

Hochwasserschutz

Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme
Wehr Biberist bis Aare

Raumplanungsbericht & Technischer Bericht



Auflageprojekt

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
1	01.05.2015	1. Entwurf Auflageprojekt	GPL, fachl. BHU
2	15.05.2015	Definitive Fassung Auflageprojekt	GPL, betroffene Gemeinden, digitale Fassung Homepage AfU
3			
4			

Genehmigt / geprüft GPL, 08.05.2015

Adresse Auftraggeber

Amt für Umwelt des Kantons Solothurn
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn

Kontaktperson: Roger Dürrenmatt

Telefon: +41 (0)32 627 27 67
Fax: +41 (0)32 627 76 93
Mail: roger.duerrenmatt@bd.so.ch

Adresse Auftragnehmer

ARGE Emme Auen
p.A. Kissling + Zbinden AG
Brunnhofweg 37, Postfach 402
3000 Bern 14

Kontaktperson: Tobias Weiss

Telefon: +41 (0)31 370 11 76
Fax: +41 (0)31 370 11 71
Mail: tobias.weiss@kzag.ch

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	7
1 EINLEITUNG	8
1.1 AUFTRAG.....	8
1.2 AUSGANGSLAGE.....	8
1.3 PROJEKTPERIMETER.....	9
1.4 ALLGEMEINE PROJEKTZIELE.....	10
1.5 PROJEKTORGANISATION.....	11
2 VERWENDETE GRUNDLAGEN	13
2.1 GESETZLICHE UND BEHÖRDENVERBINDLICHE GRUNDLAGEN.....	13
2.2 TECHNISCHE GRUNDLAGEN.....	14
3 CHARAKTERISIERUNG EINZUGSGEBIET UND PROJEKTPERIMETER (AUSGANGSZUSTAND)	16
3.1 CHARAKTERISTIK EINZUGSGEBIET.....	16
3.2 GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	16
3.3 BELASTETE STANDORTE.....	18
3.4 BODENBELASTUNGSGEBIETE.....	21
3.5 BELASTETE GEBÄUDE.....	21
3.6 HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	21
3.7 CHARAKTERISTIK GEWÄSSERRAUM.....	23
3.8 ÖKOMORPHOLOGIE.....	25
3.9 LEBENSÄRÄUME, FLORA UND FAUNA.....	26
3.10 ZUFLÜSSE.....	29
3.11 NAHERHOLUNG.....	31
3.12 WALD.....	33
3.13 RAUMNUTZUNG.....	34
4 WASSERBAULICHE GRUNDLAGEN	37
4.1 BESTEHENDE BAUTEN UND ANLAGEN.....	37
4.2 HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	40
4.3 BESTEHENDE GERINNEKAPAZITÄT.....	41
4.4 GESCHIEBEHAUSHALT UND MORPHOLOGIE.....	42
4.5 SCHWEMMHOLZ.....	43
4.6 GEFAHRENSITUATION UND GEFAHRENKARTE.....	44
4.7 BEURTEILUNG SCHADENPOTENZIAL.....	47
4.8 SCHWACHSTELLENANALYSE UND DEFIZITE HOCHWASSERSICHERHEIT.....	48
4.9 DEFIZITE ÖKOLOGIE.....	49
5 PROJEKTANNAHMEN	51

5.1	HOCHWASSERSCHUTZZIELE	51
5.2	ÖKOLOGISCHE PROJEKTZIELE	54
5.3	PROJEKTZIELE BESUCHERINFORMATION UND -FÜHRUNG	58
5.4	DIMENSIONIERUNG UND BEMESSUNG.....	58
5.4.1	Bemessungsgrößen	58
5.4.2	Bemessungskonzept	59
5.5	ÜBERLASTFALL UND WEITERE GEFAHREN	61
6	MASSNAHMENPLANUNG.....	62
6.1	VARIANTENVERGLEICH, ZIELKONFLIKTE UND INTERESSENABWÄGUNG	62
6.1.1	Variantenvergleich	62
6.1.2	Zielkonflikte	63
6.1.3	Interessenabwägung	63
6.2	KONZEPTE UND MASSNAHMEN	65
6.2.1	Konzept.....	65
6.2.2	Stabilisierungs- und Strukturierungsmassnahmen.....	68
6.2.3	Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit	79
6.2.4	Konzept Seiten- und Stillgewässer	81
6.3	UNTERSUCHTE VARIANTEN	81
6.3.1	Teilstrecke 1: Biberist km 4.929 – 3.800	81
6.3.2	Teilstrecke 2: Derendingen Süd km 3.800 – 3.000	83
6.3.3	Teilstrecke 3: Derendingen km 3.000 – 2.268.....	86
6.3.4	Teilstrecke 4: Derendingen Nord, km 2.329 – 1.205	87
6.3.5	Teilstrecke 5: Emmenschachen, km 1.205 – 0.000.....	88
6.4	RAUMPLANERISCHE MASSNAHMEN.....	90
6.5	BAULICHE MASSNAHMEN	92
6.5.1	Teilstrecke 1: Biberist km 4.929 – 3.800	93
6.5.2	Teilstrecke 2: Derendingen Süd km 3.800 – 3.000	99
6.5.3	Teilstrecke 3: Derendingen km 3.000 – 2.268.....	104
6.5.4	Teilstrecke 4: Derendingen Nord, km 2.329 – 1.205	106
6.5.5	Teilstrecke 5: Emmenschachen, km 1.205 – 0.000.....	110
6.6	REVITALISIERUNGSKONZEPT EMMENSCHACHEN.....	114
6.7	BESUCHERLENKUNG	117
6.7.1	Schwerpunkte Erholung und Natur.....	117
6.7.2	Wegnetz und Routen	118
6.7.3	Parkplätze, Rastplätze, Möblierung	119
6.7.4	Littering	121
6.7.5	Natursensibilisierung	121
6.7.6	Besucherführung in störungsempfindlichen Naturbereichen	122
6.7.7	Signalisation.....	123
6.8	UNTERHALTSMASSNAHMEN.....	123
6.8.1	Unterhaltsmassnahmen Bauwerke	123
6.8.2	Unterhaltsmassnahmen Umwelt	125
6.8.3	Unterhalt von Naherholungsgebieten.....	126

6.9	KOORDINATION WERKLEITUNGEN.....	126
7	LANDERWERB.....	128
8	BAUABLAUF	129
8.1	BAUVORGANG/ -PROGRAMM	129
8.2	LOGISTIK UND PROVISORIEN	129
8.3	WASSERHALTUNG	130
8.4	UMGANG MIT BELASTETEN STANDORTEN /TOTALSANIERUNGEN ALTLASTEN / RÜCKBAU ARA.....	130
8.4.1	Rückbau ehemalige ARA und Nebengebäude Papierfabrik Biberist	130
8.4.2	Totalsanierung Deponien Rüti, Schwarzweg und Bioschlamm.....	131
8.4.3	Weitere belastete Standorte im Projektperimeter	135
8.5	MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG / -BILANZ	136
8.5.1	Anfallende Materialien (Aushub / Rückbau)	136
8.5.2	Materialbilanz.....	136
8.6	BAURISIKEN.....	137
9	AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN (BAU- UND BETRIEBSPHASE)	138
9.1	AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT	138
9.2	AUSWIRKUNGEN AUF DIE RAUMPLANUNG	141
9.3	AUSWIRKUNGEN AUF DEN GESCHIEBEHAUSHALT UND DIE MORPHOLOGIE	143
9.4	AUSWIRKUNGEN AUF DIE BESUCHERINFORMATION UND –FÜHRUNG	151
9.4.1	Auswirkungen der Massnahmen in der Bauphase	151
9.4.2	Auswirkungen der Massnahmen in der Betriebsphase	152
10	BAUÜBERWACHUNG / -BEGLEITUNG.....	153
11	VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN.....	154
11.1	ÜBERLASTFALL	154
11.2	RESTGEFÄHRDUNG	156
11.3	UMGANG MIT VERBLEIBENDEN GEFAHREN	157
12	NOTFALLPLANUNG	158
13	KOSTEN / KOSTENWIRKSAMKEIT	159
13.1	KOSTENVORANSCHLAG	159
13.2	KOSTENTEILER.....	161
13.3	KOSTENWIRKSAMKEIT (NUTZEN-KOSTEN-VERHÄLTNIS)	162
13.4	MEHRLEISTUNGEN BUND.....	162
14	TERMINE UND VERFAHRENSABLAUF	163
	TABELLENVERZEICHNIS	166
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	167

Anhang

Anhang A	Liste der einsehbaren Grundlagen AfU. Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare (Stand März 2012)
Anhang B	Übersicht Massnahmen, Landerwerb und waldrechtliche Beurteilung
Anhang C	Übersichtsplan Belastete Standorte (KbS) und Bodenbelastungsgebiete (VSB)
Anhang D	Schätzung Sanierungskosten Bioschlammdeponie und Kehrichtdeponien
Anhang E	Relevanzmatrix UVB
Anhang F	Materialklassen und Materialbilanz
Anhang G	Schätzung Gesamtkosten Auflageprojekt
Anhang H	Kostenteiler (vorbehältlich definitive Beiträge Bund und Kanton)
Anhang I	Arbeitspapier Dokumentation Modell 2D Auflageprojekt
Anhang J	Verklauserisiko Brücken
Anhang K	Systematische Beurteilung Notwendigkeit Objektschutzmassnahmen, Stand Bauprojekt
Anhang L	Kurzbericht EconoMe, Stand Bauprojekt
Anhang M	Terminplan

Zusammenfassung

<i>Ausgangslage</i>	<p>Der 4.8 km lange Teil der Emme zwischen dem Wehr Biberist und der Aare in Luterbach / Zuchwil weist erhebliche Hochwasserschutzdefizite auf. Es besteht ein beträchtliches Schadenpotential. Ursachen sind eine zu geringe Abflusskapazität, die Verklausungsgefahr bei mehreren Brücken und potentielle Dammbürche bei Überströmung. Bei HQ₁₀₀ fehlen die notwendigen Reserven (Freibord). Hinzu kommt, dass das Gerinne auf weiten Strecken kanalisiert verläuft, was mit grossen ökologischen Defiziten einhergeht. Nachdem die Ausführung des prioritären und oberstrom liegenden Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes Biberist - Gerlafingen im Jahr 2012 abgeschlossen wurde, erfolgt nun die Projektierung für den unteren Abschnitt.</p>
<i>Leitbild, Vorstudie, Vorprojekt</i>	<p>Das vorliegende Auflageprojekt „Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare“ baut auf dem Leitbild Emme, der Vorstudie, dem Vorprojekt und dem Bauprojekt auf. Es zeigt Massnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, der ökologischen Verhältnisse sowie des Gewässerraumes als Naherholungsgebiet auf.</p>
<i>Massnahmen</i>	<p>Die Massnahmen basieren auf dem Grundsatz, dass der Emme wieder mehr Platz zur Verfügung gestellt werden soll. Dabei bildet die Regimebreite (natürliche Gleichgewichtsbreite) von 50 bis 60 m die massgebende Zielbreite. Bei den Aufweitungs- und Verbreiterungsmassnahmen wird eigendynamischen Prozessen ein hohes Gewicht eingeräumt. Auf Dammbauten kann trotz Verbreiterungen zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit nicht verzichtet werden. Zudem gilt es im Projektperimeter liegende Brücken wirksam vor Verklausung zu schützen.</p>
<i>Belastete Standorte</i>	<p>Innerhalb des Gewässerraumes befinden sich zahlreiche belastete Standorte. Das Projekt sieht vor, dass die drei stark belasteten Standorte Bioschlammdeponie Biberist und die Kehrdeponien Schwarzweg Derendingen und Rüti Zuchwil, totalsaniert werden. Zudem soll die ehemalige ARA auf dem HIAG Areal abgebrochen werden.</p>
<i>Kosten</i>	<p>Die Gesamtkosten inkl. MWSt. werden im Auflageprojekt auf CHF 73.6 Mio. (Preisbasis: Februar 2015) geschätzt. Dabei entfallen rund 45% der Baukosten auf die Sanierung der drei Deponien. Die Genauigkeit des Kostenvoranschlags liegt für die Wasserbauarbeiten bei +/- 10% und für die Sanierung der Altlasten sowie den ARA-Abbruch bei +/- 20%. Der Kostenteiler zwischen Bund, Kanton und Gemeinden liegt im Grundsatz vor.</p>
<i>Termine</i>	<p>Die öffentliche Auflage des Projekts und des UVB erfolgt im Juni 2015. Bis Ende Oktober 2015 werden dann für die Lose 0 - 3 das Ausführungsprojekt erarbeitet und die Baumeisterarbeiten öffentlich ausgeschrieben. Parallel dazu wird das Projekt sämtlichen relevanten Entscheidungsträgern bis Ende Februar 2016 zur Beschlussfassung unterbreitet (Kreditbeschluss durch Kantonsrat, Genehmigung durch Regierungsrat und Kreditbeschluss per Volksabstimmung). Die Realisierung erfolgt dann voraussichtlich ab April 2016.</p>

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Ziele Der Auftrag des Projektes Hochwasserschutz (HWS) und Revitalisierung Emme im Abschnitt Wehr Biberist bis Aare beinhaltet die Erarbeitung von Massnahmen zum Abbau bestehender Defizite im Bereich HWS, für eine Verbesserung der ökologischen Verhältnisse und für ein attraktives Naherholungsangebot.

Auftrag Der Auftraggeber ist der Kanton Solothurn, vertreten durch das kantonale Amt für Umwelt (AfU). Die inhaltlichen und technischen Vorgaben des Auftrages wurden im jeweiligen Pflichtenheft definiert [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Nutzungsvereinbarung Als Basis der Projektierungsarbeiten dient eine vorgängig erarbeitete Nutzungsvereinbarung nach SIA Norm 260. Die Nutzungsvereinbarung umschreibt die Nutzung der Bauwerke, das Umfeld und allfällige Drittanforderungen, die Bedürfnisse von Betrieb und Unterhalt, besondere Vorgaben der Bauherrschaft, Schutzziele und Sonderisiken sowie normbezogene Bestimmungen.

1.2 Ausgangslage

Sicherheit Die Gefahrenkarten der betroffenen Gemeinden¹ [7], [8] und die Erfahrungen der Augusthochwasser 2005 [9] und 2007 [10] zeigen, dass der Hochwasserschutz an der Emme zwischen dem Wehr Biberist und der Mündung in die Aare in Zuchwil/Luterbach den heutigen Sicherheitsanforderungen nicht mehr genügt. Es besteht ein beträchtliches Schadenpotential [11]. Ursachen sind eine zu geringe Abflusskapazität, die Verklausungsgefahr bei mehreren Brücken und potentielle Dammbrüche bei Überströmung. Bei HQ100 fehlen die notwendigen Reserven (Freibord).



Abbildung 1 Hochwasser 2007, SBB-Unterführung Derendingen, Quelle: AfU

¹ Biberist, Derendingen, Zuchwil, Luterbach

Ökologische Defizite

Hinzu kommen ökologische Defizite [11], [12]. Diese sind primär auf die monotone ökomorphologische Struktur des Gewässers, Wanderhindernisse für die Fische (Schwellen, Wehr Biberist) und eine ungenügende Restwassermenge (Wehr Biberist) zurückzuführen.

Naherholung

Die Emme sowie ihre Uferzonen und Auenwälder dienen der lokalen Bevölkerung als Naherholungsgebiet. Heute wird der Flussraum von verschiedenen Benutzergruppen intensiv genutzt. Darunter fallen u.a. klassische Sport- und Freizeitaktivitäten wie Rad fahren, wandern, joggen, baden und bräteln. Die Emme ist zudem auch ein beliebter Ort für die Begegnung und für Familienaktivitäten. So befinden sich aktuell im Projektperimeter u.a. zwei Spielplätze (Biberist, Derendingen). Die Ansprüche betreffend Schutz und Nutzung der betroffenen Gebiete stehen sich heute teilweise entgegen.



Abbildung 2 Spielplatz Giriz, Biberist

1.3 Projektperimeter

Flussabschnitt

Der Projektperimeter (Abbildung 3) umfasst einen ca. 4.8 km langen Flussabschnitt vom Wehr Biberist bis zur Mündung in die Aare, d.h. vom Gewässerkilometer (Gewiss-Adresse) 4.812 bis 0.000. Zudem ist die Emmebrücke Biberist (Kantonsstrassenbrücke) als Einzelobjekt Bestandteil des Projektes. Der Perimeter verläuft durch insgesamt vier politische Gemeinden: Biberist, Derendingen, Zuchwil und Luterbach.

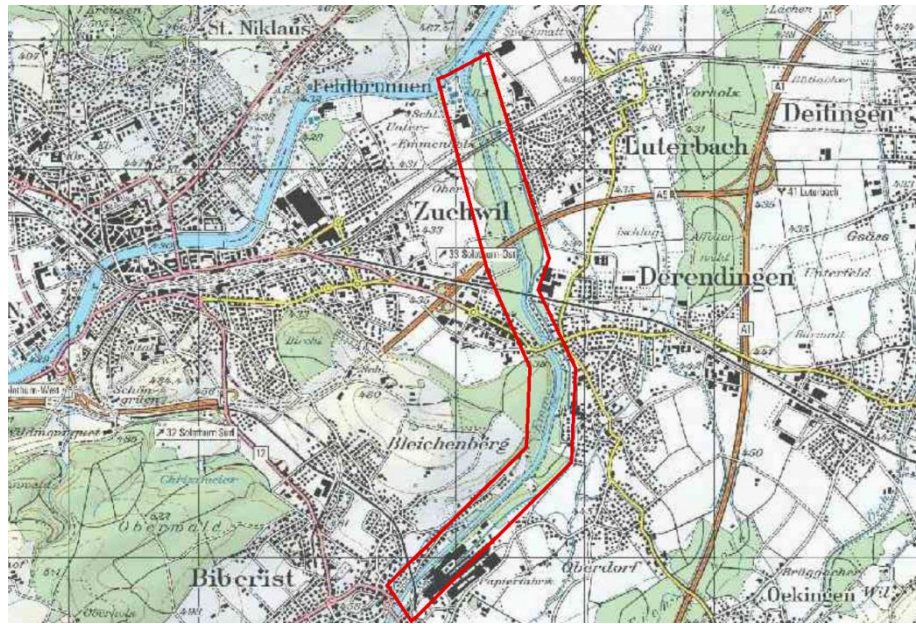


Abbildung 3 Projektperimeter

1.4 Allgemeine Projektziele

Angestrebter Zustand

Die Entwicklungsziele beschreiben den langfristig angestrebten Zustand, rund 20 Jahre nach Ausführung des Projekts. Diese wurden im Leitbild Emme [12] für die Bereiche Umwelt (Prozesse, Lebensräume und Arten), Gesellschaft und Wirtschaft ausführlich definiert. Die Projektziele, die den angestrebten Zustand unmittelbar nach Ausführung des Projektes beschreiben, leiten sich aus den Entwicklungszielen ab und bilden die Basis für deren Erreichung. Während hier in der Folge nur die wichtigsten Projektziele kurz allgemein umschrieben sind, findet sich in Kapitel 5 ein ausführlicher Beschrieb der Projektziele für alle Bereiche. Dabei werden den im Leitbild festgehaltenen Entwicklungszielen jeweils ein oder mehrere konkrete Projektziele zugeordnet. Ein bestimmtes Projektziel kann zur Erreichung von mehreren Entwicklungszielen beitragen.

Projektziele Gesellschaft

Schutz

Nach Bauabschluss werden die definierten Hochwasserschutzziele für die Siedlungs- und Gewerbebezonen jederzeit auf dem gesamten Abschnitt eingehalten. Ausleitstellen (mit überströmbaren Dämmen) für den Überlastfall sind klar definiert. Die Vorgaben des integralen Risikomanagement (raumplanerisch und organisatorisch) sind bei Bauende allesamt erfüllt oder verbindlich eingeleitet.

Naherholung

Die Naherholung ist aufgewertet. Schutz- und Nutzungsinteressen sind entflechtet. Die dafür zu beruhigenden Gebiete sind genau definiert. Der Bevölkerung steht ein verbessertes Infrastrukturangebot (Bänke, Feuerstellen, etc.) zur Verfügung.

Projektziele Umwelt

<i>Gewässerraum</i>	Die Voraussetzungen für ein Gewässer mit einer hohen Breiten- und Tiefenvariabilität und einer natürlichen Dynamik sind geschaffen. Die Gerinnequerschnitte der Emme sind entweder maschinell auf die gewünschte Breite (Regimebreite als Richtwert) vergrössert oder eigendynamische Aufweitungsprozesse sind initiiert, so dass sich die Regimebreite innerhalb von 20 Jahren einstellen kann.
<i>Ufer und Überflutungsflächen</i>	Die Ufer sind möglichst variabel (Flachufer, Steilufer) und wenn möglich unverbaut ausgebildet. Nach Bauabschluss sind an mehreren Stellen Überflutungsflächen geschaffen, damit langfristig Auenwald-/ Pionierflächen mit natürlicher Sukzession entstehen.
<i>Sanierung Altlasten</i>	Die drei sanierungsbedürftigen belasteten Standorte (Deponien) in Projektperimeter sind total saniert. Damit sind das Grundwasser und die Oberflächengewässer nachhaltig vor schädlichen Verunreinigungen aus diesen Quellen geschützt.
<i>Fauna und Flora</i>	Mit Abschluss der Bauarbeiten ist die Fischgängigkeit auf dem gesamten Abschnitt wiederhergestellt und die ökologischen Prozesse soweit initialisiert, dass sich langfristig eine standorttypische Artenvielfalt (Flora und Fauna), gemessen an den Entwicklungszielen des Leitbildes, entwickeln kann.

Projektziele Wirtschaft

<i>Standortattraktivität</i>	Durch eine frühzeitige und enge Zusammenarbeit mit den Gemeinden wird sichergestellt, dass das Projekt positiv in die lokalen Nutzungs- und Ortsplanungen einfließt. So wirkt sich das Projekt langfristig positiv auf die Standortattraktivität aus.
<i>Wasserkraftnutzung</i>	Die projektierten Massnahmen ermöglichen weiterhin die Nutzung der Wasserkraft am Emmenkanal.

1.5 Projektorganisation

<i>Projekthandbuch</i>	Für die Phase der Projektierung liegt ein eigenes Projekthandbuch [13] vor. Darin werden u.a. verbindliche Angaben zur Projektorganisation und zu den Arbeitsabläufen gemacht.
<i>Planer</i>	Für die Planungsarbeiten hat das AfU insgesamt drei Planergemeinschaften (PG) beauftragt: die PG Bau, die PG Umwelt und die PG Besucherinformation und -führung (BIF). Der Auftrag sieht eine enge Zusammenarbeit dieser drei PG vor, wobei die Hauptverantwortung für die Koordination bei der PG Bau liegt.
<i>PG Bau</i>	Die PG Bau wird von der IUB Engineering AG und der Kissling + Zbinden AG (federführend) gebildet.
<i>PG Umwelt</i>	Die PG Umwelt umfasst die Planerbüros IC Infraconsult (federführend), Fischwerk und die Impuls AG. Für die Bereiche Altlasten, Wald und Grundwasser hat die PG Umwelt zudem die Büros FRIEDLIPARTNER AG, Kaufmann + Bader GmbH und TK Consult als Subplaner beigezogen.

PG BIF

In der PG BIF sind die Planerbüros Burger + Liechti GmbH (federführend) und Kaufmann + Bader GmbH zusammengeschlossen.

Bauherrenunterstützung (BHU)

Der Bauherr wird administrativ durch die TBF + Partner AG (administrative BHU) und fachlich vom Büro Hunziker, Zarn & Partner unterstützt (fachliche BHU). Gleichzeitig bearbeitet das Büro Hunziker, Zarn & Partner die Themenbereiche Hydraulik und Morphologie.

Organigramm

Abbildung 4 zeigt das Projektorganigramm mit allen Projektorganen. Im Projekt-handbuch sind Verantwortung, Aufgaben und Kompetenzen jedes Projektorganes genau umschrieben. Die operative Hauptverantwortung liegt auf der Seite des Bauherrn bei der Gesamtprojektleitung.

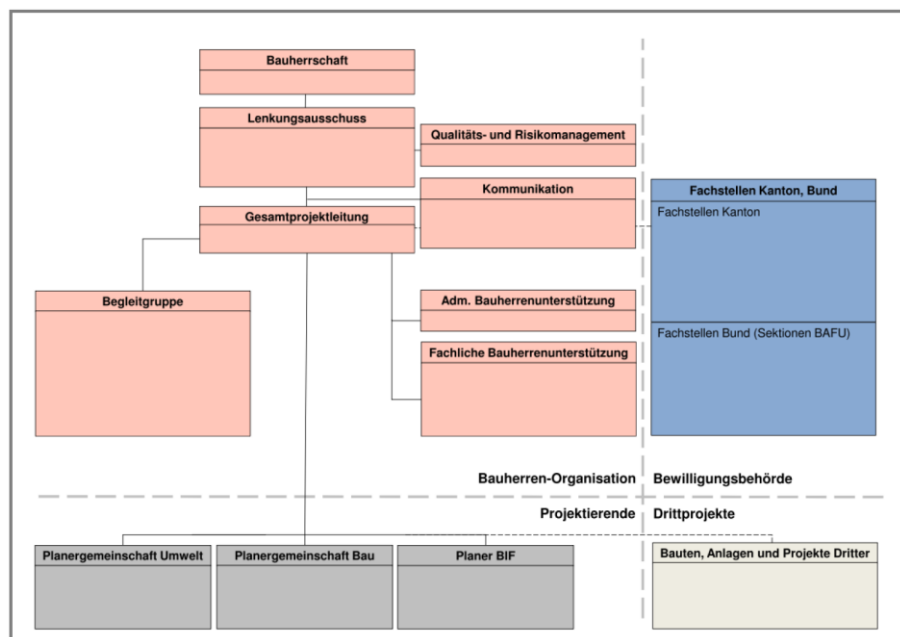


Abbildung 4 Projektorganigramm (aus: Projekthandbuch)

2 Verwendete Grundlagen

2.1 Gesetzliche und behördenverbindliche Grundlagen

Gesetzesgrundlagen

Die gesetzlichen Grundlagen bilden die aktuellen eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Erlasse. Das sind für das vorliegende Projekt:

Eidgenössische Erlasse

- Bundesgesetz über den Wasserbau/ Wasserbaugesetz (WBG)
- Wasserbauverordnung (WBV)
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer/ Gewässerschutzgesetz (GSchG)
- Gewässerschutzverordnung (GSchV)
- Bundesgesetz über die Raumplanung/ Raumplanungsgesetz (RPG)
- Raumplanungsverordnung (RPV)
- Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)
- Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF)
- Bundesgesetz über den Umweltschutz/ Umweltschutzgesetz (USG)
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV)
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG)
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV)
- Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung/Auenverordnung
- Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten/ Altlasten-Verordnung (AltIV)
- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA)
- Bundesgesetz über den Wald/ Waldgesetz (WaG)
- Verordnung über den Wald/ Waldverordnung (WaV)
- Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel/Jagdgesetz (JSG)
- Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel/Jagdverordnung (JSV)
- Bundesgesetz über die Landwirtschaft/Landwirtschaftsgesetz (LwG)
- Verordnung über die Strukturverbesserungen in der Landwirtschaft/ Strukturverbesserungsverordnung (SVV)

Kantonale und kommunale Erlasse

- Kantonales Gesetz über Wasser, Boden und Abfall (GWBA)
- Kantonale Verordnung über Wasser, Boden und Abfall (VWBA)
- Kantonales Planungs- und Baugesetz (PBG)
- Kantonale Bauverordnung (KBV)
- Kantonale Verordnung über die Verfahrenskoordination und Umweltverträglichkeitsprüfung
- Kantonale Verordnung über den Natur- und Heimatschutz
- Kantonales Waldgesetz (WaGSO)
- Kantonale Waldverordnung (WaVSO)

- Inventare und Schutzgebiete*
- Verordnung über die Bodenverbesserungen in der Landwirtschaft/ Bodenverbesserungsverordnung (BoVO)
 - Kantonale Verordnung über den Schutz der historischen Kulturdenkmäler/ Kulturdenkmäler-Verordnung
 - Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung
 - Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung
 - Bundesinventars der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler und regionaler Bedeutung ISOS
 - Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz
 - Kantonales Inventar der geowissenschaftlich schützenswerten Objekte
 - Kantonales Verzeichnis der geschützten historischen Kulturdenkmäler (Schutzverzeichnis) sowie Inventare der schützenswerten und erhaltenswerten historischen Kulturdenkmäler gemäss Verordnung über den Schutz der historischen Kulturdenkmäler/ Kulturdenkmäler-Verordnung
 - Kantonale Naturreserve (inkl. Geotope)

Behördenverbindliche Instrumente

Weiter gilt es bei der Planung verschiedene behördenverbindliche Instrumente und Arbeitshilfen des Kantons Solothurn zu beachten. Es sind das insbesondere:

- Kantonaler Richtplan
- Arbeitshilfe für Behörden und Planer zum kant. Nutzungsplanverfahren, inkl. Baubewilligung bei Wasserbauprojekten

Grundeigentümerverbindliche Instrumente

Als grundeigentümerverbindliche Instrumente gelten:

- Kommunale Nutzungspläne (Gesamt-, Bauzonen- und Erschliessungspläne) und Zonenreglemente der Gemeinden Biberist, Derendingen, Luterbach, Zuchwil

2.2 Technische Grundlagen

Grundlagen

Die Emme ist ein vielfach untersuchtes Gewässer. Es liegt unzähliges Grundlagenmaterial (Studien, Konzepte, Planungen) vor. Auf der umfassenden Liste der einsehbaren Grundlagen des AfU (Anhang A) werden Grundlagen zu den folgenden Rubriken ausgewiesen:

- Allgemeine Grundlagen mit Bezug zum HWS- und Revitalisierungsprojekt
- Alte Karten zum Emmelauf auf Solothurner Boden
- Katasterangaben der belasteten Standorte inkl. Übersichtsplan
- Untersuchungen belastete Standorte
- Bodenkartierung, Bodenkarte
- Variantenstudium Emmebrücke Biberist
- SBB-Doppelbrücke Luterbach (Fachwerkbrücken), Unterlagen der SBB

- Wichtigste Botschaften und Beschlüsse Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme in Biberist und Gerlafingen (Beispiele und Illustration)
- Spezifische Informationen/ Grundlagen zum Bereich BIF
- Spezifische Informationen/ Grundlagen zum Modul Wald
- Naturinventare der Einwohnergemeinden
- Schutzgebiete
- Generelle Entwässerungspläne

Vorarbeiten

Die Hauptgrundlage für das Projekt bilden das Leitbild Emme [12] und die Vorstudie [11], sowie die im Rahmen der Vorstudie durchgeführten Voruntersuchungen zu Brücken [14], belasteten Standorten [15], Grundwasser [16] und Geotechnik [17].

*Vor-/ Bauprojekt und
ergänzende Grundlagen*

Das vorliegende Auflageprojekt ist die Fortführung des Bauprojekts (August 2014) [18], das seinerseits auf dem Vorprojekt (April 2013) [19] basierte. Im Rahmen des Bau- und des Auflageprojektes wurden punktuell ergänzende, planerische Grundlagen erarbeitet. So wurde u.a. im Projektperimeter eine (behördliche) Waldfeststellung durchgeführt und in der Folge die effektiven Waldflächen auf den Plänen aktualisiert. Weiter erfolgten zusätzliche Untersuchungen in den Bereichen Geologie (Fels), Altlasten und Bodenbelastungen.

3 Charakterisierung Einzugsgebiet und Projektperimeter (Ausgangszustand)

3.1 Charakteristik Einzugsgebiet

Einzugsgebiet

Die Emme entspringt in den Emmentaler Alpen im Kanton Bern (Klimaregion Alpennordhang), nahe der luzernischen Grenze. Nach dem Durchfliessen des Emmentals überquert sie die bern-solothurnische Kantongrenze bei Wiler / Gerlafingen und mündet schliesslich beim Emmenspitz in Luterbach / Zuchwil in die Aare. Der Teil des Einzugsgebietes unterhalb von Emmenmatt gehört zur Klimaregion des zentralen Mittellandes. Das Einzugsgebiet umfasst bei der massgebenden Messstation in Wiler bei der Limpachmündung² insgesamt 940 km² und weist eine mittlere Höhe von 860.0 m ü. M. auf [20].

Der Wasserhaushalt des Einzugsgebietes ist charakterisiert durch vergleichsweise lange Niederschlagsperioden [11]. Der Abfluss der Emme reagiert sehr direkt auf Regenereignisse (siehe Kap. 4.2).

Projektperimeter

Im gesamten Projektperimeter fliesst die Emme zu einem grossen Teil durch Schachenwälder. Durch die Flusskorrektion im vorletzten Jahrhundert wurden allerdings die natürliche Dynamik und der Wasseraustausch zwischen diesen Auwäldern und der Emme gestört.

Einfluss Wehr Biberist

Der Wasserhaushalt im Projektperimeter wird massgeblich geprägt vom Wehr Biberist, wo eine Abflussmenge von bis zu 14 m³/s in den Emmenkanal geleitet [21] wird. Im Projektabschnitt handelt es sich bei der Emme also um eine Restwasserstrecke.

3.2 Geologische Verhältnisse

Übersicht

Das Projektgebiet ist geprägt durch eine von Moränen bedeckte Hügellandschaft. Die Emme verläuft grösstenteils in Flussablagerungen (Alluvionen) aus dem Quartär (Abbildung 5). Auf der rechten Flussseite befinden sich fluvioglaziale Schotter, welche vom Schmelzwasser des Eises abgelagert wurden. Diese liegen jedoch nur im Abschnitt Derendingen bis zur Mündung in die Aare genügend nahe bei der Emme, um einen Einfluss auf das Projekt zu haben. Ansonsten verläuft die Emme in den ehemaligen Alluvionen und im Bereich Derendingen entlang des Dittibergs auf ca. 1.4 km Länge (linke Uferseite) auf Molassefels. Der Berg besteht aus Moränenmaterial einer früheren Wallmoräne. Emmeseitig liegen Sandsteine und Mergel unter geringer Moränenüberdeckung.

² Die Station ist Bestandteil des gesamtschweizerischen Messnetzes vom BAFU und liegt auf 458 m ü. M.

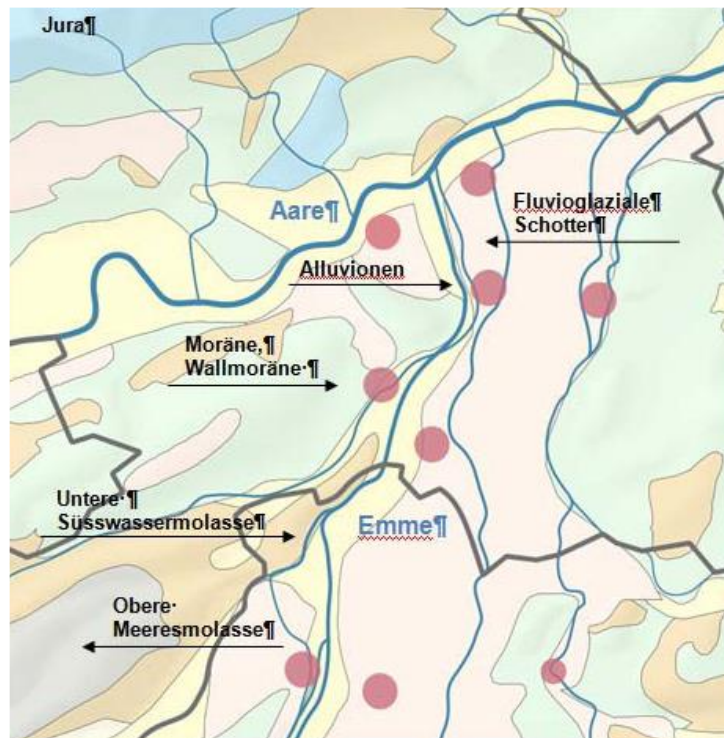


Abbildung 5 Geologische Verhältnisse im Projektperimeter, Quelle: Vorstudie [11]

GEOTEST AG untersuchte die geologischen Verhältnisse innerhalb des Projektperimeters mit Hilfe von Baggerschlitzten [17].

Gemäss dieser Untersuchung besteht der Untergrund im Vorland an den vorgesehenen Aufweitungsstandorten mehrheitlich aus sandigem bis kiesigem Material (Flussablagerungen). Meist ist eine Deckschicht von ca. 20-40 cm mit Humus und vielen Wurzeln vorhanden.

Unter der Deckschicht befindet sich eine ca. 2 m mächtige, meist stark durchwurzelte Schicht mit folgenden Fraktionen: In den Baggerschlitzten oberhalb von Derendingen wurden v.a. Kies mit viel Sand und Feinsand sowie siltiger Sand gefunden. Im Aufweitungsbereich zwischen der Autobahnbrücke und der SBB-Brücke Luterbach ist vermehrt auch toniges Material vorhanden. Im Bereich der Mündung in die Aare sind viel Kies und Feinsand zu finden.

Felsaufschlüsse

Zwischen Biberist (ca. Mündung des Dorfbaches) und Derendingen (Kantonstrassenbrücke) steht der Fels (Untere Süsswassermolasse, Sandsteine und Mergel) an mehreren Stellen im Flussbett an. Im rechten Vorlandbereich steht der Fels bereits etwa ab dem ehemaligen Kohlelagerplatz M-Real (ca. GEWISS-km 4.1) an [22], am linken Ufer etwa ab der Dorfbachmündung (ca. GEWISS-km 3.9) [17]. Er liegt hier jedoch, wie auch im gesamten weiteren Vorlandbereich bis Derendingen, über dem Flussbett. Die Emme hat sich folglich in den Fels hinein erodiert (Abbildung 6) [11]. Wie der Einbau von Wurzelstämmen (s.a. Kapitel 6.2.2.3) im Oktober 2013 zeigte, ist nur der oberflächennahe, bereits verwitterte Fels (Schichtdicke ca. 10 - 20 cm) mit einem Baggerlöffel mit Zahnsitzen abzutragen. Für tiefere Bereiche wird eine Fräse benötigt.

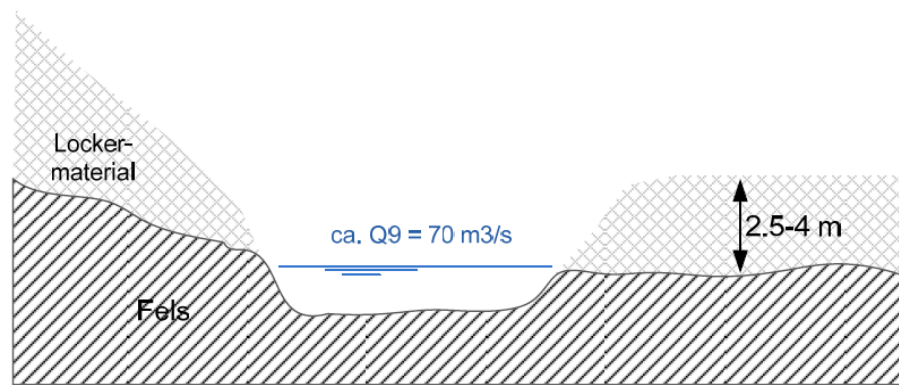


Abbildung 6 Schematische Skizze Felsverlauf im Abschnitt Dittiberg, Quelle: Vorstudie [11]

3.3 Belastete Standorte

Übersicht

Entlang der Emme befinden sich verschiedene belastete Standorte. Diese liegen vorwiegend in Bereichen der früheren Kiesgewinnung, die anschliessend aufgefüllt sowie in Altarmen, wo Abfälle abgelagert wurden (siehe Auszug Kataster der belasteten Standorte (KbS) Kanton Solothurn im Anhang C).

10 der 12 vom Projekt betroffenen belasteten Standorte sind altlastenrechtlich definitiv klassiert und entsprechend untersucht worden. Der Standort "Energie Biberist AG" (Standort-Nr. 22.043.0241B) wurde bisher noch nicht untersucht (altlastenrechtlicher Status: belastet, untersuchungsbedürftig, Eintrag im KbS abgeschlossen). Beim Standort "Schiessanlage Girizstrasse (50 m)" (22.043.0703B) wurde die vom Projekt betroffene Fläche inzwischen als unbelastet aus dem KbS entlassen. Der Standort "Ehemalige Kehrrechtdeponie Neuquartier" (22.043.0026A) wurde im Zuge des Bauprojekts untersucht und altlastenrechtlich definitiv klassiert.

Sanierungsbedürftige Standorte

In Tabelle 1 werden die drei sanierungsbedürftigen Ablagerungsstandorte "Bioschlammdeponie Schachen", "Kehrrechtdeponie am Schwarzweg" und "Ehem. Kehrrechtdeponie Rüti" charakterisiert. Die drei Deponien werden im Rahmen des Projektes totalsaniert.

Tabelle 1 Übersicht Bioschlammdeponie Schachen, Kehrichtdeponie Schwarzweg und Rüti. Quelle: Beilagen 1.07, 1.08, 1.09

	Bioschlammdeponie Schachen, Biberist	Kehrichtdeponie am Schwarzweg, Derendingen	Ehem. Kehrichtdeponie Rüti, Zuchwil
Standort-Nr.	22.043.0007A	22.0470001A	22.064.0001A
Kurzcharakterisierung	<p>Ablagerung von Klärschlamm der betriebseigenen Kläranlage der Papierfabrik Biberist.</p> <p>Im nördlichen Teil (ca. 6'700 m²) sind die ehem. Becken noch sichtbar, im südlichen Teil (ca. 3'200 m²) wurde der Klärschlamm mit bauschutthaltigem Material überdeckt.</p> <p>Der gesamte Perimeter ist bestockt.</p>	<p>Zuerst ungeordnete, ab 1960 geordnete Ablagerung von Kehricht sowie Gewerbeabfällen der Gemeinde Derendingen von Süden gegen Norden. Häufiges Verbrennen der Abfälle.</p> <p>Daneben wurde Sperrgut und nicht brennbares Material abgelagert sowie zeitweise Aushub- und Bauschutt. Keine systematische Ablagerung von Industrieabfällen.</p> <p>Der gesamte Perimeter ist bestockt.</p>	<p>Unkontrollierte Ablagerung von Kehricht sowie wahrscheinlich auch von Gewerbeabfall der Gemeinde Zuchwil. Keine systematische Ablagerung von Industrieabfällen.</p> <p>Der gesamte Perimeter ist bestockt.</p>
Ablagerungszeitraum	1972 - 1977	Vereinzel schon ab Mitte der 1930er-Jahre (Hohlräume hinter Uferbefestigung), hauptsächlich in den 1960er-Jahren bis 1978	1950er-Jahre bis ca. 1970
Fläche	9'900 m ²	18'800 m ²	10'300 m ²
Mächtigkeiten (inkl. Abdeckung)	Schlammablagerungen (Südteil): ca. 1 m – 1.3 m mächtig. Die Überdeckung des Südteils ist ca. 1 m mächtig.	Durchschnittlich rund 2.6 m, die Mächtigkeit variiert zwischen 1.6 – 4.2 m.	Randlich ca. 2 -4 m, in der Mitte teilweise grösser als 5.5 m (Deponiesohle wurde bei Sondierungen nur teilweise erreicht)
Kubatur inkl. Abdeckung	ca. 19'200 m ³	ca. 53'800 m ³	ca. 48'200 m ³
Belastungen / Abfallkategorien	Stark erhöhte Gehalte an organischem Kohlenstoff (TOC) und Kohlenwasserstoffen (KW C ₁₀ -C ₄₀)	<p>Ca. 55 % des Deponiematerials erfüllt die Anforderungen an Reaktorstoff nicht und ist als > Reaktorstoff/ Reststoff zu klassieren. Klassierungsrelevant sind dabei der erhöhte organische Fremdstoffanteil sowie TOC.</p> <p>Ca. 30 % gelten als Reaktorstoff mit den klassierungsrelevanten Parametern Fremdstoffzusammensetzung, TOC, KW und vereinzelt PCB, PAK, Pb und Zn.</p> <p>Ca. 15 % des Materials dürfte die Anforderungen an Inertstoff erfüllen.</p>	<p>Ca. 50 % des Deponiematerials erfüllt die Anforderungen an Reaktorstoff nicht und ist als > Reaktorstoff/ Reststoff zu klassieren. Klassierungsrelevant sind dabei der erhöhte organische Fremdstoffanteil TOC, KW, PCB sowie vereinzelt As, Cd und Hg.</p> <p>Ca. 40 % ist Reaktorstoff mit den klassierungsrelevanten Parametern TOC, KW und vereinzelt Cu, Zn und PAK.</p> <p>Ca. 10 % des Materials dürfte die Anforderungen an Inertstoff erfüllen.</p>

Weitere betroffene Standorte

Neun belastete Standorte liegen im Bereich von baulichen Massnahmen wie Ufersicherungen, Aufweitungen oder Dammbauten (vgl. Tabelle 2). Dabei werden allerdings nur bei einem Standort grössere Mengen an belastetem Aushub anfallen (22.057.0002A „Kiesgrubenauffüllung Emmenschachen Luterbach“ = „eigentlicher angeschnittener Standort“).

Tabelle 2 Belastete Standorte im Bereich von baulichen Massnahmen.
Quellen: SolGeo [23], FRIEDLIPARTNER AG [24], Kbs Kanton Solothurn.

Deponie	Altlastenrechtlicher Status	Charakterisierung	Projektrelevanz
Energie Biberist AG – 22.043.0241B	untersuchungsbedürftig	-	Sanierung Uferverbau, nur Randbereich tangiert, evtl. Teilaushub
Ehemaliger Kohlelagerplatz M-real Biberist – 22.043.0329B	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Auffüllung, z.T. mit PAK und Gesamtkohlenwasserstoffen belastet	Neue Ufergestaltung westlich, evtl. randlich tangiert
Ehemalige Kehrrechtdeponie Neuquartier – 22.043.0026A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Kehrrechtablagerungen, erhöhte PCB- und TOC-Gehalte, mehrheitlich Reaktorstoff bzw. > Reaktorstoff	Dammbau westlich des Standorts, evtl. randlich tangiert,
Auffüllung Grütschachen – 22.043.0021A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Ablagerungsstandort	Temporärer Installationsplatz Grütschachen, nur Bodenaushub, Rekultivierung nach Projektabschluss
Schiessanlage Girizstrasse (50 m) – 22.043.0703B	untersuchungsbedürftig	Kugelfang der 50 m-Anlage	bereinigter Standortperimeter wird nicht mehr tangiert
Aushub- und Bauschuttdeponie Dittiberg, Derendingen – 22.047.0003A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Aushubmaterial und Bauschutt	Neue Ufergestaltung östlich des südlichen Standortteils, kein Aushub
Ehem. Kiesgrube Emmenschachen, Zuchwil – 22.064.0002A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	grössere Mengen bauschutthaltiges Material, lokal erhöhter Anteil an Asphaltstücken (Reaktorstoff, z.T. >Reaktormaterial)	Neue Ufergestaltung östlich des Standorts, evtl. Teilaushub
Kiesgrubenauffüllung Emmenschachen, Luterbach – 22.057.0002A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Aushubmaterial mit geringen Anteil an mineralischen Fremdkomponenten, z.T. einzelnen Bereiche mit grösserem Anteil an Asphaltstücken (Reaktorstoff)	Standortperimeter wird angeschnitten, Teilaushub
Kiesgrubenauffüllung Emmenschachen 22.057.0003A	weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig	Aushubmaterial mit geringen Anteil an mineralischen Fremdkomponenten, z.T. einzelnen Bereiche mit grösserem Anteil an Asphaltstücken (Reaktorstoff)	Standortperimeter wird randlich tangiert, evtl. Teilaushub

Im Projektperimeter befinden sich weitere belastete Standorte, welche jedoch vom Projekt nicht betroffen sind (kein baulicher Eingriff, keine Nutzungsänderung). Es handelt sich dabei um die Standort-Nrn. 22.043.0036A (Auffüllung Emmeufer), 22.047.0701B (Kugelfang 300 m Anlagen Derendingen), 22.057.0011A (Auffüllung Fussballplatz Luterbach), 22.057.0012A (Auffüllung Emmenschachen, Luterbach), 22.057.0701B (Ehemaliger Kugelfang der früheren 300m-Schiessanlage, Luterbach), 22.057.0001A (Ehemalige Kehrrechtdeponie Scheibenstand, Luterbach), 22.057.0702B (Schiessanlage Luterbach), 22.064.0006A (Alt-schotterschüttung SBB), 22.064.0009A (Auffüllung ehem. Kiesgrube Emmenholz) und 22.064.0195B (ZASE Solothurn-Emme).

Standorte Emmenspitz

Die Aufwertungsmassnahmen am Emmenspitz (Massnahmen M₃₂ und M₃₃) betreffen die vorhandenen belasteten Standorte nicht direkt.

3.4 Bodenbelastungsgebiete

Belastungsgebiete

Im Rahmen der Projektierung wurde die Schadstoffbelastung von Böden untersucht, welche im Verzeichnis über schadstoffbelastete Böden (VSB) aufgeführt sind (10 Flächen; Belastungshinweise: Eisenbahnbrücken, Strassenbrücken, Siedlungsgebiet Biberist, Bodenbelastungsgebiet Biberist-Gerlafingen, Schützenhaus Derendingen). Zusätzlich wurden die Böden der Kehrichtdeponien Schwarzweg und Rüti sowie der Bioschlammdeponie untersucht. Die Ergebnisse sowie die Auswirkungen für das Projekt sind im Bodenschutzkonzept der FRIEDLIPARTNER AG (2015) dokumentiert (vgl. Beilage 1.10).

Bodenproben

Die Bodenproben wurden gemäss der BUWAL-Vollzugshilfe *Verwertung von ausgehobenem Boden (WBA)* klassiert. Der grösste Teil des anfallenden Bodenaushubs in den unterschiedlichen Teilflächen ist schwach belastet oder unbelastet und kann vor Ort wiederverwendet werden.

Stark belasteter Bodenaushub (Gehalte > Prüfwert) fällt nur bei zwei beprobten Standorten (5 m Streifen parallel zu den Eisenbahnbrücken Biberist und Luterbach) in der Schicht von 0 – 0.2 m an. Dieser Bodenaushub muss in einer Inertstoffdeponie abgelagert werden und kann nicht vor Ort wiederverwendet werden.

3.5 Belastete Gebäude

Belastete Gebäude

Im Rahmen des Bau-/ Auflageprojekts hat das AfU im Hinblick auf einen möglichen Rückbau der ARA bei der ehemaligen Papierfabrik Biberist die HOLINGER AG beauftragt eine Bestandsaufnahme der Gebäudeschadstoffe zu machen und die Rückbaukosten zu ermitteln [25].

Schadstoffe

Die Schadstoffuntersuchungen haben schwach gebundenes Asbest in ein- und mehrschichtigen Kunststoffbelägen, Dichtungen von Flanschverbindungen und Gussleitungen, in Stopfbüchsenpackungen und in Fliesenkleber zu Tage gefördert. Weiter wurde in diversen Bauteilen mit Asbestfaserzement, festgebundenes Asbest entdeckt. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) kamen in Fugendichtungen und PAK in der Dachabdichtung vor.

Kubaturen Beton

Bei einem Rückbau der ARA fallen rund 5'000 m³ fest Betonabbruch an.

3.6 Hydrogeologische Verhältnisse

Wechselwirkung

Das Grundwasser fliesst vom Kanton Bern her kommend in nördlicher Richtung. Die Emme liegt am westlichen Rand dieses Grundwasserstroms. Es besteht eine intensive Wechselwirkung zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser.

Molasse-Felsrippe

Im Projektgebiet ist der Grundwasserträger durch eine von West nach Ost verlaufende Rippe aus Molassefels auf der Achse Dittiberg-Derendingen in zwei Becken unterteilt. Im Bereich des Riegels verläuft der Grundwasserspiegel nahe an der Oberfläche, in den Beckenstrecken hingegen wesentlich tiefer. Im unteren Abschnitt des Projektperimeters infiltriert die Emme ins Grundwasser, im oberen Abschnitt (ca. Wehr Biberist bis Dittiberg km 2.5) fungiert die Emme als Vorfluter (d.h. Exfiltration vom Grundwasser in die Emme). Je nach hydrologischer Situation können sich die Grenzen zwischen den Abschnitten mit In- und Exfiltration verschieben.

GW-Modell

Die Grundwasserverhältnisse wurden mit Hilfe eines Grundwassermodells untersucht. Die Pegelmessdaten in den neu erstellten Grundwasserpegeln wurden zur Interpretation beigezogen. Insbesondere die Aufzeichnungen während des Emmehochwassers vom 1. Juni 2013 mit einer Spitze von 383 m³/s ergaben neue Erkenntnisse zur Kolmation [26]. Nach der Prüfung verschiedener Hypothesen zeigt sich, dass eine gute Nachbildung des raschen Grundwasseranstieges während des Hochwassers nur erreicht werden kann unter der Annahme, dass die Leakage während des Hochwassers wegen des höheren Wasserstandes in der Emme zunimmt, nach dem Hochwasser nach kurzer Zeit jedoch wieder der Wert vor dem Hochwasser erreicht wird. Dies bedeutet, dass eine allfällig vorhandene geringe Kolmation der Emmesohle nicht aufgerissen wird, da sonst eine länger anhaltende Erhöhung der Infiltration festgestellt werden könnte. Zudem erwies sich die schon länger bekannte Problematik des Abwasserkanals unter der Zuchwilstrasse, deren Hinterfüllung einen präferentiellen Fliesspfad mit hoher Durchlässigkeit darstellt, als zutreffend. Es konnte gezeigt werden, dass

- der Grundwasserstand in Emmenähe auf die Hochwasser der Emme mit einem Anstieg reagiert.
- hohe Grundwasserstände jedoch primär durch grössere Niederschläge verursacht werden.
- infolge der Hochwasser keine Erhöhung der Leakage feststellbar ist (d. h. die Kolmatierung bleibt bestehen).

Ehem. Brunnen Borregård

Die Auswertung der vorhandenen Pegeldaten mit dem Grundwassermodell zeigt, dass die Stilllegung der Borregårdbrunnen bei den Häusern nahe der Bahnlinie rasch zu einem permanenten Grundwasseranstieg von rund 40-60 cm führte.

Brunnen, Schutzzonen

Im Projektperimeter liegen keine Grundwasserschutzzonen. Die drei Trinkwasserbrunnen (PW XI Neumatt, PW Dörnischlag und PW Ruchacker) finden sich im Umfeld des Projektperimeters. Die am nächsten gelegene Grundwasserfassung PW XI Neumatt mit Schutzzone befindet sich in Luterbach, 200 m von der Emme entfernt.

Eine umfassende Darstellung des Ist-Zustandes und der Auswirkungen auf das Grundwasser ist im Fachbericht Hydrogeologie (Beilage 1.06) zu finden.

*Prägendes
Landschaftselement*

3.7 Charakteristik Gewässerraum

Die Emme mit ihren Uferwäldern und Gehölzen ist in der dicht besiedelten Landschaft zwischen Biberist und der Mündung in die Aare bei Luterbach das prägende Landschaftselement. Ihr langgezogener schmaler Lauf teilt das Siedlungsgebiet räumlich. Diese Teilung wirkt jedoch nicht störend, sondern lockert die städtisch geprägten Siedlungsstrukturen mit unzähligen Verkehrsträgern, Infrastrukturbauten und Industriegebieten auf.

Die Landschaft ist im Projektgebiet typisch für das dicht besiedelte und intensiv genutzte Schweizer Mittelland. Die unterschiedlichsten Nutzungen prallen auf engstem Raum aufeinander und es gibt kaum einen Quadratmeter Land ohne bestimmte Nutzung.

Topographie

Der Projektperimeter befindet sich mehrheitlich in der Alluvionsebene der Emme. Sowohl links als auch rechts des Gerinnes schliesst flaches Terrain an das Gerinne an. Nur in Derendingen stösst der Dittiberg auf einer Länge von ca. 700 m linksseitig an die Emme (Abbildung 7).



Abbildung 7 Topographie des Projektgebietes

Gewässerraum

Unterhalb des Wehres Biberist ist der Fluss auf ca. einem Kilometer Länge durch enge Platzverhältnisse geprägt: Links liegen ein kantonales Naturreservat und dahinter der Dorfteil Giriz (Gemeinde Biberist), rechts erstreckt sich das Areal der ehemaligen Papierfabrik (heute: HIAG-Areal) bis nahe ans Gerinne. Weiter flussabwärts bis zur Brücke Derendingen ist das Vorland dann wesentlich breiter (100 bis 150 m). Es ist mehrheitlich bewaldet. Auf der rechten Gerinneseite begrenzt der Emmenkanal das breite Vorland, z.T. verläuft dieser auf einem Damm. Linksseitig, auf dem Gebiet der Gemeinde Derendingen, schliesst über ca. 700 m der Dittiberg an die Emme an.

Unterhalb der Brücke Derendingen bis zur Autobahn A5 schliessen mehrheitlich breite Vorländer an das Hauptgerinne an. Die SBB-Brücke der Bahn 2000 sowie die Brücke der A5 stellen jedoch Zwangspunkte dar. Unterhalb der Autobahnbrücke bis zur Brücke Luterbach sind die Platzverhältnisse auf den Gemeindegebieten von Zuchwil und Luterbach sehr grosszügig (Abbildung 8). Sowohl links als auch rechts grenzt ein 150 bis 180 m breites, bewaldetes Vorland an die Emme an. Rechtsseitig begrenzt der Emmenkanal den Gewässerraum.



Abbildung 8 Abschnitt unterhalb Brücke Derendingen. Links: Emmensachen in Zuchwil / Luterbach, Blick flussaufwärts. Rechts: Naturreservat bei der Mündung in die Aare, rechte Seite.

Der unterste Abschnitt der Emme, der sogenannte Emmenspitz, ist durch die Infrastrukturanlagen der ARA Emmenspitz Zuchwil (Betreiber: Zweckverband der Abwasserregion Solothurn-Emme, ZASE) auf der linken Seite sowie durch das kantonale Naturreservat und Auengebiet von nationaler Bedeutung auf der rechten Seite geprägt. Das Naturreservat und das Auengebiet werden rechtsseitig durch den Waldrand begrenzt.

Hauptgerinne

Bereits in den Jahren 1876-1889 erfolgte im Kanton Solothurn die Korrektur der Emme. Das damals 40 bis 120 m breite Gerinne wurde auf ca. 30 m eingeengt und in ein Doppeltrapezprofil verlegt. Im heutigen Zustand ist das Gerinne des Flusses auf dem gesamten Solothurner Abschnitt kanalisiert (Abbildung 9) und teilweise tief in das umliegende Terrain eingeschnitten. Die Sohlenbreite schwankt zwischen 21 und 32 m. Trotz der morphologischen Veränderungen in jüngster Zeit ist der Fließcharakter der Emme monoton, weil Sohlenstrukturen wie Kiesbänke und Kolke weitgehend fehlen.



Abbildung 9 Kanalisiertes Emme-Gerinne unterhalb des Wehres Biberist. Links: Blick flussaufwärts. Rechts: Blick flussabwärts.

Das Vorland der Emme ist im Projektgebiet mehrheitlich bewaldet.

Längenprofile

Auf der 4.8 km langen Fließstrecke gibt es zahlreiche, prägende Absturzbauwerke (vgl. Kap. 4.1): Das Wehr Biberist unterhalb der Kantonsstrassenbrücke Biberist, drei Blockrampen sowie fünf Schwellen / Betonsperren. Kurz vor der Mündung der Emme in die Aare bildet zudem eine zusätzliche Schwelle das untere Ende des Kiessammlers.



Abbildung 10 Wehr Biberist bei km 4.812

3.8 Ökomorphologie

Kanalisierung

Als Folge der Kanalisierung der Emme weist das Gerinne parallel verlaufende Ufer auf, die nur wenige Strukturen zulassen. Zudem ist der Böschungsfuss auf weiten Strecken mit Blockwurf oder Blocksatz verbaut. Die Verzahnung mit dem Uferbereich sowie die Variabilität der Gerinnebreite, der Wassertiefe und des Strömungsmusters sind deshalb gering. Strukturelemente wie Kiesbänke, Schwemmholzansammlungen, Uferbuchten, Flach- und Steilufer fehlen weitgehend. Zwischen der Papierfabrik und Derendingen schaffen aber Uferanrisse, einzelne Ablagerungen von Schwemmholz und der anstehende Fels stellenweise einen attraktiven Lebensraum.

Flusssohle

Die Flusssohle ist weitgehend natürlich und weist eine lockere Deckschicht auf. Verbauungen finden sich nur im Bereich der Schwellen und Rampen. Das dominierende Sohlsubstrat ist auf der gesamten Flussstrecke Kies mit einer Korngrösse im Bereich von 1 bis 9 cm. Entlang der verbauten Ufer liegen oft Steinblöcke. Periphere Sandablagerungen finden sich entlang der Erosionsufer.

