Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

HOCHWASSERSCHUTZ ALPENRHEIN

INTERNATIONALE STRECKE

km 65 – km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

ZUSAMMENFASSENDER TECHNISCHER BERICHT

	C	
	B	
	A	

PLANUNG

Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, LEITPLANUNG	ABSCHNITTSPLANUNG	KOORDINATION UVE / UVB	GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE
Basler & Hofmann	Basler & Hofmann	AquaPlus	AquaPlus
GEOCONSULT	GEOCONSULT	BEITL	HYDRA
	BÄNZIGER PARTNER AG	GEOTECHNIK	TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN
	M+G INGENIEURE	3P GEOTECHNIK	OePlan

AUFTRAGGEBER

Internationale Rheinregulierung

DATUM	29.10.2019
ERSTELLT	A. Meng
GEPRÜFT	D. Schenk
FREIGEGEBEN	R. Schulz
SEITENZAHL	126

BERICHTERSTELLER
Basler & Hofmann AG
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

Basler & Hofmann

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_01_TP_20191029

MAPPE	EINLAGE
S	01

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung 6
1.1 Projektzugang 6
1.2 Projektziele 7
1.3 Kurzbeschreibung des Vorhabens 7
2 Grundlagen und Randbedingungen 11
2.1 Projektperimeter 11
2.2 Begleitplanungen 12
2.3 Entwicklungskonzept Alpenrhein 12
3 Beschreibung des Ist-Zustandes (Bestand) 14
3.1 Hydrologie, Hydraulik und Geschiebe 14
3.2 Hochwassergefährdung Bestand 15
3.3 Flussbaulicher Bestand 15
3.4 Vorlandnutzung 19
3.4.1 Landwirtschaft 19
3.4.2 Freizeit 19
3.4.3 Trinkwasser 20
3.5 Hinterland 20
3.5.1 Linksseitig 20
3.5.2 Rechtsseitig 21
4 Planungsvorgaben Generelles Projekt 22
4.1.1 Hochwasserschutz 22
4.1.2 Geschiebebewirtschaftung 22
4.1.3 Materialtransport 23
4.1.4 Grundwasserschutz / Trinkwasser 23
4.1.5 Boden und Landwirtschaft 23
4.1.6 Ökologie 24
4.1.7 Erholung und Freizeit 25
4.1.8 Kosten-Wirksamkeit 25
4.2 Lupenplanung Dammabrückungen 25
5 Erkenntnise aus der Variantenuntersuchung 26
5.1 Partizipativer Planungsprozess 26
5.2 Untersuchte Varianten 27
5.3 Trittsteinkonzept 28
6 Generelles Projekt 31
6.1 Vorhabensbeschreibung Gesamtstrecke 31
6.1.1 Dammverlauf 36
6.1.1.1 Rechtsseitig 36

6.1.1.2 Linksseitig ... 36
6.1.2 Freibord / Bauwerkssicherheit / Dammhöhen ... 37
6.1.2.1 Freibord ... 37
6.1.2.2 Bauwerkssicherheit / Dammhöhen ... 39
6.1.3 Regelprofile ... 40
6.1.3.1 Dammfusssicherung ... 41
6.1.3.2 Wege und Strassen ... 42
6.1.3.3 Rheinbähnle ... 43
6.1.4 Brücken ... 43
6.1.4.1 Einleitung ... 43
6.1.4.2 Freibord ... 43
6.1.4.3 Fundation ... 44
6.1.4.4 Massnahmen ... 48
6.1.4.5 Weiteres Vorgehen ... 57
6.1.5 Einbauten ... 57
6.1.5.1 AXPO ... 58
6.1.5.2 Erdgas Ostschweiz ... 59
6.1.5.3 Vorarlbergnetze ... 60
6.1.5.4 Bestehende Düker ... 60
6.1.5.5 Astra ... 61
6.1.5.6 Lustenauer Sickerwasserkanal ... 61
6.1.5.7 Zollgebäude ... 61
6.1.5.8 Militärische Anlagen ... 61
6.1.5.9 Historische Regelungsbauwerke ... 62
6.1.5.10 Vorstreckung ... 62
6.1.6 Kiesentnahmen ... 62
6.1.7 Massnahmen an den Dämmen ... 67
6.1.7.1 Massnahmenarten ... 67
6.1.7.2 Bauliche Erfordernisse ... 68
6.1.7.3 Neubau ... 69
6.1.7.4 Sanierung ... 70
6.1.7.5 Deckschichtentspannung und Qualmwasserbewirtschaftung ... 71
6.1.7.6 Drainagen zur Grundwasserstabilisierung ... 77
6.1.8 Massnahmen an Nebengewässern ... 82
6.2 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 1 (km 65 bis 74.75) ... 83
6.2.1 Dammabrückung Frutzmündung ... 84
6.2.2 Dammoptimierung Baggersee / Trittstein Kriessern ... 85
6.3 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 2 (km 74.75 bis 79.57) ... 85
6.3.1 Torfstrecke ... 86
6.3.2 Möglicher Überlastbereich ... 86
6.3.3 Dammoptimierung untere Hohenemser Kurve ... 87
6.4 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 3 (km 79.57 bis 84.84) ... 87
6.4.1 Trittstein Viscose – Dammoptimierung Untere Hohenemser Kurve ... 88
6.4.2 Engstelle Au/Lustenau ... 88
6.5 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 4 (km 84.84 bis 91) ... 89

6.5.1 Langfristige Sicherung Hard/Fußach ... 89
6.6 Flächenbilanzen ... 90
7 Materialbewirtschaftung und Bauablauf ... 92
7.1.1 Bauablauf ... 92
7.1.2 Baustellenerschliessung und –installation ... 95
7.1.3 Massenermittlung ... 98
7.1.4 Grundsätze der Materialbewirtschaftung ... 99
7.1.5 Abschwemmen ... 99
7.1.6 Materialbewirtschaftungskonzept ... 100
7.1.7 Transporte ... 101
8 Zusammenfassung aus den Fachberichten ... 104
8.1 Hydraulik und Geschiebe ... 104
8.1.1 Istzustand ... 104
8.1.1.1 Morphologie ... 104
8.1.1.2 Geschiebehaushalt, Sohlenlage ... 104
8.1.1.3 Nieder- und Hochwasserspiegel, Hochwasserschutz ... 104
8.1.2 Auswirkungen und Beurteilung Generelles Projekt ... 104
8.1.2.1 Morphologie ... 104
8.1.2.2 Geschiebehaushalt ... 105
8.1.2.3 Sohlenlage und berechnete Wasserspiegel ... 105
8.1.2.4 Kolke ... 105
8.1.2.5 Hochwasserschutz und Eingriffshorizonte ... 105
8.1.2.6 Auswirkung im Ober- und Unterwasser ... 105
8.1.2.7 Ergänzende Massnahmen und Empfehlungen ... 106
8.2 Geotechnik ... 106
8.2.1 Ist-Zustand ... 106
8.2.2 Auswirkungen und Beurteilung Generelles Projekt ... 107
8.2.3 Massnahmen und Empfehlungen ... 108
8.3 Grundwasser und Trinkwasserversorgung ... 108
8.3.1 Ist-Zustand ... 108
8.3.2 Auswirkungen und Beurteilung Generelles Projekt ... 108
8.3.3 Massnahmen und Empfehlungen ... 109
8.4 Gewässer- und Fischökologie ... 109
8.4.1 Ist-Zustand ... 109
8.4.1.1 Ökologisch relevante flussmorphologische Verhältnisse ... 109
8.4.1.2 Biologische Verhältnisse ... 110
8.4.2 Auswirkungen und Beurteilung Generelles Projekt ... 110
8.4.2.1 Auswirkungen in der Bauphase ... 110
8.4.2.2 Auswirkungen in der Betriebsphase ... 110
8.4.3 Weitere Massnahmen und Empfehlungen ... 111
8.5 Terrestrische Ökologie und Nutzungen ... 111
8.5.1 Ist-Zustand (Bestand) ... 111
8.5.1.1 Orts- und Landschaftsbild ... 111
8.5.1.2 Freizeit und Erholung ... 112

8.5.1.3 Landwirtschaft und Boden ... 112
8.5.1.4 Terrestrische Ökologie ... 113
8.5.2 Generelles Projekt ... 114
8.5.2.1 Landschaftsbild ... 114
8.5.2.2 Freizeit und Erholung ... 114
8.5.2.3 Landwirtschaft und Boden ... 115
8.5.2.4 Terrestrische Ökologie ... 116
9 Pflege und Unterhalt ... 118
10 Fazit und Ausblick ... 119
11 Glossar ... 121
12 Verwendete Unterlagen ... 123
13 Abbildungsverzeichnis ... 124
14 Tabellenverzeichnis ... 126

1 EINLEITUNG

1.1 Projektzugang

Im Rahmen des Entwicklungskonzepts Alpenrhein (EKA) hat sich herausgestellt, dass die Hochwasserrisiken auf der Strecke der Internationalen Rheinregulierung (IRR) am grössten sind. Wegen der geringeren Abflusskapazität im Unterlauf des Alpenrheins muss bei einem sehr grossen Hochwasser mit einer Überflutung der Dämme und mit Dammbrüchen gerechnet werden. Dabei sind die Gesundheit und das Leben von Menschen gefährdet, weiters können Schäden in der Höhe von rund zehn Milliarden Franken entstehen.

Die Internationale Rheinregulierung (IRR) beauftragte daher die Planung eines Hochwasserschutz-Projekts, das die Abflusskapazität von derzeit 3'100 m^3/s auf künftig zumindest 4'300 m^3/s erhöht und die gesetzlichen Rahmenbedingungen beider Staaten erfüllt. Durch einen partizipativen Begleitprozess soll die Einbeziehung der Akteure sichergestellt werden. Die Beauftragung erfolgte auf Basis des Staatsvertrages zwischen Schweiz und Österreich von 1954, namens der Gemeinsamen Rheinkommission (GRK) der Internationalen Rheinregulierung.

Dazu wurde eine Variantenuntersuchung durchgeführt, in welcher verschiedene Varianten entwickelt, geprüft und bewertet wurden. Ergebnis des partizipativen Planungsprozesses in der Variantenuntersuchung waren Planungsvorgaben für das Generelle Projekt. Basierend darauf wurde das Generelle Projekt erarbeitet. Dieses bildet die Grundlage für das UVP Verfahren und für die behördliche Bewilligung.

Die Bearbeitung erfolgte auf interdisziplinärer Basis mit Einbezug der Fachbereiche Leit- und Abschnittsplanung, Hydraulik und Geschiebe, Grundwasser und Trinkwasserversorgung, Gewässer- und Fischökologie, Terrestrische Ökologie, Landwirtschaft, Freizeit und Erholung, Geotechnik und UVE/UVB (Umweltverträglichkeitserklärung/Umweltverträglichkeitsbericht).

Die Gewässerstrecke betrifft sowohl Österreichisches als auch Schweizer Staatsgebiet. Im Konkreten umfasst das Projektgebiet die folgenden Projekt- bzw. Auswirkungsstrecken:

- Flussstrecke km 65 (Illmündung) bis km 91 (Beginn der Vorstreckung): Projektstrecke
- unterhalb km 91 und Bodensee: Auswirkungsbetrachtung
- Flussstrecke oberhalb km 65 bis zur Buchser Schwelle: Auswirkungsbetrachtung

Für die Realisierung der Abflusserhöhung ist es auch erforderlich, zwischen den beiden Staaten Schweizerische Eidgenossenschaft und Republik Österreich einen neuen Staatsvertrag abzuschliessen. Das gegenständliche Projekt liefert die wesentlichen Grundlagen hierfür.

1.2 Projektziele

Mit dem Projekt soll die Erhöhung der Abflusskapazität des Alpenrheins von derzeit 3'100 m^3/s auf zumindest 4'300 m^3/s auf der internationalen Flussstrecke von km 65 (Illmündung) bis km 91 (Beginn der Vorstreckung) erreicht werden. Im Weiteren sind folgende fachliche Ziele weitgehend zu erreichen:

- Minderung des Restrisikos betreffend Hochwassergefährdung (Verhinderung von unkontrollierten Dammbrüchen im Überlastfall mit Massnahmen zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit)
- Dynamische Stabilität der Flusssohle (Vermeidung von Erosions- bzw. Auflandungstrends)
- Nachhaltige Sicherung des Hochwasserabflussquerschnitts
- Einhaltung des Verbesserungsgebotes und – nach Möglichkeit – Erreichen des guten ökologischen Potenzials bzw. des natürlichen Verlaufs des Alpenrheins
- Erhalt oder nach Möglichkeit Anhebung des Grundwasserspiegels im Grundwasserbegleitstrom des Alpenrheins bei Niedrigwasser in identifizierten Problemgebieten zur Erreichung der wasserwirtschaftlichen Ziele für das Grundwasser, grundwasserabhängige Oberflächengewässer und grundwasserabhängige Landökosysteme. Der Grundwasserspiegel bei Hochwasser soll hingegen nicht höher liegen als derzeit.
- Erhalt bzw. Aufwertung der Rheinlandschaft als Erholungsraum
- Erhalt der Wasserversorgung im Rheintal aus einwandfreiem Grundwasser
- Erhalt der landwirtschaftlichen Produktionsfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit
- Kosteneffizienz der Massnahmen betreffend Errichtung und Instandhaltung
- Technische und rechtliche Realisierbarkeit

1.3 Kurzbeschreibung des Vorhabens

Das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein wird zwischen der Illmündung (km 65) und der Vorstreckung in den Bodensee (km 91) grundsätzlich zwischen den bestehenden Hochwasserdämmen auf Flächen des öffentlichen Wasserguts umgesetzt (Übersicht Projektperimeter in Abbildung 1). Eine Ausnahme bildet der Bereich der Frutzmündung, wo der rechtsseitige Hochwasserschutzdamm ins Hinterland abgerückt wird und der Ehbach neu gemeinsam mit der Frutz in den Rhein mündet. Um bei Hochwasser im Rhein einen Rückstau in den Ehbach zu verhindern, werden bei der neuen Ehbachmündung ein Verschlussbauwerk und ein Pumpwerk vorgesehen.

Zwischen den Hochwasserdämmen wird das Mittelgerinne des Rheins deutlich verbreitert. Auf dem Grossteil der Projektstrecke bleibt zur Sicherung des Dammfusses ein Mindestvorlandstreifen von je 15 m Breite entlang der Dämme bestehen. Zusätzliches Vorland bleibt hauptsächlich im Bereich von Schutzzonen der Trinkwasserbrunnen und teilweise in Abschnitten zwischen den Trittsteinen in der oberen Hälfte der Projektstrecke erhalten.

Die Abflusskapazität wird von heute 3'100 m^3/s (100-jährliches Hochwasserereignis HQ_{100}) auf zukünftig mindestens 4'300 m^3/s (300-jährliches Hochwasserereignis HQ_{300}) erhöht. Das Bemessungs-

ereignis von 4'300 m^3/s wird mit den erforderlichen Freiborden innerhalb der Hochwasserschutzdämme abgeführt. Zur Bewältigung des Überlastfalls (Überschreiten der Ausbauwassermenge) bzw. zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit wird ein EHQ (5'800 m^3/s) betrachtet. Eine Begrenzung auf diesen Zufluss in den Projektperimeter (4'400 m^3/s vom Rhein, 1'400 m^3/s von Ill und Frutz) erfolgt gemäss "Memorandum of Understanding" im Oberlauf mittels Massnahmen ausserhalb des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi). Die Gewährleistung der Bauwerkssicherheit innerhalb des Projekts bis zu einem Abfluss von 5'800 m^3/s erfolgt mittels einer Kombination von darauf abgestimmten Dammhöhen und Notentlastung. Insgesamt können mit diesem Konzept Dammbrüche auch bei einem Extremereignis verhindert werden.

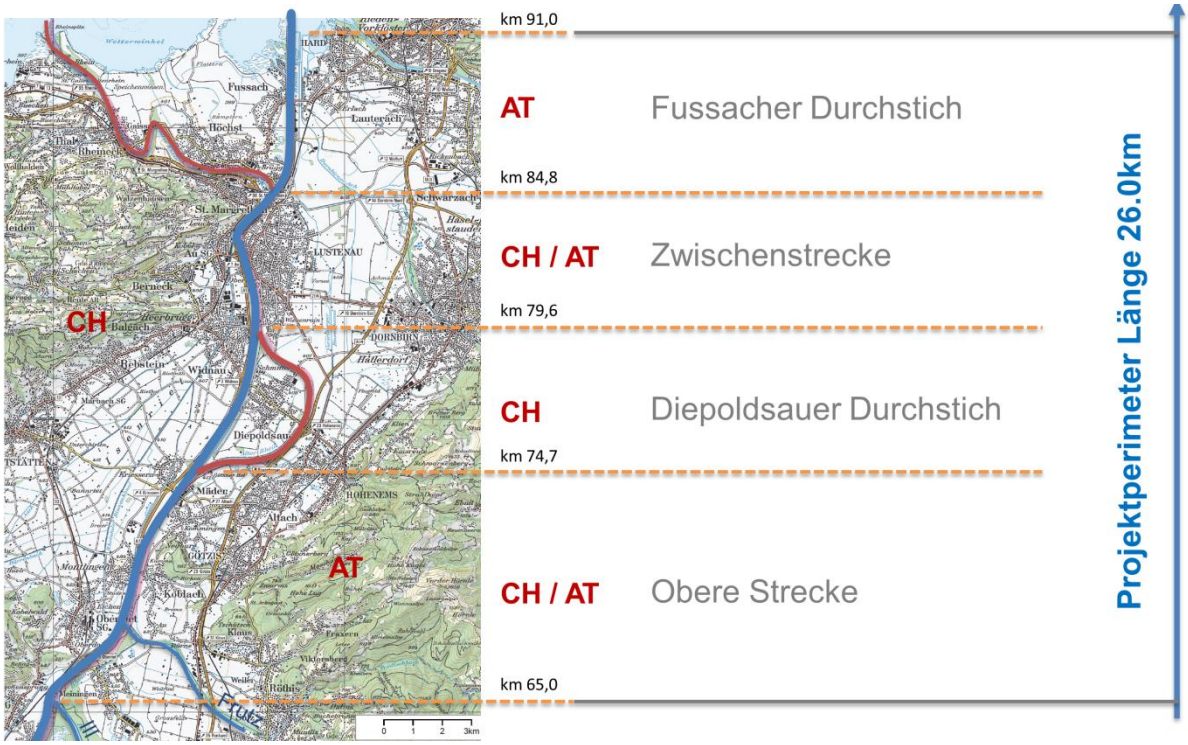


Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter

Zur langfristigen Sicherstellung des Hochwasserschutzes ist eine differenzierte Geschiebebewirtschaftung erforderlich. Heute wird sämtliches Geschiebe am Beginn der Vorstreckung aus dem Rhein entnommen. Zukünftig ist eine Verteilung auf drei Kiesentnahmestellen vorgesehen, oberhalb der Illmündung, im Bereich Diepoldsau und bei der heutigen Kiesentnahme am Beginn der Vorstreckung. Weiter wird zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes ein Mindestabflussquerschnitt definiert, welcher künftig von Gehölz freigehalten wird.

Durch die Aufweitung des Mittelgerinnes kann der Rhein ökologisch deutlich aufgewertet werden. Die vom Gesetzgeber verlangte Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit bzw. des "guten ökologischen Potentials" wird durch Anwendung eines Trittsteinkonzepts verfolgt. Wo Raum zur Verfügung steht, werden ökologische Trittsteine mit grossen dynamischen Gewässerbreiten bis 380 m vorgesehen. In diesen Trittsteinen können sich Auwaldflächen ausbilden, ohne den Hochwasserschutz zu beeinträchtigen. Auch die Verbindungsstrecken zwischen diesen Trittsteinen werden gegenüber dem heutigen Mittelgerinne mit Breiten zwischen 70 bis 90 m deutlich auf 150 bis

200 m (in der Engstelle Au/Lustenau 120 m) verbreitert, sodass eine Vernetzung der Trittsteine sichergestellt wird. Zur Sicherung der terrestrischen Längsvernetzung u.a. für Säugetiere sind neben dem Bewuchs im dynamischen Gerinnebereich Bestockungen im Bereich der neuen Ufer- bzw. Dammfusssicherungen und auf Überprofilen der Dämme (wasser- und luftseitig) vorgesehen. Die Magerwiesen an den Dämmen werden wieder angelegt.

Das dynamische Mittelgerinne des Alpenrheins wird seitlich durch einen durchgehenden Längsverbau zum verbleibenden Vorland hin begrenzt. Diese Dammfusssicherung reicht bis auf die Höhe des Vorlands, Mittelwuhren bestehen beim vorliegenden Projekt keine mehr. Mit der infolge der Aufweitung gegenüber dem Bestand angehobenen mittleren Sohle sowie den erwarteten morphologischen Bänken, welche fast auf Höhe Vorland reichen können, wird in Kombination mit dem Verzicht auf Mittelwuhren die Zugänglichkeit zum Gewässer deutlich verbessert.

Die bestehenden grossteils mehr als 100 Jahre alten Hochwasserdämme sind im Aufbau inhomogen und entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Mit dem Hochwasserschutzprojekt Alpenrhein werden die Dämme deshalb abschnittsweise abgetragen und mit lokalem Material neu erstellt oder umfassend saniert (Teilneubau). Die Dammhöhen werden auf die erforderlichen Höhen zur Abführung des Bemessungshochwassers inkl. Freibord bzw. zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit im Überlastfall angepasst. Abgesehen von lokal begrenzten Bereichen erfolgen dafür keine massgeblichen Dammerhöhungen. Wo derzeit am luftseitigen Dammfuss weder Interventionspisten noch öffentliche Strassen bestehen, werden Interventionspisten ergänzt. Die Dammkrone wird auf eine Mindestbreite von 4.5 m vergrössert und durchgehend befahrbar ausgebildet. Die Dammböschungen werden 1:2 oder flacher geneigt (mit Ausnahme am rechtsufrigen Damm im Bereich Lustenau). Die neuen Hochwasserschutzdämme werden mit einer Dichtwand gegen Durchströmung gesichert. Am luftseitigen Dammfuss wird abschnittsweise eine Deckschichtentspannung bzw. eine Drainage vorgesehen.

Die Grundwasserfassungen in Rheinnähe werden erhalten bzw. im jeweiligen Perimeter neu angeordnet. Die Brunnen Lustenau liegen neu oberhalb der Rechtskurve (km 82.6 bis 83.1), so dass in der Engstelle das Mittelgerinne des Rheins nach rechts aufgeweitet werden kann. Die Brunnen Viscose werden im heutigen Perimeter entlang dem Damm so verlegt, dass die grosse Breite zwischen den Hochwasserdämmen im Bereich Viscose für einen Trittstein genutzt werden kann. In einer Begleitplanung wird erarbeitet, wie während der Bauzeit, wenn einzelne Brunnenfelder vorübergehend ausser Betrieb genommen werden müssen, die Versorgung mit Ersatzwasser sichergestellt wird.

Das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein hat auch Auswirkungen auf das Grundwasser im Rheintal. Wo erforderlich, wird am luftseitigen Dammfuss eine Drainage, welche auch als Deckschichtentspannung wirkt, vorgesehen. Bei niedrigen Abflüssen in der Drainage wird das Drainagewasser in die Gewässer im Hinterland eingeleitet, bei grösseren Abflüssen wird das Drainagewasser zurück in den Rhein gepumpt. So kann sichergestellt werden, dass es trotz Sohlenanhebung und grösserer Breite des Rheins nicht zu einem Grundwasseranstieg ausserhalb der Rheindämme kommt.

Für die Freizeit- und Erholungsnutzung wird in der weiteren Projektierung gemeinsam mit den Gemeinden ein Konzept erarbeitet. Bereits im Generellen Projekt ist definiert, dass beidseitig des Rheins ein durchgehender befestigter Weg mit 4 m Breite erstellt wird, welcher als Radweg genutzt werden kann. Dieser Weg liegt abschnittsweise auf der Dammkrone, auf einer Berme oder im Vorland.

Durch die Gerinneverbreiterung und den Aushub für die Ufersicherungen fallen in der Bauphase vor allem Schluff und Sand, abschnittsweise auch Kies an. Dieses Material wird in erster Priorität im Projekt wiederverwendet. Geeignetes Material für Bodenverbesserungen kann bei Bedarf für Bodenverbesserungsprojekte auf Zwischenlagern im Vorland zur Verfügung gestellt werden. Nicht verwertete Feinsedimente werden wie bereits heute beim Lettenabtrag bei erhöhtem Abfluss durch den Rhein abgeschwemmt.

2 GRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN

2.1 Projektperimeter

Das Projekt bezieht sich sowohl auf das Österreichische, als auch Schweizerische Staatsgebiet. Folgende Länder/Kantone, Bezirke und Gemeinden liegen im Projektperimeter oder grenzen direkt an.

Republik Österreich:

Bundesland Vorarlberg

Bezirke und Standortgemeinden in Richtung flussaufwärts

- Bezirk Bregenz
  - Marktgemeinde Hard
  - Gemeinde Fußach
  - Gemeinde Höchst
- Bezirk Dornbirn
  - Marktgemeinde Lustenau
- Bezirk Feldkirch
  - Gemeinde Altach
  - Gemeinde Mäder
  - Gemeinde Koblach
  - Gemeinde Meiningen
  - Stadtgemeinde Feldkirch

Schweizerische Eidgenossenschaft:

Kanton St. Gallen

Standortgemeinden in Richtung flussaufwärts

- Gemeinde St. Margrethen
- Gemeinde Au
- Gemeinde Widnau
- Gemeinde Diepoldsau
- Gemeinde Oberriet
- Gemeinde Rüthi

Die Kilometrierung für den Alpenrhein erfolgt vom Zusammenfluss des Vorder- und des Hinterrheins bei km 0.0 bis zur Mündung in den Bodensee bei rd. km 94.5 und ist aufsteigend mit der Fliessrichtung.

Das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) ist gemäss den Vorgaben der IRR in räumlicher Sicht innerhalb der bestehenden Hochwasserschutzdämme und zwischen den Anbindungsbereichen an den Bestand im Bereich bei Rhein-km 65 (Illmündung) bzw. km 91 (Beginn der Vorstreckung) zu entwickeln.

Andere räumliche Ausdehnungen bzw. Verlängerungen bzw. Verkürzungen des von den Massnahmen direkt betroffenen Bereiches sind aus derzeitiger Sicht nicht vorgesehen.

Abrückungen des Schutzdammes in das Hinterland sind nur lokal in Bereichen ohne höhere Nutzungsformen möglich, jedenfalls nur ausserhalb von Siedlungsräumen, aber auch ohne Beeinträchtigung des Bestandes bestehender hochwertiger Verkehrsträger, insbesondere Autobahnen.

2.2 Begleitplanungen

Folgende Themen werden in Begleitplanungen, nicht als Projektbestandteil des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi), untersucht und projektiert:

- **Bodenverbesserung:** Untersuchungen zum Bedarf für Bodenverbesserungen ausserhalb des Projektperimeters sowie Projektierung und Umsetzung von entsprechenden Bodenverbesserungsprojekten. Für die Bodenverbesserungen kann vom Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) Material zur Verfügung gestellt werden. Als Schnittstelle werden die vorgesehenen Zwischenlager auf den Rheinvorländern festgelegt.
- **Ersatzwasserplanung:** Untersuchungen zum Bedarf für Ersatzwasser während der Bauzeit und Projektierung der entsprechenden Massnahmen zur Ersatzwasserbeschaffung. Dies beinhaltet neue Trinkwasserbrunnen in den Gebieten Feldkirch Matschels (Österreich) und Oberriet Loseren (Schweiz) sowie neue Transportleitungen.
- **Verschiebung der Brunnen Lustenau und Viscose:** Die Verschiebung der Brunnen Lustenau in den Bereich oberhalb der Rechtskurve und der Brunnen Viscose im heutigen Perimeter in Richtung Damm erfolgt durch die jeweiligen Brunnenbetreiber.
- **Übergeordnete Systemsicherheit:** Die Bauwerkssicherheit für den Überlastfall wird im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) bis zu einem EHQ (5'800 m^3/s) berücksichtigt. Der Überlastfall für noch grössere Abflüsse wird übergeordnet durch die IRKA im Rahmen der "Systemsicherheit" oberhalb der Projektstrecke gelöst.
- **Ausscheidung Gewässerraum:** Die Ausscheidung des Gewässerraums in der Schweiz erfolgt durch die Gemeinden bzw. den Kanton. Das vorliegende Projekt liefert die entsprechenden Grundlagen.

2.3 Entwicklungskonzept Alpenrhein

Das im Auftrag der IRR sowie IRKA per 2005 abgeschlossene Entwicklungskonzept Alpenrhein ist ein schutzwasserwirtschaftlich motiviertes Projekt für die gesamte Strecke des Alpenrheins vom Zusammenfluss Vorderrhein-Hinterrhein bis zum Bodensee. Vor allem die Bewohner und die sehr hohen Sachwerte im mittleren und im unteren Rheintal sollen vor extremen Hochwasserereignissen geschützt werden. Parallel werden wesentliche Verbesserungen in den Bereichen Grundwasser, Ökologie und Naherholungswert angestrebt.

Die wesentlichen Ziele des Entwicklungskonzeptes umfassen *(kursive Ziele betreffen Massnahmen ausserhalb des Projektperimeters von Rhesi und werden im vorliegenden Projekt nicht direkt behandelt)*:

- Die langfristige Erhöhung der Abflusskapazität zwischen Diepoldsau und dem Bodensee

- *Die Reduktion des Geschiebetransportvermögens vor allem in den langen Eintiefungsstrecken oberhalb von Buchs*
- Die Schadensminimierung bei extrem seltenen Hochwasserereignissen, welche grösser als die Ausbauwassermenge sind
- Die Erhöhung der morphologischen und ökologischen Vielfalt
- *Die Lösung der Schwallproblematik, welche durch die bedarfsorientierte Energieproduktion der Wasserkraftanlagen im Einzugsgebiet verursacht wird*
- Die Wiederherstellung der Passierbarkeit für Fische im Alpenrhein selbst und in die Zuflüsse
- Die Erhaltung des Potenzials für die Grundwasser- und die Wasserkraftnutzung

3 BESCHREIBUNG DES IST-ZUSTANDES (BESTAND)

3.1 Hydrologie, Hydraulik und Geschiebe

Die Hydrologie des Alpenrheins wurde in der Hauptstudie „Hydrologie Alpenrhein“ von Heierli, Hunziker & Zarn und Tergeso im Jahr 2000 [1] detailliert untersucht und 2003 [2] in einer Kurzfassung zusammengefasst. In die Untersuchungen flossen unter anderem die Analyse historischer Hochwasser, die gemessenen Abflüsse der Pegel in Diepoldsau bei der Rietbrücke (Schweiz) sowie in Lustenau bei der ÖBB-Brücke (Österreich) und Ergebnisse von Niederschlags-Abfluss-Modellierungen ein.

Insbesondere das Szenario EHQ wurde in der Studie „Vertiefung Notentlastung Alpenrhein“ von Hunziker, Zarn und Partner im Jahr 2009 weiter untersucht. 2012 wurde als weitere hydrologische Grundlage für den Alpenrhein die „Ergänzungsstudie Hydrologie Alpenrhein für die Berücksichtigung des Unwetters 2005“ von UDATA fertiggestellt.

Als massgebliche Spitzenabflüsse für den Alpenrhein im Raum Illmündung - Bodensee gelten basierend auf den oben genannten Untersuchungen die Werte in Tabelle 1. In Tabelle 2 sind zudem für ausgewählte Ereignisse die am Pegel Lustenau gemessenen Abflüsse angegeben.

Jährlichkeit	Abfluss (m^3/s)
MQ	230
HQ_1	1'180
HQ_5	1'800
HQ_{10}	2'100
HQ_{30}	2'600
HQ_{100}	3'100
HQ_{300}	4'300
EHQ (ca. HQ_{1000})	5'800

Tabelle 1: Charakteristische Abflusswerte für den Alpenrhein im Raum Illmündung - Bodensee

Ereignis	Abfluss (m^3/s)	Datum
Q_{min}	31.7	am 22.01.1990
HQ (1987)	2'665	am 19.07.1987
HQ (2005)	2'160	am 23.08.2005
HQ (2016)	2'200	am 17.06.2016

Tabelle 2: Abflüsse am Pegel Lustenau für ausgewählte Ereignisse

Das grösste Hochwasserereignis der letzten 50 Jahre war jenes vom 19.07.1987 mit einer rechnerischen Jährlichkeit von etwas über 30.

Die massgeblichen Wasserspiegelhöhen wurden im Zuge der Bearbeitung Hydraulik und Geschiebe ermittelt. Neben kleineren Abflussmengen erfolgten die Berechnungen insbesondere für HQ_{100}, HQ_{300} sowie EHQ. Berechnet wurden jeweils die Spiegelhöhen für den Ausgangszustand (2011) sowie den Zustand 2066 und auch dazwischenliegende Zeitpunkte (alle 11 Jahre). Die jeweils höheren massgeblichen Wasserspiegel sind im Längenprofil (Einlage 15 des Staatsvertragsdossiers) ausgewiesen.

Die in die Projektstrecke eingetragene durchschnittliche jährliche Geschiebemenge beträgt rd. 57'000 m³ im Zeitraum 1975 – 1994 sowie rd. 63.000 m³ im Zeitraum 1995 – 2005. Dieses Geschiebe wird heute grösstenteils in der Vorstreckung aus dem Rhein entnommen.

3.2 Hochwassergefährdung Bestand

Der Alpenrhein ist im Bestand dafür ausgelegt, ein 100-jährliches Hochwasserereignis mit einem Spitzenabfluss von 3'100 m^3/s abzuleiten. Über dem HQ_{100} kommt es heute rechnerisch zu Überströmungen der Dämme. Auch wo die Dämme bei Überschreiten eines Abflusses von 3'100 m^3/s nicht überströmt werden, ist die Stabilität der bestehenden Rheindämme nicht mehr gewährleistet und es muss mit Dammbrüchen gerechnet werden.

In der Gefahrenkartierung wurden bisher sowohl im Kanton St. Gallen als auch im Land Vorarlberg keine Dammbruchszenarien aufgrund von geotechnischem Versagen und keine Freiborde angesetzt. Deshalb weicht die Risikobeurteilung für den Bestand erheblich von der Gefahrenkartierung ab. Damit waren auch für den Bestand Berechnungen der Überflutungsflächen erforderlich. Die Überflutungsflächen bei Dammbrüchen an unterschiedlichen Stellen wurden für HQ_{101}-, HQ_{300}- und EHQ-Szenarien mittels 2D-Überflutungsberechnungen bestimmt. Diese Berechnungen werden im Fachbericht "Hydraulik und Geschiebe, 2D Überflutungsberechnungen" (Mappe C, Einlage 103 im Generellen Projekt) dokumentiert und bilden die Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

3.3 Flussbaulicher Bestand

Die Projektstrecke besteht im betrachteten Bereich zwischen Rhein km 65 und km 91 aus einem 70 - 90 m breiten Mittelgerinne, bereichsweise abgegrenzt mit Wuhrdämmen sowie daran beidseitig anschliessenden Vorländern mit unterschiedlichen Breiten. Diese wiederum werden durch die Hochwasserschutzdämme eingegrenzt.

Die Linienführung des Mittelgerinnes ist entsprechend der Regulierung gestreckt mit vereinzelten Bögen und dazwischen befindlichen Geraden. Das Sohlgefälle beträgt i.M. 1.1 ‰.

Die Fläche von rd. 901 ha gliedert sich wie folgt:

- **Gewässer:** **293 ha**
  - Davon Sohlenbereich: 190 ha
  - Davon Uferbereich inkl. Mittelwuhren: 103 ha
- **Vorländer:** **403 ha**
- **Dämme:** **205 ha**
  - Davon Dammaufstandsfläche: 155 ha
  - Davon Dammgrundstück im öff. Wassergut ausserhalb der Dämme: 50 ha

Dadurch ergibt sich eine mittlere Breite einschliesslich der Dämme von rd. 350 m. Die Flächen befinden sich durchwegs im öffentlichen Eigentum.

Die Grenze zwischen den Staaten Schweiz und Österreich verläuft zum Teil in der Flussmitte, in den Durchstichbereichen Diepoldsau sowie Fußach auch ausserhalb des Gewässers.

Auf den folgenden Abbildung 2 bis Abbildung 8 finden sich einige Eindrücke der derzeitigen Anlageverhältnisse.

Abbildung 2: Bestand, Rhein km 69, Bereich Frutzmündung, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015)

Abbildung 3: Bestand, Rhein km 73, Bereich Kriessern / Mäder, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015)

Abbildung 4: Bestand, Rhein km 75, Bereich Diepoldsau, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015)

Abbildung 5: Bestand, Rhein km 81, Bereich Viscose, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015)

Abbildung 6: Bestand, Rhein km 83, Bereich Lustenau / Au, Blick flussaufwärts (Flugaufnahme 2015)

Abbildung 7: Bestand, Rhein km 84, Bereich St.Margrethen/Lustenau, Blick flussabwärts (Aufnahme 2015)

Abbildung 8: Bestand, Rhein km 87, Bereich Hard / Fußach, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015)

An den Projektbereich schliesst bei km 91 die „Vorstreckung“ an. Es handelt sich dabei um die 3.4 km lange Mündungsstrecke des Rheins in den Bodensee bis zur Haldenkante, dem Übergang vom Flach- in den Tiefbereich des Sees. Zur Aufrechterhaltung der Sohllage und damit der Funktion der Vorstreckung erfolgen permanent Baggerungen aus der Sohle. Diese betreffen sowohl die Fraktionen Kies als auch Feinmaterial. Der Aushub von durchschnittlich 130'000 m^3 pro Jahr wird soweit möglich verwertet.

3.4 Vorlandnutzung

3.4.1 LANDWIRTSCHAFT

Die Rheinvorländer (der Bereich zwischen den Hochwasserschutzdämmen und den Wuhren) sind durchwegs eben und weisen einen Grasbewuchs auf. Die Flächen befinden sich sowohl in der Schweiz als auch in Österreich im öffentlichen Eigentum, werden allerdings an Gemeinden bzw. direkt an Landwirte zur Nutzung als Grünland verpachtet.

Zufolge des Grasaufkommens und der Bodenfeuchte erfolgt die Mahd mehrmalig pro Jahr. Zum Teil erfolgt auch die Nutzung als Weideflächen, überwiegend für Schafe, zum kleineren Teil für Rinder.

3.4.2 FREIZEIT

Die in Längsrichtung praktisch durchgehend verlaufenden Wege im Vorland, aber auch auf den Dämmen, werden stark genutzt, als Rad-, Inline-, Reit- und Wanderwege.

In den an die Ortschaften angrenzenden Vorlandbereichen finden verschiedene Freizeit- und Sportaktivitäten statt. Schwerpunkte bilden die Bereiche Lustenau sowie Meiningen mit dort situierten Anlagen für Ballspiele etc. Das Vorland im Nahbereich der Ortschaften wird generell von Spaziergängern, Hundehaltern, vor allem als Spielplatz für Kinder etc. gerne angenommen. Weiters von Bedeutung sind die insbesondere in der Schweiz historisch stark verankerten Aktivitäten der Rheinholzer sowie Pontoniere.

Mit dem Rheinbähnle sind Ausflugsfahrten vom Betriebsbahnhof in Lustenau möglich. Diese führen flussabwärts regelmäßig zur Vorstreckung rechts des Rheins und in Richtung flussaufwärts bei gegebenem Bedarf bis zum Betriebsbahnhof Widnau auf der linken Seite des Rheins.

3.4.3 TRINKWASSER

Eine weitere wesentliche Nutzung im Rheinvorland stellen die Trinkwassergewinnungsanlagen mit Brunnen in folgenden Bereichen dar:

- km 68.2 links, Wasserversorgungsanlage Oberriet, Versuchsbrunnen
- km 70.0 bis km 70.1 rechts, Wasserversorgungsanlage Koblach (GWV Vorderland), 2 Vertikalfilterbrunnen, luftseitig des Damms
- km 72.3 bis km 72.4 rechts, Wasserversorgungsanlage Mäder (TWV Rheintal), 2 Vertikalfilterbrunnen (VFB), 1 Horizontalfilterbrunnen
- km 74.7 rechts, Wasserversorgungsanlage Diepoldsau (Rhyspitz), 5 Horizontalfilter-brunnen (HFB)
- km 80.0 bis km 81.0 links, Wasserversorgungsanlage Widnau (WMR), 4 Heber-Vertikalfilterbrunnen (Brunnen Viscose 1, 2, 3, 6), 1 Vertikalfilterbrunnen (Viscose 7) und 1 Horizontalfilterbrunnen (Viscose 8)
- km 83.4 bis km 83.6 links, Wasserversorgungsanlage Au (WMR), 1 Vertikalfilterbrunnen, Brunnen Au Süd, Au-Nord 1 und Au-Nord 2 (HFB)
- km 83.6 bis km 83.8 rechts, Wasserversorgungsanlage Lustenau, 1 Horizontalfilter-brunnen und 1 Vertikalfilterbrunnen
- km 84.0 bis km 84.2 links, Wasserversorgungsanlage St. Margrethen, Brunnen Schäfli 1 und Schäfli 2 (Horizontalfilterbrunnen)
- km 85.2 links Wasserversorgungsanlage Höchst, 2 Vertikalfilterbrunnen (einer im Vorland), 1 Horizontalfilterbrunnen

3.5 Hinterland

3.5.1 LINKSSEITIG

Zwischen dem Projektbeginn bei km 65 und km 84.5 verläuft im Schweizer Hinterland die Autobahn unmittelbar angrenzend an die Hochwasserdämme. Das weitere Hinterland im Anschluss an die Autobahn wird überwiegend landwirtschaftlich (Ackernutzung) genutzt oder es finden sich Siedlungen resp. gewerbliche Zonen (Montlingen, Kriessern, Widnau, Au, St.Margrethen).

Flussabwärts vom Rhein km 84.5 grenzen zum Teil Siedlungen (Teile von Höchst bzw. Fußach), aber auch Grünland an die Dämme im Hinterland an.

3.5.2 RECHTSSEITIG

Das an die Dämme anschliessende Hinterland wird überwiegend als Grünland genutzt, zum Teil auch als Ackerland und Wald. Dicht besiedelte Bereiche finden sich im Bereich km 66,7 – km 67,1 (Meiningen), 70.0 – km 71.0 (Koblach), 73.0 – km 74.0 (Mäder), 77.0 – km 79.0 (Diepoldsau) sowie 80.0 – km 86.0 (Lustenau).

Zwischen km 85.5 und km 88.4 im Raum Lustenau verläuft die L202 am luftseitigen Dammfuss. Das weitere Hinterland im Anschluss an die Strasse wird überwiegend landwirtschaftlich (Ackernutzung) genutzt bzw. befinden sich hier gewerbliche Zonen.

Flussabwärts von km 88.6 grenzt das Natura-2000 Gebiet direkt an die Dämme an.

4 PLANUNGSVORGABEN GENERELLES PROJEKT

Die Planungsvorgaben für das Generelle Projekt wurden in einem Faktenblatt [10] zusammengestellt. Die nachfolgenden Abschnitte sind direkt aus dem Faktenblatt zitiert.

4.1.1 HOCHWASSERSCHUTZ

Ziel des Projekts ist die Erhöhung der Sicherheit respektive die Senkung der aktuellen Risiken.

Die Abflusskapazität des Rheins soll abgestimmt auf den Oberlauf über die gesamte Länge der Internationalen Strecke auf einen Bemessungsabfluss von mindestens 4'300 m^3/s ausgebaut werden. Im Rahmen der Voruntersuchung sind sechs technische Varianten auf ihre Realisierbarkeit hin geprüft worden. Diese haben gezeigt, dass die Erhöhung der Abflusskapazität ohne Erhöhung der Hochwasserspiegel möglich und zweckmässig ist.

Die Erhöhung der Abflusskapazität soll primär mit Gerinneverbreiterungen innerhalb der bestehenden Hochwasserdämme erfolgen, wodurch auch eine Erhöhung des Wasserspiegels bei Hochwasser vermieden werden kann. Mit Verbreiterungen bzw. Aufweitungen des Mittelgerinnes können gleichzeitig positive Effekte für die Ökologie und Erholung erreicht werden. Die Voruntersuchungen haben gezeigt, dass Dammerhöhungen nachteilig sind. Aus technischer Sicht führen diese im Hochwasserfall zu höheren Wasserspiegeln, höheren Beanspruchungen der Dämme und somit zu grösseren Risiken. Eine Lösung, welche primär auf Dammerhöhungen basiert, scheidet daher aus.

Neben der Abflusskapazität ist die Dammstabilität (Standsicherheit) und der Kolkschutz zu gewährleisten. Aus geotechnischen Gründen muss daher beidseitig des Rheins ein mindestens 15 m breiter Streifen des Vorlandes belassen werden.

Um unkontrollierte Dammbrüche auch bei Ereignissen, die den neuen Bemessungsabfluss von mindestens 4'300 m^3/s überschreiten, zu vermeiden, sind geeignete Stellen für Entlastungen vorzusehen. Für die Notfallplanungen sind die Grundlagen bereit zu stellen.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 6.1 und im Fachbericht Hydraulik und Geschiebe (Mappe C, Einlagen 101 bis 103 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.2 GESCHIEBEBEWIRTSCHAFTUNG

Die Verbreiterung des Gerinnes beeinflusst den Geschiebetransport im Rhein.

Das Geschiebemanagement ist auf die neue Situation anzupassen, wobei ein möglichst naturnaher Zustand angestrebt werden soll. Dabei sind der Sedimenthaushalt des Alpenrheins und dessen Entwicklung zu berücksichtigen.

Die Voruntersuchungen haben gezeigt, dass die gleiche Menge Geschiebe wie bisher zu entnehmen ist, jedoch nicht mehr an einer, sondern an mehreren Stellen. Diese sind so anzuordnen, dass die Materialtransporte zu möglichst geringen Auswirkungen auf die umliegenden Gemeinden führen.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 6.1.6 und im Fachbericht Hydraulik und Geschiebe (Mappe C, Einlagen 101 bis 103 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.3 MATERIALTRANSPORT

Während der Bauphase müssen grosse Mengen an Material transportiert, um-, zwischen- und endgelagert werden. Für den Materialtransport sind verschiedene Möglichkeiten auf ihre Eignung und Umweltauswirkung zu prüfen. Den gesetzlichen Bodenschutzbestimmungen ist besondere Beachtung zu schenken.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 7 beschrieben.

4.1.4 GRUNDWASSERSCHUTZ / TRINKWASSER

Sowohl während als auch nach Abschluss der Bauarbeiten, muss die Versorgung des Rheintals mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge aus Grundwasser sichergestellt sein.

Der langfristige Planungshorizont wird auf das Hochwasserschutzprojekt abgestimmt. Die Begleitplanung Trinkwasserversorgung liefert dazu die notwendigen Beurteilungs- und Entscheidungsgrundlagen.

Während der Bauphase sind einzelne Brunnen vorübergehend ausser Betrieb zu nehmen. Für diese Brunnen ist ein geeigneter Ersatz vorzusehen. Dessen Realisierung muss vor Erteilung der UVP-Genehmigung rechtlich gesichert sein. Dazu werden neue Standorte gemeinsam mit den Wasserwerken untersucht und unter Berücksichtigung der übrigen Randbedingungen festgelegt. Dabei sind die übergeordneten Planungsvorgaben zu beachten.

In einzelnen Abschnitten ist die Verschiebung von Anlageteilen im gleichen Perimeter oder die Verlegung einzelner Brunnen unumgänglich. Auf den eingeengten Abschnitten muss eine minimale Gerinnebreite von 110-120 m eingehalten werden (Abflusskapazität). Die Entscheidungsgrundlagen werden durch zusätzliche hydrogeologische Untersuchungen erarbeitet. Erst nach Vorliegen der Ergebnisse können die Lage des Gerinnes sowie die neuen Standorte einzelner Brunnen festgelegt werden. Dies erfolgt im Rahmen des Generellen Projekts.

Der Rhein und der begleitende Grundwasserstrom bilden ein kommunizierendes System. Die Auswirkungen des Hochwasserschutzprojekts auf den Grundwasserspiegel müssen im Rahmen des Generellen Projekts mittels eines numerischen Modells detailliert untersucht werden.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass durch das Projekt der Grundwasserspiegel gegenüber heute bei Niedrigwasser nicht abgesenkt und bei Hochwasser nicht angehoben wird. Dadurch können negative Auswirkungen sowohl auf die Wasserversorgung als auch auf bebaute Gebiete insgesamt vermieden werden.

