Liechtenstein
Vorarlberg
Graubünden
St. Gallen
Internationale Rheinregulierung

Entwicklungskonzept Alpenrhein

Dezember 2005

Eine Initiative der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) und der Internationalen Rheinregulierung (IRR)

Impressum

Projektleiter

Klaus Michor (REVITAL ecoconsult, A-9990 Nussdorf-Debant, Vorsitz Kernteam)

Projektbegleitung Kernteam Entwicklungskonzept

Uwe Bergmeister (Internationale Rheinregulierung, Vorarlberg)
Thomas Blank (Abteilung Wasserwirtschaft; Amt der Vorarlberger Landesregierung)
Werner Böhi (Amt für Energie, Graubünden)
Leo Kalt (Tiefbauamt, Kanton St. Gallen)
Theo Kindle (Amt für Umweltschutz, Fürstentum Liechtenstein)
Armin Petraschek (Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern)
Wolfgang Stalzer (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien)

Projektbearbeitung ARGE Rheinblick

Benno Zarn (Hunziker, Zarn & Partner AG, CH-7013 Domat/Ems; Projektleiter ARGE Rheinblick)
Jürgen Eberstaller (Eberstaller-Zauner Büros, A-1180 Wien, Projektleiter Ökologie)
Michael Gasser (Rudhardt + Gasser, A-6904 Bregenz)
Christian Moritz (ARGE Limnologie; A-6020 Innsbruck)
Jürg Trösch (TK Consult AG, CH-8050 Zürich)

Subunternehmer

Florin Banzer (Sprenger & Steiner AG, FL-9495 Triesen)
Markus Grabher (Umweltbüro Markus Grabher, A- 6971 Hard)
Paul Hardegger (Hochschule für Technik Rapperswil, CH-8640 Rapperswil)
Mathias Jungwirth (Universität für Bodenkultur, A-1180 Wien)
Peter Lier (Hochschule für Technik Rapperswil, CH-8640 Rapperswil)
Heinz Meier (Strittmatter Partner AG, CH-9001 St. Gallen)
Dani Recher (Meisser Vermessungen AG, CH-7000 Chur)

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

Interreg IIIA
Alpenrhein·Bodensee·Hochrhein

Impressum (Register 1)

Inhaltsverzeichnis (Register 1) I - VII

1 Einleitung (Register 2) **1**

1.1 Ziel des Entwicklungskonzepts 1
1.2 Projektorganisation 2
1.3 Projektabwicklung 3

2 Methodik (Register 2) **5**

2.1 Grundlagen 5
2.2 Vorgehen 5
2.3 Dokumentation 8

3 Einzugsgebiet (Register 3) **9**

3.1 Allgemeines 9
3.2 Wasserkraftanlagen 11

4 Alpenrhein (Register 3) **14**

4.1 Übersicht 14
4.2 Flussgeschichte 15
4.3 Hydrologie 18
4.4 Morphologie 23
4.4.1 Übersicht 23
4.4.2 Flussbettausformung 26
4.4.3 Strukturausstattung des Alpenrheins 30
4.4.4 Mündungen der Zuflüsse 31

4.5 Geschiebehaushalt 32
4.6 Abflusskapazität, Damm- und Uferstabilität 35
4.7 Ökologie 38
4.7.1 Typisierung 38
4.7.2 Gewässergüte/Wasserqualität 38
4.7.3 Aufwuchsalgen und Bodenfauna 39
4.7.4 Fischfauna 40
4.7.5 Terrestrische Ökologie 44

5 Rheinumland (Register 3) **48**

5.1 Raumnutzung / Entwicklung 48
5.1.1 Auswirkungen des Alpenrheins auf die heutige Siedlungsstruktur 48
5.1.2 Zentrenstruktur 49

5.1.3 Wirtschaftskraft 49
5.1.4 Planungsgrundlagen 51
5.1.5 Siedlungsflächen 51
5.1.6 Verkehrsbeziehungen 52
5.1.7 Schadenpotential 52

5.2 Grundwasser und Wasserversorgung 54
5.3 Tourismus und Freizeit / Naherholung 57
5.4 Land- und Forstwirtschaft 60
5.5 Zuflüsse und Nebengewässer 62
5.5.1 Übersicht 62
5.5.2 Abfluss- und geschieberelevante Zuflüsse 63
5.5.3 Binnenkanäle 64
5.5.4 Wildbäche und Rüfen 65
5.5.5 Ökologische Bedeutung der Zuflüsse und Nebengewässer für den Alpenrhein 66
5.6 Terrestrische Ökologie 70
5.7 Nutzungen im engen Zusammenhang mit dem Alpenrhein 71
5.7.1 Wasserkraftanlagen 71
5.7.2 Fischerei 72
5.7.3 Kiesentnahmen 73
5.7.4 Energienutzung und -verbrauch 75

6 Referenzzustand laut WRRL / Randbedingungen (Register 4) **77**

6.1 Referenzzustand nach WRRL 77
6.1.1 Allgemeines 77
6.1.2 Allgemeine Typisierung des Alpenrheins 80
6.1.3 Referenzzustand Algen und Makrozoobenthos 80
6.1.4 Referenzzustand Fischökologie 84
6.1.5 Hydromorphologischer Referenzzustand 88

6.2 Handlungsspielraum und Randbedingungen 105

7 Themenbezogene Analyse (Register 4) **107**

7.1 Wasserbauliche Beurteilung respektive Schwachstellen 107
7.2 Analyse Ökologie 111
7.2.1 Defizite + Wertigkeiten Hydromorphologie 111
7.2.2 Defizite + Wertigkeiten Benthos 117
7.2.3 Defizite + Wertigkeiten Fische 120
7.2.4 Defizite + Wertigkeiten terrestrische Ökologie 124
7.2.5 Zusammenfassung der ökologischen Defizite 125

7.2.6 Bewertung des ökologischen Zustandes des Alpenrheins 127

7.3 Grundwasser 136

7.4 Raumplanung – Nutzungen 137

7.4.1 Siedlungsentwicklung 137

7.4.2 Landschaft 138

7.4.3 Land- und Forstwirtschaft 139

7.4.4 Naherholung / Tourismus 141

7.4.5 Verkehr 142

7.4.6 Ver- und Entsorgung 142

7.4.7 Materialgewinnung und Deponie 144

7.4.8 Wasserkraftnutzung 144

7.4.9 Thermische Nutzung 145

8 Abschnittsbezogene Analyse (Register 4) **146**

8.1 Abschnittseinteilung 146

8.2 Abschnitt 1 Stauhaltung Reichenau (km 0.0 – 2.6) 147

8.3 Abschnitt 2 Restwasserstrecke Ems (km 2.6 – 3.9) 152

8.4 Abschnitt 3 Felsberg (km 3.9 – 8.9) 157

8.5 Abschnitt 4 Churer Rheintal (km 8.9 – 14.2) 162

8.6 Abschnitt 5 Untervaz (km 14.2 – 20.0) 168

8.7 Abschnitt 6 Mastrilser Rheinauen (km 20.0 – 23.3) 174

8.8 Abschnitt 7 Bündner Herrschaft (km 23.3 – 33.9) 180

8.9 Abschnitt 8 Werdenberg (km 33.9 – 49.6) 187

8.10 Abschnitt 9 Schaan (km 49.6 – 55.0) 194

8.11 Abschnitt 10 Schellenberg (km 55.0 – 62.0) 200

8.12 Abschnitt 11 Illspitz (km 62.0 – 65.0) 206

8.13 Abschnitt 12 Kummaberg (km 65.0 – 75.0) 212

8.14 Abschnitt 13 Diepoldsauer Durchstich (km 75.0 – 80.0) 218

8.15 Abschnitt 14 Lustenau/Fussach (km 80.0 – 90.0) 224

8.16 Abschnitt 15 Vorstreckung (km 90.0 – 95.0) 230

9 Leitbild (Register 5) **234**

9.1 Aufgabe und Struktur des Leitbildes 234

9.2 Grundprinzipien des Projektes 234

9.3 Gemeinsame Ziele 236

10 Massnahmenkonzept (Register 6) **241**

10.1 Vorbemerkung 241

10.2 Ausgangslage 241

10.3 Strategie 244
10.4 Nicht weiter verfolgte alternative Strategien für den Hochwasserschutz 247
10.5 Wirkung der Einzelmassnahmen im Gesamtkonzept 249
10.6 Prioritätenreihung 251
10.7 Beschreibung der einzelnen Massnahmentypen 255
10.7.1 Allgemeines 255
10.7.2 Massnahmentyp Vorrangflächen 256
10.7.3 Massnahmentyp Aufweitung 263
10.7.4 Massnahmentyp Geschiebemanagement 271
10.7.5 Massnahmentyp Reduktion Schwall 272
10.7.6 Massnahmentyp Passierbarkeit 276
10.7.7 Massnahmentyp Wasserkraftnutzung 279
10.7.8 Weitere Massnahmen 282
10.8 Möglichkeiten zu Verbesserungen im Rahmen der Instandhaltung / Sanierung 283
10.9 Kosten 286
10.10 Raumbedarf 288
10.11 Volkswirtschaftliche Betrachtung der einzelnen Massnahmentypen 289

11 Gedanken zur Zielerreichung und Umsetzung (Register 6) **292**

11.1 Allgemeines 292
11.2 Flussbau – Hochwasserschutz 292
11.3 Grundwasser 294
11.4 Gewässerökologie 295
11.5 Terrestrische Ökologie 298
11.6 Naherholung 300
11.7 Wasserkraftnutzung 301
11.8 Raumplanung 302
11.9 Land- und Forstwirtschaft 304
11.10 Nachhaltigkeit 306
11.10.1 Einleitung 306
11.10.2 Prioritäten bezüglich Nachhaltigkeit 307
11.10.3 Qualitative Beurteilung der Nachhaltigkeit der Massnahmentypen und der Massnahmen im Gesamten 307
11.11 Datenerhebung – Beweissicherung – Monitoring – Erfolgskontrolle 310

Beschreibung Einzelmassnahmen (Register 7)

Vorbemerkungen		312
Übersicht Massnahmenkonzept		313
Massnahme 1:	Schwalldämpfung Vorder- und Hinterrhein	314
Massnahme 2:	Verbesserung Feststoffmanagement	317
Massnahme 3:	Kontinuum Wehr Reichenau	320
Massnahme 4:	Ausleitstrecke Ems	322
Massnahme 5:	Aufweitung Felsberg	325
Massnahme 6:	Aufweitung Waffenplatz	328
Massnahme 7:	Geschiebemanagement Plessurmündung	331
Massnahme 8:	Mündung Plessur	333
Massnahme 9:	Aufweitung Haldenstein	335
Massnahme 10:	Aufweitung Oldis	338
Massnahme 11:	Aufweitung Trimmis	341
Massnahme 12:	Aufweitung Zizers	344
Massnahme 13:	Sicherung Mastrilser Rheinauen	348
Massnahme 14:	Mündung Landquart	351
Massnahme 15:	Geschiebemanagement Landquartmündung	353
Massnahme 16:	Schwalldämpfung Landquart	355
Massnahme 17:	Schwalldämpfung Kraftwerk Sarelli	357
Massnahme 18:	Aufweitung Bad Ragaz	360
Massnahme 19:	Mündung Tamina	366
Massnahme 20:	Aufweitung Sargans	368
Massnahme 21:	Mündung Trübbach	373
Massnahme 22:	Aufweitung Saarmündung	375
Massnahme 23:	Mündung Saar	379
Massnahme 24:	Aufweitung Sevelen / Vaduz	381
Massnahme 25:	Durchgängigkeit Blockrampe Buchs	385
Massnahme 26:	Aufweitung Eschner Au	387
Massnahme 27:	Aufweitung Mittelau	393
Massnahme 28:	Aufweitung Bangs	396
Massnahme 29:	Aufweitung Illspitz	399

Massnahme 30: Schwalldämpfung III 405

Massnahme 31: Aufweitung Frutzmündung 407

Massnahme 32: Aufweitung Kriessern 412

Massnahme 33: Aufweitung Durchstiche 416

Massnahme 34: Aufweitung Pilotstrecke 422

Massnahme 35: Vorstreckung 427

Massnahme 36: Ausleitkraftwerk Reichenau - Mastrils 431

Massnahme 37: Laufkraftwerke im Bereich Sargans 434

Anhang (Register 8)

Quellenverzeichnis I - VII

Dokumentation Projekt GIS VIII - XVII

Zusammenstellung der eingegangenen Stellungnahmen XVIII - XIX

Zusammenstellung Teilnehmer Plattformen XX - XXX

Glossar XXXI - XXXII

Planbeilagen

Themenkarte Flussbau 1: 50'000:	K1 - 1/2:	km 0.0 – km 45.0
	K1 - 2/2:	km 45.0 – km 92.0
Themenkarte Ökologie 1: 50'000:	K2 - 1/2:	km 0.0 – km 45.0
	K2 - 2/2:	km 45.0 – km 92.0
Themenkarte Nutzungen 1: 50'000:	K3 - 1/2:	km 0.0 – km 45.0
	K3 - 2/2:	km 45.0 – km 92.0
Themenkarte Analyse 1: 50'000:	K4 - 1/2:	km 0.0 – km 45.0
	K4 - 2/2:	km 45.0 – km 92.0
Themenkarte Analyse 1: 10'000:	K5 - 1/11:	km 0.0 – km 5.0
	K5 - 2/11:	km 4.0 – km 10.0
	K5 - 3/11:	km 9.0 – km 16.0
	K5 - 4/11:	km 14.0 – km 23.0
	K5 - 5/11:	km 23.0 – km 34.0
	K5 - 6/11:	km 34.0 – km 45.0
	K5 - 7/11:	km 45.0 – km 56.0
	K5 - 8/11:	km 56.0 – km 66.0
	K5 - 9/11:	km 66.0 – km 76.0
	K5 - 10/11:	km 76.0 – km 86.0
	K5 - 11/11:	km 86.0 – km 96.0
Themenkarte Massnahmen 1: 50'000:	K6 - 1/2:	km 0.0 – km 45.0
	K6 - 2/2:	km 45.0 – km 92.0

Themenkarte Massnahmen 1: 10'000:	K7 - 1/11:	km 0.0 – km 5.0
	K7 - 2/11:	km 4.0 – km 10.0
	K7 - 3/11:	km 9.0 – km 16.0
	K7 - 4/11:	km 14.0 – km 23.0
	K7 - 5/11:	km 23.0 – km 34.0
	K7 - 6/11:	km 34.0 – km 45.0
	K7 - 7/11:	km 45.0 – km 56.0
	K7 - 8/11:	km 56.0 – km 66.0
	K7 - 9/11:	km 66.0 – km 76.0
	K7 - 10/11:	km 76.0 – km 86.0
	K7 - 11/11:	km 86.0 – km 96.0

1 Einleitung

1.1 Ziel des Entwicklungskonzepts

Motivation

Am Alpenrhein standen in der Vergangenheit die Sicherheitsinteressen im Vordergrund. Alle Massnahmen hatten zum Ziel, die Hochwasser sicher abzuleiten, um das Rheintal besiedeln und bewirtschaften zu können. Mit der dank dem Hochwasserschutz ermöglichten Entwicklung des Rheintals nahm der Bedarf für die Nutzung der Ressourcen des Alpenrheins zur Erzeugung von Baustoffen durch Kiesentnahmen, von elektrischer Energie aus Wasserkraft oder von Trinkwasser aus dem Grundwasser zu. Die Auswirkungen auf den Feststoffhaushalt oder die Ökologie wurden erst nach langen Zeiträumen ersichtlich. Der Verlust von natürlichen Lebensräumen ist nicht nur für die Pflanzen und Tiere von grosser Bedeutung, sondern auch für den Menschen mit seinem Grundbedürfnis nach Erholung und Freizeitbeschäftigung.

Der Alpenrhein hat verschiedene Aufgaben und Funktionen. Er muss die Hochwasser sicher abführen, ist der Hauptzufluss des Bodensees und steht in enger Wechselwirkung mit seinen Zuflüssen und dem Rheinumland. Weil der Alpenrhein weder räumlich isoliert noch thematisch sektoriell betrachtet werden kann, haben sich die Kantone Graubünden und St. Gallen sowie das Fürstentum Liechtenstein und das Land Vorarlberg zusammen mit Österreich und der Schweiz entschlossen, gemeinsam ein Entwicklungskonzept für den Alpenrhein von Reichenau bis zum Bodensee zu erarbeiten.

Ziele

Mit dem Entwicklungskonzept Alpenrhein werden folgende Ziele angestrebt (siehe auch /62/):

- Gewährleistung der Sicherheit von Mensch, Tier und Gütern vor Hochwasserereignissen,
- Ermöglichung einer nachhaltigen Nutzung der Ressourcen, insbesondere des Grundwassers,
- Verbesserung des Ökosystems Alpenrhein mit Zuflüssen und Kanälen, und
- Erhaltung des vorhandenen Potentials zur Nutzung der Wasserkraft.

Was ist das Entwicklungskonzept und was nicht?

Das Entwicklungskonzept Alpenrhein ist ein schutzwasserwirtschaftlich motiviertes Projekt. Mit der Umsetzung werden vor allem die sehr hohen Sachwerte im mittleren und unteren Rheintal bei extremen Hochwasserereignissen geschützt. Gleichzeitig werden auch wesentliche Verbesserun-

gen im Bereich Grundwasser und Ökologie sowie auch bei der Naherholung erreicht.

Das Entwicklungskonzept ist ein unter Fachleuten abgestimmter Diskussionsvorschlag für die Entwicklung des Alpenrhein. Es schlägt eine Strategie vor, mit welcher die vorhandenen Defizite bedeutend reduziert werden können. Diese Strategie wird in konzeptiven Massnahmen beschrieben und der dafür notwendige Raum Raumbedarf wird aufgezeigt.

Entsprechend der Aufgabenstellung eines Konzeptes bleiben die Massnahmen auf einer konzeptionellen Ebene und sind nicht als umsetzungsreife Bauprojekte zu sehen. Das Konzept ist Grundlage für die politische Diskussion. Es sind viele Detailfragen offen und für verschiedene Konflikte müssen Lösungen erarbeitet und bei der Umsetzung verschiedene Interessen abgewogen werden. Basierend auf den Massnahmenvorschlägen müssen in den nächsten Projektierungsphasen unter Beteiligung aller Betroffenen Bauprojekte erarbeitet und optimiert werden.

1.2 Projektorganisation

Die Projektorganisation kann dem Organigramm in Bild 1 entnommen werden. Der Lenkungsausschuss wird gebildet aus Vertretern der IRKA (Internationale Regierungskommission Alpenrhein) und der IRR (Internationale Rheinregulierung, Erläuterung siehe folgende Abschnitte). Die Projektbegleitung erfolgte durch das Kernteam und die Projektbearbeitung durch die ARGE Rheinblick[1]. Im Kernteam und in der Projektbearbeitung wirkten Personen aus verschiedenen Fachdisziplinen mit. Die Mitwirkung von Behörden, Gutachtern und Vertretern der Öffentlichkeit erfolgte primär anlässlich von drei Plattformtagungen.

IRR, Internationale Rheinregulierung

Die "Internationale Rheinregulierung" (IRR) wurde durch den Staatsvertrag von 1892 zwischen Österreich und der Schweiz ins Leben gerufen und bildet die Grundlage für die Regulierung des Rheinlaufs zwischen der Ill-Mündung und dem Bodensee, der sogenannten Internationalen Rheinstrecke. Das Zentralbüro, das heisst die administrativ-kaufmännische Leitung der IRR, befindet sich in Rorschach. Die österreichische Bauleitung (mit dem zugehörigen Bauhof) ist in Lustenau untergebracht.

---

[1] Die Personen, welche das Projekt bearbeiteten und im Kernteam das Projekt begleiteten, sind im Impressum aufgeführt.

IRKA, Internationale Regierungskommission Alpenrhein

Die „Internationale Regierungskommission Alpenrhein“ (IRKA) ist eine gemeinsame Plattform der vier Regierungen von Graubünden, St. Gallen, Liechtenstein und Vorarlberg. Sie wurde 1995 gegründet. 1998 wurde eine Kooperationsvereinbarung zum länderübergreifenden Informationsaustausch, zur Entscheidungsfindung sowie zur abgestimmten Planung wasserwirtschaftlicher Massnahmen am Alpenrhein beschlossen und das Aktionsprogramm Alpenrhein 2000+ gestartet.

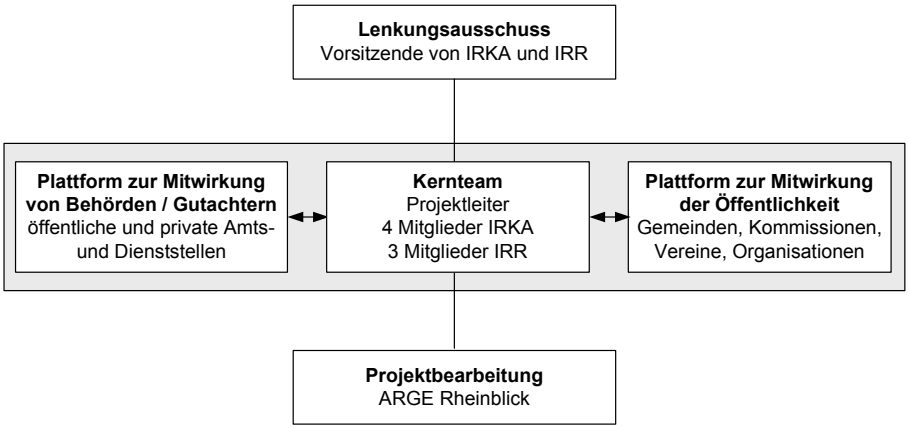


Bild 1: Projektorganisation.

1.3 Projektabwicklung

Auftragserteilung und Projektdauer

Die Auftragserteilung erfolgte im November 2002. Die Startsitzung war am 28. Januar 2003 und die Schlussbesprechung am 24. Februar 2005. Für die Projektbearbeitung wurden rund 2 Jahre beansprucht.

Plattformen

Für die Mitwirkung der Behörden und Gutachter sowie der Öffentlichkeit wurden je 3 halbtägige Plattformen in Mäder veranstaltet. Die Plattformen wurden zu den Themen Ist-Zustand und Analyse (Juni 2003), Leitbild (Dezember 2003) und Massnahmen (Juni 2004) durchgeführt. Die Plattformteilnehmer wurden mit Hilfe des Internets (www.alpenrhein.net) laufend über den aktuellen Projektstand informiert. Im Rahmen der Plattformen wurde der aktuelle Projektstand zusammengefasst und anschliessend in Gruppen diskutiert. Es bestand die Möglichkeit zur Abgabe von Stellungnahmen (Anhang).

Information Gemeinden und Landwirtschaft

An weiteren, insgesamt 6 Informationsveranstaltungen in Jenins, Balzers, Buchs, Mäder, Dornbirn und Eschen wurden die betroffenen Gemeinden und Interessensvertreter über den Entwurf des Massnahmenkonzeptes orientiert.

Stellungnahmen

Die während der Projektbearbeitung eingereichten Stellungnahmen sind im Anhang aufgelistet. Die Stellungnahmen wurden so weit als möglich im Entwicklungskonzept berücksichtigt.

2 Methodik

2.1 Grundlagen

Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst den Alpenrhein von Reichenau (km 0.0) bis zum Bodensee (km 90) inklusive rheinnahe Gebiete und mündungsnahe Bereiche der Zuflüsse.

Berichte und Daten

Das Entwicklungskonzept Alpenrhein basiert auf den Resultaten der vorhandenen Einzelstudien verschiedener Fachrichtungen. Die verwendeten Grundlagen sind im Anhang zusammengestellt.

raumbezogene Daten

Die raumbezogenen Daten wurden von den verfügbaren Projekten oder von Amtsstellen übernommen. Da die Standards in den einzelnen Ländern und Kantonen zum Teil unterschiedlich sind, mussten verschiedene Kompromisse eingegangen werden.

keine Datenerhebung

Im Rahmen des Entwicklungskonzeptes war keine Erhebung von Daten vorgesehen. Eine Ausnahme betraf den Bereich terrestrische Ökologie. Von diesem Fachgebiet gab es kaum einheitliche Grundlagen für den gesamten Projektperimeter, weshalb noch Daten zusammengetragen wurden.

2.2 Vorgehen

Arbeitspakete

Für die Projektbearbeitung wurden fünf Arbeitspakete vorgegeben:

- GIS (geografisches Informationssystem),
- IST-Zustand,
- Analyse,
- Leitbild und
- Massnahmenkonzept.

Mitbetrachtung Einzugsgebiet, Zuflüsse und Bodensee

Die Arbeiten der einzelnen Arbeitspakete beschränkten sich nicht auf den eigentlichen Projektperimeter Alpenrhein. Es wurden auch Wechselwirkungen zwischen dem Alpenrhein und den Zuflüssen sowie dem Bodensee betrachtet. Es liefert auch Grundlagen für Entwicklungskonzepte in den Zuflüssen und einen Beitrag zum Bewirtschaftungsplan für den Gesamtrhein.

Massnahmen-konzept mit und ohne Wasserkraft

Ursprünglich war vorgesehen, je ein Massnahmenkonzept mit und ohne Wasserkraft zu entwickeln. Im Verlauf der Bearbeitung zeigte es sich, dass auf diese Zweiteilung verzichtet werden konnte. Die einzelnen Massnahmen sind im Wesentlichen Module, welche mit Einschränkungen unterschiedlich miteinander kombiniert werden können.

GIS (geografisches Informationssystem)

Die raumbezogenen Daten wurden mit einem geografischen Informationssystem (GIS, vgl. Anhang) erfasst. Die Bearbeitung und Darstellung erfolgte im Massstab 1 : 50'000 und 1 : 10'000. Als Grundlagen standen die entsprechenden Karten der Schweizer Landestopographie zur Verfügung (Übersichtsplan 1 : 10'000 und Landeskarte 1 : 50'000). Für Vorarlberg war kein Übersichtsplan 1 : 10'000 verfügbar und für das Fürstentum Liechtenstein wurde dieser Plan nicht mehr aktualisiert. Aus diesem Grunde wurde in diesen Gebieten für die Darstellungen im Massstab 1 : 10'000 die Schweizer Landeskarte 1 : 25'000 vergrössert. Das GIS basiert auf dem Schweizer Koordinatensystem.

Ist-Zustand

Im Arbeitspaket Ist-Zustand werden die Resultate der vorhandenen, zum Teil sehr umfangreichen Untersuchungen zusammengefasst (Kapitel 3 bis 5). Dabei wurde möglichst darauf geachtet, dass der Zusammenhang und die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Fachdisziplinen beschrieben und dargestellt werden. Die Resultate über den Ist-Zustand sind in Themenkarten 1 : 50’000 dargestellt (K1 bis K3).

Analyse

Ziel der Analyse ist es, den Ist-Zustand mit dem Referenz- respektive angestrebten Zustand in Bezug auf Hochwasserschutz und Ökologie zu vergleichen und daraus einen allfälligen Handlungsbedarf abzuleiten. Dabei werden so weit möglich auch Nutzungsinteressen (Tourismus, Erholung, Freizeit, Fischerei, Energie, Rohstoffe) berücksichtigt.

Als Grundlage dienten dabei entsprechende Richtlinien, aktuelle Standards und neue Erkenntnisse (Kapitel 6) sowie der Ist-Zustand (Kapitel 3 bis 5). Die Analyse beinhaltet eine themenbezogene Übersicht für den gesamten Alpenrhein (Kapitel 7). Für deren Erarbeitung wurde der Alpenrhein nach morphologischen Kriterien in 15 Teilstrecken gegliedert, für welche der Ist-Zustand und das mögliche Entwicklungspotenzial aufgezeigt wird (Kapitel 8). Die Resultate der Analyse sind in Themenkarten 1 : 50’000 und 1 : 10'000 dargestellt (K4 und K5).

Leitbild

Im Leitbild wurden die generellen Entwicklungsziele für das Gesamtgebiet interdisziplinär erarbeitet. Die Grundlagen dazu lieferten interne Sitzungen und Workshops, Besprechungen mit dem Kernteam sowie die Plattform-

Workshops. Die geführten Leitbilddiskussionen betrafen die verschiedenen Funktionen des Alpenrheins (Kapitel 9).

Massnahmen-konzept

Die Analyse und das Leitbild führten zu einer Strategie, mit welcher in den verschiedenen Handlungsfeldern substantielle Verbesserungen erreicht werden können (Kapitel 10). Basierend auf dieser Strategie wurden verschiedene interdisziplinäre Massnahmentypen entworfen. Im nächsten Schritt wurden den Strecken mit Handlungsbedarf die einzelnen Massnahmentypen zugeordnet. Um die Priorität der Einzelmassnahmen festlegen zu können, wurde die Bedeutung einer Massnahme in den einzelnen Fachgebieten und das Zusammenwirken im Gesamtsystem Alpenrhein bewertet. Die Massnahmen sind in Karten 1 : 50’000 und 1 : 10'000 dargestellt (K6 und K7).

Im Kapitel 11 werden die Auswirkungen der vorgeschlagenen Massnahmen aus Sicht der verschiedenen Fachgebiete in Relation zu den formulierten Zielen zusammengefasst und Gedanken zur Umsetzung aufgeführt. Im Anschluss an Kapitel 11 werden alle Massnahmen kurz beschrieben. Jede Massnahme ist in einen Kartenausschnitt dargestellt. Auf mögliche, erkannte Konflikte sowie auf notwendige, vertiefte Abklärungen wird hingewiesen.

Bei der Entwicklung des Massnahmenkonzeptes wurden möglich Synergien mit anderen Nutzungen angestrebt respektive negative Auswirkungen auf andere Nutzungen minimiert. Aufgrund des Bearbeitungsmassstabes von 1 : 10'000 und des grossen Projektgebietes war es jedoch nicht möglich, sämtliche Konflikte zu erkennen und zu bereinigen.

Berechnungen und Simulationen

Das vorliegende Projekt ist ein Konzept. Die quantitativen Angaben entsprechen den Resultaten bisheriger Untersuchungen oder basieren auf einfachen Abschätzungen, Analogien zu anderen Projekten oder Erfahrungswerten. Es wurden keine systematischen Berechnungen oder Simulationen durchgeführt. Für die weitere Konkretisierung der vorgeschlagenen Konzepte sind detaillierte Untersuchungen zwingend notwendig, welche nicht nur den Alpenrhein (Geschiebetransport, Morphologie, Hydraulik), sondern auch die Zuflüsse und das Umland (vor allem Grundwasser) umfassen.

Interessenabwägung

Die vorgeschlagenen Massnahmen sind auf die aufgezeigte, übergeordnete Strategie ausgelegt. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden möglichst eingearbeitet. In der nächsten Bearbeitungsstufe ist es zwingend notwendig, dass die Bedürfnisse der Interessierten und Direktbetroffenen bei der weiteren Projektierung im Detail bestmöglich berücksichtigt werden. Bei jeder Massnahmenumsetzung ist eine Interessenabwägung notwendig.

2.3 Dokumentation

Die Dokumentation umfasst den vorliegenden Hauptbericht inklusive Anhang und Planbeilage. Die Planbeilage umfasst insgesamt 10 Karten im Massstab 1 : 50'000 und 22 Karten im Massstab 1 : 10'000. Im Massstab 1 : 50'000 werden für die Darstellung des Projektperimeters jeweils zwei Kartenblätter benötigt und 11 Kartenblätter im Massstab 1 : 10'000. Weiter Informationen sind unter www.alpenrhein.net einsehbar.

3 Einzugsgebiet

3.1 Allgemeines[1]

Vorbemerkung

Die Beschreibung des Ist-Zustandes des Alpenrheins (Kapitel 3 bis 5) basiert auf zahlreichen Studien und Untersuchungen, welche in den letzten rund 15 Jahren durchgeführt wurden. Die wichtigsten Untersuchungen sind:

- Der Alpenrhein und seine Regulierung (1992)
- Geschiebehaushalt Alpenrhein; Neue Erkenntnisse und Prognosen über die Sohlenveränderungen und den Geschiebetransport (1995)
- Gewässer- und fischökologisches Konzept (1997)
- Hydrologie Alpenrhein, Hauptstudie (2000)
- Morphologie und Geschiebehaushalt Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht über die Untersuchungen zwischen 1985 und 2000 (2001)
- Trübung und Schwall im Alpenrhein (2002)
- Räumliche Entwicklung des Alpenrheintals (2002)
- Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal (2003)

Im Quellenverzeichnis ist ein umfassendes Verzeichnis der verwendeten Berichte und Publikationen zusammengestellt. Zudem sind als Fussnote bei den Überschriften der einzelnen Kapitel und/oder Abschnitte die Studien aufgeführt, aus welchen die Hauptaussagen und die wichtigsten Grafiken stammen.

Themenkarten

Verschiedene Resultate der Analyse des IST-Zustandes (Kapitel 3, 4, 5) sind in den drei Themenkarten mit der Landeskarte 1 : 50'000 der Schweiz als Hintergrundinformation

- Flussbau
- Ökologie
- Nutzungen

dargestellt.

---

[1] Hauptquelle:

Zarn, B.; Oplatka, M.; Pellandin, St.; Mikos, M; Hunziker, R.; Jäggi, M. (1995): Geschiebehaushalt Alpenrhein; Neue Erkenntnisse und Prognosen über die Sohlenveränderungen und den Geschiebetransport; Mitteilung Nr. 139 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Zürich, 187 Seiten

Geographie

Der Alpenrhein entwässert Teile von Graubünden (CH), St. Gallen (CH), Vorarlberg (A), einen sehr kleinen Bereich von Italien sowie das ganze Fürstentum Liechtenstein (FL, Bild 2). Das Einzugsgebiet hat bei der Messstation Diepoldsau eine Fläche von 6119 km^2 und eine mittlere Höhe von 1800 m ü.M. Der höchste Berg im Einzugsgebiet ist der am nordöstlichen Rand gelegene Tödi (3614 m ü.M.), der tiefste Punkt der Bodensee (400 m ü.M.). Rund 1.4% des Einzugsgebietes sind vergletschert.

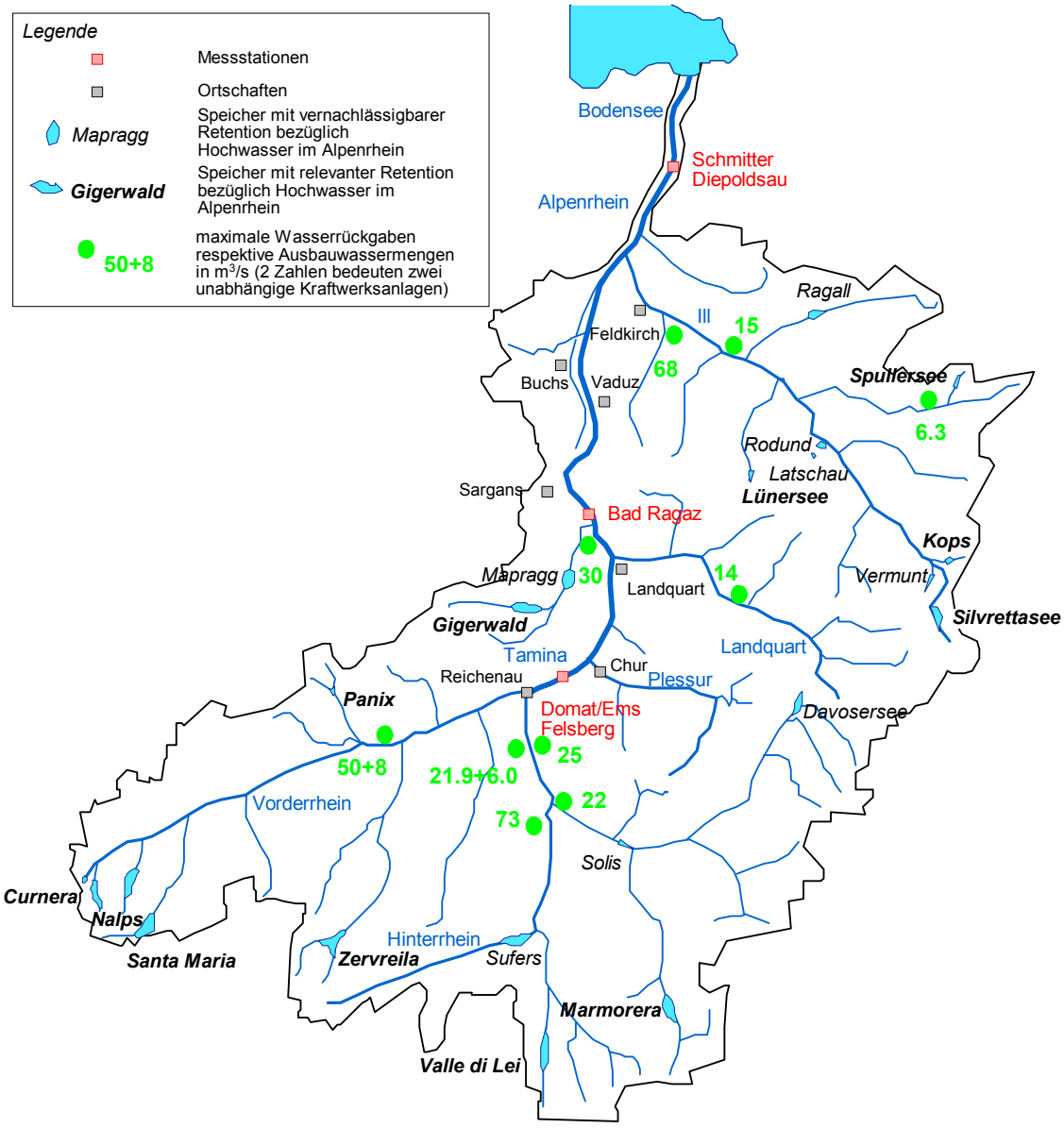


Bild 2: Übersicht über das Einzugsgebiet des Alpenrheins.

Zuflüsse

Bei Reichenau vereinigen sich die ungefähr gleich grossen Flüsse Vorder- und Hinterrhein zum Alpenrhein. Die wichtigsten Zuflüsse des Alpenrheins bis zu seiner Mündung in den Bodensee sind Plessur, Landquart, Tamina, Ill und Frutz. Die Entwässerung des Rheintals unterhalb von Bad Ragaz erfolgt

durch Binnenkanäle. Der Werdenberger und der Liechtensteiner Binnenkanal münden oberhalb der Illmündung in den Alpenrhein, die beiden Rheintaler Binnenkanäle und der Alte Rhein fliessen direkt in den Bodensee.

Geologie

Die Tektonik und die Geologie im Einzugsgebiet des Alpenrheins ist sehr variabel. Im äussersten Westen grenzt es an das Aare- und Gotthardmassiv sowie an das Tavetscher Zwischenmassiv /1/. Nördlich und westlich des Alpenrheins dominieren die Helvetischen Decken. Im Bereich der Mündung in den Bodensee ist vorwiegend Molasse anzutreffen. Südlich und östlich des Alpenrheins liegen die Penninischen Decken, an welche die Ostalpinen Decken anschliessen. Jede dieser tektonischen Einheiten besitzt typische Gesteinsarten mit unterschiedlichen Eigenschaften bezüglich Festigkeit, Verwitterungs- und Erosionsresistenz (Tabelle 1).

Formation	Gesteinsarten	Festigkeit
Zentralmassive (Aare- und Gotthard-massiv, Tavetscher Zwischenmassiv)	Granite, Granodiorite, verschiedene Gneise	hart
Helvetische Decken	Sandsteine, Kalke, verschieferte mergelige-tonige Gesteine	weich
Penninsche Decken	Granitgneise; Bündnerschiefer zusammengesetzt aus Tonschiefer, Kalkschiefer, Quarzite, Sandsteine und Kalke Grünschiefer, Gabbros, Diabase	weich
Ostalpine Decken	Granite, Diorite, und verschiedene Gneise, triasisch-dolomitische Ablagerungen	mittel

Tabelle 1: Zusammenstellung der geologischen Formationen und ihre Gesteinstypen (aus /1/).

3.2 Wasserkraftanlagen[2]

Übersicht über die Wasserkraftanlagen und Einfluss auf das Abflussregime

Die Wasserkraft im Einzugsgebiet des Alpenrheins wird von verschiedenen Kraftwerksgesellschaften genutzt. Insgesamt werden fast 40 Stauseen (Speicher) und Ausgleichsbecken mit Nutzvolumen zwischen 0.1 bis 197 Mio. m^3 betrieben /3/. Die grössten Speicher sind in Bild 2 dargestellt. Die Charakteristik der Anlagen sowie deren Betriebsweise beeinflussen das Abflussregime im Alpenrhein wie folgt:

- Umlagerung von Schneeschmelze und Sommerniederschlägen in Winterabflüsse durch die Saisonspeicher
- tägliche Abflussschwankungen wegen der Spitzenenergieproduktion (im Bericht üblicherweise als „Schwall und Sunk“ bezeichnet)

[2] Hauptquelle:

Heierli AG, Tergeso AG, Hunziker, Zarn & Partner AG (2000): Hydrologie Alpenrhein, Hauptstudie; im Auftrag der internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

- Reduktion der Hochwasserabflüsse durch den Wasserrückhalt (Retention) in den Stauseen

relevante Speicher für das Abflussregime im Alpenrhein

Die Bedeutung der in Bild 2 dargestellten Stauseen für das Abflussregime des Alpenrheins ist unterschiedlich. Die Umlagerung von Schneeschmelze und Sommerniederschlägen in Winterabflüsse und die Reduktion der Hochwasserabflüsse ist in erster Linie auf die fett markierten Speicher (Curnera, Nalps, St. Maria, Zervreila, Valle di Lei, Marmorera, Panix, Gigerwald, Solvrettasee, Kops, Lünersee und Spullersee) zurückzuführen. Die übrigen 5 Stauseen Solis, Sufers, Mapragg, Vermunt und Raggal haben ein relativ geringes Nutzvolumen und werden deshalb als Wochenspeicher oder Ausgleichsbecken betrieben. Zu den täglichen Abflussschwankungen tragen alle Speicherseen bei.

Speicherbau

Bis 1950 war der Spullersee der einzige grosse Speicher im Einzugsgebiet des Alpenrheins. Der eigentliche Boom im Talsperrenbau fand zwischen 1950 und 1970 statt (Bild 3). Nach 1970 wurden nur noch die Stauseen Gigerwald, Mapragg, Panix und Solis, welcher das aus dem Jahr 1910 stammende Wehr Nisellas an der Albula ersetzt, erstellt.

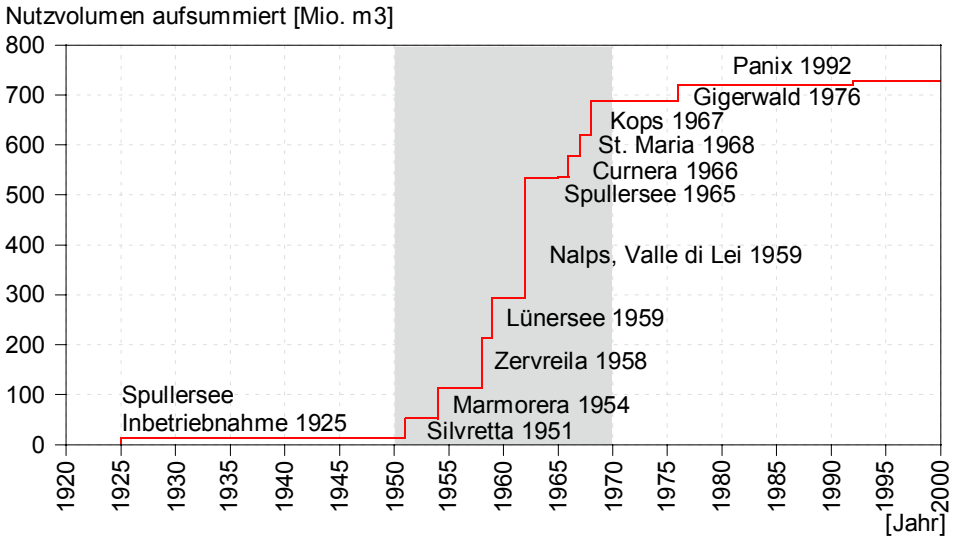


Bild 3: Zunahme des Nutzvolumens der für die Hochwasserretention im Alpenrhein relevanten Speicher (fett markierte Speicher in Bild 2)

Einzugsgebiete der Speicher

Das direkte Einzugsgebiet der für die Hochwasserretention im Alpenrhein relevanten Speicher beträgt bei Reichenau 295 km^2 oder 9.2% des Einzugsgebietes. Bei der Mündung in den Bodensee liegen die entsprechenden Werte bei 401 km^2 und 6.6%. Das indirekte Einzugsgebiet, aus welchen Wasser mit Stollensystemen in die Stauseen geleitet werden, ist bei Reichenau 231 km^2 (7.2%) und beim Bodensee 474 km^2 (7.7%) gross.

Wasserrückgabe

Die Wasserrückgabe der Kraftwerksanlagen erfolgt mit einer Ausnahme an den Zuflüssen und nicht am Alpenrhein selbst. Das Turbinenwasser wird am Vorderrhein oberhalb Ilanz (gesamte Ausbauwassermenge 58 m^3/s), am

Hinterrhein zwischen Sils und Rothenbrunnen (125.9 + 22 m³/s), an der Landquart bei Küblis (14 m³/s) und an der Ill oberhalb von Feldkirch (89 m³/s) zurückgegeben. Einzig die im Einzugsgebiet der Tamina genutzten Wassermengen werden direkt in den Alpenrhein unterhalb der Landquartmündung (30 m³/s) eingeleitet. Neben diesen Haupteinleitungen mit einer gesamten Ausbauwassermenge von 338.9 m³/s gibt es noch verschiedene kleine Anlagen.

Verfügbarkeit des Nutzvolumens

Mit den grossen Speichern werden Sommerabflüsse zurückgehalten, welche vorwiegend im Winter zu elektrischer Energie verarbeitet werden. Entsprechend ist die jahreszeitliche Verteilung des verfügbaren Nutzvolumens (Bild 4). Im Mittel wird der höchste Füllungsgrad in den Monaten September und Oktober erreicht und der tiefste zwischen März und Mai. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass die Speicher im August und im November nahezu voll und im September/Oktober ganz gefüllt sind und nur ein geringes oder kein Retentionsvolumen zur Verfügung steht.

Beim Hochwasserereignis von 1987, welches im Juli stattfand und deshalb noch ein vergleichsweise grosses Retentionsvolumen vorhanden war, dämpften die Stauseen in den Kantonen Graubünden und St. Gallen die Abflussspitze im Alpenrhein um rund 430 (Domat/Ems) bis 470 m³/s (Diepoldsau).

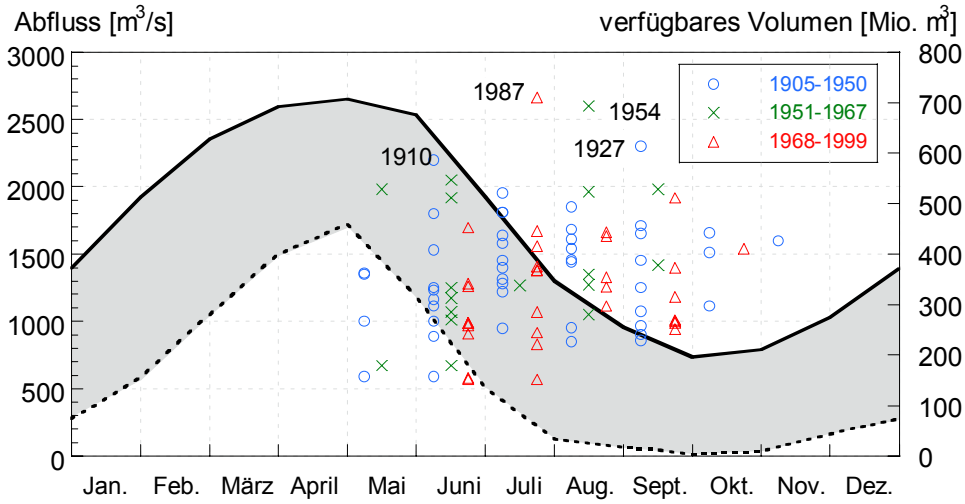


Bild 4: Bandbreite des für die Hochwasserretention im Alpenrhein verfügbaren Volumens der relevanten Speicher (fett markierte Speicher in Bild 2) im Jahresverlauf der Jahresabflussspitzen vor (blau), während (grün) und nach (rot) dem Speicherboom bei Diepoldsau (internationale Rheinstrecke)

4 Alpenrhein

4.1 Übersicht

Der Alpenrhein zwischen Reichenau und dem Bodensee durchquert Teile Graubündens und bildet die Grenze zwischen St. Gallen einerseits sowie

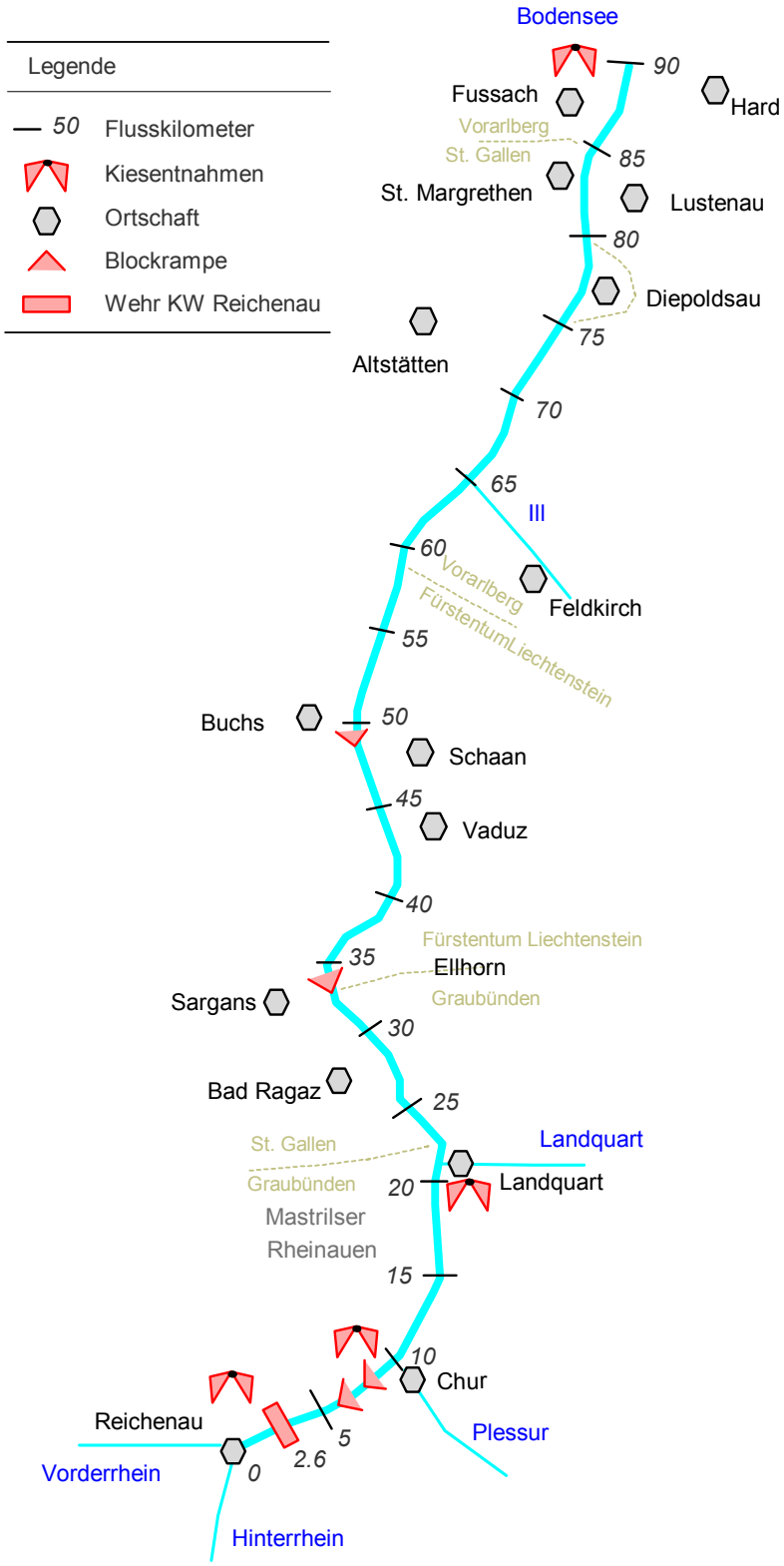


Bild 5: schematische Situation des Alpenrheins mit seinen wichtigsten Zuflüssen

dem Fürstentum Liechtenstein und Vorarlberg andererseits. Wegen der Korrektionen um 1900 (Fussacher und Diepoldsauer Durchstich) fliesst der Alpenrhein heute bei Diepoldsau ganz im Kanton St. Gallen und bei Fussach ganz in Vorarlberg. 4 Querwerke stabilisieren das Flussbett bei Buchs, beim Ellhorn und bei Chur. Unterhalb des Zusammenflusses des Vorder- mit dem Hinterrhein befindet sich das einzige Wasserkraftwerk (Reichenau) am Alpenrhein. Im Bereich der Stauwurzel dieses Kraftwerkes, bei den Mündungen der Plessur und der Landquart sowie beim Bodensee wird Kies aus dem Flussbett entnommen.

4.2 Flussgeschichte[3]

Beginn des Auffüllungsprozess des Rheintalsees vor 14'000 Jahren

Die morphologische Entwicklung des Rheintales begann vor rund 14'000 Jahren am Ende der Würmeiszeit mit dem Abschmelzen des Rheingletschers, der damals bis in die Gegend von Montlingen - Koblach reichte. Dadurch entstand der mit dem Bodensee in Verbindung stehende Rheintalsee, der zunächst bis in die Gegend von Bad Ragaz reichte. Durch den Geschiebeeintrag des Rheins und das Vordringen der Schwemmkegel der grösseren Zuflüsse wie Ill und Frutz wurde der See allmählich, endgültig vermutlich vor rund 6'000 bis 8'000 Jahren, aufgefüllt. In rheinferneren Talbereichen verblieben in Vertiefungen oder hinter Schwemmkegeln von Seitenflüssen oft riesige Restseen, Tümpel und Sümpfe, aus denen häufig Torfmoore entstanden. Teilweise sind diese Restseen noch in Karten des 18. Jahrhunderts dargestellt.

variable Geologie im Rheintal

Weil die Rheintalverfüllung durch verschiedene Prozesse erfolgt(e), ist deren Geologie sehr variabel. Es sind Ablagerungen im verzweigt-mäandrierenden Flusslauf (Rheinschotter) oder im Rheintalsee (Delta, Seeablagerungen), Sedimente von z.T. murgangführenden Wildbächen (Schwemmfächer), Torfeinlagerungen oder Bergsturzmaterial im Churer Rheintal anzutreffen.

gewunden-verzweigter Flusslauf mit vernetzten Nebengewässern und einem Auwaldgürtel

Der Alpenrhein war über weite Bereiche in mehrere Arme aufgezweigt, wobei neben einem breiteren, tiefen Hauptarm mehrere kleinere Seitenarme vorlagen (gewunden-verzweigter Flusslauf). Zwischen den Flussarmen beziehungsweise an den Ufern lagen grossflächige Schotterbänke und Inseln. Im breiten Auwaldgürtel existierten zahlreiche, mit dem Fluss vernetzte Nebengewässer (Bild 6).

---

3 Hauptquelle

Eberstaller, J.; Haidvogl, G.; Jungwirth, M. (1997): Gewässer-&fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung mit Schwerpunkt Fischökologie; Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, ISBN 3-9500562-1-3

erste Uferschutzmassnahmen im 11./12. Jahrhundert

Bei Hochwasserereignissen kam es häufig zu Laufverlagerungen, die die Talbewohner bereits ab dem 11./12. Jahrhundert durch lokale Massnahmen zur Ufersicherung zu unterbinden versuchten. Da die Errichtung dieser Wuhre Angelegenheit der anrainenden Gemeinden war, entstand infolge mangelnder Koordination eine wenig wirkungsvolle Abfolge von Einzelwuhren und Dämmen.

Verträge für koordinierten Hochwasserschutz ab 1790

Um einen nachhaltigen Hochwasserschutz zu erreichen, wurden daher beginnend mit 1790 Verträge zwischen den Gemeinden und Ländern geschlossen, die eine Koordination der Schutzbauten zum Ziel hatten. Den Ausgangspunkt zum heutigen Regulierungssystem bilden Korrektionsverträge aus den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts, die zwischen Liechtenstein, Österreich und der Schweiz abgeschlossen wurden.

Bild 6: Römerkarte (1769, Staatsarchiv St. Gallen) - Detailansicht des Rheinverlaufs im Bereich der Diepoldsauer Schlinge

Korrektionsmassnahmen zwischen ca. 1850 und 1930

Während flussauf der Landquart vorerst nur die besonders gefährdeten Stellen gesichert wurden, erfolgte flussab ab Mitte des 19. Jahrhunderts eine systematischen Regulierung mit einem einfachen Trapezprofil. Die Regulierung der internationalen Rheinstrecke zwischen Illmündung und Bodensee wurde mit dem Staatsvertrag zur Rheinregulierung von Österreich und der Schweiz im Jahre 1892 festgelegt. Durch die Regulierung erhielt der Rhein zwischen 1900 bis 1930 ein Doppeltrapezprofil mit unterschiedlichen Vorlandbreiten. Weiters wurden die Ableitung der Mündungsstrecke in den Bodensee bei Fussach („Fussacher Durchstich“ 1895- 1900) und ein Rheindurchstich bei der Diepoldsauer Schlinge („Diepoldsauer Durchstich“ 1908-1923) ausgeführt.

Umbau des Mittelgerinnes in der internationalen Rheinstrecke zwischen 1954 und 1972

Geschiebeablagerungen in der internationalen Rheinstrecke (im Diepoldsauer Durchstich wurde das Mittelgerinne praktisch vollständig eingeschottert) und die rasche Verlandung der Hard-Fussacher Bucht waren die Gründe für eine weitere Korrektion. Mit einer Einengung des Mittelgerinnes und der Erstellung von Mittelwuhren konnte das Geschiebetransportvermögen gesteigert werden. Im Staatsvertrag von 1954 wurden die entsprechenden Vereinbarungen festgelegt. Die Arbeiten dauerten bis in den Winter 1971/72.

Rheinvorstreckung ab 1970

Der neue Mündungsverlauf wurde und wird noch als Trapezprofil weiter in den Bodensee vorgestreckt, um das vom Rhein transportierte Material in grössere Seetiefen zu führen. Ohne Vorstreckung hätte die Gefahr der Abtrennung des östlichen Bodenseeteils von Lindau nach Hard durch das neue Delta bestanden, sowie die Versumpfung der Hard-Fussacher Bucht.

Durch die Regulierung wurde die Sohlauflandung zwischen Trübbach und Illmündung sowie flussab des Diepoldsauer Durchstiches nicht gestoppt. Um 1850 lag daher der Mittelwasserspiegel des Rheins teilweise bereits höher als das hinter den Dämmen liegende Umland. Die mittlere Sohlauflandung betrug flussab Trübbach weiterhin jährlich 2 cm (Lichtenhahn, 1972). Vor allem nach der Hochwasserkatastrophe im Jahre 1927, als der Rhein infolge der zu niedrigen Eisenbahnbrücke bei Buchs nach rechts ausbrach und das tiefer liegende Flachland überschwemmte, mussten sowohl die Dämme weiter erhöht als auch die Eisenbahnbrücke um 1.7 m gehoben werden. Aufgrund permanenter Sohlerhöhung und nach einem weiteren schweren Hochwasserereignis im Jahr 1954 wurde daher mit Kiesbaggerungen über den gesamten Alpenrhein begonnen (zwischen 1954 und 1972, allein im Grenzbereich des Kantons St. Gallen - Liechtenstein rund 15 Mio. m^3). Damit wurde die Rheinsohle zwischen Landquart und Illmündung um bis zu 5 m eingetieft. Nach dem Einsturz der Buchser Eisenbahnbrücke wurden die Kiesbaggerungen eingestellt. Die aufgrund der zwischenzeitlich reduzierten Geschiebeeinträge dennoch weitergehende Sohleintiefung wurde durch Rampen in Graubünden, am Ellhorn und in Buchs lokal begrenzt.

Auswirkungen der Anlandungen im Alpenrhein auf das Umland

Durch die Auflandung der Rheinsohle ab dem Trübbach wurden in den Alpenrhein mündende Nebengewässer vor allem bei Hochwasserereignissen, mitunter sogar bereits bei Mittelwasserführung, rückgestaut. Die Erhöhung des Grundwasserstandes führte zudem zunehmend zur Vernässung des Talbodens, sodass sich grosse Flächen als landwirtschaftlich unproduktiv erwiesen.

Abnahme der Rheinzubringer zwischen Landquart und Bodensee von 53 auf 10

Ab dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts wurde daher ein Grossteil der Nebengewässer vom Alpenrhein abgetrennt und zu neuen Gewässersystemen zusammengefasst. Künstlich angelegte, rheinparallel fliessende Binnenkanäle übernehmen die Vorflut und reduzierten die Vernässung (Vilterser-Wangser Kanal, Werdenberger, Rheintaler, Liechtensteinischer und Vorarlberger Rheintaler Binnenkanal). Die Zahl der in den Alpenhein mündenden Zubringer verringerte sich dadurch zwischen Landquart und Bodensee von ehemals 53 auf gegenwärtig 10. Weiter wurden auch die grösseren Zubringer reguliert.

Entwässerungskanäle zur Trockenlegung der Riede

Der Talboden wurde ab Mitte des 19. Jahrhunderts (Staudener, Grabser und Gamser Ried in St.Gallen) mithilfe zahlreicher Entwässerungskanäle trockengelegt. Seit 1954 ist durch die starke Sohleintiefung der mit dem Rhein kommunizierende Grundwasserspiegel um bis zu 5 m (Raum Balzers) abgesenkt.

4.3 Hydrologie[4]

Abflussregime

Im Alpenrhein sind verschiedene Regimetypen anzutreffen. Das dominante, nivale Abflussregime wird vom pluvialen Typ überlagert. Die Gletscher sind

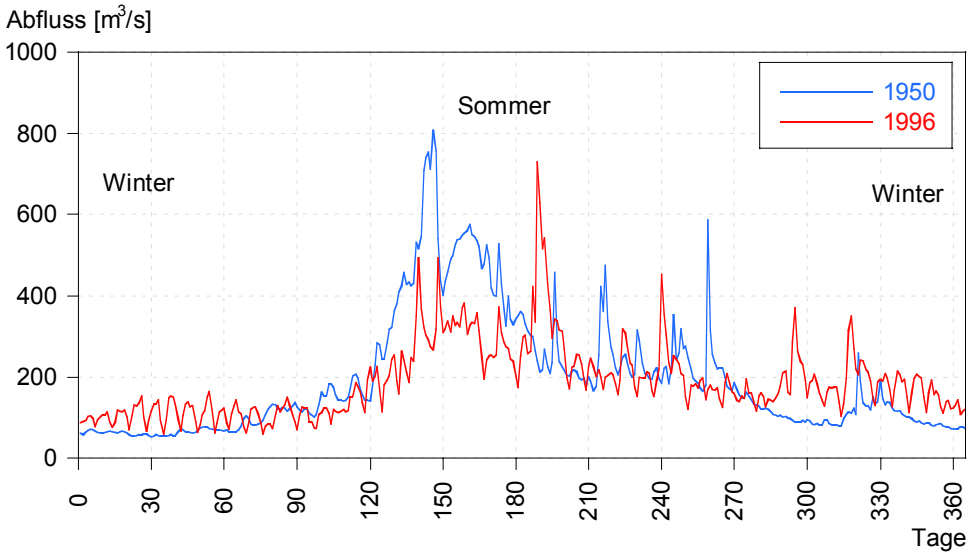


Bild 7: Abflussganglinie von 1950 und 1996 bei Diepoldsau (Tagesmittelwerte, Quelle /4/)

[4] Hauptquelle

Heierli AG, Tergeso AG, Hunziker, Zarn & Partner AG (2000): Hydrologie Alpenrhein, Hauptstudie; im Auftrag der internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

Daten der Landeshydrologie der Schweiz

wegen der im Vergleich zum gesamten Einzugsgebiet kleinen Ausdehnung von untergeordneter Bedeutung. Häufig kann im Juni ein ausgeprägtes Abflussmaximum beobachtet werden (Bild 7). Das Abflussregime wird heute durch die Wasserkraftnutzung erheblich beeinflusst.

Umlagerung von Sommer- in Winterabflüsse

Die grossen Speicherseen lagern einen Teil der Sommerabflüsse in den Winter um. Die Sommerabflüsse nahmen deshalb in den letzten Jahrzehnten zu Gunsten der Winterabflüsse ab. Am Beispiel der mittleren Dauerkurven der Perioden von 1931 bis 1941 (vor Kraftwerksbau) und von 1974 bis 1988 (nach Kraftwerksbau) bei Bad Ragaz ist diese Umlagerung deutlich ersichtlich (Bild 8).

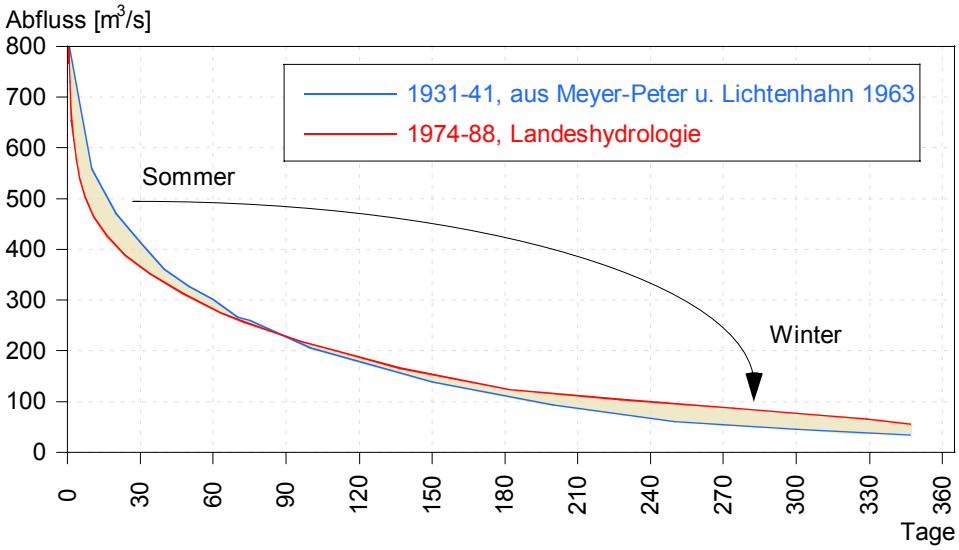


Bild 8: Umlagerung von Sommerabfüssen in den Winter am Beispiel von zwei Dauerkurven bei Bad Ragaz vor und nach dem Kraftwerksbau (Quelle: /1/)

Abflussschwankungen (Sunk – Schwall)

Die bedarfsgerechte Energieproduktion der Speicherseen führt zu täglichen Abflussschwankungen im Alpenrhein (Schwall-Sunk). Am besten sind die Abflussschwankungen bei trockenem Winterwetter beobachtbar (Bild 9). Im Verlauf der Jahrzehnte haben die Schwankungen zugenommen. Bei Diepoldsau lagen die täglichen Abflussschwankungen 1975 bei rund 75 m^3/s und 1997 bei rund 175 m^3/s.

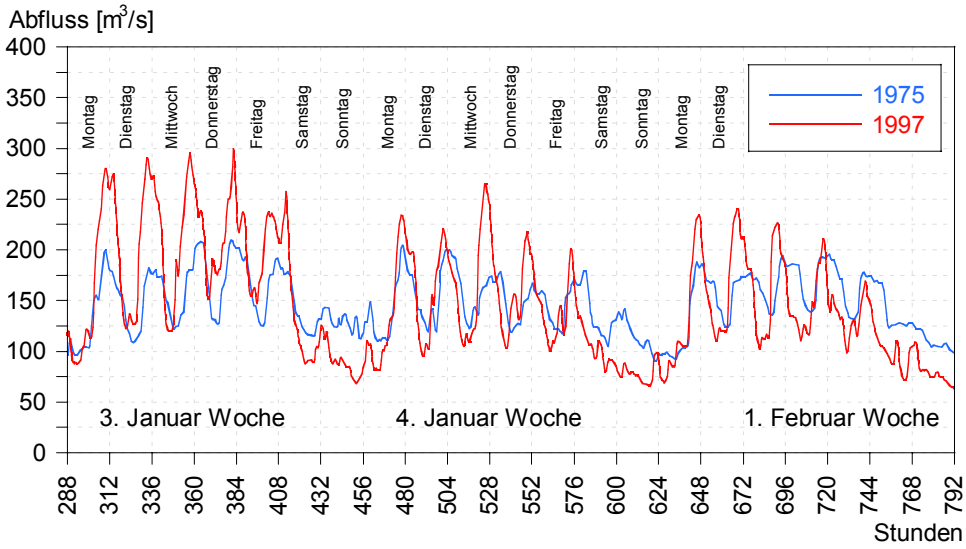


Bild 9: Veränderung der Schwall-Sunkamplitude bei Diepoldsau zwischen 1975 und 1997 am Beispiel von drei aufeinander folgenden Kalenderwochen im Januar und Februar

Nieder- und Mittelwasserabflüsse

In der Tabelle 2 sind charakteristische Nieder- und Mittelwasserabflüsse für den Zeitraum nach 1974 aufgeführt. Die Mittelwasserabflüsse (MQ) schwanken zwischen 116 m^3/s im Kanton Graubünden (Messstation Domat/Ems, siehe Bild 2) und 238 m^3/s in der internationalen Rheinstrecke (Messstation Diepoldsau).

Strecke Referenzstation	Reichenau – Landquart Domat/Ems (1974 – 1997)	Landquart – Illmündung Bad Ragaz (1974 – 1990)	Illmündung – Bodensee Diepoldsau (1974 – 1997)
Q_{347}	28	45	83
MQ	116	163	238
Q_{91}	148	207	307
Q_9	330	466	648
Q_1	555	725	960

Tabelle 2: Charakteristische Nieder- und Mittelwasserabflüsse in den Teilstrecken Reichenau – Landquart, Landquart – Illmündung und Illmündung – Bodensee (Die Daten basieren auf den sogenannten Q-Ganglinien der Landeshydrologie ab 1974.)

Wetterlagen bei Hochwasser

Im Alpenrheingebiet können Hochwasser durch sogenannte süd- oder nordzentrierte Niederschlagsereignisse ausgelöst werden. Bei den südzentrierten Ereignissen liegt das Zentrum der Niederschläge auf der Alpensüdseite. Weil die dabei auftretenden, kräftigen Südwinde warme und feuchte Luft über den Alpenhauptkamm tragen, entstehen auch auf der Alpennordseite heftige Niederschläge. Der Regen fällt dabei in erster Linie in den Einzugsgebieten des Vorder- und des Hinterrheins. Beispiele für solche südzen-

trierte Niederschlagsereignisse sind die grossen Hochwasser von 1834, 1868, 1927, 1954 und 1987.