Zwischen Biberist und Derendingen liegt die Kiesschicht auf Fels. Aufgrund der Tiefenerosion vergangener Jahrzehnte ist sie nur dünn ausgebildet. Das Interstitial, der für das Makrozoobenthos, für Kieslaicher (z. B. Bachforelle, Äsche) und für deren Jungfische wichtige Kieslückenraum, scheint somit in diesem Abschnitt nur eingeschränkt vorhanden zu sein. Wo der Fels zutage tritt, ist das Sohlenmaterial eher vielfältiger strukturiert, mit Bänken aus Grobkies sowie sandigen Auflandungen entlang der Ufer.

Restwasserstrecke

Das Restwasserregime verschärft die ökologische Situation. Durch die Ausleitung beim Wehr Biberist verbleibt während ca. 6 Monaten pro Jahr eine Restwassermenge von derzeit lediglich 0.6-1 m³/s in der Emme. Die Abflusstiefe beträgt dann wegen der fehlenden Tiefenvariabilität (Talwegbildung) teilweise weniger als 20 cm [27]. Die Fischwanderung, insbesondere der grösseren Arten (z. B. Alet) wird dadurch behindert.

Fischwanderung

Problematisch für die Aufwärtswanderung der Fische sind auch die 3 Rampen und 5 Schwellen. Die Schwellen sind nur bei Hochwasser für schwimmstarke Fische passierbar. Das Wehr Biberist ist für Fische nicht passierbar. Die freie Fischwanderung von der Aare her ist deshalb lediglich über 0.8 km möglich. Die Passierbarkeit der Rampen für schwimmschwache Fische ist zumindest unter Restwasserbedingungen nicht sichergestellt. Der Einstieg von der Emme in den Dorfbach in Biberist wird ebenfalls durch Schwellen verhindert. Dieses an sich wertvolle Rückzugshabitat ist somit nicht erreichbar.

Ökologische Defizite

Aus all diesen Gründen weist die Emme erhebliche strukturelle Defizite auf. Gemäss der ökomorphologischen Kartierung wird die Emme im Projektperimeter denn auch auf 3 km, ca. 60 % der Strecke, als „stark beeinträchtigt“ beurteilt. Nur im Abschnitt Emmenschachen wird sie als „wenig beeinträchtigt“ eingestuft.

3.9 Lebensräume, Flora und Fauna

Schutzgebiete

Innerhalb des Projektperimeters sind folgende Inventare und Schutzgebiete vorhanden:

- Auengebiet von nationaler Bedeutung Nr. 45 Emmenschachen (km 0.1): Feuchte Hartholzau im Mündungsbereich der Emme in die Aare mit Schwarzerlen-Eschenwald und vorwiegend Eschen-Ulmen Auenwald. Senken mit gelegentlich Stillwasser gesäumt von Röhricht und von durch Übernässung absterbenden Baumbeständen. (Auszug aus dem Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung)

- Kantonales Naturreservat Nr. 41001 Emmenschachen (km 1.0, Gemeinde Luterbach)
- Kantonales Naturreservat Nr. 40301 Schachenwäldchen „Giriz“ (km 4.0, Gemeinde Biberist)
- Emmenschachen, kantonales Vorranggebiet Natur und Landschaft (km 0.1 bis km 1.9, Gemeinden Zuchwil und Luterbach)
- Kantonales Ornithologisches Reservat gemäss RRB 4589 (28.12.1949), RRB 2444 (2.5.1972) im Emmenschachen.
- Kommunal geschütztes Stillgewässer des Natur- und Vogelschutzverein Zuchwil (NVS Zuchwil)

Flora

Die Wälder sind in der Baumartenzusammensetzung mehrheitlich naturnah ausgebildet. Häufige Überflutungen fehlen jedoch, um eine typische Auenvegetation aufkommen zu lassen. Auentypische Baumarten kommen selten vor. Durch die heute fast durchwegs geschlossenen Waldbestände und die damit verbundene „Ausdunkelung“ fehlen lichte Stellen und eine gut ausgebildete Krautschicht. Trockenrasen mit den charakteristischen Arten wie Kreuzenzian und Orchideen sind nicht vorhanden.

Aus den Angaben von info flora und den Daten aus den Gemeindeinventaren geht hervor, dass kein aktuelles Vorkommen von gefährdeten, prioritären und geschützten Arten bekannt ist. Bei info flora registriert sind Funde aus den Jahren vor 1950 von gefährdeten Arten (*Typha minima*, *Teucrium scordium*, *Eragrostis ciliaris*, *Ophrys holosericea*).

Pilze

Im Projektperimeter befinden sich je zwei Fundstellen von zwei national geschützten Pilzarten: Karminschwärzling (*Lyophyllum favrei*) und Fingerhutverpel (*Verpa conica*).

Beim Karminschwärzling handelt sich um eine fast endemische Art der Schweiz, welche auf Hartholzauen spezialisiert ist. Sie ist eine der 12 geschützten Pilzarten der Schweiz und ist auf der Liste der prioritären Arten vom BAFU als Art mit 1. Priorität aufgeführt.

Die Fingerhutverpel ist eine der 12 geschützten Pilzarten der Schweiz. Sie gilt als potentiell gefährdet, fungiert aber nicht auf der Liste der prioritären Arten.

Es dürfte für beide Pilzarten noch weitere nicht gemeldete Fundstellen geben.

Neophyten

Im gesamten Projektgebiet wachsen Neophyten (eingeschleppte invasive Pflanzenarten). Insbesondere die Robinie, die Spätblühende Goldrute, das Drüsige Springkraut, aber auch der Japanische Knöterich kommen vor. Sie bilden zum Teil grosse Bestände und behindern stellenweise die Verjüngung der natürlichen Vegetation. Für die Bestände des Japanischen Knöterichs, des Essigbaums und des Götterbaums liegt eine Kartierung vom September 2012 vor.

Fische Die Emme gehört im Kanton Solothurn zur oberen Äschenregion. Es kommen etwa 15 Fischarten vor. Äsche und Schneider gelten gemäss der Roten Liste der Schweiz als «gefährdet», Barbe und Stichling als «potenziell gefährdet».

Elritze, Groppe und Schmerle dominieren den Bestand. Sie machen bis zu 98% der vorkommenden Fische aus [28]. Die Biomasse des gesamten Bestandes ist trotz ausreichendem Nahrungsangebot sehr gering (5–7 kg/ha), was primär auf die meist monotonen Gerinneverhältnisse und die fehlende Durchgängigkeit zurückzuführen ist. In den wenigen strukturierten Abschnitten ist die Biomasse deutlich höher. Die drei Kleinfischarten pflanzen sich in der gesamten Flussstrecke fort. Alet steigen jedes Jahr im Frühling zum Laichen aus der Aare auf. Die übrigen Arten kommen nur in kleinen Beständen vor, die sich offenbar primär aus Populationen ausserhalb der Restwasserstrecke rekrutieren.

Die Kombination von geringen Wassermengen (Restwassersituation) und hohen Wassertemperaturen im Sommer (zeitweise deutlich über 20°C) resultiert in einem massiven Verlust an Salmoniden. Die Bachforelle weist nur einen kleinen Bestand auf. Ihr macht zusätzlich die proliferative Nierenkrankheit (PKD) zu schaffen, die zu einer hohen Sterblichkeit führen kann. Die ehemals recht häufige Äsche zieht im Frühling nur noch in geringer Zahl zum Laichen in die Emme. Der Lachs ist ausgestorben, was aber primär auf den Kraftwerksbau in Rhein und Aare zurückzuführen ist. Trotzdem ist die Emme im Kanton Solothurn ein Lachspotenzialgewässer (gemäss Aktionsplan Wanderfische BAFU). Revitalisierungsmassnahmen sollten daher auch die Habitatansprüche dieser Fischart berücksichtigen.

Wasserwirbellose Die Abfluss- und Geschiebedynamik sowie die Wassertemperatur sind die limitierenden Faktoren für die Besiedlung der aquatischen Lebensräume durch Wasserwirbellose. Untersuchungen von 1989 zeigten, dass die Restwasserstrecke eine deutlich geringere Artenvielfalt und Biomasse aufwies als der Abschnitt oberhalb des Wehrs Biberist [29]. Dies dürfte heute noch der Fall sein.

Flusskrebse Die einheimischen Flusskrebse (Edelkrebs, Dohlenkrebs) sind aus der Emme verschwunden oder allenfalls noch in Restbeständen vorhanden. Aus der Aare sind der Signalkrebs und der Kamberkrebs eingewandert. Diese beiden Neozoen konnten sich zumindest im Rückstaubereich der Aare (Kiessammler) etablieren (Angaben D. Gerke, ASA).

Biber Der Biber hat sich in den letzten Jahren entlang der Aare etabliert. Von hier erfolgt derzeit eine Ausbreitung in die Zuflüsse. Biberreviere sind u. a. im Emmenkanal und im Dorfbach Biberist nachgewiesen. Eine permanente Besiedlung der Emme ist aber wegen ihrer hohen Dynamik und wegen der Restwassersituation nicht zu erwarten. Der Emmelauf hat für den Biber höchstens als Wanderkorridor eine Bedeutung (telefonische Auskunft Christof Angst, Biberfachstelle, 01.04.2014).

Vögel Das Gebiet ist für Vögel von grosser Bedeutung. Unmittelbar nördlich an das Auengebiet von nationaler Bedeutung Nr. 45 „Emmenschachen“ grenzt das Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung Nr. 113 „Aare bei Solothurn und Naturschutzreservat Aare Flumenthal“ an.

Eisvogel-Vorkommen sind entlang des untersten Emmeabschnitts vor allem am rechten Ufer bekannt. Im Projektperimeter ist zudem der Pirol heimisch. Auch der Kleinspecht und Fitis als typische Auenarten kommen im Gebiet vor.

Im Vordergrund des Projekts stehen initialisierende Prozesse. Mit der Aktivierung der Eigendynamik, sollen Steilufer und Uferanrisse als potentielle Bruthabitate für den Eisvogel auf natürliche Weise entstehen. Auf den Einbau künstlicher Brutwände wird deshalb verzichtet (Entscheid GPT vom 19.02.2014).

Prioritäre Arten

Als national prioritäre Arten mit der Priorität „sehr hoch“ sind für den Emmenschachen der Biber und der Eisvogel von besonderer Bedeutung.

Amphibien, Reptilien

Das Amphibienvorkommen im Projektperimeter wurde im Frühling 2012 im Auftrag des Amtes für Raumplanung des Kantons Solothurn [30] erfasst. Es wurden kleine Populationen von 5 Amphibienarten kartiert. Die Pionierarten Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke und Kreuzkröte konnten im Gebiet nicht nachgewiesen werden. Im Gebiet der Emme im Kanton Solothurn kommen zudem gemäss Vorstudie sieben Reptilienarten vor.

Wildtierkorridor

Im Projektperimeter kommen keine regionale oder überregionale Wildtierkorridore vor [31]. Entlang der Emme bestehen aber Wildwechsel, die vorwiegend im Bereich der Brücken, speziell bei der Brücke Zuchwil - Derendingen, in ihrer Durchgängigkeit beeinträchtigt sind. Eine Optimierung mit baulichen Massnahmen ist nicht möglich, da der Querschnitt unterhalb der Brücken aus Hochwasserschutz Gründen unbedingt eingehalten werden muss.

3.10 Zuflüsse

Art von Zuflüssen

Die Emme hat in ihrem gesamten Einzugsgebiet unzählige natürliche Zuflüsse. Im Projektperimeter sind es zwei: der Dorfbach Biberist und das Seebächli. Weiter kommen Zuflüsse von künstlichen Entlastungsbauwerken hinzu.

Dorfbach Biberist

Der Dorfbach Biberist entspringt im unteren Bucheggberg bei Hessigkofen / Mühledorf. Er mündet bei km 3,800 in die Emme (Abbildung 11). Hydrologisch und hydraulisch ist der Zufluss für die Verhältnisse in der Emme unbedeutend. Gemäss Hunziker, Zarn & Partner (HZP) [12] beträgt der Zufluss im Mittel rund 0.1 m³/s.

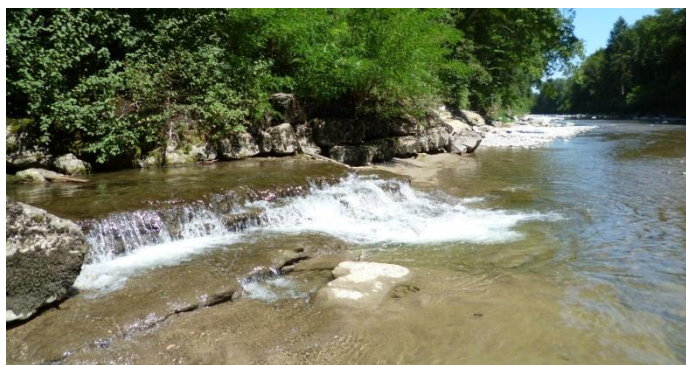


Abbildung 11 Mündung Dorfbach Biberist

Ein Entlastungsstollen (in die Emme) oberhalb des Siedlungsgebietes schützt die Gemeinde Biberist vor Hochwasserereignissen des Dorfbachs.

Im Rahmen des Hochwasserwasserschutzprojektes an der Emme ist einerseits die Längsvernetzung zwischen Emme und Dorfbach wiederherzustellen und andererseits die heute bestehende Rückstauproblematik in den Dorfbach bei Hochwassersituationen in der Emme zu entschärfen (vgl. Kap. 6.3.2 und Kap. 6.5.1.8).

Seebächli

Das Seebächli ist ein kleines Entwässerungsgerinne (Abbildung 12). Das Bächli verläuft nur im Bereich Giriz grösstenteils offen (ansonsten eingedolt). Ein Projekt der Gemeinde Biberist [32] aus dem Jahr 2010 sieht eine Renaturierung des Seebächlis, d.h. eine Offenlegung des eingedolten Abschnittes auf einer Länge von ca. 145 m vor. Die Ausführung dieses Projektes wurde seither, mit Blick auf das Emme-Projekt aufgeschoben (zwecks besserer Abstimmung beider Projekte). Wie beim Dorfbach besteht zudem heute eine Rückstauproblematik (in das Seebächli) bei Hochwassersituationen in der Emme, die zu Überschwemmungen im Siedlungsgebiet führen kann. Mit dem nun vorliegenden Projekt der Emme wird diese Problematik wirksam entschärft und das Seebächli ökologisch aufgewertet (vgl. Kap. 6.5.2.4).

Hydrologisch und hydraulisch hat das Seebächli keinen Einfluss auf die Verhältnisse in der Emme (noch weniger als der Dorfbach). Die meiste Zeit führt das Gerinne bei der Mündung (km 3.650) nur sehr wenig oder gar kein Wasser.



Abbildung 12 Seebächli Biberist

Einlaufbauwerke

Zu den künstlichen Einlaufbauwerken im Projektabschnitt zählen etliche Entlastungen der kommunalen und regionalen Kanalnetze und zwei Entlastungsgerinne des Emmenkanals. Alle diese Bauwerke sind im Kurzbericht „Uferverbauungen und Bauwerke“ [33] dokumentiert. Für den Unterhalt dieser Bauwerke ist der jeweilige Werkeigentümer (Gemeinde, ZASE, Emmekanalgesellschaft) zuständig. In Bezug auf das Hochwasserschutz- und Renaturierungsprojekt besteht grundsätzlich eine Weichungspflicht für Werkeigentümer.



Abbildung 13 Beispiel künstliches Einlaufbauwerk, km 1.630

Hydraulisch sind die Zuflüsse aus den Kanalnetzen für die Verhältnisse in der Emme vernachlässigbar. Im Hochwasserfall besteht jedoch eine Rückstauproblematik von der Emme her. Der Rückstau durch die Emme verringert sich grundsätzlich durch das vorliegende Projekt, da mit den Aufweitungen mit tieferen Hochwasserepegeln zu rechnen ist.

3.11 Naherholung

Das Gebiet spielt vor allem für die Naherholung der direkt anstossenden Gemeinden eine Rolle.

- Luterbach* Für Luterbach sind die Auenwälder an der Emme die wichtigsten ruhigen, naturnahen Erholungsräume der Gemeinde. Die Erreichbarkeit zu Fuss, mit dem Velo oder dem Auto ist gut und es stehen Parkiermöglichkeiten zur Verfügung.
- Zuchwil* Zuchwil ist viel weniger der Emme zugewandt als Luterbach. Neben dem Emmenspitz, der zum Picknicken und zu Festaktivitäten benutzt wird, werden die Feldflur beim Emmenholz und der Waldrandbereich gerne von Joggern und Hundehaltern begangen. Erreicht wird das Gebiet zu Fuss der Aare entlang oder per Auto oder Velo durch das Industriegebiet.
- Derendingen* Für Derendingen sind die Ufer der Emme die wichtigsten Naherholungsräume der Gemeinde. Entsprechend ist auch das Infrastrukturangebot. Die grossen Kiesbänke, die attraktive Landschaft beim Dittiberg und die praktischen Parkiermöglichkeiten westlich der Kantonsstrassenbrücke Derendingen / Restaurant Delphi ziehen auch Besucher aus der weiteren Region Solothurn an.
- Biberist* Biberist verfügt über mehrere attraktive Erholungsgebiete rund um das Dorf, so dass die Wege entlang der Emme hauptsächlich von den unmittelbaren Anwohnern aus dem Neuquartier und dem Giriz frequentiert werden. Für Sportsuchende ist der Dittiberg von Interesse. Das Gebiet wird primär zu Fuss oder mit dem Velo erreicht.
- Überregional* Überregional sind vor allem die Velorouten, die das Gebiet queren sowie Wanderwege entlang der Emme von Bedeutung (Velo: Mittelland-Route Nr. 5, Aare-Route Nr. 8; Wandern: Seeland-Solothurn-Weg Nr. 76).

Viele Erholungssuchende üben verschiedene Aktivitäten an und in der Emme aus. Die wichtigsten sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 Erholungsaktivitäten an der Emme.

Aktivitäten und Nutzergruppen

Aktivität	Charakteristiken
Spazieren, Ausruhen, Entspannen	Wichtigste Aktivitäten entlang der Emme. Bedürfnisse: Nähe zum Wohnort und gute Wege, kein Lärm, gute Sitzmöglichkeiten in regelmässigen Abständen an landschaftlich attraktiven Stellen. An engen, unübersichtlichen Wegstellen Konflikte mit Bikern.
Hund ausführen	Wichtige Aktivität entlang der Emme, gerne von einem Parkplatz oder vom Wohnort aus. Gleiche Bedürfnisse wie Spaziergänger, gerne auch im offenen Gelände wie Emmenholz mit Auslaufmöglichkeiten für den Hund. Auf Kiesbänken, im Sommer bei Niedrigwasser im Fluss. Ideal sind Runden von 1-2 km Länge. Brauchen Robidog zur Hundekot-Entsorgung. Frei laufende Hunde stören wildlebende Tiere stark. In den kantonalen Naturschutzreservaten ist Leinenzwang.
Natur beobachten	Vor allem am Emmenspitz und im Emmenschachen, wo Biber und Wasservögel im Winter zu beobachten sind.
Fischen / Angeln	Nur wenige Fischer, vor allem im unteren Teil der Emme bis Eisenbahnbrücke Luterbach / Zuchwil auf Hecht und Karpfenartige. Dort begründen sie auch Trampelpfade und Feuerstellen auch im Naturreservat. Weiter oben an der Emme vereinzelt Fliegenfischer auf Forellen.
Pilze sammeln	Wenige Sammler von Morcheln im Mai in den Auenwäldern.
Jagen	Jagd auf Rehe und selten Wildschweine (Wechselwild) im Emmenschachen Zuchwil und Dittiberg. Revierjagd, mit Kugel von Ansitz oder Pirsch von Mai bis Dezember. Potenzielle Konflikte mit OL-Anlässen und freilaufenden Hunden und allen Erholungssuchenden abseits der Wege.
Baden, sich sonnen	Im Sommer auf den Kiesbänken, vor allem in Derendingen. Meist kombiniert mit Picknick und Leute treffen. Potenzieller Konflikt mit wertvoller Ufervegetation und auf Kiesbänken brütenden Vogelarten.
Bräteln / Picknicken	Auf Kiesbänken und bei Wasserzugängen. Im Emmenspitz und Derendingen im grösseren Stil, sowie beim Waldhaus Derendingen. Hauptverursacher des Littering-Problems.
Leute treffen	Emmenspitz, Ornithologen- und Pfadihäuser, Waldhaus und Spielplatz Derendingen, Kiesbänke. Oft kombiniert mit Picknick

	cken.
Spielen	Vor allem Kinder und Jugendliche am und im Wasser, meist kombiniert mit Baden. Wichtigste Spiele: Bauen mit Steinen und Schwemmholz, Fluss erkunden, Sachen sammeln, etwas schwimmen lassen.
Schwimmen mit Schwimmkörper	Nur im unteren Teil der Emme bei Schwellen oder im Rückstau-bereich der Aare.
An einer Andacht teilnehmen	In Derendingen wurde ein „Platz der Begegnung“ eingerichtet, auf dem Gottesdienste stattfinden.
Laufen / Walken	Vor allem entlang der Aare und Dittiberg auf breiten Wegen. Weniger Ansprüche an das Landschaftsbild als die Spaziergänger. Läufer bevorzugen Runde auf unbefestigten Wegen von z.B. 5 km oder 10 km Länge. Orientierungslauf wird am Dittiberg praktiziert (OL-Karte Dittiberg).
<i>Langsamverkehr</i> Velo fahren / Biken	Entlang Emme und Aare wird mit der von Schweiz Mobil geplanten Verlegung der regionalen Route Nr. 44 (Emme) der Veloverkehr zunehmen. Velofahrer bevorzugen breite Wege mit glattem Belag. Biker bevorzugen nicht befestigte Wege und topografisch abwechslungsreiches Gelände. Biken kann zu Bodenerosion führen. Im Gebiet sind nur wenige „Sport-Biker“ unterwegs. Potenziell Konflikt mit Spaziergängern, Hundehaltenden und Naturschützern.
Wandern	Landschafts- und Naturerlebnis wichtig. Langwanderungen (Seeland-Solothurn-Weg Nr. 76) entlang der Emme oder Aare. Ähnliche Bedürfnisse wie Spaziergänger, sind aber nicht unbedingt ortskundig und brauchen gute Signalisation sowie sichere Strassenquerungen.
Mofa fahren	Mofas und Roller werden zwischen Derendingen und Luterbach (Schwarzweg) benutzt. Es gibt Konflikte mit Anwohnern in Derendingen wegen Lärmbelastungen.

3.12 Wald

Bewaldete Vorländer

Bei den Waldstandorten handelt es sich fast ausschliesslich um Hartholzauenwälder (vorherrschende Waldgesellschaft: Typischer Ulmen-Eschen-Auenwald (28)). Aufgrund der fehlenden häufigen Überschwemmungen und wegen der Abkoppelung vom Grundwasser zeigen diese Standorte vor allem im südlichen Teil eine

Tendenz zu Buchenwäldern. Die Wälder sind in der Baumartenzusammensetzung mehrheitlich naturnah ausgebildet. Bestände mit Nadelholzanteilen von mehr als 50 Prozent finden sich lokal (im Bereich und südlich des Blockhauses in Derendingen, nordöstlich der Schiessanlage Biberist, südlich der Autobahnbrücke und westlich des Siedlungsgebietes von Luterbach). Die Buche ist stark vertreten. Auentypische Baumarten kommen selten vor. Die weniger entwickelten Weidegebüsche und Weichholzaunenwälder fehlen oder sind nur in Ansätzen (z. B. am Fuss des Dittibergs in Derendingen) vorhanden.

Charakteristisch ausgeprägte Hartholzaunenwälder mit typisch ausgeprägter Baumartenzusammensetzung finden sich fast ausschliesslich im kantonalen Naturschutzgebiet Schachenwäldchen Giriz (Biberist) mit einem hohen Eichenanteil sowie im Auengebiet von nationaler Bedeutung Emmenschachen (Luterbach).

3.13 Raumnutzung

Nutzungen im Projektperimeter

Gemäss dem kantonalen Richtplan befindet sich beinahe der gesamte Projektperimeter vom Wehr Biberist bis zur Mündung in die Aare in einer kantonalen Uferschutzzone (exkl. Emme). Davon ausgenommen sind die Parzellen Nr. 776 (Welspielsplatz; Zone für öffentliche Anlagen und Bauten) Nr. 777 (Industriezone zwischen dem Wehr Biberist und der BLS-Brücke), Nr. 1355 (Wohnzone) und Nr. 1654 (Zone für Sport und Erholung) in Biberist. Die Grundnutzung innerhalb des Projektperimeters ist gemäss kommunaler Zonenplanung mehrheitlich Wald, mit den bereits erwähnten Ausnahmen sowie weiteren kommunalen Zonen für Freizeit und Erholung in Derendingen.

Gemäss Zonenplan der Gemeinde Biberist befindet sich ausserdem Landwirtschaftsgebiet (Parzellen Nr. 1489 und 966) innerhalb des Planungsbereichs. Die Parzelle 1489 wird allerdings nicht landwirtschaftlich bewirtschaftet. Sie ist teilweise vollständig bestockt und die restliche Fläche wird durch einen Uferschutz aus Blocksteinen beansprucht.

Fruchtfolgeflächen

Gemäss Entwurf des Fruchtfolgeflächenplans der Gemeinde Biberist vom 11.10.2011 befinden sich im Bereich Giriz auf den Parzellen 966 und 965 ca. 170 a Fruchtfolgeflächen. Weitere Fruchtfolgeflächen im Projektperimeter sind nicht vorhanden.

Heutige Grundnutzung

In allen Gemeinden grenzen Wohn- oder Industriezonen nahe an den Projektperimeter. In Biberist auf der rechten Seite der Emme (HIAG-Areal) sowie in Derendingen und Zuchwil zwischen der Kantonsstrassenbrücke und der SBB-Brücke befinden sich - aufgrund der geringen Gewässerräumweite - Industrie- resp. Wohnzonen sehr nahe am Gerinne. Beide Gebiete (HIAG-Areal, Industriegebiet Derendingen / Luterbach) werden im kantonalen Richtplan als Arbeitsplatzgebiete von überörtlicher Bedeutung ausgeschieden. In Biberist liegt der Spielplatz im Neuquartier in der Zone für öffentliche Sport- und Freizeitanlagen. In Derendingen sind das Pockenhaus und das Blockhaus Derendingen als Bauten ausserhalb der Bauzone ausgewiesen. Im untersten Abschnitt (Emmenspitz) auf der linken Fluss-

seite grenzt eine Zone für öffentliche Bauten und Anlagen (ARA und KVA) mit einem geringen Abstand von nur ca. 10 m an die Emme.

*Vorranggebiete Natur-
und Landschaft*

Gemäss den Zielen des Raumentwicklungskonzepts (REK) Wasseramt 2025 [34], sind grössere Landschaftsräume von weiteren Bauten und Anlagen freizuhalten und die landwirtschaftlichen Gunstlagen zu sichern. Zudem werden im REK die Schachenwälder an der Emme (Biberist, Derendingen, Zuchwil, Luterbach) als Vorranggebiete Natur ausgewiesen.

*Natur- und Land-
schaftsschutz*

Die hohe ökologische Bedeutung und Schutzwürdigkeit des Emmeabschnitts als Lebensraum und Landschaftselement wird durch die mehrfache Überlagerung von kantonalen und nationalen Schutzzonen und Biotopen verdeutlicht (vgl. Kap. 3.9). Fast der gesamte Abschnitt zwischen dem Wehr Biberist und der Mündung in die Aare ist im kantonalen Richtplan als Uferschutzzone und zwischen der Kantonsstrassenbrücke Derendingen-Zuchwil als kantonales Vorranggebiet Natur und Landschaft ausgeschieden. Überlagert werden diese Nutzungen im Emmenspitz vom Auengebiet von nationaler Bedeutung Nr. 45 „Emmenschachen“. Zudem finden sich zwei kantonale Naturreservate (Giriz und Emmenspitz) im besagten Gewässerabschnitt. Im Bereich des Emmenspitz beim Kanaleinlauf befindet sich ein Objekt des Inventars der geowissenschaftlichen schützenswerten Objekte des Kantons Solothurn (Erratiker Emmenkanal Nr. 328, Gemeinde Luterbach). Im Projektperimeter gibt es in Biberist zwischen Emme und Welpenspielplatz eine kommunale Uferschutzzone. Im Naturinventar der Gemeinde Derendingen sind verschiedene Objekte im Projektperimeter aufgeführt. Ebenso befindet sich der Schachenweiher im Emmenschachen Zuchwil, der durch den lokalen Natur- und Vogelschutzverein gepflegt wird. Das Stillgewässer ist im Naturinventar [35] der Gemeinde Zuchwil aufgeführt.

*Ortsbildschutz/Denk-
malpflege*

Auf dem Gemeindegebiet Luterbach befinden sich entlang des Kanals zwei Kraftwerke (inkl. eines Unterwasserkanals beim unteren der beiden Kraftwerke). Das obere (Schöller-Areal) ist kommunal geschützt. Das untere (Hydroelectra) steht unter kantonalem wie auch unter eidgenössischem Schutz. Neben diesem Kraftwerk gibt es einen Dieselmotor, der ebenfalls kantonal geschützt ist. Zusammen mit dem alten Wasserkraftwerk der Hydroelectra von 1887/88 bildet der Dieselmotor ein kleines, fachkundig betreutes industriegeschichtliches Museum und ist in den Industrielehrpfad des Solothurner Heimatschutzes integriert. Es ist das älteste betriebsfähige Elektrizitätswerk im Kanton Solothurn.

Bei der Einfahrt des Pockenhauses befinden sich kantonal geschützte Voluten.

Das im regionalen ISOS erwähnte Ortsbild von Derendingen wird durch die Hochwasser- und Revitalisierungsmassnahmen nicht tangiert.

IVS

Die Emme ist im Inventar der historischen Verkehrswege aufgeführt (Wasserstrasse, IVS SO 480).

- Erschliessung* Das Projektgebiet liegt durchgehend in einem Erholungsgebiet der umliegenden Gemeinden und ist mit einem umfangreichen Wegnetz für Wanderer und Velofahrer ausgestattet. Entlang des rechten Emmenufers führt ein Wanderweg des kantonalen Wanderwegnetzes vom Wehr Biberist und auf der linken Uferseite von der Brücke Luterbach-Zuchwil bis zur Mündung in die Aare. Linksseitig der Emme verläuft die regionale Veloroute Nr. 44 vom Wehr Biberist bis zur Kantonsstrassenbrücke zwischen Derendingen und Zuchwil.
- Erholungsnutzung* Die Emme vom Wehr Biberist bis zur Mündung in die Aare ist an vielen Orten für Erholungssuchende zugänglich (vgl. Kap. 6.7). Durch den Naturlehrpfad Emmenschachen und die etlichen Feuerstellen, Spiel- und Sportplätze lässt sich der Emmenraum vielseitig nutzen. Besonders viele Erholungseinrichtungen befinden zwischen der Gemeindegrenze Biberist-Derendingen und der Kantonsbrücke Derendingen-Zuchwil und am Emmenspitz. Auf den Wegen im Perimeter herrscht mit Ausnahme zur Erschliessung von 2 Parkierungsmöglichkeiten (Waldhütte Derendingen, PP Nähe Brücke Luterbach-Zuchwil) ein generelles Fahrverbot für Personenwagen und Motorräder.
- Wasserkraftnutzung* Das Wasser der Emme wird industriell genutzt. Beim Wehr Biberist wird es der Emme entnommen und in den Emmenkanal geleitet. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts werden damit kleine Wasserkraftwerke (heute insgesamt vier) betrieben, welche angrenzende Industriebetriebe wie die ehemalige Papierfabrik mit Strom versorgen oder diesen auch ins öffentliche Netz einspeisen. Die verschiedenen Nutzer des Emmenkanals bilden zusammen die Emmekanalgesellschaft.
- ZASE-Kanal* Ab der Gemeindegrenze Biberist-Derendingen verläuft im oberen Teil des Projektperimeters rechtsseitig und im unteren Teil linksseitig der Emme ein Abwassersammelkanal (ZASE-Kanal) bis zur ARA bei der Mündung in die Aare. Im Projektperimeter befinden sich zudem unzählige weitere Werkleitungen (vgl. Kap. 4.1).
- Gefahrenkarte* Eine wichtige Grundlage für die Raumnutzung und das vorliegende Hochwasserschutz und Revitalisierungsprojekt bilden die Gefahrensituationen, bzw. die Gefahrenkarten der betroffenen Gemeinden. Diese sind in Kapitel 4.6 ausführlich beschrieben.

4 Wasserbauliche Grundlagen

4.1 Bestehende Bauten und Anlagen

Grundsätze

Bestehende Bauten und Anlagen Dritter im Gewässerraum der Emme sind geduldet, unterliegen aber bei Vorhaben von öffentlichem Interesse einer Weichungspflicht. Allfällig notwendige Anpassungen und Verlegungen sind vom jeweiligen Eigentümer auf eigene Kosten auszuführen. Eine Ausnahme bilden Anpassungen bei Brücken, wo ein Kostenteiler möglich ist.

Die Auswirkungen auf Bauten und Anlagen Dritter werden, unter Respektierung der Projektziele, möglichst gering gehalten. Um gemeinsam möglichst pragmatische Lösungen finden zu können, arbeiten die Gesamtprojektleitung, die Projektierenden und die betroffenen Werkeigentümer seit Beginn weg eng zusammen.

Brücken

Innerhalb des Projektperimeters überqueren insgesamt sieben Brücken die Emme, davon sind drei Eisenbahnbrücken. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Brücken.

Tabelle 4 Brücken im Projektperimeter

Brücke	Eigentümer/-in	Gemeinde/-n	km
Kantonsstrassenbrücke	Kt. SO (AVT ³)	Biberist	4.907
BLS-Brücke	BLS AG	Biberist	4.591
Kantonsstrassenbrücke	Kt. SO (AVT)	Derendingen, Zuchwil	2.329
Brücke Bahn 2000	SBB	Luterbach, Zuchwil	1.866
Autobahnbrücken A5	Bund (ASTRA ⁴)	Luterbach, Zuchwil	1.402
SBB-Doppelbrücke	SBB	Luterbach, Zuchwil	0.671
Kantonsstrassenbrücke	Kt. SO (AVT)	Luterbach, Zuchwil	0.567

Bei der BLS-Brücke und der SBB-Doppelbrücke Luterbach handelt es sich um Fachwerksbrücken. Alle anderen sind Betonbrücken. Der Brückentyp und die Ausbildung der Unterseite haben einen erheblichen Einfluss auf die Verklauungswahrscheinlichkeiten und -risiken.

³ Amt für Verkehr und Tiefbau Kanton Solothurn

⁴ Bundesamt für Strassen



Abbildung 14 SBB-Doppelbrücke Luterbach

*Uferverbauung und
Bauwerke*

Die bestehenden Uferverbauungen, künstlichen Einlaufbauwerke (siehe Kap. 3.10) und die übrigen Bauwerke entlang der Emme sind im Kurzbericht „Uferverbauungen und Bauwerke“ [33] dokumentiert. Tabelle 5 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die bestehenden Bauwerke im Projektperimeter.

Tabelle 5 Bestehende Bauwerke der Emme im Projektperimeter.

Kategorie Bauwerk	Anzahl
Wehr	1
Mündung, natürliche Zuflüsse (Dorfbach, Seebächli, Zufluss Entenweiher)	4
Einläufe Kanalnetze / Pumpstationen	13
Brücken	7
Querbauwerke (Schwellen, Rampen, Sperren)	9
Zugänge zum Gewässer	2
Entlastungen Emmenkanal	2
Lenkbauwerke / Bühnen	1

Abstürze

Neben der hohen Anzahl an künstlichen Einlaufbauwerken sind vor allem die Schwellen / Betonsperren (Abbildung 15) und Rampen von prägender Bedeutung. Diese Abstürze unterteilen die Fliessstrecke in Schwellenfelder von ca. 600 m Länge. Das Nettogefälle beträgt 2 bis 3.5 ‰.



Abbildung 15 Schwelle unterhalb der Brücke Derendingen – Zuchwil, km 2.285

Ufersicherung

Die rund 10 km Uferlänge zwischen dem Wehr Biberist und der Mündung in die Aare sind heute mehrheitlich hart verbaut [36], [37]. Die meisten dieser Ufer sind mit einem Blocksatz oder Blockwurf gesichert. Ufermauern bestehen auf einer Gesamtlänge von rund 300 m.

Werkleitungen

Im Gewässerraum der Emme sind mehrere Werkleitungen vorhanden. Tabelle 6 gibt eine zusammenfassende Übersicht über diejenigen Leitungen, die innerhalb des Projektperimeters liegen.

Tabelle 6 Werkleitungen im Projektperimeter

Leitung	Werkeigentümer
Abwasserleitungen	Einwohnergemeinden
Wasserleitungen	Brunnengenossenschaft Gerlafingen-Biberist, Gruppenwasserversorgung Unterer Leberberg, Regio Energie Solothurn, Einwohnergemeinden
Elektroleitungen	BLS Netz AG, Regio Energie Solothurn, EW Derendingen, EV Biberist, AEK Energie AG
Starkstromleitungen	BKW FMB Energie AG, AEK Energie AG
Gasleitungen unter- und oberirdisch	Gasverbund Mittelland
ZASE-Kanal (Abwassersammelkanal)	Zweckverband der Abwasserregion Solothurn-Emme (ZASE)
ENSO Dampf- und Kondensationsleitung	AEK Energie AG
Gemeinschaftsantennen / TV	GA Weissenstein GmbH
Telefonleitungen	Swisscom
Werkleitungen HIAG-Areal	HIAG Immobilien

4.2 Hydrologische Verhältnisse

Abflussgrössen

Nach den Ereignissen in den Jahren 2005 und 2007 wurde die langjährige Hochwasserstatistik der Emme bezogen auf die Messstation Wiler, von HZP und dem BAFU im Detail analysiert. Dies hat zu deutlichen Korrekturen der massgebenden, charakteristischen Abflusswerte geführt. Aktuell geht man für ein Ereignis mit einer statistischen Wiederkehrperiode von 100 Jahren (HQ100) von einem Abflusswert von 650 m³/s aus [11]. Weitere massgebende Abflussgrössen können Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7 Charakteristische Abflüsse, Messstation Wiler. Quelle: HZP [11]

Jährlichkeit	Abfluss [m ³ /s]
HQ ₅	39 ⁰
HQ ₁₀	45 ⁰
HQ ₃₀	56 ⁰
HQ ₅₀	59 ⁰
HQ ₁₀₀	65 ⁰
HQ ₃₀₀	74 ⁰

Abflussverhalten

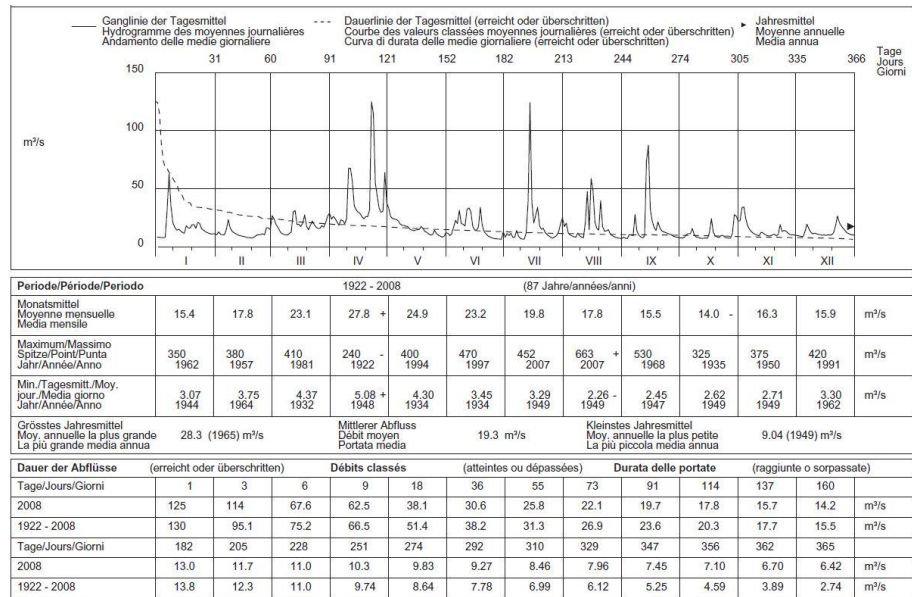
Das Abflussverhalten im unteren Teil des Einzugsgebietes der Emme wird von April bis Juni von der Schneeschmelze und ganzjährig durch die Niederschlagsereignisse geprägt [38]. Letzteres führt dazu, dass die bei Wiler gemessenen Abflüsse nur ein sehr schwaches, saisonal geprägtes Verhalten aufweisen. Typisch für die Emme sind lange Niederwasserperioden, so liegt beispielsweise Q₅₅(1922-2008) bei 31.3 m³/s (Abbildung 16). Hochwassersituationen kommen ganzjährig vor. Diese zeichnen sich durch sehr schnell (wenige Stunden) ansteigende und abfallende Abflussspitzen aus. Ihr Ursprung liegt meist bei intensiven Niederschlägen.

Restwasserstrecke

Im Projektabschnitt kommt hinzu, dass es sich um eine Restwasserstrecke handelt. Während rund 50 % der Zeit herrschen Restwasserverhältnisse [12]. Durch die Ausleitung beim Wehr Biberist verbleibt während diesen rund 6 Monaten pro Jahr eine Restwassermenge von derzeit lediglich 0.6-1 m³/s in der Emme. Das Verfahren zur Restwassersanierung (Stand Mai 2014) sieht aktuell Dotiermengen von 1.8 m³/s von September bis April und 2.3 m³/s von Mai bis August vor.

Mündung in die Aare

Die Mündung in die Aare bildet die untere Randbedingung für die Emme. Die Aare wird rund 2 km unterhalb der Mündung beim Kraftwerk Flumenthal eingestaut, was den Pegel der Emme im untersten Teil massgeblich beeinflusst. Bei Niederwasserbedingungen liegt der Pegel der Aare deutlich über demjenigen der Emme, was zu einem Rückstau von Aarewasser in die Emme führt. Bei Hochwasser hingegen liegt der Pegel der Emme deutlich höher und es kommt zu einem „Absturz“ von der Emme in die Aare [11].



Mit Werkkanal und Strackbach. Im Jahresdurchschnitt fliesst etwa die Hälfte des Abflusses durch den Werkkanal.

Abbildung 16 Ganglinie der Tagesabflussmittel im Jahr 2008 (Messstation Wiler), Abflussmittel und Dauer der Abflüsse (1922 – 2008). Quelle: BAFU [20]

4.3 Bestehende Gerinnekapazität

Kapazitätsdefizit

Die Gerinnekapazität der Emme ist nach heutigen Kenntnissen zu klein. Ein HQ100 kann zurzeit nicht mit dem nötigen Freibord durchgeleitet werden (vgl. Kap. 4.8).

HQ2 – HQ30

Dort, wo breite Vorländer an das Hauptgerinne anschliessen, tritt die Emme bereits ab einer Abflussmenge von 300 bis 400 m³/s (HQ2 bis HQ5) ins Vorland aus und durchströmt die Schachenwälder. So beispielsweise im Emmenschachen Luterbach und Zuchwil oberhalb der Autobahnbrücke (A5). Bei einem HQ30 (560 m³/s) sind diese Schachenwälder mehrheitlich mit einer mittleren Intensität überflutet [11].

HQ100, bordvoller Abfluss

Das Hochwasser 2007 und Modellierungen des IST-Zustandes haben gezeigt, dass ein HQ100 (650 m³/s) gerade noch innerhalb des Gewässerraumes abgeführt werden kann (bordvoller Abfluss). Es kommt lediglich zu Ausuferungen an einigen wenigen Schwachstellen [11].

HQ300, EHQ

Die aktuelle Gerinnekapazität mag die Abflussmengen eines HQ300 (740 m³/s) oder EHQ nicht abzuführen. Bei Abflüssen dieser Grössenordnung kommt es zu Ausuferungen ins Siedlungsgebiet [11].

4.4 Geschiebehaushalt und Morphologie

Übersicht

Im Rahmen der Korrektur gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Emme begradigt und ihr Gerinne eingengt. Dies führte zu einer Zunahme der Geschiebetransportkapazität und als Folge davon zu einer Eintiefung der Sohle. Zahlreiche Kiesentnahmen entlang des Flusslaufs verschärften die Situation. Zwar waren die Erosionen anfänglich erwünscht, um die Hochwassersicherheit zu erhöhen, schon bald nach der Korrektur zeigten sich jedoch die Nachteile in der Form von unterspülten Brückenwiderlagern und Uferverbauungen. Mit dem Bau von Schwellen wurde versucht, der Eintiefungstendenz entgegenzuwirken. Unterdessen ist der Lauf der Emme mit ca. 80 Schwellen (Eggiwil bis Aare) massiv verbaut. In der Studie Emme 2050 [39] wurde die Erosionsproblematik untersucht. Die im Jahre 1987 abgeschlossene Studie zeigte, dass die Erosionsprozesse zwar am Abklingen sind, dass aber auch in Zukunft mit weiteren Erosionen zu rechnen sei. Aufgrund dieser Prognose wurde die Kiesentnahmestelle Utzenstorf, das letzte Kieswerk an der Emme, 1994 stillgelegt.

Aktueller Zustand

In der Periode von 1928 bis ca. 1940/60 befand sich die Emme im Solothurner Abschnitt noch in einem Auflandungszustand. Grund für die Auflandungen im Unterlauf war der grosse Geschiebeeintrag wegen starker Erosionen im Oberlauf. Erst nachdem der Oberlauf durch den Bau von Schwellen immer mehr stabilisiert wurde und die Geschiebefrachten nachliessen, begann sich die Emme auch im Unterlauf einzutiefen. Im Solothurner Abschnitt war dies ab 1940 der Fall. Anschliessend erodierte die Emme anhaltend bis in die 80-er Jahre und grub ihr Bett immer tiefer. Durch den Bau von Schwellen und Rampen wurde versucht, die Sohle zu stabilisieren resp. eine Auflandung auszulösen. Dies gelang jedoch erst nach 1980.

Die Nachrechnung der Periode von 1982 bis 2004 mit dem numerischen Modell zeigt, dass sich die Emme im Abschnitt Emmenmatt (Kanton Bern) bis zur Kantongrenze Bern-Solothurn in einem Erosionszustand, im Solothurner Abschnitt hingegen in einem Auflandungszustand befand. Ausgelöst wurde der Auflandungstrend im Kanton Solothurn vor allem durch die Erhöhung der Rampen bei km 1.387 und km 1.674. In der Periode 1982 bis 2004 betrug die berechnete mittlere jährliche Geschiebefracht rund 12'800 m³/Jahr (Abbildung 17). Diese berechnete Menge passt gut mit der im Kiessammler Emmenspitz beobachteten Entnahmemenge von rund 13'100 m³/Jahr zusammen.

Zukünftiger Zustand

Die Simulation der zukünftigen Sohlenveränderungen ohne Veränderung der Gerinnegeometrie oder des Abflussregimes (so genannte Extrapolation) zeigt, dass sich der Geschiebehaushalt im Kanton Solothurn dem Gleichgewichtszustand nähert und in Zukunft nur noch mit geringen Sohlenveränderungen zu rechnen ist (Abbildung 17).

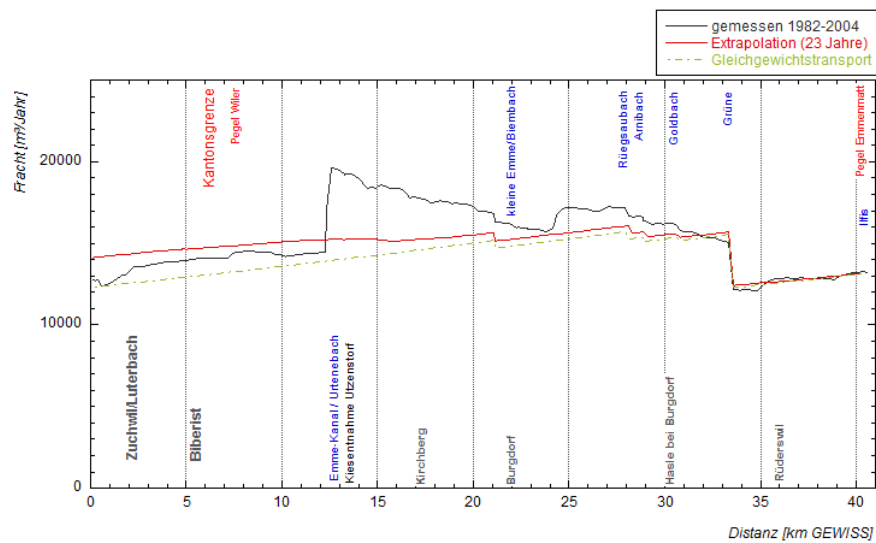


Abbildung 17 Aktuelles Transportdiagramm⁵ der Emme: Mittlere jährliche Geschiebefrachten heute und in Zukunft (ohne Massnahmen) sowie theoretische Gleichgewichtstransportlinie zwischen der Ilfismündung und der Mündung der Emme in die Aare.

Morphologie

Wegen des häufig geringen Abflusses unterhalb der Wasserausleitung in Biberist (Wehr) entsteht der Eindruck, dass in der Emme Sohlenstrukturen vorhanden sind. In Wirklichkeit weist das Gerinne im heutigen Zustand aber nur wenige morphologische Strukturen auf. Die Sohle ist mehrheitlich eben. Kiesbänke von geringer Mächtigkeit sind allenfalls in den Kurven vorhanden. An etlichen Stellen ist zudem nur eine geringe Kiesauflage über dem anstehenden Fels vorhanden.

4.5 Schwemmholz

Schwemmholz

Bei den Kraftwerken Flumenthal, Wynau, Bannwil und Aarau wurde nach dem Hochwasser 2005 insgesamt eine Schwemmholzmenge von 9'350 m³ (Annahme Lockervolumen) entfernt. Es wird davon ausgegangen, dass die Mehrheit (90%) dieses Materials aus der Emme stammt. Es handelt sich um eine sehr grosse Menge (Abbildung 18), welche aber auch an anderen Flüssen beobachtet wurde. Zum Vergleich: An der Kleinen Emme wird für das Ereignis 2005 von einer maximalen Schwemmholzfracht von rund 7'800 m³ ausgegangen. Das Schwemmholz führte bei den Wehren sowie bei zahlreichen Bauwerken zu grossen Problemen.

⁵ Das Transportdiagramm stellt den Verlauf der Geschiebeführung entlang einer betrachteten Strecke dar. Eine leicht fallende Kurve entspricht einem Geschiebegleichgewicht unter Berücksichtigung des Geschiebeabtriebs. Ein sprunghafter Anstieg deutet auf den Geschiebeeintrag eines Zubringers hin, ein sprunghafter Abfall auf eine Geschiebeentnahme. Eine Sohlenerosion wird durch einen mehr oder weniger starken Anstieg der Kurve beschrieben, während ein Abfall auf eine Auflandung hindeutet.



Abbildung 18 Schwemholzansammlung beim Kraftwerk Flumenthal beim Hochwasser 2005.

4.6 Gefahrensituation und Gefahrenkarte

Gefahrensituation

Die beiden Ereignisse am 21./22. Aug. 2005 (530 m³/s bei der Station Wiler) und am 8./9. Aug. 2007 (665 m³/s) zeigten, dass die Hochwassersicherheit der Emme nicht gewährleistet ist. Zwar traten nur verhältnismässig wenige Überflutungs- und Erosionsprozesse innerhalb des Projektperimeters auf, die Abflusskapazität war aber erschöpft. Für beide Ereignisse gibt es eine ausführliche Ereignisdokumentation (2005 / 2007) [10], [9].

Erfahrungen August 2005

Das Ereignis vom August 2005 entspricht gemäss heutiger Statistik knapp einem 30-jährlichen Ereignis. Bei diesem Abfluss kam es zu einer grossflächigen Überflutung des Vorlandes und lokal zu Ausuferungen in die angrenzenden Siedlungsgebiete. Unterhalb des Wehres Biberist wurde linksseitig ein Teil des Quartiers Giriz überflutet, eine weitere Ausbreitung konnte mit Sandsäcken verhindert werden. Aufgrund der topografischen Verhältnisse floss das Wasser oberhalb des Dittibergs zurück ins Gerinne. Unterhalb des Dittibergs uferte das Wasser auf der ganzen Strecke bis zur Aare ins Vorland aus, wo aber keine wesentlichen Siedlungen oder Infrastrukturanlagen vorhanden sind. Einzig bei der SBB-Brücke Bahn 2000 floss das ausgeuferte Wasser weit nach links und überflutete die Autobahn. In der Gemeinde Derendingen musste das Siedlungsgebiet abschnittsweise mit Sandsäcken geschützt werden. Das im Vorland stehende Pockenhaus musste ebenfalls mit Sandsäcken geschützt werden. In Luterbach stand das Pfadiheim unter Wasser. Damnbrüche und Verklausungen wurden keine beobachtet.

*Erfahrungen August
2007*

Das Ereignis vom August 2007 entspricht ca. einem 100-jährlichen Ereignis. Obwohl der Abfluss um mehr als 100 m³/s grösser war als im August 2005, war das überflutete Gebiet nicht grösser. Dies liegt v.a. daran, dass durch das vorherige Ereignis die Schwachstellen bekannt waren und die Feuerwehren die Siedlungen und einzelnen Objekte zielgerichtet mit Sandsäcken sowie neu angeschafften Beavern schützen konnten. Nachrechnungen mit dem morphologischen Modell zeigten zudem, dass zum Zeitpunkt der Abflussspitze die Sohlenlage der Emme in den heiklen Abschnitten vermutlich sehr tief lag.

Die Schwachstellen, welche sich beim Ereignis vom August 2005 zeigten, wurden im August 2007 bestätigt. Diesmal traten jedoch zusätzliche Probleme und Schäden auf: Zwei neue Anrisse gab es im Emmenschachen km 0.567 (Länge je ca. 200 – 250 m). Im Bereich der Brücke Luterbach wurde das linke Ufer erneut angerissen, wodurch Werkleitungen gefährdet waren. Der Anriss wurde mit Blöcken gesichert und das Vorland mit kiesigem Material aufgefüllt. Die übrigen Anrisse wurden bis jetzt nicht zurückgebaut, die Kosten für die Schadenbehebung werden auf ca. 1 Mio. CHF geschätzt. Dammbrüche ereigneten sich auch im August 2007 keine.

Gefahrenprozesse

Aufgrund der beiden Hochwasserereignisse, der Untersuchungen im Rahmen der Vorstudie [11] sowie der Gefahrenkarten (Abbildung 19 und Abbildung 20) können folgende Gefahren erkannt werden:

- Überflutung des Siedlungsgebietes wegen zu geringer Abflusskapazität.
- Verklausungsgefahr bei den Brücken wegen zu geringem Freibord und den im oder am Ufer stehenden Brückenpfeilern.
- Gefahr, dass eine Brücke im Falle einer Verklausung von den Widerlagern geschoben wird.
- Seitenerosionsprozesse, welche die Ufersicherungen zerstören. Als Folge davon könnte insbesondere der ZASE-Kanal beschädigt werden oder es könnten Schadstoffe aus den Deponien freigespült werden.
- Dammbrüche bei einer Überströmung der Dämme.

Die Gefahr von unerwünschten Sohlenveränderungen, Erosionen oder Auflandungen wird als gering eingestuft.

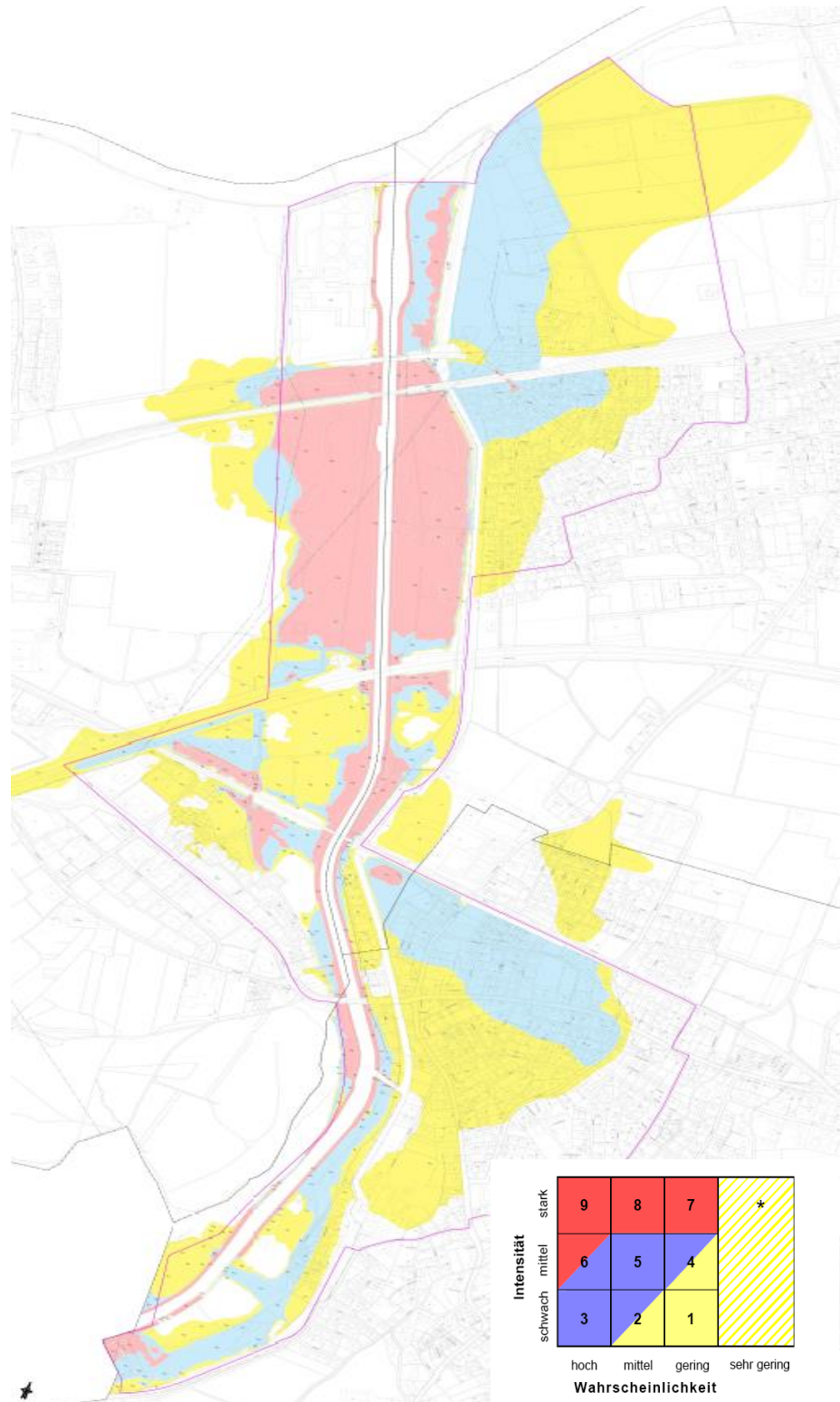


Abbildung 19 Gefahrenkarte Derendingen, Luterbach und Zuchwil, Quelle: SPI & Emch + Berger [8]

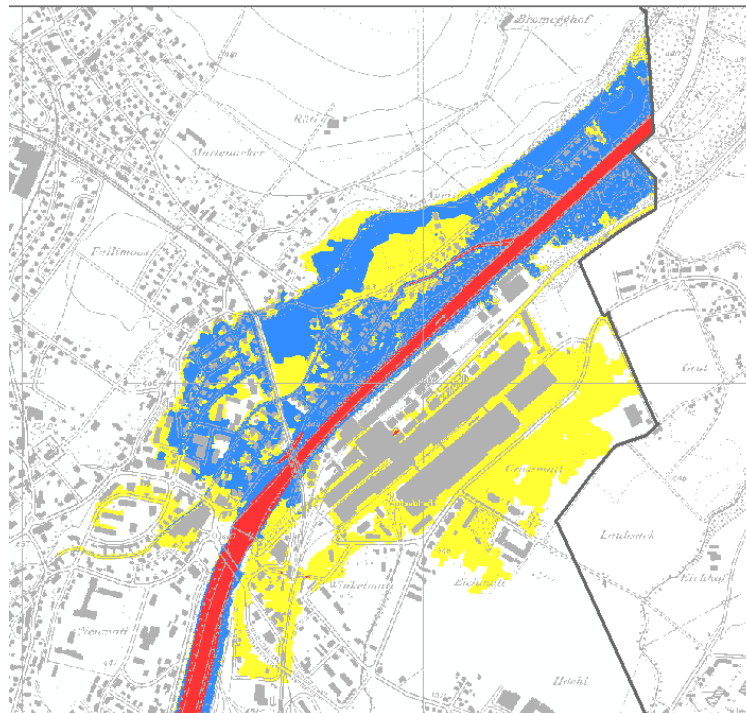


Abbildung 20 Gefahrenkarte Biberist nach der Realisierung des Projektes Biberist-Gerlafingen Ende 2011, vor der Umsetzung von Massnahmen zwischen dem Wehr Biberist und der Aare, ohne Restgefährdung, Stand: April 2014⁶

4.7 Beurteilung Schadenpotenzial

Schadenerwartung

Das Schadenpotenzial sowie der Nutzen-Kosten-Faktor wurden basierend auf den bestehenden Gefahrenkarten [7], [8], aktuellen Gebäudeversicherungsdaten sowie ergänzenden Felderhebungen berechnet. Die Berechnungen erfolgten mit dem vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) zur Verfügung gestellten Programm EconoMe. Der Kurzbericht in Anhang L gibt darüber genauer Auskunft. Zurzeit wird von folgenden Schadenpotenzialen ausgegangen:

Tabelle 8 Schadenpotenzial IST-Zustand nach EconoMe

Gemeinde	HQ30 [Mio. CHF]	HQ100 [Mio. CHF]	HQ300 [Mio. CHF]
Biberist	11.3	19.2	55.7
Derendingen	2.1	3.7	53.3
Luterbach	11.4	15.4	51.1

⁶ Die aktuelle Version der Gefahrenkarte des IST-Zustandes zeigt eine wesentlich stärkere Gefährdung als frühere Versionen. Die Änderungen sind vor allem auf die Neubeurteilung der Abflusskapazität oberhalb der BLS-Brücke zurückzuführen. Zwischen dem Wehr Biberist und der BLS-Brücke ist im Verklauungsfall mit Ausuferungen zu rechnen.

