlegasse Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i = 0.34 m fe, p = 0.6 m		<p>Massnahmen: - Keine</p> <p>Begründung: Die Brücke wurde kürzlich neu gebaut. Es wurde ein Freibord von 0.5 m bezüglich des Wasserspiegels der Aare beim HQ₁₀₀ (391.1 m ü.M.) berücksichtigt. Ein erneuter Neubau der Brücke würde zu Unverständnis bei der Bevölkerung führen. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.</p> <p>Hinweis: Das Hochwasserschutzdefizit wird massgeblich durch Hochwasser der Aare beeinflusst.</p>
3 264 Fussgängersteg Schützenmatte Fussgängerbrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.7 m		<p>Massnahmen: Anheben/Neubau: - UK-Brücke + 0.74 m (UK Brücke = OK Ufermauer) - Glatte Untersicht - Neue rollstuhlgängige Rampen/Anpassung Treppe</p> <p>Die Brücke wird für den Verkehr gesperrt. Umleitung über Brücke Mühlegasse und Brücke Leberngasse.</p> <p>Begründung: Ein Neubau behebt das Defizit betreffend Einstau. Ein Anheben bis auf die theoretisch geforderte Schutzkote ist aufgrund der Erschliessung nicht möglich, respektive wird als nicht verhältnismässig beurteilt. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.</p> <p>Hinweis: Das Hochwasserschutzdefizit wird massgeblich durch Hochwasser der Aare beeinflusst.</p>

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
4 344 Brücke Leberngasse Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.6 m		Massnahmen: – Verschalung Begründung: Ein Anheben/Neubau Teure bauliche Massnahmen wegen dem verbleibenden Freiborddefizit (0.4 m) wird als unverhältnismässig betrachtet. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3. Hinweis: Das Hochwasserschutzdefizit wird massgeblich durch Hochwasser der Aare beeinflusst.
5 551 Brücke Hammerallee Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i > 1.0 m fe, p > 1.0 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden.
6 649 Brücke Munzingenareal Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i > 1.0 m (jedoch eingestaut in (Aussenkurve) fe, p > 1.0 m (ca. 0.8 m in Aussenkurve)		Massnahmen: – Keine Massnahmen Begründung: Am linken Ufer wird das erforderliche Freibord aufgrund der Kurvenüberhöhung des Wasserspiegels knapp nicht eingehalten (ca. 0.2 m verbleibendes Defizit). Im zentralen Bereich der Brücke wird ist das geforderte Freibord gewährleistet und es ist nicht mit einem Zuschlagen der Brücke zu rechnen.
7 699 Steg Munzingen Fussgängerbrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i > 1.0 m fe, p > 1.0 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden.
8 715 Gebäude Munzingen Fussgängerbrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i > 1.0 m fe, p > 1.0 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung behoben.

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
9 852 Brücke Gheidweg Autobrücke Olten			fe, n = 1.0 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.5 m		Massnahmen: - Staukragen Begründung: Ein Anheben/Neubau aufgrund des verbleibenden Freiborddefizit (0.5 m) wird als unverhältnismässig betrachtet. Damit im Hochwasserfall keine Wasseraustritte auftreten wird ein Staukragen erstellt. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.

Tabelle 66: Brücken Abschnitt 10-1 (km 1.0 - 1.9)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
10 1'314 Fussgängersteg Stationsstrasse Olten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.22 m fe, p > 0.8 m	Kein QP vorhanden	Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung behoben.
11 1'324 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Olten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.15 m fe, p = 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
12 1'347 Brücke Gäustrasse Autobrücke Olten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden. Hinweis: Das AVT plant zur Zeit keine Massnahmen.

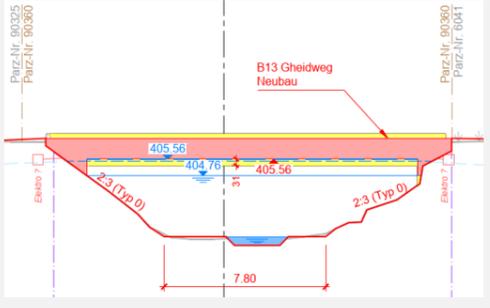
Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
13 1'631 Steg Gheidweg Autobrücke Olten			<p>fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m</p>		<p>Massnahmen: Neubau</p> <ul style="list-style-type: none"> - UK-Brücke + 0.31 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig <p>Sperrung der Brücke für den Verkehr da nur untergeordneter Verbindungscharakter (Umleitung über Areal Potain und Cementweg)</p> <p>Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau (Anhebung) behoben werden. Aufweitungen sind aufgrund der engen Platzverhältnisse (Bauzonen) nicht möglich.</p>

Tabelle 67: Brücken Abschnitt 9 [km 1.9 - 3.8]

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
14 1'942 Brücke Gheidgraben Autobrücke Olten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden.
15 2'775 Steg Altmatten Fussgängerbrücke Wangen bei Olten			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
16 3'144 Brücke Mittelgäustrasse Kantonsstrasse Wangen bei Olten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.3 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
17 3'431 Brücke Viadukt Autobrücke Wangen bei Olten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden. Hinweis: Das AVT plant zur Zeit keine Massnahmen.

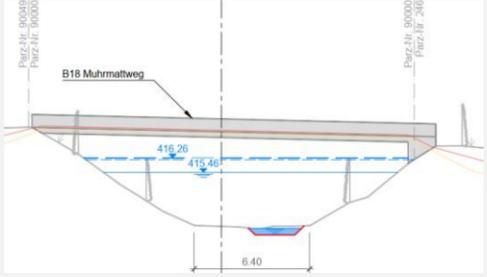
Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
18 3'559 Steg Muhrmattweg Fussgängerbrücke Wangen bei Olten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden.

Tabelle 68: Brücken Abschnitt 8 (km 3.8 - 5.1)

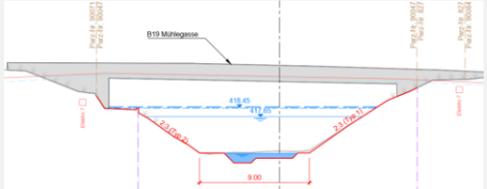
Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
19 4'086 Brücke Mühlegasse Autobrücke Rickenbach			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden. Hinweis: Das AVT plant zur Zeit keine Massnahmen.

Tabelle 69: Brücken Abschnitt 7-2 (km 5.1 - 6.5)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschreibung
20 5'363 Brücke Bach- /Dorfstrasse Autobrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau: - Verlängerung + 4 m - UK-Brücke + 0.29 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden.
21 5'782 Brücke Gäustrasse Autobrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben. Hinweis: Gemäss AVT wird Brücke ab 2022 umgebaut und verbreitert.
22 5'937 Brücke Lischmatt Autobrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
23 6'422 Brücke Dünner- strasse Autobrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.24 m fe, p > 0.8 m	Kein QP vorhanden	Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben. Hinweis: Potenzielle Schnittstelle ERO+ des AVT
24 6'436 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
25 6'469 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Hägendorf /Kappel			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.4 m		Massnahmen: – Keine Begründung: Ein Anheben der Brücke ist aufgrund der damit verbundenen grossräumigen und aufwändigen Anpassungen an den Gleisanlagen nicht verhältnismässig. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.

Tabelle 70: Brücken Abschnitt 7-1 (km 6.5 - 7.9)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
26 6'912 Steg Lischmatten Autobrücke Hägendorf/ Gunzgen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau: – Verlängerung +4 m – UK-Brücke + 0.05 m – Glatte Untersicht – Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden. Hinweis: Potenzielle Schnittstelle mit Projekt ERO+ des AVT

Tabelle 71: Brücken Abschnitt 6-2 (km 7.9 - 9.3)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschreibung
27 8'443 Steg Wintererlen Autobrücke Egerkingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		<p>Massnahmen: Neubau: - Verlängerung + 4 m - UK-Brücke - 0.21 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig</p> <p>Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einer Gerinneverbreiterung behoben werden. Dies bedingt einen Neubau der Brücke</p>
28 8'892 Durchlass Egerkingen Autobahnbrücke Egerkingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p > 0.8 m		<p>Massnahmen: Bestand/Rückbau: - Bestand des 1. Drittels mit einer (Länge ≈ 61 m). - Rückbau der unteren 2 Drittel und Gestaltung eines neuen Gerinnes (Länge ≈ 131 m) → diese Massnahme ist Bestandteil des ASTRA-Projektes.</p> <p>→ Koordination mit Drittprojekt «6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen» im Rahmen der weiteren Planung (Stufe Bauprojekt) erforderlich.</p> <p>Begründung: Mit dem gewählten Drosselabfluss ist keine Änderung der Geometrie des Durchlasses notwendig. Durch den Rückbau der unteren zwei Drittel und der Neugestaltung eines naturnahen Gerinnes kann das Freibord beim verbleibenden Abschnitt des Durchlasses zusätzlich erhöht werden.</p>

Tabelle 72: Brücken Abschnitt 6-1 (km 9.3 - 10.6)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschreibung
29 9'375 Dünnersteg Fussgängerbrücke Egerkingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau: - Verlängerung +5 m - UK-Brücke + 0.06 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden.
30 9'613 Brücke Bahnhofstrasse Autobrücke Egerkingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
31 9'807 Steg Mühlematt Fussgängerbrücke Egerkingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: - Keine Massnahmen Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.

Tabelle 73: Brücken Abschnitt 5 (km 10.6 - 11.6)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
32 10'708 Brücke Neustrasse Autobrücke Oberbuchsiten/ Neuendorf			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau - Verlängerung + 4 m - UK-Brücke + 0.34 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden. Hinweis: Gemäss AVT wird Brücke ab 2021 saniert.
33 11'202 Steg Grossacker Autobrücke Oberbuchsiten/ Neuendorf			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau - Verlängerung + 4 m - UK-Brücke + 0.36 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden.
34 11'418 Brücke Industriestrasse Autobrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.31 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Unterhaltstege umgestalten, so dass diese bei Nichtgebrauch zwischen den Brückenträgern hochgeklappt sind (mind. UK Brückenträger) und nur zu Unterhaltszwecken heruntergeklappt werden können. - Ansonsten keine Massnahmen notwendig Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
35 11'550 SBB-Industrie Eisenbahnbrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.26 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.