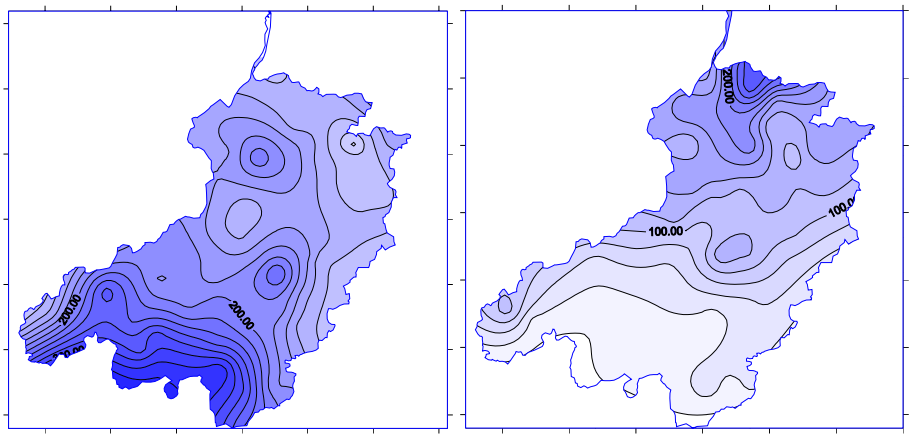


Bild 10: Beispiele von süd- (1987) und nordzentrierten (1910) Niederschlagsfeldern mit grossen Hochwasserabflüssen im Alpenrhein (Quelle: /3/)

Bei den nordzentrierten Ereignissen, welche durch unterschiedliche Zirkulationsmuster ausgelöst werden, liegt das Niederschlagszentrum nördlich der Alpen. Der Niederschlag fällt schwerpunktmässig im Rheintal selbst sowie in den Einzugsgebieten von Ill und Landquart. Hochwasserereignisse bei nordzentrierten Niederschlagsfeldern wie 1910 oder 1999 sind seltener als bei südzentrierten.

Schnee und Hochwasser

Bei der Abflussbildung können Schneefallgrenze und Schneeschmelze wichtige Faktoren sein. Wegen der Höhenverteilung des Einzugsgebietes des Alpenrheins (mittlere Höhe bei 1800 m ü.M.) beeinflusst die Schneefallgrenze die Abflussbildung viel mehr als die Schneeschmelze. Bei tiefer Nullgradgrenze fällt der Niederschlag in grossen Teilen des Einzugsgebietes als Schnee und diese Gebiete tragen nicht zum Abfluss bei. Wegen der Topographie schmilzt der Schnee im Frühjahr und im Sommer jeweils nur in einem vergleichsweise schmalen Höhenband gleichzeitig. Dies führt zu einer relativ geringen Abflusserhöhung durch Schneeschmelze bei Starkniederschlägen.

jahreszeitliche Verteilung der Hochwasser

Die grossen Hochwasser im Alpenrhein treten klimabedingt vorwiegend im Sommer und im Herbst auf. Die jahreszeitliche Verteilung der bekannten, grossen Hochwasser seit 1200 kann Bild 11 entnommen werden und diejenige der Jahresspitzen im 20. Jahrhundert Bild 4.

Um die Grössenordnung von selteneren Ereignissen abzustützen, wurden entsprechende Meteo-Szenarien unter Berücksichtigung von Schnee entwickelt und mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell simuliert. Eine der Hauptschwierigkeiten dabei war, den einzelnen Szenarien Jährlichkeiten zuzuordnen. Als Resultat der hydrologischen Untersuchungen resultierten die in Tabelle 3 aufgeführten Bandbreiten der Abflussspitzen von Hochwasserereignissen mit unterschiedlichen Jährlichkeiten.

Strecke	Reichenau – Landquart	Landquart – Illmündung	Illmündung – Bodensee
Referenzstation	Domat/Ems	Bad Ragaz	Diepoldsau
HW_{1987}	1'550 – 2'200 / **1'950**	2'000 – 2'600 / **2'300**	2'300 – 3'000 / **2'650**
HQ_{30}	1'800 – 1'900 / **1'850**	1'875 – 2'100 / **1'950**	2'350 – 2'550 / **2'450**
HQ_{100}	2'150 – 2'350 / **2'250**	2'400 – 2'700 / **2'550**	2'850 – 3'250 / **3'050**
HQ_{300}	2'500 – 2'750 / **2'625**	3'100 – 3'600 / **3'350**	4'000 – 4'600 / **4'300**
EHQ	3'300 – 3'700 / **3'500**	4'900 – 5'600 / **5'250**	6'000 – 7'000 / **6'500**

Tabelle 3: Bandbreite der Abflussspitzen im Alpenrhein in den drei Hauptabschnitten für das Hochwasser von 1987 und für Ereignisse mit unterschiedlicher Jährlichkeit (Angaben in m^3/s, **fett**: Mittelwerte, welche für Berechnungen verwendet wurden; weitere Erläuterungen siehe auch Text; Quelle /3/)

4.4 Morphologie[5]

4.4.1 Übersicht

Gegenwärtig ist der Alpenrhein fast durchgehend mit Hochwasserschutzdämmen und blockwurfgesicherten Ufern reguliert. Die Flussbettstruktur lässt sich daher anschaulich in unterschiedliche Abschnitte mit charakteristischen Regulierungsprofilen einteilen (Bild 13). Der Oberlauf bis zur Landquartmündung ist als Trapezprofil in den Talraum eingesenkt. Von der Landquart- bis zur Illmündung dämmen "Hochwuhre" den Fluss vom Umland ab. Die "Internationale Strecke" bis zum Bodensee ist als Doppeltrapezprofil mit

[5] Hauptquelle

Eberstaller, J.; Haidvogel, G.; Jungwirth, M. (1997): Gewässer-&Fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung; Internationale Regierungskommission Alpenrhein; Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

Hunziker, Zarn & Partner AG (2001): Morphologie und Geschiebehaushalt Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht über die Untersuchungen zwischen 1985 und 2000; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

rund 100 m breiten Vorländern ausgebildet. Daran schliesst die Vorstreckung der Mündung in den Bodensee.

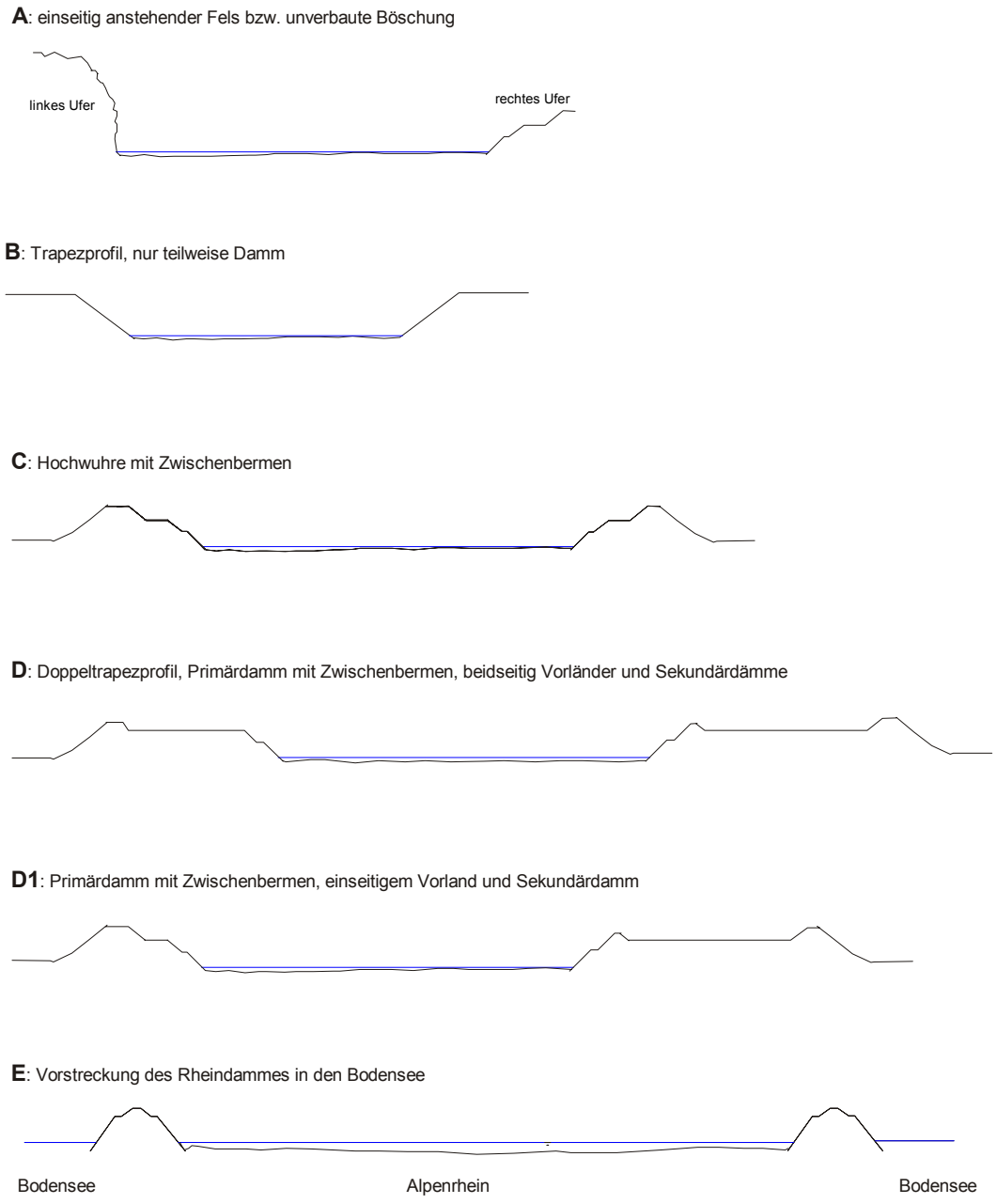


Bild 13: Profiltypen am Alpenrhein

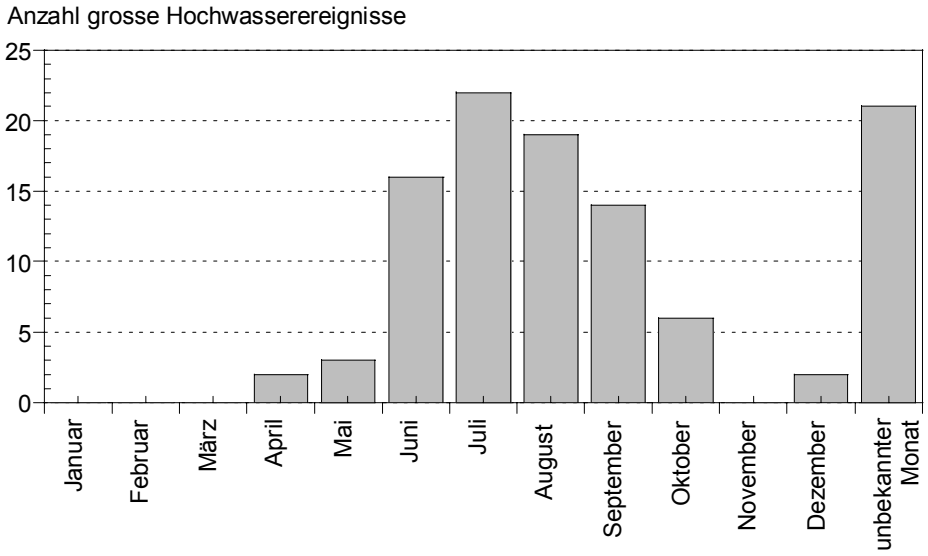


Bild 11: Jahreszeitliche Verteilung der bekannten, grossen Hochwasser im Alpenrhein seit 1200 (Quelle: /3/)

Hochwasserstatistik und Hochwassermengen

Von drei Bereichen des Alpenrheins sind Abflussangaben über längere Perioden vorhanden. Die Wasserspiegel werden bei Domat/Ems seit 1899 und bei Diepoldsau seit 1905 beobachtet. Die Station bei Bad Ragaz wurde von 1931 bis 1990 betrieben. In Bild 12 sind als Beispiel die Jahresmaxima in der internationalen Rheinstrecke dargestellt. Bei den Daten ist der Retentionseinfluss der Speicherseen summarisch herausgefiltert und die Resultate einer Überprüfung der Pegelrelation (Umrechnung von Wasserspiegelmessung in Abflusswerte) sind berücksichtigt. Die so bereinigten Messreihen dienten der Festlegung der Jährlichkeiten der Hochwasserabflüsse bis in den Bereich des HQ_{100}.

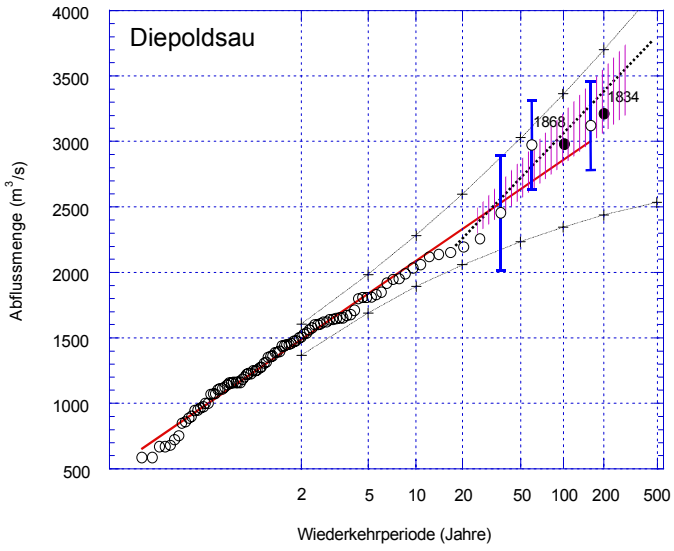


Bild 12: Abflussstatistik der Jahresmaxima in der internationalen Rheinstrecke und die 4 grössten Ereignisse zwischen 1800 und 2000 (Quelle: /3/)

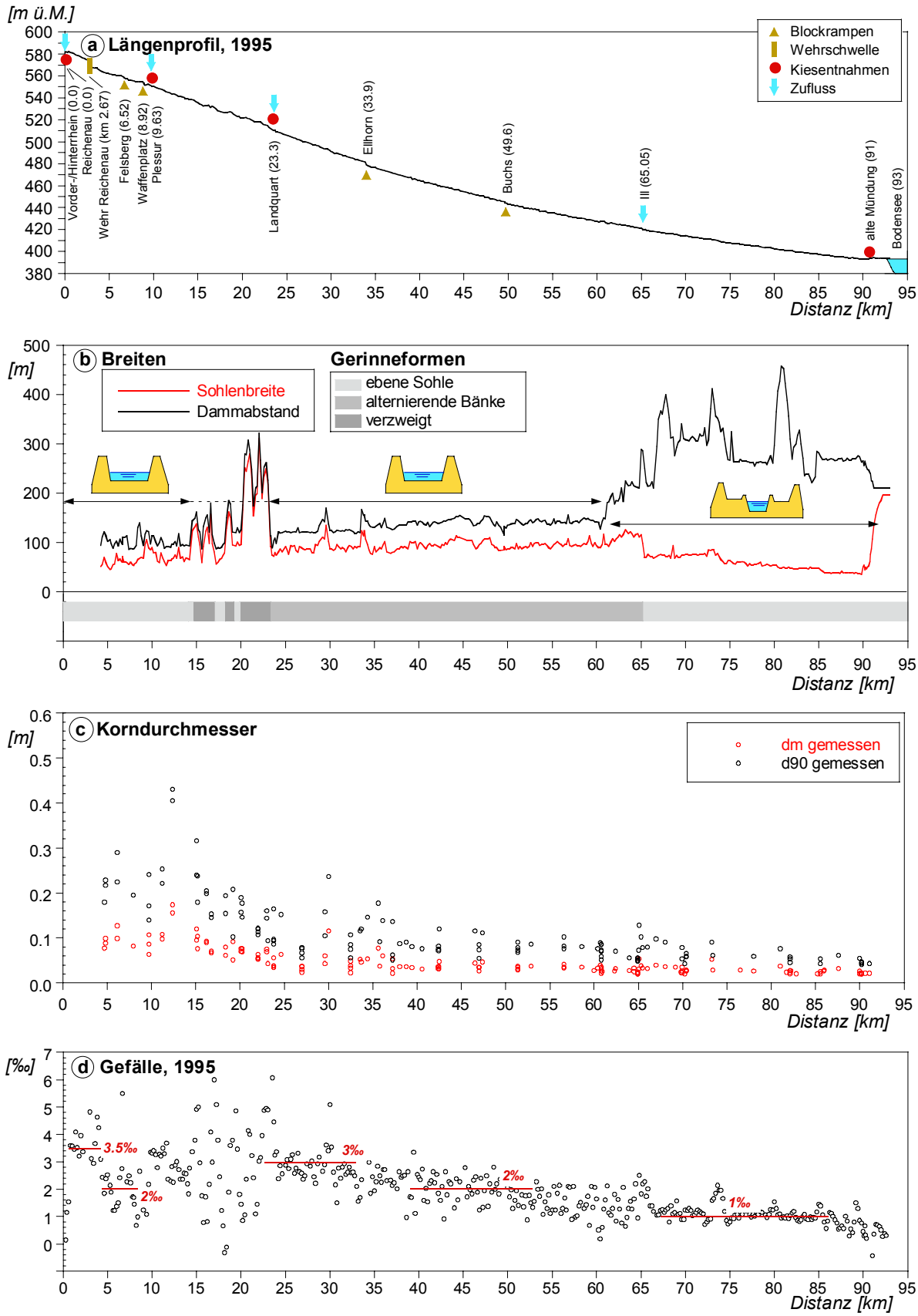


Bild 14: Längenprofil, Flussbettbreite und Abstand der Dämme, charakteristische Korndurchmesser sowie Gefällsverhältnisse des Alpenrheins

Längenprofil und Gefälle

Wie bei Alluvionsflüssen üblich, nimmt auch das Längsgefälle des Alpenrheins mit zunehmender Fliessdistanz von Reichenau bis zum Bodensee sukzessive von über 3‰ auf unter 1‰ ab (Bild 14a). Die Abnahme ist wegen den Zuflussmündungen, den vier Blockrampen Felsberg, Waffenplatz (Chur), Ellhorn und Buchs sowie den unterschiedlichen Flussbettbreiten respektive Querprofilgeometrien nicht kontinuierlich.

Korndurchmesser

Für die Morphologie sind nicht nur die Breiten- und Gefällsverhältnisse von Bedeutung, sondern auch die Kornverteilung des Sohlenmaterials. Diese wird häufig mit den zwei Korndurchmessern d_m und d_{90} beschrieben. Mit diesen beiden Grössen können das transportierte Geschiebe (d_m) und der Widerstand des Flussbettes gegen Eintiefung (d_{90}/d_m) näherungsweise charakterisiert werden (Bild 14c).

Ähnlich den Gefällsverhältnissen nimmt am Alpenrhein in Fliessrichtung der charakteristische Korndurchmesser d_m von im Mittel knapp unter 10 cm bei Reichenau auf 2.1-2.6 cm bei der Mündung in den Bodensee ab. Gründe dafür sind der Massenverlust infolge der mechanischen Belastung beim Sedimenttransport (Abrieb) und die Tatsache, dass grössere Körner in Ablagerungsstrecken früher liegen bleiben als kleinere (Sortierprozesse). Durch den Geschiebeeintrag der Zuflüsse und unregelmässige Ablagerungen entsprechend der Flussmorphologie können die Korngrössen beträchtlich schwanken (Bild 14c).

4.4.2 Flussbettausformung

Einflussbereich Kraftwerk Reichenau

Unmittelbar flussab des Zusammenflusses von Vorder- und Hinterrhein beginnt der Rückstaubereich des Kraftwerkes Reichenau (km 2.7, Bild 15 rechts). Seit Errichtung der Fischaufstiegshilfe können die aus dem Bodensee kommenden Seeforellen wieder in Vorder- und Hinterrhein einwandern. Die rund. 1.3 km lange Ausleitungsstrecke führt infolge der Dotation durch die Fischaufstiegshilfe und eine „Restwasserturbine“ ebenfalls wieder ganzjährig Wasser.

Kraftwerk Reichenau bis Landquart

Flussab hat sich der Rhein bis zur Mündung der Plessur in die Talebene eingeschnitten. Mehrere Sohlrampen und eine Aufweitung bei Felsberg (Bild 15, rechts) begrenzen die weitere Eintiefung respektive wirken dagegen. Infolge des engen Flussbettes (Profil B, Bild 13) bilden sich zwischen Reichenau und Landquart kaum Kiesbänke aus. Lediglich in den breiteren Abschnitten bei Oldis und vor allem in den bis zu 300 m breiten Mastrilser Auen (Bild 16 links) verzweigt sich der Fluss mit grossflächigen, variablen Kiesbänken und ständigen Umlagerungen (Profil A). Linksufrig wird das reich strukturierte Flussbett durch naturbelassene Felsufer mit Buchten und

ins Wasser hängenden Ästen begrenzt, die intensive Verzahnung mit dem Rhein aufweisen. Insgesamt ist der Abschnitt der Mastrilser Auen der einzige naturnahe Bereich am Alpenrhein und entspricht zumindest im aquatischen Bereich am ehesten einer naturnahen Referenz für eine zukünftige Gestaltung des Alpenrheins. Hervorzuheben ist auch die Aufweitung bei Felsberg, die 1995 zur Sohlstabilisierung angelegt wurde und gleichzeitig eine ökologische Aufwertung des Alpenrheins bewirkt. Hinsichtlich der Uferstrukturausformung weist der Abschnitt von Reichenau bis zur Tardisbrücke die höchste Variabilität auf.

Bild 15: Kraftwerk Reichenau (links) und Aufweitung Felsberg (rechts, Aufnahmen Dietmar Walser, walser-image.com)

Bild 16: Mastrilser Auen (links) und Alpenrhein zwischen Landquart und Ellhorn mit alternierenden Kiesbänken (rechts, Aufnahmen Dietmar Walser, walser-image.com)

Landquart- bis Illmündung

Zwischen Landquart- und Illmündung ist der Alpenrhein durchgehend monoton reguliert. „Hochwuhre“ verhindern bei Hochwasser Überflutungen des Talraumes (Profil C). Die Sohlbreite beträgt annähernd konstant 100 m, das Gefälle sinkt im Längsverlauf allmählich von 3 auf 1.5‰. Die Ufer sind durchgehend mit Blockwurf gesichert. Flussmorphologisch ist dieser Bereich bei Nieder- und Mittelwasser von den alternierenden Kiesbänken geprägt (Bild 16 rechts). Als Folge der Kiesentnahmen ist die Sohle um bis zu 5 m eingetieft (Bild 17). Die Sohlrampen beim Ellhorn und in Buchs verhindern die weitere Eintiefung.

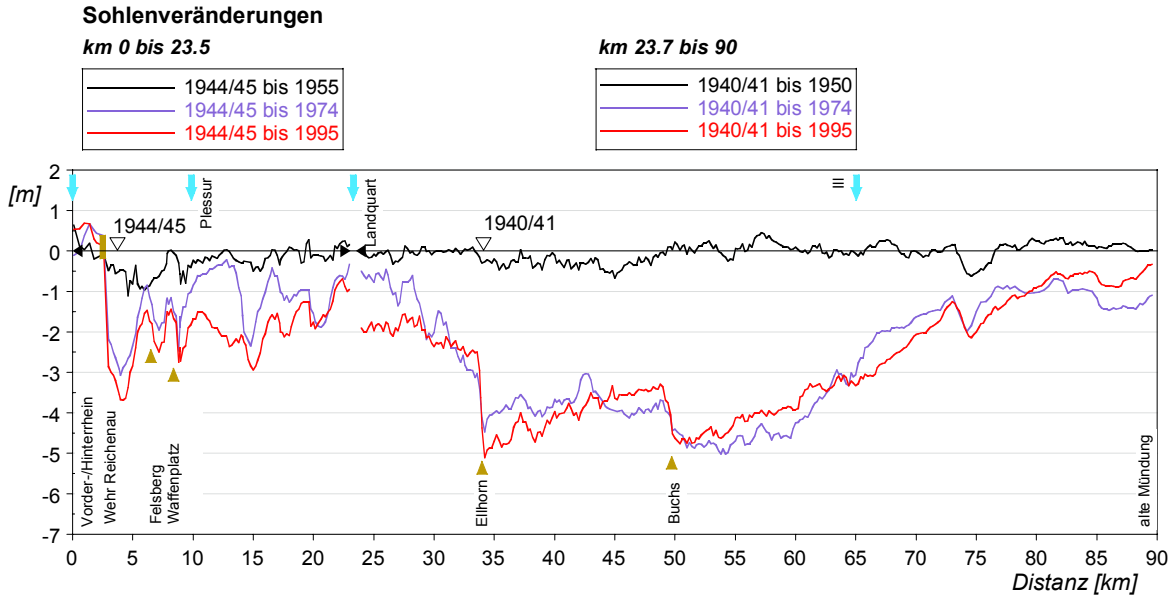


Bild 17: Sohlenveränderungen im Alpenrhein zwischen 1941 und 1995

Illmündung bis Bodensee

Zwischen Illmündung und Bodensee, in der internationalen Rheinstrecke, geht das Profil in ein Doppeltrapez mit Mittelwuhren über (Profil D). Für die Abfuhr der Hochwasser stehen beidseitig rund 100 m breite, regelmässig gemähte Vorländer zur Verfügung. Infolge der geringen Breite des Hauptgerinnes (40-80 m), der kontinuierlichen Verringerung des Gefälles (<1‰) und des abnehmenden Korndurchmessers des Sohlmaterials sind flussab der Illmündung keine Kiesbänke mehr ausgebildet (Zarn et al., 1995). Der Alpenrhein besitzt monotone Breite und Tiefe sowie gerade Uferlinien. Die beidseitigen Vorländer werden als Weideflächen bzw. Grünland bewirtschaftet.

Durch den Diepoldsauer und Fussacher Durchstich sind die Diepoldsauer Schlinge sowie der alte Mündungslauf abgetrennt (Bild 18). Letzterer dient nunmehr als Fortsetzung des Schweizer Rheintaler Binnenkanals. Diese beiden Altläufe stellen derzeit die grössten Stillgewässerkomplexe im Rheintal dar (siehe auch Nebengewässer).

Im Fussacher Durchstich wird der Alpenrhein gestreckt zum Bodensee abgeleitet. Als Folge des Durchstiches ist die Dornbirner Ache verlegt und mündet ca.3 km nach Aufnahme des Vorarlberger Rheintaler Binnenkanals unmittelbar rechtsufrig des Alpenrheins.

Flussab der Illmündung hat sich der Alpenrhein um bis zu 3 m (im Vergleich zu 1940/41, Bild 17) eingetieft, wobei die Eintiefungstendenz auch derzeit noch anhält. Ab dem Diepoldsauer Durchstich kommt es jedoch zu sukzessiver Auflandung.

Bild 18: Alpenrhein im Bereich des Diepoldsauer Durchstiches Mitte der achtziger Blick flussauf (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com)

Rheinmündung

Der neue Mündungsverlauf (Bild 19) wird als Trapezprofil weiter in den Bodensee vorgestreckt (Profil E), um eine unkontrollierte, kontinuierliche Vergrösserung des Rheindeltas und dadurch die Abtrennung des östlich liegenden Bodenseeteils von Lindau bis Hard sowie die Versumpfung der Hard-Fussacher Bucht verhindern. Durch den kompakten Abflussquerschnitt werden die Schwebstoffe auch bei hohem Bodenseewasserstand in tiefere Bereiche transportiert und an der Seehalde abgelagert. Der Kies wird kontinuierlich am Beginn der Vorstreckung entnommen. Bei Fertigstellung wird die Vorstreckung ca. 4.5 km in den Bodensee (Fkm 94.55) reichen.

Bild 19: Mündung in den Bodensee mit der Rheinvorstreckung (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com)

4.4.3 Strukturausstattung des Alpenrheins

Einfluss der Kiesbänke auf die Strömungs-verhältnisse

Die Kiesbänke (Bild 16 rechts) bewirken bei Mittel- und Niederwasser Querströmungen und schaffen somit prall- und gleithangähnliche Situationen innerhalb des Ausbauprofiles. Zwischen den Bänken entstehen flache Furten, an die bis über vier Meter tiefe Kolke anschliessen. Dadurch ergibt sich ein pendelnder Stromstrich mit unterschiedlichen Strömungsverhältnissen, während in Abschnitten ohne Kiesbänke der Stromstrich geradlinig verläuft. Bei höherem Mittelwasser sind die Kiesbänke überflossen. Der Blockwurf bildet dann die Wasseranschlagslinie.

Die höchsten Anteile an Kiesflächen besitzen die Mastrilser Auen (Bild 16 links) und die Verzweigung von Oldis. Totholz ist nur bei wenigen Kiesbänken dokumentiert, da es nur kurzfristig bei sinkendem Wasserspiegel abgelagert und beim nächsten höheren Abfluss weitertransportiert wird. Strömungshindernisse, in deren Schutz Totholz längerfristig liegen bleibt, fehlen. Die alternierenden Kiesbänke flussab von Landquart besitzen eine hohe Dynamik. Vegetation kommt daher kaum auf. Nur auf 7% der Kiesbänke ist Bewuchs, meist in Form niedriger Weiden und krautiger Pflanzen vorhanden. Grossflächige und dicht bewachsene Kiesbänke sind nur in den Mastrilser Auen zu finden.

Breitendiversität

Aufgrund der starken Regulierung und Verbauung des Flusses stellen Kiesbänke im Alpenrhein die einzigen bedeutenden Flussbett- und Uferstrukturen dar. Hohe Breitendiversität ist fast zur Gänze auf die alternierenden

Kiesbänke zurückzuführen, Abschnitte ohne Kiesbänke besitzen keine oder nur geringe Breitendiversität.

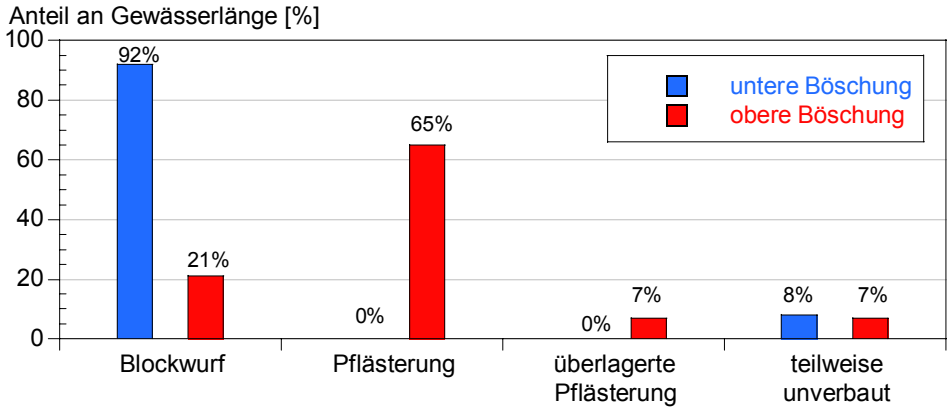


Bild 20: Ufer- und Böschungssicherungen in Prozent der Uferlänge. Linkes und rechtes Ufer sind durchgehend mit grossem, rauem und unverfugtem Blockwurf gesichert. Zumindest teilweise unverbaute Ufer liegen nur mehr in geringem Umfang vor.

Uferschutz

Mehr als drei Viertel der Uferlinie weisen geraden Verlauf mit durchgehender Blockwurfsicherung (92%) auf. Gebuchtete Ufer treten fast ausschliesslich im Bereich anstehenden Felses und damit fehlender Uferverbauung in Graubünden auf (z.B. Mastrilser Auen, Bereich Ellhorn).

4.4.4 Mündungen der Zuflüsse

Niveaudifferenz bei den Mündungen wegen der Rheineintiefung

Seit dem Bau der Hochwuhre münden flussab des Ellhorns nur mehr 8 Gewässer (Trübbach, Saar, Liechtensteiner Binnenkanal, Werdenberger Binnenkanal, Spiersbach, Ill, Frutz und Ehbach) direkt in den Alpenrhein. Alle diese Zuflüsse besitzen im Mündungsbereich stark gesicherte Rückstaudämme. Durch die Eintiefung der Rheinsohle entstehen an den Mündungen Höhenunterschiede von bis zu mehreren Meter, die mit Sohlschwellen, Rampen, Rohrdurchlässen oder Schussrinnen überbrückt werden (Bild 21, rechts). Teilweise existieren Fischaufstiegshilfen. Die Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals wurde 1999/2000 naturnahe umgestaltet und ist seither wieder mit dem Alpenrhein vernetzt (Bild 21 links). An der Illmündung wurde im Rahmen der Neugestaltung der Mündung mittels 2 Sohlrampen auch ein naturnaher Mündungsarm angelegt.

Bild 21: Niveaugleiche Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals (links, Ausschnitt Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com) und Mündung des Saarkanals (rechts), welcher über eine raue Sohlrampe mit einer Gesamthöhe von etwa 3 m bestehend aus mehreren Sohlstufen mit je 50 cm Höhe in den Alpenrhein fliesst. Die Sohlrampe weist eine für schwimmstarke Fische passierbare Fischaufstiegshilfe auf, die allerdings vor den Sohlschwellen endet und periodisch von den alternierenden Kiesbänken verlegt wird.

niveaugleiche Mündungen im Kanton Graubünden

Unverbaut und niveaugleich münden in Graubünden noch 5 Gewässer in den Alpenrhein, wobei jedoch 2 für Fische aufgrund ihrer geringen Grösse keine Bedeutung haben. Die 3 anderen, ebenfalls kleine Bäche münden alle linksufrig auf einer Länge von 150 m in den Mastrilser Auen. Ihre Mündungen können als Referenz für naturbelassene Mündungsbereiche gelten.

4.5 Geschiebehaushalt[6]

Abhängigkeiten

Für die Beurteilung der Entwicklung des Flussbettes sind Kenntnisse über den Geschiebehaushalt wichtig. Dieser hängt vom Abflussregime, dem Geschiebeeintrag, den Kiesentnahmen und dem Transportvermögen ab.

Geschiebeeinträge aus den Zuflüssen

Die Eingrenzung der Geschiebeeinträge in den Alpenrhein aus den Zuflüssen erfolgte mit Hilfe von zahlreichen Modellrechnungen. Über die effektiv eingetragenen Mengen bestehen aber nach wie vor Unsicherheiten. Im Verlauf der seit Ende der 80er Jahre verschiedenen Untersuchungen

---

6 Hauptquellen:

Zarn, B.; Oplatka, M.; Pellandin, St.; Mikos, M; Hunziker, R.; Jäggi, M. (1995): Geschiebehaushalt Alpenrhein; Neue Erkenntnisse und Prognosen über die Sohlenveränderungen und den Geschiebetransport; Mitteilung Nr. 139 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Zürich, 187 Seiten

Hunziker, Zarn & Partner AG (2001): Morphologie und Geschiebehaushalt Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht über die Untersuchungen zwischen 1985 und 2000; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

wurden die Einträge nach unten korrigiert. Aus den in Bild 22 dargestellten Geschiebebilanzen bei den Mündungen der Zuflüsse und dem Bodensee, welche auf zwei verschiedenen Modellen basieren, sind die angenommenen Eintragsmengen ersichtlich. Bei der Plessur dürften die tieferen Werte von Modell 2 eher der Wirklichkeit entsprechen als diejenigen von Modell 1. Bei der Ill dürfte der effektive durchschnittliche Eintrag pro Jahr vermutlich zwischen 20'000 m^3 (Modell 1) und 10'000 m^3 (Modell 2) liegen.

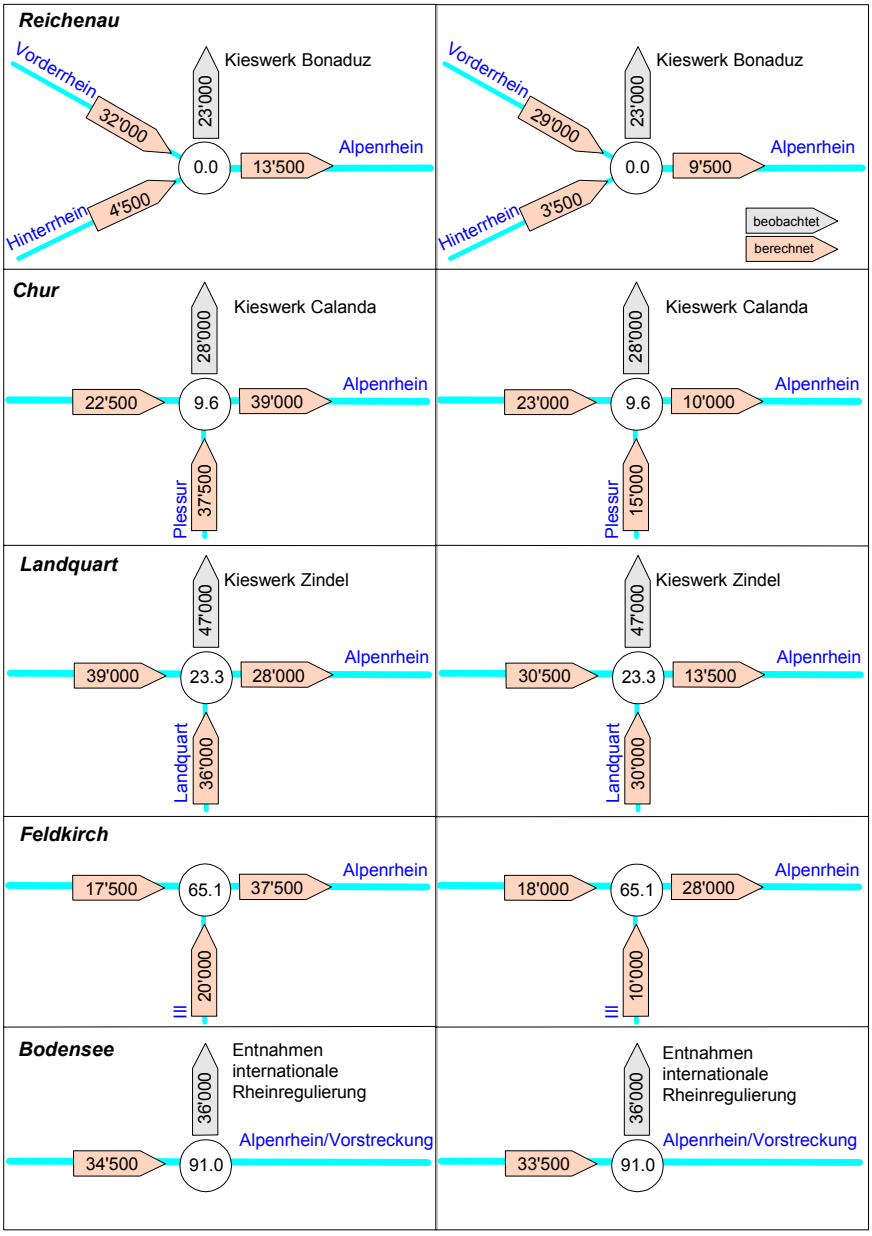


Bild 22: Geschiebebilanzen bei den Mündungen der Zuflüsse und beim Bodensee in m^3 pro Jahr für die Periode von 1974 bis 1995 für das Modell 1 (links) und das Modell 2 (rechts)

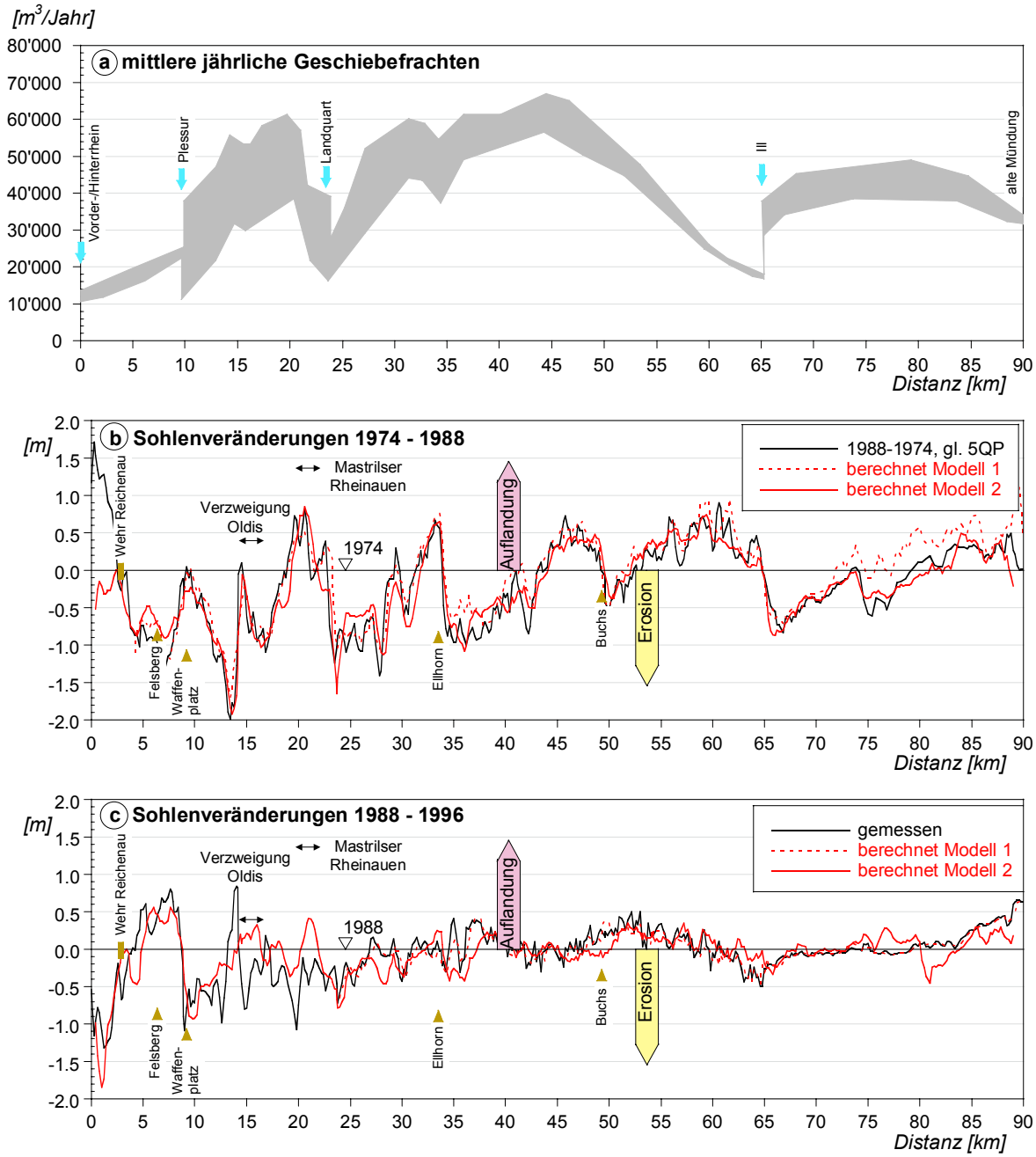


Bild 23: Bandbreite der durchschnittlichen jährlichen Geschiebefrachten, welche im Alpenrhein in der Periode von 1974 bis 1995 transportiert wurden (a), und die gemessenen und berechneten Sohlenveränderungen in der Periode von 1974 bis 1988 (b) und von 1989 bis 1995 (c) für verschiedene Modelle (siehe Detailbericht /5/)

Erosions- und Auflandungs-prozesse

Beim Alpenrhein folgen auf Strecken mit Erosionen solche mit Ablagerungen, aber nirgends herrscht Gleichgewicht (Bild 23b und c). Zwischen Reichenau und den Mastrilser Rheinauen tiefte sich das Flussbett zwischen 1974 und 1988 respektive zwischen 1988 und 1996 mehrheitlich ein, wobei vier Fixpunkte die Erosionen begrenzen. Dies sind die Blockrampen bei Felsberg und bei Chur (Waffenplatz), die Verzweigung Oldis sowie die Mastrilser Rheinauen. Der folgende Abschnitt zwischen den Mündungen der Landquart und der Ill wird durch die zwei Blockrampen beim Ellhorn und bei

Buchs und der etwa 15 km langen markanten Auflandungszone flussaufwärts der Illmündung geprägt. Der Bau der Blockrampen bewirkte im Oberwasser während einiger Zeit Geschiebeablagerungen, die sich jedoch auf Strecken mit jeweils einer Länge von wenigen Kilometern beschränken. In den übrigen Abschnitten erodiert der Alpenrhein zum Teil massiv. Auf dem letzten Abschnitt zwischen der Illmündung und dem Bodensee tieft sich der Gebirgsfluss bis zum Diepoldsauer Durchstich (km 74.5 bis 79.6) ein, danach schliesst eine Auflandungsstrecke an.

mittlere jährliche Geschiebefrachten

Die mittleren jährlichen Geschiebefrachten in Bild 23a veranschaulichen, wie stark sich Erosionen und Auflandungen auf die Geschiebeführung auswirken. Besonders hervorzuheben ist der generelle Anstieg der Kurve zwischen km 0 und km 45, welcher einer massiven Sohlenerosion entspricht. Nur im Bereich der Mastrilser Rheinauen ist ein starker Abfall festzustellen, der auf die Ablagerungen in den Auen hinweist. Die flussabwärts von km 45 abfallende Kurve korrespondiert mit den Ablagerungen oberhalb der Illmündung. Der Ablagerungstrend zwischen km 45 und km 65 ist auf die Abnahme des Gefälles zurückzuführen, welche teilweise eine Folge der massiven Kiesentnahmen zwischen 1940 und 1972 ist (Bild 33, Seite 74). Oberhalb der Blockrampe Buchs erreicht der Geschiebetransport mit 55'000 bis 65’000 m^3 pro Jahr ein Maximum. Davon stammen 55 bis 75% aus der Sohlenerosion des Alpenrheins zwischen km 23 und km 45.

Schwall und Geschiebetransport

Mit dem Kraftwerksbetrieb änderte sich nicht nur das Abflussregime, sondern gemäss /7/ wird gegenüber früher heute im Winter im Hauptstrombereich bei der Schwallspitze lokal regelmässig Geschiebe transportiert. Der Grund dafür ist, dass der Schwallabfluss über dem Grenzabfluss für Geschiebetransport liegt. Der Schwall soll zusammen mit der verstärkten Trübung zu einer beschleunigten inneren Kolmation führen.

4.6 Abflusskapazität, Damm- und Uferstabilität[7]

Beurteilungskriterien

Die Abflusskapazität und die Dammstabilität des Alpenrheins wurde im Rahmen des Projektes Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal /6/ für Ereignisse mit unterschiedlicher Jährlichkeit beurteilt. Die Bestimmung der Abflusskapazität erfolgte in Einschnitten und Dammstrecken nach unterschiedlichen Kriterien. In Einschnitten wurde die Abfluss-

7 Hauptquelle:

IG Flussbau Alpenrhein (2003): Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal; Teilbericht hydraulische und morphologische Analyse des Alpenrheins; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

tiefe mit der Gerinnetiefe verglichen und in Dammstrecken die Energiehöhe[8] mit der Gerinnetiefe (Bild 25). Bei der Dammstabilität wurde beim HQ_{100} eine Sicherheit von 1.3[9] gefordert und beim HQ_{300} eine von 1.1. Die möglichen Versagensprozesse bei den Dämmen sind in Bild 24 dargestellt.

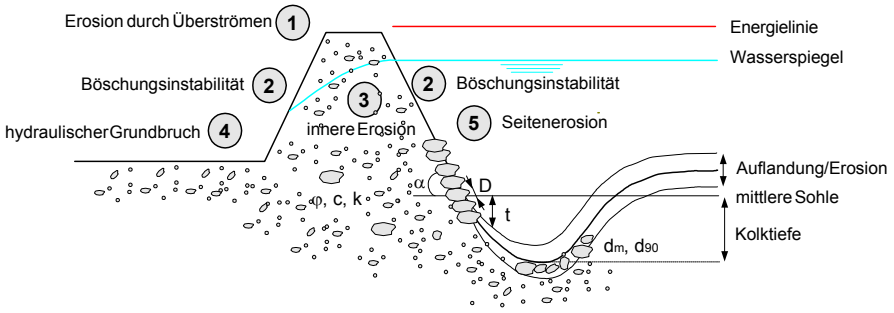


Bild 24: mögliche Versagensprozesse

Beurteilung der aktuellen Verhältnisse

Die Beurteilung der Abflusskapazität und der Dammstabilität basiert auf den aktuellen Verhältnissen. Es wird davon ausgegangen, dass die notwendigen Unterhaltsarbeiten respektive Projekte ausgeführt werden, mit welchen der aktuelle Ausbaustandard auch in Zukunft gewährleistet werden kann.

Abflusskapazität

In der internationalen Rheinstrecke bestehen für den Ausbaustandard HQ_{100} noch Defizite. Sind diese behoben, so hat der Alpenrhein bis zu Ereignissen in der Grössenordnung eines HQ_{100} eine ausreichende Abflusskapazität. Im Kanton Graubünden gibt es zwar vereinzelte Stellen, wo Ausuferungen möglich sind. Diese können aber toleriert werden, weil keine bebauten Flächen

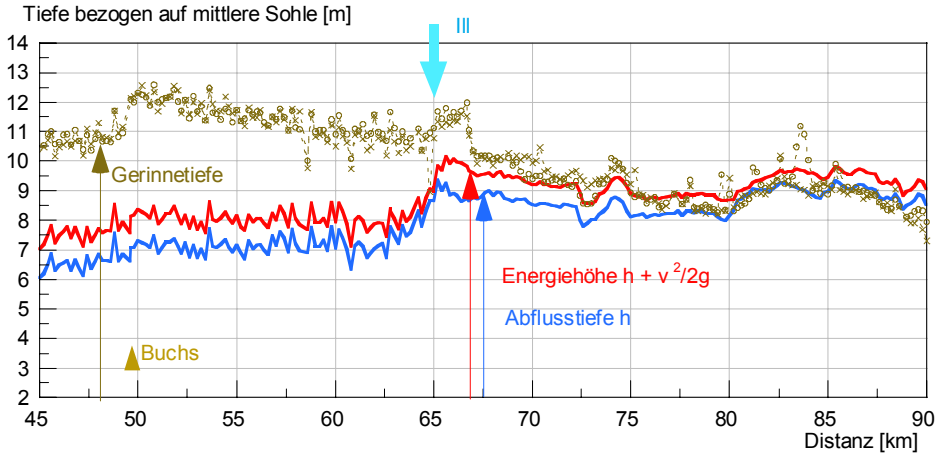


Bild 25: Gerinnetiefe im Vergleich zur Abflusstiefe und Energiehöhe beim HQ_{300} zwischen Buchs und dem Bodensee

---

8 Energiehöhe = $h + v^2/2g$, wobei h = Abflusstiefe; v = mittlere Geschwindigkeit im Gesamtquerschnitt, g = Gravitationskonstante.

9 Verhältnis der rückhaltenden Kräfte zu den angreifenden Kräfte

betroffen sind. Auf längeren Strecken liegt die Abflusskapazität deutlich über dem HQ_{100}, teilweise gar über dem HQ_{300} (Bild 25). Wegen der Eintiefung des Flussbettes ist sie zwischen dem Ellhorn und der Illmündung besonders gross.

Dammstabilität

Die Grundlagen für die Beurteilung der Dammstabilität sind sehr unterschiedlich. Zuverlässige Aussagen können im unteren Bereich der internationalen Rheinstrecke von Kriesern/Mäder (km 74) bis zur Mündung gemacht werden. Dort liegen Resultate zu zahlreichen Kernbohrungen, Rammsondierungen und Standsicherheitsberechnungen vor. In diesem Abschnitt ist die Dammstabilität bis zum HQ_{100} gewährleistet.

Von den übrigen Dammstrecken lassen die mangelnden Kenntnisse keine schlüssigen Aussagen über die Dammstabilität zu. Zur Zeit führen das Fürstentum Liechtenstein und der Kanton St. Gallen Untersuchungen über die Dammstabilität durch. Eine grobe Beurteilung erfolgte zwischen Landquart (km 23.6) und Kriesern/Mäder unter anderem mit Hilfe der Differenz des Hochwasserspiegels zum angrenzenden Terrain. Unterhalb des Ellhorns (km 33.9) ist diese Differenz deutlich grösser als oberhalb. Aus diesem Grunde werden Damminstabilitäten unterhalb des Ellhorns als nicht ausschliessbar und oberhalb des Ellhorns als wenig wahrscheinlich beurteilt.

Uferstabilität

Unterhalb von Landquart werden die Ufer als stabil beurteilt und eine Zerstörung der Dämme durch Seitenerosion wird ausgeschlossen. Oberhalb von Landquart hingegen ist Seitenerosion in Bereichen mit hohen Beanspruchungen möglich. In den Mastrilser Rheinauen können die Beanspruchungen wegen dem verzweigten Flusslauf besonders hoch sein. Das potentielle Ausmass einer Seitenerosion am rechten Ufer ist entsprechend gross.

Überlastfall

Im Alpenrhein können wie in jedem anderen Fluss auch, Abflüsse auftreten, welche grösser als die Ausbauwassermengen sind. Die Überprüfung der Systemsicherheit basiert auf dem sogenannten EHQ. Oberhalb von Landquart ist wegen den vergleichsweise geringen Dammhöhen und kleinen Geländekammern nicht mit einem eigentlichen Systemkollaps zu rechnen. Zwischen dem Ellhorn und der Illmündung wäre zwar die Abflusskapazität selbst für das EHQ ausreichend. Aber weil die Dammstabilität für dieses Szenario wahrscheinlich ungenügend ist, muss in diesem Abschnitt mit einem Systemkollaps gerechnet werden. Zwischen der Illmündung und dem Bodensee ist die Systemsicherheit im Überlastfall nicht vorhanden.

4.7 Ökologie[10]

4.7.1 Typisierung

Aufgrund seiner Grösse und auch seiner Eigenart wird der Alpenrhein im Rahmen der flächenhaften Typisierung der Fliessgewässer im EU- bzw. EWR-Raum als Sonderfall grosser Fluss - Alpenrhein behandelt. Entsprechend dem Temperaturregime ist der Alpenrhein nach Hebauer /26/ in Graubünden als Übergang Untere Forellenregion/Äschenregion, flussab als reine Äschenregion anzusprechen. Demgegenüber ist er entsprechend dem Sohlgefälle nach Huet /27/ im Oberlauf als Äschenregion (Hyporhithral), ab der Illmündung als Barbenregion (Epipotamal) einzustufen. Die Flussordnungszahl beträgt für den gesamten Lauf 7.

4.7.2 Gewässergüte/Wasserqualität

Alpenrhein ist gering bis mässig verunreinigt.

Die saprobiologische Gewässergüte (Belastung mit abbaubaren organischen Substanzen) und Konzentrationen physikalisch-chemischer Wasserinhaltsstoffe sind insgesamt unproblematisch und treten gegenüber anderen Einflussfaktoren (Schwall, strukturelle Defizite) als Ursache für den heutigen schlechten ökologischen Zustand des Alpenrhein weit in den Hintergrund.

Biologische und chemische Gewässergüteuntersuchungen weisen für den Alpenrhein im gesamten Untersuchungsgebiet Güteklasse I - II oder II (gering bzw. mässig verunreinigt) aus (/24/, /76/, /39/ und /7/). Diese geringe Restbelastung resuliert aus den Erfolgen der Siedlungswasserwirtschaft in Verbindung mit der starken Verdünnung der verbliebenen Einträge im Rhein. Diese verbliebenen Einträge stammen im Wesentlichen aus:

- noch nicht ans Kanalnetz angeschlossenen Siedlungsgebieten
- Regenentlastungen aus Mischkanalsystemen
- diffusen Einträgen aus den oft bis an die Ufer reichenden Landwirtschaftsflächen
- punktuellen Einträgen der gereinigten Abwässer aus den Kläranlagen

---

10 Hauptquelle

Eberstaller, J.; Haidvogel, G.; Jungwirth, M. (1997): Gewässer-&Fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung; Internationale Regierungskommission Alpenrhein; Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

ARGE Trübung Alpenrhein (2002): Trübung und Schwall im Alpenrhein, Kurzfassung; im Auftrage der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

Im Gegensatz zum Alpenrhein selbst treten aber aufgrund dieser verbliebenen Belastungsquellen in den kleineren Gewässern etwa des Vorarlberger Rheintals mit ihrer geringeren Vorflut durchaus noch kritische Situationen (viele Strecken mit Güteklasse II-III und schlechter) auf.

Trübung

Die Trübung im Alpenrhein wird vorwiegend durch den Gebirgsabtrag in den Flyscheinzugsgebieten, Stauraumspülungen und Kiesentnahmen aus verschiedenen Gewässern verursacht. Im Winterhalbjahr führt die Schneeschmelze vor allem durch Erosion an Südhängen im Bündnerschiefer (z.B. Landquart) zu zyklischen Trübeschwällen im Tag-Nacht Rhythmus, die nicht durch den Schwallbetrieb des Kraftwerkes verursacht werden. Gemäss /7/ vermag der Kraftwerksschwall abgelagerte Feinsedimente täglich zu mobilisieren, wodurch heute das ursprünglich im Winterhalbjahr klare Wasser eine erhöhte Trübung aufweist.

4.7.3 Aufwuchsalgen und Bodenfauna

Aufwuchsalgen

Bei den Aufwuchsalgen treten makroskopisch nur die Goldalgen *Hydrurus foetidus* und *Phaeodermatium rivulare*, die Grünalge *Ulothrix spp. (U. zonata)* sowie nicht näher differenzierte Kieselalgenlager in Erscheinung. Alle 3 genannten Arten sind charakteristische Leitformen für diesen Gewässertyp, die Gesamtzahl der Makroalgen ist im Vergleich zu anderen alpinen Flüssen gering.

Beeinflussung der Verteilung der Algen durch Schwallbetrieb

Durch den Schwellbetrieb wird die räumliche Verteilung der Algen wesentlich beeinflusst. Die wechselfeuchte Spiegelschwankungszone wird nur von Kieselalgen und *Ulothrix zonata* besiedelt. Die austrocknungssensiblen und strömungsliebenden Goldalgen *Hydrurus foetidus* und *Phaeodermatium rivulare* finden sich ausschliesslich im ständig überflossenen Bereich, wobei *Hydrurus* meist einen ausgeprägten Randstreifen ausbildet. Im anschliessenden Hauptstromstrich der Tiefenrinne fehlen die Makroalgen praktisch völlig.

Bodenfauna

Die Bodenfauna im Alpenrhein weist im Vergleich zu anderen alpinen Flüssen nur sehr geringe Besiedelungsdichten und Biomassen auf. Primäre Ursache sind die durch die Wasserkraftnutzung verursachten starken täglichen Abflussschwankungen und die damit verbundenen Folgewirkungen, die sich in unterschiedlicher Weise auf die Bodenfauna auswirken.

Die durch den wechselnden Wasserstand geprägten, z.T. sehr grossflächigen Spiegelschwankungsbereiche können von aquatischen (und gleichermassen auch terrestrischen) Wirbellosen nicht besiedelt werden.

In den ständig überströmten Bereichen ist die sogenannte „Hydrurusfauna“ (in den Zotten der Goldalge *Hydrurus foetidus* lebende Formen, z.B. diverse Arten der Zuckmückengattungen *Eukiefferiella*, *Orthocladius rivicola*-Gruppe oder die Eintagsfliegengattung *Baetis)* reich ausgeprägt. Im Vergleich mit anderen alpinen Flüssen ist sie im Alpenrhein sehr stark von Zuckmückenlarven dominiert. Die grösseren Besiedler der oberflächlichen Sedimentlückenräume, z.B. die Eintagsfliegengruppe der Heptageniiden (v.a. *Rhithrogena spp*.) und Steinfliegen fallen hingegen als Folge einer schwallbedingt verstärkten äusseren Kolmation (Überlagerung der Schottersubstrate mit Feinsedimenten) weitgehend aus. Unterhalb der Landquart geht auch der Anteil kleiner Kieslückenbewohner wie *Parakiefferiella sp*. oder der sauerstoffbedürftigen Oligochaeten *Propappus volki, Stylodrilus heringianus*) als Folge innerer Kolmation zurück.

Durch das Zusammenwirken von Schwellbetrieb und Begradigung ist ein deutlicher Rhithralisierungseffekt gegeben. Die Furten- und Schnellenbereiche des Flussbettes sind heute anhand der Bodenfauna dem Übergang zwischen Oberer und Unterer Forellenregion zuzuordnen. Im Vergleich zur natürlichen Situation entsprechen diese Veränderungen einer Verschiebung um mindestens 1 biozönotische Region.

Charakteristisch ist die Abnahme der Besiedlung zur Flussmitte hin. Die Tiefenrinne mit schwallbedingter täglicher Geschiebemobilisierung wird schliesslich nur mehr von einer spärlichen Rumpffauna besiedelt. Die Biomassen beispielsweise liegen hier rund 1-2 Zehnerpotenzen unter den Werten der flacheren Uferbereiche. Im Wesentlichen können sich hier nur noch Juvenilformen und kleine Arten halten. Diese verminderten Besiedelungsdichten in den Tiefenrinnen sind am Alpenrhein deutlich stärker als an anderen Flüssen ausgeprägt. Der ausserordentlich spärlichen Besiedelung der Tiefenrinne kommt insofern eine grosse Bedeutung zu, als dieser Lebensraum einen grossen Flächenanteil am Flusssystem einnimmt. In den untersuchten Teststrecken der Schwall- und Trübestudie oberhalb der Illmündung liegt dieser Anteil zwischen 41 und 52 %.

Insgesamt ist die Bodenfauna des Alpenrheins als stark beeinträchtigt und unproduktiv anzusprechen. Dies trifft für die Internationale Strecke mit durchgehender Tiefenrinne in besonderem Masse zu.

4.7.4 Fischfauna

Artenspektrum

Gegenwärtig sind für den Alpenrhein von den gewässertypischen ca. 30 Fischarten noch 17 heimische Arten sowie die eingebürgerte Regenbogenforelle und der Zander belegt (Bild 26). Dabei dominieren die für Gebirgs-

flüsse typischen strömungsliebenden Arten wie Bach- und Regenbogenforelle sowie die Koppe. Verschwunden sind vor allem stagnophile ("stillwasserliebende") Fischarten, strömungsindifferente Fischarten sind selten. Keine der 17 heimischen Arten besitzt im Alpenrhein eine ausgewogene Population. 16 der 17 heimischen Fischarten sind daher nach der Roten Liste Liechtensteins als zumindest potentiell gefährdet eingestuft /31/.

untere Forellenregion mit Tendenz zur Äschenregion

Anhand des aktuellen Fischbestandes wäre der gesamte Alpenrhein heute als Untere Forellenregion (Metarhithral) mit Tendenz zur Äschenregion (Hyporhithral) zu bezeichnen. Vor allem flussab der Buchser Schwelle kommen potamale Einflüsse (Barbenregion) hinzu. Diese Situation ist jedoch auf die Regulierung und das dadurch kompaktere Flussbett mit höheren Fliessgeschwindigkeiten sowie die Abtrennung der Zubringer und Augewässer zurückzuführen. Der unregulierte Alpenrhein dürfte entsprechend seiner Gefälls-, Morphologie- sowie Temperaturverhältnisse vor allem ab dem Ellhorn deutlich stärkere Einflüsse des Hyporhithrals und Epipotamals (Äschen- und Barbenregion) aufgewiesen haben.

Fischbestand

Insgesamt ist der Fischbestand des Alpenrheins trotz noch immer vergleichsweise hoher Artenzahl als sehr niedrig einzustufen. Fischökologische Untersuchungen im Rahmen der UVP Rheinkraftwerke Schweiz/Liechtenstein /30/ geben für den Rheinabschnitt zwischen Ellhorn und Illmündung weniger als 50 Stück bzw. ca. 10 kg Biomasse pro Hektar Wasserfläche an. Lediglich in strukturreicheren Abschnitten wie flussab von Rampen bzw. bei der Illmündung werden höhere Dichten festgestellt (bis zu 180 Stk./ha bzw. 100 kg/ha). Für Graubünden gibt Marrer /14/ einen höheren Fischbestand von 35 - 70 kg/ha an, der auch bei den Befischungen im Rahmen des Schwall- und Trübeprojektes dokumentiert wurde. Anhand der Ergebnisse dieses Projektes ist heute vor allem für den Bereich vom Ellhorn bis zur Illmündung eine noch weitere Abnahme des Fischbestandes gegenüber 1990 anzunehmen. Im Vergleich zu typologisch ähnlichen Flüssen weist der Alpenrhein damit sowohl hinsichtlich Bestandesdichte als auch Biomasse extrem geringe Werte auf.

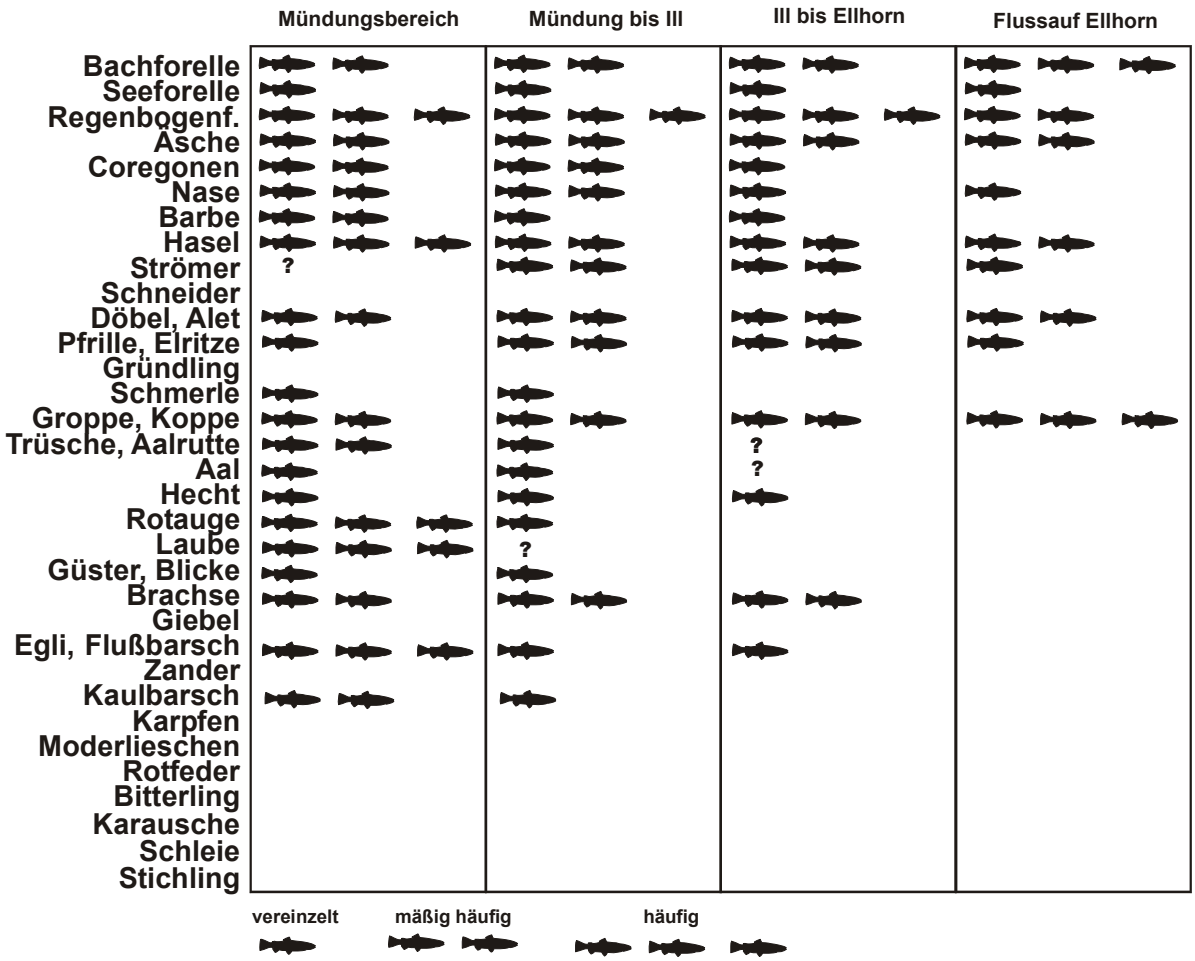


Bild 26: Häufigkeit von verschiedenen Fischarten in verschiedenen Teilstrecken des Alpenrheins

Artenverteilung im Längsverlauf

Im Oberlauf in Graubünden dominiert neben der Koppe/Groppe die Bachforelle, die hier ihre höchsten Bestandeswerte aufweist. Auch in diesem Abschnitt ist aber aufgrund des Schwalleinflusses eine natürliche Fortpflanzung im Alpenrhein nur mehr in sehr eingeschränktem Umfang möglich; flussab freilich gänzlich auszuschliessen. Die Regenbogenforelle erreicht nur sehr geringe Bestände. Andere Fischarten, wie z.B. der Strömer, besitzen untergeordnete Bedeutung und kommen nur lokal häufiger vor.

Flussab treten Arten der Äschenregion (Äsche, Strömer, Hasel) und der Barbenregion (Nase, Barbe, Döbel/Alet) auf. Sie erreichen jedoch nur geringen Anteil am Gesamtbestand. Die Regenbogenforelle wird in Richtung Bodensee zur dominierenden Fischart. Zusätzlich kommen potamale Arten wie Güster und Brachse vor, die auf den Einfluss des Bodensees zurückzuführen sind. Die Bachforelle verschwindet fast völlig.

Infolge Einwanderung aus dem Bodensee erhöht sich die Anzahl der Fischarten flussab der Illmündung (bzw. der Rampe in Buchs) weiter und

liegt im Mündungsbereich in den Bodensee deutlich über jener im Ober- und Mittellauf.

Die Rampen am Ellhron und in Buchs dürften dabei für einen Teil der Fischarten ein Migrationshindernis darstellen, da die Artenzahl flussab stets deutlich höher liegt. Lediglich für schwimmstarke Fischarten (z.B. Seeforelle und Regenbogenforelle) dürfte die Schwelle kein Hindernis sein. Gerade am Beispiel der früher bis in den Vorder- und Hinterrhein aufsteigenden Seeforelle wird dabei die Bedeutung und Komplexität der Vernetzung des Alpenrheingewässersystems mit dem Bodensee ersichtlich. Durch die Beseitigung der Migrationshindernisse an den Zuflüssen und die Bestandsstützungen haben sich die Laichfischfänge dieser fast ausgestorbenen Fischart an der Fischaufstiegshilfe am KW Reichenau und den Zuflüssen in den letzten Jahren wieder deutlich erhöht.

Passierbarkeit der Zuflussmündungen

Neben der freien Durchwanderbarkeit in Längsrichtung besitzen gerade aufgrund des Schwalleinflusses im Rhein die Zubringer besondere Bedeutung als Laichstätten für die Alpenrheinfische. Seit der Regulierung und Sohleintiefung münden jedoch nur mehr 10 von (um 1850) 53 Zuflüssen flussab der Tardisbrücke in den Rhein, die zudem eine Sohldifferenz von bis zu 5 m zum Rhein aufweisen. Nur die Binnenkanalmündung in FL ist seit der Umgestaltung wieder mit dem Alpenrhein uneingeschränkt vernetzt; die Illmündung ist über den Mündungsarm wieder praktisch für alle Fischarten passierbar.

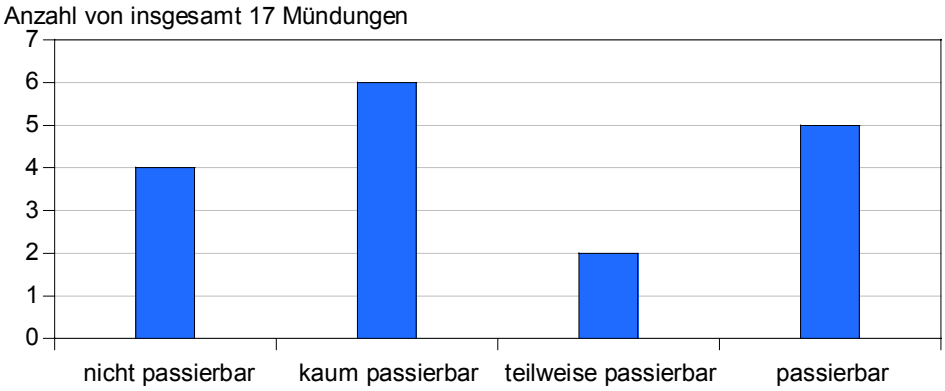


Bild 27: Fischpassierbarkeit der fischrelevanten Zubringermündungen. Unterscheidung in passierbar (für alle Fischarten und deren Alterstadien), teilweise passierbar (= bei Niederwasser nur für schwimmstarke Arten, bei Mittelwasser für alle Arten), kaum passierbar (nur für schwimmstarke bei Mittelwasser, z.B. Bach- und Seeforelle) sowie unpassierbare Mündungen.