Die in den rheinnahen Bereichen verbleibenden Brunnen müssen, wenn notwendig, an die künftigen Verhältnisse angepasst werden, so dass die Anforderungen an die Trinkwasserqualität erfüllt werden. Die Synergien im Zusammenhang mit ohnehin erforderlichen Massnahmen sind zu nutzen.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 8.3 und im Fachbericht Grundwasser (Mappe C, Einlage 111 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.5 BODEN UND LANDWIRTSCHAFT

Die verbesserte Hochwassersicherheit und die Aufwertung des ökologischen Zustands bei wasserbaulichen Eingriffen reduzieren die intensiv nutzbaren Flächen für die Landwirtschaft. Betroffene

Landwirtschaftsbetriebe müssen durch Einzelhofbetrachtungen gesichert werden. Synergien bei Bodenverbesserungen sind zu planen und zu nutzen.

Einzelhofbetrachtungen haben gezeigt, dass dadurch Betriebe in ihrer Existenz bedroht sein können. Diese werden individuell begleitet und gezielt zu ihrer weiteren Entwicklung beraten. Ein möglicher Beitrag zum Existenzerhalt kann die Pflege der ökologischen Flächen und der Dammunterhalt sein. Gemeinden, Ortsgemeinden und Agrargemeinschaften werden in die Lösungssuche einbezogen.

Synergien des Hochwasserschutzprojektes mit der landwirtschaftlichen Planung und Ökologie sollen beim Bau und im Unterhalt möglichst genutzt werden. Im Vordergrund stehen dabei Bodenverbesserungen und andere Meliorationsmassnahmen.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 8.5 und im Fachbericht Terrestrische Ökologie und Nutzungen (Mappe C, Einlage 141 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.6 ÖKOLOGIE

In der Projektstrecke bestehen hinsichtlich der Lebensräume für Tiere und Pflanzen erhebliche Defizite. Die Gesetzgebungen der beiden Staaten (Wasserbau- und Gewässerschutzgesetz in der Schweiz, Wasserrechtsgesetz in Österreich) verlangen im Rahmen der Umsetzung eines Wasserbauprojekts auch eine Verbesserung des ökologischen Zustands.

Für den Alpenrhein bedeutet dies folgendes: Für die Erfüllung der aquatischen und amphibischen Funktionen (Sohl- und Uferbereich) ist eine Breite des dynamischen Gewässerbereichs von mindestens 180 m im unteren Abschnitt und bis 250 m im oberen Abschnitt notwendig.

Damit kann auch die aus Hochwasserschutzgründen erforderliche Verbreiterung des Mittelgerinnes abgedeckt werden. Darüber hinaus ist für die Erfüllung der übrigen ökologischen Funktionen die Umsetzung eines Trittsteinkonzepts erforderlich. Unter Trittsteinen sind Bereiche zu verstehen, in welchen sich Auwald und vielfältige Strukturen (z.B. Stillwasserzonen) entwickeln können.

Für diese Trittsteine braucht es Gerinnebreiten von 250 m bis 350 m. Länge, Breite und Anzahl der Trittsteine sollen so bemessen sein, dass sie als Refugien für Tier- und Pflanzenarten dienen und die Arten zwischen den Trittsteinen wandern können. Je schmaler der dazwischen liegende Gewässerabschnitt ist, umso grösser müssen die Trittsteine ausfallen, damit die ökologischen Funktionen gewährleistet sind. Die Mündungsbereiche der Zubringer Frutz und Ehbach sind in das Projekt einzubeziehen.

Aus den fachlichen und gesetzlichen Anforderungen an das Projekt ergibt sich ein Bedarf an Gewässerfläche von 520 bis 580 ha. Zusätzlich zu den aquatischen und amphibischen Funktionen sind die Werte der terrestrischen Ökologie zu berücksichtigen.

Diese Themen werden hauptsächlich in den Kapiteln 8.4 und 8.5 sowie in den Fachberichten Gewässer- und Fischökologie (Mappe C, Einlage 131 im Generellen Projekt) und Terrestrische Ökologie und Nutzungen (Mappe C, Einlage 141 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.7 ERHOLUNG UND FREIZEIT

Durch das Hochwasserschutzprojekt können neue Möglichkeiten zur Naherholung und Freizeitnutzung am Rhein geschaffen und ausgebaut werden.

Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Verbesserung der Erlebbarkeit und Zugänglichkeit des Flusses. Die grundsätzliche Planung erfolgt im Generellen Projekt. Die Wege für Fussgänger, Radfahrer, Reiter, Skater etc. sind mit den vorhandenen Konzepten abzustimmen. Aufgrund der besonderen Ausgestaltung (breiter Fluss innerhalb der Dämme) wird ein befestigter Uferweg pro Flussseite für den Langsamverkehr innerhalb der Dämme situiert. In den ökologisch wertvollen Bereichen ist ein Besucherlenkungskonzept zu erarbeiten, das Bereiche für die Freizeitnutzung sowie Naturzonen ausweist. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Information der Bevölkerung.

Diese Themen werden hauptsächlich in Kapitel 8.5 und im Fachbericht Terrestrische Ökologie und Nutzungen (Mappe C, Einlage 141 im Generellen Projekt) beschrieben.

4.1.8 KOSTEN-WIRKSAMKEIT

Es ist der Nachweis der Wirkung (Risikoreduktion) und der Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Verhältnis) zu erbringen. Die Nachweise sind für beide Staaten nach den jeweils geltenden Bestimmungen zu führen.

Dieses Thema wird im separaten Bericht zum Thema Kosten und Wirtschaftlichkeit beschrieben.

4.2 Lupenplanung Dammabrückungen

Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurden in drei Bereichen, in welchen bei verschiedenen Varianten Dammabrückungen vorgesehen waren, Lupenplanungen durchgeführt. Ziel der Lupenplanungen war es, tragfähige Lösungen im Bereich möglicher Dammabrückungen für das Generelle Projekt vorzuschlagen. Die Bearbeitung erfolgte durch das Büro Revital. Die Ergebnisse der Lupenplanung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Im Bereich der Frutzmündung wurde ein Lösungsansatz mit Einbezug des Ehbachs gefunden, welcher im Generellen Projekt weiterverfolgt wird.
- Im Bereich Diepoldsau wird auf eine Dammabrückung verzichtet.
- Im Bereich Hard/Fußach wurde in der Lupenplanung eine kleinräumigere Dammabrückung mit weniger Bedarf an Fremdflächen vorgeschlagen. Bei den weiteren Verhandlungen mit den Grundeigentümern zeigte sich, dass im Generellen Projekt auch diese reduzierte Dammabrückung nicht vorgesehen werden kann (siehe auch Kapitel 6.5.1).

5 ERKENNTNISE AUS DER VARIANTENUNTERSUCHUNG

5.1 Partizipativer Planungsprozess

Die Variantenuntersuchung und die Planung des Generellen Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wurden von einem umfangreichen partizipativen Planungsprozess begleitet. Sichtweisen von Gemeinden und Akteuren wurden eingeholt und im Zuge der Projektentwicklung sorgsam geprüft. Die Herausforderung im partizipativen Planungsprozess eines Hochwasserschutzprojekts liegt im Gesamtsystem eines Flusses – wird an einem Ort etwas verändert, kann dies weitreichende Auswirkungen auf andere Bereiche im Flussverlauf haben. Zudem können sich Interessen der Beteiligten teilweise widersprechen – die Suche nach einem gemeinsamen Konsens und achtsame Interessensabwägung ist daher wichtige Grundlage für ein ausgewogenes Hochwasserschutzprojekt. Über die folgenden Kanäle erfolgten Information und Austausch:

- Veranstaltungen:
  Wanderausstellung durch Rheintaler Gemeinden
  Rhesi Treffpunkte
  Werkstattberichte
  Rheinforen zu verschiedenen Themen
  Präsentationen bei Projektbeteiligten
  Information-/ Diskussionsveranstaltungen in Gemeinden
- Eigene Medien:
  Rhesi-Magazin
  Website mit Forum
  Newsletter
- PR
  Medienaussendungen
  Fotowettbewerb im Rhy-Schopf
  Kinder-Malwettbewerb im Museum Rhein-Schauen
- Ausstellungen:
  Museum Rhein-Schauen
  Rhy-Schopf
  Informationstafeln im Rheinvorland
- Dialog:
  Einzel- und Kleingruppengespräche mit zahlreichen Akteuren
  Arbeitssitzungen
  Projektbeiratsitzungen
  Medienvermittelte Kommunikation (Telefon und E-Mail)
  Umfragen

Über all diese Kanäle wurden die Anliegen der verschiedenen Akteure ans Hochwasserschutzprojekt Alpenrhein (Rhesi) gesammelt. Ob und wie die Anliegen in die Planung einfliessen können, wurde wiederum über die gleichen Kanäle kommuniziert. Zusätzlich wurde im November 2015 die Broschüre "Rückmeldungen und Anliegen" publiziert.

5.2 Untersuchte Varianten

In einer Umfangreichen Variantenuntersuchung wurden die nachfolgend aufgeführten Varianten untersucht und bewertet (siehe Ablaufschema Variantenuntersuchung in Abbildung 9):

- Nullfall (Bestand): Weiterführung des Bestands, d.h. langfristige Sicherstellung der Hochwassersicherheit bis zum HQ_{100}.
- Basisvarianten: grundsätzlich machbare Lösungen, über den gesamten Projektabschnitt reichend.
  B1: Erhöhung der aussen liegenden Dämme
  B2: Erhöhung der aussen liegenden Dämme und Mittelwuhren, Absenkung der Vorländer
  B3: Aufweitung des Mittelgerinnes auf eine Sohlenbreite von 120 m
  B4: Aufweitung des Mittelgerinnes auf eine Sohlenbreite von 170 m, Mittelwuhren entfernen
  B5: Maximale Aufweitung des Mittelgerinnes bis 10 m an Dämme
  B6: Aufweitung des Mittelgerinnes auf eine Sohlenbreite von 110 m, Sohlenabsenkung
- Kombinationsvarianten: aus der Zusammenführung der positiv wirkendenden Elemente der Basisvarianten entwickelte Lösungen, angepasst an den jeweiligen Projektabschnitt.
  K1: Möglichste Aufweitungen, wo möglich Dammabrückungen, Durchgehende Aufweitung des Mittelwassergerinnes, Erhalt der grossen Brunnen: Mäder, Diepoldsau, (Lustenau), Au
  K2: Selektive Aufweitungen innerhalb der Dämme, keine Dammabrückungen in das Hinterland, Erhalt der Brunnen
- Planungsstände 11/2015: entwickelt aufgrund der Rückmeldungen der Akteure anlässlich zahlreicher Veranstaltungen.
  Planungsstand 11/2015 - A: Dammabrückungen zur Schaffung von Trittsteinen, Erhalt des Vorlands im Bereich der Brunnen und teilweise auch für weitere Nutzungen
  Planungsstand 11/2015 - B: Eine Dammabrückung im Bereich Hard/Fußach, ansonsten Verzicht auf Dammabrückungen und Umsetzung der Trittsteine zwischen den bestehenden Hochwasserschutzdämme, bedingt grössere Gewässerbreiten, Vorland wird nur im Bereich der Brunnen erhalten.

Die Dokumentation der Variantenuntersuchung erfolgte in einer eigenen Abgabe. Im vorliegenden Bericht werden lediglich die aus der Variantenuntersuchung resultierenden Ergebnisse in Form von Planungsvorgaben für das Generelle Projekt aufgeführt.

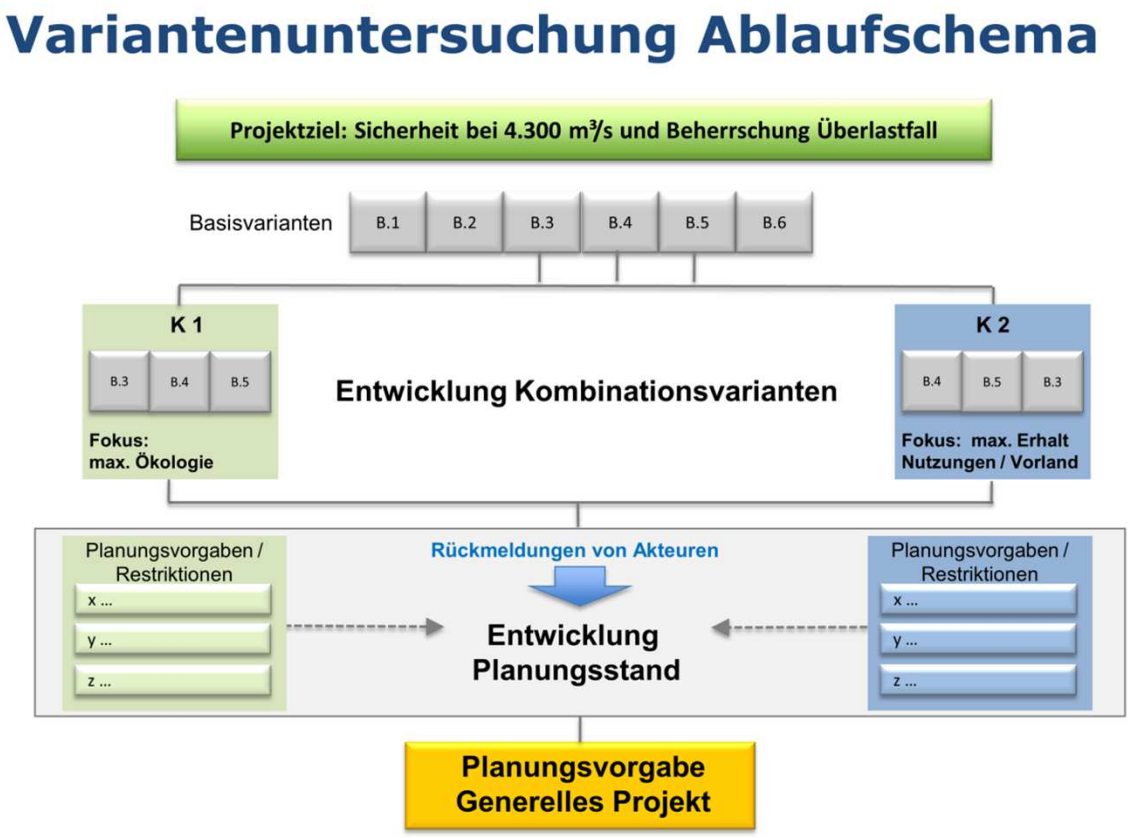


Abbildung 9: Ablaufschema Variantenuntersuchung

5.3 Trittsteinkonzept

Das Generelle Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) beruht auf dem Trittsteinkonzept. Das Trittsteinkonzept geht davon aus, dass einige ökologische Funktionen nicht über die gesamte Flussstrecke erfüllt sein können, sondern in Trittsteinen erfüllt werden. Unter Trittsteinen sind Bereiche zu verstehen, in welchen sich Auwald und vielfältige Strukturen (z.B. Stillwasserzonen) entwickeln können. Für diese Trittsteine braucht es Flussaufweitungen und gegebenenfalls Dammabrückungen mit 250 m bis 350 m Breite. Länge, Breite und Anzahl der Trittsteine sind so angeordnet, dass sie als Refugien für Tier- und Pflanzenarten dienen und die Arten zwischen den Trittsteinen wandern können. Welche Funktionen über die gesamte Flusslänge hinweg erfüllt sein sollen und welche in Trittsteinen erfüllt werden können, kann der Abbildung 10 entnommen werden.

Der Begriff Trittstein ist damit im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) anders definiert als zum Beispiel in Deutschland gebräuchlich. In Deutschland würden die Trittsteine des Projekts Rhesi als Kernlebensräume bezeichnet.

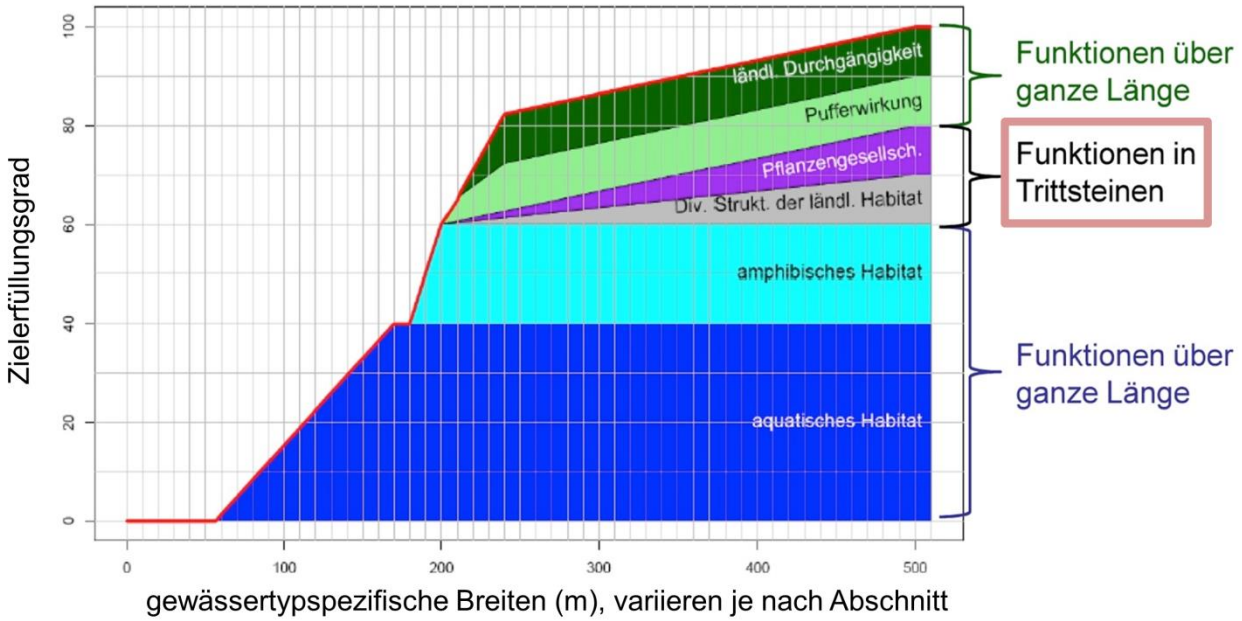


Abbildung 10: ökologische Funktionen über die gesamte Flusslänge und in den Trittsteinen

Einen Eindruck der bei verschiedenen Gerinnebreiten entstehenden morphologischen Strukturen vermittelt die Abbildung 11.

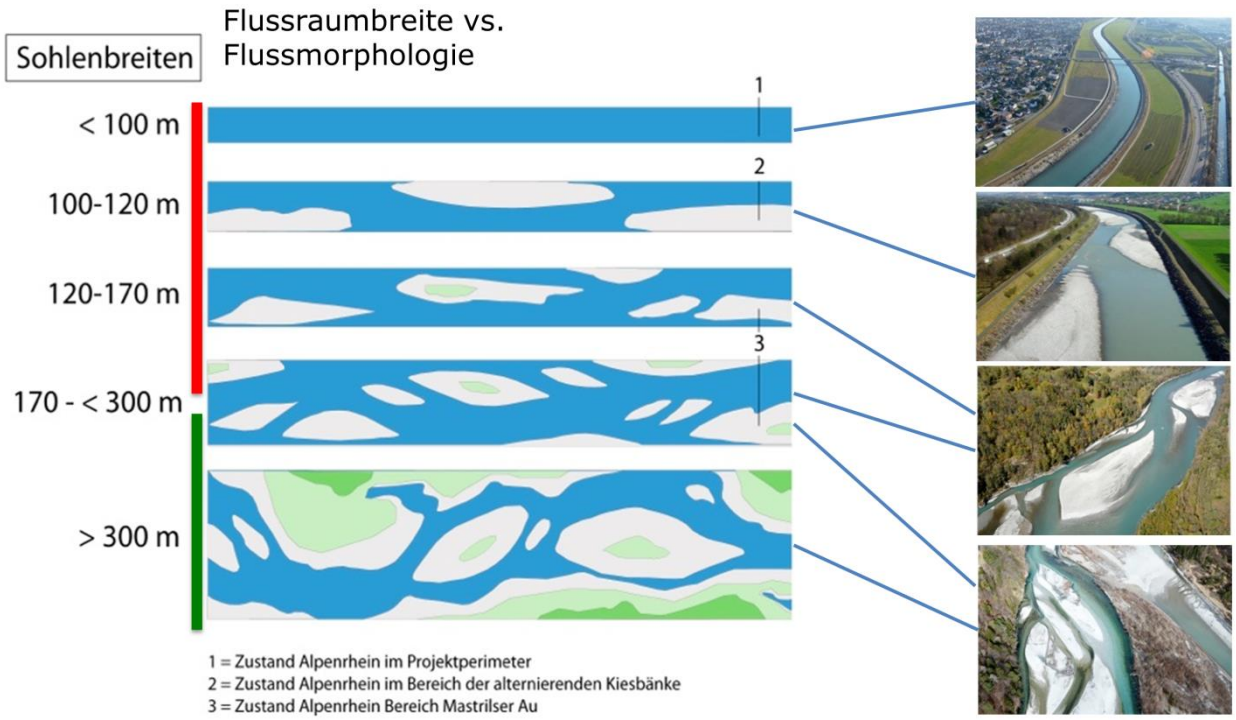
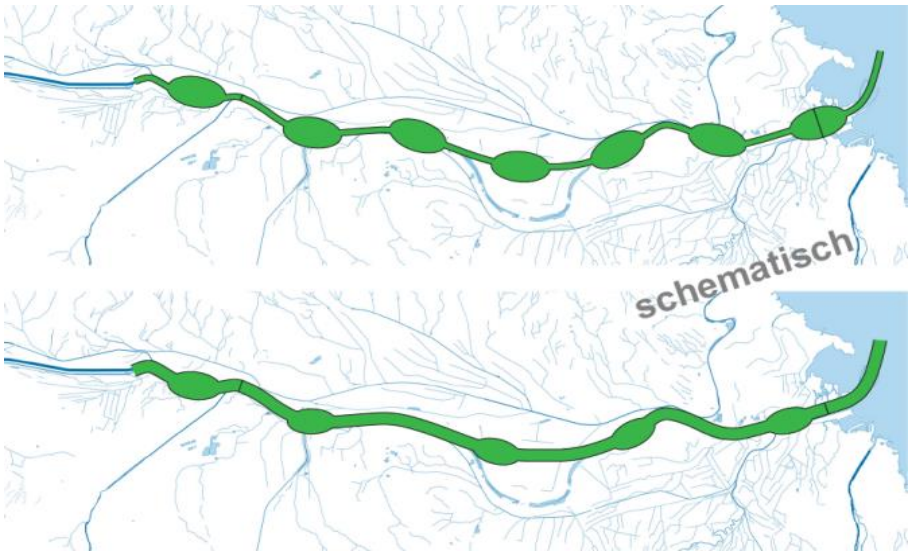


Abbildung 11: morphologische Strukturen bei verschiedenen Gerinnebreiten

Es sind verschiedene Ausbildungen des Trittsteinkonzepts denkbar. Mit grossen Trittsteinen in geringen Abständen können die Korridore zwischen den Trittsteinen relativ schmal ausgebildet werden. Werden die Korridore, d.h. der Flussschlauch zwischen den Trittsteinen, breiter ausgebildet, sind weniger und weniger grosse Trittsteine erforderlich (Abbildung 12)

Prinzipien

- Schmaler Korridor
- Grosse Trittsteine
- Geringe Abstände



- Breiter Korridor
- Begrenzt dimensionierte Trittsteine
- Grosse Abstände

Abbildung 12: verschiedene Ausbildungsmöglichkeiten des Trittsteinkonzepts

6 GENERELLES PROJEKT

In Kapitel 6.1 erfolgt ein allgemeiner, abschnittsübergreifender Beschrieb des Generellen Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi). Spezifische Themen der einzelnen Abschnitte werden in den Kapiteln 6.2 bis 6.5 beschrieben. In den Kapiteln 6.6 bis 7 werden durch die Leit- und Abschnittsplanung bearbeitete Spezialthemen beschrieben. Die Zusammenfassung der wichtigsten Themen aus den Fachplanungen mit Einfluss auf die Technische Planung erfolgt in den Kapiteln 8.2 bis 8.4.1.

6.1 Vorhabensbeschreibung Gesamtstrecke

Die Umsetzung des Trittsteinkonzepts im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) ist in Abbildung 13 dargestellt. Es werden drei grosse Trittsteine in den Bereichen Frutzmündung, Kriessern / Mäder und Untere Hohenemser Kurve / Viscose umgesetzt. Die Korridore zwischen diesen Trittsteinen werden breit ausgebildet, mit Ausnahme der Engstelle Au / Lustenau.

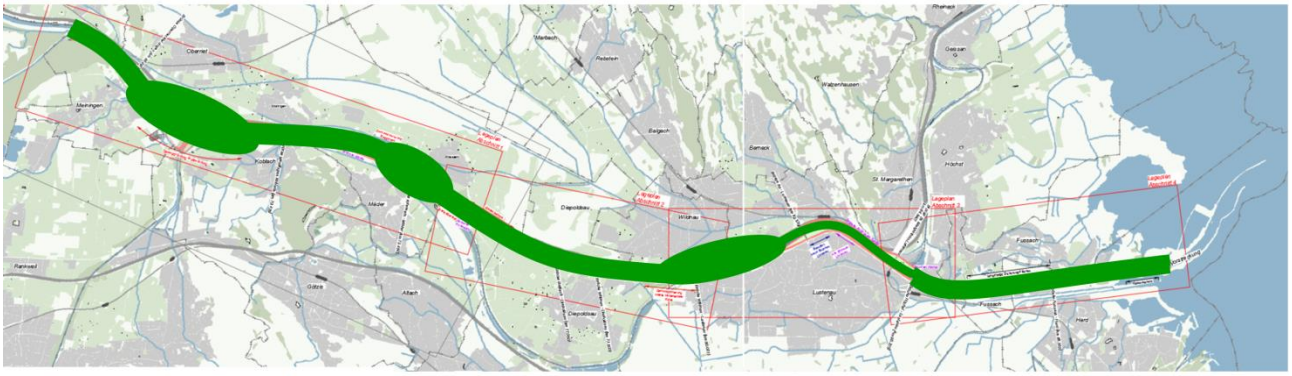


Abbildung 13: Ausbildung des Trittsteinkonzepts im Generellen Projekt

In folgenden Bereichen, auf insgesamt ca. 30 % der Projektstrecke, werden Trittsteine umgesetzt:

Bezeichnung	**Rhein-km**	**Breite dynamischer Gewässerbereich**
Frutzmündung	66.8 bis 69.4 (2.6 km)	240 bis 380 m
Kriessern / Mäder	72.5 bis 74.2 (1.7 km)	230 bis 350 m
Untere Hohenemser Kurve / Viscose	79.0 bis 82.0 (3.0 km)	200 bis 320 m

Die nachfolgenden Abbildungen vermitteln einen möglichen Entwicklungszustand im Bereich der Trittsteine.

Abbildung 14: Visualisierung Trittstein Frutzmündung, Rhein km 69, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

Abbildung 15: Visualisierung Trittstein Kriessern / Mäder, Rhein km 73, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

Abbildung 16: Visualisierung Trittstein Viscose, Rhein km 81, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

Die Strecken zwischen den Trittsteinen können wie folgt charakterisiert werden:

Bezeichnung	**Rhein-km**	**Breite dynamischer Gewässerbereich**	**Beschrieb**
Illmündung bis Trittstein Frutzmündung	65.0 bis 66.8 (1.8 km)	150 bis 240 m	Mehrheitlich 150 bis 170 m, Aufweitung Richtung Trittstein
Trittstein Frutzmündung bis Trittstein Kriessern/Mäder	69.4 bis 72.5 (3.1 km)	190 bis 240 m	Mehrheitlich 190 bis 200 m, Aufweitung Richtung Trittsteine
Trittstein Kriessern/Mäder bis Trittstein Untere Hohenemser Kurve / Viscose	74.2 bis 79.0 (3.8 km)	155 bis 200 m	Mehrheitlich 190 bis 200 m, lokal ca. 155 m beim Brunnen Rheinspitz
Engstelle Au / Lustenau	82.0 bis 85.8 (3.8 km)	115 bis 200 m	< 140 m zwischen km 83.2 und 85.4 (2.2 km)
Engstelle Au / Lustenau bis Beginn Vorstreckung	85.8 bis 91.0 (5.2 km)	180 bis 200 m	Mehrheitlich 190 bis 200 m

Die nachfolgenden Abbildungen vermitteln einen Eindruck dieser Korridore zwischen den Trittsteinen.

Abbildung 17: Visualisierung Bereich Obere Hohenemser Kurve / Diepoldsau, Rhein km 75, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra). In der Hydraulik wurde etwas weniger Bewuchs berücksichtigt als in der Visualisierung.

Abbildung 18: Visualisierung Engstelle Au / Lustenau, Rhein km 83, Blick flussaufwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

Abbildung 19: Visualisierung Bereich St. Margrethen / Lustenau, Rhein km 84, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

Abbildung 20: Visualisierung Bereich Hard / Fußach, Rhein km 87, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra)

6.1.1 DAMMVERLAUF

6.1.1.1 Rechtsseitig

Der rechtsseitige Damm verläuft mit Ausnahme der folgenden zwei Bereiche etwa auf der Achse des bestehenden Dammes:

Bezeichnung	Rhein-km	Gemeinden (Staat)
Dammabrückung Frutzmündung	67.5 bis 69.5 (3.0 km)	Meiningen (AT) / Koblach (AT)
Dammoptimierung untere Hohenemser Kurve	78.9 bis 79.9 (1.0 km)	Diepoldsau (CH) / Lustenau (AT)

Die Dammabrückung Frutzmündung beansprucht Grundstücke ausserhalb des öffentlichen Wasserguts. Ein detaillierter Beschrieb erfolgt im Kapitel 6.2.1. Die Dammoptimierung Untere Hohenemser Kurve liegt vollständig auf Flächen des öffentlichen Wasserguts.

Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurde im Bereich km 75.0 bis 77.0 in Diepoldsau eine zusätzliche rechtsseitige Dammabrückung untersucht. Diese Dammabrückung wurde insbesondere aus folgenden Gründen nicht ins Generelle Projekt aufgenommen:

- Die Dammabrückung ist aus Sicht Hochwasserschutz nicht erforderlich.
- Die Dammabrückung würde in der Torfstrecke zu liegen kommen, was den Dammbau in neuer Lage entsprechend aufwändig macht. Zudem würden mit einer grösseren Breite auch tiefere Kolke entstehen. Insbesondere im Torfbereich kann dies ein Risiko für die Stabilität der Dammfusssicherung sein.
- Die Dammabrückung würde Fruchtfolgeflächen beanspruchen.
- Die Grundeigentümer sind nicht bereit, Land zu verkaufen.
- Aufgrund des nahen Trittsteins Kriessern-Mäder ist an dieser Stelle kein weiterer Trittstein erforderlich, sofern der Korridor zwischen den Trittsteinen Kriessern-Mäder und Viscose möglichst breit ausgebildet wird.

6.1.1.2 Linksseitig

Der linksseitige Damm verläuft mit Ausnahme des folgenden Bereichs etwa im Verlauf des bestehenden Dammes:

Bezeichnung	Rhein-km	Gemeinden (Staat)
Dammoptimierung Baggersee	72.0 bis 72.8 (0.8 km)	Oberriet (CH)

Die Dammoptimierung Baggersee liegt vollständig auf Flächen des öffentlichen Wasserguts.

Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurde im Bereich km 86.5 bis 88.4 bei Hard/Fußach eine Dammabrückung untersucht. Diese Dammabrückung wurde insbesondere aus folgenden Gründen nicht ins Generelle Projekt aufgenommen:

- Die Dammabrückung ist aus Sicht Hochwasserschutz nicht erforderlich.
- Die Grundeigentümer sind nicht bereit, Land zu verkaufen.

Ein detaillierter Beschrieb erfolgt im Kapitel 6.5.1. Angaben zu untersuchten alternativen Massnahmen zur Dammabrückung Hard/Fußach werden ebenfalls im Kapitel 6.5.1 beschrieben.

Weiter wurde im Rahmen der Variantenuntersuchung eine Dammabrückung zwischen km 67.2 und 69.5 gegenüber der Dammabrückung Frutzmündung untersucht. Diese Dammabrückung wurde insbesondere aus folgenden Gründen nicht ins Generelle Projekt aufgenommen:

- Die Dammabrückung ist aus Sicht Hochwasserschutz nicht erforderlich
- Der obere Teil der Dammabrückung würde Fruchtfolgeflächen beanspruchen.
- Der untere Teil der Dammabrückung würde ein kommunales Naturschutzgebiet beanspruchen.

6.1.2 FREIBORD / BAUWERKSSICHERHEIT / DAMMHÖHEN

6.1.2.1 Freibord

Das Freibord bezeichnet den senkrechten Abstand zwischen dem Wasserspiegel und der Oberkante des Ufers eines Wasserbauwerks (z.B. Damm) oder der Unterkante einer Brücke.

Im Rahmen des Generellen Projekts Rhesi werden für die Freiborddefinition die Empfehlungen der Schweiz (KOHS-Empfehlung Freibord, 2013) wie auch die Richtlinien zur Freiborddefinition seitens Österreich (Leitfaden Freibord des Ministeriums für ein lebenswertes Österreich, 2016) analysiert.

Gemäss KOHS-Empfehlung seitens **Schweiz** setzt sich das Freibord aus mehreren Teilfreiborden zusammen. Berücksichtigt werden:

- Unschärfen, die bei der Berechnung einer Wasserspiegellage auftreten
- hydraulische Prozesse wie die Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen
- Der Platz, welcher unter Brücken für das Abführen von Treibgut benötigt wird.

Das Freibord wird zum Wasserspiegel addiert, welcher unter Berücksichtigung der Sohlenveränderung während eines Hochwassers, der langfristigen Sohlenveränderungen, der Überhöhung des Wasserspiegels in Kurvenaussenseiten, der unterschiedlichen Fliessgeschwindigkeiten im Hauptgerinne und im Vorland bei gegliederten Querschnitten sowie der Ansammlung von Schwemmholz und Treibeis an Brückenpfeilern oder Widerlagern berechnet wird.

Hydrologische Unsicherheiten werden in der Festlegung des erforderlichen Freibords nicht berücksichtigt. Das Freibord soll auch nicht dazu dienen, für ein hohes Schadenpotential einen höheren Sicherheitszuschlag zu begründen. Solche Kriterien werden bei der Wahl des Bemessungsszenarios berücksichtigt.

Gemäss Richtlinien zur Freiborddefinition seitens **Österreich** werden im Freibord folgende Einflüsse berücksichtigt:

- Turbulente Abflussvorgänge und Fliesswechsel
- Querneigung in Flusskrümmungen

- Wellenauflauf
- Windstau

Es ist jeweils für den Einzelfall zu entscheiden, welche Parameter relevant und welche Überlagerungen realistisch sind. Das Freibord ist unabhängig von der Bauweise der Hochwasserschutzbauwerke und ihrer Höhenlage in Bezug auf den geschützten Bereich anzusetzen.

In der Berechnung des Bemessungswasserspiegels und nicht im Freibord zu berücksichtigen sind die Sohllagenentwicklung, Verklausungen (Treib- und Wildholz), die Verringerung des Abflussquerschnitts (Muren, Lawinen), Eisbildung und Eisstau sowie der Bewuchs im Abflussquerschnitt.

Bei den Untersuchungen im Rahmen des Generellen Projekts Rhesi zeigte sich, dass infolge des relativ gestreckten Verlaufs und den verhältnismässig geringen Fliessgeschwindigkeiten beim Alpenrhein die Kurvenüberhöhung nicht massgeblich ist. Auch der Windstau stellte sich als nicht massgeblich heraus. Damit errechnet sich für den Alpenrhein gemäss KOHS-Empfehlung Schweiz das grössere Freibord als gemäss Österreichischer Richtlinie. Für das Generelle Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird das Freibord gemäss KOHS-Empfehlung bestimmt.

Die Teilfreiborde und Freiborde nach KOHS, welche sich rechnerisch mit der massgeblichen Hydraulik des Generellen Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) ergeben (Mittelwert Szenarien 1.1 und F1.1 gemäss Einlage C 101 im Generellen Projekt) sind in Abbildung 21 eingetragen. Bei der Freibordberechnung nach KOHS wird für das Bemessungsereignis die mittlere Fliessgeschwindigkeit im Abflussquerschnitt angesetzt (Auslegung auf der sicheren Seite).

Massgeblich für die Konstruktion der Dämme und die Darstellung in den Plänen war das Hydraulik-Szenario 2.21. Je nach Anlageverhältnissen wurde von den Freiborden gemäss Tabelle 3 ausgegangen.

Anlagenverhältnisse	**Massgebliche Teilfreiborde**	**Freibord**
Damm, nicht überströmsicher	Unschärfe Wasserspiegellage Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen	0.8 m (volles Freibord)
Damm, überströmsicher oder Einschnitt	Unschärfe Wasserspiegellage	0.4 m (reduziertes Freibord)
Brücken	Unschärfe Wasserspiegellage Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen Treibgut / Schwemmholz	0.8 m

Tabelle 3: Freiborde für die Festlegung der Dammhöhen im Generellen Projekt

Beim **Dimensionierungsereignis (HQ_{300} = 4'300 m^3/s)** liegt das für die Festlegung der Dammhöhen verwendete volle Freibord von 0.8 m mehrheitlich im Bereich des gemäss KOHS-Empfehlung berechneten Freibords (gestrichelte rote Linie in Abbildung 21). Im obersten Abschnitt zwischen Illmündung und km 67 sowie in der Engstelle Au / Lustenau ergeben sich gemäss KOHS-Empfehlung höhere Freiborde. Trotzdem werden aufgrund weitergehender Überlegungen zur Bauwerkssicherheit im Überlastfall bei der Festlegung der Dammhöhen im Generellen Projekt die gemäss KOHS-

Empfehlung berechneten Freiborde beim Dimensionierungsereignis auf der gesamten Projektstrecke eingehalten (die durgezogene rote Linie in Abbildung 21 liegt über der gestrichelten roten Linie).

- Für **Abflüsse von 5'300 m³/s und 5'800 m³/s (EHQ)** werden die Freiborde im Generellen Projekt ebenfalls in Abbildung 21 dargestellt. Diese Freiborde für über das Dimensionierungsereignis hinausgehende Abflüsse resultieren aus weitergehenden Überlegungen zur Bauwerkssicherheit im Überlastfall im Generellen Projekt.

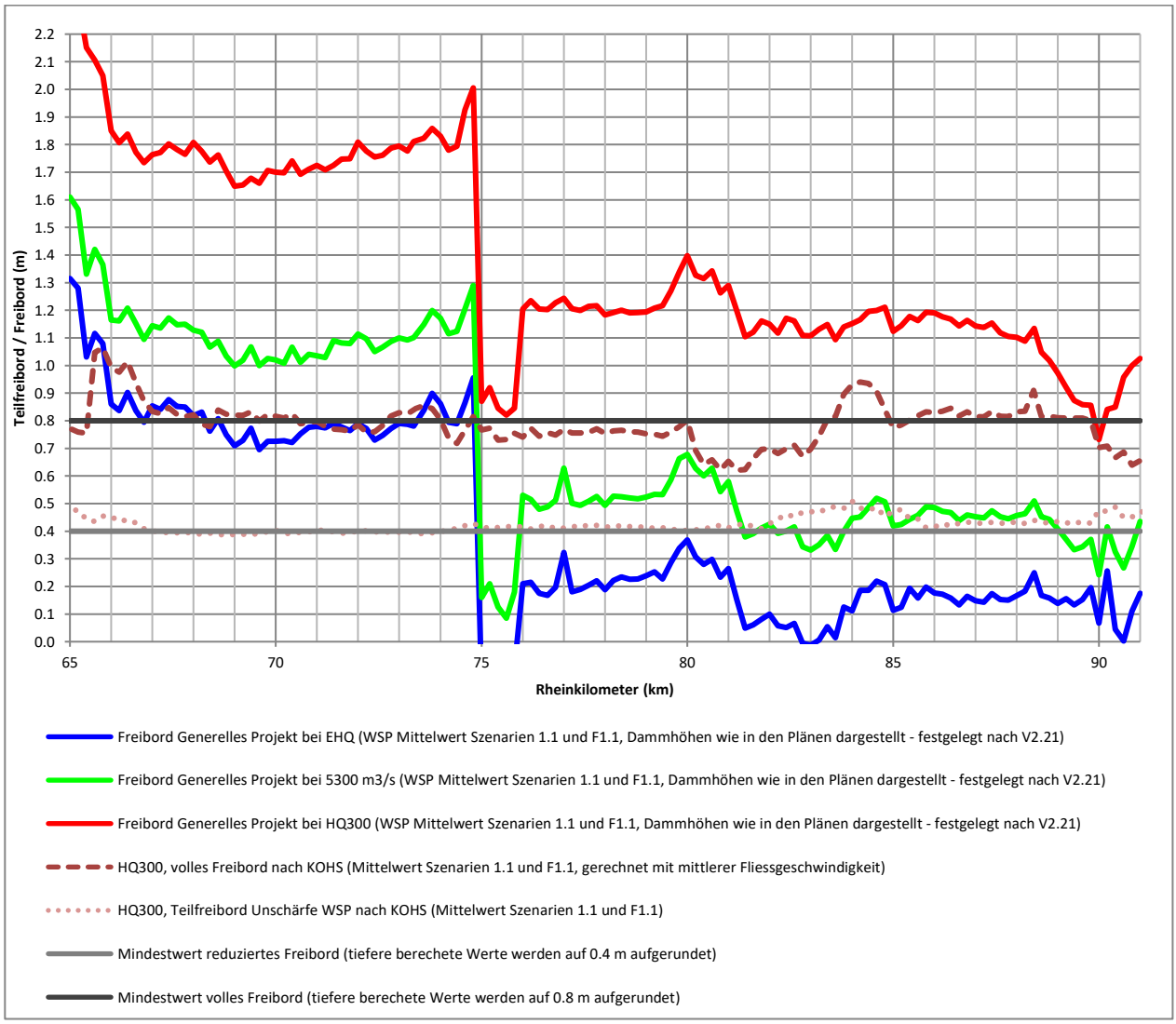


Abbildung 21: Nach KOHS-Empfehlung berechnete Freiborde und Teilfreiborde sowie die sich mit der Geometrie des Generellen Projekts (Dammhöhen festgelegt anhand Hydraulik-Szenario V2.21 und Freibordhöhen gemäss Tabelle 3) und mit der massgeblichen Hydraulik des Generellen Projekts (Mittelwert Hydraulik-Szenarien 1.1 und F1.1 gemäss Einlage C 101 im Generellen Projekt) ergebenden Freiborde.

6.1.2.2 Bauwerkssicherheit / Dammhöhen

Die Behandlung der Bauwerkssicherheit (sogenannter Überlastfall) wurde auf Seite Schweiz im Rahmen der UVB Voruntersuchung gefordert. In Österreich bestehen zum Thema "Überlastfall" keine Vorgaben oder gesetzliche Rahmenbedingungen.

Die Hauptziele im Rahmen der Bauwerkssicherheit sind:

- Das Schutzsystem muss so ausgelegt sein, dass der Bemessungsabfluss innerhalb des Gerinnes abfliesst
- Im "Überlastfall" darf höchstens der Teil des Abflusses, um welchen der Bemessungsabfluss überschritten wird, aus dem Gerinne entlasten
- Es ist zu verhindern, dass im "Überlastfall" das System z.B. infolge von Dammbrüchen kollabiert

Im Rahmen der Variantenuntersuchung und des Generellen Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wurden verschiedene Konzepte zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit untersucht. Dabei stellte sich eine Kombination aus "maximale Ausnutzung des Gerinnes" und "lokale Notentlastung" als Bestvariante heraus. Dieses mit der Arbeitsgruppe Systemsicherheit der IRKA abgestimmte Konzept wird mittels differenzierter Festlegung der Freiborde umgesetzt.

Massnahmen zur Beschränkung des Zuflusses in die Projektstrecke auf das EHQ (5'800 m^3/s) werden übergeordnet, d.h. ausserhalb des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi), umgesetzt.

Im Bereich ausserhalb der Dämme, welcher bei EHQ infolge der Notentlastung weiterhin überflutet wird, sind im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) keine baulichen Massnahmen vorgesehen. Im Rahmen der Arbeitsgruppe Systemsicherheit der IRKA werden weitergehende flankierende Massnahmen im Hinterland untersucht. Die Prognosen der mit dem Projekt Rhesi verbleibenden Überflutungen bei EHQ fliessen in die Notfallplanungen, z.B. für eine Evakuierung, ein. Mit dem gewählten Konzept wird die Hochwassersicherheit entlang des gesamten Projektperimeters, auch in direkt an die Notentlastung angrenzenden Bereichen, gegenüber der heutigen Situation verbessert.

Eine weitere Optimierung der Massnahmen zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit erfolgt im Rahmen der Genehmigungsprojektierung unter Berücksichtigung eines inzwischen vorliegenden "Memorandum of Understanding".

6.1.3 REGELPROFILE

Die Regelprofile im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) werden grundsätzlich von aussen (Grundstücksgrenze, landseitiger Dammfuss) nach innen (Gerinneachse) mit folgenden Bestandteilen definiert (siehe auch Abbildung 22):

- Gegenüber dem Hinterland um rund 1 Meter erhöhte Interventionspiste mit einer Breite von 3.5 m. Wo am Dammfuss bereits eine Strasse verläuft, wir diese als Interventionspiste genutzt und kein zusätzlicher Weg erstellt.
- Luftseitige Dammböschung mit Neigung 1:2 (geotechnisches Mindestdammprofil). Je nach räumlichen Verhältnissen sind bereichsweise auch flachere luftseitige Dammböschungen vorgesehen. Diese Dammüberprofile erlauben eine gewisse Bepflanzung mit Gehölzen. In Lustenau werden teilweise infolge der engen Platzverhältnisse abschnittsweise Stützkonstruktionen mit Neigung 3:1 vorgesehen.
- Befahrbare Dammkrone mit einer Mindestbreite von 4.5 m, davon 4 m Wegbreite.

- Wasserseitige Dammböschung mit einer Neigung 1:2 (geotechnisches Mindestprofil). Bereichsweise können an der wasserseitigen Dammböschung Bermen für Wege vorgesehen werden. Die Überprofile durch Bermen erlauben auch eine Bepflanzung mit Gehölzen.
- Vorland mit einer Mindestbreite von 15 m, in der Engstelle Au/Lustenau von 10 m. Diese Mindestbreite (= Breite des Mindestvorlandstreifens) bezieht sich auf den Abstand zwischen dem Fusspunkt des geotechnischen Mindestdammprofils (nicht der Fusspunkt einer allfälligen Berme) und der Dammfusssicherung. Abschnittsweise bleibt mehr Vorland bestehen, im Bereich der Grundwasserschutzzonen S1 und S2 wird die heutige Linienführung der Sicherung beibehalten. Wo lediglich der vorerwähnte Mindestvorlandstreifen verbleibt, wird dieser ca. 3 Meter unter der Dammkrone angeordnet. In Bereichen mit grösseren Vorlandbreiten wird das heutige Niveau grundsätzlich beibehalten. Auf dem Vorland wird für den Unterhalt ein rd. 3 Meter breiter Pflegestreifen vorgesehen, der beispielhaft als befahrbarer Schotterrasen ausgeführt ist.
- Dammfusssicherung mit Blocksatz mit Neigung 1:2, hinunterreichend bis etwa zur Kote der heutigen Sohlenlage. Auf diesem Niveau wird sodann ein Blockdepot für Kolksicherung angeordnet.
- Dynamischer Gerinnebereich, in welchem sich der Rhein mehrheitlich frei entwickeln kann. In diesem Bereich kann auch Bewuchs aufkommen, wobei ab einer Interventionslinie eingegriffen wird (siehe Fachbericht Hydraulik und Geschiebe – Nachweis Hochwasserschutz, Mappe C, Einlage 101 im Generellen Projekt). Lokal können im dynamischen Gerinnebereich Buhnen vorgesehen werden, um die Strömung vom Längsverbau weg Richtung Gerinnemitte zu lenken (siehe Fachbericht Hydraulik und Geschiebe – Morphologie, Mappe C, Einlage 102 im Generellen Projekt).