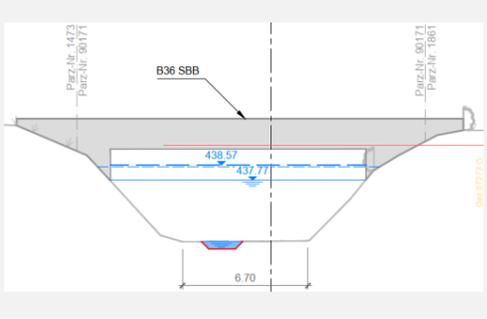
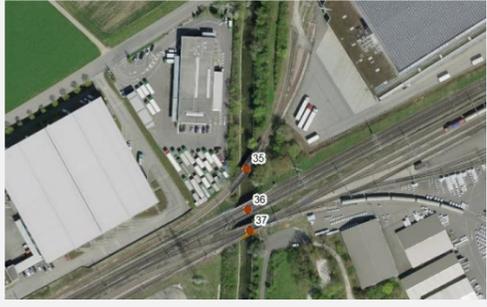
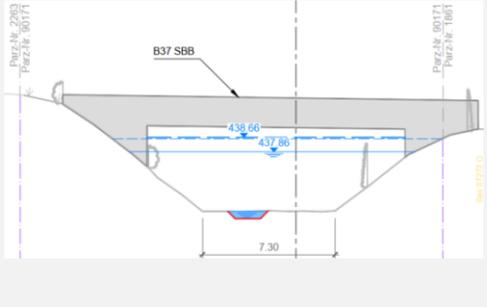
Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
36 11'574 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.69 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.
37 11'585 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = 0.27 fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Hochwasserschutzdefizit wird durch Drosselung und durch Massnahmen am Gerinne behoben.

Tabelle 74: Brücken Abschnitt 4 (km 11.6 - 12.7)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
38 11'813 Steg Halmacker Autobrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.7 m		Massnahmen: - Verschaltung Begründung: Durch die Drosselung des Abflusses und die Massnahmen am Gerinne unterstrom wird das Freibord erhöht, erreicht jedoch knapp nicht den geforderten Wert (Freiborddefizit von 0.1 m). Dieses geringe Defizit kann nur mit grösseren baulichen Massnahmen behoben werden (Anheben, Steilböschung am Gerinne unterstrom) was als nicht verhältnismässig beurteilt wird. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.
39 12'373 Brücke Schälismüli Fussgängerbrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m	Kein QP Vorhanden	Massnahmen: Gemäss Drittprojekt «6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen» des ASTRA: - Ersatz in westlicher Lage mit beidseitigen Rampen → Keine Konflikte mit Hochwasserschutz, Freibord wird eingehalten.
40 12'377 Steg Schälismüli Autobrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = - m		Massnahmen: - Rückbau Begründung: Brücke wird nicht mehr benötigt.
41 12'576 Brücke Berggäustrasse Autobrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: Gemäss Drittprojekt «6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen» des ASTRA: - Instandsetzung mit Betonsanierung - Unterfangung Fundament Widerlager Süd und Stützkonstruktion → Keine Konflikte mit Hochwasserschutz, Freibord wird eingehalten.

Tabelle 75: Brücken Abschnitt 3-2 (km 12.7 - 14.7)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
42 13'076 Steg Muermatten Autobrücke Oberbuchsiten			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = - m		Massnahmen: - Rückbau Begründung: Brücke wird nicht mehr benötigt.
43 14'637 Steg ARA Autobrücke Oensingen/ Kestenholz			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = - m		Massnahmen: - Rückbau Begründung: Brücke wird nicht mehr benötigt.

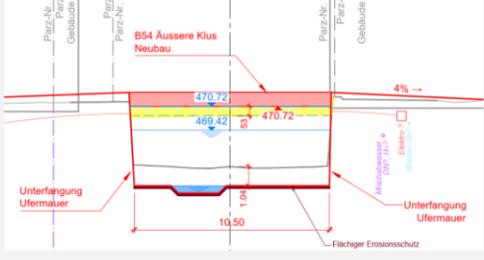
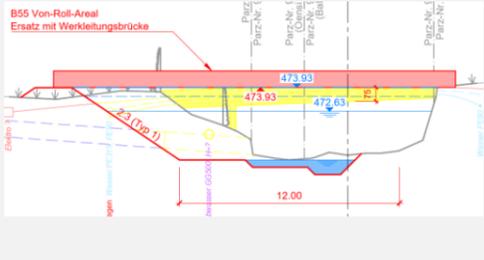
Tabelle 76: Brücken Abschnitt 3-1 (km 14.7 - 16.6)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
44 15'759 Brücke Kestenholz- strasse Autobrücke Oensingen			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: Gemäss Drittprojekt «6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen» des ASTRA: - Ersatz in westlicher Lage neben Bestand - Verbreiterung gegenüber Bestand um 1.1 m - Rückbau Gemeindestrasse → Keine Konflikte mit Hochwasserschutz. Freibord wird eingehalten. Die rechtsufrigen Brückenpfeiler sind unmittelbar neben der Autobahn vorgesehen, so dass eine rechtsufrige Aufweitung möglich ist.
45 16'120 Steg Flurweg Autobrücke Oensingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau: - Verlängerung +6 m - UK-Brücke + 0.41 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Für das Vorprojekt wird ein Neubau berücksichtigt. In der weiteren Planung soll ein Rückbau der Brücke und eine neue Zufahrtsrampe von der Brücke Nr. 46 Breitfeldstrasse geprüft werden.
46 16'145 Brücke Breitfeld- strasse Autobrücke Oensingen			fe, n = 0.8 m fe, i > 0.8 m fe, p > 0.8 m		Massnahmen: - Keine Begründung: Kein Hochwasserschutzdefizit vorhanden.
47 16'351 Steg Sportplätze Fussgängerbrücke Oensingen			fe, n = 0.8 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.8 m		Massnahmen: Neubau: - Verlängerung + 14 m - UK-Brücke + 0.95 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrassee beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einer Gerinneverbreiterung behoben werden. Dies bedingt einen Neubau der Brücke.

Tabelle 77: Brücken Abschnitt 2 (km 16.6 - 17.7)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschreibung
48 16'619 Brücke Autobahn Autobahnbrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i > 0.9 m fe, p > 0.9 m		Massnahmen: gemäss Drittprojekt «6-Streifen-Ausbau Luterbach Härkingen» des ASTRA: - Instandsetzung mit Sanierung der Betonflächen - Ersatz der Lager, Fahrbahnübergänge und Deckbelag - neuer linksufriger Fuss- und Fahrradweg → Keine Konflikte mit Hochwasserschutz, Freibord wird eingehalten.
49 17'108 Brücke Werkhofstrasse Autobrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i = 0.4 m fe, p = 0.9 m		Massnahmen: Gemäss Drittprojekt «Vebo Knoten» des AVT: - Rückbau bestehende Brücke - Neuer Kreislauf über Dünnern → massgebende Wasserspiegellagen werden den Projektverantwortlichen mitgeteilt. Hinweis: Brücke noch nicht im Besitz des AVT (Stand: Februar 2022)
50 17'242 SBB-Brücke Eisenbahnbrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i = 0.44 m fe, p = 0.9 m		Massnahmen: - Sohlenabsenkung -0.72 m - Verschalung der Untersicht - Sicherung Fundament Begründung: Mit der Sohlenabsenkung kann das geforderte Freibord unter der Brücke eingehalten werden.
51 17'362 Brücke Rötelbachstrasse Fussgängerbrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.9 m		Massnahmen: - Sohlenabsenkung -0.47 m - Brücke anheben + 0.85 m - Anpassen Strassentrasse beidseitig Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau oder einer Anhebung behoben werden. Da es sich um eine schöne Holzbrücke aus dem Jahr 1990 handelt, wird eine Anhebung bevorzugt.
52 17'499 Brücke Solothurnstrasse Autobrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i = 0.47 m fe, p = 0.9 m		Massnahmen: - Sohlenabsenkung -0.56 m - Verschalung der Untersicht - Sicherung Fundamente Begründung: Mit der Sohlenabsenkung kann das geforderte Freibord unter der Brücke eingehalten werden. Hinweis: Gemäss AVT Ersatz in ca. 15 Jahren (~2037) vorgesehen.

Tabelle 78: Brücken Abschnitt 1 (km 17.7 - 19.1)

Nr. GEWISS (m) Bezeichnung Art Gemeinde	Foto Ist-Zustand	Orthofoto	Defizitanalyse	QP mit Massnahmen	Massnahmenbeschrieb
53 17'960 OeBB-Brücke Eisenbahnbrücke Oensingen			fe, n = 0.9 m fe, i = eingestaut fe, p = 0.5 m		Massnahmen: <ul style="list-style-type: none"> - Sohlenabsenkung -1.25 m - Steilböschung zur Querschnittsvergrößerung - Neue Betonverschalung vor best. Widerlager, Sicherung mit vorgespannten Anker - Verschalung der Untersicht Begründung: Mit den Massnahmen kann der Einstau der Brücke behoben werden, das geforderte Freibord wird jedoch nicht vollständig eingehalten. Dies würde einen Neubau der Eisenbahnbrücke mit aufwändigen/teuren Anpassungen der Gleisanlagen bedingen, was unter den gegebenen Umständen unverhältnismässig erscheint. Siehe auch Tabelle 27 in Kapitel 8.3.
54 18'575 Brücke Äussere Klus Autobrücke Oensingen			fe, n = 1.3 m (oberhalb Schwemmholtzrückhalt) fe, i = eingestaut fe, p = 1.3 m		Massnahmen: Neubau: <ul style="list-style-type: none"> - Sohlenabsenkung -1.04 m - UK-Brücke + 0.53 m - Glatte Untersicht - Anpassen Strassentrasse beidseitig - Unterfangen Fundamente Begründung: Das Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Neubau behoben werden. Eine Anhebung ohne Sohlenabsenkung ist aufgrund der damit verbundenen Anpassungen des Strassentrasses nicht möglich. Eine weitere Sohlenabsenkung (damit die Brücke nicht angehoben werden müsste) ist aufgrund der notwendigen Unterfangungen der linksseitigen Ufermauer und des rechtsufrigen Gebäudes nicht möglich.
55 19'101 Brücke Von-Roll-Areal Autobrücke Oensingen			fe, n = 1.3 m (oberhalb Schwemmholtzrückhalt) fe, i = eingestaut fe, p = 1.3 m		Massnahmen: Ersatz mit Werkleitungsbrücke <ul style="list-style-type: none"> - Verlängerung + 5 m - UK-Brücke + 0.75 m Begründung: Eine Überquerung wird nur für die Werkleitungen benötigt. Der Zugang zum Industriegelände ist über die oberstrom liegende Brücke gewährleistet.