Zuchwil	13.2	16.4	22.2
Total	38.0	54.7	182.3

Aktuell (vor Massnahmen) liegen die Schadenpotenziale für ein HQ₃₀, ein HQ₁₀₀ und ein HQ₃₀₀ bei rund CHF 38.0 Mio., CHF 54.7 Mio. und CHF 182.3 Mio. (vgl. Anhang L).

GK ohne Freibord

Die Gefahrenkarten berücksichtigen keine Freibordbedingungen. Mit Berücksichtigung eines Freibordes würde ein wesentlich grösseres Schadenpotenzial resultieren.

4.8 Schwachstellenanalyse und Defizite Hochwassersicherheit

Schutzdefizite

Hochwassersicherheit

Die Analyse der Abflusskapazität ergab, dass die Hochwassersicherheit der Emme nicht gewährleistet ist. Zwar wurden bei den Ereignissen im August 2005 und 2007 keine massiven Schäden verzeichnet, diese Ereignisse sowie die hydraulischen Untersuchungen zeigten aber, dass das zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit notwendige Freibord fehlt (vgl. Abbildung 21) und dass Einzelgebäude innerhalb des Gewässerraumes gefährdet sind (vgl. auch [8] S.34).

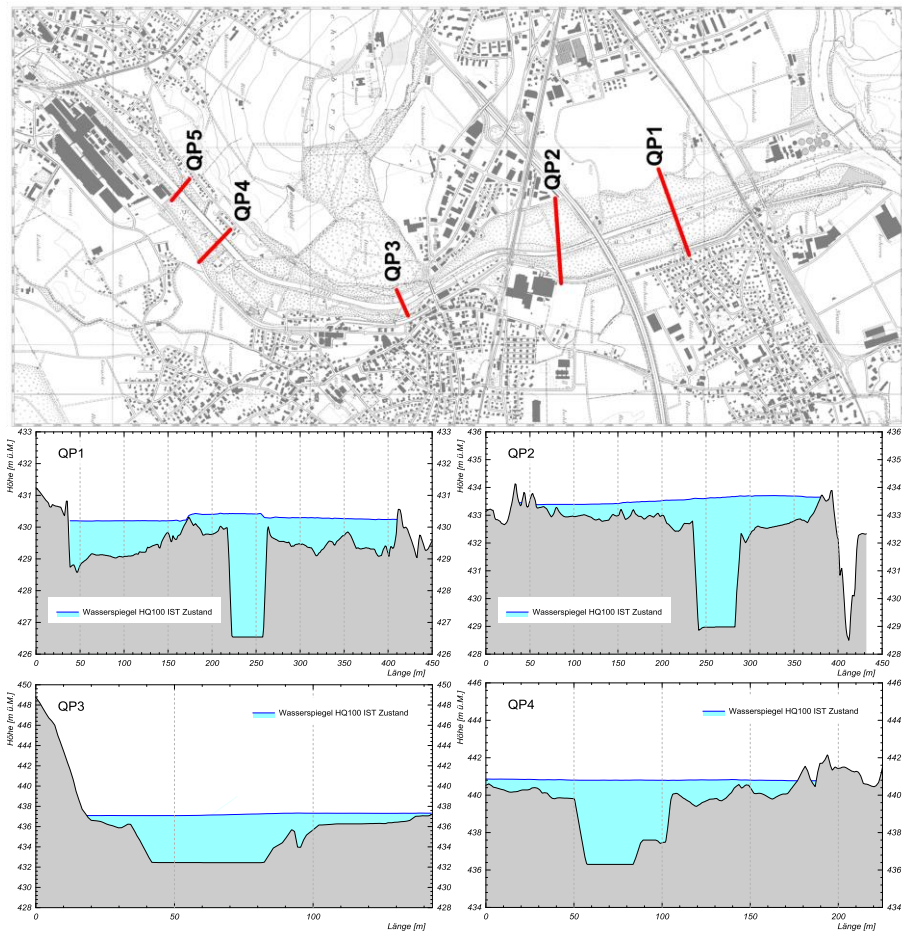


Abbildung 21 Querschnitte der Emme mit Wasserstand HQ₁₀₀ IST-Zustand (Resultate 2D Berechnung)

<i>Überlastfall</i>	Der Überlastfall stellt auf dem ganzen Projektperimeter ein spezielles Problem dar, weil im Falle von Ausuferungen keine geeigneten Abflusskorridore vorhanden sind und ausgeufertes Wasser nicht mehr in die Emme zurückfliessen kann. In diesem Fall sind grosse Teile des Siedlungsgebietes betroffen. Diese Tatsache muss beim Bemessungskonzept berücksichtigt werden. Dabei muss es darum gehen, ein Versagen der Schutzbauten (z.B. Damnbrüche) zu verhindern und Schäden resp. die Überflutungsflächen zu minimieren.
<i>Sohlenveränderungen</i>	Die morphologischen Simulationen mit dem Geschiebemodell zeigen, dass während eines Hochwasserereignisses Sohlenveränderungen zu erwarten sind. Bei lange andauernden Ereignissen ist vor allem unterhalb des Wehres Biberist bis zum Pockenhaus mit Auflandungen zu rechnen (Ereignis 2005), bei kurzen Ereignissen hingegen eher mit Erosionen (Ereignis 2007). Die gemessenen Sohlenlagen 2006 und 2013 zeigen die Bandbreite. Unterhalb des Wehres Biberist entspricht die Sohle 2006 einer hohen Sohlenlage, massgebend für die Hydraulik, 2013 einer tiefen Sohlenlage, massgebend für die Foundation der Uferverbauungen.
<i>Ufererosionen</i>	Die Ufersicherungen sind teilweise in einem schlechten Zustand, was bei den letzten Hochwassern zu Uferanrissen führte. Insbesondere das Hochwasser vom 1. Juni 2013 (Spitze: 382 m ³ /s) zeigte die mangelnde Funktionstauglichkeit und den Sanierungsbedarf älterer Uferverbauungen deutlich auf [40]. Die Erfahrungen zeigen, dass sich im Falle eines Versagens der Ufersicherung bei Hochwasser rasch grosse Anrisse bilden. Dort, wo Anrisse die Stabilität von Bauwerken gefährden könnten, dürfen diese nicht toleriert werden (vgl. Vorprojekt Beilage 1.03, inkl. Plan).
<i>Verkläusungen</i>	Verkläusungen wurden bis heute nur beim Wehr Biberist (Bereich Schleusenwehr) beobachtet. Bei mehreren Brücken ist das Freibord aber ungenügend und es besteht ein Risiko für Verkläusungen.
<i>Dammstabilität</i>	Die Untersuchungen des Geotechnikers [17] zeigen, dass die Dämme mehrheitlich ⁷ in einem guten Zustand sind. Es wurden keine kritischen Schwachstellen gefunden.
<i>Seitenbäche</i>	Die Erfahrungen während der letzten Hochwasser zeigten, dass die Hochwassersicherheit des Dorfbaches und des Seebächlis in Biberist im Mündungsbereich wegen eines Emmerückstaus in die beiden genannten Nebengewässer nicht gewährleistet ist.

4.9 Defizite Ökologie

Wegen der Einengung und Kanalisierung des Gerinnes hat die Emme im Solothurner Abschnitt ihre natürliche Dynamik verloren. Die Überflutungshäufigkeit des

⁷ Ausser ein Loch beim Kanalweg 8 und ein Abschnitt am linken Ufer im Gebiet Giriz

Vorlandes ist gering, Weichholzaunen fehlen. Sohlenstrukturen, welche früher den Fluss charakterisierten, fehlen heute fast gänzlich.

Der oft harte Uferverbau verunmöglicht einen Austausch zwischen dem Gerinne und dem Umland. Übergangsbiootope wie Altarme, Seitengewässer und stehende Gewässer können nicht entstehen. Solche Übergänge zwischen fließendem und stehendem Wasser wären aber Grundlage für eine gewässer- und auentypische Flora und Fauna. Aus all diesen Gründen weist die Emme erhebliche ökologische Defizite auf. Eine detaillierte Defizitanalyse findet sich im Leitbild.

5 Projektannahmen

5.1 Hochwasserschutzziele

Übergeordnetes Ziel

Das primäre Ziel des Projektes ist der Schutz und die Aufwertung der entsprechenden Siedlungs- und Gewerbegebiete durch eine Reduktion der aktuellen Gefährdungen [41], [8] und durch eine Revitalisierung der Emme.

Schutzziele

Das Konzept der Schutzziele wird aus der Vorstudie [11] übernommen. Es wird der Grundsatz der differenzierten Schutzziele angewandt. Dabei wird zwischen den Zielen eines vollständigen, eines begrenzten und von keinem Schutz unterschieden. Beim vollständigen Schutz soll es nach Projektrealisierung bis zum Bemessungsabfluss zu keinerlei Überschwemmungen kommen. Dies wird mit einem Freibord gewährleistet. Letzteres deckt Unsicherheiten eines möglichen Wellenschlags und der Dimensionierungsgrundlagen (Gerinnegeometrie, angenommene Rauigkeitsbeiwerte, Verklausungen, unvorhergesehene hydraulische und morphologische Prozesse, etc.) ab. Beim begrenzten Schutz können Überflutungen mit schwachen ($h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$) oder mittleren Intensitäten ($0.5 \text{ m} < h < 2.0 \text{ m}$ oder $0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v \cdot h < 2.0 \text{ m}^2/\text{s}$) auftreten. Es wird kein Freibord definiert. Es darf aber auf keinen Fall zu einem Dammbbruch kommen. Wo nötig werden deshalb überströmbare Dämme ausgebildet.

Objektzuweisung

Die zu schützenden Objekte werden aufgrund des vorhandenen Schadenpotenzials einem dieser Schutzziele unterstellt. Das Pockenhaus und die KEBAG werden als Sonderobjekte beurteilt. Beide Objekte werden auf einen vollständigen Schutz bei HQ100 ausbaut. Beim Pockenhaus wird das Freibord bei HQ100 aber auf 30 cm limitiert und die KEBAG erhält einen etwas höheren Schutzgrad, indem bei EHQ max. schwache Intensitäten zugelassen werden.

Schutzzielmatrix

Für die Emme zwischen der Kantonsgrenze und der Aare wurde im Rahmen der Vorstudie die in Tabelle 9 ersichtliche Schutzzielmatrix definiert. Aus der Matrix ist ersichtlich, bis zu welchem Abfluss die verschiedenen Objekte wie stark geschützt werden und wie gross die maximale Überflutungsintensität (gemäss Schutzzielkonzept) sein darf. Eines der Projektziele ist, die definierten Schutzziele (nach Bauabschluss) zu gewährleisten.

Tabelle 9 Schutzzielmatrix Emme Kanton Solothurn

Schutzzielmatrix Kanton Solothurn		Schutzziele			
		Wiederkehrperiode	0-HQ30	HQ31-HQ100	HQ101-HQ300
Objektkategorien					
1	Naturlandschaften und Wald, landwirtschaftliche Extensivflächen	3	3	3	3
2.1	Landwirtschaftliche Intensivflächen, Flurwege, Leitungen von kommunaler Bedeutung	2	3	3	3
2.2	Unbewohnte Gebäude, Gemeindestrassen, Leitungen von kantonaler Bedeutung	2	2	3	3
2.3	Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude, Verkehrswege von kantonaler Bedeutung, kommunale Sammel- oder Hauptstrassen	1	1	2	3
3.1	Verkehrswege von nationaler und grosser kantonaler Bedeutung	0	1	2	3
3.2	Geschlossene Siedlungen, Industrie, Gewerbe, Bauzonen	0	0	1	2
3.3	Sonderobjekte, Sonderrisiken (Pockenhaus und KEBAG)	Fallweise Beurteilung (vgl. Schutzzielplan, Beilage 2.04)			

Schutzziel	Zulässige Intensität
0	vollständig Maximal zulässige Intensität = null
1	begrenzt Maximal zulässige Intensität = schwach, d.h. $h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$
2	begrenzt Maximal zulässige Intensität = mittel, d.h. $0.5 \text{ m} < h < 2.0 \text{ m}$ oder $0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v \cdot h < 2.0 \text{ m}^2/\text{s}$
3	kein Schutz Maximal zulässige Intensität = stark, d.h. $h > 2.0 \text{ m}$ oder $v \cdot h > 2.0 \text{ m}^2/\text{s}$
Glossar h: Überschwemmungshöhe; v = Fließgeschwindigkeit	

Schutzzielplan

Der Schutzzielplan A-596.3 der Vorstudie [11] wurde im Rahmen des Bauprojektes überarbeitet. Die aktuelle Fassung des Auflageprojekts (Beilage 2.04) entspricht derjenigen des Bauprojekts. Grundlagen des überarbeiteten Schutzzielplans bilden diverse Gespräche mit Direktbetroffenen und eine Neubeurteilung der Objektkategorien der Einzelobjekte im Geltungsbereich (teilweise als Resultat der Gespräche). Der aktuelle Schutzzielplan (Beilage 2.04) zeigt die angestrebten Schutzziele in der Übersicht für den gesamten Projektabschnitt.

Für die Bewältigung des Überlastfalles werden mehrere Ausleitstellen definiert (vgl. Kap. 5.5 und Kap. 11.1). Die Schutzziele werden auch in den Entlastungskorridoren eingehalten.

Objektschutz

Die Notwendigkeit allfälliger Objektschutzmassnahmen ergibt sich letztlich aus der 2D-Überflutungsmodellierung. Eine systematische Überprüfung aller Einzelobjekte⁸ im Überflutungsbereich in Anhang K zeigt wo Objektschutzmassnahmen nötig sind. Die nun vorliegenden Vorschläge (vgl. Kap. 6.5) sind das jeweilige Resultat von mehreren geprüften Varianten und sind mit den Betroffenen abgesprochen.

⁸ Einzelne Wohngebäude, Spielplätze, Vereinshütten und -infrastrukturen, etc.

Projektziele Sicherheit

Tabelle 10 gibt einen Überblick über die konkreten Projektziele betreffend Hochwasserschutz in den Bereichen Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft.

Tabelle 10 Entwicklungs- und Projektziele Hochwasserschutz

Aspekt	Bereich	Entwicklungsziel Leitbild	Projektziel
Gesellschaft	Hochwasserschutz	Die für die Emme formulierten Schutzziele sind jederzeit erfüllt.	Die definierten Freiborde werden auf dem gesamten Abschnitt eingehalten. Wo es die Platzverhältnisse zulassen sind die Gerinnequerschnitte der Emme vergrössert. Die (subsidiären) Dämme sind erstellt.
		Das Hochwasserschutzsystem reagiert gutmütig auf Überlastfälle und unvorhergesehene Prozesse und ist robust in Bezug auf Überlastungen. Dank geeigneter Objektschutzmassnahmen und der Notfallplanung bleiben die Überflutungen im Überlastfall kontrollierbar und die Schäden begrenzt.	Die Ausleitstellen im Überlastfall sind definiert, wo nötig sind die Dämme überströmbar ausgebildet. Alle Vorgaben (technisch, organisatorisch und raumplanerisch) des integralen Risikomanagement sind umgesetzt oder verbindlich eingeleitet.
		Die Brücken und das Wehr Biberist sind baulich so angepasst, dass sie Verklausungen von Schwemmholz nicht begünstigen.	Die notwendigen Brückenverschaltungen (gegen Verklausungen) sind erstellt.
		Ein ausgeglichener Geschiebehalt gewährleistet, dass keine bedeutenden Sohlenveränderungen, Erosionen oder Auflandungen auftreten.	Wo es die Platzverhältnisse zulassen sind die Gerinnequerschnitte der Emme entweder maschinell auf die gewünschte Breite (wo immer möglich Regimebreite) vergrössert oder es sind eigendynamische Aufweitungsprozesse initiiert damit sich diese innerhalb von 20 Jahren einstellen kann.
Wirtschaft	Arbeitsplätze	Die hochwassersichere Umgebung der Emme sowie eine attraktive Flusslandschaft tragen zur Steigerung der Standortattraktivität der Wirtschaftsregion Wasseramt bei.	Die definierten Freiborde und die Schutzziele werden auf dem gesamten Abschnitt eingehalten.
		Es wird ein Beitrag zur Entwicklung der emmenahen Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebiete geleistet.	Das Projekt fliesst positiv und verbindlich in die Nutzungs- und Ortsplanungen der Gemeinden ein.
Umwelt	Feststoffhaushalt	Im Gerinne befinden sich kleinere Schwemmholzmengen, welche immer wieder transportiert und abgelagert werden, aber keine Gefahr bez. Verklausungen bei den Brücken darstellen.	Die neurgischen Stellen wo regelmässig oder nach grösseren Ereignissen das Schwemmholz entfernt werden muss sind definiert (Unterhaltskonzept).
			Die notwendigen Brückenverschaltungen (gegen Verklausungen) sind angebracht.

5.2 Ökologische Projektziele

Tabelle 11 Entwicklungs- und Projektziele Ökologie.

Projektziele Ökologie

Aspekt	Bereich	Entwicklungsziel Leitbild	Projektziel
Gesellschaft	Grundwasser	Der Schutz des Grundwassers ist gewährleistet.	Die Kehrichtdeponien Schwarzweg und Rüti sowie die Bioschlammdeponie der ehem. Papierfabrik sind total saniert. Alle übrigen Deponien (Bauschutt) sind ausreichend gesichert.
	Wasserqualität	Die Wasserqualität ist gut bis sehr gut, auch in Bezug auf Mikroverunreinigungen.	
	Fischerei	Es wird eine nachhaltige Fischerei ohne künstlichen Besatz ausgeübt.	Unnötige Rampen sind entfernt. Die Schwellen sind in fischgängige Blockrampen umgewandelt. Die Einmündung in den Dorfbach ist fischgängig ausgestaltet.
Wirtschaft	Wasserkraft	Die Nutzung der Wasserkraft soll auch in Zukunft erhalten und gefördert werden. Gleichzeitig sind Massnahmen zur wirtschaftlich vertretbaren Leistungssteigerung der bestehenden Wasserkraftwerke zu prüfen und zu unterstützen.	Die Ausleitung von Wasser in den Emmekanal wird nicht beeinträchtigt.
	Waldwirtschaft	Das natürliche Standortpotenzial wird ausgeschöpft.	Durch Aufweitungen und das Schaffen von Überflutungsf lächen wird das Standortpotenzial erhöht. Das Zulassen der natürlichen Sukzession fördert eine vielfältige Bestockung.
		Verjüngungen sind natürlich gewachsen.	
		Lichte Stellen enthalten licht- und wärmeliebende Arten.	Aufgelichtete Stellen sind geschaffen und werden gehölzfrei gehalten.
	Der Anteil an Sonder- und Naturreservatsflächen innerhalb des Gewässer- raums ist gegenüber heute erhöht.	Der Kanton erwirbt Teilflächen und bewirtschaftet sie als (Teil-) Reserverate.	
Landwirtschaft	Unbedeutend, keine Ziele	Keine Projektziele	
Umwelt	Wasserhaushalt	Die Dotierung beim Wehr Biberist ist im Rahmen der gewässerschutzrechtlichen Vorgaben so bemessen, dass sich die Wassertemperatur entlang der Restwasserstrecke nicht wesentlich erhöht und das Aufkommen der standorttypischen Lebensgemeinschaften vollständig gewährleistet ist.	Kein Projektziel, wird im Rahmen der Restwassersanierung behandelt.

	Überflutungsprozesse	Die periodisch überströmten Flächen sind gegenüber heute wesentlich grösser.	Das Gerinne der Emme ist im Bereich der gebauten Aufweitungen deutlich verbreitert.
			Im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen und den Überflutungsflächen im Bereich der sanierten Deponien sind die Voraussetzungen für eine Verbreiterung des Gerinnes, resp. eine Vergrösserung der periodisch überströmten Flächen geschaffen.
	Feststoffhaushalt	Der Geschiebehaushalt ist ausgeglichen. Es wird so viel Geschiebe zugeführt, wie das neue Gerinne maximal transportieren kann.	Der Geschiebeeintrag bei Aushubarbeiten wird auf den Geschiebehaushalt abgestimmt.
		Der Geschiebeeintrag von der Emme in die Aare ist im Rahmen des technisch und finanziell Möglichen (Berücksichtigung der Konzession des KW Flumenthal) erhöht.	Kein Projektziel.
		Im Gerinne befinden sich kleinere Schwemmholzmengen, welche immer wieder transportiert und abgelagert werden, aber keine Gefahr bez. Verkläunungen bei den Brücken darstellen.	Die Stellen wo das Schwemmholz zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit nicht entfernt werden muss, sind definiert (Unterhaltskonzept).
	Morphodynamik	In einem begrenzten, kontrollierbaren Rahmen finden wieder atypische Seitenerosionsprozesse statt.	Im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen und den Überflutungsflächen sind mittels vorbereitender Massnahmen (Röschung, Entfernung Wurzelstöcke) die Voraussetzungen für Seitenerosionsprozesse geschaffen.
		Kies- und Sandbänke, welche einem stetigen Auf- und Abtrag unterworfen sind, strukturieren die Sohle.	Dynamisch morphologische Strukturen sind initiiert (Aufweitungen, Kiesschüttungen, etc.)
	Grundwasser	Die natürlichen Austauschprozesse zwischen der Emme und dem Grundwasserkörper sind intakt. Der Grundwasserspiegel wird nicht wesentlich erhöht.	Die Grundwasserqualität ist gut, es gibt keine Beeinträchtigung der öffentlichen Trinkwasserfassungen. Eigendynamische Aufweitungen werden gegenüber maschinellen Aufweitungen bevorzugt.
	Gewässerstrukturen	Die Flusssohle weist klar abgrenzbare Bereiche mit Sand, Fein-, Mittel- und Grobkies auf (Korngrössenseparierung).	Im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen sind die notwendigen Voraussetzungen durch die natürlichen Prozesse (vor allem Hochwasser und Geschiebetrieb) geschaffen. In den übrigen Abschnitten erzeugen Einbauten (z. B. Wurzelstöcke) im Gerinne die gewünschte Wirkung.
		Eine hohe Breitenvariabilität, seichte und tiefe Bereiche sowie ein vielfältiges Strömungsmuster prägen das Gerinne.	
		Ein vielfältiges Mosaik an Grob- und Feinstrukturen bildet ein Flechtwerk verschiedenster Lebensräume über den gesamten Gewässerraum.	
		Die Ufer sind wo immer möglich unverbaut und weisen bestockte und unbestockte Abschnitte auf. Die Grenzlinie zwischen Wasser und Land entspricht einem Vielfachen der Flusslänge.	Sämtliche nicht zwingend notwendigen Uferverbauungen sind entfernt oder wo möglich durch ingenieurbioologische Bauweisen ersetzt. Die Uferbestockung wird der natürlichen Besiedlung überlassen. Die Uferlinie ist vielfältig gestaltet.

Vegetation	Lebensräume für alle Auen-Vegetationstypen, insbesondere auch die Weichholzaunen, sind entlang der Emme vorhanden.	Der Gerinnebereich ist durch aktive Aufweitungen verbreitet, die Bereiche für eigendynamische Aufweitungen sind definiert. Bei den Deponiestandorten werden die Möglichkeiten zur Ausbildung einer Weichholzaue geschaffen.
	Im kantonalen Naturreservat Giriz Biberist sind spezifische Lebensräume (z.B. offene Flächen) und Arten (z.B. Traubenkirsche) vorhanden.	Für die Waldflächen ausserhalb der Eingriffsflächen und Interventionslinien gibt es keine Projektziele.
		Die Quervernetzung zwischen Emme und Naturreservat ist durch die Entfernung der harten Uferverbauung verbessert.
	Die Auenwälder weisen eine grössere Naturnähe auf.	In den aktiv umgestalteten Bereichen der Überflutungsflächen, der Aufwertungsgebiete im Emmenschachen sowie im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen zwischen den Interventionslinien sind die Voraussetzungen für naturnahe Auenwälder geschaffen.
		Für die Waldflächen ausserhalb der Eingriffsflächen und Interventionslinien gibt es keine Projektziele.
	Stehende Gewässer und lichte Wälder ermöglichen die Entwicklung typischer Vegetationsgesellschaften des Auenwaldes.	Mehrere neue Stillgewässer im Bereich der Ententeiche und östlich des Emmenkanals im Emmenschachen sind erstellt.
		In den aktiv umgestalteten Bereichen (Gerinne, aktive Aufweitungen, Überflutungsflächen) sowie im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen (zwischen den Interventionslinien) sind die Voraussetzungen für naturnahe Auenvegetation geschaffen.
		Für die Waldflächen ausserhalb der Eingriffsflächen und Interventionslinien gibt es keine Projektziele.
	Naturwaldflächen (Reservate) und Pionierflächen lassen eine natürliche Sukzession zu.	In den aktiv umgestalteten Bereichen, insbesondere auf den Überflutungsflächen, sowie im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen sind die Voraussetzungen für eine natürliche Sukzession geschaffen.
		Die vom Kanton erworbenen Waldflächen werden als (Teil-) Reservate bewirtschaftet.
	Standortstypische Weidenarten wie Silberweide, Lavendelweide, Bruchweide, Reifweide bilden entlang des gesamten Flusslaufes deutliche Bestände und / oder flächige Vorkommen.	Die Überflutungsflächen und die aktiven Aufweitungen sind umgesetzt, die Bereiche für eigendynamischen Aufweitungen definiert. Auf der Überflutungsfläche Rüti herrschen für die Entwicklung von standortstypischen Weidenarten besonders gute Verhältnisse.
	Die Zielarten der Feuchtgebiete sowie der Kies- und Sandflächen (wie Hopfen, Rosmarin-Weidenröschen, Tamariske) finden entsprechenden Lebensraum und können sich dauerhaft ansiedeln. Die Lebensraumbedingungen für den Kleinen Rohrkolben sind so gut, dass eine Wiederansiedlung geprüft werden kann.	Die Überflutungsflächen, die neuen Stillgewässer und die aktiven Aufweitungen sind umgesetzt, die Bereiche für eigendynamischen Aufweitungen definiert. Solange die natürliche Auedynamik auf Grund der Restwassersituation gestört ist, ist die Wiederansiedlung von sehr spezialisierten Auen-Arten wie dem kleinen Rohrkolben unwahrscheinlich.
Neophyten breiten sich nicht weiter aus.		Im Unterhaltskonzept sind die Massnahmen zum Umgang mit Neophyten defi-

			niert.
Vernetzung	Die freie Fischwanderung ist von der Aare bis zur Kantonsgrenze sowohl flussauf- wie auch flussabwärts sowie in den Dorfbach Biberist zu jeder Zeit des Jahres gewährleistet.	Unnötige Rampen sind entfernt. Die Schwellen sind in fischgängige Blockrampen umgewandelt. Die Einmündung und die untersten 750 m des Dorfbachs sind fischgängig ausgestaltet.	
	Durchgehende Uferkorridore erlauben Amphibien, Reptilien und Kleinsäugetern die Wanderung entlang der gesamten Emme.	Das Gerinne ist fast durchgehend verbreitert. Die Strukturierung ermöglicht eine Längsvernetzung teilweise auch im Gerinne. Uferverbauungen sind wo immer möglich entfernt. Zu ersetzende Uferverbauungen sind, wenn möglich mit ingenieurbio- logischen Massnahmen naturnah gestaltet.	
	Flache Ufer ermöglichen grösseren Säugetieren (z.B. Reh, Fuchs) die Querung der Emme.	Böschungsneigungen sind möglichst flach ausgestaltet (1:3 - 1:2)	
Boden	Die Emme verändert mit ihrer natürlichen Dynamik die Böden (z.B. Sand- Ablagerungen).	In den Aufweitungs- und Überflutungsflächen wird die (Neu-)Entwicklung von standorttypischen Fluvisolböden durch die verstärkte natürliche Dynamik gefördert.	
	Die permanente Neu-Entstehung von Rohböden ist möglich.		
Fische	Sämtliche standorttypische Fischarten kommen in adäquater Häufigkeit vor und finden ausreichend Lebensraum um sich fortzupflanzen, aufzuwachsen, zu überwintern und als Rückzugsgebiet bei Hochwasser und Trockenheiten.	Die strukturellen Voraussetzungen für eine Wiederbesiedlung von der Aare und von der Emme oberhalb Biberist her sind vorhanden oder werden durch die nachfolgenden Hochwasser geschaffen. Die Querbauwerke in der Emme und im Unterlauf des Dorfbaches sind fischgängig gestaltet.	
	Bachforelle und Äsche weisen Bestände auf, die ohne künstlichen Besatz auskommen und eine nachhaltige Befischung erlauben.		
	Für den Lachs sind die Fortpflanzungs- und Aufwuchsbedingungen so gut, dass eine Wiederbesiedlung von der Aare her möglich ist bzw. eine Wiederansiedlung geprüft werden kann.		
Übrige Fauna	Die Wasserwirbellosen weisen eine standorttypische Artenvielfalt und Besiedlungsdichte auf.	Die strukturellen Voraussetzungen für eine Wiederbesiedlung von der Aare und von der Emme oberhalb Biberist her sind vorhanden oder werden durch die nachfolgenden Hochwasser geschaffen.	
	In temporären Stillwasserzonen am Gewässerrand entwickeln sich die Kaulquappen der Gelbbauchunke und der Geburtshelferkröte.	Die Aufweitungen und Überflutungsflächen bieten die Voraussetzungen für die Ausbildung von temporären Stillgewässern als Habitate für amphibische Pionierarten.	
	Die Ringelnatter findet Übergangsflächen mit offenen Kiesflächen zum Sonnenbaden, inselartige Vegetation als Deckung und Schwemmholzhaufen zur Eiablage.	Die heutige Habitatfläche für Reptilien ist durch die Aufweitungen und Überflutungsflächen deutlich vergrössert, die Habitatqualität ist durch eine grössere Strukturierung verbessert.	
	Flussuferläufer und Flussregenpfeifer finden geeignete Kiesflächen zur Brut und zur Aufzucht der Jungtiere. An steilen Uferanrissen brütet der Eisvogel.	Die aktiven und eigendynamischen Aufweitungen bieten die Voraussetzungen für die Ausbildung von Bruthabitaten für Kiesbrüter. Im Bereich der eigendynamischen Aufweitung bestehen steile natürliche Uferanrisse.	
	Stillwasserbereiche in der Aue, abseits	Mehrere neue Stillgewässer im Bereich der	

		des Hauptlaufs der Emme, bieten dem Biber grössere Territorien mit grabbaren Ufern für seinen Bau und Weichhölzer für die Nahrung.	Ententeiche und östlich des Emmenkanals im Emmenschachen sind erstellt. Seitenarme in den Überflutungsflächen und ein über 100 m langer Altarm östlich des Emmenkanals im Emmenschachen sind erstellt.
--	--	--	---

5.3 Projektziele Besucherinformation und -führung

Projektziele BIF

Tabelle 12 Entwicklungs- und Projektziele im Bereich Besucherinformation und Besucherführung (BIF)

Aspekt	Bereich	Entwicklungsziel Leitbild	Projektziel
Gesellschaft	Erholung	Die Flusslandschaft Emme stellt ein attraktives Naherholungsgebiet dar. In dafür vorgesehenen Teilgebieten kann eine typische Auenlandschaft erlebt werden.	Die durch den Bau tangierten Wege sind wieder hergestellt resp. ersetzt.
			Nicht erwünschte Trampelpfade durch die kantonalen Naturreservate Emmenschachen und Giriz sind verschwunden.
			Wichtige Verbindungswege für Velo-fahrende und Wanderer sind optimiert, Strassenquerungen sind verbessert bzw. es liegen Empfehlungen dazu vor.
			Räumliche Schwerpunkte für die Erholung und die Natur sind definiert. Die Besucher werden entsprechend gelenkt. Die Wegführung und Signalisation nimmt darauf Rücksicht. Auf störungsempfindliche Naturräume bzw. Tierarten wird hingewiesen.
	Die vorhandene Signalisation ist aktualisiert, aufeinander abgestimmt und ggf. neu positioniert.		
		Die für die Erholungsnutzung vorrangigen Gebiete sind definiert, ebenso die notwendigen Einrichtungen.	Die Aufenthaltsqualität in den Erholungsschwerpunkten ist verbessert bzw. es liegen Empfehlungen an die Gemeinden vor, wie diese verbessert werden kann.
	Kulturgeschichte/ Denkmalschutz	Die Qualitäten und kulturhistorischen Zeugen der Industrialisierung sind erhalten und der interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.	Informationstafeln stellen im Rahmen des übergeordneten Signalisationskonzept die Auenlandschaft sowie die kulturhistorischen Zeugen der Industrialisierung vor.

5.4 Dimensionierung und Bemessung

5.4.1 Bemessungsgrössen

Bemessungsabflüsse

Es werden folgende Bemessungsabflüsse [11] festgelegt:

- HQ₃₀ = 560 m³/s
- HQ₁₀₀ = 650 m³/s
- HQ₃₀₀ = 740 m³/s

- Extremereignis EHQ = $1.3 \times HQ_{100} = 845 \text{ m}^3/\text{s}$
- Testereignis⁹ Überlastfall: $Q = 1.5 \times HQ_{100} = 975 \text{ m}^3/\text{s}$

Freiborde

Die Mindestanforderungen an die Freiborde sind in Tabelle 13 dargestellt. In den Ausleitstellen ist ein minimales Freibord von 0.6 m erforderlich. Das entspricht dem berechneten Freibord gemäss den Vorgaben der KOHS¹⁰.

Tabelle 13 Anforderungen für Freiborde

Situation	Zu erfüllende Kriterien
Freibord Gerinne	
Damm am Hauptgerinne	$F \geq 1.2 \text{ m}$
Damm im Vorland	$F \geq 0.9 \text{ m}$
Kein Damm	$F \geq 0.9 \text{ m}$
Minimales Freibord (Freibord nach KOHS)	$F = 0.6 \text{ m}$
In allen Fällen	$F \geq 0 \text{ m}$ bei EHQ
Freibord bei Brücken	
Brücken, ohne Verkläusung	in Gerinnemitte: $F \geq 1.2 \text{ m}$ beim Widerlager: $F \geq 0.7 \text{ m}$ keine Pfeiler im Hauptgerinne

Massgebende Sohle

Der massgebende Zustand für die Bemessung der Freiborde ist, mit Ausnahme der Sohlenlage, der Zustand unmittelbar nach Bauabschluss. Die massgebende Sohlenlage ist die langfristige Gleichgewichtssohle, berechnet für den Zustand nach Fertigstellung der Bauarbeiten (Sohlenlage Prognose). Diese Gleichgewichtssohle wurde mit einem numerischen Modell (MORMO) berechnet. Da es bei der Emme nach Abschluss der baulichen Massnahmen zu einem Auflandungsprozess (bis zur Einstellung der Gleichgewichtssohle) kommen wird, ist man damit auf der sicheren Seite.

5.4.2 Bemessungskonzept

Nutzungsvereinbarung

Aus den in der Nutzungsvereinbarung festgehaltenen Bemessungsgrössen und den definierten Verkläusungsszenarien ergeben sich das Bemessungskonzept bzw. die massgebenden Bemessungsszenarien für die Dimensionierung der Bauwerke (Dammhöhen) und für den Sicherheitsnachweis der Brücken.

Verkläusungsrisiko

Das Verkläusungsrisiko wird für alle Brücken beurteilt. Die Nutzungsvereinbarung [42] sieht vor, dass im Falle, dass die Freibordbedingungen für Brücken in Tabelle 13 nicht eingehalten werden, das Verkläusungsrisiko im Detail beurteilt und entsprechende Schutzmassnahmen vorgesehen werden müssen. Dabei wird zwischen dem Verkläusungsrisiko an Pfeilern und demjenigen an Trägern unterschieden. Bei

⁹ Das Testereignis dient dazu, den Überlastfall und die Fließwege bei Ausuferungen in die Entlastungskorridore aufzuzeigen.

¹⁰ KOHS: Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege. Die KOHS ist eine Fachkommission des schweizerischen Wasserwirtschaftsverband SWV.

angeströmten Pfeilern besteht immer ein grosses Risiko. Bei Trägern werden zur Beurteilung des Risikos folgende Kriterien angewandt (massgebend ist HQ100):

- Treibholz: Keine Verklausung, falls $h/H < 0.85$ (h = Abflusstiefe, H = lichte Höhe)
- Bei Fachwerkbrücken keine Verklausung falls $h/H < 0.75$
- Wurzelstöcke: Beurteilung des Risikos gemäss VAW Mitteilung Nr. 188

Falls die Freibordkriterien am Träger nicht erfüllt werden, wird eine Brückenverschalung geprüft (in Absprache mit dem Eigentümer). Bei verschalteten Trägern wird keine Verklausung mehr angenommen. Das Risiko an den Pfeilern bleibt aber trotz allfälliger Verschalung bestehen.

Verklausungsszenarien

Das Bemessungskonzept sieht folgende Hochwasser- und Verklausungsszenarien vor (Abbildung 22):

- Szenario HQ100: Abflussmenge HQ100 mit Verklausung bei den Brücken. Dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (D = Breite Pfeiler + 2×4 m) verklaust. Bemessung der flussaufwärts liegenden Dämme unter Berücksichtigung eines Freibords gemäss Tabelle 13.
- Szenario EHQ(1): Abflussmenge EHQ mit Verklausung bei den Brücken. Dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (D = Breite Pfeiler + 2×4 m) verklaust. Bemessung der flussaufwärts liegenden Dämme ohne Freibord.
- Szenario EHQ (2): Abflussmenge HQ100 mit Verklausung bei den Brücken, dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (b = Breite Pfeiler + 2×4 m) und das dazugehörige randliche Brückenfeld verklaust. Bemessung der flussaufwärts liegenden Dämme ohne Freibord. Ausuferungen in die Entlastungskorridore werden akzeptiert.

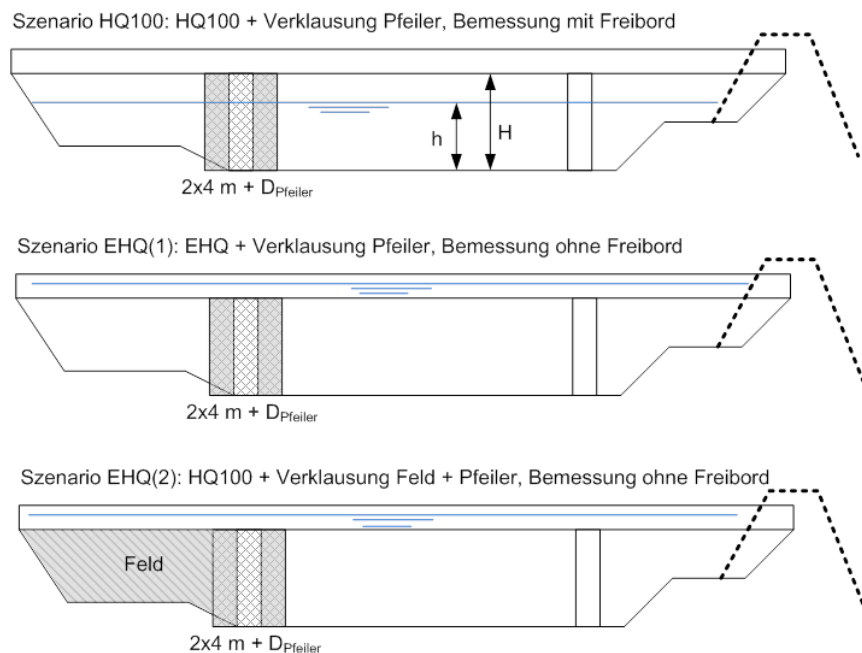


Abbildung 22 Verklausungsszenarien für die Bemessung

Verschalkungskriterium Angewendet auf die Brücken im Projektperimeter (vgl. Anhang J) sind bei folgenden Brücken Verschalkungen sinnvoll: Emmenbrücke Biberist, BLS-Brücke Biberist und die SBB-Brücke Luterbach. Beim Verzicht auf eine Brückenverschalkung (in Absprache mit dem Brückeneigentümer) sind unter Annahme einer Verklausung anderweitige Massnahmen zu ergreifen (z. B. höhere Dämme im Oberwasser der Brücken).

Tragsicherheit Für die Tragsicherheitsnachweise gegenüber den Einwirkungen des Wassers (Horizontalkräfte, Kolke) werden die Szenarien EHQ(1) und EHQ(2) berücksichtigt.

5.5 Überlastfall und weitere Gefahren

Überlastfall Der Überlastfall mit Abfluss EHQ und grösser ist trotz sehr geringer Wahrscheinlichkeit möglich. Ausuferungen und gewisse Schäden werden in einem solchen Fall in Kauf genommen. Es gilt aber in jedem Falle zu verhindern, dass das System kollabiert (z.B. unkontrollierte Dammbüche). Die Dämme werden daher in den potenziell kritischen Abschnitten, wo im Überlastfall Ausuferungen erwartet werden, überströmbar ausgebildet. Das Projekt sieht zudem sogenannte Notentlastungstellen vor, d.h. definierte Dammstrecken, die im Überlastfall überströmt werden, so dass sich die Ausuferungen kontrolliert abspielen (vgl. Kap. 11.1). Die Projektierung des Überlastfalls erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

Planungsgrundsätze

- Entlastungsräume und Überflutungsflächen weisen ein möglichst geringes Schadenpotential auf oder liegen in Bereichen, in denen sich die Schäden mit einfachen lokalen Massnahmen begrenzen lassen.
- In den Entlastungsräumen müssen raumplanerische Massnahmen umgesetzt werden und Ausuferungen müssen in der Notfallplanung berücksichtigt werden.

Entlastungskonzept Das Entlastungskonzept (inkl. Entlastungskorridore) ist in Kapitel 11.1 beschrieben. Die Überflutungen im Überlastfall werden mittels des Testereignisses ($Q = 1.5 \times HQ_{100}$) im numerischen Modell untersucht.

Weitere Gefahren Der Überlastfall berücksichtigt das Szenario "mehr Wasser". Nebst diesem Szenario sind weitere Gefahren vorhanden, welche zwar eine sehr geringe Eintretenswahrscheinlichkeit aufweisen, aber nicht ausgeschlossen werden können. Es handelt sich um Risiken wie Rutschungen und Dammbüche. Diese Restrisiken werden im Kapitel 11.2 Restgefährdung, behandelt.

6 Massnahmenplanung

6.1 Variantenvergleich, Zielkonflikte und Interessenabwägung

In der Vorstudie wurden verschiedene wasserbauliche Varianten untersucht. Es waren dies:

- Variante A: Aufweitung
- Variante B: Sohlenabsenkung
- Variante C: Dammerhöhungen

6.1.1 Variantenvergleich

Alle Varianten müssen sowohl die Schutz- als auch die übrigen Projektziele erfüllen. Nachfolgende Auflistung zeigt die Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten aus der Vorstudie [11].

Tabelle 14 Vor- und Nachteile der in der Vorstudie untersuchten Varianten in Bezug auf Hochwasserschutz, Ökologie und Erholung.

Var.	Vorteile	Nachteile
A: Aufweitungen	<ul style="list-style-type: none"> - Senkung des Wasserspiegels, insbesondere bei den Brücken - Wesentliche Aufwertung des Gerinnes aus ökologischer Sicht - Gesteigerter Erholungswert - Subventionsfähig 	<ul style="list-style-type: none"> - Anschneiden von belasteten Standorten - Grosser Bedarf an Wald und Boden - Verbreiterung von Schwellen und Blockrampen notwendig - Verlegung von Werkleitungen notwendig - Ergänzende Dämme notwendig - Teure Lösung
B: Sohlenabsenkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Anschneiden von belasteten Standorten - Geringer Bedarf an Wald und Boden - Abschnittsweise Senkung des Wasserspiegels - Kein Anschneiden von belasteten Standorten - Keine Verbreiterung von Schwellen und Blockrampen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Auf den Teilabschnitten ohne Massnahmen sind höhere Dämme als bei Variante A notwendig - Keine Aufwertung des Gerinnes aus ökologischer Sicht - Keine gesteigerte Erholungsnutzung (im Gegenteil: abschnittsweise tief eingeschnittenes Gerinne) - Nicht subventionsfähig
C: Dämme	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Anschneiden von belasteten Standorten - Geringer Bedarf an Wald und Boden - Keine Verbreiterung von Schwellen und Blockrampen notwendig - Günstige Lösung 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Wasserspiegelabsenkung bei den Brücken. Zusätzliche Verschaltungen bei den Brücken notwendig. - Auf den Teilabschnitten ohne Massnahmen sind höhere Dämme als bei Variante A notwendig - Keine Aufwertung des Gerinnes aus ökologischer Sicht - Keine gesteigerte Erholungsnutzung - Nicht subventionsfähig

Vorgaben Gemäss Eidgenössischer Wasserbau- und Gewässerschutzgesetzgebung muss bei Hochwasserschutzmassnahmen eine Verbesserung der ökologischen Verhältnisse erreicht werden. Diese Vorgabe des Gesetzgebers wird nur mit der Variante A auf dem gesamten Projektabschnitt erreicht. Die Varianten B und C basieren auf einer Sohlenabsenkung oder einer reinen Erhöhung der Dämme, die Sohlenbreite der Emme bleibt entsprechend dem IST-Zustand erhalten. Das Gerinne wird dadurch nicht aufgewertet. Die Varianten B und C erfüllen darum die Anforderungen der aktuellen Hochwasserschutzphilosophie von Kanton und Bund nicht.

Variante A Die Variante A kombiniert hingegen die Hochwasserschutzbedürfnisse mit den ökologischen Anliegen und entspricht somit der aktuellen Hochwasserschutzphilosophie. Sie führt zudem zu einer Aufwertung der Emme für die Erholungsnutzung. Aus diesem Grund wurde in der Vorstudie die Variante A als Bestvariante ausgewählt. Auf einen Kostenvergleich zwischen den Varianten wurde verzichtet, weil die Varianten B und C nicht subventionsfähig sind.

Die Variante A wurde in der Folge vertieft bearbeitet und liegt inzwischen als Auflageprojekt vor.

6.1.2 Zielkonflikte

Im Verlauf der bisherigen Planung wurden folgende Zielkonflikte für das Projekt (Variante A) identifiziert, wobei die vorgesehenen Aufweitungen als Massnahme des Hochwasserschutzes und der ökologischen Aufwertung anzusehen sind.

- Raumnutzungsansprüche vs. Festlegung Gewässerraum
- Mögliche höhere Grundwasserstände vs. Aufweitungen
- Grundwasserqualität (Trinkwasser) vs. Grundwasseranbindung
- Belastete Standorte und Bodenbelastungen vs. Aufweitungen
- Bodenschutz vs. Aufweitungen
- Heutige ökologische Werte (v. a. Hartholzauen) vs. Aufweitungen (zukünftig: Pionier- und -Weichholzauenflächen)
- Natur- und Auenschutz vs. Attraktivierung der Flusslandschaft als Erholungsgebiet
- Bestehende Werkleitungen vs. Aufweitungen und Dammbauten

Nachfolgend werden die verschiedenen Aspekte kurz beleuchtet.

6.1.3 Interessenabwägung

Aufgrund des bestehenden Hochwasserschutzdefizits im Projektperimeter ist eine Verbesserung des Hochwasserschutzes zwingend. Ebenso sind die Festlegung des minimalen Gewässerraumes und die Umsetzung von ökologischen Aufwertungsmassnahmen gesetzlich vorgeschrieben. Beim vorliegenden Projekt handelt sich um ein Hochwasserschutzprojekt, welches die ökologischen Minimalanforderungen gemäss Art. 4 des Bundesgesetzes über den Wasserbau übersteigt und erhöhte Anforderungen an den Gewässerraum (Überbreite) erfüllt. Die vorgesehenen

Massnahmen führen zu einer ökologisch deutlichen verbesserten Situation: mehr Strukturvielfalt im Gewässer und entlang der Uferbereiche, mehr Eigendynamik sowie mehr Pionier- und Auenwaldflächen.

*Raumnutzungs-
ansprüche*

Für die Ausscheidung des Gewässerraums im Rahmen des Projektes werden vorwiegend extensiv genutzte Flächen (Uferschutzzone, Wald, Naturschutzzone) beansprucht. Daneben werden durch das Projekt aber auch Arbeits- und Industriezonen, Wohnzonen, eine Zone für Sport und Erholung wie auch Landwirtschaftsflächen tangiert.

Das Projekt weist einen grossen Flächenbedarf auf. Die partiellen Flächenverluste durch Umnutzungen im Siedlungsgebiet sind aufgrund des verbesserten Schutz weit grösserer Siedlungsgebiete gerechtfertigt. Die im Gewässerraum liegenden (Wald-)Flächen bleiben weiterhin als Naturraum bestehen und stehen der Erholungsnutzung zur Verfügung.

Die direkt vom Projekt betroffenen Flächen (z.B. Aufweitungsflächen) werden durch den Kanton erworben. Ausserhalb der Aufweitungs- und Überflutungsflächen sind keine Einschränkungen der Waldnutzung zu erwarten. Landwirtschaftliche Flächen innerhalb des Gewässerraums sind gemäss GSchG extensiv zu bewirtschaften. Es ergeben sich durch das Projekt somit im Wesentlichen Änderungen bzgl. der waldbaulichen und landwirtschaftlichen Nutzung.

*Grundwasser-
hochstände*

Sohle und Ufer der Emme werden baulich angepasst und in gewissen Bereichen durch die Emme eigendynamisch verändert. Dies kann zu einer Vergrösserung der Infiltrationsoberfläche führen und dadurch Grundwasserstände in den angrenzenden Gebieten beeinflussen. Eine genaue Abschätzung der Veränderungen der Grundwasserstände ist schwierig. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen der wenige Stunden dauernden Emme-Hochwasser auf die Grundwasserstände marginal sind (vgl. Bericht 1.06). Mit einem umfangreichen Monitoring werden die Grundwasserstände vor, während und nach der baulichen Realisierung überwacht.

Grundwasserqualität

Von den drei im Umfeld des Projektperimeters liegenden Trinkwasserbrunnen ist einzig für das PW XI Neumatt mit geringfügigen Veränderungen des Anteils gepumpten Emmewasser zu rechnen. Eine Beeinträchtigung der Grundwasserqualität durch das Projekt wird jedoch nicht erwartet. Auch bezüglich der Qualität erlaubt das Monitoring eine lückenlose Überwachung.

Belastete Standorte

An mehreren Orten werden durch bauliche Massnahmen, insbesondere in den Aufweitungsflächen belastete Standorte tangiert. Mit dem Projekt kann das belastete Material sachgerecht ausgehoben und entsorgt werden. Mit der Sanierung der belasteten Standorte leistet das Projekt somit einen Beitrag zur Verbesserung der Umweltsituation (Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer).

Bodenschutz

Durch die Aufweitungen und Überflutungsbereiche entstehen neue Lebensräume, wo sich neue Böden bilden können. Demgegenüber steht der direkte Ver-

lust von heute vorhandenen Auenrohböden (Fluvisolen) im Bereich der geplanten Aufweitungen.

Erholung

Entlang der Emme hat die Erholungsnutzung einen hohen Stellenwert. Das Projekt führt zu einer verbesserten und attraktiveren Erholungsnutzung im Projektperimeter. Die bestehenden Wege bleiben grösstenteils bestehen, der Zugang zum Wasser durch flachere Ufer wird erleichtert. Gewisse Infrastrukturen (z.B. Wege, Ökumenenplatz Derendingen) müssen neu erstellt oder den Bedürfnissen entsprechend angepasst werden.

Natur- und Auenschutz

Das Projekt fördert die geforderte Strukturvielfalt und Eigendynamik der Emme. Es werden Aufweitungs- und Überflutungsflächen geschaffen, wo sich neue Pionier- und Auenwaldflächen entwickeln können. Zur Verbesserung der Fischgängigkeit werden Rampen bzw. Schwellen rückgebaut bzw. mit Teilrampen ergänzt.

Durch das Projekt werden hauptsächlich das Auengebiet von nationaler Bedeutung Emmenschachen sowie randlich das kant. Naturschutzgebiet Giriz durch bauliche Massnahmen tangiert. Im Auengebiet Emmenschachen sind Massnahmen zur Verbesserung des Überflutungsmanagement und die Schaffung neuer Lebensräume (Aufwertungen östlich vom Kanal) vorgesehen, was zu einer Verbesserung der ökologischen Situation führt. Die bestehenden ökologischen Schutzziele des Auengebiets von nationaler Bedeutung und des kantonalen Naturschutzgebietes werden durch das Projekt nicht in Frage gestellt.

Werkleitungen

Es sind gewisse Anpassungen an den Werkleitungen aufgrund des Projektes notwendig. Die Werkleitungsbetreiber unterliegen grundsätzlich der Weichungspflicht und müssen ihre Infrastruktur den Bedürfnissen des Hochwasserschutzes anpassen. Basierend auf den im Vorprojekt eruierten Konflikten mit den wasserbaulichen Massnahmen, haben die Werkeigentümer ihrerseits Projektierungsarbeiten vorgenommen. Diese sind im Auflageprojektprojekt integriert oder als Drittprojekte (Leitungen mit PGV-Pflicht) orientierend abgebildet (vgl. Kap. 6.9).

Fazit

Aus Sicht des öffentlichen Interesses überwiegen die positiven Aspekte. Insbesondere die Erhöhung der Hochwassersicherheit auf dem 4.8 km langen Emme-Abschnitt, die ökologische Aufwertung des Gewässerraums, die Sanierung der belasteten Standorte und die Attraktivierung der Erholungsnutzung im Emme-Raum überwiegen die negativen Aspekte in den Bereichen Raumnutzung, Boden sowie das Restrisiko im Bereich Grundwasser.

6.2 Konzepte und Massnahmen

6.2.1 Konzept

Vorteile der gewählten Variante

Im Vorprojekt und vorliegenden Bauprojekt wurde die Bestvariante aus der Vorstudie (Variante A), d. h. generelle Aufweitungen mit ergänzenden Dammerhöhungen und Dammneubauten weiterverfolgt. Sie bietet neben der Hochwassersicherheit auch eine deutliche Verbesserung des Gewässerlebensraums und der

<i>Anpassungen im Bau- und Auflageprojekt</i>	<p>Erholungsnutzung (vgl. Kap. 6.1). Darüber hinaus bietet die Variante A im Überlastfall Vorteile. Durch den Verzicht auf Dämme bzw. die Reduktion der Dammhöhen auf ein Minimum reagiert das System bei Überlast "gutmütig".</p>
<i>Ufer</i>	<p>Die Bestvariante aus der Vorstudie wurde im Vorprojekt, Bauprojekt und im vorliegenden Auflageprojekt weiterentwickelt. Abgesehen von der tief eingeschnittenen Strecke mit angrenzender Bebauung unterhalb des Wehrs Biberist (km 4.8 - 4.2) ist eine einheitliche Verbreiterung der Sohlenbreite von derzeit 20 bis 30 m auf 40 m vorgesehen. In der Vorstudie waren in Teilabschnitten Verbreiterungen auf 50 bis 60 m angedacht, die jedoch mit umfangreichen und kostenintensiven Erdbewegungen verbunden sind. Die Verbreiterung auf 40 m dient der Erreichung der Hochwasserschutzziele und gewährleistet bereits eine gewisse Strukturierung der Gewässersohle durch die zu erwartende Ausbildung von Sohlenformen (Bank-Kolk-Strukturen).</p>
<i>Zugänglichkeit</i>	<p>Die Ufer der Emme werden möglichst nicht befestigt, um eigendynamische Prozesse und eine weitere Verbreiterung bis zur Regimebreite (Sohlenbreite 50 - 60 m) zu ermöglichen. In diesen stark eigendynamisch geprägten Abschnitten wird bei hohem Schadenspotential mit Interventionslinien gearbeitet (vgl. Kap. 6.2.2.2).</p> <p>Auf einigen Flussabschnitten kann jedoch nicht auf Ufersicherungen verzichtet werden. Das Konzept sieht vor, diese Sicherungen möglichst naturnah zu gestalten. Dies beinhaltet den lokalen Einsatz ingenieurbioologischer Bauweisen und auch die Begrünung von Blocksatz (vgl. Kap. 6.2.2.1). Auf diese Weise kann über grosse Strecken ein naturnaher Ufersaum aufgebaut werden, der neben Sträuchern auch weit ausladende grosse Bäume beinhalten sollte. Er stellt einen wichtigen Lebensraum dar, gewährleistet einen dauerhaften Laub- und Totholzeintrag in die Emme, wertet das Landschaftsbild auf und führt zu einer verstärkten Beschattung. Einer übermässigen Erwärmung der Emme (Restwasserstrecke) wird somit entgegengewirkt. Im Rahmen des Unterhalts wird der Ufersaum so gepflegt, dass der Blick auf die Emme in unregelmässigen Abständen durch Sichtfenster freigeben wird.</p>
<i>Überflutungsflächen und Aufweitungen</i>	<p>Die Ufer der Emme werden wo immer möglich abgeflacht (Böschungsneigung $\leq 1:3$). Die Wasser-Land-Vernetzung wird dadurch gegenüber dem heutigen Zustand wesentlich verbessert. Ebenso verbessert sich die Zugänglichkeit z.B. für Erholungssuchende. Teilweise werden auch neue Zugänge in Kombination mit Verweilmöglichkeiten geschaffen (Bsp. Spielplatz Giriz).</p> <p>Zusätzlich zu den Gerinneverbreiterungen sind im Projekt grossflächige Überflutungsflächen (Terrain liegt wegen felsigem Untergrund über der Emmesohle) und Aufweitungen (Terrain liegt etwa auf Niveau der Emmesohle, kiesiger Untergrund) geplant. Sie sind durch eine natürliche Auendynamik und die Entwicklung ökologisch wertvoller Auwaldflächen (mehrheitlich Weichholzaue) gekennzeichnet und liegen Grossteils im Bereich totalentsorgter ehemaliger Deponien, die im Rahmen der Sanierung gerodet und abgegraben werden.</p>

*Flussraumgestaltung:
Schüttungen, Inseln*

Abweichend von der Vorstudie sind im Bereich der Überflutungsflächen uferparallele Schüttungen (Flussraumgestaltung) und Inseln zwischen dem Hauptgerinne der Emme und den Überflutungsflächen geplant. Sie werden im Laufe der Jahre eigendynamisch abgetragen, wodurch auch im Bereich der Überflutungsflächen eine verstärkte Dynamik im Uferbereich gegeben ist. Es bilden sich vielfältige Strukturen wie z.B. Steilufer, die Bruthabitate von Eisvogel und Uferschwalbe. Zusätzlich muss im Vergleich zur Vorstudie weniger Aushubmaterial abgeführt werden.

Verwendung Aushubmaterial

Die sinnvolle Wiederverwendung des Aushubmaterials vor Ort stellt einen wesentlichen Aspekt des Konzepts dar. Auf diese Weise sollen umweltschädliche Transporte auf ein Minimum reduziert und damit auch die Baukosten gesenkt werden. Aushubmaterial kann vor allem für den Bau von Dämmen, lokale Terrainerhöhungen und Flussraumgestaltungen eingesetzt werden.

Sohle

Wie bereits erwähnt wird davon ausgegangen, dass sich in den verbreiterten Bereichen Bank-Kolk-Strukturen bilden, mit denen bereits eine deutliche strukturelle Aufwertung der Sohle erreicht wird. Die Erfahrungen im bereits aufgeweiteten Abschnitt Biberist zeigen, dass zur weiteren Strukturierung ergänzende Massnahmen mit Kleinbuhnen, Leitwerken, Einzelblöcken und Totholz sinnvoll sind.