Betrachtet man nur die Fischgewässer, so sind im gesamten Rheintal nur mehr 5 von 17 Mündungen (29%) für alle Arten ganzjährig passierbar. Neben den beiden neu gestalteten Mündungen sind dies lediglich 3 kleine Bäche in den Mastrilser Auen. 2 Gewässer (12%) sind zumindest bei Mittelwasser des Rheins für alle Arten passierbar. Neben dem Ehbach ist im

Werdenberger Binnenkanal allerdings nur die Ausleitungsstrecke zwischen Alpenrhein und Überleitung in den Rheintaler Binnenkanal, der sog. "Schluch", durchwanderbar. 6 Gewässer sind meist über technische Fischaufstiegshilfen bzw. Rampen nur für schwimmstarke Arten wie z.B. die Seeforelle bei Mitelwasser des Rheins passierbar. 4 Mündungen (24%) sind gänzlich unpassierbar. Die weiteren 11 kleineren, für Fische aufgrund ihrer geringen Grösse bzw. des periodischen Trockenfallens nicht relevanten Gewässer sind bis auf 2 Ausnahmen stark verbaut und nicht passierbar.

4.7.5 Terrestrische Ökologie[11]

Mit der Regulierung des Alpenrheins verlor Europas grösster Wildbach seine landschaftsgestaltende Kraft. Dynamische Prozesse durch Geschiebeablagerungen und Entwicklung von Pionierstandorten, die den Rhein einst prägten, finden heute nur lokal statt. Gleichzeitig haben Absenkungen des Grundwasserspiegels durch die Eintiefung der Rheinsohle in den angrenzenden Feuchtgebieten zu Veränderungen in Boden, Vegetation und Fauna geführt (vgl. Abschnitt 5.3 Nebengewässer).

kaum Schotterpioniergesellschaften vorhanden

Die für den Alpenrhein typischen Schotterpioniergesellschaften können sich auf den alternierenden Kiesbänken aufgrund der häufigen Überflutung und Umlagerung nicht mehr etablieren und kommen nur mehr in kleineren lokalen Aufweitungen in Graubünden sowie im Mündungsbereich in den Bodensee vor. Grossflächig treten sie noch in den Mastrilser Auen auf, wo auch noch eine gewässertypische Leitart, die Deutsche Tamariske *Myricaria germanica,* zu finden ist. Hinzu kommen Schotterinselbewohner - die sogenannten Alpenschwemmlinge, die aus alpinen Lagen in den Talraum geschwemmt werden. Für den Alpenrhein sind z.B. dies *Gypsophila repens, Linaria alpina, Saxifraga aizoides, Saxifraga aizoon, Arabis alpina, Campanula scheuchzeri* sowie *Calamagrostis pseudophragmites* – typische Arten für unverbaute Wildflüsse /33/. Gleichermassen, wie die Schotterbänke für die aquatische Fauna durch den Schwellbetrieb zu häufig trockenfallen, werden sie für hochspezialisierte landlebende Insektenarten naturnaher Schotterbänke zu häufig überflutet, sodass zumindest die breiten Spiegelschwankungszonen für diese ripicole Fauna nicht mehr nutzbar sind. Der Einfluss der täglichen Wasserstandsschwankungen setzt sich sogar

---

[11] Hauptquellen:

Über die terrestrische Ökologie des Alpenrheintals gibt es keinen Übersichtsbericht. Die Angaben stammen aus verschiedenen Quellen (siehe /21/, /33/, /34/, /35/, /36/, /37/ und /38/ im Quellenverzeichnis).

über die durch den Schwall gebildete Uferlinie hinaus in tieferen Sedimentschichten fort.

Von der Illmündung flussabwärts sind nur noch sehr kleinflächig dynamische Entwicklungen möglich, die sich weitgehend auf die Ablagerung von Feinsedimenten an den Leitwerken beschränken. Nur an der Mündung des Alpenrheins in den Bodensee werden jährlich grosse Mengen an Feinsedimenten abgelagert, auf denen alle Sukzessionsstadien bis zum Auwald auftreten.

Neben der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica)* ist der Kleine Rohrkolben (*Typha minima*) die zweite bemerkenswerte Pionierpflanze am Alpenrhein. Einst war die Art in allen grossen Flusstälern verbreitet – im Rheintal „stellenweise massenhaft“ /69/. Heute beschränken sich grössere Bestände auf wenige Standorte: Castrisch am Vorderrhein, Untervaz mit zwei Teilpopulationen und Mastrils. Die natürlichen Populationen in Graubünden werden seit den 1960er Jahren mit künstlich vermehrtem Material gestärkt. Auf den Sedimentationsflächen an der Rheinmündung hat sich der grösste mitteleuropäische Bestand entwickelt /70/.

Die Ufer und Böschungsbereiche sind teils von Gehölzen, teils von Gräsern und Hochstauden bewachsen (Weissweide (*Salix alba*), Lavendelweide (*Salix eleagnos*), Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*), Purpurweide (*Salix purpurea*) sowie das Ausläufer-Straussgras (*Agrostis stolonifera*)). Einige Arten wie Stumpfkantige Hundsrauke (*Erucastrum nasturtiifolium)*, Weisser Steinklee (*Melilotus albus*), Zitterpappel (*Populus tremula*) und Grauerle (*Alnus incana*) besiedeln vom Rheindamm aus die Schotterflächen. Die Wasseranschlagslinie selbst ist meist unbewachsen.

Das Rheinvorland in der Internationalen Strecke von der Illmündung bis zum Bodensee wird überwiegend intensiv als landwirtschaftliches Grünland genutzt. Nur in der Nähe des Bodensees konnten sich naturnahe Feuchtwiesen entwickeln.

Trockenstandorte – Dammvegetation

Auf den Hochwasserschutzdämmen entwickelten sich aufgrund der Flachgründigkeit, Trockenheit und Nährstoffarmut abschnittsweise ökologisch wertvolle Sekundärbiotope, vor allem Glatthaferwiesen (Arrhenatheretum) und Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*). Extensiv genutzte Flächen sind vor allem auf Liechtensteiner Gebiet und teilweise in Vorarlberg wichtige Rückzugsgebiete für gefährdete Orchideen wie beispielsweise Hummelragwurz (*Ophrys holosericea*), Pyramidenorchis (*Anacamptis pyramidalis*) und Helmknabenkraut (*Orchis militaris*).

Die zur Erhaltung der Halbtrockenrasengesellschaften in diesen Abschnitten der Rheinböschung regelmässig durchgeführte Mahd hat somit wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Böschungsvegetation.

Auwälder

Echte Auwälder beschränken sich am Alpenrhein auf die wenigen Aufweitungen in Graubünden im Bereich Mastrils-Untervaz-Zizers, die aber trotz unzureichender Geschiebedynamik, verändertem Abflussregime durch die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet weitgehend intakt sind /71/.

Amphibien

Wertvolle Amphibienlebensräume direkt am Alpenrhein finden sich nur mehr in den Mastrilser Auen und an der Mündung in den Bodensee. Ansonsten bietet der regulierte Fluss kaum geeignete Lebensräume. Der abgeschnittene Alte Rhein dagegen zählt zu den wichtigsten Lebensräumen für Amphibien im Alpenrheintal (siehe Abschnitt 5.6).

Schmetterlinge (Lepitoptera)

Aistleitner & Aistleitner /72/ wiesen in Liechtenstein entlang der Damminnenseiten auf den sekundären Halbtrockenrasen und anschliessenden Galeriewäldern eine sehr artenreiche Schmetterlingsfauna nach. Darunter befinden sich auch individuenstarke Populationen des vom Aussterben bedrohten Apollofalters (*Parnassius apollo*), der vom Fläscherberg eingewandert sein dürfte. Im Raupenstadium lebt diese Art von der Weissen Fetthenne (Sedum album), die trockene, sonnige und oft felsige Standorte aber auch Ersatzstandorte wie z.B. Blockwurfverbauung besiedelt.

Reptilien

Die wärmebegünstigten Rheindämme sind für einige Reptilien ideale Sekundärlebensräume – vor allem für Zauneidechse (*Lacerta agilis*). Lokal kommen auch Ringelnatter (Natrix natrix), Blindschleiche (Angnis fragilis) und Mauereidechse (Coronella austriaca) vor, wobei letztere vermutlich künstlich angesiedelt wurde.

Vögel

Die für Fliessgewässer typischen Vogelarten kommen am Alpenrhein meist nur mehr in sehr geringen Individuendichten vor. Auwälder (Mastrils) bzw. ehemalige Auwälder (z.B. an der Illmündung) weisen dagegen eine größere Artenvielfalt und größere Individuendichten auf. Die Rheinmündung ist Teil des Naturschutzgebietes Rheindelta, dem bedeutendsten Brut- und Rastgebiet für Wasservögel am Bodensee und im Alpenrheintal. In unmittelbarer Nähe zum Rheinkanal brüten hier zahlreiche seltene Arten (z.B. Flussseeschwalbe, Zwergdommel, Drosselrohränger ua.).

Die für die grossflächigen Kiesbänke verzweigter Flüsse wie dem naturnahen Alpenrhein typischen Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*) brüten noch lokal erfolgreich, wie z.B. in den Mastrilser Auen, ausnahmsweise auch auf den Hochwuhren. Bruversuche auf den alternierenden Kiesbänken scheitern meist an den häufigen

Überschwemmungen. Relativ gut strukturierte Uferbereiche erlauben Bruten von Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) und Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*).

Ort / Struktur	Vogelart
Sand- und Kiesbänke	- Flussregenpfeifer: z.B. Rheinmündung, Mastrils
	- Flussuferläufer: z.B. Rheinmündung, Mastrils
	- Flussseeschwalbe: größter österreichischer Bestand auf künstlichen Brutinseln und –flößen an der Mündung des Neuen Rheins
strukturreiche Ufer:	- Wasseramsel
	- Bergstelze
Dämme, Trockenstandorte, Magerwiesen:	- Goldammer
	- Schwarzkehlchen
	- Braunkehlchen
Gehölzgruppen am Damm:	- Fitis
	- Gartengrasmücke
	- Mönchsgrasmücke

Tabelle 4: charakteristische Brutvögel am Alpenrhein

Die Avifauna der Leitwerke wird durch die Instandhaltungsmassnahmen geprägt: Bemerkenswert sind einzelne Bruten von Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) und Schwarzkehlchen in den Magerwiesen an den Hochwasserschutzdämmen respektive Hochwuhren. Die Vorkommen von Fitis (Phylloscopus trochilus) und Gartengrasmücke (Sylvia borin) beschränken sich auf Ufergehölze. Goldammern (Emberiza citrinella) wiederum besiedeln vor allem lückig bestockte Bereiche.

5 Rheinumland

5.1 Raumnutzung / Entwicklung[12]

Für die raumplanerische Betrachtung ist die gesamte Rheinebene miteinzubeziehen.

Die Betrachtung der räumlichen Nutzung und Entwicklung kann sich nicht auf den unmittelbaren Bereich beidseits des Rheins beschränken. Die auf die Entwicklung diese Raumes wirkenden Einflussfaktoren wie Wohnbevölkerung, Wirtschaft, Natur und Landschaft mit ihren unterschiedlichsten Beziehungen und Verflechtungen sind über das gesamte Alpenrheintal wirksam. Eine solche gesamträumliche Betrachtungsweise nehmen auch die Entwicklungs- und Richtplanungen der betroffenen Länder und Kantone ein (siehe Abschnitt 5.1.4, Planungsgrundlagen). Dies ist für die künftige Nutzung der Potenziale und Ressourcen sowie die Ausübung und Weiterentwicklung der verschiedenen Funktionen des Lebensraumes von zentraler Bedeutung.

Die Kenntnis der bestehenden Raumnutzungen, Nutzungsabsichten und Nutzungspotentiale lassen die Auswirkungen und deren Tragweite auf Siedlungen, landwirtschaftliche Nutzflächen und Naturhaushalt durch Hochwasser oder durch Veränderungen des Grundwassers abschätzen und erkennen.

Hinweis

Die Nutzungen werden bei der Analyse (Kapitel 8) und der entsprechenden Themenkarte 1 : 10'000 detaillierter beschrieben.

5.1.1 Auswirkungen des Alpenrheins auf die heutige Siedlungsstruktur

Die Bändigung des Alpenrheins hat die Siedlungsentwicklung entscheidend mitgeprägt.

Der ursprüngliche Alpenrhein beanspruchte aufgrund des gewundenenverzweigten Flusslaufs einen Grossteil der Talebene. Teile davon wurden regelmässig überflutet, andere bestanden weitgehend aus Riedflächen. Insgesamt war dieses Land für die Bewirtschaftung und Besiedlung wenig geeignet. Mit der Rheinkorrektion (1861-1910), dem Bau der Binnenkanäle, der Entwässerung der Rietflächen und den durchgeführten Meliorationen hat sich das grundlegend geändert. Das frisch gewonnene Land wurde bewirtschaftet. Die Menschen vertrauten der Hochwassersicherheit und besiedelten auch die rheinnahen Lagen mit neuen Siedlungen und Dorfteilen. Heute lebt und arbeitet ein grosser Teil der Bevölkerung in diesen ehemaligen

---

12 Hauptquelle:

Strittmatter Partner AG (2002): Räumliche Entwicklung des Alpenrheintals, Analysen und Thesen, im Auftrag der Raumplanungsfachstellen des Fürstentums Liechtenstein, der Kantone St. Gallen und Graubünden und des Landes Vorarlberg.

Überschwemmungsgebieten. Ausgeprägt ist das im Fürstentum Liechtenstein, wo sich aufgrund der geographischen Begrenztheit ein Grossteil der Industrie- und Gewerbeflächen sowie Infrastrukturanlagen des Landes in rheinnahen Gegenden befinden.

5.1.2 Zentrenstruktur

Der wilde Rhein und Die geographische Lage verhinderte das Entstehen von zentralen städtischen Strukturen.

Da das Rheintal vor der Rheinkorrektion nur schlecht zu besiedeln und verkehrstechnisch zu erschliessen war, sind bandartige Siedlungsstrukturen mit Dörfern, Marktgemeinden sowie Kleinstädten entstanden. Im Laufe der Zeit sind sie zusammengewachsen und haben sich zu Agglomerationen verbunden. Ein grosses Zentrum ist nicht entstanden. Einen deutlichen städtischen Charakter nimmt Chur, als Hauptort des Kantons Graubünden ein. Nicht im Untersuchungsgebiet, aber in dessen Einzugsgebiet des unteren Teils des Alpenrheintals, liegt die Stadt St. Gallen, mit der grössten traditionellen zentralörtlichen Funktion und Ausstrahlung.

grosses Bevölkerungs- und Wirtschaftspotential im unteren Alpenrheintal

Im unteren Alpenrheintal entsteht in der Summe aller Gemeinden mit ihren zentralen Einrichtungen funktional ein stadtähnlicher Raum, der sich lediglich durch die geringe Dichte und durch die Verteilung auf verschiedene Zentren wie Bregenz, Dornbirn, Feldkirch und Altstätten von klassischen Stadtstrukturen unterscheidet. Mit 300'000 Einwohnern besteht hier ein enormes Stadt- oder Agglomerationspotential, das in der Schweiz nur von den Agglomerationen Zürich, Bern, Basel und Genf übertroffen wird.

Im mittleren und oberen Alpenrheintal blieben die Dörfer und Kleinstädte als eigenständige Siedlungseinheiten mit einer klaren Hierarchie ihrer zentralörtlichen Bedeutung, mit einem erkennbaren, verdichteten, oft historisch gewachsenen Ortskern erhalten. Durch die wirtschaftliche und demographische Entwicklung entstehen aber auch hier Abhängigkeiten und Verflechtungen, welche die Orte einander Näher bringen. Triesen, Vaduz, Schaan, Buchs, Sevelen und Grabs sind im Begriff zu einem weiteren Siedlungsschwerpunkt zusammenzuwachsen.

5.1.3 Wirtschaftskraft

grosses Wachstum lässt auf starke Wirtschaftskraft schliessen.

Grenzüberschreitend abgestimmte Wirtschaftsdaten sind nicht ohne grösseren Aufwand verfügbar zu machen. Wichtige Indikatoren sind die Entwicklungen der Einwohner und der Arbeitsplätze.

Die Wohnbevölkerung im Alpenrheintal ist zwischen 1960 und 2000 um rund 168'000 Personen oder um 60% angewachsen (CH: 34%, A: 14%, FL: 98%). Zwar hat sich die Liechtensteinische Bevölkerung in dieser Zeitspanne nahezu verdoppelt. In absoluten Zahlen ist das bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet jedoch relativ wenig. Mehr als die Hälfte des Wachstums entfällt auf das Vorarlberger Alpenrheintal. Der Schweizer Teil des Alpenrheintals wies ein unterdurchschnittliches Wachstum auf.

Einwohner

Region	**Einwohner 1960**	**Einwohner 2000**	**Zunahme in 40 Jahren**
Oberes Alpenrheintal (Reichenau - Ellhorn)	58'182	87'721	29'539 51%
Mittleres Alpenrheintal (Ellhorn - Bangs)	37'583	65'960	28'377 75%
Unteres Alpenrheintal (Bangs - Mündung, inkl. Bregenz)	185'438	297'776	112'338 60%
Total	281'203	451'457	170'254

Tabelle 5: Veränderung der Einwohnerzahlen im Alpenrheintal zwischen 1960 und 2000

Arbeitsplätze

Region	**Arbeitsplätze 1970**	**Arbeitsplätze 2000**	**Zunahme in 30 Jahren**
Oberes Alpenrheintal (Reichenau - Ellhorn)	34'500	47'000	12'500 36%
Mittleres Alpenrheintal (Ellhorn - Bangs)	19'500	45'000	25'500 131%
Unteres Alpenrheintal (Bangs - Mündung, inkl. Bregenz)	99'000	146'000	47'000 47%
Total	153'000	238'000	85'000

Tabelle 6: Veränderung der Arbeitsplätze im Alpenrheintal zwischen 1970 und 2000

Während der dargestellten Zeitperiode hat die Zahl der Arbeitsplätze um rund 85'000 oder um 56% zugenommen (CH: 24.5%, A: 50%[13], FL: 185%). Auffallend ist, dass sich die Zahl der Arbeitsplätze im Fürstentum Liechtenstein in dieser Zeitspanne verdreifacht hat. Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet ist das rund ein Viertel. Die Hälfte des Wachstums entfällt auf das Vorarlberger Rheintal.

13 Schätzung, da die Definition der Erwerbstätigen geändert hat.

5.1.4 Planungsgrundlagen

Zonenpläne, Schutzverordnungen, kantonale Richtpläne

Als grundeigentümerverbindliche Planungsinstrumente bestehen in allen Gemeinden Zonenpläne (Bauzonen, Siedlungsbegrenzung) und Schutzzonenpläne (Natur-, Kultur- und Landschaftsschutz). Weitere längerfristige raumordnungspolitische Zielsetzungen bestehen in überörtlichen und längerfristigen Planungsinstrumenten:

- Vorarlberger Landesraumpläne bzw. -konzepte
- Landesrichtplan Fürstentum Liechtenstein (in Bearbeitung)
- Richtplan des Kantons St. Gallen, vom Bundesrat genehmigt am 15.01.2003
- Richtplan des Kantons Graubünden, von der Regierung erlassen am 19.11.2002 (zur Genehmigung beim Bund eingereicht)
- Zahlreiche Planungen und Grundlagen der Regionalplanungsgruppen

Die Zielvorstellungen der einzelnen Länder und Kantone wurden aufeinander abgestimmt bzw. es fand eine Zusammenarbeit und Konsultation der Nachbarn bei der Erarbeitung der raumordnungspolitischen Zielsetzung statt (z.B. sparsamer Umgang mit Grund und Boden). Eine politische Übereinkunft über eine länderübergreifende, aufeinander abgestimmte Strategie für den Gesamtraum, ähnlich dem Bodenseeleitbild, fehlt jedoch bis anhin.

Dem will eine Studie der Raumplanungsfachstellen entgegenwirken. Darin wird die räumliche Entwicklung des Alpenrheintals analysiert, Thesen für die zukünftige Entwicklung aufgestellt und als mögliches Handlungsfeld die Entwicklung gemeinsamer Planungsziele zur grenzüberschreitenden Raumentwicklung vorgeschlagen /60/.

5.1.5 Siedlungsflächen

Verdoppelung von Einwohnern und Arbeitsplätzen möglich

Im Untersuchungsraum bestehen unterschiedliche Kapazitäten bzw. Reserven an Nutzungsflächen. Die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Systeme auf die räumliche Entwicklung des Gesamtraumes sind unklar. In der Schweiz sind die Bauzonenkapazitäten auf den 15-fachen Jahresbedarf ausgelegt. In Österreich und Liechtenstein sind sie wesentlich höher. Man schätzt, dass in Vorarlberg und Liechtenstein die Kapazität zur Verdoppelung der Einwohner und Arbeitsplätze ausreicht. Es ist davon auszugehen, dass die bestehenden Bauzonen- und gewidmeten Bauflächen ausreichen, um das Wachstum weit über den Planungshorizont von 15 Jahren hinaus aufnehmen zu können. Damit wird klar, dass in Zukunft an

den heutigen Strukturen der Siedlungsflächenverteilung wenig geändert wird.

5.1.6 Verkehrsbeziehungen

Kreuzungspunkt im Europäischen Verkehr

Der Untersuchungsraum liegt in einem Kreuzungspunkt des europäischen Ost-West (Wien-Insbruck- Feldkirch-Buchs- Sargans -Zürich oder Feldkirch-St.Margrethen-St.Gallen-Zürich; München-Bregenz-St.Margrethen-St.Gallen -Zürich) und des Nord-Süd-Verkehrs (Süddeutschland-Bodensee-Bregenz-Chur-San Bernardino). Neben dem grossen Durchgangsverkehr besteht, hervorgerufen durch das grosse Bevölkerungs- und Wirtschaftspotential, auch ein grosser Binnenverkehr, dessen Funktionsfähigkeit für den Lebens- und Wirtschaftsraum von grosser Bedeutung ist. Während die Eisenbahnen das Rheinumfeld nur an wenigen Stellen berühren, führt die in der Schweiz verlaufende Autobahn N13 bis Sargans praktisch dem Rhein entlang, was die Möglichkeiten einer natürlicheren Gestaltung des Rheinlaufes und einer erweiterten Nutzung seines Umfeldes stark einschränkt.

5.1.7 Schadenpotential[14]

Methodik

Bei Hochwasser bis in die Grössenordnung der Ausbauwassermenge HQ_{100} sind keine Ausuferungen des Alpenrheins und damit keine grösseren Schäden zu erwarten. Bei Rheinabflüssen über dem HQ_{100} können jedoch Überschwemmungen nicht ausgeschlossen werden. Je nach angrenzender Nutzung können dabei erhebliche Schäden auftreten. Um das Schadenpotential bestimmen zu können, wurde die Gefährdung in den potentiellen Überflutungsgebieten für das Ereignis HQ_{300} und das EHQ ermittelt /6/. Wegen den unterschiedlichen Grundlagen wurden verschiedene Bearbeitungstiefen gewählt. Sie reicht von der Stufe Gefahrenkarte mit detaillierten, 2-dimensionelan Überflutungsberechnungen im unteren Rheintal (ab km 74) und einer konventionellen, gutachtlichen Beurteilung im Kanton Graubünden bis zur Stufe Gefahrenhinweiskarten im mittleren Rheinabschnitt.

---

[14] Hauptquelle:

IG Flussbau Alpenrhein (2003): Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal; Teilbericht hydraulische und morphologische Analyse des Alpenrheins; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

Erfassung durch Schadenmittelwerte und Befragung bei Einzelrisiken

Das Schadenpotential wurde mit Hilfe von Schadenmittelwerten sowie mit Befragungen bei Einzelrisiken ermittelt. Im Schadenpotential enthalten ist der wirtschaftliche Gesamtschaden, welche die öffentliche Hand, Private und die Versicherungen zu tragen haben. Produktionsausfälle infolge von Betriebsunterbrüchen sind berücksichtigt, nicht aber allfällige daraus entstehende Nachteile wie zum Beispiel der Verlust von Kunden. Auch immaterielle Schäden (Verlust von Menschenleben, Schäden an Ökosystemen) sind unberücksichtigt.

Schadenpotenial

Das Schadenpotential nimmt zwischen Reichenau und dem Bodensee zu. In Tabelle 7 ist das Schadenpotential für die einzelnen Geländekammern im Alpenrheintal ausgewiesen. Bei einem Dammbruch, vor allem unterhalb des Ellhorns, sind in der Regel mehrere Geländekammern gleichzeitig betroffen.

Geländekammer	**Schadensumme HQ_{300}**	**Schadensumme EHQ**
Reichenau/Landquart	8.2	353
Maienfeld und Bad Ragaz	*-	33
Fläsch	0.5*	0.6
Sargans	*	224
Buchs	*	660
Balzers/Schaan	*	1450
Ruggell	*	125
Rüthi	*	58
Meiningen	*	101
Koblach	108	150
Mäder/Hohenems	673	970
Diepoldsau	389	460
Oberriet/Widnau	1’587	2’455
Lustenau	663	810
St. Margrethen	526	714
Hard	402	500
Höchst	1’329	1’504

Tabelle 7: Schadenpotential einzelner Geländekammern des Alpenrheintals bei den Hochwasserereignissen HQ_{300} und EHQ (in Mio. Sfr.)

5.2 Grundwasser und Wasserversorgung[15]

Das Alpenrheintal hat mehrere Grundwasserbecken.

Der Grundwasserstrom des Alpenrheintales ist gemäss Weber /11/ in mehrere Grundwasserbecken unterteilt:

- Churerbecken von Reichenau bis Haldenstein, im Bereich der Maschänserrüfe schlecht durchlässig, sonst wechselnde Ablagerungen des mäandrierenden Rheins
- Trimmis-Landquart, rechtsseitig mit schlecht durchlässigen Sedimenten der Maschänserrüfe und dem Schuttkegel der Landquart, wechselnd mit Rheinschottern
- Becken von Maienfeld mit mächtigen, teilweise gut durchlässigen Schottern, abgeschlossen bei Ragaz durch die Schuttfächer der Tamina und des Glecktobels
- Becken von Sargans mit mächtigen Sedimenten, wechselnd zwischen Rheinschottern und feineren Ablagerungen
- Becken Trübbach-Eschen mit kiesigen/sandigen Ablagerungen von teilweise ausgezeichneter Durchlässigkeit
- Becken Eschen-Montlingen mit gut durchlässigen Schichten des Ill/Frutz-Fächers, abgeschlossen durch eine Felsbarriere beim Kummaberg-Montlingerberg
- Becken Montlingen-Lustenau mit häufig gering durchlässigen Ablagerungen, durchzogen von alten Rheinläufen, teilweise auch torfigen Schichten
- Becken Lustenau-Bodensee mit den groben Kiesen des Bregenzerach-Schwemmfächers und den feineren Seeablagerungen im Raum Fussach

Je nach Abschnitt infiltriert Rheinwasser ins Grundwasser und umgekehrt.

Der Alpenrhein ist auf der ganzen Strecke prägend für den Grundwasserspiegel. Gegenüber der höheren Sohlenlage von 1950 ergibt sich jedoch im jetzigen Zustand eine wesentlich geringere Infiltration oder gar Exfiltration von Rheinwasser in das Grundwasser. Je nach Becken finden sich unterschiedliche Verhältnisse: Oberhalb Landquart können je nach Rheinwasserstand Infiltrationen oder Exfiltrationen auftreten. Von Landquart bis zur Schwelle Ellhorn liegt der Grundwasserspiegel mehrere Meter unter dem Rhein. Wegen der starken Kolmation der Sohle ist die Infiltration jedoch gering, bei Niederwasser nur etwa 100 l/s auf der ganzen Länge. Unterhalb der Ellhornschwelle ist die Rheinsohle bis zu 5 m eingetieft, deshalb exfiltriert hier bis zu 500 l/s bis auf die Höhe von Triesen. Unterhalb bis

---

15 Hauptquelle

Büro für Hydrogeologie Dr. P. Angehrn AG, TK Consult AG, Rudhardt+Gasser (2000): Grundwasserhaushalt Alpenrhein. Grundwassermodellierung für den Abschnitt Landquart und Bodensee. Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Bregenz, Aug. 2000.

Bendern kehrt sich das Regime um, auf dieser Strecke gibt der Rhein 300 l/s Wasser ab. Bei höheren Wasserständen im Rhein infiltriert hier wesentlich mehr Wasser, doch beginnt dann die Drainagewirkung des Binnenkanals zu wirken. Im Bereich des Ill/Frutz-Schwemmfächers ist der Rhein Vorfluter und nimmt 2000 l/s auf. Ab Mäder bis zum Bodensee liegt der Rheinwasserspiegel hoch, er gibt daher Wasser ab, vom Kummaberg bis St. Margrethen etwa 600 l/s, unterhalb, wegen der stark kolmatierten Sohle und des schlecht durchlässigen Untergrundes nur noch 20 l/s.

Grundwasser ist für die Trinkwasserversorgung von grosser Bedeutung.

Der Bereich Grundwasser ist einerseits wichtig für die Trinkwasserversorgung. Sofern keine anderen Möglichkeiten zur Verfügung stehen (z. B. Seewasser), ist Grundwasser von guter Qualität und in genügender Quantität für die Bevölkerung ein Erfordernis. Im gesamten Rheintal ist heute ein mittlerer Tagesbedarf von ~130'000 m³/d gegeben, der derzeit zu ~60 % aus Grundwasser gedeckt wird. Die konzessionierten Wassermengen ohne thermische Nutzungen (Konsenswassermengen in Österreich) sind jedoch bedeutend höher. Für das Land Vorarlberg sind dies 230'000 m³/d, St. Gallen 200'000 m³/d, Fürstentum Liechtenstein 60'000 m³/d und Graubünden 50'000 m³/d. Je nach Quelle und Berechnungsart finden sich auch abweichende Angaben. Die Konzessionen enthalten oft verschiedene Wassermengen für kurze und lange Zeiträume. So darf eine maximale Wassermenge pro Tag gefördert werden, eine Jahresfördermenge begrenzt jedoch die Nutzungszeit. Bei der thermischen Nutzung des Grundwassers (sowohl Wärme wie auch Kühlung) werden zusätzlich (Jahresmittel) rund 90'000 m³/d genutzt, wobei dieses Wasser grösstenteils, mit veränderter Temperatur, wieder eingeleitet wird. Die meisten Grundwasserfassungen liegen zwischen dem Rheinlauf und den Binnenkanälen und werden teils mit Uferinfiltrat aus dem Rhein gespeist.

Grundwasserqualität

Wegen der geringeren Infiltration von Rheinwasser in den Gebieten mit grosser Sohlenabsenkung kann in Rheinnähe eine Verschlechterung der Grundwasserqualität festgestellt werden.

Von Reichenau bis zur Landquart ist deutlich der positive Einfluss des Rheininfiltrats am Beispiel der Nitratkonzentrationen zu sehen, der hier wechselnd infiltriert und exfiltriert. In der Nähe des Rheins liegen diese zwischen 3 – 10 mg/l Nitrat (mit Ausnahmen), ebenso in der Nähe der Landquart. Mit zunehmender Entfernung vom Rhein wächst der Nitratgehalt stark an als Folge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und erreicht Werte von 20-30 mg/l. An einigen Stellen sind noch höhere Werte anzutreffen.

Von der Landquart bis zur Ellhornschwelle ist die Situation ähnlich wie oberhalb, wobei der Rhein hier deutlich höher liegt als der Grundwasserspiegel und daher nur Wasser infiltriert. Die Nitratwerte zeigen Werte bis

maximal etwa 15 mg/l, Zeichen für doch recht viel Rheininfiltrat. Trotz der landwirtschaftlichen Nutzung ist die Verdünnung genügend gross.

Unterhalb der Ellhornschwelle bis Ruggell ist der Bereich, wo sich wegen der starken Absenkung der Rheinsohle die Infiltrationsverhältnisse wesentlich geändert haben. Bei niederen Rheinwasserständen findet keine Infiltration mehr statt, bei höheren Wasserständen auf einigen Strecken immer noch. Die Nitratgehalte auf St. Gallerseite liegen auch hier unter 15 mg/l. Messungen auf Liechtensteinerseite zeigen zudem die Entwicklung seit etwa 1960. Im Pumpwerk Oberau oberhalb von Ruggell sank die Sauerstoffkonzentration zwischen 1960 und 1970 von 60% auf 10% und schwankt heute um 25%. Gleichzeitig stiegt die Karbonathärte von 10 auf 25 °franz. Härte an. Dies zeigt deutlich, dass der Anteil an sauerstoffreichem, weichem Rheinwasser gesunken ist. Der Grundwasserspiegel liegt heute 2 m tiefer als noch 1960.

Von Bangs bis Kummaberg ist der Rhein vor allem Vorfluter des Ill-Frutz-Grundwasserträgers. Das Grundwasser wird zum Teil durch Infiltration aus der Ill beeinflusst. Die Nitratwerte sind daher eine direkte Folge der landwirtschaftlichen Düngung. Oberriet auf der anderen Rheinseite weist trotz der Rheinnähe einen Wert um 20 mg/l auf.

Unterhalb des Kummaberges hat sich die Rheinsohle wohl etwas abgesenkt, doch infiltriert hier der Rhein immer noch. Linksrheinisch finden sich Nitratwerte um 20 mg/l vor allem weiter entfernt vom Rhein. In Rheinnähe sind die Werte bedeutend niedriger. In den Ried- und Torfgebieten, die hier in grösserer Ausdehnung anzutreffen sind, ist das Grundwasser natürlicherweise von schlechterer Qualität. Wegen des erhöhten Gehaltes an gelöstem organischem Kohlenstoff ist das Wasser sauerstoffarm und weist erhöhte Sulfatgehalte auf.

Viele Gewässer im Rheintal sind vom Grundwasserstand abhängig.

Andererseits ist Grundwasser ökologisch von grosser Bedeutung, da im Rheintal eine Vielzahl von Bächen, Giessen, Weihern und Tümpeln durch Grundwasser gespeist werden. Riede und Feuchtstandorte sind ebenfalls auf hohe Grundwasserspiegel angewiesen. Durch die Absenkung der Sohle des Alpenrheins seit 1950 primär als Folge der Kiesentnahmen zeigen sich auch im Bereich der vom Grundwasser abhängigen Oberflächengewässer unerwünschte Folgen. Zahlreiche offene Wasserflächen in Gräben und alten Rheinläufen sind vertrocknet und verschwunden. Auch die terrestrische Oekologie leidet unter einem tiefen Grundwasserstand. In Rieden ist ein oberflächennaher Grundwasserspiegel die unabdingbare Voraussetzung für das standortspezifische Wachsen der Vegetation. Im Bereich Bangs-Matschels, einem wichtigen Standort des Wachtelkönigs, sind die Grundwasserstände beispielsweise zu tief, die früheren Entwässerungsgräben sind ausgetrocknet.

5.3 Tourismus und Freizeit / Naherholung[16]

Tourismus

Der Tourismus ist für das gesamte „Alpenrhein-Bodenseegebiet“ ein wichtiger, teilweise sogar entscheidender Wirtschaftsfaktor. Bild 28 stellt stellvertretend dafür als Indikator die Tourismusintensität der Teilregionen im Gesamtzusammenhang dar /12/.

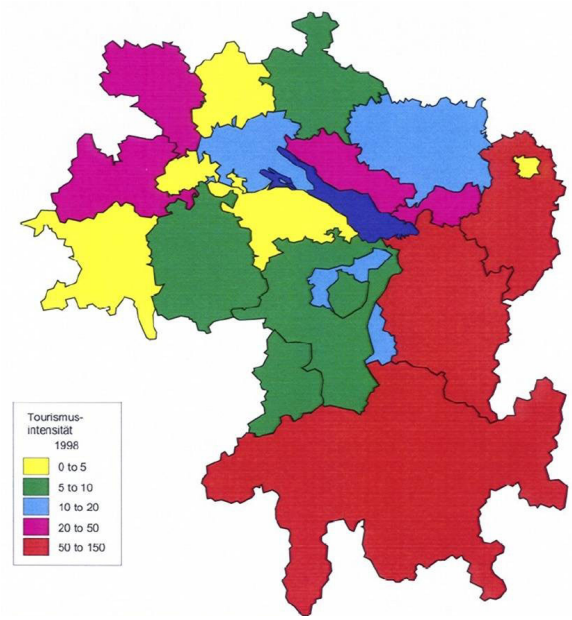


Bild 28: Tourismusintensität in der Bodenseeregion und in den angrenzenden Gebieten (Zahl der Übernachtungen pro Einwohner; Stand 1998, Quelle /12/)

Es zeigt sich dabei, dass der Kanton Graubünden und das Land Vorarlberg, von denen Teile zum Alpenrhein zählen, die grössten Tourismusintensitäten aufweisen. Auch die Bodenseeregion spielt dabei eine wichtige Rolle. Demgegenüber weisen die Gebiete des Kantons St. Gallen diesbezüglich eine eher geringe diesbezügliche Aktivität aus.

Bei näherer Betrachtung zeigen sich starke regionale Unterschiede. So haben die sogenannten Alpendestinationen (Vorarlberg und Graubünden) den Schwerpunkt eindeutig beim Wintertourismus und damit auch gleichzeitig nicht im unmittelbaren Alpenrheintal. Die Bodenseeregion ist andererseits praktisch ein reines Sommertourismusgebiet mit im Mittel hoher Tourismusintensität und kann mindestens partiell zum Alpenrheintal dazu gezählt werden. Auch spielt der Kur- und Gesundheitstourismus hier eine wichtige Rolle.

---

16 Quellen:

Über Tourismus und Freizeit/Naherholung im Alpenrheintal gibt es keinen Übersichtsbericht. Die Angaben stammen aus verschiedenen Quellen (siehe /9/, /12/, /13/, und /15/ im Quellenverzeichnis).

Im Bereich des Alpenrheins sind bereits einige Markennamen auf dem Tourismusmarkt positioniert. Das Fürstentum Liechtenstein tritt dort gesamthaft als Einheit auf.

Die vorhandenen touristischen Aktivitäten am Alpenrhein selbst und an den angrenzenden Hanglagen beschränken sich hauptsächlich auf den Sommer. Neben dem Bodenseegebiet sind dabei vor allem die Rad- und Wanderwege auf den Rheindämmen zu nennen, die trotz relativ wenig Abwechslung oft benutzt werden. Auf dem Schweizer Ufer laufen gebietsweise verschiedene Radrouten entlang des Rheins (Bild 29, /13/). Eine Alternative dazu ist eine Route entlang den Talflanken.

Bild 29: Radrouten Schweiz am Alpenrhein (Quelle: /13/, Internet)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im eigentlichen Gebiet des Alpenrheins somit gesamthaft nur beschränkt touristische Aktivitäten stattfinden. Diese sind hauptsächlich auf die Rheindämme, ortspezifische Attraktionen und in der Sommerzeit konzentriert.

Durch gezielte Tourismusförderung und einen Ausbau des Angebotes, beispielsweise im Zusammenhang mit dem „Entwicklungskonzept Alpenrhein“ könnte u.a. auch im Rahmen überregionaler Zusammenarbeit eine Erhöhung der Wertschöpfung in diesem Bereich erreicht werden. Dabei könnte der Alpenrhein als verbindendes Landschaftselement gute Dienste auch im Bereich „Marketing“ leisten. Eine Option wäre allenfalls die Errichtung eines Landschafts- oder Regionalparkes.

Freizeit/ Naherholung

Betreffend Freizeit und Naherholung sind die vorhandenen Zubringer und Wege auf den Dammkronen des Rheins wichtige Elemente. Praktisch zu jeder Jahreszeit und Witterung sind dort Fussgänger, Velofahrer und auch Skateboarder anzutreffen. Beliebt sind diese Wege auch bei Hundebe-

sitzern. Hingegen sind eigentliche Wassersportaktivitäten am Rhein selber eher wenig festzustellen. Dies hat vor allem auch mit den vorhandenen Abflussschwankungen, den relativ tiefen Wassertemperaturen und der häufigen und starken Trübung zu tun. Relativ oft kann man hingegen noch Sportfischer in gewissen Bereichen antreffen, obwohl die Fangerträge in letzter Zeit deutlich zurückgegangen sind. Erwähnenswert sind auch diverse Sport- und Freizeitanlagen, die häufig in unmittelbarer Nähe der Rheindämme liegen. Beliebt ist zudem bei vielen Leuten - vor allem im unteren Alpenrheintal - das sogenannte „Rheinholzen“, bei dem das angetriebene Holz gesammelt wird.

Gemäss /15/ ist aufgrund der Auswertung von Interviews hauptsächlich die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu verbessern. Es zeigte sich auch, dass das Alpenrheintal keine herausragenden Besonderheiten bezüglich Freizeit/ Naherholung ausweist, sondern dass das Zusammenspiel von unterschiedlichen Erholungsmöglichkeiten und die gute Erreichbarkeit generell geschätzt werden. Als wichtigste Gebietstypen betreffend Erholung im Alpenrheintal werden die Gewässer genannt, gefolgt von den Hanglagen und den Tallandschaften (Ried, Auwälder). Als bedeutende Erholungsgebiete im Alpenrheintal werden an erster Stelle der Bodensee, dann der Rhein, das Rheindelta, das Gebiet Pizol, das Vorarlberg-Unterland, das Heidiland und das Fürstentum-Oberland erwähnt. Als wichtigste Freizeiteinrichtungen werden Bäder respektive Bademöglichkeiten eingeschätzt, gefolgt von Spazier- und Radwegen, Kultur- und Sportanlagen. Ein beträchtlicher Teil der Befragten gab zudem an, dass noch keine bedeutenden Freizeitanlagen im Alpenrheintal vorhanden seien. Eine Gefährdung der Erholungsgebiete sehen die Leute an erster Stelle in Form der Siedlungsentwicklung, gefolgt von Übernutzung, motorisiertem Individualverkehr und zuwenig konsequenter Raumplanung. Als Nutzungskonflikte zur Erholungsnutzung werden der Naturschutz, die Landwirtschaft und der Verkehr angesehen. Die Erholungsgebiete werden für die Lebensqualität als wichtig bis überlebenswichtig angesehen.

Gemäss /9/ wird „Freizeit und Erholung“ als eines von 6 möglichen zukünftigen Handlungsfeldern erwähnt. Es wird dafür eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit propagiert. Es soll dabei um die Koordination und Entwicklung von Perspektiven gehen.

Betreffend Freizeit/ Naherholung ist somit ebenfalls noch ein grosses ungenutztes Potential im Zusammenhang mit dem Alpenrhein und den angrenzenden Gebieten vorhanden. Die Erweiterung des entsprechenden Angebotes, auch in Verbindung mit dem Tourismus, könnte zu einer bedeutenden Attraktivitätssteigerung für die Wohnbevölkerung führen. Dies betrifft vor allem Bereiche unmittelbar neben und am Rhein.

Konflikte

Bei Förderungsmassnahmen betreffend Tourismus und Freizeit/Naherholung ist immer auch an die Konflikte hauptsächlich zum Naturschutz zu denken. Nur anhand eines guten Gesamtkonzeptes lassen sich diese Bereiche auch ideal kombinieren.

5.4 Land- und Forstwirtschaft

Nutzungsdruck auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen nimmt zu.

Nach der Regulierung des Alpenrheins konnten die einst ausgedehnten Feuchtgebiete des Rheintals in produktive landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt werden. Der Nutzungsdruck auf bisher extensiv genutzte bzw. ungenutzte Gebiete nahm vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch durch Ausdehnung der Siedlungsgebiete ständig zu. Trotzdem blieben vor allem im nördlichen Rheintal größere naturnah bewirtschaftete Ried- und Moorkomplexe erhalten.

Grünlandnutzung dominiert

Aus klimatischen und topografischen Gründen überwiegt im nördlichen Rheintal sowohl auf Vorarlberger als auch auf St. Galler Seite Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Auch die Bewirtschaftung der Rheinvorländer erfolgt relativ intensiv, meist in Form von einer Kombination von Beweidung und Mehrschnittnutzung, wobei für die Düngung Regelungen erlassen wurden. Regional hat Ackerbau mit überwiegendem Silomaisanteil größere Bedeutung erlangt. Im St. Galler Rheintal haben auch Obst- und Gemüsebau einen wichtigen Stellenwert.

Vorarlberg / St. Galler Rheintal

Im Vorarlberger Rheintal sind neben den intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen auch große Extensivflächen erhalten: Rund 760 ha werden als Streuwiesen östlich des Alpenrheins sowie im Rheindelta westlich des Rheins etwa 300 ha als Streuwiesen bewirtschaftet. Es handelt sich dabei um die Naturschutzgebiete Rheindelta, im Lauteracher, Lustenauer, Dornbirner und Koblacher Ried sowie in den Naturschutzgebieten Bangs und Matschels bei Feldkirch. Im nördlichen St. Galler Rheintal sind die Riedwiesen des Naturschutzgebietes Bannriet und Spitzäcker südöstlich von Altstätten wichtige Feuchtgebiete. Die Grünlandkennzahlen sind zum Teil sehr hoch. Im Ackerbau dominiert Silomais. Auf der Schweizerseite erstrecken sich die Fruchtfolgeflächen über weite Teile entlang des Rheins. Ackerbau und Grünlandwirtschaft wechseln sich ab.

Rheinvorländer

Ab km 66.7 linksufrig respektive ab km 61 rechtsufrig wird der Alpenrhein von im Maximum bis zu 230 m breiten Vorländern begleitet. Diese Flächen sind für die Landwirtschaft von grosser Bedeutung: „Die Pachtflächen bilden stellenweise die Existenzgrundlage von landwirtschaftlichen Betrieben“ (Auszug aus einem Pachtvertrag mit dem Landeswasserbauamt Bregenz). Das Rheinvorland ist nie vernässt und trocknet nicht aus. Als Grünland

schafft es einen idealen Ausgleich zu den ackerfähigen Böden des Eigenlandes der Landwirte. Insgesamt umfassen die Rheinvorländer sowohl auf Schweizer als auch auf österreichischer Seite jeweils über 200 ha Landwirtschaftsflächen, in Liechtenstein liegt der entsprechende Wert bei rund 3 ha.

Für die landwirtschaftliche Nutzung der Vorländer gibt es bereits verschiedene Vorschriften. So muss sich zum Beispiel die Düngung unter anderem nach den Grundwasserschutzzonen, ökologischen Flächen oder dem Abflussregime ausrichten. Auf Schweizerseite besteht die Auflage, dass eine geschlossene Grasnarbe erhalten werden muss und die Rheindämme nicht beweidet werden dürfen.

Liechtenstein - Werdenberg

Das Rheintal im Bereich Fürstentum Liechtenstein - Werdenberg wird ebenfalls vorwiegend durch intensive landwirtschaftliche Grünlandnutzung geprägt. Auf rund einem Drittel der landwirtschaftlich genutzten Flächen wird Acker-, Gemüse- und Obstbau betrieben /73/. Größere extensiv genutzte Flächen sind vor allem im Ruggeller Riet und Schwabbrünnen-Äscher erhalten /74/.

Bündner Rheintal

In der klimatisch begünstigten Talsohle des Bündner Rheintals dominiert Ackerbau mit einem hohen Anteil an Raps und Getreide. Vor allem zwischen Maienfeld und Landquart ist auch der Obst- und Gemüseanbau wichtig /75/.

Forstwirtschaft in der Talsohle ist von untergeordneter Bedeutung.

Forstwirtschaft ist in der Talsohle des Rheintals von eher untergeordneter Bedeutung. Größere Waldflächen im nördlichen Rheintal befinden sich am Alten Rhein an der Mündung in den Bodensee, am Kummenberg - einem Inselberg, sowie nördlich und südlich der Illmündung (rund 300 ha).

Laubwälder

Laubwälder beziehungsweise Laubwaldfragmente erstrecken sich südlich von Sennwald und beidseits des Rheins zwischen Bendern und Buchs. Zwischen Buchs und Balzers blieb nur linksseitig des Rheins ein Waldstreifen zwischen A13 und Rhein erhalten, an den fragmentarisch größere Laubmischwälder jenseits der Autobahn angrenzen.

kaum grössere Waldflächen in Liechtenstein

Das Liechtensteiner Rheintal weist abgesehen von den Auwaldstreifen bei Ruggell und Gamprin kaum größere, geschlossene Waldflächen Insgesamt nehmen hier die Waldflächen 640 ha ein, wovon 170 ha auf Auwald und Flurgehölze und 470 ha auf Hochwald entfallen (/73/, Erhebungsjahr 1983).

Auwälder

Echte Auwälder, die noch der Überschwemmungsdynamik durch den Alpenrhein bzw. den Bodensee unterliegen, sind in Mastrils-Untervaz-Trimmis und an den Mündungen von Neuem und Altem Rhein erhalten. Ökologisch wertvolle Waldflächen wurden teilweise als Schutzgebiete ausgewiesen bzw. werden naturnah bewirtschaftet.

5.5 Zuflüsse und Nebengewässer[17]

5.5.1 Übersicht

Übersicht über die grösseren Zuflüsse des Alpenrheins

In der folgenden Tabelle sind die grösseren Zuflüsse des Alpenrheins aufgelistet und bezüglich Relevanz für das Geschiebe- und Abflussregime des Alpenrheins bewertet. Der Charakter der für den Geschiebetransport und das Abflussregime relevanten Zuflüsse werden im folgenden Abschnitt 5.5.2 kurz beschrieben.

km	Name	Ufer	km^2	relevant für Geschiebe	relevant für Abfluss
0.00	Vorderrhein		ca. 1500	●	●
0.00	Hinterrhein		ca. 1700	●	●
9.63	Plessur	rechts	263	●	●
14.07	Maschänser Rüfi	rechts		●	
23.32	Landquart	rechts	616	●	●
24.73	Unterwasserkanal Kraftwerk Sarelli	links			●
28.90	Tamina	links	147	●	●
36.37	Trübbach	links			
38.79	Saar	links			
60.84	Liechtensteiner Binnenkanal	rechts	116		●
62.80	Werdenberger Binnenkanal	links	182		●
64.90	Spirsbach	rechts			
65.05	Ill	rechts	1428	•	●
68.60	Frutz	rechts	107.4	•	●
69.65	Ehbach	rechts	39.1		

Tabelle 8: Übersicht über die grösseren Zuflüsse des Alpenrheins (nicht vollständig) und der Relevanz bezüglich des Geschiebe- und Abflussregimes im Alpenrhein

[17] Hauptquelle:

Eberstaller, J.; Haidvogel, G.; Jungwirth, M. (1997): Gewässer-&Fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung; Internationale Regierungskommission Alpenrhein; Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

Hunziker, Zarn & Partner AG (2002): Vorstudie Geschiebebewirtschaftung; im Auftrage der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

5.5.2 Abfluss- und geschieberelevante Zuflüsse

Vorderrhein

Nur rund 1.2 km unterhalb der Rheinschlucht mündet der Vorderrhein in den Alpenrhein. In der rund 18 km langen Schluchtstrecke zwischen Ilanz und Reichenau ist der Vorderrhein zum Schutz der rhätischen Bahn (RhB) häufig einseitig verbaut. Trotzdem hat der Vorderrhein eine sehr vielfältige Morphologie. Bei Schleuis unterhalb von Ilanz entnimmt noch ein Kieswerk Geschiebe aus dem Vorderrhein. Es wird davon ausgegangen, dass der Vorderrhein in der Rheinschlucht grössere Geschiebemengen aufnehmen kann. Dabei spielt der Geschiebeeintrag aus der Rabiusa und dem Carrera-Tobel eine wichtige Rolle.

Hinterrhein

Der Hinterrhein ist im Domleschg zwischen Thusis und Rothenbrunnen kanalisiert und hat kaum Sohlenstrukturen. In den Rhäzünser Rheinauen ist der Flusslauf verzweigt und weist weitgehend naturnahe Ausformung auf. Bei Rothenbrunnen und auf der Höhe Bonaduz stabilisiert je eine Blockrampe das Flussbett. Die Rhäzünser Rheinauen sind limitierend für den Geschiebetransport. Wegen der Kanalisierung, der Verbauung der Nolla (ursprünglich einer der wichtigsten Geschiebelieferanten des Hinterrheins) und dem Kraftwerksbau im Einzugsgebiet (Solis, Sufers/ Bärenburg) dürfte im Hinterrhein das Transportvermögen mit Ausnahme der Rhäzünser Rheinauen nicht ausgelastet sein.

In den Rhäzünser Rheinauen wurden von 1956 bis 1977 grössere Geschiebemengen entnommen. In dieser Strecke wurden zwischen 1988 und 1997 teilweise Auflandungen beobachtet, in der anschliessenden Strecke flussabwärts Erosionen. Die Erosionen könnten mit der Einengung des Hinterrheins im Rahmen des Autobahnbaus zusammenhängen.

Plessur

Die Plessur und ihre Zuflüsse sind vergleichsweise wenig verbaut, obwohl das Einzugsgebiet teilweise sehr erosionsaktiv ist. Letzteres gilt insbesondere für die Strecke zwischen der Mündung der Rabiusa und dem Alpenrhein. Hier ist die Plessur mit Schwellen verbaut. Geschiebeentnahmen finden nur sporadisch im Bereich des Stausees in Arosa statt.

Landquart

Die Landquart hat viele, zum Teil stark geschiebeführende Zuflüsse, wie z.B. Schrangga-, Taschinas-, Schrau-, Furner-, Ariesch- oder Schanielabach, die aber grossteils verbaut sind. An 3 Orten wird in grösserem Ausmass Geschiebe entnommen. In Verbindung mit der Regulierung im Vorderen Prättigau tiefte sich die Landquart stark ein und wurde mit zahlreichen Schwellen verbaut. Zur Zeit sind Flussaufweitungen als Renaturierungs- und Stabilisierungsmassnahmen zwischen Grüsch und Schiers in Diskussion.

Tamina

Die Tamina ist im Kegelbereich kanalisiert und eingedämmt. In der folgenden Schluchtstrecke ist das Bachbett mit zahlreichen Schwellen stabilisiert. Der Hauptgeschiebezubringer ist der murgangfähige Zanaibach. Die Schlüsselstrecke für den Geschiebeeintrag in den Alpenrhein ist der Dorfbereich von Bad Ragaz mit einem Nettogefälle von rund 1.2%. In diesem Abschnitt wurden verschiedentlich Ablagerungen beobachtet, welche zum Teil ausgebaggert wurden. Das von den Kraftwerken Sarganser Land genutzte Wasser wird rund 4 km flussaufwärts der Taminamündung in den Alpenrhein geleitet (Zentralle Sarelli, Bild 2, Tabelle 8)

Ill

Die Ill ist nach dem Vorder- und Hinterrhein der drittgrösste Rheinzufluss. Ihre grössten Seitenbäche sind die Alfenz und die Lutz. Zudem münden verschiedene Wildbäche wie die Samina, die Meng oder die Schesa in die Ill. Der Unterlauf der Ill ist geradlinig reguliert und durch Hochwasserdämme vom Umland abgetrennt. Aufgrund der Eintiefungstendenz existieren zahlreiche Querbauwerke. Infolge der starken Eintiefung der Rheinsohle und dem damit sinkenden Grundwasserspiegel liegt die Sohle der Ill heute über dem Grundwasserspiegel und ist infolge Kolmation davon abgetrennt.

Frutz

Die Frutz und ihr wichtigster Zufluss, die Frödisch, sind beide geschiebeführend. Der Unterlauf der Frutz ist stark reguliert und durch zahlreiche Sohlstufen gekennzeichnet. Zudem fällt diese Strecke infolge Triebwasserausleitung über weite Strecken im Jahr trocken.

Abflussregime

An all diesen Zuflüssen wird die Wasserkraft genutzt, wodurch die Abflussregime beeinflusst werden. Der Ausnutzungsgrad und damit auch die Beeinträchtigung ist verschieden. Am grössten ist die Beeinflussung in den Zuflüssen Vorder- und Hinterrhein, Tamina, Ill und Frutz. Das Abflussregime der Landquart und vor allem dasjenige der Plessur sind weniger stark verändert.

5.5.3 Binnenkanäle

Zwischen der Sarganser Ebene und dem Bodensee entwässern Binnenkanäle das Rheintal.

Ab der Sarganser Ebene übernehmen Binnenkanäle die Entwässerung des Rheintales und der angrenzenden Bergflanken. Wegen den zahlreichen Geschieberückhaltebecken und Schlammsammler sowie wegen des geringen Gefälles der Binnenkanäle wird durch diese Gewässer kein Geschiebe in den Alpenrhein eingetragen.

Liechtensteiner Binnenkanal

Der Liechtensteiner Binnenkanal entwässert nahezu den gesamten rechtsufrigen Talraum in Liechtenstein. Er weist durchgehendes Trapezprofil (Bild 30) auf. Im mündungsnahen Bereich wurde er bereits naturnah umgestaltet, die Mündung selbst wurde im Jahr 2000 wieder mit dem Alpenrhein vernetzt.

Bild 30: Liechtensteiner Binnenkanal

Werdenberger Binnenkanal

Der Werdenberger Binnenkanal weist mit Ausnahme des strukturreicheren Oberlaufes, dem Mühlbach, ebenfalls monotone trapezförmige Querprofile auf. Ein Grossteil seines Abflusses wird bei Nieder- und Mittelwasser in den flussab anschliessenden Schweitzer Rheintaler Binnenkanal übergeleitet. Die Mündungsstrecke, der „Schluch“, wird über den Grossteil des Jahres mit rund 300 l/s dotiert.

Schweizer und Vorarlberger Rheintaler Binnenkanal

Beide Binnenkanäle münden nicht mehr in den Alpenrhein, sondern über den Alten Rhein, den alten Mündungslauf des Rheins (SG) bzw. die Dornbirner Ache in den Bodensee. Strukturell entsprechen sie den beiden zuvor genannten Binnenkanälen. Der Schweizer Rheintaler Binnenkanal wird mehrmals zur Energiegewinnung genutzt.

Alter Rhein

Der Alte Rhein weist über weite Strecken ebenfalls relativ einheitliche Flussmorphologie auf. In Verbindung mit den zahlreichen Nebengewässern, der Uferstruktur und den anschliessenden Auwaldbereichen stellt er aber einen der ökologisch wertvollsten Bereiche im gesamten Rheintal dar.

5.5.4 Wildbäche und Rüfen

Maschänser Rüfi

Der in Bezug auf Geschiebeeintrag in den Alpenrhein bedeutendste Wildbach ist die Maschänser Rüfi im Bereich von Trimmis. Auch hier wurde aber zum Schutz verschiedener Verkehrsträger (A13, Kantonsstrasse, SBB und RhB) in den 1970er-Jahren ein Geschieberückhaltebecken erstellt und der Unterlauf mittels Betonwanne reguliert. Zur Zeit sind Bestrebungen im Gang, das Auslaufbauwerk so zu optimieren, dass möglichst viele Sedimente in den Alpenrhein geschwemmt werden, um die Aufwendungen für die Räumung zu begrenzen und um ökologische Verbesserungen zu erreichen.

Die übrigen Wildbäche tragen kaum Geschiebe in den Alpenrhein ein.

Bei den übrigen Wildbächen und Rüfen werden praktisch alle Sedimente in den Rückhaltebecken am Hangfuss abgelagert und entnommen. Diese Rückhaltebecken sind aus Hochwasserschutzgründen notwendig, weil die Bäche das Geschiebe in der Regel nicht über die flache Talebene bis in den Rhein zu transportierten vermögen.

5.5.5 Ökologische Bedeutung der Zuflüsse und Nebengewässer für den Alpenrhein

Auswirkungen der Regulierung des Alpenrheins

Als Folge der Regulierung des Alpenrheins sind heute die Zuflüsse im Bereich von St.Gallen, Liechtenstein und Vorarlberg durch Hochwasserdämme vom Alpenrhein abgetrennt. Künstlich angelegte, rheinparallel fliessende Binnenkanäle übernehmen die Vorflut eines Grossteils der Nebengewässer im Rheintal. Das Absinken des Grundwasserspiegels hat darüber hinaus das Trockenfallen zahlreicher Nebengewässer zur Folge. Die für intensive landwirtschaftliche Nutzung erforderliche Entwässerung der Flachmoore führte zum Verschwinden fast aller Stillgewässer. Natürliche Fliessgewässer sind in das Entwässerungssystem miteinbezogen und in monotone Gräben umgewandelt. Die breiteren Talbecken weisen daher heute ein dichtes Entwässerungssystem auf.

Fischarten

Trotzdem existiert auch heute noch im Rheintal eine beträchtliche Vielfalt an Zuflüssen und Nebengewässern, die vom Gebirgsbach bis zum Stillgewässer reicht. Im Vergleich zu 19 Fischarten im Rhein sind daher für die Nebengewässer des Alpenrheins in Summe 33 Arten nachgewiesen.

Gewässertypen

Aufgrund der umfangreichen anthropogenen Eingriffe ist die Typisierung der aktuell vorliegenden Nebengewässer entsprechend der ursprünglichen Gewässercharakteristik nur beschränkt möglich. So sind beispielsweise die einstigen Riedgewässer heute grossteils zu Kanälen und Entwässerungsgräben umgestaltet bzw. gänzlich verschwunden. Anhand der derzeitigen gewässerökologischen Charakteristik lassen sich die Alpenrhein-Nebengewässer jedoch in folgende Kategorien einteilen:

- Gebirgsflüsse
- Wildbäche und Rüfen
- Hangbäche
- Talbäche (inkl. Giessen) und "rhithrale" Kanäle sowie
- Riedgewässer und Entwässerungsgräben sowie "potamale" Kanäle
- Stillgewässer

Gebirgsflüsse

Zur Kategorie der Gebirgsflüsse gehören die grösseren Zubringer des Alpenrheins wie Vorder- und Hinterrhein, Ill, Plessur, Landquart, Tamina und Frutz. Diese Flüsse sind hinsichtlich der biozönotischen Zonierung nach /29/ als Metarhrithral mit Übergang zum Hyporhithral (Untere Forellenregion/Äschenregion) einzustufen. Dementsprechend dominieren Bach- und Regenbogenforelle sowie Koppe die Fischfauna. Der Fischbestand ist jedoch im Projektsgebiet (Talboden) als sehr gering einzustufen. Die früher vor allem in der Ill häufig vorkommende Äsche sowie strömungsliebende Karpfenartige wie Nase, Barbe, Hasel, etc. fehlen fast vollständig.

Die früher grosse Bedeutung für die Lebensgemeinschaften des Alpenrheins ist heute aufgrund der Abtrennung der Zuflüsse durch die Querbauwerke und deren Regulierung sowie infolge der Wasserkraftnutzung verursachten Veränderungen des Abflussregimes (Schwall, Wasserentnahmen, etc.) auf ein Minimum reduziert. Vor allem für Frutz und Ill ist die ökologische Funktionsfähigkeit als wesentlich bis stark beeinträchtigt zu bezeichnen. Tamina und vor allem Landquart und Plessur weisen zwar in flussauf gelegenen Abschnitten noch naturnahe Ausformung auf. Im Talboden des Rheintales selbst sind sie jedoch fast durchgehend stark reguliert.

Wildbäche und Rüfen

Viele Wildbäche und Rüfen weisen topographisch bedingt kurzen, steilen Lauf und starken Geschiebetrieb auf. Grossteils führen sie nur periodisch Wasser. Bei Nieder- und Mittelwasser versickert das Wasser in den Schwemmfächern. Beim Gefällsknick am Fusse der Schwemmfächer liegen meist Ausschotterungsbereiche, die noch weitgehend dem natürlichen Charakter der Schwemmfächer entsprechen. Im Talboden flussab der Ausschotterungsbecken sind die Rüfen und Wildbäche meist mittels Betonwannen verbaut. Eine Ausnahme bilden Rüfen mit direkt an den Rhein heranreichenden Felshängen.

Hangbäche

Hangbäche sind im Siedlungsgebiet und im Talraum meist stark reguliert. Im freien Gelände liegen an den Talflanken teilweise noch naturnähere Bereiche vor. Bei kurzem Gewässerverlauf im Talraum bzw. höherem Gefälle und starker Beschattung sind sie der Unteren Forellenregion zuzuordnen. Gewässerabschnitte in den breiteren Tallagen im Unterlauf des Alpenrheins würden artenreiche Fischbestände aufweisen, sind jedoch derzeit durch Regulierung und schlechte Gewässergüte stark beeinträchtigt.

Bild 31: regulierter Ehbach im Vorarlberg

Talbäche/ Giessen

Talbäche oder Giessen besitzen teilweise noch relativ naturnahe Flussbettausformung. Teilweise sind sie jedoch in das Entwässerungssystem des Rheintales einbezogen und kanalartig reguliert. Naturnahe Talbäche liegen gegenwärtig noch in der Sarganser Ebene und bei Balzers (FL) bzw. Sevelen - Buchs vor. Infolge des Absinkens des Grundwasserspiegels ist eine Vielzahl der Giessen trockengefallen bzw. durch deutlich geringeren Abfluss gekennzeichnet. Manche Giessen werden daher aus den Binnenkanälen bzw. mit Rheininfiltrat dotiert. "Echte", naturnahe Giessen mit charakteristischer Grundwasser-Bodenfauna liegen im Vergleich zum Grundwasserhöchststand im 18. und 19. Jahrhundert somit nur mehr vergleichsweise selten vor. Hinsichtlich der biozönotischen Region sind die kleineren Talbäche/Giessen der Forellenregion zuzuzählen. Sie boten und bieten teilweise immer noch für die strömungsliebenden Fischarten optimale Fortpflanzungsbedingungen.

Bild 32: Mühlbach zwischen Trübbach und Sevelen

Binnenkanalsysteme

Ab der Sarganser Ebene übernehmen künstliche Kanal- und Binnenkanalsysteme die Entwässerung des Rheintales. Diese Gewässer weisen meist monotone, trapezförmige Profile und somit geringe Lebensraumvielfalt auf. Bereichsweise liegen strukturreiche Abschnitte vor (z.B. im Oberlauf Werdenberger Binnenkanal) bzw. wurden Strecken naturnäher umgestaltet (z.B.

im Unterlauf Liechtensteiner Binnenkanal). Stark grundwassergespeiste Kanäle sind dem Übergang zur Äschenregion (Hyporhithral) zuzuordnen und werden als "rhithrale" Kanäle bezeichnet. Sie weisen ähnliche Charakteristik wie die Talbäche /Giessen auf und sind daher bei intakter Vernetzung auch für die Fischfauna des Alpenrheins von grosser Bedeutung. Eindrucksvoll zeigen dies die hohen Fischdichten, die in der naturnah umgestalteten Mündungsstrecke des Binnenkanals in Liechtenstein 1 Jahr nach Fertigstellung dokumentiert wurden. Regenbogenforellen dominieren in diesen Gewässern den Fischbestand.

Davon sind die wärmeren, der Äschen-Barbenregion zuzuordnenden Kanäle und Binnenkanäle in Vorarlberg und der Schweiz sowie der Alte Rhein zu unterscheiden, die artenreichere Fischbestände aufweisen. Hier kommen vor allem auch stillwasserliebende Fischarten vor, die im gesamten Rheintal sonst nur mehr in den Stillgewässern des Alten Rheins bei Diepoldsau sowie in wenigen Stillgewässern zu finden sind.

Aufgrund der geringen Lebensraumvielfalt und der schlechten Gewässergüten (ein großer Teil der Binnenkanäle im Vorarlberger Rheintal weist Güteklasse II-III und schlechter auf) sind die ökologischen Verhältnisse trotz des Fischartenreichtums fast durchgehend äusserst unbefriedigend.

Entwässerungsgräben

In das dichte Netz von Entwässerungsgräben wurden natürliche Fliessgewässer (Riedgewässer, aber auch Talbäche) miteinbezogen. Naturnahe Riedgewässer sind daher im gesamten Alpenrheintal verschwunden. Die Gewässersysteme weisen streng geometrische Form und Linienführung auf. Vielfach ist das Gewässerbett durch Betonfertigteile verbaut. Der meist geringe Abfluss versickert teilweise zwischen den Fugen und läuft häufig unterhalb der Betonteile. Infolge der intensiven Landwirtschaft kommt es zu hohen Nährstoffeinträgen. Wasserpflanzen bilden sich infolge fehlenden Substrates und grossteils dichter Beschattung durch Gehölzstreifen nur lokal bzw. in wenigen Abschnitten aus. Insgesamt stellen die Entwässerungssysteme naturferne Lebensräume dar.

Seen und Stillgewässer

Ursprünglich war das Alpenrheintal durch eine Vielzahl von Seen und Stillgewässer gekennzeichnet, vor allem in den Hinterwasser- und Aubereichen. Seit der intensiven Melioration ist ein Grossteil dieser Gewässer trockengelegt bzw. fällt infolge der Grundwasserabsenkung durch die Eintiefung der Rheinsohle trocken. Lediglich durch Kiesbaggerungen vertiefte Gewässer erreichen in den Rheinschottern heute noch den Grundwasserspiegel. Eine Ausnahme bildet der Gampriner See, der durch den Dammbruch beim Hochwasser 1927 entstand. Die grösste Dichte von Stillgewässern findet sich derzeit in den Bereichen des Alten Rheins bei Diepoldsau und bei St. Margrethen. Auch diese Gewässer sind durch Kiesentnahmen tiefergelegt und weisen daher im Gegensatz zu den meisten anderen

Stillgewässern noch immer permanente Wasserführung auf. Sie stellen wertvolle Rückzugsräume für Amphibien und ansonst nur mehr rudimentär vorkommende „Ruhigwasser-liebende“ Fischarten dar.

5.6 Terrestrische Ökologie[18]

Auen

Echte, das heisst immer wieder überschwemmte Auen sind am Alpenrhein selten: Auf den neu entstandenen Sedimentationsflächen an der Mündung des Neuen Rheins entwickelten sich in den vergangenen Jahrzehnten bedeutende Weichholzauen mit Silberweide (Salicetum albae). An der Mündung des Alten Rheins ist eine Hartholzaue mit Eiche, Esche und Ulme (Querco-Ulmetum) erhalten, die bei hohem Wasserstand des Bodensees überschwemmt wird.

Flussaufwärts sind unter anderem die Aulandschaften des Alten Rheins bei Diepoldsau-Hohenems oder der Auwald Ceres bei Buchs erwähnenswert. Bis in den Raum Sennwald finden sich noch Föhrenwälder auf Schotter und Auenwaldreste, die sich durch die weitläufige Absenkung des Grundwasserspiegels in Richtung Hartholzauen entwickelten.

Die Auen bei Mastrils-Untervaz-Zizers sind trotz unzureichender Geschiebedynamik und verändertem Abflussregime besonders wertvoll.

Feuchtgebiete

Feuchtgebiete und Sumpflandschaften waren im Rheintal einst weit verbreitet: Noch Ende des 19. Jahrhunderts erkrankten beispielsweise etliche Arbeiter, die am Fußacher Durchstich arbeiteten, an Malaria.

Die Regulierung der Fliessgewässer, Entwässerungen, die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung sowie die Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsflächen führte zu einem rapiden Rückgang gerade der Feuchtlebensräume. Auch die Grundwasserabsenkungen als Folge der Eintiefung der Rheinsohle führen in einigen Feuchtgebieten zu drastischen Veränderungen. Organische Bodenhorizonte werden besser durchlüftet. Dadurch mineralisieren die Torfe und setzen Nährstoffe frei. Eutrophierungszeiger

---

18 Hauptquellen:

Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebietsinventar) (ohne Jahr). Teil 5: Appenzell-I.Rh., Appenzell-A.Rh., Glarus, Graubünden, St. Gallen, Ticino, Uri.

Lutz, S., Singer, P. (1996): Naturschutzgebiet Matschels. Untersuchungen zum Bodenaufbau und zur Nährstoffversorgung im Unterried. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg.

(va. Solidago gigantea und anolere Hochstauden) verdrängen die seltenen Arten.