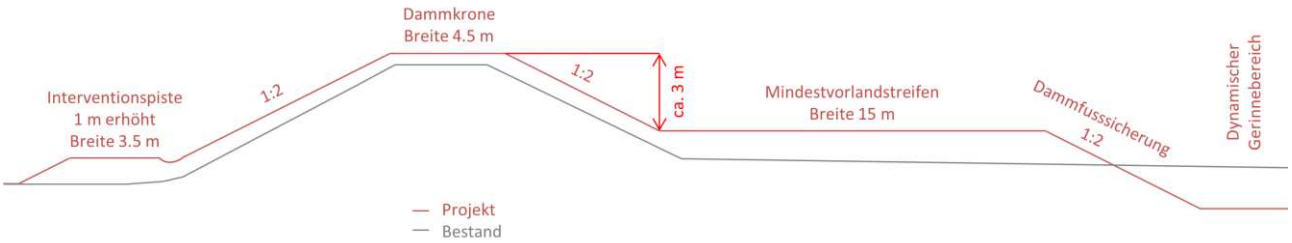


Abbildung 22: Regelprofil linker Damm

6.1.3.1 Dammfusssicherung

Die Dammfusssicherung ist als durchgehender Längsverbau mit Blöcken vorgesehen. Die Dammfusssicherung schliesst auf Höhe Vorland an und fällt mit einer Neigung von 1:2 in den dynamischen Gerinnebereich ab. Mittelwuhren sind im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) keine vorgesehen. Auch wo die Linienführung der Sicherungen im Bereich der Grundwasserbrunnen beibehalten wird, werden die Mittelwuhren entfernt.

Die Dammfusssicherung bis auf die maximale Kolktiefe einzubauen, würde sehr tiefe Baugruben im Grundwasser erfordern. Damit die Dammfusssicherungen mehrheitlich "im Trockenen" erstellt werden können, erfolgt der Einbau bis auf die Kote der heutigen Sohlenlage. Als Kolksicherung wird auf

dieser Kote eine Blockvorlage angelegt. Diese kann in allfällige Kolke nachrutschen und so ein Unterspülen der Dammfusssicherung verhindern.

Der Aufbau der Dammfusssicherung ist in Abbildung 23 und im Regelplan Ufersicherung (Mappe B, Einlage 021 im Generellen Projekt) dargestellt. Um die Ausbildung der Dammfusssicherung zu optimieren, sind physikalische Modellversuche vorgesehen.

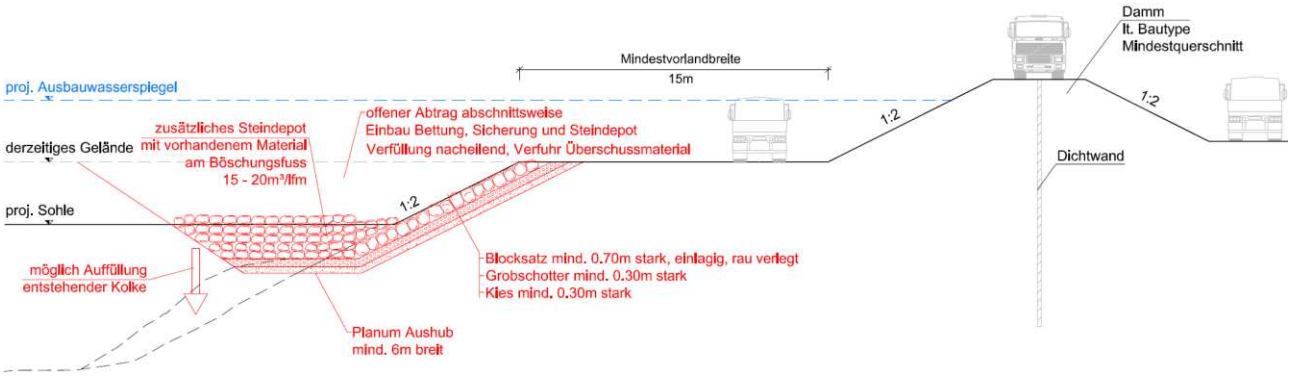


Abbildung 23: Dammfusssicherung

6.1.3.2 Wege und Strassen

Die Dammkrone wird im Regelfall durchgehend befahrbar ausgebildet mit einer Wegbreite von 4.0 m und einer Kronenbreite von 4.5 m. Es sind demnach schmale Bankette von jeweils 0.25 m Breite vorgesehen. In Abschnitten, wo keine Interventionspiste (siehe nachfolgend) am luftseitigen Dammfuss errichtet wird (Abschnitt 3 entlang der Autobahn), müssen verbreitere Bereiche als Begegnungszonen für Gegenverkehr vorgesehen werden.

Am luftseitigen Dammfuss wird die durchgehende Befahrbarkeit angestrebt, damit im Hochwasserfall für allenfalls erforderliche Einsätze zusammen mit der ebenfalls schwerbefahrbar auszubildenden Dammkrone zwei voll funktionsfähige Fahrrelationen für die mögliche Befahrung mit schweren Fahrzeugen (LKWs und andere Einsatzfahrzeuge) zur Verfügung stehen. Teilweise bestehen bereits heute Wege und Strassen am Dammfuss, welche als sogenannte Interventionspisten bei Bedarf genutzt werden können. In den letzten Jahren wurden bereits etliche derartige Interventionspisten errichtet bzw. sind derzeit solche im Rahmen von Sofort- und Unterhaltsmassnahmen in Bau befindlich. Wo Interventionspisten entlang des Dammfusses noch nicht bestehen bzw. geplant sind, werden sie im Rahmen des gegenständlichen Projektes vorgesehen, sodass zukünftig die durchgehende Befahrbarkeit entlang des luftseitigen Dammfusses gegeben ist. Die Ausnahme bildet der Abschnitt 3 linksseitig entlang der Autobahn, wo für Interventionspisten bereichsweise kein Platz gegeben ist.

Am wasserseitigen Dammfuss auf dem Vorland wird ein Pflegestreifen, z.B. in Form eines Schotterrasens mit einer Breite von 3 Metern, erstellt. Von diesem Pflegestreifen aus kann das Vorland sowie die wasserseitige Böschung bewirtschaftet werden.

Die bereits heute bestehenden luft- und wasserseitigen Rampen am Damm und Überfahrten werden für die Erschliessung der verschiedenen Ebenen grundsätzlich wieder erstellt. Die genaue Anordnung und Ausführung ist im Rahmen der Detailprojektierung festzulegen.

Je Rheinseite wird ein 4.0 m breiter Weg asphaltiert ausgeführt. Dieser Weg kann als Radweg, Inlineweg etc. genutzt werden. Linksseitig verläuft der asphaltierte Weg mehrheitlich am wasserseitigen Dammfuss auf dem Vorland oder auf einer Berme, damit ein gewisser Lärmschutz gegen die Autobahn besteht. Rechtsseitig verläuft der asphaltierte Weg mehrheitlich auf der Dammkrone. Im Generellen Projekt wird die Lage der unterschiedlichen Wege im Querprofil mittels Zuordnung von Dammregeltypen auf den Lageplänen vorgenommen. Eine definitive Zuordnung der Bautypen erfolgt im Rahmen der weiteren Projektierung. Im Bereich der Brücken werden jeweils ein Anschluss an die Brücke und eine niveaufreie Querung vorgesehen.

6.1.3.3 Rheinbähnle

Das Rheinbähnle wird im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) zwischen Werkbahnhof Widnau und der Vorstreckung vorgesehen. Ab dem Werkbahnhof Widnau bis zur Brücke Widnau – Lustenau verläuft das Rheinbähnle auf dem linken Damm. Wie heute quert das Rheinbähnle dort den Rhein und verläuft anschliessend rechtsseitig bis zur Vorstreckung. Die ÖBB-Brücke St. Margrethen Lustenau wird auf dem Vorland unterquert, so dass im Bereich des heutigen Einschnitts eine Interventionspiste erstellt werden kann. Die Aufhebung der landseitigen Unterquerung der ÖBB-Linie bedingt, dass der Bahnhof beim Werkhof Lustenau nur noch von Norden her angeschlossen ist.

6.1.4 BRÜCKEN

6.1.4.1 Einleitung

Mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird die Abflusskapazität von heute 3'100 m^3/s auf zukünftig 4'300 m^3/s erhöht. Um dies zu erreichen, werden das Mittelgerinne verbreitert und die Vorlandbreiten entsprechend reduziert. Durch die neue Geometrie kommt es zu Veränderungen in den Sohlen- und Wasserspiegellagen.
Auf die im Abschnitt Ill-Mündung bis Bodensee querenden Brücken (insgesamt 10, ohne Dienstbrücke) haben diese Veränderungen einen Einfluss, welcher im Rahmen der Ausarbeitung des Generellen Projektes untersucht wurde.

Es zeigt sich, dass sich Defizite infolge des höheren Bemessungsabflusses beim **Freibord** ergeben und dass durch die Veränderung der Sohlenlage bzw. die Verbreiterung des Mittelgerinnes die Anforderungen an die **Fundation der Brücken** nicht mehr bei allen Pfeilern gewährleistet sind. Wo notwendig werden deshalb Massnahmen für erforderliche Anpassungen vorgeschlagen.

6.1.4.2 Freibord

Grundlagen

Die erforderliche Grösse des Freibordes wurde nach den Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS) bestimmt (s. Kap. 6.1.2.1). Die erforderlichen Eingabedaten wie Abflusstiefe und Fliessgeschwindigkeit basieren auf den hydraulischen Berechnungen (Variante V2.21). Als Teilfreibordhöhe Ft (erforderliches Freibord aufgrund von zusätzlich benötigtem Abflussquerschnitt für Treibgut unter Brücken) wurde bei allen Brücken ein Mass von 1 m eingesetzt. Für die Bestimmung des vorhandenen Freibords dienten die von der IRR zur Verfügung gestellten Pläne der bestehenden Brücken. Es wurden keine Verifikationen der Höhenlagen vorgenommen.
Die Beschaffenheit der Brückenuntersicht wurde bei der Beurteilung der Defizite nicht berücksichtigt,

da gemäss KOHS das Teilfreibord von Brücken (Ft) bei potentiellem Auftreten eines Schwemmholzteppichs die Beschaffenheit der Brückenuntersicht nicht von Bedeutung ist.

Systemwahl

Für die Eliminierung der Freiborddefizite werden, je nach Mass der Abweichung zwischen Soll und Ist, verschiedene Systeme zur Ausführung vorgeschlagen.

- Defizit < 50 cm — mittelfristig: Unterströmschutz und Verkleidung Untersicht (betrifft vor allem Randbereiche von Brücken)
  langfristig: keine
- Defizit > 50 cm — mittelfristig: Unterströmschutz und Verkleidung Untersicht (betrifft vor allem Randbereiche von Brücken) oder Anhebung Brücke
  langfristig: Anhebung Brücke oder Ersatz durch Neubau

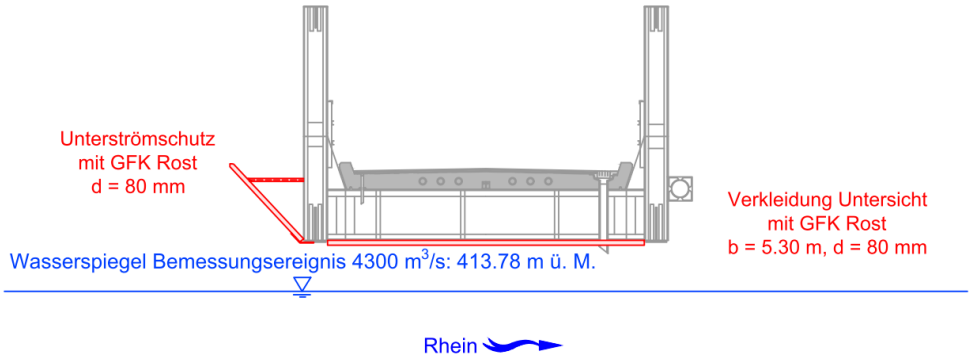


Abbildung 24: Mögliche Verkleidung Brückenuntersucht, Systemskizze

6.1.4.3 Fundation

Grundlagen

Für die Beurteilung der Fundationen und die Projektierung von Massnahmen standen die von der IRR zur Verfügung gestellten Pläne der bestehenden Brücken zur Verfügung. Obwohl in den meisten Plänen Angaben zu den Pfeilern und zur Fundation vorhanden sind, bleiben gewisse Fragen zur Fundationsart und –tiefe und vor allem zu den geologischen Verhältnissen im Fundationsbereich offen. Vor der Ausführung müssen die Untergrundverhältnisse im Bereich der vorgesehenen Pfeilerfundamentverlängerungen genauer erkundet werden.

Die Grundlage für die Festlegung von Massnamen an den Fundationen der Pfeiler bildet die **Sohlenlage 2066**. Diese wurde übernommen aus den hydraulischen Berechnungen (V 2.21) und berücksichtigt die morphologischen und geschiebetechnischen Verhältnisse und Randbedingungen. Zusätzlich beachtet wird der maximale **morphologische Kolk**, welcher bei unterschiedlichen Abflüssen entsteht und bis 8 m unter die mittlere Sohlenlage 2066 reichen kann.
Im Bereich der Pfeiler wird zudem der **Pfeilerkolk** berücksichtigt. Die Tiefe ist abhängig vom Verhältnis (Länge/Breite) der Fundationsabmessungen, der Differenz zwischen OK Fundament und dem morphologischen Kolk und insbesondere von der Fundamentbreite. Es resultieren daraus Pfeilerkolktiefen bis zu 16 m und Gesamtkolktiefen bis 21 m.

Die zu erwartenden Kolktiefen werden in den physikalischen Modellversuchen noch genauer untersucht. Anschliessend wird die Bemessung der Brückenfundationen auf die Modellergebnisse adaptiert. Zudem wird in der weiteren Projektierung untersucht, ob bei gewissen Brücken auch Bauzustände (und nicht die Sohlenlage 2066) bezüglich Anforderungen an die Fundation relevant sind.

IST-Zustand

Die bestehenden Brücken über den Rhein sind sowohl flach als auch auf Pfählen und Caisson gegründet.

Bei einigen Brücken wurden für die Pfeiler im Hauptgerinne und im Vorland unterschiedliche Fundationsarten verwendet. Dabei liegen die Fundamente im Bereich Hauptgerinne in der Regel deutlich tiefer und sind auf Pfählen fundiert. Im Vorland sind die Pfeiler oft auf der Höhe der zukünftigen Gerinnesohle flach abgestellt und bis zu 15 m breit.

Systemwahl

Insbesondere die Pfeilerfundamente der heute im Vorland und zukünftig im Mittelgerinne gelegenen Pfeiler müssen in tieferen Schichten fundiert werden. Infolge der grösseren zu erwartenden Kolktiefen müssen teilweise auch bereits heute im Mittelgerinne gelegene Pfeilerfundationen verlängert werden. Grundsätzlich kommen zur Verlängerung der Pfeilerfundationen folgende Systeme in Frage:

- Erstellen von Jettingkörper unter Flachfundationen oder Caisson
- Einbau von Grossbohrpfählen oder Mikropfählen unter die bestehenden Fundamente von Flachfundationen
- Erstellen von Spundwänden oder Bohrpfählen am Umfang der bestehenden Fundationen (sowohl um Flachfundation, Caisson als auch bestehende Pfahlfundationen)

Beim Einsatz von Jettingkörpern ist zu berücksichtigen, dass der behandelte Boden nur geringe Festigkeiten mit sehr grosser Variabilität aufweist. Diese Jettingkörper müssen zwingend mit einer Verkleidung gegen Abrasion geschützt werden. Als Verkleidung kommen Spundwände oder Bohrpfähle oder eine Verkleidung mit Beton in Frage.

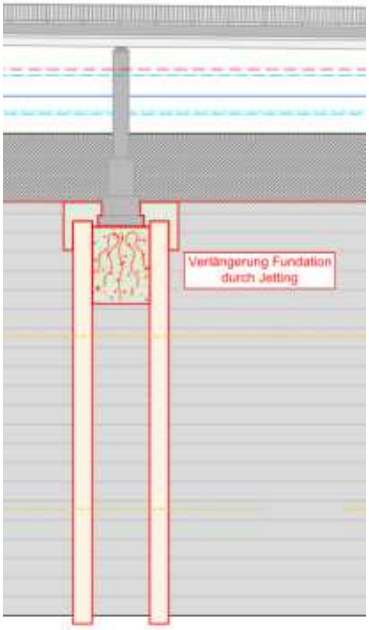
Die verschiedenen Varianten wurden geprüft und Vor- und Nachteile beurteilt und es zeigt sich, dass

- keine einheitliche Lösung angewendet werden kann,
- auf den Einsatz von Spundwänden verzichtet werden soll (Setzungsgefahr, Rammen ungünstig, begrenzte Tiefe, Vorbohren kostenintensiv),
- die Fundationen mit Jettingkörper unterfangen werden sollen,
- die Sicherung der Fundamente mit Grossbohrpfählen erfolgen soll,
- die Kraftübertragung der Fundamente auf die Pfahlwände mit einer neuen Betonkonstruktion sichergestellt werden soll,
- die Sicherung der Fundamente im Bereich der künftigen Dammfusssicherung durch zusätzlichen Blockwurf / Blockteppich erfolgt,
- die Sicherung von sehr breiten Pfeilerfundamenten durch Blockteppiche erfolgen soll.

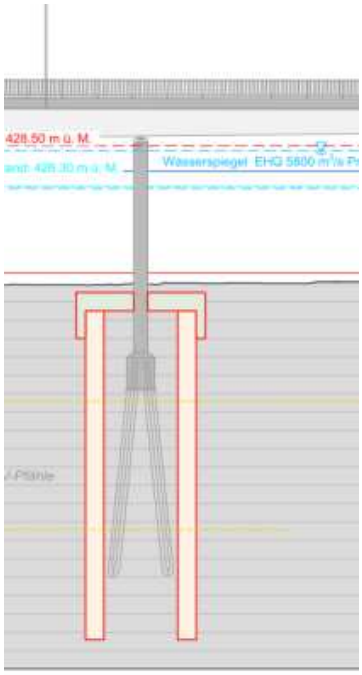
Die bestehenden Brücken werden mit folgenden Massnahmen gegen Setzungen und Unterkolkung gesichert:

- Flachfundation (A):
  Erstellen von Jettingkörper unter dem Bestand vor dem Einbringen der Bohrpfähle (A1) oder dem Versetzten des Blockwurfes (A2)
- Bestehende Pfahlfundationen (B):
  Unterfangen Fundament, Einbringen der Bohrpfähle und verbinden der einzelnen Bauteile (B1) bzw. Einbringen der Bohrpfähle und verbinden der einzelnen Bauteile (B2)

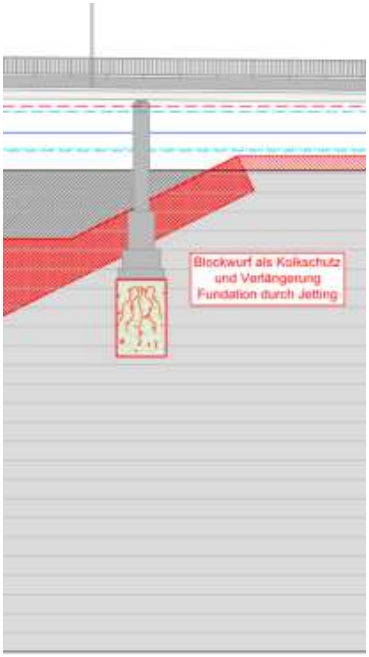
A1)



A2)



B1)



B2)

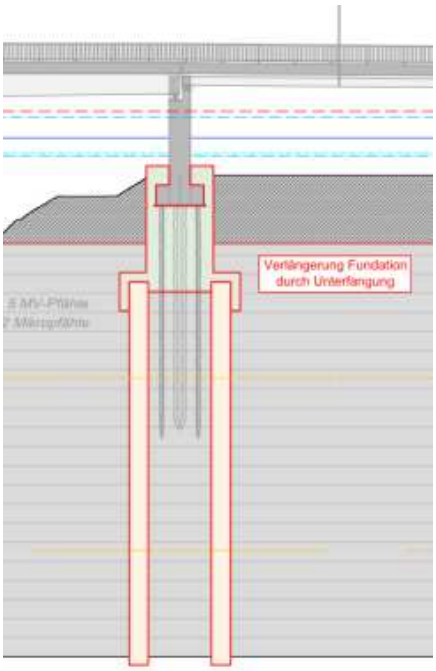


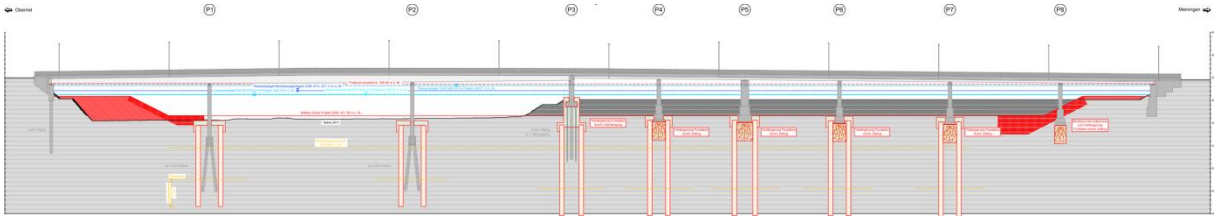
Abbildung 25: Mögliche Massnahmen gegen Setzungen und Unterkolkung, Systemskizzen (Details siehe Pläne).

Die Fundation mit den Bohrpfählen reicht bis 4 m unter den Pfeilerkolk (Einspannung der Bohrpfähle).

6.1.4.4 Massnahmen

Brücke Oberriet – Meiningen / km 66.681

Freibord keine Massnahmen

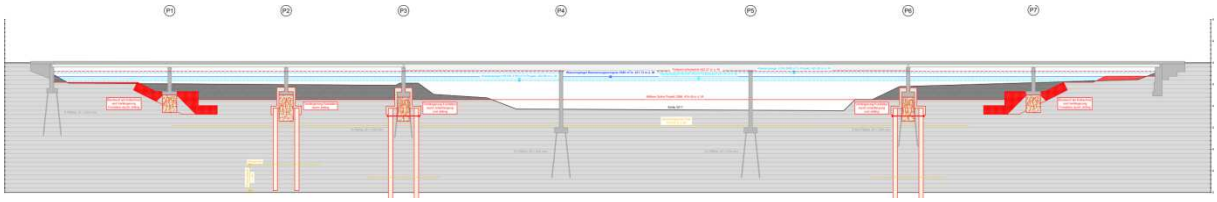


Fundation Alle 8 Pfeiler müssen den neuen Verhältnissen angepasst werden.

Abbildung 26: Brücke Oberriet – Meiningen, Ansicht und Massnahmen

Brücke Montlingen – Koblach / km 70.431

Freibord keine Massnahmen



Fundation Von den 7 Pfeilern müssen deren 5 den neuen Verhältnissen angepasst werden.

Abbildung 27: Brücke Montlingen - Koblach, Ansicht und Massnahmen

Brücke Kriessern – Mäder (Dienstbahn) / km 73.350

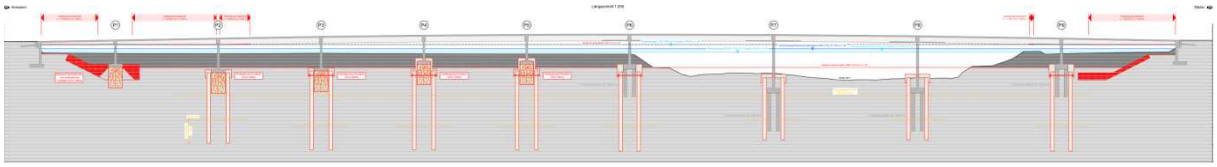
Abbildung 28: Brücke Kriessern – Mäder (Dienstbahn), Ansicht

Diese Brücke wurde bis auf wenige Meter auf Seite Österreich rückgebaut.

Der noch vorhandene Teil wird ebenfalls rückgebaut.

Brücke Kriessern – Mäder / km 73.450

Freibord Bei insgesamt 3 Feldern (Aussenfelder) wird die Untersicht der Brücke verkleidet.



Fundation Alle 9 Pfeiler müssen den neuen Verhältnissen angepasst werden.

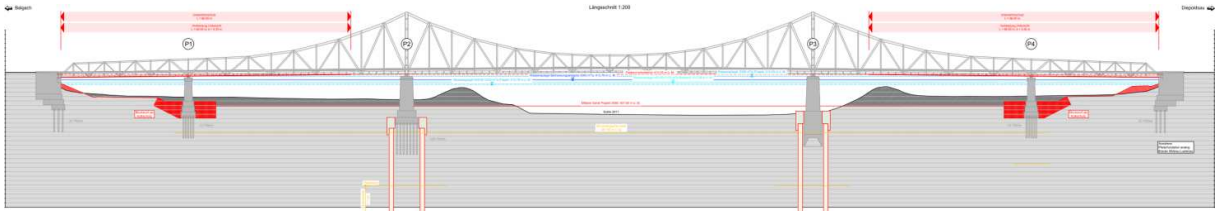
Abbildung 29: Brücke Kriessern - Mäder, Ansicht und Massnahmen

Brücke Balgach – Diepoldsau / km 77.050

Dieses Bauwerk ist in der Schutzverordnung von Diepoldsau als Kulturobjekt (KO A) eingetragen.

Freibord Im Bereich der heutigen Vorländer müssen ein Unterströmschutz und eine Verkleidung der Untersicht ausgeführt werden.

Langfristig soll die Brücke angehoben und die Strassenführung im Bereich der Widerlager angepasst werden.

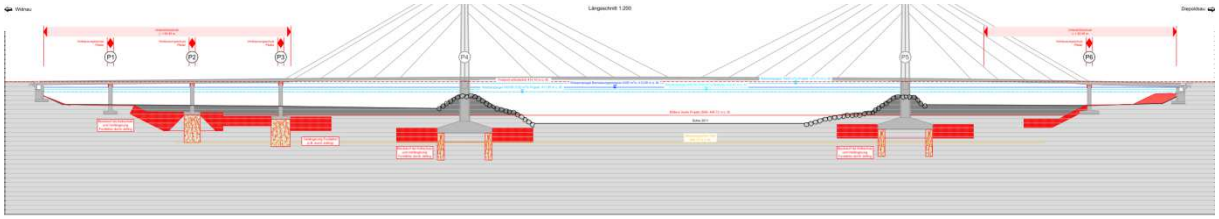


Fundation Die beiden grossen Pfeiler müssen den neuen Anforderungen angepasst werden. Bei den beiden Vorlandpfeilern genügt eine Sicherung mit einem massiven Blocksatz.

Abbildung 30: Brücke Balgach - Diepoldsau, Ansicht und Massnahmen

Brücke Widnau – Diepoldsau / km 77.900

Freibord In den Aussenbereichen wird auf einer Länge von ca. 54 m bzw. 42 m ein Unterströmschutz montiert. Die Vorlandpfeiler werden zudem mit einem Verklausungsschutz versehen.



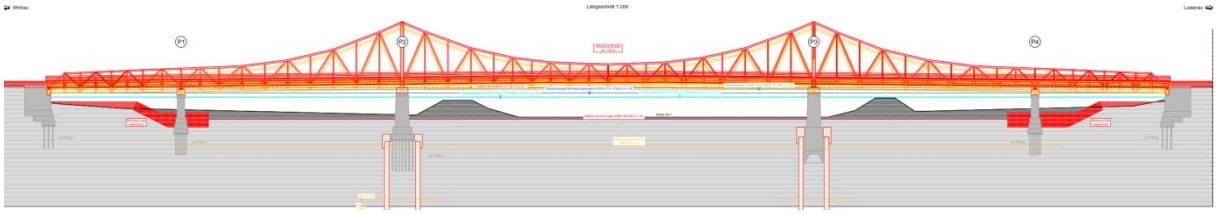
Fundation Von den 6 Pfeilern müssen deren 4 den neuen Verhältnissen angepasst werden.

Abbildung 31: Brücke Widnau - Diepoldsau, Ansicht und Massnahmen

Brücke Widnau – Lustenau / km 80.027

Dieses Bauwerk ist in der Schutzverordnung von Widnau als Kulturobjekt (KO A) eingetragen.

Freibord Das Bauwerk wird um ca. 1.20 m angehoben, die Brückenpfeiler und Widerlager verlängert und die Strassen und Plätze entsprechend angepasst.



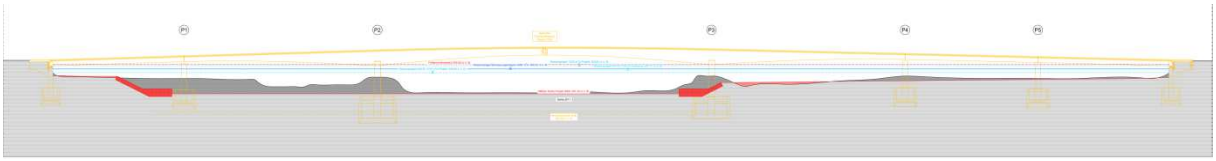
Fundation Die beiden grossen Pfeiler müssen den neuen Anforderungen angepasst werden. Bei den beiden Vorlandpfeilern genügt eine Sicherung mit einem massiven Blocksatz.

Abbildung 32: Brücke Widnau - Lustenau, Ansicht und Massnahmen

Brücke Au – Lustenau / km 82.570

Der Ersatz der Brücke durch einen Neubau ist im Jahre 2024 vorgesehen.

Freibord Rückbau Oberbau im Zuge der Erneuerung.

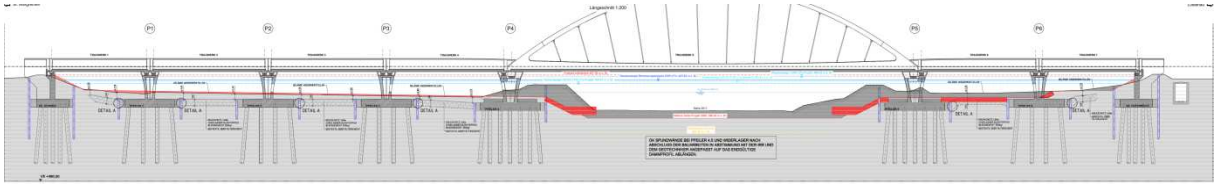


Fundation Rückbau Fundation im Zuge der Erneuerung.

Abbildung 33: Brücke Au - Lustenau, Ansicht und Massnahmen

Brücke St. Margrethen – Lustenau / km 84.800

Freibord keine Massnahmen

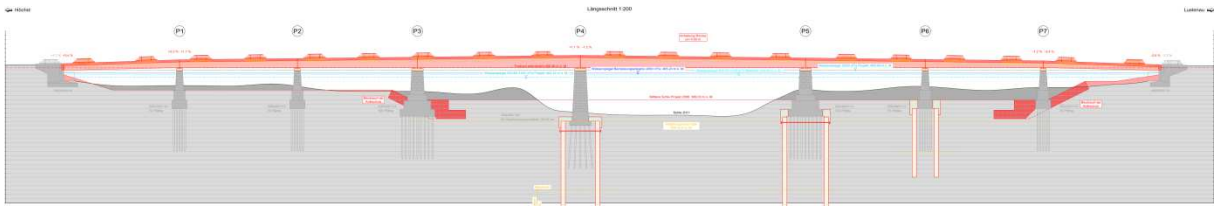


Fundation Schutz von 2 Pfeilerfundamenten mit Blockwurf

Abbildung 34: Brücke St. Margrethen - Lustenau, Ansicht und Massnahmen

Brücke Höchst – Lustenau / km 85.375

Freibord Die Brücke wird um ca. 0.60 m angehoben. Der Übergang auf die Höhe des Widerlagers erfolgt in den beiden äusseren Feldern. Die in der Brücke verlaufenden Werkleitungen werden auf die neue Situation angepasst.



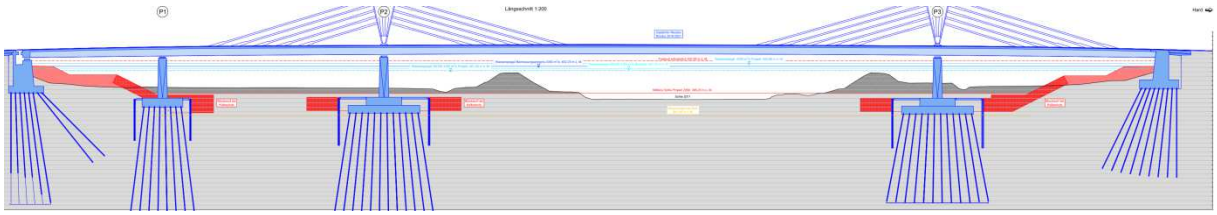
Fundation Von den 7 Pfeilerfundamenten müssen 3 den neuen Verhältnissen angepasst werden. 2 Fundamente werden mit einem Blockwurf gesichert.

Abbildung 35: Brücke Höchst - Lustenau, Ansicht und Massnahmen

Brücke Fussach – Hard / km 88.395

Diese Brücke wird voraussichtlich in den Jahren 2018 / 2019 durch einen Neubau ersetzt. Das Projekt liegt vor.

Freibord keine Massnahmen



Fundation Die 3 Fundamente werden mit einem Blockwurf gesichert.

Abbildung 36: Brücke Fussach - Hard, Ansicht und Massnahmen

6.1.4.5 Weiteres Vorgehen

Für die definitive Festlegung von Abmessungen und der Ausbildung der Pfeilersicherungen sind genauere Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse im Bereich der Brückenfundamente unerlässlich.
Bei der Berechnung des Pfeilerkolkes hat sich gezeigt, dass insbesondere bei breiten Fundamenten rechnerisch sehr grosse Kolktiefen resultieren. Da die Fundationstiefe ein wesentlicher Faktor für die Ausbildung und die Kosten der Bohrpfähle bildet, müssen über die Pfeilerkolke genauere Angaben vorliegen.

Für die weitere Projektierung

- müssen geologische Baugrunduntersuchungen im Bereich der Pfeiler ausgeführt werden.
- müssen die Pfeilerkolktiefen mit physikalischen Modellversuchen bestimmt werden.

6.1.5 EINBAUTEN

Nachfolgend wird auf Einbauten, welche Auswirkungen auf das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) haben oder welche mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) angepasst werden müssen, eingegangen. Dargestellt bzw. aufgeführt sind diese Einbauten in den Lageplänen

und Verzeichnissen Eigentümer der vier Abschnitte (Einlagen B155.1, B155.2, B255.1, B255.2, B355.1, B355.2, B455.1, B455.2 im Generellen Projekt).

6.1.5.1 AXPO

Zwischen ca. km 73 (Kriessern) und km 84 (St. Margrethen) verläuft im Bereich des linken Rheindammes eine Hochspannungsleitung der AXPO. Grösstenteils stehen die Masten der AXPO-Leitung sowohl im Bestand als auch mit dem Projekt in der luftseitigen Dammböschung. Im unteren Teil des Abschnitts 3 stehen die Masten im Bestand in der wasserseitigen Dammböschung, mit dem Projekt am Rand der Dammkrone. Die AXPO-Leitung im Bereich der Projektstrecke kann in zwei Abschnitte unterteilt werden, den Abschnitt vom Unterwerk St. Margrethen bis zum Unterwerk Widnau und den Abschnitt vom Unterwerk Widnau bis zum Unterwerk Montlingen.

Die Leitung wird nicht nur von der AXPO selbst, sondern auch von der SBB, genutzt. Die Leitungen der SBB verlaufen ohne Unterwerk von St. Margrethen bis Rüthi.

Gemeinsam mit der AXPO wurden folgende Möglichkeiten zum Umgang mit der AXPO-Leitung besprochen:

Erdverlegung

Nach derzeitigem Wissensstand kann nicht von einer Erdverlegung ausgegangen werden. Kritisch bezüglich Erdverlegung ist die SBB aufgrund der Resonanzproblematik.

Grossräumige Leitungsverlegung

Eine grossräumige Leitungsverlegung ist sowohl aus räumlichen als auch aus zeitlichen Gründen schwierig. Trotzdem prüft die AXPO alternative Leitungstrassen. Nach derzeitigem Wissensstand kann nicht von einer grossräumigen Leitungsumlegung ausgegangen werden. Deshalb stehen lokale Anpassungen an der AXPO-Leitung im Fokus.

Sicherung der Masten während Dammbau

Wo die Mastfundamente auf dem gewachsenen Untergrund fundiert sind (nicht nur im Damm) und sich das Terrain mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) nicht wesentlich verändert, werden sie beim Dammbau freigelegt und wieder eingeschüttet. Lokal sind zusätzliche Massnahmen zum Schutz der Masten oder für die Gewährleistung der Kippsicherheit erforderlich.

Erneuerung der Masten in versetzter Lage

Bau von Masten in geeigneter Lage auf bereits neu erstellten Dammabschnitten und Umhängen der Seile, damit die bestehenden Masten anschliessend abgebrochen werden können. Bei lokalen Anpassungen an der AXPO-Leitung werden die neuen Masten an optimaler Lage für den Hochwasserschutz und Hochwassereinsatz erstellt. Zudem sind die erforderlichen Abstände zur Gasleitung der Erdgas Ostschweiz AG einzuhalten.

Die aus geotechnischer Sicht optimale Lage ist in der oberen Hälfte der luftseitigen Dammböschung. In diesem Bereich ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass es zu einer Durchströmung kommt. Somit besteht auch keine Gefahr der Fugenerosion. Wesentlich ist, dass die Masten auch dann standsicher sind, wenn es in der Dammböschung zu oberflächlichen Rutschungen, Durchsickerung oder einem Oberflächenabfluss kommt.

Abschaltungen

Zumindest während dem Bau der Dichtwand im Hochwasserschutzdamm sind Abschaltungen der AXPO-Leitung erforderlich. Bezüglich Abschaltungen ist die SBB-Leitung kritischer als die AXPO-Leitung. Um die erforderlichen Abschaltungen der SBB-Leitung zu minimieren bzw. die zur Verfügung stehende Bauhöhe ohne Abschaltung der SBB-Leitung zu erhöhen, kann die SBB-Leitung auf die oberen Positionen der Masten umgehängt werden.

Die Projektierung der Anpassungen an der AXPO-Leitung erfolgt durch die AXPO selbst in enger Abstimmung mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi). Es wird angestrebt, dass das AXPO-Projekt gleichzeitig mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) aufgelegt werden kann.

6.1.5.2 Erdgas Ostschweiz

Ab dem Anfang der Projektstrecke bei km 65 bis in den Bereich Viscose (bis km 80.9) verläuft eine Gasleitung der Erdgas Ostschweiz AG mehrheitlich im Bereich des luftseitigen Dammfusses des linken Rheindamms. Die Leitung liegt in einer Tiefe zwischen 1 und 4 m. Die im Rahmen der Sofortmassnahmen in den Jahren 2016 und 2017 gebauten Interventionspisten liegen teilweise über der Gasleitung, in diesen Bereichen wurde die Leitung bis zu 4 m überschüttet.

Bei der Gasleitung der Erdgas Ostschweiz AG handelt es sich um eine Gas-Transportsportleitung für die Verteilung innerhalb der Schweiz (keine Transitleitung). Die Leitung wurde 1960 bis 1963 als Öl-Pipeline gebaut und 2009 als Gasleitung umgerüstet. Der Durchmesser ist 600 mm (Stahl, mit Bitumen isoliert). Die Erdgas Ostschweiz AG geht von einer Restlebensdauer der Leitung von mindestens 50 Jahren aus. Heute wird die Gasleitung mit einem Druck von bis zu 25 Bar betrieben, es wird jedoch eine Erhöhung auf 45 Bar diskutiert. Für Baustellen hat diese Erhöhung keine weiteren Einschränkungen zur Folge, für ständig bewohnte Bauten muss aber ein grösserer Abstand zur Gasleitung eingehalten werden.

Gemeinsam mit der Erdgas Ostschweiz AG wurden folgende Grundsätze im Umgang mit der Erdgas-Leitung besprochen:

- Die Leitung soll grundsätzlich in einer Tiefe von 1 bis 4 m liegen (Damit die Leitung im Notfall innert kurzer Zeit freigelegt werden kann).
- Falls sich mit Rhesi lokal höhere Überdeckungen ergeben (z.B. aus Dammverlegungen), soll in einem ersten Schritt eine Ausnahmebewilligung beantragt werden.
- Nur falls Ausnahmebewilligungen nicht erteilt werden, soll eine Umlegung in den Bereich der Interventionspiste oder zwischen die Interventionspiste und die Autobahn erfolgen. Eine Umlegung bedingt ein Plangenehmigungsverfahren auf Bundesebene. Ohne Einsprachen dauert dieses ca. 1 Jahr. Zusammenschlüsse lokaler Verlegungen mit der bestehenden Leitung sollen im Sommer ab Mai bis September erfolgen (Abschaltungen im Winter bedingen lange Vorlaufzeiten).
- Über der Erdgasleitung (inkl. 2-Meter-Streifen links und rechts) dürfen keine Beton-Einbauten erstellt und keine Bäume mit Stammumfang grösser als 35 cm gepflanzt werden. Dies ist

insbesondere bei der genauen Festlegung der Lage der Drainage bzw. Deckschichtentspannung zu berücksichtigen.

- Die Erdgasleitung darf nicht unter asphaltierten Strassen verlaufen (Querungen sind problemlos möglich), kritisch ist da insbesondere der Bau von Leitplanken etc.
- Auf Rammarbeiten in Leitungsnähe soll soweit möglich verzichtet werden.

Grundsätzlich ist der Bau bis an die Gasleitung ohne Abschaltung mit entsprechender Überwachung möglich. Für Bauten näher als 10 m an der Gasleitung ist eine Bewilligung erforderlich (wird innert weniger Tage ausgestellt). Während Bauarbeiten innerhalb eines 2-Meter-Abstands zur Gasleitung ist jemand von Erdgas Ostschweiz permanent auf der Baustelle. Für heikle Arbeiten in Leitungsnähe kann der Druck reduziert werden.

Die Lage der Erdgasleitung muss im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) insbesondere bei der Projektierung der Drainage bzw. Deckschichtentspannung berücksichtigt werden.

6.1.5.3 Vorarlbergnetze

Auf Höhe von rd. km 68 befindet sich im rechten Hinterland ein Umspannwerk. In dieses münden von flussaufwärts kommende und in Richtung flussabwärts abgehende Leitungen der hohen und höchsten Netzebene. Teilweise befinden sich die Masten am Damm bzw. wird der Damm von den Leitungen gequert. Der Beeinflussungsbereich bezieht sich auf Teile des Abschnittes 1. Eine weitere Querung durch eine Hochspannungsleitung befindet sich bei Rhein km 86.5.

Alle Leitungen können massnahmenbedingt erhalten bleiben. Die im Dammbereich situierten Masten bleiben bestehen und es sind deren Fundamente zu sichern.

Für die Bauphase sind allerdings entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Vor Beginn der Arbeiten muss in jedem Fall Kontakt mit dem Netzbetreiber aufgenommen und der erforderliche Sicherheitsabstand entsprechend der Spannungsebene festgelegt werden. Dabei muss unter anderem ein Pendeln der Freileitungen oder ein Ausschwingen der Arbeitsgeräte berücksichtigt werden. Das Einhalten des Sicherheitsabstandes ist durch technische Massnahmen wie Prallseil, Abschrankung, Dreh-, Höhen- oder Auslegerbegrenzungen von Maschinen etc. in Abstimmung mit dem Netzbetreiber sicherzustellen sowie durch eine zur Aufsicht abgestellte, elektrotechnisch unterwiesene Person zu überwachen.

Entsprechend der verbliebenen Abstände ist der Geräteeinsatz für die einzelnen Baumassnahmen in den Gefährdungsbereichen zu wählen. Allenfalls sind für die Herstellung der Dammdichtwand örtlich alternative Verfahren zu wählen, wie z.B. DSV (Düsenstrahlarbeiten) anstelle der Schmalwand etc.

Die detaillierten Massnahmen werden in der kommenden Planungsphase festgelegt.

6.1.5.4 Bestehende Düker

Die bestehenden Düker Oberriet - Meiningen und Diepoldsau werden mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein nicht verändert. Nach Abschluss der physikalischen Modellversuche zur Fragestellung der erwarteten Kolktiefen muss überprüft werden, ob im Bereich der Dücker Massnahmen zur Reduktion der maximalen Kolktiefen erforderlich sind.

6.1.5.5 Astra

Auf dem an den Alpenrhein angrenzenden Grundstück der Autobahn erfolgen keine baulichen Massnahmen. Da mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein der Grundwasserspiegel nur unwesentlich verändert wird, besteht auch diesbezüglich keine Beeinflussung der Autobahn und deren Entwässerung. Das Lehnenviadukt im Bereich Au – St. Margrethen (Normalprofil in Abbildung 37) bleibt bestehen, das genaue Vorgehen bei der Sanierung des Rheindamms in diesem Abschnitt wird in den kommenden Planungsphasen projektiert.

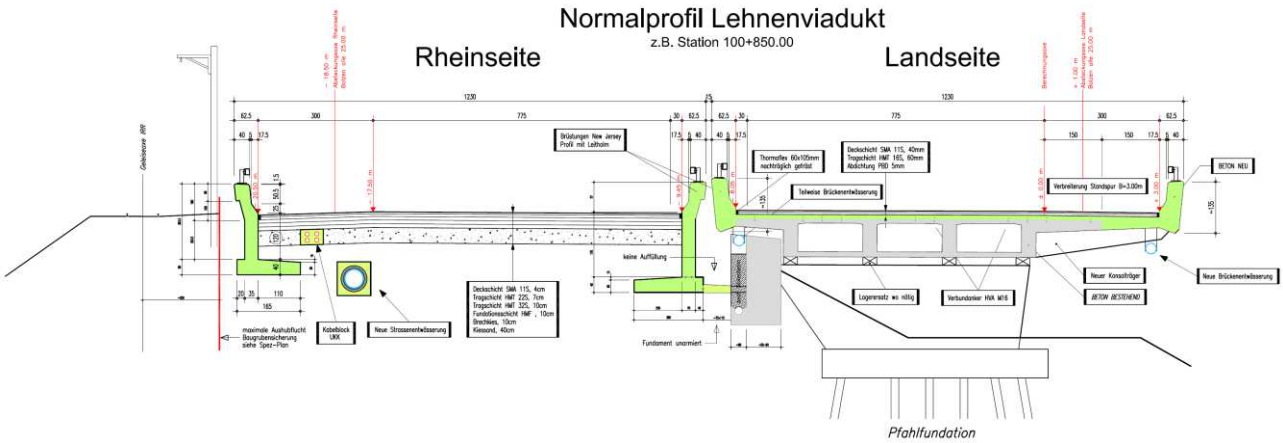


Abbildung 37: Normalprofil Lehenenviadukt

Die Baulinie der Autobahn liegt in einem Abstand von 25 m zur Autobahnachse. Die Massnahmen im Bereich des luftseitigen Dammfusses (Interventionspisten, Drainage, Deckschichtentspannung, etc.) kommen damit teilweise innerhalb der Baulinie zu liegen. Für diese Massnahmen ist eine Regelung in Dienstbarkeitsverträgen vorgesehen.

6.1.5.6 Lustenauer Sickerwasserkanal

Der Lustenauer Sickerwasserkanal bleibt mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) unverändert bestehen und ist Teil der Grundwasserhaltung (siehe Kapitel 6.1.7.6).

6.1.5.7 Zollgebäude

Die Zugänglichkeit zu den Zollgebäuden muss teilweise auf die neuen Höhenverhältnisse der Dämme und Strassen angepasst werden. Die detaillierte Projektierung dieser Massnahmen erfolgt in den kommenden Projektphasen.

6.1.5.8 Militärische Anlagen

Im Bereich der Dämme und im Vorland auf Schweizer Seite bestehen einzelne militärische Anlagen. Im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) werden die militärischen Anlagen im Dammbereich und im Vorland rückgebaut, insbesondere falls sie mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) im dynamischen Gerinnebereich zu liegen kämen. Eine entsprechende Abstimmung mit der Armasuisse erfolgt auf Grundlage des Generellen Projekts für die weitere Projektierung.

6.1.5.9 Historische Regelungsbauwerke

Die historischen Regelungsbauwerke im Bereich der Gerinneaufweitung werden abgebrochen. Die dabei anfallenden Blöcke werden im Projekt wiederverwendet.

6.1.5.10 Vorstreckung

Die Vorstreckung wird mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) nicht verändert. Es wird an den Bestand der Vorstreckung angeschlossen.

6.1.6 KIESENTNAHMEN

Im Bestand wird sämtliches Geschiebe am Beginn der Vorstreckung in den Bodensee entnommen. Es werden verschiedene Kiese und Sande gewonnen und teilweise auf Pontons aufbereitet. Die Abbildung 38 zeigt die Entnahmemengen in den Jahren 1995 bis 2016.