Niederwasserrinne

Durch die Bank-Kolk-Strukturen wird sich in den verbreiterten Abschnitt auch eine Niederwasserrinne ausbilden, in der sich der Abfluss bei Nieder- und Restwasser konzentriert. Sie ist für die Wassertemperatur und auch die Fischgängigkeit im Projektgebiet von grosser Bedeutung. Die Mindestwassertiefe sollte zur Sicherstellung der Fischgängigkeit für grosse Fischarten (z.B. Barbe) 30 cm betragen [43]. In Abschnitten, in denen nicht mit der Entwicklung einer Niederwasserrinne gerechnet werden kann, werden bauliche Massnahmen ergriffen. Dies gilt insbesondere für den nicht verbreiterten Abschnitt vom Wehr Biberist bis zum Beginn der Verbreiterung Giriz, in dem eine Niederwasserrinne durch Lenkbuhnen (vgl. Kap. 6.2.2.3) induziert wird.

Totholz

Zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands bedarf es zusätzlich zur Entwicklung von Sohlenformen weiterer Elemente. Als zentrale Massnahme zur Aufwertung der Emme ist daher der Einbau von Totholz in Ufer und Sohle vorgesehen. Die vorgesehene Menge orientiert sich an dem Vorkommen in naturnahen Fliessgewässern [44].

Das Totholz stammt aus den angrenzenden umfangreichen Abholzungen, die für die Deponiesanierungen, Gerinneverbreiterungen und Dämme notwendig werden. Es ist vorgesehen, möglichst sämtliches "Abfallholz" (Wurzelstöcke und Äste: Holzvolumen gesamt ca. 4'000 bis 5'600 m³ [45]) sinnvoll im Projektperimeter zu verwenden. Der Grossteil dieses Holzes wird zur ökologischen Aufwertung der Ufer und der Sohle verwendet (vgl. Kap. 6.2.2.1 und 6.2.2.3), weitere Teile dienen der Aufwertung terrestrischer Bereiche (z.B. als Totholzhaufen, "Benjeshecke").

Fischgängigkeit

Zusätzlich zur Strukturierung stellt die Wiederherstellung der Fischgängigkeit von der Mündung in die Aare bis zum Wehr Biberist eine weitere wesentliche Voraussetzung für die ökologische Aufwertung der Emme dar. Zur Gewährleistung der Fischgängigkeit werden eine bestehende Schwelle und eine Rampe rückgebaut. Von den drei verbleibenden Schwellen und zwei Rampen werden zwei Schwellen in fischgängige Vollrampen umgebaut, die anderen drei Querbauwerke werden durch fischgängige Teilrampen ergänzt. Die Rampen werden so gestaltet, dass alle Arten der Äschenregion, in der das Projektgebiet liegt, das Bauwerk passieren könnten (vgl. Kap.6.2.3). Die Wiederherstellung der Fischgängigkeit am Wehr Biberist und im Emmenkanal wird in einem separaten Projekt behandelt. Zusätzlich zu den Massnahmen in der Emme wird auch die Fischgängigkeit im Dorfbach von der Mündung bis zur BLS-Brücke wiederhergestellt.

6.2.2 Stabilisierungs- und Strukturierungsmassnahmen

6.2.2.1 Uferschutz und -strukturierung

Gängige Gestaltungstypen

Es wurden sechs Normalien von Ufertypen entwickelt und in Planbeilage 2.26 dargestellt. Die Normalien umfassen die gängigen Gestaltungstypen:

- Neuer Blocksatz (Ufertyp 1): In Teilabschnitten muss ein neuer Blocksatz erstellt werden, der aufgrund der bei kiesiger Sohle zu erwartenden Kolk-tiefen mindestens 2 m tief in die bestehende Sohle eingebunden wird. Die Einbindetiefe bei felsiger Sohle beträgt mindestens 0.8 m. Nach Möglichkeit erfolgt eine Begrünung durch Steckhölzer.
- Unterfangen Ufermauer (Ufertyp 3): Die Ufermauer Dittiberg ist unter-spült und daher sanierungsbedürftig. Sie wird mit Blocksteinen unterfan-gen, die auf dem anstehenden Fels fundiert und mit Schroppen verkeilt werden. Der Fussbereich der Mauer wird durch Wurzelstämme (vgl. Kap. 6.2.2.3) strukturiert. Durch das Unterfangen der Mauer verloren gegangene Fischunterstände werden durch die Wurzelstämme mehr als kompensiert.
- Sanierung des bestehenden Uferverbaus (Ufertyp 5): Im oberen Projekt-gebiet (km 4.54 - 4.20) werden herausgelöste Blöcke wieder in den beste-henden Blocksatz eingebaut. Neue Blöcke werden bei Bedarf zugeführt. Oberhalb des so sanierten Blocksatzes wird die Böschung mit Bollensteinen belegt und mit standortgerechten Sträuchern begrünt.

Ausserdem umfassen die Normalien mit

- Biogene maschinelle Ufersicherung (Ufertyp 4)
- Neuer Blocksatz mit ingenieurbio-logischer Begrünung (Ufertyp 2) und
- Ungesichertes strukturiertes Ufer (Ufertyp 6)

drei weniger bekannte Ufertypen, die im Folgenden ausführlicher vorgestellt werden. Im Bau- und Auflageprojekt verworfen wurde der im Vorprojekt vorgesehene

*Biogene maschinelle
Ufersicherung (BMU)*

Ufertyp "angehängte Bäume". Als wesentliche Nachteile dieses Typs sind die zeitlich stark begrenzte Wirksamkeit und die Verwendung langer Drahtseile zu nennen, die ein Verletzungsrisiko darstellen und dauerhaft als Abfall im Gewässer zurückbleiben.

Die Biogene maschinelle Ufersicherung (BMU; Ufertyp 4) ist eine ingenieurbio- logische Bauweise zum Uferschutz, bei deren Bau fast ausschliesslich Maschinen zu Einsatz kommen. Das gilt auch für das Auflegen des Astwerks, das vorzugsweise mit einem Hydraulikbagger eingebaut wird. Im Unterschied zum Hecken- buschlagenverbau werden zusätzlich zum anstehenden Böschungsmaterial umge- drehte Wurzelstämme und weiteres Totholz eingebaut (Abbildung 23).



Abbildung 23 Herstellung einer BMU: Maschinelles Einlegen von bewurzelten Gehölzen und Totholz [46]



Abbildung 24 BMU ein Jahr nach Einbau

Die uferschützende Wirkung der BMU basiert vor allem auf der grossen Rauheit, durch die die Fließgeschwindigkeit am zu schützenden Ufer stark reduziert wird. Im Schutze des eingebauten Astwerks kann der eingesetzte Baum- und Strauchbewuchs anwurzeln und das Ufer später zusätzlich mit seinen Wurzeln stabilisieren. Bei der Ausführung ist darauf zu achten, dass keine grösseren Flächen (> 1 m²) ohne schützendes Astwerk entstehen. Andernfalls kann Material erodiert werden.

Als biogene Baumaterialien werden vorzugsweise austriebsfähige bzw. bewurzelte Weiden und Schwarzerlen in Kombination mit weiteren bewurzelten Sträuchern und Bäumen verwendet. Zusätzlich werden Wurzelstämme, Raubäume und weiteres Totholz eingesetzt. Das Material wird in der vegetationsfreien Zeit von November bis Mitte April lagenweise in die Uferböschung eingebaut und dabei möglichst tief (> 3 m) in die Böschung eingebunden. Die Äste ragen nach Einbau etwa 0.5 bis 1 m aus der Böschung heraus. Über diese Lage biogenen Materials wird eine ca. 50 cm dicke Schicht aus anstehendem Material (Kies, Geröll, teilw. Oberboden/Walderde) eingebracht und leicht verdichtet, wodurch auch die Zwischenräume des darunter liegenden Astwerks verfüllt werden. Bei grossen zu erwartenden Schlepptensionen ist der Anteil an grobem Material (Geröll, Blöcke) zu erhöhen. Diese Schichtenabfolge wird so lange wiederholt, bis die volle Böschungshöhe erreicht ist.

Wesentliche Vorteile der BMU gegenüber anderen ingenieurbioologischen Bauweisen sind die sofortige Wirksamkeit und die geringen Kosten, die aus dem weitgehenden Verzicht auf Handarbeit und der Verwendung von in der Regel kostenlosen „Abfallhölzern“ resultieren. Ausserdem bilden die in das Gerinne ragenden Äste wertvolle Fischunterstände und der Totholzanteil wird erhöht (Abbildung 24).

An der Emme bietet sich die BMU, auch in Kombination mit Blocksatz (s.u.), aufgrund der umfangreichen Rodungen besonders an. Die bei den Rodungen anfallenden "Abfallhölzer" können so sinnvoll verwertet werden und zur ökologischen Aufwertung beitragen. Abklärungen durch die PG Umwelt [47] zeigen, dass bei den Rodungen in ausreichendem Masse geeignete bewurzelte Gehölze und Totholz für die Gestaltung der Ufer und auch die Strukturierung der Sohle (vgl. Kap. 6.2.2.3) anfallen. Die bewurzelten Gehölze sollten möglichst ohne Zwischenlagerung direkt nach dem Ausgraben im Rodungsperimeter in die BMU eingebaut werden. Wo dies aufgrund des Bauablaufs nicht möglich ist, können die Sträucher in Form eines Einschlags zwischengelagert oder durch kostengünstige Forstschulware ergänzt werden. Neben den bewurzelten Sträuchern werden für die BMU auch ausschlagfähige Weidenzweige und -äste verwendet. Das Material stammt mehrheitlich aus Gehölzpflegeeinsätzen in der Nähe des Projektgebiets, da das Aufkommen von Weiden im Gebiet selbst klein ist. Da die Deponien vor der Umsetzung der flussbaulichen Massnahmen (inkl. Bau BMU) saniert werden ist es auch denkbar, auf Teilen der sanierten Flächen temporär Weiden anzupflanzen. Aufgrund ihres schnellen Wachstums können die Weiden bereits ein bis zwei Jahre nach der Pflanzung (als Stecklinge) für die BMU verwendet werden. Auf diese Weise können Transportwege minimiert und ein kontinuierlicher Bauablauf gewährleistet werden.

Begrünter Blocksatz

Die BMU kann auch zu Begrünung von Blocksatz (Ufertyp 2) eingesetzt werden (Abbildung 25). Der ökologisch nachteilige Blocksatz wird auf diese Weise deutlich aufgewertet, ebenso das Landschaftsbild. An der Emme, die durch relativ grosse Schubspannungen (im Bereich der Verbreiterungen ca. 75 - 125 N/m² bei HQ100) und daraus resultierende Uferbelastungen gekennzeichnet ist, ist auf eine enge

Verzahnung von BMU und Blocksatz zu achten. Sie wird durch ausschlagfähige Weidenäste erreicht, die die BMU und den dahinterliegenden Blocksatz vollständig durchdringen und bis in den anstehenden Boden reichen (Planbeilage 2.26). Blocksatz und BMU sind daher an der Emme in einem Arbeitsgang zu erstellen.



Abbildung 25 Begrünung von Blocksatz mit BMU, links: Blocksatz zum Schutz einer Eisenbahntrasse [4,6], rechts: begrünter Blocksatz ein Jahr nach der Herstellung der BMU

Ungesichertes strukturiertes Ufer

Der Ufertyp 6 "Ungesichertes strukturiertes Ufer" orientiert sich an natürlichen Flussufern in Waldgebieten, die durch einen hohen Anteil lebenden und toten Holzes und eigendynamisch geprägte Prozesse gekennzeichnet sind (Abbildung 26). Das Holz (z.B. Äste, Baumwurzeln, kleinere Bäume) wird an der Emme nach Rückbau der bestehenden Ufersicherung lokal in das Ufer eingebunden (s. Bsp. Abbildung 27) und gewährleistet bereits unmittelbar nach Abschluss der Baumaßnahme eine gute Strukturierung und einen Ersatz für verloren gegangene Habitatslemente (z.B. Fischunterstände im lückigen Blocksatz). Um die Lagestabilität des Holzes zu gewährleisten wird es mindestens zur Hälfte seiner Länge ins Ufer eingebunden oder zwischen bestehenden Bäumen verankert. Ein Einbau von Holz erfolgt vor allem in Bereichen, in denen andernfalls nicht mit einer Strukturierung durch Holz zu rechnen ist (z.B. Vorschüttungen im Bereich des Girizwäldli). Ungesicherte Ufer, die bereits durch einen grossen Totholzanteil gekennzeichnet sind (z.B. rechtes Ufer Emmenschachen mit nach Rodung belassenen Wurzelstöcken) werden nicht zusätzlich strukturiert.



Abbildung 26 Totholzansammlung an einem natürlichen Flussufer (Bsp. Salza, Steiermark)



Abbildung 27 Beispiele für mit Totholz (links) und ausschlagfähigen Weidenästen (rechts) strukturierte Ufer

6.2.2.2 Konzept zur Auswahl der Ufertypen

Auswahl nach Schadenpotential

Die Auswahl der Ufertypen erfolgt in Abhängigkeit vom Schadenpotential. In Abschnitten mit geringem Schadenpotential (z.B. bei angrenzenden Waldflächen) werden die Ufer nicht gesichert (Ufertyp 6). Bei grossem Schadenpotential (z. B. bei gefährdeten Infrastruktureinrichtungen, Bebauungen oder Schutzbauwerken wie Hochwasserschutzdämmen) wird entweder mit einer Interventionslinie gearbeitet oder ein Ufertyp mit Blocksatz (Ufertypen 1, 2 und 5) bzw. einer Ufermauer (Ufertyp 3) vorgesehen. Eine ingenieurbioologische Sicherung (Ufertyp 4) ist im gesamten Projektgebiet lediglich auf einer Länge von ca. 185 m am rechten Ufer der Überflutungsfläche Papierfabrik vorgesehen. Der nach der Totalsanierung der Bioschlammdeponie angeschüttete Uferbereich muss gesichert werden, um die Stabilität des zukünftigen "Damms" zwischen Emmenkanal und Überflutungsfläche zu gewährleisten. Da die hydraulische Belastung in diesem Bereich gering ist und leichte Ufererosion nach wie vor zugelassen werden kann, ist hier eine rein ingenieurbioologische Sicherung ausreichend.

Interventionslinie

Die Interventionslinie liegt in der Regel mindestens 15 m hinter der Böschungsoberkante und mindestens 15 m von Schutzgütern entfernt. Es muss also ein mindestens 30 m breiter Pufferstreifen zur Verfügung stehen. Bis zum Erreichen der Linie erfolgt keine Ufersicherung, erst dann werden geeignete Sicherungsmassnahmen ergriffen. Je nach lokalen Verhältnissen und der Geschwindigkeit der Seitenerosion kommt entweder eine "harte" oder ingenieurbioologische Sicherung zum Einsatz.

Wie die Erfahrungen bei den zurückliegenden Hochwasserereignissen in der Emme zeigen, ist bei grossen Ereignissen (2005, 2007) mit Seitenerosionen von etwa 10 m zu rechnen. Mit der gewählten Lage der Interventionslinie kann daher ausgeschlossen werden, dass erstens die Linie bereits nach einem grossen Ereignis erreicht wird und zweitens nach dem Erreichen der Linie eine unmittelbare Gefährdung besteht.

Interventionslinie Giriz

Abweichend von dem oben genannten Abstand der Interventionslinie zur Böschungsoberkante wurde der Abstand im Bereich des Naturreservats Giriz auf ca. 8 m verringert, um auch zukünftig eine deutliche Verkleinerung des Schutzgebiets durch Seitenerosion auszuschliessen. Da das Schutzgebiet in einem felsigen Be-

reich liegt (Felskote ca. 1 m über der Emmesohle) und der Boden durch die Baumwurzeln verfestigt ist, werden im Bereich Giriz aber ohnehin nur geringe Seitenerosionsraten erwartet, so dass auch hier ebenso wie in den anderen Abschnitten ein schnelles Erreichen der Interventionslinie ausgeschlossen wird.

6.2.2.3 Sohlenstrukturierung und Initialisierung einer eigendynamischen Aufweitung

Allgemeines

Durch die Verbreiterung der Sohlenbreite und die damit verbundene Entwicklung von Sohlenstrukturen, die Wiederherstellung der Fischgängigkeit, den umfangreichen Rückbau von Ufersicherungen und die ingenieurbioökologische Gestaltung langer Uferabschnitte wird bereits eine deutliche Aufwertung des Lebensraums erreicht. Zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands bedarf es aber weiterer Strukturierungsmassnahmen, die im Weiteren vorgestellt werden.

Pfahlbuhnen

An der Emme werden im Bereich Emmenschachen einzelne Buhnen zur Initialisierung von Ufererosion und damit einer eigendynamischen Aufweitung eingesetzt. Für die Initialisierung sind Buhnen mit einer mittleren Lebensdauer ausreichend. Vorgesehen ist die Verwendung von Pfahlbuhnen (Lebensdauer ca. 5 Jahre [48]).

Pfahlbuhnen werden aus Stammhölzern gebaut, die rechenartig mindestens 2 m tief in die Gewässersohle eingebaut bzw. gerammt werden. Sie sind eine einfach umzusetzende Bauweise, die vor allem der Strukturierung dient. Durch Schwemmholzanlandungen wird mit der Zeit eine nahezu dichte Sperrwirkung erreicht, wodurch die Strömung verstärkt an das unverbaute Ufer gelenkt und Ufererosion gefördert wird. Das Schwemmholz bietet ideale Fischunterstände und ist die Nahrungsgrundlage zahlreicher Wirbelloser. Im Strömungsschatten bilden sich grössere Kiesanlandungen mit naturnahen Wasserwechselzonen aus. Pfahlbuhnen bieten hinsichtlich der Gewässerstrukturierung ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis.



Abbildung 28 Prinzipskizze Pfahlbuhne (links; [49]); Pfahlbuhne in der Emme (rechts; [48])

Lenkbuhnen

Die Lenkbuhne ist eine besondere Buhnenbauweise, die bereits bei Niederwasser vollständig überströmt wird. Als wesentliches Merkmal induziert sie bei starker Überströmung eine Spiralströmung und beeinflusst damit die Geschwindigkeitsverteilung und den Geschiebetransport (Abbildung 29). Die an der Emme geplanten Lenkbuhnen werden aus Blocksteinen ($m > 5 t$) gebaut, die mittlere Höhe beträgt bei Gewässern wie der Emme nur etwa 20 cm. Da sich die Sohle zwischen

den Bühnenköpfen eintieft, sind Lenkbuhnen hochwasserneutral und können auch unter beengten Platzverhältnissen eingesetzt werden.

Lenkbuhnen werden im Projekt vor allem dort vorgesehen, wo nicht mit der Entwicklung von Sohlenformen zu rechnen ist. Ihr Einbau dient hier:

1. der Induzierung einer dynamischen Niederwasserinne zur Abflusskonzentration (Verhinderung Erwärmung, ausreichende Fliesstiefe; s.a. Abbildung 42)
2. der Bildung lokaler Kolke, Bänke und Substratsortierungen und damit der Entwicklung vielfältiger Mesohabitats. Die daraus resultierende positive Wirkung auf die Fischfauna wurde durch Pinter et al. [50] nachgewiesen.

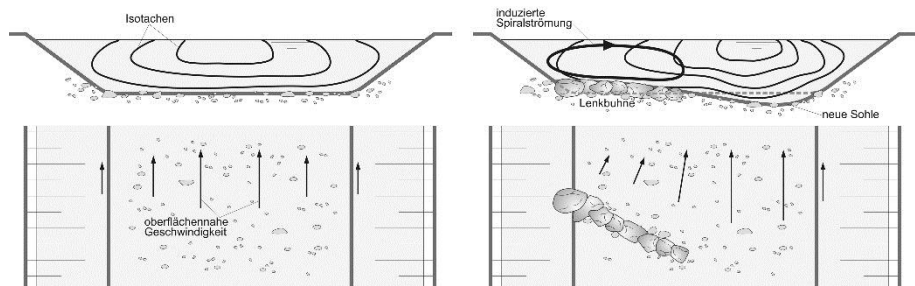


Abbildung 29 Schematische Isotachendarstellung eines geraden Gewässerabschnitts ohne (links) und mit inklinanter Lenkbuhne (rechts) [51]

Lenkbuhnen können sowohl einseitig als auch beidseitig gegenüberliegend eingebaut werden. Zwei beidseitig gegenüberliegende Lenkbuhnen werden als "Strömungstrichter" bezeichnet, wobei eine inklinante und deklinante Anordnung unterschieden wird (Abbildung 30).

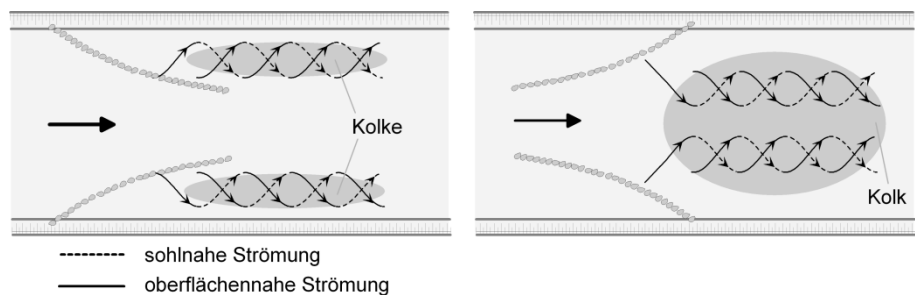


Abbildung 30 Hydraulik und Sohlenmorphologie bei Strömungstrichtern: links deklinante und rechts inklinante Anordnung [51]

Hakenlenkbuhne

Die Hakenlenkbuhne ist eine besondere Bauform der Lenkbuhne. Sie setzt sich aus einem inklinanten Teil am Ufer und einem deklinanten Teil am Kopf zusammen (Abbildung 31). Bei starker Überströmung werden so zwei Spiralströmungen mit entgegengesetzter Drehrichtung erzeugt, die an der Wasseroberfläche aufeinander zulaufen. Lokal sinkt das Geschwindigkeitsmaximum daher von der Wasseroberfläche in Richtung Sohle. Es bildet sich ein langgestreckter Kolk ("Holding Pool"), der gute Einstandsmöglichkeiten für Fische bildet.

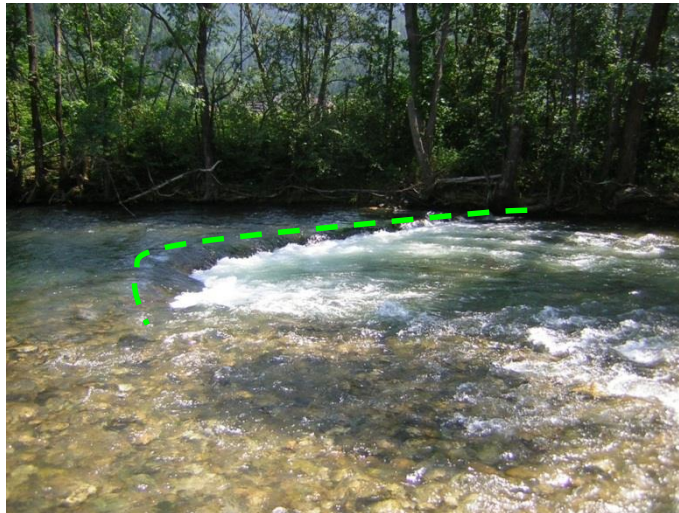


Abbildung 31 Hakenlenkbuhne in der Mürz / Steiermark

S-Riegel

S-Riegel weisen grosse Ähnlichkeit zu Lenkbuhnen auf. Im Gegensatz zu ihnen werden sie jedoch nicht ins Ufer eingebunden bzw. ans Ufer angeschlossen. Sie stellen damit eine beidseitig umströmte Teilschwelle dar.



Abbildung 32 zwei versetzt angeordnete S-Riegel (grüne Linien) in der Wiese (Stadtgebiet Lörach)

S-Riegel verringern die durchströmte Querschnittsfläche auf einer Teilbreite und damit den breitenspezifischen Abfluss. Rechts und links des Riegels nimmt der Abfluss zu, leichte Eintiefungen sind die Folge. Durch die S-Form wird eine besonders gute Lenkung der sohlennahen Strömung erreicht. Sie werden daher auch dort eingesetzt, wo Abflussaufteilungen gewünscht sind, z.B. bei Ausleitungen in Nebengerinne.

Abbildung 32 zeigt zwei S-Riegel in der Wiese in Lörach, die die Strömung vor allem in Richtung der Ufer lenken. Aber auch in die Gewässermitte wird die Fließgeschwindigkeit erhöht. Unterhalb der Riegel entstehen weniger durchströmte Bereiche. Das Umfeld von S-Riegeln ist folglich durch eine grosse Strömungsvielfalt und damit ausgeprägte Tiefenvarianz gekennzeichnet.

Wurzelstämme

Das Vorbild für eingebaute Wurzelstämme bildet grobes Totholz mit Wurzeln, das sich in der Strömung praktisch immer mit dem Stamm in Fließrichtung ausrichtet (Abbildung 33). Das Totholz ist in dieser Position sehr lagestabil, da der auf den Wurzelteller wirkende Staudruck durch den dahinter liegenden Stamm in die Sohle abgetragen wird.



Abbildung 33 Grobes Totholz in einem naturnahen Abschnitt der Sieg in Rheinland-Pfalz; Fließrichtung von links nach rechts, Foto: Jörg Schneider

Befestigung der Wurzelstämme

Wurzelstämme umfassen neben dem Wurzelkörper auch einen Stammansatz von etwa 3 m Länge. Beim Einbau werden der Stammansatz vollständig und der Wurzelkörper zu gut der Hälfte des Durchmessers eingegraben und mit Blocksteinen beschwert (Abbildung 34). Eine weitere Befestigung durch Ankerpfähle mit Draht- oder Kunststoffseilen ist nicht notwendig. Die Lebenserwartung von Wurzelstämmen liegt bei über 10 Jahren.

Anordnung von Wurzelstämmen

Beim Einbau von Wurzelstämmen ist darauf zu achten, die Abstände zwischen den Stämmen in Längs- und Querrichtung zu variieren, um eine möglichst grosse Strömungs- und Strukturvielfalt und ein naturnahes Erscheinungsbild zu erzielen. Auch Anordnungen in Gruppen sind möglich.

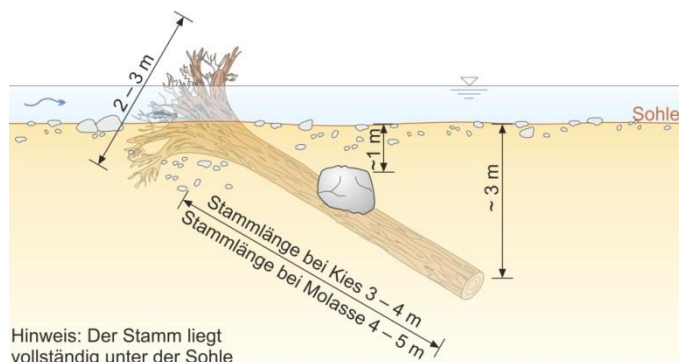


Abbildung 34 Prinzipskizze zum Einbau eines Wurzelstamm

Erfahrungen mit Wurzelstämmen in der Emme

Zur Festlegung des Bauverfahren und der Abschätzung der Baukosten wurden im Oktober 2013 dreizehn Wurzelstämme in die Emme bei Derendingen und Zuchwil eingebaut. Dabei zeigte sich, dass der Einbau bei kiesiger Sohle relativ schnell und

damit kostengünstig möglich ist (reine Baukosten ca. 250 CHF/Stück). Bei felsiger Sohle ist der Aufwand grösser (reine Baukosten ca. 1'200 CHF/Stück).



Abbildung 35 Strömungs- und Strukturvielfalt im Umfeld eines eingebauten Wurzelstamms in der Emme (ca. GEWISS-km 1.6)

Wie die Einbauten in Derendingen und Zuchwil zeigen, wirken Wurzelstämme sehr natürlich. Sie bieten Unterstände für Fische und Nahrung für Wirbellose, ihr Umfeld ist durch eine grosse Strömungsvielfalt, Substratsortierungen und Tiefenvarianz (u.a. tiefe Vorkolke) gekennzeichnet (Abbildung 35). Ihre Wirkung kann sich durch anlandendes Schwemmholz verstärken. Ein wesentlicher Vorteil ist darüber hinaus, dass im Gegensatz zu in die Sohle eingebauten Wurzelkörpern auf gewässerfremde Materialien zur Befestigung vollständig verzichtet werden kann.

6.2.2.4 Hochwasserschutzdämme und -mauern

Grundsätze

Das Konzept sieht vor, das Aushubmaterial möglichst vor Ort wiederzuverwenden (Abschnitt 6.2.1). Aus diesem Grund und aufgrund der geringeren Kosten und naturnahen Gestaltungsmöglichkeiten wird Dämmen der Vorzug vor Hochwasserschutzmauern gegeben, die nur bei stark beengten Platzverhältnissen vorgesehen sind.

Material

Die Dämme werden aus Aushubmaterial erstellt. Etwa die Hälfte des Dammmaterials besteht aus Kies / Emmeschotter (Materialklasse MK5), die andere Hälfte aus Unterboden (MK2) und siltigem bis sauberem Sand (MK4). Die Dammoberfläche wird mit dem Mutterboden der Aufstandsfläche abgedeckt, so dass der Damm begrünt werden kann.

Dammgestaltung

Die Dämme werden möglichst mit geringen Böschungsneigungen (i.A. 1:5) erstellt, um eine harmonische Einbindung ins Gelände zu erreichen und um diese überströmsicher zu machen. Dadurch werden stellenweise zwar grössere Abholzungen notwendig, die flachen Dämme können jedoch wieder mit niedrigen Bäumen und Sträuchern bestockt werden. Somit bietet sich gerade bei Dämmen im Waldrandbereich (zum Offenland oder zum Kanal) die Möglichkeit zur Schaffung von interessanten, stufigen Waldrändern. Weisen die Dämme luftseitig Böschungsneigungen von 1:3 und steiler auf und sind gleichzeitig höher als 1 m, so werden diese zusätzlich mit einem Geogitter gesichert (vgl. Beilage 2.27). Ein Dambruch bei Überströmen und eine damit einhergehende massive Flutung der rückliegenden Bereiche kann so vermieden werden.

Dammüberfahrten

Die Dimensionierung der Dammüberfahrten orientiert sich an folgenden generellen Grundsätzen:

- bei Dammhöhen von $h < 1.50$: Überfahrtsneigung 1:12 (Steigung von 8.3%), Sichtweiten sowie Ausrundung der Kuppen und Wannen gemäss der Norm SN 640 110
- individuelle Lösungen bei Spezialfällen d.h. bei Dammhöhen von $h > 1.50$, bei der Zufahrt zum Kraftwerk Luterbach der ADEV (M28) und der Überfahrt beim Pfadiheim Luterbach (M28).

6.2.2.5 Brückenanpassungen

Verklausungsgefahr

An drei bestehenden Brücken des Projektgebiets können die Freibordbestimmungen auch zukünftig nicht vollständig eingehalten werden. In diesen Fällen besteht eine erhöhte Verklausungsgefahr durch Schwemmholz und andere Schwimmstoffe, die mit einem erhöhten Wasserstand oberhalb der Brücke einhergeht (vgl. Kap. 6.2.2.5).

Im Rahmen des Bauprojekts wurden für jede betroffene Brücke Massnahmen zur Minimierung des Verklausungsrisikos erarbeitet und den Brückeneigentümern vorgestellt.

KS-Brücke Biberist

Bei der Kantonsstrassenbrücke Biberist (GEWISS-km 4.907) ist, wie bereits in der Vorstudie, eine Verschalung mit Stahlblechen und Gitterrosten vorgesehen.

BLS-Brücke Biberist

Für die BLS-Brücke Biberist (GEWISS-km 4.591) wurden mehrere Verschalungsvarianten untersucht und der BLS vorgestellt. Nach derzeitigem Stand wird aufgrund der hohen Kosten auf eine Verschalung der Brücke verzichtet. Jedoch wird der Blocksatz im unmittelbaren Brückenbereich sehr steil und vor den Pfeilern bis zum Niveau der Brückenunterkante gebaut, so dass zumindest eine Pfeilerverklausung verhindert werden kann.

SBB-Brücke Luterbach

Bei der SBB-Brücke Luterbach (GEWISS-km 0.567) wird der Schutz vor Verklausung durch eine Brückenverschalung (s. Bsp. Abbildung 36) erreicht. Sie wird als Drittprojekt von der SBB geplant.

Detail Schürze

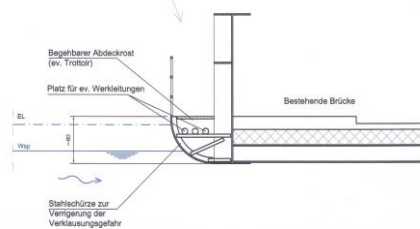


Abbildung 36 Prinzipskizze der Verschalung ("Schürze") für die Hochwasserdurchleitung bei Brücken (links); Beispiel Brückenverschalung: Molliserbrücke / Escherkanal (rechts)

Fahrleitungsmast

Die Vorlandabsenkung bei der SBB-Brücke Luterbach bedingt zudem die Versetzung eines Fahrleitungsmasts.

Abschieben

Im Rahmen des Bauprojekts wurde in Form überschlägiger Berechnungen überprüft, ob ein Abschieben der Brücken von den Auflagern im Bemessungsfall möglich ist und ob die Brücke dann in das Gerinne fallen kann. Die Gefahr für das Eintreten dieses Szenarios wird als ausgesprochen klein eingeschätzt, weshalb auf Massnahmen gegen ein Abschieben verzichtet wird (Restrisiko).

6.2.3 Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit

Fischgängigkeit Emme

Im Rahmen des Projekts werden zwei bestehende Rampen und drei bestehende Schwellen fischgängig umgestaltet. Die obersten beiden Schwellen (km 4.542 und 3.330) werden hierzu in Vollrampen umgebaut, die anderen Querbauwerke werden durch eine Teilrampe ergänzt (vgl. Kap.6.2.1).

Die Rampen werden naturnah und mit einer Niederwasserrinne in Beckenstruktur gestaltet. Die Sohle steigt im Querprofil zu den Ufern hin an. Die Randbereiche werden relativ gleichmässig gestaltet und mit Störsteinen und Steinspornen als Deckungsstrukturen bei hohen Abflüssen strukturiert (Abbildung 36). Durch diese Gestaltung kann innerhalb eines grossen Abflussbereichs ein Wanderkorridor für Fische bereitgestellt werden.

Dimensionierung Niederwasserrinne

Die Becken der Niederwasserrinne werden so dimensioniert, dass die hydraulischen und geometrischen Grenzwerte der entsprechenden Regelwerke ([52], [53]) für die Äschenregion eingehalten werden und die Rampen auch für grosse Fische (z.B. Barbe, Lachs) passierbar sind. Gewählt wurde u.a. eine minimale Fliesstiefe von $y = 60$ cm bei Restwasser, eine Beckenlänge von $l \leq 5$ m und eine max. Fallhöhe von Becken zu Becken von $\Delta h = 15$ cm (vgl. Abbildung 37). Somit ergibt sich ein Gefälle von maximal 3%.

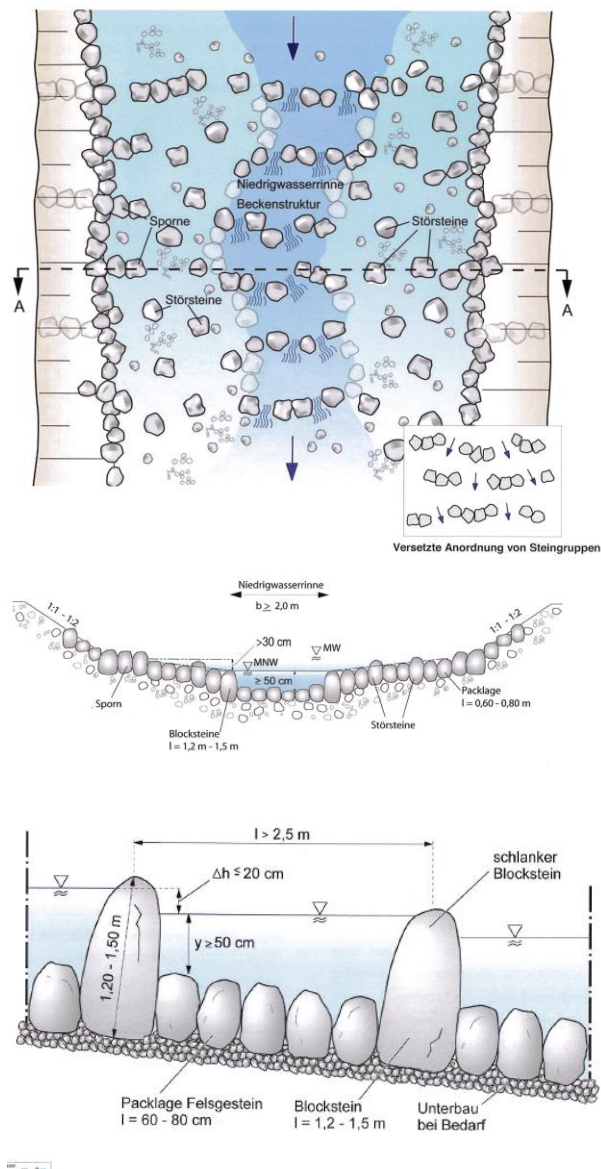


Abbildung 37 Systemskizze einer naturnahen Rampe mit Niederwasserrinne in Riegel-Becken-Bauweise (oben: Draufsicht, Mitte: Querprofil, unten: Längsschnitt Niederwasserrinne); Quelle: Gebler (2009) [54]

Die Rampen werden so gebaut, dass sie auch bei der tiefsten zu erwartenden Sohlenlage noch voll funktionsfähig sind.

*Fischgängigkeit Dorf-
bach*

Der Dorfbach ist das wichtigste Nebengewässer der Emme im Projektgebiet. Die Fischgängigkeit wird an der Mündung zur Emme durch eine Riegel-Becken-Rampe wiederhergestellt. Zusätzlich werden acht Schwellen umgestaltet, die heute nur von schwimmstarken Fischen wie grossen Forellen überwunden werden können. Die Schwellen werden in neun fischgängige Blocksteinriegel mit einer maximalen Fallhöhe von $\Delta h = 15$ cm umgebaut. Unterhalb der Riegel bildet sich ein Kolk, der durch eingebaute Wurzelstöcke als Deckungsstruktur aufgewertet wird.

Durch die Wiederherstellung der Fischgängigkeit kann der Dorfbach seiner Funktion als Laich- und Jungfischhabitat wieder verstärkt gerecht werden und insbeson-

dere bei hohen Wassertemperaturen in der Emme als relativ kühler Zufluchtsort für Fische dienen.

6.2.4 Konzept Seiten- und Stillgewässer

Grundsätze

Im Rahmen des Vorprojektes wurden durch die PG Umwelt grundsätzliche Überlegungen zum Umgang mit den bestehenden Gewässern ausserhalb der Emme sowie zur Lage, Grösse und Ausgestaltung allfälliger neuer Seiten- und Stillgewässer gemacht.

Stillgewässer

Im Vordergrund steht dabei die Initialisierung von temporären oder permanent durchflossenen Seitengerinnen und temporären Stillgewässern. Die bestehenden Stillgewässer sollen wenn möglich erhalten und aufgewertet werden. Zusätzliche, vom Fließsgewässer isolierte, permanente Stillgewässer werden lediglich vereinzelt, bei bereits heute vernässten Stellen angelegt. Auf den Bau weiterer solcher Gewässer an heute trockenen Stellen wird verzichtet, da diese nicht dem Referenzzustand und nicht dem prozessorientierten Ansatz gemäss Leitbild entsprechen.

6.3 Untersuchte Varianten

Varianten

Bei der Verfeinerung der Bestvariante (Variante A) aus der Vorstudie [11] wurden in der Vor-, Bau- und Auflageprojektphase für die verschiedenen Teilstrecken mehrere Ausgestaltungsvarianten geprüft. Im Folgenden werden diese pro Teilstrecke und die jeweils gewählte Bestvariante beschrieben.

6.3.1 Teilstrecke 1: Biberist km 4.929 – 3.800

Untersuchte Dammverläufe

Die Teilstrecke 1 ist im oberen Bereich (km 4.9 - 4.2) durch beengte Platzverhältnisse gekennzeichnet. Eine Gerinneverbreiterung ist daher nicht möglich, das Gewässerbett muss im Wesentlichen erhalten werden. Untersucht wurden mehrere Dammverläufe. Abweichend von der Vorstudie wurden im Vorprojekt und Bauprojekt möglichst weit zurückversetzte Dammverläufe geplant. Rückversetzte Dämme geben dem Gewässer mehr Raum und führen so häufig zu einer Reduktion der Dammhöhen, da das Gelände vom Fluss aus meist ansteigt und das Freibord in grösserem Abstand zum Hauptgerinne, wo geringere Fließgeschwindigkeiten auftreten, reduziert werden kann.

Rechtsufriger Damm km 4.8 - 4.6

Abweichend vom Vorprojekt, in dem unterhalb der BLS-Brücke ein Damm entlang des rechten Ufers vorgesehen war, schliesst der rechtsufrige Damm nun an eine kurze, parallel zur Bahnlinie verlaufende Hochwasserschutzmauer an. Unterhalb der Brücke wird der Hochwasserschutz durch die bestehende Stützmauer entlang des EBAG- und HIAG-Areals gewährleistet.

Rechtsufrige Verbreiterung

Im Bereich des Naturschutzgebiets Girizwäldli bis zur Mündung des Dorfbachs (km 4.2 bis km 3.8) war in der Vorstudie eine linksufrige Verbreiterung vorgesehen, die mit grösseren Rodungen im Schutzgebiet verbunden gewesen wäre. Im Verlauf

des Vorprojekts zeigte sich, dass allenfalls in Absprache mit der HIAG Teile der Industriezone im Bereich der ehemaligen ARA genutzt werden können. Mit den diesbezüglichen Verhandlungen wurde bereits während des Vorprojekts begonnen. Aus diesem Grund wurde im Vor- und Bauprojekt eine Variante weiterverfolgt, bei der verstärkt nach rechts verbreitert wurde, um die negativen Auswirkungen auf das Girizwäldli zu reduzieren. Die Verhandlungen mit der HIAG stehen inzwischen kurz vor dem Abschluss. Es kann daher von der Umsetzung der im Bau- und Auflageprojekt projektierten rechtsufrigen Verbreiterung ausgegangen werden.

Schwelle km 4.542

Im Rahmen des Bauprojekts wurde auch untersucht, ob durch einen Rückbau der Schwelle bei km 4.542 der Hochwasserspiegel abgesenkt und der Freibord bei der BLS-Brücke vergrössert werden kann. Wie Sohlenlagenmodellierungen des Büros HZP (fachliche BHU) und die Entwicklungen der Sohle von 2006 bis 2013 jedoch zeigen, muss gerade im Bereich der BLS-Brücke mit besonders tiefen Sohlenlagen gerechnet werden. Ein Rückbau oder auch nur eine nennenswerte Absenkung der Schwelle würden daher zu einer Gefährdung der BLS-Brücke und der Uferbereiche bis zum Wehr Biberist führen. Aus diesem Grunde wurde ein Rückbau der Schwelle verworfen.

*Fischgängigkeit
km 4.542*

Im Rahmen des Auflageprojekts wurde der fischgängige Umbau der Schwelle unter Einbindung des Rampenexperten Rolf Gebler nochmals eingehend untersucht. Im Bauprojekt war der Abbau des Höhenunterschieds an der Schwelle mit einer relativ langen fischgängigen Vollrampe geplant. Im Auflageprojekt wurde aufgrund der aussergewöhnlich hohen hydraulischen Belastung von dieser Lösung abgesehen und der Höhenunterschied auf zwei relativ kurze Vollrampen aufgeteilt, die in Fliessrichtung einen Abstand von ca. 155 m aufweisen. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass zur Gewährleistung der Rampenstabilität nur die obere der beiden kurzen anstelle der gesamten langen Rampe in Beton gesetzt werden muss. Die Aufteilung des Höhenunterschieds auf zwei kurze Rampen wirkt sich darüber hinaus positiv auf die Fischgängigkeit und das Landschaftsbild aus.

Rampe km 3.934

Aus den gleichen Gründen wie bei Schwelle km 4.542 wurde auch der in der Vorstudie und im Vorprojekt geplante Rückbau der Blockrampe bei km 3.934 verworfen. Die Rampe wird erhalten und im Bereich der rechtsufrigen Verbreiterung mit einer fischgängigen Teilrampe ergänzt.

*Beginn Überflutungs-
fläche Papierfabrik*

Im Einlaufbereich der Überflutungsfläche Papierfabrik (km 4.2 - 4.0) war im Vorprojekt eine starke rechtsufrige Verbreiterung um bis zu 50 m vorgesehen, die den Rückbau mehrerer Gebäude auf dem HIAG-Areal erforderte. Im Rahmen des Bauprojekts wurde die Verbreiterung im Einlaufbereich auf etwa 20 m reduziert, um die Entwicklung des HIAG-Areals nicht zu sehr einzuschränken. Kurz oberhalb der bestehenden Abwassereinigungsanlage, die vollständig rückgebaut wird, erfolgt dann eine starke Verbreiterung um ca. 70 m. Verbunden mit den Anpassungen am rechten Ufer erfolgt auch eine leichte Änderung der Uferlinie im Bereich des Girizwäldli auf der linken Uferseite.

*Hochwasserschutz-
massnahmen entlang
des Dorfbachs*

Aufgrund detaillierter Betrachtungen und Erkenntnissen aus Grundeigentümerge-sprächen konnte die Dammführung im Bereich Dorfbach im Rahmen des Auflage-projekts weiter optimiert werden. Gegenüber der Variante im Bauprojekt wird der Damm am rechten Dorbachufer um rund 50 m verlängert, wodurch einerseits der Rückstaupiegel im Dorfbach tiefer ausfällt und andererseits durch die Rückstausi-tuation am linken Dorbachufer ein reduziertes Freibord angewandt werden kann. Die im Bauprojekt bis Parzelle 951 reichende und bautechnisch schwierig auszu-führende Hochwasserschutzmauer kann somit entsprechend verkürzt werden.

6.3.2 Teilstrecke 2: Derendingen Süd km 3.800 – 3.000

Teilstrecke 2 beinhaltet als wesentliche Aufwertungsmassnahmen die Überflu-tungsflächen Papierfabrik (M8) und Schwarzweg (M12). Im Rahmen des Vorpro-jekts wurde untersucht, ob und wie die Flächen durch die Gestaltung von Schüt-tungen und Inseln aufgewertet werden können, die im Laufe der Jahre durch die Emme eigendynamisch abgetragen werden. Mit der beschriebenen Flussraumge-staltung sind darüber hinaus Kosteneinsparungen verbunden, da das vom Fluss erodierte Material nicht abgeführt werden muss (vgl. Kap. 6.2.1). In der Vorstudie waren solche Flussraumgestaltungen nicht vorgesehen, sondern es wurde eine möglichst grosse Überflutungsdynamik ohne Einzelgerinne angestrebt.

*Optimierung der Fluss-
raumgestaltungen*

Im Verlauf des Vorprojekts und des Bauprojekts erfolgte eine Optimierung der Schüttungen in Zusammenarbeit mit dem Büro HZP (fachliche BHU), das den Einfluss der Gestaltung mittels hydraulischer Simulation analysierte (2D; Abbil-dung 38). Dabei wurden auch die im Bauprojekt geplanten Anpassungen am Be-ginn der Überflutungsfläche Papierfabrik berücksichtigt (s.o.). Es zeigte sich, dass bei grossflächigen Schüttungen und Inseln in Kombination mit Nebenrinnen die Gefahr besteht, dass die Rinnen verstopfen und verlanden. Somit käme die ge-wünschte Auendynamik weitgehend zum Erliegen. Die relativ hoch liegenden Inseln und Schüttungen würden kaum noch erodiert und vermutlich mit Bäumen einwachsen. Die Entwicklung einer Weichholzaue würde behindert.

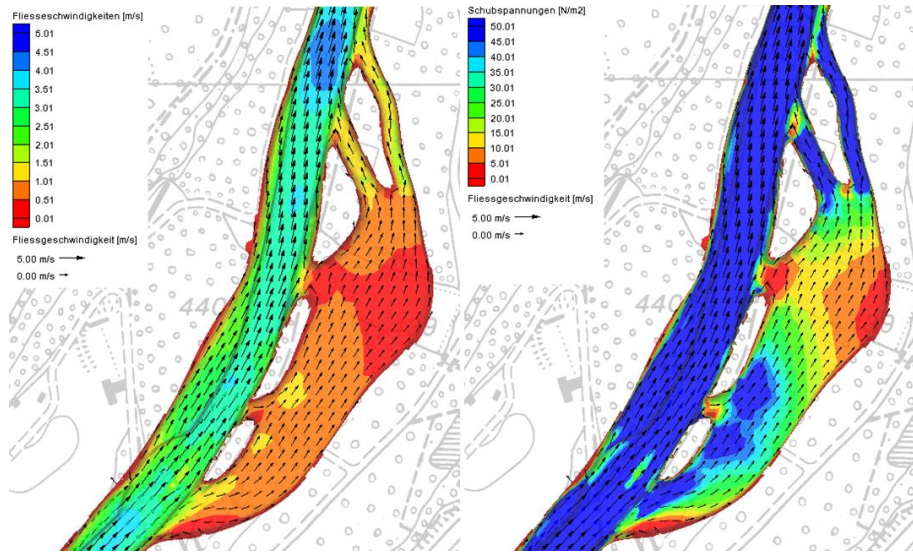


Abbildung 38 Modellierte Fließgeschwindigkeiten (links) und Schubspannungen (rechts) im Bereich der Überflutungsfläche Schwarzweg bei einem HQ₅

Aus den genannten Gründen wurden die Massnahmen der Flussraumgestaltung im Bauprojekt auf schmale langgezogene Inseln und Schüttungen entlang des Hauptgerinnes der Emme reduziert, wo sie einem grossen Strömungsangriff ausgesetzt sind und relativ schnell erodieren. Die breiten Öffnungen zwischen den Schüttungen und Inseln gewährleisteten einen grossen Zufluss in die Überflutungsflächen, so dass sich die Bereiche, wie in der Vorstudie vorgesehen, als dynamische Auen entwickeln können.

*Variante Verkürzung
der Überflutungsfläche
Schwarzweg*

Bereits im Rahmen des Vorprojekts wurde untersucht, ob die Überflutungsfläche Schwarzweg im unteren Bereich um rund 150 m gekürzt werden kann, um den "Platz der Begegnung" erhalten zu können. Von dieser Variante wurde jedoch abgesehen, da die Verkürzung und damit einhergehende Vergrösserung des Breiten-Längen-Verhältnisses zu einer deutlich verschlechterten Durchströmung des Überflutungsbereichs geführt hätte. Die Gefahr starker Sedimentablagerungen wäre damit wesentlich gestiegen.

*Damm Weidenweg-
quartier, Umlegung
Seebächli*

Im Verlauf des Bauprojekts wurde die Dammführung im Bereich des Weidenwegquartiers nochmals genau untersucht. In der Vorstudie war zunächst ein Damm entlang des Hauptgerinnes der Emme bis km 3.35 vorgesehen, der anschliessend entlang des in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Teils der Girizstrasse (Bereich Schützenplatz Kleinkaliber) führte und an das höherliegende Terrain anschloss. Im Vorprojekt wurde dann eine Variante mit einem rückliegenden Damm weiterverfolgt, der die Weidenwegsiedlung quasi vollständig umgibt. Er verläuft am linken Ufer der Emme entlang der Parzellengrenzen, dann in Richtung Norden (entlang Parzellen 1516 und 1515), quert die hier anzuhebende Girizstrasse und verläuft dann entlang der Strasse zurück bis zum geplanten Damm des damaligen Drittprojekts "Renaturierung Seebächli". Der etwa 60 cm hohe Damm entlang des rechten Seebächliufers wurde unter der Annahme geplant, dass der Seebächli-Durchlass

*Damm Weidenweg-
quartier: Problem
Überlastfall*

unverändert erhalten bleibt und so bei Hochwasser in der Emme ein Rückstau bis oberhalb der Girizstrasse erfolgt.

Durch die im Vorprojekt geplanten Dämme wird zwar das Schutzziel eines hundertjährigen Hochwasserereignisses (HQ100) erreicht. Im Überlastfall, wenn also Wasser aus dem Hauptgerinne der Emme austritt, behindern sie jedoch den Rückfluss des ausgetretenen Wassers in die Emme. Sie würden folglich zu einem Aufstau führen, die Wasserstände im Siedlungsgebiet wären im Überlastfall höher als ohne Dämme gewesen.

Um die schwerwiegenden genannten Probleme im Überlastfall zu lösen sollte die Dammführung im Bereich Seebächli / Weidenweg im Rahmen des Bauprojekts optimiert werden. Dies setzte jedoch voraus, dass zukünftig kein Rückstau der Emme durch den Seebächli-Durchlass mehr auftritt. Um den Rückstau zu verhindern, wurden zwei Lösungsansätze untersucht: Einerseits die Umlegung des Seebächlis bei gleichzeitiger Aufhebung des Durchlasses unter der Girizstrasse, andererseits die Absperrung des Seebächlis mit einem Absperrorgan im Durchlass Girizstrasse. Beide Konzepte setzen voraus, dass der Damm zwischen Emme und Weidenwegquartier bis ca. 20 m unterhalb der Schwelle bei km 3.33 verlängert wird (Abbildung 39). Der im Vorprojekt geplante Damm zwischen Landwirtschaftsland / Hornusserplatz und Weidenwegquartier entfällt.

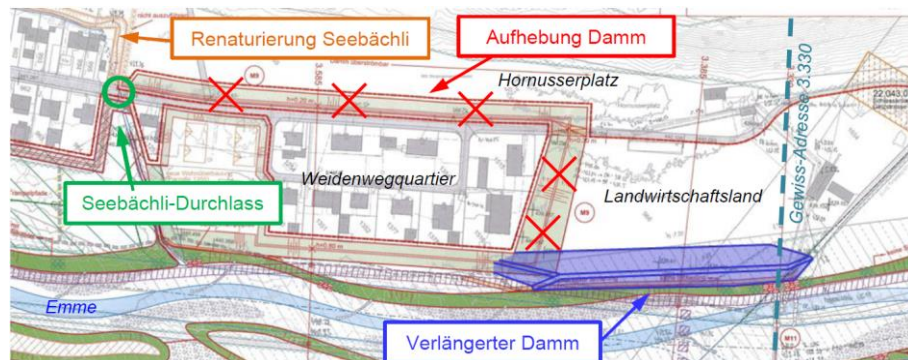


Abbildung 39 Skizze der Verlängerung des Damms zwischen Emme und Weidenwegquartier bis ca. Gewiss-Adresse 3.330 und Aufhebung des Damms zwischen Landwirtschaftsland/Hornusserplatz und Weidenwegquartier

*Variantenstudie Ver-
besserung Überlastfall*

Im Rahmen eines Variantenvergleichs wurden drei Linienführungen für eine Umlegung des Seebächlis und die Variante Absperrorgan tiefgehend untersucht. Es zeigte sich, dass die Bestvariante der Umlegung des Seebächlis (Var. 3, Abbildung 40) in Kombination mit der Aufhebung des Seebächli-Durchlasses unter der Girizstrasse beträchtliche Vorteile aufweist. Als wesentliche Vorteile der Seebächliumlegung gegenüber einem Absperrorgan sind der vollständige Verzicht auf rückliegende Dämme (grössere Abflusskapazität im Überlastfall), die gesicherte hydraulische Funktionsfähigkeit im Hochwasserfall und der Ausschluss von Wasseraustritten oberhalb der Girizstrasse mit anschliessender Überflutung des Hornusserplatzes, der Girizstrasse und des Landwirtschaftslands zu nennen. Daneben weist die Umlegung wesentliche ökologische Vorteile auf. Aufgrund der genannten Vorteile

und Gesprächen mit der Gemeinde und dem Hornusserverein wurde im Bau- und Auflageprojekt die Umlegung des Seebächlis weiterverfolgt.

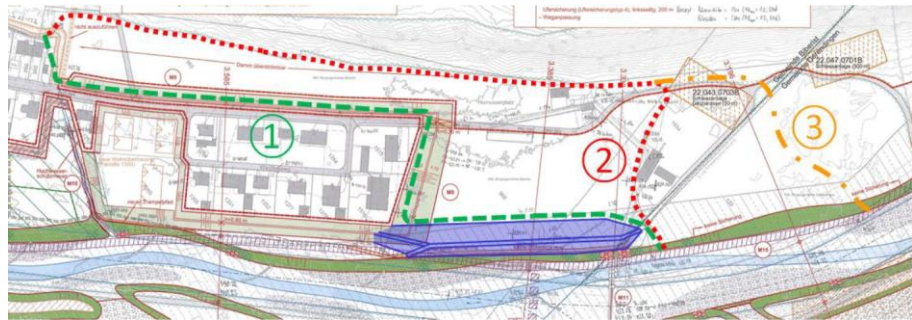


Abbildung 40 Untersuchte Linienführungen der Verlegung des Seebächlis.

*Seebächli oberhalb
Hornusserplatz*

Da die Umlegung des Seebächlis weitreichende Änderungen am ehemaligen Drittprojekt "Renaturierung Seebächli" zur Folge gehabt hätte, wurde dieses in das vorliegende Projekt integriert und weiter ausgearbeitet. Entlang der Girizstrasse 43 - 55 wurde dem Seebächli mehr Raum zugesprochen, sodass ein gewundener Verlauf mit flachen Böschungen und Banketten von mind. 1 m gegenüber den umliegenden Parzellen ermöglicht wird.

*Verbreiterung im Be-
reich Pockenhaus*

Im Rahmen des Bauprojekts wurde auch untersucht, ob eine verstärkte rechtsufrige Verbreiterung im Bereich des Pockenhauses (km 3.5 - 3.35) möglich und sinnvoll ist. Diese Verbreiterung wurde jedoch verworfen, da sie insbesondere zu massiven Werkleitungsanpassungen geführt hätte (betroffene Gas-, Elektro- und Abwasserleitung). Darüber hinaus würde die Entlastung der ZASE-Leitung in der aufgrund des Felsverlaufs über der Emmesohle liegenden Überflutungsfläche münden. Entlastungen von verdünntem Schmutzwasser in einen häufig trocken fallenden Bereich sind jedoch mit hygienischen Problemen und Geruchsbelästigungen verbunden.

*Schwelle km 3.330,
Verlegung ZASE-
Leitung*

Zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit wurde im Bauprojekt an Schwelle km 3.330 eine linksufrige Teilrampe mit Riegel-Becken-Struktur geplant. Wie die Abklärungen durch das Büro WAM zeigten, war jedoch die für die Teilrampe notwendige lokale Abtiefung der bestehenden Schwelle nicht mit der weiteren Nutzung des in der Schwelle liegenden ZASE-Kanals vereinbar. Um die Schwelle fischgängig umgestalten zu können, wird der Kanal verschoben und quert die Emme zukünftig ca. 20 m oberhalb der Schwelle als Düker und mündet dann im Bereich der Überflutungsfläche Schwarzweg wieder in die bestehende ZASE-Leitung. Die Verschiebung ermöglicht den Umbau der Schwelle in eine fischgängige Vollrampe.

6.3.3 Teilstrecke 3: Derendingen km 3.000 – 2.268

Die Massnahmen im Bereich Derendingen beinhalten im Wesentlichen die Verbreiterung der Emme auf 40 m (vgl. Kap. 6.2.1). Darüber hinaus wird die Schwelle am unteren Ende dieser Strecke (km 2.268) verbreitert und mit einer Teilrampe fischgängig gestaltet.

*Schwelle mit Teilrampe
(km 2.268)*

Die Planung sieht vor, das linke Brückenfeld der Kantonsstrassenbrücke Zuchwil-Derendingen bis auf das Sohlenniveau der Emme abzusenken, um die Durchflusskapazität zu steigern. In Kombination mit dieser Massnahme muss auch die Schwelle km 2.268 linksufrig verbreitert und mit einer fischgängigen Teilrampe ergänzt werden.

Als Variante wurde im Vorprojekt ein Brückenfeld mit einer höheren Sohlenlage diskutiert, das erst ab einem doppelten Mittelwasserabfluss (2xMQ) durchströmt wird. Der Einlauf in die Teilrampe, die zur Gewährleistung der Fischgängigkeit ständig durchströmt werden muss, läge in diesem Fall unmittelbar unterstrom des höher gelegenen Brückenfelds. Dies hätte eine starke Umlenkung nach links notwendig gemacht, damit das Wasser in die Rampe hinein fliesst. Bei einer Durchströmung des linken Brückenfelds bei grösseren Abflüssen käme es zu unvorhersehbaren Abflusszuständen auf der Rampe. Nicht auszuschliessen ist die Ausbildung eines Wechselsprungs, der mit einer Gefährdung der Rampenstabilität einhergeht.

Ufermauer Dittiberg

Als weitere Massnahme ist die Unterfangung der Ufermauer Dittiberg (M16) vorgesehen. Erste Überlegungen, die am Innenufer gelegene Ufermauer ersatzlos rückzubauen wurden verworfen. Wie Untersuchungen von GEOTEST AG [55] zeigten, muss die Ufermauer erhalten werden, um die Hangstabilität zu gewährleisten.