Noch heute erhaltene intakte Riedgebiete sind daher Refugien für eine hochgradig bedrohte Pflanzen- und Tierwelt. In Vorarlberg liegen die wichtigsten Riedlandschaften im Rheindelta, im nördlichen Rheintal zwischen Hard und Dornbirn, bei Koblach sowie bei Feldkirch zwischen Rhein und Illmündung. Diese Gebiete zählen zu den wichtigsten Brutgebieten für Wiesenvögel in Österreich. Die Streuwiesen in den Naturschutzgebieten von Bangs-Matschels bei Feldkirch bilden mit dem Rugeller Riet in Liechtenstein einen grenzüberschreitenden Lebensraum. Im St. Galler Rheintal sind Flachmoore bei Altenrhein oder Alstätten erhalten.

wichtige Amphibien-Laichgebiete

Der unverbaute Alpenrhein bot mit seinen Altarmen und Nebengewässern ideale Lebensbedingungen für Amphibien. Viele sind durch den Landschaftswandel verschwunden.

Heute sind die wertvollsten Amphibienlebensräume im nördlichen Rheintal vor allem das Rheindelta bzw. der Alte Rhein bei Altenrhein-Gaißau und bei Hohenems-Diepoldsau. Bei Altstätten im St. Galler Rheintal entstanden durch Biotopgestaltungsmaßnahmen Feuchtgebiete. Kiesabbau bei Feldkirch schuf die Alten Rüttenen– ebenfalls wichtige Laichgebiete. Im Raum Liechtenstein-Sargans-Werdenberg befinden sich wichtige Laichgewässer beispielsweise bei Balzers, Sargans, Triesen, Sevelen, Buchs, Schaan, Sennwald und Ruggell. Auch die Kleingewässer bei Trimmis, Zizers und Maienfeld, die Mastrilser Rheinauen und die Rheinauen bei Fläsch zählen zu den wertvollen Amphibien-Lebensräumen.

5.7 Nutzungen im engen Zusammenhang mit dem Alpenrhein

5.7.1 Wasserkraftanlagen

Charakteristik der Anlage

Die Wasserkraft des Alpenrheins von Reichenau bis Bodensee wird nur bei Reichenau genutzt (Bild 15 links, Seite 27). Seit 1962 wird der Alpenrhein 2.6 km flussabwärts des Zusammenflusses von Vorder- und Hinterrhein gestaut. Die Wehrschwelle liegt bei 574.5 m ü.M., der Maximalstau bei 584.5 m ü. M. Die Stauwurzel reicht dabei bis zum Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein. Das Stauraumvolumen beträgt rund 1 Mio. m^3. Die Hochwasser können durch vier Wehröffnungen entlastet werden. Das zu turbinierende Wasser wird beim Wehr entnommen und in einem teilweise überdeckten Seitenkanal zur Zentrale bei Flusskilometer 3.9 abgeleitet. Unmittelbar bei der Zentrale erfolgt die Wasserrückgabe.

Betrieb der Stauhaltung

Die Turbinen erlauben die Verarbeitung von 120 m^3/s Wasser. Abflüsse zwischen 120 m^3/s und 400 m^3/s werden durch Absenkung der Klappen der Wehröffnungen abgeleitet. Übersteigt der Abfluss 400 m^3/s so wird der Betrieb der Turbinen eingestellt und der Wasserspiegel wird bis zum freien Durchfluss abgesenkt. Der Wiedereinstau erfolgt bei einem Zufluss von rund 350 m^3/s.

Fischtreppe

Im Jahr 2000 wurde die Anlage durch eine Fischaufstiegshilfe und eine Dotierturbine ergänzt. In der Ausleitungsstrecke fliessen seither ganzjährig mindestens 3 m^3/s. Gleichzeitig wurde der Einlauf zum Seitenkanal mit einer Rechenanlage ausgerüstet, welche den Eintrag von Geschwemsel und das Eindringen von Fischen in den Oberwasserkanal verhindern soll.

5.7.2 Fischerei

keine gewerbsmässige Fischerei am Alpenrhein

Am Alpenrhein wird im Gegensatz zum Bodensee schon seit Jahrzehnten keine gewerbsmässige Fischerei mehr ausgeübt. Hinsichtlich der Angelfischerei besitzt der Alpenrhein und seine Zuflüsse aber nach wie vor hohe Bedeutung.

Rückgang der Sportfischer wegen geringen Fischbeständen

Entgegen dem Trend in ganz Mitteleuropa und auch im Rheintal geht am Alpenrhein selbst die Zahl der Sportfischer kontinuierlich zurück. So lösten im Kanton St. Gallen Mitte der 70er Jahre noch mehr als 700 Fischer Patente, 1999 aber nur mehr knapp 300, 2000 nur mehr 270. Diese lokal gegenläufige Entwicklung ist weitgehend auf die heute geringe fischereiliche Attraktivität infolge der extrem geringen Fischbestände zurückzuführen. Im Jahr 2000 wurden in im Kanton St. Gallen nur mehr 1447 Fische mit 468 kg gefangen: das sind 5,4 Fische und 1,7 kg pro Fischer im Jahr.

Fangstatistiken zeigen Abnahme

Anhand der grenzüberschreitenden Fangstatistiken der Fischereifachstellen zeigt sich dies für den gesamten Alpenrhein von der Kantonsgrenze zu Graubünden bis zum Bodensee: Allein von 1998 bis 2001 gingen die Fangzahlen von 3539 auf 2251 Fische um ein Drittel zurück. Besonders aussagekräftig ist, dass davon 2001 mit 444 Felchen (20%) eine Fischart am zweithäufigsten gefangen wurde, die im Bodensee lebt und von der nur Teile der Population zum Laichen in den Alpenrhein aufsteigen.

Zusammenschluss der Fischereivereine zur „Internationalen Konferenz der Fischereivereine am Alpenrhein“

Trotz der sinkenden Zahlen besitzt die Angelfischerei eine starke und gut strukturierte Interessensvertretung, die national und international vernetzt ist. So haben sich die Fischereiverbände von FL, SG und Vorarlberg sowie 15 Fischereivereine zur „Internationalen Konferenz der Fischereivereine am Alpenrhein“ zusammengeschlossen.

Besonderes Interesse kommt für die Fischerei der Verbesserung der fischereilichen Attraktivität des Alpenrheins durch höhere Fischbestände und naturnähere Gestaltung zu. Wie die rasante Zunahme an Angelfischern nach der naturnahen Umgestaltung der Binnenkanalmündung in FL zeigt, ist dann auch wieder eine deutliche Erhöhung der gelösten Fischereipatente zu erwarten.

5.7.3 Kiesentnahmen[19]

Kiesentnahmen zwischen 1936 und 1999

Bild 33 zeigt die Kiesentnahmen in drei verschiedenen Rheinstrecken für 5 Jahresperioden. Auffallend ist die starke Zunahme der Entnahmen im mittleren Abschnitt zwischen 1950 und 1970. Ein Grund dafür dürfte die steigende Nachfrage wegen der wirtschaftlichen Entwicklung gewesen sein. Nach dem Einsturz der Brücke Buchs-Schaan im Jahre 1970 wurden innerhalb von zwei Jahren alle Kiesentnahmen zwischen der Landquart und Illmündung eingestellt.

---

19 Hauptquelle

Hunziker, Zarn & Partner AG (2001): Morphologie und Geschiebehaushalt Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht über die Untersuchungen zwischen 1985 und 2000; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

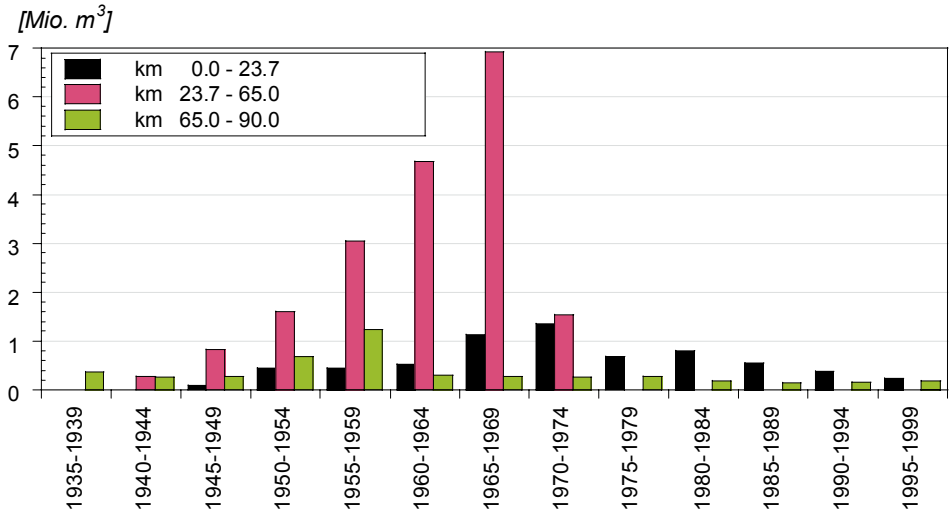


Bild 33: Geschiebeentnahmen im Alpenrhein seit 1936 in verschiedenen Teilstrecken (Erläuterungen siehe Text)

Zwischen 1936 und 1999 wurden aus dem Alpenrhein insgesamt rund 30 Mio. m3 Geschiebe oder im Durchschnitt fast 0.5 Mio. m3 pro Jahr entnommen. Das ist rund vier bis sechs Mal mehr ist als die aktuellen Geschiebeeinträge aller Zuflüsse. Zwangsläufig wurde das Flussbett durch die Geschiebeentnahmen massiv abgetieft. Im Bereich mit den grössten Entnahmen waren auch die massivsten Sohleintiefungen von zum Beispiel bis zu 5 m beim Ellhorn (km 33.9) oder bei Buchs (km 50) zu verzeichnen (Bild 17).

Kiesentnahmen von 1991 bis 2000

Heute wird dem Alpenrhein noch an 4 Orten Kies entnommen, nämlich beim Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein, bei der Plessur- und Landquartmündung sowie bei der Rheinmündung in den Bodensee. Die durchschnittlichen Entnahmemengen beliefen sich zwischen 1991 und 2000 auf folgende Mengen:

- 10’400 m3/Jahr beim Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein
- 18'500 m3/Jahr bei der Plessurmündung
- 22’800 m3/Jahr bei der Landquartmündung
- 35’200 m3/Jahr bei der Rheinmündung in den Bodensee

5.7.4 Energienutzung und -verbrauch[20]

Der Selbstversorgungsgrad liegt bei 4%.

Im Talboden des Alpenrheins wird der gesamte Energieverbrauch (Strom und Wärme ohne Verkehr) auf rund 10'757 GWh geschätzt (/10/, Stand 1997), wovon 77% auf thermische (vorwiegend Öl, Gas und Holz) und 23% auf elektrische Energie entfallen. Der Selbstversorgungsgrad liegt bei 4% (423 GWh). Würde das gesamte verfügbare Potential genutzt (2'628 GWh)[21], so könnte der Selbstversorgungsgrad auf 23% gesteigert werden.

Abgrenzung

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie ist primär die Wasserkraftnutzung und sekundär die thermische Nutzung des Grundwassers von Bedeutung. Weil die übrigen Energiequellen wie Sonne, Holz, thermische Nutzung von Oberflächengewässern oder industrielle Abwärme für das vorliegende Projekt nicht relevant sind, wird auf sie nicht eingegangen.

Wasserkraft

Im Einzugsgebiet des Alpenrheins gibt es eine Vielzahl von Speicher- und Flusskraftwerken. Sie produzieren jährlich rund 8'000 GWh erneuerbare Energie. Die einzelnen Länder und Kantone liefern dazu im Durchschnitt folgende Anteile: Graubünden 4'950 GWh, Vorarlberg 2'670 GWh, St. Gallen 342 GWh und Liechtenstein 76 GWh. Das nutzbare Wasserkraftpotential im Talboden des Alpenrheins beträgt 1'800 GWh. Davon werden heute 13% (241 GWh) genutzt. Fast die Hälfte der Nutzung entfällt auf das KW Reichenau (44% oder 105 GWh, siehe Abschnitt 5.7.1).

thermische Nutzung des Grundwassers

Der Talboden zwischen Reichenau und dem Bodensee, wird durch den Einsatz von Wärmepumpen thermisch genutzt. Rund 1’400 installierte Wärmepumpen und Kühlanlagen gewinnen heute rund 150 GWh Energie pro Jahr. Dafür sind Wasserentnahmen von 3.5 m^3/s konzessioniert. Die Temperatur des Grundwassers mit einem Mittelwert von 10.7°C darf dabei in der Schweiz maximal um 3° C, in Vorarlberg um 1° C abgesenkt werden. Einem theoretisch nutzbaren thermischen Potential aus Grundwasser von ca. 950 GWh pro Jahr stehen Einschränkungen durch bestehende Wasserschutzzonen für die öffentliche Trinkwasserversorgung und hydraulischen Randbedingungen gegenüber.

---

20 Hauptquellen

Projektgruppe Energie (1997): Energiehaushalt im Bereich des Alpenrheins

Universität Innsbruck, Rudhardt + Gasser ZT (2003): Thermische Nutzung der Gewässer des Alpenrheins/IRKA PG Grundwasser

21 Das thermische Energiepotential des Grundwassers und der Oberflächengewässer ist in diesen Zahlen nicht enthalten.

thermische Nutzung der Oberflächen-gewässer

Der Alpenrhein weist ein theoretisch nutzbares thermisches Potential von 13'000 GWh auf. Eine Nutzung für Heizzwecke ist nahezu unmöglich, da eine weitere Abkühlung des Gewässers im Winter zu Anlagenvereisung führen würde. Besser nutzbar wäre das Potential für Kühlzwecke. Behindernd wirken grosse technische Aufwände gegen Verschlämmung und Veralgung. Flusswasserentnahmen als Uferfiltrate kollidieren in den meisten Fällen mit bestehenden Wasserschutzzonen für die öffentliche Trinkwasserversorgung.

Wärmestrommodell

Das Wärmestrommodell /61/ weist als wesentlichen Wäremestrom die Ex- bzw. Infiltration aus den Oberflächengewässern aus. Ebenfalls massgebend sind Wärmeströme aus Randzuflüssen, Niederschlägen und Grundwasserentnahmen. Ohne wesentliche Bedeutung sind die Energieströme aus anthropogenen Einflüssen aus Wärmenutzungen, Kühlanlagen und beheizten Siedlungsräumen. Wie Bild 34 zeigt, liegt der Anteil der anthropogenen Nutzungen am gesamten Wärmestrom im Prozentbereich.

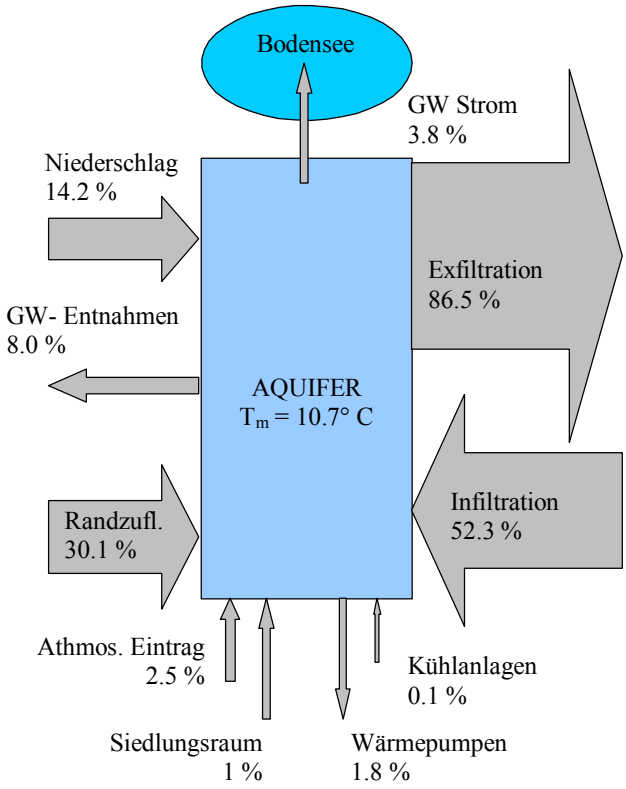


Bild 34: Wärmestrom von verschiedenen Einflussgrössen als % der Summe der zu- und abfliessenden Energieströme

6 Referenzzustand laut WRRL / Randbedingungen

6.1 Referenzzustand nach WRRL

6.1.1 Allgemeines

Mit Dezember 2000 trat die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL, /42/), die „Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ in Kraft. Ziel ist es, „*...spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie .... einen guten Zustand der Oberflächengewässer..“.* bzw. *„... bei allen künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörpern ...ein gutes ökologisches Potential und einen guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen“*. Darüber hinaus wird in Art. 1 ein generelles Verschlechterungsverbot bzw. ein Verbesserungsgebot des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt postuliert.

Als Mitglied der EU hat Österreich die EU-WRRL bereits in nationales Recht übernommen. In Liechtenstein als EWR-Land sind derartige Zielvorstellungen ebenfalls bereits im neuen Gewässerschutzgesetz 2003 enthalten. Auch im Gewässerschutzgesetz der Schweiz entsprechen die Ziele weitgehend jenen der WRRL. Zudem hat die Schweiz in der Rhein-Ministerkonferenz vom 29.1.2001 in Strassburg „den Willen zur Zusammenarbeit mit der EU auf dem Gebiet der Wasserpolitik zum Ausdruck gebracht.“ Für die dabei beschlossene internationale Zusammenarbeit wurde das Gesamt-Flussgebiet Rhein in 9 Bearbeitungsgebiete eingeteilt. Der Alpenrhein liegt dabei im Bearbeitungsgebiet „Alpenrhein/Bodensee“. Die Vorgaben der EU-WRRL sind daher auch in das Entwicklungskonzept Alpenrhein zu integrieren. In einem ersten Schritt ist entsprechend diesen Vorgaben der sehr gute ökologische Zustand“ als gewässertypischer Referenzzustand und Bewertungsbasis zu charakterisieren. ***An dieser Stelle sei besonders darauf hingewiesen, dass gegenwärtig noch keine verbindlichen Definitionen des „sehr guten und guten ökologischen Zustandes“ sowie der Bewertungsmethoden etc. vorliegen. Nachfolgend werden aber die aktuellsten, den Verfassern zugänglichen Ergebnisse (Stand April 2003) eingearbeitet.***

Der Referenzzustand nach WRRL beschreibt den gewässertypischen, funktionell intakten Alpenrhein ohne Berücksichtigung aktuell vorliegender anthropogener Eingriffe = ökologischer Idealzustand. Es werden dabei sowohl die verschiedenen Lebensräume als auch die typischen Lebensgemeinschaften in repräsentativen Flussabschnitten anhand ausgewählter abiotischer und biologischer Kriterien charakterisiert.

Als Referenzzeitpunkt wird hinsichtlich der Sohlenlage die Mitte des 19. Jahrhunderts angesetzt. Diese Sohlenlage entspricht weitgehend der im Rahmen des Projektes Grundwasser-Modell angesetzten Zielhöhe.

Da im Rahmen des Entwicklungskonzeptes die geeignete Gestaltung des Alpenrheins im Vordergrund steht, werden die hydromorphologischen Verhältnisse und ihre ökologische Bedeutung gemeinsam beschrieben. Zur besseren Übersicht werden die Referenzzustände der Algen, Bodenfauna und Fische vorangestellt.

In der WRRL, Anhang V, werden der sehr gute (= Referenzzustand) und gute ökologische Zustand hinsichtlich der wichtigsten Organismengruppen und hydraulisch-morphologischer Randbedingungen folgendermassen definiert.

Komponente	Sehr guter Zustand	Guter Zustand
Makrophyten und Phytobenthos	Die taxonomische Zusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Keine erkennbaren Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz.	Die makrophytischen und phytobenthischen Taxa weichen in ihrer Zusammensetzung und Abundanz geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Diese Abweichungen deuten nicht auf ein beschleunigtes Wachstum von Algen oder höheren Pflanzen hin, das das Gleichgewicht der in dem Gewässer vorhandenen Organismen oder die physikalisch-chemische Qualität des Wassers oder Sediments in unerwünschter Weise stören würde. Die phytobenthische Lebensgemeinschaft wird nicht durch anthropogen bedingte Bakterienanhäufung und anthropogen bedingten Bakterienbesatz beeinträchtigt.
Benthische wirbellose Fauna	Die taxonomische Zusammensetzung und die Abundanz entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Der Anteil störungsempfindlicher Taxa im Verhältnis zu robusten Taxa zeigt keine Anzeichen für eine Abweichung von den Werten, die bei Abwesenheit störender Einflüsse zu verzeichnen sind. Der Grad der Vielfalt der wirbellosen Taxa zeigt keine Anzeichen für Abweichungen von den Werten, die bei Abwesenheit störender Einflüsse zu verzeichnen sind.	Die wirbellosen Taxa weichen in ihrer Zusammensetzung und Abundanz geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Der Anteil der störungsempfindlichen Taxa im Verhältnis zu den robusten Taxa zeigt geringfügige Anzeichen für Abweichungen von den typspezifischen Werten. Der Grad der Vielfalt der wirbellosen Taxa zeigt geringfügige Anzeichen für Abweichungen von den typspezifschen Werten.

Tabelle 9: Definition des sehr guten und guten ökologischen Zustandes nach WRRL (EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000).

Komponente	Sehr guter Zustand	Guter Zustand
Fischfauna	Zusammensetzung und Abundanz der Arten entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Alle typspezifschen störungsempfindlichen Arten sind vorhanden. Die Altersstrukturen der Fischgemeinschaften zeigen kaum Anzeichen anthropogen bedingter Störungen und deuten nicht auf Störungen bei der Fortpflanzung oder Entwicklung irgendeiner besonderen Art hin.	Aufgrund anthropogen bedingter Einflüsse auf die physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten weichen die Arten in Zusammensetzung und Abundanz geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Die Altersstrukturen der Fischgemeinschaften zeigen Anzeichen für Störungen aufgrund anthropogen bedingter Einflüsse auf die physikalisch-chemischen oder hydromorphologischen Qualitätskomponenten und deuten in wenigen Fällen auf Störungen bei der Fortpflanzung oder Entwicklung einer bestimmten Art hin, so dass einige Altersstufen fehlen können.
Wasserhaushalt	Menge und Dynamik der Strömung und die sich daraus ergebende Verbindung zum Grundwasser entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.	Bedingungen, unter denen die oben für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.
Kontinuität des Flusses	Die Kontinuität des Flusses wird nicht durch menschliche Tätigkeiten gestört und ermöglicht eine ungestörte Migration aquatischer Organismen und den Transport von Sedimenten.	Bedingungen, unter denen die oben für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.
Morphologie	Muster der Rinnen, Variationen von Breite und Tiefe, Strömungsgeschwindigkeiten, Substratbedingungen sowie Struktur und Bedingungen der Uferbereiche entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.	Bedingungen, unter denen die oben für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.

Tabelle 9: (Fortsetzung) Definition des sehr guten und guten ökologischen Zustandes nach WRRL (EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000).

Am Alpenrhein liegen keine natürlichen/naturnahen Referenzstrecken mehr vor (auch die ökomorphologisch attraktiven „Mastrilser Auen“ sind infolge des Schwallbetriebes in ihren funktionalen Zusammenhängen stark beeinträchtigt). Die folgende Beschreibung der einzelnen Fluss-, Mündungs- und Nebengewässertypen für Alpenrhein und Zubringer stützt sich daher im Wesentlichen auf die Analyse der historischen Verhältnisse sowie auf Referenzstrecken an typologisch vergleichbaren Fliessgewässern. Teilweise wird dabei auch auf allgemeingültige gewässerökologische und flussmorphologische Grundprinzipien zurückgegriffen.

6.1.2 Allgemeine Typisierung des Alpenrheins

Aufgrund seiner Grösse und spezifischen Charakteristik wird der Alpenrhein im Rahmen der flächenhaften Typisierung der Fliessgewässer im EU-bzw. EWR-Raum als Sonderfall grosser Fluss - Alpenrhein behandelt. Entsprechend den österr. Bioregionen nach WRRL liegt der Unterlauf im Schweizer-Vorarlbergerischen Alpenvorland in der Höhenstufe 200-500 m ü. M.; der Oberlauf flussauf des Ellhorns über 500 m ü.M. /43/.

Hinsichtlich des Abflussregimes nach Kresser /44/ weist er den Charakter eines Gebirgsflusses mit Gletschereinfluss auf. Entsprechend dem Temperaturregime nach Hebauer /26/ ist der Alpenrhein in Graubünden als Übergang Untere Forellenregion/Äschenregion, flussab als reine Äschenregion anzusprechen. Demgegenüber ist er entsprechend dem Sohlgefälle nach Huet /27/ im Oberlauf als Äschenregion (Hyporhithral), ab der Illmündung als Barbenregion (Epipotamal) einzustufen. Die Flussordnungszahl beträgt über den gesamten Verlauf 7.

6.1.3 Referenzzustand Algen und Makrozoobenthos

6.1.3.1 Phytobenthos (Aufwuchsalgen)

Über den früheren Zustand liegen keine historischen Informationen vor. Man kann aufgrund der gut bekannten Lebensansprüche der derzeit makroskopisch dominanten Algengruppen davon ausgehen, dass die Goldalgen *Hydrurus foetidus* und *Phaeodermatium rivulare*, die Grünalge *Ulothrix sp*. sowie Kieselalgenüberzüge auch früher die dominanten Algengruppen waren. Es gibt keine Anhaltspunkte für das frühere Auftreten weiterer, in anderen alpinen Flüssen teils ebenfalls häufigen Aufwuchsformen, die heute nicht mehr vorkommen. Der Alpenrhein ist allgemein als eher artenarmes Gewässer anzusehen.

Der charakteristische randliche Gürtel von *H. foetidus* und *P. rivulare* dehnt sich etwas weiter in Richtung Flussmitte aus als unter den heutigen Verhältnissen, da während der Hauptentwicklungszeit im Winterhalbjahr kein Geschiebetrieb im Hauptstromstrich gegeben war. *Ulothrix* beschränkt sich auf einen schmalen, nur wenige Meter breiten Randsaum im Uferbereich.

6.1.3.2 Makrozoobenthos (Bodenfauna)

Eingangs soll noch einmal auf das Problem einer fehlenden Referenzsituation (ohne Schwalleinfluss) am Rhein hingewiesen werden. Daher wird einleitend kurz die Bodenfauna eines naturnahen verzweigten Alpenflusses ohne Kraftwerkseinfluss am Beispiel des Tiroler Lech skizziert. Typische Elemente eines solchen Gebirgsflusses sind:

Besiedler stark angeströmter Steinoberseiten ohne starken Algenbewuchs

Dieser Lebensraum kann nur von wenigen hochspezialisierten, rheobionten Formen wie den Kriebelmückenlarven (Simuliiden; *Simulium variegatum*-Gruppe), oft begleitet von Lidmückenlarven (Blephariceriden), genutzt werden. Eine Voraussetzung dafür sind spezielle Haftmechanismen (z.B. Saugnäpfe bei den Lidmückenlarven). Diese Tiere ernähren sich durch Filtrieren kleiner organischer Partikel aus der fliessende Welle (Simuliiden) oder Abweiden eines dünnen Algenfilms (Blephariceriden).

Bewohner des oberflächlichen Algenaufwuchses („Hydrurusfauna")

Dies sind in erster Linie Zuckmückenlarven der Gattungen *Eukiefferiella* (*E. tirolensis, E. fuldensis*), *Orthocladius rivicola*-Gruppe und *Parorthocladius nudipennis*, um nur einige der häufigsten und charakteristischsten zu nennen. Bevorzugt an den Oberflächen halten sich auch die Eintagsfliegenlarven der Gattung *Baetis* auf. Dabei dominiert *Baetis alpinus*, weniger häufig und mehr auf die Uferzonen beschränkt ist *Baetis rhodani*. Zur Gattung *Baetis* ist noch anzumerken, dass diese besonders empfindlich auf Störungen wie Wasserstandsschwankungen reagiert und ein auffallendes Fluchtverhalten zeigt: die Tiere schwimmen aktiv in die Strömung und lassen sich abdriften.

grössere Bewohner des oberflächlichen Lückenraumsystems

Von den Eintagsfliegen sind es besonders die rheophilen Vertreter der Heptageniiden (Arten der Gattung *Rhithrogena)*, die bevorzugt an den Steinunterseiten leben. Bei den Steinfliegen sind es etwa Vertreter der Taeniopterygiden (die Gattung *Rhabdiopteryx*) oder grosse räuberische Arten (z.B. Perlodidenlarven), die dieser Lebensform zuzurechnen sind. Charakteristisch ist auch die grosse räuberische Köcherfliegengattung *Rhyacophila*. Voraussetzung für das Auftreten dieser Formen ist ein entsprechend ausgebildetes Lückenraumsystem.

Von anderen Dipterengruppen sind es die Stelzmückenlarve *Dicranota sp.* oder Empdidae (diese eher in feinkörnigeren Sedimenten), die relativ häufig vorkommen. In tiefere Sedimentschichten können die kieslückenschlängelnden Arten der Steinfliegengattungen *Leuctra* und *Capnia* vordringen.

kleinwüchsige, schlanke Besiedler tieferer Sedimentschichten oder feinkörnigerer Substrate

Typisch sind kleine Oligochaeten wie *Propappus volki* oder *Stylodrilus heringianus*. Dies sind polyoxibionte Arten, d.h. sie benötigen einen hohen Sauerstoffgehalt. Zum einen setzt dies keine allzu starke organische Belastung und zum anderen eine relativ gute Durchströmung der Sedimente voraus. Bei den Chironomiden sind es ebenfalls charakteristische kleine und schlanke Formen wie *Heleniella sp*., *Parametriocnemus stylatus*, *Rheosmittia spinicornis* oder besonders zahlreich oft *Parakiefferiella sp.*.

sonstige Spezialisten

Von sonstigen Spezialisten sollen hier nur die Holzminierer (beispielsweise die Zuckmücke *Orthocladius lignicola*) erwähnt werden. Totholz spielt im naturbelassenen Gewässer eine wesentliche Rolle für die Strukturierung, aber auch als Lebensraum für zahlreiche Arten, unter anderem diese hochspezialisierten Formen. Das Vorkommen dieser Spezialisten ist daher unmittelbar an diese Totholzansammlungen (insbesondere in Uferbereichen oder Nebengewässern) gebunden.

Dominanzverhältnisse Grossgruppen, Besiedelungsdichten

Zahlenmässig dominieren zumeist die Zuckmücken mit Anteilen von rund 40-60 %. Hinsichtlich der Biomasse überwiegen jedoch bei weitem die grösseren Eintags- und Steinfliegenlarven (gemeinsam rund 70 %; dominierend meist die Eintagsfliegen), auch die Köcherfliegen spielen im Spätwinter noch eine nennenswerte Rolle.

Hinsichtlich der Besiedelungsdichten lassen sich keine genaueren Aussagen treffen. Die Übertragbarkeit von anderen Flüssen ist aufgrund der grossen Schwankungsbreite fraglich, genauere historische Angaben fehlen weitgehend. Interessant sind jedoch Aspekte, die sich unter anderem aus älteren Untersuchungsprotokollen /45/ vor der Kraftwerksnutzung ableiten lassen:

- Vorder- und Hinterrhein waren/sind unterschiedlich besiedelt, wobei der Hinterrhein deutlich reichhaltiger ist.
- Oberhalb von Chur war der Alpenrhein dichter besiedelt als unterhalb (zitiert in /46/)
- Die schwächere Besiedelung unterhalb von Chur wurde bereits damals auf eine auffällige Kolmation der Sohle zurückgeführt. Inwieweit dies einem Referenzzustand entspricht bzw. dies nicht auch schon durch Regulierungsmassnahmen bedingt/verstärkt war, ist jedoch unklar.
- Trotz dieser weniger reichhaltigen Besiedelung unterhalb von Chur waren damals Vertreter der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen zahlreich vorhanden.

Ernährungstypen

Auch hier lassen sich Referenzverhältnisse nur von anderen Flüssen ableiten (Modellvorstellungen wie das River Continuum Concept sind zu allgemein, um auf die konkrete Situation angewendet werden zu können). Man kann davon ausgehen, dass ähnlich wie am Tiroler Lech im Hauptstrom generell die Weidegänger über die Detritusfresser dominieren (am Lech rund doppelt so hohe Weidegängeranteile), andere Gruppen spielen nur eine untergeordnete Rolle.

saprobieller Grundzustand

Derzeit wird in Österreich der saprobielle Grundzustand für verschiedene Höhenlagen, Bioregionen und Einzugsgebietsgrössen festgelegt (Arbeitsgruppe MOOG der BOKU Wien). Grosse Flüsse sind eine eigene Kategorie, für den Vorarlberger Rhein ist als Grundzustand ein Saprobienindex von **SI < 1,75** (Übergangsbereich Güteklasse I-II/II und besser) angesetzt /47/.

In Diskussion ist noch, ob bei den grösseren Flüssen über einer Höhenlage von rund 500 m von einem besseren Grundzustand (SI < 1,5/1,75) ausgegangen wird. Grundlage dieser Überlegung ist ein generell bemerkbarer Faunenwechsel in dieser Höhenstufe. Am Rhein erscheint dies ebenfalls plausibel, da im unteren Teil des Abschnittes „Werdenberg“ (zwischen 440 und 480 m ü.M.) noch Reste einer Hyporhithral/Epipotamalfauna angetroffen werden, die im oberen Teil nicht mehr vorkommen (siehe unten).

biozönotische Region

Bezüglich der Einteilung aufgrund flussmorphologischer und fischökologischer Parameter vgl. auch die entsprechenden Textabschnitte.

Ergänzend dazu lässt sich anhand einiger im Bereich Buchs noch vorkommender Reste der ursprünglichen Fauna eine Unterteilung bzw. Verbreitungsgrenze zwischen Buchs und Bad Ragaz festlegen. Einige dieser von Buchs abwärts noch vorkommenden oder zunehmend in Erscheinung tretenden Arten sind charakteristisch für tiefere Flussregionen (höherer organischer Gehalt im Sediment, höhere Feinsedimentanteile, wärmere Temperaturen ...): *Euryhapsis subviridis, Synorthocladius semivirens, Tvetenia calvescens* und *discoloripes-Gr*..

Nebengewässer

Daten aus rückgebauten Gebirgsflüssen (z.B. Drau-Kleblach) zeigen, dass in durchströmten **Seitenarmen** mit Schottersubstraten weniger von einer eigenständigen Artengesellschaft gesprochen werden kann[1]. Es sind

[1] Ein Hinweis für eine eigenständige, seitenarmspezifische Fauna findet sich in CASTELLA und LAUTERBORN (beide zitiert in /48/): „ ... *sind am Rhein bei Rhinau nur Ancylus fluviatilis, Theodoxus fluviatilis, Hydroptila, Hydropsyche, Elmis aenea und Oulimnius tuberculatus als Reste der typischen Fauna von abgeschnittenen Seitenarmen der Furkationszone übriggeblieben ...*“. Dies betrifft jedoch einen Rheinabschnitt unterhalb des Bodensees, der eine gänzlich andere Charakteristik als der Alpenrhein aufweist.

ähnliche Arten wie im Hauptstrom anzutreffen, jedoch in höheren Besiedelungsdichten. Vermehrt treten hier Juvenilstadien auf (die Seitenarme sind wahrscheinlich auch die bevorzugten Eiablageplätze der adulten Insekten).

Langsamer durchströmte **Neben**- oder stagnierende **Altarme,** aber auch Bereiche mit stabilen Feinsedimentablagerungen im Hauptfluss weisen in zunehmenden Mass eine eigenständige Fauna auf. Charakteristisch für Gebirgsflüsse sind u.a. Vertreter der Zuckmückenunterfamilie Prodiamesinae. *Prodiamesa delphinensis/rufovittata* kommt auch heute noch im Rhein vor, weitgehend verschwunden sind hingegen typische Formen wie z.B. *Monodiamesa sp*. oder *Odontomesa fulva*.

Die Besiedelung vom Hauptarm abgeschnittener **Totarme oder Autümpel** hängt vom Grad der periodischen Vernetzung mit dem Hauptfluss ab. Bei zeitweiser Anbindung weisen diese Gewässer eine vom Hauptstrom geprägte Besiedelung (u.a. mit den oben genannten Prodiamesinae) auf, am Ende der Skala stehen periodisch wasserführende Autümpel mit einer „Tümpelfauna“, die von einem Gebirgsfluss nichts mehr erahnen lässt.

6.1.4 Referenzzustand Fischökologie

Entsprechend den Analysen aus dem Gewässer- und Fischökologischen Konzept Alpenrhein lassen sich die in Tabelle 10 angeführten, insgesamt 30 Fischarten sowie 1 Neunaugenart als gewässertypisch einstufen. Damit weist die Fischfauna des Alpenrheins eine im Vergleich zu ähnlichen Fliessgewässern ausserordentlich hohe Artenvielfalt auf. Dies ist vor allem auf das Vorkommen von seebewohnenden Fischarten infolge Vernetzung mit dem Bodensee zurückzuführen.

Demgegenüber ist flussauf Felsberg im Bereich des „gestreckten“ hydromorphologischen Flusstyps infolge Fehlens grossflächiger Au- und Nebengewässer ein Vorkommen ruhigwasserliebender, „potamaler“ Fischarten nicht zu vermuten. Für diesen Abschnitt wird daher ebenfalls ein eigener (Sub-) Typ definiert.

Trivialname	Vorkommen	Trivialname	Vorkommen
Bachforelle	x	Aal	?
Seeforelle	x	Hecht	x
Äsche	x	Rotauge	x
Coregonen/Felchen	?	Laube	x
Nase	x	Güster	?
Barbe	x	Brachse/Brachsmen	x
Hasel	x	Flussbarsch/Egli	x
Strömer	x	Wels	?
Alet/Döbel	x	Karpfen	x
Elritze/Pfrille	x	Rotfeder	x
Gründling	x	Bitterling	?
Schmerle/Bartgrundel	x	Schleie	x
Schneider	?	Karausche	?
Koppe	x	Stichling	?
Steinbeisser/Dorngrundel	?	Neunauge	?
Aalrutte/Trüsche	x		

Tabelle 10: Um 1850 im Alpenrhein vorkommende Fischarten inklusive Neunaugen (Reihung entsprechend Strömungspräferenz, Legende: x = Vorkommen sicher belegt, ? = Widersprüchliche Angaben).

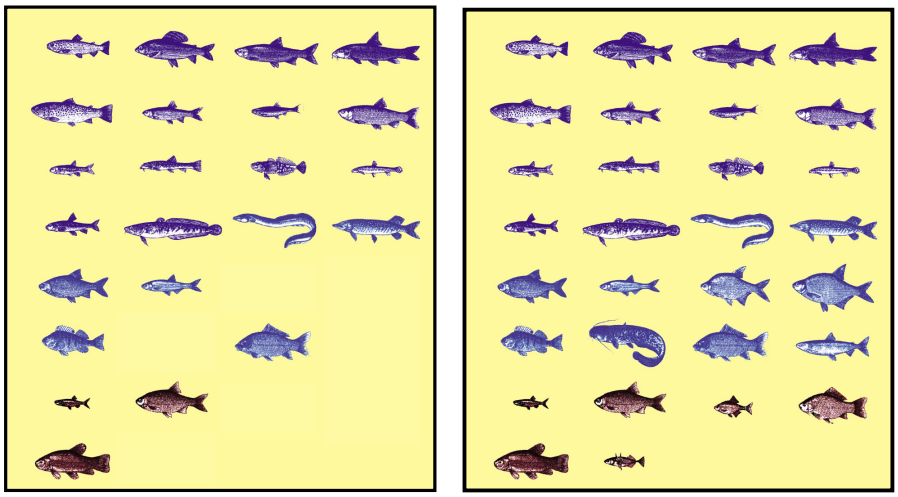


Bild 35: Im Oberlauf (links) und im Mündungsbereich des Alpenrheins um 1850 vorkommende Fischarten.

Für die dazwischen liegenden 60-70 km von Felsberg/Chur bis Diepoldsau ist historisch ein relativ einheitliches Artenspektrum dokumentiert (siehe Tabelle 10). Tendenziell ist aber mit zunehmender Entfernung vom Unterlauf, dem Übergang vom „gewunden-verzweigten“ zum „verzweigten“ Flusstyp ab Balzers/Trübbach mit etwas höheren Gefälle und gröberem Substrat ein sukzessiver Rückgang der Cypriniden und ein Zunehmen der rhithralen Arten (z.B. Bachforelle) anzunehmen. Dies gilt umso mehr, als sich auch die Charakteristik der Nebengewässer von der Dominanz der Riedgewässer im Unterlauf zu den „kälteren“ Giessen verschiebt. Prinzipiell wäre daher auch hier eine Unterscheidung von 2 (Sub-)Typen entsprechend der Hydromorphologie flussauf und flussab Balzers-Trübbach möglich.

Inwieweit diese Unterschiede eine weitere Unterteilung in 2 Fisch-Sub-Typen rechtfertigen, hängt im Wesentlichen von der Detailschärfe der fischökologischen Bewertungsmethoden nach WRRL ab und kann daher erst nach dem Vorliegen der endgültigen Fassungen beurteilt werden. Für die weitere Bearbeitung des Entwicklungskonzeptes wird jedenfalls von den in Abschnitt 6.1.5.4 definierten Typen ausgegangen.

Ökologische Gilden

Der Referenzzustand umfasst für den Alpenrhein 3 Lebensraumgilden und 7 Reproduktions-, 5 Ernährungs- sowie alle 3 Migrationsgilden /49/.

Bezüglich ihrer Strömungs- (strömungs- bis ruhigwasserliebende Arten), Temperatur-, Sauerstoff-, Laichsubstrat- (Kieslaicher, Krautlaicher) und Habitatansprüche sowie Nahrungsaufnahme/Ernährungstypen decken die gewässertypischen Fischarten daher ein breites Spektrum ab. Das nachhaltige Vorkommen all dieser Arten mit intakten Populationen setzt daher das Vorliegen entsprechender Lebensräume und somit eine hohe Lebensraumvielfalt voraus. Dabei sind auch die Ansprüche verschiedener Altersstadien (strömungsberuhigte Flachwasserbereiche für Juvenile von zahlreichen strömungsliebenden Arten, durchströmter Schotterlückenraum für Larven von Salmoniden) sowie individuelle jahreszeitliche Erfordernisse von Adulten zu beachten (z.B. phasenweises Einwandern in Nebengewässer, Wintereinstände etc.). Die Erhaltung intakter Populationen erfordert dabei die freie Verbindung zwischen den jahreszeitlich und stadienspezifisch unterschiedlichen Lebensräumen. Dies gilt sowohl im Längskontinuum des Hauptflusses als auch der lateralen Verbindung zwischen Hauptfluss und Neben- bzw. Altarmen sowie Zubringern.

Seeforelle

Am Beispiel der Seeforelle wird zudem die enorme Bedeutung der Vernetzung des Alpenrheinsystems mit dem Bodensee deutlich. So stieg die Seeforelle früher zum Laichen aus dem Bodensee in die Zuflüsse des Alpenrheins, insbesondere bis in den Vorder- und Hinterrhein auf. Voraussetzung dafür ist somit das intakte Kontinuum im Fluss selbst, aber auch die Vernetzung zwischen Hauptfluss und Zubringern. Zahlreiche weitere Arten ziehen aus dem Bodensee in den Unter- bis Mittellauf zum Laichen (z. B. Hasel, Barsch (Egli), Brachse, Coregonen, ...). Darüber hinaus liegen intensive Austauschprozesse zwischen der Fischfauna von Alpenrhein und Bodensee vor.

Insgesamt erfordert das ehemals im Alpenrhein vorkommende Fischartenspektrum eine hohe Vielfalt an Lebensräumen sowie das Vorhandensein verschiedenartigster, mit dem Hauptfluss vernetzter Nebengewässer. Die funktionelle Bedeutung der einzelnen Gewässerelemente bzw. -strukturen wird für charakteristische, aquatische Lebensgemeinschaften anhand repräsentativer Fischartengruppen dargestellt. Dabei werden folgende Artengruppen unterschieden:

strömungsliebende Arten mit starkem Strukturbezug: Bachforelle, Koppe, Aalrutte/Quappe

Diese Arten benötigen kaltes, sauerstoffreiches Wasser. Obwohl sie in schnell fliessenden Gewässerabschnitten vorkommen, stehen sie meist in strömungsgeschützten Bereichen und bevorzugen Unterstände mit starkem Sichtschutz. Alle genannten Arten sind Kieslaicher, d.h. sie legen ihre Eier in den durchströmten Schotterlückenraum der Sohle. Die Larven der Bachforelle und alle Altersstadien der Koppe nutzen diesen Bereich auch als Lebensraum.

strömungsliebende Arten ohne starkem Strukturbezug: Äsche, Nase, Barbe, Strömer

Diese genannten Arten sind ebenfalls Kieslaicher. Vor allem adulte Exemplare von Äsche, Nase und Barbe halten sich im Sommerhalbjahr bevorzugt in stark strömenden Bereichen ohne starke Strukturierung auf. Kolke fungieren als Wintereinstände. Juvenile und Kleinfischarten präferieren langsamer strömende Bereiche entlang von Schotterbänken/-inseln oder in Seitenarmen. Sie benötigen ebenfalls kühleres, sauerstoffreiches Wasser, kommen jedoch in der Längszonierung eines Fliessgewässers typischerweise weiter flussab vor als o.a. Arten. Dabei lassen sich Äsche und Strömer als "rhithralere" Arten (liegen in ihren Temperaturansprüchen näher bei o.a. rhithralen Arten) von Nase, Barbe und Hasel als "potamalere" Arten unterscheiden.

gegenüber Strömung indifferente Arten: Barsch, Brachse, Hasel, Hecht, Karpfen, Rotauge

Diese Gruppe weist bezüglich der Lebensraumansprüche eine sehr breite Amplitude auf. Sie zeigen keine ausgeprägten Präferenzen für strömende oder stehende Gewässer. Manche Arten laichen auf Kies, manche legen ihre Eier an Wasserpflanzen oder in überschwemmten Uferbereichen ab. Hinsichtlich Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse zeigt diese Artengruppe ebenfalls ein breites Spektrum.

ruhigwasserliebende Arten: Schleie, Rotfeder

Diese Arten kommen bevorzugt in stehenden Gewässerabschnitten vor. Sie benötigen höhere Temperaturen zur Fortpflanzung und legen ihre Eier an Wasserpflanzen ab. Hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse stellen sie nur geringe Ansprüche.

Kleingewässer dominierende Arten Gräben: Elritze Tümpel: Moderlieschen, Bitterling

Diese Arten kommen vor allem in kleineren Gewässern häufig vor. Während die Elritze sowohl an Uferzonen von Gebirgsseen als auch in warmen Entwässerungsgräben auftritt, sind Bitterling und Moderlieschen für kleinere, nährstoffreiche Gewässer, z.B. Autümpel, charakteristisch. Bitterlinge sind dabei für die Fortpflanzung auf Muscheln angewiesen. Diese Arten stellen nur geringe Ansprüche an die Sauerstoffverhältnisse.

einwandernde Fischarten aus dem Bodensee: Seeforelle, Coregonen,...

Zahlreiche Fischarten wandern zum Laichen aus dem Bodensee in den Alpenrhein ein (z.B. Flussbarsch, Hasel, Brachse, Aalrutte, ...), kommen jedoch auch permanent in allen Altersstadien im Alpenrhein vor. Deren Ansprüche sind daher bereits in o.a. Artengruppen erfasst. Als im Alpenrhein nicht permanent vorkommende Arten sind vor allem Seeforelle und Coregonen anzuführen. Laichplätze und Lebensraumansprüche der jungen

Seeforellen entsprechen jenen der Bachforelle und werden daher im Folgenden nicht extra berücksichtigt. Über die Lebensraumansprüche der Coregonen im Alpenrhein liegen nur wenige Daten vor. Sie sind jedoch vermutlich als strömungsliebende Kieslaicher einzustufen. Wesentlichste Anforderung dieser Arten stellt sicherlich die intakte Vernetzung Bodensee-Alpenrhein-Nebengewässersystem dar.

Auf die Bedeutung einzelner Gewässerelemente und -strukturen als Laich- und Jungfischlebensraum bzw. als Lebensraum im Allgemeinen wird nachfolgend detaillierter eingegangen.

6.1.5 Hydromorphologischer Referenzzustand

6.1.5.1 Gewässerelemente des Alpenrheins und deren ökologische Bedeutung

Die morphologischen Flusstypen des ursprünglichen Alpenrheins lassen sich in einzelne Gewässerelemente, diese wiederum in bestimmte Gewässerstrukturen untergliedern. Folgende Gewässerelemente sind als wesentlich anzusehen:

- **Hauptarm**: Jener Arm des Rheins, der den Grossteil des Abflusses abführt.
- **Seitenarme**: Kleinere Arme im Schotterkörper des Flussbettes, die auch bei Niederwasser-/Mittelwasserführung durchflossen sind.
- **Seitenarme, nicht permanent dotiert**: Nur bei erhöhtem Mittelwasser oder Hochwasser dotierte Rinnen oder Mulden im bestehenden Schotterbett des Rheins (z.B. erhöht liegend, auf Schotterbänken oder -inseln). Nicht permanent dotierte Seitenarme zerfallen bei Nieder-/Mittelwasserführung zu Tümpelketten.
- **Nebenarme**: Bereits im Übergang zur Auzone gelegene, sich über längere Strecken parallel zum Rhein erstreckende Arme (mehrere 100 m und mehr), die bei Mittelwasserführung flussauf und flussab Anbindung an den Rhein besitzen.
- **Altarme**: Rinnen/Muldensysteme im Augebiet, die ihre Entstehung Hochwasser verdanken oder ehemalige Rheinläufe darstellen. Altarme sind nur einseitig an den Rhein angebunden. Die Häufigkeit der Anbindung wird durch die Höhenlage und Entfernung zum Rhein bestimmt.

Bild 36: Einen Eindruck von der ursprünglichen Ausformung der Gewässerelemente gibt das Foto des Tagliamento eines naturbelassenen, dem Alpenrhein annähernd vergleichbaren Flusses. Der Alpenrhein besass vor der Regulierung infolge geringerer Geschiebe- und Abflussdynamik allerdings kleinflächigere, unbewachsene Schotterflächen und grösseren Anteil von Auwald im Gewässerbett.

Die einzelnen Gewässerelemente ergeben unterschiedlichste ökologische Rahmenbedingungen. Ihre mosaikartige Verteilung bzw. das Vorkommen in unterschiedlichster Ausformung bieten eine Vielzahl von Lebensräumen und sind damit Basis für besonders artenreiche Lebensgemeinschaften.

Hauptarm und Seitenarm

Aufzweigungen in **Hauptarm** und **Seitenarme** liegen im unregulierten Alpenrhein nahezu über den gesamten Längsverlauf vor. Trotz insgesamt höherer Fliessgeschwindigkeit im Hauptarm existieren in Kolken, Buchten und Uferstrukturen Bereiche mit geringerer Strömung. Insgesamt kommen hier hauptsächlich adulte Exemplare vor. Demgegenüber bieten die kleineren Seitenarme infolge des geringeren Räuberdruckes bevorzugten Lebensraum für juvenile Stadien und Kleinfischarten. Rascher durchflossene Seitenarme mit schottrigem Substrat werden von Jungfischen strömungsliebender Arten und Kleinfischarten besiedelt. Besondere Bedeutung kommt ihnen als Laichplatz für Kieslaicher zu. Nur periodisch durchströmte Seitenarme reduzieren sich in Niederwasserzeiten zu Tümpeln. Sofern diese nicht vollständig austrocknen, existieren hier optimale Bedingungen für die Entwicklung von Jungfischen und/oder Spezialisten. Langsam strömende Seitenarme gehen hinsichtlich ihrer Charakteristik fliessend in Nebenarme über.

Bild 37: Verzweigungsstrecke des Hinterrheins in der Rhäzünser Aue bei Niederwasser. Deutlich sind der Hauptarm sowie die Seitenarme erkennbar.

Nebenarme

Längere rheinparallel fliessende **Nebenarme** weisen niedrigere Fliessgeschwindigkeiten und feineres Substrat auf. Infolge des geringeren Volumens und der langen Aufenthaltszeit treten höhere Wassertemperaturen als im Hauptarm und stärker durchströmten Seitenarmen auf. Häufig entwickeln sich Wasserpflanzen. Es liegen somit gute Bedingungen für fast alle Altersstadien ruhigwasserliebender und strömungsindifferenter Fischarten vor.

Altarme

Altarme besitzen bei Mittelwasser nur am unteren Ende Anbindung an den Fluss bzw. sind gänzlich abgeschlossen. Mit zunehmender Abtrennung vom Hauptarm bzw. abnehmender Überschwemmungshäufigkeit bei Hochwasser bilden sich unterschiedliche Lebensräume aus, die von charakteristischen Lebensgemeinschaften besiedelt werden. Diese Gewässer sind meist nährstoffreich und haben höhere Wassertemperaturen. Teilweise liegen dichte Wasserpflanzenbestände, grossflächige Totholzstrukturen und Röhrichtzonen vor. Mit zunehmender Verlandung entstehen nur mehr periodisch wasserführende Feuchtflächen.

Insgesamt erhöhen Nebenarme und Altarmsysteme die Lebensraumvielfalt des Fliessgewässers. Wesentliche Bedeutung kommt dabei der Vernetzung der Neben-/Altarme mit dem Hauptfluss zu. So leben zahlreiche Fischarten (z.B. Hecht, Brachse, Flussbarsch/Egli, Rotauge) als adulte Exemplare auch im Hauptarm. Zum Laichen wandern sie jedoch in Neben- und Altarme mit Wasserpflanzenbeständen bzw. überschwemmten Uferzonen ein (vgl. Schiemer & Waidbacher 1990). Gerade längere Zeit seicht überschwemmte Flächen bieten aufgrund höherer Wassertemperaturen und entsprechenden

Nahrungsangebotes ideale Laichplätze und Jungfischlebensraum für Krautlaicher (z.B. Hecht).

6.1.5.2 Gewässerstrukturen des Alpenrheins und deren gewässerökologische Bedeutung

Die zuvor beschriebenen Gewässerelemente setzen sich aus unterschiedlichen Gewässerstrukturen zusammen, die die Lebensraumqualität wesentlich beeinflussen. Die wichtigsten dieser Strukturen sind Kolke (Tiefstellen), Furten (seichte Stellen), Schotterbänke und -inseln, gebuchtete Ufer sowie Totholzstrukturen am Ufer und im Gewässer.

Kolke entstehen flussab von steileren Gefällsstrecken (Rampen, Kaskaden) und bei Verengungen, bei Einmündungen von Seitenarmen und Zubringern oder durch Verklausungen von Totholz (Baumstämme etc.). In natürlichen Flüssen erreichen derartige Totholzstrukturen beachtliche Dimensionen.

Schotterbänke und -inseln bilden vor allem im verzweigten Alpenrhein eine wichtige Gewässerstruktur. Sie werden häufig umgelagert, sodass nur selten höherer Gehölzbewuchs vorzufinden ist. Generell besitzt die ufernahe Vegetation (Gehölze, Wurzelbärte, ins Gewässer wachsendes Röhricht, etc.) jedoch auch im unregulierten Alpenrhein grosse Bedeutung für die Lebensraumverhältnisse innerhalb der einzelnen Gewässerelemente.

In natürlichen Gewässern bilden die Gewässerstrukturen komplexe Einheiten. In Flusskrümmungen beispielsweise liegt am Aussenbogen eine Tiefenrinne („Kurvenkolk“) mit steiler Böschung ("Prallufer") vor. An diesem Prallhang stürzen infolge von Seitenerosion Bäume („Totholz“) ins Gewässer und bewirken breite, strömungsberuhigte Zonen. Am Innenufer (Gleitufer) lagern sich flache Schotter- und Sandbänke ab. In den Übergangsstrecken zwischen den Bögen sind Furten ausgebildet.

Hinsichtlich ihrer fischökologischen Funktion sind Kolke und Kurvenkolke vorwiegend Lebensraum für grössere Fischarten bzw. Individuen. Besondere Bedeutung kommt ihnen als Wintereinstand vieler Arten zu. Furten werden vor allem von Jung- und Kleinfischen bzw. von adulten Individuen strömungsliebender Arten (Äsche, Nase) im Sommer aufgesucht. Neben Seitenarmen und Schotterbänken stellen sie die Reproduktionsplätze kieslaichender Fischarten dar. Besondere Bedeutung für die Fischgemeinschaft besitzen darüber hinaus Uferstrukturen. So sind Artenzahl und Fischbestand im unmittelbaren Uferbereich meist deutlich höher als in der Flussmitte, wobei einzelne Arten zumeist sehr spezielle Strukturen besiedeln. Uferbuchten im Hauptarm beispielsweise sind strömungsberuhigt und daher

bevorzugt von strömungsindifferenten und Ruhigwasserarten besiedelt. Grosse fischökologische Bedeutung haben auch die Totholzstrukturen entlang der Uferlinie, beispielsweise als Einstand und/oder Hochwasserrefugium strukturgebundener Arten.

Schotterbänke bieten u. a. im amphibischen und terrestrischen Bereich unterschiedliche Lebensraumverhältnisse. So sind einige stark gefährdete Vogelarten (Flussregenpfeifer etc.) oder Heuschreckenarten auf grossflächige, unbewachsene Schotterbänke angewiesen.

6.1.5.3 Wesentliche hydromorphologische Parameter als funktionelle Voraussetzungen für den guten ökologischen Zustand.

Abflussregime

Vor dem Hintergrund der starken Veränderungen des **Abflussregimes** durch den Schwallbetrieb (Verlagerung der Wasserfracht vom Sommer- in das Winterhalbjahr, starke tägliche Abflussschwankungen – siehe Berichtteil „Ist-Zustand“) muss auch das natürliche Abflussregime als wesentlicher Bezugspunkt im Sinn des „guten ökologischen Zustandes“ betrachtet werden. Eine wesentliche Rolle kommt dabei insbesondere der **winterlichen Niederwassersituation** zu, da diese Phase für viele Organismen eine entscheidende Entwicklungsperiode darstellt. Beispielsweise verläuft über das Winterhalbjahr die Hauptentwicklung des Makrozoobenthos oder die Embryonalentwicklung der im Herbst abgelegten Bach- und Seeforelleneier.

Der Referenzzustand ist gekennzeichnet durch einen relativ konstanten Niederwasserabfluss in einer Höhe, die etwa der derzeitigen Sunksituation entspricht (vgl. Berichtsteil „Ist-Zustand“). Abflussschwankungen durch Winterhochwässer sind zwar möglich, jedoch in wesentlich geringerer Frequenz als beim gegebenen Schwallbetrieb.

Klarwasserphase

Als Folge dieser konstant geringen Niederwasserabflüsse ist in dieser Zeit natürlicherweise kaum ein Geschiebetrieb oder eine Trübung vorhanden („Klarwasserphase“). Die Schottersubstrate kolmatieren daher kaum.

Strömung

Die Strömungsverhältnisse sind variabel. Das gesamte Strömungsspektrum ist aber gleichmässig über das Flussquerprofil verteilt. Andererseits sind selbst bei höheren Wasserführungen (HQ_1) noch in vielen Bereichen relativ geringe Fliessgeschwindigkeiten vorhanden, die für die Bodenfauna, Jungfische und schwimmschwache Fischarten wesentliche Rückzugsgebiete bilden.

Durch die vielfältigen Strömungsverhältnisse und den höheren Anteil geringer Fliessgeschwindigkeiten umfasst auch die Substrat-(Choriotop-)verteilung das gesamte Korngrössenspektrum und ist in Richtung feinkörniger Sedimente verschoben.

Temperatur

Der Temperaturhaushalt lässt sich aufgrund völlig veränderter Randbedingungen nur schwer definieren. Generell ist der Alpenrhein ein sommerkaltes Gewässer, dessen Maximaltemperatur im Hauptarm im Sommer 17°C nicht überschreitet. Gleichzeitig liegt aber durch die deutlich wärmeren Nebengewässer (Seiten- und Altarmen, Totarme) im Flussquerprofil ein grosser Temperaturgradient vor. Dies gilt insbesondere in den Abschnitten mit starken Grundwasseraufstössen und hoher Dichte dadurch winterwarmer Giessen auch für den Winter.

6.1.5.4 Flussmorphologische Typen für den Alpenrhein

Im naturnahen Alpenrhein lassen sich 4 flussmorphologische Leitbildtypen mit jeweils spezifischer Flussbettausformung unterscheiden. Der "gestreckte Flusstyp" erstreckt sich von Reichenau bis Felsberg. Flussab schliesst der "verzweigte Flusstyp" bis ca. Trübbach/Balzers an. Der "gewunden-verzweigte Flusstyp" erstreckt sich als Übergangsform der Typen "verzweigt" und "gewunden" von Trübbach/Balzers bis Lustenau/St. Margrethen. Der "gewundene Flusstyp" schliesslich umfasst den Unterlauf bis zum Bodensee. Die einzelnen Flusstypen gehen freilich entsprechend den unterschiedlichen Gefällsverhältnissen, Talraumbreiten, Zubringersituationen etc. fliessend ineinander über. Die nachfolgenden Kurzbeschreibungen beziehen sich grundsätzlich auf die Situation bei Mittelwasserführung.

gestreckter Flusstyp

Der **gestreckte Flusstyp** des unregulierten Alpenrheins liegt im wesentlichen nur im engen Talraum flussab des Zusammenflusses von Vorder- und Hinterrhein vor. Hier ist bei vergleichbar hohem Gefälle (ca. 3‰) nur ein einziger Rhein-Hauptarm gegeben. Nebengewässer besitzen untergeordnete Bedeutung. Aufgrund des konzentrierten Abflusses sind die Fliessgeschwindigkeiten im gesamten Querprofil vergleichsweise hoch. Im Sohlsubstrat dominieren grobe Kornfraktionen (grober bis mittlerer Schotter). Feinsedimente lagern sich nur in strömungsberuhigten Stellen (z. B. Uferbuchten) ab und haben somit nur geringen Anteil an der Gesamtfläche.

Prägende Strukturen des gestreckten Flusstyps sind Kolk- / Furtabfolgen mit hoher Variabilität der Tiefen. In den wenigen Krümmungen können sich auch "Kurvenkolke" ausbilden. Grobe Felsblöcke (Bergsturz) erhöhen bereichsweise den Strukturierungsgrad.

Die Flussbreiten sind im Vergleich zu den anderen Flusstypen wenig variabel, Schotterinseln bilden sich nur in den wenigen Talweitungen aus. An den eher steil geböschten Ufern hat Totholz wesentlichen Anteil an der Uferstruktur. Feuchtflächen sind in den Augebieten selten.

Die Fischvergesellschaftung setzt sich hier aus strömungsliebenden "Gebirgsgewässer"-Fischarten, wie Forelle, Koppe/Groppe, Strömer und Elritze/Pfrille zusammen. Zusätzlich kommen Hasel, Nase und Döbel/Alet vor. Lockere Feinsedimentablagerungen mit organischem Material werden vermutlich von Bachneunaugen besiedelt.

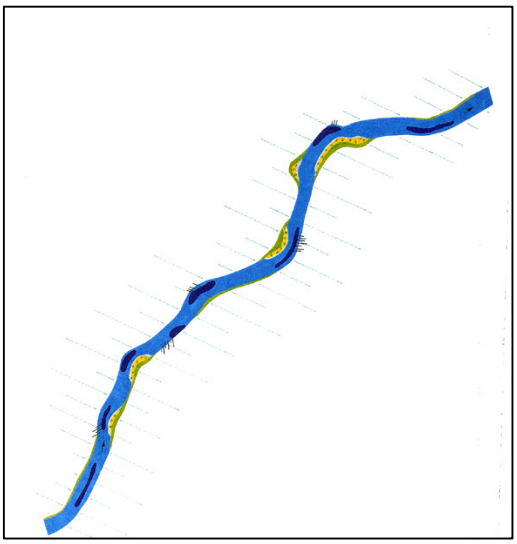


Bild 38: gestreckter Flusslauf

verzweigter Flusstyp

Der **verzweigte Flusstyp** erstreckt sich im unregulierten Alpenrhein hauptsächlich zwischen Felsberg und Trübbach/Balzers. Verzweigungsstrecken bilden sich aber auch bei Einmündungen von stark geschiebeführenden, grösseren Zubringern aus (z.B. Landquart). Flussauf kommt es durch die "Rückstauwirkung" häufig zu Umlagerungsstrecken, flussab führen hoher Geschiebeeintrag und Gefällserhöhung zur Verzweigung. Insgesamt ist dieser Flusstyp durch hohe Dynamik gekennzeichnet.

Hinsichtlich der morphologischen Prozesse dominieren Geschiebeumlagerungen mit Ausgleich des Querprofils bei Hochwasser und Teilgerinnebildung bei abklingendem Hochwasser. Der Abfluss verteilt sich daher gleichmässig auf mehrere Seitenarme, ein ausgeprägter Hauptarm fehlt.

Grob- bis Mittelschotter prägt das insgesamt sehr variable Sohlsubstrat. Im Flussbett überwiegen grossflächige, grossteils unbewachsene Schotterbänke und -inseln. Strukturen, wie z.B. Kolke werden häufig durch Verklausungen mit Baumstämmen bedingt. Im Gegensatz zu den anderen Flusstypen, wo Totholz eher die Ufer strukturiert, bildet es hier auch eine typische

Struktur des Gewässers selbst. Die Schotterufer sind flach geböscht, die Uferlinie ist extrem lang. Älterer Bewuchs fehlt weitgehend, den Hauptanteil bilden infolge hoher Umlagerungsdynamik Pioniervegetation, die bei Hochwässern wieder zerstört/abgeschwemmt wird, bzw. Gehölze der weichen Au (Annuellenfluren, Flussröhricht, Weiden- und Grauerlen). Im Aubereich existieren häufig Neben- und Altarme, die durch Laufverlegung und Abtrennung entstehen. Grossflächige Altarme sind selten.

Jugendstadien strömungsliebender Fischarten und Kleinfischarten ohne starken Strukturbezug dominieren v.a. die grossflächig flacheren Arme. Adulte Individuen strömungsliebender Arten konzentrieren sich an den tieferen Bereichen. Strömungsliebende Arten mit hohem Strukturbezug, wie Bachforelle und Aalrutte/Trüsche, finden Lebensraum in den Totholzstrukturen und Tiefstellen. Indifferente Arten und ruhigwasserliebende Krautlaicher besiedeln hingegen vom Hauptarm weiter entfernt gelegene bzw. wenig durchströmte Gewässer.

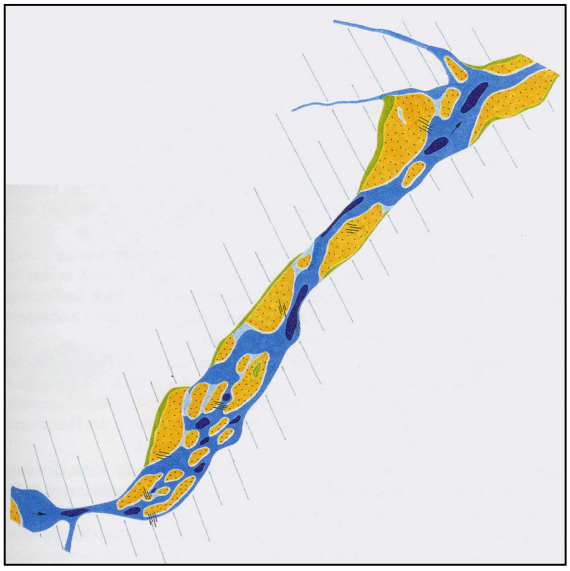


Bild 39: verzweigter Flusslauf

gewunden-verzweigter Flusstyp

Der **"gewunden-verzweigte"** Flusstyp entspricht der Übergangsform zwischen den Typen "verzweigt" und "gewunden". Er liegt im natürlichen Alpenrhein im Allgemeinen bei einem Gefälle zwischen 1 und 3‰ vor, wobei Abfluss und Geschiebetransport bzw. -eintrag durch grössere Zubringer ebenso schwanken wie die Talbreiten. Aufgrund der grossen Bandbreite verschiedener Parameter liegt der gewunden-verzweigte Typ ab ca. Trübbach/Balzers bis St. Margrethen/Höchst vor. Im Bereich von Zubringern mit starkem Geschiebeeintrag ist er von stark verzweigten Abschnitten unterbrochen.

Geprägt ist dieser Flusstyp durch den pendelnden Verlauf des Hauptarmes. In breiten Abschnitten (Aufweitungen) spalten sich ein bis zwei seichtere

Seitenarme vom Hauptarm ab. Durch das "Pendeln" des Hauptarmes entstehen langgestreckte Krümmungen mit steilen Prallhängen und flachen Gleitufern. Nebenarme sind selten; je nach Geländeausformung kommen aber Altarme, Auweiher oder -tümpel häufig vor. Tümpel und Feuchtflächen finden sich bei Mittelwasser auch in Gleituferbereichen, auf erhöhten Inseln und in breiten Querprofilen.

Grössere Erwärmung findet nur in den gering durchströmten/stehenden Gewässerelementen statt. Die Sauerstoffsättigung ist sowohl im Haupt- als auch in den Seitenarmen hoch. In gering dotierten/stehenden Gewässern kann es je nach Entfernung/Anbindungshäufigkeit bzw. Verlandung und Nährstoffverhältnissen durch Abbauprozesse auch zu entsprechenden Sauerstoffzehrungen kommen.

Grob- bis Mittelschotter dominieren vor allem in den oberen Abschnitten des Hauptarmes. In strömungsberuhigten Bereichen und vor allem in den Neben- und Altarmen lagern sich Feinsedimente ab. Das Flussbett ist durch grossflächige Schotterbänke und Schotterinseln geprägt. Durch die grossräumigen Krümmungen des Hauptarmes ergibt sich hohe Tiefen- und Breitenvarianz sowie Strukturvielfalt.

Die Auzone ist insgesamt breit ausgebildet und umfasst zahlreiche stehende Gewässer sowie Feuchtflächen. Vor allem im unteren Abschnitt (z.B. Diepoldsauer Schlinge, Lustenau, Feldkirch und Rugell) reichen grossflächige Riedzonen nahe an den Rhein heran.

Die hohe Gewässer- und Strukturvielfalt im "gewunden-verzweigten Flusstyp" bietet für nahezu das gesamte Fischartenspektrum des Alpenrheins ideale Lebensraumbedingungen. Strömungsliebende Arten dominieren den Hauptarm, Jugendstadien und Kleinfischarten die Seitenarme und Gleituferbereiche. Ruhigwasserliebende Krautlaicher schliesslich besiedeln peripher gelegene, nicht bzw. wenig durchströmte Gewässer, die bei Hochwässern wieder in das Gesamtsystem integriert sind.

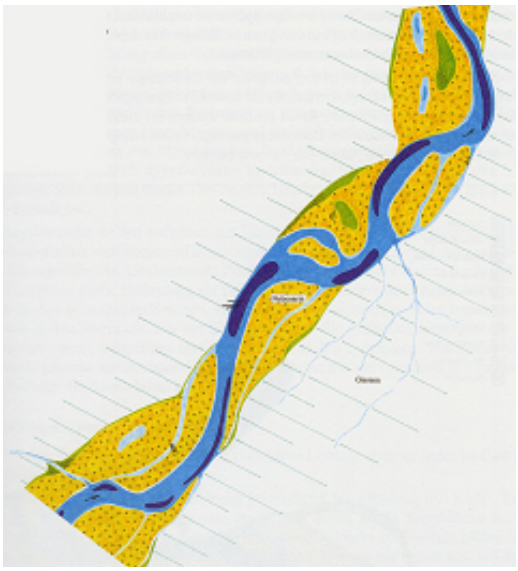


Bild 40: gewunden-verzweigter Flusslauf

gewundener Flusstyp

Der **gewundene Flusstyp** umfasst den Unterlauf flussab der Krümmung bei St. Margrethen/Höchst bis zur Mündung in den Bodensee. Das Gefälle beträgt meist zwischen 0.2‰ und 0.6‰. Die Mündung in den Bodensee erfolgt nahezu ohne Gefälle. Der Abfluss ist hier auf einen Hauptarm konzentriert, der starke Krümmungen, jedoch nur selten echte Mäanderbögen aufweist. Durch die Abtrennung von Mäanderschlingen/Krümmungen entstehen grossflächige Altarme, die in unterschiedlichen Sukzessionsstadien vorliegen.