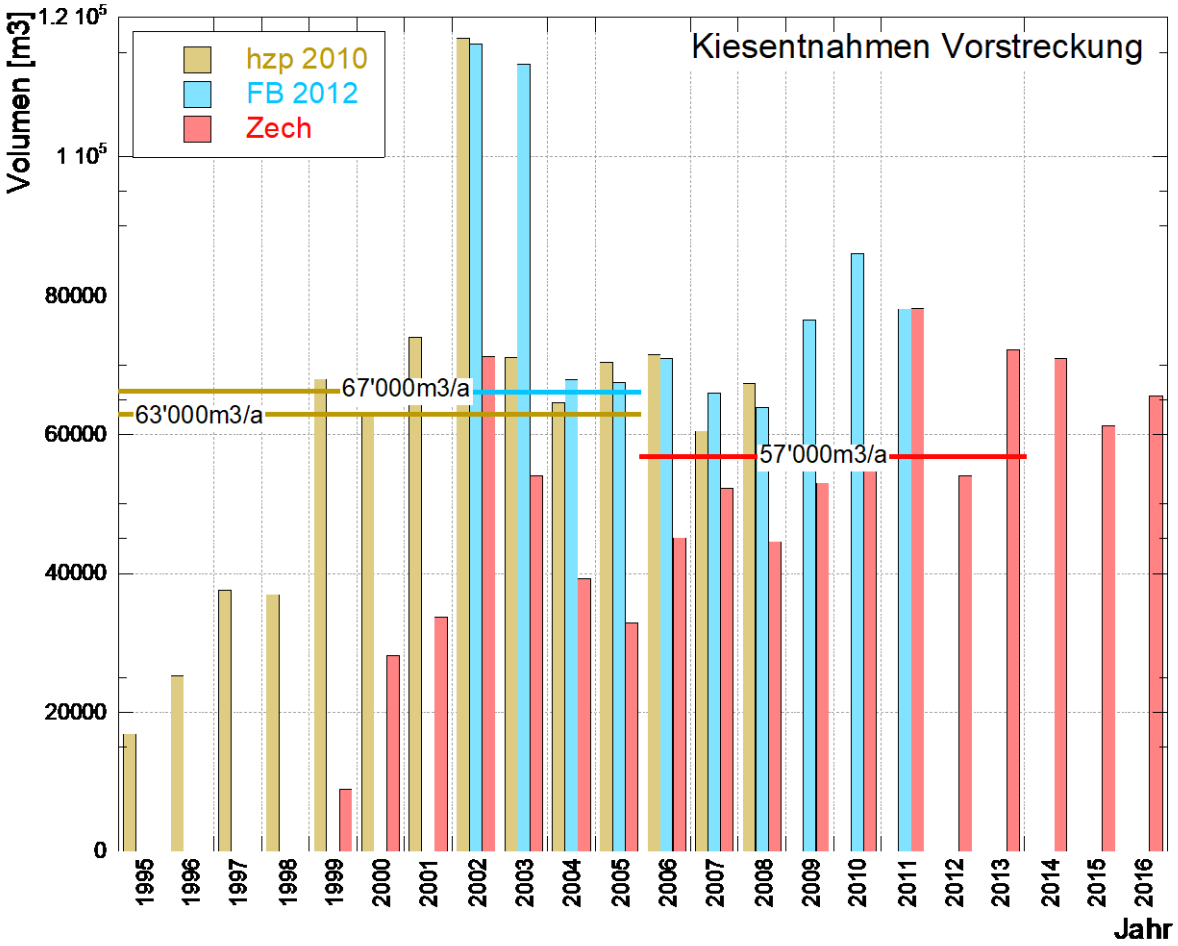


Abbildung 38: Kiesentnahmen aus der Erhaltungsstrecke (km 90 – km 91) entsprechend hzp 2010, gemäss Auswertung Flussbau AG (Jahresberichte IRR) sowie Entnahmen des Unternehmens Zech im Auftrag der IRR (Quelle: IRR).

Mit der Aufweitung des Rheins mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird die Geschiebetransportkapazität verringert, womit das Geschiebe nicht mehr vollumfänglich bis zur Vorstreckung transportiert werden kann. Ein Teil des Geschiebes muss bereits weiter flussaufwärts entnommen werden, um die Flusssohle stabil zu halten.

Neben der Stabilisierung der Flusssohle wird die Geschiebefracht mit den Kiesentnahmen an den natürlichen Zustand angeglichen. Im natürlichen Zustand führten Ausuferungen während Hochwasserereignissen zu Ablagerungen und einer Abnahme der Geschiebefracht in Fliessrichtung. Bereits im Bestand und auch mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) werden Ausuferungen verhindert und die Geschiebefracht nimmt in Fliessrichtung nur um den Abrieb ab. Um die Geschiebefracht an den natürlichen Zustand anzugleichen, muss folglich in geeigneten Abschnitten Geschiebe entnommen werden (siehe auch Fachbericht Hydraulik und Geschiebe – Morphologie, Mappe C, Einlage 102 im Generellen Projekt).

Geeignete Kiesentnahmen tragen zu einer stabilen Flusssohle bei, befinden sich ausserhalb des Siedlungsgebiets und nahe an einem Autobahnanschluss. Aufgrund dieser Kriterien werden im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) die nachfolgend beschriebenen Standorte der Kiesentnahmen vorgesehen. Die gesamte Entnahmemenge bleibt mit dem Projekt unverändert, die Entnahme erfolgt jedoch differenziert an mehreren Standorten.

Prinzip Kiesentnahmen

In Abbildung 39 ist das Schema der Kiesentnahmestellen dargestellt. Über ca. einen Kilometer Länge werden mehrere feste Zufahrten erstellt. Damit wird gewährleistet, dass unabhängig von der Lage von Kiesbänken die Möglichkeit der Zufahrt auf eine am Ufer anliegende Kiesbank besteht. Der Kies wird während niedrigen Abflüssen im Winterhalbjahr von einer Kiesbank am Ufer entnommen und abtransportiert. Trübungen werden durch diese Entnahmeart im Trockenen auf ein Minimum reduziert. Pro Kiesbank können durchschnittlich 10'000 bis 20'000 m^3 Kies entnommen werden (Annahme Länge = 200 bis 400 m, Breite 50 m, Entnahmetiefe 1 m).

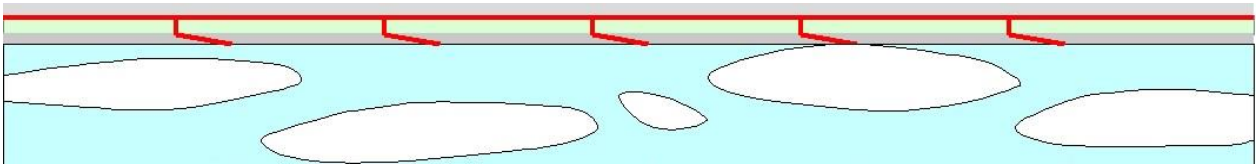


Abbildung 39: Schema Kiesentnahmestellen: feste Zufahrten zur Entnahme von Kies auf am Ufer anliegenden Kiesbänken. Die Gesamtlänge der Kiesentnahme beträgt ca. 1 km, der Abstand zwischen den Abfahrten ca. 250 m.

Kiesentnahme Büchel (Gemeinde Rüthi, km 63 bis 64)

Die Kiesentnahme Büchel liegt oberhalb der Illmündung und damit ausserhalb der Rhesi-Projektstrecke im Bereich km 63 bis 64. Der Kies wird auf der linken Seite entnommen. Als Zwischenlager und für eine Aufbereitung steht der bestehende Steinbruch Oberbüchel des Rheinunternehmens zur Verfügung. Der Abtransport erfolgt über die Werkstrasse und den Anschluss Oberriet auf die Autobahn N13 (Schweiz).

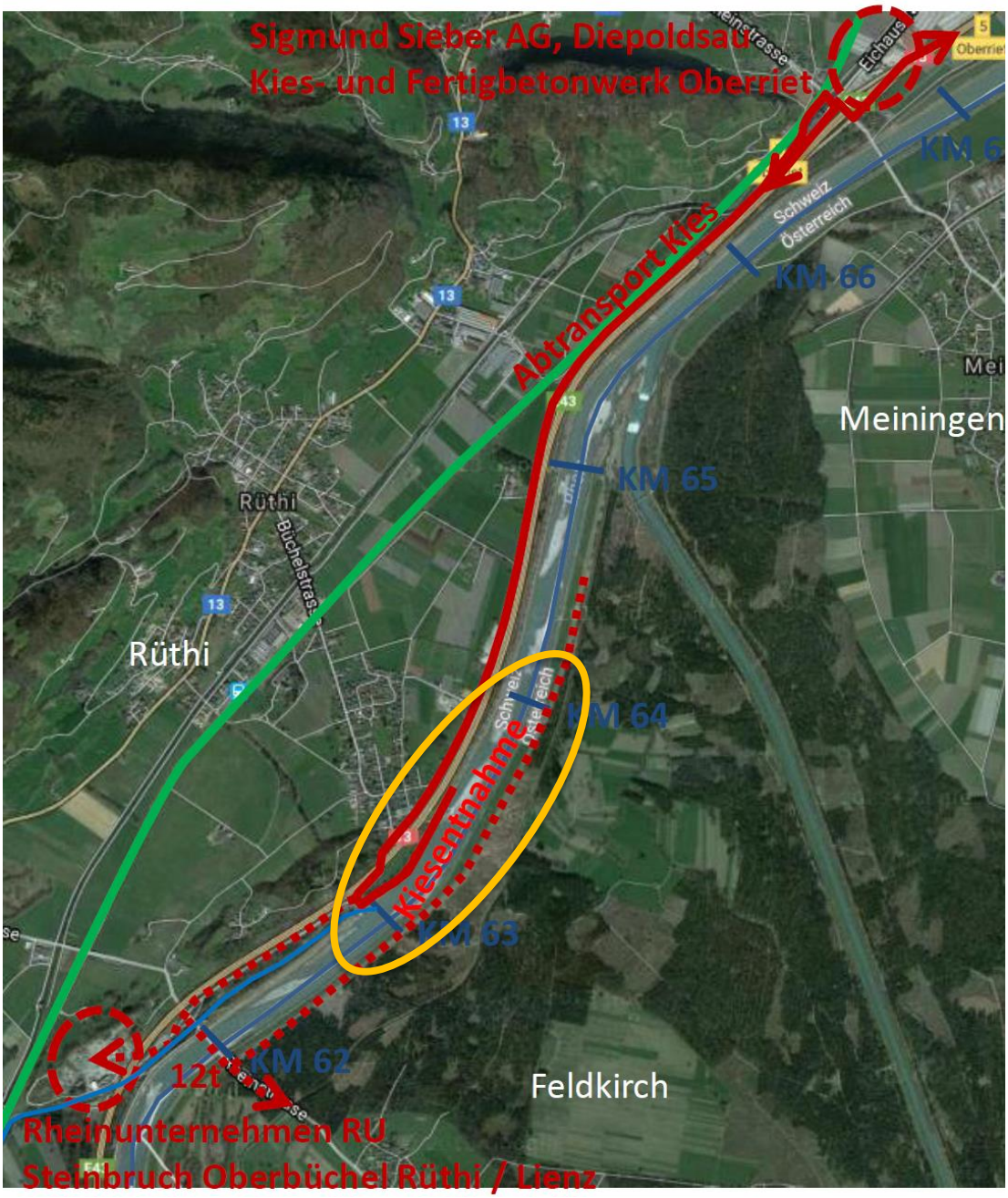


Abbildung 40: Kiesentnahme Büchel (Gemeinde Rüthi, km 63 bis 64)

Kiesentnahme Diepoldsau (km 75 bis 76)

Die Kiesentnahme Diepoldsau wird direkt unterhalb der Schutzzone des Brunnens Rheinspitz zwischen km 75 und 76 vorgesehen. Damit ist die Kiesentnahme zur "Einstellung" der Sohlenlage im Bereich der im Generellen Projekt vorgesehenen Notentlastung zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit im Überlastfall optimal gelegen. Zwischenlagerung und Aufbereitung können in der bestehenden Anlage des Kieswerks Sigmund Sieber erfolgen. Der Abtransport erfolgt übers Vorland und den Anschluss Diepoldsau auf die Autobahn N13 (Schweiz).

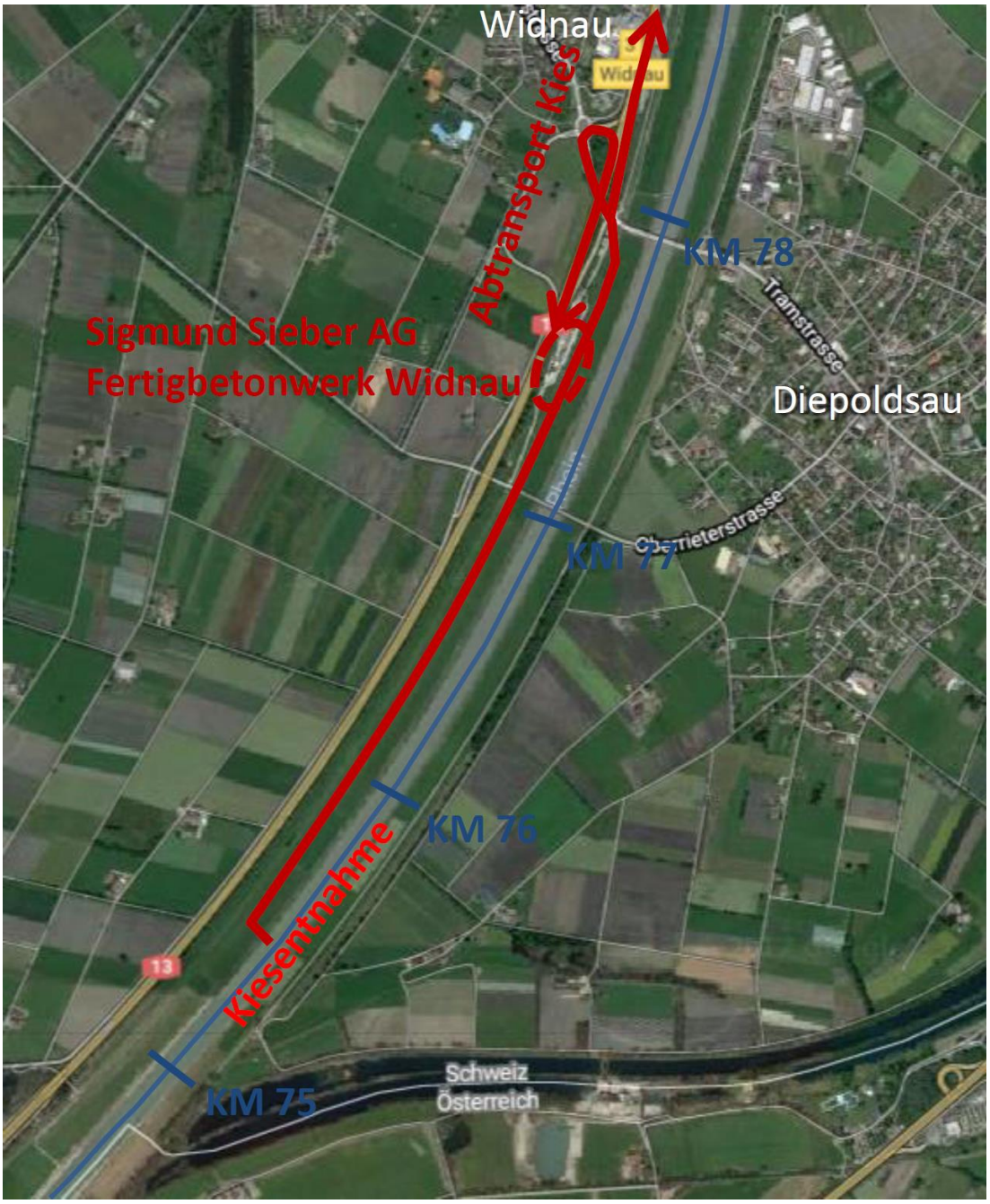


Abbildung 41: Kiesentnahme Diepoldsau (km 75 bis 76)

Bestehende Kiesentnahme vor der Vorstreckung (km 90-91)

An der bestehenden Kiesentnahme vor der Vorstreckung bei km 90 wird weiterhin Kies entnommen. Weil die gesamte Entnahmemenge mit dem Projekt gleich bleibt wie im Bestand und im Projekt bereits weiter oberhalb Kies entnommen wird, reduziert sich die Entnahmemenge in der bestehenden Kiesentnahme. Die Zwischenlagerung und Aufbereitung erfolgen weiterhin in der bestehenden Anlage. Der Abtransport erfolgt über die L202 (Österreich).

Abbildung 42: best. Kiesentnahme bei km 90 vor der Vorstreckung

6.1.7 MASSNAHMEN AN DEN DÄMMEN

6.1.7.1 Massnahmenarten

Im Zuge einer eigenen Arbeitsgruppe Geotechnik wurden die laut den vorhandenen Untersuchungen erforderliche bauliche Anpassung der Dämme im Rahmen des Rhesi-Projektes diskutiert und dazu seitens der Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein verschiedene mögliche Regelquerschnitte entsprechend dem derzeitigen Planungsstand vorgestellt. Die Lösungen umfassen einerseits den Neubau mit gänzlichem Abtrag des Bestandes, aber auch die mögliche Sanierung mit Erhalt von Teilen des Bestandsprofiles. Im Zuge der Punkte 6.1.7.3 (Neubau) und 6.1.7.4 (Sanierung) werden die jeweiligen Lösungen beschrieben.

Die möglichen Lösungen betreffend Neubau und Sanierung wurden im Rahmen der Arbeitsgruppe einer vertiefenden Evaluierung unterzogen. Im Ergebnis sind aus technischer Sicht beide Lösungen grundsätzlich machbar. Hinsichtlich der Kosten ergeben sich bei der Variante Neubau deutliche Vorteile gegenüber der Variante Sanierung, die sich mit zunehmender Dammhöhe reduzieren und erst bei sehr grossen Dammhöhen umkehren.

Weitere Vorteile für die Variante Neubau ergeben sich durch das geringere Volumen an erforderlichen Transporten zur Verfuhr von für den Bau nicht geeigneten Aushubmaterialien sowie Antransporte von Material zur Deckung der Fehlmengen.

Das Erfordernis an Erdbauleistung ist bei der Variante Sanierung deutlich geringer als bei der Variante Neubau. Diesbezüglich weist die Variante Sanierung Vorteile gegenüber der Variante Neubau auf.

Beim möglichen Baufortschritt ergeben sich rechnerisch Vorteile für die Variante Sanierung gegenüber der Variante Neubau. Dies bedeutet, dass die Variante Sanierung bezogen auf einzelne Abschnitte schneller umsetzbar ist. Doch können diese aus Sicht der Variante Neubau sich ergebenden Nachteile durch verstärkten Einsatz an Erdbaukapazitäten beim gegenständlichen Bauvorhaben insgesamt kompensiert werden.

Die Berechnungen und zugehörigen Analysen haben aber auch die folgenden Risiken und kritischen Aspekte aufgezeigt, die insbesondere für die Variante der Sanierung gelten:

- Eine Deckschichtentspannung ist nahezu unerlässlich. Nur mit dieser können die Standsicherheitsnachweise geführt werden. Alternativ wären entsprechend über die Interventionspiste hinausgehende Vorschüttungen erforderlich, für die aber kein Platz vorhanden ist.
- Für den verbleibenden Querschnitt bei der Variante Sanierung wurden Annahmen getroffen, die zufolge der vorgefundenen Heterogenitäten in Teilbereichen auch ungünstiger ausfallen können.
- Das für die Querschnittsergänzung erforderliche Material muss hochwertigen Anforderungen genügen.
- Am luftseitigen Dammfuss sind bereichsweise Rüttelstopfsäulen und Entspannung für lokalen Kreis unterhalb der Piste erforderlich.

Umgekehrt konnte beim Neubau des Dammquerschnittes bereits mit moderater Materialqualität ein ausreichender Standsicherheitsnachweis erzielt werden.

Zufolge der im Zuge der gegenständlichen Bearbeitung festgestellten Risiken, günstigeren Kosten und Transportbelastungen wird planungsseitig vorgeschlagen, der Variante Neubau der Dämme gegenüber der Variante Sanierung in den dafür grundsätzlich in Frage kommenden Bereichen bei der Fortführung der Planung den Vorzug zu geben. Der wesentliche Nachteil der Variante Neubau, das erhöhte Erdbauvolumen, ist im Zuge der Darstellung der Umweltwirkungen entsprechend darzustellen und dabei möglichste Vorkehrungen und Massnahmen zur Minimierung an Emissionen vorzusehen.

6.1.7.2 Bauliche Erfordernisse

Die bestehenden Hochwasserschutzdämme sind hinsichtlich Sanierung bzw. Neuerrichtung integraler Teil der Massnahmen. In Teilbereichen sind Abrückungen der bestehenden Dammtrassen vorgesehen.

Hinsichtlich der erforderlichen baulichen Massnahmen sind folgende Aspekte zu beachten:

- Die Dämme sind gemäss den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen entlang der gesamten Projektstrecke baulich anzupassen.
- Der erforderliche Materialbedarf wird projektsintern abgedeckt, z.B. aus den Überschussmassen der Gerinneverbreiterungen. Gleich vorgegangen wird bei der Verfuhr von Überschuss- bzw. nicht mehr brauchbaren Massen beim Dammbau.
- Die bauliche Umsetzung erfolgt primär ausserhalb der Perioden mit erhöhtem Hochwasserrisiko, aber auch ausserhalb der heissen Jahreszeiten (Staubbelästigung etc.), somit im Zeitraum Herbst bis Frühjahr.
- Während der gesamten Bauzeit wird ein dem derzeitigen Ausbaugrad zumindest entsprechender Hochwasserschutz gewährleistet. Die Umsetzung erfolgt daher laufend in Etappen. Offen liegende Bereiche sind bei aufkommender Hochwasserwelle unverzüglich zu schliessen und das Schutzniveau herzustellen, jedenfalls im Wochenrhythmus.

Der in der Variantenuntersuchung vorgesehene Mindestquerschnitt mit 4.5 m Kronenbreite sowie Böschungsneigungen von 1:2 wird auch weiterhin im Generellen Projekt den Planungen zugrunde gelegt. Dieser Mindestquerschnitt gilt jedenfalls in den Bereichen, wo zufolge dieser Geometrie und daraus resultierenden Aufstandsbreiten das bestehende Vorland ergänzend beansprucht wird. In den Bereichen mit bereits bestehenden flacheren Böschungsneigungen (flacher als 1:2) und unter der Bedingung, dass die derzeitige Dammaufstandsfläche nicht zusätzlich in das Vorland hineinragt, werden diese mit deren bestehenden Neigungen übernommen. Flachere Böschungen sind weiters dort möglich, wo der bestehende wasserseitige Fuss erhalten bleibt und landseitig ausreichend Grundfläche zur Verfügung steht.

Hinsichtlich der Querschnittsausstattung gelten aus geotechnischer Sicht die folgenden Mindestanforderungen:

- Dichter Querschnitt: entweder mittels entsprechendem Material oder Dichtwand
- Landseitige Berme aus nichtbindigem Material, adaptiert als Verteidigungsweg (Interventionspiste)

- Anordnung einer Deckschichtentspannung am luftseitigen Dammfuss

Die bauliche Umsetzung kann grundsätzlich sowohl in Form der gänzlichen Neuerrichtung, als auch einer Sanierung des Bestandes erfolgen. Diese beiden grundsätzlich sich bietenden Möglichkeiten sind nachfolgend erläutert und evaluiert.

Die Ausstattung der Dämme erfolgt unabhängig von der gewählten Lösung (Neubau bzw. Umbau) und umfasst die folgenden Anlagenteile:

- Befestigte und befahrbare Dammkrone
- Interventionspiste am luftseitigen Dammfuss
- Massnahmen zum Schutz gegen Überströmung bzw. Überschwappen in den dazu erforderlichen Bereichen
- Deckschichtentspannung und bereichsweise Sammlung sowie Ableitung der Überschusswassermengen samt Rüttelstopfsäulen am luftseitigen Fuss der Interventionspiste (siehe Punkt 6.1.7.5 und Punkt 6.1.7.6)

6.1.7.3 Neubau

Beim möglichen **Neubau** wird der bestehende Damm gänzlich abgetragen und neu errichtet. Das abgetragene Material wird soweit möglich für den Neubau verwendet. Der ergänzende Materialbedarf (zufolge Verdichtungsverlust, grösserer Geometrie, aber auch Ersatz von aussortiertem Material) wird zugeführt, mit dem sonstigen Abtragsmaterial abgemischt und der neue Damm aufgebaut. Die solcherart erforderliche Umprofilierung hat abschnittsweise zu erfolgen, um einen ausreichenden Hochwasserschutz zu jedem Zeitpunkt gewährleisten zu können. Entsprechende Erfahrungen mit der Umprofilierung bestehender Dämme ähnlicher Grössen liegen vor, z.B. entlang der March.

Im Ergebnis entsteht ein mit dokumentierter Materialqualität neu hergestellter Dammkörper. Zur Verhinderung der Durchströmung der geringdurchlässigen Schichten, insbesondere im Bereich von Kontaktflächen unter dem Damm, ist eine vertikale Dichtwand im Dammkörper vorgesehen, die durch die unter dem Damm befindliche Deckschicht reicht und gesichert in den darunter liegenden Kies eintaucht. Bei der Variante Neubau ist diese Dichtwand in Form der gegenüber anderen Lösungen kostengünstigeren Schmalwand vorgesehen. Die Dichtwand ist als Tauchwand auszubilden, damit die Grundwasserkommunikation zwischen Rhein und Hinterland nach wie vor möglich ist.

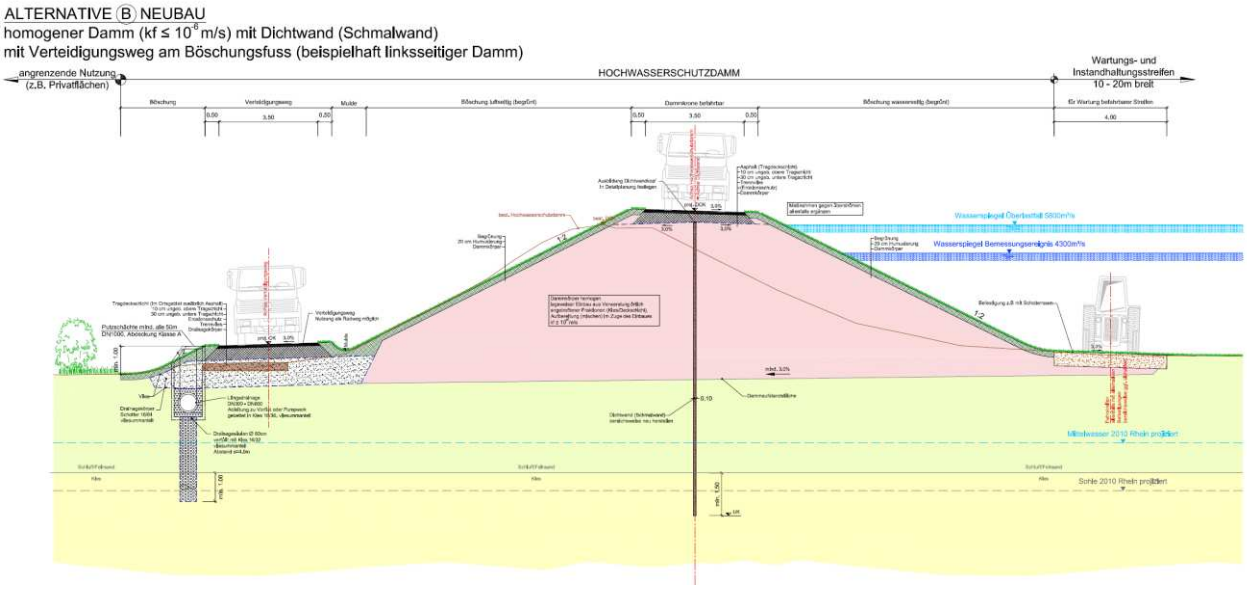


Abbildung 43 Dammquerschnitt, Neubau – Regelausbildung, mit geringdurchlässigem Schüttmaterial und Schmalwand

6.1.7.4 Sanierung

Bei der Variante der **Sanierung** erfolgt zunächst der oberflächliche Abtrag im Bereich der Krone und an den Böschungen mit einer Stärke von zumindest 1 m, jedenfalls organisch durchsetzten Bereichen etc. Sodann wird die Dammgeometrie durch ergänzende Schüttungen hergestellt und an den Kontaktflächen zum Bestand in den Böschungsbereichen verzahnt. Dies erfolgt in Lagen aus kiesigem Material mit einer Mindestbreite von 3 m, um Grossgeräte für die Verdichtung einsetzen zu können.

Zufolge des nach wie vor bestehenden und verbleibenden Dammkerns mit grossen Heterogenitäten, locker gelagerten Bereichen etc. ist eine Dichtung mit einer Stärke von zumindest 0.50 m erforderlich. Hinsichtlich der Bauverfahren bietet sich dazu primär die Herstellung nach Verfahren der tiefreichenden Bodenstabilisierung in Form einer TBS-Wand (= Tiefreichende Bodenstabilisierung) an, allenfalls auch im Austauschverfahren hergestellte Wände (z.B. Einphasenschlitzwände). Die Tiefenlage der Wand ist wie bei der Variante Neubau bis in den Aquifer vorzusehen.

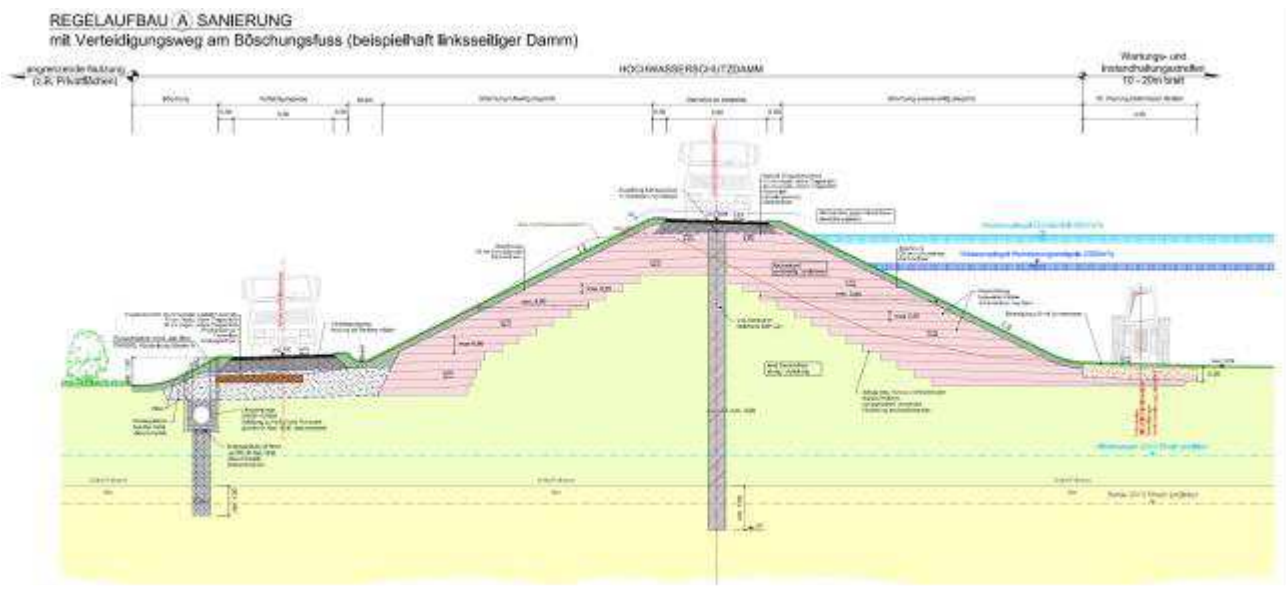


Abbildung 44 Dammquerschnitt, Sanierung - Regelausbildung

Grundsätzlich steht aufgrund der oben beschriebenen Argumente ein Dammneubau im Vordergrund. Sanierungen werden in Bereichen mit bestehenden Überprofilen, bei setzungsempfindlichem Untergrund und im Bereich von bestehenden Trinkwasserbrunnen vorgesehen. In welchen Abschnitten Sanierungen und wo ein Neubau der Dämme vorgesehen ist, wird in den Lageplänen (Einlagen B 102, B 103, B 104 und B 105 im Generellen Projekt) verortet.

6.1.7.5 Deckschichtentspannung und Qualmwasserbewirtschaftung

Für den praktisch gesamten Projektbereich ist eine **Deckschichtentspannung** zur Verhinderung von hydraulischem Grundbruch zufolge aufwärts gerichteter Strömungen am luftseitigen Dammfuss im Hochwasserfall erforderlich. Die Deckschichtentspannung kann entweder mittels durchgehendem vliesummanteltem Sickerschlitz hergestellt werden oder durch punktuelle vliesummantelte Drainagesäulen (Kiessäulen). Unabhängig von der Art der Ausführung sind die Deckschichten jedenfalls vollständig zu durchfahren. Das Drainagematerial soll etwa 1.0 m in den anstehenden Grundwasserleiter einbinden. Die Oberfläche der Drainageelemente soll nicht mit Mutterboden abgedeckt werden, sondern eine freie Ausleitung ermöglichen.

Aus wirtschaftlichen Gründen sowie im Interesse eines zügigen Bauablaufes wird Kiessäulen der Vorzug gegeben. Es handelt sich dabei um ein vielfach angewandtes und daher bewährtes Verfahren. Dabei kommen Tiefenrüttelverfahren zum Einsatz, wobei die Achsabstände der Säulen ein Mass von 4 m nicht überschreiten sollen. Die Säulendurchmesser können mit etwa 60 cm angenommen werden (dies entspricht üblichen Gerätegrössen). Die Einbindung in den Grundwasserleiter soll ein Mindestmass von 1.0 m nicht unterschreiten. Als Drainagematerial dient z.B. Rundkorn der Fraktion 16/32 mm.

Das aus den Kiessäulen im Hochwasserfall austretende Wasser ergibt sich im Wesentlichen als Funktion der Durchlässigkeit der grundwasserführenden Schicht und wurde seitens Fachbereich Geotechnik aufgrund der jeweils gegebenen hydrogeologischen Verhältnisse ermittelt. Diese wurden seitens der hydrogeologischen Bearbeiter der Begleitplanung Rhesi in 4 Klassen eingeteilt.

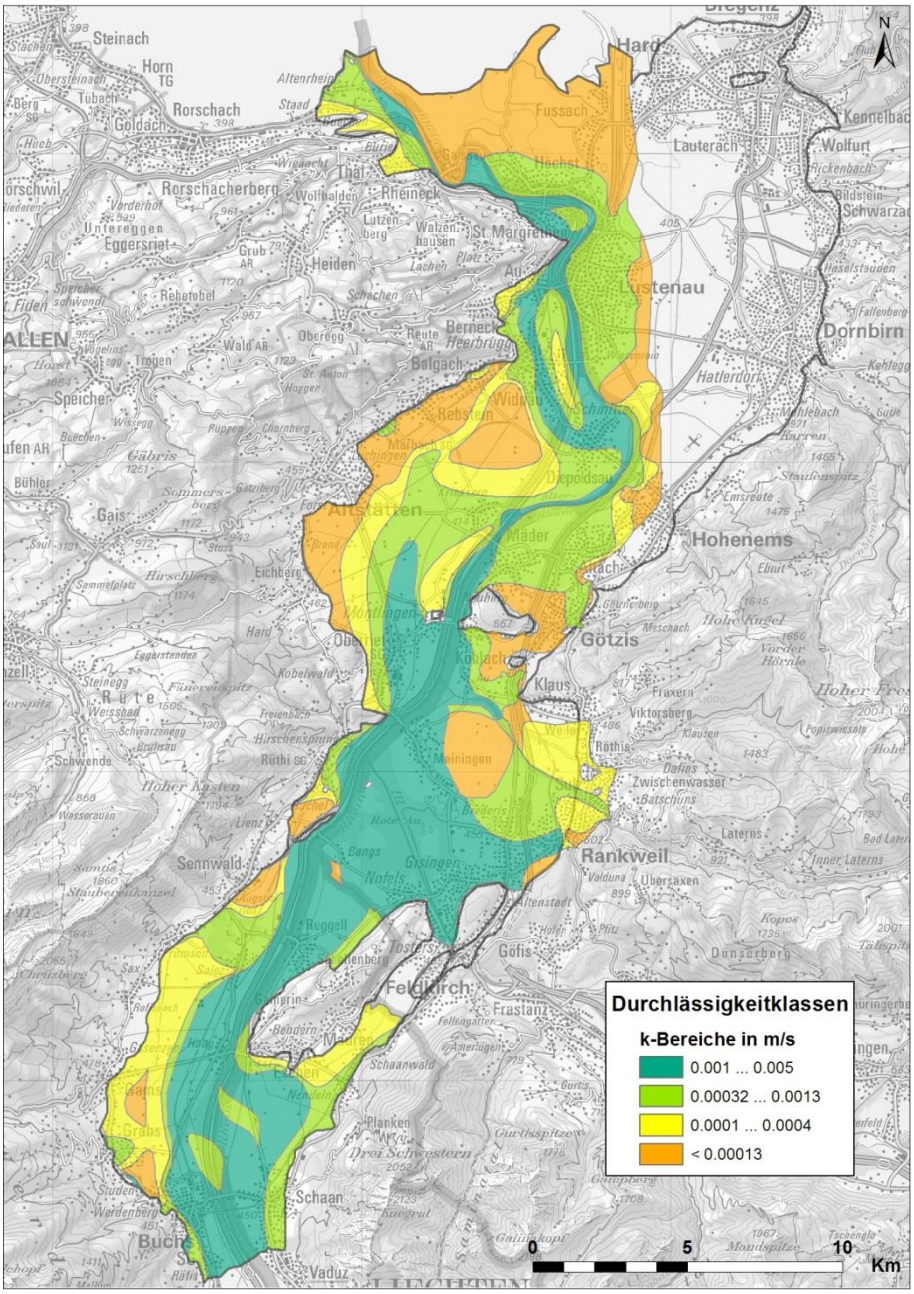


Abbildung 45 Durchlässigkeitsbereiche

Die Bandbreite der solcherart ermittelten spezifischen Wassermengen (pro Laufmeter Damm) liegt gemäss Fachbereich Geotechnik für den stationären Fall in der Bandbreite zwischen 0.1 und 1.0 l/s*lfm.

Das aus den Kiessäulen oberflächlich austretende Wasser gelangt über die der Austrittstelle nächstgelegene Vorflut zum Abfluss. Gegenüber den derzeitigen Verhältnissen kommt es direkt an den Damm angrenzend zu erhöhter Beaufschlagung, die sich in einigem Abstand zum Damm an die bestehenden Verhältnisse wiederum angleicht und jedenfalls keinerlei grossräumige bzw. regionale Auswirkungen auf den Grundwasserstand bzw. –haushalt nach sich zieht. Im Bereich der an den Damm angrenzenden Waldflächen sind keine weitergehenden Massnahmen erforderlich. Dort sammelt sich das am landseitigen Dammfuss aufsteigende Qualmwasser der Kiessäulen in Mulden und

Senken und gelangt erst sehr zeitversetzt in die vorhandene Vorflut. Der Austritt dieser zusätzlich oberflächlich anfallenden Wässer bedeutet für derartige Gebiete keinen Nachteil, vielmehr eine aus wasserwirtschaftlicher Sicht gewünschte Verbesserung. Die Auflistung der betroffenen Bereiche findet sich am Kapitelende. In Bereichen mit direkt an den Damm angrenzender Nutzung für Landwirtschaft, Grünland, insbesondere in Ortsbereichen bzw. verbauten Bereichen ist dies nicht tolerierbar, sondern erfordert weitergehende Massnahmen zur **Qualmwasserbewirtschaftung**.

Zu dem Zweck werden die Kiessäulen an Längsdrainagen angeschlossen und die austretenden Qualmwässer über diese in Längsrichtung abgeführt. Die weitere Ableitung erfolgt im freien Gefälle zu bestehenden Vorflutern bzw. über zusätzlich an den Drainagen angeordnete Pumpwerke zurück in den Rhein.

Die Drainage besteht aus geschlitzten bzw. gelochten Rohren aus PP (Polypropylen Doppelverbund Wellrohr) innerhalb des ebenfalls durchgehend angeordneten Sickerkörpers aus Drainkies am oberen Ende der Kiessäulen. Die hydraulische Beaufschlagung der Drainagen wird entsprechend des Sickerwasseranfalles ermittelt. Die Dimensionierung der Drainagen erfolgt auf die drucklose Vollfüllung mit einem Mindestdurchmesser von DN300. Der Höchstdurchmesser beträgt DN1000. Die Verfüllung der unmittelbaren Leitungszone erfolgt mit Drainkies 16/32, der mit einem Vlies ummantelt wird. Alle 100 m bzw. an Gefälle- und wesentlichen Richtungswechseln werden Kontrollschächte angeordnet.

Die Wässer der Drainagen werden soweit möglich im freien Gefälle in die bestehende Vorflut ausgeleitet. Die Auflistung der betroffenen Bereiche, in Anspruch genommenen Vorfluter und maximal auftretende Wassermengen findet sich am Kapitelende.

Wo dies nicht möglich ist, wie z.B. im Ortsbereich von Lustenau bzw. linksufrig im Bereich Höchst-Fussach, erfolgt die weitere Ableitung über einen Schieberschacht zu einer Pumpstation. Der Schieberschacht kann den Abfluss zur Pumpstation sperren, damit die Pumpstation erst bei entsprechenden Hochwasserereignissen mit steigender Tendenz anspringen kann. Bei kleineren Ereignissen dient die Drainage rein als Entspannungsdrainage. Die Längsableitung zur Pumpstation ist in derartigen Fällen nicht vorgesehen.

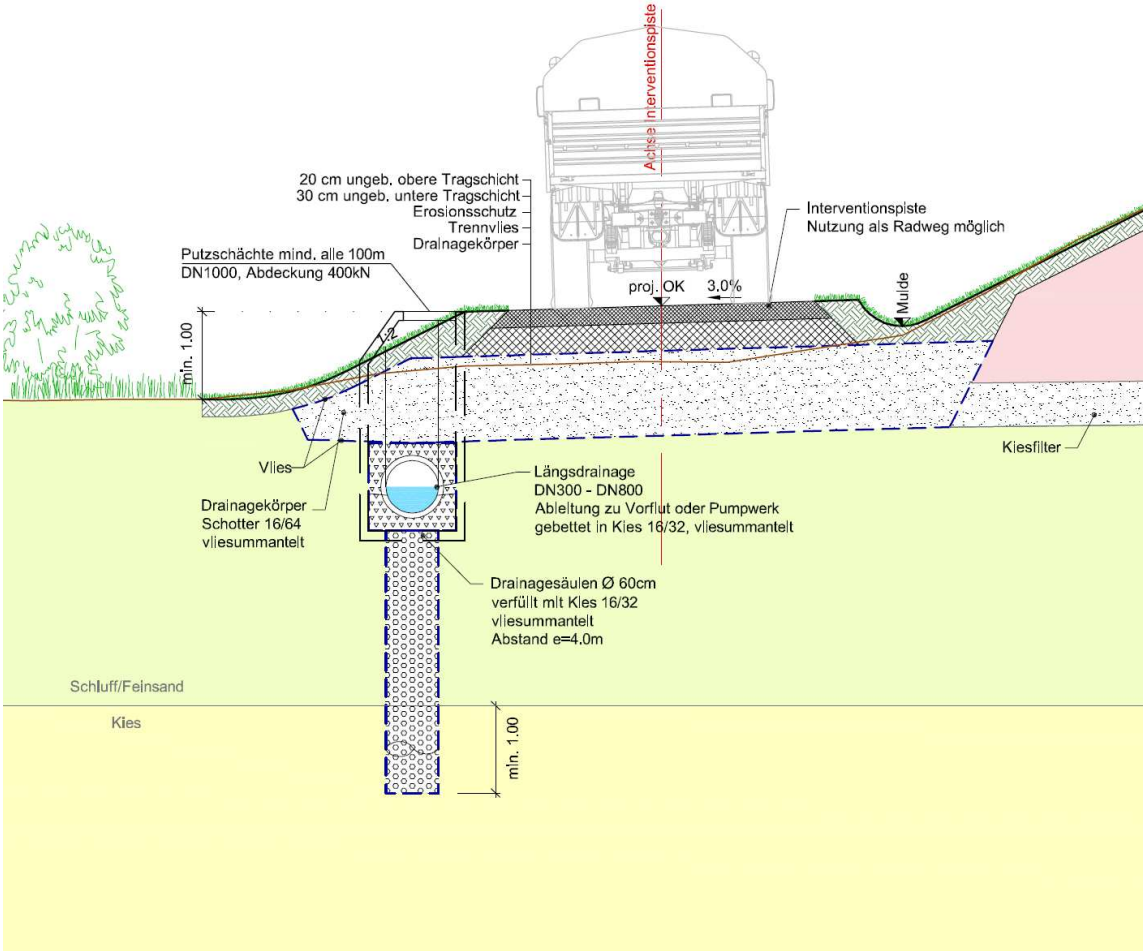


Abbildung 46 Kiessäulen und Drainage zur Deckschichtentspannung, Regelausbildung

Die Pumpstation wird in Form eines unterirdischen Schachtbauwerkes mit einer Kammer errichtet. Bei den Pumpen werden Tauchmotorpumpen in stationärer Nassaufstellung gewählt. Der Antrieb der Pumpen erfolgt elektrisch. Das Einbringen der Pumpen und maschineller Einrichtung erfolgt über Montageöffnungen. In der Einlage B 019 im Generellen Projekt sind Regelausführungen für derartige Pumpwerke exemplarisch für Fertigteilschächte (kleinere Durchflüsse), als auch Ortbetonschächte (grössere Durchflüsse) dargestellt.

Die Steuerung der Ein- bzw. Abschaltung erfolgt mittels Drucksonden. Die Schalt- bzw. Regeleinheit, aber auch die Energiezuleitung ist in einem Schaltkasten in Freiluftaufstellung untergebracht. Dieser ist allseits geschlossen und weist lediglich an der Oberseite ein Warnlicht für Alarmierungen (Summenalarmierung) auf.

Während der hochwasserfreien Zeit ist die Pumpstationen im Regelfall ausser Betrieb, der Schacht leer, ebenso die Drainagen ausser Betrieb, da hoch angeordnet. Der Zulauf wird mittels des Schieberschachtes kontrolliert. Bei aufkommendem grösserem Hochwasser wird der Zulauf mittels händisch bzw. elektrisch bedienbarem Schieber freigegeben. Dadurch kommt es zu entsprechenden Beaufschlagungen des Pumpschachtes und damit zur Inbetriebnahme der Pumpen.

Der gesamte Wasserzulauf wird von 2 Pumpen gefördert, so dass eine Pumpe für die anteilige Zulaufmenge ausgelegt wird. Bei steigendem Wasserspiegel im Pumpensumpf werden die Pumpen

seriell in Betrieb genommen, d.h., dass zunächst eine Pumpe in Betrieb geht und bei weiter steigendem Wasserspiegel die 2. Pumpe automatisch zugeschaltet wird. Diese Einschaltpunkte werden mit einer Drucksonde vorgegeben. Der serielle Betrieb der Pumpen hat den Vorteil, dass die Pumpenförderung d.h. die erforderliche elektrische Leistung besser an den Zulauf angepasst werden kann und sich die Schaltspiele reduzieren lassen.

Die Bemessung des Saugraumvolumens der Pumpstationen wurde unter Vorgabe einer Schalthäufigkeit von 15/Stunde durchgeführt. Die Pumpenleistung ist für den oberen Einschaltpunkt zu ermitteln.