6.3.4 Teilstrecke 4: Derendingen Nord, km 2.329 – 1.205

In Teilstrecke 4 wird die Emme generell aufgeweitet (M20, M25). Weiter wird eine Überflutungsfläche im Bereich der Kehrriechdeponie Rüti (M20) ausgebildet und es werden Schutzdämme (M22, M23, M28) erstellt. Die Querbauwerke werden zudem abgebrochen (M24) oder umgestaltet (M26).

*Variantenstudium Vor-/
Bauprojekt*

Das Variantenstudium der Massnahmen in Teilstrecke 4 im Rahmen von Vor- und Bauprojekt hat zu keinen grundsätzlichen Änderungen (Art der Massnahme) gegenüber der Vorstudie geführt. Änderungen betreffen primär die Dimension, bzw. die konkrete Ausgestaltung der vorgesehenen Massnahmen.

*Variantenstudium
Auflageprojekt*

Aufgrund von Rückmeldungen aus der Mitwirkung bzw. Vorprüfung wurden im Rahmen des Auflageprojekts der Abschluss des Schutzdamms bzw. der Schutzmauer bei Prz. 1037 in Luterbach (M22) sowie der Schutzdamm beim Kraftwerk Luterbach der ADEV bei km 1.7 (M28) optimiert. Wobei für die Optimierung verschiedene Detailvarianten geprüft wurden.

Dämme

Der Verlauf und die Dimension der Schutzdämme (M22, M23, M28, M34) wurden basierend auf der hydraulischen 2D-Modellierung durch HZP, Begehungen und Terrinaufnahmen vor Ort definiert. Die Dämme werden wo immer möglich flach, mit einer Neigung von 1:5 ausgestaltet. Einzig an Stellen mit ungenügenden Platzverhältnissen fallen die Dämme stellenweise steiler aus (max. n = 2:3).

Aufweitung Form und Dimension der Überflutungsfläche Rüti wurden gegenüber der Vorstudie aufgrund der Fundstellen des Karminschwärzlings [56] leicht angepasst.

Stillgewässer Die in der Vorstudie geplanten Stillgewässer in Teilstrecke 4 werden nicht realisiert, siehe Kap. 6.2.4.

6.3.5 Teilstrecke 5: Emmenschachen, km 1.205 – 0.000

Das Projekt in Teilstrecke 5 ist geprägt von den Aufweitungsmassnahmen im Emmenschachen Luterbach und Zuchwil (M₂₇, M₃₁), sowie von den Massnahmen zur Aufwertung des Auenschutzgebietes (M₃₂, M₃₃). Die Unterschiede des nun vorliegenden Projektes gegenüber der Vorstudie sind bei diesen Massnahmen teilweise markant.

Emmenschachen Luterbach und Zuchwil

Der Emmenschachen Luterbach und Zuchwil zwischen der Autobahnbrücke A5 und der SBB-Brücke Luterbach ist ein Abschnitt von rund 700 m Länge mit sehr grossem Potential für ökologische Aufwertungen. Hier können die Zielsetzungen einer hohen Breitenvariabilität, von alternierenden Bänken, von periodisch überströmten Flächen, von auentypischen Seitenerosionsprozessen und Pionierflächen optimal realisiert, bzw. initialisiert werden. Die Vorstudie [11] sieht eine initiale Aufweitung der Emme auf der rechten Seite unterhalb der Autobahnbrücke bis zur SBB-Brücke Luterbach vor. Die Aufweitung soll möglichst eigendynamisch erfolgen. Im Rahmen des Vor- und Bauprojekts wurde dieser Vorschlag weiteren Varianten gegenübergestellt:

- Generelle Aufweitung auf max. 60 m Breite am linken Ufer
- Lokale Anrisse zur Initialisierung einer eigendynamischen Entwicklung
- Aushebung eines ca. 4m breiten Seitenarms auf der rechten Uferseite und Schaffung störungsfreier Bereiche
- Verschiedene Kombinationen mit den genannten Elementen (Aufweitungen, Anrisse, Seitenarm)

Die Varianten wurden einander anhand der im Konzept (vgl. Kap. 6.2) beschriebenen Grundsätze und Zielsetzungen (Kostenwirksamkeit, gewünschte Aufweitung innert nützlicher Frist, wertvolle Strukturen, etc.) gegenübergestellt. Zur Kosteneinsparung wurde schliesslich eine Variante mit reduzierter Initialaufweitung gewählt.

In Anlehnung an die Erfahrungen bei der Aufweitung der Emme im Winterseychache zwischen Hasle und Oberburg wird für eigendynamische Prozesse (unverbaute Ufer) von einer Seitenerosionsgeschwindigkeit von 1 m/Jahr ausgegangen (Faustregel). Die effektiven Seitenerosionsgeschwindigkeiten hängen jedoch stark von den tatsächlichen Hochwassern und Abflussbedingungen ab.

Bestvariante Bauprojekt

Die gewählte Variante des Bau- und des Auflageprojektes sieht eine maschinelle Aufweitung auf rund 35 - 40 m vor, kombiniert mit der Rodung eines zusätzlichen rund 10 m breiten Streifens am rechten Emmeufer und zwei Strömunglenker (Baumbuhnen) am linken Ufer. Auf die im Vorprojekt noch vorgesehenen Initialan-

risse und Entfernung der Wurzelstöcke in der gerodeten Fläche, zur Beschleunigung der eigendynamischen Gewässerentwicklung, wird verzichtet. Damit werden gegenüber dem Vorprojekt grössere Materialkubaturen der Eigendynamik überlassen und Kosten gespart. Der gewünschte Beschleunigungseffekt kann mit den Strömunglenkern (Baumbuhnen) sowie mit der Reduktion der Uferrauigkeit durch die Rodung genügend gut erzielt werden.

Die Strömung wird aufgrund der linksufrigen Linienführung des ZASE-Kanals bewusst ans rechte Ufer gelenkt (Strömunglenker am linken Ufer). Der harte Uferverbau wird aber auch linksufrig entfernt.

Vor- und Nachteile der Bestvariante

Die gewählte Variante weist gegenüber einer generellen Aufweitung auf maximal 60 m Breite (Vorstudie) tiefere Kosten auf. Sie hat zudem durch die hauptsächlich eigendynamischen Prozesse geringere Auswirkungen auf die Grundwassersituation und überlässt dem Gewässer einen grösseren, eigenen Gestaltungsspielraum. Nachteile der gewählten Bestvariante sind insbesondere die verzögerte Wirkung beim Hochwasserschutz. Die volle Hochwasserschutzwirkung (Absenkung der Wasserspiegel) entfaltet sich erst bei abgeschlossener, eigendynamischer Aufweitung. Wobei es hier in Erinnerung zu rufen gilt, dass die Dämme (im Vorland) auf den Zustand nach Bauabschluss ausgelegt werden und somit das gewünschte Schutzniveau zu keinem Zeitpunkt unterschritten wird. Ein weiterer Nachteil der gewählten Variante besteht darin, dass die Aufweitungsprozesse langsamer ablaufen werden und damit die angestrebte Dynamik zumindest anfänglich reduziert ist.

Die in der Vorstudie im Emmenschachen Luterbach dargestellte Interventionslinie und seine Bedeutung wurden für das Vor-, Bau- und Auflageprojekt übernommen. Eine vorgelagerte Beurteilungslinie (Diskussionslinie) im Emmenschachen Luterbach erlaubt im Falle einer schnell voranschreitenden Eigendynamik eine frühzeitige Diskussion mit den betroffenen Kreisen über die langfristige Entwicklung des Emmenlaufes. Die Beurteilungslinie liegt rund 10 m vor dem bestehenden Waldweg.

Stillgewässer

Die in der Vorstudie geplanten Stillgewässer im Emmenschachen Luterbach und Zuchwil werden nicht ausgeführt, siehe Kap. 6.2.4. Stattdessen sind verschiedene Stillgewässer nördlich des Schachenweihers im Emmenschachen auf Zuchwiler Seite vorgesehen.

Emmenspitz

In der Vernehmlassung zur Vorstudie hatten sich mehrere Akteure¹¹ kritisch zum geplanten Seitenarm und dem grossen Stillgewässer im Emmenspitz zwischen Emme und Emmenkanal geäussert. In der Folge wurden verschiedene Varianten zur Revitalisierung der Aue im Emmenspitz geprüft und ein entsprechendes Konzept ausgearbeitet (Vorprojektdossier 24.04.2013, Beilage 1.04: Revitalisierungs-

¹¹ ARP Abt. Natur und Landschaft, Arbeitsgemeinschaft zum Schutz der Aare ASA, Einwohner- und Bürgergemeinde Luterbach

konzept Emmenschachen). Vor-, Bau- und Auflageprojekt sehen nun im Bereich des Kiessammlers zwei Initialgerinne von rund 10 m Breite vor, die bei Hochwassern ab HQ₅ regelmässig zu einem Wassereintrag in die Hartholzau führen. Falls diese Initialgerinne wegen Ablagerungen unterhalten werden müssen, wird dieser Aufwand in Kauf genommen. Auf einen Schwemmholzurückhalt (Rechen) vor den Initialgerinnen bewusst verzichtet (Prüfung im Rahmen des Auflageprojekts). Die Gründe dafür sind folgende:

- Ein Rechen birgt eine erhöhte Verstopfungsgefahr bei hohen Wasserständen mit der Konsequenz, dass das eigentliche Ziel des Wassereintrags in die Aue möglicherweise verpasst wird.
- Ein Rechen führt zu zusätzlichen Unterhaltsaufwendungen (regelmässige Säuberung des Rechens).
- Ein Rechen verhindert den Eintrag von Totholz in die Aue. Ein gewisser Totholzeintrag ist aber durchaus erwünscht.

Weiter wird östlich des Emmenkanals der Kanaldamm auf einer Länge von rund 10 m geöffnet um eine Rückstaufläche auszubilden. Es werden ein Altarm und mehrere Stillgewässer angelegt.

6.4 Raumplanerische Massnahmen

*Raumplanerische
Sicherung Gewässer-
raum*

Die Sicherung des Gewässerraums gemäss Art. 36a des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG; SR 814.20) erfolgt mittels des kantonalen Teilzonenplans „Kantonale Uferschutzzone Emme, Wehr Biberist bis Aare“ mit Zonenvorschriften (vgl. dazu Erläuterungsbericht kantonalen Teilzonenplan, Beilage 1.12 sowie die entsprechende Plangrundlage, Beilage 2.02).

*Fachgutachten Gewäs-
serraum*

Nach Art. 36a GSchG ist der Raumbedarf für oberirdische Gewässer festzulegen, der für die Gewährleistung der natürlichen Funktionen des Gewässers, des Hochwasserschutzes und der Gewässernutzung erforderlich ist. Um bei einem Hochwasserschutzprojekt zusätzliche Subventionen geltend zu machen, ist für Gewässer mit einer Sohlenbreite grösser 15 m (d.h. für die Emme) ein Fachgutachten Gewässerraum zu erstellen.

Im Fachgutachten (vgl. Beilage 1.03) wird nachgewiesen, dass sowohl der theoretisch minimale Gewässerraum nach Art. 41a GSchV, als auch die nach Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) verlangten Anforderungen¹² mit dem Projekt umgesetzt werden. Zudem werden die Bereiche ausgewiesen, wo erhöhter Gewässerraum geltend gemacht werden kann.

¹² Um die Anforderungen Art. 4 WBG sicherzustellen, muss das Gewässer und der Gewässerraum so gestaltet werden, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können, die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben und eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Es werden folgende Annahmen u.a. zur Festlegung des Gewässerraumes getroffen:

- Naturnahe Gerinnesohlenbreite: 40 m
- Amphibischer Bereich¹³: beidseitig je 5 m
- Minimale Uferbereichsbreite: beidseitig je 15 m
- Erhöhte Uferbereichsbreite: beidseitig je 20 m

Der theoretisch minimale Gewässerraum gemäss Art. 41a GSchV wird aus der Summe der naturnahen Gerinnesohlenbreite und der minimalen Uferbereichsbreite gebildet. Der minimale Gewässerraum nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) liegt somit bei 70 m. Der minimale Gewässerraum wird bis auf einen kurzen Abschnitt von 350 m Länge im gesamten Projektperimeter erreicht.

Um die nach Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) verlangten Anforderungen sicherzustellen, ist eine naturnahe Sohlenbreite, sowie beidseitig ein amphibischer Bereich und für die terrestrische Längsvernetzung ein mit Gehölz versehener Uferstreifen von 20 m Breite vorzusehen. Zur Berechnung des projektbezogenen Gewässerraumes zur Erfüllung der Anforderungen nach WBG wird die Summe der naturnahen Gerinnesohlenbreite, dem amphibischen Bereich und der minimalen Uferbereichsbreite gebildet. Diese ergibt eine Breite von 90 m.

Daneben wird im Fachgutachten Gewässerraum auch die Methode Roulier [57] angewandt. Für die Herleitung nach Roulier wurden 8 Abschnitte festgelegt, in denen der Erfüllungsgrad der natürlichen Funktionen betrachtet wurde. Die Habitatstypen nach Roulier können auf den verschiedenen Abschnitten aufgewertet, vergrössert und zum Teil auch neu geschaffen werden. Durch die Verbreiterung des mobilisierbaren Raumes ist in verschiedenen Abschnitten des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes eine starke Erhöhung des Erfüllungsgrades möglich. Besonders in den Abschnitten 2, 3 und 7 wird aufgrund des zur Verfügung stehenden Gewässerraums ein Erfüllungsgrad von 100 % erreicht. Auf 78 % der Strecke (Abschnitte 2 bis 7) ist im Projektzustand ein mittlerer Erfüllungsgrad von 79 % möglich.

Der erhöhte Gewässerraum umfasst diejenigen Breiten bzw. Zonen, welche zu den für das Hochwasserschutzprojekt notwendigen Flächen dazukommen. Im Falle eines verzweigten Gerinnes wie der Emme sind dies die Pionierstandorte in denen sich ein Mehrwert gegenüber Art. 4 WBG manifestiert. Ein erhöhter Gewässerraum bzw. eine Überbreite ergibt sich mit Ausnahme des Abschnittes 1 über den gesamten Projektperimeter auf einer Länge von 3.7 km, was einem Anteil von rund 84 % entspricht. Im erhöhten Gewässerraum werden zudem gezielte Projektmas-

¹³ Der amphibische Bereich wird rechnerisch bestimmt. Er entspricht in etwa der Uferbreite bei einem bettbildenden Abfluss und einer Böschungsneigung von 1:3 (entsprechend Methode Roulier).

snahmen umgesetzt, die einen wichtigen Beitrag zum ökologischen Mehrwert des Projektes leisten.

*Interventionslinien/
Beurteilungslinie*

Interventionslinien und Beurteilungslinien (auch Diskussionslinien genannt) dienen der konkreten Definition des Raumes, der dem Fluss für eigendynamische Prozesse zur Verfügung gestellt werden soll. Im vorliegenden Projekt wird der zulässige Aufweitrungsraum an mehreren Stellen mit solchen Linien gesichert. Die Beurteilungslinie dient – wie es ihr Name sagt – der Beurteilung. Sobald das aufgeweitete Gerinne durch eigendynamische Seitenerosion die festgelegte Beurteilungslinie erreicht, erfolgt eine solche Beurteilung. Es wird entschieden, ob sich der Fluss weiter frei entfalten darf oder ob an dieser Stelle mit einer Ufersicherung interveniert wird [58]. Die Interventionslinie ist im Gegensatz zur Beurteilungslinie eine definitive Linie. Wird sie erreicht, so findet auf der Stelle eine Intervention statt, d.h. in der Regel wird das gesichert [58].

Wege

Aufgrund der geplanten Überflutungsfläche bei der Papierfabrik und der Aufweitung Emmenschachen in Luterbach wird die Linienführung der Fusswege zwischen Neuquartier Biberist bis Einmündung Seebächli und unterhalb der SBB-Brücke teilweise neu festgelegt. Auch wird auf der rechten Seite des Fuss- und Radweges entlang der Emme bei Schwarzweg und oberhalb der Autobahnbrücke bis zur Kantonsstrassenbrücke Zuchwil – Luterbach die Linienführung neu verlegt. Durch das Projekt bedarf es keine zwingenden Anpassungen der signalisierten Wanderwege und Velorouten von Schweiz Mobil (vgl. Plan der Beilage 1.11).

6.5 Bauliche Massnahmen

Etap pierung

Das Projekt ist in fünf Teilstrecken unterteilt, die je eine Planungseinheit bilden. In der Folge werden die baulichen Massnahmen des Projektes in Tabelle 15 aufgeführt und unter dem jeweiligen Unterkapitel ausführlich beschrieben.

Tabelle 15 Massnahmen im Projekt

Teilstrecke	Baulos	Nr.	Massnahme	Gemeinde
1	4	B1	Sicherung Emmenbrücke	Biberist
		B2	Sicherung BLS Brücke	Biberist
		M1	Bestehende Schwelle in zwei Riegel-Becken-Rampen umgestalten	Biberist
		M2	Sohlenstrukturierung	Biberist
		M3	Damm Welpenspielplatz Biberist	Biberist
		M4	Damm Neuquartierstrasse Biberist	Biberist
		M5	Verbreiterung Giriz	Biberist
		M6	Ökologische Aufwertung Dorfbach	Biberist
2	0	A0	Rückbau ehemalige ARA und Nebengebäude Papierfabrik Biberist	Biberist
		A1	Totalsanierung Bioschlammdeponie	Biberist
		A2	Totalsanierung Kehrrechtdeponie Schwarzweg	Derendingen

4	O1	Objektschutz Pockenhaus	Derendingen	
	M8	Überflutungsfläche Papierfabrik	Biberist, Derendingen	
	M9	Damm Giriz Biberist	Biberist	
	M10	Umlegung Seebächli	Biberist	
	M11	Gerinneverbreiterung auf 4,5 m, Umbau bestehende Schwelle in fischgängige Riegel-Becken-Rampe	Derendingen	
	M12	Überflutungsfläche Schwarzweg	Derendingen	
	M13	Stillgewässer	Derendingen	
	M14	Damm Emmenholzweg Derendingen	Derendingen	
	M15	Verbreiterung Dittiberg (oben)	Biberist, Derendingen	
3	4	M16	Sanierung Ufermauer Dittiberg	Derendingen
		M17	Verbreiterung Derendingen	Derendingen
	5	M18	Ufersicherung Überleitung Emmenkanal Derendingen	Derendingen
		M19	Gerinneverbreiterung auf 4,5 m, Ergänzung bestehende Schwelle durch fischgängige Blockrampe	Derendingen, Zuchwil
B3	Sicherung Kantonsstrassenbrücke Zuchwil-Derendingen	Derendingen, Zuchwil		
4	3	A3	Totalsanierung Kehrdeponie Rüti	Zuchwil
	5	M20	Aufweitung Dittiberg (unten) – Emmenschachen Zuchwil	Derendingen, Zuchwil
		M21	Ufersicherung Untere Emmengasse	Derendingen, Luterbach
		M22	Damm Uferweg / Untere Emmengasse	Derendingen, Luterbach
		M23	Damm Emmenweg Zuchwil	Zuchwil
		M24	Abbruch Rampe	Luterbach, Zuchwil
		B4	Sicherung SBB-Brücke Bahn 2000	Luterbach, Zuchwil
	6	M25	Aufweitung Emmenschachen Luterbach Autobahnbrücke A5	Luterbach
		M26	Verbreiterung Rampe	Luterbach
		M28	Damm Emmenkanal Luterbach	Luterbach
		B5	Sicherung Autobahnbrücke A5	Luterbach, Zuchwil
5	6	M27	Initialisierung eigendynamische Aufweitung Emmenschachen Luterbach	Luterbach
		M28	Damm Emmenkanal Luterbach	Luterbach
		M29	Abbruch Schwelle	Luterbach, Zuchwil
		M30	Ufergestaltung Emmenschachen Zuchwil	Zuchwil
		M31	Aufweitung Emmenschachen Luterbach SBB-Brücke – Kiessammler	Luterbach
		M32	Initialgerinne für Seitenarme	Luterbach
		M33	Altarm und Stillgewässer Emmenschachen Luterbach	Luterbach
		M34	Damm Fussballplatz Scintilla	Zuchwil
		B7	Sicherung Kantonsstrassenbrücke Zuchwil - Luterbach	Luterbach, Zuchwil
		M35	Stillgewässer Emmenschachen linksufrig	Zuchwil

6.5.1 Teilstrecke 1: Biberist km 4.929 – 3.800

6.5.1.1 B1: Sicherung Emmenbrücke

Schutz gegen Verklau- sung

Die Emmenbrücke Biberist weist ein erhöhtes Verklauungsrisiko auf. Um dieses Risiko zu senken wird eine Verschalung aus Stahlblechen und Gitterrosten angebracht. Bei der Planung wurde auf die bereits bestehenden Untersuchungen / Vorarbeiten von HZP und BSB + Partner Ingenieure und Planer zurückgegriffen. Weitere Massnahmen (z.B. Kolkenschutz) sind nicht notwendig, da das direkt unterhalb liegende Wehr Biberist einen Sohlenfixpunkt darstellt.

6.5.1.2 B2: Sicherung BLS-Brücke

Für die BLS-Brücke Biberist (GEWISS-km 4.591) wurden mehrere Verschalungsvarianten untersucht und der BLS vorgestellt. Nach derzeitigem Stand wird aufgrund der hohen Kosten auf eine Verschalung der Brücke verzichtet. Im Bauprojekt wird daher von höheren Oberwasserständen als im Vorprojekt (Annahme: Verschalung) ausgegangen, die Dammhöhen wurden entsprechend angepasst. Ausserdem ist eine Vorgrundsicherung als Kolkschutz geplant. Um zumindest Pfeilerverkläunungen zu verhindern wird der Blocksatz im unmittelbaren Brückenbereich sehr steil und vor den Pfeilern bis zum Niveau der Brückenunterkante gebaut. Durch die Verhinderung der Pfeilerverkläunung kann der Bemessungswasserstand im Oberwasser der Brücke um rund 40 cm abgesenkt werden. Er liegt damit knapp 50 cm über dem des Vorprojekts.

6.5.1.3 M1: Bestehende Schwelle in zwei Riegel-Becken-Rampen umgestalten

Umgestaltung Schwelle

Die Schwelle bei km 4.542 stellt mit einer Fallhöhe von rund 180 cm bei Restwasser und niedrigster anzunehmender Sohlenlage nach dem Wehr Biberist das höchste Wanderhindernis für Fische im Projektgebiet dar. Es ist geplant, den Höhenunterschied über zwei fischgängige Vollrampen mit einem Abstand in Fließrichtung von ca. 155 m abzubauen (vgl. Kapitel 6.3.1). Die aus einer Spundwand mit aufgesetzter Krone bestehende Schwelle soll dabei grundsätzlich erhalten und in die obere der beiden Vollrampen integriert werden (Abbildung 41). Die Dimensionierung der Rampen erfolgt, wie bei allen Rampen im Projektgebiet, für die Äschenregion (vgl. Kap. 6.2.3). Ihr Gefälle beträgt ebenfalls 3%. Um die Stabilität unter der gegebenen sehr hohen hydraulischen Belastung gewährleisten zu können, wird die am stärksten belastete, obere Rampe in Beton gesetzt. Bei allen anderen Rampen wird auf ein Versetzen der Steine in Beton verzichtet. Die detaillierte Planung ist Planbeilage 2.29 zu entnehmen.

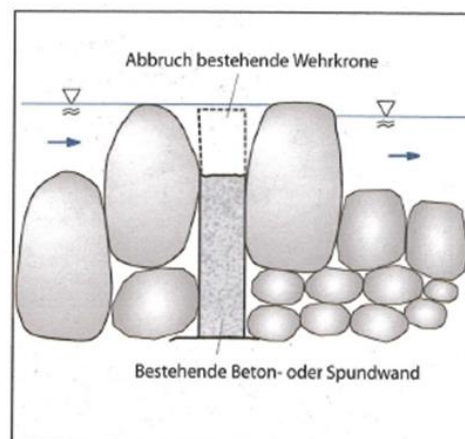


Abbildung 41 Links: Schwelle km 4.542 (Ist-Zustand); Rechts: Systemskizze zur Einbindung einer bestehenden Schwelle in eine Rampe; Quelle: Gebler (2009) [54]

6.5.1.4 M2: Sohlenstrukturierung

Beengte Platzverhältnisse

Lenkbuhnen und Wurzelstämme

Der Abschnitt unterhalb des Wehrs in Biberist (km 4.8 bis 4.2) kann aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht verbreitert werden. Es werden sich daher auch zukünftig keine Sohlenformen bilden, die die Sohle strukturieren und auch zur Ausbildung eines Talwegs mit ausreichenden Fliesstiefen für Fische führen. Zur Behebung dieses Defizits ist daher die Strukturierung mit Lenkbuhnen geplant (vgl. Systemskizze Abbildung 42). Zusätzlich zu den Lenkbuhnen ist auch in diesem Abschnitt, wie auf der gesamten Strecke der Emme im Projektgebiet, der Einbau von Wurzelstämmen (Abbildung 34) zur weiteren Strukturierung vorgesehen.

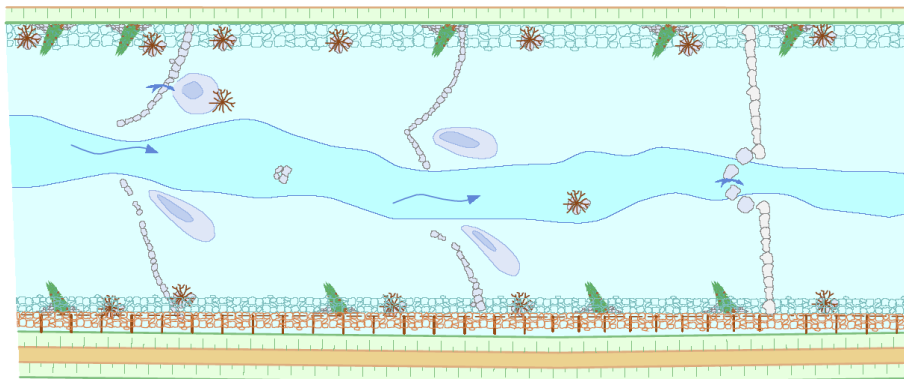


Abbildung 42 Sohlenstrukturierung mit Lenkbuhnen (Beispiel: Kleine Emme im Bereich Littau mit zusätzlicher strukturierter Vorschüttung entlang der Ufer)

6.5.1.5 M3: Damm Welpenspielplatz Biberist

Rechtsufriger Damm

Direkt im Anschluss an das Wehr Biberist wird die rückliegende, rechtsufrige Siedlung mittels Damm vor Überflutungen geschützt. Der Damm schliesst an eine kurze, parallel zur Bahnlinie verlaufende Hochwasserschutzmauer an. Unterhalb der Brücke wird der Hochwasserschutz durch die bestehende Stützmauer entlang des EBAG- und HIAG-Areals gewährleistet (vgl. Kap. 6.3.1). Die Dammhöhen betragen rund 0.5 - 1.7 m. Aufgrund der teilweise beengten Platzverhältnisse sind relativ steile Böschungsneigungen von 1:3 vorgesehen.

Schutzmauer

Der Anschluss an das Wehr Biberist wird mittels Hochwasserschutzmauer gewährleistet. Sie wird auf der bestehenden Betonkonstruktion, die auch als Zugang zum Wehr dient, erstellt. Gleichzeitig ist eine Hochwasserschutzmassnahme bei der Einlaufschütze der Fassung Emmenkanal sowie die Verrohrung des Ablaufs der Geschwemmsmulde (Feinrechen Emmenkanal) inkl. Abschlussorgan erforderlich. Im Rahmen der Projektierung der Fischaufstiegshilfe am Wehr können sich noch gewisse Änderungen in der Schutzmauerplanung ergeben.

Welpenspielplatz

Das Gelände des bestehenden Welpenspielplatzes wird teilweise durch den Damm beansprucht. Eine zukünftige Flächenbeanspruchung in Richtung Wehr, damit nach Bauende wieder dieselbe Fläche für den Spielplatz zur Verfügung steht, sollte möglich sein.

6.5.1.6 M₄: Damm Neuquartierstrasse Biberist

Weiterführung
linksufriger Damm

überströmbar

Der neue Damm schliesst an den bestehenden, linksufrigen Damm bei km 4.8 an und führt entlang der Neuquartierstrasse und dem Girizwäldli bis zum Dorfbach. In einem ersten Abschnitt zwischen Wehr Biberist und der BLS-Brücke weist der Damm eine Höhe bis zu 2.3 m auf. Aufgrund von oberirdischen Werkleitungsanlagen wird der Damm an zwei Stellen durch Stützmauern ergänzt, damit der Zugang zu den Anlagen aber der Neuquartierstrasse erhalten bleibt. Im Bereich der BLS-Brücke wird der Damm durch eine Hochwasserschutzmauer ergänzt. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse kann ein reiner Damm (Böschungsneigung max. 1:2) hier nicht mehr in ausreichender Höhe erstellt werden. Da die Hochwasserschutzmauer im Bereich der Tragkonstruktion der Brücke nicht in ausreichender Höhe erstellt werden kann, wird zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes ein Stahlblech in die bestehende Fachwerkkonstruktion eingebaut (Abbildung 43). Rund 150 m unterhalb der BLS-Brücke bis zu km 4.17 ist ein Entlastungskorridor für den Überlastfall vorgesehen. Die Dammkote wird deshalb leicht abgesenkt. Um einen Dambruch bei Überströmen und eine damit einhergehende massive Flutung der rückliegenden Bereiche zu vermeiden, wird der Damm luftseitig mit einer flachen Böschung von 1:5 ausgebildet. Auf eine zusätzliche Sicherung der Böschung mit einem Geotextil kann dank der flachen Ausgestaltung verzichtet werden.

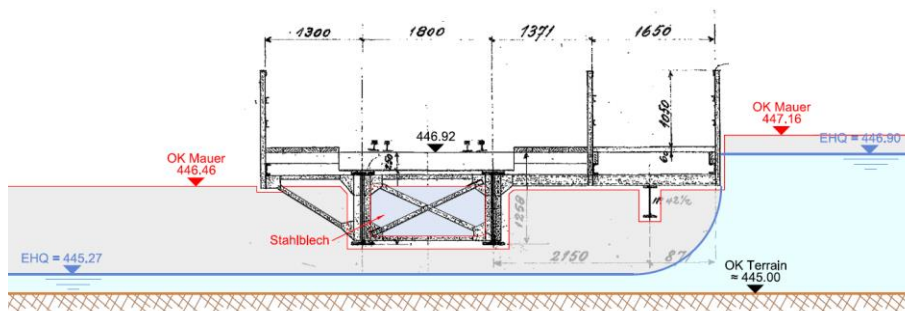


Abbildung 43 Schnitt durch die BLS-Brücke (GEWISS-km 4.591) im Bereich der linken Landbrücke mit HWS-Mauer und Stahlblech

Zufahrtsweg

Im Bereich km 4.4 führt der Damm parallel zum anzupassenden Zufahrtsweg der angrenzenden Wohnhäuser. Zwischen Zufahrtsweg und Wohnhäusern werden die bestehenden Parkplätze unter Kostenbeteiligung der Anstösser ersetzt bzw. neu angeordnet.

Im Anschluss verläuft der Damm entlang der rückliegenden Parzellengrenzen. Um das Naturreservat Giriz möglichst wenig zu beeinträchtigen, wird der Damm luftseitig mit Böschungsneigungen von 1:3 gebaut. Wasserseitig wird der Damm mit Böschungsneigungen von 1:5 ausgebildet. Die Rodungsflächen sind so zwar relativ gross, dafür wird der Aufbau von interessanten, stufigen Waldrändern ermöglicht.

6.5.1.7 M5: Verbreiterung Giriz

Verbreiterung

Die Massnahme M5 Verbreiterung Giriz umfasst den Emmeabschnitt vom Beginn des Girizwäldli bis zum Ende der Weidenwegsiedlung (km 4.2 - 3.45). Sie liegt folglich zu Teilen auch in der Teilstrecke 2 (Kap. 6.5.2). Durch wechselseitige Verbreiterungen und Vorschüttungen wird eine geschwungene Linienführung erreicht, durch die die Ausbildung eines Talwegs und die Entwicklung von Strukturen wie Kurvenkolke und Flachufer begünstigt werden. Der geschwungene Verlauf wirkt naturnah und fügt sich gut in das Landschaftsbild ein.

Ufersicherung

Die Ufer der Emme werden entlang des Girizwäldlis nicht gesichert (Ufertyp 6, vgl. Kap. 6.5.2), um eigendynamische Prozesse zu ermöglichen. Starke Seitenerosionen werden jedoch aufgrund des etwa einen Meter über der Flusssohle anstehenden Felses nicht erwartet (vgl. Kap. 6.2.2.2).

Unterstrom der heutigen Seebächlimündung muss das linke Ufer wegen des hohen Schadenspotentials (angrenzender Damm) bis zur Schwelle bei km 3.33 mit einem begrünten Blocksatz (Ufertyp 2) gesichert werden.

Gewässerzugang

Im Bereich des Spielplatzes Neuquartier ist am linken Ufer ein neuer Zugang zur Emme mit Verweilmöglichkeiten geplant. Es werden Sitzgelegenheiten aus kubischen Blocksteinen erstellt (Abbildung 44). Sie sind so ausgerichtet, dass der Besucher einen guten Blick in die unterstrom des Zugangs verbreiterte Emme inkl. Überflutungsfläche Papierfabrik erhält. Durch die leicht ins Ufer zurückversetzte Lage wird sich am Fuss der Sitzstufen vermutlich eine Kiesbank bilden, die weitere Aufenthaltsmöglichkeiten bietet.



Abbildung 44 Als Sitzstufen gestalteter Blocksatz (Beispiel)

6.5.1.8 M6: Ökologische Aufwertung Dorfbach

Wiederherstellung Fischgängigkeit

Die Aufwertung des Dorfbachs umfasst die Wiederherstellung der Fischgängigkeit auf der rund 750 m langen Strecke von der BLS-Linie bis zur Mündung in die Emme. Die Wiederherstellung der Fischgängigkeit umfasst den Bau einer Riegel-Becken-Rampe mit einer Fallhöhe von 1.65 m im Mündungsbereich (Planbeilage

2.38; vgl. IST-Situation Abbildung 11 und Abbildung 45 links) und die Umgestaltung von acht Schwellen als fischgängige Blocksteinriegel (vgl. Kap. 6.2.3).



Abbildung 45 Mündungsbereich des Dorfbachs (links); Holzschwelle im Dorfbach (rechts)

Strukturelemente

Neben der Wiederherstellung der Durchgängigkeit soll der Dorfbach durch einfache Strukturelemente wie z.B. Wurzelstämme (Abbildung 35), lokale Bestockung mit Erlen und Kiesschüttungen aufgewertet werden.

Rückzugsgebiet

Der Dorfbach wird nach der Wiederherstellung der Durchgängigkeit für Fische der Emme ein wichtiges Rückzugsgebiet bei hohen Wassertemperaturen darstellen. Er verfügt darüber hinaus über ein grosses Potential als Laich- und Jungfischhabitat insbesondere für Forellen. Seiner Aufwertung kommt daher eine grosse ökologische Bedeutung zu (vgl. Kap. 6.2.3).

6.5.1.9 M7: Ergänzung bestehender Blockrampe mit fischgängiger Teilrampe

*Fischgängige Teilrampe
km 3.934*

Abweichend von den Annahmen im Vorprojekt kann auf die sohlenstützende Wirkung der Blockrampe bei km 3.934 zukünftig nicht verzichtet werden (vgl. Kap. 6.3.1). Sie wird daher rechtsufrig verbreitert und durch eine fischgängige Teilrampe mit Niederwasserrinne in Beckenstruktur ergänzt (vgl. Kap. 6.2.3). Die Teilrampe wird in dem anstehenden Fels gebaut. Oberhalb der eigentlichen Rampe wird lokal eine Niederwasserrinne in den anstehenden Fels gefräst (Breite ca. 8 m), um eine optimale Anströmung der Rampe zu gewährleisten. Auf eine Beckensicherung aus Blocksteinen kann aufgrund des anstehenden Fels nach heutigem Kenntnisstand verzichtet werden (s. Planbeilage 2.30).



Abbildung 46 Blocksteinrampe bei km 3.934

6.5.1.10 Ao: Rückbau ehemalige ARA und Nebengebäude Papierfabrik Biberist

Abbruch

Die ARA der ehemaligen Papierfabrik wird inkl. den Nebengebäuden rückgebaut. Dabei fallen geschätzte 5'000 m³ fest, teilweise stark belastetes Abbruchmaterial an. Damit ergibt sich zusätzlicher Spielraum für die geplante Überflutungsfläche (M8). Für den Rückbau wird in der Ausführungsprojektierung ein detailliertes Rückbau- und Entsorgungskonzept erarbeitet.

6.5.2 Teilstrecke 2: Derendingen Süd km 3.800 – 3.000

6.5.2.1 A1: Totalsanierung Bioschlammdeponie

Totalsanierung

Die ehemalige Bioschlammdeponie Schachen (Gemeinde Biberist, Standort-Nr. 22.043.0007A) wird totalsaniert. Nach der Abholzung des gesamten Perimeters werden als erstes die Ober- bzw. Deponieabdeckschichten bzw. Dämme ausgehoben. Anschliessend erfolgt der Aushub des eigentlichen Deponiekörpers und allfälliger belasteten Schichten im direkt angrenzenden Untergrund. Das vorhandene belastete Material wird vollständig aus dem Projektareal entfernt. Die Klärschlammabfälle werden einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Der geplante Ablauf der Altlastensanierung ist in Kapitel 8.4, bzw. der Beilage 1.07 detaillierter beschrieben.

6.5.2.2 M8: Überflutungsfläche Papierfabrik

Überflutungsfläche

Auf Teilen des HIAG-Areals und im Bereich der sanierten Bioschlammdeponie (A1) entsteht die Überflutungsfläche Papierfabrik. Sie beginnt bei km 4.2 (in Teilstrecke 1) und reicht etwa bis zum Pockenhaus (km 3.385).

Kiesinseln

Die Fläche wird durch schmale langgezogene Inseln und Schüttungen entlang des Hauptgerinnes der Emme gestaltet, wo sie einem grossen Strömungsangriff ausgesetzt sind. Die dahinter liegenden Flächen werden etwa ab Q₄₀ (d.h. im Mittel an 40 Tagen pro Jahr) schrittweise durchströmt, so dass sich eine dynamische Weichholzaue entwickeln kann.

Erwartete Entwicklung

Da sich die Emme im Bereich der Überflutungsfläche in den anstehenden Fels eingegraben hat und der Fels im Bereich der Überflutungsfläche somit ca. 1 m höher liegt, wird sich das Hauptgerinne der Emme vermutlich nicht bis in die Aufweitung hinein verlagern. Die Überflutungsfläche Papierfabrik ist weniger durch Laufverlagerungen geprägt als die Aufweitungen im Bereich der Teilstrecken 4 und 5, wo die Emme vollständig im Alluvium verläuft.

Rückliegender Damm

Im Bereich km 3.6 ist aufgrund gegenüber dem Vorprojekt leicht höherer Wasserspiegel ein rund 185 m langer niedriger Damm entlang dem Emmenkanal notwendig. Auf der Dammkrone verläuft ein Unterhaltungsweg als Ersatz für den am heutigen Ufer entlangführenden Schwarzweg. Der Damm wird mit flachen Böschungsneigungen von 1:5 gebaut.

Auentypische Flora und Fauna

Die Überflutungsfläche Papierfabrik (M8) bildet in Vernetzung mit den weiter unterhalb liegenden Aufweitungen / Überflutungsflächen einen ökologisch ausgesprochen wertvollen Bereich, in dem sich zukünftig wieder eine grossflächige Aue mit einer auentypischen Flora und Fauna entwickeln kann.

6.5.2.3 M9: Damm Giriz Biberist

Damm und Mauer

Der mit einer lokalen Hochwasserschutzmauer kombinierte Damm beginnt bei km 3.9 und verläuft zunächst entlang des Dorfbachs. Er ist hier aufgrund der beengten Platzverhältnisse als Schutzmauer zur Verhinderung von zum Teil rückstaubedingter Überschwemmungen geplant. Nach etwa 30 m geht die Mauer in einen Damm über, der am Rand des Naturreservats Giriz verläuft. Entsprechend der Massnahme M₄ (vgl. Kap. 6.5.1.6) wird der Damm auch hier im Bereich des Naturreservats Giriz luftseitig mit Böschungsneigungen von 1:3 und wasserseitig mit Neigungen von 1:5 gebaut. Bei Parzelle 1355 wird der heutige Graben des Seebächlis mit dem Damm verfüllt. Von der Parzelle ausgehend verläuft der Damm bis zur Schwelle km 3.33 entlang der Emme, wobei im Bereich des Landwirtschaftslandes (Parzelle 966) flache, bewirtschaftbare Böschungsneigungen von 1:12 geplant sind (vgl. Kap. 6.3.2). Die Dammhöhen variieren zwischen 1.10 und 1.60 m.

6.5.2.4 M10: Umlegung Seebächli

Linienführung

Das Seebächli wird ab Girizstrasse 41 entlang der Wohnhäuser, anschliessend entlang der Waldgrenze beim Hornusserplatz, der Girizstrasse und durch den Wald zwischen Dittiberg und dem Kleinkaliberplatz umgelegt (vgl. Kap. 6.3.2, Abbildung 40). Der eingedolte Abschnitt unter Parzelle 995 und der Durchlass unter der Girizstrasse werden aufgehoben. Das neue Gewässerbett des Seebächlis wird durch lokale Uferabflachungen und Bepflanzungen mit standortorttypischen Gehölzen gestaltet. Im Bereich des Hornusserplatzes werden rechtsufrig möglichst flache Uferböschungen erstellt und die Bepflanzung direkt an das zukünftige Ufer limitiert, so dass sich für die Hornusser keine Einschränkungen ergeben.

Wegrecht

Die landwirtschaftliche Parzelle 981 ist weiterhin über den Zugang auf Höhe Girizstrasse 41 erreichbar. Der dortige Durchlass wird durch eine Furt ersetzt, die auf schwere landwirtschaftliche Fahrzeuge bis 10 t ausgelegt ist.

Mündung

Die Mündung des Seebächlis in die Emme erfolgt über die zukünftige, in diesem Bereich gesicherte Uferböschung mit einem Gefälle von 1:3. Da das Seebächli kein Fischgewässer ist, wurde auf eine fischgängige Anbindung verzichtet.

6.5.2.5 O1: Objektschutz Pockenhaus

*Objektschutz und
Zufahrt Pockenhaus*

Das zwischen den Überflutungsflächen Papierfabrik und Schwarzweg gelegene Pockenhaus muss mit Objektschutzmassnahmen geschützt werden. Die Keller sind überflutungsgefährdet. Gemäss Schutzzielplan [59] fällt das Pockenhaus in die Objektkategorie 2.3 und ist somit begrenzt zu schützen. Als Massnahmen sind die Instandstellung der bestehenden Mauer entlang der Parzellengrenze und die Anhebung der Zufahrt bis auf die hochwassersichere Kote (HQ100 + 0.30 m Freibord) geplant. Zusätzlich wird die ohnehin anzupassende zurzeit am Emmeufer entlangführende Zufahrt zum Pockenhaus durch eine rückliegende Zufahrt entlang dem Werkleitungstrasse ersetzt.

6.5.2.6 M11: Gerinneverbreiterung auf 45 m, Umbau bestehende Schwelle in fischgängige Riegel-Becken-Rampe

Verbreiterung

Die Schwelle bei km 3.330 (Abbildung 47) wird im Rahmen der Massnahme M15 (Verbreiterung Dittiberg, Kap. 6.5.2.11) weitgehend belassen und zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit im mittleren Drittel abgetieft (s. a. Kap. 6.3.2 und Planbeilage 2.31). Die Schwelle wird in eine unterstrom anschliessende fischgängige Vollrampe mit einem Niederwassergerinne mit Beckenstruktur integriert. Links der Schwelle wird das Terrain zur Gerinneverbreiterung bis auf das Felsniveau abgetragen und die bestehenden, zukünftig stillgelegten und verfüllten Leitungen zur Vermeidung unerwünschter Fliesspfade mit einem Blockteppich abgedeckt.



Abbildung 47 Schwelle bei km 3.330

6.5.2.7 A2: Totalsanierung Kehrichtdeponie Schwarzweg

Totalsanierung

Die ehemalige Kehrichtdeponie Schwarzweg (Gemeinde Derendingen, Standort-Nr. 22.0470001A) wird totalsaniert. Nach der Abholzung des gesamten Perimeters werden als erstes die nicht oder nur schwach belasteten Ober- bzw. Deponieabdeckschichten ausgehoben. Anschliessend erfolgt der Aushub des eigentlichen

Deponiekörpers und allfälliger belasteten Schichten im direkt angrenzenden Untergrund. Das vorhandene belastete Material wird vollständig aus dem Projektareal entfernt. Der grösste Teil davon muss aufgrund der Zusammensetzung und der teilweise sehr hohen Schadstoffgehalte vor der eigentlichen Entsorgung behandelt werden. Dies soll nach Möglichkeit mittels einer Vor-Ort-Aufbereitungsanlage geschehen. Der geplante Ablauf der Altlastensanierung ist in Kapitel 8.4, bzw. in Beilage 1.08 detaillierter beschrieben.

6.5.2.8 M12: Überflutungsfläche Schwarzweg

Überflutungsfläche

Nach der Totalentsorgung der ehemaligen Kehrrichtdeponie am Schwarzweg (A2) soll sich das Gebiet analog zur Überflutungsfläche Papierfabrik M8 als dynamischer Auenbereich entwickeln. Die Zielsetzung und Gestaltung ist bei beiden Überflutungsflächen sehr ähnlich. Kleinere Unterschiede ergeben sich durch den Schutz der im Fels der Überflutungsfläche verlaufenden bestehenden und zukünftigen ZASE-Leitung (vgl. Kap. 6.3.2), die durch eine Blocksteinabdeckung geschützt wird. Die auch zukünftig genutzten Schächte der Leitung werden bis auf rd. einen Meter über der Felskote gekürzt und ebenfalls mit Blöcken geschützt. Als weiterer Unterschied zur Überflutungsfläche Papierfabrik ist die höhere Felslage zu nennen, durch die die Fläche weniger tief abgegraben werden kann. Die Überflutung der Fläche beginnt daher erst ab etwa Q9. In der Aufweitung Schwarzweg ist daher nur in Teilen mit der Ausbildung einer Weichholzaue zu rechnen. Auf den höher gelegenen Flächen wird sich vermutlich eine Hartholzaue entwickeln.

6.5.2.9 M13: Stillgewässer

Geländemulden

Im an die Aufweitung Schwarzweg (M12) grenzenden Waldgebiet werden in bestehenden Geländemulden fünf neue Stillgewässer mit einer mittleren Tiefe von etwa einem Meter gegraben (Abbildung 49 und Abbildung 50), von denen die beiden kleinsten temporär Wasser führen (mittlere Tiefe ca. 0.5 m). Gleichzeitig wird auch der bis anhin namenlose Bach (Abbildung 48 links), der den bestehenden Entenweiher durchfließt, in das Stillgewässersystem integriert und im Bereich der Aufweitung Schwarzweg naturnah gestaltet. Die neuen Stillgewässer bilden zusammen mit dem bestehenden Entenweiher (Abbildung 48 rechts) typische Auenwaldelemente. Durch sie werden voll allem Amphibien und Libellen gefördert, aber auch Wasservögel und einige Kleinfische profitieren von der Umsetzung dieser Massnahme.



Abbildung 48 namenloser Bach unterhalb des Entenweihers (links); Entenweiher (rechts)

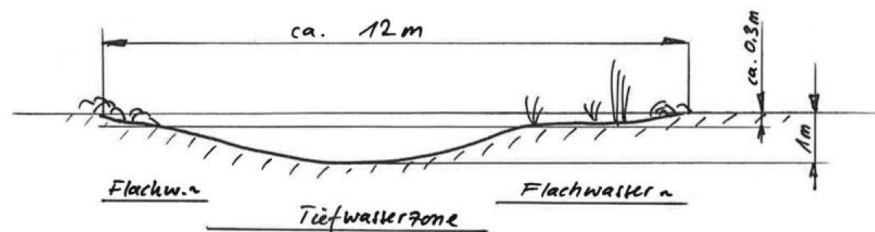


Abbildung 49 Stillgewässer oberhalb Entenweiher [60]

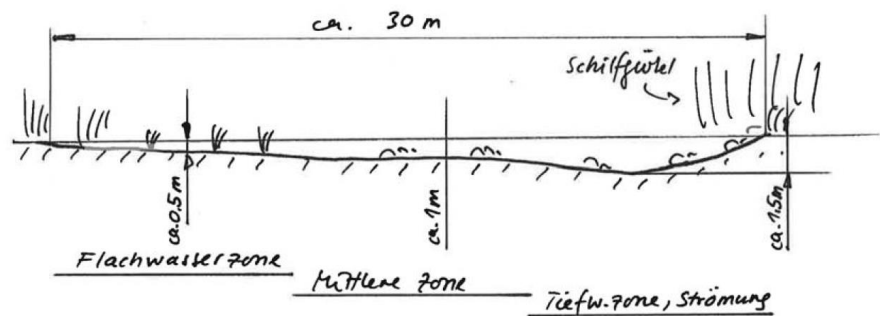


Abbildung 50 Stillgewässer oberhalb Entenweiher [60]

6.5.2.10 M14: Damm Emmenholzweg Derendingen

Rechtsufriger Damm

Der Damm führt von km 3.1 bis km 2.7 ab dem Emmenkanal über eine Länge von 400 m entlang des Emmenholzwegs um das dahinterliegende Quartier. Der Damm weist eine Höhe von 0 - 1.35 m auf und wird mit flachen Böschungsneigungen von 1:5 ausgeführt. Lokal werden im Bereich der Wegquerungen die Böschungen weiter abgeflacht, damit die Wege befahrbar sind. Steilere Böschungsneigungen als 1:5 sind nur im Bereich des Erlebnisweihers vorgesehen, um das Gewässer nicht verkleinern zu müssen.

6.5.2.11 M15: Verbreiterung Dittiberg (oben)

Verbreiterung

Von km 3.45 bis 3.0 wird die Emme linksufrig zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und ökologischen Aufwertung verbreitert. Durch die Verbreiterung werden sich Sohlenstrukturen bilden, zusätzlich erfolgt die Aufwertung durch Totholzeinbauten (vgl. Kap. 6.2.1).

Ufersicherung

Das Ufer wird bis zur Schwelle bei km 3.330 (M11) und im Bereich der Aushub- und Bauschuttdeponie Dittiberg gesichert. Auf dem rund 200 m langen Abschnitt dazwischen bleibt das Ufer ungesichert (Ufertyp 6) und kann sich eigendynamisch entwickeln.

Girizstrasse

Die Girizstrasse wird durch die Verbreiterung abweichend von der Vorprojektplanung nicht tangiert. Gleiches gilt für die dahinterliegende Deponie.

6.5.3 Teilstrecke 3: Derendingen km 3.000 – 2.268

6.5.3.1 M16: Sanierung Ufermauer Dittiberg

Ufermauer

Die bestehende Ufermauer Dittiberg muss erhalten werden, um die Standfestigkeit der rutschgefährdeten Böschung zu gewährleisten. Da sich die Emmesohle im Bereich der Mauer seit dem Bau in den 1940er Jahren jedoch um mehr als einen Meter eingetieft hat, ist der Mauerfuss heute auf dem Grossteil der Länge unterspült.

Unterfangen

Die Mauer wird daher auf der ganzen Länge mit Blocksteinen unterfangen (vgl. Planbeilage 2.26). Die Variante einer Hohlraumauffüllung zwischen der Mauer und dem darunter liegendem Molassefels mit Beton wurde verworfen, da diese Lösung im Bereich der durch Frost-Tauwechsel geprägten Wasser-Wechsel-Zone nicht dauerhaft wäre.

Strukturierung Mauerfuss

Der Fussbereich der Mauer wird durch Wurzelstämme strukturiert. Auf diese Weise werden durch das Unterfangen der Mauer verloren gegangene Fischunterstände mehr als kompensiert (vgl. Kap. 6.2.2.1).

6.5.3.2 M17: Verbreiterung Derendingen

Verbreiterung

Da im Bereich der Ufermauer Dittiberg (M16) nicht nach links verbreitert werden kann, erfolgt die Verbreiterung am rechten Ufer (Abbildung 51). Entlang des rechten Ufers verläuft die ZASE-Leitung. Aus diesem Grund ist die Verbreiterung auch in diesem Abschnitt auf eine Sohlenbreite von ca. 40 m beschränkt. Das Ufer wird durch einen Blocksatz in Kombination mit einer BMU (Ufertyp 2) gesichert. Der neue Gehölzsaum führt in Kombination mit einer leicht geschwungenen Uferlinie und wechselnden Böschungsneigungen zu einem naturnahen Erscheinungsbild und vielfältigen Habitaten.



Abbildung 51 Ist-Zustand des rechten Ufers im Bereich M17

6.5.3.3 M18: Ufersicherung Überleitung Emmenkanal Derendingen

Ufersicherung

Aufgrund der ufernah verlaufenden ZASE-Leitung muss der Uferschutz auch ober- und unterstrom der Überleitung vom Emmenkanal (km 2.65 - 2.35) gewährleistet werden. Da der bestehende Uferverbau (Blocksatz und Ufermauern) in einem schlechten Zustand ist, wird er auf ganzer Länge durch einen neuen Blocksatz mit BMU ersetzt. Durch die BMU wird die Emme auch in diesem Bereich aufgewertet.



Abbildung 52 Blick von der Derendinger Brücke nach oberstrom (Bereich M18)

6.5.3.4 M19: Gerinneverbreiterung auf 45 m, Ergänzung bestehende Schwelle durch fischgängige Blockrampe

Umgestaltung Schwelle

Die Schwelle bei km 2.285 (Abbildung 15 und Abbildung 53) stellt heute für Fische und Wirbellose ein Wanderhindernis dar. Im Rahmen des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekts wird die Emme auch im Bereich der Schwelle verbreitert und linksufrig durch eine Teilrampe mit Beckenstruktur ergänzt (vgl. Kap. 6.2.3). Die Teilrampe wird oberhalb der bestehenden Schwelle seitlich durch das linke Ufer und rechts durch eine Blocksteininsel abgegrenzt, die an die abgetiefte Flügelmauer der bestehenden Schwelle angebunden ist. Unterhalb der Schwelle ver-

zweigt sich die Teilrampe in zwei Wanderkorridore, von denen der obere im Kolkbereich der Schwelle mündet (Planbeilage 2.32). Die Becken der Teilrampe müssen vollständig mit einer Packlage aus Blöcken gesichert werden, da in diesem Bereich kein Fels mehr ansteht. Der oberste Steinriegel der Teilrampe wird so tief angeordnet, dass trotz der leichten Innenkurvensituation ein stetiger Abfluss gewährleistet ist.



Abbildung 53 Unterwasseransicht der Derendinger Brücke unterhalb liegende Schwelle (Bereich M19)

6.5.3.5 B3: Sicherung Kantonsstrassenbrücke Zuchwil – Derendingen

Kolkschutz

Im Rahmen der Massnahme M20 (Aufweitung) wird auch das Gerinne unter der Kantonsstrassenbrücke Zuchwil – Derendingen am linken Ufer verbreitert. Damit kann der geforderte Freibord unter der Brücke gewährleistet werden. Pfeiler und Widerlager werden mit einem tief fundierten Blocksatz (Ufertyp 1) gesichert.

6.5.4 Teilstrecke 4: Derendingen Nord, km 2.329 – 1.205

Optimierungen und Anpassungen

Aufgrund der Rückmeldungen im Rahmen der öffentlichen Mitwirkung und der Vorprüfung bei den kantonalen Fachstellen, sind die Massnahmen in Teilstrecke 4 gegenüber dem Bauprojekt weiter verfeinert und optimiert worden. Die im Vorprojekt vorgesehenen Objektschutzmassnahmen O1 beim Pumpwerk A105 in Zuchwil fallen weg. Durch eine sowieso nötig gewordene Dammverlängerung entlang der Südseite der Autobahn A5 (M23) wird das Pumpwerk wirksam vor Überschwemmung geschützt.

6.5.4.1 A3: Totalsanierung Kehrichtdeponie Rüti

Totalsanierung Deponie Rüti

Die ehemalige Kehrichtdeponie Rüti (Gemeinde Zuchwil, Standort-Nr. 22.064.0001A) wird totalsaniert. Nach der Abholzung des gesamten Perimeters werden als Erstes die nicht oder nur schwach belasteten Ober- bzw. Deponieabdeckschichten ausgehoben. Anschliessend erfolgt der Aushub des eigentlichen Deponiekörpers und allfällig belasteter Schichten im direkt angrenzenden Untergrund. Das vorhandene belastete Material wird vollständig entfernt. Der grösste

Teil davon muss aufgrund der Zusammensetzung und der teilweise sehr hohen Schadstoffgehalte vor der eigentlichen Entsorgung behandelt werden (Aufbereitungsanlage). Die geplante Altlastensanierung ist in Kapitel 8.4, bzw. im Sanierungsprojekt Rüti (Beilage 1.09) detaillierter beschrieben.

6.5.4.2 M20: Aufweitung Dittiberg (unten) – Emmenschachen Zuchwil

Aufweitung

Zwischen dem unteren Teil des Dittiberg bei km 2.695 und km 1.540 wird die Emme auf eine Breite von rund 50 m verbreitert. Die Aufweitung wird auf der gesamten Strecke linksufrig (Derendingen, Zuchwil) realisiert, wo die Platzverhältnisse optimal sind (Schachenwald). Bei km 2.100 geht sie nahtlos in die Überflutungsfläche Rüti (sanierter Deponiestandort) über.

Am Ende der Aufweitung ist die neu geplante Uferlinie gegenüber dem Vorprojekt leicht nach vorne verschoben um einen Konflikt mit dem ZASE-Schacht zu verhindern.

Überflutungsfläche Rüti

Im westlichen / südwestlichen Bereich der Deponie Rüti, welcher nicht in den Bereich der Überflutungsfläche fällt, wird das Terrain nach dem Aushub des Deponiematerials mit unverschmutztem Aushub aufgefüllt. Die Böschung der Überflutungsfläche wird flach ausgestaltet (Neigung maximal 1:3) und mit einem Blocksatz gesichert. Der Übergang zwischen dem aufgeweiteten Hauptgerinne und der Überflutungsfläche wird nicht gesichert und der natürlichen Dynamik überlassen. Damit werden günstige Bedingungen für die morphologische Dynamik und die Bildung von Weichholzauen geschaffen.

Vorlandabsenkungen

Unterhalb der Kantonsstrassenbrücke Derendingen-Luterbach und der SBB-Brücke Bahn 2000 in Luterbach werden im Rahmen der Aufweitung die linken Vorländer um rund 2.5 m, bzw. rund 3.5 m bis auf die prognostizierte Gleichgewichtssohle abgesenkt (Massnahmen B3 und B4).

Ufergestaltung

Die Ufer werden im gesamten Aufweitungsabschnitt natürlich, bzw. naturnah gestaltet. Oberhalb der Kantonsstrassenbrücke Derendingen - Zuchwil wird das neue, linke Ufer gar nicht gesichert (Ufertyp 6). Auf den restlichen Teilabschnitten wird ein begrünter Blocksatz (BMU, Ufertyp 2) mit maximaler Böschungsneigung 1:3 eingebaut. Dieser teilweise harte Verbau wird aufgrund der bestehenden Randbedingungen nötig. Oberhalb der SBB-Brücke Bahn 2000 sind diese durch die Nähe zum Siedlungsgebiet (Emmenweg, Wohngebäude Emmenweg 1 Parz. Nr. 1254) und die Fundstellen des Kaminschwärzlings [56] gegeben. Unterhalb der Brücke ist zwingend sicherzustellen, dass der belastete Standort 22.064.0002A der ehemaligen Kiesgrube nicht von der Emme tangiert und ausgeschwemmt werden kann. Gegenüber dem Vorprojekt ist der Anteil an begrüntem Blocksatz (anstatt konventionell) deutlich erhöht.

6.5.4.3 M21: Ufersicherung Untere Emmengasse

Neue Ufersicherung

Auf der gesamten Strecke zwischen der Kantonsstrassenbrücke Derendingen - Zuchwil und der SBB-Brücke Bahn 2000 wird die bestehende Ufersicherung auf der rechten Seite erneuert und durch einen begrüntem Blocksatz ersetzt (vgl. Plan-

beilage 2.09 und 2.26). Dabei werden die Ufer gegenüber heute deutlich abgeflacht.