Das geringe Gefälle bewirkt trotz Konzentration des Abflusses auf einen Hauptarm niedrigere Fliessgeschwindigkeit als in den flussaufliegenden Bereichen. In den untersten Rheinabschnitt gelangen daher nur mehr feine Schotterfraktionen (Feinschotter und Sand). Gröbere Fraktionen liegen noch im Stromstrich und in den Furten vor. Inseln treten nur mehr vereinzelt auf. Durch die starken Krümmungen sind Kurvenkolke und Prallhänge noch deutlicher ausgeprägt als flussauf. Die flachen Gleitufer weisen typischerweise meist streifenförmig verschiedene Sukzessionsstufen der Vegetation auf.

Im unmittelbaren Umland liegt grossflächig Auwald, an den sich ausgedehnte Riedflächen anschliessen. In der Auzone existieren zahlreiche Nebengewässer in unterschiedlichsten Verlandungsstadien. Das Spektrum reicht dabei von grossflächigen Altarmen mit permanenter Verbindung zum Rhein bis hin zu Autümpeln und Inundationsgebieten (Überschwemmungsflächen).

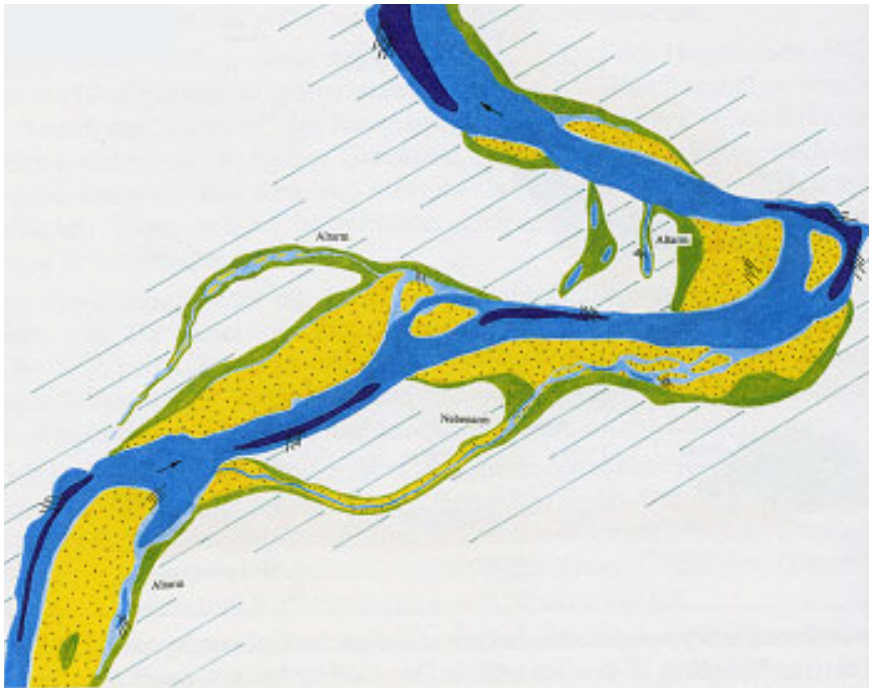


Bild 41: gewundener Flusslauf

Mündung

Die **Mündung** des Alpenrheins entspricht vor Errichtung des Fussacher Durchstiches einer kompakten Trichtermündung, ähnlich der Dornbirner Ache. Einerseits ist dies auf eine Tiefenrinne zurückzuführen, die sich aufgrund des Eintauchens des kalten Flusswassers ins wärmere Seewasser während der letzten Jahrhunderte bildete. Andererseits gelangt für die Ausbildung eines Schwemmfächers notwendiges, gröberes Geschiebe nicht mehr bis in den Mündungsbereich (wie z. B. bei der Bregenzerach). Der Alpenrhein besitzt jedoch infolge des hohen Abflusses noch ausreichend Schleppkraft, um Sand und Feinsedimente in den Bodensee zu transportieren. Hohe Dynamik liegt im Flussbett nur bei grösseren Hochwässern und dadurch bedingtem Ausbrechen aus dem Flussbett mit Verlegung der Mündung vor. Im Mündungsbereich, dem "Rheindelta", existieren jedoch deutlich dynamischere Verhältnisse. Sandinseln sind in den historischen Karten nicht eingezeichnet. Die flachen Uferbereiche weisen jedoch grosse Schilfbestände und Weichholzauen auf.

Mündungsbereiche stellen aufgrund der Überschneidung zweier Lebensräume (Fluss-See) grundsätzlich vielfältige und daher arten- bzw. individuenreiche Lebensräume dar. Für strömungsliebende, kieslaichende Fischarten des Bodensees besitzt der mündungsnahe Alpenrhein grosse Bedeutung als Laichplatz. So wandern auch heute noch zahlreiche Fischarten (Coregonen/Felchen, Hasel etc.) zur Laichzeit in Schwärmen aus dem Bodensee in den Rhein ein. Für die Seeforelle dient die Mündung hingegen vor allem als Zugang zu den Laichplätzen im Oberlauf bzw. in den Zubringern. Ruhigwasserarten und krautlaichende, strömungsindifferente Fischarten nützen vor allem den mündungsnahen Bereich des Rheindeltas als Laichplatz.

6.1.5.5 Zubringertypen

Auch bei den Zubringern lassen sich im visionären Leitbild unterschiedliche Gewässertypen formulieren.

Gebirgsflüsse

Gebirgsflüsse weisen im Oberlauf meist gestreckte Linienführung mit Kolk/Furt-Abfolgen auf. Zusätzliche Strukturierung ergibt sich durch grosse Steinblöcke und fallweise hohen Totholzanteil (Bäume, Wurzeln). Schotterbänke und -inseln bilden sich in gestreckten Bereichen nur kleinräumig, Neben- und Altarme nur selten aus. Infolge des hohen Gefälles dominiert grobes Substrat (Grobschotter). Feinsedimente lagern sich nur sehr lokal in strömungsberuhigten Bereichen ab.

Im Talraum liegen aufgrund des reduzierten Gefälles und der grösseren Breite häufig verzweigte Abschnitte vor (z.B. Ill, Landquart). In den Verzweigungsstrecken sowie den Schwemmfächern existieren zahlreiche Schotterbänke und Inseln. Sie entsprechen flussmorphologisch annähernd dem "verzweigten" Typ des Alpenrheins. In den meist nur kleinflächigen Auwäldern liegen vereinzelt kleine Nebengewässer, die kaum Verbindung zum Hauptgewässer besitzen.

Der Fischbestand ist von strömungsliebenden "Gebirgsgewässer"-Fischarten geprägt (Bachforelle, Koppe/Groppe, Elritze/Pfrille, Bachneunauge). Weiters kommen in Abhängigkeit von der Gewässergrösse strömungsliebende Arten ohne starken Strukturbezug vor (Äsche, Strömer,..).

Bild 42: weitgehend naturnaher Abschnitt der Landquart flussauf Küblis

Hangbach - Oberlauf

Bei den **Hangbächen** lassen sich grundsätzlich 3 typische Abschnitte unterscheiden. Der "**Oberlauf**" mit höherem Gefälle in engen Tälern weist meist gestreckte Linienführung und höheren Geschiebetrieb auf. Abflussregime, Temperaturverhältnisse sowie Linienführung, Strukturausstattung und Substrat der "Oberläufe" entsprechen weitgehend jenen der Gebirgsflüsse. Der Fischbestand beschränkt sich auf wenige Arten, wobei Bachforelle und Koppe/Groppe dominieren.

An den Talflanken entsteht infolge der Geschiebeablagerung ein breiter **Schwemmfächer**, der teilweise bis in den Alpenrhein reicht. Hier liegen starke Verzweigungen des Baches mit zahlreichen Nebengewässern vor, die teilweise nur periodische Wasserführung besitzen. Innerhalb des vergleichsweise breiten Bachbettes ist das Substrat sehr heterogen sortiert und weist hohe Umlagerungsdynamik auf. In Abhängigkeit von Ausmass und Häufigkeit der Geschiebeab- bzw. -umlagerung kommt Bewuchs auf, wobei die Altersstadien auf den einzelnen Bänken und Inseln stark differieren. Im Umland liegen in Randzonen Auwaldgesellschaften und Feuchtgebiete. Hinter den Schwemmkegeln und/oder auf höheren Schotteraufschüttungen finden sich häufig typische Halbtrockenrasengesellschaften.

Charakteristisch sind strömungsliebende "Gebirgsgewässer"- Fischarten (Bachforelle, Koppe/Groppe, Elritze/Pfrille). Mit Ausnahme von Koppen/Groppen wandern adulte Fische überwiegend nur zur Laichzeit ein. Die Ausschotterungsbereiche sind in erster Linie wichtige Laich- und Jungfischhabitate für Schotterlaicher. In Tümpeln etc. leben zum Teil Kleinfische, wie z.B. Elritzen/Pfrillen.

Hangbach - Unterlauf

Fliesst der Rhein weiter von den Talflanken entfernt, schliesst ein Bachabschnitt mit geringem Gefälle, gewundener Linienführung und geringem Geschiebetransport an. Derartige **"Unterläufe"** liegen infolge des breiten Talraumes flussab der Tardisbrücke bei fast allen Hangbächen im Alpenrheintal vor. Da gröberes Material bereits an den Talflanken abgelagert wird, herrscht mittel- bis feinschottriges, teilweise sandiges Substrat vor. Insgesamt ist eine enge Vernetzung mit Giessen und dem Seiten-/Nebenarmsystem des Alpenrheins typisch.

Infolge der gewundenen Linienführung existieren Kurvenkolk/Furt-Abfolgen mit durch Totholz reich strukturierten Pralluferbereichen. An den Gleithängen bilden sich Sedimentbänke aus, die teils unbewachsen sind, teils dichten Bewuchs mit Röhricht und krautigen Pflanzen aufweisen. Der charakteristische Gehölzbewuchs bzw. die geringe Breite bewirkt meist starke Beschattung. Im Verhältnis zur Gewässergrösse existieren relativ grossflächige Auwälder und Feuchtflächen.

Zu den dominierenden "Gebirgsgewässer"- Arten (v. a. Bachforelle) treten strömungsliebende Arten ohne starken Strukturbezug (vor allem Äsche, Strömer) hinzu. Die Unterläufe grösserer Bäche zählen tendenziell bereits zur Äschenregion. Zum Teil treten auch schon strömungsliebende Vertreter der Barbenregion (Nase, Barbe, Hasel, ...) und strömungsindifferente Arten auf.

Wildbäche/Rüfen

Wildbäche/Rüfen sind durch hohes Gefälle und starke Geschiebeführung gekennzeichnet. Sie drängen mit ihren Schwemmkegeln den Rheinlauf häufig an die gegenüberliegende Talseite. Die Linienführung ist weitgehend gestreckt, auf den Schwemmfächern bilden sich Verzweigungsbereiche aus. Der Grossteil der Rüfen führt nur periodisch Wasser, was in den meisten Fällen keine dauerhafte Fischbesiedelung zulässt. Die Mündungen in den Rhein besitzen jedoch als Laichplatz und Jungfischhabitat grosse gewässerökologische Bedeutung.

Hinsichtlich der terrestrischen Ökologie sind die höher gelegenen, trockenen, warmen und nährstoffarmen Schotterflächen der Schwemmfächer vor allem typische Standorte für unterschiedliche Pioniergehölze bis hin zu lichten Föhrenwäldern bzw. bei landwirtschaftlicher Nutzung für Halbtrockenrasengesellschaften attraktiv. Die künstlich angelegten Ausschotterungsbecken zahlreicher Rüfen entsprechen häufig derartigen natürlichen Bereichen.

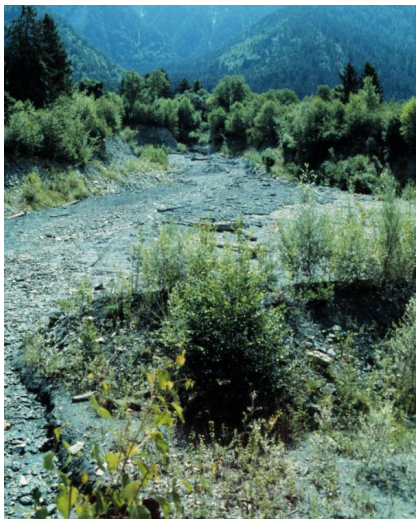


Bild 43: Ausschotterungsbecken der Valpargherarüfe bei Chur

Giessen

Giessen entspringen als lokale Grundwasseraufstösse innerhalb der Rheinschotter. Sie fliessen rheinparallel und weisen stark unterschiedliche Längen, Breiten und Abflussmengen auf. Häufig ist eine Vernetzung mit Hangbächen oder dem Seiten- /Nebenarmsystem des Alpenrheins gegeben.

Aufgrund der Grundwasserspeisung sind Giessen winterwarme-sommerkalte Gewässer mit nur geringen Schwankungen der Wassertemperatur. Weiter ist dieser Gewässertyp generell nährstoffarm und klar. Eintrübung und stärkere dynamische Prozesse treten nur bei Ausufern des Alpenrheins während grösserer Hochwässer auf.

Infolge des geringen Gefälles sind langsam fliessende, breitere Abschnitte mit tiefen Kolken typisch. Dazwischen bilden sich Schotterfurten mit feinschottrigem Substrat. Bäume und Wurzeln am Prallufer schaffen reiche Strukturierung. Infolge der geringen Dynamik fehlen Abbruchufer, Sedimentbänke sind über Mittelwasserniveau meist bewachsen. Im Wesentlichen entspricht die Flussbettausformung jener von kaum geschiebeführenden Bächen.

Aufgrund der besonderen Temperatur- und Nährstoffverhältnisse kommen hier vor allem an schwachströmende Gewässerlebensräume angepasste Kleintiere und in der Nähe der Quellaufstösse Bewohner des Grundwassers vor. In nicht beschatteten Abschnitten entwickeln sich infolge fehlender Hochwasserdynamik auch submerse Makrophyten (Wasserpflanzen). Die Fischartengemeinschaft entspricht weitgehend jener der kaum geschiebeführenden Hangbäche.

Bild 44: Beispiel Giessen

Riedgewässer

Riedgewässer umfassen einen Komplex aus stehenden und langsam fliessenden Gewässern in den Riedgebieten vor allem des unteren Rheinabschnittes. Die Fliessgewässer entspringen meist aus Stillgewässern und haben geringen, ausgeglichenen Abfluss. Das Wasser ist je nach Torfanteil im Einzugsgebiet teils klar, teils schwach bräunlich gefärbt. Richtige "Moorbäche" mit Braunwasser sind eher untypisch.

Die Wassertemperatur ist im Sommer höher als bei den anderen Gewässertypen (bis über 20°C). Fehlende bis geringe Beschattung hat starke Erhöhung der Wassertemperatur im Längsverlauf zur Folge. Die Sauerstoffsättigung ist meist geringer als bei den zuvor beschriebenen Gewässertypen.

Das Gefälle und damit der Geschiebetrieb sind gering. Die dominierenden Feinsedimente haben zum Teil hohe organische Anteile. Infolge der gewundenen bis mäandrierenden Linienführung ist die Bachbettausformung ähnlich den zuvor beschriebenen Gewässertypen. Gehölze und damit auch Totholz liegen im und am Gewässer eher selten vor. Der Uferbewuchs besteht primär aus Seggen, Gräsern und krautiger Vegetation. Das Umland ist von teils versumpften, teils vermoorten Riedgebieten dominiert. Auwälder fehlen.

Die aquatische Lebensgemeinschaft wird von ruhigwasserliebenden und indifferenten Arten dominiert. Grossteils weisen vor allem die grösseren Riedgewässer sehr arten- und individuenreiche Fischbestände auf. Kleinere Gewässer sind vorwiegend von Kleinfischarten wie Elritze/Pfrille und Schmerle/Bartgrundel besiedelt. Infolge höheren Feinsedimentanteiles ist das Wasser häufig trüb, submerse Makrophyten (v.a. Laichkräuter) bilden oft dichte Bestände.

rheinferne Stillgewässer

Rheinnahe Stillgewässer in den Auen sind bereits beim Alpenrhein beschrieben. **Rheinfernere Stillgewässer** liegen im unteren Rheintal meist als Verlandungsseen in den Hinterwässern vor. Weitere Stillgewässer entstehen als Sammelbecken von Regenwasser in den Riedgebieten. "Moorseen" bzw. "-tümpel" sind vergleichsweise selten.

Abhängig von Entstehung, Alter und Verlandungsstadium zeigen die Gewässer unterschiedliche Grössen und Tiefen. An den meist flachen Ufern bilden sich vor allem in grösseren Gewässern charakteristische Uferzonen aus, die vom Freiwasser über submerse Makrophyten, Schwimmblattgesellschaften zum Röhrichtgürtel reichen. Stark verlandete Tümpel gehen in Feuchtgebiete über.

Die Wassertemperatur steigt in den Sommermonaten stark an. Je nach Verlandungsgrad weisen die Gewässer mittlere bis geringe Sauerstoffsättigung auf. Die Besiedlung der Gewässer ist von wärmeliebenden Stillwasserarten dominiert. Wenig verlandete bzw. vernetzte Gewässer weisen entsprechende Anteile indifferenter Arten auf. Stark verlandete Gewässer werden von spezialisierten Arten wie Schleie, Rotfeder und Moderlieschen besiedelt.

6.1.5.6 Mündungstypen

Aufgrund der verschiedenen Flusstypen des Alpenrheins sowie der unterschiedlichen Abflussmenge und Geschiebeführung seiner Zubringer liegen vor der Regulierung überaus vielfältige Mündungsausformungen vor.

Mündung eines grossen, geschiebeführenden Flusses

Bei der Mündung eines **grossen, geschiebeführenden Flusses** bewirkt der massive Geschiebeeintrag ins Flussbett des Alpenrheins flussauf einen Aufstau. Infolge des verringerten Gefälles entwickelt sich zunächst ein "Ausschotterungsbereich" mit Flussverzweigungen, nach Erosion der aufgeschütteten Geschiebemengen werden die Umlagerungsstrecken wieder umgeformt. Flussab des Mündungsbereiches kommt es infolge des höheren Gefälles und Geschiebetriebes ebenfalls zu Verzweigungen. Insgesamt ist dieser Mündungstyp von extrem hoher Dynamik geprägt. Aus fischökologischer Sicht stellen sie wichtige Laichplätze für strömungsliebende Fischarten und attraktive Jungfischhabitate dar.

Mündung kleinerer, stark geschiebeführender Gewässer

Kleinere, stark geschiebeführende Gewässer mit Geschiebetransport bis in den Rhein spalten sich bei der Mündung in mehrere, seichte Arme mit dazwischen liegenden Schotterinseln und -bänken auf. Im Gegensatz zum Gebirgsfluss beeinflusst der Schwemmkegel den Alpenrhein selbst jedoch nur wenig. Während die Zubringer selbst für grössere Fische bei Niederwasserführung wenig Lebensraum bieten, liegen im Mündungsbereich wichtige Laichplätze für strömungsliebende Arten sowie Jung- und Kleinfischhabitate.

Bild 45: Naturnaher Mündungsbereich eines kleinen, geschiebeführenden Baches in die Obere Drau

Mündung kaum geschiebeführender Gewässer

Kaum geschiebeführende Gewässer, die in den Alpenrheinhauptarm münden, bilden infolge fehlenden Geschiebes eine kompakte Trichtermündung aus. Bei Niederwasserführung liegen nur geringe Strömungsgeschwindigkeiten vor. Bei Hochwasser entstehen rückgestaute Klarwasserzonen. Im Mündungsbereich lagern sich zeitweise grössere Mengen an feineren Schotterfraktionen bzw. Sand und Feinsedimente ab. Fische wandern v.a. zum Laichen in diese Nebengewässer ein, laichen zum Teil aber auch weit flussauf der Mündungen.

Mündung kleiner Gewässer in einem Alpenrhein-Seitenarm

In einen **Alpenrhein-Seitenarm mündende kleine Gewässer** werden massgeblich durch die Morphologie des Seitenarmes und dessen Schotterinseln und -bänke geprägt. Bei Mittel- und Niederwasserführung kommt es teilweise zu Rückstau mit entsprechender Strömungsreduktion und Aufwärmung. Hier lagern sich Feinsedimente ab, lokal entstehen Schotterfurten. Als Referenz für diesen Mündungstyp kann aktuell noch die Cosenzmündung im Bereich der Mastrilser Auen gelten.

Zubringer dieses Typs weisen keine Hochwässer auf, die die Flussbettausformung des Alpenrheins beeinflussen bzw. prägen. Insgesamt liegen jedoch durch die enge Verzahnung mit dem Alpenrhein äusserst vielfältige Lebensraumverhältnisse mit artenreichen, aquatischen Lebensgemeinschaften vor. Laichplätze und Jungfischhabitate für strömungsliebende Kieslaicher existieren v.a. in den Schotterfurten. Die langsam strömenden, erwärmten Abschnitte mit Makrophytenbewuchs werden von krautlaichenden Fischarten als Laichplatz genutzt.

6.2 Handlungsspielraum und Randbedingungen

Das Entwicklungspotential des Alpenrheins respektive der Handlungsspielraum für die Entwicklung von Massnahmen wird durch verschiedene Nutzungen konkurriert. Die Veränderung von bestehenden Nutzungen respektive die „Härte“ der Randbedingungen kann unterschiedlich gewichtet werden. Für die vorliegende Arbeit wird von folgenden Grundsätzen ausgegangen:[2]

- nicht veränderbar:
  - Autobahn
  - Eisenbahn
  - überbaute Siedlungsflächen und Industriezonen
- prinzipiell veränderbar:
  - nicht überbaute Siedlungsflächen und Industriezonen
  - Grundwasserschutzzonen
  - wichtige regionale Verbindungen
  - Einzelgebäude
  - Verdachtsflächen Deponien/Altlasten

[2] Siehe Protokoll der Kernteamsitzung Nr. 4 vom 28. Januar in Feldkirch.

- leichter veränderbar:
  - Landwirtschaft / Wald
  - Naturlandschaften / Ödflächen
  - Feinerschliessung, teilweise Infrastruktur

7 Themenbezogene Analyse

7.1 Wasserbauliche Beurteilung respektive Schwachstellen

Umfang

Die Beurteilung der Hochwassersicherheit des Alpenrheins umfasst die Überflutungs- und Seitenerosionsgefährdung bei Ereignissen mit unterschiedlicher Jährlichkeit. Die Schwachstellen werden in der Studie Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal zwischen Reichenau und dem Bodensee aufgezeigt. Bei der Analyse wurden Abflusskapazität, Dammstabilität, Seitenerosion aber auch verschiedene Sekundärprozesse wie Verklausung oder Pfeilerkolk bei den 35 Rheinbrücken, Sohlenveränderungen, morphologische Kolke oder Rückwärtserosion durch instabile Blockrampen berücksichtigt.

Methodik

Die Methodik der Untersuchung richtete sich nach den verfügbaren Grundlagen. Sie reicht von detaillierten Berechnungen mit dem Feststofftransportmodell des Alpenrheins, über einfache Abschätzungen (z.B. Pfeilerkolk) bis hin zu Analogien mit vergangenen, grossen Hochwasserereignissen wie im Sommer 1987. Die Schwachstellen sind in Bild 47 schematisch dargestellt.

Beurteilungszeitpunkt

Die Gefahrenbeurteilung wurde für die aktuellen Verhältnisse durchgeführt. Die dazu verwendeten Abflussmengen können der Tabelle 3, Seite 15 des Teilberichtes IST-Zustand entnommen werden. Es wurde also vorausgesetzt, dass Entwicklungen, welche die aktuelle Hochwassersicherheit reduzieren, rechtzeitig mit geeigneten Massnahmen entgegengewirkt wird. Zu beachten sind dabei insbesondere die mittel- bis langfristig zu erwartenden Sohlenveränderungen (Bild 46) und Schwebstoffablagerungen in den Vorländern. Die prognostizierten Sohlenveränderungen und Schwebstoffablagerungen wirken sich auf die Gefahrensituation wie folgt aus:

- Flussaufwärts von Buchs (km 50) und unmittelbar unterhalb der Illmündung (km 65) muss wegen des Eintiefungsprozesses mit einer erhöhten Belastung der Fundationen von Brücken, Uferschutz und Blockrampen gerechnet werden.
- Zwischen Buchs (km 50) und der Illmündung (km 65) führt die Auflandung zwar zu einer Reduktion der Abflusskapazität. Dank den heute vorhandenen Reserven ist dies in Bezug auf die Abflusskapazität nicht weiter problematisch. Hingegen nimmt auch die Belastung der Dämme zu, was bei der Beurteilung der Dammstabilität zu berücksichtigen ist.
- Zwischen km 70 und dem Bodensee (km 90) führt die Auflandung im Mittelgerinne zu einer Reduktion der Abflusskapazität.
- Die Sedimentation von Schwebstoffen in den Vorländern flussab km 62 führt zu einer Kapazitätsabnahme.

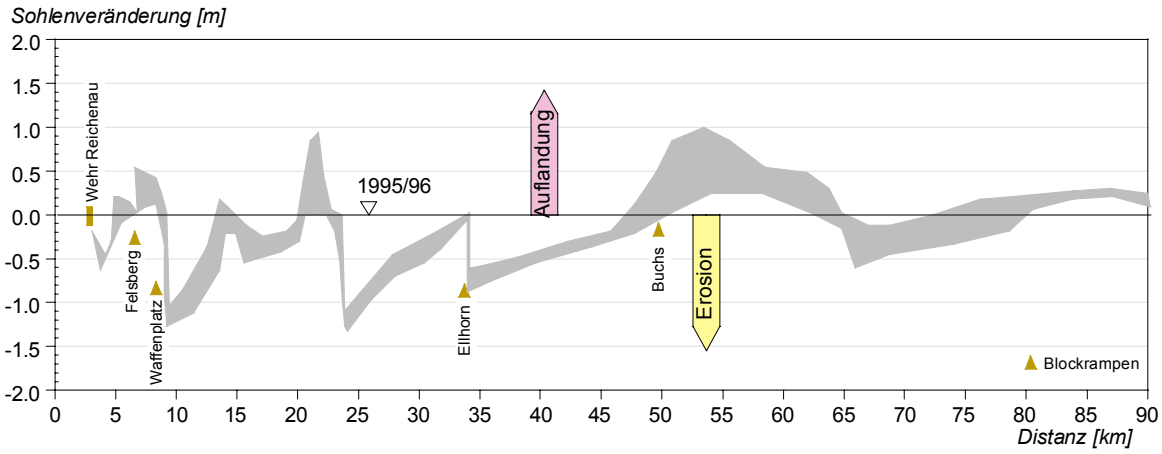


Bild 46: Bandbreite der wahrscheinlichen Sohlenveränderungen in den nächsten 25 Jahren für Bedingungen wie in der Periode von 1974 bis 1995 (gleitendes Mittel über 5 Querprofile)

Schwachstellen ab HQ_{100}

In der internationalen Rheinstrecke bestehen für den Ausbaustandard HQ_{100} noch lokal begrenzte Defizite (Dammstabilität, knappes Freibord bei einzelnen Brücken). Diese Defizite sind seit längerer Zeit erkannt. Die entsprechenden Sanierungsprojekte sind in Arbeit. Nach Abschluss dieser Arbeiten hat der Alpenrhein bis zu Ereignissen in der Grössenordnung eines HQ_{100} eine ausreichende Abflusskapazität und auch grössere Seitenerosionsprozesse sind nicht zu erwarten. Im Kanton Graubünden gibt es zwar vereinzelte Stellen, wo Ausuferungen möglich sind. Diese können aber toleriert werden, weil keine bebauten Flächen betroffen sind. Es muss aber beachtet werden, dass das Flussbett nicht stabil ist und Massnahmen notwendig sein werden, um den heutigen Ausbaustandard beibehalten zu können (siehe oben Randnotiz Beurteilungszeitpunkt).

Es wurden folgende Schwachstellen lokalisiert:

- Seitenerosion links und rechts zwischen km 0.0 und km 23.8 von 10 – 15 m mit Ausnahme der Abschnitte mit Felsufer
- km 8.6 links (ungenügende Abflusskapazität)
- km 13.0 – 13.4 rechts (ungenügende Abflusskapazität)
- km 23.275 rechts (ungenügende Abflusskapazität bei Auflandung infolge hohem Geschiebeeintrag aus der Landquart)

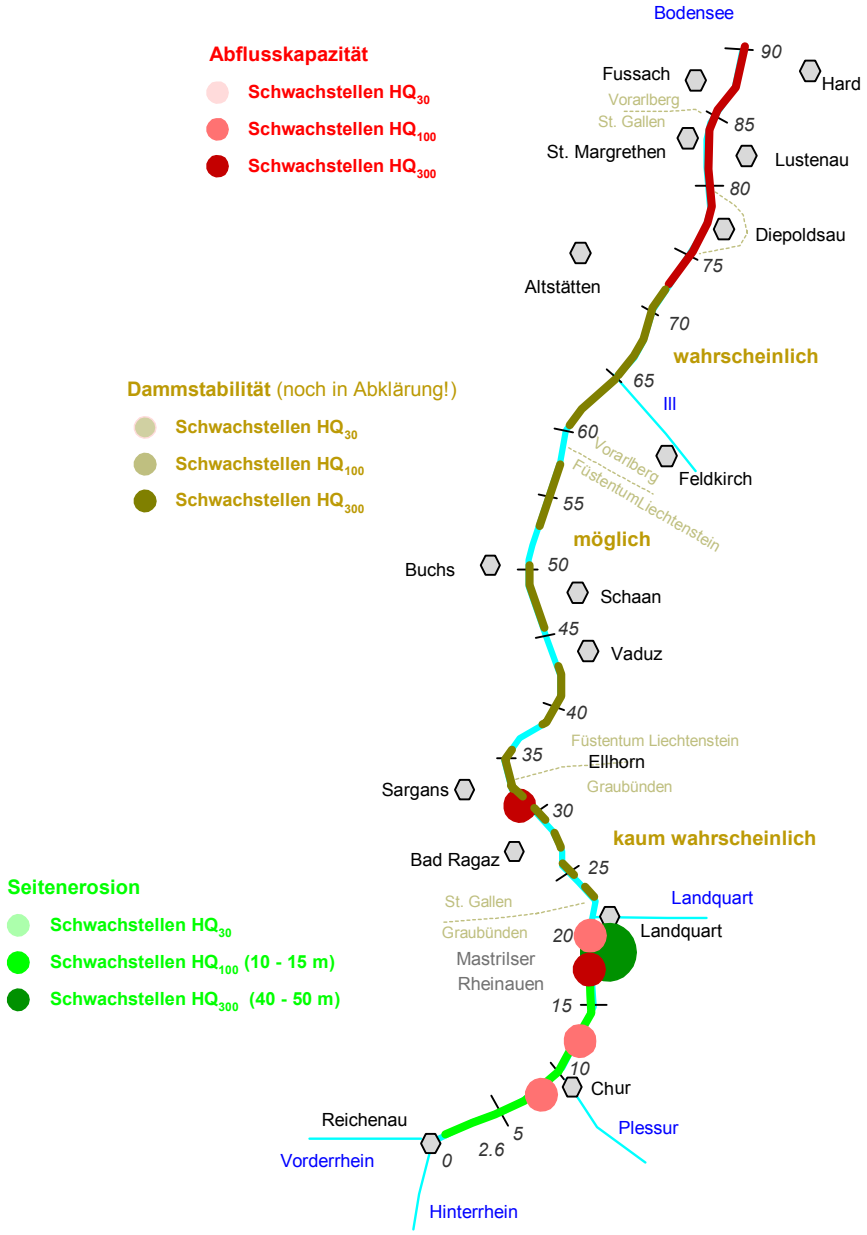


Bild 47: Schwachstellen am Alpenrhein bei Hochwasserereignissen mit unterschiedlichen Jährlichkeiten

zusätzliche Schwachstellen ab HQ_{300}

Bei sehr seltenen Ereignissen (HQ_{300}) sind im Bereich der Mastrilser Rheinauen auch grössere Seitenerosionen möglich. Wie beim HQ_{100} sind im Kanton Graubünden an vereinzelten Stellen geringfügige Ausuferungen möglich. Weil keine respektive nur begrenzt hohe Dämme vorhanden sind, kann aber nur eine limitierte Wassermenge austreten. Entlang einer rund 18 km langen Strecke oberhalb des Bodensees muss beidseitig mit Dammbrüchen wegen Überströmen gerechnet werden und eine entsprechend grosse Wassermenge kann austreten.

Es wurden folgende, zusätzliche Schwachstellen lokalisiert:

- km 20.4 – 23.275 Seitenerosion rechts im Ausmass von 40 – 50 m, (verzweigter Flussabschnitt)
- km 4.6 rechts (Abflusskapazität)
- km 5.9 – 6.8 rechts (Abflusskapazität)
- km 12.4 – 12.8 rechts (Abflusskapazität), siehe auch km 13.0 – 13.4 rechts HQ_{100}
- km 18.4 rechts (Abflusskapazität)
- km 32.8–33.2 rechts (Abflusskapazität)
- km 72.0 – 73.0 links (Abflusskapazität)
- km 75.0 – 83.3 links (Abflusskapazität)
- km 76.0 – 91.0 rechts (Abflusskapazität)
- km 84.1 – 91.0 links (Abflusskapazität)

Schwachstellen beim EHQ

Für die Überprüfung der Systemsicherheit wurden auch noch die Verhältnisse beim EHQ analysiert. Oberhalb von Landquart ist wegen den vergleichsweise geringen Dammhöhen und kleinen Geländekammern nicht mit einem eigentlichen Systemkollaps zu rechnen. Zwischen dem Ellhorn und der Illmündung wäre zwar die Abflusskapazität selbst für das EHQ ausreichend. Aber weil die Dammstabilität für dieses Szenario vermutlich ungenügend ist, muss auch in diesem Abschnitt mit einem Systemkollaps gerechnet werden. Zwischen der Illmündung und dem Bodensee ist die Systemsicherheit im Überlastfall nicht gegeben.

Es wurden folgende, zusätzliche Schwachstellen lokalisiert:

- km 1.8 links (Abflusskapazität)
- km 2.4 links (Abflusskapazität)
- km 7.6 - 7.8 links (Abflusskapazität, Teilverklausung Brücke)
- km 8.2 links (Abflusskapazität)
- km 14.2 links (Abflusskapazität)
- km 15.9 – 16.7 rechts (Abflusskapazität)
- km 19.6 links (Abflusskapazität)
- km 22.2 – km 23.7 rechts und z.T. auch links (Abflusskapazität)
- km 27.0 – km 28.0 rechts und links (Abflusskapazität)
- km 29.6 – km 29.8 rechts und z.T. links (Abflusskapazität)
- km 67.2 – km 90 rechts und links praktisch durchgehend (Abflusskapazität)

Dammstabilität – ungenügende Grundlagen

Die Grundlagen für die Beurteilung der Dammstabilität sind sehr unterschiedlich. Zuverlässige Aussagen können im unteren Bereich der internationalen Rheinstrecke von Kriessern/Mäder (km 74) bis zur Mündung gemacht werden. Dort liegen Resultate zu zahlreichen Kernbohrungen, Rammsondierungen und Standsicherheitsberechnungen vor. Von den übrigen Dammstrecken lassen die mangelnden Kenntnisse keine gesicherten Aussagen über die Dammstabilität zu. In der Zwischenzeit haben sich das Fürstentum Liechtenstein und der Kanton St. Gallen entschlossen, Untersuchungen zur Dammstabilität durchzuführen.

Aufgrund der vorhandenen Unterlagen lässt sich die Dammstabilität nur grob beurteilen. Die Beurteilung stützt sich im Wesentlichen auf die Dammhöhe respektive der Wasserspiegelhöhe gegenüber dem Talboden. Diese Differenz nimmt in Fliessrichtung zu. Weil oberhalb von Landquart nur wenige Dämme mit geringer Höhe vorhanden sind, wird die Dammstabilität als nicht massgebender Prozess eingestuft. Bei sehr seltenen Ereignissen (HQ_{300}) werden Dammbrüche zwischen Landquart und Ellhorn als kaum wahrscheinlich, zwischen Ellhorn und Illmündung als möglich und zwischen Illmündung und Altstätten als wahrscheinlich eingestuft. Unterhalb von Altstätten ist die Abflusskapazität der massgebende Prozess.

Blockrampen und Brücken

Bei Blockrampen und verschiedenen Brücken können sich kritische Zustände einstellen. Zusätzliche Schwachstellen sind aber nicht zu erwarten. Weitere Angaben können dem Teilbericht „hydraulische und morphologische Analyse“ des Projektes „Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal“ entnommen werden.

7.2 Analyse Ökologie

7.2.1 Defizite + Wertigkeiten Hydromorphologie

Im Bereich Hydromorphologie liegen am Alpenrhein sowohl Defizite im Abflussregime, insbesondere durch den Abflussschwall, als auch hinsichtlich der Flussmorphologie des Alpenrheins und seines Auwaldbereiches selbst sowie der Zubringer und deren Vernetzung mit dem Hauptfluss vor. Insgesamt führen diese Defizite zu einer starken Beeinträchtigung der Gewässerlebensgemeinschaften, wobei das jeweilige Ausmass der Beeinträchtigung durch die einzelnen Faktoren je nach Faunentyp stark schwankt.

7.2.1.1 Hydrologische Defizite

Schwall und Trübe im Alpenrhein

Die starken täglichen Abflussschwankungen von bis zu 160 m^3/s bei Niederwasser in Domat/Ems (Sunk 20-40 m^3/s, Schwall 150-190 m^3/s; Verhältnis 1:4,7-7,5) bedingt durch die Speicherkraftwerke im Einzugsgebiet bewirken je nach Flussbettausformung eine Änderung des Wasserspiegels von bis über 1 Meter. Dabei haben sich die täglichen Abflussschwankungen in den letzten 30 Jahren und auch seit 1990 deutlich erhöht (um durchschnittlich knapp 50% gemäss /7/).

Dadurch ergeben sich vor allem im Winter mit natürlichem Niederwasserabfluss folgende, wesentliche Auswirkungen auf die Flussmorphologie und die Lebensgemeinschaften:

- Grossflächiges, tägliches Trockenfallen der Kiesbänke (Breitenänderung um bis zu 70 m, mehr als 400% der Wasserspiegelbreite bei Sunk).
- Starkes Schwanken der Uferlinie bzw. hohe Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei Schwall in jenen Bereichen, die bei Sunk die strömungsberuhigten, flachen Uferzonen bilden (siehe oben).
- Erosionen bzw. Umlagerungen von Geschiebe in den Furten und der Tiefenrinne bei Schwall auch im Winterhalbjahr, das im natürlichen System eine „Ruhephase“ ohne Umlagerungen war.
- Tägliche Mobilisierung der Feinsedimente und damit Erhöhung der Trübe auch im Winterhalbjahr. Die Trübe ist mit bis zu 40 mg/l zwar deutlich geringer als die natürliche Trübe im Frühjahr bei Hochwasser (> 5000 mg/l), hat aber trotzdem wesentliche Auswirkungen, weil von Natur aus im Alpenrhein zu dieser Zeit eine Klarwasserphase (Trübe < 1 mg/l) vorlag und Organismen darauf eingestellt sind.
- Innere und äussere Kolmation der Flusssohle. Durch die erhöhte Trübe kommt es auch im Winterhalbjahr zu einer Verstopfung des Schotterlückenraumes, der damit seine Funktion als Hauptlebensraum der Bodenfauna und Laichplatz bzw. Larvenhabitat der meisten Fischarten nicht mehr erfüllen kann.

Unsicherheit bei der Trübe

Es ist unbestritten, dass der Schwall vom Kraftwerksbetrieb im Alpenrheineinzugsgebiet verursacht wird. Wie im Winterhalbjahr die Trübung durch den kraftwerksbedingten Schwall beeinflusst wird, ist jedoch unklar. Die Resultate einer neuen Untersuchung an der Landquart weichen zum Teil von den Aussagen des Schwall-Trübe Projektes ab, auf welchem der vorliegende Bericht basiert.

Weitere Defizite durch Wasserkraftnutzung

veränderte Wasserführung

In der Restwasserstrecke beim Kraftwerk Ems der Kraftwerke Reichenau AG ist die Wasserführung verändert. Seit dem Bau der Fischaufstiegshilfe konnte die Dotierwassermenge in der Restwasserstrecke von 0 m^3/s auf 3 m^3/s erhöht werden. Ab Stauseezuflüssen von über 120 m^3/s führt der Überlauf beim Wehr zu einem erhöhten Abfluss in der Restwasserstrecke.

Stauraumspülung des KW Reichenau

Die im Sommer/Herbst bei geringer Wasserführung durchgeführten Stauraumspülungen des KW Reichenau führten vor allem aufgrund der erhöhten Trübefrachten teilweise zu wesentlichen Beeinträchtigungen des ökologischen Zustandes der Gewässer durch Schädigungen der Gewässerfauna und des Lebensraumes /30/. Seit 2002 werden die Spülungen im Frühjahr während der Hauptabflusszeit durchgeführt und haben somit deutlich geringere Schädigungen zur Folge (vgl. z.B. /50/). Dieses neue Spülkonzept ist von den zuständigen Behörden des Kantons Graubünden erlassen worden. Es basiert auf den ökologischen Anforderungen entsprechend den Gesetzen.

Defizite Wasserqualität – Gewässergüte

Beeinträchtigung durch Abwasserbelastung und Schadstoffe

In den letzten 30 Jahren wurde durch umfangreiche Maßnahmen zur Abwasserreinigung die Wasserqualität/Gewässergüte im Alpenrhein und vielen Zuflüssen deutlich verbessert. Mit Güteklasse „II und besser“ entspricht sie nunmehr in den meisten Gewässern wieder den gesetzlichen Vorgaben. Einige Gewässer, vor allem im unteren Rheintal, unterliegen jedoch noch starker Nährstoffbelastung, die zu einem wesentlichen Teil auf diffuse Nährstoffeinträge aus dem Umland zurückzuführen ist. In diesem Zusammenhang ist auch auf die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Rheinvorländer in der Internationalen Strecke hinzuweisen. Noch vorhandene Defizite in der Abwasserreinigung werden in nächster Zukunft behoben.

Zudem mehren sich in den letzten Jahren die Anzeichen, dass es durch noch nicht näher definierte Schadstoffe, insbesondere auch hormonaktive Substanzen, zu massiven Schädigungen der Fischbestände kommt /51/. Inwieweit diese Stoffe in die Kategorie der „prioritären Stoffe“ entsprechend WRRL fallen, ist noch nicht bekannt.

7.2.1.2 Morphologische Defizite

Das Gewässersystem des typspezifisch ausgeformten Alpenrheins unterscheidet sich wesentlich von der derzeitigen Flussmorphologie. Der Ver-

gleich des gewässertypischen Alpenrheins mit der derzeitigen Situation zeigt deutlich die einschneidenden Veränderungen (vgl. Bild 2 und 3).

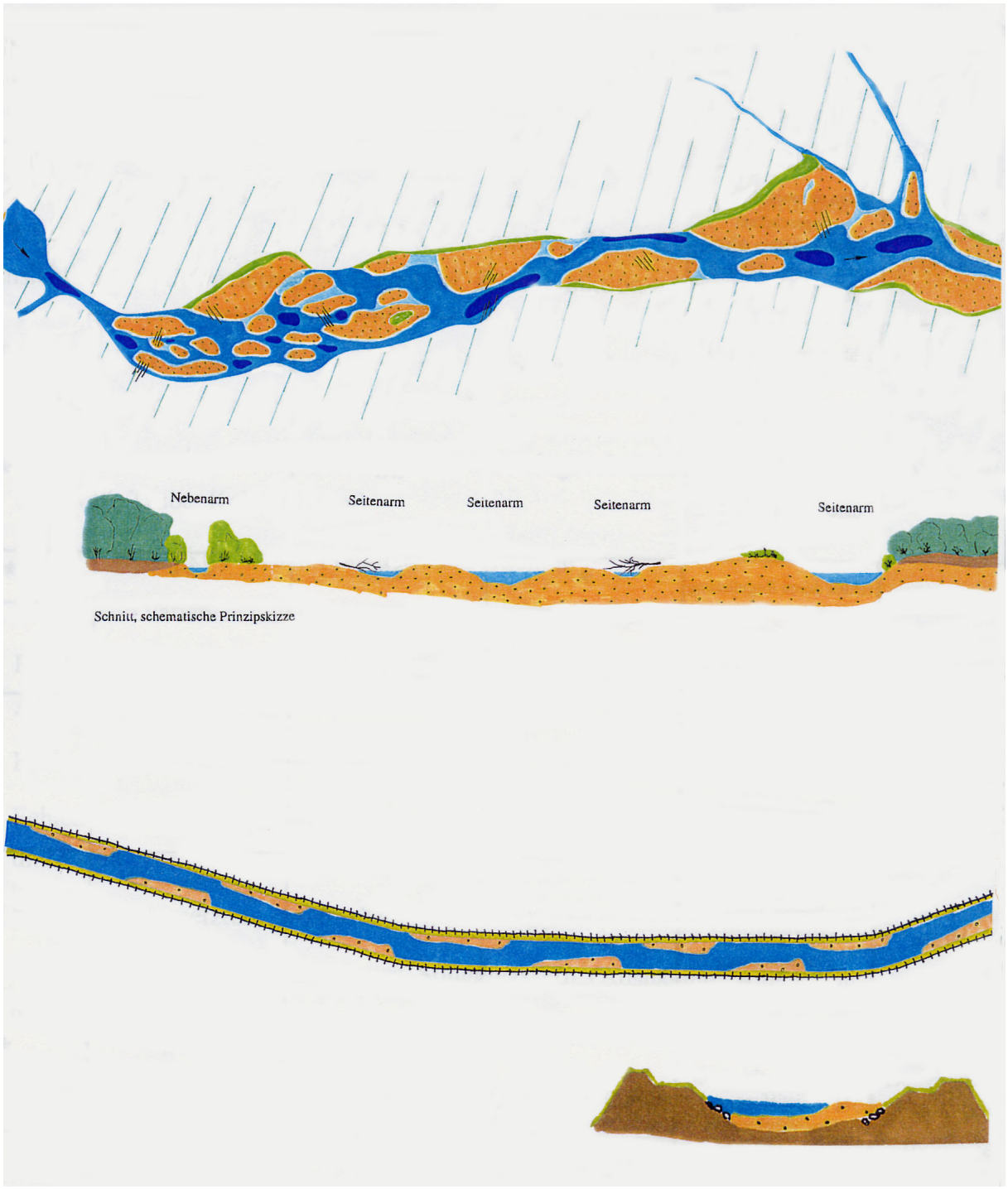


Bild 48: Vergleich Referenzzustand des verzweigten Flusstyps zur derzeitigen Situation mit alternierenden Kiesbänken (aus: Gewässer-&fischökologisches Konzept Alpenrhein)

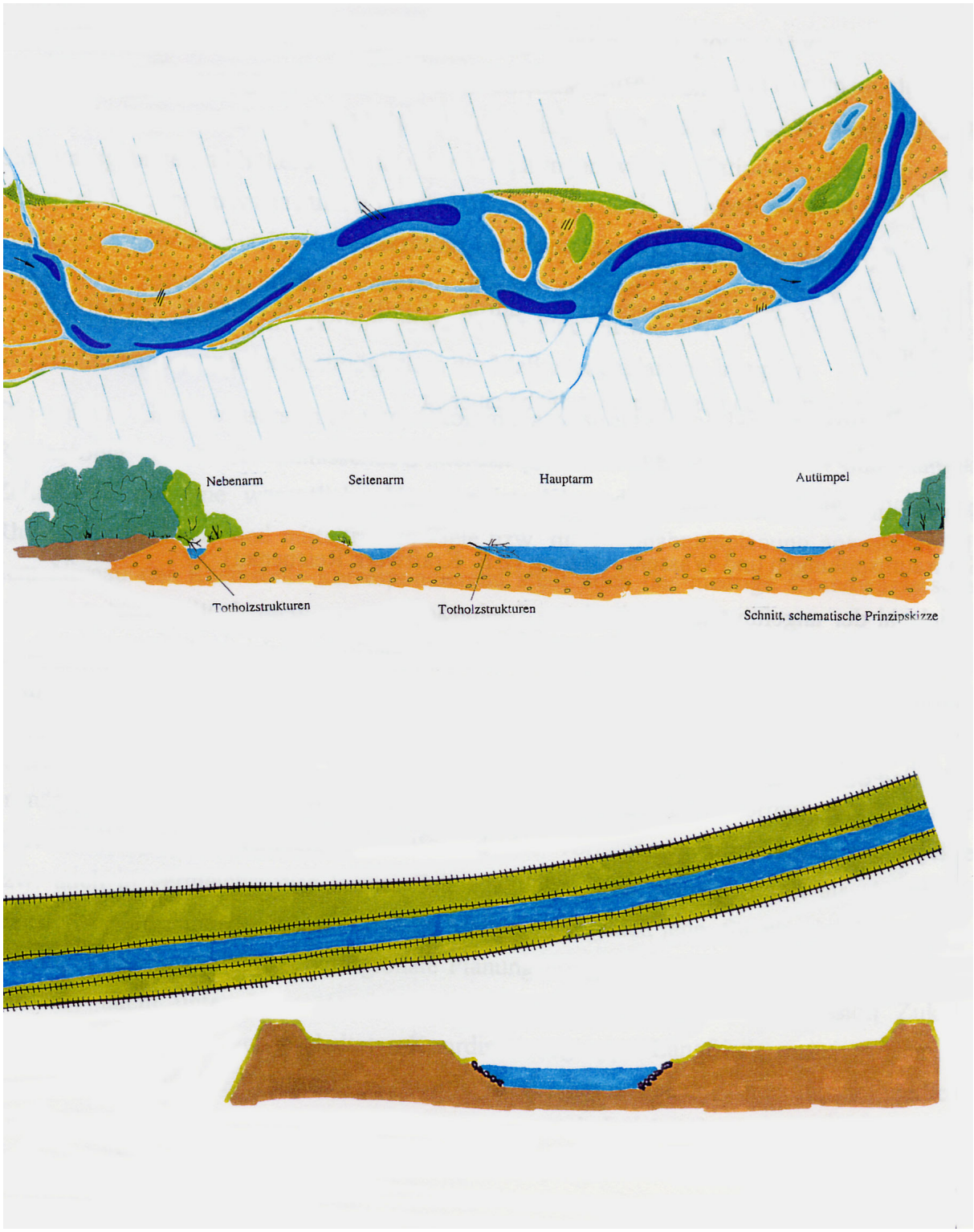


Bild 49: Vergleich Referenzzustand des gewunden-verzweigten Flusstyps zur derzeitigen Situation in der Internationalen Strecke (aus: Gewässer- &fischökologisches Konzept Alpenrhein)

Gravierende flussmorphologische Defizite

- Massive Einengung des Flussbettes und Verlust dynamischer Umlagerungen bei Hochwasser (Rückgang der mittleren Breite je nach Abschnitt von 227-399 m auf < 100 m (ohne Vorländer)), dadurch fehlen vor allem bei Hochwasser strömungsberuhigte Bereiche.
- Monotoner Hauptarm ohne Kolk-Furtabfolgen und intakten Kiesbänken. Diese fehlen vor allem im Oberlauf und flussab der Illmündung. Das Korngrössenspektrum ist eingeschränkt, insbesondere fehlen dauerhafte Feinsedimentbereiche.
- Die vorhandenen, alternierenden Kiesbänke sind zufolge Schwall, Trübe, Kolmation und seitlich durchgehender Begrenzung durch Steinwürfe aus gewässerökologischer Sicht kaum mehr funktionell intakt.
- Strukturreiche Prallufer mit Totholz und Buchten im Hauptfluss fehlen nahezu über den gesamten Längsverlauf.
- Variable und strukturreiche Seitenarme liegen im gesamten Alpenrheinsystem mit Ausnahme der Mastrilser Auen nicht mehr vor.
- eingeschränkte Kontinuumsverhältnisse bei den Schwellen Buchs, Ellhorn, Waffenplatz Chur und Felsberg sowie beim KW Reichenau
- Vernetzung der Mündung in den Bodensee durch Vorstreckung eingeschränkt
- Nebenarme und an den Alpenrhein zumindest periodisch angebundene Altarme und Autümpel fehlen ebenso wie Überschwemmungsflächen im gesamten Projektsgebiet.
- Niveaugleiche, vielfältige Mündungsbereiche fehlen beinahe völlig. Von ursprünglich 53 Zubringern flussab der Tardisbrücke münden gegenwärtig nur mehr 10. Im gesamten Alpenrheingebiet sind derzeit nur mehr 5 von 17 Mündungen von Fischgewässern ganzjährig für alle Fischarten passierbar.

  Nahezu das gesamte Zubringersystem im Rheintal (Giessen, Hangbäche, Riedbäche) ist durch monotone Regulierung, Austrocknung oder Wasserkraftnutzung und teilweise auch noch durch Abwasser- und Schadstoffbelastung stark beeinträchtigt und somit für die Fischfauna nicht oder nur mehr sehr eingeschränkt als Lebensraum nutzbar.
- Die Gebirgsflüsse (Plessur, Landquart, Tamina, Ill und Frutz) sind wegen Regulierung, Sohlabtreppung, Wasserkraftnutzung (Schwall und Wasserausleitung) für die Gewässerfauna des Alpenrheins praktisch ohne Bedeutung.
- Die Giessen weisen zwar teilweise noch naturnahe Ausformung auf, sind jedoch infolge des Absinkens des Grundwasserspiegels vielfach trockengefallen. Teilweise werden sie zwar durch Oberflächenwasser bzw. Rheininfiltrat wieder dotiert; ihre besondere Charakteristik und Bedeutung infolge des Grundwasseraufstosses ging dadurch jedoch verloren.
- Die Hangbäche sowie ein Grossteil der künstlich angelegten Kanäle und Binnenkanäle sind meist monoton reguliert und durch Kontinuumsunterbrechungen abgetrennt.

- Die Riedgewässer in der breiten Talebene im Unterlauf sind grossteils in das Entwässerungssystem integriert und zu Kanälen mit Betonhalbschalen degradiert oder gänzlich zugeschüttet.
- Nur mehr in Einzelfällen liegen abgeschlossene Stillgewässer vor (Alte Rheinläufe bei St. Margarethen und Diepoldsau).

hydromorphologische Wertigkeiten

Als hydromorphologische Wertigkeiten am Alpenrhein sind nur die vergleichsweise naturnahe Strecke der Mastrilser Auen und die kleinräumige Verzweigung von Oldis anzuführen. Darüber hinaus existieren noch naturnähere/strukturreiche Abschnitte von Giessen und an Oberläufen von Binnenkanälen. Weiters sind die neugestaltete Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals und der Mündungsarm an der Illmündung anzuführen.

7.2.2 Defizite + Wertigkeiten Benthos

Alpenrhein, Hauptfluss

Die im Vergleich zu anderen Flüssen generell niedrigen Besiedelungsdichten im Alpenrhein (besonders im Herbst) müssen derzeit in erster Linie mit dem Schwallbetrieb (vgl. hydrologische Defizite) in Verbindung gebracht werden.

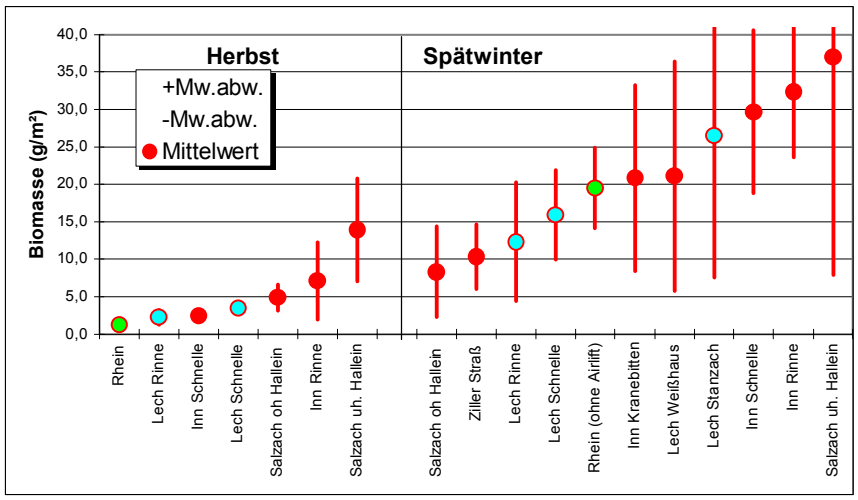


Bild 50: Biomassenvergleich Alpenrhein mit anderen alpinen Gewässern (Makrozoobenthos)

Massgebende Mechanismen sind dabei die Verstärkung der äusseren und inneren Kolmation, die jeweils auf verschiedenen Lebensformen schwerpunktsmässig unterschiedlich wirken (siehe unten) sowie der schwallbedingte Feingeschiebetransport im Winterhalbjahr.

Dieser heute durchgehende Geschiebetransport wirkt sich insbesondere in den tieferen Flussrinnen aus:

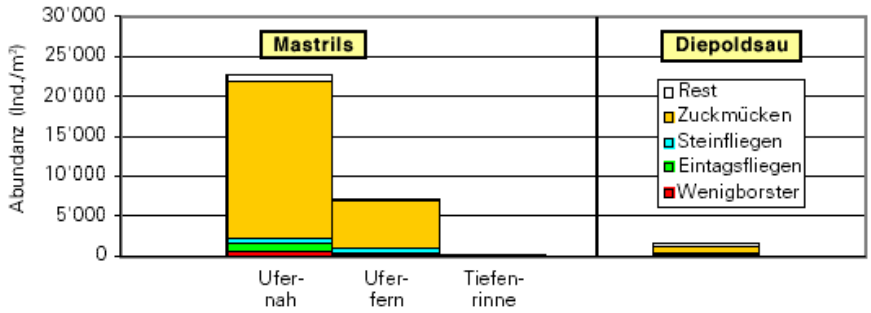


Bild 51: Besiedelungsdichten und Grossgruppendominanz im Spätwinter 2000 beispielhaft in Mastrils und Diepoldsau (internationale Rheinstrecke)

Durch den „Kugelmühlen"- oder „Sandstrahl"-Effekt tritt unterhalb von 1 m Tiefe praktisch kein Algenbewuchs mehr auf, die Zoobenthosbesiedelung ist hier auch im Spätwinter extrem gering (< 5.000 Ind./m², < 2 g/m²). Der flächenmässige Anteil der Tiefenrinne ist daher ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Gesamtsituation in verschiedenen Teilabschnitten.

Neben bzw. in Verbindung mit dem Schwallbetrieb spielen auch die flussmorphologischen Veränderungen eine wesentliche Rolle. Allein durch den Flächenverlust infolge der Einengung kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Bodenfauna und –flora und damit auch zu entsprechender Reduktion des Selbstreinigungsvermögens. Generell ergeben sich solche Flächenverluste für mehr oder weniger alle folgenden Artengruppen durch:

- landseitige Einschränkung durch die Uferlinie bei Sunk
- flussseitige Einschränkung durch den einsetzenden Feingeschiebetransport in grösseren Wassertiefen
- regulierungsbedingte Defizite flach überströmter Schotterbänke
- Fehlen von Seitenarmen und Nebengewässern

Neben dieser generellen Einengung gingen durch die Monotonisierung der Flussbettstruktur jedoch eine Vielzahl an spezifischen Lebensräumen verloren (siehe Defizite Hydromorphologie).

Defizite für spezifische Lebensgemeinschaften

Insgesamt ergeben sich durch die angeführten hydromorphologischen Beeinträchtigungen folgende Defizite für die einzelnen gewässer- und choriotopspezifischen Artengesellschaften:

Bewohner stark angeströmter, bewuchsfreier Steinoberflächen: Ein schwallbedingter Abrasionseffekt bei Kriebelmücken (Simuliidae) oder Lidmücken (Blephariceridae) ist in ufernahen, ständig überströmten Bereichen nicht nachweisbar.

„Hydrurusfauna“: Die im Algenbewuchs, vor allem den Lagern der Goldalge *Hydrurus foetidus*, lebenden Formen (z.B. diverse Arten der Zuckmückengattungen *Eukiefferiell*a, *Orthocladius rivicol*a-Gruppe, Eintagsfliegengattung *Baeti*s) sind von Schwall- und Trübeeinflüssen qualitativ nicht nachweisbar beeinträchtigt. Die Auswirkungen beschränken sich auf den flächenhaften Lebensraumverlust (siehe oben).

Grössere Besiedler des oberflächlichen Lückenraumsystems: Diese Lebensformen weisen generell starke Defizite auf. Insbesondere die Eintagsfliegengruppe der Heptageniiden (v.a. *Rhithrogena sp*p.) und Steinfliegen fallen weitgehend aus. Ursache dürfte die verstärkte äussere Kolmation mit Grobsand bzw. unterhalb der Landquart zudem verstärkte innere Kolmation mit Feinmaterial sein.

Kleinwüchsige Besiedler tieferer Sedimente oder feinkörniger Substrate: Durch die schwallbedingte Umlagerung ist der oberflächliche Grobsand für kleine Kieslückenbewohner (z.B. die Zuckmücken *Heleniella sp., Parametriocnemus stylatus* sowie *Parakiefferiella s*p.) kaum nutzbar. Unterhalb der Landquart treten durch die verstärkte innere Kolmation Defizite bei kleinen Kieslückenbewohnern (neben den genannten auch die sauerstoffbedürftigen Oligochaeten *Propappus vol*ki, *Stylodrilus heringianu*s) auf. Darüber hinaus kommt hier auch das generell eingeschränkte Korngrössenspektrum (geringe Anteile feinkörniger Sedimente; s.o.) zum Tragen.

Arten tieferer bzw. ursprünglicher Flussregionen: Diese Arten sind stark unterrepräsentiert, wenige Vertreter (z.B. die Zuckmücken *Euryhapsis subviridis, Synorthocladius semivirens, Tvetenia discoloripes-Gr.*) finden sich sporadisch noch bis in den unteren Teil des Abschnittes „Werdenberg“. Bei diesen Arten wirken sich insbesondere die schwall- und regulierungsbedingte Erhöhung der Fliessgeschwindigkeiten, Defizite bei Feinsedimenten, strömungsberuhigten Buchten und Nebengewässern aus.

Nebengewässerspezifische Arten: Dynamischen Veränderungen unterworfene Seitenarme sind ähnlich wie Schotterbänke im Hauptarm, generell jedoch arten- und individuenreicher besiedelt. Mit zunehmender Isolation und Verlandung bildet sich eine eigenständige Fauna aus. Entsprechend dem Defizit solcher Alt- und Totarme ist auch diese Fauna jedoch weitgehend verschwunden. Reste finden sich noch in den alten Rheinarmen (Diepoldsau, Alter Rhein).

Sonstiges, Spezialisten: Hier sollen nur die Holzminierer (z.B. die Zuckmücke *Orthocladius lignicola*) genannt werden, deren Verbreitung direkt mit dem Ausmass bzw. mit dem Rückgang der Totholzablagerungen zusammenhängt. Im Hauptfluss dürfte dieses Faunensegment eine geringere Rolle gespielt haben, sehr wohl jedoch in den Nebengewässern.

Defizite für Teilabschnitte

In den Teilabschnitten des Alpenrheins kommen diese verschiedenen Einflüsse unterschiedlich gewichtet zum Tragen. Es lassen sich grob folgende Strecken mit stichwortartigen Schwerpunkten abgrenzen:

- Internationale Rheinstrecke: Am stärksten degradierter Bereich, mehr oder weniger beschränkt auf die Tiefenrinne; z.T. noch vorhandene Nebengewässer mit Faunenresten im alten Rheinverlauf (Diepoldsau; Alter Rhein).
- Alternierende Bänke unterhalb Landquart: verstärkte Bedeutung der inneren Kolmation; zusätzliche mögliche Unterteilung im Abschnitt Werdenberg (unterhalb noch Reste der Hyporhithral-/Epipotamalfauna)
- Kiesbänke oberhalb Landquart: verstärkte äussere Kolmation mit Grobsand, geringere Rolle innerer Kolmation.
- Mastrils: geringste morphologische Defizite; im Wesentlichen „nur“ Schwall und äussere Kolmation.

Zubringer

Die Zubringer selbst weisen sehr starke und auch unterschiedlichste Defizite auf (s.o.), sodass sie hier nicht im Einzelnen besprochen werden können. Insgesamt ist jedoch auch die Bodenfauna und -flora in den Zuflusssystemen dadurch stark beeinträchtigt. Stützung der Bodenfauna des Alpenrheins durch Eindrift aus den Zuflüssen spielt daher heute nur mehr eine untergeordnete Rolle.

7.2.3 Defizite + Wertigkeiten Fische

stark verringertes Artenspektrum

Der Alpenrhein stellte mit 30 Fischarten (um 1850) ein ursprünglich sehr artenreiches Gewässer dar, das durch den Bodensee nachhaltig beeinflusst wurde. Derzeit werden insgesamt nur mehr 17 heimische Fischarten sowie die eingebürgerte Regenbogenforelle und der Zander dokumentiert, von denen zusätzlich viele nur mehr vereinzelt vorkommen. Häufig ist nur mehr das Aufkommen von 6, vorwiegend strömungsliebenden Arten (Stand 1990), entsprechend Befischungen Schwall Trübe auch dieser grossteils selten, während ruhigwasserliebende Arten gänzlich fehlen (Bild 52). Auch Neunaugen sind aufgrund des Fehlens stabiler Feinsedimentbereiche mit organischen Bestandteilen im gesamten Alpenrhein ausgestorben.

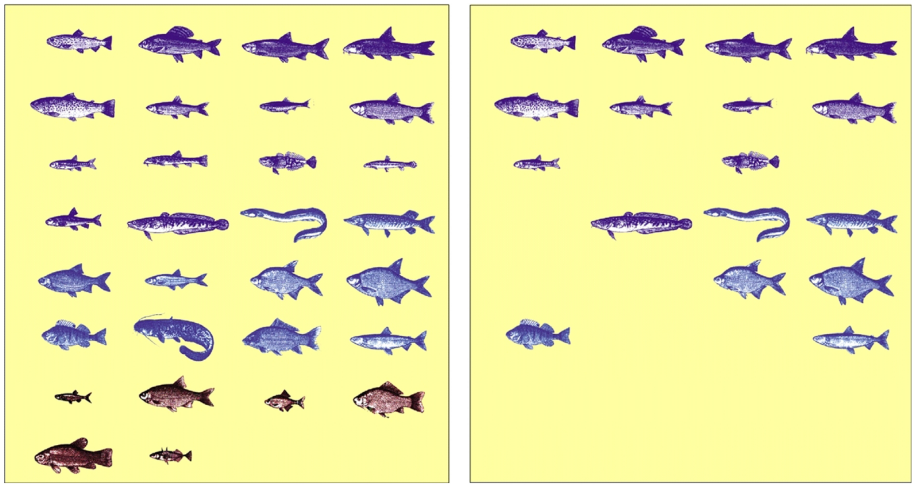


Bild 52: Gegenüberstellung der gewässertypischen (links) und heute noch vorkommenden, heimischen Fischarten (rechts)

extrem geringer Fischbestand

Neben diesem deutlichen Artenrückgang weist der Alpenrhein derzeit auch einen extrem geringen Fischbestand auf. Zwischen Ellhorn und Illmündung werden 1990 weniger als 50 Stück bzw. ca. 10 kg Biomasse pro Hektar Wasserfläche belegt (Bild 53).

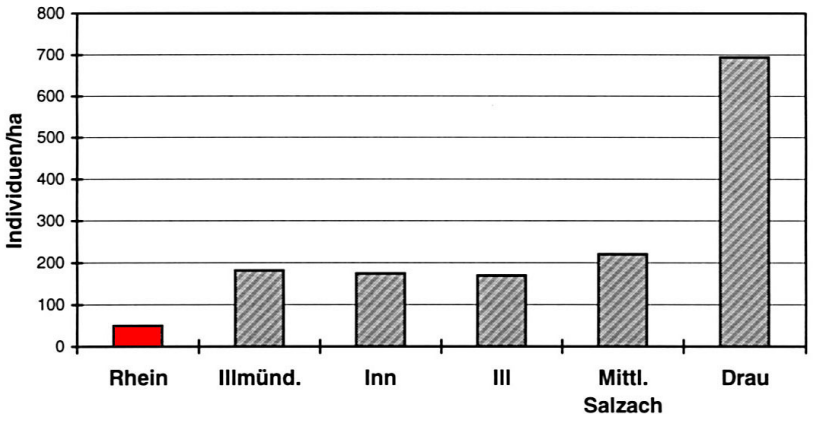


Bild 53: Fischbestand des Alpenrheins im Vergleich zu Flüssen ähnlichen Typs in Österreich /52/, /53/, /54/ und /55/

Jüngere Befischungen lassen heute vor allem für diesen Bereich eine noch weitere Abnahme des Fischbestandes annehmen (Schwall- und Trübeprojekt). Für Graubünden gibt Marrer /14/ einen höheren Fischbestand von 35 - 70 kg/ha an, der auch bei zuvor genannten Projekten dokumentiert wurde.

Sogar die typologisch ähnlichen, ebenfalls durch starke Schwallbeeinflussung und zugleich monotone Regulierung gekennzeichneten Flüsse Inn und Untere Salzach weisen fast 4-fach höhere Fischdichten auf.

Defizite für ökologische Gilden

Nachfolgend werden die wesentlichsten Defizite und Ursachen sowie auch Wertigkeiten aus Sicht der Fischfauna dargestellt.

1. **Verschwinden ruhigwasserliebender Arten (Schleie, Rotfeder, Bitterling, etc.)**

Diese Arten besiedeln bevorzugt stehende Gewässerabschnitte und benötigen höhere Temperaturen sowie Wasserpflanzen zur Fortpflanzung. Für stagnophile (ruhigwasserliebende) Fischarten (z.B. Schleie, Rotfeder, Karpfen, Bitterling) liegen in Gebirgsflusssystemen, wie dem Alpenrhein, potentielle Lebensräume nur in Alt- und Nebenarmen sowie wärmeren Zubringern (z.B. Riedgewässern) vor. Im Hauptarm kommen sie, auf Buchten und Hinterwässer beschränkt, nur in geringen Dichten vor. Gegenüber den ursprünglichen Verhältnissen besteht für ruhigwasserliebende Fischarten im heutigen, regulierten Alpenrheinsystem daher nahezu kein Lebensraum mehr (siehe Defizitmatrix).

2. **Nur mehr vereinzeltes Vorkommen strömungsindifferenter Arten (Brachse, Hecht, Flussbarsch, Rotauge, Karpfen, etc.)**

Strömungsindifferente Arten (z.B. Hecht, Brachse, Flussbarsch/Egli, Rotauge) besiedeln fliessende und stehende Bereiche sowohl im Fluss als auch in den Nebengewässern. Zur Fortpflanzung sind viele Arten jedoch auf Neben- bzw. Altarme, Überschwemmungsflächen und Riedgewässer angewiesen, in die sie zur Laichzeit einwandern. Gerade für die strömungsindifferenten Arten bedeutet daher neben den zuvor genannten Defiziten die fehlende Vernetzung des Hauptarmes mit den Nebengewässer- und Zubringersystemen die stärkste Beeinträchtigung. Darüber hinaus fehlen natürliche Mündungsbereiche von Zubringern, Seitenarmen sowie vernetzten Giessen und Hangbächen als Laichplätze und Jungfischlebensräume für die kieslaichenden Vertreter dieser Gruppe.

3. **Sehr geringer Bestand strömungsliebender Fischarten mit geringem Strukturbezug (Äsche, Nase, Barbe, Hasel, Strömer, ...)**

Diese in den schneller fliessenden Bereichen des Alpenrheins lebenden Arten benötigen trotz geringen Strukturbezug variable, den einzelnen Altersstadien genügende Ausformung des Gewässerbettes. Sie sind daher von der monotonen Ausformung des Hauptarmes und dem Fehlen von intakten Kiesbänken und Seitenarmen besonders betroffen. Weiters sind sie von den Giessen und Hangbächen, die herausragende Bedeutung als Laichplatz und Jungfischlebensraum besitzen, abgetrennt. Zudem schlägt sich gerade bei dieser ökologischen Gilde (wie auch bei den strömungsliebenden Fischarten mit starkem Strukturbezug) der Schwallbetrieb massiv nieder, da die täglichen Abflussschwankungen und die schwallbedingte Kolmation des Schotterlückenraumes die natürliche Fortpflanzung dieser Fischarten im Alpenrhein selbst praktisch vollständig unterbinden.