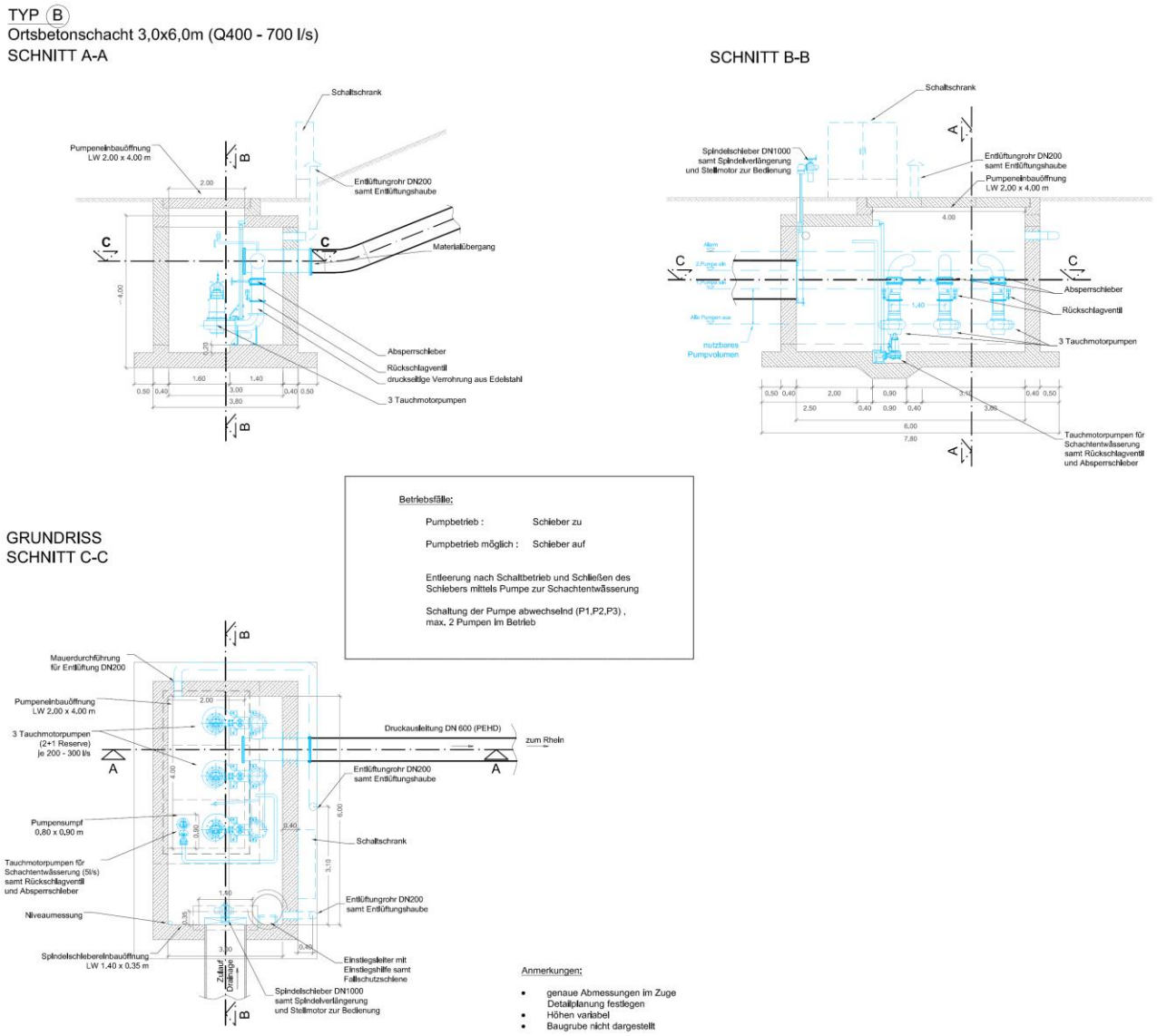


Abbildung 47 Pumpwerke zur Deckschichtentspannung, Regelausbildung in Ortbeton

Das Konzept für die Deckschichtentspannung sowie ergänzende abschnittsweise Qualmwasserbewirtschaftung wurde zunächst für den gesamten Projektbereich entwickelt. Zufolge der in Teilbereichen ergänzend erforderlichen Massnahmen zur Grundwasserbewirtschaftung (welche die Funktion

der Deckschichtentspannung sowie Qualmwasserbewirtschaftung mit übernehmen) können die Massnahmen auf folgende Bereiche eingegrenzt werden:

Damm links:

Die Massnahmen beziehen sich auf den Bereich km 82.797 – km 91.000 mit einer Länge von 8'203 m, somit 43% des Planungsbereiches mit den nachfolgend angeführten Massnahmen:

- km 82.797 – km 85.210 (Länge = 2'413 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen direkt in den Binnenkanal, Brugger Loch etc.
- km 85.210 – km 86.603 (Länge = 1'393 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk L3 (Q_{max} rd. 700 l/s) bei km 86.603 mit Rückleitung in den Rhein
- km 86.603 – km 88.402 (Länge = 1'799 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk L2 (Q_{max} rd. 180 l/s) bei km 88.402 mit Rückleitung in den Rhein
- km 88.402 – km 89.380 (Länge = 978 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk L1 (Q_{max} rd. 100 l/s) bei km 89.380 mit Rückleitung in den Rhein
- km 89.380 – km 91.000 (Länge = 1'620 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen direkt in den See bzw. den zwischen See und Damm befindlichen Auwald

Neben den durchgehend angeordneten Kiessäulen ist die Errichtung von 4'170 m Drainagen mit bis zu DN800 erforderlich, welche direkt in den Rhein über 3 Pumpstationen mit einer Fördermenge von insgesamt 980 l/s ausgeleitet werden. Der Leistungsbedarf dieser Anlagen kann mit rd. 120 kW angegeben werden. Durch die Anordnung der Pumpwerke kommt es im Nahbereich des Dammes zu keinerlei zusätzlich anfallenden Qualmwässer in den Bereich des Fussacher Polders.

Entlang des linksseitigen Dammes kommt es somit zu keinen konzentrierten Ausleitungen in die Vorflut.

Damm rechts:

Die Massnahmen beziehen sich auf 4 Einzelbereiche mit einer Länge von 15.130 m, somit 58% des Planungsbereiches mit den nachfolgend angeführten Massnahmen:

- km 65.000 – km 66.316 (Länge = 1'316 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen zunächst in den bewaldeten Bereich, sodann in den Ehbach als dessen Vorflut.
- km 68.117 – km 69.680 (Länge = 1'563 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen zunächst in den bewaldeten Bereich, sodann in den Ehbach als dessen Vorflut.
- km 74.430 – km 75.428 (Länge = 998 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen in den Bereich der Hohenemser Kurve (Alter Rhein).
- km 79.460 – km 80.015 (Länge = 555 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen in den Bereich der Hohenemser Kurve (Alter Rhein).

- km 80.015 – km 81.300 (Länge = 1'285 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk R5 (Q_{max} rd. 640 l/s) bei km 81.300 mit Rückleitung in den Rhein
- km 81.300 – km 82.580 (Länge = 1'280 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk R4 (Q_{max} rd. 640 l/s) bei km 82.580 mit Rückleitung in den Rhein
- km 82.580 – km 83.800 (Länge = 1'220 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk R3 (Q_{max} rd. 610 l/s) bei km 83.800 mit Rückleitung in den Rhein
- km 83.800 – km 84.846 (Länge = 1'046 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk R2 (Q_{max} rd. 520 l/s) bei km 84.846 mit Rückleitung in den Rhein
- km 84.846 – km 85.376 (Länge = 530 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Pumpwerk R1 (Q_{max} rd. 270 l/s) bei km 85.376 mit Rückleitung in den Rhein
- km 85.376 – km 86.811 (Länge = 1'435 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Ausleitung in den Lustenauer Kanal (Q_{max} rd. 150 l/s)
- km 86.811 – km 88.412 (Länge = 1'601 m): Kiessäulen mit Längsdrainage und Ausleitung in den Lustenauer Kanal (Q_{max} rd. 160 l/s)
- km 88.412 – km 91.000 (Länge = 2'588 m): Kiessäulen ohne ergänzende Massnahmen; die oberflächlich anfallenden Wässer gelangen direkt in den Mündungsbereich der Dornbirner Ach

Neben den durchgehend angeordneten Kiessäulen ist die Errichtung von 9'617 m Drainagen mit bis zu DN1000 erforderlich. Davon werden 5.361 m direkt in den Rhein über 5 Pumpstationen mit einer Fördermenge von insgesamt 2'680 l/s ausgeleitet. Der Leistungsbedarf dieser Anlagen kann mit rd. 300 kW angegeben werden. Durch die Anordnung der Pumpwerke kommt es im Nahbereich des Dammes zu keinerlei zusätzlich anfallenden Qualmwässer im Siedlungsgebiet von Lustenau.

Der gegenständliche Massnahmenentwurf ist im Zuge der kommenden Planungsphase entsprechend zu vertiefen und abschnittsweise zu bemessen. Dies betrifft die genauen Anlageverhältnisse der Drainagen, deren Höhenlage, Längsgefälle und Durchmesser. Damit können sich auch Fördermengen, Leistungsbedarf etc. noch in gewisser Bandbreite ändern. Mit zu berücksichtigen sind die Aspekte der Energieversorgung, mögliche Notversorgung, Regelung und Steuerung etc.

6.1.7.6 Drainagen zur Grundwasserstabilisierung

In Teilbereichen des Projektgebiets sind Massnahmen zur Grundwasserstabilisierung in Form einer Grundwasserhaltung notwendig (siehe Fachbereich Grundwasser, Einlage C 111 im Generellen Projekt). Das Generelle Projekt sieht beidseits des Rheins jeweils unter dem Verteidigungsweg ein tieferliegendes Drainagerohr vor. Abbildung 48 zeigt die Bereiche, in welchen die Anordnung einer Drainage vorgesehen ist. In den Teilstücken bei Diepoldsau und zwischen Kriessern und Widnau kann für die Drainage auf bestehende offene Gerinne zurückgegriffen werden.

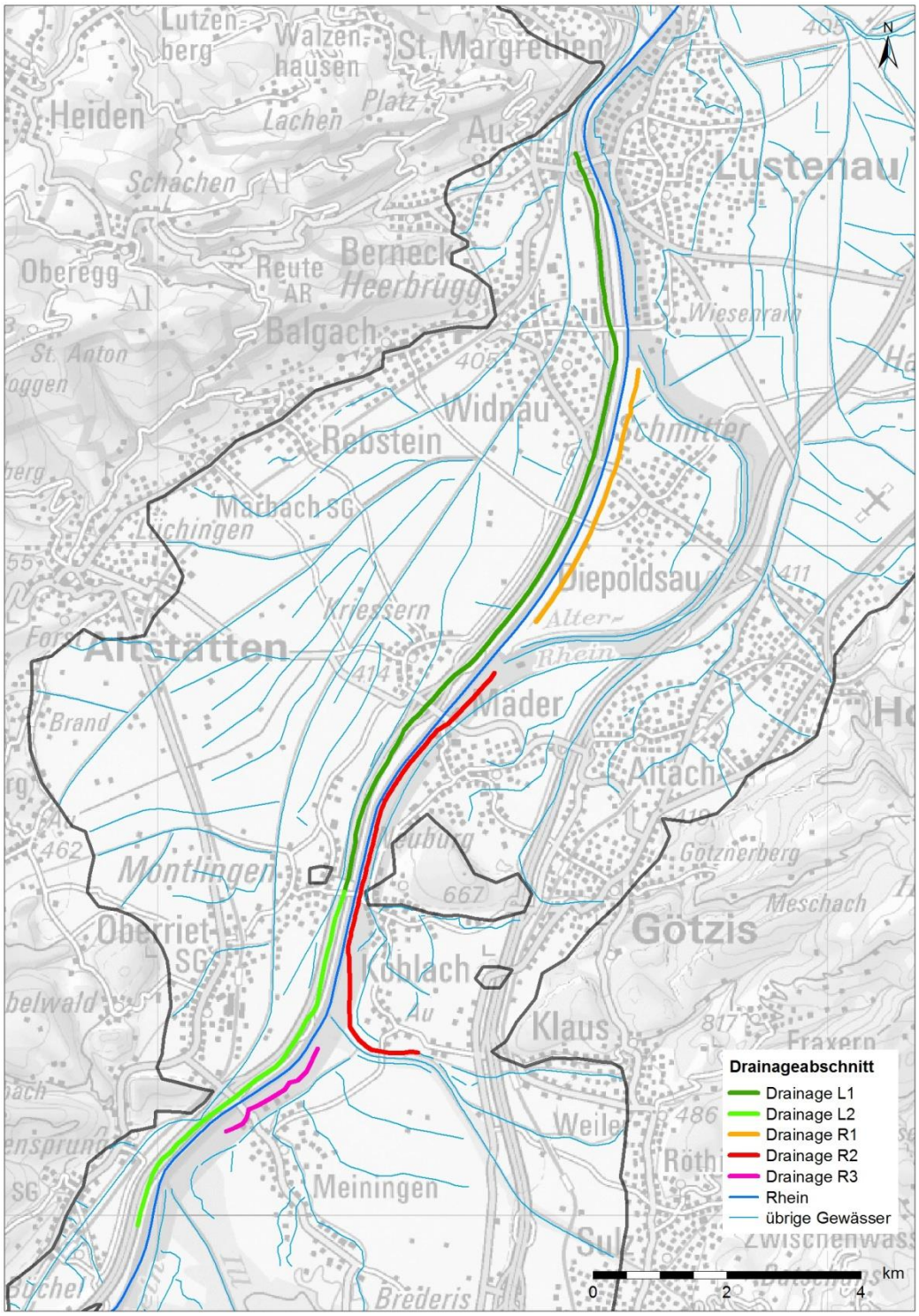


Abbildung 48: Lage der Drainageabschnitte der Grundwasserhaltung entlang des Rheins.

Die Tiefenlage der Drainagen mit einer Gesamtlänge von ca. 30 km beträgt bis zu 3 m unter Gelände, die Rohrdurchmesser bis DN1400. Dadurch werden die Drainagen über weite Perioden des Jahresganges beaufschlagt. Der prognostizierte Wasseranfall in den Drainageabschnitten der Wasserhaltung ist in Tabelle 4 dargestellt. Im Mittel beträgt die in den Drainagen anfallende Wassermenge 3.0 m^3/s. Die maximale Wassermenge nach Durchlauf des Bemessungshochwassers beträgt 9.2 m^3/s.

Drainageabschnitt	Minimum	Maximum	Mittelwert
Drainage L1	0.24	1.95	0.53
Drainage L2	0.91	3.43	1.30
Drainage R1	0.19	1.19	0.34
Drainage R2	0.41	2.22	0.67
Drainage R3	0.13	0.43	0.19
Summe	**1.88**	**9.21**	**3.03**

Tabelle 4: Prognostizierter Wasseranfall in den Drainageabschnitten [m^3/s].

Zur wirtschaftlichen Betriebsführung sind die gesammelten Wassermengen mit einem mittleren Abfluss (alle Drainagen zusammengerechnet) von 3.0 m^3/s möglichst in die Hinterlandvorfluter (Binnenkanal links bzw. Koblacher Kanal sowie Scheibenkanal rechts) im freien Gefälle einzuleiten. Das ist während der überwiegenden Periode im Jahresgang möglich. Bei Hochwasser ist die Ausleitung in die Vorflut nicht möglich. In diesen Perioden muss das anfallende Wasser über Pumpwerke in den Rhein gefördert werden.

Die Drainage besteht aus geschlitzten bzw. gelochten Rohren aus PP (Polypropylen Doppelverbund Wellrohr) innerhalb des ebenfalls durchgehend angeordneten Sickerkörpers aus Drainkies innerhalb der grundwasserführenden Schicht. Die hydraulische Beaufschlagung der Drainagen wird entsprechend des Sickerwasseranfalles ermittelt. Die Dimensionierung der Drainagen erfolgt auf die drucklose Vollfüllung mit einem Mindestdurchmesser von DN300. Der Höchstdurchmesser beträgt DN1400. Die Verfüllung der unmittelbaren Leitungszone erfolgt mit Drainkies 16/32, der mit einem Vlies ummantelt wird. Alle 100 m bzw. an Gefälle- und wesentlichen Richtungswechseln werden Kontrollschächte angeordnet.

Die bauliche Umsetzung erfolgt abschnittsweise (von Haltung zu Haltung) in Nassbauweise ohne Wasserhaltung, möglichst bei tiefen Grundwasserständen. In einem ersten Schritt erfolgt die Errichtung eines vertikal gesicherten Rohrgrabens, z.B. mit Spundbohlen bzw. Kanaldielen, die auszusteifen sind. In diesen wird sodann die Drainage verlegt, im Anschluss mit Filterkies verfüllt und sodann die Sicherung abgebaut.

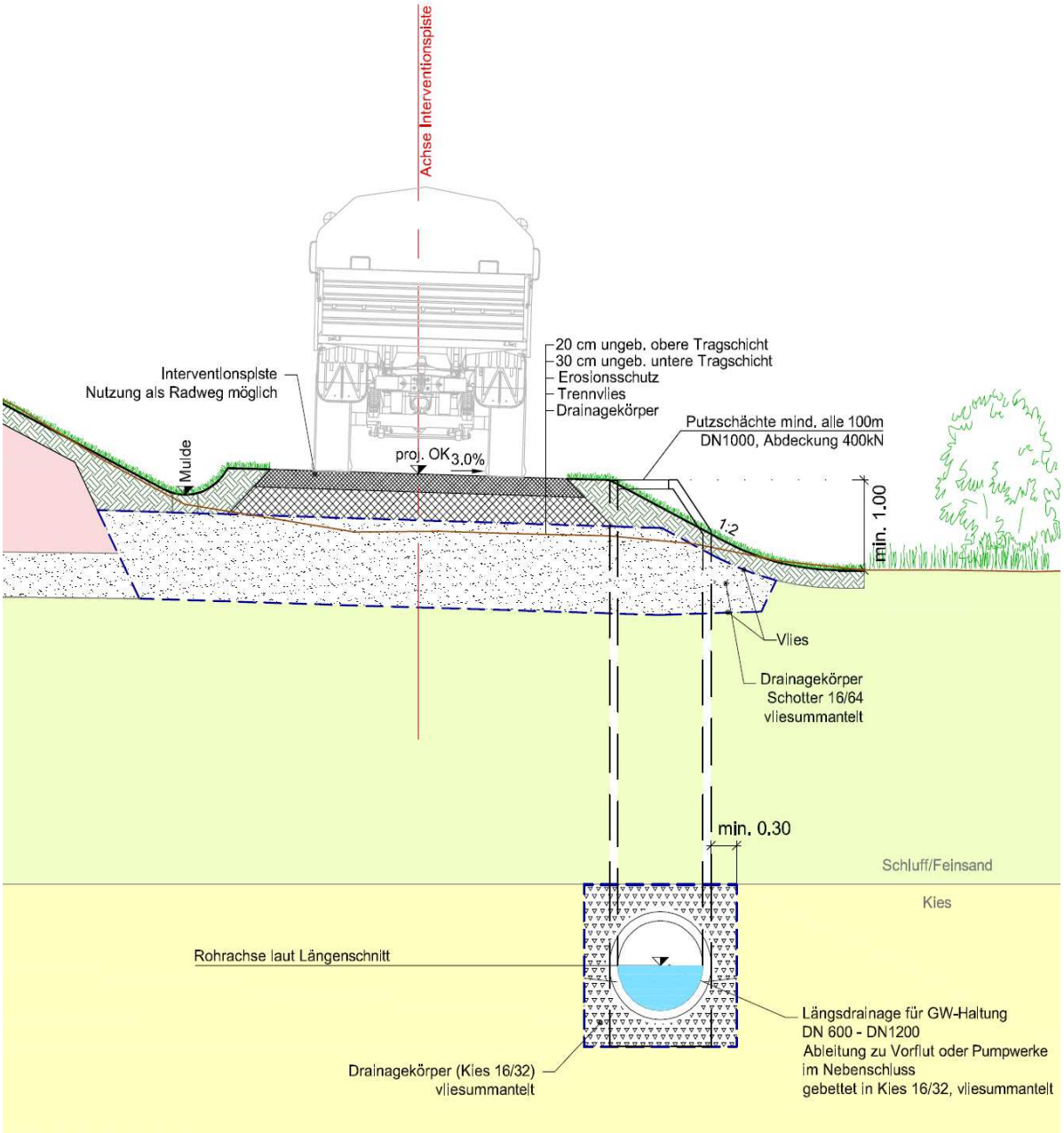


Abbildung 49 Drainage zur Grundwasserhaltung, Regelausbildung

Die Wässer der Drainagen werden so lange wie möglich, im freien Gefälle in die bestehende Vorflut ausgeleitet (siehe obige Aufstellung sowie planliche Darstellung). In Perioden, wo dies nicht möglich ist (Perioden mit hohen Abflüssen bzw. Wasserständen in den jeweiligen Vorflutern, die eine gänzliche oder teilweise Aufnahme aus der Grundwasserhaltung temporär nicht zulassen), erfolgt die weitere Ableitung über einen Schieberschacht zu einer Pumpstation, von wo aus die Wässer direkt in den Rhein rückgepumpt werden. Der Schieberschacht sperrt während der Phase der möglichen Ausleitung in die Vorflut den Abfluss zur Pumpstation. Die Pumpstation springt somit erst bei tatsächlich gegebenem Bedarf (nicht möglicher Ableitung in die Hinterlandvorfluter) an. Die Pumpsta-

tionen sind demnach im Nebenschluss angeordnet. Zur besseren Regulierung, wirtschaftlichen Bemessung der Drainagen, Ermöglichung eines flexiblen Betriebes sowie mögliche Optimierung des Grundwasserstandes im Hinterland werden derartige Pumpstationen im Abstand von 1 – 2 km angeordnet.

Jede der Pumpstationen wird in Form eines unterirdischen Schachtbauwerkes mit einer Kammer errichtet. Bei den Pumpen werden Tauchmotorpumpen in stationärer Nassaufstellung gewählt. Der Antrieb der Pumpen erfolgt elektrisch. Das Einbringen der Pumpen und maschineller Einrichtung erfolgt über Montageöffnungen. In der Einlage B 020 im Generellen Projekt ist die Regelausführung für ein derartiges Pumpwerk exemplarisch in Ortbetonausführung dargestellt.

Die Steuerung jeder Pumpstation erfolgt automatisiert auf der Grundlage von kontinuierlich gemessenen Grundwasserständen sowie Wasserständen in den aufnehmenden Vorflutern.

Erst ab Erreichen definierter Wasserstände an den umgebenden Sonden sowie im Bereich des Vorfluters, erfolgt die Inbetriebnahme der Pumpen sowie die Ausserbetriebnahme bei Erreichen entsprechender Ausschaltpunkte.

Der Pumpbetrieb selbst erfolgt drehzahlgeregelt anhand der hinterlegten Steuer- bzw. Pumpkurven und ist somit sehr flexibel an verschiedenste Situationen anpassbar.

Grundsätzlich sind alle Pumpstationen durch Zuleitungen des lokalen Energieversorgungsunternehmens an das Stromnetz anzuschliessen. Sollte es zu einem Ausfall der Stromversorgung kommen, muss über eine Notstromeinspeisung im Schaltschrank sichergestellt sein, dass die Pumpstation jederzeit über den Anschluss eines externen Notstromaggregates mit Strom versorgt und somit die Funktionsfähigkeit aufrecht erhalten werden kann.

Der gesamte Wasserzulauf wird von 3 Pumpen gefördert, so dass eine Pumpe für die anteilige Zulaufmenge ausgelegt wird. Bei steigendem Wasserspiegel im Pumpensumpf werden die Pumpen seriell in Betrieb genommen, d.h., dass zunächst eine Pumpe in Betrieb geht und bei weiter steigendem Wasserspiegel die 2. Pumpe automatisch zugeschaltet wird. Die 3. Pumpe befindet sich in Reserve.

Die Bemessung des Saugraumvolumens der Pumpstationen wurde unter Vorgabe einer Schalthäufigkeit von 15/Stunde durchgeführt. Die Pumpenleistung ist für den oberen Einschaltpunkt zu ermitteln.

Der vorliegende Massnahmenentwurf ist im Zuge der kommenden Planungsphase entsprechend zu vertiefen und vor allem zu optimieren. Insbesondere die Anlageverhältnisse der Drainagen, deren Höhenlage, Längsgefälle und Durchmesser sind entsprechend zu bemessen. Damit können sich auch Fördermengen, Leistungsbedarf etc. noch in gewissem Rahmen ändern. Mit zu berücksichtigen sind die Aspekte der Energieversorgung, Ausfall der Stromversorgung, Regelung und Steuerung etc.

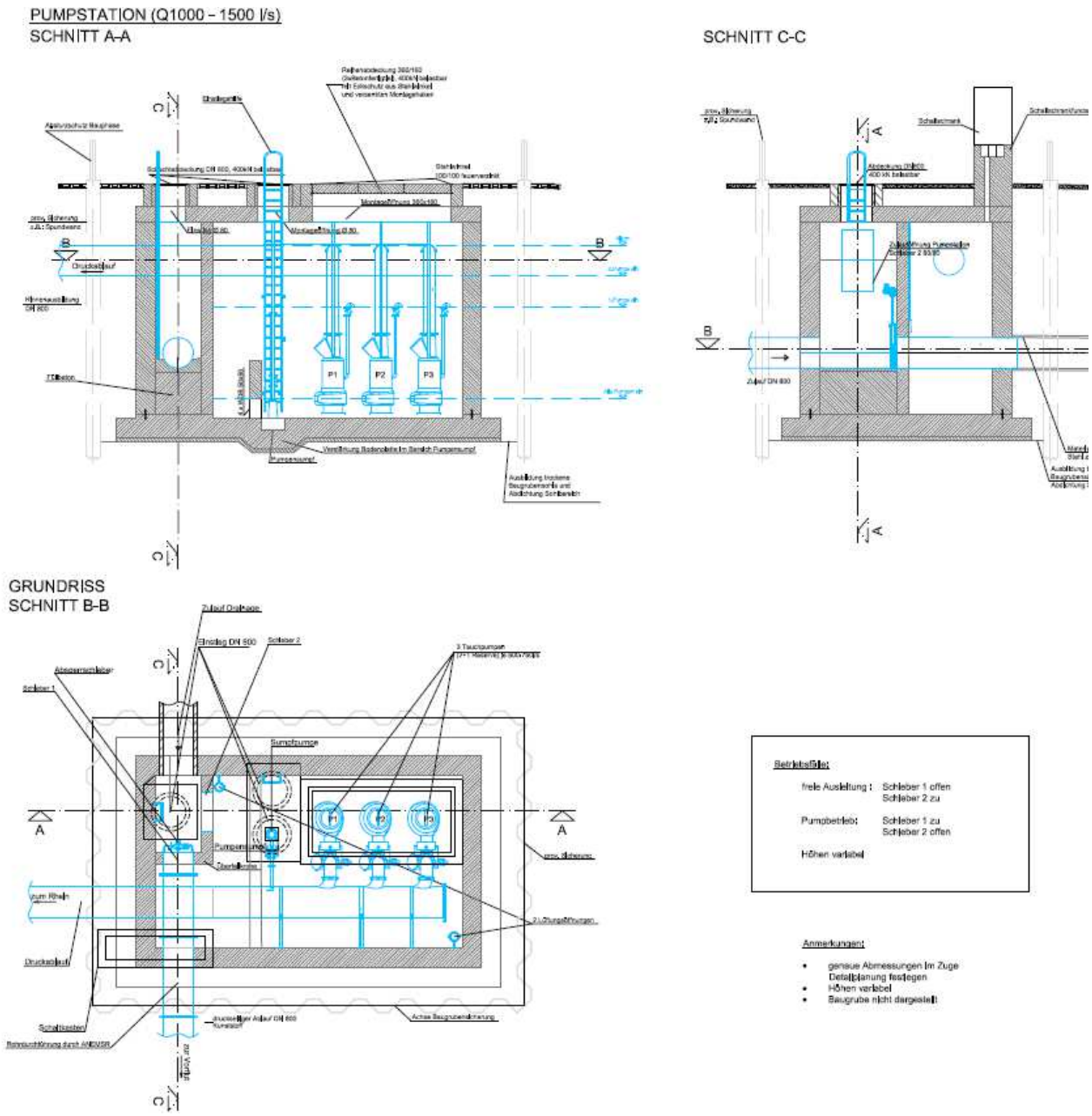


Abbildung 50 Pumpwerk zur Grundwasserhaltung, Regelausbildung

6.1.8 MASSNAHMEN AN NEBENGEWÄSSERN

An den in den Alpenrhein einmündenden Nebengewässern sind gemäss den nationalen Gewässerbewirtschaftungsplänen 2009 in studienhafter Weise Massnahmen vorgesehen. Diese unabhängig vom Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) vorgesehenen Massnahmen müssen bei der Projektierung des Projekts Rhesi berücksichtigt werden. Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Bereiche:

- Untere Ill: zu der im Mündungsbereich vorgesehenen Massnahme ist anzuführen, dass diese durch den Bau des Kraftwerkes Illspitz weitgehend umgesetzt wurde. Mit der Aufweitung des Alpenrheins im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird der unterste Bereich an die neue Situation bezüglich Uferlinie und Höhenlage angepasst.

- Frutz: Gestaltung des Mündungsbereiches bis km 0.7 durch Abtrag des Absturzes bei der Mündung, Dammabrückung in das rechte Vorland und dadurch Erzielung einer Aufweitung (*Anmerkung: im Zusammenhang mit der Abrückung des HWS-Dammes zu sehen*) sowie Errichtung einer aufgelösten Sohlrampe bei der heutigen Ehbachunterquerung.
- Ehbach: Umlegung und Anbindung an die Frutz im Mündungsbereich in den Rhein im Zusammenhang mit der Dammabrückung Frutzmündung im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi). Im Normalbetrieb erfolgt der Anschluss im Freispiegel, während seltener Hochwasserereignisse im Rhein wird der Ehbach gepumpt.

6.2 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 1 (km 65 bis 74.75)

Der Abschnitt 1 beginnt bei der Illmündung bei km 65 und erstreckt sich über knapp 10 km bis zur oberen Hohenemser Kurve bei km 74.75. Im Abschnitt 1 bildet der Rhein die Staatsgrenze, linksseitig des Rheins liegt die Schweiz, rechtsseitig Österreich.

Der linksseitige Damm verläuft mehrheitlich direkt entlang der Autobahn N13. Zwischen km 66 (oberhalb der Brücke Oberriet - Meiningen) und 69.2 (Bereich Frutzmündung) bestehen zwischen Autobahn und Rhein landwirtschaftlich genutzte Fläche, der Schiessstand Oberriet und ein kommunales Naturschutzgebiet. Zwischen km 72 und 73 (Bereich Baggersee) gibt es im Bestand ebenfalls noch Flächen zwischen Rheindamm und Autobahn, hier wird mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) der Damm jedoch ganz an die Autobahn verlegt.

Der rechte Damm schliesst beim Durchlass der Kleinen Ill an den bestehenden Ill-Damm an und verläuft anschliessend bis ca. km 67.5 im Verlauf des bestehenden Damms. Zwischen km 67.5 und 69.5 wird die Dammabrückung Frutzmündung umgesetzt (siehe Kapitel 6.2.1). Unterhalb der Dammabrückung Frutzmündung folgt der Damm wieder dem bestehenden Verlauf.

Im obersten Teil des Abschnitts 1 besteht heute linksseitig kein Vorland. In diesem Bereich wird für den Mindestvorlandstreifen zusätzliches Vorland geschaffen. Ab unterhalb der Brücke Oberriet – Meiningen wird das Mittelgerinne auch nach links aufgeweitet. Grundsätzlich bleibt nur ein Mindestvorlandstreifen von 15 m Breite bestehen. Zusätzliches Vorland wird linksseitig in folgenden Bereichen erhalten:

- km 67.5 bis 68.6 für den Notbrunnen Oberriet und zur extensiven landwirtschaftlichen Nutzung oder Erholungsnutzung (verbleibende Vorlandbreite bis 50 m)
- km 69.2 bis 71.8 zur extensiven landwirtschaftlichen Nutzung und teilweise zur Erholungsnutzung (verbleibende Vorlandbreite bis 75 m)

Auch rechtsseitig erfolgt eine Aufweitung des Mittelgerinnes, wobei ein Mindestvorlandstreifen von 15 m Breite erhalten bleibt. Zusätzliches Vorland bleibt in folgenden Bereichen erhalten:

- km 69.5 bis 70.6 im Bereich der Schutzzonen der Brunnen Koblach. Im Bereich der Schutzzone S2 wird die heutige Linie der Sicherung beibehalten. Das verbleibende Vorland kann extensiv landwirtschaftlich oder für die Erholung genutzt werden (verbleibende Vorlandbreite bis 50 m)

- km 71.2 bis 72.8 im Bereich der Schutzzonen der Brunnen Mäder. Vor den Brunnen auf der Länge der Schutzzone S1 wird die heutige Linie der Sicherung beibehalten. Das verbleibende Vorland kann extensiv landwirtschaftlich oder für die Erholung genutzt werden (verbleibende Vorlandbreite bis 80 m)
- km 74 bis Abschnittsende bei km 74.75 im Bereich des Brunnens Rheinspitz. Im Bereich des Brunnens wird die heutige Linie der Sicherung beibehalten. Das verbleibende Vorland kann extensiv landwirtschaftlich oder für die Erholung genutzt werden (verbleibende Vorlandbreite bis 60 m)

6.2.1 DAMMABRÜCKUNG FRUTZMÜNDUNG

Zwischen km 67.5 und 69.5 wird der rechte Rheindamm ins Hinterland abgerückt, um grosse Breiten des dynamischen Gerinnebereiches im Trittstein Frutzmündung zu erreichen. Oberhalb der Frutzmündung beansprucht die Dammabrückung Waldflächen. Teilweise gehören diese Flächen zum öffentlichen Wassergut, teilweise weiteren Grundeigentümern. Unterhalb der Frutzmündung kommt der neue Rheindamm zwischen dem bestehenden Rheindamm und dem bestehenden Ehbachdamm zu liegen. Der Bereich der Dammabrückung Frutzmündung ist in den Detailplänen der Mappe B, Einlagen 160 bis 191.1 im Generellen Projekt, dargestellt.

Um einen Flächenverlust für die Landwirtschaft durch die Dammabrückung zu verhindern, wird der Ehbach verlegt und verkürzt. Oberhalb der Frutzmündung folgt der Ehbach neu ab ca. km 67.8 dem luftseitigen Dammfuss des Rheindamms, bis er im Bereich der Frutz gemeinsam mit der Frutz in den Rhein mündet. Durch diese Verlegung und den neuen Anschluss an den Rhein können die Ehbachunterquerung der Frutz und der Ehbach unterhalb der Frutz aufgehoben werden. Die im Bestand vom Ehbach und dem Ebachdamm unterhalb der Frutz beanspruchten Flächen können anderen Nutzungen zugeführt werden. Teilweise werden die Flächen zur Errichtung des Trittsteins Frutzmündung verwendet, teilweise werden als Ersatz für die von der Dammabrückung beanspruchten Flächen neue Landwirtschaftsflächen geschaffen.

Um bei einem Hochwasser im Alpenrhein einen Rückstau über den Ehbach nach Meiningen zu verhindern, muss der Ehbach über ein Verschlussbauwerk und Pumpwerk an den Rhein angeschlossen werden. Im Normalfall mündet der Ehbach im Freispiegel in den Rhein. Nur während Hochwasserereignissen im Rhein schliesst das Verschlussbauwerk und der Ehbach wird in den Rhein gepumpt (ab ca. einem Abfluss von 1'000 m^3/s im Rhein). Eine mögliche Ausbildung dieses Verschlussbauwerks und Pumpwerks ist im Plan Pumpstation Ehbach (Mappe B, Einlage 190.1 im Generellen Projekt) dargestellt. Die Stromversorgung des Pumpwerks erfolgt über Dieselaggregate, welche in einem Container auf Niveau Dammkrone aufgestellt werden.

Der neue Verlauf des Ehbachs im Umlegungsperimeter kann dem Lageplan Detail Frutz (Mappe B, Einlage 160 im Generellen Projekt) entnommen werden. Das neue Ehbachgerinne wird naturnah gestaltet, so dass neue Lebensräume sowohl im aquatischen als auch im terrestrischen Bereich entstehen. Der Luttengraben, der Sickergraben und der Regenabschlag der ARA Meiningen werden bis in den neuen Ehbach verlängert. Die Ableitung der Fischzucht wird ebenfalls verlängert und in den neuen Teil des Sickergrabens eingeleitet.

Die Frutzmündung wird so umgebaut, dass die trotz Sohlenauflandung im Alpenrhein verbleibende Höhendifferenz des Absturzes beim bestehenden Ehbachdurchlass (wird aufgehoben) mittels aufgelöster Rampe überwunden wird. Mit dieser Massnahme wird die Vernetzung zwischen Alpenrhein und Frutz verbessert.

Unterhalb der Frutzmündung entsteht im Hinterland des Rheindamms neues Landwirtschaftsland. Die Höhenkotierung wird so gewählt, dass dieses Landwirtschaftsland grösstenteils oberflächlich in den Koblacher Kanal entwässert. Die genaue Geländekotierung kann je nach Mengen an Aushubmaterial, welche nicht anderswo im Projekt gebraucht werden, noch angepasst werden. Als Zufahrt auf die neuen Landwirtschaftsflächen kann die Interventionspiste am luftseitigen Dammfuss genutzt werden.

Die Ableitungen der ARAs Vorderland und Meiningen sowie allenfalls ein Teil des Regenabschlags der ARA Meiningen werden zusammengefasst und gemeinsam im Bereich der heutigen Ehbachmündung in den Rhein eingeleitet. Die Ableitung der ARA Meiningen folgt oberhalb der Frutz dem heutigen Ehbachverlauf und quert die Frutz im heutigen Ehbachdurchlass. Nach dieser Querung erfolgt die Vereinigung mit dem Ablauf der ARA Vorderland. Der weitere Verlauf der Ableitung bis zur heutigen Ehbachmündung folgt der Interventionspiste. Damit die Ableitung auch bei Hochwasser im Rhein sichergestellt ist, wird für diesen Fall bei der ARA Meiningen ein Pumpwerk erstellt (Mappe B, Einlage 191.1 im Generellen Projekt). Im Pumpbetrieb (während Hochwasser im Rhein) gerät die Ableitung unter Druck. Auf diesen Lastfall muss die Ableitung ausgelegt werden (d.h. unter anderem verschraubte Deckel).

Die Ausbildung der Einleitung in den dynamischen Gerinnebereich des Rheins wird in der Detailprojektierung genauer definiert, auch basierend auf den Ergebnissen der physikalischen Modellversuche. Denkbar ist eine Einleitung in Kombination mit Buhnen, welche dafür sorgen, dass die Einleitung nicht eingekiest wird. Allenfalls müssen zwei Einleitstellen vorgesehen werden.

Die bestehende Brücke über die Frutz wird durch einen Ersatzneubau im neuen Mündungsbereich der Frutz ersetzt.

6.2.2 DAMMOPTIMIERUNG BAGGERSEE / TRITTSTEIN KRIESSERN

Der in Fliessrichtung zweite Trittstein ist im Bereich Kriessern Mäder um km 73 vorgesehen. In diesem Bereich besteht eine grosse Breite zwischen den bestehenden Dämmen. Oberhalb dieser breiten Stelle wird jedoch die mögliche Breite des dynamischen Gerinnebereiches durch die Brunnen Mäder eingeschränkt. Damit trotzdem über einen möglichst langen Abschnitt grosse Breiten des dynamischen Gerinnebereiches erreicht werden bzw. damit die Aufweitung nicht zu "schlagartig" erfolgt, wird der linke Rheindamm ganz an die Autobahn verlegt. Die dafür beanspruchten Flächen sind bereits im Eigentum des Rheinunternehmens. Deshalb wird die Massnahme als Dammoptimierung und nicht als Dammabrückung bezeichnet.

6.3 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 2 (km 74.75 bis 79.57)

Der Abschnitt 2 beginnt bei der oberen Hohenemser Kurve bei km 74.75 und erstreckt sich über den knapp 5 km langen Diepoldsauer Durchstich bis zur unteren Hohenemser Kurve bei km 79.57. Der Abschnitt 2 liegt komplett auf Schweizer Staatsgebiet. Die Staatsgrenze verläuft im Verlauf des alten Rheins.

Der linksseitige Damm verläuft entlang der Autobahn N13, wobei zwischen Rheindamm und Autobahn das Meliorationsgewässer Böschach liegt. Im Bereich km 77.5 liegt das Fertigbetonwerk Widnau der Sigmund Sieber AG zwischen Rhein und Autobahn, im Bereich km 78.5 der Werkhof des Rheinunternehmens. Die Dammachse des linken Rheindamms bleibt im Abschnitt 2 mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein mehrheitlich unverändert.

Auch die Dammachse des rechten Rheindamms bleibt im Abschnitt 2 bis ca. km 78.9 mehrheitlich unverändert. Ab km 78.9 wird der Damm zur Schaffung eines breiteren dynamischen Gerinnebereiches und damit zur Verlängerung des Trittsteins Viscose im Abschnitt 3 auf Waldflächen des Rheinunternehmens nach aussen verlegt. Da durch diese Dammverlegung im Bereich untere Hohenemser Kurve keine fremden Flächen beansprucht werden, wird sie als Dammoptimierung und nicht als Dammabrückung bezeichnet.

Im Abschnitt 2 wird das Vorland bis auf den obersten Bereich rechtsseitig beim Brunnen Rheinspitz auf den 15 Meter Mindestvorlandstreifen reduziert. Der Mindestvorlandstreifen wird 3 m tiefer als die Dammkote angeordnet, um die Überflutungshäufigkeit zu reduzieren. Im Bereich der Schutzzone S2 des Brunnens Rheinspitz wird die heutige Uferlinie beibehalten und das Vorland auf der heutigen Höhe belassen.

6.3.1 TORFSTRECKE

In der oberen Hälfte des Diepoldsauer Durchstichs besteht im Untergrund eine Torfschicht. Aus diesem Grund werden die Dämme möglichst weitgehend beibehalten. Es ist in diesem Bereich kein kompletter Neubau der Dämme vorgesehen. Um den Untergrund möglichst wenig zu entlasten, werden die Dämme saniert. Auf Zusatzschüttungen, welche über das geotechnisch erforderliche Dammprofil hinausgehen, wird verzichtet, um den Untergrund nicht zusätzlich zu belasten. Bestehende Überprofile werden jedoch beibehalten.

Zur Kolkbildung, auch im Bereich mit Torfschichten im Untergrund, sind physikalische Modellversuche vorgesehen. Die Ergebnisse der Modellversuche sind insbesondere für die Detailprojektierung der neuen Dammfusssicherung relevant.

6.3.2 MÖGLICHER ÜBERLASTBEREICH

Die Abflusskapazität wird mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) von heute 3'100 m^3/s (100-jährliches Hochwasserereignis) auf zukünftig mindestens 4'300 m^3/s (300-jährliches Hochwasserereignis) erhöht. Das Bemessungsereignis von 4'300 m^3/s wird mit den erforderlichen Freiborden innerhalb der Hochwasserschutzdämme abgeführt. Für die Bauwerksicherheit wird im Generellen Projekt im Bereich der Oberen Hohenemser Kurve eine Notentlastung vorgesehen.

Im Fachbericht Hydraulik und Geschiebe – 2D-Überflutungsberechnungen (Mappe C, Einlage 103 im Generellen Projekt) werden sowohl für einseitige Entlastungen als auch für beidseitige Entlastungen die resultierenden Überflutungsflächen bei einem EHQ dargestellt. Im Rahmen dieser Berechnungen hat sich eine Entlastung zwischen km 74 und 75 bezüglich der zu erwartenden Überflutungsflächen als optimal herausgestellt.

6.3.3 DAMMOPTIMIERUNG UNTERE HOHENEMSER KURVE

Der in Fliessrichtung dritte Trittstein ist im Bereich Viscose am Beginn des Abschnitts 3 vorgesehen. In diesem Bereich besteht eine grosse Breite zwischen den bestehenden Dämmen. Um in einem möglichst langen Abschnitt grosse Breiten des dynamischen Gerinnebereiches zu erreichen und damit die Strahlwirkung des Trittsteins zu vergrössern, wird der rechte Rheindamm im Bereich der unteren Hohenemser Kurve nach aussen verschoben. Die dafür beanspruchten Flächen sind bereits im Eigentum des Rheinunternehmens. Deshalb wird auch nicht von Dammabrückung sondern von Dammoptimierung gesprochen. Bei dieser Dammoptimierung stark zu berücksichtigen ist auch die terrestrische Vernetzung.

6.4 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 3 (km 79.57 bis 84.84)

Der Abschnitt 3 beginnt bei der unteren Hohenemser Kurve bei km 79.57 und erstreckt sich über gut 5 km bis zum Beginn des Fußacher Durchstichs bei km 84.84. Im Abschnitt 3 bildet der Rhein die Staatsgrenze, linksseitig des Rheins liegt die Schweiz, rechtsseitig Österreich.

Der linksseitige Damm verläuft mehrheitlich entlang der Autobahn N13. Im Bereich der Brücke Widnau – Lustenau bestehen zwischen Rhein und Autobahn einige Gebäude, welche etwa auf Niveau Dammkrone liegen (Zoll, Restaurant Habsburg, Bauernhof). Die Überbreite des Damms bleibt hier deshalb bestehen. Unterhalb der Brücke Au – Lustenau steigt die Autobahn an und verläuft ab ca. km 83 bis km 84.4 auf Höhe der Dammkrone, teilweise auf einem Lehnenviadukt. Ab km 84.4 verläuft am luftseitigen Dammfuss der Rheintaler Binnenkanal. Die Dammachse des linken Rheindamms bleibt im Abschnitt 3 mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein mehrheitlich unverändert.

Im Übergang zum Abschnitt 2 wird der rechtsseitige Damm für die Dammoptimierung untere Hohenemser Kurve nach aussen verlegt. Bis zur Brücke Widnau – Lustenau verläuft der Damm zurück in die bestehende Dammlage. Unterhalb dieser Brücke bleibt im Abschnitt 3 die Lage des rechten Rheindamms mehrheitlich unverändert.

Oberhalb der Brücke Widnau – Lustenau bleibt linksseitig ein Mindestvorlandstreifen von 15 m Breite bestehen. Auch zwischen km 81.9 und 83.0 bleibt linksseitig lediglich ein 15 m breiter Mindestvorlandstreifen bestehen. Zusätzliches Vorland wird linksseitig in folgenden Bereichen erhalten:

- Unterstrom der Brücke Widnau - Lustenau wird für eine Neuanordnung der Brunnen Viscose bis km 81.6 ein ca. 75 m breites Vorland erhalten. Dieses kann extensiv landwirtschaftlich genutzt werden.
- Ab km 83 bis ans untere Ende des Abschnitts 3 bleibt das Vorland für die Brunnen Au, Schäfli und Höchst bestehen. Die bestehende Linie der Sicherung wird mehrheitlich beibehalten, die Mittelwuhr jedoch abgebrochen. Das verbleibende Vorland kann extensiv landwirtschaftlich genutzt werden (verbleibende Vorlandbreite bis 120 m, mehrheitlich 50 bis 60 m).

Auch rechtsseitig erfolgt eine Aufweitung des Mittelgerinnes, wobei oberhalb km 82.0 ein Mindestvorlandstreifen von 15 m Breite erhalten bleibt, weiter unterhalb in der Engstelle Au/Lustenau wird der Mindestvorlandstreifen auf 10 m Breite reduziert. Zusätzliches Vorland bleibt im folgenden Bereich erhalten:

- km 82.0 bis 83.3 als Ersatzstandort für die Brunnen Lustenau. Das verbleibende Vorland kann extensiv landwirtschaftlich genutzt werden (verbleibende Vorlandbreite bis 120 m).

6.4.1 TRITTSTEIN VISCOSE – DAMMOPTIMIERUNG UNTERE HOHENEMSER KURVE

Im Bereich Viscose zwischen Widnau und Lustenau bestehen sehr grosse Breiten zwischen den bestehenden Dämmen (Abstand Dammkronen bis 460 m). Damit besteht das Potential, innerhalb der bestehenden Dämme einen grossen dynamischen Gewässerbereich mit Trittsteinqualität zu schaffen.

Um einen breiten dynamischen Gewässerbereich zu schaffen, müssen die Brunnen Viscose verschoben werden. Im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird eine Verschiebung innerhalb des Perimeters vorgesehen. Die Brunnen werden als Linienentnahme entlang des Damms angedacht, wobei die Schutzzone S1 ausserhalb des Dammbereichs und ausserhalb von Unterhaltswegen auf dem Vorland liegen soll.