6.5.4.4 M22: Damm Uferweg / Untere Emmengasse

Dammabschnitt südlich KS-Brücke

Zum Schutz der Wohnhäuser südlich (entlang Uferweg) und nördlich (entlang Untere Emmengasse) der Kantonsstrassenbrücke Derendingen ist rechtsufrig ein mit Abschlussmauern ergänzter Damm nötig. Auf dem kurzen Abschnitt zwischen km 2.5 und 2.35 (entlang Uferweg) beginnt eine rund 0.3 m hohe Mauer bei der Tankstelle über dem Emmekanal. Diese führt rückwärtig am linken Ufer des Emmekanals entlang und geht bei Parzelle Nr. 210 in einen Damm über, der letztlich rund um die Siedlung führt. Der Damm schliesst kurz vor der Kantonsstrassenbrücke Derendingen an das höher liegende Terrain an. Damit keine Anpassungen am Fussweg notwendig werden, wird der Damm in diesem Bereich mit steileren Böschungen von 1:2 - 1:3 ausgeführt. Wo es die Platzverhältnisse zulassen, werden jedoch auch hier die Böschungen flach (1:5) gehalten. Die Dammhöhe beträgt maximal 1.30 m. Dabei ist jedoch zu beachten, dass das Terrain in Richtung der rückliegenden, bebauten Parzellen rasch ansteigt und die relativen Dammhöhen zu den Parzellen deutlich geringer ausfallen.

Dammabschnitt nördlich KS-Brücke

Nördlich der Kantonsstrassenbrücke beginnt der Damm auf der Höhe der umgebauten Schwelle (M19). Der Damm verläuft auf einer Länge von rund 340 m entlang der Unteren Emmengasse. Auf den ersten rund 73 m bis ans nördliche Ende der Parzelle Nr. 1552 fällt die Dammhöhe mit maximal 0.60 m gering aus. Aus Platzgründen werden die Dammböschungen hier steil angelegt (2:3). Ab der Parzelle Nr. 1429 werden die Dammböschungen flach (1:5) gebaut. Auf den restlichen rund 267 m liegt die maximale Dammhöhe bei 1.50 m.

Strassenanpassung und Abschlussmauer

Aufgrund der sehr engen Platzverhältnisse kann der Schutzdamm nicht bis an die SBB-Brücke Bahn 2000 herangezogen werden. Es ist daher vorgesehen den Siedlungsschutz mit einer Mauer abzuschliessen. Diese wird um die Parzelle Nr. 1037 herumgeführt und rückwärtig an den linken Kanaldamm angeschlossen. Die Mauer wird 1.40 m bis 2.10 m hoch. Die Verbindung der Ufermauer und der Mauer am nördlichen Ende der Parzelle 1037 wird im Ereignisfall über die Untere Emmengasse mit mobilen Elementen (Dammbalken) sichergestellt.

Mit einer Strassenanpassung (Rampe) auf die Kote eines HQ300 wird zudem sichergestellt, dass in der Gefahrenkarte nach Massnahmen im Wohngebiet keine gefährdeten Zonen übrigbleiben. Die Strassenanpassung beginnt nach der nördlichen Wohnhausfassade, so dass die Privatparkplätze vor dem Haus auch weiterhin problemlos nutzbar sind.

6.5.4.5 M23: Damm Emmenweg Zuchwil

Linksufriger Damm

Entlang dem Emmenweg Zuchwil (linksufrig) wird auf einer Länge von rund 1025 m von der Kantonsstrassenbrücke Derendingen bis zur Autobahn A5 ein rückwärtiger Schutzdamm errichtet. Um ein Überströmen der Autobahn zu verhindern, muss der Damm der Autobahn entlang ostwärts Richtung Emme geführt werden,

was eine wesentliche Änderung gegenüber dem Vorprojekt darstellt. Die Dammhöhe variiert auf der gesamten Länge stark und liegt je nach bestehender Terraihöhe zwischen 0.3 m und 2.00 m. Die Dammeigungen werden auf der gesamten Strecke flach ausgestaltet (1:5).

Ausleitstelle

Der Dammschnitt zwischen den beiden Brücken (SBB-Brücke Bahn 2000 und Autobahnbrücke A5) ist eine Ausleitstelle für den Überlastfall. Hier gilt ein reduziertes Freibord von 0.60 m. Aufgrund der flachen Ausgestaltung der Dammböschungen ist gemäss den definierten Dimensionierungsgrundsätzen keine spezielle Überströmsicherung (Geogitter) notwendig.

Weganpassung

An zwei Stellen, einmal rund 100 m vor der SBB-Brücke Bahn 2000 und einmal zwischen den beiden Brücken, muss der bestehende Waldweg über den Damm geführt und somit lokal angehoben werden.

6.5.4.6 B4: Sicherung SBB-Brücke Bahn 2000

Kolkschutz

Im Rahmen der Aufweitung M20 wird das linksufrige Vorland unter der SBB-Brücke Bahn 2000 um rund 3.5 m abgesenkt. Der dadurch freistehende Brückenpfeiler sowie die neue Uferböschung unter der Brücke werden mit Blöcken gesichert.

6.5.4.7 M24: Abbruch Rampe

Abbruch Rampe

Bei km 1.674 wird die bestehende Blockrampe ersatzlos abgebrochen (begünstigt Fischgängigkeit). Dank den Aufweitungen wird sie in Zukunft nicht mehr zur Stabilisierung der Sohle benötigt.



Abbildung 54 Blockrampe km 1.674

6.5.4.8 M28: Damm Emmenkanal Luterbach

Rechtsufriger Damm

Entlang dem linken Kanalufer wird zwischen km 1.700 und der Kantonsstrassenbrücke Luterbach auf einer Länge von rund 1'180 m ein Schutzdamm im Vorland erstellt. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung, bzw. Erhöhung des bestehenden linken Kanaldamms. Auf dem Damm wird durchgehend ein kombinierter Fuss- und Radweg mit einer Breite von 2 m angelegt. An manchen Stellen ist der bestehende Damm bereits heute genügend hoch. So beispielsweise zwischen der SBB-Brücke Bahn 2000 und dem Pfadiheim Luterbach. An diesen Stellen wird der

Damm lediglich lokal ausgebessert und der Dammweg neu angelegt. Die neu zu erstellenden Dammabschnitte werden mit flachen Böschungsneigungen von 1:5 gebaut. Steilere Böschungsneigungen können sich aus lokalen Platz- und Böschungsverhältnissen (Platzmangel) ergeben. Der Damm wird stellenweise bis zu 2.50 m hoch.

Damm im Auengebiet

Ein neuer Dammabschnitt wird auch zwischen der Kantonsstrassenbrücke Zuchwil-Luterbach und der obenliegenden SBB-Brücke erstellt. Dieser Damm liegt im Perimeter des Auengebiets Emmenschachen. Hier wird die luftseitige Böschung aus naturschützerischen Überlegungen steiler (1:2) angelegt.

Dammüberfahrten

Die Erschliessung des Kraftwerks der ADEV wird mit einer grossflächigen Überfahrtsrampe gelöst. Diese wird für eine regelmässige Zufahrt (dreimal jährlich) eines 3-achsigen LKWs von 28 to und die seltene Zufahrt (einmal alle 5 bis 10 Jahre) eines Pneuokrans oder Tiefladers (40 to, exkl. Gewicht Grosskomponente Kraftwerk von 20 to) angelegt.

Beim Pfadiheim Luterbach wird zudem für die Querung des Damms eine Weganpassung direkt hinter der Kanalbrücke notwendig.

6.5.4.9 M25: Aufweitung Emmenschachen Luterbach Autobahnbrücke A5

Aufweitung

Schutz der angeschnittenen Deponie

Bei der Autobahnbrücke A5 wird das Vorland rechtsufrig abgesenkt. Die Böschungen werden analog der Massnahme M20 mit einem neuen Blocksatz gesichert. Vor der Brücke kommt es zu einer kleineren Weganpassung. Die Brückenunterquerung und der heutige Wegstandard werden beibehalten. Südlich der Brücke wird mit der Aufweitung ein belasteter Standort (Kiesauffüllung Emmenschachen Luterbach, 22.057.0002A) angeschnitten. Zum Schutz des offenliegenden Deponieabschnittes vor Erosion und Überschwemmung, wird die Böschung mit einer Bentonitmatte und einem vorgelagerten Blocksatz gesichert.

6.5.4.10 M26: Verbreiterung Rampe

Rampe km 1.387

Die bestehende Blockrampe bei km 1.387 wird rechtsseitig um ca. 15 m verbreitert und in das neue Ufer eingebunden. Die Verbreiterung wird notwendig durch die Vorlandabsenkung unter der Autobahnbrücke im Rahmen der Massnahme M25.

6.5.4.11 B5: Sicherung Autobahnbrücke A5

Kolkschutz

Die oben- und unterliegenden Aufweitungen am rechten Ufer werden unter der Autobahnbrücke A5 mit einer Vorlandabsenkung verbunden (M25). Damit kann das geforderte Freibord unter der Brücke eingehalten werden. Pfeiler und Widerlager werden mit einem Kolkschutz gesichert.

6.5.5 Teilstrecke 5: Emmenschachen, km 1.205 – 0.000

Optimierungen

Die verschiedenen Massnahmen in Teilstrecke 5 sind verfeinert und optimiert. Die im Vorprojekt noch vorgesehenen Objektschutzmassnahmen O2 (Natur- und Vogelschutzvereins Zuchwil) und O3 (Pfadiheim Luterbach) fallen weg. Die Neubeurteilung der zugewiesenen Objektkategorien, Gespräche mit den Direktbetroffenen

sowie die systematische Überprüfung der Einzelobjekte anhand der hydraulischen 2D-Modellierung zeigen, dass darauf verzichtet werden kann (Anhang K).

6.5.5.1 M27: Initialisierung eigendynamische Aufweitung Emmenschachen Luterbach

Anrisse
Beschleunigte Seitenerosion

Im Emmenschachen Luterbach wird die Emme generell auf rund 35 m aufgeweitet. Um die morphologische Entwicklung (Seitenerosion) am rechten Ufer zu beschleunigen, werden entlang der gesamten Aufweitungsstrecke auf einer Breite von zusätzlichen 10 m (ab dem neuen Ufer) die Bäume gerodet. Die Strömung wird zudem mit Hilfe von zwei Strömungsablenkern (Baumbuhnen) am linken Ufer direkt in die rechtsufrige, maschinell aufgeweitete Fläche geleitet (M30).

Beurteilungs- und Interventionslinie

Im Emmenschachen Luterbach werden eine Beurteilungs- (Diskussionslinie) und eine Interventionslinie definiert. Die Beurteilungslinie liegt rund 10 m vor dem bestehenden Waldweg.

6.5.5.2 M29: Abbruch Schwelle

Abbruch Schwelle

Dank den grossräumigen Aufweitungen wird die bestehende Schwelle bei km 0.795 nicht mehr für die Sohlenstabilisierung benötigt. Sie wird ersatzlos abgebrochen.



Abbildung 55 Schwelle km 0.795

6.5.5.3 M30: Ufergestaltung Emmenschachen Zuchwil

Eigendynamik

Im Emmenschachen Zuchwil (linkes Ufer) wird die heute bestehende Ufersicherung auf einer Länge von rund 750 m (km 1.482 bis km 0.735) komplett entfernt. Damit werden die Voraussetzungen für eigendynamische Aufweitungs- und auentypische Seitenerosionsprozesse geschaffen. Aufgrund der Linienführung des ZASE-Kanals, wird jedoch im Gegensatz zum rechten Ufer (M27) keine maschinelle Aufweitung zur Initialisierung, bzw. Beschleunigung dieser Prozesse ausgebildet.

Strömungslenker

Weiter werden am linken Ufer bei km 1.270 und km 1.240 im Abstand von 30 m zwei mit 20° gegen die Fliessrichtung gerichtete Strömungslenker (Baumbuhnen) gebaut. Diese haben eine Dimension von rund 15 m auf 8 m.



Abbildung 56 Beispiel Blockbuhne, Emme Winterseyschache

<i>Interventionslinie</i>	15 m vor dem bestehenden Waldweg bzw. der ZASE-Leitung zwischen der Autobahnbrücke A5 und der SBB-Brücke Luterbach wird eine Interventionslinie definiert.
<i>Nutzung bestehender Weg</i>	Im Emmenschachen Zuchwil verläuft direkt unter dem Waldweg der ZASE-Kanal. Der Weg selbst ist heute stark zugewachsen. Für den Kanal- und Flussunterhalt, sowie für die Attraktivierung des Naherholungsgebietes soll der bestehende Weg als Unterhaltungsweg (3.5 m Breite, Mergelbelag, freie Sicht) wieder hergestellt werden (vgl. Kap. 6.7.1).
<i>Brückenunterquerung</i>	Unter der SBB-Brücke und der Kantonsstrassenbrücke wird zudem auf Zuchwiler Seite ein neuer Unterquerungsweg erstellt. Dieser wird auf denselben Standard (3.5 m Breite, 2.5 m lichte Höhe, Mergelbelag, freie Sicht) wie der zubringende Waldweg aus dem Emmenschachen ausgebaut.
<i>Sanierung Ufersicherung</i>	Zwischen km 0.735 und dem Kiessammler (km 0.430) auf Zuchwiler Seite (linksufrig) wird der Blocksatz erneuert. Damit wird die Stabilität der Ufer im Bereich der beiden Luterbacher-Brücken langfristig sichergestellt.
	6.5.5.4 M31: Aufweitung Emmenschachen Luterbach SBB-Brücke – Kiessammler
<i>Vorlandabsenkung</i>	Um die Abflusskapazität bei der SBB-Brücke Luterbach und der Kantonsstrassenbrücke Luterbach zu steigern, wird das Vorland unter den Brücken rechtsufrig um rund 3 m abgesenkt.
<i>Brückenunterquerung</i>	Die Unterquerungswege unter den Brücken (beidseitig) werden neu angelegt und auf die Breite eines Unterhaltungsweges ausgebaut (3.5 m Breite, 2.5 m lichte Höhe, Mergelbelag, freie Sicht).
<i>Sanierung Ufersicherung, Kolkschutz</i>	Die Ufersicherungen werden erneuert. Rechtsufrig wird ein neuer Blocksatz angelegt. Im Rahmen der Aufweitung werden zudem die Brückenpfeiler und -widerlager der SBB-Brücke und der Kantonsstrassenbrücke mit Blöcken gegen Unterspülung gesichert (B7).
	6.5.5.5 Drittprojekt: Sicherung SBB-Brücke Luterbach
<i>Brückenverschalung</i>	Die SBB-Brücke Luterbach weist trotz Vorlandabsenkung unterhalb der Brücke (M31) ein erhöhtes Verklammerungsrisiko auf. Um dieses Risiko zu senken plant die SBB als Eigentümerin der Fachwerksbrücke eine Verschalung der Brückenunterseite. Die Verschalung wird auf den Projektplänen als Drittprojekt aufgeführt. Pfeiler, Widerlager und die neuen Ufer werden im Rahmen der Wasserbauarbeiten

(M31) unter Kostenbeteiligung der SBB mit Blöcken gesichert (Kolk- und Erosionsschutz). Die Vorlandabsenkung bei der SBB-Brücke Luterbach bedingt zudem die Versetzung eines Fahrleitungsmastens.

6.5.5.6 B7: Sicherung Kantonsstrassenbrücke Zuchwil – Luterbach

Kolksschutz

Mit der Vorlandabsenkung (M31) kann das Verklausungsrisiko bei der Doppelbrücke reduziert werden. Pfeiler und Widerlager, sowie die Ufer werden mit Blöcken gesichert. Auf eine Verschalung wird trotz knapper Nichterfüllung des Kriteriums $h/H < 0.85$ bei der oberen Brücke verzichtet (vgl. Anhang J). Das auch vor dem Hintergrund, dass das AVT im Jahr 2017/ 2018 sowieso den Ersatz der alten Brücke (Oberwasserseite) und die Sanierung der neueren Brücke (Unterwasserseite) plant. Mögliche Synergien mit dem Brückenprojekt sind möglichst gut zu nutzen.

6.5.5.7 M32: Initialgerinne für Seitenarme

Wassereintrag in Aue

Basierend auf dem Revitalisierungskonzept Emmenschachen (vgl. Kap.6.6, Vorprojektdossier 24.04.2013, Beilage 1.04) werden im Bereich des Kiessammlers zwei Initialgerinne von einer Tiefe von rund 40 – 50 cm (Terrainniveau 427.00 m ü. M.) und einer Breite von rund 10 m ausgebildet. Diese Initialgerinne führen zu einem regelmässigen Wassereintrag in die Aue bei kleineren und mittleren Hochwassern (ab HQ5) und führen somit zu einer Dynamisierung des Wasserhaushalts.

Beruhigung Hartholzaue

Der heute bestehende Weg auf der westlichen Kanalseite wird zur Beruhigung der Hartholzaue aufgehoben. Der Weg wird mit Walderde, Sand und dem Einbau von Hindernissen (Strünke und Asthaufen) unpassierbar gemacht.

6.5.5.8 M33: Altarm und Stillgewässer Emmenschachen Luterbach

Rückstauffläche

Stillgewässer und Altarm

Basierend auf den Vorschlägen bei der Vernehmlassung zur Vorstudie und dem ausgearbeiteten Revitalisierungskonzept Emmenschachen (vgl. Kap.6.6, Vorprojektdossier 24.04.2013 Beilage 1.04) werden im Emmenspitz Luterbach östlich des Kanals mehrere Stillgewässer sowie eine seichte Rückstauffläche mit einem reaktivierten Altarm angelegt. Die Stillgewässer werden 0.5 – 1.0 m tief ausgehoben. Der Altarm wird stellenweise Tiefen von bis zu 2 m aufweisen. Gespeist werden die neuen Wasserflächen durch den Emmenkanal, bzw. den Rückstau durch die Aare. Der Kanal wird dafür auf einer Breite von rund 10 m durchbrochen. Das Rückstau-niveau entspricht dem Staupegel des Kraftwerks Flumenthal und liegt bei maximal 426.00 m ü. M.

Fussweg zum ornithologischen Gebäude

Der bestehende Fussweg zum Vereinsgebäude des Natur- und Vogelschutzvereins wird eingestaut und muss ausserhalb der Rückstauffläche als 1.2 m breiter Fussweg neu angelegt werden.

Altlasten

Die in unmittelbarer Nähe zur Rückstauffläche bestehenden Altlasten (22.057.0701B, 22.057.0001A) werden nicht tangiert. Um sie zu schützen wird das Terrain zwischen Altlastenperimeter und Rückstauffläche leicht angehoben (vgl. Detail-Querprofile Beilage 2.37).

6.5.5.9 M34: Damm Fussballplatz Scintilla

Linksufriger Damm

Um die Kehrichtbeseitigungs-AG (KEBAG), den Fussballplatz der Scintilla AG und das dazugehörige Clubhaus zu schützen wird zwischen den beiden Luterbacher Brücken (Kantonsstrassenbrücke, SBB-Doppelbrücke) ein Damm errichtet. Es handelt sich um eine Ausleitstelle im Überlastfall (vgl. Kap. 5.5 und Kap. 11.1). Daher wird der Damm an dieser Stelle auf den Wasserspiegel HQ100 + 60 cm Freibord ausgelegt. Die Böschungsneigungen des rund 2 m hohen Dammes betragen 1:5. Der flache Damm wird ohne spezielle Überströmungssicherung ausgebildet.

6.5.5.10 M35: Stillgewässer Emmenschachen linksufrig

Stillgewässer unterhalb Freileitung

Nördlich des Schachenweihers, unterhalb der Hochspannungsleitung der BKW, befinden sich mehrere Geländemulden, welche für das Anlegen eines Stillgewässers genutzt werden sollen. Insgesamt sind 4 neue Stillgewässer vorgesehen. Unter der BKW-Hochspannungsleitung verläuft ein Maschinenweg, welcher für spätere Unterhaltsarbeiten benutzt werden kann.

6.6 Revitalisierungskonzept Emmenschachen

Besondere Stellung

Das Auengebiet von nationaler Bedeutung und gleichzeitig kantonale Naturreservat „Emmenschachen“ nimmt im Projekt eine besondere Stellung ein. Einerseits hat es einen hohen Schutzstatus und verfügt über hohe Naturwerte (struktureiches Waldreservat in der Hartholzau zwischen Emme und Emmenkanal). Gleichzeitig fehlt die Geschiebe- und Überflutungsdynamik in diesem Auengebiet.

Zur Evaluation ökologisch möglichst sinnvoller Aufwertungsvarianten wurde deshalb im Rahmen des Vorprojekts ein Revitalisierungskonzept ausgearbeitet. Im Konzept werden Aufwertungsmöglichkeiten in den Bereichen Geschiebemanagement und Überflutungsmanagement sowie für den Emme-Kanal (nachfolgend als Aufwertungsmodul bezeichnet) beschrieben.

Methodik

Die Erarbeitung des Konzeptes erfolgte nach folgenden methodischen Arbeitsschritten:

- Zielformulierung für das Auengebiet (abgeleitet aus der Auenverordnung, dem Leitbild Emme und der Liste der prioritären Arten des BAFU)
- Massnahmendefinition für jedes Aufwertungsmodul (mehrere Varianten)
- Machbarkeitsprüfung sämtlicher Varianten, insbesondere hinsichtlich Hydraulik
- Bewertung der machbaren Massnahmen anhand der formulierten Zielen
- Für jedes Aufwertungsmodul Empfehlung einer Bestvariante

Rahmenbedingungen

Die Möglichkeiten für Aufwertungsmassnahmen werden im Emmenschachen durch mehrere Rahmenbedingungen eingeschränkt:

- Keine Verschärfung des Hochwasserrisikos

- Keine Beeinträchtigung der bestehenden Wasserkraftnutzung im Emmenkanal und in der Aare
- Kein Geschiebeeintrag in die Aare (Konzession Kraftwerk Flumenthal)
- Keine Beeinflussung der im Gebiet vorhandenen belasteten Standorte
- Zudem sind die topographischen Voraussetzungen zu berücksichtigen: der zentrale Hartholzauenbereich liegt deutlich erhöht gegenüber der eingestauten Emme und dem Emmenkanal

Empfehlungen

Es hat sich gezeigt, dass die Rahmenbedingungen und Restriktionen die Realisierung von visionären Ideen stark erschweren oder teilweise verunmöglichen. Im Bericht Revitalisierungskonzept (vgl. Vorprojekt Beilage 1.04) sind alle untersuchten Varianten beschrieben.



Abbildung 57 Darstellung der untersuchten Varianten

In Klammern ist jeweils die Nummer der Variante gemäss Revitalisierungskonzept angegeben.

*Modul
Geschiebemanagement*

Mit dem Modul Geschiebemanagement soll die Geschiebedynamik im Emmenschachen verbessert werden. Es wurden Varianten untersucht, die ein Auftauchen von Kiesbänken und eine dynamische Umlagerung des Kieses ermöglichen. Prinzipiell machbar wäre lediglich eine grossflächige Absenkung des Terrains zwischen Emme und Emmenkanal (Variante G5) und damit eine Entfernung der bestehenden Hartholzauwe. Der ökologische Gewinn, der durch ein Auftauchenlassen der Kiesbänke im Aufstaubereich der Aare entsteht, wiegt den Verlust, der mit dem vollständigen Entfernen der bestehenden Lebensräume zwischen Emme und Kanal entsteht, nicht auf. Um den Geschiebeeintrag in die Aare kontrollieren zu können, müsste zudem eine neue Sperre an der Mündung erstellt werden. Die Variante G5 verursacht damit sehr hohe Kosten und führt tendenziell zu einer Verschärfung der Hochwasserdefizite im Bereich der Brücke. **Empfehlung: Kein Eingriff.**

*Modul
Überflutungsmanagement
Emmewasser*

Im Emmenschachen fehlt die auentypische Überflutungsdynamik. Es hat sich gezeigt, dass das Anlegen von zwei Initialgerinnen am rechten Rand des Geschiebesammlers (Ü3) - verglichen mit einem Seitenarm gemäss Vorstudie (Ü1), der befestigten Kiesinsel (Ü2) und der Null-Variante - den grössten ökologischen Mehrwert erzeugt. Allerdings ist auf Grund der zu erwartenden Ablagerung von Feinsedimenten in den Initialgerinnen mit regelmässigen Unterhaltsarbeiten (Ausbaggerungen) zu rechnen. **Empfehlung: zwei Initialgerinne am rechten Ufer.**

*Modul
Überflutungsmanagement
Kanalwasser*

Eine Verbesserung der Überflutungsdynamik könnte auch mit Wasser aus dem Emmenkanal erfolgen. Topographie und ökologische Gründe sowie Restriktionen aus dem Bereich Wasserkraft sprechen jedoch für einen Erhalt des Status quo und gegen die Realisierung einer partiellen Aufhebung des Kanals (Ü4) oder den Bau eines Kanaldurchlasses (Ü5). **Empfehlung: Kein Eingriff.**

*Modul Überflutungsmanagement
Emmemündung*

Gegen die Realisierung von Kiesinseln im Mündungsbereich der Emme (Ü6) sprechen die fehlende Geschiebedynamik und die geringe Ausdehnung der Inseln sowie die nahen Infrastrukturen und der Unterhalt der Kiesinseln (u.a. Entbuschung, Einbringen von Kies nach Hochwasserereignissen). **Empfehlung: kein Eingriff.**

*Modul Kanalaufwertung
Ost*

Der Bereich östlich des Emmenkanals zeichnet sich durch fehlende Geschiebe- und Überflutungsdynamik und durch ein Fehlen an auentypischen Lebensräumen aus. Sowohl der Bau eines Altarms und mehrerer Stillgewässer (K1), als auch der ausschliessliche Bau von Stillgewässern (K2) bringen gegenüber der Null-Variante einen ökologischen Mehrwert. **Empfehlung: Bau eines Altarms und mehrerer Stillgewässer.**

6.7 Besucherlenkung

6.7.1 Schwerpunkte Erholung und Natur

Entflechtung

In sensiblen Lebensräumen von Flora und Fauna wird eine räumliche Entflechtung von Erholungsnutzung und Naturschutz angestrebt. Im Gegenzug soll an Orten mit starker Erholungsnutzung die Infrastruktur entsprechend angepasst und optimiert werden. In den Bereichen mit grossen neuen Ausweitungen mit hohem ökologischem Potenzial ist nur eine sanfte Erholungsnutzung erwünscht.

Die verschiedenen Schwerpunkte werden in Abbildung 58 dargestellt und in Tabelle 16 beschrieben.

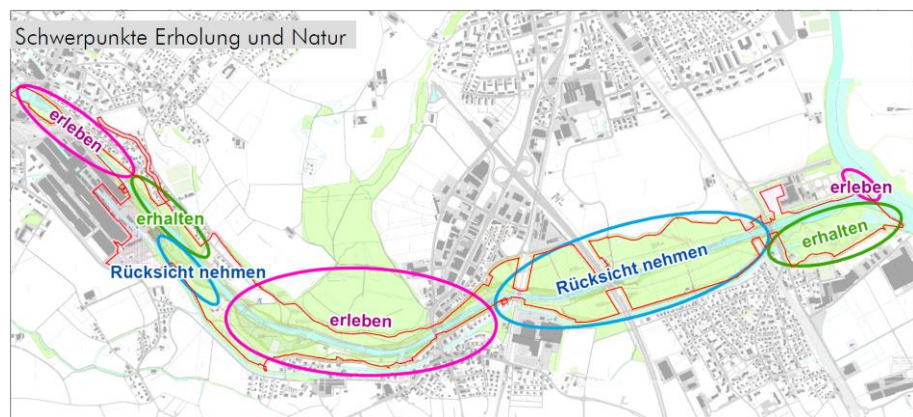


Abbildung 58 Schwerpunktgebiete der Besucherführung und -information.

Tabelle 16 Beschreibung Schwerpunkte Besucherführung und -information.

Schwerpunkte	Ziel / Grundsätze
erhalten	<p>Die bestehenden Naturwerte sind zu erhalten. Es besteht eine gesetzliche Grundlage, Verhaltensregeln durchzusetzen. Unerwünschte Trampelpfade durch die kantonalen Naturreservate Emmenschachen und Giriz sind beseitigt.</p> <p>Die Signalisation der Naturreservate ist aktualisiert und die Verhaltensregeln sind kommuniziert.</p>
Rücksicht nehmen	<p>In neu entstandenen oder angelegten, dynamischen Auenbereichen sollen auch störungsempfindliche Tierarten (Flussregenpfeifer, Eisvogel) oder trittempfindliche Pflanzen einen Lebensraum finden.</p> <p>Toleriert ist eine ruhige und wenig störende Erholungsnutzung. Besucher nehmen Rücksicht auf die Natur. Tafeln informieren über sensible Bereiche oder Vorkommen von störungsempfindlichen Arten. Es werden keine Verbote erlassen aber an die Vernunft appelliert.</p>

erleben	Schwerpunkt für die Erholungssuchenden in attraktiver Landschaft mit guter Infrastruktur und Erschliessung. Die Aufenthaltsqualität für Erholungssuchende soll weiter verbessert werden. Ein konfliktarmes Nebeneinander der verschiedenen Nutzergruppen wird angestrebt. Informationstafeln vermitteln Wissen oder dienen der Orientierung.
---------	--

6.7.2 Wegnetz und Routen

Velorouten

Das Amt für Verkehr und Tiefbau plant, die Velorouten 44 der Emme und die Route 5+8 näher der Aare entlang zu führen. Dies wurde in der Projektplanung berücksichtigt.

Es wird empfohlen, die Veloroute 44 auf dem Weg auf der ZASE-Kanalleitung, Zuchwil durch den Emmenschachen zu führen. Hier sind Dank Vorlandabsenkungen und Unterquerungsmöglichkeiten der SBB-Brücke Luterbach sowie der Kantonsstrassenbrücke Luterbach die Vorsetzungen für eine durchgehende, querungsfreie Führung der Veloroute 44 (Freizeitroute) zwischen der Brücke Derendingen und dem Emmenspitz gegeben. Alternative Varianten auf der rechten Emme-Seite wurden geprüft und verworfen. Sie verlaufen zwar weniger im Gewässerraum, erfordern aber zwei zusätzliche Querungen von Kantonsstrassen und zwei Wechsel der Flussseite für die Velofahrer (Besprechung mit BAFU vom 03.12.2013).

Fuss- und Wanderwege

Die Flussaufweitungen erfordern abschnittsweise eine Verlegung des Wanderweges (Seeland-Solothurn-Weg) auf neue Fuss- bzw. Unterhaltswegen. Unterbrücke der Fusswege durch den Bau werden durch temporäre Wegführungen ersetzt.

Zur Entflechtung von Fuss- und Veloverkehr im Emmenschachen (Luterbach), wird der Veloverkehr über den Unterhaltungsweg auf dem neuen Damm entlang des Emmenkanals gelenkt. Die Waldstrasse ist mit reduzierter Dimensionierung (2 m) bzw. baulichem Unterhalt dem Fussverkehr (Wanderweg) vorbehalten. Die Verlagerung des Hauptweges von der Emme an den Emmenkanal ist auch ein Beitrag zur Störungsminderung der sensiblen Kiesbänke im Emmenschachen.

Ausserhalb des Schwerpunkts „erhalten“ werden wie bisher nicht unterhaltene Trampelpfade entlang der neuen Uferlinie entstehen. Ihr Verlauf wird durch Besucher und Gewässerdynamik bestimmt. Die dargestellte und empfohlene Route entspricht dem Netzplan Velo + Routen von SchweizMobil, 28.02.2014.

Wegkategorien

Wegkategorien	Ausbau	Unterhalt
Trampelpfad	keine baulichen Eingriffe; entsteht durch Besucher-nutzung	Kein Unterhalt. In Ausnahmefällen Gehölze freischneiden
Fussweg (sonstige)	mind. 1.20 m breit ¹⁴ ; bei schlecht tragfähigem Untergrund mit Fundationsschicht und ggf. Verschleisschicht aus Kiessand	regelmässig Säume und Gehölze schneiden, ggf. Verschleisschicht ausbessern
Fussweg (Wanderweg) und Radwege	mind. 2 m breit ¹⁵ mit Fundationsschicht und ggf. Verschleisschicht aus Kiessand	regelmässig Säume und Gehölze schneiden, ggf. Verschleisschicht ausbessern
Befahrbare Unterhaltswege	LKW-Tauglichkeit, 3.5 m Breite, Mergelbelag, freie Sicht	regelmässig Säume und Gehölze schneiden, ggf. Verschleisschicht ausbessern
Quartier-/ Zufahrtsstrassen	innerhalb Projektperimeter ist an bestehenden Strassen kein Ausbau vorgesehen	

6.7.3 Parkplätze, Rastplätze, Möblierung

Die hier beschriebenen Empfehlungen sind ebenfalls im Konzept Besucherinformation und -führung (Beilage 1.11) ausführlich beschrieben. Im dazugehörigen BIF-Plan 1.11 sind auch die Empfehlungen eingezeichnet.

Parkplätze

Die Erreichbarkeit mit dem Auto hat einen grossen Einfluss auf die Besucherzahlen eines Erholungsgebietes. Rastplätze werden viel stärker genutzt, wenn Parkplätze in der Nähe liegen. Gleichzeitig nimmt auch das Littering bei Rastplätzen zu. Mit dem Sperren von Wegen und Strassen und dem Parkplatzangebot kann die Nutzung von Rastplätzen daher stark beeinflusst werden.

Parkplätze um den Emmenschachen, Zuchwil

Im **Emmenschachen** wird eine naturnahe Auenlandschaft mit Kiesbänken entstehen. Hier soll eine rücksichtsvolle und ruhige Erholungsnutzung toleriert werden. Damit sich die Erholungsnutzung gegenüber heute nicht stark entwickelt, wird empfohlen, das heutige Parkplatzangebot klar zu definieren und einzuschränken. Schon heute gilt die Regel nur Zubringerdienst gestattet. Jedoch werden die ca. 10

¹⁴ Entspricht Lichtraumprofil Fussgänger mit Hund [2]

¹⁵ Entspricht 2x Standard-Lichtraumprofil Fussgänger

Parkiermöglichkeiten in der Nähe vom Waldhaus (Natur- und Vogelschutzverein) und ca. 5 Parkplätze beim Waldeingang regelmässig von Spaziergängern und Hundehaltern genutzt. Weitere 20 Parkplätze finden sich bei der Hornusserhütte.

*Parkplätze Brücke
Derendingen*

Die Kiesbänke oberhalb der Brücke Derendingen sind sehr beliebte Badeplätze. Die Anreise geschieht meist per Auto bis zum **Parkplatz zwischen Brücke und Restaurant Waldeck**. Dieser Parkplatz ist auch ein wichtiger Ausgangspunkt für Spaziergänger, Hundehalter und Jogger. An schönen Tagen ist der Parkplatz oft überfüllt und wegen fehlender Markierung nicht optimal genutzt.

Heute wird der genannte kostenlose Parkplatz oft von Handwerkern und andern Berufstätigen zum Abstellen von Fahrzeugen genutzt. Auch Kurzzeitparkierer nutzen ihm, um auf dem Parkplatz oder am Wasser einen Schnellimbiss zu konsumieren (Littering).

Es wird empfohlen, Parkfelder mit blauer Zone einzuzeichnen. Damit kann erreicht werden, dass dieser Parkplatz nicht mehr zum Abstellen von Autos über längere Zeit benutzt wird und primär der Erholungsnutzung dient.

*Rastplatz Emmenspitz
Zuchwil*

Der **Emmenspitz** ist ein beliebter Rast- und Festplatz insbesondere an warmen Abenden am Wochenende. Das vorhandene, öffentliche WC ist wegen Vandalismus-Vorfällen geschlossen. Brennholz wird auch in den Emme aufwärts liegenden Auenwäldern gesucht. Die Gemeinde klagt über Littering-Probleme und beseitigt nach dem Wochenende die Abfälle.

Es wird empfohlen, auf der einen Seite das Angebot zu verbessern, indem Brennholz zur Verfügung gestellt wird und die WC-Anlage wieder in Betrieb genommen wird. Zudem sind Veloständer aufzustellen. Auf der anderen Seite sollte das Parkplatzangebot am Wochenende auf dem KEBAG-Areal beschränkt und das Zufahrtsverbot mit Schranke verunmöglicht werden. Für grössere Festaktivitäten soll eine Bewilligungspflicht eingeführt und der Betrieb sollte kontrolliert werden.

Spielplatz Derendingen

Der **Spielplatz Derendingen** am Emmeufer könnte deutlich aufgewertet werden. Konkreter Vorschläge dazu im Konzept Besucherinformation und -führung (Beilage 1.11). Die Aufwertung dieses Spielplatzes ist nicht Bestandteil des HWS-Projekt Emme.

*Platz der Begegnung,
Derendingen*

Der **Platz der Begegnung** liegt im Wald und hat etwa 15 m Durchmesser. Er wird durch die Bürgergemeinde Derendingen der reformierten und katholischen Kirche Derendingen für Feiern zur Verfügung gestellt und unterhalten. Er wird üblicherweise zweimal jährlich benutzt.

Der Platz muss der Überflutungsfläche Schwarzweg weichen. Nach der Realisierung der Bauarbeiten wird im Rahmen und zu Lasten des Projektes Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme mit den Beteiligten in der näheren Umgebung ein neuer Standort für den Platz der Begegnung festgelegt.

*Wasserzugang Neuquartier,
Biberist*

Beim **Spielplatz Neuquartier**, Biberist soll - dem Anliegen der Gemeinde Biberist entsprechend - ein Wasserzugang zur Emme geschaffen werden, der den Blick auf die weiter flussabwärts liegende Flussrenaturierung ermöglicht. Der Wasserzu-

gang wird mit Sitzstufen ausgestaltet und ist nicht für unbeaufsichtigte kleine Kinder gedacht. Er wird daher auch vom eigentlichen Spielplatz durch eine Hecke getrennt. Der Bau des Wasserzugangs ist Bestandteil des Projektes HWS und Revitalisierung Emme und wird im Situations-Plan (Beilage 2.06) aufgeführt.

Sitzbänke

Die heutige Möblierung entlang der Emme mit Sitzbänken ist je nach Gemeinde und Weg unterschiedlich. Auf der einen Seite dienen Sitzbänke dem Verweilen an einem besonderen Ort (z.B. Kanalmündung), zum Rasten bei einer Feuerstelle oder einem Spielplatz oder aber zum Ausruhen auf einer längeren Wegstrecke. Für Senioren sind Ruhebänke in regelmässigen Abständen von ca. 100 m wichtig. Generell sollten Bänke in gutem Zustand sein und kontrolliert werden.

Nach Abschluss der Revitalisierung werden neue interessante Aussichtspunkte entstehen. An solchen Stellen sollten neue Sitzbänke aufgestellt werden. Es wird zudem empfohlen, einzelne Wegabschnitte mit gutem Belag für Senioren mit Ruhebänken auszurüsten. Die Möblierung der Wege mit Sitzbänken und deren Unterhalt ist Sache der Einwohner- resp. Bürgergemeinden.

6.7.4 Littering

Littering

Für eine nachhaltige Veränderung des Litteringverhaltens braucht es ein ausgewogenes Mass von repressiven sowie präventiven Massnahmen, welches an die örtliche Situation angepasst ist. Gegen Littering besteht kein Patentrezept, Massnahmen müssen auf verschiedenen Ebenen ansetzen. Grundsätzlich soll die Littering-Problematik je nach Erholungs-Schwerpunktgebieten unterschiedlich angegangen werden. Im Konzept BIF (Beilage 1.11) werden geeignete präventive und repressive Massnahmen vorgestellt.

6.7.5 Natursensibilisierung

Natursensibilisierung

Im Rahmen des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme werden die bestehenden Naturlehrpfade durch einen neuen **Naturerlebnisweg** ersetzt. Der Industrielehrpfad ist davon ausgenommen; er bleibt vollumfänglich und unverändert bestehen.

Ein Naturerlebnisweg soll einerseits die spielerische Seite des Menschen durch Balanciergeräte, Klettermöglichkeiten oder andere spielerische Aktivitäten ansprechen, andererseits jedoch auch die kognitive Seite, durch interaktive Wissensvermittlung, miteinbeziehen. Der Pfad soll ohne Anleitung begehen- und verstehbar sein.

Er richtet sich an Erwachsene, Kinder, Familien und Schulklassen aus der Region. Der Naturerlebnisweg wird von einer eigenen noch zu organisierenden Trägergesellschaft erbaut und betrieben. Das Projekt HWS und Revitalisierung Emme dient als Plattform für die bewilligungspflichtigen Elemente des Naturerlebnisweges. Die Kosten für die Konzepterstellung werden durch das Projekt finanziert.

Solothurner Wanderungen

Der Naturerlebnisweg wird unter dem Dach der „Solothurner Waldwanderungen“ geführt. Seit 2006 werden in verschiedenen Regionen des Kantons Solothurn beschilderte Waldwanderungen eingerichtet und wird über Sponsoren und das Amt für Wald, Jagd und Fischerei finanziert.

Die einzelnen Posten zum Naturerlebnisweg inklusive Kosten werden im Konzept BIF (Beilage 1.11) besprochen.



Abbildung 59 Idee Holzsteg und Erlebnisseiher bei Derendingen. Bilder Verein Naturnetz, Thurauen.

6.7.6 Besucherführung in störungsempfindlichen Naturbereichen

Besucherführung

Eine **Besucherführung** zwecks Schonung von störungsempfindlichen Tierarten oder trittempfindlichen Pflanzen wird nach dem in der Zielsetzung hergeleiteten Schwerpunkten differenziert (vgl. Kap. 6.7.1).

1. **Schwerpunkt „Erhalten“**. Regeln bzw. Verbote gemäss kantonalem Recht für Naturreservat mit entsprechender Signalisation. Rückbau und Verhau von Trampelpfaden.
2. **Schwerpunkt „Rücksicht nehmen“**. Informationstafeln mit Appell für ein bestimmtes Verhalten. Minimale Erholungsinfrastruktur, keine flussnahen Parkplätze.
3. **Schwerpunkt „Erleben“**. Keine Einschränkungen. Aktive Förderung der Erholungsnutzung mit gutem Infrastrukturangebot.

Besucherführung in sensiblen Gebieten

Massnahmen in **sensiblen Gebieten ohne Schutzstatus**. Es wird empfohlen, beim Auftreten von störungsempfindlichen Brutvogelarten vor allem auf Kiesbänken wie folgt vorzugehen:

1. Lokale Ornithologen melden Auftreten einer empfindlichen Art (Eisvogel, Flussregenpfeifer, Flussuferläufer) ab April dem Amt für Raumplanung.
2. Das Amt entscheidet, ob und wo Markierungen und Hinweistafel mit Verhaltensappell angebracht werden sollen und stellt Tafelvorlagen zur Verfügung (vgl. Entwurf im Anhang Konzept BIF, Beilage 1.11). Das Amt verfasst eine Mitteilung an die lokalen Medien.
3. Der lokale Natur und Vogelschutzverein platziert Hinweistafeln A4, laminiert, befestigt an Holzpfählen. Allenfalls können kurze Strecken mit

Band abgesperrt werden. Ausserdem werden Schlüsselpersonen der Pfadiheime und des Waldhauses (Natur- und Vogelschutzverein Zuchwil) über die Massnahme informiert. Die Materialkosten werden vom Amt für Raumplanung übernommen.

4. Ab September werden die Tafeln wieder entfernt.

*Besucherführung in
Naturreservaten*

Massnahmen in kantonalen Naturreservaten bzw. im Auengebiet von nationaler Bedeutung. Die rückzubauenden Wege und Trampelpfade sind auf dem Plan BIF (Beilage 1.11) und auf den Situationsplänen (Beilagen 2.06, 2.10) eingezeichnet.

Leinenpflicht

Im Kanton Solothurn gilt in den Monaten Mai und Juni im Wald **generelle Leinenpflicht**. Dazu gehören auch Kies- und Flussauen im Waldareal. Die Leinenpflicht sollte auch entlang der Emmeufer in sensiblen Bereichen deutlich signalisiert und durchgesetzt werden.

6.7.7 Signalisation

Signalisation

Die Signalisation mit Verkehrsschildern ist Sache der Gemeinde. Sie sollte nach der Realisierung des Baus für jedes Gemeindegebiet überprüft werden.

Das Amt für Verkehr und Tiefbau ist zuständig für den Langsamverkehr und somit für die Signalisation der Velorouten und Wanderwege.

6.8 Unterhaltsmassnahmen

*Disposition Unterhalts-
konzept*

Mit dem Auflageprojekt wird eine Disposition des Unterhaltskonzeptes inkl. orientierendem Plan vorgelegt (Beilage 1.04). Darin sind Massnahmen für den Unterhalt der Bauwerke, die Gewährleistung der stetigen Hochwassersicherheit, die Sicherstellung der ökologischen Funktionen und die Pflege der Naherholungsgebiete festgehalten. Der ggü. dem Bauprojekt ergänzte Plan entspricht einem Wunsch der Einwohnergemeinden aus der öffentlichen Mitwirkung.

*Objekte und Zustän-
digkeiten*

In der vorgelegten Disposition werden die unterhaltsrelevanten Bauteile / Objekte und Zuständigkeiten festgelegt. Mit Abschluss der Bauarbeiten wird das eigentliche Unterhaltskonzept erstellt.

Nachfolgend werden die inhaltlichen Grundsätze der Disposition Unterhaltskonzept kurz beschrieben.

6.8.1 Unterhaltsmassnahmen Bauwerke

*Stabilität und Nachhal-
tigkeit*

Um die Stabilität, die Sicherheit und die Funktion der geplanten Hochwasserschutzmassnahmen langfristig gewährleisten zu können, müssen die Sohlenlage der Emme sowie der technische Zustand der errichteten Bauten laufend überprüft werden. Im gesamten Projektgebiet ist ein regelmässiger Unterhalt durchzuführen.

<i>Anpassung bestehende Unterhaltskonzepte</i>	Die geplanten baulichen Massnahmen bewirken gegenüber heute nur eine geringe Veränderung der Unterhaltssituation. Insbesondere müssen die ausgeführten Hochwasserschutzmassnahmen im Bereich von Siedlungen oder Industrie kontrolliert und instand gehalten werden. Bestehende Unterhaltskonzepte werden falls nötig angepasst.
<i>Festlegung Kostenträger</i>	Zuständigkeiten und Kostentragung des Unterhalts sind zwischen dem Kanton, den Gemeinden, den Werkeigentümern und allfälligen Interessengruppen im Rahmen der definitiven Konzepterstellung abschliessend und verbindlich festzulegen.
<i>Dämme</i>	Der Aufwand zum Unterhalt der neu geschaffenen Dämme ist wie heute vom zugelassenen Bewuchs und der Art der Pflege abhängig. Sowohl die Dämme, als auch die geplanten Naturräume erfordern in den ersten ca. 5 Jahren eine etwas häufigere Kontrolle und Überwachung. Diese kann aber mit der Baubegleitung (Monitoring) kombiniert werden. Der Aufwand in den Folgejahren wird entsprechend geringer sein.
<i>Uferschutz</i>	Der bauliche Zustand und die Stabilität des neuen Uferschutzes, der Dämme und der Blockrampen müssen einmal jährlich sowie nach grossen Hochwasserereignissen (\geq HQ ₁₀) durch die zuständigen kantonalen Fachstellen begutachtet werden. Falls Schäden festgestellt werden, müssen diese behoben oder weiter überwacht werden.
<i>Uferpflege</i>	Die anstehenden Unterhaltsarbeiten am Ufer umfassen Mähen, Büsche schneiden, Durchforsten, Biotoppflege, kleine Ausbesserungen, Wegunterhalt, Abfallbeseitigung usw. Eine besondere Aufgabe bildet das Verhindern einer übermässigen Ausdehnung von Neophyten (vgl. Kap. 6.8.2).
<i>Überflutungsflächen</i>	Die Kiesbänke und tieferen Uferbereiche sind der unmittelbaren Umlagerung im Gerinne der Emme ausgesetzt und bewalden sich in den Jahren mit geringem Hochwasser mit auentypischen Gehölzen (Buschwald). Hohe Bäume können hier nicht aufwachsen. Die Flächen bilden zusammen mit den Aufweitungen und Überflutungsflächen, in denen sich mehrheitlich eine Weichholzaue entwickeln wird, die typischen dynamischen Naturbereiche des Flussraums. Sie erfahren nach heutigem Kenntnisstand - ausser bei allfälligen Massnahmen zur Bekämpfung von Neophyten - keine Pflegeeingriffe (vgl. Kap. 6.8.2).
<i>Sohlenlagen</i>	Das in der Bemessung angenommene Sohlenniveau darf wegen Auflandungen nicht unzulässig überschritten werden. Um die Sohlenlage zu überprüfen, sind Querprofilaufnahmen alle 5 Jahre sowie nach grösseren Hochwassern ($>$ HQ ₁₀) vorgesehen. Darüber hinaus erfolgen dazwischen visuelle Kontrollen der Sohlenlagen, um allfällige Auflandungs- und Erosionstendenzen frühzeitig festzustellen.
<i>Schwemmholz</i>	Um während eines Hochwasserereignisses einen unnötig hohen Schwemmholzanfall zu vermeiden, müssen Standorte von Holzlagerplätzen in unmittelbarer Nähe der Emme überdacht werden. Im Rahmen der Waldarbeiten sind grössere Holzansammlungen in den Überschwemmungsgebieten auf ein Minimum zu reduzieren.

Zudem sollten nach HW-Ereignissen Ablagerungen von Schwemmholt bei Brücken (Widerlager, Pfeiler) überprüft und allenfalls entfernt werden.

6.8.2 Unterhaltmassnahmen Umwelt

Die Unterhaltmassnahmen Umwelt dienen - aus ökologischer Sicht - der Entwicklung der Gewässerlebensräume, Uferbereiche und sämtlicher weiterer vom Projekt betroffene Räume. Als Grundsatz gilt: Ein ökologischer Auenbereich ist unterhaltsarm. Eigendynamische Prozesse sind zuzulassen und zu fördern. Rein ökologisch begründete Pflegeeingriffe sind auf jene Bereiche zu beschränken, wo die natürliche Dynamik gestört ist.

Feststoffmanagement

Festlegung des Geschiebe- und Totholzmanagements: d.h. Zeitpunkt, Ort, Art und die Häufigkeit der Eingriffe definiert werden. Das Geschiebemanagement muss zwingend auf die Habitatansprüche der Fauna (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel) abgestimmt werden (es wird davon ausgegangen, dass die Kiesentnahme wie bisher beim Kiessammler Emmenspitz erfolgt). Aus ökologischer Sicht ist ein leichter Auflandungszustand erwünscht. Das Totholzmanagement sollte auf dem Prinzip basieren, dass Totholz dort belassen bleibt, wo es anfällt.

Grundlegende Prinzipien: (1) Nur wo ein ausgewiesenes Gefahrenpotential besteht, wird eingegriffen. (2) Geschiebe und Totholz gehören dem Fluss. Muss Material aus dem Gerinne entfernt werden, ist zuerst ein Einbringen in den peripheren Räumen allenfalls in die Aare zu prüfen, bevor es abgeführt wird.

Gerinnewanddurchgängigkeit

Die Funktionalität der Rampen für den Fischauf- und -abstieg muss zumindest in den ersten Jahren regelmässig überprüft und bei Bedarf wiederhergestellt werden.

Gerinnestruktur

In den Bereichen, in denen keine eigendynamische Strukturierung des Gerinnes zu erwarten ist, wird diese durch Einbauten garantiert (z. B. Wurzelstöcke). Deren Funktionalität muss regelmässig überprüft und bei Bedarf verbessert werden.

Neophyten

Eine flächendeckende Bekämpfung aller invasiven Neophyten wird nicht möglich sein. Deshalb: (1) Definition der konsequent zu bekämpfenden Neophyten (z.B. Japanischer Knöterich). (2) Definition der zu kontrollierenden Flächen (Uferbereiche, Überflutungsflächen, Baupisten, Installationsflächen) sowie des Kontrollrhythmus und der Art der Bekämpfung.

Altarm

Art und Häufigkeit der Pflegeeingriffe sind in Anlehnung an die gängige Pflegepraxis in kantonalen Naturreservaten zu definieren. Zudem sind fischökologische Aspekte miteinzubeziehen, z. B. Gewährleistung der Verbindung zum Kanal (ausreichende Wassertiefe).

Neue Stillgewässer

Art und Häufigkeit der Pflegeeingriffe sind in Anlehnung an die gängige Pflegepraxis in kantonalen Naturreservaten zu definieren.

Initialgerinne Emmenschachen

Kriterien für Unterhalt und Pflegeeingriffe sind zu definieren. Bei Erfüllung der Kriterien werden Art, Zeitpunkt und Häufigkeit der Eingriffe - je nach Entwicklung

der Initialgerinne - vor Ort und unter Beizug der involvierten Fachstellen festgelegt.

Überflutungsflächen

Grundsätzlich sollen die natürliche Sukzession zugelassen sowie Massnahmen zur Neophytenbekämpfung ergriffen werden. Allenfalls Massnahmen zur Freihaltung der rückwärtigen Gerinne.

Uferbereiche / Böschungen

Die Eingriffsflächen sowie die Art, der Zeitpunkt und die Häufigkeit der Eingriffe sind zu definieren. Dasselbe gilt für das Totholzmanagement in Uferbereichen, insbesondere im Bereich der passiven Aufweitung im Emmenschachen Luterbach.

6.8.3 Unterhalt von Naherholungsgebieten

Unterhalt Naherholungsgebiete

Ins Unterhaltskonzept wird auf den Wegunterhalt, nicht aber auf den Unterhalt der kommunalen Spiel- und Rastplätze eingegangen. (vgl. Beilage 1.04, Disposition Unterhaltskonzept).

6.9 Koordination Werkleitungen

Weichungspflicht

Sobald ein Werk in den Bauverbotsbereich der Emme¹⁶ fällt, ist für dessen Bau oder Unterhalt eine Ausnahmegewilligung notwendig. In diese wird eine sogenannte Weichungspflicht integriert. Die Weichungspflicht sieht vor, dass der Bewilligungsinhaber für Veränderungen an seinem Werk, die aufgrund von Massnahmen von öffentlichem Interesse im Gewässerraum nötig werden, selber aufzukommen hat. Beim vorliegenden Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt an der Emme ist dies grundsätzlich der Fall.

Detailprojektierung Werkleitungen

Die Detailprojektierung der notwendigen Massnahmen erfolgt durch den jeweiligen Werkeigentümer in Absprache mit der Gesamtprojektleitung und den Projektierenden des Emmeprojekts.

Konfliktliste

Anhand der Werkleitungspläne des Vorprojektes, wo die bekannten Leitungen abgebildet und die potenziellen Konflikte mit den Projektmassnahmen tabellarisch aufgelistet sind, haben die Werkeigentümer die Auswirkungen auf ihre Anlagen analysiert. Bei denjenigen Konflikten mit Handlungsbedarf haben die Werkeigentümer im Rahmen des Bau- und Auflageprojekts Detailprojektierungen vorgenommen. Die Unterlagen dieser Detailprojektierungen (Pläne, Berichte) sind Bestandteil des Auflageprojekts. Auf den aktuellen Werkleitungsplänen sind nur noch diese Konflikte (mit Handlungsbedarf) aufgeführt.

¹⁶ Nach kantonalem Gesetz umfasst der Bauverbotsbereich bei der Emme generell 15 m innerhalb Bauzone bzw. 30 m ausserhalb Bauzone. Bei der Emme kommt hinzu, dass die Vorlandzone als Flussgebiet gilt und somit ebenfalls in den Bauverbotsbereich fällt.

PGV-Pflicht

Anpassungen an Starkstrom- und Hochdruckgasleitungen unterliegen der PGV¹⁷-Pflicht gemäss dem eidgenössischen Elektrizitäts- bzw. Rohrleitungsgesetz. Dies bedingt ein separates Verfahren. Werkanpassungen mit eigener PGV-Pflicht sind daher lediglich orientierend auf den Projektplänen des Hochwasserschutzprojektes abgebildet. Folgende Werkeigentümer sind von einer PGV-Pflicht betroffen:

- AEK Energie AG, Starkstrom
- BKW Energie AG, Starkstrom
- Regio Energie Solothurn, Gasleitung Hochdruck
- HIAG Immobilien, Starkstrom (unterhalten von der AEK Energie AG)

¹⁷ PGV: Plangenehmigungsverfahren

7 Landerwerb

Grundsätze

Konflikte zwischen Grundeigentümern und dem Kanton Solothurn als Grundeigentümer der Gewässerparzellen Emme sind, wenn immer möglich zu verhindern. Dies gilt insbesondere mit Blick auf zukünftige Unterhaltsfragen. Es wird daher angestrebt, dass der Kanton mindestens dasjenige Land erwirbt, das (neu) in den Abflussbereich der Emme, bzw. in den Bereich der zulässigen eigendynamischen Flussraumentwicklungen fällt. Diese Flächen befinden sich grösstenteils im Wald. Diese Absicht wurde den betroffenen Waldeigentümern von Beginn weg mitgeteilt.

Einvernehmliche Lösung

Die Landerwerbsverhandlungen sind weit fortgeschritten. Im Grundsatz konnte mit allen betroffenen Grundeigentümern geklärt werden, welche Flächen im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes durch den Kanton erworben werden.

Landerwerbspläne

Dem Auflageprojektdossier liegen Landerwerbspläne bei. Die abgebildeten Flächen entsprechen den getroffenen Abmachungen mit den Landeigentümern (aktueller Stand der Verhandlungen).

Auf den Landerwerbsplänen wird unterschieden zwischen Landerwerb (definitiver Besitzerwechsel) und vorübergehender Landbeanspruchung (ohne Besitzerwechsel). Letzteres sind Flächen, die nur während den Ausführungsarbeiten beansprucht werden wie beispielsweise Baupisten, Installationsplätze und Zwischenlagerflächen. Diese werden nur auf denjenigen Parzellen ausgewiesen, die nicht im Besitz des Kantons sind oder von diesem im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht erworben werden.

Landerwerb pro Gemeinde

Die genauen Landerwerbs- und Landbeanspruchungsflächen pro Gemeinde sind in Tabelle 17 aufgeführt.

Tabelle 17 Definitive und vorübergehende Landerwerbsflächen pro Gemeinde

Gemeinde	Landerwerb [m2]	Vorübergehende Beanspruchung [m2]
Biberist	90'212	89'395
Derendingen	54'818	22'426
Luterbach	40'522	40'297
Zuchwil	84'512	33'463
Total	270'064	185'581

8 Bauablauf

8.1 Bauvorgang/ -programm

Baulose

Für die Planung und Ausführung des Bauvorgangs wurde der gesamte Projektperimeter in sieben Baulose eingeteilt. Dabei bilden der Abbruch der ARA und die drei total zu sanierenden Altlasten die Baulose 0 bis 3.

Die Brückenmassnahmen werden in die Wasserbaulose (Baulose 4, 5 und 6) integriert. Dies gilt auch für die zwei Brücken, die im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes (KS-Brücke Biberist) oder eines Drittprojektes (SBB-Brücke Luterbach) verschalt werden. Bei den Massnahmen an den restlichen Brücken werden die jeweiligen Eigentümer BLS AG, SBB, Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT) und das Bundesamt für Strassen (ASTRA) wie bis anhin eng miteinbezogen.

*Vorgezogene Deponie-
sanierung*

Die Arbeiten für die Sanierung der Altlasten (Baulose 1 bis 3) werden unabhängig von den Wasserbaulosen (Baulose 4 bis 6) ausgeschrieben und vergeben. Als Erstes werden die Altlasten saniert (vgl. Grobterminplan, Anhang M).

8.2 Logistik und Provisorien

Erschliessung

Bei der Baustellenlogistik werden folgende Grundsätze verfolgt:

- Minimierung der schädlichen Auswirkungen des generierten Verkehrsaufkommens
- Minimierung der temporären Rodungsflächen
- Optimale Nutzung bestehender Infrastrukturen, z.B. Nutzung bestehender Wege als Baupisten, Nutzung bestehende Plätze als Installations- und Zwischendeponieplätze, Nutzung des Gleisanschlusses auf dem HIAG-Areal, etc.

Gleisanschluss

Auf dem HIAG-Areal stehen der ehemalige Kohlelagerplatz als Installations- und Umschlagsfläche sowie der mittlere Gleisanschluss grundsätzlich für die Nutzung für Materialtransporte (insbesondere Abtransport Deponiematerial) zur Verfügung. Bei einer allfälligen Nutzung des Installationsplatzes Grütschachen für die Vor-Ort-Aufbereitungsanlage wäre die Nutzung des Gleisanschlusses allerdings nicht möglich bzw. sinnvoll.

Verhandlungen

Detailverhandlungen zur Verfügbarkeit der zwei vorgesehenen, grossen Installations- und Zwischendeponieplätze sind noch im Gang (HIAG-Areal, Areal Alpiq bei der KEBAG).

Pläne

Die vorgesehenen Erschliessungswege (Zufahrtswege), Baupisten, Installations- und Zwischendeponieplätze sind auf den Situationsplänen (Planbeilagen 2.06 – 2.10) eingezeichnet. Die Baulogistik wird im Rahmen der weiteren Projektplanung laufend verfeinert und im Rahmen der Ausführungsplanung definitiv festgelegt.