Anhang D Kostenschätzung

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Detaillierte Übersicht

Baukosten	
A1 Abschnitt 1 (km 19.1 - km 17.7)	17'613'000
Installation 5.0 %	785'000
Wasserhaltung 3.0 %	347'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	785'000
A1.1 Wasserbau	11'559'000
A1.2 Kunstbauten	1'547'000
A1.3 Wege/Strassen	1'068'000
A1.4 Werkleitungen	1'522'000
A2 Abschnitt 2 (km 17.7 - km 16.6)	4'014'000
Installation 5.0 %	180'000
Wasserhaltung 3.0 %	62'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	180'000
A2.1 Wasserbau	2'051'000
A2.2 Kunstbauten	911'000
A2.3 Wege/Strassen	50'000
A2.4 Werkleitungen	580'000
A3 Abschnitt 3 (km 16.6 - km 12.7)	16'446'000
Installation 5.0 %	733'000
Wasserhaltung 3.0 %	313'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	733'000
A3.1 Wasserbau	10'417'000
A3.2 Kunstbauten	1'247'000
A3.3 Wege/Strassen	959'000
A3.4 Werkleitungen	2'044'000
A4 Abschnitt 4 (km 12.7 - km 11.6)	2'287'000
Installation 5.0 %	102'000
Wasserhaltung 3.0 %	48'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	102'000
A4.1 Wasserbau	1'591'000
A4.2 Kunstbauten	131'000
A4.3 Wege/Strassen	20'000
A4.4 Werkleitungen	293'000
A5 Abschnitt 5 (km 11.6 - km 10.6)	5'718'000
Installation 5.0 %	257'000
Wasserhaltung 3.0 %	67'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	257'000
A5.1 Wasserbau	2'229'000
A5.2 Kunstbauten	2'028'000
A5.3 Wege/Strassen	268'000
A5.4 Werkleitungen	612'000
A6 Abschnitt 6 (km 10.6 - km 7.9)	9'870'000
Installation 5.0 %	440'000
Wasserhaltung 3.0 %	190'000
Kleinpositionen / Regie 5.0 %	440'000
A6.1 Wasserbau	6'321'000
A6.2 Kunstbauten	1'120'000

A6.3	Wege/Strassen	427'000
A6.4	Werkleitungen	932'000
A7	Abschnitt 7 (km 7.9 - km 5.1)	11'356'000
	Installation 5.0 %	507'000
	Wasserhaltung 3.0 %	201'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	507'000
A7.1	Wasserbau	6'698'000
A7.2	Kunstbauten	1'766'000
A7.3	Wege/Strassen	473'000
A7.4	Werkleitungen	1'204'000
A8	Abschnitt 8 (km 5.1 - km 3.8)	3'705'000
	Installation 5.0 %	165'000
	Wasserhaltung 3.0 %	78'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	165'000
A8.1	Wasserbau	2'600'000
A8.2	Kunstbauten	0
A8.3	Wege/Strassen	0
A8.4	Werkleitungen	697'000
A9	Abschnitt 9 (km 3.8 - km 1.9)	3'097'000
	Installation 5.0 %	138'000
	Wasserhaltung 3.0 %	70'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	138'000
A9.1	Wasserbau	2'345'000
A9.2	Kunstbauten	0
A9.3	Wege/Strassen	80'000
A9.4	Werkleitungen	326'000
A10	Abschnitt 10 (km 1.9 - km 0.0)	4'423'000
	Installation 5.0 %	199'000
	Wasserhaltung 3.0 %	38'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	199'000
A10.1	Wasserbau	1'278'000
A10.2	Kunstbauten	1'549'000
A10.3	Wege/Strassen	0
A10.4	Werkleitungen	1'160'000
B	Bipperbach	328'000
	Installation 5.0 %	15'000
	Wasserhaltung 3.0 %	2'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	15'000
B.1	Wasserbau	65'000
B.2	Kunstbauten	95'000
B.3	Wege/Strassen	136'000
B.4	Werkleitungen	0
D	Dünnerngrube	19'663'000
	Installation 5.0 %	936'000
	Kleinpositionen / Regie 5.0 %	892'000
D.1	Grube / Grundausmass - Endgeometrie	9'562'000
D.2	Grube / Zusatzaushub - Kiesgewinnung	-2'834'000
D.3	Stollen exkl. Autobahn	4'713'000
D.4	Stollen unter Autobahn	2'751'000
D.5	Einlaufbauwerk	2'083'000
D.6	Drosselbauwerk	1'166'000
D.7	Auslaufbauwerk	394'000
Total Baukosten exkl. MwSt		98'520'000

Technische Arbeiten		
1	Vorstudien, Vorprojekt, Bauprojekt 5.0%	4'805'000

2	Realisierung 10.0%	9'610'000
3	Spezialisten / Geologie / Hydrogeologie / Umwelt (öBB) 3.0%	2'883'000
Total Projekt- und Bauleitung exkl. MwSt		17'298'000

Vermessung und Vermarchung		
1	Vermessung, Absteckung	200'000
2	Vermarchung, Geometer (AV, Grenzsteine)	800'000
Total Vermessung und Vermarchung exkl. MwSt		1'000'000

Verschiedenes		
1	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)	100'000
2	Massnahmen Besucherlenkung	500'000
3	Landerwerb / Entschädigungen	3'000'000
4	Kompensation Fruchtfolgeflächen	2'530'000
5	Wirkungskontrolle	1'000'000
6	Entschädigung temp.Beanspruchung LN Dünnerngrube	868'000
Total Verschiedenes exkl. MwSt		7'998'000

Risikokosten		
	Risiko 10.0%	12'482'000
Total Risikokosten exkl. MwSt		12'482'000

Total Projekt exkl. MwSt.		137'298'000
zuzüglich 7.7 % MwSt.		10'572'000
Total Projekt inkl. MwSt.		147'870'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Übersicht Einheitspreise

Baumeisterarbeiten			
Pos	Beschrieb	EH	EH-Preis
1 Wasserbau			
	keine Arbeiten	-	0.00
S1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105.00
S2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne (Zwischentransport vor Ort)	m'	290.00
S3	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35.00
S4	Sohle: Niederwasserrinne (schmal, Zwischentransport vor Ort)	m'	130.00
S5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194.00
S6	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341.00
S7	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320.00
S8	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3.00
S9	Sohle: Flussskies (Zwischentransport vor Ort) und Ansaat	m2	13.00
S10	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44.00
B1	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256.00
B2	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422.00
B3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819.00
B4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346.00
B5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510.00
B6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404.00
B7	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531.00
B8	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298.00
B9	Böschung: Biberprofil	m'	689.00
A1	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700.00
A2	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140.00
A3	Aushub Böschung: Neigung 2:3, Breite 1 m	m'	0.00
A4	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315.00
A5	Auffüllung Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	190.00
A6	Auffüllung Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	38.00
A7	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:4	m'	2'154.00
A8	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:2	m'	431.00
A9	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 2:3	m'	0.00
A10	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:1	m'	969.00
A11	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140.00
A12	Auffüllung Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	38.00
A13	Aushub Böschung Altlasten: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	431.00
T1	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12.00
T2	Terrainerhöhung Bipperbach: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	37.00
R1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221.00
R2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600.00
SR	Sohlenrampe	m2	257.00
SPF	Sohlenpflasterung	m2	242.00
MSB	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440.00
U1	Unterfangung Ufermauer	m'	343.00
U2	Betonufermauer	m'	873.00
F1	Fassungsbauwerk	Stk.	1'182'988.00
F2	Fassungsbauwerk abbrechen	Stk.	20'500.00
G1	Geschiebesammler abbrechen	Stk.	128'000.00
SHR	Schwemmholzrechen	Stk.	274'410.00
Objs	Objektschutzmassnahmen	gl	10'000.00
	Diese Zeile verwenden um neu Zeilen hinzuzufügen		
2 Kunstbauten			
	keine Arbeiten	-	
Br_1	Nr.1 - Brücke Salzhüliweg (Rückstau Aare)	gl	341'000.00
UM_1	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 1 und 2	gl	34'000.00
Br_2	Nr.2 - Brücke Mühlegasse (Rückstau Aare)	gl	0.00
Br_3	Nr.3 - Fussgängersteg Schützenmatte (Rückstau Aare)	gl	158'000.00