4. **Geringer Bestand strömungsliebender Arten mit starkem Strukturbezug (Bachforelle, Koppe, Aalrutte,..)**

Neben der monotonen Ausformung des Flussbettes schlägt sich bei dieser ökologischen Gilde vor allem das Fehlen von Uferstrukturen (Totholz) und Seitenarmen nieder. Zudem ist als Folge des Schwallbetriebes praktisch keine natürliche Fortpflanzung der Bachforelle mehr im Alpenrhein möglich. Da die Eier der Bachforelle fast das gesamte Winterhalbjahr im Schotterlückenraum liegen, sind sie gegen die schwallbedingte Kolmation besonders empfindlich. Durch Abtrennung und Beeinträchtigung der Zuflusssysteme weisen diese Arten auch in den Zubringern nur geringe Bestände auf. Die früher starke Stützung der Bestände im Alpenrhein infolge Zuwanderung aus den Zuflüssen tritt daher nur mehr in geringem Ausmass auf. Neben den hydromorphologischen Defiziten liegen im Zuflusssystem weitere Schadensfaktoren vor, deren genaue Ursachen (Schadstoffe, Krankheit, Verdrängungsprozess) gerade in einem Projekt in der Schweiz untersucht werden (Fischnetz). Insgesamt führen diese Beeinträchtigungen jedenfalls zu einer weiteren Abnahme der Fischbestände in den Gewässern des Talraumes.

5. **Beeinträchtigungen der Wanderfische aus dem Bodensee (Seeforelle, Coregonen)**

Die aus dem Bodensee vor der Laichzeit in das Alpenrheinsystem, früher vor allem bis in Vorder- und Hinterrhein, einwandernde Seeforelle ist aufgrund der starken Vermischung der Seeforellenpopulation mit den autochthonen Bachforellenpopulationen im Alpenrheinsystem von den gleichen Defiziten, insbesondere aber von der fehlenden Vernetzung mit den Zubringern bzw. der Reduktion der Zahl der Mündungen und dem Verlust eines grossteils der verbliebenen Zuflüsse als Laichgebiet und Jungfischlebensraum infolge vielfältiger anthropogener Beeinträchtigungen betroffen. Insbesondere für die Seeforelle ist als massgebliche noch bestehende Beeinträchtigung, auch die Behinderung der Rückwanderung abgelaichter Fische durch das KW Reichenau zu erwähnen.

Für die ebenfalls zum Laichen in den Alpenrhein einwandernden Coregonen ist vor allem die fehlende Durchwanderbarkeit im Längsverlauf des Alpenrheins (Schwelle Buchs) als Hauptdefizit anzuführen.

Insgesamt ist somit die fischökologische Funktionsfähigkeit des Alpenrheins bzw. der fischökologische Zustand nach der EU-WRRL als unbefriedigend bis schlecht zu bezeichnen (anhand dem derzeitigen Stand der Bewertungsverfahren).

7.2.4 Defizite + Wertigkeiten terrestrische Ökologie[3]

Strukturdefizite und fehlende Pionierstandorte

Der Alpenrhein verlor durch die Regulierung von der Mündung der Landquart bis zum Bodensee weitgehend seine natürliche landschaftsgestaltende Dynamik. Ab der Illmündung flussabwärts ist die Entwicklung von Schotterbänken vollständig unterbunden. Die alternierenden Kiesbänke oberhalb der Illmündung werden zu häufig überschwemmt, als dass sich eine für Pionierstandorte typische Pflanzen- und Tierwelt entwickeln könnte. Dementsprechend sind die schwallbedingten Spiegelschwankungsbereiche als Verluströume für die terrestrischen Organismengemeinschaften zu sehen (vgl. auch Ist-Zustand). Grössere Pionierstandorte beschränken sich auf wenige Bereiche (z.B. Mastrils). Nur an der Mündung in den Bodensee entwickeln sich fortlaufend neue Flächen, die ausschliesslich aus Feinsedimenten bestehen.

Eine Leitart für sich dynamisch verändernde Schotterflächen ist die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*), die in Mastrils erhalten ist und deren Samen flussabwärts noch bei Bendern (FL) nachgewiesen wurden /33/. Dies deutet auf ein entsprechendes Potential zur Wiederbesiedelung auch anderer Abschnitte, sofern sich nach Revitalisierungsmassnahmen Pionierstandorte entwickeln. Der gefährdete Zwergrohrkolben (*Typha minima*) – eine weitere Leitart – wächst auf eher feinkörnigen Substraten. Dem entsprechend entwickelten sich die grössten Bestände Mitteleuropas an der Rheinmündung.

Defizite für Tierwelt

Das Fehlen geeigneter Strukturen und Pionierflächen hat auch Konsequenzen für die Vogelwelt, insbesondere für Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*), die allenfalls lückig bewachsene Sand- bzw. Kiesbänke besiedeln. Flussabwärts der Tardisbrücke bei Mastrils sind kaum geeignete Bruthabitate erhalten. Aufgrund der monotonen Ufergestaltung wurde auch die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) selten.

Verlust an Nebengewässern und Auwaldflächen

Stehende oder allenfalls langsam fliessende Nebengewässer mit submersen Makrophyten und Verlandungsgesellschaften aus Röhrichten und Grosseggen wurden selten. Selten wurden dadurch auch an diese Gewässer gebundene Tierarten, v.a. Amphibien und Libellen. Heute ist die typische Vegetationsstruktur vor allem am Alten Rhein erhalten, der 1923 durch den Diepoldsauer Durchstich entstanden ist.

---

[3] Die in diesem Abschnitt aufgeführten Defizite und Wertigkeiten gehen über die Anforderung der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) hinaus.

Die Schutzdämme entlang des Alpenrheins verhindern die Überflutung der angrenzenden Waldflächen. In vielen Bereichen ist daher ein Vegetationswandel von der Weichholzau in Richtung Hartholzau zu beobachten. In einigen Bereichen (z.B. Illmündung) lässt sich sogar die Entwicklung zu Buchenwäldern feststellen. Uferbegleitende Gehölze fehlen in der internationalen Strecke des Alpenrheins nahezu vollständig. Forstliche Nutzungen verstärkten lokal die negativen Veränderungen.

Grundwasserabsenkung

Eine Folge der Sohleintiefung ist das Absinken des Grundwasserspiegels zwischen Bad Ragaz und Feldkirch. Die Giessen, Riedgewässer und temporären Kleingewässer fallen dadurch regelmässig trocken. Laichplätze für Amphibien gingen dadurch verloren.

Durch fehlendes Grund- bzw. Stauwasser sind in einigen Feuchtgebieten (Streuwiesen) zumindest periodisch aerobe Verhältnisse in den oberflächennahen Torfhorizonten entstanden. Die Folge ist eine Mineralisierung der organischen Substanz, wodurch Nährstoffe freigesetzt wurden /41/. Stenöke Feuchtgebietsarten werden dadurch von nährstoffliebenden, raschwüchsigen Arten wie z.B. Goldrute (*Solidago gigantea*), Mädesüss (*Filipendula ulmaria*) und Schilf (*Phragmites australis*) verdrängt. Auch die Ausbreitung des Ackersenfs (*Sinapis arvensis*) auf Streuwiesen weist auf gestörte Verhältnisse im Wasserhaushalt. Stenotope Tierarten sind durch die schleichende Austrocknung mancher Feuchtlebensräume bedroht.

7.2.5 Zusammenfassung der ökologischen Defizite

Nachfolgende Matrix zeigt die Auswirkungen der beschriebenen hydromorphologischen Defizite auf charakteristische Lebensgemeinschaften der aquatischen Bodenfauna und –flora, der Fische und terrestrischen Ökologie.

Anschaulich zeigt sich dabei die insgesamt massive Beeinträchtigung aller Lebensgemeinschaften. Für jede Gruppe ist mindestens eine starke Beeinträchtigung zu konstatieren. Viele Lebensgemeinschaften sind von mehreren hydromorphologischen Defiziten massiv betroffen.

Abflussschwall und monotone Flussbettausformung als wesentliche Ursachen überlagern ihre Auswirkungen. Dies hat eine zusätzliche Verstärkung der Beeinträchtigungen zur Folge.

Die terrestrische Ökologie wird vor allem durch den Verlust der Nebengewässer und Überflutungsflächen sowie die Grundwasserabsenkung geschädigt.

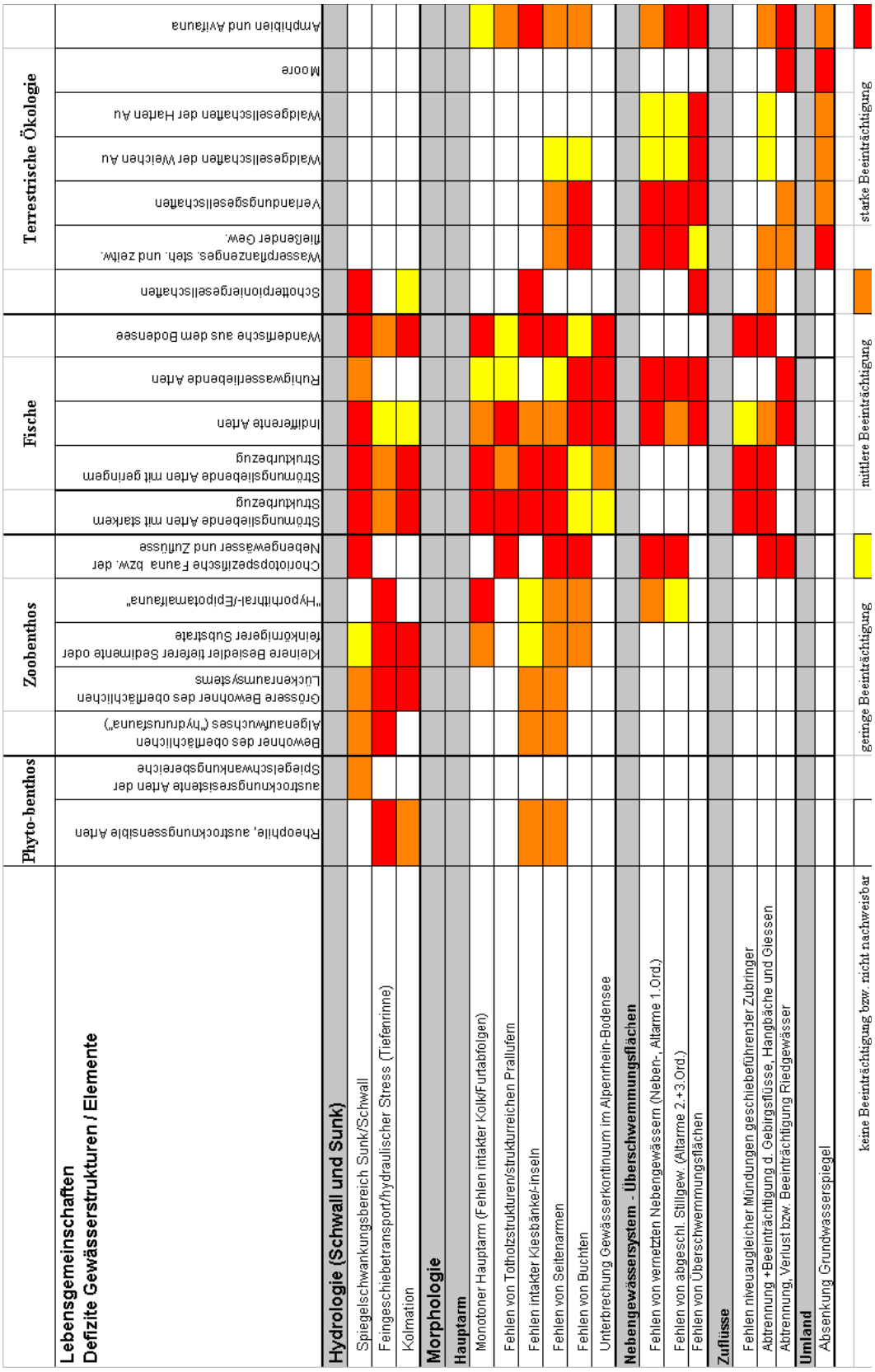


Tabelle 11: Defizitmatrix: In den Zeilen sind die in Kap. 7.2.1 beschriebenen hydromorphologischen Defizite angeführt; in den Spalten charakteristische, vom Alpenrhein abhängige Lebensgemeinschaften der Bodenfauna, -flora, Fische und terrestrischen Ökologie. In den Zellen wird der Grad der Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften durch die jeweiligen hydromorphologischen Defizite in 3 Stufen dargestellt.

7.2.6 Bewertung des ökologischen Zustandes des Alpenrheins

Die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Defizite und Analysen einzelner Abschnitte sind die Grundlage für die folgende zusammenfassende Bewertung des ökologischen Zustandes im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie. „Messlatte“ ist die Abweichung vom Referenzzustand (vgl. Kapitel 6.1).

Die Bewertung des ökologischen Zustandes des Alpenrheins erfolgt entsprechend den Vorgaben der EU-WRRL anhand der biologischen Gruppen: Phytho- und Makrozoobenthos sowie Fische. Da noch keine endgültigen Bewertungsschemata festgelegt sind (und auch in der Schweiz keine definitiven Bewertungsvorgaben existieren), wird die jeweils aktuellste vorliegende Methodik angewandt. Aufgrund fehlender aktueller Detaildaten für die einzelnen Abschnitte werden diese zu grösseren Bewertungsstrecken zusammengefasst. Für die abschliessende Gesamtbewertung auf Basis der biologischen Aspekte ist jeweils die schlechtere Bewertung ausschlaggebend. Die Ergebnisse sind in der Themenkarte „Analyse“ dargestellt.

Im Sinne des aktuellen Diskussionsstandes zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie dient die Beurteilung des hydromorphologischen Zustandes vor allem zur Definition der Referenzsituation (sehr guter ökologischer Zustand). Da die Daten der abiotischen Parameter im Gegensatz zur Biologie relativ lückenlos verfügbar sind, erfolgt in vorliegendem Bericht zusätzlich eine Bewertung der hydromorphologischen Verhältnisse, die für jeden Abschnitt gesondert erfolgen kann. Entsprechend dem aktuell vorliegenden Stand zur Umsetzung der EU-WRRL fliesst diese hydromorphologische Bewertung aber nicht in die Gesamtbewertung des ökologischen Zustandes ein.

7.2.6.1 Makrozoobenthos

Ein definitives Schema zur Bewertung des ökologischen Zustandes entsprechend EU-WRRL anhand des Makrozoobenthos liegt derzeit noch nicht vor. Als Bewertungsschema wird daher auf die ÖNORM M 6232 (Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fliessgewässern, /56/) zurückgegriffen. Darin ist die Vorgangsweise zur Beurteilung der „ökologischen Funktionsfähigkeit“ (die im Wesentlichen dem „ökologischen Zustand“ der WRRL entspricht) ausgearbeitet. Verwendet werden folgende Kriterien:

- Arteninventar
- Artendominanz

- Abundanz
- Längenzonale Verteilung und Ernährungstypen

Die Zuordnung zu bestimmten Stufen erfolgt entsprechend der verbalen 4-stufigen Klassifikation in der ÖNORM M 6232. Anschliessend wird diese 4-stufige Klassifikation in eine 5-stufige Skalierung entsprechend der WRRL umgewandelt: Von den insgesamt 7 Stufen der 4-stufigen Skala (unter Miteinbeziehung der 3 Zwischenstufen) werden die Stufen 1 und 1-2 in Stufe 1, die Stufen 3-4 und 4 in Stufe 5 zusammengefasst.

Die Bewertung erfolgte nur für den Alpenrhein selbst.

ÖNORM M6232		WRRL		Arten inventar	Dominanz struktur	Abundanz	Längenzonation Ernährungstypen
Stufe	Ökologische Funktionsfähigkeit	Stufe	Ökologischer Zustand				
1	uneingeschränkt	1	sehr gut	+	+	+	+
1-2	geringfügig beeintr.			+	+ bis (+)	(+)	+
2	mässig beeinträchtigt	2	gut	+	+ bis –	–	+ bis (+)
2-3	wesentlich beeintr.	3	mässig	+ bis (+)	–	–	+ bis (+)
3	stark beeinträchtigt	4	unbefriedigend	+ bis –	–	–	+ bis –
3-4	sehr stark beeintr.t	5	schlecht	– bis (–)	–	–	(–) bis –
4	nicht gegeben			–	–	–	–

Volle Übereinstimmung mit dem Naturzustand:	+
Leichte Abweichung vom Naturzustand	(+)
Naturzustand rudimentär vorhanden:	(–)
Abweichung vom Naturzustand:	–

Tabelle 12: Klassifizierung der ökologischen Funktionsfähigkeit anhand der Bodenfauna (aus ÖNORM M 6232, /56/)

Das **Phytobenthos** wurde nicht weiter gesondert verwendet, da hier die Daten noch lückenhafter bzw. auf weniger Organismengruppen (z.T. nur makroskopische Formen bearbeitet) beschränkt sind als beim Makrozoobenthos. Weiters erfolgte keine Klassifikation der **physikalisch-chemischen** Parameter, da diese im Gegensatz zur Biologie bzw. den Auswirkungen von Schwall und Flussbau keine nennenswerte Rolle spielen.

Nr.	Abschnittsname	Strecke	Makrozoobenthos						
			Arten-inventar	Dominanz-struktur	Abundanz	Längen-zonation	Ernährungs-typen	Bewertung ÖNORM	5-stufig WRRL
1	**Stauhaltung Reichenau**	Stauhaltung Reichenau	-	-	-	-	-	4	**5**
2	**Restwasserstrecke Ems**	Restwasserstrecke Ems	?	?	?	?	?	?	**?**
3	**Felsberg**	Zentrale Reichenau - Plessur	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	3	**4**
4	**Churer Rheintal**	Plessur - Maschänser Rüfi							
5	**Untervaz**	Maschänser Rüfi - Untervaz	(+)/(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	2-3	**3**
6	**Mastrilser Rheinauen**	Mastrilser Rheinauen	(+)/(-)	(+)/(-)	(-)	(-)	(+)	2-3	**3**
7	**Bündner Herrschaft**	Landquart - Ellhorn	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	3	**4**
8	**Werdenberg**	Ellhorn - Buchs	(+)/(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	2-3	**3**
9	**Schaan**	Buchs - Schellenberg							
10	**Schellenberg**	Schellenberg - Bangs							
11	**Illspitz**	Bangs - Illmündung							
12	**Kummaberg**	Illmündung - oberes Ende Diepoldsauer Durchstich	-	-	-	(-)	(-)	3-4	**5**
13	**Diepoldsauer Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich							
14	**Fussacher Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich - Mündung							
15	**Vorstreckung**	Vorstreckung	?	?	?	?	?	?	**?**

Tabelle 13: Bewertungsergebnis Benthos

Zu den einzelnen Parametern ist anzumerken, dass bei der **Abundanz** die im gesamten Alpenrhein (auch in der Verzweigungsstrecke Mastrils) extrem dünn besiedelte Tiefenrinne mitberücksichtigt wird. Aus diesem Grund und unter Miteinbeziehung der ausserordentlich spärlichen Besiedelung im Herbst /7/ erfolgt allgemein keine bessere Einstufung als „(-)“, auch wenn die ufernahen Schotterbänke bzw. der Spätwintertermin durchaus als nur leicht vom Naturzustand abweichend „(+)“zu beurteilen wären.

Für die Beurteilung des **Arteninventars** sind in den einzelnen Abschnitten der Fliessstrecken folgende Kennzeichen massgebend:

- Felsberg und Churer Rheintal: Die sehr schmale Flussbreite (im Mittel 57 bzw. 64 m; kaum Schotterbänke) deutet auf eine relativ grosse Ähnlichkeit mit der verarmten Tiefenrinne hin (diese Annahme ist jedoch relativ unsicher).
- Bündner Herrschaft: Die relativ schlechte Bewertung mit „(-)“ ergibt sich daraus, dass einerseits noch keine hyporhithralen/epipotamalen Faunenreste wie in den unterhalb anschliessenden Abschnitten auftreten. Andererseits sind infolge der starken inneren Kolmation auch die in Mastrils noch vorkommenden sauerstoffbedürftigen Feinsedimentbewohner (polyoxibionte Oligochaeten) praktisch verschwunden (dies trifft auch auf den oberen Bereich des Abschnittes „Werdenberg“ zu, im unteren Bereich ab Buchs treten dort jedoch die genannten Faunenreste noch auf).

Mastrils wird hinsichtlich der **Dominanzstruktur** etwas besser als die übrigen Strecken bewertet, da zumindest lokal begrenzt Eintagsfliegen noch eine etwas grössere Rolle spielen.

Bei der **Längenzonation** ist in allen schwallbeeinflussten Bereichen die Abweichung um 1-1.5 Regionen vom Referenzzustand massgebend für die Beurteilung „(-)".

Bei den **Ernährungstypen** werden in Mastrils die übermässige Weidegängerdominanz und ab Buchs die erhöhten Detritisfresseranteile als leichte Abweichung vom Naturzustand bewertet.

Der Stauraum Reichenau wird bei allen Parametern als „abweichend vom Naturzustand" bewertet. Generell ist in alpinen Stauräumen eine grundlegende Verarmung der Biozönose festzustellen, es verbleiben fast nur noch Chironomiden und (je nach organischer Belastung) Oligochaeten. Diese hauptsächlich von der Versandung der Flusssohle abhängige Veränderung ist ein derart konstantes Muster, dass auch ohne aktuellere Daten eine relativ sichere Übertragbarkeit der Befunde anderer alpiner Staue möglich ist. Die festgestellten hohen Taxazahlen im Rahmen der UVB Rheinkraftwerke /30/ ergeben sich unter Miteinbeziehung der Stauwurzel. Bewertet wird hier jedoch der räumlich vorherrschende Bereich des „typischen" Staus.

Zusammenfassend ergibt sich hinsichtlich der benthischen Besiedelung für die Strecken Untervaz, Mastrils und alle Abschnitte mit alternierenden Kiesbänken die relativ beste Beurteilung mit Stufe 3, der Stau Reichenau und die Internationale Rheinstrecke weisen einen schlechten Zustand (Stufe 5) auf. Felsberg, Churer Rheintal und Bündner Herrschaft sind mit Stufe 4 zwar etwas besser, aber im unbefriedigenden Zustand.

7.2.6.2 Fische

Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an das vorläufige Schema zur Bewertung des fischökologischen Zustandes der Untergruppe Fischökologie zur Umsetzung der WRRL /57/. Dementsprechend wird der fischökologische Zustand anhand der Parameter Artenzusammensetzung, Populationsstruktur und Fischregionsindex sowie Biomasse im Vergleich zum Referenzzustand („sehr guter ökologischer Zustand") bewertet.

Die Artenzusammensetzung setzt sich aus dem gewichteten Mittelwert der Parameter „Vorkommen der Leitfischarten", „typischer" bzw. „seltener Begleitfischarten" sowie dem Vorkommen von „Strömungsgilden" und „Reproduktionsgilden" zusammen. Dabei wird der Parameter „Vorkommen der Leitfischarten" mit dem Faktor „4", „typische Begleitfischarten" mit „2" und alle anderen mit dem Faktor „1" gewichtet (siehe Tabelle 14 und Tabelle 15).

Fischarten		Oberlauf bis Felsb.	Stauraum		RW-Strecke und Chur		Felsberg bis Ellhorn			Mastrilser Auen		Ellhorn bis III			III bis Mündung		
	FRI	Leitbild	akt-uell	PO	akt-uell	PO		aktuell	PO	aktuell	PO		aktuell	PO		aktuell	PO
Bachforelle	3.8	l	1	5	10	4	l	10	4	10	3	l	3	5	l	3	5
Seeforelle	3.8	s	1		1		s	1		1		s	1		s	1	
Äsche	5.0	b		5	1	5	l	1	5	1	4	l	3	5	l	3	5
Coregonen												s	1		s	3	
Nase	5.9	s					b	1	5	1	5	b	1	5	b	3	5
Barbe	6.2	s					s					b	1	5	b	1	5
Hasel	6.3	s					s					b	3	5	b	3	4
Strömer	5.4	l		5	3	3	l	3	3	3	3	l	3	4	l	3	5
Schneider	5.6											s			s		
Döbel, Alet	6.0	b		5	1	5	b	1	5	1	5	b	3	5	b	3	5
Pfrille, Elritze	5.0	b		5		5	b		5		5	b	3	5	b	3	5
Gründling	6.0	s					s					s			s		
Schmerle	5.5	b		5		5	b		5	1	5	b		5	b		5
Groppe, Koppe	4.0	l	1	5	10	2	l	10	2	10	1	l	3	3	l	3	4
Trüsche, Aalrutte	5.4	s					s					s	1		s	1	
Steinbeisser	6.3	s					s					s			s		
Aal	5.6	s					s					s	1		s	1	
Hecht	6.2	s					s					s	1		s	1	
Rotauge	6.4	s					s					s			s	1	
Laube	6.4						s					b		5	b	1	5
Güster, Blicke	6.7											s			s	1	
Brachse	6.4	s					s					b	3	5	b	3	5
Egli, Flußbarsch	6.1	s					s					b	1	5	b	1	5
Karpfen	6.5						s					s			s		
Rotfeder	6.7						s					s			s		
Bitterling	6.5																
Schleie	6.7						s					s			s		
Stichling																	
Leitfischarten		3	2	5	3	3	4	4	3.5	4	2.75	4	4	4.25	4	4	4.75
typ. Begleitfischarten		4	0	5	2	5	4	2	5	3	5	9	7	5	9	8	4.889
selt. Begleitfischart		12	1		1		15	1		1		13	5		13	7	
Summe bzw. PO		**19**	**3**	**5.00**	**6**	**3.67**	**23**	**7**	**4.00**	**8**	**3.50**	**26**	**16**	**4.50**	**26**	**19**	**4.80**

s selt. Begleitfischart b typ. Begleitfischart l Leitfischart aktuell: 1 selten 3 mäßig häufig 10 häufig
Populationsaufbau PO: 5-stufige Bewertung lt.WRRL

Tabelle 14: Artenspektrum und Populationsaufbau Fischökologie

Der Populationsaufbau wird nur für die Leitfischarten und typischen Begleitfischarten bewertet (siehe Tabelle 14).

Beide Parameter werden anschliessend mit dem Faktor „2“ gewichtet und mit dem Fischregionsindex (vgl. /49/) gemittelt.

Diese „Zwischenbewertung“ wird anschliessend mit der Bewertung anhand der Biomasse verglichen, wobei eine Biomasse zwischen 25-50 kg/ha unabhängig von der Zwischenbewertung eine Einstufung in die Klasse „4 - unbefriedigend“ zu Folge hat. Eine Biomasse kleiner als 25 kg/ha führt zur Bewertung mit der schlechtesten Stufe „5 – schlechter ökologischer Zustand“.

	Oberlauf bis Felsb.						Felsberg bis Ellhorn						Ellhorn bis III				III bis Mündung			
Fischarten	**Leitbild**		**Stauraum**		**RW-Strecke und Chur**		**Leitbild**		**generell**		**Mastrilser Auen**		**Leitbild**		**generell**		**Leitbild**		**generell**	
	Repr.-G.	**Str.-G.**	**aktuell**		**aktuell**		**Repr.-G.**	**Str.-G.**	**aktuell**		**aktuell**		**Repr.-G.**	**Str.-G.**	**aktuell**		**Repr.-G.**	**Str.-G.**	**aktuell**	
Bachforelle	litho	rhithral	1	1	10	10	litho	rhithral	10	10	10	10	litho	rhithral	3	3	litho	rhithral	3	3
Seeforelle	litho	anadrom	1	1	1	1	litho	anadrom	1	1	1	1	litho	anadrom	1	1	litho	anadrom	1	1
Äsche	litho	rhithral			1	1	litho	rhithral	1	1	1	1	litho	rhithral	3	3	litho	rhithral	3	3
Coregonen													pelago	anadrom	1	1	pelago	anadrom	3	1
Nase	litho	rheo A					litho	rheo A	1	1	1	1	litho	rheo A	1	1	litho	rheo A	3	1
Barbe	litho	rheo A					litho	rheo A					litho	rheo A	1	1	litho	rheo A	1	1
Hasel	phytho/litho	rheo A					phytho/litho	rheo A					phytho/litho	rheo A	3	3	phytho/litho	rheo A	3	3
Strömer	litho	rhithral			3	3	litho	rhithral	3	3	3	3	litho	rhithral	3	3	litho	rhithral	3	3
Schneider													litho	rheo A			litho	rheo A		
Döbel, Alet	litho	eurytop			1	1	litho	eurytop	1	1	1	1	litho	eurytop	3	3	litho	eurytop	3	3
Pfrille, Elritze	litho	rhithral					litho	rhithral					litho	rhithral	3	3	litho	rhithral	3	3
Gründling	psammo	rheo A					psammo	rheo A					psammo	rheo A			psammo	rheo A		
Schmerle	psammo	rheo A					psammo	rheo A			1	1	psammo	rheo A			psammo	rheo A		
Groppe, Koppe	litho	rhithral	1	1	10	10	litho	rhithral	10	10	10	10	litho	rhithral	3	3	litho	rhithral	3	3
Trüsche, Aalrutte	litho-pelago	rhithral					litho-pelago	rhithral					litho-pelago	rhithral	1	1	litho-pelago	rhithral	1	1
Steinbeisser	phytho	rheo A					phytho	rheo A					phytho	rheo A			phytho	rheo A		
Aal	pelago	eurytop					pelago	eurytop					pelago	eurytop	1	1	pelago	eurytop	1	1
Hecht	phytho	eurytop					phytho	eurytop					phytho	eurytop	1	1	phytho	eurytop	1	1
Rotauge	phytho/litho	eurytop					phytho/litho	eurytop					phytho/litho	eurytop			phytho/litho	eurytop	1	1
Laube							phytho/litho	eurytop					phytho/litho	eurytop			phytho/litho	eurytop	1	1
Güster, Blicke													phytho/litho	rheo b			phytho/litho	rheo b	1	1
Brachse	phytho/litho	rheo b					phytho/litho	rheo b					phytho/litho	rheo b	3	3	phytho/litho	rheo b	3	3
Egli, Flußbarsch	phytho/litho	eurytop					phytho/litho	eurytop					phytho/litho	eurytop	1	1	phytho/litho	eurytop	1	1
Karpfen							phytho	rheo b					phytho	rheo b			phytho	rheo b		
Rotfeder							phytho	stagno					phytho	stagno			phytho	stagno		
Bitterling																				
Schleie							phytho	stagno					phytho	stagno			phytho	stagno		
Stichling																				
Reproduktionsgilden	6		1		1		6		1		2		6		5		6		5	
Strömungsgilden		5		2		3		6		4		4		6		5		6		5
Differenz			**5**	**3**	**5**	**2**			**5**	**2**	**4**	**2**			**1**	**1**			**1**	**1**

s selt. Begleitfischart **b typ. Begleitfischart** **l Leitfischart** **1 selten** **3 mäßig häufig** **10 häufig**

Tabelle 15: Reproduktions- und Strömungsgilden Fischökologie

Fischarten		**Oberlauf bis Felsb.**		**Stauraum**		**RW-Strecke und Chur**		**Felsberg bis Ellhorn**				**Mastrilser Auen**		**Ellhorn bis III**				**III bis Mündung**			
	FRI	**Leitbild**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**	**Leitbild**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**	**Leitbild**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**	**Leitbild**	**FRI**	**aktuell**	**FRI**
Bachforelle	3.8	l	38	1	3.8	10	38	l	38	10	38	10	38	l	38	3	11.4	l	38	3	11.4
Seeforelle	3.8	s	3.8	1	3.8	1	3.8	s	3.8	1	3.8	1	3.8	s	3.8	1	3.8	s	3.8	1	3.8
Äsche	5.0	b	15			1	5	l	50	1	5	1	5	l	50	3	15	l	50	3	15
Coregonen														s		1		s		3	
Nase	5.9	s	5.9					b	17.7	1	5.9	1	5.9	b	17.7	1	5.9	b	17.7	3	17.7
Barbe	6.2	s	6.2					s	6.2					b	18.6	1	6.2	b	18.6	1	6.2
Hasel	6.3	s	6.3					s	6.3					b	18.9	3	18.9	b	18.9	3	18.9
Strömer	5.4	l	54			3	16.2	l	54	3	16.2	3	16.2	l	54	3	16.2	l	54	3	16.2
Schneider	5.6													s	5.6			s	5.6		
Döbel, Alet	6.0	b	18			1	6	b	18	1	6	1	6	b	18	3	18	b	18	3	18
Pfrille, Elritze	5.0	b	15					b	15					b	15	3	15	b	15	3	15
Gründling	6.0	s	6					s	6					s	6			s	6		
Schmerle	5.5	b	16.5					b	16.5			1	5.5	b	16.5			b	16.5		
Groppe, Koppe	4.0	l	40	1	4	10	40	l	40	10	40	10	40	l	40	3	12	l	40	3	12
Trüsche, Aalrutte	5.4	s	5.4					s	5.4					s	5.4	1	5.4	s	5.4	1	5.4
Steinbeisser	6.3	s	6.3					s	6.3					s	6.3			s	6.3		
Aal	5.6	s	5.6					s	5.6					s	5.6	1	5.6	s	5.6	1	5.6
Hecht	6.2	s	6.2					s	6.2					s	6.2	1	6.2	s	6.2	1	6.2
Rotauge	6.4	s	6.4					s	6.4					s	6.4			s	6.4	1	6.4
Laube	6.4							s	6.4					b	19.2			b	19.2	1	6.4
Güster, Blicke	6.7													s	6.7			s	6.7	1	6.7
Brachse	6.4	s	6.4					s	6.4					b	19.2	3	19.2	b	19.2	3	19.2
Egli, Flußbarsch	6.1	s	6.1					s	6.1					b	18.3	1	6.1	b	18.3	1	6.1
Karpfen	6.5							s	6.5					s	6.5			s	6.5		
Rotfeder	6.7							s	6.7					s	6.7			s	6.7		
Bitterling	6.5																				
Schleie	6.7							s	6.7					s	6.7			s	6.7		
Stichling																					
Leitfischarten		3		2		3		4		4		4		4		4		4		4	
typ. Begleitfischarten		4		0		2		4		2		3		9		7		9		8	
selt. Begleitfischart		12		1		1		15		1		1		13		5		13		7	
Summe bzw. FRI		**19**	**4.95**	**3**	**3.87**	**6**	**4.19**	**23**	**5.08**	**7**	**4.26**	**8**	**4.3**	**26**	**5.26**	**16**	**5.32**	**26**	**5.26**	**19**	**5.45**

s selt. Begleitfischart **b typ. Begleitfischart** **l Leitfischart** **1 selten** **3 mäßig häufig** **10 häufig**

Tabelle 16: Fischregionsindex

Wie aus der Zusammenstellung in Tabelle 17 ersichtlich, ist der Stauraum Reichenau demnach mit Stufe „5 – schlecht“ zu bewerten. Die Restwasserstrecke sowie der Abschnitt Felsberg sind ebenso wie die Abschnitte flussab bis zu den Mastrilser Auen in Klasse „4 – unbefriedigend“ einzustufen, wobei dies auf die sehr geringe Biomasse zurückzuführen ist. Da bei den Befischungen im Rahmen der Schwall und Trübeuntersuchung Alpenrhein /58/ in den Mastrilser Auen höhere Bestände festgestellt wurden, werden die Mastrilser Auen mit Stufe „3 – mässig“ bewertet. Flussab bis zum Ellhorn führt die geringe Biomasse wiederum zu Stufe „4“.

Flussab der Rampe Ellhorn und in der Internationalen Strecke geht die Biomasse noch weiter zurück (< 25 kg/ha). Dies hat die Einstufung in Klasse „5 – schlecht“ zur Folge, obwohl vor allem das Artenspektrum bzw. der Fischregionsindex besser zu beurteilen wäre.

Nr.	Abschnittsname	Strecke	Fischökologische Bewertung										
			Arten						Popu-lations-struktur	Fisch-regions-index	Zwischen bewert-ung	Biomasse	Gesamt
			LA	TB	SB	Repr.-G.	Str.-G.	gesamt					
1	**Stauhaltung Reichenau**	Stauhaltung Reichenau	4	5	4	4	4	4,2	5,0	4,0	**4,5**	5,0*	**5,0**
2	**Restwasserstrecke Ems**	Restwasserstrecke Ems	1	2	4	4	4	2,2	3,7	3,0*	**3,0**	4,0*	**4,0**
3	**Felsberg**	Zentrale Reichenau - Plessur											
4	**Churer Rheintal**	Plessur - Maschänser Rüfi	1	2	4	4	3	2,1	4,0	3,0	**3,0**	4.0*	**4.0**
5	**Untervaz**	Maschänser Rüfi - Untervaz											
6	**Mastrilser Rheinauen**	Mastrilser Rheinauen	1	1	4	4	3	1,9	3,5	3,0*	**3,0**		**3,0**
7	**Bündner Herrschaft**	Landquart - Ellhorn	1	2	4	4	3	2,1	4,0	3,0	**3,0**	4,0*	**4,0**
8	**Werdenberg**	Ellhorn - Buchs	1	1	1	2	2	1,2	4,5	1,0	**2,5**	5,0*	**5,0**
9	**Schaan**	Buchs - Schellenberg											
10	**Schellenberg**	Schellenberg - Bangs											
11	**Illspitz**	Bangs - Illmündung											
12	**Kummaberg**	Illmündung - oberes Ende Diepoldsauer Durchstich	1	1	1	2	2	1,2	4,8	1,0	**2,6**	5,0*	**5,0**
13	**Diepoldsauer Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich											
14	**Fussacher Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich - Mündung											
15	**Vorstreckung**	Vorstreckung	Sonderfall Mündungsbereich und zu wenig Daten										

* k.o.-Kriterium

Tabelle 17: Bewertungsergebnis Fischökologie

Dies ist auf die vor allem flussab der Schwelle Buchs noch uneingeschränkt vorhandene Vernetzung mit dem Bodensee und der dadurch möglichen, regelmässigen Einwanderung zahlreicher, vor allem auch strömungsindifferenter Fischarten zurückzuführen. Gleichzeitig ist darauf hinzuweisen, dass für die Bewertung die Ergebnisse des Gewässer- und Fischökologischen Konzeptes /21/ herangezogen wurden, die eine Zusammenstellung vieler Befischungen darstellen und dadurch sicherlich ein deutlich grösseres Artensspektrum erfassen als mit einer Befischung allein möglich wäre.

Nach Abstimmung mit zahlreichen Fischexperten am Alpenrhein stimmt aber vorliegende Bewertung des fischökologischen Zustandes gut mit dem Eindruck vor Ort überein.

7.2.6.3 Gesamtbewertung

Die Gesamtbeurteilung ergibt für den Alpenrhein kein gutes Bild. Der grösste Teil – Stauraum Reichenau und der gesamte mittlere und untere Teil ab der Strecke Werdenberg - weist einen schlechten ökologischen Zustand (5) auf. Die schlechte Beurteilung der Strecke mit den alternierenden Kiesbänken (mit Stufe 5 gleich wie die Internationale Strecke beurteilt) ergibt sich dabei letztendlich allein aus den geringen Fischbiomassen, die in weiterer Konsequenz als limitierendes Kriterium durchschlagen.

Lediglich in den Mastrilser Rheinauen ist die Beeinträchtigung noch mässig (Stufe 3), sie weichen damit aber bereits ebenfalls vom guten ökologischen Zustand ab und es besteht somit auch hier Handlungsbedarf (Schwallbetrieb).

Nr.	Abschnittsname	Strecke	ökologischer Zustand		
			Fische	Benthos	Gesamt
1	**Stauhaltung Reichenau**	Stauhaltung Reichenau	5,0	5	5
2	**Restwasserstrecke Ems**	Restwasserstrecke Ems	4,0	?	4
3	**Felsberg**	Zentrale Reichenau - Plessur		4	4
4	**Churer Rheintal**	Plessur - Maschänser Rüfi	4.0		4
5	**Untervaz**	Maschänser Rüfi - Untervaz		3	4
6	**Mastrilser Rheinauen**	Mastrilser Rheinauen	3,0	3	3
7	**Bündner Herrschaft**	Landquart - Ellhorn	4,0	4	4
8	**Werdenberg**	Ellhorn - Buchs	5,0	3	5
9	**Schaan**	Buchs - Schellenberg			5
10	**Schellenberg**	Schellenberg - Bangs			5
11	**Illspitz**	Bangs - Illmündung			5
12	**Kummaberg**	Illmündung - oberes Ende Diepoldsauer Durchstich	5,0	5	5
13	**Diepoldsauer Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich			5
14	**Fussacher Durchstich**	Diepoldsauer Durchstich - Mündung			5
15	**Vorstreckung**	Vorstreckung	Sonderfall Mündungsbereich,zu wenig Daten		

Tabelle 18: Gesamtbewertung des ökologischen Zustandes der verschiedenen Alpenrheinabschnitte (5-stufige Skala der WRRL)

7.2.6.4 Ergänzende Bewertung anhand Hydromorphologie

Bei der **Hydromorphologie** wurden folgende Teilaspekte berücksichtigt:

- Hydrologie
- Kontinuum
- Auen
- Strukturelle Komponenten im weiteren Sinn (Flusstyp, Dynamik, Fliessen/Substrat, Strukturen).

Die Vorgangsweise orientiert sich dabei an der Methodik, wie sie für die Obere Drau (Arbeitsgruppe BOKU Wien, /59/) entwickelt wurde. Es erfolgt

eine 5-stufige numerische Bewertung, aus den 4 genannten Teilaspekten wird der Mittelwert berechnet.

ÖKOLOGISCHE FUNKTIONSFÄHIGKEIT (Fliessgewässerlebensräume)	Bewertungsabschnitte														
Kriterien	Stauhaltung Reichenau	Restwasserstrecke Ems	Felsberg	Churer Rheintal	Untervaz	Mastriser Rheinauen	Bündner Herrschaft	Werdenberg	Schaan	Schellenberg	Illspitz	Kummaberg	Diepoldsauer Durchstich	Lustenau/Fussach	Vorstreckung
HYDROLOGISCHE CHARAKTERISTIK															
Hydrologisches Regime	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hydrologische Kennwerte (Schwall)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Gesamt HYDROL. CHARAKTERISTIK	4,50	4,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
MORPHOLOGIE															
Morphologischer Flusstyp															
Gewässerlauf	5	4	5	4	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Gewässerquerschnitt	5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Gesamt Morphologischer Flusstyp	5,00	4,00	4,50	4,00	4,00	2,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00
Gewässerdynamik															
Laufdynamik	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Sohldynamik	5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Auengewässer-, Überschwemmungsdynamik	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Gesamt Gewässerdynamik	4,67	4,00	3,67	3,67	3,00	2,33	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	4,67	4,67	4,67	4,33
Fliessverhältnisse und Sohlsubstrat															
Fließverhältnisse	5	3	2	2	1,5	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sohlsubstrat	5	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Gesamt Fliessverhältnisse + Sohlsubstrat	5,00	3,00	2,50	2,50	1,75	1,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Gewässerstrukturen															
Kolk-Furt-Abfolgen, Prall-Gleitufer	5	3	3	3	2,5	2	3	3	3	3	3	5	5	5	5
Seitenarme, Aufzweigungen	5	5	4	4	3	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Sedimentbänke	5	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	5	5	5	5
Buchten	5	4	4	4	2	2	3	3	3	3	3	5	5	5	5
Vegetationsstrukturen	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Totholz	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Gesamt Gewässerstrukturen	4,67	3,83	3,67	3,67	2,75	2,17	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	5,00	5,00	5,00	5,00
Gesamt MORPHOLOGIE	4,83	3,71	3,58	3,46	2,88	1,88	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	4,29	4,29	4,29	4,21
FLIESSGEWÄSSERKONTINUUM															
longitudinal	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
lateral	4	4	3	4	4	2	5	5	5	4	4	5	5	5	5
Gesamt FLIESSGEWÄSSERKONTINUUM	4	3,5	3	3,5	3,5	2,5	4	4	3	2,5	2,5	3	3	3	3
AUEN-STANDORTVERHÄLTNISSE															
Ausdehnung	5	5	5	5	4,5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5
GESAMT ÖF	4,58	4,18	3,90	3,99	3,72	2,59	4,15	4,15	3,90	3,77	3,77	4,07	4,07	4,07	3,93
Status	schlecht	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	mäßig	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend

Grenzen:

I	1,00 - 1,49
II	1,50 - 2,49
III	2,50 - 3,49
IV	3,50 - 4,49
V	4,50 - 5,00

Tabelle 19: Bewertungsergebnis der Hydromorphologie

Die Auswertung der hydromorphologischen Verhältnisse zeigt – wie auch die biologischen Parameter - ein grossteils einheitlich schlechtes Bild. Der weitaus überwiegende Teil ist in einem unbefriedigenden Zustand, die grundlegend veränderte Gewässercharakteristik weist für den Stauraum Reichenau noch schlechtere Verhältnisse aus. Lediglich der Abschnitt der Mastrilser Rheinauen lässt sich rein morphologisch einem guten Zustand zuordnen. Aufgrund der hydrologischen Beeinträchtigung (Schwall) ergibt sich hydromorphologisch aber ein mässiger Zustand (Stufe 3).

Insgesamt schlagen sich dabei die generell unbefriedigenden Verhältnisse hinsichtlich der Auenstandorte (Ausnahme Mastrils), der hydrologischen Charakteristik (vor allem Schwallbetrieb) und im Stauraum sowie der Internationalen Rheinstrecke zudem die unzulänglichen morphologischen Eigenschaften (Flusstyp, Dynamik und Strukturen) nieder.

7.3 Grundwasser

Abtiefung der Rheinsohle bewirkt tieferen Grundwasserspiegel

Als Folge der Absenkung der Rheinsohle sank auch der Grundwasserspiegel in entsprechendem Mass. Von Reichenau bis Landquart beträgt die Absenkung seit 1950 etwa 1 m, von Landquart bis Ellhorn gegen 2 m. Unterhalb der Ellhornschwelle, wo die grösste Sohlenabsenkung stattfand, sind es im Raum Balzers 3 bis 4 m, bei Ruggell noch 1 bis 2 m. Die Grundwasserabsenkung wird mit zunehmendem Abstand vom Rhein geringer. Unterhalb Bangs nimmt die Absenkung von etwa 2 m bis in den Raum Diepoldsau auf einen Meter ab und ist unterhalb nicht mehr von Bedeutung. Das Absinken des Grundwasserspiegels führte auch zu Setzungen der Böden.

höherer Grundwasserspiegel ist erwünscht

Aus der Sicht der Grundwassernutzung und der Ökologie[4] ist in den Bereichen mit grösseren Absenkungen eine höhere Sohlenlage des Rheins erstrebenswert. Die wünschbare Wiederanhebung des Grundwasserspiegels muss hierbei auf zwischenzeitlich errichtete Bauwerke (Kellergeschosse) und sonstige Anlagen (Deponien, Verkehrsflächen, usw.) Rücksicht nehmen. Vernässungen von Landwirtschaftsland sind ein zusätzlicher Problembereich. Es gilt hier jedoch zu unterscheiden zwischen Vernässungen als Folge von Rheininfiltrat und Staunässe, verursacht durch geringdurchlässige Deckschichten. Solche Deckschichten finden sich häufig im ganzen Rheintal. Der Bau von Drainageleitungen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung erfolgte in diesen Gebieten schon vor Jahrzehnten, sie erfüllen heute oft nicht mehr ihren ursprünglichen Zweck.

Grundwasserneubildung

Die Neubildung von Grundwasser im Alpenrheintal ist komplex, da neben dem Rhein auch die Nebengewässer und die seitlichen Randzuflüsse beitragen, neben der eigentlichen Grundwasserneubildung durch den Niederschlag. Im Jahresmittel dürfte die direkte Grundwasserneubildung bei über 2 m^3/s liegen. Die Randzuflüsse bei 4 m^3/s, die Infiltration aus Oberflächengewässern um 8 m^3/s, die Exfiltration um 13 m^3/s sowie die effektiven Grundwasserentnahmen (ohne Wärmepumpen) um 1.1 m^3/s. Die konzessionierten Entnahmemengen würden 12 m^3/s betragen.

einzelne Grundwasserbecken

Eine Besonderheit stellt die Unterteilung in einzelne Grundwasserbecken dar, ein eigentlicher Grundwasserstrom von Reichenau bis zum Bodensee existiert praktisch nicht. Für die einzelnen Becken ist der Rhein die treibende Kraft. Am oberen Rand eines Beckens infiltriert der Rhein, beim Beckenabschluss drückt das Wasser wieder in den Rhein zurück. So fliesst vom

---

[4] Obschon heute nicht wenige der Giessen wieder künstlich bewässert werden, hat sich ihr ökologischer Typus verändert. Neben der direkten Zugabe von Rheinwasser (beispielsweise Raum Balzers) wurde teilweise auch versucht, durch Tieferlegung der Giessen eine Bewässerung zu erreichen. Der Nutzen einer solchen Massnahme ist jedoch zweifelhaft, da der Grundwasserträger zusätzlich drainiert und abgesenkt wird.

mächtigen Grundwasserstrom des Ill-Frutz-Schwemmfächers nur wenig Wasser über die Schwelle Kummaberg-Montlinger Bergli.

Grundwasserqualität

Die Grundwasserqualität in Rheinnähe ist in direktem Zusammenhang zum Rheinwasser. Inhaltsstoffe des Rheinwassers finden sich daher innert Kürze in einer rheinnahen Grundwasserfassung wieder, sofern sie nicht längs des Fliessweges abgebaut oder adsorbiert werden. Fassungen in Rheinferne zeigen hingegen ein konstanteres Verhalten, langfristige Einflüsse aus Landwirtschaft, Besiedlung und leider auch Deponien überwiegen.

Sicherheit Trinkwasserversorgung

Die Sicherheit der Trinkwasserversorgung im Rheintal ist hoch, doch besteht ohne Zweifel ein Risiko einer Verschmutzung. In Rheinnähe (doch auch Ill, Binnenkanäle usw.) ist die Hauptgefahr ein Unfall mit wassergefährdenden Flüssigkeiten (Strassen- oder Eisenbahntransporte), die in ein Oberflächengewässer gelangen, sich rasch ausbreiten und über die ganze betroffene Länge in das Grundwasser versickern können. Abseits von Oberflächengewässern können solche Stoffe direkt in den Untergrund versickern und kontaminieren anschliessend das Grundwasser.

7.4 Raumplanung – Nutzungen

7.4.1 Siedlungsentwicklung

Bevölkerungsprognose

Die Zahl der Wohnbevölkerung wird weiter anwachsen. Länder und Kantone haben ihre Prognosen angestellt und rechnen mit der in Tabelle 20 dargestellten Entwicklung.

Region	Einwohner 2000	Prognose 2020	Zunahme in 20 Jahren
Graubünden, Sarganserland	87'721	105'500	18'000
Werdenberg, Fürstentum Liechtenstein	65'960	75'000	9'000
Vorarlberg, St. Galler Rheintal	297'776	434'000	136'000
Total	451’457	614'500	163'000

Tabelle 20: Prognose der Entwicklung der Wohnbevölkerung im Alpenrheintal in den nächsten 20 Jahren (Quelle: /60/)

Das zahlenmässig grösste Wachstum wird nach wie vor in Vorarlberg und im St. Galler Rheintal zu erwarten sein. Verglichen mit der Entwicklung der letzten 40 Jahre (Zuwachs um rund 170'250 Einwohner, vgl. Bericht Ist-

Zustand) dürfte die Prognose für die nächsten 20 Jahre optimistisch und eher in 40 Jahren zu erreichen sein.

Arbeitplatzprognose

Die Zahl der Arbeitsplätze im Verhältnis zur Zahl der Einwohner hat sich von 1970 bis 2000 im Durchschnitt von 0.45 auf 0.53 erhöht. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Verhältniszahl bei 0.55 stabilisieren wird, was der Durchschnittszahl in der Schweiz entspricht. Ausgehend von der oben geschätzten Entwicklung der Einwohnerzahlen und unter Berücksichtigung der regionalen Unterschiede ergeben sich folgende Arbeitsplatzzahlen:

Region	**Arbeitsplätze 2000**	**Prognose 2020**	**Zunahme in 20 Jahren**
Graubünden, Sarganserland	47'000	58'000	11'000
Werdenberg, Fürstentum Liechtenstein	45'000	49'000	4'000
Vorarlberg, St. Galler Rheintal	146'000	231'000	85'000
Total	238'000	338'000	100'000

Tabelle 21: Prognose der Entwicklung der Arbeitsplätze im Alpenrheintal in den nächsten 20 Jahren (Quelle: /60/)

künftiger Bedarf an Siedlungsgebieten

Es kann davon ausgegangen werden, dass das geschätzte Wachstum in den bereits ausgeschiedenen Siedlungsgebieten Platz findet, weil die umfangreichen Nutzungsreserven im weitgehend überbauten Gebiet bei weitem nicht ausgeschöpft sind. Diese Siedlungsgebiete beinhalten Wohnstandorte, Nutzflächen für die Wirtschaft, für öffentliche Bauten und Anlagen sowie Einkaufs- und Freizeitzentren. Ziel der Siedlungsentwicklung ist es, der weiteren Zersiedelung entgegenzuwirken. In Rheinnähe sind deshalb keine weiteren Siedlungsentwicklungen zu erwarten, die über die bereits zu diesen Zwecken gewidmeten Flächen hinausgehen. Es sei denn, länderübergreifend entwickelte Planungsziele und -strategien der Raumordnungs- und Umweltpolitik machen punktuelle Korrekturen notwendig.

7.4.2 Landschaft

Landschaftsschutzgebiete

In den Richtplänen der Kantone und der Länder sind Landschaftsschutzgebiete ausgeschieden. Sie umfassen Landschaften und Landschaftsteile, die sich durch ihre Vielfalt und Einmaligkeit und Schönheit auszeichnen; sie werden oft als besondere Erlebnisräume vom erholungsuchenden Menschen geschätzt. Die Landschaftsschutzgebiete sind im Kapitel 8 aufge-

führt. Bei dieser Landschaftsbeurteilung wurde vom heutigen Zustand des Rheins ausgegangen. Aufwertungsmassnahmen am Rhein bilden eine Chance, diese mit den bestehenden Schutzgebieten zu vernetzen und die Landschaft insgesamt aufzuwerten.

7.4.3 Land- und Forstwirtschaft

Fruchtfolgeflächen

Die Landwirtschaftsflächen sind planungsrechtlich geschützt. Es handelt sich dabei um jene Flächen, die sich für die landwirtschaftliche Nutzung oder den Gartenbau eignen oder im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden sollen. Diese Flächen umfassen somit alle Bodenqualitäten mit allen möglichen landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Im Rheintal sind die Strukturverbesserungen in der Landwirtschaft weitgehend erfolgt. Im heutigen Umfeld der Direktzahlungen und des Kostendrucks durch die internationale Marktöffnung (GATT/WTO) werden bestehende Strukturen und optimale einzelbetriebliche Infrastrukturen laufend verbessert. Der Druck auf die gut geeigneten und rationell bewirtschaftbaren Böden nimmt zu. In Rheinnähe sind aufgrund der natürlichen Gegebenheiten die flachen, ackerfähigen und für Fruchtfolge geeigneten Landwirtschaftsböden. In der Schweiz sind gestützt auf die Raumplanungsverordnung Fruchtfolgeflächen ausgeschieden, die es zu erhalten gilt.

Raumbeanspruchung

Um die vorhandenen Defizite am Alpenrhein zu reduzieren, benötigt der Alpenrhein unter anderem mehr Raum. Auch wenn sich der Raumanspruch auf rheinnahe, wenn immer möglich bewaldete Abschnitte beschränken wird, werden auch landwirtschaftlich Nutzflächen betroffen sein. Vor allem flussabwärts von Sargans lässt sich dies kaum vermeiden. Im Massnahmenkonzept werden einzelne Flussaufweitungen mit begrenztem Ausmass sowie Überflutungsflächen für sehr seltene Ereignisse diskutiert werden. Ort und Ausmass des Flächenbedarfs kann aber erst bei der Erarbeitung des Massnahmenkonzeptes angegeben werden.

wichtig Anliegen der Landwirtschaft

Aus Sicht der Landwirtschaft sind bei der Erarbeitung des Massnahmenkonzeptes folgende Punkte zu berücksichtigen respektive zu prüfen[5]:

- Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist der wichtigste Produktionsfaktor für die bodenabhängige Landwirtschaft. In den letzten Jahren gingen der Landwirtschaft bedeutende Flächen an wertvollem Kulturland infolge anderer Nutzungen verloren. Für die Landwirtschaft kommt der Flächensicherung, insbesondere des ebenen, gut bewirtschaftbaren und qualitativ hochwertigen Kulturlandes

[5] Eingegangene Stellungnahmen im Anschluss an die Plattformen vom 30. Juni 2003.

grosse Bedeutung zu. Die guten ackerfähigen und für eine Fruchtfolge geeigneten, zusammenhängenden Landwirtschaftsflächen sind nach Möglichkeit zu schonen und die entsprechenden Vorschriften zu berücksichtigen. In der Schweiz sind die bezeichneten Fruchtfolgeflächen zu beachten.

- Dem Rheinvorland kommt aus sektoraler Sicht der landwirtschaftlichen futterbaulichen Nutzung eine grosse Bedeutung zu, da von der Bewirtschaftung bzw. Nutzung landwirtschaftliche Existenzen abhängen. Daher ist bei dessen Beanspruchung für Renaturierungen und Hochwassersicherung eine Interessenabwägung notwendig. So ist beispielsweise im Landschafts-Entwicklungskonzept der Interkantonalen Regionalplanungsgruppe Rheintal (SG) einzig der Diepoldsauer Durchstich als Revitalisierungsgebiet vorgesehen.
- Die Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz erhalten unter Voraussetzung des ökologischen Leistungsnachweises Direktzahlungen aufgrund der bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen. Auch in Liechtenstein gibt es staatliche Beitragszahlungen, deren Ausmass von der Nutzfläche abhängen. Das Massnahmenkonzept soll so ausgelegt werden, dass möglichst viele Flächen im Eigentum der Landwirtschaft bleiben respektive von dieser genutzt werden können, um einen Rückgang der Direktzahlungen respektive der Beitragszahlungen zu minimieren.
- Bei Veränderungen des Wasserhaushaltes der Oberflächengewässer oder des Grundwassers sind die Auswirkungen auf die Vorflut der Entwässerungsanlagen und auf den Bodenwasserhaushalt abzuklären. Eine Erhöhung der Wasserstände in den Binnenkanälen und anderen Gewässern ist zu vermeiden, weil befürchtet wird, dass dies aus Hochwasserschutzgründen einen Ausbau dieser Gewässer mit sich ziehen würde und weitere landwirtschaftliche Nutzflächen verloren gingen.
- Neben der technischen Machbarkeitsstudie sollte rechtzeitig auch die Realisierbarkeit der Landbereitstellung untersucht werden. Als Instrument für den Landerwerb, die Umlegung von öffentlichem oder gemeinschaftlichem Eigentum und für die gezielte Zuteilung von Ausgleichsflächen, soll die Möglichkeit für Landumlegungen geprüft werden. Landumlegungen im Rahmen einer Gesamtmelioration können die negativen Auswirkungen auf die Landwirtschaft mildern. Neben dem Ausgleich des Flächenbedarfs können in diesem Verfahren landwirtschaftliche Infrastrukturen erstellt werden, die eine rationelle und angepasste Bewirtschaftung ermöglichen. Wichtig ist, dass dazu eine dauerhafte und breit abgestützte Projektorganisation mit lokalen Zellen geschaffen wird, in der die Amtsstellen, die bestehenden Meliorationsorganisationen und die Direktbetroffenen eingebunden sind. Auch zusätzliche ökologische Direktzahlungen sind als Kompensationsmöglichkeit zu prüfen und in die Planung einzubeziehen. Dabei würde eine im übergeordneten Interesse erwünschte Bewirtschaftungsart abgegolten.

Wälder

Die Wälder sind grundsätzlich geschützt und dürfen in ihrem Bestand nicht geschmälert werden. Wald ist so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Ein vitaler Wald ist vor

allem im Einzugsgebiet erwünscht, weil er einen wichtigen Beitrag für den Hochwasserschutz im Rheintal aber auch in den Seitentälern liefert.

Teile des Rheins oberhalb von Oberriet / Koblach sind von Wald gesäumt. Eingriffe in diese Wälder werden nur toleriert, wenn nachgewiesen wird, dass dafür wichtige Gründe bestehen, die das Interesse an der Walderhaltung überwiegen, der Eingriff auf den Standort angewiesen ist, die Voraussetzungen der Raumplanung sachlich erfüllt werden, keine Gefährdung der Umwelt entsteht und dem Natur- und Heimatschutz Rechnung getragen oder Massnahmen zu deren Gunsten getroffen werden (vgl. CH, Bundesgesetz über den Wald). Dem Naturschutz ist Rechnung zu tragen. Die zuständigen Forstorgane sind frühzeitig beizuziehen.

7.4.4 Naherholung / Tourismus

Langsamverkehr

Von zentraler Bedeutung für die Erholung und den Tourismus entlang dem Rhein ist der gesamte Bereich des Langsamverkehrs[6]. Streckennetze sind untereinander, mit den Zentren, den Knotenpunkten des öffentlichen Verkehrs und mit Parkplätzen des Individualverkehrs verknüpft. Dieser Bereich wird an Bedeutung gewinnen und im Rahmen der neuen Mobilitätsformen gefördert werden.

Erholungsanlagen

Als einziges grosses Gewässer im Alpenrheintal verfügt der Rhein über eine grosse Anziehungskraft. Wegen seiner Kanalisierung sind die Aufenthaltsmöglichkeiten nur beschränkt. An einzelnen Stellen befinden sich Erholungsanlagen wie Sportplätze, Intensiverholungsgebiete, touristische Anlagen usw. in Rheinnähe. Sie sind im Kapitel 8 aufgeführt.

Wassersport

Die direkte Beschäftigung mit dem Wasser beschränkt sich auf das River Rafting und Kanufahren am Vorderrhein, das Pontonierfahren bei Buchs, das Rheinholzen unterhalb von Oberriet und das Fischen.

Insgesamt besteht ein grosses Potenzial für Wassersport, das in Abgleichung mit anderen Massnahmen am Alpenrhein wesentlich verbessert werden kann.

---

6 Fortbewegung zu Fuss, auf Rädern oder Rollen. Antrieb durch menschliche Muskelkraft.

7.4.5 Verkehr

Verkehrsnetz

Das Verkehrsnetz ist weitgehend gegeben. Im Bereich des Individualverkehrs fehlt es an Verbindungen zwischen der schweizerischen und der österreichischen Autobahn. Das Hauptstrassennetz wird lokal noch verbessert werden. Im Bereich des öffentlichen Schienenverkehrs ist bei den SBB ein Doppelspurausbau Weite-Buchs vorgesehen. Eine Nordschlaufe Buchs-Schaan soll den direkten Verkehr Sargans-Feldkirch ermöglichen und beschleunigen sowie eine Verbindungsschleife bei St. Margrethen zur direkten Anbindung des Güterbahnhofs Wolfurt (A) an die St. Galler Rheintallinie und zur Entflechtung vom Personenverkehr.

Für den Rhein und dessen Umfeld sind die bestehenden und geplanten neuen Übergänge von Bedeutung und bei künftigen Planungen zu beachten. Im Fürstentum Liechtenstein verläuft in Vaduz/Triesen eine Umfahrungsstrasse entlang dem äusseren Dammfuss unmittelbar am Rhein. Zwischen Sargans und St.Margreten verläuft die Schweizer Autobahn A13 in unmittelbarer Rheinnähe, was die Entwicklungsmöglichkeiten für den Rhein und dessen Umfeld stark einschränkt.

7.4.6 Ver- und Entsorgung

Wasserversorgung

Um die Bevölkerung sowie Industrie und Gewerbe aller Regionen mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser auch langfristig versorgen zu können, sind die natürlichen örtlichen Vorkommen von Quell- und Grundwasser rechtlich geschützt. Die stromunabhängige Versorgung wird bevorzugt. An die Qualität der Brauchwasserversorgung werden weniger hohe Ansprüche gestellt. Die Wichtigkeit ist in jedem Einzelfall separat abzuklären.

Im Land Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein und Kanton Graubünden stammt aus Quell- und Grundwasser, im Kanton St. Gallen wird auch ein Teil Seewasser verwendet. Insgesamt beträgt der Trinkwasserverbrauch der Region rund 150 Mio. m^3/Jahr.

Übertragungsleitungen

Elektrische Übertragungsleitungen (Freileitungen oder unterirdische Kabelleitungen) dienen der Versorgung von Bevölkerung und Wirtschaft. Die Stromversorgung der Bahnen erfolgt auf einem eigenen Leitungsnetz. Die Netze sind weitgehend gebaut. Planungen insbesondere zwecks Spannungserhöhungen zur Kapazitätssteigerung und zur Verminderung von Übertragungsverlusten betreffen Ausbauten bestehender Leitungen. Teils sind Leitungskorridore in Rheinnähe.

Oelpipeline

Im Talboden, zum Teil am Fuss des Rheindammes sowie in Tunnels und auf Brücken über den Alpenrhein führt die stillgelegte Öltransportleitung vom Bodensee bis Reichenau und weiter talaufwärts (Genua-Ingoldstadt; Oleodotto del Reno). Die zukünftige Nutzung der Rohrleitung wird geprüft. Ein gesichertes Projekt liegt jedoch nicht vor. Bei möglichen künftigen Aufweitungen des Flussbettes wird einer allfälligen Verlegung Rechnung getragen werden müssen.

Kehrichtverbrennungsanlage

Die Kehrichtverbrennungsanlagen in Buchs oder Untervaz liegen in Rheinnähe. Ihre Funktionsfähigkeit und Hochwassersicherheit muss gewährleistet oder verbessert werden.

Abwasser

Die koordinierten Anstrengungen aller Länder der letzten Jahrzehnte haben stark zur Verringerung der Gewässerbelastung aus Abwässern geführt. Dadurch ist die Gewässerqualität im Rhein und Bodensee wesentlich verbessert worden. In den Binnenkanälen und Rheinzuflüssen sind weiterhin durch die Einleitung kommunaler Abwässer und diffuser flächiger Abträge deutliche Defizite gegeben.

In GR, SG und FL entwässern nahezu alle kommunalen Kläranlagen des Rheineinzugsgebietes direkt oder über Binnenkanäle oder Rheinzubringer in den Alpenrhein (gesamt rund 133 Mio. m^3 pro Jahr). Die Entwässerungsanlagen sind zu nahezu 100 % für die gemeinsame Ableitung von Schmutz- und Regenwasser konzipiert. Die wesentlichen Anlagen sind durchwegs als mechanisch-biologische Anlagen mit Phosphorelimination ausgelegt, der Stickstoffabbau ist nur teilweise installiert.

Der Anschlussgrad in allen Ländern liegt bei durchwegs über 90 %, die technisch noch mögliche Erhöhung um weitere 2 bis 5 % mit hohen spezifischen Kosten wird konsequent weiterverfolgt. Die Verbesserung der Gewässerqualität wird sich hier vor allem bei kleineren Gewässern bzw. den Rheintalbinnenkanälen ergeben.

Wesentliche Verbesserungen der Gewässerqualität in den nächsten Jahren sind von der kommunalen Abwasserreinigung nur mit der Steigerung der Stickstoffabbauleistung und der Behandlung von Mischwasserentlastungen zu erbringen. Neue Reinigungsanforderungen ergeben sich mit der erforderlichen Verringerung von Bakterien und schwerabbaubarer Verbindungen (Komplexbildner, Pharmazeutika etc.).

Dienstbarkeiten Rheinvorländer

Grundstücke im Rheinvorland und Rheindamm können mit Dienstbarkeiten belegt sein. Diese Dienstbarkeiten beinhalten im Wesentlichen Zufahrtsrechte, Berechtigung zur Errichtung von Gräben, Hochspannungsleitungen, Fischereirechte, Materialaufschüttungen oder die Errichtung einer Mauthütte. Zudem besteht in den Rheinvorländern laut Dienstbarkeiten häufig

das Recht zur Gewinnung von Letten, Sand, Schotter oder Steinen sowie zum Mähen von Gras und Streue sowie zum Schneiden und Fällen von Sträuchern und Holz.

7.4.7 Materialgewinnung und Deponie

Materialgewinnung

Vielerorts wird im und am Rhein Kies gewonnen. Kies und Sand sind ein wichtiger Rohstoff der knapp ist. An der Materialgewinnung besteht ein öffentliches Interesse, weshalb eine Abstimmung mit den Zielen und Massnahmen für den Alpenrhein erfolgen soll.

Deponien

Entscheidend für das Entwicklungskonzept Alpenrhein sind im Bereich der Deponien die bereits abgeschlossenen, die als Altlasten zu behandeln sind und bei Hochwasser ein zusätzliches Gefahrenpotential darstellen. Neue Deponien können nur noch im Rahmen eines übergeordneten Deponiekonzeptes erstellt werden. Es dürfte sich dabei kaum um Standorte in Rheinnähe handeln.

7.4.8 Wasserkraftnutzung

heutige Stromproduktion aus Wasserkraft

Am Alpenrhein selbst ist derzeit ein Laufkraftwerk bei Domat/Ems (Graubünden) in Betrieb. Es verfügt über 19 Megawatt installierte Leistung. Die durchschnittliche jährliche Produktion beträgt 110 GWh. Das Kraftwerk wurde erst kürzlich mit einer modernen Fischtreppe ausgestattet.

Im Einzugsgebiet des gesamten Alpenrheins werden weitere Kraftwerke betrieben. Sie produzieren jährlich rund 8'000 GWh erneuerbare Energie. Die einzelnen Länder und Kantone liefern im Durchschnitt folgende Anteile: Graubünden 4'950 GWh, Vorarlberg 2'670 GWh, St. Gallen 342 GWh und Liechtenstein 76 GWh.

Energiepotential Wasserkraft

Gemäss Studie „Energiehaushalt am Alpenrhein“ ist am Alpenrhein bezüglich Wasserkraft ein noch nutzbares Energiepotential von 1'559 GWh vorhanden.

Energieverbrauch

Der gegenwärtige Energieverbrauch im Talboden des Alpenrheins (Strom und Wärme ohne Verkehr) wird auf rund 10'757 GWh geschätzt (Stand 1990). Davon entfallen 77 % (8'283 GWh) auf thermische (vorwiegend Öl, Gas und Holz) und 23 % (2’474 GWh) auf elektrische Energie.

Selbstversorgungsgrad betreffend elektrische Energie

Der energetische Selbstversorgungsgrad im Talboden des Alpenrheins beträgt gegenwärtig rund 11 %. Er könnte somit durch das noch nutzbare Potential der Wasserkraft theoretisch auf 78 % erhöht werden.

7.4.9 Thermische Nutzung

Die thermische Nutzung des Grundwassers erfolgt in allen vier Ländern zu Kühl- und Heizzwecken (Ausnahme FL: keine Kühlung mit Grundwasser bewilligt). Die höchste Anlagenanzahl und die höchste Jahresarbeit sind in Vorarlberg anzutreffen. Das zusätzlich theoretisch nutzbare Wärmepotential beträgt ein Vielfaches der heutigen Nutzung. Einschränkend dafür sind die extrem hohen zusätzlich erforderlichen Wassermengen, die mit Trinkwasserschutzzonen kollidieren bzw. in schwer durchlässigen Böden unmöglich sind. Unabhängig von diesen Rahmenbedingungen wird vor allem im Kleinanlagenbereich zu Heizzwecken als Ersatz für fossile Brennstoffe eine weitere Steigerung stattfinden.