Rüti - HIAG Der Transport des belasteten Aushubs der Deponie Rüti zur zentralen Vor-Ort-Aufbereitungsanlage auf dem Installationsplatz Grütschachen bzw. dem HIAG-Areal erfolgt grundsätzlich durch das Flussbett. Entlang der heutigen Ufer wird nach Bedarf eine Baupiste erstellt. Aus fischereilicher Sicht sollte ein jahreszeitlich unabhängiges Befahren der Emmesohle – analog Emme oben – zumindest mit Pneufahrzeugen grundsätzlich möglich sein.

Kanalbrücken Die während dem Bau (eventuell) benötigten Brücken über den Emmekanal sind nicht auf 40 to ausgelegt. Die Kanalbrücke in Derendingen (Emmenholzweg, Zufahrt zum Pockenhaus) ist nur für 25 to zugelassen. Die Traglast der Kanalbrücke im Emmenschachen Luterbach (Zufahrt zum Pfadiheim Luterbach) beträgt 30 to. Die Kanalbrücke beim grossen Parkplatz nördlich des HIAG-Areals (Zufahrt zur ARA bzw. für die Deponiesanierungen) muss je nach Bedarf Deponieunternehmer / Sanierungskonzept für die Bauarbeiten ebenfalls verstärkt werden oder die Zufahrt erfolgt über eine zusätzliche Hilfsbrücke.

8.3 Wasserhaltung

Bautätigkeit im Wasser Bei der Bauausführung muss die saisonal schwankende Wasserführung der Emme berücksichtigt werden. Die Ausführungszeit von Arbeiten im Hauptgerinne der Emme ist so zu wählen, dass sie möglichst bei Rest- bzw. Niedrigwasser durchgeführt werden können. Die Arbeiten am Wasser erfolgen daher schwerpunktmässig im Winterhalbjahr (ca. Oktober - April).

Wasserhaltung Für die Massnahmen entlang der Ufer werden voraussichtlich kleine Umleitungs-dämme ($h < 1$ m) aus anstehendem Sohlenmaterial geschüttet. Für die Massnahmen bei den Schwellen und Rampen ist eine Wasserhaltung (Pumpe) notwendig.

8.4 Umgang mit belasteten Standorten / Totalsanierungen Altlasten / Rückbau ARA

8.4.1 Rückbau ehemalige ARA und Nebengebäude Papierfabrik Biberist

Zeitplan Der Abbruch der ehemaligen ARA inkl. Nebengebäude auf dem HIAG Areal (Baulos 0) erfolgt als Erstes, d.h. vor der Sanierung der Deponien (Baulose 1 - 3) und den Wasserbaulosen (Baulose 4 - 6). Der Abbruch wird als eigenständiges Teilprojekt ausgeschrieben und soll von März bis Sept. 2016 umgesetzt werden.

Rückbaukonzept Für den Rückbau und die Submission ist ein Rückbau- und Entsorgungskonzept zu erarbeiten. Darin werden die Handhabung, Verantwortung und Entsorgung der unterschiedlich belasteten Abbruchmaterialien geregelt. Das Konzept ist dem AfU zur Genehmigung vorzulegen. Zu Beginn des Submissionsverfahrens sind die Unternehmungen zu einer obligatorischen Begehung aufzubieten.

Anforderungen Der Rückbau hat durch eine geeignete Firma mit entsprechenden Fachpersonen zu erfolgen und ist von einer entsprechenden Fachbauleitung zu begleiten. Für die

Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte während der Sanierung empfiehlt sich eine externe Stelle beizuziehen.

Materialanfall

Beim Rückbau der ARA fallen geschätzte 5'000 m³ fest Betonabbruch an.

8.4.2 Totalsanierung Deponien Rüti, Schwarzweg und Bioschlamm

Nachfolgend wird der vorgesehene Ablauf der Sanierung der Kehrichtdeponien Rüti und Schwarzweg sowie der Bioschlammdeponie Schachen zusammenfassend beschrieben. Für Detailangaben (besonders zu anfallenden Materialqualitäten, Entsorgungswegen, Vor-Ort-Aufbereitung, Bauablauf, Wasserhaltung und Immissionschutz) wird auf die entsprechenden Sanierungsprojekte verwiesen (Beilagen 1.07, 1.08, 1.09).

8.4.2.1 *Generelles Vorgehen*

Vor Wasserbauarbeiten

Die Sanierung der drei Deponiestandorte soll vor den eigentlichen Wasserbauarbeiten stattfinden, als eigenständiges Teilprojekt bearbeitet und als separates Unternehmerlos ausgeschrieben werden.

Die Installationsplätze und Erschliessungsanlagen (Transportpisten) der Altlastensanierung werden für das Wasserbauprojekt mindestens teilweise weiter beansprucht.

Ablauf

Nachfolgend sind der generelle Ablauf bzw. die groben Arbeitsschritte der Altlastensanierung aufgeführt.

- Roden der Deponieflächen und Erschliessungs- / Installationsflächen
- Ggf. Installation einer zentralen Vor-Ort-Aufbereitungsanlage auf dem Gelände der ehemaligen Papierfabrik (Bereich Kohlelagerplatz oder Installationsplatz Grütschachen) (vgl. Kapitel 8.4.2.3)
- Installation und Erschliessung Deponie Rüti
- Aushub und Vor-Ort-Behandlung bzw. externe Entsorgung Aushub Deponie Rüti
- Installation und Erschliessung Deponie Schwarzweg
- Aushub und Vor-Ort-Behandlung bzw. externe Entsorgung Aushub Deponie Schwarzweg
- Installation und Erschliessung Bioschlammdeponie
- Sanierung Bioschlammdeponie: Aushub und Entsorgung
- Rückbau Vor-Ort-Aufbereitungsanlage

Zeitplan

Die Altlastensanierung der drei Deponien Rüti, Schwarzweg und Bioschlamm Schachen soll von Mitte 2016 bis Ende 2017 erfolgen (vgl. Grobzeitplan Anhang M). Für die Sanierung der Deponien Rüti und Schwarzweg wird mit einer Dauer von 10 -12 Monaten (inkl. Installation und allfälliger Vor-Ort-Aufbereitung), für die Bioschlammdeponie Schachen mit 5 – 6 Monaten gerechnet.

8.4.2.2 Kehrlichtdeponien Rüti und Schwarzweg

Grundsatz

Sämtliches belastetes Material im Standortperimeter wird ausgehoben und zur Behandlung/Entsorgung weggebracht. Der Aushub wird vor Ort oder extern soweit triagiert bzw. behandelt, dass eine TVA-konforme Entsorgung möglich ist.

Behandlung Aushub > Reaktorstoff

Material, das beim Aushub die Anforderungen an Inertstoff bzw. Reaktorstoff erfüllt, kann direkt entsorgt werden (Ablagerung auf entsprechender Deponie). Das restliche Aushubmaterial muss zwingend behandelt bzw. konditioniert werden.

Behandlungsanlage

Die Behandlung bzw. Aufbereitung des ausgehobenen Deponiematerials kann in einer externen Anlage oder in einer Vor-Ort-Anlage ausgeführt werden. Die definitive Vorgehensweise wird im Rahmen des Bauprojekts noch nicht festgelegt, sondern erst mit der Ausschreibung und Vergabe der Sanierungsarbeiten. Eine Vor-Ort-Aufbereitungsanlage soll aber in jedem Fall möglich sein. Dazu werden die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen (vgl. Kapitel 8.4.2.3). Im Falle einer Vor-Ort-Behandlung wird wahrscheinlich auch Deponiematerial der Abfallkategorien Inertstoff und Reaktorstoff mitbehandelt.

Materialbilanz

In Tabelle 18 sind die erwarteten Abfallkategorien inkl. Mengenangaben und Entsorgungswegen aufgeführt. Detaillierte Angaben zu den Mengen und den Abfall- bzw. Entsorgungskategorien finden sich in den Kostenschätzungen in Anhang D bzw. in den Sanierungsprojekten.

Tabelle 18 Deponien Schwarzweg und Rüti: Erwartete Abfallkategorien inkl. Mengenangaben (best guess Szenario¹⁸) und Entsorgungswege (TVA: Techn. Verordnung über Abfälle, WBA: Wegleitung Bodenaushub)

Abfallart, Abfallkategorie (TVA, WBA)	Deponie Schwarzweg		Deponie Rüti		Entsorgungsweg
	Geschätzte Menge [m3 fest]	Anteil [%]	Geschätzte Menge [m3 fest]	Anteil [%]	
Oberboden unbelastet oder schwach belastet	3'600	7	2'400	5	Inertstoffdeponie / Aushubdeponie, Wiederverwendung vor Ort
U-Material	5'300	10	1'500	3	Aushubdeponie, Wiederverwendung vor Ort
Tolerierbarer Aushub	4'800	9	5'200	11	Inertstoffdeponie
Inertstoff	7'200	13	5'500	11	Inertstoffdeponie / Vor-Ort-Aufbereitung
Reaktorstoff	11'200	21	16'200	34	Reaktordeponie /

¹⁸ Best guess (= wahrscheinlichster Fall, Kubaturschätzung basierend auf den bestehenden Sondierungen, Einheitspreise ohne "Submissionsrabatte" als "Listenpreise"), leicht konservative Schätzung

				Vor-Ort-Aufbereitung	
> Reaktor-/ Reststoff	21'700	40	17'400	36	Externe Behandlung/ Vor-Ort-Aufbereitung
Total	53'800	100	48'200	100	

Kapazitäten Entsorgung

Die Abbauleistung, die Aufbereitung vor Ort und die Abfuhr können prinzipiell entsprechend der gewünschten Tagesleistung ausgelegt werden. Gemäss aktuellem Kenntnisstand sind bei den (externen) Entsorgungsanlagen keine Kapazitätsengpässe zu erwarten.

Immissionsschutz / Wasserhaltung

Zur Reduktion der Lärm-, Staub und Geruchsemissionen sind spezifische Schutzmassnahmen vorgesehen. Die Aushubsohle der Deponie Schwarzweg liegt bei hohen Grundwasserständen unter dem entsprechenden Grundwasserspiegel. Es werden daher Wasserhaltungsmassnahmen geplant.

8.4.2.3 Vor-Ort-Aufbereitungsanlage

Konzept / Ziele

Mit einer Vor-Ort-Aufbereitung sollen aus dem Deponiematerial die verwertbaren Anteile gewonnen werden. So können Metalle, Holz, Plastik sowie der Kiesanteil abgetrennt werden. Idealerweise gibt es nach der Aufbereitung kein Material der Abfallkategorie >Reaktor- /Reststoff mehr. Zusätzlich führt die Aufbereitung zu einer Mengenreduktion des auf Deponien (Inertstoff und Reaktorstoff) abzulagernden Materials.

Lage

Die Installation einer Vor-Ort-Aufbereitungsanlage (ca. 10'000 m² Fläche) ist im Bereich der ehemaligen Papierfabrik Biberist (voraussichtlich Bereich ehemaliger Kohlelagerplatz) vorgesehen (vgl. Projektpläne).

Art und Umfang der Vor-Ort-Aufbereitungsanlage wird im Rahmen der Submission und Vergabe der Entsorgungsarbeiten durch den Unternehmer definiert. Dabei sind die untenstehenden Anforderungen und Rahmenbedingungen zu beachten.

Anforderungen

Für die Errichtung einer (mobilen) Vor-Ort-Aufbereitungsanlage gelten die folgenden Anforderungen und Rahmenbedingungen:

- Der gesamte Platz ist vollständig zu befestigten (Kieskoffer mindestens 60 cm mächtig).
- Der Bereich der Anlage inkl. Zwischenlager-, Umschlags- und Erschliessungsflächen ist zu versiegeln und kontrolliert zu entwässern.
- Das anfallende Abwasser ist zu behandeln.
- Der Installationsplatz ist vollständig einzuzäunen (Sicht-, Lärm- und Staubschutz für die Umgebung).
- Die eigentliche Behandlungsanlage ist soweit einzuhausen, dass keine unzulässigen Lärm-, Staub- und Geruchsmissionen in der Umgebung entstehen.

Vor Baubeginn hat der Unternehmer ein bewilligungsfähiges Detail-konzept zur Anlage inkl. aller Schutzmassnahmen vorzulegen.

8.4.2.4 Bioschlammdeponie Schachen

Grundsatz Sämtliches belastetes Material im Perimeter der Bioschlammdeponie Schachen wird nach den entsprechenden Kategorien getrennt ausgehoben und zur Behandlung/Entsorgung weggebracht. Das Aushubmaterial wird vor Ort triagiert und extern behandelt.

Umgang belastete Materialien Das auszuhebende Material ist organoleptisch gut unterscheidbar und entsprechend optisch gut triagierbar. Der Aushub erfolgt chargenweise (ca. 250 – 500 m³). Der grösste Teil des Aushubs (insbesondere Bioschlamm) kann direkt aufgeladen werden. Falls nötig, wird das Aushubmaterial zur definitiven abfallrechtlichen Klassierung zwischengelagert und anschliessend zur Entsorgung abtransportiert.

Entsorgung Material, dass die Anforderungen an Inertstoff bzw. Reaktorstoff erfüllt, wird direkt entsorgt (Ablagerung in Deponie). Das restliche Aushubmaterial (vorwiegend Bioschlamm) wird behandelt bzw. verwertet.

Materialbilanz In Tabelle 19 sind die erwarteten Abfallkategorien inkl. Mengenangaben und Entsorgungswegen aufgeführt. Detaillierte Angaben zu den Mengen bzw. den Abfall- und Entsorgungskategorien finden sich in den Kostenschätzungen in Anhang D bzw. im Sanierungsprojekt.

Tabelle 19 Bioschlammdeponie: Erwartete Materialklassen inkl. Mengenangaben (best guess Szenario) und Entsorgungswege.
(TVA: Techn. Verordnung über Abfälle, WBA: Wegleitung Bodenaushub)

Abfallart, Abfallkategorie (TVA, WBA)	Geschätzte Menge [m ³ fest]	Anteil [%]	Entsorgungsweg
Oberboden, schwach belastet	1'200	6	Aushub- bzw. Inertstoffdeponie, Wiederverwendung vor Ort
U-Material	2'900	15	Aushubdeponie, Wiederverwendung vor Ort
Tolerierbarer Aushub	300	2	Inertstoffdeponie
Inertstoff	4'400	23	Inertstoffdeponie
Reaktorstoff	800	4	Reaktordeponie
> Reaktor-/ Reststoff	9'600	50	Externe Behandlung (Zementwerk bzw. thermische Verwertung im Ausland, falls Annahmebedingungen der Zementwerke nicht erfüllt werden)
Total	19'200	100	

Kapazitäten Entsorgung

Die Abbauleistung und die Abfuhr können prinzipiell entsprechend der gewünschten Tagesleistung ausgelegt werden. Im Falle der Bioschlammdeponien ist insbe-

sondere die Annahmekapazität des Zementwerks limitierend, welche bei 300 - 400 m³ pro Tag liegt.

Damm Emmenkanal

Die Bioschlammdeponie grenzt direkt an den Damm des Emmenkanals. Um die Stabilität des Damms während des Aushubs zu gewährleisten, werden für die Aushubarbeiten spezifische Massnahmen (z.B. Interventionslinie) definiert.

Nach der Sanierung wird am Dammfuss Material geschüttet, um die zukünftige Abdichtung zu gewährleisten.

*Immissionsschutz/
Wasserhaltung*

Zur Reduktion der Lärm-, Staub und Geruchsemissionen sind spezifische Schutzmassnahmen vorgesehen. Die Aushubsohle liegt bei hohen Grundwasserständen unter dem entsprechenden Grundwasserspiegel. Es werden daher Wasserhaltungsmassnahmen geplant.

8.4.3 Weitere belastete Standorte im Projektperimeter

*Aushub- und Bau-
schuttdeponien*

Insbesondere im Bereich der Aufweitungen liegen weitere belastete Standorte im Projektperimeter (vgl. Kap. 3.3). Mehrheitlich handelt es sich dabei um "Aushub- und Bauschuttdeponien", d.h. es ist nur untergeordnet mit stark belastetem Material wie Kehricht zu rechnen.

Abfallkategorien

Der grösste Teil des anfallenden Aushubs wird aufgrund der Schadstoffgehalte bzw. des Fremdstoffanteils den Abfallkategorien "unverschmutzt", "tolerierbares Aushubmaterial" bzw. "Inertstoff" zugeordnet werden können. Lokal können kleinere Aushubmengen der Abfallkategorie "Reaktorstoff" auftreten.

Materialbilanz

Die anfallende Menge an belastetem Aushubmaterial wurde für die betroffenen bekannten belasteten Standorte detailliert ermittelt (vgl. Kap. 8.5). Für "unbekannte" Vorkommen wurde zusätzlich noch ein pauschaler Prozentsatz (10 % Inertstoff, 1 % Reaktorstoff) vom gesamten Aushubvolumen angenommen (vgl. Kap. 8.5).

Entsorgungswege

Für das anfallende belastete Aushubmaterial stehen die Entsorgungswege "Inertstoffdeponie" und "Reaktordeponie" zur Verfügung. Aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes sind keine weiteren Entsorgungswege und insbesondere keine Behandlung/Aufbereitung nötig.

Sicherung

In allen betroffenen ("angeschnittenen") Deponien ist auch stärker belastetes Material (Inertstoff/Reaktorstoff) vorhanden. Mögliche Emissionen (z.B. Abschwemmungen) durch die offenliegenden Deponieanschnitte sind daher zu verhindern.

Die betroffenen Bereiche sollten nicht erodiert werden. Es ist daher eine Befestigung der offenliegenden Deponieanschnitte vorgesehen (harte Ufersicherung). Ob eine Abdichtung nötig ist (z.B. mit Bentonitmatten) wird baubegleitend nach Vorliegen der effektiven Belastungssituation entschieden.

8.5 Materialbewirtschaftung / -bilanz

8.5.1 Anfallende Materialien (Aushub / Rückbau)

*462'000 m³ Aushub-
und Rückbaumaterial*

Die Optimierung der Massenflüsse ist im vorliegenden Projekt für die Baukosten, die Umweltverträglichkeit (u.a. Transporte) und die Baulogistik von grosser Bedeutung. Insgesamt wird mit rund 462'000 m³ (fest) Aushub (inkl. Ober- und Unterboden) und Rückbaumaterial gerechnet, wovon insgesamt 121'000 m³ bei der Sanierung der drei Deponien anfallen.

Lose 4-6

Für die Lose 4-6 (Hochwasserschutz und Revitalisierung, ohne Deponien) wird insgesamt mit rund 336'000 m³ (fest) Aushub gerechnet. Die grössten Mengen fallen in folgenden Materialklassen (MK) an:

- MK1: Oberboden (Walderde) 31'000 m³ fest
- MK2: Unterboden 41'000 m³ fest
- MK4: Kiessand 24'000 m³ fest
- MK5: Kies / Emmeschotter 181'000 m³ fest

Annahmen

Im weiteren wird angenommen, dass:

- rund 8'300 m³ Feinsedimente (MK3) mit einem organischen Gehalt von >5% anfallen werden (Annahme: 10% von Unterboden und Kiessand),
- rund 34'000 m³ Aushub unbekannter Herkunft (MK10) auf eine Inertstoffdeponie geführt werden müssen (Annahme: 10% der Gesamtkubatur),
- rund 3'000 m³ Aushub unbekannter Herkunft (MK11) auf eine Reaktordeponie geführt werden müssen (Annahme: 1% der Gesamtkubatur),
- entlang der Brücken rund 5'600 m³ belasteter Oberboden- und Bodenaushub (MK7 und MK8) anfallen.

Neophyten

Auf Basis der Kartierung im Rahmen des Vorprojekts wird angenommen, dass ca. 1.5% der Gesamtkubatur als Bodenaushub mit Neophyten durchsetzt (MK9) anfallen wird.

Eine detaillierte Beschreibung der anfallenden Materialklassen sowie die Zusammenstellung der pro Massnahme anfallenden Mengen befinden sich im Anhang F Materialklassen und Materialbilanz.

8.5.2 Materialbilanz

Grundsätze

Als Grundsatz wird unbelastetes Aushubmaterial und unbelasteter Boden so weit wie möglich im Projekt (innerhalb des jeweiligen Loses) wiederverwendet. Im Bereich der drei total zu sanierenden Deponien wird sämtliches belastetes Material entfernt und extern entsorgt (bzw. zuerst in der Vor-Ort-Aufbereitung behandelt).

Abfuhr und Verwertung Bei der Materialklasse MK5 Emmeschotter können rund 65'000 m³ nicht vor Ort wiederverwendet werden und müssen abgeführt bzw. können anderweitig verwertet werden (vgl. auch Anhang F).

Verwertung Oberboden Beim Oberboden-Material fallen insgesamt 31'000 m³ (fest) an. Davon können rund 24'000 m³ im Projektperimeter verwertet werden. Das meiste davon wird für die Rekultivierung der Dämme und der Randflächen der Überflutungsflächen eingebaut. Weiter kann ein Teil zum Einbau der biogenen maschinellen Ufersicherung (BMU) und für die lokale Erhöhung der Oberbodenmächtigkeit bei gerodeten Flächen verwendet werden. Für die verbleibenden rund 7'000 m³ Oberboden sind im Rahmen des weiteren Projekts nach Möglichkeit weitere Verwendungsoptionen im Projektperimeter zu prüfen. Beim Rodungsprozess (Entfernung Wurzelstöcke) ist zudem mit gewissen Verlusten an Walderde (Oberboden) zu rechnen.

Zwischendeponie Emmeschotter Die grossen Kubaturen an Emmeschotter können je nach Baulogistik in relativ kurzer Zeit anfallen, so dass sinnvolle Verwendungsmöglichkeiten (in der Region) durch die Bauunternehmungen beschränkt sind. Im Projekt sind deshalb zwei grössere Zwischendeponieplätze vorgesehen (HIAG Areal Biberist und Alpiq Zuchwil).

Deponiekapazitäten Für die erwarteten rund 34'000 m³ (fest) Aushub Inert (ohne Altlastensanierungen) sind mit den drei Inertstoffdeponien im Kanton (z.B. IS-Deponie Attisholz) genügende Kapazitäten vorhanden. Ebenso für die ca. 3'000 m³ Reaktorstoffmaterial.

8.6 Baurisiken

Alarmierungskonzept Während der Bauzeit kann es zu Hochwassersituationen verschiedenen Ausmasses kommen. Im Rahmen des Ausführungsprojektes ist zu definieren wie in einer solchen Situation zu reagieren ist. Insbesondere ist ein auf die Bauphase angepasstes Alarmierungskonzept zu erarbeiten. Dabei ist es sinnvoll auf die bestehenden Alarmierungskonzepte und -infrastrukturen (z.B. BAFU-Messstationen Emmenmatt und Wiler, Prognosemodelle BAFU, etc.) zurückzugreifen. In ein Hochwasseralarmierungssystem für die Bauphase wird auch die Emmekanalgesellschaft eingebunden (Schwallwarnungen).

Sicherheit der Arbeiter Für die Sicherheit der Baustelle bzw. der Bauarbeiter ist grundsätzlich der ausführende Bauunternehmer zuständig.

Risikowassermenge Die sogenannte Risikowassermenge bezeichnet diejenige Abflussmenge bei welcher der Bauunternehmer (alleine) für allfällige Schäden am Bauwerk aufzukommen hat. Für das vorliegende Projekt wird, analog den ausgeführten Bauarbeiten an der Emme im oberen Abschnitt (Biberist / Gerlafingen), als Risikowassermenge ein Wert von 200 m³/s (ca. HQ1 bis HQ2) vorgeschlagen. Massgebend ist die BAFU-Messstation Wiler bei der Limpachmündung.

9 Auswirkungen der Massnahmen (Bau- und Betriebsphase)

9.1 Auswirkungen auf die Umwelt

Die Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt sind im UVB (Bericht 1.05) beschrieben. Nachfolgende Relevanzmatrix stellt die Auswirkungen auf die Umwelt zusammenfassend dar (vgl. auch Anhang E).

Tabelle 20 Relevanzmatrix

		Umweltbereiche															
		Luftreinhaltung, Klimaschutz	Lärmschutz	Erschütterung / Körperschall	Nichtionisierende Strahlen	Gewässer: Grundwasser	Gewässer: Oberflächengewässer (inkl. Gewässerökologie/Fische)	Gewässer: Entwässerung	Boden	Alliasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)	Störfallvorsorge/Katastrophenschutz	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume (inkl. Auen)	Landschaft und Ortsbildschutz	Kunstdenkmäler, archaische Stätten
Ausgangszustand	Vorbelastungen vorhanden?	◆					◆			◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆
Bauphase	Baustelle (Installationsplätze, Baupisten etc.)	●				●	●	●	●		●		●	●	●	●	●
	Bautätigkeit	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	
	Bauverkehr	●	●	●										●	●	●	
	Materialbewirtschaftung (Rohstoffe, Abfälle, Zwischenlager, Deponien, Altlastsanierung)	●	●			●	●		●	●	●	●		●	●		
Betriebsphase	Bauwerk (iHWS mit Dämmen/Schwellen)					●	○						●	○	○	●	
	Betrieb (Wasserabfluss, Dynamik)					●?	○			●	●				○	○	
	Überlastfall							●		●			●				
Präzisierung	Beschrieb Auswirkung, Betroffene, geographische Lokalisierung etc.	<p>einzig Baubetrieb (Materialbewegung, in-situ-Aufbereitung Alliasten: Staub, Gerüche) von Bedeutung</p> <p>Bau: Materialbewegung in Siedlungsnähe sowie in-situ-Aufbereitung Alliasten von Bedeutung</p> <p>einzig Baubetrieb (Materialbewegung) in Siedlungsnähe von Bedeutung</p> <p>keine Auswirkungen</p> <p>Betrieb: möglicher Anstieg Grundwasserpegel bei Derendingen (1m) bzw. Zuchwil/Luterbach (0.3-0.6m)</p> <p>Bau- und Betrieb: Auswirkungen auf Grund- und Trinkwasserqualität</p> <p>Betrieb: Qualität Emmelauf wird diversifiziert und aufgewertet</p> <p>Bau: Mit Trübung Abfluss ist zu rechnen</p> <p>Bau: sorgfältige Baustellenentwässerung/Abwasserbehandlung</p> <p>Betrieb: -</p> <p>Bau: Abtrag Boden mit Bodenschutzkonzept, Materialbewirtschaftung unter Berücksichtigung Anspruch Boden</p> <p>Betrieb: Sicherung verbleibende Alliasten vor Erosion</p> <p>Bau: Sanierung Deponien: Bioschlamm, Schwarzweg, Rütli</p> <p>Betrieb: Gefahr Littering im Erholungsraum</p> <p>Bau: Bewirtschaftung Baustellen-Abfall</p> <p>Betrieb: Unterhaltskonz. inkl. Kampf gegen Neophyten (erste Jahre wichtig)</p> <p>Bau (Entsorgung+Umgang): Neophyten werden aktiv bekämpft</p> <p>Betrieb: -</p> <p>Bau: Einsatz umweltgefährdende Stoffe</p> <p>Bau: temporäre Rodungen</p> <p>Betrieb: umfassende Rodung im neuen Gewässerraum</p> <p>Betrieb: Vernezung Lebensräume verbessert</p> <p>Bau: minime Beeinträchtigung insb. Wasserkraftanlage Luterbach</p> <p>Betrieb: Naherholungsraum verbessert</p> <p>Bau/Betrieb: IVS SO 480 (Wassertrasse Emme) / Voluten Pockenhaus / Wasserkraftwerke am Emmenkanal minime Beeinträchtigung, v.a. Verbesserung des Hochwasserschutzes</p>															

- ◆ mit Vorbelastung
- unerheblich
- mässige Umweltbelastung
- bedeutende Umweltbelastung
- Entlastung/Verbesserung

In den folgenden Umweltbereichen sind gemäss UVB Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt zu erwarten:

Flora, Fauna und Lebensräume

Der Umweltbereich profitiert durch die Realisierung der geplanten Massnahmen von einer bedeutenden qualitativen Verbesserung der Lebensräume entlang der Emme. Es entstehen neue Lebensräume für fluss- und auentypische Tier- und Pflanzenarten.

Durch die vorgesehenen Massnahmen im gesamten Projektabschnitt werden dynamische Prozesse in und entlang der Emme erhöht. Die verstärkte Dynamik der Emme lässt wieder seltene Pionierstandorte wie Kies- und Sandbänke sowie Flach- und Steilufer entstehen, die von seltenen Arten besiedelt werden können. Insgesamt kann von einer höheren Diversität der Standortbedingungen im Projektperimeter ausgegangen werden.

Trotz der stellenweise grösseren Verluste von heutigen Naturwerten, bewirkt das Projekt insgesamt eine deutliche Aufwertung des Lebensraumes Emme innerhalb des Projektperimeters.

*Oberflächen-
gewässer*

Durch die vorgesehenen Aufweitungen, die Uferstrukturierungen (u. a. ungesicherte strukturierte Ufer) sowie die verschiedenartigen Einbauten im Gerinne (Buhnen, BMU etc.) ergeben sich für den Umweltbereich Oberflächengewässer deutliche Verbesserungen. Dynamische Prozesse in der Emme werden häufiger. Die Entstehung neuer Ufer- und Sohlenstrukturen wird auf gewissen Abschnitten deutlich gefördert. Das Projekt führt zu einem quantitativ und qualitativ substantiell aufgewerteten Lebensraum. Durch das Projekt wird zudem die Fischdurchgängigkeit im Projektabschnitt wiederhergestellt. Auch wird der Dorfbach Biberist fischökologisch aufgewertet und an die Emme angebunden.

Grundwasser

Dem Umweltbereich Grundwasser wurde im Rahmen der Projektierung besondere Beachtung geschenkt. In einem separaten Fachbericht wurde nachgewiesen, dass hinsichtlich Grundwasserqualität und -quantität langfristig keine Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Kurzzeitig und emmenah kann jedoch eine erhöhte Infiltration möglich sein. Die Anforderungen bezüglich Grundwasserschutz wurden frühzeitig im Vorhaben berücksichtigt. Die Nutzung der bestehenden Grundwasserfassungen wird sichergestellt und nicht geändert.

Eine Beeinträchtigung des Grundwassers ist zwar während der Bauphase nicht vollständig auszuschliessen, kann aber mit geeigneten Massnahmen begrenzt werden.

Boden

Durch das vorliegende Bauvorhaben werden Böden definitiv beansprucht, d. h. es gehen Flächen mit natürlich gewachsenen Böden von rund 11,7 ha verloren. Dies ist v. a. auf die Überflutungsflächen und Aufweitungen zurückzuführen.

Zudem gehen bei der Gerinneerweiterung Seebächli 400 m² Fruchtfolgeflächen verloren. Zudem wird hier auf einer Länge von 75 m ein bewirtschaftbarer Schutzdamm erstellt, wobei eine FFF von ca. 1'500 m² tangiert wird. Der Damm wird aber so ausgebildet (1:12) und rekultiviert, dass die Fläche wieder als FFF genutzt werden kann.

Schwach belasteter Bodenaushub fällt insbesondere bei den sanierungsbedürftigen Standorten an. Zusätzlich dazu werden während der Bauphase rund 33.8 ha Boden temporär für die Erschliessung, Installationsplätze etc. benötigt. Durch Dammbauten werden 54.1 ha Bodenfläche beansprucht.

Im Gegenzug entstehen insbesondere in den Flutmulden (an den Standorten der sanierten Deponien Schwarzweg und Rüti) grosse Flächen zur Bildung von neuen Rohböden (mind. 5 ha).

Durch das Projekt werden grosse Flächen mit Boden definitiv beansprucht (Bodenverlust v. a. von Fluvisolen), im Gegenzug werden in der gleichen Grössenordnung Flächen für die natürliche Auendynamik (und damit neue Rohböden) geschaffen.

Altlasten

Im Rahmen des Projektes werden die Deponien Bioschlammdeponie (Biberist), die Kehrichtdeponie Schwarzweg (Derendingen) sowie die ehem. Kehrichtdeponie Rüti (Zuchwil) total dekontaminiert. Das heisst sämtliches belastetes Material wird entfernt (Kubatur insgesamt: 121'000 m³). Für alle drei Deponien wurden Sanierungsprojekte auf Stufe Bauprojekt erarbeitet. Für die übrigen belasteten Standorte wird eine Teildekontamination durchgeführt. Das im Rahmen von baulichen Massnahmen freigelegte Material (z. B. angeschnittene Böschungen) wird mittels Sicherungsmassnahmen geschützt.

Durch die Altlastensanierungen bzw. die Teildekontamination mit entsprechender Sicherung der Restbelastungen wird im Betriebszustand eine deutliche Verbesserung der Umweltsituation erreicht.

Abfälle

Durch das Vorhaben entstehen grosse Mengen an Rückbau- und Aushubmaterial (inkl. Ober- und Unterboden), insgesamt rund 462'000 m³. Davon fallen 121'000 m³ Material bei der Sanierung der drei Deponien an.

Das bei der Totaldekontamination der Deponien anfallende Aushubmaterial wird bis auf geringe Mengen an unverschmutztem Aushub- und Oberbodenmaterial aus dem Projektperimeter geführt und TVA-konform entsorgt.

Bedeutende Anteile des Materials können innerhalb des Projekts wiederverwendet werden. Trotzdem besteht ein Materialüberschuss von rund 260'000 m³ (inkl. Deponiesanierung). Ein Teil des überschüssigen Materials muss auf Deponien im Kanton Solothurn abgelagert werden.

Wald

Die Realisierung des Projektes beansprucht viel Waldareal, das aber als Naturraum bestehen bleibt. Das Projekt tangiert insgesamt 267'373 m² Wald. Davon werden 220'233 m² temporär und 47'140 m² definitiv, ohne Ersatzmassnahmen, beansprucht. Eine Fläche von 449 m² Wald (mit Ersatzmassnahmen) wird definitiv gerodet und durch zwei Aufforstungen von insgesamt 483 m² ersetzt. Dies ergibt eine positive Bilanz von 34 m². Die vorgesehenen Rodungen führen zu keiner erheblichen Gefährdung der Umwelt.

Die Rodungen erfolgen in der Regel inklusive Stockrodung. Ausnahme bildet der Emmenschachen in Luterbach (rechte Uferseite), wo auf einem 10 Meter breiten Streifen die Bäume, aber nicht die Wurzelstöcke gerodet werden.

Auf den Überflutungsflächen sowie in den natürlich geschaffenen Aufweitungsflächen soll sich eine natürliche Auenwalddynamik mit Weichholzauen entwickeln

können (Sämtliche Auenwaldstandorte sind in der Schweiz heute sehr selten und teilweise bedroht).

Die neu erstellten Dämme können nur mit niedrigwachsenden Baum- und Straucharten locker wiederbestockt werden. Es wird auf standortgerechte Arten geachtet. Die Dammkrone bleibt bestockungsfrei.

Landschaft und Ortsbild

Durch das Hochwasserschutz und Revitalisierungsprojekt Emme werden grosse Flächen (z. T. temporär) verändert. Gegenüber dem heutigen Zustand schafft das Projekt eine landschaftliche Verbesserung dank flacheren Ufern und der Aufweitung des Flussraums an verschiedenen Stellen. Dynamische Prozesse im Gerinne führen zu einer Diversifizierung des Flussraumes und der dort vorkommenden Lebensräume. Obwohl diese Verbesserungen im Wesentlichen einen naturräumlichen Charakter aufweisen, bleiben die anthropogenen Einflüsse auf den Flussraum und insbesondere der anthropogen beeinflusste Charakter des Flusslaufs in gewissen Bereichen weiterhin erkennbar.

weitere Umweltbereiche

In den Umweltbereichen Luft, Lärm, Erschütterung/Körperschall, NIS, Entwässerung, Umweltgefährdende Organismen, Störfall sowie Kulturdenkmäler sind die Projektauswirkungen sehr beschränkt und beziehen sich meist nur auf die Bauphase.

9.2 Auswirkungen auf die Raumplanung

Überlagernde kantonale Vorschriften

Im Rahmen des Hochwasserschutz und Revitalisierungsprojekts Emme Solothurn, Wehr Biberist bis Aare werden zwei Planungsinstrumente erlassen: Der kantonale Teilzonenplan „Kantonale Uferschutzzone Emme, Wehr Biberist bis Aare“ und der kantonale Erschliessungs- und Gestaltungsplan "Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare", welchem die Bedeutung der Baubewilligung nach Art. 39 Abs. 4 des Planungs- und Baugesetzes (PBG, BGS 711.1) zukommt. Die beiden kantonalen Planungsinstrumente gehen den Nutzungsplänen der Einwohnergemeinde vor. Im Folgenden wird auf die Auswirkungen des kantonalen Erschliessungs- und Gestaltungsplans eingegangen, die Auswirkungen des kantonalen Teilzonenplans auf die Raumplanung sind im Bericht 1.12 detailliert erläutert.

Bauzonen

Folgende Massnahmen des Erschliessungs- und Gestaltungsplans haben Auswirkungen auf bestehende Bauzonen:

- M3: Damm Welpenspielplatz Biberist tangiert die Zone für öffentliche Bauten und Anlagen.
- M4: Damm Neuquartierstrasse Biberist tangiert die Wohnzone.
- M8: Aufweitung Papierfabrik Biberist tangiert die Industriezone.
- M9: Damm Giriz Biberist tangiert die Wohnzone.
- M12: Aufweitung Schwarzweg Derendingen tangiert die Zone für Freizeit und Erholung.

Gemäss dem Endzustand des Erschliessungs- und Gestaltungsplans werden diese Flächen – mit Ausnahme des Welpenspielplatzes – nicht mehr für ihre bisher vorgesehene Grundnutzung zur Verfügung stehen. Den Gemeinden wird empfohlen, die betroffenen Flächen um- resp. auszuzonen (vgl. Bericht 1.12). Für die übrigen Bauzonen sowie die bestehenden Bauten und Anlagen im Perimeter und in der Umgebung des Erschliessungs- und Gestaltungsplans werden durch dessen Massnahmen eine Verbesserung, namentlich der Hochwasserschutz, herbeigeführt.

Landwirtschaft

Die Parzelle 1489 in Biberist, welche der Landwirtschaftszone zugewiesen ist, wird gemäss dem Erschliessungs- und Gestaltungsplan neu als Damm beansprucht. Allerdings wird die Fläche bereits heute nicht landwirtschaftlich bewirtschaftet. Die zweite tangierte Landwirtschaftszone (FFF) liegt im Bereich der Girizstrasse in Biberist (Parzelle 966). Emmenseitig entsteht auf dieser Fläche ein Damm, welcher luftseitig bis zur Dammkrone bewirtschaftbar bleibt. Somit entstehen nach Umsetzung der Massnahmen keine Nutzungseinschränkungen und die Flächen können weiterhin als Fruchtfolgeflächen genutzt werden. Gewisse Flächen werden im Überlastfall als Entlastungsräume und Überflutungsflächen beansprucht (Abbildung 72). Diese Entlastungsräume springen allerdings erst bei sehr hohen Abflüssen²⁹ mit einer Wiederkehrperiode von über 300 Jahren an.

Waldnutzung

Durch die geplanten Massnahmen an der Emme sind Waldrodungen erforderlich. Ausserhalb der Aufweitungs- und Überflutungsflächen ist mit keiner Einschränkung in der Waldnutzung zu rechnen. Die Auswirkungen der Massnahmen auf die Waldbewirtschaftung können der Tabelle „Übersicht Massnahmen und waldbrechtliche Beurteilung“ (Anhang B) entnommen werden.

Natur- und Landschaftsschutz

Durch die Umsetzung der geplanten Massnahmen werden die Lebensräume für Flora und Fauna sowie die Landschaft generell aufgewertet, was konsequenterweise eine Aufwertung im Sinne des Natur- und Landschaftsschutzes bewirkt.

Das kantonale Naturreservat Giriz wird randlich (Emme-seitig) tangiert. Zudem sind bauliche Eingriffe im Emmenschachen (Auengebiet von nationaler Bedeutung, kantonales Naturreservat) zur Schaffung der beiden Initialgerinne (M32) und der Bau eines Altarms sowie einzelner Stillgewässer (M33) vorgesehen. Diese Eingriffe stellen eine Aufwertung der ökologischen Situation dar. Zum einen wird die Häufigkeit von Überflutungen des Auengebiets erhöht (vgl. Kap. 6.6), zudem wird durch die Schaffung neuer Lebensräume das Gebiet ökologisch aufgewertet.

Ortsbildschutz / Denkmalpflege

Die beiden geschützten Kulturobjekte (Kraftwerke) werden durch die Hochwasser- und Revitalisierungsmassnahmen nur indirekt beeinträchtigt. Die Kraftwerkanlagen befinden sich ausserhalb des Geltungsbereichs. Dadurch, dass neben den denkmalgeschützten Bauten Hochwasserschutzdämme vorgesehen sind, wird sich lokal das Erscheinungsbild der Umgebung leicht verändern. Damit die Dämme

²⁹ Austritte in die Entlastungskorridore erfolgen bei $EQ = 1.3 \times HQ_{100} = 845 \text{ m}^3/\text{s}$

nicht als Störung des historischen Ensembles wahrgenommen werden, sollen sie möglichst „unaufgeregt“ in die Landschaft gelegt werden.

Erschliessung

Aufgrund der geplanten Hochwasser- und Revitalisierungsmassnahmen wird die Zugänglichkeit und Erschliessung zur Emme an einigen Orten verändert. Beispielsweise werden etliche Zugangsstellen zum Gewässer durch die Gewässeraufweitungen zurückversetzt resp. neu gestaltet.

Die Durchlässigkeit der Wander- und Velowege ist nach der Realisierung der Massnahmen gewährleistet.

Die potenziellen Konflikte mit den Werkleitungen sind in den Werkleitungsplänen ersichtlich.

9.3 Auswirkungen auf den Geschiebehalt und die Morphologie

Prozesse

Infolge der vorgesehenen Gerinneverbreiterung wird die Sohle auflanden und im Flussbett werden sich wieder Bänke und Kolke ausbilden. In den Abschnitten mit den Überflutungsflächen Papierfabrik und Schwarzweg ist je nach Ereignis mit Auflandungen oder Erosionen zu rechnen. Diese sind sowohl aus ökologischer als auch aus landschaftsgestalterischer Sicht sehr erwünscht. Die Sohlenstrukturen fördern die Strömungsvielfalt im Gewässer und ermöglichen es, dem Fluss einen Teil seiner ursprünglichen Dynamik zurückzugeben. Die Emmebirne in Utzenstorf (Abbildung 60) sowie die Aufweitung Winterseyschache oberhalb Burgdorf (Abbildung 61) sind zwei Beispiele, wie sich die Sohle nach der Verbreiterung entwickeln könnte. Die Verbreiterung erfolgt teilweise maschinell, wo immer möglich soll sich das Gerinne jedoch selbständig verbreitern können. Dies ist vor allem im Emmenschachen möglich.

Bei der Definition der zukünftigen Sohlenbreite spielten verschiedene morphologische Überlegungen eine Rolle. Die Wahl erfolgte unter Berücksichtigung der natürlichen und der naturnahen Sohlenbreite.



Abbildung 60 Beispiel eines aufgeweiteten Gerinnes an der Emme bei Utzenstorf, sogenannte Emme-Birne, Blick flussabwärts.



Abbildung 61 Beispiel eines aufgeweiteten Gerinnes an der Emme im Winterseychache oberhalb Burgdorf.

Morphologie im natürlichen Zustand

Einen guten Anhaltspunkt über die Morphologie im unverbauten natürlichen Zustand liefern die vorhandenen alten Karten aus dem Projektgebiet aus dem 18. und 19. Jahrhundert.



Abbildung 62 Der Flussraum der Emme im Gebiet Derendingen / Luterbach gemäss Karten aus den Jahren 1731 (links) und 1825 (rechts). Hinterlegt ist ein Luftbild aus heutiger Zeit. Die schwarzen Linien bezeichnen korrigierende Eingriffe des Menschen, die grünen Flächen zeigen Auenwald, die gelben Alluvionen.

Die alten Karten zeigen, dass das Bett der Emme ursprünglich wesentlich breiter war als heute und sehr vielfältige Strukturen aufwies. Vermutlich befand sich das Gerinne damals in einem Auflandungszustand und es wurde, im Verhältnis zum Transportvermögen, viel Geschiebe transportiert. Dementsprechend resultierten eine grosse Sohlenbreite mit verzweigten Sohlenstrukturen und eine grosse morphologische Dynamik.

Naturnaher Zustand

Im heute dicht besiedelten Raum ist eine solch grosse morphologische Freiheit wie es die alten Karten zeigen jedoch nicht mehr möglich. Aus Sicht Hochwasserschutz ist ein Auflandungszustand zudem nicht akzeptierbar. Die Sohle muss stabil sein, um den Schutz langfristig gewährleisten zu können. In diesem Fall sind die zu erwartenden Sohlenbreiten geringer. Wertvolle morphologische Strukturen können mit einer genügend grossen Sohlenbreite aber immer noch erreicht werden. Es handelt sich dann aber um einen naturnahen Zustand. Diese naturnahe Sohlenbreite kann als Regimebreite bezeichnet werden.

Regimebreite

Die Regimebreite ist eine charakteristische Grösse für das ganze Projekt. Sie entspricht derjenigen Breite des Flussbettes, welche für den Abfluss und das Geschiebe beansprucht wird. Falls dem Fluss eine grössere Breite zur Verfügung gestellt wird, werden die restlichen Flächen einwachsen und es werden sich neue Auenwälder bilden. Der durch die Regimebreite definierte Flussschlauch bleibt aber mehr oder weniger frei von Bewuchs. Falls die Ufer nicht befestigt werden, ist eine Verlagerung des Flussschlauches möglich, dessen Breite bleibt theoretisch aber ungefähr konstant. Die Regimebreite ist zeitlich und räumlich variabel, weil sie vom Geschiebeeintrag, von der Abflussperiode (trockene und nasse Perioden) und der morphologischen Dynamik geprägt wird.

Regimebreite Emme

In Utzenstorf wurde die Emme auf einer Länge von 400 m von 30 m auf rund 80 m aufgeweitet. Schon kurz nach der Aufweitung bildeten sich neue Kiesbänke und Niederwasserrinnen. Diese formten sich in der Folge immer wieder um (Abbildung 63). In den letzten, eher trockenen Jahren, konnte sich in der Mitte des Gerinnes ein kleiner Auenwald entwickeln (Abbildung 64). Aufgrund dieser Erfahrungen und aufgrund von theoretischen Ansätzen über die natürliche Sohlenbreite (vgl. Gleichgewichtsbreite und Grenzbreite in der Dissertation von P. Requena²⁰) wird von einer Regimebreite von 50-60 m ausgegangen. Dabei handelt es sich um einen Mittelwert²¹.

²⁰ Requena, P., (2008). Seitenerosion in kiesführenden Flüssen, Prozessverständnis und quantitative Beschreibung, Mitteilung Nr. 210 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich

²¹ Bei den Betrachtungen zum Gewässerraum wird von einer geringeren Breite ausgegangen (vgl. Bericht Gewässerraum).



Abbildung 63 Entwicklung der Emmebirne in den Jahren 1991/92 bis heute



Abbildung 64 Sohlenstrukturen und aufkommende Vegetation in der Emmebirne.

Bei Niedrigwasser fliesst in der Emme aufgrund der Restwassersituation sehr wenig Wasser. Obwohl das Gerinne aufgeweitet wird, ist aber nicht mit einer Verflachung des Wasserspiegels zu rechnen, weil sich in Längsrichtung eine Niederwasserinne mit geringerer Breite als die Sohlenbreite ausbilden wird.

Die Bänke prägen den Lebensraum und sind je nach Standort auch für spezialisierte Vogelarten sowie für die Erholungssuchenden sehr wertvoll. Die Kolkstrukturen sind vor allem für die Fische wichtig.

Bank-Kolk-Strukturen

Gemäss der Formel von Zarn²² ist im aufgeweiteten Gerinne mit Kolk-tiefen von ca. 1.2 m und Bankhöhen von ca. 0.5 m zu rechnen (Abbildung 65). Die zukünftige Morphologie entspricht derjenigen eines Gewässers mit alternierenden Bänken (Abbildung 66). Zur Ausbildung von Sohlenstrukturen sind Sohlenbreiten von 40 m und mehr notwendig und die Geschiebezufuhr muss genügend gross sein. Mit dem heutigen Geschieberegime ist jedoch eine genügende Zufuhr gewährleistet.

²² Zarn, B., Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität, Mitteilung Nr. 154 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, 1997

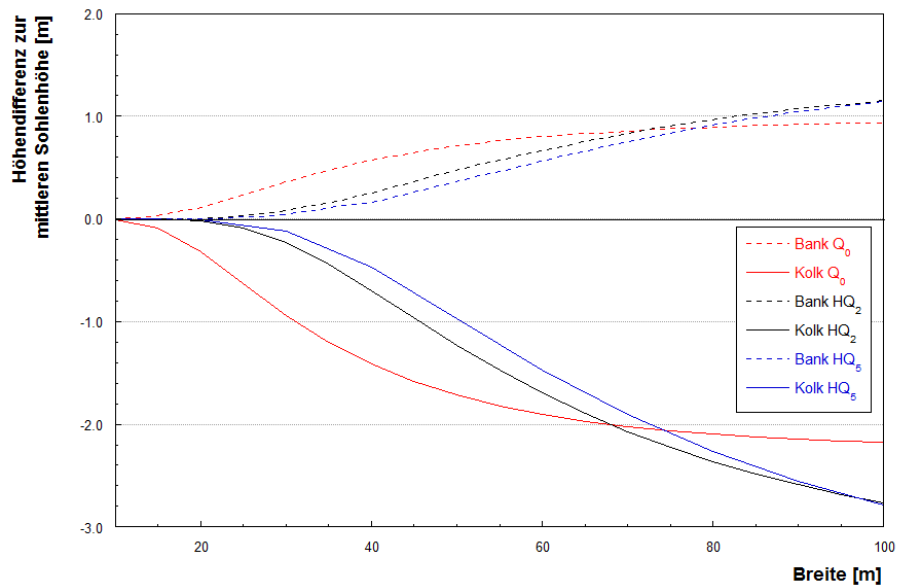


Abbildung 65 Einfluss der Flussbettbreite auf die Bank-Kolk-Strukturen. Darstellung für HQ₅ = 366 m³/s, HQ₂ = 268 m³/s und Q₀ = 100 m³/s.

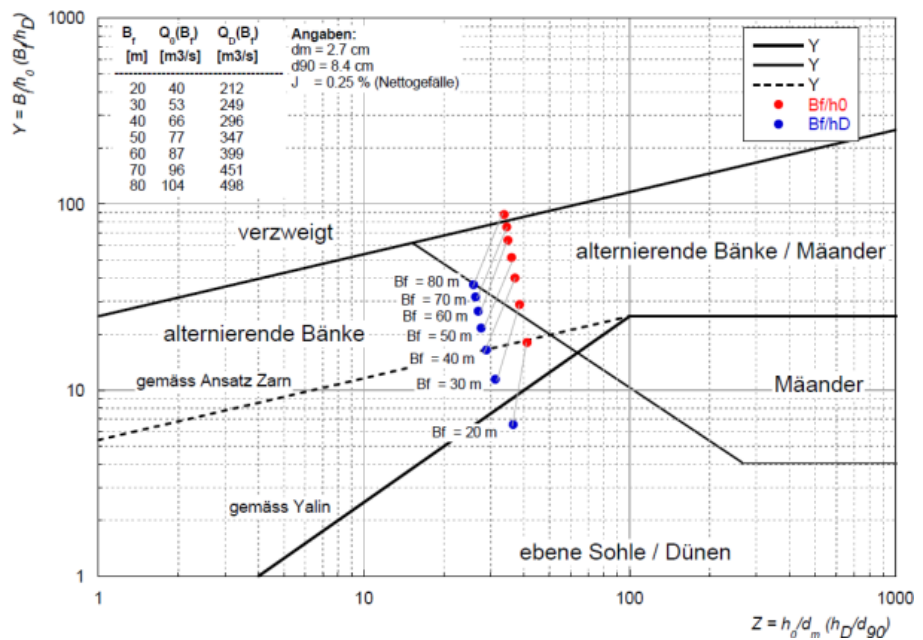


Abbildung 66 Zu erwartende Morphologie bei verschiedenen Sohlenbreiten (da Silva Diagramm²³). Im Auflandungszustand ist das dm massgebend (rote Punkte), im Erosionszustand das d₉₀ (blaue Punkte).

Zeitliche Entwicklung

Hinweise über die zeitliche Entwicklung einer Aufweitung bei einer Entfernung der Uferverbauungen liefern die Erfahrungen mit der Aufweitung Winterseychache sowie die Ergebnisse der numerischen Simulationen mit dem 2D-Geschiebemodell im Emmenschachen.

²³ da Silva, A.M.A.F., Alternate bars and related alluvial processes, Queen's University, Kingston, 1991

Anfänglich 1 – 2 m pro
Jahr

Die Entwicklung im Winterseychache zeigt, dass anfänglich mit einer Seitenerosion von ca. 1-2 m pro Jahr gerechnet werden muss (1996-2004 in Abbildung 67). Je breiter das Gerinne ist, umso stärker ist der Druck auf die Ufer, vor allem im unteren Bereich der Aufweitung, und umso grösser ist die Seitenerosion (2004-2005). Bei einem grossen Hochwasser analog zum Ereignis 2005 sind Anrissstiefen bis zu 15 m zu erwarten.

Modellierungen

Die numerischen Simulationen mit dem 2D-Geschiebemodell ergeben, dass im Bereich Emmenschachen bei einer Entfernung der Uferverbauung anfänglich²⁴ mit verhältnismässig schwachen Seitenerosionsprozessen zu rechnen ist und sich die Sohle nur langsam strukturieren wird (Abbildung 68). Aufgrund der Erfahrungen im Winterseychache kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Geschwindigkeit der Erosionsprozesse zunehmen wird, sobald eine grössere Sohlenbreite erreicht ist. Solche Seitenerosionsprozesse sind erwünscht. Sie sind die Voraussetzung für die nachfolgende sekundäre Seitenerosion, bei welcher eine Gerinneverlagerung auftritt, welche wiederum die Voraussetzung ist, damit sich neue Weichholzaenwälder ausbilden können.

Aktuell ist vorgesehen, die Emme im Emmenschachen initial auf 35 – 40 m Sohlenbreite aufzuweiten und die Seitenerosion mit Leitwerken (Buhnen, Inseln, Uferanrissen) zu fördern.

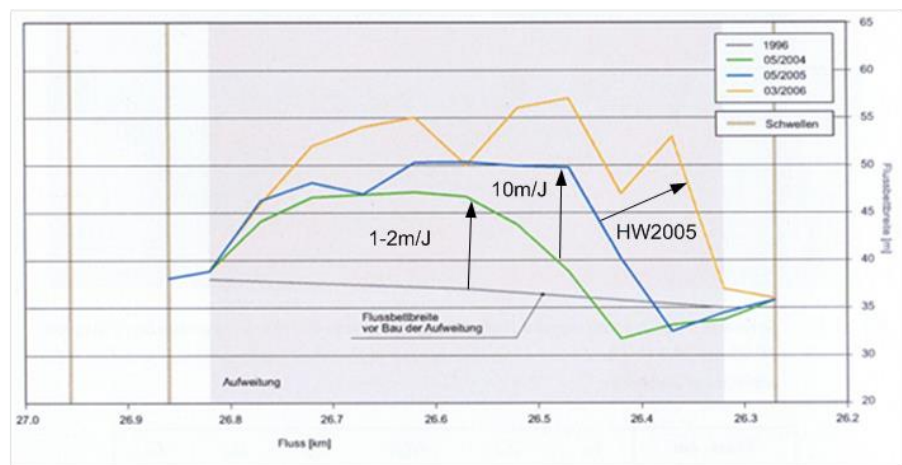


Abbildung 67 Zeitliche Entwicklung der Seitenerosion in der Aufweitung Winterseychache oberhalb Burgdorf.

²⁴ In der numerischen Simulation wurde nur das Jahr 2002 (feuchtes Jahr mit einem Ereignis HQ10) simuliert. Als Sohlenmaterial wurde das anstehende Emmematerial angenommen. Falls sich im Vorland feineres Material befinden sollte, ist mit einer Zunahme der Erosionsprozesse zu rechnen.

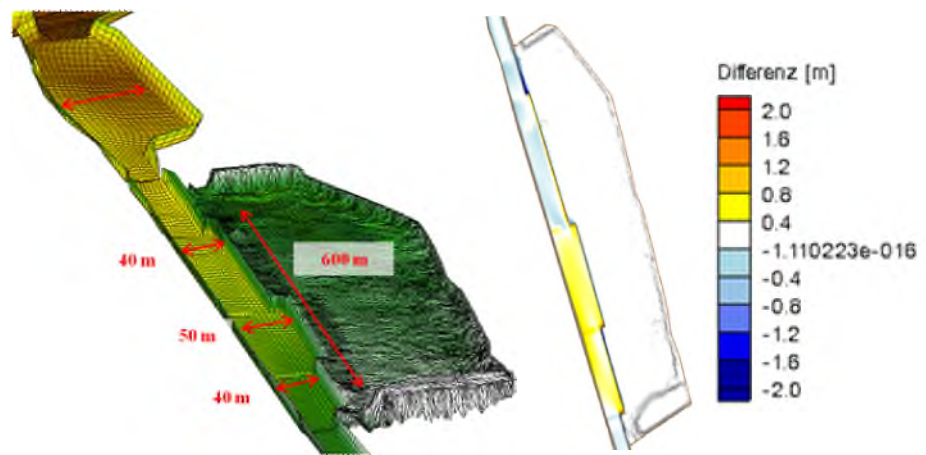


Abbildung 68 Untersuchung der Seitenerosionsprozesse mit dem 2D-Geschiebemodell im Emmenschachen. Links: Situation, rechts: Sohlenveränderungen.

Geschiebehauhalt

Die vorgesehenen Gerinneaufweitungen haben einen Einfluss auf den Geschiebehauhalt und das Längenprofil. Mit der Verbreiterung des Gerinnequerschnittes sinken die Fließgeschwindigkeiten und die Transportkapazität nimmt ab. Um diese Reduktion zu kompensieren, bildet sich im Bereich der Aufweitung eine Auflandung und das Gefälle in der Aufweitung vergrößert sich leicht. Entsprechend der Abfolge von Aufweitung und Verengung wird sich die Sohlenlage verändern (Abbildung 69 und Abbildung 70).

Sohlenveränderungen

Die Auswertung der gemessenen Sohlenlagen nach den Hochwassern 2005 und 2007 sowie der Periode 2006 bis 2013 zeigt, dass die Sohlenlage der Emme grossen Schwankungen unterworfen ist. Je nach Ereignis (Länge des Ereignisses und Spitzenabfluss) ist mit unterschiedlichen Sohlenlagen zu rechnen. Nach dem sehr lang anhaltenden Hochwasser 2005 wurde im Jahre 2006 tendenziell eine hohe, 2013 eine sehr tiefe Sohlenlage gemessen.

Durch die Aufweitung des Gerinnes und die Ausleitung von Wasser in die Überflutungsflächen werden zusätzlich Sohlenveränderungen ausgelöst. Diese wurden mit dem numerischen Modell MORMO untersucht. Die Simulationen zeigen, dass die Anpassungsprozesse nur in einer ersten Phase stattfinden und danach abklingen werden. Anschliessend erreicht die Sohle resp. der Geschiebetransport einen dynamischen Gleichgewichtszustand (vgl. 1. und 2. Periode Abbildung 71). Sohlenfluktuationen, wie sie im heutigen Zustand beobachtet wurden, sind auch nach Umsetzung des Projektes möglich, auch wenn die Prozesse durch die grösseren Sohlenspeicher tendenziell langsamer ablaufen werden. Die jährlich im langjährigen Mittel transportierten Geschiebemengen liegen dann in der Grössenordnung von 12'000 bis 14'000 m³/Jahr (Abbildung 71).

In der ersten Phase landet die Sohle auf fast allen Abschnitten über die Sohlenlage 2006 auf, sofern die Auflandung nicht schon durch die Baumassnahmen vorweggenommen wurde. Zwischen den Aufweitungen, in den Engstellen, werden tiefere Sohlenlagen als 2006 berechnet. Dieser sogenannte Versatz ist typisch beim

Übergang von einem aufgeweiteten zu einem engen resp. einem engen zu einem aufgeweiteten Gerinne. Die berechneten Sohlenlagen liegen überall über der tiefen Sohlenlage von 2013.

Für die hydraulischen Berechnungen wurde die maximale Sohlenlage (=Projektsohle, vgl. Abbildung 70) verwendet, für die Fundationstiefen der Blocksätze die Sohlenlage 2013.