UM_2	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 3 und 4	gl	84'000.00
Br_4	Nr.4 - Brücke Leberngasse	gl	137'000.00
UM_3	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 4 und 5	gl	213'000.00
UM_4	Mauer Tiefgarage bei Brücke 6	gl	0.00
Br_6	Nr.6 - Brücke Munzingenareal	gl	0.00
Br_7	Nr.7 - Steg Munzingen	gl	0.00
Br_8	Nr.8 - Gebäude Munzingen	gl	0.00
UM_6	Ufermauer linksseitig vor Brücke 8	gl	0.00
Br_9	Nr.9 - Brücke Gheidweg	gl	11'000.00
UM_7	Ufermauer linksseitig vor Brücke 9	gl	0.00
Br_10	Nr.10 - Fussgängersteg Stationsstrasse	gl	0.00
Br_11	Nr.11 - SBB-Brücke	gl	0.00
Br_13	Nr.13 - Steg Gheidweg	gl	571'000.00
Br_15	Nr.15 - Steg Altmatten	gl	0.00
Br_16	Nr.16 - Brücke Mittelgäustrasse	gl	0.00
Br_20	Nr.20 - Brücke Bach-/Dorfstrasse	gl	1'191'000.00
Br_21	Nr.21 - Brücke Gäustrasse	gl	0.00
Br_22	Nr.22 - Brücke Lischmatt	gl	0.00
Br_23	Nr.23 - Brücke Dünnerstrasse	gl	0.00
Br_24	Nr.24 - Brücke SBB	gl	0.00
Br_25	Nr.25 - Brücke SBB	gl	0.00
Br_26	Nr.26 - Steg Lischmatten	gl	575'000.00
Br_27	Nr.27 - Steg Wintererlen	gl	688'000.00
Br_28	Nr.28 - Durchlass Egerkingen	gl	0.00
Br_29	Nr.29 - Dünnersteg	gl	432'000.00
Br_30	Nr.30 - Brücke Bahnhofstrasse	gl	0.00
Br_31	Nr.31 - Steg Mühlematt	gl	0.00
Br_32	Nr.32 - Brücke Neustrasse	gl	1'419'000.00
Br_33	Nr.33 - Steg Grossacker	gl	583'000.00
Br_34	Nr.34 - Brücke Industriestrasse	gl	26'000.00
Br_35	Nr.35 - SBB-Industrie	gl	0.00
Br_36	Nr.36 - SBB-Brücke	gl	0.00
Br_37	Nr.37 - SBB-Brücke	gl	0.00
Br_38	Nr.38 - Steg Halmacker	gl	89'000.00
Br_40	Nr.40 - Steg Schälismüli	gl	42'000.00
Br_42	Nr.42 - Steg Muermatten	gl	42'000.00
Br_43	Nr.43 - Steg ARA	gl	42'000.00
Br_45	Nr.45 - Steg Flurweg	gl	596'000.00
Br_47	Nr.47 - Steg Sportplätze	gl	567'000.00
Br_49	Nr.49 - Brücke Werkhofstrasse (Drittprojekt)	gl	0.00
Br_50	Nr.50 - SBB-Brücke	gl	311'000.00
Br_51	Nr.51 - Brücke Rötelbachstrasse	gl	420'000.00
Br_52	Nr.52 - Brücke Solothurnstrasse	gl	180'000.00
Br_53	Nr.53 - OeBB-Brücke	gl	228'000.00
Br_54	Nr.54 - Brücke Äussere Klus	gl	828'000.00
Br_55	Nr.55 - Brücke Von-Roll-Areal	gl	189'000.00
Br_Bi	Brücke Bipperbach Landwirtschaft	gl	63'000.00
Br_Bi2	Brücke Fehlmattweg	gl	32'000.00
SL	Steg Langsamverkehr	gl	302'000.00
	Diese Zeile verwenden um neu Zeilen hinzuzufügen		
3	Wege/Strassen		
	keine Arbeiten	-	0.00
K1	Kiesweg: Breite 2 m	m'	125.00
K2	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170.00
As1	Asphaltweg: Breite 2 m	m'	190.00
As2	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265.00
As3	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335.00
As4	Abbruch Asphaltweg: Breite 2 m	m'	65.00
As5	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100.00
As6	Abbruch Asphaltweg: Breite 4 m	m'	130.00
Tr	Treppe	m'	725.00
I1	Instandstellung Weg nach Uferverbau	m'	70.00
D2	Durchlass Bahndamm Langsamverkehr	Stk.	566'107.00

	Diese Zeile verwenden um neu Zeilen hinzuzufügen		
4	Werkleitungen		
	keine Arbeiten	-	0.00
	Abwasser bis und mit DN300	m'	500.00
	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700.00
	Abwasser DN600	m'	900.00
	Abwasser DN700	m'	1'000.00
	Abwasser DN800	m'	1'100.00
	Abwasser DN900	m'	1'200.00
	Abwasser DN1000	m'	1'300.00
	Abwasser DN1100	m'	1'600.00
	Abwasser DN1200	m'	1'700.00
	Abwasser DN1300	m'	1'800.00
	Abwasser DN1400	m'	1'850.00
	Abwasser DN1500	m'	1'900.00
	Abwasser DN2000	m'	2'500.00
	Wasser bis und mit DN100	m'	400.00
	Wasser/Gas DN125	m'	450.00
	Wasser/Gas DN150	m'	500.00
	Wasser/Gas DN200	m'	550.00
	Wasser/Gas DN250	m'	600.00
	Wasser/Gas DN300	m'	650.00
	Wasser/Gas DN400	m'	750.00
	Wasser/Gas DN500	m'	900.00
	Gas GVM (63bar)	m'	1'300.00
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85.00
	Strom pro Laufmeter Kabel resp. Rohr	m'	28.00
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100.00
	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120.00
	LWL pro Laufmeter Kabel im Kunststoffrohr	m'	100.00
	Rückbau Swisscom	m'	30.00
	Diese Zeile verwenden um neu Zeilen hinzuzufügen		
5	Wasserbau-Hotspots		
	keine Arbeiten	-	0.00
AT	Amphibienteich	Stk.	32'000.00
ATL	Aufwertung terr. Lebensraum	m2	5.00
KSt	Kleinstrukturen (Asthaufen, Steinhaufen, Unkenlöcher)	m'	10.00
GN	Gestaltung Naherholung	p	10'000.00
	Diese Zeile verwenden um neu Zeilen hinzuzufügen		

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A1	Abschnitt 1 (km 19.1 - km 17.7)				
A1.1	Wasserbau				5'934'000
L1.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	480	193'920
L1.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'920	268'800
L1.1	Aushub Böschung Altlasten: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	431	1'920	827'520
L1.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	480	106'080
S1.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	480	50'400
S1.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	480	93'120
S1.1	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S1.1	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S1.1	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	4'272	12'816
L1.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	60	30'600
L1.2	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	60	8'400
L1.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	120	16'800
L1.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	60	13'260
L1.2	Fassungsbauwerk	Stk.	1'182'988	1	1'182'988
S1.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	15	1'575
S1.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	15	2'910
S1.2	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	116	347
S1.2	Sohlenrampe	m2	257	715	183'755
S1.2	Sohlenpflasterung	m2	242	893	215'985
S1.2	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	735	32'340
S1.2	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	2'398	105'490
S1.2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	24	14'400
R1.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	72	38'232
R1.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	48	10'608
L1.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	94	47'813
L1.3	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	150	38'400
L1.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	230	97'060
L1.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819	65	53'235
L1.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	490	108'290
S1.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	490	51'450
S1.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	490	95'060
S1.3	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S1.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S1.3	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	7'350	22'050
S1.3	Geschiebesammler abrechen	Stk.	128'000	1	128'000
S1.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	30	18'000
S1.3	Schwemmholzrechen	Stk.	274'410	1	274'410
S1.3	Fassungsbauwerk abrechen	Stk.	20'500	1	20'500
S1.3	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R1.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	75	39'825
R1.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	413	142'725
R1.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	80	40'800
R1.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	470	103'870
L1.4	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	50	114'900
L1.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	75	16'575
L1.4	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	196	2'352
S1.4	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	30	1'050
S1.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	30	5'820
S1.4	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	165	495
S1.4	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	638	28'050
S1.4	Sohlenrampe	m2	257	383	98'303
S1.4	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R1.4	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	50	114'900
R1.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	75	16'575
R1.4	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	33	10'500
R1.4	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:1	m'	969	10	9'690
L1.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	35	17'850
L1.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	100	34'600
L1.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	40	20'400
L1.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	65	34'515
L1.5	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	175	24'500
L1.5	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	263	36'750
L1.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	240	53'040

L1.5	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	1'344	16'128
S1.5	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	240	8'400
S1.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	240	46'560
S1.5	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	960	2'880
S1.5	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S1.5	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	42	1'848
S1.5	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	14	8'400
R1.5	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	7	15'320
R1.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	225	119'475
R1.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	235	51'935
R1.5	Betonufermauer	m'	873	311	271'067
A1.2	Kunstabauten				1'547'000
	Nr.55 - Brücke Von-Roll-Areal	gl	189'000	1	189'000
	Nr.54 - Brücke Aussere Klus	gl	828'000	1	828'000
	Nr.53 - OeBB-Brücke	gl	228'000	1	228'000
	Steg Langsamverkehr	gl	302'000	1	302'000
A1.3	Wege/Strassen				1'068'000
L1.2	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335	55	18'425
L1.2	Abbruch Asphaltweg: Breite 4 m	m'	130	56	7'280
L1.3	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335	295	98'825
L1.3	Abbruch Asphaltweg: Breite 4 m	m'	130	270	35'100
L1.3	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	120	31'800
L1.3	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	350	92'750
L1.3	Treppe	m'	725	20	14'500
R1.3	Kiesweg: Breite 2 m	m'	125	395	49'375
L1.4	Asphaltweg: Breite 2 m	m'	190	40	7'600
L1.4	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	65	17'225
L1.4	Durchlass Bahndamm Langsamverkehr	Stk.	566'107	1	566'107
L1.5	Asphaltweg: Breite 2 m	m'	190	30	5'700
L1.5	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	240	63'600
R1.5	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	225	59'625
A1.4	Werkleitungen				1'522'000
1W	Wasser/Gas DN300	m'	650	25	16'250
1E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	250	21'250
1LWL	LWL pro Laufmeter Kabel im Kunststoffrohr	m'	100	25	2'500
2RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
3RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
4RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
5W	Wasser/Gas DN300	m'	650	460	299'000
5E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	5'060	430'100
6RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	30	21'000
7W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	20	8'000
7W	Wasser/Gas DN250	m'	600	20	12'000
7E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	260	22'100
7SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	60	6'000
8E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	1'320	112'200
8RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	150	285'000
8SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	600	60'000
9G	Wasser/Gas DN200	m'	550	30	16'500
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	30	2'550
10	Abwasser DN800	m'	1'100	20	22'000
11G	Wasser/Gas DN250	m'	600	160	96'000
11SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	160	16'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	160	13'600
12G	Wasser/Gas DN125	m'	450	30	13'500
12MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	30	15'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	30	2'550
13RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
14E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	25	2'125
A1.5	Wasserbau-Hotspots				5'625'000
M1.3	Gestaltung Naherholung	p	10'000	1	10'000
L1.3	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	113	78'750
L1.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'238	173'250
L1.3	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:4	m'	2'154	113	242'325
L1.3	Aushub Böschung Altlasten: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	431	1'238	533'363
L1.3	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	180	126'000
L1.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	4'140	579'600
L1.3	Aushub Böschung Altlasten: Neigung 1:4	m'	2'154	180	387'720
L1.3	Aushub Böschung Altlasten: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	431	4'140	1'784'340
L1.3	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	230	161'000
L1.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	6'440	901'600
S1.3	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	14'700	646'800