Die thermische Nutzung von Grundwasser und Untergrund ohne Grundwasserentnahme mit Erdsonden wird weiter zunehmen. Thermische Nutzungen von Oberflächengewässern zu Heizzwecken sind bei Fliessgewässern im Winter nur sehr eingeschränkt möglich. Stehende Gewässer haben hier wesentlich höhere zukünftig nutzbare Energiepotentiale.

8 Abschnittsbezogene Analyse

8.1 Abschnittseinteilung

Auswahlkriterien

Die Einteilung des Alpenrheins in einzelne Bereiche für die Abschnittsanalyse erfolgte aus rein morphologischen Gesichtspunkten (Flussbettausbildung, Abflussverhältnisse, Querwerke, Tabelle 22). Weder Grenzen noch Grundwasserverhältnisse oder Nutzungen wurden bei der Abschnittseinteilung berücksichtigt. Eine einzige Ausnahme ist der Abschnitt Diepoldsauer Durchstich, wo bei der Abschnittseinteilung der Alte Rhein mitberücksichtigt wurde.

Abschnittslängen von 1.7 bis 15.7 km

Insgesamt werden 15 Abschnitte unterschieden. Die Länge der einzelnen Abschnitte schwankt von 1.3 bis 15.7 km. Die Abschnittslänge ist im Kanton Graubünden wegen den häufig wechselnden Verhältnissen deutlich kürzer als in den monotonen Strecken zwischen Landquart und dem Bodensee. Zur einfacheren Lokalisierung werden die Abschnitte ausser mit Nummern auch mit Namen von Ortschaften, Flusseigenschaften oder Regionen bezeichnet. Die Abschnitte für die Analyse können, aber müssen nicht identisch sein mit den Abschnitten der Massnahmenkonzepte.

Nr.	Abschnittsname	Strecke	von km	bis km	Länge
1	Stauhaltung Reichenau	Stauhaltung Reichenau	0.0	2.6	2.6
2	Restwasserstrecke Ems	Restwasserstrecke Ems	2.6	3.9	1.3
3	Felsberg	Zentrale Reichenau - Plessur	3.9	8.9	5.0
4	Churer Rheintal	Plessur - Maschänser Rüfi	8.9	14.2	5.3
5	Untervaz	Maschänser Rüfi - Untervaz	14.2	20.0	5.8
6	Mastrilser Rheinauen	Mastrilser Rheinauen	20.0	23.3	3.3
7	Bündner Herrschaft	Landquart - Ellhorn	23.3	33.9	10.6
8	Werdenberg	Ellhorn – Buchs	33.9	49.6	15.7
9	Schaan	Buchs - Schellenberg	49.6	55.0	5.4
10	Schellenberg	Schellenberg - Bangs	55.0	62.0	7.0
11	Illspitz	Bangs - Illmündung	62.0	65.0	3.0
12	Kummaberg	Illmündung - oberes Ende Diepoldsauer Durchstich	65.0	75.0	10.0
13	Diepoldsauer Durchstich	Diepoldsauer Durchstich	75.0	80.0	5.0
14	Lustenau/Fussach	Diepoldsauer Durchstich - Mündung	80.0	90.0	10.0
15	Vorstreckung	Vorstreckung	90.0	95.0	5.0

Tabelle 22: Abschnittseinteilung des Alpenrheins für die Analyse

8.2 Abschnitt 1 Stauhaltung Reichenau

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Zusammenfluss Vorder- und Hinterrhein	0.0	KW Reichenau	2.6	2.6

Höhenlage	583 – 575 m ü.M.	**anrainende Länder:**	GR
Linienführung	gestreckt		
Flussprofil	eingeschnitten		
Sohlbreite	mittel: 65 m	minimal: 52 m	maximal: 82 m
mittleres Gefälle	3.6‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	8 m
Flussstruktur	Stau		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gestreckt
mittlere Flussbreite	vermutlich ähnlich wie heute
mittleres gewässertypisches Gefälle	2.8‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	metarhithral/hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- einziger Staubereich im Alpenrhein
- zum grösseren Teil eingetieft in die Ablagerungen des Flimser Bergsturzes und von Bergstürzen des Calanda
- Fischaufstiegshilfe beim Wehr Reichenau
- Tomalandschaft in Domat/Ems (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung; BLN, Objekt Nr. 1911). Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften hat 1999 ein Inventar der Geotope von nationaler Bedeutung erarbeitet. Die Tomalandschaft von Domat/Ems ist darin aufgeführt (Geologia Insurbia Vol. 4/1: 25 - 48).
- rechtsufrig grösserer zusammenhängender Föhrenbestand mit angrenzenden Magerweiden bei Domat/Ems (allerdings durch Autobahn Kontakt zu Alpenrhein unterbrochen)

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	über HQ300 (= 2'500 – 2'750 m3/s) da mehrheitlich vergleichsweise tief eingeschnitten	
Dammstabilität	keine Dämme vorhanden	
Schadenpotential	gering (u.a. weil Emser Werke nicht im potentiellen Überflutungsgebiet des Rheins liegen)	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall	infolge Staueinfluss geringe Schwallamplitude	
Trübe	Abnahme der Trübung bei Stau	starke Zunahme der Trübung bei Stauraumentleerungen
Flussmorphologie		Staubereich ohne Flussstrukturen keine Flachwasserbereiche keine Schotterbänke
Kolmation	starke Reduktion bei Spülungen	Anlandungen von Schwebstoffen wegen geringer Fliessgeschwindigkeit
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	keine	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag/-entnahmen	Vom Vorderrhein werden rund 30'000 m3/Jahr pro Jahr und vom Hinterrhein knapp 5'000 m3/Jahr in den Mündungsbereich eingetragen. Dort wurden von diesen Mengen zwischen 1974 und 1995 im Jahresdurchschnitt 23'000 m3/Jahr entnommen (Periode 1991 – 2000: 10'400 m3/Jahr). Der Rest wird bei Stauraumspülungen mit Abflüssen über 400 m3/s durch die Stauhaltung gespült.
Geschiebefracht (1974 – 1996)	rund 12'000 m3/Jahr
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	rund 0.5 m Auflandung
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Wegen der Bewirtschaftung (Kiesentnahmen, Stauraumspülungen) und dem Wehr bei km 2.6 als Fixpunkt ist langfristig eine stabile Sohlenlage zu erwarten; die Ablagerungen während den Stauzyklen werden bei den Spülungen mehrheitlich abgeschwemmt.

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	keine Änderung	starke Kolmation Stauhaltung
GW-Anreicherung?		nein
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut	
Dotation Zuflüsse	keine	

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	linksufrig 2 kleine Zubringer	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)		fehlen vollständig
Zuflusssysteme im Talboden		keine grossen Zuflüsse

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	Fliessgewässerfauna im Stauwurzelbereich, Fauna im Hinterrhein deutlich reichhaltiger als im Vorderrhein (zumindest historisch)	durch Änderung der Gewässercharakteristik grundlegende Degeneration der Fliessgewässerfauna; vorwiegend psammorheophile Taxa geringe Biomasse und Selbstreinigungsvermögen
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	--	--
Fischfauna-Alpenrhein	Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein in Stauwurzelbereich strukturreich Bachforelle dominiert	extrem geringer Fischbestand im Stauraum selbst aufgrund ungünstiger Lebensraumbedingungen
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	Fischaufstiegshilfe beim KW Reichenau für Forellen passierbar	Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben Fischaufstiegshilfe für schwimmschwächere Arten kaum passierbar

***Gewässerökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		keine fischrelevanten Zubringer

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	attraktive Uferstrukturen beim Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein	keine natürlichen Wasserspiegel-schwankungen, keine natürliche Ufervegetation im zentralen Stauraum
Terrestrik Alpenrheinumland	rechtsufrig ausgedehnter, lichter Föhrenwald trockener Prägung mit angrenzenden, z.T. reich strukturierten Magerweiden linksufrig südexponierte Laubmisch-wälder mit trockenen Rüfen und Rohböden durchsetzt (wertvolle Lebensräume für Insekten, Vögel) Tumalandschaft, Schutzzone von nationaler Bedeutung westlich von Domat/Ems Landschaftsschutzzone Ils Aults südlich von Reichenau	Fehlen von Kleingewässern in unmittelbarer Umgebung relativ monotone, grossflächige, strukturarme, landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	schützenswertes Ortsbild von Domat/Ems, Reichenau und Tamins wichtiges Arbeitsplatzgebiet Ems siehe auch Entwicklungspotential	Autobahn führt rechtsufrig dem Rhein entlang, Anschlussbauwerk Reichenau Materialabbau und -verwertung bei Reichenau
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Domat/Ems (Konsenswassermenge: 30 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Graubünden: 2 Stk. (mittlere Entnahmemenge: 2.66 l/s) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	

Raumplanung – Nutzungen *(Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang rechter und z.T. auch linker Rheinseite sowie im Föhrenwald (Velorouten, Biken, Jogging, Wandern, Spazieren) Standplatz für die Fahrenden am rechten Ufer Anlegestelle River Rafting und Kanufahren am Vorderrhein bei Reichenau Golfplatz in Domat/Ems	
Land- und Forstwirtschaft	links etwas Ackerbau und Grünlandwirtschaft, rechts Weide	
nutzbares Wasserkraftpotential	68 GWh (ausgeschöpft)	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	häufig Wald, am linken Ufer abschnittsweise landwirtschaftliche Nutzung Siedlungs-/Gewerbegebiete: linksufrig: Reichenau (Tamins) rechtsufrig: Domat/Ems
Einschränkung durch Infrastruktur	am rechten Ufer verläuft die A13 z.T. unmittelbar neben dem Rhein, am linken Ufer der Verbindungsweg Tamins - Felsberg Wehr Reichenau bei km 2.6 2 Brücken und eine Rohrbrücke der Oleodotto (km 0.13: Kantonsstrasse, km 0.9: Kantonsstrasse, Autobahnzubringer, km 1.585: Ölleitung, nicht mehr in Betrieb)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 1.29 GWh Das Pumpwerk Ems befindet sich in Rheinnähe.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Vorhandene Nutzungen weiterführen respektive örtlich verbessern.

8.3 Abschnitt 2 Restwasserstrecke Ems

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	KW Reichenau	2.6	Zentrale Reichenau	3.9	1.3

Höhenlage	573 – 563 m ü.M.	**anrainende Länder:**	GR
Linienführung	gestreckt		
Flussprofil	Trapezprofil (Profiltyp B)		
Sohlbreite	mittel: 59 m	minimal: 37 m	maximal: 83 m
mittleres Gefälle	4.8‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	10 m
Flussstruktur	Restwasserstrecke mit vereinzelten Kiesbänken bei Niederwasser, links z.T. Felsufer		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gestreckt
mittlere Flussbreite	vermutlich nur unwesentlich breiter als heute
mittleres gewässertypisches Gefälle	3.3‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	metarhithral/hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- einzige Restwasserstrecke im Alpenrhein
- zum Teil in Ablagerungen von Bergstürzen des Calanda und zum Teil in alte Flussschotter eingetieft
- Tomalandschaft in Domat/Ems (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung; BLN, Objekt Nr. 1911). Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften hat 1999 ein Inventar der Geotope von nationaler Bedeutung erarbeitet. Die Tomalandschaft von Domat/Ems ist darin aufgeführt (Geologia Insurbia Vol. 4/1: 25 - 48).

HW-Schutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	über HQ300 (= 2'500 – 2'750 m3/s)	
Dammstabilität	keine Dämme vorhanden	
Schadenpotential	beidseitig vergleichsweise geringes Schadenpotential	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Wasserführung	permanente Mindestrestwasser-führung durch Dotierturbine (3 m^3/s)	
Schwall		infolge Überwasser hohe relative Schwallamplitude gegenüber der Restwassermenge
Trübe	--	--
Flussmorphologie	Restwasserstrecke mit NW-Rinne	
Kolmation		nach Stauraumspülungen hoher Feinsedimenteintrag
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	keine	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	keine Einträge
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Sohleintiefung von rund 15'000 auf 17'000 m3/Jahr zunehmend
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	rund 3 bis 3.5 m Eintiefung
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	bis 0.5 m Eintiefung

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	geringe Absenkung	Restwasserlauf stark kolmatiert
GW-Anreicherung?		Nein
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut	
Dotation Zuflüsse	keine Zuflüsse	

Zuflüsse/Nebengewässer	
Mündungen	--
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	--
Zuflusssysteme im Talboden	--

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	keine aktuellen Daten	
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	--	--
Fischfauna-Alpenrhein	regelmässige Dokumentation des stark gefährdeten Strömers	Reduktion des Artenspektrums (10 Fischarten) infolge zahlreicher Migrationshindernisse
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ Bedeutung für Fisch-fauna Alpenrhein	--	

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	rechtsufrig Kieswände im erodierten Flussufer (potenzielle Brutstandorte für Uferschwalbe) reliktische Kiesbankflora	künstlich verändertes Abflussregime
Terrestrik Alpenrheinumland	linksufrig z.T. Fels und Wald angrenzend wertvolle Eichenwälder mit Trockenstandorten Tumalandschaft in Domat/Ems (vgl. Besonderheiten)	

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung		Siedlungsgebiet Domat/Ems grenzt an Autobahn
	siehe auch Entwicklungspotential	
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Felsberg (Konsenswassermenge: 13.3 l/s) Ems Isla (Konsenswassermenge: 45.0 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: keine vorhanden - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang linker und rechter Rheinseite (Velorouten, Biken, Jogging, Wandern, Spazieren) Golfplatz in Domat/Ems Bade- und Grillplatz im Bereich der linken Felsufer Schrebergärten bei der Zentrale KW Reichenau	
Land- und Forstwirtschaft	links und rechts etwas Ackerbau und Graswirtschaft	
nutzbares Wasserkraftpotential	73 GWh (ausgeschöpft)	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	am linken Ufer Landwirtschaft und Wald, am rechten Ufer Landwirtschaft und Schrebergärten Siedlungs-/Gewerbegebiete: linksufrig: keine Siedlungen rechtsufrig: Domat/Ems
Einschränkung durch Infrastruktur	etwas vom rechten Ufer entfernt verläuft der Oberwasserkanal des KW Reichenau, am linken Ufer Verbindungsweg Tamins - Felsberg Zentrale Reichenau bei km 3.9 keine Brücken
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 1.01 GWh beide Pumpwerke befinden sich in Rheinnähe
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	bestehende Nutzungen weiterführen

8.4 Abschnitt 3 Felsberg

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Zentrale Reichenau	3.9	Blockrampe Waffenplatz flussauf Plessur	8.9	5.0

Höhenlage	563 – 554 m ü.M.	**anrainende Länder:**	GR
Linienführung	gestreckt		
Flussprofil	Trapezprofil, nur teilweise Damm (Profiltyp B), Aufweitung Felsberg		
Sohlbreite	mittel: 57 m	minimal: 44 m	maximal: 69 m
mittleres Gefälle	2.3‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	9 m
Flussstruktur	kaum Schotterbänke Inseln und Kiesbänke im Bereich der Aufweitung		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gestreckt
mittlere Flussbreite	wahrscheinlich breiter als heute
mittleres gewässertypisches Gefälle	2.6‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- Aufweitung Felsberg als Beitrag zur Sohlstabilisierung und zur ökologischen Aufwertung
- Flussauf von der Zentrale KW Reichenau bzw. Restwasserstrecke, flussab von der Blockrampe beim Waffenplatz Chur (Fluss-km 8.92) begrenzt
- insgesamt 2 Blockrampen im Abschnitt
- Waffenplatzgelände Rheinsand von hohem ökologischem Wert
- Tomalandschaft in Domat/Ems (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung; BLN, Objekt Nr. 1911). Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften hat 1999 ein Inventar der Geotope von nationaler Bedeutung erarbeitet. Die Tomalandschaft von Domat/Ems ist darin aufgeführt (Geologia Insurbia Vol. 4/1: 25 - 48).

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	teilweise zwischen HQ100 (2'150 – 2'350 m3/s) und HQ300 (2'500 – 2'750 m3/s), abschnittsweise auch über HQ300	
Dammstabilität	nur in Teilstrecken wenig belastete Dämme geringer Höhe vorhanden; weil Flussbett eingeschnitten ist	
Schadenpotential	beidseitig vergleichsweise geringes Schadenpotential	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		steilerer Schwallanstieg und- abfall sowie Schwallamplitude in Bezug zu Basisabfluss deutlich höher als flussab
Trübe	geringere Trübe als flussab Landquart	
Flussmorphologie	Aufweitung Felsberg mit Inseln und Kiesbänken	ausserhalb Aufweitung kaum Flussstrukturen
Kolmation	geringere Kolmation als flussab Landquart infolge geringerer Trübefracht	
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	keine	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	keine Einträge
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Sohleintiefung von rund 17'000 auf 23'000 m3/Jahr zunehmend
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	bis 2.5 m Eintiefung
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	stabil mit geringer Auflandungstendenz von rund 0.25 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung GW-spiegel (seit 1950)		Absenkung 1-2 m, Exfiltration von Grundwasser
GW-Anreicherung		nein
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	meist gut mit undurchlässigeren Stellen, heterogen	
Dotation Zuflüsse	keine relevanten Zuflüsse	

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	rechtsufrig 3 Rüfen	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher,..)	--	
Zuflusssysteme im Talboden	--	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein		generelle schwallbedingte Defizite (vgl. Allgemeine Analyse; geringere Bedeutung der inneren Kolmation als unterhalb Landquart) durch geringe Breite tendenziell ähnlicher den stark defizitären Verhältnissen in den Tiefenrinnnen
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	--	--
Fischfauna-Alpenrhein	im untersten Teil wahrscheinlich Reproduktionsgebiet des Strömers	Reduktion des Artenspektrums (10 Fischarten) infolge zahlreicher Migrationshindernisse ruhigwasserliebende und strömungsindifferente Fischarten fehlen völlig
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		Rüfen infolge häufigen Austrocknens für Fischfauna ohne Bedeutung

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	naturnahe Uferstrukturen erhalten, teilweise mit der typischen Begleitflora und –fauna (z.B. Tamariske Myricaria germanica) Aufweitung bei Felsberg ökologisch wertvoll (zB Brutgebiet für Flussuferläufer)	
Terrestrik Alpenrheinumland	Tomalandschaft in Domat/Ems (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung; BLN, Objekt Nr. 1911) Auenwald mit vielfältiger Baum- und Strauchvegetation Under Aueli, Felsberg viele ökologischen Nischen, Magerwiesen auf dem Waffenplatzgelände Rheinsand und bei Felsberg Kulturlandschaft (Heckenlandschaft auf Schuttkegel Purchera, Domat/Ems	

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	schützenswertes Ortsbild Altdorf von Felsberg siehe auch Entwicklungspotential	Siedlungsgebiet Felsberg grenzt weitgehend an Rhein Von der Zentrale Reichenau bis Felsberg verläuft die Autobahn rechtsufrig direkt am Rhein.
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Chur / Rossboden (Konsenswassermenge: 533 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Graubünden: 2 Stk. (Konsenswassermenge: 25.5 l/s)) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	

Raumplanung – Nutzungen *(Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang linker und rechter Rheinseite sowie Waffenplatz (Velorouten, Biken, Jogging, Wandern, Spazieren) Sportananlagen der Stadt Chur (Freibad, Fussball, Tennis, Eissport), Camping bei der Plessurmündung Waffenplatz wird vor allem rechtsufrig für den Hundesport, Modellflugzeuge, Rollerbladen und dergleichen genutzt, der linksufrige Teil ist relativ wenig durch Freizeitaktivitäten genutzt	
Land- und Forstwirtschaft	am linken und am rechten Ufer Ackerbau und Graswirtschaft, z.T. auch Gemüseanbau, Waffenplatz wird extensiv bewirtschaftet	
nutzbares Wasserkraftpotential	65 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	häufig schmaler Waldstreifen, abschnittsweise landwirtschaftliche Nutzung Siedlungs-/Gewerbegebiete: linksufrig: Felsberg rechtsufrig: Domat/Ems und Chur
Einschränkung durch Infrastruktur	A13 verläuft zwischen km 3.9 und km 6.8 unmittelbar am rechten Ufer Düker der Kanalisation Felsberg bei ca. km 7.2 Waffenplatz (km 7.9 – 8.8) 2 Brücken (km 6.368: Brücke Felsberg, km 7.904: Brücke Waffenplatz)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 3.00 GWh Das Pumpwerk befindet sich nicht in unmittelbarer Rheinnähe.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	bestehende Nutzungen weiterführen

8.5 Abschnitt 4 Churer Rheintal

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Plessur	8.9	Maschänser Rüfi	14.2	5.3

Höhenlage	552 – 538 m ü.M.	**anrainende Länder:**	GR
Linienführung	Gestreckt		
Flussprofil	Trapezprofil, nur teilweise Damm (Profiltyp B) bzw. einseitig anstehender Fels bzw. unverbaute Böschung (Profiltyp A)		
Sohlbreite	mittel: 64 m	minimal: 40 m	maximal: 93 m
mittleres Gefälle	2.8‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	14 m
Flussstruktur	Trapezprofil, kaum Schotterbänke		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	verzweigt (stark verzweigt)
mittlere Flussbreite	mittel rd. 120 m (wird noch detailliert)
mittleres gewässertypisches Gefälle	2.9‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser).,eventuell um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- Abschnitt wird von einer Schwelle (Waffenplatz Chur km 8.92) und einer natürlichen Steilstrecke (Mündungsbereich Maschänser Rüfi km 13.9) begrenzt
- enger Talraum, Flusslauf wird durch die mächtigen Schwemmkegel von Plessur und Maschänser Rüfi an den Fuss des Calanda gedrängt
- linkes Ufer zwischen km 8.9 und 11.0 unverbaut (Fels, zum Teil mit vorgelagerten und eingewachsenen Kiesbänken)
- Blockrampe bei km 9.0 verstärkt mit Einzelblöcken im Unterwasser
- national bedeutender Wildtierkorridor im nördlichsten Teil des Abschnittes (heute unterbrochen, Aufwertungsprojekt in Zusammenhang mit der Zusammenlegung der getrennten Autobahnspuren besteht).
- Kiesentnahmen bei der Plessurmündung

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Sohleintiefung hohe Abflusskapazität, über HQ300 (2'500 – 2'750 m3/s) mit Ausnahme rechtes Ufer zwischen km 12.4 – 13.4	
Dammstabilität	nur in Teilstrecken wenig belastete Dämme geringer Höhe vorhanden; weil Flussbett eingeschnitten ist	
Schadenpotential	beidseitig vergleichsweise geringes Schadenpotential	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		steilerer Schwallanstieg und- abfall sowie Schwallamplitude in Bezug zu Basisabfluss deutlich höher als flussab
Trübe	geringere Trübe als flussab Landquart	
Flussmorphologie	abschnittsweise linksufrig natürliche Uferlinie mit Felswand (1.5km) und höherer Breitendiversität trotz Kanalisierung und regelmässiger Profilform (Trapez) insgesamt variablere Ausformung als flussab der Landquartmündung	keine Verzweigungen kaum Kiesbänke
Kolmation	geringere Kolmation als flussab Landquart	
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	ab HQ100 km 13.0 – 13.4 rechtsufrig mit begrenzter Ausdehnung	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung		
	Stärken	**Schwächen**
Geschiebeeintrag	Plessur : 15'000 – 37'500 m3/Jahr gelegentliche Einträge von der Maschänser Rüfi	Kiesentnahmen Plessurmündung von 1991 bis 2000 im Jahresdurchschnitt 18'500 m3
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Sohleintiefung von rund 25'000 auf 40'000 m3/Jahr zunehmend	

***Geschiebehaushalt/Sohlveränderung** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	Eintiefung zwischen 1.75 und 2.75 m	
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	oberhalb Mündung Maschänser Rüfi weitere Eintiefung (Rotationserosion um Mündung Maschänser Rüfi mit maximaler Eintiefung von bis zu 1 m im Bereich der Plessurmündung)	

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		1-2 m Absenkung
GW-Anreicherung?	wechselnd, je nach Wasserstand bei Chur infiltriert Rhein, bei Haldenstein Exfiltration	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut	
Dotation Zuflüsse	Keine relevanten Zuflüsse	

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	rechtsufrig: Plessur, 2 Mühlbäche in Chur, Maschänser Rüfi	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)		Keine
Zuflusssysteme im Talboden	rechtsufrig: Plessur, 2 Mühlbache in Chur, Maschänser Rüfi	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	keine rezenten Daten ?! historisch schwächer besiedelter Bereich als oberhalb Chur (mögliche Ursachen: natürliche Kolmation, starke Umlagerungsdynamik, Einfluss Plessur ?) aufgrund guter Strukturierung der Ufer möglicherweise reichhaltigere Fauna in den Randbereichen	allgemeine schwallbedingte Defizite (geringere Bedeutung der inneren Kolmation als unterhalb Landquart)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	---	---
Fischfauna-Alpenrhein	Der zwar relativ geringe Fischbestand liegt über den Bestandeswerten flussab der Landquartmündung. höherer Bachforellenanteil	Reduktion des Artenspektrums (10 Fischarten) infolge zahlreicher Migrationshindernisse ruhigwasserliebende und strömungsindifferente Fischarten fehlen völlig
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	Mündungsbereiche von Plessur und Maschänser Rüfi nach Geschiebeeinstoss mögliche Bedeutung als Laichplätze für kieslaichende Fischarten	Plessurmündung kaum passierbar, Unterlauf zudem durch mehrere Sohlschwellen verbaut Bach bei Rheinmühle nicht fischpassierbar

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein		Materialabbau (Kies und Sand) bei der Plessurmündung und bei Oldis
Terrestrik Alpenrheinumland	Kulturlandschaft Oldis-Böfel-Fopp mit Trockenhang Hochstamm-Obstgartenlandschaft, Hecken-Weidelandschaft auf der linken Seite wenig erschlossene Geländekammer, wichtige Wildeinstandsgebiete (Feldhase, Huftiere)	Autobahn und Eisenbahn unmittelbar am Rhein

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	historisches Ortsbild von Haldenstein Au und Oldis (Haldenstein) kleinere rheinanstossende Landwirtschaftsflächen Siedlungsentwicklung von Haldenstein im Bereich Rheinübergang siehe auch Entwicklungspotential	unterbrochener Wildtierkorridor von nationaler Bedeutung
GW-Nutzung	**Trink- und Brauchwassernutzung (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Chur (Konsenswassermenge: 91.7 l/s) Haldenstein (Konsenswassermenge: 18.5 l/s) Trimmis (Konsenswassermenge: 23.0 l/s) **thermische Nutzung des Grundwassers:** - Wärmepumpen: Graubünden: 7 Stk. (Konsenswassermenge: 24.3 l/s)) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang rechter und linker Rheinseite sowie auf dem Kegel der Machänser Rüfi (Velo, Jogging, Wandern, Spazieren, Camping, Sportanlagen)	
Land- und Forstwirtschaft	Graswirtschaft, etwas Ackerbau	
nutzbares Wasserkraftpotential	102 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	häufig entlang beider Ufer schmaler Waldstreifen, verschiedene Nutzungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Tourismus/Naherholung, Sportanlagen, Kiesabbau) Siedlungs-/Gewerbegebiete: grossteils rheinfern auf Wildbachkegel (Plessur, Maschänser Rüfi) linksufrig: Haldenstein rechtsufrig: Chur, Trimmis Wiederherstellung Wildtierkorridor im Zusammenhang mit der Zusammenlegung der beiden A 13 Trassen
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig zwischen km 10 und 11.8 verläuft die A13; zwischen km 11.8 und 14.2 auch das Trasse der SBB und der RhB Stromleitung zwischen A13 und Rhein vermutlich abschnittsweise auch Gasleitung 1 Brücke (km 12.086, Haldenstein)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential:** ca. 4.39 GWh Das Pumpwerk Trimmis liegt nicht in unmittelbarer Nähe zum Rhein.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Naherholungsgebiet entlang rechter und z.T. auch linker Rheinseite (Velo, Jogging, Wandern, Spazieren, Camping, Sportanlagen). Im Bereich der Stadt Chur Verbesserung Naherholungsangebot wünschenswert.

8.6 Abschnitt 5 Untervaz

Grenze	Von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Maschänser Rüfi	14.2	Untervaz	20.0	5.8
Höhenlage	538 –522 m ü.M.		**anrainende Länder:**	GR	
Linienführung	gestreckt, lokal verzweigt				
Flussprofil	Trapezprofil, nur teilweise Damm (Profiltyp B) bzw. einseitig anstehender Fels bzw. unverbaute Böschung (Profiltyp A)				
Sohlbreite	mittel: 78 m		minimal: 37 m	maximal: 133 m	
mittleres Gefälle	2.8‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	16 m		
Flussstruktur	Trapezprofil, Aufweitung Oldis				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	verzweigt
mittlere Flussbreite	vermutlich breiter als heute
mittleres gewässertypisches Gefälle	3.0‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- nur einseitige Bewuhrung bei Oldis
- Kiesabbau erfolgte ausserhalb des eigentlichen Flusslaufes
- Abschnitt wird flussauf von natürlicher Rampe Maschänser Rüfi und flussab von der „naturnahen" Strecke Mastrils begrenzt

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Sohleintiefung hohe Abflusskapazität, über HQ300 (2'500 – 2'750 m3/s) mit Ausnahme rechtes Ufer bei km 18.4	
Dammstabilität	nur in Teilstrecken wenig belastete Dämme geringer Höhe vorhanden; weil Flussbett eingeschnitten ist	
Schadenpotential	beidseitig Industriegebiet	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		steilerer Schwallanstieg und- abfall sowie Schwallamplitude in Bezug zu Basisabfluss deutlich höher als flussab
Trübe	geringere Trübe als flussab Landquart	
Flussmorphologie	Aufweitung bei Oldis mit Kiesbänken abschnittsweise unverbaute Ufer insgesamt variablere Ausformung als flussab der Landquartmündung	ausserhalb der Aufweitung Oldis nur wenige Kiesbänke
Kolmation		--
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	keine	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung		
	Stärken	**Schwächen**
Geschiebeeintrag	vernachlässigbarer Geschiebeeintrag aus Zuflüssen (vor allem Rüfen) durch Geschieberückhalt bei der A13 respektive Flachstrecke im Talboden	

***Geschiebehaushalt/Sohlveränderung** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Sohleintiefung von rund 40'000 auf 50'000 m3/Jahr zunehmend	
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	Eintiefung zwischen 1.25 und 3.0 m	
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	weitere Eintiefung (Rotationserosion um Mastrilser Rheinauen mit maximaler Eintiefung von bis zu 0.5 m im Bereich der Mündung der Maschänser Rüfi)	

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	ca. 1 m, abwechselnd Infiltration/Exfiltration	
GW-Anreicherung?	abwechselnd In-/Exfiltration	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut bis sehr gut ($5*10^{-3}$m/s)	
Dotation Zuflüsse	keine	

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	Oldisbach mit naturnaher unverbauter Mündung	
	rechtsufrig 4, davon 1 nur temporär bei Hochwasser linksufrig 1	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)		keine
Zuflusssysteme im Talboden		----

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein		generelle schwallbedingte Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse) mit geringerer Bedeutung der inneren Kolmation
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	--	--
Fischfauna-Alpenrhein	Der zwar relativ geringe Fischbestand liegt über den Bestandeswerten flussab der Landquartmündung. höherer Bachforellenanteil	Reduktion des Artenspektrums (10 Fischarten) infolge Migrationshindernisse (Schwelle Buchs und Ellhorn) ruhigwasserliebende und strömungsindifferente Fischarten fehlen völlig
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	Zubringer zu klein	

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	Höhe A 13-Brücke Trimmis-Untervaz Schotterbänke mit Weichholzauchen, Sanddorngebüsche bei Zizers	
Terrestrik Alpenrheinumland	teilweise beidseits Augebiete angrenzend, Trimmisser Rodauen, Naturschutzgebiet von nationaler Bedeutung ökologisch wertvolle Felsensteppen zwischen Oldis und Zementwerk Untervaz (einziger Fundort der Sägeschrecke Sago pedo nördlich der Alpen) Felsabbau und Ersatzmassnahmen in Hangwäldern (Auflichtungen) wichtige Schalenwildeinstände (Rhein wird überquert)	Nutzungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industrie, Tourismus/Naherholung, Sportanlagen, Kiesabbau ausserhalb Rheinbett)

***Terrestrische Ökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrheinumland	wertvolle Amphibienlaichgebiete bei Zizers (letztes Vorkommen des Laubfrosches in den 1970er Jahren) Zizerser Gumpen Oberau, Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung	

Raumplanung – Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Materialabbau und -verwertung keine Siedlungsgebiete in Rheinnähe mit Ausnahme bei Untervaz Siedlungsgebiet von Trimmis reicht nur bis Autobahn wichtiges Arbeitsplatzgebiet, Sportanlagen, Kehrichtverbrennung Trimmis siehe auch Entwicklungspotential	Begrenzung der Auenlandschaft durch Autobahn
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Gemeinde Untervaz (Konsenswassermenge: 20.0 l/s) Gemeinde Zizers (Konsenswassermenge: 58.3 l/s) Zizers / Terza (Konsenswassermenge: 28.3 l/s) Gemeinde Igis neu (Konsenswassermenge : 86.7 l/s) Gemeinde Igis alt (Konsenswassermenge: 40.0 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Graubünden: 2 Stk (Konsenswassermenge: 7.1 l/s) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang rechter und auch linker Rheinseite sowie auf dem Kegel der Machänser Rüfi (Velo, Jogging, Wandern, Spazieren, Camping, Sportanlagen, Grillplätze am Rhein)	
Land- und Forstwirtschaft	Graswirtschaft, etwas Ackerbau	
nutzbares Wasserkraftpotential	117 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	häufig entlang beider Ufer schmaler Waldstreifen, verschiedene Nutzungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industrie, Tourismus/Naherholung, Sportanlagen, Kiesabbau ausserhalb Rheinbett) Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen grossteils rheinfern auf Wildbachkegel, Gewerbegebiete in der Nähe des Rheins linksufrig: Untervaz rechtsufrig: Trimmis, Zizers
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft zwischen km 18.6 und 20.0 die A13 unmittelbar neben dem Rhein; zwischen km 18.4 und 18.6 das Trasse der SBB und der RhB vermutlich abschnittsweise auch Gasleitung 1 Brücke und eine Rohrbrücke der Oleodotto (km 17.25, Untervaz, km 19.808 Ölleitung, nicht mehr in Betrieb), Ölleitung verläuft z.T. entlang linkem Rheinwuhr
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 3.89 GWh Die Pumpwerke der Gemeinden Zizers und Terza liegen in unmittelbarer Nähe zum Rhein.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Bestehende Nutzungen weiterführen und allenfalls verbessern. Es besteht auch die Möglichkeit, mindestens teilweise die offenen Gruben des Kiesabbaus ausserhalb des Flussbettes des Rheins für den Wassersport zukünftig zu nutzen.

8.7 Abschnitt 6 Mastrilser Rheinauen

Grenze	Von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Untervaz	20.0	Landquart	23.3	3.3
Höhenlage	522 –512 m ü.M.		**anrainende Länder:**	GR	
Linienführung	Verzweigt				
Flussprofil	einseitig anstehender Fels bzw. unverbaute Böschung (Profiltyp A)				
Sohlbreite	mittel: 175 m		minimal: 89 m	maximal: 270 m	
mittleres Gefälle	3.2‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		10 m	
Flussstruktur	Verzweigung mit zahlreichen Kiesbänken				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	verzweigt
mittlere Flussbreite	Eher noch breiter als heute
mittleres gewässertypisches Gefälle	3.3‰ (Aufnahme 1896)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- einziger naturnaher Bereich am Alpenrhein
- breite Mastrilser Rheinauen sind Fixpunkt für Sohlenlage
- enge Begrenzung der Auenlandschaft durch Autobahn

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge grosser Breite hohe Abflusskapazität, über HQ300 (2'500 – 2'750 m3/s) mit Ausnahme rechtes Ufer unmittelbar flussauf der Landquartmündung	
Dammstabilität	nur am rechten Ufer Dämme mit vergleichsweise geringer Höhe vorhanden, Hauptbelastungsfall Seitenerosion wegen verzweigtem Flusslauf	
Schadenpotential	am linken Ufer kein, am rechten Ufer vergleichsweise geringes Schadenpotential	
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		durch Verzweigung und flache Kiesbänke grössere Wasserwechselzonen als regulierte Bereiche
Trübe	leichte Abnahme der Trübe im Abschnitt, deutlich geringere Trübe als flussab Landquart	
Flussmorphologie	verzweigter Abschnitt mit zahlreichen Kiesbänken variable Flussbettbreiten linksufrig durchgehend natürliches Felsufer	
Kolmation	geringere Kolmation als flussab Landquart	
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**	Überflutungsflächen bereits bei kleinen HW (aber nur innerhalb des eigentlichen Flussperimeters)	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	vernachlässigbarer Geschiebeeintrag aus Zuflüssen
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Ablagerungen von rund 50'000 auf 30'000 m3/Jahr abnehmend
Sohlveränderung zwischen 1944 und 1996	Eintiefung zwischen 0.7 und 2.0 m
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	stabile Sohllage bis Auflandungen bis gegen 1 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	Absinken um 1-2m	
GW-Anreicherung?	saisonal wechselnd Infiltration/Exfiltration	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut, stark heterogen (Altläufe)	
Dotation Zuflüsse		

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	3 naturnahe niveaugleich Mündungen linksufrig (Cosenz, Dorfbach, Quellaufstoss)	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Tümpel im linksufrigen Auwaldbereich	
Zuflusssysteme im Talboden	siehe Mündungen	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	Lokal im uferfernen Bereich der Schnellen ähnelt die Grossgruppendominanz (Biomasse) ansatzweise naturnahen Verhältnissen (keine übermässige Dominanz der Chironomiden). Tiefere Sedimentschichten weniger durch innere Kolmation beeinträchtigt wie unterhalb der Landquart.	generelle schwallbedingte Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse) mit Ausnahme der hier weniger bedeutenden inneren Kolmation.
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	keine aktuellen Daten	
Fischfauna-Alpenrhein	vergleichsweise grosses Artenspektrum und hoher Fischbestand im Vergleich zu umgebenden Abschnitten	Reduktion des Artenspektrums infolge Migrationshindernisse (Schwelle Buchs und Ellhorn) ruhigwasserliebende und strömungsindifferente Fischarten fehlen völlig; Vorkommen der Nase bis vor 10 Jahren
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch mehrfache Schwellen und Rampen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	Die 3 Zubringer Cosenz, Dorfbach und Quellaufstoss haben hohe Bedeutung als Laichplatz (Temperaturvorteil durch Grundwassereinfluss) sowie als Jung- und Kleinfischhabitat.	

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	naturnahe Uferstrukturen mit typischer Artengarnitur (Tamariske, Kleiner Rohrkolben, Flussuferläufer, Flussuferläufer)	Beeinflussung der naturnahen Uferstrukturen und Schotterbänke durch Sunk und Schwall
Terrestrik Alpenrheinumland	Auenlandschaft von nationaler Bedeutung (im Aueninventar nicht als solche anerkannt), nicht Naturschutzgebiet Hartholzauen mit grossem Aufwertungspotenzial an der Mündung des Dorfbaches (= Cosenzbach) Igiser Au	enge Begrenzung der Auenlandschaft durch Autobahn

***Terrestrische Ökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrheinumland	Wintereinstandsgebiet des Rothirsches Mühleli-Padnal-Frättis-Friewies, Untervaz, Kulturlandschaft mit besonderer Bewirtschaftung	

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	östlich der Autobahn, Landwirtschaft und Auenwald siehe auch Entwicklungspotential	Materialabbau und- verwertung Autobahn entlang dem Rhein
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** keine vorhanden **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Graubünden: 1 Stk. (Konsenswassermenge: 3.2 l/s)) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet am linken, oberen Ende der Mastrilser Rheinauen, übrige Bereiche kaum genutzt, da schwer zugänglich, Velorouten verlaufen hinter der A13	
Land- und Forstwirtschaft	am rechten Ufer hinter der A13 Ackerbau, Graswirtschaft und Gemüseanbau, auf den rechtsufrigen Schwemmkegeln Weinanbau (Zizers)	
nutzbares Wasserkraftpotential	73 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	links kein weiteres Potential da Talflanke, rechts Waldstreifen und anschliessend Landwirtschaft Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen grossteils rheinfern auf Wildbachkegel oder Talflanke, Gewerbegebiete in der Nähe des Rheins linksufrig: Untervaz, Mastrils rechtsufrig: Zizers, Igis-Landquart
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 praktisch auf der ganzen Länge neben dem Rhein
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 2.91 GWh
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	„Entflechtung“ Natur- und Landschaftsschutz von Erholung in diesem Abschnitt wünschenswert und sinnvoll

8.8 Abschnitt 7 Bündner Herrschaft

Grenze	Von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Landquart	23.3	Ellhorn	33.9	10.6
Höhenlage	512 – 482 m ü.M.		**anrainende Länder:**	GR, SG	
Linienführung	Gestreckt				
Flussprofil	Hochwuhre mit Zwischenbermen (Profil C) bzw. Trapezprofil, nur teilweise Damm (Profil B)				
Sohlbreite	mittel: 90 m		minimal: 70 m	maximal: 136 m	
mittleres Gefälle	2.8‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		30 m	
Flussstruktur	regelmässige Abfolge von Schrägbänken				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	verzweigt
mittlere Flussbreite	102 – 630 m (mittel 399 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847)
mittleres gewässertypisches Gefälle	3.1‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- starke Beeinflussung durch Landquart
- Abschnitt wird von der Blockrampe Ellhorn begrenzt
- Mit Wasser aus dem Stauraum Mapragg werden Ablagerungen in der Tamina aus dem Zanaibach einmal pro Jahr in den Sommermonaten abgeschwemmt.
- Einleitung der vom Kraftwerk Mapragg – Sarelli stammenden Abflussmengen von max. 30 m^3/s bei km 24.720

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung hohe Abfluss-kapazität von über HQ300 (3'100 – 3'600 m3/s) mit Ausnahme rechtes Ufer beim Ellhorn (km 32.8 – 33.2)	
Dammstabilität	Dammbruch wenig wahrscheinlich, Beurteilungsgrundlagen in Erarbeitung	
Schadenpotential	vergleichsweise geringes Schaden-potential, links tendenziell höher als rechts	
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	Fläsch, Sargans	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		höhere Schwallamplitude aus Landquart und durch KW Sarelli
Trübe		durch Trübeeinstoss aus Landquart höhere Trübe (vor allem bei Nieder-wasser im Winter) Höchsten Trübewerte im Alpenrhein
Flussmorphologie	Schrägbänke bewirken mit Schnellen/Furten, Kolken, Flach-ufer und Hinterwässer im Regulie-rungsbett relativ variable Aus-formung bei Niederwasser. mehr Flachwasserzonen als in Abschnitten mit alternierenden Kiesbänken in Bereich Ellhorn rechtsufrig Naturufer mit anstehenden Fels und Buchtbereich Mündung Maienfelder Mühlbach	einheitliche Breiten, keine Aufwei-tungen weitgehend reguliertes Ufer, einheitlich, steile Uferböschungen Schrägbänke weisen stark ausge-prägte Schnellen auf Kolke mit starker Strömung infolge Schwall grössere, bei Sunk trockenfallende Bereiche Kiesbänke schon bei Schwall bzw. Mittelwasser überschwemmt,
Kolmation		starke Ablagerung von Feinpartikel aufgrund hoher Trübung starke bis sehr starke innere Kolma-tion im Winter
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**		Fehlen im gesamten Abschnitt

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung		
	Stärken	**Schwächen**
Geschiebeeintrag	Landquart: 30'000 – 36'000 m3/Jahr geringe Einträge von der Tamina übrige Wildbäche wegen Geschieberückhalt respektive Flachstrecken keine relevanten Einträge	Kiesentnahmen Landquartmündung von 1991 bis 2000 im Jahresdurchschnitt 22'800 m3
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Erosionen von rund 25'000 auf 50'000 m3/Jahr zunehmend	
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefung zwischen 2.0 und 2.5 m	
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	weitere Eintiefungen (Rotationserosion um Blockrampe Ellhorn mit maximaler Eintiefung von bis zu 1.2 m im Bereich der Landquartmündung)	

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		2 m, zunehmend gegen Ellhorn, starke Kolmation Rhein
GW-Anreicherung?	Infiltration von Rheinwasser	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut bis sehr gut	
Dotation Zuflüsse		keine Dotation

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	rechtsufrig: Landquart, Maienfelder Mühlbach (historisch 4) linksufrig: Tamina (historisch 4)	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	rechtsufrig Buchtbereich flussauf Schwelle Ellhorn	
Zuflusssysteme im Talboden	Maienfelder Mühlbach mündet in Buchtbereich Sarganser Giessen	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein		generelle Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse), insbesondere auch innere Kolmation mit Feinpartikeln bedeutend (auch in den folgenden Abschnitten)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	relativ dichte Besiedelung und hohe Artenzahl in Giessen und Mühlbach; siehe Abschnitt 8	teils stärkere organische Belastung (G.Kl. II) als im Alpenrhein Beeinträchtigungen durch Restwasserführung (Tamina), Schwall (Landquart) und Regulierungen; Daten ?
Fischfauna-Alpenrhein	noch höherer Anteil der Bachforelle am Fischbestand als flussab Maienfelder Mühlbach durch Fischaufstiegshilfe passierbar	Reduktion des Artenspektrums (10 Fischarten) im Vergleich zu flussab infolge Migrationshindernis Schwelle Buchs und Ellhorn (siehe unten) ruhigwasserliebende Fischarten fehlen völlig, strömungsindifferente Fischarten sehr selten geringer Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		Kontinuum durch Schwellen flussab nur für schwimmstarke Fischarten gegeben
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein		Tamina mit Regulierung und Restwasserführung und kaum passierbarer Rampe geringe Bedeutung Landquart mit Regulierung, zahlreichen Querbauwerken und kaum passierbarer Mündung mit geringer Bedeutung Maienfelder Mühlbach nicht passierbare Mündung Sarganser Giessen/Saarland: siehe Abschnitt 8

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	besiedelbare Grobschotter- und Schotterinseln mit Uferkontakt innerhalb der Ausbaustrecke	Austrocknung ehemaliger Auwald-fragmente, rudimentäre Ansätze von Weichholzauen lediglich im Überschwemmungsbereich auf Schotterinseln mit Uferkontakt in der Ausbaustrecke vorhanden
Terrestrik Alpenrheinumland	durch extensive Dammpflege entstandene artenreiche Halbtrockenrasen Auengebiete von regionaler Bedeutung Sarelli - Bad Ragaz und Bad Ragaz – Sargans wertvolle Amphibienlaichgebiete z.B. Siechenstuden und Neugüeter bei Maienfeld (Rheinaue bei Maienfeld) Siechenstuden: wichtiges Brut- und Durchzugsgebiet für Vögel bedeutender Auenwald nördlich Fläscherbad (wichtig für Schalenwild, letzter Laichplatz des Wasserfrosches in Nordbünden) Wildwechsel Fluppi – Jenins	markante Absenkung des Grundwasserspiegels im Bereich der Sarganser Ebene und dadurch bedingtes periodisches Trockenfallen potentieller Laichgewässer fehlende Vernetzung geeigneter Laichhabitate und Landlebensräume für Amphibien

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Arbeitsplatzgebiet bei Maienfeld Siedlungsgebiet von Bad Ragaz Rheinaue bei Maienfeld Auengebiete von regionaler Bedeutung Sarelli - Bad Ragaz und Bad Ragaz - Sargans, Lebensraum bedrohter Arten, Kerngebiet Landwirtschaftsfläche zwischen Bad Ragaz und Sargans ist Fruchtfolgefläche und Lebensraum Schongebiet siehe auch Entwicklungspotential	Materialabbau und -verwertung, Landquartmündung, Rheinau, Siechastuda in Maienfeld und Neuländer in Fläsch Inerstoffdeponie Länder bei Maienfeld 3 Starkstromleitungen und Autobahn entlang dem Rhein zwischen Landquart und Maienfeld geplanter Abbaustandort südöstlich von Bad Ragaz Hauptstrasse Landquart - Bad Ragaz in einem Abstand von 100 - 300 m zum Rhein.
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Graubünden: Sargans (Konsenswassermenge: 20.0 l/s) Sargans (Konsenswassermenge: 100.0 l/s) Vilters (Konsenswassermenge: 25.0 l/s) Bad Ragaz (Konsenswassermenge: 110.0 l/s) Sarelli (Konsenswassermenge: 10.0 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: St.Gallen: 16 Stk. (Konsenswassermenge: 14.3 l/s) Graubünden: 6 Stk. (Konsenswassermenge: 1.2 l/s)) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang der Rheinufer (Velorouten, Wandern) Thermalbad, Wellnes, Golf, Giesenpark in Bad Ragaz Heidiland	
Land- und Forstwirtschaft	häufig schmaler Waldstreifen entlang der Ufer, angrenzend Landwirtschaft (Ackerbau und Graswirtschaft), auf den rechtsufrigen Schwemmkegeln Weinbau	intensive Landwirtschaft (Ackerbau und Grünland) dominiert, lokal rechtsufrig auch Obstanlagen (Tafelobst)
nutzbares Wasserkraftpotential	306 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	schmaler Waldstreifen und anschliessend Landwirtschaft Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen grossteils rheinfern auf Wildbachkegel oder Talflanke, Gewerbegebiete z. T. in der Talebene (Maienfeld) linksufrg: Mastrils, Bad Ragaz, Vilters, Mels, Sargans rechtsufrig: Igis-Landquart, Maienfeld, Fläsch
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 zwischen km 23.3 und km 29 in einem Abstand von rund 100 m parallel zum Rhein zwischen Autobahn und Rhein hat es 3 Starkstromleitungen km 24.73 Unterwasserkanal Kraftwerk Sarelli 6 Brücken: Tardisbrücke (Kantonsstrasse, km 23.636), Maienfeld – Bad Ragaz (Autobahnzubringer, km 27.665), SBB-Brücke Bad Ragaz (km 28.980), Pipeline Brücke Fläsch (km 29.10), Autobahnbrücke Bad Ragaz (km 29.270), Brücke Fläsch (km 30.6)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 19.16 GWh Die Pumpwerke in Bad Ragaz und Sarelli befinden sich in Rheinnähe.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	bestehende Nutzungen weiterführen; Ausbaumöglichkeiten (Raum) für Tourismus und Naherholung kombiniert grundsätzlich vorhanden im Zusammenhang mit der Flusslandschaft. Interesse Heidiland?

8.9 Abschnitt 8 Werdenberg

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Ellhorn	33.9	Buchs	49.6	15.7

Höhenlage	479 - 445 m ü.M.	**anrainende Länder:**	SG, FL
Linienführung	Gestreckt		
Flussprofil	beidseitige Hochwuhre mit Zwischenbermen (Vorgrund, Profiltyp C)		
Sohlbreite	mittel: 95 m	minimal: 76 m	maximal: 114 m
mittleres Gefälle	2.1‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	34 m
Flussstruktur	alternierende Kiesbänke		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	Übergang "verzweigt" zu "gewunden-verzweigt"
mittlere Flussbreite	120 – 678 m (mittel 303 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847)
mittleres gewässertypisches Gefälle	2.4‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser). Im oberen Abschnitt eventuell bereits um eine Viertel Güteklasse besser (SI < 1.5, G.kl. I-II; derzeit noch in Diskussion)

Besonderheiten

- Abschnitt wird von zwei Blockrampen (Ellhorn km 33.9 und Buchs km 49.6) begrenzt
- Bereich mit grösster Eintiefung im gesamten Alpenrhein zwischen 1940 und 1996
- Bereich mit grösster Dichte an Giessen (flussab nur mehr Riede (Ausnahme Ill-Frutz-Schwemmfächer))
- Grundwasserschutzareal CH zwischen Wartau und Buchs, Grundwasserschutzgebiet FL zwischen Balzers und Schaan
- im oberen Streckenabschnitt Grenze zwischen 2 Subtypen des Referenzzustandes (noch in Abklärung)

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung hohe Abfluss-kapazität von über HQ300 (3'100 – 3’600 m3/s)	
Dammstabilität	Dammbruch nicht ausschliessbar, Beurteilungsgrundlagen in Bearbeitung	
Schadenpotential	linksufrig 2.5 bis 3 mal kleineres Schadenpotential als rechtsufrig rechtsufrig grosser Teil des Wirtschaftsraumes von FL betroffen	
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	Balzers, Wartau	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		höhere Schwallamplitude aus Landquart und durch KW Sarelli
Trübe		durch Trübeeinstoss aus Landquart höhere Trübe (vor allem bei Nieder-wasser im Winter)
Flussmorphologie	Ellhorn rechtsufrig Naturufer (aber nur 1% des Abschnittes) Alternierende Kiesbänke bewirken mit Schnellen/Furten, Kolken, Flachufer und Hinterwässer im Regulierungsbett relativ variable Ausformung bei Niederwasser.	einheitliche Breiten, keine Aufweitungen fast durchgehend regulierte Ufer (99%), einheitlich, steile Ufer-böschungen, Böschungen beidseitig durchgehend Pflasterung Kiesbänke schon bei Schwall bzw. Mittelwasser überschwemmt und nicht nutzbar, Ausformung infolge Regulierung und Fehlen von Totholz nur bedingt gewässertypisch, infolge schwallbedingter Kolmation und Substratumlagerung auch bei Niederwasser bzw. grossflächige Wasserwechselzone sind die Struk-turen kaum funktionell nutzbar
Kolmation	Fluss ab Ellhorn kaum Kolmation infolge GW-Exfiltration	Flusslauf Schwelle Buchs starke innere Kolmation
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**		Fehlen im gesamten Abschnitt

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	vernachlässigbarer Geschiebeeintrag aus Zuflüssen (vor allem Rüfen) durch Geschieberückhalt an den Talhängen respektive Flachstrecke im Talboden
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung von rund 50'000 auf 55'000 m3/Jahr tendenziell zunehmend
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Schwelle Buchs stabilisiert Sohle lokal auf ca. 3 m tieferem Niveau als 1940 unterhalb Schwelle Ellhorn mit bis zu 5 m stärkste Eintiefung im gesamten Alpenrhein seit 1940
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	derzeit Abschnitt im Übergangsbereich von Erosion zur Auflandung oberhalb Schwelle Buchs weitere Eintiefung (Rotationserosion mit Maximalwert von bis zu 70 cm unterhalb Schwelle Ellhorn wahrscheinlich)

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		durch Sohleintiefung Rhein starkes Absinken GW-Spiegel um bis zu 5 m (seit 1950)
GW-Anreicherung?	Infiltration flussauf Schwelle Buchs (200 l/s)	Exfiltration im Unterwasser Schwelle Ellhorn (max. 500 l/s)
Grundwasserqualität	Rheininfiltrat prinzipiell gute Qualität	durch Reduktion Rheininfiltrat und Zunahme des Anteiles von Hangwasser Verschlechterung GW-Qualität (Absinken Sauerstoffsättigung, Ansteigen Härte (PW Oberau))
Durchlässigkeit GW-Träger	hoch (Becken Trübbach-Eschen)	
Dotation Zuflüsse		durch starkes Absinken des GW-Spiegels starke Reduktion bis Trockenfallen der Giessen (siehe auch Zuflüsse)

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen		rechtsufrig: keine im Vergleich zu 9 im Referenzzustand linksufrig: nur 2 (Trübbach und Saarkanal) im Vergleich zu 9 im Referenzzustand

***Zuflüsse/Nebengewässer** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	kleinere Tümpel in Rheinauen (ohne Bezug zu Alpenrhein, siehe Terrestrik Umland) Weiher im Naturschutzgebiet St. Katharinenbrunnen	
Zuflusssysteme im Talboden	grösste Dichte an Giessen am Rhein Giessen teilweise noch naturnah ausgeformt (Sarganser Giessen, siehe Abschn. 7), Balzner Giessen, Mühlbachsystem) Giessen durch Wiederbewässerung mit Rheininfiltrat und Oberflächenwasser wieder dotiert,	infolge GW-Absenkung Verlust d. typischen und ökologisch wichtigen Charakteristik (GW-Aufstösse, rel. konstante Temperatur, etc.); Wasserführung stark reduziert bzw. Gewässer trocken, Binnenkanäle (Werdenberger und Liechtensteiner BK), grossteils monoton reguliert, Hangbäche monoton reguliert

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	zumindest im unteren Teilabschnitt (bei Buchs) noch geringe Reste hyporhithraler/epipotamaler Faunenelemente	generelle Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	relativ dichte Besiedelung und hohe Artenzahl in Binnenkanälen und Mühlbach; auch bedingt durch Einmündung ursprünglicher Alpenrheinseitenbäche	teils stärkere organische Belastung (G.Kl. II) als im Alpenrhein; ältere Daten (Stand:1990) aus stagnierenden Bereichen des Mühlbaches: G.Kl. II-III und III. Verschärfung infolge Reduktion des Selbstreinigungsvermögens als Folge der Reduktion und Monotonisierung des Zuflusssystems
Fischfauna-Alpenrhein	Unterwasser Schwelle Ellhorn strukturreicher; etwas artenreicherer und höherer Fischbestand (Stand 1990)	Reduktion des Artenspektrums (15 Fischarten) im Vergleich zu flussab infolge Migrationshindernis Schwelle Buchs (siehe unten) ruhigwasserliebende Fischarten fehlen völlig, strömungsindifferente Fischarten sehr selten, geringer Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee		durch Schwelle Buchs unterbrochen (Ausnahme schwimmstarke Fischarten (Forellen); Coregonen und Karpfenartige etc. können daher zur Laichzeit aus dem Bodensee nicht einwandern

***Gewässerökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	Saarkanal und Giessensystem in Sarganser Ebene für Reproduktion vor allem von Bach- und auch Seeforelle gewisse Bedeutung (siehe Abschnitt 7)	infolge Abtrennung Zuflüsse kaum mehr Bedeutung für Fischfauna verbliebene 2 Mündungen kaum passierbar Trübbach infolge Regulierung für Fischfauna keine Bedeutung

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	artenreiche Magerrasen mit seltenen Arten an Rheindämmen (z. B. Orchideen) an Rheindämmen Sekundär-lebensräume für Reptilien	keine Schotterpioniergesellschaften keine intakten Auwälder
Terrestrik Alpenrheinumland	FL: bei Balzers und Schaan zwei kleine Reliktwälder Amphibienlaichgebiete bei Schaan (Rheinauweiher), Triesen (Rhein-auweiher) und Balzers (NSG St. Katrinabrunna) NSG Äulehäg bei Balzers SG: Giessen in Wartau und Sevelen (siehe Zuflusssystem) Reliktauenwälder: Afrika Buchs, Rheinau Sevelen und Wartau, Cholau Wartau Amphibienlaichgebiet bei Sevelen (Rheinautümpel) Wildtierkorridore Trübbach-Ellhorn und Cholau-Triesen über A13	nur vereinzelt naturnah bewirtschaftete Flächen erhalten

Raumplanung – Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	keine Siedlungsentwicklungs-gebiete im Rheinumland zu erwarten Kläranlagen Balzers und Vaduz werden oder sind stillgelegt Industriegebiete Trübbach, Wartau, Triesen und Vaduz Sport- und Erholungsanlagen Buchs Süd, Balzers, Triesen, Vaduz und Schaan Eisenbahn-Doppelspurausbau Weite-Buchs siehe auch Entwicklungspotential	
GW-Nutzung	**Grundwassernutzung (öffentliche Pumpwerke):** Liechtenstein: PW Rheinau, Balzers (Konsenswassermenge: 100 l/s) PW Heilos, Triesen/Balzers (Konsenswm. 150 l/s) PW Neugut (Konsenswassermenge: 45 l/s) PW Wiesen (Konsenswassermenge: 100 l/s) St: Gallen: Buchs (Konsenswassermenge: 66.6 l/s) Buchs (Konsenswassermenge: 5.3 l/s) Wartau (Konsenswassermenge: 13.3 l/s) Wartau (Konsenswassermenge: 50.0 l/s) Wartau (Konsenswassermenge: 2.7 l/s) **private Pumpwerke:** Liechtenstein: PW Hilcona, Schaan (Konsenswassermenge 84 l/s) PW Swarovsky, Triesen (Konsenswassermenge: 45 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Liechtenstein 7 Stk. (Konsenswassermenge: 38.3 l/s) St. Gallen: 29 Stk. (Konsenswassermenge: 20.9 l/s) - Kühlwasserentnahmen: St. Gallen: Konsenswassermenge: 20.9 l/s	
touristische Nutzung-Naherholung	Intensiverholungsgebiet Heuwiese, Wartau (siehe Entwicklungspotential), Sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen Naherholung am rheinseitigen Damm und auf Kiesbänken Pontonierfahren auf dem Rhein	
Land- und Forstwirtschaft		intensive Landwirtschaft dominiert, Forstwirtschaft von untergeordneter Bedeutung
nutzbares Wasserkraftpotential	347 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	grossteils landwirtschaftliche Nutzung Siedlungs-/Gewerbegebiete: grossteils rheinfern, nur lokal entlang Rhein linksufrig: Sargans, Trübbach, Sevelen, Buchs rechtsufrig: Balzers, Triesen, Vaduz, Schaan (Gewerbegebiete abschnittsweise an Damm angrenzend)
Einschränkung durch Infrastruktur	SG: bis auf einen kurzen Abschnitt flussab der Schwelle Ellhorn verläuft am linken Ufer die Nationalstrasse A13 unmittelbar neben Alpenrhein FL: Neue Strassenverbindung zwischen Zollstrasse und Lettstrasse, Vaduz sowie Zollstrasse und Industriestrasse, Triesen entlang äusserem Rheindammfuss FL: Gasleitung zwischen Rhein und Binnenkanal von Trübbach-Schaan FL: Erdverlegte Stromhauptleitung entlang Binnenkanal Balzers-Schaan 7 Brücken: Trübbach-Mäls (Fussgänger- und Radwegsteg, km 36.6), Trübbach-Balzers (Autobahnzubringer, km 37.4), Sevlen-Vaduz (Autobahnzubringer, km 44.825), Sevelen-Vaduz (Holzbrücke, km 45.055); Buchs-Schaan (Eisenbahnbrücke, km 48.975), Buchs-Schaan (Autobahnzubringer, km 49.505); geplante Fuss- und Radwegbrücke Cholau/Triesen
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	Mit Ausnahme des Pumpwerkes Wartau (2.6 l/s) befinden sich alle Entnahmen und die GW-Schutzgebiete in Rheinnähe (siehe Themenkarte)
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Intensiverholungsgebiet Heuwiese, Wartau sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen Naherholung am rheinseitigen Damm und auf Kiesbänken Pontonierfahren auf dem Rhein, Nutzungen erhalten respektive massvoll ausbauen. Sportplätze entlang Rheindamm (SG: Buchs Süd; FL: Balzers, Triesen, Vaduz und Schaan)

8.10 Abschnitt 9 Schaan

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Buchs	49.6	Schellenberg	55.0	5.4

Höhenlage	444 – 435 m ü.M.	**anrainende Länder:**	SG, FL
Linienführung	gestreckt		
Flussprofil	Hochwuhre mit Zwischenbermen (Profil C)		
Sohlbreite	mittel: 92 m	minimal: 84 m	maximal: 100 m
mittleres Gefälle	1.7‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	9 m
Flussstruktur	alternierende Kiesbänke		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden-verzweigt
mittlere Flussbreite	153-327 m (mittel 227.4 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847) Werte für Oberrheintal
mittleres gewässertypisches Gefälle	1.6‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser)

Besonderheiten

- freies Kontinuum aus dem Bodensee gegeben
- Begrenzung am oberen Ende durch Blockrampe Buchs

Hochwasserschutz		
	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung hohe Abflusskapazität von über HQ300 (3'100 – 3'600 m3/s)	
Dammstabilität	Dammbruch nicht ausschliessbar, Beurteilungsgrundlagen in Bearbeitung	
Schadenpotential	linksufrig eher kleineres Schadenpotential als rechtsufrig rechtsufrig grosser Teil des Wirtschaftsraumes von FL betroffen	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	Schaan	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		höhere Schwallamplitude aus Landquart und durch KW Sarelli
Trübe		durch Trübeeinstoss aus Landquart höhere Trübe (vor allem bei Niederwasser im Winter)
Flussmorphologie	Alternierende Kiesbänke bewirken mit Schnellen/Furten, Kolken, Flachufer und Hinterwässer im Regulierungsbett relativ variable Ausformung bei Niederwasser.	einheitliche Breiten, keine Aufweitungen durchgehend reguliertes Ufer einheitlich, steile Uferböschungen, Böschungen beidseitig durchgehend Pflasterung Kiesbänke schon bei Schwall bzw. Mittelwasser überschwemmt und nicht nutzbar, Ausformung infolge Regulierung und Fehlen von Totholz nur bedingt gewässertypisch, infolge schwallbedingter Kolmation und Substratumlagerung auch bei Niederwasser bzw. grossflächige Wasserwechselzone sind die Strukturen kaum funktionell nutzbar
Kolmation		bei Schwall und Sunk wechseln In- und Exfiltration ab bei Infiltration langsame Kolmation der Sohle bei Exfiltration geringere Kolmation
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)		Fehlen im gesamten Abschnitt

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung		
	Stärken	**Schwächen**
Geschiebeeintrag	kein Geschiebeeintrag	
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Ablagerungen von rund 55'000 auf 40'000 m3/Jahr abnehmend	
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996		Eintiefungen von 4 bis 5 m
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Anlandungen von 0 bis 0.6 m mit möglichen Maximalwerten bis gegen 1 m	

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		bis 4 m Absenkung
GW-Anreicherung?		geringe Infiltration von Rheinwasser
Grundwasserqualität	gut	Hangwasser, Nitrat
Durchlässigkeit GW-Träger	meist sehr gut	
Dotation Zuflüsse	vor 1950 von grosser Bedeutung	fehlt heute vollständig

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen		keine (Referenzzustand: linksufrig 1 rechtsufrig 2)
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Feuchtgebiet Wisenfurt mit Stillgewässer	
Zuflusssysteme im Talboden		linksufrig: Werdenberger Binnenkanal mit Hangbächen Saarbach (Hangbach) rechtsufrig: Liechtensteiner Binnenkanal mit Zubringer (linksufrig Giessen (Tentschengraben), rechtsufrig Schaanergräben, Esche)

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	noch geringe Reste hyporhithraler/epipotamaler Faunenelemente	Generelle Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	relativ dichte Besiedelung und hohe Artenzahl in Binnenkanälen	quantitativer und qualitativer Verlust analog zur Reduktion und Monotonisierung des Zuflusssystems
Fischfauna-Alpenrhein	deutlich höheres Artenspektrum als flussauf der Schwelle Buchs	ruhigwasserliebende Fischarten fehlen völlig, strömungsindifferente Fischarten sehr selten, extrem geringer Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum zwischen Alpenrhein und Bodensee Auch Coregonen und Karpfenartige etc. können daher zur Laichzeit aus dem Bodensee in den Alpenrhein einwandern.	
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		keine Zuflüsse

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	alternierende Kiesbänke und Schotterinseln, z.B. als Brutplätze für den Flussregenpfeifer	fehlende Überschwemmungsbereiche zu häufige Überschwemmung der Schotterflächen
Terrestrik Alpenrheinumland	teilweise grössere Auwaldfragmente (Zweiblatt-Eschenmischwald) trockener Prägung mit fliessenden Übergängen zu frischen Eichen-Hagebuchenwälder und Eichen-mischwälder (Buchs – Waldreservat Ceres, Schaan – Auenwald Unterau, Auenwald Eschen) Feuchtgebiet Schwabbrünna-Äscher (bei Nendeln) mit Vorkom-men von Wald-Wiesenvögelchen (Coenonympha oedippus)	weitgehend fehlende Grundwasserbeeinflussung der Hartholzauen und dadurch Entwicklung zu buchenfähigen Standorten isolierte Amphibienlaichgebiete

***Terrestrische Ökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrheinumland	sekundäre Halbtrockenrasen entlang der Rheindämme mit Apollofalter (*Parnassius apollo*) Flachmoor und Amphibienlaich-gebiet von nationaler Bedeutung Wisenfurt Buchs/Haag, Wildtierkorridor Rheinau bei Haag - Tentscha Eschen Landschafts- Natur- und Lebens-raumkerngebiet Tentsche bei Bendern	periodisches Trockenfallen von rheinnahen Oberflächengewässern während der Sommermonate geringer Anteil an Feucht- bzw. Streuwiesen Autobahn parallel zum linken Rheindamm

Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Industriegebiete Buchs, Haag, Bendern, Siedlungsgebiet Haag mit Entwicklungsmöglichkeiten und Einkaufszentrum Haag in unmittelbarer Rheinnähe siehe auch Entwicklungspotential	Autobahn verläuft unmittelbar westlich vom Rhein Kläralage und Kehrichtverbrennungsanlage Buchs in Rheinnähe
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Liechtenstein: PW Unterau, Schaan (Konsenswassermenge: 90 l/s) PW Oberau, Ruggell (Konsenswassermenge: 75 l/s) St. Gallen: keine vorhanden **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: St. Gallen: 8 Stk. (Konsenswassermenge: 14.1 l/s) - Kühlwasserentnahmen: St. Gallen: Konsenswassermenge: 21.6 l/s	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet, alle Langsamverkehrsarten auf den Rheindämmen	
Land- und Forstwirtschaft		intensive Landwirtschaft (Ackerbau und Grünland) dominiert, Forstwirt-schaft von untergeord. Bedeutung
nutzbares Wasserkraftpotential	92 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	teilweise schmaler Waldstreifen entlang des Rheins und anschliessend Landwirtschaft Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen grossteil rheinfern auf Wildbachkegel oder Talflanke, Gewerbegebiete und neuere Siedlungsteile z. T. in der Talebene (Buchs) linksufrig: Buchs, Grabs, Gams, Sennwald rechtsufrig: Schaan, Eschen-Mauren
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 unmittelbar neben dem Rhein 2 Brücken: Buchs-Schaan (Autobahnzubringer, km 49.505), Haag-Bendern (Autobahnzubringer, km 54.272) geplante Eisenbahnverbindung Buchs Nord - Mähder - Nendeln über den Rhein
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 20.54 GWh
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Naherholungsgebiet sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen Bedarf für Naherholungsflächen im Flussbereich ist abzuklären (genügende Entfernung zum Bodensee) primäres Einzugsgebiet: Vaduz, Schaan und Buchs

8.11 Abschnitt 10 Schellenberg

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Schellenberg	55.0	Bangs	62.0	7.0

Höhenlage	435 – 425 m ü.M.	**anrainende Länder:**	FL, SG, V
Linienführung	gestreckt		
Flussprofil	beidseitige Hochwuhre mit Zwischenbermen (Vorgrund, Profiltyp C) und Primärdamm mit Zwischenbermen, einseitigem Vorland und Sekundärdamm (Profil D1)		
Sohlbreite	mittel: 97 m	minimal: 90 m	maximal: 117 m
mittleres Gefälle	1.4‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	10 m
Flussstruktur	alternierende Kiesbänke		

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden - verzweigt
mittlere Flussbreite	153 - 327 m (mittel 227.4 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847) Werte für Oberrheintal
mittleres gewässertypisches Gefälle	1.4‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser)

Besonderheiten

- naturnahe gestaltete Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung hohe Abflusskapazität von über HQ300 (3'100 – 3'600 m3/s)	
Dammstabilität	Dammbruch nicht ausschliessbar, Beurteilungsgrundlagen in Bearbeitung	
Schadenpotential	linksufrig eher grösseres Schadenpotential als rechtsufrig	
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	Saxer Riet, Ruggell	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		höhere Schwallamplitude aus Landquart und durch KW Sarelli
Trübe		durch Trübeeinstoss aus Landquart höhere Trübe (vor allem bei Niederwasser im Winter)
Flussmorphologie	Alternierende Kiesbänke bewirken mit Schnellen/Furten, Kolken, Flachufer und Hinterwässer im Regulierungsbett relativ variable Ausformung bei Niederwasser.	einheitliche Breiten, keine Aufweitungen durchgehend reguliertes Ufer einheitlich, steile Uferböschungen, Böschungen beidseitig durchgehend Pflasterung Kiesbänke schon bei Schwall bzw. Mittelwasser überschwemmt und nicht nutzbar, Ausformung infolge Regulierung und Fehlen von Totholz nur bedingt gewässertypisch, infolge schwallbedingter Kolmation und Substratumlagerung auch bei Niederwasser bzw. grossflächige Wasserwechselzone sind die Strukturen kaum funktionell nutzbar
Kolmation		mässig
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)		Fehlen im gesamten Abschnitt

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	kein Geschiebeeintrag
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Ablagerungen von rund 40'000 auf 21'000 m3/Jahr abnehmend
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefungen von 3.3 bis 4.5 m
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Anlandungen von 0.6 bis 0.2 m mit möglichen Maximalwerten bis gegen 1 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		3 - 4 m
GW-Anreicherung?		Exfiltration von Grundwasser, vor allem linksufrig

***Grundwasser** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	meist gut, lokal gering (Ried)	
Dotation Zuflüsse		gering

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	naturnahe gestaltete Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals	(historisch 7)
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Gampriner See	Austrocknung von natürlichen Grundwassertümpeln; Ausnahme Gampriner See (wird auch vom Binnenkanal gespeist)
Zuflusssysteme im Talboden	rechtsufrig: gesamtes Zuflusssystem Liechtensteiner Binnenkanal (Giessen, Talbäche, Riedgewässer, Esche) mit Alpenrhein vernetzt	linksufrig: Werdenberger Binnenkanal und Hangbäche im Talboden Überleitung Werdenberger Binnenkanal – Rheintaler Binnenkanal

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	noch geringe Reste hyporhithraler/epipotamaler Faunenelemente	generelle Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse	relativ dichte Besiedelung und hohe Artenzahl in Binnenkanälen	quantitativer und qualitativer Verlust analog zur Reduktion und Monotonisierung des Zuflusssystems
Fischfauna-Alpenrhein	deutlich höheres Artenspektrum als flussauf der Schwelle Buchs *Siehe unten: Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse*	ruhigwasserliebende Fischarten fehlen völlig, strömungsindifferente Fischarten sehr selten, extrem geringer Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum zwischen Alpenrhein und Bodensee, Auch Coregonen und Karpfenartige etc. können daher zur Laichzeit aus dem Bodensee in den Alpenrhein einwandern.	