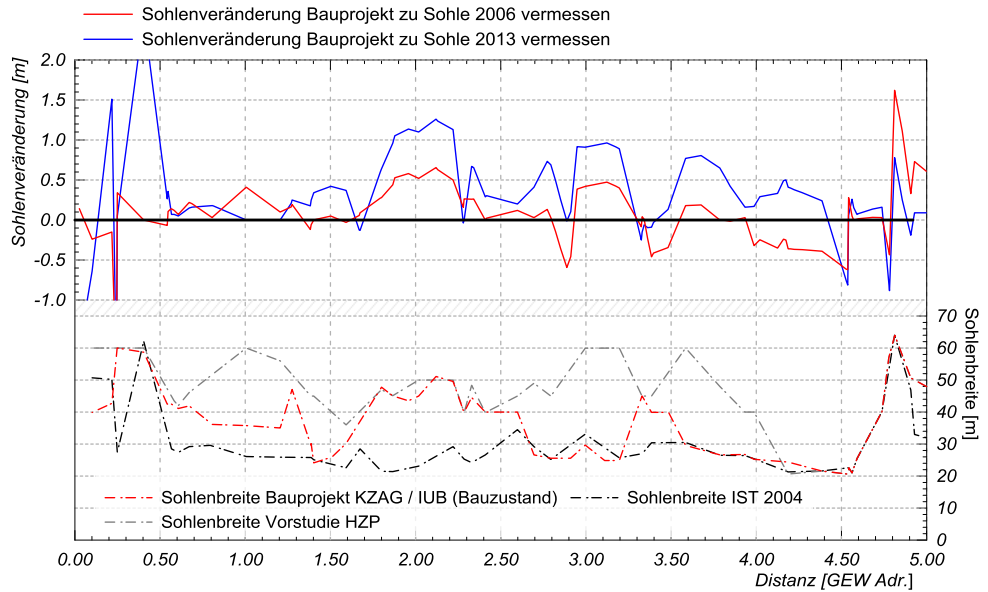


Abbildung 69 Sohlendifferenzen und -breiten (Bauzustand) im Projektabschnitt.

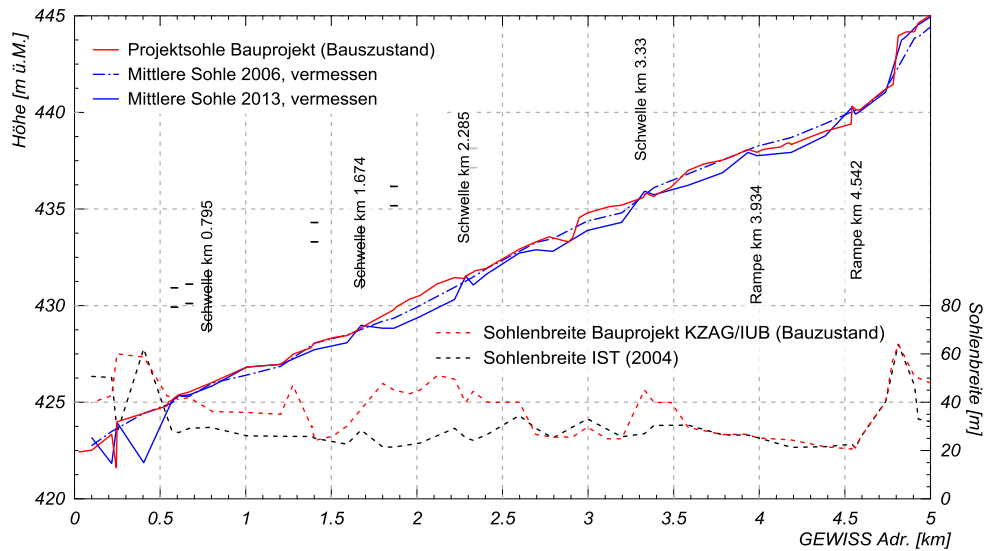


Abbildung 70 Veränderung des Längensprofils nach Realisierung der Massnahmen.

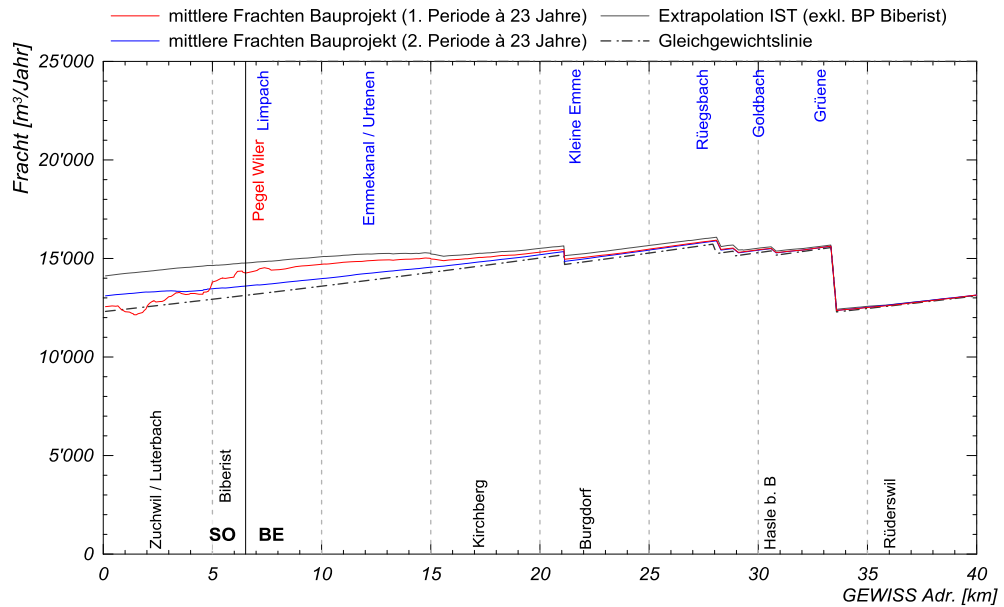


Abbildung 71 Berechnete mittlere Geschiebefrachten nach 23 Jahren (1. Phase) und 46 Jahren (2. Phase) bei Umsetzung der Massnahmen.²⁵

*Geschiebe-
bewirtschaftung*

Eine Entnahme von Geschiebe innerhalb der Projektstrecke ist vermutlich nicht notwendig, weil die Auflandungsprozesse nach einer Übergangsphase wieder abklingen werden. Sollte es infolge starker eigendynamischer Seitenerosionsprozesse zu unerwünschten Auflandungen kommen, können diese lokal gebaggert werden. Das in den Aufweitungen mobilisierte Geschiebe sollte sonst möglichst im Gerinne belassen werden, um die morphologische Strukturvielfalt zu fördern.

Der Betrieb des Geschiebesammlers am Emmenspitz ist auch in Zukunft vorgesehen. Die Kubaturen werden langfristig in etwa den Baggermengen in der Vergangenheit entsprechen. Eine Prognose der Geschiebezufuhr in den Sammler Emmenspitz in den ersten Jahren ist schwierig, weil die Zufuhr von der Hydrologie und der Verfügbarkeit des Geschiebes in der Sohle und den Ufern abhängt.

9.4 Auswirkungen auf die Besucherinformation und -führung

9.4.1 Auswirkungen der Massnahmen in der Bauphase

Wegverbindungen

Es wird während dem Bau darauf geachtet, dass möglichst alle Wegverbindungen erhalten bleiben.

Die Wegsperrungen und Wegumleitungen werden im Ausführungsprojekt im Detail beschrieben bzw. sind Bestandteil der rollenden Planung während des Baus.

²⁵ Das Transportdiagramm verläuft nicht analog zu den Sohlendifferenzen, da bei der Definierung der Projektsohle nebst den Berechnungsergebnissen weitere Erkenntnisse eingeflossen sind.

9.4.2 Auswirkungen der Massnahmen in der Betriebsphase

Attraktivere Landschaft

Die Flussaufweitungen werden zu einem attraktiveren Landschaftsbild mit bedeutend mehr Erlebnismöglichkeiten an der revitalisierten Emme führen. An diversen Uferabschnitten wird der Zugang zum Wasser ermöglicht.

Entflechtung

Die Entflechtung von Erholungsnutzungsaktivitäten und Schwerpunktgebieten Natur bringt für beide Seiten Vorteile. Abschnittsweise kann die Attraktivität eines Weges gegenüber heute verschlechtert sein. z.B. führt der neue Schwarzweg beim Pockenhaus nicht mehr der Emme sondern dem Emmenkanal entlang.

Der neue Naturerlebnisweg wird das Naherholungsgebiet Emme für die ganze Familie attraktiver machen.

10 Bauüberwachung / -begleitung

Umweltbaubegleitung

Nebst der ordentlichen Bauleitung ist für die Begleitung der Bauarbeiten eine Umweltbaubegleitung (UBB) vorzusehen. Die umfassende Aufgabenbeschreibung der UBB erfolgt im Rahmen des Ausführungsprojektes in Anlehnung an das Handbuch des BAFU zur Umweltbaubegleitung [61]. Die wichtigsten Aufgaben sind bereits im UVB (Beilage 1.05) beschrieben.

11 Verbleibende Gefahren und Risiken

11.1 Überlastfall

Überlastfall

Der Hochwasserschutz an der Emme wird darauf ausgelegt, dass ein Ereignis HQ100 ohne Ausuferungen innerhalb des Gewässerraumes abgeführt werden kann und bei einem solchen Ereignis eine Reserve (Freibord) gegen Ausuferungen vorhanden ist. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen kann dieses Ziel erreicht werden. Gegenüber der Vorstudie und dem Vorprojekt sind die Dämme teilweise etwas höher, weil zusätzliche Verklauungsszenarien berücksichtigt wurden.

Bei grösseren Ereignissen als HQ100, sogenannte Extremereignisse, welche eine sehr geringen Wiederkehrperiode (grösser 300 Jahre) aufweisen, werden Ausuferungen und Überflutungen ausserhalb des Gewässerraumes akzeptiert. Es geht in diesem Fall darum, ein Kollabieren des Systems (z.B. durch Dammbüche) zu verhindern, die Schäden möglichst gering zu halten (geringe Intensitäten) und keine Menschenleben zu gefährden.

Prinzip

Das Prinzip des Hochwasserschutzes an der Emme im Überlastfall besteht darin, klar definierte Stellen zu bestimmen, wo das Wasser zuerst ausuferet, und Entlastungskorridore zu definieren, wo verhältnismässig geringe Schäden auftreten werden. Weil im Fall der Emme beidseitig des Flusses jeweils Siedlungs- und Industriegebiete anschliessen, gibt es jedoch keine idealen Entlastungskorridore. In den ausgewählten Korridoren dürften jedoch die geringsten Schäden resultieren.

Emme Kanton Bern

Der Hochwasserschutz der Emme im Kanton Bern ist auf ein Freibord von 0.5 m ausgelegt. Ab einem Abfluss $1.3 \times \text{HQ}_{100}$ ist mit Ausuferungen und mit einer leichten Dämpfung der Hochwasserwelle zu rechnen. Da das Ausmass der Dämpfung aber nicht bekannt ist, wurde diese im Rahmen der vorliegenden Dimensionierung nicht berücksichtigt.

Entlastungskorridor

Das Überlastfallkonzept "Emme unten" sieht vor, dass ab einem Abfluss $1.3 \times \text{HQ}_{100} = 84,5 \text{ m}^3/\text{s}$ die Entlastungskorridore anspringen werden²⁶. Folgende Ausleitstellen sind vorgesehen:

- Zuchwil, linkes Ufer, km 0.57 bis km 1.80
- Derendingen, rechtes Ufer, km 2.47 bis 2.76
- Biberist, linkes Ufer, km 4.17 bis 4.46
- Mauer entlang Dorfbach im Giriz

Das minimale Freibord in den Ausleitstellen beträgt bei HQ100 0.6 m. Die Ausleitstellen werden falls nötig überströmsicher ausgebaut.

²⁶ Im bereits ausgebauten Abschnitt in Biberist Gerlafingen ist mit Ausuferungen erst ab einem Abfluss von $1.5 \times \text{HQ}_{100}$ zu rechnen. Der Schutzgrad ist hier etwas höher, weil Ausuferungen zu grossen Intensitäten im Dorf führen.

- Giriz Biberist* *Entlastungskorridor Giriz:* Ab einem Abfluss $1.3 \times HQ_{100}$ wird ein Teil des Abflusses in Biberist unterhalb des Bahndammes der BLS in das Gebiet Giriz fliessen. (Abbildung 72, rote Linien). Durch die konzentrierte Ausleitung am linken Ufer wird das Industriegebiet auf der rechten Seite der Emme (HIAG-Areal) besser geschützt und eine Überströmung der restlichen Dämme am linken Ufer der Emme verhindert. Diese Dämme werden 30 bis 60 cm höher als die Überfallkote in den Entlastungskorridor gebaut²⁷. Bei einem Abfluss $1.5 \times HQ_{100} = 975 \text{ m}^3/\text{s}$ treten ca. $35 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Entlastungskorridor Giriz aus. Die Mündungsbereiche des Dorfbachs und des Seebächlis, welche in diesem Gebiet am linken Ufer in die Emme münden, werden ebenfalls auf $1.3 \times HQ_{100}$ ausgebaut.
- Derendingen* *Entlastungskorridor Derendingen:* Unterhalb Biberist, auf der rechten Flussseite, liegt der Emmenkanal sehr hoch und verhindert damit Ausuferungen bis zu einem Abfluss $1.5 \times HQ_{100}$. Eine Entlastung ist erst im Bereich der Emmenhofstrasse in Derendingen möglich. Das Überlastfallkonzept sieht vor, dass hier ab einem Abfluss $1.3 \times HQ_{100}$ Wasser ausufert. Im Testszenario $1.5 \times HQ_{100}$ ($975 \text{ m}^3/\text{s}$) werden ca. $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entlastet. Davon können $15 \text{ m}^3/\text{s}$ bis max. $20 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den im Hochwasserfall leeren Emmekanal und bei geöffneten Wehren an den Kleinwasserkraftwerken abgeführt werden, bei noch grösseren Ereignissen ist jedoch mit Ausuferungen ins Siedlungsgebiet zu rechnen (gestrichelte Linie in Abbildung 72). Der Bahndamm der Neubaustrecke Olten-Solothurn stellt dann ein Hindernis dar und verursacht einen Aufstau. Bei einem Abfluss in der Emme von $1.5 \times HQ_{100}$ ist mit vorwiegend mittleren Intensitäten zu rechnen. Unterhalb Derendingen fliesst das Wasser parallel zur Emme Richtung Luterbach und überflutet Teile von Luterbach. Eine Rückführung des Wassers in die Emme ist aus topographischen Gründen nicht möglich. Die Überflutungen begrenzen sich jedoch auf die emmenahen Gebiete und es werden hier mehrheitlich schwache Intensitäten erreicht.
- Zuchwil* *Entlastungskorridor Zuchwil:* Um Ausuferungen nach rechts Richtung Luterbach zu verhindern²⁸, wird ein Teil des Abflusses ab $1.3 \times HQ_{100}$ nach links in die Autobahn geleitet (Abbildung 72, rote Linien). Insgesamt können rund $30 \text{ m}^3/\text{s}$ zur linken Seite entlastet werden. Das Galli-Areal wird ab $1.3 \times HQ_{100}$ überflutet. Bei $1.5 \times HQ_{100}$ treten dort schwache bis mittlere Intensitäten auf. Aufgrund des quer zur Fliessrichtung verlaufenden Bahndammes lassen sich Überflutungen von Siedlungsgebiet in Zuchwil nicht vermeiden. Es treten hier schwache und lokal mittlere Intensitäten auf. Schutzziele werden dadurch nicht verletzt.

²⁷ Freibord bei HQ_{100} in der Ausleitstelle = 0.6 m, Freibord ausserhalb der Ausleitstelle = 0.9 bis 1.2 m

²⁸ Der Emmenkanal soll nicht zusätzlich belastet werden, damit dieser das in Derendingen ausgetretene Wasser abführen kann.

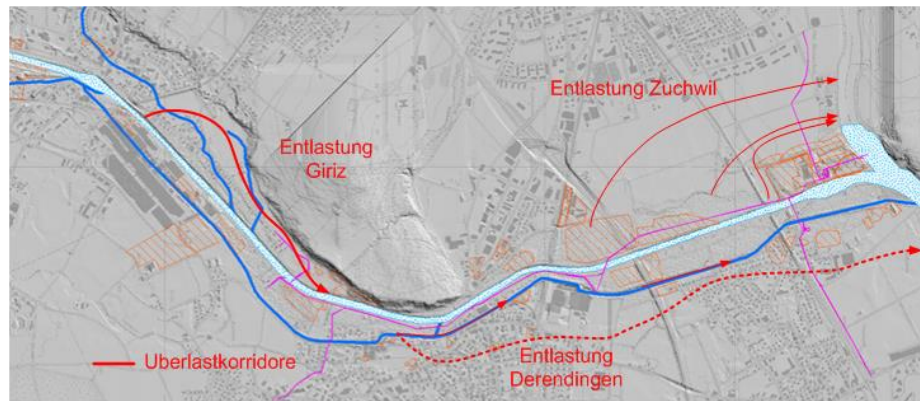


Abbildung 72 Übersicht über die Überlastkorridore (rote und gestrichelte Linien)

11.2 Restgefährdung

Restrisiko

Durch die Massnahmen wird der Hochwasserschutz der vier Gemeinden massiv verbessert. Die Ereignisse der letzten Jahre zeigten aber, dass bei Naturgefahren auch der undenkbare Fall noch eine, wenn auch geringe, Eintretenswahrscheinlichkeit aufweist. Bei einem Extremereignis ist mit unberechenbaren morphologischen und hydraulischen Prozessen sowie mit massivem Holztrieb zu rechnen. Zusätzliche Szenarien können in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden.

Dammbrüche

Dammbrüche können als Folge einer oberflächigen Überströmung oder wegen einer Durchsickerung auftreten. Gemäss der geotechnischen Untersuchung der bestehenden Dämme sowie des Emmenkanals durch GEOTEST AG im Rahmen der Vorstudie befinden sich die Dämme, insbesondere die linke Böschung des Emmenkanals, in einem guten Zustand²⁹. Kritische Schwachstellen wurden keine festgestellt. Da sich die Dämme mehrheitlich im Vorland mit einer beträchtlichen Distanz zur Emme befinden und weil sie mehrheitlich geringe Höhen aufweisen, werden Dammbrüche als wenig wahrscheinlich erachtet. Um die Restgefährdung aber zu minimieren ist bei Dammstrecken, welche ab $1.5 \times HQ_{100}$ überströmt werden, folgendes Konzept vorgesehen:

- falls Neigung auf der Luftseite flacher als 1:5:
 - o gilt als überströmsicher
- falls Neigung auf der Luftseite steiler als 1:5:
 - o Dämme kleiner als 1 m, keine Massnahme
 - o Dämme höher als 1 m, Sicherung mit Geogitter

Hangrutschungen

Falls die Mauer entlang des Dittibergs in einem Hochwasser zerstört würde, müsste mit einem Hangrutsch gerechnet werden. Aus diesem Grund wird die bestehende Mauer im Rahmen des vorliegenden Projektes verstärkt. Ein Hangrutsch wird

²⁹ Der von GEOTEST AG als kritisch beurteilte Damm im Abschnitt Giriz wird neu gebaut

damit sehr unwahrscheinlich. Im Ereignisfall kann zudem davon ausgegangen werden, dass die Rutschmasse gering und der Abfluss der Emme über das breite Vorland gewährleistet wäre. Ausuferungen in den Emmenkanal können akzeptiert werden.

Seitenerosion

An den kritischen Stellen werden die Ufer mit einem Blocksatz geschützt. Eine lokale Zerstörung des Blocksatzes bei einem Extremereignis kann nicht ausgeschlossen werden. Da sich die Dämme und kritischen Objekte aber mehrheitlich im Vorland, in grosser Distanz zur Emme, befinden, werden Anrisse zu keinem Systemversagen führen. Der kritische Abschnitt bezüglich Seitenerosion befindet sich am rechten Ufer beim HIAG-Areal, zudem sind alle Brückenwiderlager gefährdet.

Brücken

Die Untersuchungen des Büros BSB im Rahmen der Vorstudie [14] zeigten, dass die Brücken mehrheitlich keine Horizontalkräfte aufnehmen können. Vor allem im Verklausungsfall könnte darum eine Brücke von den Widerlagern in die Emme geschoben werden. Dieses Risiko wird bei den vorhandenen Eisenbahn- und Strassenbrücken aber als Restrisiko beurteilt.

11.3 Umgang mit verbleibenden Gefahren

Schadensbegrenzung

Mit einer der Situation angepassten Notfallplanung (Überwachung der Dämme und der Brücken, Einsatz von mobilen Massnahmen, Evakuierungen etc.) können die Schäden in Grenzen gehalten werden und vor allem kann der Verlust von Menschenleben verhindert werden.

12 Notfallplanung

Integrales Risikomanagement

Eine effiziente und eingeübte Notfallplanung kann wesentlich zum Schutz von Mensch und Sachwerten beitragen und hat im integralen Risikomanagement einen hohen Stellenwert. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wird daher in einer späteren Phase die bestehende Notfallplanung überarbeitet.

Wehrdienste

Ziel dieser Notfallplanung ist es, einen effizienten und gezielten Mitteleinsatz bei einem zukünftigen Naturgefahrenereignis zu gewährleisten. Hierzu sind mit den Feuerwehren der angrenzenden Gemeinden im Rahmen von Feldtagen Interventionskarten und Auftragsblätter zu erarbeiten bzw. anzupassen.

13 Kosten / Kostenwirksamkeit

13.1 Kostenvoranschlag

Kosten Wasserbau

Die Kosten für die wasserbaulichen Massnahmen (Baulose 4 - 6) wurden mit folgenden Pauschalen pro Baulos berechnet: 5 % Regiearbeiten und 10 % Baustellen-einrichtungen (inkl. Erschliessung und Baupisten). Für die drei „Wasserbaulose“ ergeben sich folgende Baukosten (auf CHF 10'000 gerundet, exkl. MWSt.):

- Baulos 4 (M1 – M17): CHF 14'600'000
- Baulos 5 (M18 – M24): CHF 8'080'000
- Baulos 6 (M25 – M34): CHF 5'750'000

Kosten Brücken

Die Kosten für die Massnahmen im Bereich der Brücken wurden dem jeweiligen Baulos (Baulose 4-6) zugeordnet. Dies gilt auch für die Kosten für die Brückenverschalung bei der Emmenbrücke Biberist sowie die Beteiligung an den Kosten für die Brückenverschalung bei der SBB-Brücke Luterbach (separates Projekt SBB).

Kosten Altlasten

Für die Berechnung der Sanierungskosten der zu totalsanierenden Altlasten (Baulose 1 - 3) wurden im Bauprojekt die Szenarien „best guess“ berücksichtigt. Demnach werden die Sanierungskosten für die drei Altlasten auf folgende Beträge geschätzt (auf CHF 10'000 gerundet, exkl. MWSt.):

- Baulos 1 Bioschlammdeponie: CHF 3'610'000
- Baulos 2 Kehrrechtdeponie Schwarzweg: CHF 8'770'000
- Baulos 3 Kehrrechtdeponie Rüti: CHF 10'760'000

Kosten Abbruch ARA

Für den Abbruch der ehemaligen ARA auf dem HIAG Areal wird mit folgenden Kosten (auf CHF 10'000 gerundet, exkl. MWSt.) gerechnet [25]:

- Baulos 0 Rückbau ARA: CHF 1'250'000

Total Baukosten

Die Kosten für die wasserbaulichen Massnahmen, die Sanierung der Altlasten und den Abbruch der ARA ergeben somit **Baukosten exkl. MWSt.** (auf CHF 100'000 gerundet) von:

CHF 52.8 Mio.

Landerwerb und Land- beanspruchung

Dem Kostenvoranschlag für den Landerwerb (v.a. Wald) liegt der aktuelle Stand der Verhandlungen sowie ein Ansatz von 3 CHF pro m² zugrunde. Für die temporär beanspruchten Flächen (durch Baumassnahmen betroffene Flächen, Installationsplätze, Zwischendeponieplätze, Baupisten, etc.) wurde ebenfalls ein mittlerer Ansatz von 3 CHF pro m² angenommen. Die Kosten betragen (auf CHF 10'000 gerundet, exkl. MWSt.):

- Landerwerb: CHF 600'000
- Temporäre Beanspruchung: CHF 1'576'000

Gesamtkosten

Für die Berechnung der Gesamtkosten wurde für Unvorhergesehenes (Reserve) 10% sowie für Planungs- und Nebenkosten 15% der Baukosten angenommen. Damit ergeben sich mit einer Genauigkeit von +/- 10% (für Deponien und ARA Abbruch +/- 20%) **Gesamtkosten inkl. 8% MWSt.** (auf CHF 100'000 gerundet) von:

CHF 73.6 Mio. (Preisbasis: Februar 2015)

Der detaillierte Gesamtkostenvoranschlag ist in Anhang G zu finden. Ebenfalls in Anhang G sind die detaillierten Kostenschätzungen der Baulose 4 - 6. Anhang D enthält die detaillierte Kostenschätzung für die Sanierung der Altlasten.

Vergleich Vorprojekt

Im Vorprojekt wurden die Gesamtprojektkosten mit CHF 70.6 Mio. ausgewiesen. Die Differenz erklärt sich primär durch folgende Positionen, siehe auch untenstehende Tabelle 21:

- höhere Kostenschätzung für die Sanierung der drei Deponien
- höhere Kosten für Landerwerb und temporäre Beanspruchung
- div. Projektanpassungen (z.B. Seebächli Biberist)

Optimierung Materialflüsse

Im Bau- und Auflageprojekt konnten gegenüber dem Vorprojekt verschiedene Projektoptimierungen vorgenommen werden (z.B. Brückenverschalungen, Reduktion Massnahmen HIAG-Areal). Die daraus resultierenden Minderkosten werden durch die oben erwähnten Mehrkosten jedoch überkompensiert.

Tabelle 21 Vergleich Kosten Auflageprojekt zu Vorprojekt (in Mio. CHF)

Position	Vorprojekt	Auflageprojekt	Differenz
Grundstück	0.56	2.18	+ 1.62
Deponie Bioschlamm	3.29	3.61	+ 0.32
Deponie Schwarzweg	7.75	8.77	+ 1.02
Deponie Rüti	11.20	10.76	- 0.44
Wasserbau Los 4	12.53	14.60	+ 2.07
Wasserbau Los 5	7.06	8.08	+ 1.02
Wasserbau Los 6	6.15	5.75	- 0.40
Brücken	4.69	0.00*	- 4.69
Reserven	5.27	5.28	+0.01
Projektierung	6.84	7.92	+ 1.08
Zwischentotal	65.34	68.18	+ 2.84
MWSt. 8.0%	5.23	5.45	+ 0.22
Total	70.57	73.63	+ 3.06

Reserven

Für Reserven wurden 10% der gesamten Baukosten angenommen. Diese Reserven decken Unvorhergesehenes – während der Planungsphase nicht bekannte Bauelemente – ab.

Projektbezogene Risiken

In den Reserven nicht enthalten sind die projektbezogenen Risiken. Hierzu zählen insbesondere:

- Deponien/ Altlasten (siehe unten)

- Grundwasser (Auswirkungen auf Grundwasserstände)
- Baugrund/ Geologie allgemein (Felslage etc.)
- Hochwasser (Bauphase, Zustand Ufersicherungen bei Baubeginn)
- Projektanpassungen (im Auflageprojekt, Einsprachen, Beschwerden)
- Konjunkturelle Entwicklung (Teuerung, Preisbasis: Februar 2015)

Chancen/ Risiken Deponien

Dem Kostenvoranschlag für die Deponien liegt das Szenario „best guess“ zu Grunde. Tritt bei allen drei Deponien das Szenario „good case“ ein, so werden die Sanierungskosten tiefer ausfallen.

13.2 Kostenteiler

Mehrere Kostenträger

Die Kosten des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes werden gemeinsam von Bund, Kanton, den betroffenen Einwohnergemeinden Biberist, Derendingen, Luterbach und Zuchwil und von Dritten (SBB, BLS, Werkleitungseigentümer etc.) getragen, siehe Anhang G. Der im Folgenden beschriebene Kostenteiler beruht auf Vorabklärungen bei den Bundesbehörden und Einwohnergemeinden und kann zum aktuellen Planungszeitpunkt als verbindlich erachtet werden.

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten gemäss Kap. 13.1 inkl. 8% MWSt. (auf CHF 100'000 gerundet) betragen:

CHF 73.6 Mio. (Gesamtkosten)

Projekte zu Gunsten Dritter

In den Gesamtkosten sind Massnahmen enthalten, die vom Kanton als Bauherr projektiert und realisiert werden, aber schlussendlich auch Dritten zu Gute kommen (Deponie HIAG Areal, BLS, SBB, Werkleitungen, Pockenhaus) und daher auch von diesen mitfinanziert werden. Deren Umfang beträgt insgesamt CHF 1.77 Mio. Die Gesamtkosten für das eigentliche Emmeprojekt betragen somit (inkl. 8% MWSt., auf CHF 100'000 gerundet):

CHF 71.9 Mio. (Gesamtkosten Emmeprojekt)

Anteil Bund

Der Anteil Bund resultiert aus einem Beitrag an die Sanierung der Deponien (VA-SA-Gelder, Anteil 40%) und aus einem Beitrag an die eigentlichen Wasserbaukosten (Anteil 60%).

CHF 36.0 Mio. (Anteil Bund an Emmeprojekt)

Anteil Kanton

Der Anteil Kanton resultiert aus einem Beitrag an die Sanierung der Deponien (Anteil 35%) und aus einem Beitrag an die eigentlichen Wasserbaukosten (Anteil 15-30%).

CHF 28.9 Mio. (Anteil Kanton an Emmeprojekt)

Anteil Gemeinden

Durch die Gemeinden getragen werden 10% der Gesamtkosten Emmeprojekt, exkl. Deponie Bioschlamm.

CHF 6.9 Mio. (Anteil Gemeinden an Emmeprojekt)

Mit den vier betroffenen Gemeinden Biberist, Derendingen, Zuchwil und Luterbach konnte ein akzeptierter Restkostenteiler vereinbart werden.

Werkleitungen

Die Werkleitungen unterstehen einer grundsätzlichen Weichungspflicht. Für die anfallenden Massnahmen bei den Werkleitungen (z.B. Verlegung), werden daher vom Projekt keine Kosten übernommen. Diese gehen zulasten vom jeweiligen Werkeigentümer.

13.3 Kostenwirksamkeit (Nutzen-Kosten-Verhältnis)

Nutzen-Kosten-Verhältnis 1.53

Der Nachweis der Kostenwirksamkeit ist im Bauprojekt mit EconoMe erfolgreich erbracht worden (vgl. Kap. 4.7 und Anhang L). Das Risiko im untersuchten EconoMe-Perimeter kann durch die Realisierung der vorgesehenen Massnahmen um ca. 80% reduziert werden. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis liegt bei 1.53, d.h. pro investierten Franken kann das finanzielle Risiko um 1.53 Franken reduziert werden (Kostenstand Bauprojekt April 2014, Gesamtkosten inkl. MWSt. CHF 73.4 Mio.).

13.4 Mehrleistungen Bund

NFA

Zusätzlich zu den allgemeinen Bundessubventionen für den Hochwasserschutz und die Gewässerrevitalisierung, fördert der Bund Projekte, welche erhöhten Anforderungen des Bundesamtes für Umwelt entsprechen. Diese betreffen die Bereiche: integrales Risikomanagement (6%), technische Aspekte (2%) und partizipative Planung (2%). Das Projekt wird so geplant, dass es den Mehrleistungsanforderungen entspricht.

Zielsetzung Mehrleistungen

Die für die Erreichung der Mehrleistungen notwendigen Planungsanforderungen sollen bei der Einreichung des Subventionsgesuches ans BAFU erfüllt sein.

14 Termine und Verfahrensablauf

<i>Verfahren</i>	Das Planungs- und Bewilligungsverfahren richtet sich nach dem kantonalen Planungs- und Baugesetz. Es wird ein kantonales Nutzungsplanverfahren, gestützt auf die bestehende Arbeitshilfe für Behörden und Planer [62] durchgeführt.
<i>Mitwirkung</i>	Die regelmässige Einbindung der verschiedenen Interessensvertreter ist bei einem Wasserbauprojekt dieser Grösse von hoher Wichtigkeit. Sie steigert die Akzeptanz und die Legitimität des Projektes bei der Bevölkerung und in der Öffentlichkeit. Eine Mitwirkung und Interessensabwägung erfolgt auf allen SIA-Projektstufen auf geeignete Weise. Sei es in Form einer Vernehmlassung (Leitbild / Vorstudie, Vorprojekt), einem öffentlichen Mitwirkungsverfahren (Bauprojekt) oder letztlich in Form der öffentlichen Auflage (Auflageprojekt).
<i>Projektgenehmigung</i>	Das Projekt hat verschiedene Genehmigungsstufen zu durchlaufen. Über den nötigen Kredit beschliessen zuerst der Regierungsrat, anschliessend der Kantonsrat und letztlich der Souverän mittels Volksabstimmung (obligatorisches Finanzreferendum). Bund und Gemeinden befinden ihrerseits separat über ihre Kreditanteile.
<i>Baubeginn / -ende</i>	<p>Der Baubeginn ist 2016 geplant. Die Bauarbeiten dürften knapp 7 Jahre in Anspruch nehmen (vgl. Terminplan in Anhang M).</p> <p>Die wichtigsten Termine und Meilensteine des kantonalen Planungs- und Bewilligungsverfahrens sind in Tabelle 22 festgehalten.</p>

Tabelle 22 Termine des Planungs- und Bewilligungsverfahren

Termin	Phase / Etappe / Meilenstein		
Juli 12 – März 13	Vorprojekt, inkl. Partizipation Fachstellen und Begleitgruppe		
April 13 – August 13	Vernehmlassung und Nachträge Vorprojekt		
April 13 – Nov. 15	Projektierung Werkleitungen		
April 13 – August 14	Erschliessungs- / Gestaltungsplan mit Sonderbauvorschriften, Nebengesuche, UVB	Bauprojekt	Erarbeitung Erschliessungs- und Gestaltungsplan, inkl. Partizipation Fachstellen und Begleitgruppe
Okt. 13 – August 14			Erarbeitung UVB
Juli 14			Verabschiedung Erschliessungs- und Gestaltungsplan, Nebengesuche und UVB durch Lenkungsausschuss
August 14 – Nov. 14			Vorprüfung
August 14 – Nov. 14			Öffentliche Mitwirkung
Dezember 14			Vorprüfungs- und Mitwirkungsbericht
Dez. 15 – Mai 15			Bereinigung, Erarbeitung Auflageprojekt
Mai 15		Auflageprojekt	Verabschiedung Auflageprojekt durch Lenkungsausschuss
Juni 15			Kreditbeschluss durch den Regierungsrat
Juni 15			Öffentliche Auflage inkl. Geländeabsteckung
Juni 15 – August 15			Anhörung Bund
August 15			Kreditbeschluss Kantonsrat
Juli 15 – Sept. 15			Einspracheverhandlungen
Oktober 15			Genehmigung durch den Regierungsrat
Juni 15 – Okt. 15		Ausführungsprojekt Baulose 0 - 3	
Juni 15 – Okt. 15	Submission Bauarbeiten Baulose 0 - 3		
November 15	Beschwerden		
Dezember 15	Gültigkeit / Inkrafttreten Regierungsratsbeschluss		
28.02.16	Volksabstimmung (Verpflichtungskredit)		
März 16	Vergabe Bauarbeiten Baulose 0 - 3		
März 16	Vorbereitungsarbeiten Baulos 0		
April 16	Start Bauarbeiten Baulos 0		

Bern, 15. Mai 2015

PG Bau

Kissling + Zbinden AG: Tobias Weiss, Markus Knellwolf, Pascal Huwyler

IUB Engineering: Matthias Mende, Adrian Huber, Peter Billeter

PG Umwelt

IC Infraconsult AG: Nicole Schiltknecht, Andrea Stocker, Karin Widler, Georg Roth,
Sandra Köhler

Impuls AG: Niklaus Reusser, Myrta Montani

Fischwerk: Werner Dönni

FRIEDLIPARTNER AG: Lars Knechtenhofer, Martina Nöthiger

Kaufmann + Bader GmbH: Elias Kurt, Patrick von Däniken, Geri Kaufmann

TK Consult: Jürg Trösch

PG BIF

Burger & Liechti GmbH: Horst Zimmerlein, Tobias Liechti

Kaufmann + Bader GmbH: Elias Kurt, Patrick von Däniken, Geri Kaufmann

Fachliche Bauherrenunterstützung

Hunziker, Zarn & Partner: Roni Hunziker, Dirk Schroer

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht Bioschlammdeponie Schachen, Kehrichtdeponie Schwarzweg und Rüti. Quelle: Beilagen 1.07, 1.08, 1.09.....	19
Tabelle 2	Belastete Standorte im Bereich von baulichen Massnahmen. Quellen: SolGeo [23], FRIEDLIPARTNER AG [24], Kbs Kanton Solothurn.....	20
Tabelle 3	Erholungsaktivitäten an der Emme.	32
Tabelle 4	Brücken im Projektperimeter.....	37
Tabelle 5	Bestehende Bauwerke der Emme im Projektperimeter.	38
Tabelle 6	Werkleitungen im Projektperimeter	39
Tabelle 7	Charakteristische Abflüsse, Messstation Wiler. Quelle: HZP [11]	40
Tabelle 8	Schadenpotenzial IST-Zustand nach EconoMe	47
Tabelle 9	Schutzzielmatrix Emme Kanton Solothurn	52
Tabelle 10	Entwicklungs- und Projektziele Hochwasserschutz.....	53
Tabelle 11	Entwicklungs- und Projektziele Ökologie.....	54
Tabelle 12	Entwicklungs- und Projektziele im Bereich Besucherinformation und Besucherführung (BIF).....	58
Tabelle 13	Anforderungen für Freiborde	59
Tabelle 14	Vor- und Nachteile der in der Vorstudie untersuchten Varianten in Bezug auf Hochwasserschutz, Ökologie und Erholung.	62
Tabelle 15	Massnahmen im Projekt	92
Tabelle 16	Beschreibung Schwerpunkte Besucherführung und -information.117	
Tabelle 17	Definitive und vorübergehende Landerwerbsflächen pro Gemeinde 128	
Tabelle 18	Deponien Schwarzweg und Rüti: Erwartete Abfallkategorien inkl. Mengenangaben (best guess Szenario) und Entsorgungswege (TVA: Techn. Verordnung über Abfälle, WBA: Wegleitung Bodenaushub)	132
Tabelle 19	Bioschlammdeponie: Erwartete Materialklassen inkl. Mengenangaben (best guess Szenario) und Entsorgungswege. (TVA: Techn. Verordnung über Abfälle, WBA: Wegleitung Bodenaushub)	134
Tabelle 20	Relevanzmatrix.....	138
Tabelle 21	Vergleich Kosten Auflageprojekt zu Vorprojekt (in Mio. CHF)	160
Tabelle 22	Termine des Planungs- und Bewilligungsverfahrens.....	164

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Hochwasser 2007, SBB-Unterführung Derendingen, Quelle: AfU8	
Abbildung 2	Spielplatz Giriz, Biberist	9
Abbildung 3	Projektperimeter	10
Abbildung 4	Projektorganigramm (aus: Projekthandbuch)	12
Abbildung 5	Geologische Verhältnisse im Projektperimeter, Quelle: Vorstudie [11]	17
Abbildung 6	Schematische Skizze Felsverlauf im Abschnitt Dittiberg, Quelle: Vorstudie [11]	18
Abbildung 7	Topographie des Projektgebietes.....	23
Abbildung 8	Abschnitt unterhalb Brücke Derendingen. Links: Emmenschachen in Zuchwil / Luterbach, Blick flussaufwärts. Rechts: Naturresevat bei der Mündung in die Aare, rechte Seite.....	24
Abbildung 9	Kanalisiertes Emme-Gerinne unterhalb des Wehres Biberist. Links: Blick flussaufwärts. Rechts: Blick flussabwärts.....	25
Abbildung 10	Wehr Biberist bei km 4.812.....	25
Abbildung 11	Mündung Dorfbach Biberist	29
Abbildung 12	Seebächli Biberist	30
Abbildung 13	Beispiel künstliches Einlaufbauwerk, km 1.630	31
Abbildung 14	SBB-Doppelbrücke Luterbach.....	38
Abbildung 15	Schwelle unterhalb der Brücke Derendingen – Zuchwil, km 2.285	39
Abbildung 16	Ganglinie der Tagesabflussmittel im Jahr 2008 (Messstation Wiler), Abflussmittel und Dauer der Abflüsse (1922 – 2008). Quelle: BAFU [20]...	41
Abbildung 17	Aktuelles Transportdiagramm der Emme: Mittlere jährliche Geschiebefrachten heute und in Zukunft (ohne Massnahmen) sowie theoretische Gleichgewichtstransportlinie zwischen der Ifismündung und der Mündung der Emme in die Aare.	43
Abbildung 18	Schwemmholzansammlung beim Kraftwerk Flumenthal beim Hochwasser 2005.	44
Abbildung 19	Gefahrenkarte Derendingen, Luterbach und Zuchwil, Quelle: SPI & Emch + Berger [8]	46
Abbildung 20	Gefahrenkarte Biberist nach der Realisierung des Projektes Biberist-Gerlafingen Ende 2011, vor der Umsetzung von Massnahmen zwischen dem Wehr Biberist und der Aare, ohne Restgefährdung, Stand: April 2014.....	47

Abbildung 21	Querprofile der Emme mit Wasserspiegel HQ ₁₀₀ IST-Zustand (Resultate 2D Berechnung).....	48
Abbildung 22	Verklausungsszenarien für die Bemessung.....	60
Abbildung 23	Herstellung einer BMU: Maschinelles Einlegen von bewurzelten Gehölzen und Totholz [46]	69
Abbildung 24	BMU ein Jahr nach Einbau.....	69
Abbildung 25	Begrünung von Blocksatz mit BMU, links: Blocksatz zum Schutz einer Eisenbahntrasse [46], rechts: begrünter Blocksatz ein Jahr nach der Herstellung der BMU	71
Abbildung 26	Totholzansammlung an einem natürlichen Flussufer (Bsp. Salza, Steiermark)	71
Abbildung 27	Beispiele für mit Totholz (links) und ausschlagfähigen Weidenästen (rechts) strukturierte Ufer	72
Abbildung 28	Prinzipiskizze Pfahlbuhne (links; [49]); Pfahlbuhne in der Wiese (rechts; [48])	73
Abbildung 29	Schematische Isotachendarstellung eines geraden Gewässerabschnitts ohne (links) und mit inklinanter Lenkbuhne (rechts) [51]	74
Abbildung 30	Hydraulik und Sohlenmorphologie bei Strömungstrichtern: links deklinante und rechts inklinante Anordnung [51].....	74
Abbildung 31	Hakenlenkbuhne in der Mürz / Steiermark	75
Abbildung 32	zwei versetzt angeordnete S-Riegel (grüne Linien) in der Wiese (Stadtgebiet Lörrach).....	75
Abbildung 33	Grobes Totholz in einem naturnahen Abschnitt der Sieg in Rheinland-Pfalz; Fließrichtung von links nach rechts, Foto: Jörg Schneider	76
Abbildung 34	Prinzipienskizze zum Einbau eines Wurzelstamm	76
Abbildung 35	Strömungs- und Strukturvielfalt im Umfeld eines eingebauten Wurzelstamms in der Emme (ca. GEWISS-km 1.6).....	77
Abbildung 36	Prinzipienskizze der Verschalung ("Schürze") für die Hochwasserdurchleitung bei Brücken (links); Beispiel Brückenverschalung: Molliserbrücke / Escherkanal (rechts)	78
Abbildung 37	Systemskizze einer naturnahen Rampe mit Niederwasserrinne in Riegel-Becken-Bauweise (oben: Draufsicht, Mitte: Querprofil, unten: Längsschnitt Niederwasserrinne); Quelle: Gebler (2009) [54]	80
Abbildung 38	Modellierte Fließgeschwindigkeiten (links) und Schubspannungen (rechts) im Bereich der Überflutungsfläche Schwarzweg bei einem HQ ₅	84

Abbildung 39	Skizze der Verlängerung des Damms zwischen Emme und Weidenwegquartier bis ca. Gewiss-Adresse 3.330 und Aufhebung des Damms zwischen Landwirtschaftsland/Hornusserplatz und Weidenwegquartier	85
Abbildung 40	Untersuchte Linienführungen der Verlegung des Seebächlis.	86
Abbildung 41	Links: Schwelle km 4.542 (Ist-Zustand); Rechts: Systemskizze zur Einbindung einer bestehenden Schwelle in eine Rampe; Quelle: Gebler (2009) [54] 94	
Abbildung 42	Sohlenstrukturierung mit Lenkbuhnen (Beispiel: Kleine Emme im Bereich Littau mit zusätzlicher strukturierter Vorschüttung entlang der Ufer)	95
Abbildung 43	Schnitt durch die BLS-Brücke (GEWISS-km 4.591) im Bereich der linken Landbrücke mit HWS-Mauer und Stahlblech.....	96
Abbildung 44	Als Sitzstufen gestalteter Blocksatz (Beispiel)	97
Abbildung 45	Mündungsbereich des Dorfbachs (links); Holzschwelle im Dorfbach (rechts)	98
Abbildung 46	Blocksteinrampe bei km 3.934.....	99
Abbildung 47	Schwelle bei km 3.330	101
Abbildung 48	namenloser Bach unterhalb des Entenweiher (links); Entenweiher (rechts)	103
Abbildung 49	Stillgewässer oberhalb Entenweiher [60]	103
Abbildung 50	Stillgewässer oberhalb Entenweiher [60]	103
Abbildung 51	Ist-Zustand des rechten Ufers im Bereich M17.....	105
Abbildung 52	Blick von der Derendinger Brücke nach oberstrom (Bereich M18) 105	
Abbildung 53	Unterwasseransicht der Derendinger Brücke unterhalb liegende Schwelle (Bereich M19)	106
Abbildung 54	Blockrampe km 1.674.....	109
Abbildung 55	Schwelle km 0.795.....	111
Abbildung 56	Beispiel Blockbuhne, Emme Winterseyschache.....	112
Abbildung 57	Darstellung der untersuchten Varianten.....	115
Abbildung 58	Schwerpunktgebiete der Besucherführung und -information. .	117
Abbildung 59	Idee Holzsteg und Erlebnisweiher bei Derendingen. Bilder Verein Naturnetz, Thurauen.	122
Abbildung 60	Beispiel eines aufgeweiteten Gerinnes an der Emme bei Utzenstorf, sogenannte Emme-Birne, Blick flussabwärts.	143
Abbildung 61	Beispiel eines aufgeweiteten Gerinnes an der Emme im Winterseyschache oberhalb Burgdorf.....	144

Abbildung 62	Der Flussraum der Emme im Gebiet Derendingen / Luterbach gemäss Karten aus den Jahren 1731 (links) und 1825 (rechts). Hinterlegt ist ein Luftbild aus heutiger Zeit. Die schwarzen Linien bezeichnen korrigierende Eingriffe des Menschen, die grünen Flächen zeigen Auenwald, die gelben Alluvionen.	144
Abbildung 63	Entwicklung der Emmebirne in den Jahren 1991/92 bis heute.	146
Abbildung 64	Sohlenstrukturen und aufkommende Vegetation in der Emmebirne.	146
Abbildung 65	Einfluss der Flussbettbreite auf die Bank-Kolk-Strukturen. Darstellung für $HQ_5 = 366 \text{ m}^3/\text{s}$, $HQ_2 = 268 \text{ m}^3/\text{s}$ und $Q_0 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$.	147
Abbildung 66	Zu erwartende Morphologie bei verschiedenen Sohlenbreiten (da Silva Diagramm). Im Auflandungszustand ist das d_m massgebend (rote Punkte), im Erosionszustand das d_{90} (blaue Punkte).	147
Abbildung 67	Zeitliche Entwicklung der Seitenerosion in der Aufweitung Winterseyschache oberhalb Burgdorf.	148
Abbildung 68	Untersuchung der Seitenerosionsprozesse mit dem 2D-Geschiebemodell im Emmenschachen. Links: Situation, rechts: Sohlenveränderungen.	149
Abbildung 69	Sohlendifferenzen und -breiten (Bauzustand) im Projektabschnitt.	150
Abbildung 70	Veränderung des Längenprofils nach Realisierung der Massnahmen.	150
Abbildung 71	Berechnete mittlere Geschiebefrachten nach 23 Jahren (1. Phase) und 46 Jahren (2. Phase) bei Umsetzung der Massnahmen.	151
Abbildung 72	Übersicht über die Überlastkorridore (rote und gestrichelte Linien)	156

Literaturverzeichnis

- [1] Amt für Umwelt Kanton Solothurn, *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft Bau. Dokument A, Programm des Ausschreibungsverfahrens.*, Solothurn, 2012.
- [2] Amt für Umwelt Kanton Solothurn., *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft Bau. Dokument B, Projekt- und Leistungsbeschrieb.*, Solothurn, 2012.
- [3] Amt für Umwelt Kanton Solothurn, *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft Umwelt. Dokument A, Programm des Ausschreibungsverfahrens.*, Solothurn, 2012.
- [4] Amt für Umwelt Kanton Solothurn, *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft Umwelt. Dokument B, Projekt- und Leistungsbeschrieb.*, Solothurn, 2012.
- [5] Amt für Umwelt Kanton Solothurn, *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft BIF. Dokument A, Programm des Ausschreibungsverfahrens.*, Solothurn, 2012.
- [6] Amt für Umwelt Kanton Solothurn, *Ausschreibungsunterlagen für Planergemeinschaft BIF. Dokument B, Projekt- und Leistungsbeschrieb.*, Solothurn, 2012.
- [7] BSB + Partner, Ingenieure und Planer, «Gefahrenkarte Gemeinde Biberist. Wassergefahren (Überflutung),» Biberist, 2008.
- [8] SPI Planer und Ingenieure AG, Emch + Berger AG Solothurn, «Einwohnergemeinden Derendingen, Luterbach, Zuchwil. Gefahrenkarte Wasser Emme, technischer Bericht,» 2012.
- [9] Hunziker, Zarn & Partner, «Ereignisdokumentation Hochwasser 21./22. August 2005, Emme Solothurn,» Aarau, 2005.
- [10] Stebler Dällenbach, «Schadenerhebung Unwetter 2005 / 2007. Bereich Wasserbau. Emme km 0.000 bis km 6.363,» Burgdorf, 2007.
- [11] Hunziker, Zarn & Partner, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare; Vorstudie, technischer Bericht,» 2012.
- [12] Hunziker, Zarn & Partner, «Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept Emme, Von der Kantongrenze bis zur Mündung in die Aare; Leitbild,» 2009.

- [13] TBF + Partner AG, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme. Projekthandbuch für die Phase Projektierung (SIA-Phasen 31 – 33).» Zürich, 2012.
- [14] BSB + Partner Ingenieure und Planer, «Hochwasserschutz- und Revitalisierung Emme. Vorstudie. Untersuchung von 7 Brücken über die Emme.» 2011.
- [15] SolGeo AG, «Synthesebericht. Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme. Untersuchungen belastete Standorte.» Solothurn, 2011.
- [16] TK CONSULT AG, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme. Vorstudie. Einfluss auf das Grundwasser.» Zürich, 2011.
- [17] GEOTEST AG, «Vorstudie, Bericht Nr. 1510 422.3, Geotechnische Detailabklärung zu Baugrund, Zustand bestehende Dämme, Standorteignung neue Dämme.» Zollikofen, 2011.
- [18] ARGE Emme Auen, INGE ME, PG BIF, *Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare. Bauprojekt.*, Bern, 2014.
- [19] ARGE Emme Auen, INGE ME, PG BIF, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare. Vorprojekt.» Bern, 2013.
- [20] BAFU (Hrsg.), «Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2008. Umwelt-Wissen Nr. 0921.» Bern, 2009.
- [21] Kanton Solothurn, «Regierungsratsbeschluss Nr. 2012/1516. Biberist/Derendingen/Luterbach: Restwassersanierung am Unterlauf der Emme.» Solothurn, 2012.
- [22] Ecosens, «Hochwasserschutzprojekt Emme - Baggersondierungen zur Felserkundung Areal ehemalige Papierfabrik Biberist.» Wallisellen, 2013.
- [23] SolGeo AG, «Synthesebericht. Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme. Untersuchungen belastete Standorte.» Solothurn, 2011.
- [24] FRIEDLIPARTNER, «Ergebnis Bodenuntersuchung HWS Emme: Verlegung Seebächli / Kugelfang Giriz, Kurzbericht.» 2014.
- [25] HOLINGER AG, «Rückbau der ehemaligen ARA und Nebengebäude der Papierfabrik Biberist.» Luzern, 2013.

- [26] TK CONSULT AG, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme. Hydrogeologische Analyse des Emme-Hochwassers vom 1. Juni 2013.» Zürich, 2014.
- [27] Guthruf, J., «Emme unterhalb Biberist .Untersuchung der Restwasserproblematik. Fischereibiologisches Gutachten,» 2002.
- [28] Hunziker, Zarn + Partner, Fischwerk, Kaufmann & Bader., «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme.Bauprojekt Biberist/Gerlafingen. Erfolgskontrolle: Konzept und Zustand vor Massnahmen,» Kanton Solothurn, Amt für Umwelt, 2011.
- [29] Marrer, H., «Biologisches Gütebild der Emme aufgrund der Zoobenthos-Besiedlung,» 1990.
- [30] Beat Schlüchter, Beatrice Lüscher, «Emmenschachen Luterbach - Amphibienerfassung 2012,» 2012.
- [31] Hintermann & Weber, «Wildtierkorridore im Kanton Solothurn: Schlussbericht,» 2010.
- [32] W+H AG, «Renaturierung Seebächli. Raumplanungsbericht zum Kantonalen Erschliessungs- und Gestaltungsplan mit Sonderbauvorschriften.,» Biberist, 2010.
- [33] ARGE Emme Auen, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare. Uferverbauungen und Bauwerke.,» Bern, 2012.
- [34] Kanton Solothurn Amt für Raumplanung, «Raumentwicklungskonzept (REK) Wasseramt 2025,» Solothurn, 2011.
- [35] BSB + Partner, Ingenieure und Planer, «Naturinventar Zuchwil, Aktualisierung 2008,» Biberist, 2008.
- [36] Hunziker, Zarn + Partner, «Plan A-596.6a. Uferverbauungen und Bauwerke, GEWISS km 2.695 - 4.812,» Aarau, 2012.
- [37] Hunziker, Zarn + Partner, «Plan A-596.6b. Uferverbauungen und Bauwerke, GEWISS km 0.101 - 2.695,» Aarau, 2012.
- [38] Acquatica GmbH, «Emme unterhalb Biberist. Untersuchung der Restwasserproblematik. Fischereibiologisches Gutachten,» Oberwischtrach, 2002.

- [39] Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich und Geographisches Institut der Universität Bern, *Emme 2050, Band 1 - 4*, 1987.
- [40] Kissling + Zbinden AG, «Ereignisdokumentation Hochwasser 01.06.2013,» AfU Kt. Solothurn, 2013.
- [41] BSB + Partner, Ingenieure und Planer, «Gefahrenkarte Gemeinde Biberist. Wassergefahren (Überflutung,» Biberist, 2008.
- [42] PG Bau, PG Umwelt, PG BIF, *Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare. Nutzungsvereinbarung nach SIA 260.*, Solothurn, 16.01.2013.
- [43] Aquarius, «Beurteilungshilfe für die Erhöhung der Restwassermenge nach Art. 31 Abs. 1 GSchG und aufgrund fischereilicher Aspekte nach Art. 32 Abs. 2 GSchG. Amt für Umweltschutz und Amt für Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen, 21 Seiten,» 2000.
- [44] W. Dönni, «Totholz - ökologische Vorstellungen zur Art und zur Menge,» PG Umwelt, Luzern, 07.12.2012.
- [45] PG Umwelt, «Abschätzung des Holzanfalles,» Solothurn, 2012.
- [46] W. Schütz, «Biogene maschinelle Ufersicherung (BMU),» *Ingenieurbiologie*, pp. 11-13, September 2009.
- [47] P. Umwelt, «Abschätzung Holzanfall für Sohlen-, Uferereinbau und BMU,» *Kaufmann + Bader - Forstingenieure / Umweltfachleute - Solothurn*, p. 3, 14 02 2014.
- [48] M. Mende, «Kostengünstige Bausteine zur ökologischen Aufwertung von Fließgewässern,» *Ingenieurbiologie*, pp. 62 - 66, 1/13 2013.
- [49] E. Linsin, «Innovative Bauweisen zur Stabilisierung und Strukturierung von Fließgewässern,» *Tagungsband "Kostengünstige Bausteine zur Umsetzung der EU-WRRL", gemeinsames Institutskolloquium der TU Braunschweig und der HS Magdeburg-Stendal (FH)*, pp. 19- 21, 06 11 2006.
- [50] K. Pinter, G. Unfer und C. Wiesner, «Fischbestandserhebung der Mur im Bereich St. Michael,» Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Wien, 2009.
- [51] C. Sindelar und M. Mende, «Lenkbuhnen zur Strukturierung und

Stabilisierung von Fliessgewässern,» *Wasserwirtschaft 1-2*, pp. 70-75, 2009.

- [52] DWA, Merkblatt DWA-M 509 - Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, 53773 Hennef, 2010.
- [53] BMLFUW, Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen., Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012.
- [54] R.-J. Gebler, Fischwege und Sohlengleiten. Band 1: Sohlengleiten - Grundlagen und Beispiele aus der Praxis, Walzbachtal: Verlag Wasser + Umwelt, 2009.
- [55] H.-P. Ris, «Geotechnische Beurteilung für die Entfernung der Ufersicherung GEWISS-km 2.700 bis 3.000.», 2012.
- [56] Raymond Beutler, INGE Umwelt, *Aktennotiz PG Umwelt: 1/2012. Vorkommen Karminschwärzling (seltene Pilzart)*, 23.10.2012.
- [57] Roulier, Ch.; 2013, Unterlagen KOHS-Tagung,, «Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse,» 2013.
- [58] Eawag, WSL, ETHZ, EPFL, «Rivermanagement - Integrales Gewässermanagement. Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur Projekt.,» [Online]. Available: www.rivermanagement.ch. [Zugriff am 12. 03. 2013].
- [59] Hunziker, Zarn & Partner, *Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme Wehr Biberist bis Aare. Schutzzielplan 1:5000, Vorstudie*, 2012.
- [60] P. Umwelt, «Skizze Stillgewässer (M13),» p. 2, 18 03 2014.
- [61] BAFU, «Umweltbaubegleitung mit integrierter Erfolgskontrolle,» Bern, 2007.
- [62] ARP & AfU, Kanton Solothurn, «Kantonales Nutzungsplanverfahren inkl. Baubewilligung bei Wasserbauprojekten. Eine Arbeitshilfe für Behörden und Planer. Version vom 18. April 2011,» 2011.
- [63] ARGE Emme Auen, «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare. Nutzungsvereinbarung nach SIA 260,» Bern, 2012.
- [64] L. Hunzinger, «Verbauungen Hältetlibach und Sense - Uferschutz bei Parzelle 963 - Bauleiterbericht,» Bern, 2006.
- [65] R.-J. Gebler, Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse - Massnahmen zur Strukturverbesserung; Grundlagen und Beispiele aus der Praxis, Walzbachtag:

Verlag Wasser + Umwelt, 2005.

- [66] MUNLV-NRW, «Handbuch Querbauwerke,» Klenkes-Druck & Verlag GmbH, Aachen, 2005.
- [67] FRIEDLIPARTNER AG, «Technische Altlastenuntersuchung, Ehemalige Kehrichtdeponie Scheibenstand, belasteter Standort Nr. 22.057.0001A, 4542 Luterbach,» Zürich, 2011.
- [68] FRIEDLIPARTNER AG, «Technische Altlastenuntersuchung, Auffüllung beim Fussballplatz, Belasteter Standort Nr. 22.057.0011A, 4542 Luterbach».
- [69] SolGeo AG, «Ehem. Kehrichtdeponie Rüti, Zuchwil, Technische Untersuchung,» Solothurn, 2011.
- [70] SolGeo AG, «Kehrichtdeponie am Schwarzweg, Derendingen, Technische Untersuchung,» Solothurn, 2011.
- [71] SolGeo AG, «Bioschlammdeponie Schachen, Biberist, Historische Abklärungen und Technische Untersuchung,» Solothurn, 2011.
- [72] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt, «Grundwasser im Wasseramt, unerschöpfliche Reserven,» Solothurn, 2008.
- [73] Bundesamt für Umwelt BAFU, *Wegleitung Raum den Fliessgewässern*, Bern, 2000.
- [74] Kanton Solothurn, «Genügend Raum für alle Fliessgewässer».
- [75] Hunziker, Zarn & Partner, Fischwerk, Kaufmann & Bader., «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme.Bauprojekt Biberist/Gerlafingen. Erfolgskontrolle: Konzept und Zustand vor Massnahmen,» Kanton Solothurn, Amt für Umwelt, 2011.