Total Baumeisterarbeiten

15'696'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A2	Abschnitt 2 (km 17.7 - km 16.6)				
A2.1	Wasserbau				2'051'000
L2.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	220	88'880
L2.1	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	735	8'820
S2.1	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	185	6'475
S2.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	185	35'890
S2.1	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S2.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	555	1'665
S2.1	Sohlenrampe	m2	257	210	53'970
S2.1	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	21	12'600
S2.1	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	180	7'920
R2.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	220	88'880
R2.1	Betonufermauer	m'	873	100	87'300
L2.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	125	50'500
S2.2	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	125	4'375
S2.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	125	24'250
S2.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S2.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	300	900
S2.2	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	338	14'850
R2.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	125	50'500
R2.2	Betonufermauer	m'	873	35	30'555
L2.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	130	52'520
S2.3	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	130	4'550
S2.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	130	25'220
S2.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S2.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	273	819
S2.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	7	4'200
S2.3	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	332	14'586
R2.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	130	52'520
R2.3	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	149	1'782
R2.3	Betonufermauer	m'	873	30	26'190
L2.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	130	52'520
S2.4	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	110	3'850
S2.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	110	21'340
S2.4	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S2.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	253	759
S2.4	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	6	3'600
S2.4	Sohlenrampe	m2	257	106	27'242
R2.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	130	52'520
R2.4	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	87	1'040
R2.4	Betonufermauer	m'	873	33	28'373
L2.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	525	212'100
S2.5	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	115	4'025
S2.5	Sohle: Niederwasserrinne (schmal, Zwischentransport vor Ort)	m'	130	275	35'750
S2.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	400	77'600
S2.5	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S2.5	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S2.5	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	345	1'035
S2.5	Sohle: Flussskies (Zwischentransport vor Ort) und Ansaat	m2	13	825	10'725
S2.5	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	7	4'200
S2.5	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	702	30'888
R2.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	300	121'200
R2.5	Betonufermauer	m'	873	150	130'950
L2.6	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	67	153'200
L2.6	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	67	21'000
L2.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	100	22'100
S2.6	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	100	10'500
S2.6	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	100	19'400
S2.6	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S2.6	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	250	750
S2.6	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	190	8'360
S2.6	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R2.6	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	67	153'200
R2.6	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	67	21'000

R2.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	100	22'100
A2.2	Kunstabauten				911'000
	Nr.52 - Brücke Solothurnstrasse	gl	180'000	1	180'000
	Nr.51 - Brücke Rötelbachstrasse	gl	420'000	1	420'000
	Nr.50 - SBB-Brücke	gl	311'000	1	311'000
A2.3	Wege/Strassen				50'000
L2.1	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	175	46'375
L2.1	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100	40	4'000
A2.4	Werkleitungen				580'000
1RW	Abwasser DN1000	m'	1'300	10	13'000
2RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	10	19'000
3RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
4RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
5SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	720	72'000
6E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	300	25'500
6W400	Wasser/Gas DN400	m'	750	60	45'000
6G200	Wasser/Gas DN200	m'	550	60	33'000
7RW	Abwasser DN600	m'	900	10	9'000
8RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
9MW	Abwasser DN1000	m'	1'300	150	195'000
10E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	30	2'550
10W250	Wasser/Gas DN250	m'	600	30	18'000
11RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	10	19'000
12RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
13SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	25	2'500
14RW	Abwasser DN1400	m'	1'850	10	18'500
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	40	4'000
15RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
16E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	200	17'000
16SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	250	25'000
17RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
18RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	10	18'000
A2.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten

3'592'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A3	Abschnitt 3 (km 16.6 - km 12.7)				
A3.1	Wasserbau				8'495'000
L3.1	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	50	114'900
L3.1	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	50	15'750
L3.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	75	16'575
S3.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	75	7'875
S3.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	75	14'550
S3.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	248	743
R3.1	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	50	114'900
R3.1	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	50	15'750
R3.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	75	16'575
L3.2	Böschung: Biberprofil	m'	689	380	261'820
L3.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	385	85'085
L3.2	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	360	4'320
S3.2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	40	24'000
S3.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	385	40'425
S3.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	385	74'690
S3.2	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	2	22'682
S3.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S3.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	5'775	17'325
S3.2	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	3'040	36'480
R3.2	Böschung: Biberprofil	m'	689	365	251'485
R3.2	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	243	76'650
R3.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	3'285	459'900
R3.2	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	20	45'960
R3.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	380	83'980
R3.2	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	1'163	13'950
L3.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	390	198'900
L3.3	Auffüllung Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	38	390	14'820
L3.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	390	86'190
L3.3	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	259	3'105
S3.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	390	40'950
S3.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	390	75'660
S3.3	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S3.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S3.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'560	4'680
S3.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	32	19'200
R3.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	155	79'050
R3.3	Böschung: Neigung 1:1, Blocksatz	m'	2'298	100	229'800
R3.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	135	68'850
R3.3	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	290	40'600
R3.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'160	162'400
R3.3	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	100	31'500
R3.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	200	28'000
R3.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	390	86'190
L3.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	240	83'040
L3.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	240	53'040
S3.4	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
S3.4	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	240	25'200
S3.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	240	46'560
S3.4	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S3.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	360	1'080
S3.4	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	21	12'600
R3.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	225	114'750
R3.4	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	225	31'500
R3.4	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	788	110'250
R3.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	225	49'725
L3.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	465	160'890
L3.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	65	33'150
L3.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	15	6'060
L3.5	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	530	74'200
L3.5	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	795	111'300
L3.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	545	120'445
S3.5	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	545	57'225

S3.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	545	105'730
S3.5	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	3	12'960
S3.5	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S3.5	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	818	2'453
S3.5	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	42	25'200
R3.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	545	289'395
R3.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	545	120'445
L3.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	230	92'920
L3.6	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	35	17'850
L3.6	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	35	4'900
L3.6	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	88	12'250
L3.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	40	8'840
S3.6	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	265	27'825
S3.6	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	265	51'410
S3.6	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	3	12'960
S3.6	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	21	12'600
R3.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	265	107'060
R3.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	40	8'840
L3.7	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	630	217'980
L3.7	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	630	88'200
L3.7	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'890	264'600
L3.7	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	630	139'230
S3.7	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	630	66'150
S3.7	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	630	122'220
S3.7	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S3.7	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	4	17'280
S3.7	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'260	3'780
S3.7	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	63	37'800
R3.7	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	630	334'530
R3.7	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	630	139'230
L3.9	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	590	151'040
L3.9	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	50	21'100
L3.9	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	615	135'915
S3.9	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne (Zwischentransport vor Ort)	m'	290	640	185'600
S3.9	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	640	124'160
S3.9	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S3.9	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	4	17'280
S3.9	Sohle: Flussskies (Zwischentransport vor Ort) und Ansaat	m2	13	2'560	33'280
S3.9	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	7	4'200
R3.9	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	565	144'640
R3.9	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	50	21'100
R3.9	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	615	135'915
L3.10	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	380	131'480
L3.10	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	380	53'200
L3.10	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'520	212'800
L3.10	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	380	83'980
S3.10	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne (Zwischentransport vor Ort)	m'	290	380	110'200
S3.10	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	380	73'720
S3.10	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S3.10	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S3.10	Sohle: Flussskies (Zwischentransport vor Ort) und Ansaat	m2	13	1'520	19'760
S3.10	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	49	29'400
R3.10	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	380	201'780
R3.10	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	380	83'980
A3.2	Kunstabauten				1'247'000
	Nr.47 - Steg Sportplätze	gl	567'000	1	567'000
	Nr.45 - Steg Flurweg	gl	596'000	1	596'000
	Nr.43 - Steg ARA	gl	42'000	1	42'000
	Nr.42 - Steg Muermatten	gl	42'000	1	42'000
A3.3	Wege/Strassen				959'000
R3.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	45	7'650
L3.2	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	200	53'000
R3.2	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	310	52'700
R3.3	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335	360	120'600
L3.5	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335	818	273'863
L3.5	Abbruch Asphaltweg: Breite 4 m	m'	130	818	106'275
L3.6	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	50	8'500
L3.7	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	245	41'650
L3.7	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	380	64'600
L3.7	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100	380	38'000
L3.8	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	50	8'500
L3.9	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	700	119'000