Über eine Länge von ca. 3 km werden im Trittstein Viscose Breiten des dynamischen Gewässerbereichs zwischen 200 m und 320 m erreicht. Diese Breiten reichen aufgrund der kleineren Dynamik unterhalb der Kiesentnahme Diepoldsau aus, damit Bewuchs aufkommt und damit Trittsteinfunktionen erfüllt werden können. Zumindest in den zentralen Bereichen des Trittsteins mit den grössten Breiten kann davon ausgegangen werden, dass Auwaldstrukturen entstehen.

6.4.2 ENGSTELLE AU/LUSTENAU

Unterhalb des Trittsteins Viscose folgt in der Engstelle Au / Lustenau der schmalste Bereich im Perimeter des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi). Linksseitig des Rheins reicht der Heldsberg bis nahe an den Rhein. Zwischen dem Heldsberg und dem Rhein liegen die Kantonsstrasse, die SBB-Linie, der Rheintaler Binnenkanal und die Autobahn N13, wobei die Autobahn direkt an den Rhein anschliesst und teilweise auf einem Lehnenviadukt verläuft. Rechtsseitig des Rheins reicht das Siedlungsgebiet von Lustenau bis direkt an den Rhein. Eine Vergrösserung des Abstands zwischen den Dämmen ist unter diesen Randbedingungen nicht möglich.

Auch zwischen den Dämmen steht nicht der ganze Raum uneingeschränkt als Abflussquerschnitt zur Verfügung. Die linksseitigen Brunnen müssen erhalten werden, die bestehende Linie der Dammfusssicherung wird im Bereich der Brunnen beibehalten, die Mittelwuhr wird jedoch abgetragen. Rechtsseitig werden die Brunnen Lustenau nach oberhalb der Rechtskurve in den Bereich km 82.6 bis 83.1 verschoben, um in der Engstelle zumindest rechtsseitig das Gerinne bis auf einen 10 Meter breiten Mindestvorlandstreifen aufweiten zu können. Mit dieser rechtsseitigen Aufweitung werden Breiten des dynamischen Gerinnebereiches von 115 bis 130 m erreicht.

Eine zusätzliche Einengung erfolgt bei der ÖBB-Brücke St. Margrethen – Lustenau am Ende des Abschnitts 3. Diese Brücke hat auf dem rechten Vorland zwei Pfeiler mit ausgedehnten Fundamenten. Aufgrund der Ausdehnungen dieser Fundamente kann das Mittelgerinne nicht in den Bereich der Pfeiler verbreitert werden. Um den Abflussquerschnitt nicht zu stark einzuengen, wird das über den Mindestvorlandstreifen hinausgehende "Vorland" tiefer als das bestehende Vorland auf Kote Oberkante der Fundamente angeordnet und mit einem Blockverbau gesichert.

6.5 Vorhabensbeschreibung Abschnitt 4 (km 84.84 bis 91)

Der Abschnitt 4 beginnt bei km 84.84 und erstreckt sich über den gut 6 km langen Fußacher Durchstich bis zur Vorstreckung bei km 91.0. Der Abschnitt 4 liegt bis auf den obersten linksseitigen Abschnitt (ca. 350 m ab der Abschnittsgrenze) auf österreichischem Staatsgebiet.

Sowohl der linksseitige als auch der rechtsseitige Damm verlaufen im gesamten Abschnitt 4 in der bestehenden Linienführung. Ab km 90 wird die Dammgeometrie an den Bestand angeglichen.

Im Abschnitt 4 wird das Vorland bis auf den obersten Bereich linksseitig beim Brunnen Höchst auf den 15 m Mindestvorlandstreifen reduziert. Der Mindestvorlandstreifen wird 3 m tiefer als die Dammkote angeordnet, damit das Vorland nicht zu häufig überflutet wird und das Vorland etwa auf halbe Höhe zwischen mittlerer Sohle und Dammkrone liegt. Im Bereich der Schutzzone S2 des Brunnens Höchst wird die heutige Linie der Dammfusssicherung beibehalten und das Vorland auf der heutigen Höhe belassen. Die bestehende Mittelwuhr wird abgetragen und durch die neue Dammfusssicherung ersetzt.

6.5.1 LANGFRISTIGE SICHERUNG HARD/FUßACH

Die Dammabrückung Hard-Fußach – wie im Planungsstand 11/2015 vorgesehen – ist aus derzeitiger Sicht nicht umsetzbar. Dies ist wie folgt begründet (vorbehaltlich rechtskundiger Beurteilung):

- Für die Dammabrückung ist privater, landwirtschaftlich genutzter Grund notwendig.
- Der/die betroffenen Grundeigentümer haben bereits mehrfach ihren massiven Widerstand kundgetan und schon im Vorfeld deponiert, dass von ihrer Seite keinesfalls eine Zustimmung zur Grundinanspruchnahme erfolgen wird.
- Es stehen in vertretbarer Distanz keine Tauschflächen zur Verfügung.

Aus oben angeführten Gründen wurde nach gegenwärtigem Stand entschieden, von einer Dammabrückung Hard-Fußach abzusehen. Unbenommen dessen wird seitens der IRR eine Flächensicherung /-verfügbarkeit der für die Dammabrückung nötigen Grundflächen angestrebt, um die Dammabrückung zu einem späteren Zeitpunkt umsetzen zu können.

6.6 Flächenbilanzen

Mit dem Generellen Projekt gliedern sich die Teilflächen wie folgt:

Teilflächen	Abschnitt 1 (ha)	Abschnitt 2 (ha)	Abschnitt 3 (ha)	Abschnitt 4 (ha)	**Total (ha)**
Dynamischer Gerinnebereich	242.4	96.1	100.0	114.9	**553.4**
Dammfusssicherung	16.4	7.6	7.7	10.9	**42.5**
Ebenes Vorland	49.5	14.3	42.5	19.7	**126.1**
Damm inkl. Interventionspiste	45.8	23.1	19.5	28.6	**116.9**
Flächen zwischen Interventionspiste und Grundstücksgrenze	10.6 *	37.9	5.0	8.7	**62.2 ***
Total	**364.6**	**179.1**	**174.6**	**182.8**	**901 ***

* exkl. Flächen ausserhalb des Damms im Bereich der Dammabrückung Frutzmündung (neuer Ehbachverlauf, Rampe Frutz, Ackerflächen etc.)

Nachfolgend werden die Flächen je einmal gesamthaft und einmal länderspezifisch mit dem Bestand gegenübergestellt.

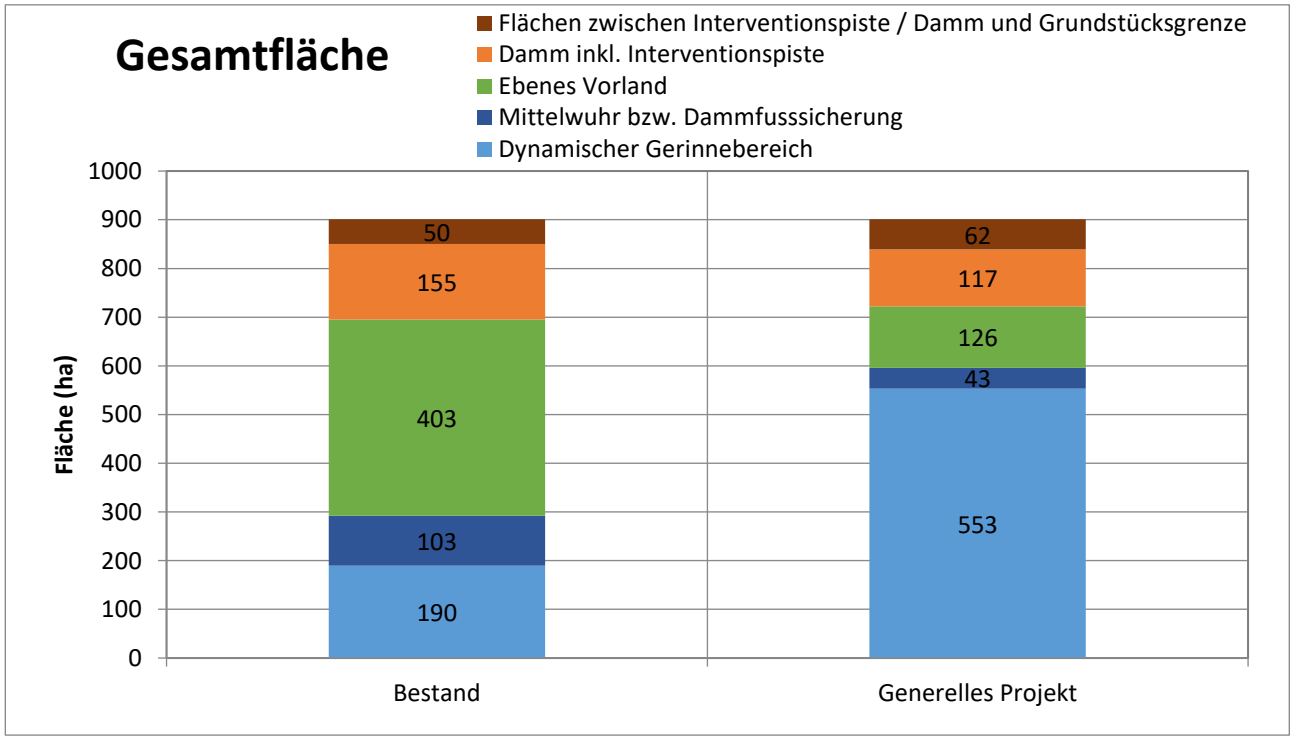


Abbildung 51: Flächenvergleich Bestand und Generelles Projekt

* exkl. Flächen ausserhalb des Damms im Bereich der Dammabrückung Frutzmündung (neuer Ehbachverlauf, Rampe Frutz, Ackerflächen etc.)

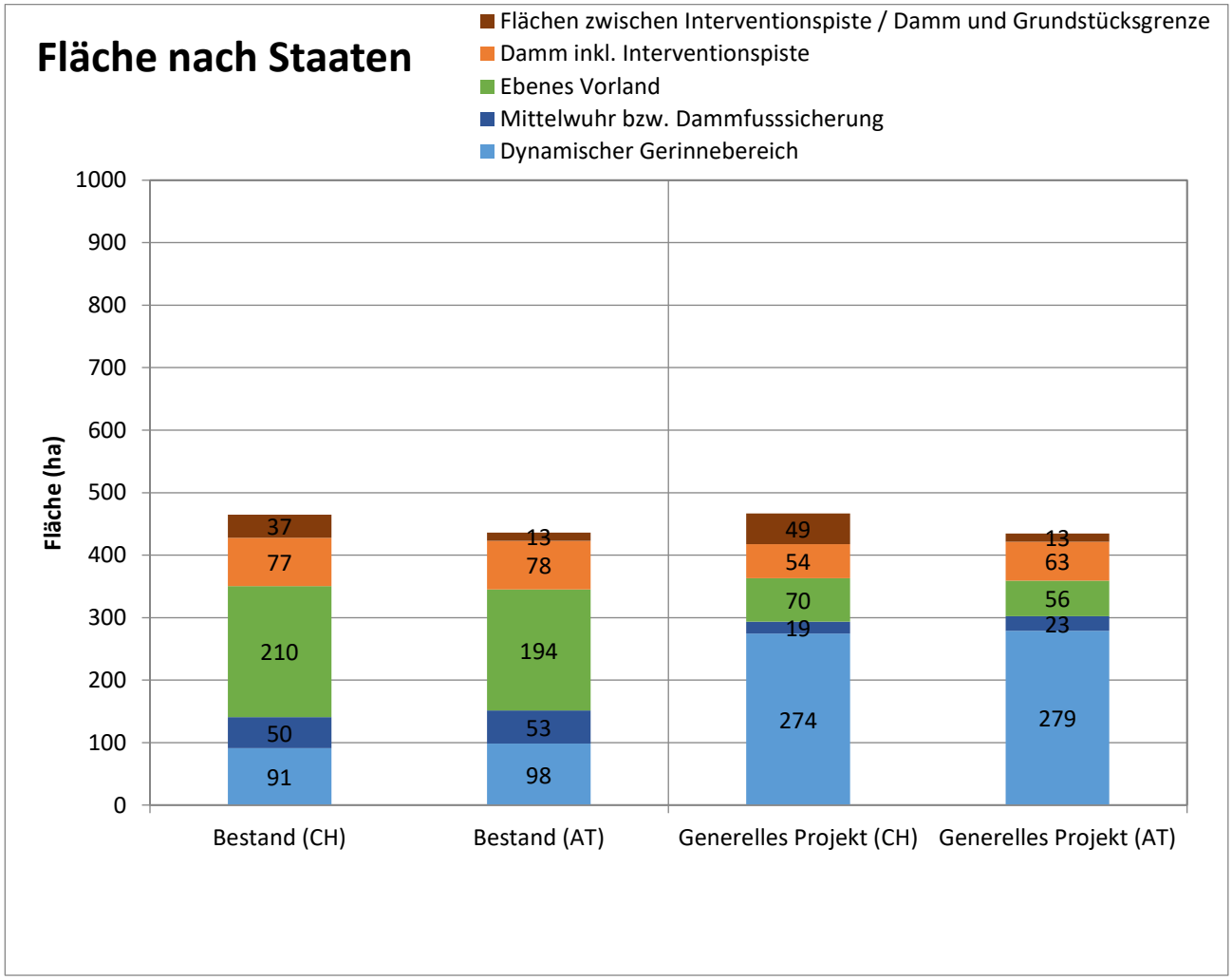


Abbildung 52: Flächenvergleich Bestand und Generelles Projekt, aufgeteilt nach Staaten

* exkl. Flächen ausserhalb des Damms im Bereich der Dammabrückung Frutzmündung (neuer Ehbachverlauf, Rampe Frutz, Ackerflächen etc.)

Die in Kapitel 4.1.6 geforderte Gewässerfläche von 520 bis 580 ha wird bei Mitberücksichtigung der Dammfusssicherung übertroffen und auch ohne Mitberücksichtigung der Dammfusssicherung deutlich erreicht.

Von der ebenen Vorlandfläche werden mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) ca. 31 % erhalten. In der Schweiz ist der prozentuale Anteil des verbleibenden Vorlands mit 33 % leicht grösser als in Österreich mit 29 %.

Im Bereich der Dammabrückung Frutzmündung kann mittels Abtausch von Flächen, welche heute im öffentlichen Wassergut sind, ein Flächenausgleich für die Gemeinden Koblach und Meiningen sowie Agrar Meiningen und Vorarlberger Netze erreicht werden. Die Gesamtfläche des öffentlichen Wasserguts bleibt mit der Dammabrückung und der Anpassung von Frutz und Ehbach praktisch unverändert.

7 MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG UND BAUABLAUF

7.1.1 BAUABLAUF

Der Bauablauf erfolgt in 4 Phasen, welche im Plan Bauablauf Schematisch (Mappe B, Einlage 012 im Generellen Projekt) dargestellt sind und nachfolgend erläutert werden.

Phase 0 - Vorbereitung

In der Phase 0 erfolgen alle Vorbereitungen, damit anschliessend das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein umgesetzt werden kann. Folgende Vorbereitungsarbeiten sind bereits heute absehbar:

- Massnahmen zur Ersatzwasserbeschaffung bzw. zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung während der Bauzeit.
- Freimachung des Baubereichs, Verlegung von Werkleitungen
- Absicherungsmassnahmen und einrichten von Überwachungsmassnahmen
- Baustelleneinrichtungen / Baustelleninstallation
- Baustellenerschliessung, Errichten von Baustrassen / Transportpisten. Der Oberboden, welcher für die Errichtung der Transportpisten auf dem Vorland abgetragen wird, wird in Bereichen mit breitem Vorland zwischengelagert.
- Absperrungen

Phase 1 – Dämme, Dammfusssicherung

In der Phase 1 erfolgen der Dammbau und der Bau der neuen Dammfusssicherung inkl. Kolkschutz.

Die Dämme werden mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) mehrheitlich abgetragen und neu aufgebaut bzw. umfassend saniert. Für den Dammbau werden einerseits das Material des bestehenden Damms und andererseits im Projekt und insbesondere in der Phase 1 anfallendes Material aus dem Aushub für die neuen Dammfusssicherungen verwendet. Die Dämme werden schichtweise neu aufgebaut und verdichtet. Die neuen Hochwasserschutzdämme werden mit einer Dichtwand gegen Durchströmung gesichert. Auch die Interventionspisten am luftseitigen Dammfuss sowie die abschnittsweise erforderliche Deckschichtentspannung bzw. Drainage werden mit dem Dammbau erstellt. Die Abschnittslängen für den Neubau der Dämme muss in Abstimmung mit dem Hochwasserschutzkonzept während der Bauzeit so gewählt werden, dass jeweils rechtzeitig vor einer Hochwasserwelle der Damm wieder aufgebaut werden kann.

Die neuen Dammfusssicherungen kommen mehrheitlich im Bereich des bestehenden Vorlands zu liegen. Im Vorland erfolgt für den Einbau der Dammfusssicherung der Aushub bis auf die Kote der bestehenden Gerinnesohle. Auf einer Filterschicht wird dann der Blocksatz der neuen Dammfusssicherung eingebaut. Auf der Kote der bestehenden Sohle wird eine Blockvorlage als Kolkschutz geschüttet. Die neue Dammfusssicherung kann anschliessend überschüttet werden oder der ausgehobene Bereich wird zur Initialisierung der Abschwemmung verwendet. In Bereichen, wo die heutige Linienführung der Sicherung beibehalten wird, wird diese saniert und der Kolkschutz im Bereich des heutigen Gerinnes erstellt.

Oberbodenmaterial wird während der Phase 1 auf Zwischenlagern in breiteren Vorlandbereichen zwischengelagert und teilweise mit dem Abschluss des Dammbaus wieder verwendet. Oberbodenmaterial, welches im Projekt nicht wiederverwendet wird, kann für Bodenverbesserungsprojekte von den Zwischenlagern bezogen werden.

Phase 2 – Gerinne

In der Phase 2 erfolgt die Aufweitung des Mittelgerinnes. Dafür wird zuerst der Oberboden abgetragen und auf Zwischenlagern für Bodenverbesserungsprojekte zur Verfügung gestellt. Bei Bedarf kann auch weiteres geeignetes Material für Bodenverbesserungen zur Verfügung gestellt werden. Anschliessend werden die bestehenden Buhnen im Vorland sowie die bestehenden Mittelwuhren und Ufersicherungen entfernt. Je nach Erfordernis wird dabei die Abschwemmung initialisiert. Eine mögliche Art der Initialisierung der Abschwemmung, die in den physikalischen Modellversuchen untersucht werden soll, ist in Abbildung 53 dargestellt. Der Prozess der Gerinneaufweitung und Abschwemmung muss laufend überwacht und bezüglich Hochwasserschutz beurteilt werden, um lenkend eingreifen zu können (siehe Fachbericht Hydraulik und Geschiebe, Nachweis Hochwasserschutz, Einlage C 101 im Generellen Projekt). Die Massnahmen zur Initialisierung können nach ersten Erfahrungen optimiert werden.

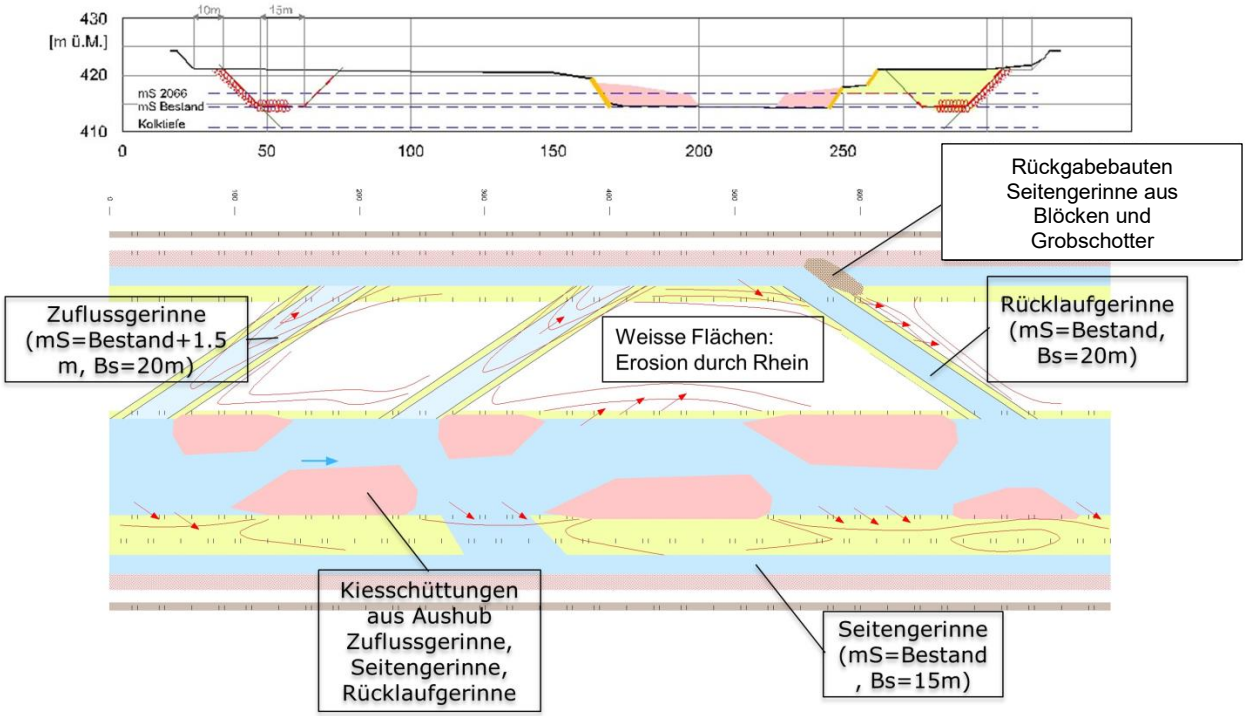


Abbildung 53: Prinzip Initialisierung der Abschwemmung

Phase 3 – Geplanter Zustand

In der Phase 3 entsteht der geplante Zustand mit dem breiten dynamischen Gerinnebereich. Die Umlagerungsprozesse im dynamischen Gerinnebereich werden laufend beobachtet. Falls erforderlich, wird lokal korrigierend eingegriffen, indem beispielsweise alte Sicherungen abgetragen werden

oder die Initialisierung der Abschwemmung verstärkt wird. Falls sich in den physikalischen Modellversuchen oder nach Erfahrungen in ersten Abschnitten zeigt, dass die eigendynamische Aufweitung zu langsam erfolgt, kann für nachfolgende Abschnitte ein grösserer Teil der Aufweitung maschinell erfolgen.

Zudem erfolgt in der Phase 3 die Rekultivierung des gesamten Baustellenbereichs.

Bauablauf in Längsrichtung (Etappierung)

Im Grundsatz sollen in erster Priorität die unteren Abschnitte mit dem grössten Hochwasserschutz-Defizit umgesetzt werden. Bezüglich Bauablauf sind insbesondere auch die folgenden Grundsätze bzw. Vorgaben bezüglich Trinkwasserversorgung zu berücksichtigen:

- Bei Grabarbeiten in den Schutzzonen S1 und S2 müssen die Brunnen des jeweiligen Brunnenfelds vorsorglich ausser Betrieb genommen werden.
- Der Dammbau und die Arbeiten im Vorland (Bau der neuen Dammfusssicherung) erfolgen mehrheitlich im Winterhalbjahr. Unmittelbar nachfolgend wird das Gerinne aufgeweitet (Baggerungen, Abschwemmen).
- Bei Grabarbeiten im Gewässer oder am gegenüberliegenden Ufer (auch ausserhalb der Schutzzonen) muss ebenfalls davon ausgegangen werden, dass die Brunnen ausser Betrieb genommen werden müssen (Überwachung der Zuströmung zu den Brunnen mit vorgelagerten Sonden, um einerseits nicht unnötig und andererseits nicht zu spät abzuschalten).
- Nach Abschluss der Arbeiten im Brunnenbereich muss die Wasserqualität überprüft werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Regenerationszeit des Grundwasserkörpers 1 Jahr beträgt.
- Grosse Brunnenanlagen wie Viscose und Au / Schäfli dürfen nicht im selben Jahr ausser Betrieb sein.
- Die Brunnen Mäder und Koblach dürfen nicht im selben Jahr ausser Betrieb sein.

Basierend auf diesen Grundsätzen wurde der in Abbildung 54 dargestellte Bauablauf als mögliche Reihenfolge entwickelt:

- Zuerst werden die neuen Brunnen im Vorland von Lustenau erstellt.
- Anschliessend werden die Brunnen Viscose ausser Betrieb genommen und dieser Bereich inkl. neue Brunnen Viscose umgesetzt.
- Bis die neuen Brunnen Viscose in Betrieb genommen werden können und das nächste Brunnenfeld ausser Betrieb genommen werden kann, wird der Abschnitt 2 umgesetzt.
- Sobald die neuen Brunnen Viscose in Betrieb sind, wird der neue Brunnen Lustenau ausser Betrieb genommen und der Bereich zwischen Brunnen Viscose und der Engstelle umgesetzt. Danach erfolgt ein Unterbruch, bis die neuen Brunnen Lustenau wieder in Betrieb genommen werden können.

- Sobald die neuen Brunnen Lustenau wieder in Betrieb sind, werden die Brunnen in der Engstelle ausser Betrieb genommen und das Projekt in der Engstelle umgesetzt. Damit ist die Umsetzung im Abschnitt 3 abgeschlossen.
- Anschliessend erfolgt die Umsetzung des Abschnitts 4.
- Sobald der Abschnitt 4 umgesetzt ist und alle Brunnen in den Abschnitten 3 und 4 wieder in Betrieb sind, erfolgt die Umsetzung im Abschnitt 1 von unten nach oben. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Brunnen Mäder und Koblach nicht gleichzeitig ausser Betrieb genommen werden.

Gesamtstrecke 26 km / Gesamtbauzeit rund 20 Jahre Bedarfsweise Umsetzung in 4 Abschnitten			
Obere Strecke	Diepoldsauer Durchstich	Zwischenstrecke (Au/Lustenau)	Fussacher Durchstich
9.7 km (CH / AT)	4.8 km (CH)	5.3 km (CH / AT)	6.2 km (AT)

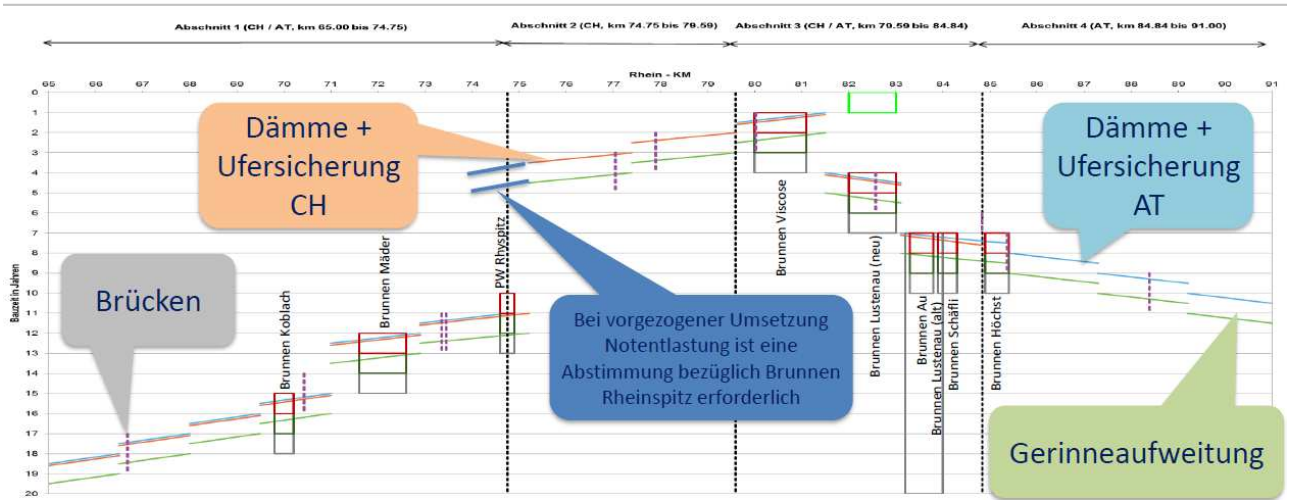


Abbildung 54: Bauablauf (mögliche Reihenfolge)

7.1.2 BAUSTELLENERSCHLIESSUNG UND –INSTALLATION

Die Baustellenerschliessung erfolgt grundsätzlich über das bestehende Strassennetz. Potentielle Verladeorte auf die Schiene wurden zwar beim Bahnhof Lustenau und der Industrie Oberriet identifiziert, grundsätzlich werden im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) aber keine Bahntransporte vorgesehen. Die Transporte auf dem bestehenden Strassennetz werden durch folgende Massnahmen auf ein Minimum reduziert:

- möglichst weitgehende Verwertung im Projekt oder für landwirtschaftliche Bodenverbesserungen im angrenzenden Landwirtschaftsland
- Abschwemmung von überschüssigem Material, welches nicht wiederwertet wird

Auf Schweizer Seite verläuft die Autobahn N13 entlang dem Rhein (Abschnitte 1 bis 3). Von der Autobahn bestehen über die vorhandenen Anschlüsse Zufahrten zum Alpenrhein ohne Ortsdurchfahrten. Diese werden für die Baustellenerschliessung genutzt.

Auf österreichischer Seite kann das Material für die Bodenverbesserungen über Bewirtschftungsstrassen direkt ins angrenzende Landwirtschaftsland gebracht werden (ohne Ortsdurchfahrten). Für Transporte mit weiter entferntem Start- oder Zielort bestehen keine Zufahrten zum Alpenrhein ab der Autobahn ohne Ortsdurchfahrten. Die Erstellung von Baustellenzufahrten ohne Ortsdurchfahrten ist im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) aufgrund der Reduktion der Fahrten (wie oben beschrieben) nicht vorgesehen. Potentielle Möglichkeiten zur Erstellung von Baustellenzufahrten ohne Ortsdurchfahrten wurden in folgenden Bereichen identifiziert:

- Entlang der Frutz (auf dem Damm oder im Gerinne) bis zu Nägele Bau und über den Anschluss Klaus auf die Autobahn
- Entlang des Kummenbergs über den alten Steinbruch Mäder Kadelberg und den Steinbruch von Hilti & Jehle über den Anschluss Götzis auf die Autobahn
- Entlang des Alten Rheins bei der oberen Hohenemser Kurve auf die Autobahn beim Rastplatz Rosenberger

Einen Überblick über die Baustellenerschliessung vermittelt die Abbildung 55.

Die Baustelleninstallation ist möglichst weitgehend auf eigenen Flächen in den Dammbereichen und im Vorland vorgesehen. Für den Hochwasserfall müssen landseitig des Damms Evakuationsflächen für die Baumaschinen zur Verfügung stehen. Die Lage und Sicherung dieser Flächen muss in den folgenden Projektphasen bestimmt werden und können in den Lageplänen Grundeigentümer ergänzt werden.

Transporte über den Rhein, insbesondere in den Abschnitten, in welchen der Rhein die Staatsgrenze bildet, sollen nach heutigem Wissensstand zur Vermeidung von Bürokratieaufwand möglichst verhindert werden. Es ist deshalb zumindest in diesen Abschnitten angedacht, dass die beiden Rheinseiten in unterschiedlichen Baulosen ausgeschrieben werden. Auch im Abschnitten 2, welcher ganz in Österreich liegt, bieten sich aufgrund der Schwierigkeit von rheinquerenden Transporten unterschiedliche Baulose je Rheinseite an. Im Abschnitt 4, welcher ganz in Österreich liegt, kann allenfalls die alte Brücke Hard – Fußach als Baustellenbrücke verwendet werden.

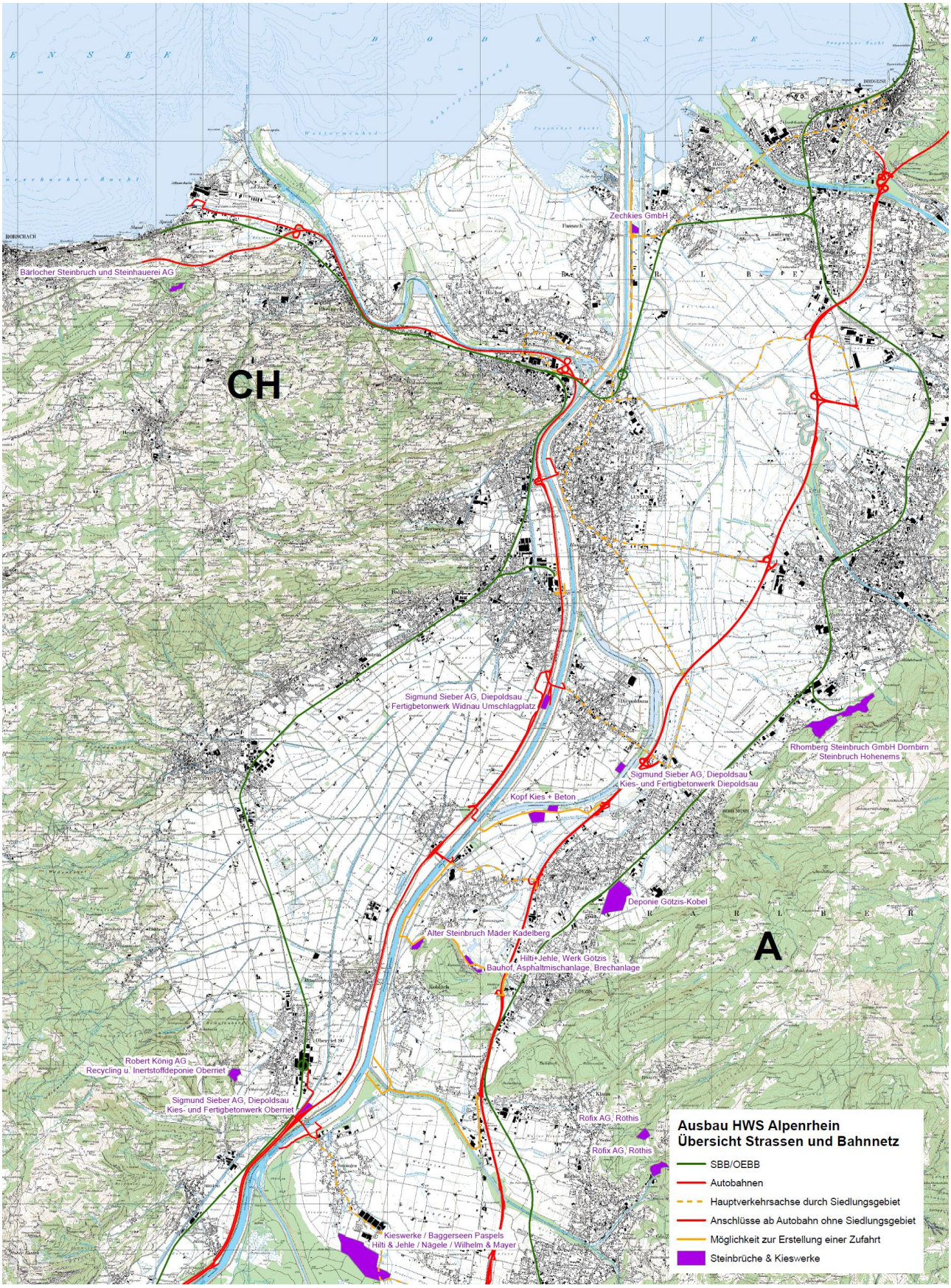


Abbildung 55: Übersicht Baustellenerschliessung

7.1.3 MASSENERMITTLUNG

Die Massenermittlung erfolgt basierend auf dem 3D-Modell des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) und dem digitalen Geländemodell. Die Auswertung erfolgt in 200-Meter-Abschnitten und getrennt für die linke und rechte Rheinseite. Die für die Massenermittlung berücksichtigten "Massentypen" sind in Abbildung 56 dargestellt und nachfolgend erläutert:

Abtrag

- Abtrag bestehender Damm
- Abtrag best. Ufersicherung und Mittelwuhr
- Aushub für den Bau der neuen Kolksicherung
- Gerinneaufweitung
- Abtrag Oberboden (Annahme 0.15 m)

Auftrag

- Aufbau neuer Damm
- Dammfusssicherung mit Blöcken
- Erhöhung Vorland
- Auffüllen Baugrube Dammfusssicherung
- Auflandung im best. Gerinne
- Auftrag Oberboden (Annahme 0.15 m)

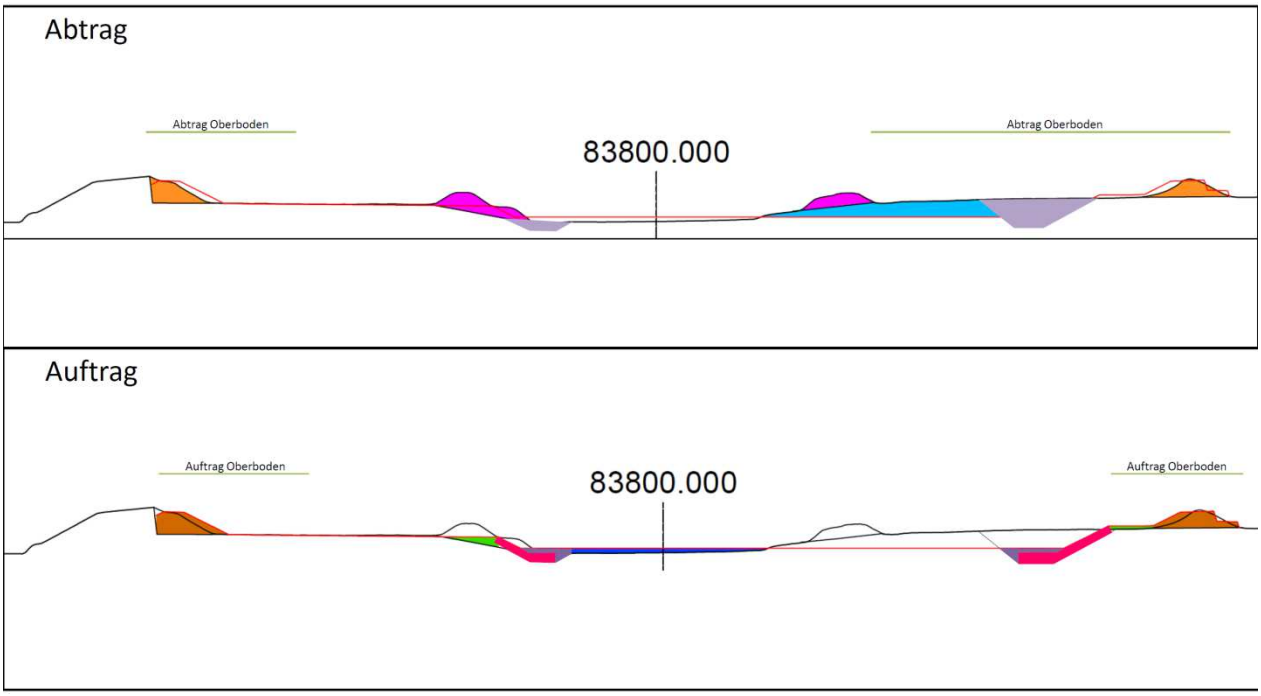


Abbildung 56: Übersicht Massenermittlung

In Tabelle 5 werden die Ergebnisse pro Abschnitt zusammengefasst.

Metrierung	links															
	Abtrag best. Damm	Auftrag neuer Damm	Auftrag Vorland (Erhöhung)	Aushub für Ufer-sicherung	Auffüllen Baugrube Ufer-sicherung	Abtrag Mittelwuhr	Abtrag Mittelwuhr Untergrund	Abtrag Mittelwuhr Blöcke	Blöcke Ufer-sicherung	Gerinne-aufweitung	Auflandung best. Gerinne	Bilanz Dämme	Bilanz Blöcke	Bilanz verbl. Vorland, neue Ufer-sicherung und Abtrag Mittelwuhr	Gerinneauf weitung	Auflandung best. Gerinne
Summe Abschnitt 1	-459'851	507'398	115'011	-1'456'647	477'905	-202'199	-104'199	-98'000	358'512	-3'217'117	961'350	47'547	260'512	-967'930	-3'217'117	961'350
Summe Abschnitt 2	-322'378	300'802	147'368	-344'189	76'456	-198'539	-126'539	-72'000	149'764	-431'222	335'423	-21'576	77'764	-246'904	-431'222	335'423
Summe Abschnitt 3	-168'487	200'416	21'697	-404'869	63'445	-307'526	-237'526	-70'000	140'691	-453'321	311'817	31'929	70'691	-557'253	-453'321	311'817
Summe Abschnitt 4	-270'746	362'977	106'414	-391'105	77'380	-198'432	-120'432	-78'000	164'057	-425'016	236'515	92'231	86'057	-327'744	-425'016	236'515
Total	**-1'221'463**	**1'371'594**	**390'490**	**-2'596'810**	**695'185**	**-906'696**	**-588'696**	**-318'000**	**813'023**	**-4'526'676**	**1'845'105**	**150'131**	**495'023**	**-2'099'831**	**-4'526'676**	**1'845'105**

Metrierung	rechts															
	Abtrag best. Damm	Auftrag neuer Damm	Auftrag Vorland (Erhöhung)	Aushub für Ufer-sicherung	Auffüllen Baugrube Ufer-sicherung	Abtrag Mittelwuhr	Abtrag Mittelwuhr Untergrund	Abtrag Mittelwuhr Blöcke	Blöcke Ufer-sicherung	Gerinne-aufweitung	Auflandung best. Gerinne	Bilanz Dämme	Bilanz Blöcke	Bilanz verbl. Vorland, neue Ufer-sicherung und Abtrag Mittelwuhr	Gerinneauf weitung	Auflandung best. Gerinne
Summe Abschnitt 1	-477'791	517'585	30'975	-1'453'188	433'056	-155'269	-65'779	-89'490	337'326	-2'502'628	1'027'365	39'794	247'836	-1'054'936	-2'502'628	1'027'365
Summe Abschnitt 2	-447'420	432'384	125'432	-362'943	76'375	-152'538	-80'538	-72'000	148'819	-246'741	295'132	-15'036	76'819	-241'674	-246'741	295'132
Summe Abschnitt 3	-228'928	256'087	59'994	-531'574	68'487	-186'992	-113'992	-73'000	155'808	-463'514	215'368	27'159	82'808	-517'085	-463'514	215'368
Summe Abschnitt 4	-256'654	328'197	56'103	-472'785	71'037	-171'697	-93'697	-78'000	167'877	-332'350	163'577	71'542	89'877	-439'341	-332'350	163'577
Total	**-1'410'794**	**1'534'253**	**272'504**	**-2'820'489**	**648'956**	**-666'496**	**-354'006**	**-312'490**	**809'830**	**-3'545'233**	**1'701'443**	**123'459**	**497'341**	**-2'253'036**	**-3'545'233**	**1'701'443**

Metrierung	links			rechts		
	Abtrag Oberboden	Auftrag Oberboden	Bilanz Oberboden	Abtrag Oberboden	Auftrag Oberboden	Bilanz Oberboden
Summe Abschnitt 1	-178'184	63'338	-114'845	-162'758	74'826	-87'931
Summe Abschnitt 2	-75'189	29'807	-45'382	-58'452	33'908	-24'543
Summe Abschnitt 3	-72'692	24'423	-48'269	-62'572	25'843	-36'730
Summe Abschnitt 4	-82'348	28'483	-53'864	-53'284	26'678	-26'606
Total	**-408'412**	**146'052**	**-262'361**	**-337'065**	**161'255**	**-175'810**

Tabelle 5: Zusammenfassung der Massenermittlung, alle Angaben in m^3

7.1.4 GRUNDSÄTZE DER MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG

Für die Materialbewirtschaftung werden folgende Grundsätze definiert:

- Boden (Oberboden) wird im Projekt wiederverwendet, überschüssiges Material wird der Bodenverbesserung (im Rheintal) zur Verfügung gestellt
- Blöcke werden im Projekt wiederverwendet, zusätzlicher Bedarf wird ab Markt gedeckt (Annahme: ausserhalb Rheintal)
- Feinmaterial (Sand / Schluff) wird im Projekt wiederverwendet (Dammbau), überschüssiges Material wird der Bodenverbesserung (im Rheintal) zur Verfügung gestellt oder abgeschwemmt
- Kies wird im Projekt wiederverwendet (Dammbau, Gerinnegestaltung), überschüssiges Material wird am Markt (im Rheintal) verkauft

7.1.5 ABSCHWEMMEN

Zur Verhinderung von Materialtransporten wird vorgesehen, nicht im Projekt wiederverwendetes oder für Bodenverbesserungen zur Verfügung gestelltes Material abzuschwemmen. Es wird im Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) davon ausgegangen, dass ca. 90 % des anfallenden Materials abgeschwemmt wird. Die restlichen 10 % müssen – basierend auf der Erfahrung mit dem Lettenabtrag - aufgrund zu hoher organischer Anteile oder aus anderen Gründen abgeführt und deponiert werden.

Insgesamt werden im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) gemäss Materialbewirtschaftungskonzept (siehe Kapitel 7.1.6) ca. 7'000'000 m^3 überschüssiges Material abgeschwemmt. Bei einer Bauzeit von 20 Jahren ergibt sich daraus eine jährliche Abschwemmung von 375'000 m^3. Die

Abschwemmung bewegt sich damit in der gleichen Grössenordnung wie beim Lettenabtrag im Bestand (siehe Tabelle 6). Zwischen 2008 und 2016 wurden durchschnittlich ca. 210'000 m^3 Letten pro Jahr in den Rhein geschoben und abgeschwemmt. Der Rhein transportiert durchschnittlich ca. 2.5 bis 3 Mio. m^3 Schwebstoffe pro Jahr. Bezogen auf die durchschnittliche Jahresfracht liegt die vorgesehene Abschwemmung ca. bei 5 %.

Jahr	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2016/17
Abgeschwemmter Lettenabtrag (m^3)	262’200	374’000	281’100	261’446	209’499	152’700	50’000	82’150

Tabelle 6: Abgeschwemmter Lettenabtrag gemäss GRK-Jahresberichten

Das Abschwemmen kann wie heute beim Lettenabtrag gemäss nachfolgendem Beschrieb erfolgen:

1. Abführen von mit Wurzeln oder sonstigem organischem Material durchsetztem Sand in Deponie (ca. 10 %)
2. Sandmaterial mit Bagger an den Rand des Mittelgerinnes legen
   - Abschwemmung bei Q > 600 m^3/s
   - Abschwemmung erfolgt überwiegend mit der Schneeschmelze und den normalen jahreszeitlichen starken Trübungen
   - 200 m flussabwärts sind visuell keine wesentlichen Veränderungen feststellbar

7.1.6 MATERIALBEWIRTSCHAFTUNGSKONZEPT

Die sich aus der Massenermittlung (Kapitel 7.1.3) und den Grundsätzen der Materialbewirtschaftung (Kapitel 7.1.4) ergebenden Materialflüsse im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) werden in Abbildung 57 dargestellt. Die Annahmen der Anteile an Kies und Feinmaterial wurden dem Fachbericht Geotechnik (Einlage C 121 im Generellen Projekt) entnommen.

Die Zwischenlager werden im Rheinvorland angelegt. Damit werden für die projektinternen Transporte von und zu den Zwischenlagern keine öffentlichen Strassen beansprucht. Vorwiegend wird mit Dumpern auf Baupisten im Vorland transportiert.

Folgende Materialflüsse nach oder von ausserhalb des Projektperimeters sind zu erwarten:

- Materialtransporte zu den Bodenverbesserungsprojekten im Rheintal
- Kiesverkauf an den Markt
- Abführen von Material, welches nicht abgeschwemmt werden kann, auf Deponien
- Zuführen von Blöcken für die neue Dammfusssicherung

Insgesamt ca. 5'000'000 m^3 werden ausserhalb des Projekts aber noch innerhalb des Rheintals mit LKW transportiert, ca. 1'500'000 m^3 müssen von ausserhalb des Rheintals geliefert werden oder verlassen das Rheintal.

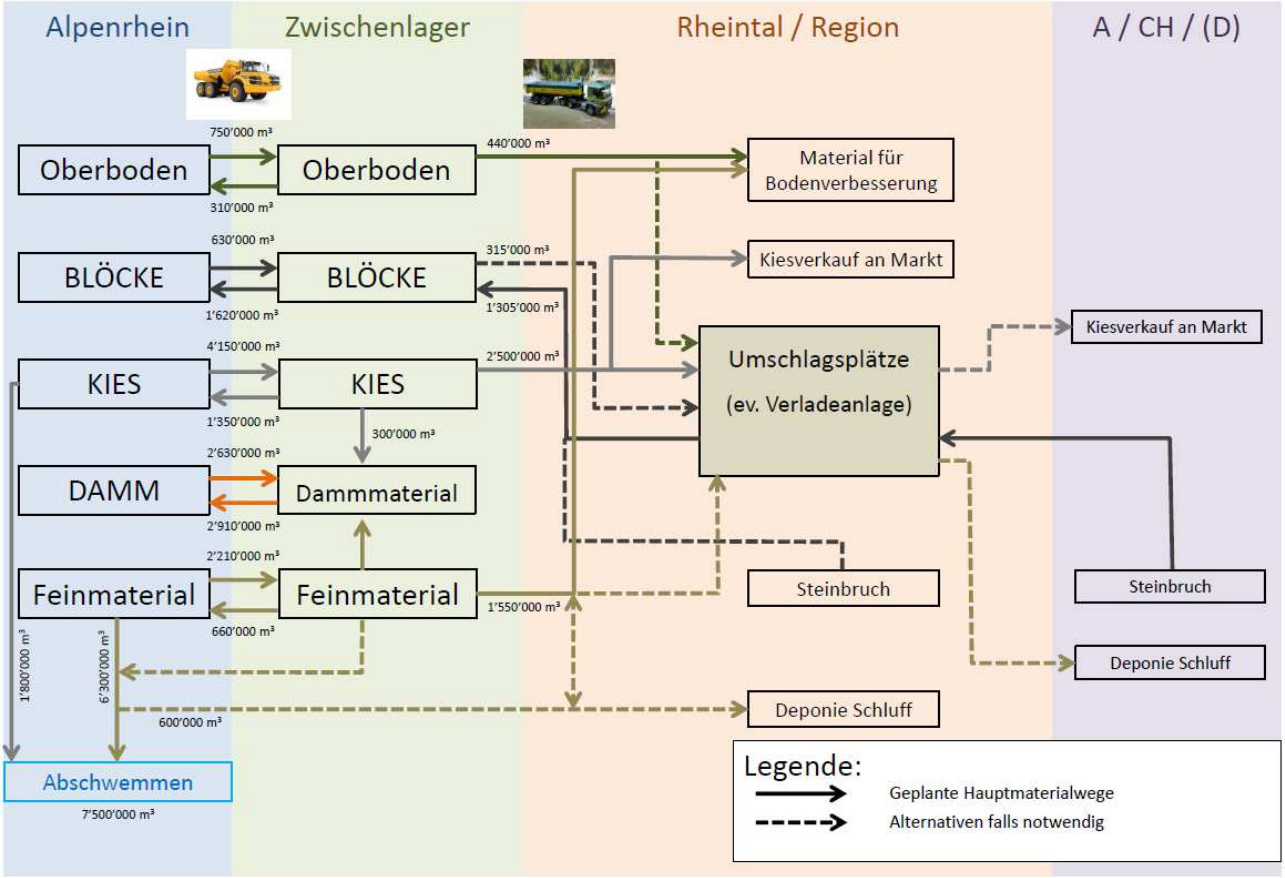


Abbildung 57: Materialflüsse Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi)

7.1.7 TRANSPORTE

Mit den in Kapitel 7.1.6 dargestellten Materialflüssen können Angaben zu den baustelleninternen und zu externen Materialtransporten hergeleitet werden. Den Angaben in Tabelle 7 liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Transportvolumen pro LKW sowohl für externe als auch für interne Transporte 10 m^3
- Auflockerungsfaktor fest zu lose: 1.2
- Mittlere Transportdistanzen Baustellenintern von und zu Zwischenlager: 1.5 km
- Mittlere Transportdistanz Oberboden zu Bodenverbesserungsprojekten: 10 km
- Mittlere Transportdistanz Feinmaterial zu Bodenverbesserungen oder Deponie: 20 km
- Mittlere Transportdistanz Kiesverkauf an Markt: 25 km
- Mittlere Transportdistanz Anlieferung Blöcke: 100 km
- Rückfahrten jeweils leer
- Transporte für die Abschwemmung ohne Zwischenlagerung werden vernachlässigt
- Das Material für landwirtschaftliche Bodenverbesserungen wird direkt über Bewirtschaftungswege in angrenzende Landwirtschaftsflächen transportiert

- Vom Feinmaterial, welches abtransportiert wird, ist 20 % für Bodenverbesserungen nicht geeignet und muss deponiert werden
- Kies aus den Abschnitten 3 und 4 wird zu 100 % und aus den Abschnitten 1 und 2 zu 50 % durch den Rhein zur bestehenden Kiesentnahme am Beginn der Vorstreckung transportiert und wie im Bestand dort entnommen

Weiterführende Angaben zu den Materialtransporten und deren Umweltauswirkungen erfolgen im Rahmen des Umweltverträglichkeitsberichts (CH) bzw. der Umweltverträglichkeitserklärung (AT).

	Abschnitt 1		Abschnitt 2		Abschnitt 3		Abschnitt 4		Total	
	(Fahrten)	(km)	(Fahrten)	(km)	(Fahrten)	(km)	(Fahrten)	(km)	(Fahrten)	(km)
Oberboden auf Zwischenlager	40'920	122'760	15'960	47'880	16'320	48'960	16'200	48'600	89'400	268'200
Oberboden von Zwischenlager	16'560	49'680	7'680	23'040	6'000	18'000	6'600	19'800	36'840	110'520
Oberboden zu Bodenverbesserungsprojekten	24'360	487'200	8'280	165'600	10'320	206'400	9'600	192'000	52'560	1'051'200
Blöcke auf Zwischenlager	22'440	67'320	17'280	51'840	17'160	51'480	18'720	56'160	75'600	226'800
Blöcke von Zwischenlager	83'520	250'560	35'880	107'640	35'640	106'920	39'840	119'520	194'880	584'640
Anlieferung Blöcke	72'300	14'460'000	27'240	5'448'000	27'060	5'412'000	30'480	6'096'000	157'080	31'416'000
Kies auf Zwischenlager	284'400	853'200	59'400	178'200	123'600	370'800	30'600	91'800	498'000	1'494'000
Kies von Zwischenlager	109'320	327'960	18'240	54'720	15'720	47'160	17'760	53'280	161'040	483'120
Kiesverkauf an Markt	164'640	8'232'000	45'480	2'274'000	100'800	5'040'000	-	-	310'920	15'546'000
Feinmaterial auf Zwischenlager	85'800	257'400	49'800	149'400	31'200	93'600	98'400	295'200	265'200	795'600
Feinmaterial von Zwischenlager	17'520	52'560	32'640	97'920	9'840	29'520	19'440	58'320	79'440	238'320
Feinmaterial zu Bodenverbesserungsprojekten oder Deponie	118'711	4'748'424	23'278	931'128	30'745	1'229'808	87'514	3'500'544	260'248	10'409'904
Dammabtrag auf Zwischenlager	112'560	225'120	92'280	184'560	47'640	95'280	63'360	126'720	315'840	631'680
Dammauftrag von Zwischenlager	123'000	246'000	87'960	175'920	54'720	109'440	82'920	165'840	348'600	697'200
Total externe Transporte	**380'011**	**27'927'624**	**104'278**	**8'818'728**	**168'925**	**11'888'208**	**127'594**	**9'788'544**	**780'808**	**58'423'104**
davon über Bewirtschaftungswege direkt in angrenzendes Landwirtschaftsland	*119'328*	*4'285'939*	*26'903*	*910'502*	*34'916*	*1'190'246*	*79'611*	*2'992'435*	*260'758*	*9'379'123*
davon ab bestehender Kiesentnahme am Beginn der Vorstreckung (wie Bestand)	*82'320*	*4'116'000*	*22'740*	*1'137'000*	*100'800*	*5'040'000*	*-*	*-*	*205'860*	*10'293'000*
davon Fahrten über best. Strassennetz - relevant für Luft/Lärm in UVE/UVB	*178'362*	*19'525'685*	*54'636*	*6'771'226*	*33'209*	*5'657'962*	*47'983*	*6'796'109*	*314'190*	*38'750'981*
Total interne Transporte	**896'040**	**2'452'560**	**417'120**	**1'071'120**	**357'840**	**971'160**	**393'840**	**1'035'240**	**2'064'840**	**5'530'080**
Bauzeit (Jahre)	9	9	3	3	6	6	4	4	20	20
Total externe Transporte pro Jahr	**42'223**	**3'103'069**	**34'759**	**2'939'576**	**28'154**	**1'981'368**	**31'898**	**2'447'136**	**39'040**	**2'921'155**
davon über Bewirtschaftungswege direkt in angrenzendes Landwirtschaftsland	*13'259*	*476'215*	*8'968*	*303'501*	*5'819*	*198'374*	*19'903*	*748'109*	*13'038*	*468'956*
davon ab bestehender Kiesentnahme am Beginn der Vorstreckung (wie Bestand)	*9'147*	*457'333*	*7'580*	*379'000*	*16'800*	*840'000*	*-*	*-*	*10'293*	*514'650*
davon Fahrten über best. Strassennetz - relevant für Luft/Lärm in UVE/UVB	*19'818*	*2'169'521*	*18'212*	*2'257'075*	*5'535*	*942'994*	*11'996*	*1'699'027*	*15'709*	*1'937'549*
Total interne Transporte pro Jahr	**99'560**	**272'507**	**139'040**	**357'040**	**59'640**	**161'860**	**98'460**	**258'810**	**103'242**	**276'504**

Tabelle 7: Transporte: Baustelleninterne Transporte mit weissem Hintergrund, externe Transporte mit grauem Hintergrund. Die angegebene Anzahl Fahrten beinhaltet nur die Fahrten mit Material, nicht die Leerfahrten (Rückfahrten). In den Kilometerangaben sind auch die Leerfahrten (Rückfahrten) enthalten.

8 ZUSAMMENFASSUNG AUS DEN FACHBERICHTEN

8.1 Hydraulik und Geschiebe

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Fachbereich Hydraulik und Geschiebe zusammengefasst. Für detailliertere Informationen wird auf die entsprechenden Berichte des Fachbereichs (Einlagen C 101, C 102 und C 103 im Generellen Projekt) verwiesen.

8.1.1 ISTZUSTAND

8.1.1.1 Morphologie

Innerhalb der Projektstrecke ist der Alpenrhein kanalisiert und verfügt über ein Doppeltrapezprofil, ab ca. km74 mit Mittelwuhren. Die Sohlenbreite nimmt zwischen km 65.4 und km 85 von 70 m auf 50 m ab. Die Sohle ist mehr oder weniger eben und verfügt über keine natürlichen Strukturen.

Die Vorländer werden landwirtschaftlich genutzt und die Dammböschungen regelmässig gemäht. Entlang der best. Ufersicherung kommt Gehölz auf, das periodisch entfernt wird.

8.1.1.2 Geschiebehaushalt, Sohlenlage

Die starke Einengung des Abflussprofils führt zu einer tiefen Sohlenlage und einer grossen Geschiebetransportkapazität. Dies ermöglicht es, das zugeführte Geschiebe mehr oder weniger ablagerungsfrei bis in die Erhaltungsstrecke (km 90 – km 91) zu transportieren. In der Erhaltungsstrecke wird aller zugeführte Kies entnommen und kein Geschiebe erreicht den Bodensee. Die durchschnittliche Kiesentnahmemenge liegt in der Grössenordnung von 60'000 – 65’000 m^3/a (seit dem Jahr 2000).

Bei unveränderten Randbedingungen (entsprechend der Kalibrierungsperiode 1995 – 2005) kommt es zwischen der Rampe bei Buchs (km 50) und ca. km 82 zu einer keilförmigen Anhebung der Rheinsohle um bis zu 1 m.

8.1.1.3 Nieder- und Hochwasserspiegel, Hochwasserschutz

Die starke Einengung des Rheins mit den breiten Vorländern führt zu einem tiefen Niederwasserspiegel und einem eher hohen Hochwasserspiegel.

Unter der Annahme, dass die Hochwasserdämme stabil sind, kann ein HQ_{100} mit ausreichendem Freibord abgeleitet werden. Bei einem HQ_{300} kommt es zu Ausuferungen zwischen km75 und km 80. Bei einem EHQ ist das Gerinne bis km 75 bordvoll; weiter flussabwärts verläuft der Hochwasserspiegel durchgehend höher als die Dammkronen.

8.1.2 AUSWIRKUNGEN UND BEURTEILUNG GENERELLES PROJEKT

8.1.2.1 Morphologie

Mit dem Generellen Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) wird der Rhein auf 110 m bis 380 m verbreitert. Dabei entwickelt sich eine gewundene bis verzweigte Gerinneform mit einem oder mehreren Teilgerinnen. Es entstehen naturnahe bis natürliche Strukturen und auf den Kiesbänken kann sich Auenwald entwickeln.

8.1.2.2 Geschiebehaushalt

Die Verbreiterung des Rheins führt zu reduzierter Geschiebetransportkapazität. Damit es zu keinen unzulässigen Sohlenanhebungen kommt, wird die Geschiebefracht bei Rüthi und Diepoldsau reduziert. Damit gleicht sich der Geschiebehaushalt den natürlichen Verhältnissen an.

8.1.2.3 Sohlenlage und berechnete Wasserspiegel

Die Verbreiterung des Rheins führt zu einer Anhebung der Gewässersohle um 1 m bis 3.5 m. Das Längsgefälle des Rheins wird insgesamt nicht erhöht, aber innerhalb der Projektstrecke anders verteilt als im Bestand. Im Oberwasser der Projektstrecke wird die Rheinsohle nicht signifikant beeinflusst.

Das Nieder- und Mittelwasser fliesst in den Teilgerinnen ab und Kiesbänke ragen über den Wasserspiegel. Der Wasserspiegel verläuft auf der gesamten Projektstrecke höher als im Bestand.

Der Hochwasserspiegel kann auf der gesamten Strecke um 0.3 m – 0.8 m abgesenkt werden.

Bei der Berechnung des massgebenden Hochwasserspiegels wurden Brückenpfeiler mit Aufstau von Schwemmholz, Auenwald und Buhnen berücksichtigt.

8.1.2.4 Kolke

Mit der Verbreiterung des Rheins entwickeln sich morphologische Kolke und Bänke, welche wesentlich zur Strukturvielfalt beitragen. Die morphologischen Kolke können eine Tiefe erreichen, welche deutlich unter der Sohle im Bestand liegt. Die Dammfusssicherung ist entsprechend tief zu fundieren.

Am oberen Ende der Brückenpfeiler entwickeln sich bei Hochwasserereignissen Pfeilerkolke. Infolge der veränderten Randbedingungen können Pfeilerfundamente freigelegt werden. Die Pfeiler-fundamente sind auf die veränderten Randbedingungen anzupassen oder unzulässige Pfeilerkolke sind durch wasserbauliche Massnahmen zu verhindern.

8.1.2.5 Hochwasserschutz und Eingriffshorizonte

Für den Hochwasserschutz ist ein ausreichender Abflussquerschnitt sicherzustellen. Dieser wird durch folgende drei Eingriffshorizonte gewährleistet:

- Erhalt einer ausreichenden dynamischen Gerinnebreite durch Begrenzen des Auenwaldes.
- Sicherstellen einer stabilen Sohlenlage innerhalb eines zulässigen Schwankungsbereichs durch Kiesentnahmen in den drei Bewirtschaftungsstrecken Rüthi, Diepoldsau und Hard.
- Sicherstellen einer stabilen Höhe der Vorländer innerhalb eines zulässigen Schwankungsbereichs durch Lettenabtrag.

Durch den Gewässerunterhalt werden die Beobachtung und die Einhaltung der Eingriffshorizonte gewährleistet.

8.1.2.6 Auswirkung im Ober- und Unterwasser

Mit dem Projekt Rhesi wird die Sohlenlage in der Kiesentnahmestrecke Rüthi (km 63 – km 64) verglichen mit dem Bestand nicht verändert. Damit können Auswirkungen weiter flussaufwärts verhindert werden.

Zwischen der Kiesentnahmestrecke und der Illmündung (km 65.4) ist von einer beschränkten Anhebung der Rheinsohle und des Nieder- und Mittelwasserspiegels auszugehen. Der Hochwasserspiegel wird verglichen mit dem Bestand abgesenkt.

Mit dem Projekt Rhesi wird alles Geschiebe bis km 91 entnommen. Damit wird entsprechend dem Bestand kein Geschiebe in die Vorstreckung transportiert.

Als Folge der Verbreiterung des Rheins werden bei trübem Nieder- und Mittelwasserabfluss Schwebstoffe in Rinnen und Kolken abgelagert und bei erhöhtem Abfluss wieder resuspendiert. Dadurch kommt es zu einer zeitlichen Verschiebung des Eintrags von Feinsedimenten in die Vorstreckung. Die Schwebstofffracht wird aber insgesamt nicht verändert.

8.1.2.7 Ergänzende Massnahmen und Empfehlungen

Während der Bauphase und der Verbreiterung des Rheins ist sicherzustellen, dass es im Ober- und Unterwasser zu keinem massgebenden Geschiebeüberschuss oder Geschiebedefizit kommt. Unerwünschte Auswirkungen auf den Hochwasserschutz und den Grundwasserhaushalt sind zu vehindern.

Es wird empfohlen, folgende Aspekte in physikalischen Modellversuchen zu untersuchen:

- Tiefe von morphologischen Kolken und Höhe von Bänken
- Tiefe von Pfeilerkolken
- Dimensionieren des Uferschutzes
- Aufstau des Hochwasserspiegels an teilverklausten Brücken
- Sohlenerosion bei teilverklausten Brücken
- Wirkung und Dimensionierung von Buhnengruppen und Buhnenfeldern
- Auswirkung von Auenwald auf die Sohlenlage und den Hochwasserspiegel
- Ausbildung von Rinnen, Furten und Schnellen mit Verlauf des Nieder- und Mittelwasserspiegels
- eigendynamische Entwicklung (Bauzustände)

8.2 Geotechnik

8.2.1 IST-ZUSTAND

Der Gewässerraum des Rheins einschliesslich der diesen begrenzenden Hochwasserdämme liegt überwiegend auf den fluviatilen Kiesen des Rheins, welche durch eine unterschiedlich mächtige Deckschicht aus gering plastischen, feinsandigen Schluffen / Silten überlagert werden. Eine Ausnahme bildet die sogenannte „Torfstrecke“ im südlichen Abschnitt des Diepoldsauer Durchstichs (etwa km 75.0 – 77.0). Hier stehen oberflächennah Torfe und organische Tone und Schluffe an, die erst in grösserer Tiefe von kiesigen Sedimenten unterlagert werden. Im Fussacher Durchstich (Abschnitt 4) stehen überwiegend Sande und Schluffe / Silte an, welche von Torfen und torfigen Tonen überlagert werden.

Die Bestandsdämme sind gemäss der staatsvertraglichen Vereinbarung auf einen Ausbauabfluss von 3'100 m³/s dimensioniert.

Sie bestehen aus den in ihrer unmittelbaren Umgebung anstehenden Böden. Sie weisen meist einen feinkörnigen Kern aus den Deckschichtmaterialen und eine Überdeckung aus Rheinkiesen auf. Der Schichtaufbau ist heterogen, die Lagerungsdichte überwiegend locker bis sehr locker. In der Torfstrecke sind die Dämme vollständig aus Kies hergestellt.

Für die bestehenden Hochwasserschutzdämme wurden im Zeitraum von 1986 bis 2008 Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Die daraus abgeleiteten Sanierungsvorschläge wurden bis zum Jahr 2011 grossteils umgesetzt. Dabei handelt es sich überwiegend um die Herstellung von Dichtwänden zur Verhinderung der Durchströmung. In einzelnen Abschnitten fehlen diese jedoch noch. Auch fehlt zum Teil die Ausführungsdokumentation der durchgeführten Sanierungsmassnahmen in der für die weiteren Planungen notwendigen Schärfe.

Damals nicht untersucht wurden hydraulisch verursachte Versagensmechanismen. Eine Gefährdung des luftseitigen Dammfusses durch diese Einflüsse wurde zwischenzeitlich für einzelne Dammabschnitte nachgewiesen.

Die Sanierung einzelner Dammabschnitte wurde im Zuge der Instandsetzungsmassnahmen im Jahr 2014 begonnen und ist bereichsweise bereits abgeschlossen. Die Massnahmen umfassen im Wesentlich das Schliessen der Lücken in den Dichtwänden sowie den Bau von Interventionspisten und Vorschüttungen an der Luftseite der Hochwasserdämme.

Auch wenn das Projekt Rhesi zur Erhöhung der Ausbauwassermenge von 3'100 auf 4'300 m³/s nicht umgesetzt wird, ist mittelfristig eine Anpassung der bestehenden Hochwasserschutzdämme an den Stand der Technik erforderlich.

8.2.2 AUSWIRKUNGEN UND BEURTEILUNG GENERELLES PROJEKT

Der Fachbereich Geotechnik liefert die geotechnischen Grundlagen für das technische Projekt. Die daraus resultierenden Auswirkungen in der Bau- und Betriebsphase sind im technischen Projekt dargestellt.

Die geotechnische Bearbeitung umfasst im Wesentlichen den Nachweis der Standsicherheit der geplanten Hochwasserdämme, Vorgaben für den Erdbau sowie die Beurteilung der Verwertbarkeit der beim Abtrag gewonnenen Materialien.

Die Grundwasserverhältnisse werden nur im unmittelbaren Bereich des Rheins und der Dammbauwerke soweit betrachtet, als sie von bautechnischer Relevanz sind. Die grossflächige Betrachtung der Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse erfolgt durch den Fachbereich Grundwasser.

Im Zuge der geotechnischen Bearbeitung wird auch das Thema Altlasten, Altstandorte bzw. belastete Standorte behandelt. Dieses Thema betrifft das Schutzgut Boden, andere Schutzgüter sind nicht betroffen.

Im unmittelbaren Bereich der geplanten Baumassnahmen sind nur 2 Altstandorte bekannt, die jedoch bereits im Zuge der Sofortmassnahme SOMA 6 begutachtet und aufgrund der geringen Gefährdung vor Ort belassen wurden. Werden weitere belastete Standorte im Zuge der kommenden Projektschritte bekannt bzw. im Zuge der Bauausführung angetroffen, werden diese in Abstimmung mit den zuständigen Behörden beurteilt und entsprechend der abfallrechtlichen Vorgaben behandelt.

Da der Grundwasserspiegel in der Talflur durch die geplante Grundwasserbewirtschaftung nicht relevant verändert wird, sind daraus keine negativen Auswirkungen auf bestehenden Altlasten/Altstandorte zu erwarten.

8.2.3 MASSNAHMEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Untergrundverhältnisse sowie der Aufbau und Zustand der Bestandsdämme ist für die derzeitigen Projektphasen ausreichend bekannt. Ein diesbezüglicher Untersuchungsbedarf für die Ausführungsplanung besteht im Bereich der Dammabrückungen sowie punktuelle beispielsweise für die Gründung bzw. Gründungsverstärkung von Brücken, die Dämme unterquerende alte Gerinne, etc.

Die Dynamik der Gerinnesohle, insbesondere die zu erwartende grösste Kolktiefe, ist für die Standsicherheit der Dammfusssicherung und damit auch für die Hochwasserdämme von grosser Bedeutung. Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse durch physikalische Modellversuche ist aus geotechnischer Sicht zweckmässig.

8.3 Grundwasser und Trinkwasserversorgung

8.3.1 IST-ZUSTAND

Im Untergrund des Rheintals befindet sich ein bedeutender Grundwasserleiter. Die grössten Durchlässigkeiten weisen dabei die vom historischen Rhein geschütteten Rheinschotter auf. Ebenfalls wichtig sind die Schwemmfächer der Rheinzuflüsse. Die Mächtigkeit des Schotters nimmt von Süden nach Norden ab. Bei St. Margrethen beträgt seine Mächtigkeit noch etwa 10 m. Da die Grundwasserqualität im rheinnahen Bereich sehr gut ist, wurden einige Trinkwasserwerke direkt in das Rheinvorland oder gerade hinter dem Damm erstellt. In Rheinnähe befinden sich heute 22 Brunnen mit einer jährlichen Fördermenge von über 10 Mio m^3.

Der Grundwasserspiegel liegt im Rheintal sehr nahe an der Oberfläche. Teilweise liegt er sogar darüber und bildet Sumpfgebiete. Zur landwirtschaftlichen Nutzung wurden deshalb Drainagen angelegt. Im Talabschnitt zwischen Buchs und dem Bodensee gibt es heute mehrere hundert Drainagen mit einer Länge von über 1'000 km. Das drainierte Wasser wird über grössere Kanäle, den sogenannten Binnenkanälen, parallel zum Rhein in den Bodensee geführt.

Südlich der Engstelle bei Koblach führt der Rhein einen Teil des überschüssigen Grundwassers ab, nördlich davon infiltriert Wasser aus dem Rhein in das Grundwasser. Parallel zum Rhein wurden tieferliegende Gewässer angelegt, welche den Anstieg des Grundwassers begrenzen.

8.3.2 AUSWIRKUNGEN UND BEURTEILUNG GENERELLES PROJEKT

Für die Beurteilung des Generellen Projekts wurden ein regionales Grundwassermodell und drei lokale Modelllupen erstellt. Mit Hilfe der Modelle wurden die Auswirkungen des Generellen Projekts quantifiziert. Das Projekt bewirkt bei Nieder- und Mittelwasser in Rheinnähe einen Grundwasseranstieg, insbesondere entlang der Strecke südlich des Kummenbergs. Infolge der höheren Sohlendurchlässigkeit nimmt die Infiltration aus dem Rhein zu. Bei Hochwasser würde diese Zunahme trotz tieferem Rheinwasserspiegel zu einem höheren maximalen Grundwasserstand führen. Deshalb ist im Generellen Projekt eine tiefergelegte Drainage vorgesehen, welche den Grundwasserstand kontrolliert. Das in dieser Drainage anfallende Wasser wird grundsätzlich in die Binnengewässer ausgeleitet, bei Hochwasser in den Rhein zurück gepumpt.

In Bezug auf die Grundwasserstände besitzt das Generelle Projekt keine bis geringe Auswirkungen. In Bezug auf die Infiltrationsleistung des Rheins und die Speisung der rheinnahen Gerinne wird die Situation sogar verbessert. Für die Trinkwassergewinnung ist eine höhere Infiltrationsleistung des Rheins ein Vorteil, die Einzugsbereiche werden nicht ungünstig beeinflusst. Als einzige verbleibende negative Auswirkung kann die Notwendigkeit zur Förderdung des in der Drainage anfallenden Wassers bei Hochwasser betrachtet werden.

8.3.3 MASSNAHMEN UND EMPFEHLUNGEN

Verbleibenden Unsicherheiten wird mit einer flexiblen Ausgestaltung des Projekts bezüglich Kiesentnahme und dem Betrieb der Drainage begegnet. Es wird empfohlen, die Auswirkungen des Projekts auf den Grundwasserspiegel in einem geeigneten Messnetz zu dokumentieren. Das Beweissicherungskonzept sollte im Rahmen der weiteren Projektierung detailliert ausgearbeitet werden. Da die Grundwasserspiegel auch natürlichen Schwankungen unterworfen sind, ist die Bestimmung der Ursachen einer beobachteten Veränderung schwierig. Vermutlich kann eine Interpretation nur unter Zuhilfenahme numerischer Simulationen erfolgen.

8.4 Gewässer- und Fischökologie

8.4.1 IST-ZUSTAND

Die gewässer- und fischökologischen Defizite leiten sich primär aus dem Entwicklungskonzept Alpenrhein ab. Ergänzende Untersuchungen präzisieren diese (IRKA-Programme C17 -Basismonitoring Alpenrhein und D6 - Bedeutung unterschiedlicher Morphologien bei Schwall und Sunk). Für die Gesamtbeurteilung des gewässer- und fischökologischen Zustands werden über die aquatischen Lebensraumkompartimente hinaus die Kiesbanklebensräume, die ripikolen Lebensräume (direkte Uferlebensräume inkl. Wasserwechselzonen) sowie die Auen-Lebensräume mitberücksichtigt.

8.4.1.1 Ökologisch relevante flussmorphologische Verhältnisse

Unterhalb der Illmündung wird das MW-Abflussprofil trotz hier deutlich höherer Abflüsse durch Mittelwuhren und beidseitige Vorländer auf durchschnittlich 60-80 m Gerinnebreite eingeengt. Eine hydraulisch-morphologische Dynamik wird dadurch verhindert und dem Rhein fehlen deshalb besonders im Projektabschnitt von der Illmündung bis zum Bodensee die Lebensräume, die auf eine solche Dynamik angewiesen sind. Das strukturelle Lebensraumangebot beschränkt sich auf die Hauptrinne des Rheins und ihre Ufersicherungen (meist als Blockwurf vorliegend). Im Rahmen einer 2017 durchgeführten Habitatflächenbilanz konnten die naturfernen Verhältnisse im internationalen Abschnitt deutlich aufgezeigt werden. Hinsichtlich der ökologisch relevanten hydromorphologischen Attribute muss der gesamte Projektperimeter deshalb als „schlecht“ eingestuft werden. Diese strukturellen Defizite führten zusammen mit den heute noch bestehenden hydrologischen Beeinträchtigungen (v.a. Schwall-Sunk) durch hydroelektrische Nutzungen im Einzugsgebiet des Alpenrheins zur Einstufung der Internationalen Strecke als „erheblich veränderter Wasserkörper“ gemäss Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Darüber hinaus fehlt die ökologisch wertvolle Vernetzung mit den verbleibenden Zuflüssen Frutz und Ehbach. Auch die Vernetzung über den Projektperimeter hinaus (Illmündung, Flachwasserbereich des Bodensee in der Fussacher Bucht) ist unzureichend oder fehlt gänzlich.

8.4.1.2 Biologische Verhältnisse

Die strukturellen Defizite des Alpenrheins widerspiegeln sich auch in der stark beeinträchtigten Lebensgemeinschaft. Im gesamten Projektabschnitt war ein „schlechter“ fischökologischer Zustand nach dem Fischindex Austria (FIA) feststellbar mit sehr geringen Beständen, die teilweise eine Biomasse unter 5 kg/ha aufwiesen.

Hinsichtlich der Besiedlung mit Benthosorganismen (Wirbellose der Flussohle) ist zwar hinsichtlich der Wasserqualität ein gutes, für den Flussabschnitt aber untypisches Artenspektrum nachgewiesen. In dem hier hyporhithralen bis epipotamalen Alpenrhein dominieren rhithrale Bergbacharten bis hinein in den Mündungsbereich.

Aufgrund der fehlenden Begleitauen weist der Projektperimeter im Bestand keine Makrophytenbestände oder lokale Vorkommen von Wasserpflanzen auf.

Weil entsprechende Lebensräume fehlen, fehlt auch die ripikole Fauna und Flora sowie diejenige der unbewachsenen und bewachsenen Kiesbänke gänzlich. Gleiches gilt für die Auenlebensräume.

Insgesamt sind die derzeit vorliegenden biologischen Verhältnisse im Alpenrhein bei gegebenem Abflussregime stark gestört bis schlecht.

8.4.2 AUSWIRKUNGEN UND BEURTEILUNG GENERELLES PROJEKT

8.4.2.1 Auswirkungen in der Bauphase

Aufgrund des vorgeschlagenen Bauablaufes und da der zukünftige Materialeintrag durch passives Abschwemmen in einer ähnlichen Grössenordnung wie der jährlich abgeschwemmte Letteneintrag liegt und nur rund 10-15 % der jährlichen natürlichen Feinsedimentfracht des Alpenrheins ausmacht, ist von höchstens sehr geringen verbleibenden Auswirkungen auf die Gewässerökologie in der Bauphase auszugehen.

8.4.2.2 Auswirkungen in der Betriebsphase

Durch die Aufweitung des Mittelgerinnes kann der Alpenrhein gewässerökologisch deutlich aufgewertet und naturnaher gestaltet werden, wichtige Umlagerungsprozesse können dadurch reaktiviert werden. Die rechtlichen Anforderungen nach der Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit bzw. des "guten ökologischen Potentials" werden durch die Anwendung eines Trittsteinkonzepts umgesetzt. Wo möglich und keine Brunnenstandorte zu berücksichtigen sind, wird der zur Verfügung stehende Raum ausgenutzt, um ökologisch wertvolle Trittsteine mit grossen dynamischen Gewässerbreiten und entsprechenden Lebensräumen für die aqutische Lebensgemeinschaft entstehen zu lassen. In diesen Trittsteinen können sich Auwaldflächen ausbilden. Auch die Abschnitte zwischen diesen Trittsteinen werden gegenüber dem heutigen Mittelgerinne deutlich verbreitert, sodass eine Vernetzung der Trittsteine sichergestellt wird. Sogar innerhalb dieser schmaleren Abschnitte kann gegenüber dem Bestand ein deutlich verbesserter dynamischer Lebensraum geschaffen werden. Gleichzeitig wird die Konnektivität zwischen Bodensee und oberliegenden Abschnitten im Alpenrhein für aquatische Organimsen und insbesondere schwimmschwächere Fische optimiert. Durch eine naturnahe Anbindung der letzten im Projektperimeter verbleiben Nebenflüsse Frutz und Ehbach wird die laterale Vernetzung mit dem Alpenrhein sichergestellt.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass alle rechtlichen ökologischen Anforderungen im Projekt RHESI eingehalten sind. Auch die weitergehenden fachlichen Anforderungen können mit dem Generellen Projekt grösstenteils eingehalten werden.

8.4.3 WEITERE MASSNAHMEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Kompensation verbleibender geringer Defizite ist im Rahmen des Generellen Projekts nicht geplant. Im Rahmen einer Zusatzabklärung mit Fokus auf den unteren Abschnitt des Projektperimeters wurden weitere Massnahmen evaluiert und beurteilt. Als Fazit wurden folgende ergänzende Massnahmen zur Umsetzung empfohlen:

- Anbindung der Rheinvorstreckung ans Bodenseeufer
- Anbindung an Fussacher Bucht
- Anbindung Scheibenbach bei km 85.5

Darüber hinaus wird seitens der IRR eine Flächensicherung der für die ehemals vorgesehene Dammabrückung bei Fussach-Hard nötigen Grundflächen angestrebt, um die Dammabrückung möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt umsetzen zu können.

Eine verbesserte Anbindung der Illmündung und des Spiersbach an den Alpenrhein bzw. das Projekt RHESI wird ebenfalls empfohlen.

Die oben aufgeführten Anbindungsmassnahmen werden als ökologisch sinnvoll erachtet und zur Umsetzung empfohlen, sind aber aufgrund der Lage ausserhalb des Projektperimters nicht Projektbestandteil von RHESI.

8.5 Terrestrische Ökologie und Nutzungen

8.5.1 IST-ZUSTAND (BESTAND)

8.5.1.1 Orts- und Landschaftsbild

Für das Rheintal sind die linearen Elemente des Rheinlaufes prägend. Sie sind über die Jahrzehnte eine Eigenart der modernen Kulturlandschaft geworden. Die Strukturvielfalt am Rhein hat in den letzten Jahren aber abgenommen. Massgeblich hierfür sind der Abtrag der Auflandungen auf dem inneren Wuhr und die allgemeine Reduktion der Gehölze am Hochwasserdamm. Der Rhein ist steriler und technischer geworden. Die Linearität hat nochmals zugenommen.

Verstärkt wird diese Prägung durch die Starkstromleitungen, welche als zusätzliche Störungen wahrgenommen werden: sie verstärken den naturfernen Charakter.

Die Rheindämme in erhöhter Lage bieten Ein- und Ausblicke, welche früher in den ursprünglichen Auen so nicht möglich waren. Aber auch sie geben kaum Einblicke ins bewegte Wasser. Der Fluss ist nur auf Brücken, aus der Ferne oder direkt auf der inneren Wuhr einsehbar und erlebbar.

8.5.1.2 Freizeit und Erholung

Der Rhein mit dem Vorland und den Dämmen ist ein beliebtes Naherholungsgebiet. Es sind vor allem die linearen Bewegungen der Erholungssuchenden auf den Radwegen, die hohe, überregionale Bedeutung haben. Dies gilt insbesondere in der warmen Jahreszeit. Das Spektrum der Benutzer geht von Familien mit Kindern, die kurze Strecken machen bis zu Leistungssportlern, die in hoher Geschwindigkeit lange Strecken auf dem internationalen Radweg fahren.

Die lauschigen Wege auf dem inneren Wuhr werden von einheimischen Fussgängern, meist mit Hunden, von Joggern und im oberen Teil auch von Reitern gern begangen.

Flächige Erholungsanlagen und Sportplätze sind im urbanen Abschnitt zwischen St. Margrethen – Höchst und Widnau – Lustenau vorhanden. Im Übrigen sind kaum Verweilräume und Plätze innerhalb der Dämme vorhanden. Diese befinden sich ausserhalb. Die Gastronomie im direkten Umfeld, welche oft gut beschildert ist, profitiert von den vielen Radfahrern. Von einer eigentlichen touristischen Nutzung mit Wertschöpfung kann nur im bescheidenen Ausmass gesprochen werden.

Die speziellen Erholungsbetriebe wie Rheinholzen, Pontonierfahren, im übertragenen Sinn auch die Jagd, haben ihre Ansprüche an das Projekt gestellt.

Als Vorbelastung für die Erholungsnutzung muss der Lärm des Strassenverkehrs genannt werden. Die nah geführten Strassen, insbesondere die Autobahnen, sowie die häufig querenden Brücken sind prägend für die Verlärmung vieler Abschnitte des Rheins. Die Wege innerhalb der Dämme und auf der Wuhr sind demgegenüber deutlich ruhiger als jene auf dem Damm.

8.5.1.3 Landwirtschaft und Boden

Die Vorländer und die Dämme des Rheines sind durchgehend landwirtschaftlich genutzt, als Grünland zur Futterproduktion. Die Vorländer sind alle paar Jahre überschwemmt, im unteren Teil häufiger (alle 2-3 Jahre), im oberen Teil seltener (alle 5-10 Jahre). Die Wiesen sind meist an die umliegenden Landwirtschaftsbetriebe verpachtet: sie sind mehrheitlich stark gedüngt (4 bis 5 Nutzungen) und im Herbst teilweise beweidet. Einzelne Abschnitte sind extensiv bewirtschaftet und präsentieren sich als artenreiche Halbtrockenrasen (mehrheitlich Grundwasserschutzzonen).

Die Dämme werden mehrheitlich nicht gedüngt und entwickeln sich zu schönen Magerwiesen mit spätem Sommerschnitt. Sie werden als Biodiversitätsförderflächen von den Landwirtschaftsbetrieben angemeldet und vom Staat abgegolten. Die Beiträge variieren zwischen Schweiz und Österreich stark.

Die Böden sind mehrheitlich als junge Flussauen-Böden (Fluvisol) ohne Verbraunung anzusprechen. Entsprechend gering ist oft das Speichervermögen für Nährstoffe. Der Sandgehalt nimmt gegen den See hin ab, der Schluff und Tongehalt nimmt zu. Die Verwertbarkeit des vom Rhein regelmässig abgelagerten Rheinletten für Bodenverbesserungen ist gegeben. Dennoch wird das meiste Sediment dem Rhein zugeschoben, im Rahmen der regelmässigen Reprofilierung der Dämme und Vorländer. Dabei wird auch das Gehölz entfernt.

8.5.1.4 Terrestrische Ökologie

Pflanzen und Lebensräume

Wiesen und krautige Bestände

Im Gewässerraum, der sich funktional zwischen den Aussenböschungen der Hochwasser-Dämme aufspannt, sind mehrheitlich sekundäre Lebensräume vorhanden. Diese sind von der landwirtschaftlichen Nutzung und vom regelmässigen Unterhalt geprägt. Oft sind die Dämme mit sehr artenreichen Magerwiesen bewachsen. Es gibt solche Magerwiesen, sogar Halbtrockenrasen, vereinzelt auch auf den Vorländern, meist aber nur kleinflächig.

Unternutzte Flächen oder Brachflächen vor allem entlang dem Wuhr entwickelten sich abschnittsweise zu reinen Goldrutenbeständen. Das Thema der invasiven Neophyten erhält mit dem regelmässigen Wuhrabtrag zusätzliche Bedeutung, weil Pionierflächen gern von solchen besetzt werden.

Gesamthaft sind in verschiedenen Inventaren bis 400 verschiedene Gefässpflanzen dokumentiert.

Gehölze

Die Hecken und Einzelgehölze konzentrieren sich an den Mittelwuhren. Einzelne Bestände und Hecken sind auch an den Aussendämmen vorkommend. Eigentliche Wälder sind nur ausserhalb der Dämme anzutreffen. Die Bestände an den Aussendämmen und am dortigen Dammfuss werden im Verlauf der letzten und der nächsten Jahre aus Gründen der Dammsicherheit und der "Dammverteidigung" weichen müssen. Direkt angrenzend sind jedoch ausgedehnte Wälder und Feldgehölze anzutreffen, insbesondere im Bereich der Ill- und Frutzmündung. Im Vorland selber sind markante Einzelbäume an einer Hand abzuzählen.

Schutzgegenstände

Auf der Schweizer Seite ist eine Fläche ob Kriessern am Mittelwuhr im nationalen Inventar der Trockenwiesen und -weiden aufgeführt. Im kantonalen Inventar sind Flächen an den Hochwasserdämmen bei Kriessern und bei Widnau bezeichnet. Auf Seite Österreich sind die Magerwiesen am Hochwasserdamm bei Koblach und Mäder im Biotopinventar aufgeführt. Verdient hätten diesen Status auch die sehr artenreichen Bestände zwischen Höchst und Fussach.

Pionierstandorte, Ruderalstandorte

Unterhalb der Illmündung ist die Bildung von Kiesbänken praktisch unterbunden. Die Vegetation der inneren Wuhr variiert je nach Höhe über dem Wasserspiegel und Pflegezustand (regelmässige Abbaggerung des Letten) von künstlicher Pionier- und Felsflur (mit geringer Deckung von Alpenschwemmlingen und trockenliebenden Ruderalpflanzen), über artenreiche Trockenwiese (Mesobromion) zu Beständen mit niedrigen Pioniersträuchern (Weiden, Grauerlen, Birken, dazu Eschen, Vogelkirschen, Bergahorn, Hartriegel und Heckenrose).

Die Tiere und ihre Lebensräume

Heute finden sich faunistische Werte im Projektperimeter fast ausschliesslich auf den Dämmen (Magerwiesen) und an dem Mittelwuhr (Magerwiesen, Hecken und Hochstaudenfluren). Typische Arten der Auen fehlen fast vollständig. Es kommen aber einige seltene und gefährdete Arten vor.

Die Vernetzung

Der Gewässerraum des Alpenrheins ist ein zentrales Element für die Vernetzung der verbliebenen Lebensräume im intensiv genutzten und besiedelten Rheintal zwischen Feldkirch und dem Bodensee. Es handelt sich um die grösste, lineare Magerwiesenstruktur im Rheintal. Der Längsvernetzung ist vor allem in Bezug auf Amphibien (Leitarten Gelbbauchunke und Erdkröte), Reptilien (Zauneidechse und Schlingnatter) und Kleinsäuger (Leitarten Mauswiesel und Feldhase) Beachtung zu schenken. Die Quervernetzung ist für Säugetiere in den Bereichen Diepoldsau, Montlingen und Rüthi wichtig. Die zusammenhängenden Siedlungsbänder und die stark frequentierten, meist eingezäunten Verkehrsachsen zerschneiden die Landschaft des Rheintals. Eine Durchgängigkeit für Wildtiere müsste ausserhalb des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) mit zusätzlichen, baulichen Massnahmen ermöglicht werden. Dies betrifft insbesondere die Autobahnen und Bahnlinien.

8.5.2 GENERELLES PROJEKT

8.5.2.1 Landschaftsbild

Der technische Aspekt des Bauwerkes wird durch die Aufweitung des Flussraumes entschärft. Es können sich naturnahe Strukturen mit Kiesbänken und Auengehölz entwickeln. Vielfalt und Naturnähe werden steigen. Der naturnahe Flussraum wird erlebbar. Das Wasser ist wieder einsehbar, weil die Wuhr wegfällt. Abschnittsweise werden Hecken und Magerwiesen das Bild beleben.

8.5.2.2 Freizeit und Erholung

Die Zugänglichkeit zum Fluss wird in regelmässigen Abschnitten möglich. Oft grenzen Kiesbänke direkt an die eigens dafür geschaffenen Abgänge, so dass der Flussraum begehbar wird.

In ausgewiesenen Abschnitten werden gezielt Erholungsräume als öffentlich nutzbare Freiräume gestaltet. Es handelt sich dabei mehrheitlich um nutzungsoffene Spielwiesen, um Sitztreppen in den Böschungen, Pfade und Wege mit Verweilorten etc.

Abbildung 58: Entscheidend ist der vollwertige Ersatz der Rad- und Fusswege, begleitet durch attraktiv angelegte Blumenwiesen. Die Wegführung oben oder unten am Damm entscheidet über die Qualität bezüglich Lärm (z.B. Abschirmung von der Autobahn) und die Aussicht.

Für die Spielfelder und Parkierungsflächen im Vorland wird nach Möglichkeiten versucht, diese Nutzungsansprüche ausserhalb des Flussraumes zu ersetzen. Insgesamt geht es um rund 11 ha intensiv genutzte Spielwiesen. Es entstehen neue, nutzungsoffene Spielwiesen im Umfang von rund 20 ha (als erste Prognose).

Die gesamte, bestehende Erholungsinfrastruktur wird mit dem Projekt erneuert und umgelegt. Die entsprechende Detailplanung erfolgt in der nächsten Phase. Es besteht die Chance, dass deutliche Mehrwerte für die Naherholung entstehen.

Für den ökologischen Ausgleich in den Schongebieten wird ein Besucherlenkungskonzept erarbeitet.

Die Lokalisierung der geplanten Zu- und Abgänge vom Damm ins Vorland, vom Vorland zum Flussraum, erfolgt in Absprache mit den Erfordernissen des Unterhalts.

Die speziellen Erholungsbetriebe wie Rheinholzen, Pontonierfahren, im übertragenen Sinn auch die Jagd, haben ihre Ansprüche an das Projekt gestellt. Diese werden im Rahmen der Detailprojektierung nochmals eingehend geprüft.

8.5.2.3 Landwirtschaft und Boden

Hinweis zum Umgang mit dem Boden

Dem Boden als Ressource kommt hohe Bedeutung zu. Boden muss grundsätzlich verwertet werden und kann nicht einfach entsorgt werden. Grossflächige Bodenverbesserungen sind eine Chance für die Landwirtschaft in der Region. Die vertiefte Beurteilung der Eignung von Flächen für die Bodenverbesserungen steht noch aus (Landwirtschaftliche Planung).

Chancen und Risiken für die Landwirte als Bewirtschafter

Die Landwirtschaft verliert rund drei Viertel der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Vorland. Der verbleibende Rest wird nur noch extensiv genutzt werden. Allgemein wird davon ausgegangen, dass der Gewässerraum vom Aussendamm zum Aussendamm im Rahmen von Rhesi ausgeschieden wird, also am Rhein mittelfristig kein Dünger mehr ausgebracht wird.

Die Ertragfähigkeit der verbleibenden Vorlandflächen ist etwa um die Hälfte bis zwei Drittel geringer als heute. Die Verwertung des Erntegutes bedingt einen angepassten Tierbestand der Betriebe. Es sind Möglichkeiten der extensiven Beweidung zu suchen, denn diese ist aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht interessant.

Der Verlust der Produktionsflächen hat Konsequenzen für etliche Betriebe. Auf Seite Österreich sind die Verlustzahlen generell höher, weil weniger ökologische Abgeltungen möglich sind.

Abbildung 59: Beweidung mit Schottischen Hochlandrindern bei der Mündung des Alten Rheins, ein Erfolgsmodell

Die Pflege der verbleibenden Wiesen in den Vorländern und die Dammböschungen durch die Landwirtschaft macht dennoch Sinn. Das anfallende Grüngut soll nach Möglichkeit verwertet und nicht einfach deponiert oder kompostiert werden. Die naturnahe Nutzung ermöglicht die Abgeltung der landwirtschaftlichen Pflege als ökologische Leistung.

8.5.2.4 Terrestrische Ökologie

Eine markante Verbesserung wird durch die Schaffung grosser, dynamischer Kiesflächen und Flusskies-Pionierfluren für die Kiesbankfauna erreicht.

Dasselbe gilt für die Arten, welche von Auen-Weidengebüschen profitieren. Auch die Bedingungen für Tiere der Auenwälder werden verbessert.