L3.10	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	110	18'700
L3.10	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	270	45'900
A3.4 Werkleitungen					2'044'000
1RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
2RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
3MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	575	402'500
4MGB	Abwasser DN800	m'	1'100	150	165'000
5MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	50	35'000
6W	Wasser/Gas DN150	m'	500	70	35'000
7SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	80	8'000
8RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
9E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	300	25'500
10G	Wasser/Gas DN125	m'	450	80	36'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	80	6'800
11RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	10	18'000
12RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	10	18'000
13SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	700	84'000
14RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
15G	Wasser/Gas DN300	m'	650	0	0
15W	Wasser/Gas DN125	m'	450	0	0
15SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	550	66'000
16E	Strom pro Laufmeter Kabel resp. Rohr	m'	28	0	0
21SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	2'200	264'000
21SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	2'200	220'000
22G	Wasser/Gas DN250	m'	600	720	432'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	720	61'200
23RW	Abwasser DN1100	m'	1'600	15	24'000
24W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	270	108'000
A3.6 Wasserbau-Hotspots					1'922'000
M3.9	Amphibienteich	Stk.	32'000	5	160'000
M3.9	Aufwertung terr. Lebensraum	m2	5	30'000	150'000
M3.9	Kleinstrukturen (Asthaufen, Steinhaufen, Unkenlöcher)	m'	10	640	6'400
M3.9	Gestaltung Naherholung	p	10'000	1	10'000
L3.9	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	640	448'000
L3.9	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	7'360	1'030'400
R3.9	Auffüllung Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	190	615	116'850

Total Baumeisterarbeiten

14'667'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A4	Abschnitt 4 (km 12.7 - km 11.6)				
A4.1	Wasserbau				1'591'000
L4.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	80	27'680
L4.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	45	22'950
L4.1	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	125	17'500
L4.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	438	61'250
L4.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	125	27'625
S4.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne (Zwischentransport vor Ort)	m'	290	125	36'250
S4.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	125	24'250
S4.1	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S4.1	Sohle: Flussskies (Zwischentransport vor Ort) und Ansaat	m2	13	313	4'063
S4.1	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	16	9'600
R4.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	125	66'375
R4.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	125	27'625
L4.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	200	80'800
S4.2	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	120	4'200
S4.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	120	23'280
S4.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S4.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	516	1'548
S4.2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	9	5'400
R4.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	200	80'800
R4.2	Betonufermauer	m'	873	48	41'904
L4.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	560	226'240
S4.3	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
S4.3	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	560	19'600
S4.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	560	108'640
S4.3	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S4.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S4.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	3'304	9'912
S4.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	16	9'600
R4.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	560	226'240
R4.3	Betonufermauer	m'	873	156	136'188
L4.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	330	114'180
L4.4	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	220	30'800
L4.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	220	48'620
S4.4	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	220	7'700
S4.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	220	42'680
S4.4	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S4.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	748	2'244
S4.4	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	8	4'800
A4.2	Kunstabauten				131'000
	Nr.40 - Steg Schälismüll	gl	42'000	1	42'000
	Nr.38 - Steg Halmacker	gl	89'000	1	89'000
A4.3	Wege/Strassen				20'000
L4.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	115	19'550
A4.4	Werkleitungen				293'000
1G	Wasser/Gas DN250	m'	600	0	0
1E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
1SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	280	33'600
2G	Wasser/Gas DN125	m'	450	60	27'000
3RW	Abwasser DN1200	m'	1'700	20	34'000
4RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
5SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	180	18'000
5RW	Abwasser DN1200	m'	1'700	10	17'000
6MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	0	0
6MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	0	0
6MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	0	0
8SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	630	63'000
9RW	Abwasser DN900	m'	1'200	15	18'000
10W	Wasser/Gas DN300	m'	650	50	32'500
10E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	50	4'250
11RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	15	10'500
12G	Wasser/Gas DN250	m'	600	0	0
12E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0

12MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	0	0
	LWL pro Laufmeter Kabel im Kunststoffrohr	m'	100	0	0
	Rückbau Swisscom	m'	30	0	0
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	270	22'950
13GVM	Wasser/Gas DN250	m'	600	0	0
A4.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten				2'035'000	
---------------------------------	--	--	--	------------------	--

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A5	Abschnitt 5 (km 11.6 - km 10.6)				
A5.1	Wasserbau				2'229'000
S5.1	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	155	5'425
S5.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	155	30'070
S5.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	620	1'860
L5.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	30	15'300
L5.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	155	53'630
L5.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	35	17'850
L5.2	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	220	30'800
L5.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	110	15'400
L5.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	220	48'620
S5.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	220	23'100
S5.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	220	42'680
S5.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S5.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	550	1'650
S5.2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	18	10'800
R5.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	220	116'820
R5.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	220	48'620
L5.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	80	27'680
L5.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	40	20'400
L5.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	15	7'965
L5.3	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	120	16'800
L5.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	180	25'200
L5.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	120	26'520
S5.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	120	12'600
S5.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	120	23'280
S5.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S5.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	300	900
S5.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	18	10'800
R5.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	120	48'480
R5.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	120	26'520
L5.4	Böschung: Biberprofil	m'	689	375	258'375
L5.4	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	250	78'750
L5.4	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	2'063	288'750
L5.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	375	82'875
S5.4	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
S5.4	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	375	39'375
S5.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	375	72'750
S5.4	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S5.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	3'750	11'250
S5.4	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	1'875	22'500
S5.4	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	18	10'800
R5.4	Böschung: Biberprofil	m'	689	375	258'375
R5.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	375	82'875
L5.5	Böschung: Biberprofil	m'	689	90	62'010
L5.5	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	60	18'900
L5.5	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	450	63'000
L5.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	90	19'890
S5.5	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	90	9'450
S5.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	90	17'460
S5.5	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S5.5	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	900	2'700
S5.5	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	450	5'400
R5.5	Böschung: Biberprofil	m'	689	90	62'010
R5.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	90	19'890
A5.2	Kunstabauten				2'028'000
	Nr.37 - SBB-Brücke	gl	0		0
	Nr.36 - SBB-Brücke	gl	0		0
	Nr.34 - Brücke Industriestrasse	gl	26'000	1	26'000
	Nr.33 - Steg Grossacker	gl	583'000	1	583'000
	Nr.32 - Brücke Neustrasse	gl	1'419'000	1	1'419'000
A5.3	Wege/Strassen				268'000
L5.2	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	235	39'950
L5.2	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100	235	23'500

L5.3	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	120	31'800
L5.3	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100	115	11'500
L5.4	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	400	106'000
L5.4	Abbruch Asphaltweg: Breite 3 m	m'	100	400	40'000
L5.5	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	90	15'300
A5.4	Werkleitungen				612'000
1MW	Abwasser DN800	m'	1'100	0	0
1E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
1GVM	LWL pro Laufmeter Kabel im Kunststoffrohr	m'	100	0	0
1W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	0	0
1SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	0	0
2RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
3RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	25	12'500
4MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	120	84'000
4MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	120	84'000
4MW	Abwasser DN600	m'	900	120	108'000
	Abwasser DN700	m'	1'000	10	10'000
5E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	320	27'200
5SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	40	4'000
7E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
7G	LWL pro Laufmeter Kabel im Kunststoffrohr	m'	100	390	39'000
7W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	0	0
7SC	Rückbau Swisscom	m'	30	450	13'500
8RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
10RW	Abwasser DN900	m'	1'200	15	18'000
11SC	Rückbau Swisscom	m'	30	150	4'500
	Abwasser DN700	m'	1'000	10	10'000
12RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	10	19'000
13RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	50	90'000
14GVM	Gas GVM (63bar)	m'	1'300	50	65'000
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	40	4'000
A5.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten					5'137'000
---------------------------------	--	--	--	--	------------------

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A6	Abschnitt 6 (km 10.6 - km 7.9)				
A6.1	Wasserbau				6'321'000
L6.1	Böschung: Biberprofil	m'	689	620	427'180
L6.1	Aushub Böschung: Neigung 1:1, Breite 1 m	m'	315	620	195'300
L6.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	3'100	434'000
L6.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	620	137'020
S6.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	620	65'100
S6.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	620	120'280
S6.1	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S6.1	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S6.1	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	6'200	18'600
S6.1	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	27	16'200
S6.1	Terrainerhöhung: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	12	4'340	52'080
R6.1	Böschung: Biberprofil	m'	689	620	427'180
R6.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	620	137'020
L6.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	370	149'480
L6.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	370	51'800
S6.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	370	38'850
S6.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	370	71'780
S6.2	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S6.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	1	4'320
S6.2	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	740	2'220
R6.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	370	149'480
L6.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	500	202'000
L6.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	210	111'510
L6.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	710	156'910
S6.3	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
S6.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	710	74'550
S6.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	710	137'740
S6.3	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S6.3	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S6.3	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	2'130	6'390
S6.3	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	24	14'400
R6.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	40	16'880
R6.3	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	560	143'360
R6.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819	70	57'330
R6.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	40	21'240
R6.3	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	670	469'000
R6.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'005	140'700
R6.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	710	156'910
L6.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	135	46'710
L6.5	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	135	18'900
L6.5	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	135	18'900
L6.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	135	29'835
S6.5	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	135	14'175
S6.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	135	26'190
S6.5	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	203	608
R6.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	135	54'540
R6.5	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	135	29'835
L6.6	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	85	35'870
L6.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	5	2'655
L6.6	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	550	140'800
L6.6	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	635	444'500
L6.6	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	318	44'450
L6.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	635	140'335
S6.6	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	635	66'675
S6.6	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	635	123'190
S6.6	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	1'270	3'810
S6.6	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	16	9'600
R6.6	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	85	35'870
R6.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	5	2'655
R6.6	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	550	140'800
R6.6	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	635	444'500
R6.6	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	318	44'450

R6.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	635	140'335
A6.2	Kunstbauten				1'120'000
	Nr.31 - Steg Mühlematt	gl	0		0
	Nr.30 - Brücke Bahnhofstrasse	gl	0		0
	Nr.29 - Dünnernsteg	gl	432'000	1	432'000
	Nr.28 - Durchlass Egerkingen	gl	0		0
	Nr.27 - Steg Wintererlen	gl	688'000	1	688'000
A6.3	Wege/Strassen				427'000
L6.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	625	106'250
R6.3	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	470	79'900
L6.5	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	140	23'800
L6.6	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	390	66'300
L6.6	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	245	41'650
R6.6	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	90	15'300
R6.6	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	550	93'500
A6.4	Werkleitungen				932'000
1RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
2SC	Rückbau Swisscom	m'	30	630	18'900
3RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
4RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
5RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	15	28'500
6RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	300	25'500
	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	60	42'000
7RW	Abwasser DN900	m'	1'200	20	24'000
8RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
9RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
10RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	15	10'500
11SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	150	15'000
12E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
12SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	60	6'000
13RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
14RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
15RW	Abwasser DN1200	m'	1'700	10	17'000
16RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
17RW	Abwasser DN700	m'	1'000	10	10'000
18SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
20W	Wasser/Gas DN200	m'	550	0	0
21RW	Abwasser DN1200	m'	1'700	50	85'000
22E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	3'500	297'500
23G	Wasser/Gas DN125	m'	450	35	15'750
23E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	35	2'975
31W	Wasser/Gas DN125	m'	450	100	45'000
32RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	10	18'000
34RW	Abwasser DN600	m'	900	10	9'000
35MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	0	0
36RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
37RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	20	38'000
38E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
38W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	0	0
39SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	260	31'200
40E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	180	15'300
40SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	90	9'000
41E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	60	5'100
41SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	30	3'000
42SC	Rückbau Swisscom	m'	30	550	16'500
43RW	Abwasser DN2000	m'	2'500	25	62'500
A6.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten

8'800'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A7	Abschnitt 7 (km 7.9 - km 5.1)				
A7.1	Wasserbau				5'647'000
L7.1	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	190	48'640
L7.1	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	60	25'320
L7.1	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	250	175'000
L7.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	125	17'500
L7.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	250	55'250
S7.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	250	26'250
S7.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	250	48'500
S7.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	500	1'500
R7.1	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	190	48'640
R7.1	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	60	25'320
R7.1	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	250	175'000
R7.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	125	17'500
R7.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	250	55'250
L7.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	730	252'580
L7.2	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	730	102'200
L7.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	3'285	459'900
L7.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	730	161'330
S7.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	730	76'650
S7.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	730	141'620
S7.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	4'380	13'140
R7.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	730	294'920
R7.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	730	161'330
L7.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	220	88'880
L7.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	220	116'820
L7.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	440	97'240
L7.3	Betonufermauer	m'	873	51	44'523
S7.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	440	46'200
S7.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	440	85'360
S7.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'320	3'960
R7.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	220	76'120
R7.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	220	112'200
R7.3	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	440	61'600
R7.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	880	123'200
R7.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	440	97'240
L7.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	65	34'515
L7.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	210	84'840
L7.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	65	34'515
L7.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	340	75'140
S7.4	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	340	35'700
S7.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	340	65'960
S7.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'020	3'060
S7.4	Sohlenpflasterung	m2	242	850	205'700
S7.4	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R7.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	75	38'250
R7.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	195	67'470
R7.4	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	70	35'700
R7.4	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	340	47'600
R7.4	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	340	47'600
R7.4	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	340	75'140
L7.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	140	56'560
S7.5	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	140	14'700
S7.5	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	140	27'160
S7.5	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	420	1'260
R7.5	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	15	7'650
R7.5	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	130	52'520
L7.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	160	64'640
L7.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	160	35'360
S7.6	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	160	5'600
S7.6	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	160	31'040
S7.6	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	800	2'400
R7.6	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	160	84'960
R7.6	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	160	35'360

L7.7	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	10	4'040
L7.7	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	40	16'880
L7.7	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	280	71'680
L7.7	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	75	31'650
L7.7	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	15	5'190
L7.7	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	420	92'820
S7.7	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
S7.7	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	420	44'100
S7.7	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	420	81'480
S7.7	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	2'520	7'560
S7.7	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	10	6'000
R7.7	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	15	7'965
R7.7	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819	30	24'570
R7.7	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	280	71'680
R7.7	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	50	21'100
R7.7	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	30	15'300
R7.7	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	420	92'820
L7.8	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	250	86'500
L7.8	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	250	35'000
L7.8	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	250	35'000
L7.8	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	250	55'250
S7.8	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	250	26'250
S7.8	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	250	48'500
S7.8	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	500	1'500
R7.8	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	250	86'500
R7.8	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	250	55'250
A7.2 Kunstbauten					1'766'000
	Nr.26 - Steg Lischmatten	gl	575'000	1	575'000
	Nr.25 - Brücke SBB	gl	0		0
	Nr.24 - Brücke SBB	gl	0		0
	Nr.23 - Brücke Dünnerstrasse	gl	0		0
	Nr.22 - Brücke Lischmatt	gl	0		0
	Nr.21 - Brücke Gäustrasse	gl	0		0
	Nr.20 - Brücke Bach-/Dorfstrasse	gl	1'191'000	1	1'191'000
A7.3 Wege/Strassen					473'000
L7.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	40	6'800
L7.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	205	34'850
R7.1	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	20	3'400
R7.1	Asphaltweg: Breite 4 m	m'	335	230	77'050
R7.1	Abbruch Asphaltweg: Breite 4 m	m'	130	230	29'900
L7.2	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	725	123'250
R7.4	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	755	128'350
L7.7	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	410	69'700
A7.4 Werkleitungen					1'204'000
1E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	1'120	95'200
2RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	20	10'000
3RW	Abwasser DN700	m'	1'000	10	10'000
4SC	Rückbau Swisscom	m'	30	1'420	42'600
5RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
6RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
8E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	450	38'250
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	40	4'000
9W	Wasser/Gas DN150	m'	500	10	5'000
10E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	800	68'000
12RW	Abwasser DN600	m'	900	10	9'000
13SW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
21RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
22RW	Abwasser DN600	m'	900	10	9'000
23RW	Abwasser DN800	m'	1'100	20	22'000
25RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
25RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
26W	Wasser/Gas DN400	m'	750	40	30'000
26G	Wasser/Gas DN250	m'	600	40	24'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	40	3'400
27E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
28RW	Abwasser DN1500	m'	1'900	10	19'000
29RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	10	18'000
30E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	0	0
31E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	5'200	442'000

31SC	Swisscom pro Laufmeter Betonrohr	m'	120	400	48'000
31SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
32RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
33E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	100	8'500
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	40	4'000
34RW	Abwasser DN700	m'	1'000	10	10'000
35E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	1'000	85'000
35W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	250	100'000
35SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	500	50'000
A7.5	Wasserbau-Hotspots				1'051'000
M7.7	Gestaltung Naherholung	p	10'000	1	10'000
L7.7	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	405	283'500
L7.7	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m ³ /m'	120	5'670	680'400
R7.7	Auffüllung Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	190	405	76'950

Total Baumeisterarbeiten	10'141'000
---------------------------------	-------------------

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A8	Abschnitt 8 (km 5.1 - km 3.8)				
A8.1	Wasserbau				2'600'000
L8.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	750	259'500
L8.1	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	750	105'000
L8.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	1'875	262'500
L8.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	750	165'750
S8.1	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	750	78'750
S8.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	750	145'500
S8.1	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	4'500	13'500
R8.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	750	259'500
R8.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	750	165'750
L8.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	200	69'200
L8.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	45	22'950
L8.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	40	21'240
L8.2	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	245	34'300
L8.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	858	120'050
L8.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	285	62'985
S8.2	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	285	29'925
S8.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	285	55'290
S8.2	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	1'140	3'420
S8.2	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R8.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	285	115'140
R8.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	285	62'985
L8.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	35	18'585
L8.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	235	81'310
L8.3	Auffüllung Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	38	235	8'930
L8.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	270	59'670
S8.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	270	28'350
S8.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	270	52'380
S8.3	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	1'081	3'243
S8.3	Sohle: Flusskies und Ansaat	m2	3	105	315
S8.3	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R8.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	50	20'200
R8.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	220	76'120
R8.3	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	220	30'800
R8.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	660	92'400
R8.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	270	59'670
A8.2	Kunstabauten				0
	keine Arbeiten	-	0		0
A8.3	Wege/Strassen				0
	keine Arbeiten	-	0		0
A8.4	Werkleitungen				697'000
1RW	Abwasser DN1300	m'	1'800	70	126'000
2MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	200	140'000
3RW	Abwasser DN1000	m'	1'300	10	13'000
4RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
5E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	960	81'600
5W	Wasser bis und mit DN100	m'	400	220	88'000
5SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	440	44'000
6RW	Abwasser DN2000	m'	2'500	10	25'000
7SC	Rückbau Swisscom	m'	30	750	22'500
8SC	Rückbau Swisscom	m'	30	300	9'000
10E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	750	63'750
11MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	120	60'000
12RW	Abwasser DN1000	m'	1'300	10	13'000
A8.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten

3'297'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A9	Abschnitt 9 (km 3.8 - km 1.9)				
A9.1	Wasserbau				1'530'000
L9.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	240	83'040
L9.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	240	53'040
S9.1	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	520	18'200
S9.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	520	100'880
S9.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	2'236	6'708
S9.1	Sohlenrampe	m2	257	210	53'970
S9.1	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	9	5'400
R9.1	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	240	83'040
R9.1	Aushub Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	140	240	33'600
R9.1	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	360	50'400
R9.1	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	200	44'200
L9.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	465	187'860
S9.2	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	465	16'275
S9.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	465	90'210
S9.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	2'093	6'278
S9.2	Sohlenrampe	m2	257	280	71'960
S9.2	Rückbau Schwellen, Breite = 1 m	m'	600	7	4'200
S9.2	Mündung Seitenbach	Stk.	7'440	1	7'440
R9.2	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	465	187'860
L9.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	60	31'860
L9.3	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	220	76'120
L9.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	280	61'880
S9.3	Sohle: Nieder- und Mittelwasserrinne	m'	105	280	29'400
S9.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	280	54'320
S9.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	3'640	10'920
R9.3	Böschung: Neigung 2:3, Typ 2	m'	531	10	5'310
R9.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	50	21'100
R9.3	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	120	30'720
R9.3	Böschung: Neigung 1:4, Typ 1	m'	422	100	42'200
R9.3	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	280	61'880
A9.2	Kunstabauten				0
	Nr.16 - Brücke Mittelgäustrasse	gl	0		0
	Nr.15 - Steg Altmatten	gl	0		0
A9.3	Wege/Strassen				80'000
R9.3	Asphaltweg: Breite 3 m	m'	265	300	79'500
A9.4	Werkleitungen				326'000
1E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	200	17'000
2RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
3W	Wasser/Gas DN200	m'	550	120	66'000
4RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
5RW	Abwasser DN900	m'	1'200	10	12'000
6RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
7RW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	10	7'000
8MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	100	70'000
9MW	Abwasser DN350 bis DN500	m'	700	80	56'000
9G	Wasser/Gas DN200	m'	550	80	44'000
9E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	160	13'600
10RW	Abwasser DN1000	m'	1'300	10	13'000
11E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
11SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
A9.5	Wasserbau-Hotspots				815'000
M9.3	Aufwertung terr. Lebensraum	m2	5	2'000	10'000
M9.3	Kleinstrukturen (Asthaufen, Steinhaufen, Unkenlöcher)	m'	10	280	2'800
S9.3	Sohle: Absenkung, Breite 1 m, Tiefe 1 m	m3	44	3'724	163'856
R9.3	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	600	280	168'000
R9.3	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	120	3'920	470'400
Total Baumeisterarbeiten					2'751'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
A10	Abschnitt 10 (km 1.9 - km 0.0)				
A10.1	Wasserbau				1'278'000
L10.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	225	90'900
S10.1	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	225	7'875
S10.1	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	225	43'650
S10.1	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S10.1	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S10.1	Sohlenpflasterung	m2	242	490	118'580
S10.1	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	855	2'565
R10.1	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	230	92'920
L10.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	20	10'200
L10.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 1	m'	346	205	70'930
L10.2	Böschung: Neigung 1:2, Typ 2	m'	510	50	25'500
L10.2	Auffüllung Böschung: Neigung 1:2, Breite 1 m	m'	38	275	10'450
L10.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	275	60'775
S10.2	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	265	9'275
S10.2	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	265	51'410
S10.2	Sohle: Blocksteinschwellen	Stk.	11'341	1	11'341
S10.2	Sohle: Pfahlschwelle	Stk.	4'320	2	8'640
S10.2	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'325	3'975
R10.2	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819	25	20'475
R10.2	Böschung: Neigung 1:4, ohne Verbau	m'	256	210	53'760
R10.2	Böschung: Neigung 1:4, Typ 2	m'	819	75	61'425
R10.2	Aushub Böschung: Neigung 1:4, Breite 1 m	m'	700	310	217'000
R10.2	Aushub Böschung: Breite 1 m im Böschungsfuss	m3/m'	140	310	43'400
R10.2	Rückbau Böschungsfuss (einseitig)	m'	221	300	66'300
S10.3	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	15	525
S10.3	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	15	2'910
S10.3	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	84	252
S10.4	Sohle: Niederwasserrinne (schmal)	m'	35	235	8'225
S10.4	Sohle: IRT-Strukturen	m'	194	235	45'590
S10.4	Sohle: Flussskies und Ansaat	m2	3	1'387	4'160
R10.4	Böschung: Neigung 2:3, Typ 1	m'	404	235	94'940
	Objektschutzmassnahmen	gl	10'000	2	20'000
A10.2	Kunstabauten				1'549'000
	Nr.13 - Steg Gheidweg	gl	571'000	1	571'000
	Nr.11 - SBB-Brücke	gl	0		0
	Nr.10 - Fussgängersteg Stationsstrasse	gl	0		0
	Nr.9 - Brücke Gheidweg	gl	11'000	1	11'000
	Nr.8 - Gebäude Munzingen	gl	0		0
	Nr.6 - Brücke Munzingenareal	gl	0		0
	Nr.4 - Brücke Leberngasse	gl	137'000	1	137'000
	Nr.3 - Fussgängersteg Schützenmatte (Rückstau Aare)	gl	158'000	1	158'000
	Nr.1 - Brücke Salzhüslweg (Rückstau Aare)	gl	341'000	1	341'000
	Ufermauer linksseitig vor Brücke 9	gl	0		0
	Ufermauer linksseitig vor Brücke 8	gl	0		0
	Mauer Tiefgarage bei Brücke 6	gl	0		0
	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 4 und 5	gl	213'000	1	213'000
	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 3 und 4	gl	84'000	1	84'000
	Ufermauer beidseitig zwischen Brücke 1 und 2	gl	34'000	1	34'000
A10.3	Wege/Strassen				0
	keine Arbeiten	-	0		0
A10.4	Werkleitungen				1'160'000
1MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	80	40'000
2W	Wasser/Gas DN250	m'	600	80	48'000
3RW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	10	5'000
4E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	120	10'200
5E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	30	2'550
5W	Wasser/Gas DN200	m'	550	30	16'500
5SC	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	330	33'000
6RW	Abwasser DN800	m'	1'100	10	11'000
7G	Wasser/Gas DN200	m'	550	300	165'000
7W	Wasser/Gas DN500	m'	900	300	270'000
7E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	2'100	178'500

7SC	Rückbau Swisscom	m'	30	300	9'000
8MW	Abwasser DN1000	m'	1'300	80	104'000
9G	Wasser/Gas DN200	m'	550	80	44'000
9W	Wasser/Gas DN500	m'	900	80	72'000
9E	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	560	47'600
	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	60	30'000
10MW	Abwasser bis und mit DN300	m'	500	60	30'000
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
	Wasser/Gas DN250	m'	600	0	0
	Wasser/Gas DN125	m'	450	0	0
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	0	0
	Swisscom pro Laufmeter Kunststoffrohr oder Zorres	m'	100	0	0
	Wasser/Gas DN200	m'	550	0	0
	Wasser/Gas DN125	m'	450	0	0
	Wasser/Gas DN200	m'	550	45	24'750
	Elektro pro Laufmeter Rohr	m'	85	225	19'125
A10.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0

Total Baumeisterarbeiten					3'987'000
---------------------------------	--	--	--	--	------------------

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
 Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
D	Dünnerngrube				
D.1	Grube / Grundausmass - Endgeometrie	gl	9'562'000	1	9'562'000
D.2	Grube / Zusatzaushub - Kiesgewinnung	gl	-2'834'000	1	-2'834'000
D.3	Stollen exkl. Autobahn	gl	4'713'000	1	4'713'000
D.4	Stollen unter Autobahn	gl	2'751'000	1	2'751'000
D.5	Einlaufbauwerk	gl	2'083'000	1	2'083'000
D.6	Drosselbauwerk	gl	1'166'000	1	1'166'000
D.7	Auslaufbauwerk	gl	394'000	1	394'000
Total Baumeisterarbeiten					17'835'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
 Lebensraum Dünnern

Baumeisterarbeiten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
B	Abschnitt Bipperbach				
B.1	Wasserbau				65'000
	Terrainerhöhung Bipperbach: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	37	780	28'860
	Terrainerhöhung Bipperbach: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	37	825	30'525
	Terrainerhöhung Bipperbach: Höhe 1 m, Breite 1 m	m3	37	150	5'550
B.2	Kunstbauten				95'000
	Brücke Bipperbach Landwirtschaft	gl	63'000	1	63'000
	Brücke Fehlmattheweg	gl	32'000	1	32'000
B.3	Wege/Strassen				136'000
	Kiesweg: Breite 3 m	m'	170	800	136'000
B.4	Werkleitungen				0
	keine Arbeiten	-	0		0
B.5	Wasserbau-Hotspots				0
	keine Arbeiten	-	0		0
Total Baumeisterarbeiten					296'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"

Lebensraum Dünnern

Verschiedenes					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)	gl	100'000	1	100'000
	Massnahmen Besucherlenkung	gl	500'000	1	500'000
	Landerwerb	gl	3'000'000	1	3'000'000
	Kompensation Fruchtfolgeflächen	m2	25	101'200	2'530'000
	Wirkungskontrolle	gl	1'000'000	1	1'000'000
	Entschädigung temp. Beanspruchung LN Dünnerngrube (10 a)	m2/a	1.55	560'000	868'000
Total					7'998'000

Kostenschätzung "Rückhalten und Aufwerten"
 Lebensraum Dünnern

jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten					
Pos.	Beschrieb	EH	EH-Preis	Menge	Betrag
1	Betriebskosten Dünnerngrube				39'250
	Funktions- und Bauwerkkontrollen	gl	5000.00	1	5'000
	Entfernen Ablagerungen aus Stollen/Entlastungsbauwerk nach Ereignis	gl	1400.00	1	1'400
	Entschädigung/ Entleerung HQ10	gl	14500.00	1	14'500
	Entschädigung/ Entleerung HQ20	gl	15350.00	1	15'350
	Aufrechterhaltung Notfallorganisation	gl	3000.00	1	3'000
2	Unterhaltskosten Dünnerngrube				8'000
	Mähen der Böschungen	gl	8000.00	1	8'000
3	Unterhaltskosten Gerinne				152'000
	Böschungspflege	gl	126000.00	1	126'000
	Geschiebeentnahmen + Monitoring Sohlenlage	gl	13000.00	1	13'000
	Reinigung Schwemmholzrechen	gl	8000.00	1	8'000
	Unterhalt Fassung Mittelgäubach	gl	5000.00	1	5'000
Total Betriebs- und Unterhaltskosten					199'250