Der Neuaufbau der Dämme und Dammfusssicherung bietet eine grosse Chance zur Schaffung geeigneter Strukturen und Elemente für seltene Tierarten. Es ist aber mit einem höheren Störungspotential zu rechnen, weil die attraktiven Räume mehr Besucher anziehen werden.

Die Längsvernetzung kann mit dem Gehölzbestand im Flussraum, in der Dammfusssicherung und am Hochwasserdamm verbessert werden. Niederheckenbestände in den Überprofilen am Hochwasserdamm sind sehr wichtig als Ersatz für die Wuhr. Entscheidend ist, dass entsprechende Gehölzbestände auch ausserhalb des Perimeters aktiv gefördert werden.

Die gewünschte, hohe Qualität der Sekundärbiotope (Magerwiesen und Strukturen) kann dann erreicht werden, wenn entsprechende Mehraufwände in der Ausführungsphase budgetiert und umgesetzt werden. Entsprechende Standards sind beschrieben und im Rahmen der Detailplanung zu konkretisieren. Im Vorlauf der Bauarbeiten werden die aktuellen Pflanzenbestände nochmals erhoben und allfällige Massnahme zur Schonung und Ersatz im Detail projektiert.

Die Wiesen werden durch die wegfallende Düngung deutlich vielfältiger aus ökologischer Sicht.

Für die terrestrischen Lebensräume resultiert ein deutlicher Mehrwert bezüglich Lebensraumqualität. Die vorhandenen Schutzgebiete von kommunaler und regionaler Bedeutung werden mit der vorgesehenen Aufwertung des Flussraumes und der Begleitmassnahmen im terrestrischen Bereich wertmässig mehr als ersetzt.

9 PFLEGE UND UNTERHALT

Nachfolgend werden die wichtigsten Pflege- und Unterhaltsmassnahmen zur langfristigen Sicherstellung des Hochwasserschutzes mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) erläutert. Eine detaillierte Regelung der Pflege und des Unterhalts wird in einer späteren Projektphase in einem Überwachungs- und Unterhaltskonzept geregelt.

Um die Sohle des Rheins langfristig stabil zu halten, sind Kiesentnahmen erforderlich. Diese sind im Bereich Büchel, Diepoldsau und vor der Vorstreckung vorgesehen. Die Einstellung der gewünschten Sohlenlage erfolgt durch Anpassung der Entnahmemengen (Mappe C, Einlage 101 im Generellen Projekt).

Zur sicheren Ableitung von Hochwasser ist ein gewisser Abflussquerschnitt erforderlich, welcher nicht einwachsen darf. Der frei zu haltende Abflussquerschnitt bzw. die maximale Ausdehnung des Bewuchses im dynamischen Gewässerbereich wird im Fachbericht Hydraulik und Geschiebe, Nachweis Hochwasserschutz (Mappe C, Einlage 101 im Generellen Projekt) definiert. Die Ausdehnung des Bewuchses muss periodisch überprüft werden. Wenn nach einer Reihe von Trockenjahren die maximale Bewuchsbreite überschritten wird, muss eingegriffen werden, um den minimalen Abflussquerschnitt jederzeit frei zu halten.

Im Unterhalt muss auch im Bereich der Dammfusssicherungen, auf den Vorländern und an den Dämmen der Bewuchs auf das zulässige Mass begrenzt werden. Bewuchsfreie Vorlandbereiche und die Dammböschungen werden extensiv bewirtschaftet. Die Vorlandhöhen werden wie bisher mittels Lettenabtrag auf dem vorgesehenen Niveau gehalten.

Für die Qualmwasserbewirtschaftung und zur Grundwasserstabilisierung werden mit dem Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) Drainagen erstellt. Diese müssen periodisch gespült und geprüft werden. Da bei Hochwasser die Hinterlandvorfluter nicht zusätzlich belastet werden dürfen, werden Pumpwerke erstellt, welche das anfallende Drainagewasser zurück in den Rhein pumpen. Diese Pumpenbauwerke müssen regelmässig überprüft und unterhalten werden. Periodisch wird ein Ersatz der Pumpen und der Pumpensteuerung inkl. Messtechnik erforderlich.

10 FAZIT UND AUSBLICK

Die vorgegebenen Projektziele können mit dem vorliegenden Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) erreicht werden:

- Die Abflusskapazität wird dank der Aufweitung des Gerinnes in allen Abschnitten zumindest auf ein 300-jährliches Hochwasser (4'300 m^3/s) erhöht.
- Bei einem noch grösseren Extremereignis (EHQ) wird im Bereich der oberen Hohenemser Kurve kontrolliert notentlastet. Dadurch können Dammbrüche auch im Überlastfall verhindert und das Schadenpotential auch beim EHQ sehr stark reduziert werden.
- Mit der vorgesehenen Geschiebebewirtschaftung an drei Kiesentnahmestandorten können eine dynamische Stabilität der Flusssohle erreicht und die Geschiebefrachten an den natürlichen Zustand angeglichen werden. Die Kiesentnahmen sichern zusammen mit der Begrenzung des zulässigen Bewuchs und dem Lettenabtrag auf den Vorländern den Hochwasserabflussquerschnitt.
- Der möglichst natürliche Verlauf innerhalb der bestehenden Restriktionen wird mit dem Projekt hergestellt, das gute ökologische Potential wird erreicht. Die durchschnittlichen Breiten des dynamischen Mittelgerinnes werden von ca. 70 m auf ca. 210 m praktisch verdreifacht. Das Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) ist eine sehr grosse ökologische Verbesserung im Vergleich zum Bestand.
- Der Grundwasserspiegel im Grundwasserbegleitstrom des Alpenrheins wird durch das Projekt nicht wesentlich beeinflusst. Bei Niedrigwasser wird der Grundwasserspiegel tendenziell angehoben. Um bei Hochwasser einen Anstieg des Grundwasserspiegels gegenüber dem Bestand zu verhindern, werden abschnittsweise Drainagen vorgesehen. Diese werden so ausgebildet, dass lenkende Eingriffe zur Grundwasserstabilisierung möglich sind.
- Der Alpenrhein als Erholungsraum wird durch das Projekt deutlich aufgewertet. Insbesondere wird das Naturerlebnis gesteigert.
- Die bestehenden Trinkwasserbrunnen bleiben erhalten oder werden innerhalb des Perimeters verschoben. Mit der Ersatzwasserplanung ist die Wasserversorgung im Rheintal aus einwandfreiem Grundwasser während der Bauzeit wie auch nach Projektabschluss gewährleistet.
- Innerhalb des Projektperimeters entfällt jedoch ein grosser Teil des heutigen Vorlands. Im Projekt anfallender Oberboden und weiteres geeignetes Material kann für landwirtschaftliche Bodenverbesserungsprojekte ausserhalb des Projekts zur Verfügung gestellt werden. Damit leistet das Projekt einen Beitrag zum Erhalt der landwirtschaftlichen Produktionsfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit. Das verbleibende Vorland wird zukünftig (projektunabhängig aufgrund der Festlegung des Gewässerraums) extensiver bewirtschaftet.
- Die technische Realisierbarkeit wird mit den vorliegenden Projektunterlagen aufgezeigt. Für die rechtliche Realisierbarkeit wurden mit der weitgehenden Zielerreichung und der Abstimmung des Projekts mit den Akteuren und Behörden gute Voraussetzungen geschaffen.

Bei der weiteren Projektierung in den nächsten Projektphasen sind aus derzeitiger Sicht insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Zur Untersuchung verschiedener hydraulischer Fragestellungen werden physikalische Modellversuche vorgesehen:
  - Morphologische Entwicklung, Kolktiefen und Bankhöhen
  - Ausbildung von Rinnen, Furten und Schnellen mit Verlauf des Nieder- und Mittelwasserspiegels
  - Auswirkung von Auenwald auf die Sohlenlage und Hochwasserspiegel
  - Kolktiefen, insbesondere in sehr breiten Abschnitten und in Bereichen mit Torfschichten im Untergrund, Ausbildung Dammfusssicherung und Kolkschutz
  - Pfeilerkolktiefen und Fundation von Brückenpfeilern
  - Sohlenerosion bei teilverklausten Brücken
  - Eigendynamische Aufweitung mit Initialisierung, Untersuchung Bauzustände
  - Wirkung und Dimensionierung von Buhnengruppen und Buhnenfeldern.
  - Ausbildung der ARA-Einleitung
- Aus geotechnischer Sicht sind neben den Ergebnissen der physikalischen Modellversuche im Bereich der Dammabrückung detailliertere Untersuchungen der Untergrundverhältnisse erforderlich. Punktuell besteht zudem Untersuchungsbedarf zu den Gründungsverhältnissen der Brücken.
- In der weiteren Projektierung der Dämme zu konkretisieren ist der Dammbau in den Torfbereichen sowie die definitive Ausbildung der Überström- und Überschwappsicherungen.
- Zur Beweissicherung werden die Grundwasserspiegel in einem geeigneten Messnetz dokumentiert.
- Damit bei Baubeginn im Bereich der Brunnen auch für Störfälle genügend Trinkwasser zur Verfügung steht, werden die Projekte zur Ersatzwasserplanung vorangetrieben.
- Aus ökologischer Sicht wird in der weiteren Projektierung insbesondere auf die Schaffung und Vernetzung hochwertiger Lebensräume ein Schwerpunkt gelegt, sowohl im aquatischen als auch im terrestrischen Bereich.
- Die Infrastruktur für Freizeit und Erholung wird in enger Zusammenarbeit mit den Gemeinden weiterentwickelt. Zudem wird die Erarbeitung eines Besucherlenkungskonzepts vorgesehen.
- Die landwirtschaftlichen Bodenverbesserungsprojekte ausserhalb des Projekts müssen soweit vorangetrieben werden, dass bis zur Umsetzung des Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein das geeignete Material möglichst wiederverwertet werden kann.

11 GLOSSAR

Nachfolgend werden die verwendeten Abkürzungen und in Österreich und der Schweiz abweichende Begriffe erläutert.

Abkürzung	Begriff CH	Begriff AT	Erläuterung
IRKA			Internationale Regierungskommission Alpenrhein: gemeinsame Plattform der vier Regierungen von Graubünden, St. Gallen, Liechtenstein und Vorarlberg. Sie dient dem länderübergreifenden Informationsaustausch, der Diskussion, Entscheidungsfindung und Planung wasserwirtschaftlicher Massnahmen am Alpenrhein.
GRK			Gemeinsamen Rheinkommission: Führung der Internationalen Rheinregulierung, besteht aus je zwei Vertretern der Republik Österreich sowie der Schweizerischen Eidgenossenschaft.
IRR			Internationale Rheinregulierung: für den Hochwasserschutz zwischen der Illmündung und dem Bodensee zuständig.
PG			Planergemeinschaft: die Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein wurde mit der Projektierung der Variantenuntersuchung, des Generellen Projekt inkl. UVE und UVB beauftragt.
Rhesi			Rhein – Erholung und Sicherheit: In der Öffentlichkeitsarbeit verwendete Bezeichnung des vorliegenden Projekts Hochwasserschutz Alpenrhein zwischen Illmündung und Bodensee.
WRRL			Europäische Wasserrahmenrichtlinie: rechtlichen Rahmen für die Wasserpolitik innerhalb der EU
	Installationsflächen	Baustellenflächen	Flächen für die Baustelleneinrichtung: Produktions-, Transport-, Lager- und sonstige Einrichtungen, die zur Errichtung eines Bauwerks auf der Baustelle benötigt werden. Im Einzelnen sind dies Geräte, Maschinen, Gebäude zur Unterbringung

			von Arbeitskräften, witterungsempfindlichen Bau- und Bauhilfsstoffen, Ersatzteilen und Ähnlichem, Bearbeitungs- und Lagerflächen sowie Verkehrsflächen.
	Interventionspiste	Verteidigungsweg	Fahrweg am luftseitigen Dammfuss, welcher während Hochwasserereignissen von Einsatzfahrzeugen befahren werden kann, um den Damm zu überwachen und Material für Interventions- bzw. Dammverteidigungsmassnahmen wie Auflastschüttungen anzuliefern.
	Trittstein	Trittstein	Unter Trittsteinen sind Bereiche zu verstehen, in welchen sich Auwald und vielfältige Strukturen (z.B. Stillwasserzonen) entwickeln können. Für diese Trittsteine braucht es Flussaufweitungen und gegebenenfalls Dammabrückungen mit 250 m bis 350 m Breite. Der im Projekt Rhesi verwendetet Begriff Trittstein ist in Deutschland als kleine Aufwertung in einem nicht renaturierten Abschnitt zur Vernetzung von Kernlebensräumen belegt. Die im Projekt Rhesi als Trittsteine bezeichneten Bereiche würden in Deutschland als Kernlebensräume bezeichnet (wobei der Begriff Kernlebensraum in Österreich, der Schweiz und auch in Süddeutschland wenig gebräuchlich ist).
	Freibord	Freibord	Das Freibord bezeichnet den senkrechten Abstand zwischen dem Wasserspiegel und der Oberkante des Ufers eines Wasserbauwerks (z.B. Damm) oder der Unterkante einer Brücke. Der Begriff Freibord wird im Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) nicht nur für den Dimensionierungsabfluss angewendet, sondern gemäss üblicher Verwendung in der Schweiz für alle Abflussszenarien.

12 VERWENDETE UNTERLAGEN

[1] HEIERLI, Hunziker & Zarn, Tergeso (2000): Hydrologie Alpenrhein, Hauptstudie, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein

[2] HEIERLI, Hunziker & Zarn, Tergeso (2003): Hydrologie Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Flussbau

[3] UDATA (2012): Ergänzungsstudie Hydrologie Alpenrhein für die Berücksichtigung des Unwetters 2005, Abschlussbericht, im Auftrag der Internationalen Rheinregulierung (IRR)

[4] IG FLUSSBAU ALPENRHEIN, Niederer + Pozzi, ILF, DonauConsult, Sprenger & Steiner, Meisser Vermessungen, Tuffli & Partner, Hunziker & Zarn (2003): Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal, Projekt 2A (97-02a), Massnahmenkonzept, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Flussbau

[5] VAW (2011): Alpenrhein Internationale Strecke, Nachhaltiger Hochwasserschutz auf der Flussstrecke der Internationalen Rheinregulierung, Machbarkeitsuntersuchung, im Auftrag der Internationalen Rheinregulierung (IRR)

[6] VAW (2009): Alpenrhein Internationale Strecke, Nachhaltiger Hochwasserschutz innerhalb der Dämme, Zwischenbericht mit Grobkostenschätzung, im Auftrag der Internationalen Rheinregulierung (IRR)

[7] Hunziker, Zarn & Partner (2009): Vertiefung Notentlastung Alpenrhein, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein

[8] PETRASCHECK, Grebner, Schlegel (2011): Studie Notentlastung Alpenrhein, Ableitung in den Walensee, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Flussbau

[9] ARGE Rheinblick, Hunziker, Zarn & Partner, Eberstaller-Zauner Büros, Rudhardt + Gasser, ARGE Limnologie, TK Consult (2005): Entwicklungskonzept Alpenrhein, Kurzbericht

[10] Internationale Rheinregulierung (IRR) (2016): Faktenblatt Planungsvorgaben Generelles Projekt

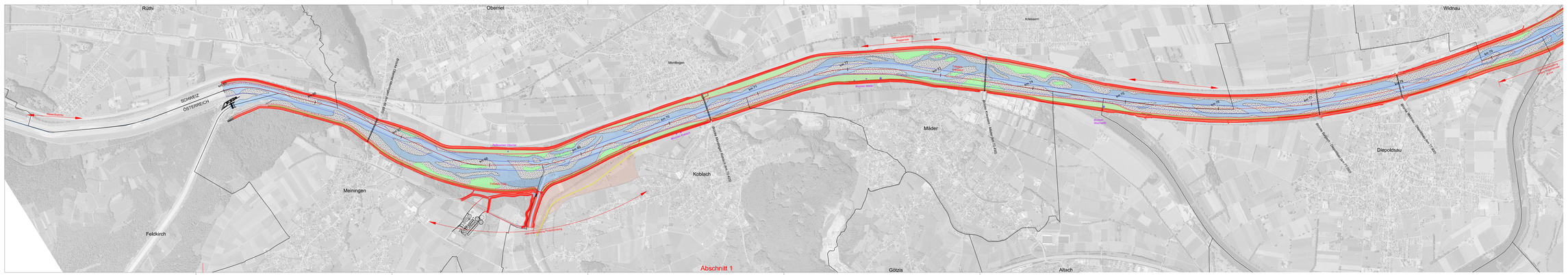
13 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

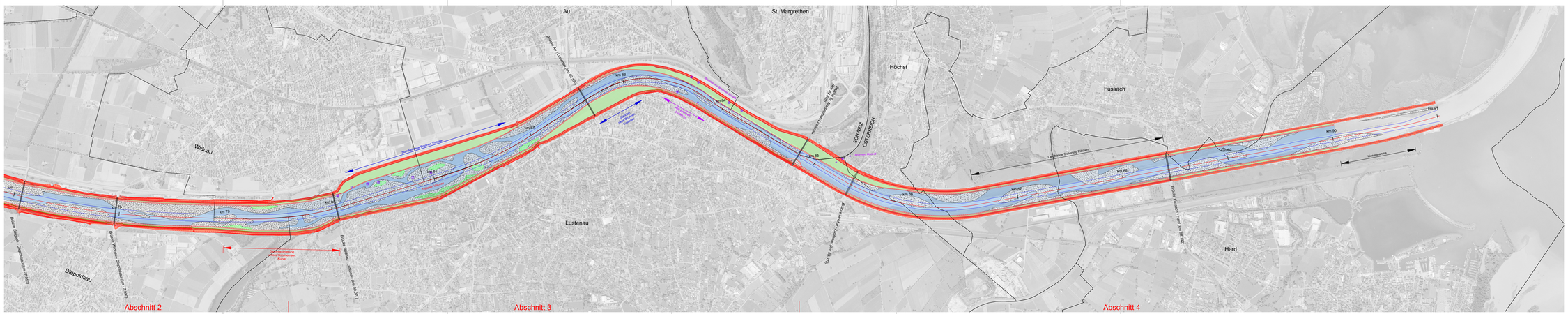
Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter 8
Abbildung 2: Bestand, Rhein km 69, Bereich Frutzmündung, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015) 16
Abbildung 3: Bestand, Rhein km 73, Bereich Kriessern / Mäder, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015) 16
Abbildung 4: Bestand, Rhein km 75, Bereich Diepoldsau, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015) 17
Abbildung 5: Bestand, Rhein km 81, Bereich Viscose, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015) 17
Abbildung 6: Bestand, Rhein km 83, Bereich Lustenau / Au, Blick flussaufwärts (Flugaufnahme 2015) 18
Abbildung 7: Bestand, Rhein km 84, Bereich St.Margrethen/Lustenau, Blick flussabwärts (Aufnahme 2015) 18
Abbildung 8: Bestand, Rhein km 87, Bereich Hard / Fußach, Blick flussabwärts (Flugaufnahme 2015) 19
Abbildung 9: Ablaufschema Variantenuntersuchung 28
Abbildung 10: ökologische Funktionen über die gesamte Flusslänge und in den Trittsteinen 29
Abbildung 11: morphologische Strukturen bei verschiedenen Gerinnebreiten 29
Abbildung 12: verschiedene Ausbildungsmöglichkeiten des Trittsteinkonzepts 30
Abbildung 13: Ausbildung des Trittsteinkonzepts im Generellen Projekt 31
Abbildung 14: Visualisierung Trittstein Frutzmündung, Rhein km 69, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 32
Abbildung 15: Visualisierung Trittstein Kriessern / Mäder, Rhein km 73, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 32
Abbildung 16: Visualisierung Trittstein Viscose, Rhein km 81, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 33
Abbildung 17: Visualisierung Bereich Obere Hohenemser Kurve / Diepoldsau, Rhein km 75, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra). In der Hydraulik wurde etwas weniger Bewuchs berücksichtigt als in der Visualisierung. 34
Abbildung 18: Visualisierung Engstelle Au / Lustenau, Rhein km 83, Blick flussaufwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 34
Abbildung 19: Visualisierung Bereich St. Margrethen / Lustenau, Rhein km 84, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 35
Abbildung 20: Visualisierung Bereich Hard / Fußach, Rhein km 87, Blick flussabwärts (Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra) 35
Abbildung 21: Nach KOHS-Empfehlung berechnete Freiborde und Teilfreiborde sowie die sich mit der Geometrie des Generellen Projekts (Dammhöhen festgelegt anhand Hydraulik-Szenario V2.21 und Freibordhöhen gemäss Tabelle 3) und mit der massgeblichen Hydraulik des Generellen Projekts (Mittelwert Hydraulik-Szenarien 1.1 und F1.1 gemäss Einlage C 101 im Generellen Projekt) ergebenden Freiborde. 39
Abbildung 22: Regelprofil linker Damm 41
Abbildung 23: Dammfusssicherung 42
Abbildung 24: Mögliche Verkleidung Brückenuntersucht, Systemskizze 44
Abbildung 25: Mögliche Massnahmen gegen Setzungen und Unterkolkung, Systemskizzen (Details siehe Pläne). 47
Abbildung 26: Brücke Oberriet – Meiningen, Ansicht und Massnahmen 48
Abbildung 27: Brücke Montlingen - Koblach, Ansicht und Massnahmen 49
Abbildung 28: Brücke Kriessern – Mäder (Dienstbahn), Ansicht 49
Abbildung 29: Brücke Kriessern - Mäder, Ansicht und Massnahmen 50

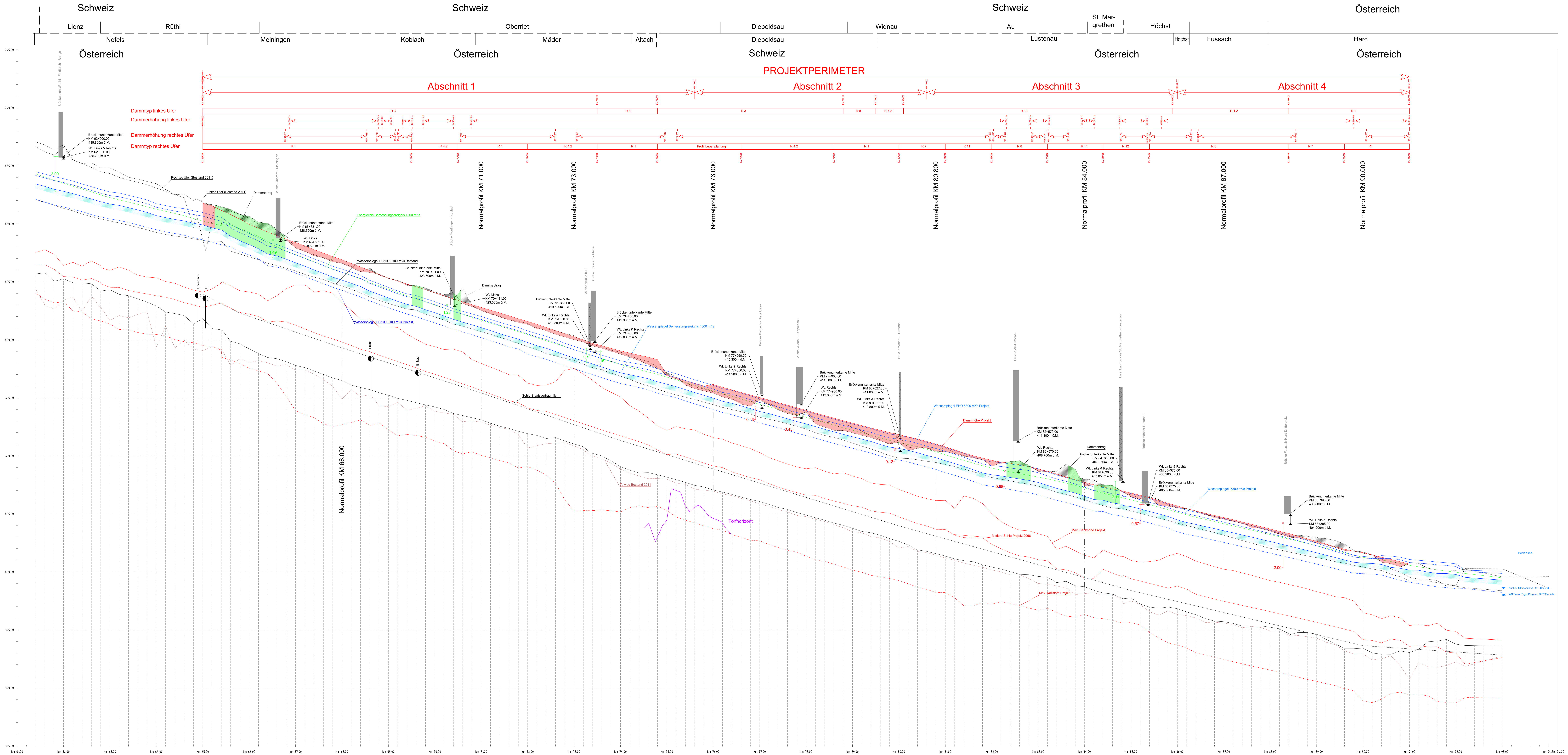
Abbildung 30: Brücke Balgach - Diepoldsau, Ansicht und Massnahmen 51
Abbildung 31: Brücke Widnau - Diepoldsau, Ansicht und Massnahmen 52
Abbildung 32: Brücke Widnau - Lustenau, Ansicht und Massnahmen 53
Abbildung 33: Brücke Au - Lustenau, Ansicht und Massnahmen 54
Abbildung 34: Brücke St. Margrethen - Lustenau, Ansicht und Massnahmen 55
Abbildung 35: Brücke Höchst - Lustenau, Ansicht und Massnahmen 56
Abbildung 36: Brücke Fussach - Hard, Ansicht und Massnahmen 57
Abbildung 37: Normalprofil Lehenenviadukt 61
Abbildung 38: Kiesentnahmen aus der Erhaltungsstrecke (km 90 – km 91) entsprechend hzp 2010, gemäss Auswertung Flussbau AG (Jahresberichte IRR) sowie Entnahmen des Unternehmens Zech im Auftrag der IRR (Quelle: IRR). 62
Abbildung 39: Schema Kiesentnahmestellen: feste Zufahrten zur Entnahme von Kies auf am Ufer anliegenden Kiesbänken. Die Gesamtlänge der Kiesentnahme beträgt ca. 1 km, der Abstand zwischen den Abfahrten ca. 250 m. 63
Abbildung 40: Kiesentnahme Büchel (Gemeinde Rüthi, km 63 bis 64) 64
Abbildung 41: Kiesentnahme Diepoldsau (km 75 bis 76) 65
Abbildung 42: best. Kiesentnahme bei km 90 vor der Vorstreckung 66
Abbildung 43 Dammquerschnitt, Neubau – Regelausbildung, mit geringdurchlässigem Schüttmaterial und Schmalwand 70
Abbildung 44 Dammquerschnitt, Sanierung - Regelausbildung 71
Abbildung 45 Durchlässigkeitsbereiche 72
Abbildung 46 Kiessäulen und Drainage zur Deckschichtentspannung, Regelausbildung 74
Abbildung 47 Pumpwerke zur Deckschichtentspannung, Regelausbildung in Ortbeton 75
Abbildung 48: Lage der Drainageabschnitte der Grundwasserhaltung entlang des Rheins 78
Abbildung 49 Drainage zur Grundwasserhaltung, Regelausbildung 80
Abbildung 50 Pumpwerk zur Grundwasserhaltung, Regelausbildung 82
Abbildung 51: Flächenvergleich Bestand und Generelles Projekt 90
Abbildung 52: Flächenvergleich Bestand und Generelles Projekt, aufgeteilt nach Staaten 91
Abbildung 53: Prinzip Initialisierung der Abschwemmung 93
Abbildung 54: Bauablauf (mögliche Reihenfolge) 95
Abbildung 55: Übersicht Baustellenerschliessung 97
Abbildung 56: Übersicht Massenermittlung 98
Abbildung 57: Materialflüsse Projekt Hochwasserschutz Alpenrhein (Rhesi) 101
Abbildung 58: Entscheidend ist der vollwertige Ersatz der Rad- und Fusswege, begleitet durch attraktiv angelegte Blumenwiesen. Die Wegführung oben oder unten am Damm entscheidet über die Qualität bezüglich Lärm (z.B. Abschirmung von der Autobahn) und die Aussicht. 115
Abbildung 59: Beweidung mit Schottischen Hochlandrindern bei der Mündung des Alten Rheins, ein Erfolgsmodell 116

14 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Charakteristische Abflusswerte für den Alpenrhein im Raum Illmündung - Bodensee 14
Tabelle 2: Abflüsse am Pegel Lustenau für ausgewählte Ereignisse 14
Tabelle 3: Freiborde für die Festlegung der Dammhöhen im Generellen Projekt 38
Tabelle 4: Prognostizierter Wasseranfall in den Drainageabschnitten [m^3/s]. 79
Tabelle 5: Zusammenfassung der Massenermittlung, alle Angaben in m^3 99
Tabelle 6: Abgeschwemmter Lettenabtrag gemäss GRK-Jahresberichten 100
Tabelle 7: Transporte: Baustelleninterne Transporte mit weissem Hintergrund, externe Transporte mit grauem Hintergrund. Die angegebene Anzahl Fahrten beinhaltet nur die Fahrten mit Material, nicht die Leerfahrten (Rückfahrten). In den Kilometerangaben sind auch die Leerfahrten (Rückfahrten) enthalten. 103


Rüthi
Oberriet
Widnau
Montlingen
Kriessern
SCHWEIZ
ÖSTERREICH
Meiningen
Feldkirch
Koblach
Mäder
Diepoldsau
Götzis
Altach
Abschnitt 1


Au
St. Margrethen
Höchst
Fussach
Widnau
Lustenau
Hard
Diepoldsau
SCHWEIZ
ÖSTERREICH
Brücke Bahn - Dornbirn (km 71,900)
Brücke Wiener - Dornbirn (km 73,900)
Brücke Wiener - Lustenau (km 80,037)
Brücke Bahn - Lustenau (km 83,237)
Brücke Fussach - Hard (km 88,300)
Hochwasserdamm Rhein Rüthenmoos Buchs
Hochwasserdamm Rheinvorland Lustenau
Hochwasserdamm Rheinvorland Fussach
Landesplatz Stillwasser Fußach
Kiesentnahme
Wasser von Bregenz / Vorach
Wasser von Rhein
Wasser von Rhein / Vorach
Wasser von Rhein / Vorach
Wasser von Rhein
km 77
km 75
km 79
km 81
km 83
km 84
km 85
km 86
km 87
km 88
km 89
km 90
km 91
Abschnitt 2
Abschnitt 3
Abschnitt 4



Legende:

- Wasserspiegel EHQ 5800 m³/s Projekt
- Wasserspiegel 5300 m³/s Projekt
- Energielinie Bemessungsereignis 4300 m³/s
- Wasserspiegel Bemessungsereignis 4300 m³/s
- Wasserspiegel HQ100 3100 m³/s Projekt
- Wasserspiegel HQ100 3100 m³/s Bestand
- Dammhöhe Projekt
- Rechtes Ufer (Bestand 2011)
- Linkes Ufer (Bestand 2011)
- Mittlere Sohle (Bestand 2011)
- Sohle Staatsvertrag IIIb
- Talweg (Bestand 2011)
- Mittlere Sohle Projekt 2066
- Max. Bankhöhe Projekt
- Max. Kolktiefe Projekt

- Symbol Platten-/Plattenbalkenbrücken
- Symbol Brücke Fachwerk
- 1.65 Freibord unter Brücken ausreichend (4300m³/s)
- 0.61 Freibord unter Brücken nicht ausreichend (4300m³/s)
- Symbol seitliche Zuläufe
- bestehende Dammhöhen beidseits ausreichend
- Erhöhung bestehender Dämme
- Dammabtrag

Datenquellen (Längen- und Querprofile):

Vermessungsdaten:	Arge Vermessung Markowski - Bolter - Schösser Rhein-Längenprofil, Februar/März 2011
Datenlieferung Wasserspiegel und Sohllagen:	Flussbau AG 02.09.2017 (Szenario 2.21)
Datenlieferung Brückendaten:	Flussbau AG 24.5.2012

Die Längenprofildaten beziehen sich auf die Projektachse.
(Download GIS-Daten vom Geodaten-Server, 11.5.2012)

Stationierung [km]	61+000	62+000	63+000	64+000	65+000	66+000	67+000	68+000	69+000	70+000	71+000	72+000
Energielinie HQ300 Projekt		433.49	432.26	431.26	430.23	429.26	427.34	425.82	424.37	422.99	421.69	420.45
WSP HQ300 Projekt [m ü.M.]		432.80	431.70	430.70	429.90	428.20	426.64	425.14	423.61	422.33	421.05	419.76
WSP HQ100 Projekt [m ü.M.]		431.45	430.42	429.49	428.61	427.31	425.75	424.26	422.77	421.46	420.18	418.77
WSP Q5300 Projekt [m ü.M.]		433.56	432.43	431.42	430.66	428.88	427.32	425.82	424.27	423.02	421.75	420.50
WSP EHQ Projekt [m ü.M.]		433.89	432.74	431.73	430.97	429.17	427.59	426.09	424.52	423.28	422.01	420.77
WSP HQ100 Bestand [m ü.M.]		431.33	430.24	429.25	428.57	427.14	425.93	424.63	423.13	421.96	420.70	419.40
Dammhöhe Projekt [m ü.M.]					431.77	429.96	428.39	426.90	425.32	424.06	422.79	421.58
Rechtes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]		436.57	434.33	433.08	428.65	430.63	427.91	426.59	425.29	424.12	422.56	421.40
Linkes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]		436.80	434.80	433.45	431.88	430.47	427.96	426.60	425.30	424.03	422.52	421.32
Sohle Projekt [m ü.M.]		425.45	424.52	423.79	422.80	422.21	421.26	419.80	418.40	417.03	415.63	414.13
maximale projektierte Bankhöhe [m ü.M.]		426.41	425.98	425.34	424.11	424.12	424.74	423.21	421.12	419.40	417.96	416.26
maximale projektierte Kolktiefe [m ü.M.]		423.27	421.37	420.46	419.50	417.54	413.89	412.69	412.25	411.27	410.03	409.07
Mittlere Sohle 2011 [m ü.M.]		425.26	424.31	422.91	421.83	419.21	417.79	416.49	415.22	414.21	413.10	411.91
2011 bestehender Talweg [m ü.M.]		423.40	421.67	419.38	419.07	418.04	417.37	414.90	414.23	413.84	412.90	410.67

Stationierung [km]	73+000	74+000	75+000	76+000	77+000	78+000	79+000	80+000	81+000	82+000	83+000	84+000
Energielinie HQ300 Projekt	419.15	417.86	416.78	415.58	414.44	413.31	412.20	411.14	410.09	408.94	408.17	407.24
WSP HQ300 Projekt [m ü.M.]	418.43	417.15	416.17	414.97	413.82	412.75	411.64	410.64	409.58	408.36	407.70	406.51
WSP HQ100 Projekt [m ü.M.]	417.51	416.23	415.19	413.99	412.83	411.74	410.65	409.64	408.54	407.37	406.64	405.49
WSP Q5300 Projekt [m ü.M.]	419.15	417.89	416.97	415.75	414.59	413.54	412.42	411.44	410.38	409.14	408.54	407.29
WSP EHQ Projekt [m ü.M.]	419.43	418.19	417.30	416.07	414.91	413.86	412.74	411.77	410.71	409.47	408.89	407.61
WSP HQ100 Bestand [m ü.M.]	418.22	416.87	415.47	414.41	413.32	412.30	411.10	409.80	409.25	408.13	407.38	406.22
Dammhöhe Projekt [m ü.M.]	420.26	419.05	416.97	416.15	415.03	413.92	412.82	411.82	410.77	409.61	408.87	407.72
Rechtes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]	420.35	418.77	417.17	415.41	414.82	413.76	411.98	411.70	410.35	409.64	408.65	408.00
Linkes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]	420.00	418.93	416.91	415.52	414.85	413.80	412.45	411.16	410.67	409.09	408.70	407.39
Sohle Projekt [m ü.M.]	413.02	411.73	410.11	409.12	407.94	406.61	405.69	404.73	403.65	402.37	401.04	399.47
maximale projektierte Bankhöhe [m ü.M.]	417.53	415.08	412.19	411.57	410.27	408.88	408.25	407.10	406.16	405.02	403.28	401.43
maximale projektierte Kolktiefe [m ü.M.]	405.22	405.16	405.29	403.71	402.67	401.35	400.16	399.24	398.21	397.21	396.69	396.31
Mittlere Sohle 2011 [m ü.M.]	411.02	409.07	408.16	407.05	406.06	404.89	403.75	402.62	401.36	400.41	399.60	398.71
2011 bestehender Talweg [m ü.M.]	410.85	408.85	407.98	406.95	405.85	404.76	403.45	402.05	401.19	400.16	399.00	398.12

Stationierung [km]	85+000	86+000	87+000	88+000	89+000	90+000	91+000	92+000	93+000	94+000	94+200
Energielinie HQ300 Projekt	406.20	405.13	404.14	403.21	402.25	401.25	400.56	399.96	399.48		
WSP HQ300 Projekt [m ü.M.]	405.62	404.47	403.54	402.61	401.64	400.75	400.15	399.77	399.28		
WSP HQ100 Projekt [m ü.M.]	404.62	403.45	402.53	401.61	400.67	399.84	399.10	398.54	398.22		
WSP Q5300 Projekt [m ü.M.]	406.43	405.23	404.28	403.30	402.24	401.19	400.80	400.46	399.86		
WSP EHQ Projekt [m ü.M.]	406.75	405.54	404.57	403.58	402.47	401.33	401.06	400.69	400.04		
WSP HQ100 Bestand [m ü.M.]	405.26	404.19	403.15	402.02	401.22	400.41	399.23	398.76	398.37		
Dammhöhe Projekt [m ü.M.]	406.79	405.68	404.68	403.69	402.63	401.65	400.67				
Rechtes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]	406.46	405.52	404.54	403.52	402.96	401.71	399.52	398.84	400.26	398.59	
Linkes Ufer (Bestand 2011) [m ü.M.]	406.63	405.49	404.60	403.52	402.48	401.60	400.67	400.12	399.56	399.58	
Sohle Projekt [m ü.M.]	399.40	398.77	397.46	396.57	395.65	394.16	393.57	393.00	392.61		
maximale projektierte Bankhöhe [m ü.M.]	400.98	401.59	400.22	399.24	398.29	396.47	395.37	394.86	394.12		
maximale projektierte Kolktiefe [m ü.M.]	395.63	393.69	392.45	391.53	390.56	388.87	389.39	388.69	389.11		
Mittlere Sohle 2011 [m ü.M.]	397.75	396.82	395.70	395.22	394.63	393.42	393.04	393.76	393.60		
2011 bestehender Talweg [m ü.M.]	397.50	396.32	395.59	394.90	394.28	392.93	390.73	392.23	392.76		

Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein Internationale Strecke km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

LÄNGENPROFIL

C	
B	
A	

PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, LEITPLANUNG: Basler & Hofmann, GEOCONSULT
ABSCHNITTSPLANUNG: Basler & Hofmann, GEOCONSULT, M+G INGENIEURE
KOORDINATION UVE / UVB: AquaPlus
GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE: AquaPlus, HYDRA
GEOTECHNIK: 3P GEOTECHNIK
TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN: OePlan

AUFTRAGGEBER: Internationale Rheinregulierung

DATUM	29.10.2019
ERSTELLT	M+G/NB
GEPRÜFT	M+G/NB
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 25000/100
MAPPE	S
EINLAGE	15

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_15_TP_20191011

Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 1
KM 68.000

C	
B	
A	

PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, OBERLEITUNG / ABSCHNITTSPLANUNG / KOORDINATION UVE / UVB / GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE

Basler & Hofmann | Basler & Hofmann | AquaPlus | AquaPlus

GEOCONSULT | GEOCONSULT | HYDRA

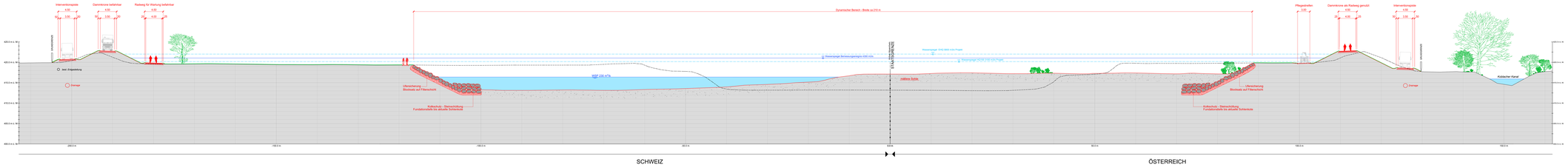
GEOTECHNIK | TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN

M+G INGENIEURE | 3P GEOTECHNIK | OePlan

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 200
MAPPE	S
EINLAGE	20

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_20_TP_20191011



Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 1
KM 71.000

0	
1	
2	

PLANUNGSGEMEINSCHAFT
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bauherrn: Bauherrenvertreter: Planer:
Baden / Rüthesen Baden / Rüthesen Arge Rhesi Arge Rhesi
GC GC
SPITZ
WINSTAD
WINSTAD
WAGNER
WAGNER
WHG INGENIEURE
3P
Geiser

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DB
MASSSTAB/BEZEICHNUNG	1 : 200
BLATTNR.	GESAMT
S	21

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_21_TP_20191011

Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 1
KM 73.000

C	
B	
A	

PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, LEITPLANUNG · ABSCHNITTSPLANUNG · KOORDINATION UVE / UVB · GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE

Basler & Hofmann · Basler & Hofmann · AquaPlus · AquaPlus
GC GEOCONSULT · GC GEOCONSULT · BEITL · HYDRA
GEOTECHNIK · TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN
M+G INGENIEURE · 3P GEOTECHNIK · OePlan

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 200
MAPPE	EINLAGE
S	22

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_22_TP_20191011

Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 2
KM 76.000

C	
B	
A	

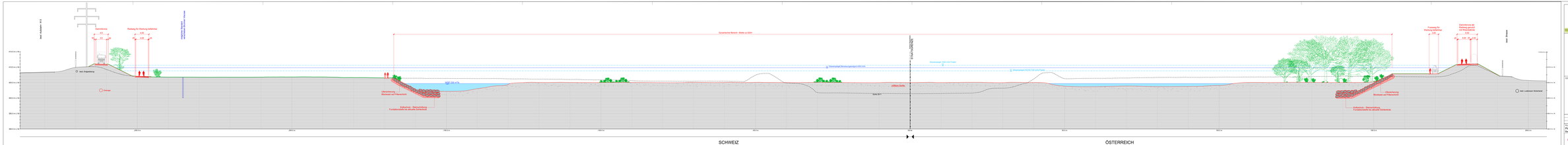
PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, LEITPLANUNG: Basler & Hofmann, GEOCONSULT
ABSCHNITTSPLANUNG: Basler & Hofmann, GEOCONSULT, BÄNZIGER PARTNER AG, M+G INGENIEURE, DATA
KOORDINATION UVE / UVB: AquaPlus, BEITL
GEOTECHNIK: 3P GEOTECHNIK
GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE: AquaPlus, HYDRA
TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN: OePlan

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 200
MAPPE	EINLAGE
S	23

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_23_TP_20191011



Rhesi Raum - Entwicklung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 3
KM 80.800

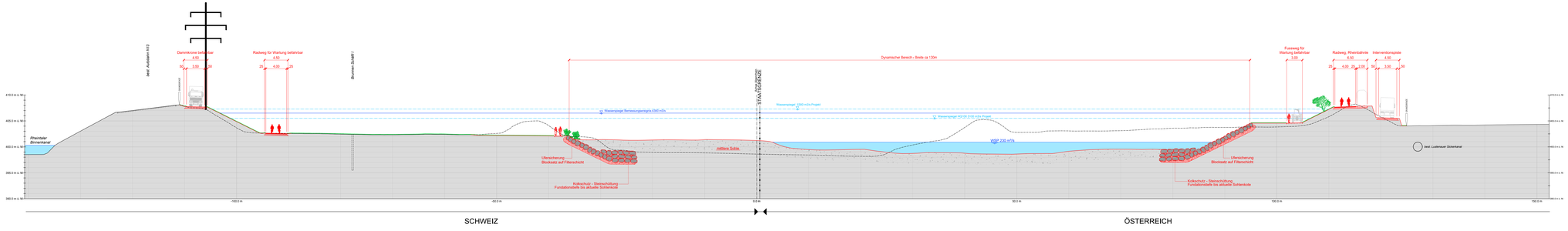
0	
1	
2	
3	

PLANERGEMEINSCHAFT
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-9123 Eschnerberg
TEL +41 (0) 81 392 60 00 FAX +41 (0) 81 392 60 01 WWW.RHESI.CH
Basler & Hofmann Basler & Hofmann
WWW.GC.CH WWW.GC.CH WWW.BUWAL.CH WWW.BUWAL.CH
WWW.GC.CH
WWW.GP.CH
WWW.VAW.ETH.CH

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2016
GEZ./FILE	LUZ
GEPRÜFT	AMB
FREIGABEVERM.	DB
MASSSTAB/FORMAT	1 : 200
BLATTNR.	S 24

DOKUMENTENNAME: Rhesi_S_24_TP_20161011



Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91
STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 3
KM 84.000

C	
B	
A	

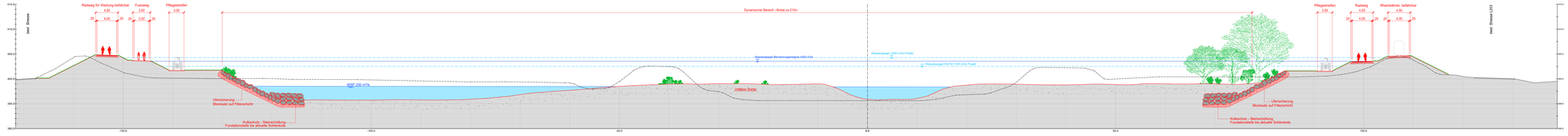
PLANVERFASSER
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Eséringen

GESAMTLEITUNG: Basler & Hofmann
BAUWERKSBAU: Basler & Hofmann
KAMMERAUER GEOTAR: AquaPlus GEOTAR
BAUBER. UMWELTBAUER: AquaPlus UMWELTBAUER
GC BUCHER
GC BUCHER
GEOTAR
GEOTAR
WHG INGENIEURE
3P GEOTECHNIK
TIEFBAUBÜRO RHEIN / ALTENREIN: GeoRhen

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/BETREFFNR.	1 : 200
MAPPE	S
EINLAGE	25

DOKUMENTENNUMMER: Rhesi_S_25_TP_20191011



Rhesi Rhein - Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 4
KM 87.000

	C
	B
	A

PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bedarag 1, CH-9470 Evatingen
Baden I Böhmann Baden I Böhmann

GEOMAGIS AG, Vaduz
Aqua-Plus
Aqua-Plus

WASSER- UND BODENBAUAMT
Aqua-Plus

MHQ INGENIEURE
GEOTEAM
3P
GEOTEST
TIROLER WASSER-KRAFTWERKE
Ott/Plan

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 200
BLATTE	S
ZEILAGE	26

DOKUMENTENNUMMER: Rhesi_S_26_TP_20191011

ÖSTERREICH

Rhesi Rhein – Erholung und Sicherheit

Hochwasserschutz Alpenrhein
Internationale Strecke
km 65 - km 91

STAATSVERTRAGSDOSSIER

TITEL

NORMALPROFIL
ABSCHNITT 4
KM 90.000

C	
B	
A	

PLANVERFASSER:
Planungsgemeinschaft Zukunft Alpenrhein
Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

PROJEKTLEITUNG, LEITPLANUNG: Basler & Hofmann, GC Geoconsult
ABSCHNITTSPLANUNG: Basler & Hofmann, GC Geoconsult, Bänziger Partner AG, M+G Ingenieure
KOORDINATION UVE / UVB: AquaPlus, Beitl
GEOTECHNIK: 3P Geotechnik
GEWÄSSER- UND FISCHÖKOLOGIE: AquaPlus, Hydra
TERRESTRISCHE ÖKOLOGIE + NUTZUNGEN: OePlan

AUFTRAGGEBER
Internationale Rheinregulierung

DATUM	11.10.2019
ERSTELLT	LUZ
GEPRÜFT	AME
FREIGEGEBEN	DS
MASSSTAB/SEITENZAHL	1 : 200
MAPPE	EINLAGE
S	27

DOKUMENTENNUMMER Rhesi_S_27_TP_20191011