***Gewässerökologie** (Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	naturnahe Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals hat auf Grund reicher Strukturierung und offener Kontinuumsverhältnisse hohe Bedeutung nach Umgestaltung des Mündungsbereiches von 4 auf 13 Fischarten sowie deutliche Bestandeserhöhung im Liechtensteiner Binnenkanal	

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	alternierende Kiesbänke und Schotterinseln z.B. als Brutplätze für den Flussregenpfeifer naturnahe gestaltete Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals	fehlende Überschwemmungsbereiche, damit auch fehlende Weichholzau Problem Sunk und Schwall (Kiesbankflora und -fauna)
Terrestrik Alpenrheinumland	schmale Galeriewälder aus Zweiblatt-Eschenmischwald trockener Prägung ausgedehntere Feuchtgebietskomplexe Ruggeller Riet (Landschafts-, Naturschutz- und Lebensraumkerngebiete) und Bangser Ried bei Ruggell/Feldkirch, Galgenmad-Schribersmad/ Tüüfmoos/Mösli/Schachen bei Sennwald (Pfeifengraswiesen und Kleinseggenriede, Flachmoore von nationaler Bedeutung) wertvolle Amphibienlaichplätze sekundäre Halbtrockenrasen entlang der Rheindämme mit Apollofalter (*Parnassius apollo*) nach Umgestaltung des Mündungsbereiches des Liechtensteiner Binnenkanals Anstieg von 27 auf 43 Brutvogelarten Naturschutzgebiet Äule-Gamprin	weitgehend fehlende Grundwasserbeeinflussung der Hartholzauen und damit Entwicklung zu buchenfähigen Standorte periodisches Austrocknen von Oberflächengewässern Autobahn verläuft parallel zum linken Rheindamm

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Industriegebiete Sennwalderau und Ruggell Archäologischer Perimeter Gamprin Sportplatz Ruggell Siedlungsgebiete Gamprin mit entwicklungsmöglichkeiten und Ruggell LW Flächen gelten beidseits des Rheins als Fruchtfolgeflächen siehe auch Entwicklungspotential	Autobahn verläuft unmittelbar westlich vom Rhein Kläranlage Gamprin unmittelbar am Rhein
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Vorarlberg: Feldkirch (Konsenswassermenge: 160.0 l/s) St. Gallen: Sennwald (Konsenswassermenge 36.67 l/s) : Sennwald (Konsenswassermenge 18.33 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Vorarlberg: 30 Stk. (Konsenswassermenge: 2.35 l/s) St. Gallen: 3 Stk. (Konsenswassermenge: 0.57 l/s) Liechtenstein 1 Stk. (Konsenswassermenge: 20.93 l/s) - Kühlwasserentnahmen: keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	sämtliche Langsamverkehrsarten auf den Rheindämmen	
Land- und Forstwirtschaft		intensive Landwirtschaft mit Ackerbau und Graswirtschaft dominiert, Forstwirtschaft von untergeordneter Bedeutung
nutzbares Wasserkraftpotential	102 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	linkes Ufer vorwiegend Wald und etwas Landwirtschaft, rechts Landwirtschaft Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen und Gewerbegebiet häufig in Rheinnähe linksufrig: Sennwald, Lienz rechtsufrig: Eschen-Mauren, Bendern, Gamprin, Ruggell
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 und linksufrig der Werdenberger Binnenkanal unmittelbar neben dem Rhein 2 Brücken: Sennwald – Ruggell (Autobahnzubringer, km 58.374), Feldkirch – Lienz/Rüthi (Zollamtbrücke Bangs, km 62.000)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 26.80 GWh
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	sämtliche Langsamverkehrsarten auf den Rheindämmen

8.12 Abschnitt 11 Illspitz

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Bangs	62.0	Illmündung	65.0	3.0
Höhenlage	425 – 421 m ü.M.		**anrainende Länder:**	SG, V	
Linienführung	gestreckt				
Flussprofil	Primärdamm mit Zwischenbermen, einseitigem Vorland und Sekundärdamm (Profil D1)				
Sohlbreite	mittel: 114 m		minimal: 100 m	maximal: 126 m	
nittleres Gefälle	1.3‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		4 m	
Flussstruktur	alternierende Kiesbänke				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden - verzweigt
mittlere Flussbreite	120 – 678 m (mittel 303 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847)
mittleres gewässertypisches Gefälle	1.1‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser)

Besonderheiten

- rechtsufrig ausgedehntes Waldgebiet „Rote Au" und ökologisch wertvolle Streuwiesen in den Partenwiesen und im Unterried
- einseitig (rechts) Hochwasservorländer
- mit 114 m relativ grosse Bettbreite

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung hohe Abflusskapazität von über HQ300 (3'100 – 3'600 m3/s)	
Dammstabilität	Dammbruch nicht ausschliessbar, Beurteilungsgrundlagen in Bearbeitung	
Schadenpotential	linksufrig eher grösseres Schadenpotential als rechtsufrig	
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	Illspitz	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		
Trübe		
Flussmorphologie	Alternierende Kiesbänke bewirken mit Schnellen/Furten, Kolken, Flachufer und Hinterwässer im Regulierungsbett relativ variable Ausformung bei Niederwasser.	einheitliche Breiten, keine Aufweitungen durchgehend reguliertes Ufer einheitlich, steile Uferböschungen, Böschungen beidseitig durchgehend Pflasterung Kiesbänke schon bei Schwall bzw. Mittelwasser überschwemmt und nicht nutzbar, Ausformung infolge Regulierung und Fehlen von Totholz nur bedingt gewässertypisch, infolge schwallbedingter Kolmation und Substratumlagerung auch bei Niederwasser bzw. grossflächige Wasserwechselzone sind die Strukturen kaum funktionell nutzbar
Kolmation	gering	
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**	rechtsufriges Vorland	

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	kein Geschiebeeintrag
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Ablagerungen von rund 21'000 auf 17'000 m3/Jahr abnehmend
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefungen von etwas mehr als 3 m
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Übergang von Anlandungen von 0.2 m zu Erosion von 0.1 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)		3 - 4 m Absenkung
GW-Anreicherung?	keine, Vorflut für Ill-Frutz Grundwasser	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	sehr gut	
Dotation Zuflüsse		keine

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	rechtsufrig Spirsbach (historisch 4) linksufrig Werdenberger Binnen-kanal (historisch 1)	
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)		
Zuflusssysteme im Talboden	rechtsufrig Spirsbachsystem Matschelser Giessen linksufrig Werdenberger Binnenkanal	Matschelser Giessen periodisch trocken fallend Mündung des Werdenberger Binnenkanals „Schluch“ ist Restwasserstrecke (300 l/s)

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	noch geringe Reste hyporhithraler/ epipotamaler Faunenelemente Kolmation weniger bedeutend	generelle Defizite des Typs „Alternierende Bänke“ (vgl. Allgemeine Analyse)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse		Teil der Nebengewässer sehr spärlich besiedelt, da trockenfallend und/oder hart verbaut (Matschelser Giessen)
Fischfauna-Alpenrhein	Deutlich höheres Artenspektrum als flussauf der Schwelle Buchs	Ruhigwasserliebende Fischarten fehlen völlig, strömungsindifferente Fischarten sehr selten, extrem geringer Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum zwischen Alpenrhein und Bodensee Auch Coregonen und Karpfenartige etc. können daher zur Laichzeit aus dem Bodensee in den Alpenrhein einwandern.	
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**	Werdenberger Binnenkanal mit Restwasserführung (300 l/s) im Mündungsbereich „Schluch“ab Überleitung in Rheintaler Binnenkanal, hier einziger Nasenlaichplatz im Alpenrheingebiet (Stand 1995)	Spirsbach kaum passierbar

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	teilweise artenreiche Magerrasen an den Hochwasserschutzdämmen ansatzweise Entwicklung der typischen Schotterflora und -fauna auf den alternierenden Kiesbänken	alternierende Kiesbänke werden zu häufig überschwemmt

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrheinumland	ehemalige Auwaldflächen angrenzend bedeutendes Naturschutz- und Natura 2000-Gebiet (Bangs-Matschels) mit artenreichen Streuwiesen. Lebensraum für seltene Arten: grösster Bestand der Sibirischen Schwertlilie Westösterreichs, wichtigstes Brutgebiet für den Wachtelkönig in Vorarlberg, Vorkommen des Moorwiesenvögelchens (Coenonympha oedippus)	Abdämmung der ehemaligen Auwaldflächen; durch Grundwasserabsenkung und ausbleibende Überschwemmungen allmählich Entwicklung vom Auwald zum Buchenwald verfichtete Wälder Grundwasserabsenkungen in den Streuwiesen haben zu Boden- und, Vegetationsveränderungen geführt Autobahn verläuft parallel zum linken Rheindamm

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Aufwertungsgebiet Illspitz Siedlungsgebiet von Rüthi, in Rheinnähe kein Entwicklungspotential	Autobahn verläuft unmittelbar am Rhein Reaktordeponie Oberbüchel/Lienz Werdenberger Binnenkanal unmittelbar am Rhein
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Vorarlberg: Feldkirch (Konsenswassermenge: 2.0 l/s) Rankweil (Konsenswassermenge: 30.0 l/s) Rankweil (Konsenswassermenge: 30.0 l/s) Rankweil (Konsenswassermenge: 30.0 l/s) St. Gallen: Rüthi (Konsenswassermenge: 50 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Vorarlberg: 113 Stk. (Konsenswassermenge: 27.21 l/s) - Kühlwasserentnahmen: Vorarlberg: Konsenswassermenge: 5.39 l/s	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet Rote Au, Feldkirch sämtliche Langsamverkehrsarten auf den Rheindämmen	
Land- und Forstwirtschaft	Forstwirtschaft dominiert auf rechter Rheinseite	
nutzbares Wasserkraftpotential	41 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	teilweise schmaler Waldstreifen entlang des Rheins und anschliessend Landwirtschaft Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen rheinfern auf Wildbachkegel linksufrig: Rüthi rechtsufrig: Feldkirch
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 und zwischen km 61.5 und 63 der Werdenberger Binnenkanal unmittelbar neben dem Rhein linksufrig verläuft der Spiersbach zwischen km 63.2 und 64.9 unmittelbar neben dem Rhein
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 16.10 GWh Das Grundwasserpumpwerke in Rüthi (SG) befindet sich im unmittelbaren Nahbereich des Rheins.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Naherholungsgebiet Rote Au, Feldkirch sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen Naherholung im Bereich des Illspitzes Verbesserungen möglich; teilweise auch Entflechtung mit Naturschutz notwendig). Rest der Naherholung erhalten und allenfalls verbessern

8.13 Abschnitt 12 Kummaberg

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Illmündung	65.0	Oberes Ende Diepoldsauer Durchstich	75.0	10.0
Höhenlage	421 – 408 m ü.M.		**anrainende Länder:**	SG, V	
Linienführung	gestreckt				
Flussprofil	Doppeltrapezprofil, Primärdamm mit Zwischenbermen, beidseitig Vorländer und Sekundärdämme (Profil D)				
Sohlbreite	mittel: 74 m		minimal: 58 m	maximal: 116 m	
mittleres Gefälle	1.2‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		13 m	
Flussstruktur	Internationale Strecke ohne Kiesbänke				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden - verzweigt
mittlere Flussbreite	153-327 m (mittel 227.4 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847) Werte für Oberrheintal
mittleres gewässertypisches Gefälle	1.3‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser

Besonderheiten

- oberster Abschnitt der Internationalen Strecke, kaum Flussstrukturen
- Abschnitt mit 3 Flussmündungen (Ill, Frutz, Ehbach), letzte Mündung vor Bodensee
- beidseitig breite Hochwasservorländer

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	infolge Eintiefung bis km 75 hohe Abflusskapazität von bis resp. über HQ300 (4'000 – 4'600 m3/s), zwischen km 72 und km 73 am linken Ufer zwischen HQ100 (2'850 – 3'250 m3/s) und HQ300	
Dammstabilität	Dammbruch nicht ausschliessbar, Beurteilungsgrundlagen in Bearbeitung, km 74 bis km 75 Dammbruch nach Abschluss Sanierungsarbeiten bis HQ100 gewährleistet	
Schadenpotential	beidseitig vergleichbares, hohes Schadenpotential	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall		zusätzlicher Schwall durch Ill infolge steiler Ufer geringfügige Veränderung der benetzten Wasserfläche bei Schwall
Trübe	Da keine Ablagerung von Schwebstoffen auf der Sohle möglich ist, erfolgt Durchtransport der Feinsedimente (ab Illmündung auf Grund monotoner Regulierung).	
Flussmorphologie		kaum bzw. keine Flussstrukturen enges Flussprofil, ebene Rheinsohle gerade, steile Uferlinie
Kolmation		gleichmässige geringe Kolmation im Quer- und Längsprofil
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	beidseitige Vorländer	Vorländer mit intensiver Grünlandnutzung

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	Ill : 10'000 – 20'000 m3/Jahr ; geringe Einträge von der Frutz
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung wegen Eintiefung von rund 33'000 auf 43'000 m3/Jahr zunehmend
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefungen zwischen 1.25 und 3.3 m
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	in Fliessrichtung abnehmende Erosion von 0.35 m auf 0.15 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	von 3 m abnehmend auf 1 m	
GW-Anreicherung?	bis Kummaberg Exfiltration, unterhalb Infiltration	
Grundwasserqualität	sehr gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	gut bis sehr gut	
Dotation Zuflüsse		keine

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen	Rechtsufrig: Ill, Frutz, Ehbach	rechtsufrig: derzeit 3 Mündungen (Referenz: 5) linksufrig:keine (Referenz: 3)
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	rechtsufrig: Baggerteiche Alte Rüttenen Sandgrube flussauf Frutzmündung, Sandgrube Mäder linksufrig: 2 Stillgewässer bei Kriessern Feuchtflächen im Bannriet	
Zuflusssysteme im Talboden	rechtsufrig Ill, Frutz, Ehbach mit Giessensystem rechtsufrig Koblacher Kanal mit Tal- und Hangbächen sowie Entwässerungsgräben Ursprung des Koblacher Kanals Giessen-/Talbachsystem linksufrig Rheintaler Binnenkanal SG, Zapfenbach-Krummensee-Kanal und Hangbäche in Talboden (z.B. Rietaach) mit Entwässerungsgräben	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	Reste hyporhithraler/epipotamaler Faunenelemente	überwiegend verarmte Fauna der Tiefenrinne; „Schotterfauna“ nur noch in geringen Resten im Blockwurf anzutreffen
Bodenfauna/-flora Zuflüsse		durch vielfältige Nutzungen stark beeinträchtigt: Ausleitung/Trockenfallen (Frutz), Schwall und Regulierung (Ill), Hartverbau (Nafla, Ehbach), saprobielle Belastung (Ehbach, Güteklasse III)
Fischfauna-Alpenrhein	höhere Artenzahl durch Einfluss Bodensee	extrem geringer Fischbestand trotz Einwanderung aus Bodensee
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum mit dem Bodensee	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		Ehbach bei Mittelwasser des Alpenrheins fischpassierbar aufgrund Verbauungen sowie Gütebelastung Ehbach mit geringer Bedeutung für Fischfauna des Alpenrheins Frutz nicht passierbar Illmündung mit strukturreichem Mündungsarm qualitativ passierbar Frutz und Ill auf Grund Schwall, Restwasser und Regulierung keine Bedeutung für Fischfauna

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	zum Teil artenreiche Magerrasen an den Hochwasserschutzdämmen (inkl Ehbach)	fehlende Vernetzung Fluss – Umland, keine Auwälder intensive Nutzung der Rheinvorländer
Terrestrik Alpenrheinumland	beidseitig sind grössere Feuchtgebiete (Streuwiesen, Amphibienlaichgebiete) erhalten, zB Bannriet, Koblacher Ried erfolgreiche Biotopverbesserungen (zB Bannriet) Kummaberg zwischen Koblach und Mäder, Montlinger Berg (Landschaftsschutzgebiet) je mit ehemaligem Steinbruch	teilweise mangelnde Vernetzung der Riedflächen durch intensive Landnutzung Autobahn verläuft am linken Rheinufer entlang

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Siedlungsgebiete Montlingen Kriessern Mäder und Koblach Industriegebiet Letzau bei Montlingen Sportplätze Mäder und Koblach LW-Gebiete mit Fruchtfolgecharakter siehe auch Entwicklungspotential	linksufrige Autobahn verläuft weitgehend am Rheindamm Koblacher Kanal in Rheindammnähe Zapfenbach-Krummensee-Kanal in Autobahnnähe
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Vorarlberg: Mäder (Konsenswassermenge: 400 l/s) Götzis (Konsenswassermenge. 40 l/s) Koblach (Konsenswassermenge: 40 l/s) Koblach (Konsenswassermenge: 35 l/s) St. Gallen: Altstätten (Konsenswassermenge: 33.3 l/s) Altstätten (Konsenswassermenge: 33.3 l/s) Diepoldsau (Konsenswassermenge: 66.7 l/s) Oberriet (Konsenswassermenge: 80.0 l/s) Oberriet (Konsenswassermenge: 80.0 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Vorarlberg: 482 Stk. (Konsenswassermenge: 126.09 l/s) St. Gallen: 13 Stk. (Konsenswassermenge: 9.74 l/s) - Kühlwasserentnahmen: Vorarlberg: Konsenswassermenge: 112.28 l/s St. Gallen: Konsenswassermenge: 14.65 l/s	
touristische Nutzung-Naherholung	Naherholungsgebiet entlang linker und rechter Rheinseite (Velorouten, Biken, Jogging, Wandern, Spazieren) Sportplätze auf Vorarlberger Seite Rheinholzen bei Hochwasser	
Land- und Forstwirtschaft	extensive Nutzung erhält Feuchtwiesen	
nutzbares Wasserkraftpotential	194 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	häufig Landwirtschaft, praktisch kein Wald Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen und Gewerbegebiete grenzen häufig an den Rhein, weitere Siedlungen am rheinfernen Hangfuss linksufrig: Rüthi, Oberriet rechtsufrig: Meiningen, Koblach, Mäder
Einschränkung durch Infrastruktur	rechtsufrig verläuft die A13 unmittelbar neben dem Rhein 4 Brücken: Oberriet - Meiningen (Autobahnzubringer, km 66.682), Koblach – Montlingen (Strassenbrücke, km 70.350), Dienstbrücke Kriessern – Mäder (Eisenbahn, km 73.350), Kriessern – Mäder (Autobahnzubringer, km 73.475)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 50.05 GWh Die Pumpwerke in Mäder (V), Koblach (V), Diepoldsau (SG) und Oberriet (SG) liegen im unmittelbaren Nahbereich des Rheins.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Naherholungebereiche; sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen; Sportplätze auf Vorarlberger Seite Rheinholzen bei Hochwasser Streuwiesen (Partenwiesen) schränken Renaturierungspotential ein verfichtete z.T. grossflächige Wälder bieten grosses Potential

8.14 Abschnitt 13 Diepoldsauer Durchstich

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Diepoldsauer Durchstich	75.0	Diepoldsauer Durchstich	80.0	5.0
Höhenlage	408 – 402 m ü.M.		**anrainende Länder:**	SG, V	
Linienführung	gerade				
Flussprofil	Doppeltrapezprofil, Primärdamm, beidseitig Vorländer und Sekundärdämme (ProfilTyp D)				
Sohlbreite	mittel: 56 m		minimal: 52 m	maximal: 62 m	
mittleres Gefälle	1.1‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		6 m	
Flussstruktur	keine Schotterbänke, gerade Uferlinie				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden - verzweigt
mittlere Flussbreite	120 – 450 m (mittel 230 m, um 1850, Pestalozzi, 1847)
mittleres gewässertypisches Gefälle	1‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser)

Besonderheiten

- Alter Rhein (Altlauf mit vom Rhein abgetrennten Stillgewässern - Baggerseen und Verlandungsbereiche)
- Torfhorizont im Bereich des Mittelgerinnes z.T. nur knapp (0.5 m) mit Kies überdeckt (Durchstich über ehemalige Riedböden)

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	bis HQ100 (2'850 – 3'250 m3/s) gewährleistet	
Dammstabilität	bis HQ100 gewährleistet	
Schadenpotential		beidseitig vergleichbares, hohes Schadenpotential
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall	geringfügige Veränderung der benetzten Wasserfläche bei Schwall	
Trübe	Da keine Ablagerung von Schwebstoffen auf der Sohle möglich ist, erfolgt Durchtransport durch Abschnitt.	
Flussmorphologie	Altlauf Rhein (siehe Nebengewässer)	gerade, steile Uferlinie keine Flussstrukturen
Kolmation		gleichmässige Kolmation im Längen- und Querprofil
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**	beidseitige Vorländer	Vorländer mit intensiver Grünlandnutzung

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	kein Eintrag
Geschiebefracht (1974 – 1996)	rund 43’000 m3/Jahr
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefung in Fliessrichtung von 2 auf 1 m abnehmend
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Übergangsbereich von Erosion zu Auflandung mit Mittelwerten von -0.15 m bis + 0.1 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	geringe Änderung	
GW-Anreicherung?	Infiltration von Rheinwasser (>100 l/s)	
Grundwasserqualität	gute Qualität	
Durchlässigkeit GW-Träger	beim Durchstich gering, gegen E zunehmend	
Dotation Zuflüsse	in Rheinnähe und z.T. Altlauf	

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen		derzeit liegen keine Mündungen vor (historisch 6)
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Alter Rhein als grösster Stillgewässerkomplex im Alpenrheintal Weiher Widnau (unter Naturschutz) Baggersee beim Zapfenbach-Krummsee-Kanal	
Zuflusssysteme im Talboden	linksufrig Rheintaler Binnenkanal SG, Zapfenbach-Krummensee-Kanal und Rietaach mit Entwässerungsgräben rechtsufrig der Koblacher Kanal und Rheintaler Binnenkanal V mit Tal- und Hangbächen sowie Entwässerungsgräben Entwässerung des Bereichs zwischen Alten Rhein und Alpenrhein über Entwässerungsgräben flussab Querung Alter Rhein Ursprung Scheibenbachkanal	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	im Alten Rhein wahrscheinlich noch Faunenelemente „Altarme/Autümpel“ (keine Daten)	weitgehend degradierter Abschnitt (überwiegend verarmte Fauna der Tiefenrinne; „Schotterfauna“ nur noch in geringen Resten im Blockwurf anzutreffen; extrem geringe Abundanzen und Biomassen < 2 g/m²; ca. 1 Zehnerpotenz geringer als bei Schotterbänken)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse		Koblacher Kanal bzw. Rheintal-Binnenkanal unterhalb Kläranlage Hohenems G.Kl. II-III einzelne Zubringer auch noch G.Kl. III und IV v.a. mit Gütedefiziten verbundene Beeinträchtigungen
Fischfauna-Alpenrhein	höchste Artenzahl (19 Arten) durch Einfluss Bodensee	extrem geringer Fischbestand trotz Einwanderung aus Bodensee
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum mit dem Bodensee	
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse / Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein		fehlt vollständig

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	lokal artenreiche Wiesen an den Rheindämmen (Glatthaferwiesen, z.T. Halbtrockenrasen)	keine intakten Auwälder, keine Schotterbänke, Vorländer monoton
Terrestrik Alpenrheinumland	Natur- und Landschaftsschutzgebiet Alter Rhein als bedeutendes Feuchtgebiet (z.B. für Pflanzenwelt, Libellen, Amphibien, Vögel) mit dem Charakter eines stehenden Nebengewässers. Lebensraumschongebiet Diepoldsauer-Auen grossflächige Streuwiesen in Lustenau, wichtige Wiesenvogel-Brutgebiete (Naturschutzgebiet Gsieg-Obere Mähder, Natura 2000-Gebiet) Flachmoor- und Amphibienlaichgebiet Moosanger Diepoldsau von nationaler Bedeutung	ausserhalb der Schutzgebiete meist intensive Landnutzung, oft strukturarme Landschaft

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	keine Siedlungsentwicklungen im Rheinumland zu erwarten Intensiverholungsgebiet Diepoldsauer-Auen am alten Rheinlauf Siedlungsgebiet 600 m nördlich und 400m südlich von Autobahnanschluss in Diepoldsau siehe auch Entwicklungspotential	Nördlich vom Autobahnanschluss grenzt das Siedlungsgebiet von Widnau an die Autobahn. CH-Autobahn unmittelbar am westlichen Rheindamm geplante Umfahrungsstrasse Widnau entlang der Autobahn
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Vorarlberg: Hohenems (Konsenswassermenge: 20 l/s) Hohenems (Konsenswassermenge: 50 l/s) St. Gallen: Widnau (Konsenswassermenge : 396.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge: 396.3 l/s) Marbach (Konsenswassermenge: 13.3 l/s) Diepoldsau (Konsenswassermenge: 60.0 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Vorarlberg: 30 Stk. (Konsenswassermenge: 34.54 l/s) St. Gallen: 7 Stk. (Konsenswassermenge: 1.64 l/s) - Kühlwasserentnahmen: Vorarlberg: Konsenswassermenge: 15.28 l/s	

Raumplanung – Nutzungen *(Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
touristische Nutzung-Naherholung	vielfältige Nutzungsmöglichkeiten entlang Alter Rhein (alte Rheinschlinge); Bademöglichkeiten (z.B. Strandbad Rheinauen) Widnau: Sportanlage „Krummen“ (zwischen Autobahn und Rheintaler Binnenkanal) entlang der Rheindämme Spazier- und Fahrradwege	
Land- und Forstwirtschaft	extensive Landwirtschaft erhält die Streuwiesen-Schutzgebiete	intensive Landwirtschaft dominiert, Forstwirtschaft von untergeordneter Bedeutung
nutzbares Wasserkraftpotential	89 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	Abgesehen vom Siedlungsgebiet grossteils landwirtschaftliche Nutzung Siedlungs-/Gewerbegebiete: Siedlungen grenzen zum Teil direkt an den Rhein, weitere Siedlungen am rheinfernen Hangfuss rechts: Zwischen Alpenrhein und Alter Rhein Diepoldsau (SG) links: Oberriet, Diepoldsau, Widnau (SG)
Einschränkung durch Infrastruktur	Linksufrig verläuft die A13 unmittelbar neben dem Rheindamm 3 Brücken: Diepoldsau – Balgach (obere Durchstichsbrücke km 77.059); Diepoldsau (Schrägseilbrücke, km 77.950), Lustenau - Widnau (Strassenbrücke, km 79.960)
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	Geschätztes thermisches Potential: ca. 25,01 GWh Die Pumpwerke im Bereich Widnau und Diepoldsau (SG) liegen im unmittelbaren Nahbereich des Rheins
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Diepoldsau (alte Rheinschlinge) - Strandbad und Campingplatz im Bereich der alten Rheinschlaufe (Intensiverholungszone) - Intensiverholungszone für heilpädagogisches Reiten und Voltigieren - Sportanlage „Rheinauen“ im Bereich des Strandbades - Innerhalb Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Alter Rhein“: Regelungen bezüglich Verlassen der Wege, Reitzugang (Watstelle), Feuerstellen etc. (Erlass GR mit Artikeln) Widnau: - Sportanlage „Krummen“ (zwischen Autobahn und Rheintaler Binnenkanal) Generell: - Entlang der Dämme Spazier- und Fahrradwege Festungsanlage „Heldsberg“ (öffentlich zugänglich, viel besucht und bekannt) in der näheren Umgebung (CH) Problematik Nebeneinander von Naturschutz und Naherholung. Aufgrund Bedarf (Nähe grosse Bevölkerungsdichte und noch Flächen vorhanden) Naherholung noch verbesserbar.

8.15 Abschnitt 14 Lustenau/Fussach

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Diepoldsauer Durchstich	80.0	Mündung	90.0	10.0
Höhenlage	402 – 393 m ü. M.		**anrainende Länder:**	SG, V	
Linienführung	gestreckt				
Flussprofil	Doppeltrapezprofil, Primärdamm, beidseitig Vorländer und Sekundärdämme (ProfilTyp D)				
Sohlbreite	mittel: 44 m		minimal: 36 m	maximal: 54 m	
mittleres Gefälle	0.9‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:	9 m		
Flussstruktur	keine Schotterbänke, gerade Uferlinie				

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	gewunden
mittlere Flussbreite	120 – 450 m (mittel 233.1 m; um 1850, n. Pestalozzi, 1847) Daten von Unterrheintal
mittleres gewässertypisches Gefälle	0.8‰ (Aufnahme 1848)
biozönotische Region	hyporhithral mit epipotamalen Tendenzen
saprobieller Grundzustand	SI < 1.75 (Übergang Güteklasse I-II / II und besser)

Besonderheiten

- Alter Rhein (linksufriger Altlauf)
- schmälster Abschnitt des Alpenrheins (Mittelgerinne)

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	bis HQ100 (2'850 – 3'250 m3/s) gewährleistet	
Dammstabilität	bis HQ100 gewährleistet	
Schadenpotential		beidseitig vergleichbares, hohes Schadenpotential
potentielle Retentionsflächen **(aus Schadenspotential)**	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall	geringfügige Veränderung der benetzten Wasserfläche bei Schwall infolge beidseitig durchgehend steiler Ufer	
Trübe	Da keine Ablagerung von Schwebstoffen auf der Sohle möglich ist, erfolgt Durchtransport durch Abschnitt.	
Flussmorphologie		gerade, steile Uferlinie keine Flussstrukturen
Kolmation		gleichmässige Kolmation im Längen- und Querprofil
Überflutungsflächen **(bei HQ30 und HQ100)**	beidseitige Vorländer	Vorländer mit intensiver Grünlandnutzung

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	kein Eintrag
Geschiebefracht (1974 – 1996)	in Fliessrichtung von rund 43'000 auf 34'000 m3/Jahr abnehmend
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	Eintiefung in Fliessrichtung von 1 auf 0.3 m abnehmend
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	Anlandung von 0.1 m bis 0.25 m

Grundwasser		
	Stärken	**Schwächen**
Veränderung Grundwasserspiegel (seit 1950)	gering	
GW-Anreicherung?		wenig, stark kolmatiert
Grundwasserqualität	gut	
Durchlässigkeit GW-Träger	meist gering, heterogen	
Dotation Zuflüsse		keine

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen		keine (historisch 3)
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Stillgewässer, Baggerseen im Bereich Alter Rhein und flussauf Fussach	
Zuflusssysteme im Talboden	linksufrig Rheintaler Binnenkanal SG und Alter mit Entwässerungsgräben Lustenauer Kanal mit Grindelkanal und Scheibenkanal sowie Entwässerungsgräben rechtsufrig Rheintaler Binnenkanal V mit Tal- und Hangbächen sowie Entwässerungsgräben Dornbirner Ach mit zahlreichen Entwässerungsgräben	

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein		starke Defizite, nur verarmte Fauna der Tiefenrinne (vgl. Abschnitt Diepoldsau)
Bodenfauna/-flora Zuflüsse		starke Beeinträchtigungen durch Begradigung und organische Belastung (Lustenauer Kanal, Dornbirner Ach; im Unterlauf jeweils Güteklasse III, einzelne Zubringer bis G.Kl. IV) auch Fauna im Alten Rhein durch organische Belastung (Güteklasse II-III und III) stark beeinträchtigt, fast nur belastungstolerante Zuckmücken und Oligochaeten mit sehr hohen Biomassen
Fischfauna-Alpenrhein	höchste Artenzahl durch Nahbereich Bodensee	extrem geringer Fischbestand trotz Einwanderung aus Bodensee
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum mit dem Bodensee	
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		fehlt vollständig

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	zum Teil artenreiche Magerrasen auf den Rheindämmen	keine Vernetzung zwischen Fluss um Umland intensive Nutzung der Rheinvorländer
Terrestrik Alpenrheinumland	ab km 86,0 lokal Feuchtlebensräume (Streuwiesen, zT Kleingewässer) in näherer Umgebung ab km 89 grenzt rechtsufrig das Naturschutzgebiet Rheindelta an (Streuwiesen, Grossseggen, Schilfbestände) Die Riede von Lauterach, Lustenau, Dornbirn und Wolfurt mit mehreren 100 ha geschützter Streuwiesen bilden die grösste Moorlandschaft des Alpenrheintals (Lebensraum für gefährdete Flora und Fauna). Landschaftsschutzgebiet und Siedlungstrenngürtel Heldsberg bei St. Margrethen Siedlungstrenngürtel südlich Oberfar, Au	intensive Landnutzung und teilweise Siedlungsgebiet bis zum Dammfuss des Hochwasserdammes

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Eine weitere Entwicklung der Siedlungsflächen in Richtung Rhein ist unwahrscheinlich. Naherholungsgebiet um die Seen Brugge Siedlungsgebiete von Widnau Lustenau, Au, Höchst, Fussach Industriegebiete Widnau und St. Margrethen siehe auch Entwicklungspotential	Autobahn entlang Rheindamm geplante Umfahrungsstrasse Widnau entlang Autobahn Rheintaler Binnenkanla und Bahnlinie Sargans-St.Gallen zwischen Au und St. Margrethen in Rheinnähe Bahnlinie St.. Margrethen-Bregenz zwischen St. Margrethen und Fussach in Rheinnähe neue Bahnverbindung Au - Lustenau Dornbirner Ach und Lustenauer Kanal verlaufen auf den letzten 2-4 km parallel zum Rhein

Raumplanung – Nutzungen *(Fortsetzung)*		
	Stärken	**Schwächen**
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** Vorarlberg: Höchst (Konsenswassermenge: 60.0 l/s) Lustenau (Konsenswassermenge: 25.0 l/s) Lustenau (Konsenswassermenge: 200.0 l/s) Wolfurt (Konsenswassermenge: 60.0 l/s) Lauterach (Konsenswassermenge: 60.0 l/s) Hard (Konsenswassermenge: 130.0 l/s) Hard (Konsneswassermenge: 39.0 l/s) St. Gallen: St. Margrethen (Konsensw.menge : 4.2 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 4.2 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 183.3 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 183.3 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 240.0 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 240.0 l/s) St. Margrethen (Konsensw.menge : 25.0 l/s) Au (Konsenswassermenge: 393.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge : 393.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge : 393.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge : 393.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge : 393.3 l/s) Widnau (Konsenswassermenge : 393.3 l/s) **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** - Wärmepumpen: Vorarlberg: 604 Stk. (Konsenswassermenge: 193.59 l/s) St. Gallen: 5 Stk. (Konsenswassermenge: 67.94 l/s) - Kühlwasserentnahmen: Vorarlberg: Konsenswassermenge 152.92 l/s St. Gallen: Konsenswassermenge: 5.66 l/s	
touristische Nutzung-Naherholung	Fuss- bzw. Radweg entlang des Rheindammes; Bademöglichkeit im Bereich des Brugger Loches (Höchst und St. Margrethen); FKK-Badebereich (Fussach); Museum „Rheinschauen“ (Lustenau): Geschichte des Rheins; Museumsbahn „Rheinbähnle“ entlang des Dammes bis zur Mündung Sportplätze (z.B. Lustenau)	
Land- und Forstwirtschaft		intensive Landwirtschaft dominiert, Forstwirtschaft von untergeordneter Bedeutung
nutzbares Wasserkraftpotential	134 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	Siedlungsgebiete dominieren, etwas landwirtschaftliche Nutzung, kaum Wald Siedlungs/Gewerbegebiete: Siedlungen grenzen häufig direkt an den Rhein, weitere Siedlungen am rheinfernen Hangfuss rechts: Lustenau, Hard links: Widnau, Au, St. Margrethen, Höchst, Fussach
Einschränkung durch Infrastruktur	linksufrig verläuft die A13 bis km 84.5 unmittelbar neben dem Rheindamm rechtsufrig verläuft zwischen km 85 und 86.5 die ÖBB nahe am Rheindamm anschliessend der Lustenauer Kanal und ab km 87.5 zusätzlich die Dornbirner Ach parallel zum Rheindamm geplante Eisenbahnverbindung Au - Lustenau (Brücke) 5 Brücken: Lustenau - Au (Autobahnzubringer km 82.580); Lustenau – St. Margrethen (Eisenbahnbrücke, km 84.836); Höchst - Lustenau (Strassenbrücke, km 85.330); Rohrbrücke (km 85.650); Fussach - Hard (Strassenbrücke, km 88.370) Der rechte Hochwasserschutzdamm im Bereich des Naturschutzgebietes Rheindelta (nördlich km 88,5) wurde im Winter 2002/2003 erhöht.
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	**geschätztes thermisches Potential**: ca. 103.22 GWh Die Pumpwerke in Höchst, Lustenau (V), Widnau (SG) und St. Marghrethen (SG) befinden sich im unmittelbaren Nahbereich des Rheins.
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Naherholungsbereiche; sämtliche Langsamverkehrsarten auf Rheindämmen; Sportplätze; FKK-Badebereich; Fussach Naherholungsbereiche noch ausbaubar (grosse Bevölkerungsdichte und Bedürfnis), Konflikte mit ökologischer Aufwertung möglich

8.16 Abschnitt 15 Vorstreckung

Grenze	von	Fluss-km	bis	Fluss-km	Länge (km)
	Vorstreckung	90.0	Bodensee	95.0	5
Höhenlage	393 – 393 m ü.M.		**anrainende Länder:**	V	
Linienführung	gestreckt				
Flussprofil	Vorstreckung des Rheindammes in den Bodensee (Profiltyp E)				
Sohlbreite	mittel: 118 m		minimal: 44 m	maximal: 196 m	
mittleres Gefälle	0‰	**Höhendifferenz im Abschnitt**:		0 m	
Flussstruktur					

„historischer" Zustand – Referenzzustand	
morphologischer Flusstyp	künstliches Gewässer
mittlere Flussbreite	---
mittleres gewässertypisches Gefälle	---
biozönotische Region	---
saprobieller Grundzustand	---

Besonderheiten

- Mündungsbereich in den Bodensee
- Die Rheinvorländer (bis ca. km 90,0) unterliegen den Wasserstandsschwankungen des Bodensees.
- Der rechtsseitige Hochwasserdamm wurde im Winter 2002/2003 erhöht.

Hochwasserschutz

	Stärken	**Schwächen**
Abflusskapazität	--	
Dammstabilität	--	
Schadenpotential	keines	
potentielle Retentionsflächen (aus Schadenspotential)	keine	

Hydromorphologie		
	Stärken	**Schwächen**
Schwall	geringe tägliche Wasserspiegelschwankungen infolge Rückstau des Bodensees	
Trübe		
Flussmorphologie	dynamische Entwicklung von Kies- und Sandbänken ab etwa km 91 möglich Aufweitung des rechten Hochwasserschutzdammes von km 92.7 bis 93.5 mit Sedimentablagerungen und beginnender Auwaldentwicklung	steile Uferböschungen, wenig strukturiert, häufige Überschwemmung der Sand- und Kiesbänke
Kolmation		---
Überflutungsflächen (bei HQ30 und HQ100)	Überflutungsflächen im Vorstreckungsprofil	--

Geschiebehaushalt/Sohlveränderung	
Geschiebeeintrag	keiner, dafür Entnahme von allem Geschiebe nach km 90, 35'200 m3/Jahr zwischen 1991 und 2000
Geschiebefracht (1974 – 1996)	nur noch Sandfraktionen
Sohlveränderung zwischen 1940 und 1996	fortschreitende Auflandung mit zunehmendem Deltawachstum respektive längere werdender Vorstreckung
prognostizierte Sohlveränderung in rd. 25 Jahren	--

Grundwasser nicht relevant in diesem Bereich

Zuflüsse/Nebengewässer		
	Stärken	**Schwächen**
Mündungen		
Nebengewässer (Nebenarme, Altarme, Weiher, Tümpel,..)	Tümpel in Vorländer	
Zuflusssysteme im Talboden		

Gewässerökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Bodenfauna/-flora Alpenrhein	keine aktuellen Daten	
Bodenfauna/-flora Zuflüsse		
Fischfauna-Alpenrhein	Artenzahl (21 Arten) entspricht Artenspektrum des Bodensees	keine quantitativen Daten über Fischbestand
Kontinuum Alpenrhein-Bodensee	freies Kontinuum mit dem Bodensee	
Vernetzung Alpenrhein-Zuflüsse/ **Bedeutung für Fischfauna Alpenrhein**		---

Terrestrische Ökologie		
	Stärken	**Schwächen**
Terrestrik Alpenrhein	teilweise artenreiche Vegetation auf den Wuhren und Hochwasserschutzdämmen, entsprechend artenreiche Fauna (zB Wildbienen, Schmetterlinge). Rheinvorland mit lokal bedeutenden Vorkommen der Zwergrohrkolbens (Typha minima). Amphibien-Laichplatz (zB für Laubfrosch) wichtiges Rastgebiet für Wasservögel (zB Gänsesäger)	nur sehr begrenzte Landschaftsdynamik möglich sehr beschränkte Auwald-entwicklung unmittelbar am Alpenrhein.
Terrestrik Alpenrheinumland	Die Rheinmündung ist Teil des Naturschutzgebietes, Natura 2000-Gebietes und Ramsar-Schutzgebietes Rheindelta und wichtigster Lebensraum für Wasservögel im Alpenrheintal und am Bodensee. grossflächige Flachwasserzonen, Schilfröhrichte und Weichholzauen (Silberweidenauen)	Störung empfindlicher Arten durch Freizeitnutzung

Raumplanung - Nutzungen		
	Stärken	**Schwächen**
Flächennutzung	Erholungsgebiet keine Besiedlung siehe auch Entwicklungspotential	
GW-Nutzung	**GRUNDWASSERNUTZUNG (öffentliche Pumpwerke):** keine vorhanden **THERMISCHE NUTZUNG DES GRUNDWASSERS:** keine vorhanden	
touristische Nutzung-Naherholung	Gehweg entlang der Vorstreckung Endstation der Museumsbahn („Rheinbähnle“; siehe Abschnitt 14); naturkundliche Exkursionen, Badebetrieb / Badestrand, z.T. Anlandungsmöglichkeiten für Boote	
Land- und Forstwirtschaft	extensive Nutzung der Rheinvorländer und Hochwasserschutzdämme (Pflegenutzung) bzw keine Nutzung ab km 91	
nutzbares Wasserkraftpotential	0 GWh	

Entwicklungspotential

Potential anhand Flächennutzung	keine Nutzung
Einschränkung durch Infrastruktur	--
Wasserentnahmen/ Pumpwerke/ GW-Schutzgebiete	
Naherholung/touristische Nutzung im Nahbereich Alpenrhein	Gehweg und Veloweg entlang der Vorstreckung naturkundliche Exkursionen Erholungsraum vorhandene Nutzung noch ausbaubar, Konflikte mit ökologischer Aufwertung möglich, Gesamtkonzept erforderlich

9 Leitbild

9.1 Aufgabe und Struktur des Leitbildes

Verbindungsglied zwischen Analyse und Massnahmenkonzept

Die Ausgangsbasis für das Leitbild stellen die in der Analyse dargestellten Defizite der verschiedenen Fachbereiche dar. Die Reduktion oder gänzliche Beseitigung möglichst vieler dieser Defizite ist die Richtschnur für das Leitbild und das Massnahmenkonzept.

interdisziplinärer, realisierbarer Zielzustand

Im Leitbild werden Ziele für die zukünftige Entwicklung des Alpenrheins und seines Umlandes formuliert. Es definiert einen realisierbaren, von allen Beteiligten zumindest tolerierten Zielzustand (Soll-Zustand). Dazu müssen sektorale Ziele sowie Nutzungs- und Schutzinteressen aufeinander abgestimmt werden.

Leitbildvorgaben, generelle und sektorale Ziele

Das Entwicklungskonzept Alpenrhein ist im Kern ein schutzwasserwirtschaftlich motiviertes Projekt. Dabei soll vor allem das sehr hohe Schadenpotential im Rheintal bei extremen Hochwasserereignissen reduziert werden. Gleichzeitig sollen auch wesentliche Verbesserungen im Bereich Grundwasser und Ökologie sowie auch bei der Naherholung erreicht werden. In den Fachbereichen Raumplanung sowie Land- und Forstwirtschaft liegt der Schwerpunkt der Leitbildarbeit in der Identifikation der Rahmenbedingungen für eine partnerschaftliche Zusammenarbeit im Rahmen der künftigen Gestaltung des Alpenrheins.

„Messlatte" für Detailplanung und Umsetzung

Die im Leitbild definierten Ziele stellen gleichzeitig die Kriterien für die Erfolgskontrolle der umgesetzten Massnahmen dar.

9.2 Grundprinzipien des Projektes

Die Grundprinzipien des Projektes stützen sich auf die übergeordneten Ziele /62/, die wie folgt formuliert sind:

- Die Sicherheit von Mensch, Tier und Gütern vor Hochwasserereignissen soll weitestgehend gewährleistet werden.
- Das Ökosystem Alpenrhein mit Zuflüssen und Kanälen soll verbessert werden.
- Das Grundwasser soll geschützt und nachhaltig genutzt werden.
- Die Wasserkraft soll nachhaltig genutzt werden. Die vorhandenen Energiepotentiale sind für künftige Generationen zu erhalten.

Nachhaltigkeit

Alle Massnahmen zur Befriedigung der aktuellen Ansprüche von Gesellschaft und Wirtschaft sollen die „Möglichkeiten künftiger Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen, nicht gefährden“ /63/.

Wettbewerbsfähigkeit erhöhen – wesentlicher Beitrag für volkswirtschaftliche Entwicklung im Rheintal

Mit einer intakten, sicheren Rheinlandschaft, die einen hohen Erholungswert aufweist, werden die Standortattraktivität und damit die Wettbewerbsfähigkeit mit anderen Agglomerationen erhöht. Mit dem Entwicklungskonzept soll daher ein wesentlicher Beitrag für eine optimale volkswirtschaftliche Entwicklung im Rheintal geleistet werden.

Fach- und grenzüberschreitende Zusammenarbeit

Durch die gesamtheitliche Betrachtung des Alpenrheins und seines Talraumes über Länder- und Fachgrenzen hinweg sollen Lösungen gefunden werden, die für möglichst viele Fachbereiche und Regionen Verbesserungen bringen. Die Einzelmassnahmen sollen sich zudem gegenseitig ergänzen und in ihrer Wirkung verstärken.

Querbezug zu Einzugsgebiet und Zuflüsse

Durch die Berücksichtigung der Wechselwirkungen Alpenrhein – Zuflüsse – Bodensee sollen Synergien genutzt und die Effektivität der Massnahmen gesteigert werden. Gleichzeitig werden negative Auswirkungen auf das Gesamtsystem vermieden.

Länderübergreifende Identität

Die besonderen Vorzüge der verschiedenen Teilgebiete sollen gefördert und die natürlichen Grundlagen des menschlichen Lebens wie Boden, Luft, Wasser und Landschaft erhalten werden. Mit der teilweisen Neugestaltung des Alpenrheins soll eine die Länder und Regionen übergreifende gemeinsame Identität zum Alpenrheintal erreicht werden.

Interessenabwägung - partizipativer Planungs- und Umsetzungsprozess

Um die unterschiedlichen Interessen im Flussumland bestmöglich zu wahren, müssen die geplanten Massnahmen einer umfassenden Interessenabwägung unterzogen werden, die sich an den übergeordneten Zielen orientiert. Dazu müssen die Betroffenen und Interessensgruppen in einen partizipativen Planungs- und Umsetzungsprozess eingebunden werden.

Setzung von Prioritäten

Die im Leitbild aufgeführten Ziele können nicht immer vollständig erreicht werden. Der Grad der Zielerreichung hängt vom Massnahmentyp und der jeweiligen lokalen Situation ab. Eine hohe Priorität wird jenen Massnahmen zugewiesen, welche den Hochwasserschutz, den Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die Erholungsfunktion für die Anwohner effizient, schnell und wirksam verbessern.

Umsetzung in Kombination mit Unterhalt

Bei der Umsetzung von Massnahmen sind Synergien mit den regelmässig anfallenden Unterhaltsarbeiten anzustreben.

9.3 Gemeinsame Ziele

Im Sinne dieser Überlegungen werden für den gesamten Alpenrhein unter Berücksichtigung seines Einzugsgebietes folgende 12 generelle, gemeinsame Ziele festgelegt:

Die Attraktivität des Alpenrheintales als Lebens- und Wirtschaftsraum steigern

Das Alpenrheintal stellt einen attraktiven Lebens- und Wirtschaftsraum mit hohem Erholungswert dar. Für eine erfolgreiche Weiterentwicklung dieser Region soll die Standortattraktivität für die Menschen zukünftig im Gleichklang zwischen Ökonomie und Ökologie weiter erhöht werden.

Ausreichenden Schutz vor Hochwasser sicherstellen

Siedlungsgebiete und Infrastrukturanlagen sollen dauerhaft mindestens vor Hochwasser mit einer 100jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit geschützt sein. Für Gebiete mit hohem Schadenpotential wird ein systematisches Anheben des Schutzgrades angestrebt.

Bild 54: Dammbruch bei Fussach beim Hochwasser von 1987

Das Restrisiko begrenzen

Bei extremen Hochwasserereignissen kann es durch ein Überströmen der Dämme zu grossflächigen Überflutungen und möglicherweise zu Dammbrüchen kommen. Um den Schaden so gering wie möglich zu halten, sollen auch im Überlastfall keine unkontrollierten Dammbrüche auftreten und das überströmende Wasser in wenig schadenempfindliche Gebiete geleitet werden. Das verbleibende Restrisiko soll zudem durch eine geeignete Alarmierung und Notfallplanung begrenzt werden.

Den Raum für die zukünftige Entwicklung des Alpenrheins sichern

Zukünftige Hochwasserschutz- und Renaturierungsmassnahmen erfordern Flächen entlang des Alpenrheins. Zum Erhalt zukünftiger Gestaltungspotentiale sollen die erforderlichen Flächen entlang des Rheins dauerhaft gesichert werden (Gewässerraum Alpenrhein). Auch die Schadensminimierung im Überlastfall bei extremen, den Ausbaugrad überschreitenden Hochwasserereignissen hat einen entsprechenden Raumbedarf (Notentlastungsräume).

Die Trinkwasserversorgung erhalten

Mehr als die Hälfte des Trinkwassers stammen im Rheintal aus dem Grundwasser. Durch die Verbesserung der Grundwasserverhältnisse soll die Trinkwasserversorgung aller Bewohner des Alpenrheintals dauerhaft erhalten und verbessert werden. Gleichzeitig können auch für die Giessen und Auwälder Verbesserungen erreicht werden.

Bild 55: Der Alpenrhein ist eine wichtige Grundlage für die Trinkwasserversorgung (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com)

Intakte Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt im Alpenrhein und seinem Umland schaffen und langfristig sichern

Gegenwärtig liegen sowohl am Alpenrhein als auch im Umland zahlreiche massive ökologische Defizite vor. Mit der Umsetzung des Entwicklungskonzeptes sollen in Abstimmung auf die Gesamtentwicklung die vorhandenen Lebensräume langfristig erhalten sowie neue, dem Gewässertyp des Alpenrheins entsprechende Habitate geschaffen werden. Intakte, dynamisch geprägte Lebensräume sind die Basis für das Aufkommen und die langfristige Sicherung einer ausgewogenen, natürlichen Artenvielfalt. Durch die Vernetzung von naturnahen Abschnitten entstehen grössere, ökologisch wirksame Einheiten als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung.

Bild 56: Vielfältige und landschaftlich attraktive Strukturen wie in den Mastrilser Rheinauen sind Voraussetzung für die nachhaltige Sicherung von gewässertypischen Lebensgemeinschaften und können gleichzeitig wertvolle Naherholungsgebiete sein (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com).

Die Möglichkeiten für die Naherholung auf lokaler und regionaler Ebene verbessern

Im Zuge der Umsetzung der geplanten Massnahmen am Alpenrhein sollen die Naherholungsmöglichkeiten entlang und im Nahbereich des Flussraumes attraktiver gestaltet werden. In Abstimmung auf die Erfordernisse des Naturschutzes soll der Alpenrhein für die Menschen erlebbar werden. Die grossräumige Verbindung der Erholungsgebiete über den Rhein hinaus erhöht und wertet die Attraktivität des gesamten Siedlungsraumes in hohem Ausmass auf.

Die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen gewährleisten

Durch eine nachhaltige Nutzung soll die Qualität und Quantität der natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser) im Alpenrheintal langfristig gesichert werden.

Die Möglichkeit zur Nutzung der Wasserkraft langfristig offen halten

Die Umsetzung des Entwicklungskonzeptes muss das Potential für die Nutzung der Wasserkraft als einheimische erneuerbare Energie dauerhaft erhalten. Im Entwicklungskonzept werden Lösungen untersucht, welche eine Wasserkraftnutzung im Sinne einer möglichst optimalen Interessenabwägung zwischen Ökonomie und Ökologie zulassen.

Bild 57: Die Möglichkeit für die Nutzung der Wasserkraft soll erhalten bleiben (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com).

Die Landwirtschaft als Partner mit einbeziehen

Die Landwirtschaft ist ein wichtiger raumrelevanter Wirtschaftszweig des Alpenrheintales und ein zentraler Partner bei Umsetzung des Entwicklungskonzeptes, der bedeutende Flächen zur Verfügung stellt. Das Entwicklungskonzept nimmt die Sorgen der Landwirte (Grundwasser, Flächenentgang) sehr ernst und bemüht sich um Unterstützung (Entschädigungen, Detailabklärungen Grundwasser, langfristige raumplanerische Sicherung landwirtschaftlicher Flächen als Existenzsicherung der Landwirtschaft).

Bild 58: Die Landwirtschaft ist ein wichtiger raumrelevanter Wirtschaftszweig im Alpenrheintal (Aufnahme Dietmar Walser, walser-image.com).

Die volkswirtschaftliche Entwicklung im Rheintal fördern

Das Entwicklungskonzept soll die Möglichkeiten für eine nachhaltige wirtschaftliche Nutzung im Rheintal verbessern und damit einen wesentlichen Beitrag für eine optimale volkswirtschaftliche Entwicklung leisten.

Die Umsetzung und den Erfolg der Massnahmen kontrollieren und laufend verbessern

Bei allen Massnahmen sollen die Auswirkungen und der Grad, in welchem sie die gesteckten Ziele erreichen, durch geeignete Monitoringprogramme untersucht werden. Diese Ergebnisse sind in die Planung zukünftiger Massnahmen einzubeziehen, um deren kontinuierliche Verbesserung und damit optimalen Nutzen und effizienten Mitteleinsatz sicherzustellen.

10 Massnahmenkonzept

10.1 Vorbemerkung

Grundlagen

Das Massnahmenkonzept stützt sich auf den Ist-Zustand (Kapitel 3, 4 und 5), die Analyse (Kapitel 6 bis 8) und die im Leitbild formulierten Ziele (Kapitel 9). Zusätzliche, weitergehende Untersuchungen waren im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht vorgesehen.

Berichterstattung

Im Abschnitt 10.2 wird die Ausgangslage (Resultat der Erhebung des Ist-Zustandes und der Analyse) kurz zusammengefasst, bevor im Abschnitt 10.3 eine Übersicht über die Strategie des Massnahmenkonzeptes vermittelt wird, welche auf die im Leitbild formulierten Ziele abgestützt ist. Um die Auswirkung einzelner Massnahmen auf den gesamten Alpenrhein besser einordnen zu können, wird im Abschnitt 10.5 die Wirkung von Einzelmassnahmen im Gesamtkonzept aus Sicht Hochwasserschutz, Ökologie und Wasserkraftnutzung kurz beschrieben, bevor im Abschnitt 10.6 auf die Prioritätenreihung eingegangen wird. Im Abschnitt 10.7 werden die Massnahmentypen, zu welchen die Einzelmassnahmen zusammengefasst werden können, aufgelistet und deren Wirkung beschrieben. Die Bedeutung respektive Wirkung der Massnahmen 1 bis 37 bei den einzelnen Fachthemen kann der Beschreibung der Einzelmassnahmen ab Seite 312 entnommen werden. Die Massnahme 35 wird durch die IRR seit 1996 umgesetzt und wird nur aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt. Und schliesslich wird im Kapitel 11 auf die Zielerreichung und Umsetzung eingegangen.

Nummerierung

Die Massnahmen sind von Reichenau bis zum Bodensee durchnummeriert. Die Nummerierung ist geografisch und hat keinen Zusammenhang mit Prioritäten.

Massnahmen-übersicht

Eine grafische Übersicht über die Massnahmen findet sich im Kapitel mit der Beschreibung der Einzelmassnahmen auf Seite 313.

10.2 Ausgangslage

Zusammenfassung Analyse

Aus den Arbeiten über den Ist-Zustand und die Analyse resultieren aus den verschiedenen Fachbereichen Themen wie Verhinderung Eintiefung, Anhebung Abflusskapazität, Schwall oder Erhöhung morphologischer Vielfalt, welche für das Entwicklungskonzept Alpenrhein von Bedeutung sind. Die wichtigsten dieser Themen und ihre Bedeutung in den einzelnen Analyseabschnitten sind in Bild 1 als Übersicht und in den folgenden Abschnitten zusammengefasst.

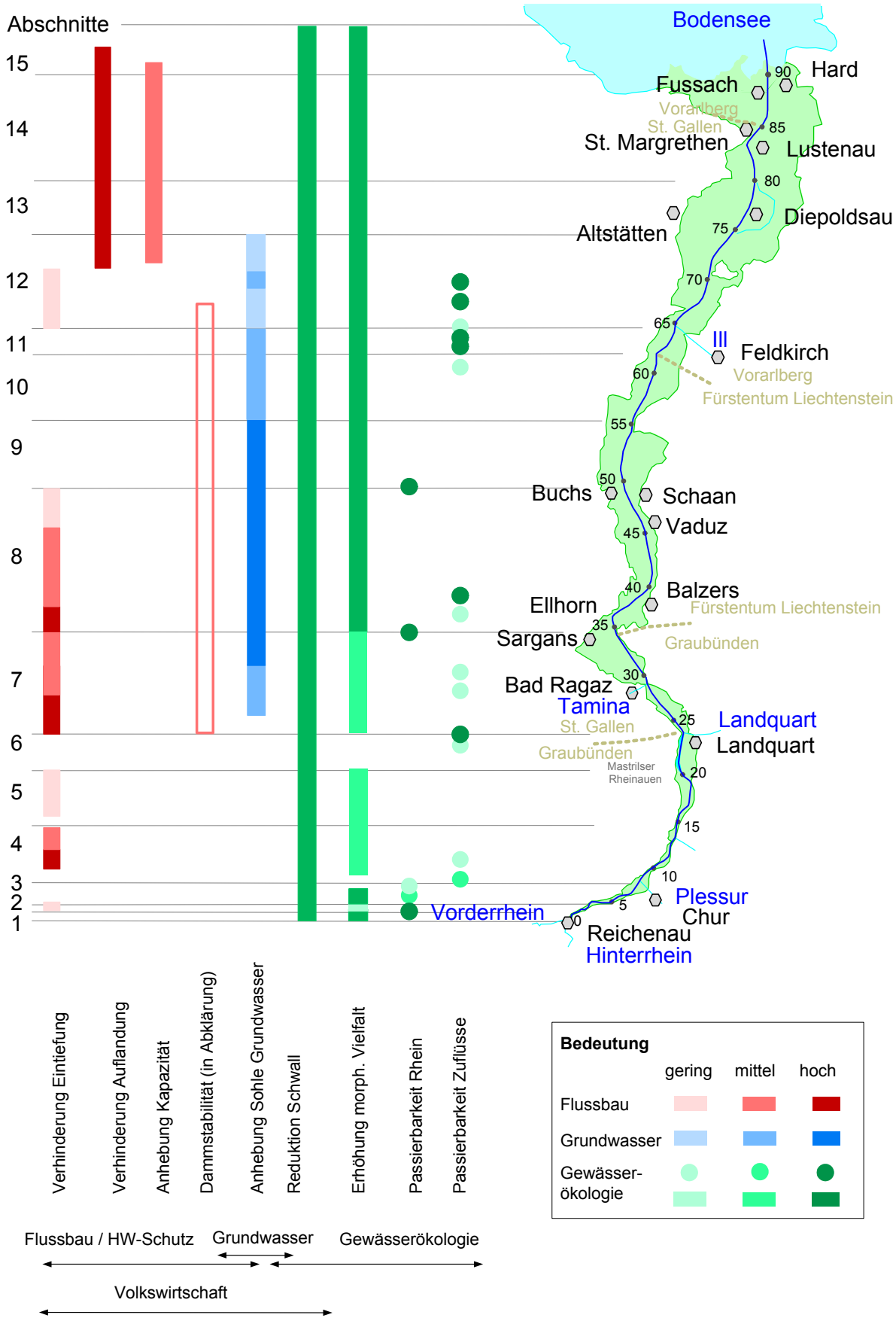


Bild 59: Übersicht über die Bedeutung der wichtigsten Themen aus verschiedenen Fachbereichen für den Alpenrhein zwischen Reichenau und dem Bodensee

Projektgebiet

Das Projektgebiet umfasst den Alpenrhein (Hauptzufluss des Bodensees), sein ehemaliges Überschwemmungsgebiet und die mündungsnahen Bereiche der Zuflüsse.

Flussbau/ Hochwasserschutz

Flussaufwärts von Buchs tieft sich der Alpenrhein mehrheitlich ein. Auch unterhalb der Illmündung sind Sohleintiefungen zu erwarten. In diesen Abschnitten ist eine Stabilisierung der Sohle erwünscht. Die Ablagerungen zwischen Diepoldsau und der Mündung in den Bodensee sind aus Gründen der Abflusskapazität unerwünscht. In der internationalen Rheinstrecke wird eine Kapazität wie bei der Illmündung angestrebt, weil einerseits die Abflusskapazität kleiner als in den flussaufwärts liegenden Abschnitten ist und weil andererseits das Schadenpotential vergleichsweise hoch ist. Mit einer Kapazitätserhöhung in der internationalen Rheinstrecke würden sich die Ausbaustandards in den verschiedenen Rheinabschnitten annähern. Im Überlastfall können die Rheindämme an einem beliebigen Ort brechen und die Schadensminimierung ist nicht gelöst. Die Stabilität der Dämme ist in der internationalen Rheinstrecke unterhalb km 74 mehrheitlich untersucht worden und wurde respektive wird falls notwendig saniert. Oberhalb von km 74 werden zurzeit Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt.

Grundwasser

Zwischen Bad Ragaz und der Illmündung sind eine höhere Sohlenlage beziehungsweise ein höherer Niederwasserspiegel zur Verbesserung der Grundwasserneubildung und der Grundwasserqualität erwünscht. Begrenzend sind mögliche negative Auswirkungen im Bereich bestehender Gebäude oder landwirtschaftlicher Produktionsflächen.

Ökologie

Für die Verbesserung der Bedingungen der Wasserlebewesen, ist die Schwallreduktion auf der ganzen Strecke zwischen Reichenau und dem Bodensee ebenso wichtig wie die Erhöhung der morphologischen Vielfalt insbesondere flussab der Landquart. Denn diese ist bis auf einige wenige Abschnitte im Kanton Graubünden monoton. Die Passierbarkeit bei den Blockrampen im Rhein sowie beim Wehr Reichenau (flussabwärts) und in die Zuflüsse ist für Wasserlebewesen ungenügend. Grossteils sind die Zuflüsse aufgrund vielfältiger Eingriffe auch als Lebensraum nicht mehr funktionsfähig. Dies wirkt sich auch nachteilig auf die Ökologie im Alpenrhein und im Bodensee aus.

Massnahmen und Nutzungen

Im Entwicklungskonzept werden Massnahmen vorgeschlagen, welche in erster Linie die Hochwassersicherheit in einem rund 500'000 Personen umfassenden Lebens- und Wirtschaftsraum und die ökologische Funktionsfähigkeit des Alpenrheins verbessern. Dazu ist an geeigneten Orten ein grösserer Raumbedarf als heute unabdinglich. Die Raumbeanspruchung durch den Alpenrhein wird möglichst verträglich mit anderen Nutzungen wie Land- und Forstwirtschaft, Siedlungen, Grundwasser, Naherholung oder

Infrastrukturanlagen gestaltet. Andere Interessen werden so weit wie möglich berücksichtigt.

Wasserkraftnutzung

Ein kleiner Teil des Wasserkraftpotentials des Alpenrheins wird durch die Kraftwerksanlage bei Reichenau genutzt. Am übrigen Alpenrhein wurden in der Vergangenheit schon verschiedene Konzepte für die Wasserkraftnutzung untersucht. Im Entwicklungskonzept werden die Auswirkungen einer möglichen Wasserkraftnutzung aufgezeigt, wobei Lösungen im Vordergrund stehen, die das Nebeneinander dieser erneuerbaren Energie mit der Minderung von Defiziten (z.B. Schwall) beinhalten. Zudem soll das Potential der Wasserkraftnutzung langfristig gesichert werden. Als Grundlage standen die Resultate der Studien „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung“ /65/ und „Schwallreduktion und Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein“ /68/ zur Verfügung.

10.3 Strategie

mehr Raum für den Alpenrhein

Um die in der Analyse und im Leitbild aufgeführten Grundsätze am Alpenrhein umsetzen zu können, muss ihm mehr Raum zur Verfügung gestellt werden. Dieser wird vor allem benötigt für:

- die langfristige Erhöhung der Abflusskapazität zwischen Diepoldsau und Bodensee,
- die Reduktion des Geschiebetransportvermögens vor allem in den relativ langen Eintiefungsstrecken oberhalb von Buchs,
- die Erhöhung der morphologischen und ökologischen Vielfalt und
- für die Schadensminimierung bei extrem seltenen Hochwasserereignissen, welche grösser als die Ausbauwassermenge sind (Überlastfall).

Auch Massnahmen für

- die Dämpfung der Abflussschwankungen, welche durch die bedarfsorientierte Energieproduktion der Wasserkraftanlagen im Einzugsgebiet verursacht wird (Schwall)
- die Erhöhung der Passierbarkeit für Wasserlebewesen im Alpenrhein selbst und in die Zuflüsse und
- für die Nutzung der natürlichen Ressourcen (z.B. Grundwasser und Wasserkraftnutzung)

beanspruchen Raum.

Beschreibung

In den folgenden Abschnitten werden die raumbeanspruchenden Massnahmentypen Vorrangflächen, Gewässerraum Alpenrhein, Notentlastungsräume und Aufweitungen zusammengefasst, damit die Wirkungsweise der

Einzelmassnahmen besser verstanden wird. In den Abschnitten 10.7.2 und 10.7.3 werden diese Massnahmentypen detaillierter beschrieben.

Vorrangflächen

Die Raumansprüche des Alpenrheins sollen mit raumplanerischen Mitteln auf übergeordneter Ebene (Kantone, Länder) gesichert werden. Dazu werden Vorrangflächen ausgeschieden, um einen Handlungsspielraum für zukünftige Bedürfnisse ausgehend vom Alpenrhein zu erhalten. Bei den Vorrangflächen werden zwei Typen unterschieden:

- Gewässerraum Alpenrhein und
- Notentlastungsräume

Gewässerraum Alpenrhein

Die Vorrangfläche „Gewässerraum Alpenrhein“ umfasst den Bereich zwischen den Dämmen und ufernahe Gebiete, welche zum erweiterten Flussraum gezählt werden können. Die Vorländer in der internationalen Rheinstrecke werden zum eigentlichen Flussraum gezählt, werden aber heute mehrheitlich landwirtschaftlich genutzt. Der Gewässerraum wird für ökologische Verbesserungen, Sohlstabilisierung und Kapazitätserhöhung beansprucht. So können sich zum Beispiel die Bedürfnisse für den Hochwasserschutz ändern (Zunahme der Hochwasserspitzen wegen der globalen Erwärmung, Wachstum des Rheindeltas). Siedlungen und Infrastrukturanlagen sind im Gewässerraum Alpenrhein unerwünscht.

Überlastfall/Notentlastungskonzept

Die jüngsten, grossen Hochwasserereignisse in Österreich und in der Schweiz haben gezeigt, dass Hochwasserspitzen die bisher beobachteten Abflusswerte und die übliche Ausbauwassermenge deutlich überschritten und zu enormen Schäden führten. Auch am Alpenrhein kann ein solches, wenn auch sehr seltenes Ereignis jederzeit eintreten. Mit dem Überlastfall- und Notentlastungskonzept kann der Schaden im Alpenrheintal minimiert werden.

Trotz der intensiven Besiedelung des Rheintals hat es an verschiedenen Orten noch grosse, zusammenhängende Grünflächen, welche die Erwerbsgrundlage der Landwirtschaft darstellen. Diese Gebiete sind aber auch für die Naherholung oder Freizeitnutzung von Bedeutung und werden mit zunehmender Bevölkerung zu immer wichtigeren Grünoasen. Weil das Schadenpotential in diesen Grünflächen um ein Vielfaches kleiner als in den besiedelten Gebieten ist, können sie zusätzlich zur heutigen Nutzung die Funktion von Notentlastungsräumen übernehmen. Diese haben die Aufgabe, bei extremen Hochwasserereignissen und Überborden der Dämme die Überflutungen zu begrenzen sowie Personen- und Sachschäden zu minimieren. Damit die Notentlastungsräume diese Aufgaben übernehmen können, braucht es zusätzliche flankierende Massnahmen. Damit das Schadenpotential in den Notentlastungsräumen nicht übermässig zunimmt, sollte eine intensivere Bebauung möglichst verhindert werden. Die Notent-

lastungsräume bleiben für die landwirtschaftliche Nutzung dauernd erhalten und somit müssen standortgebundene Bauten nach wie vor möglich sein. Die Häufigkeit der Beanspruchung der Notentlastungsräume hängt vom lokalen Hochwasserausbaugrad des Alpenrheins ab. Sie werden sehr selten (hoffentlich nie) beansprucht, so dass die bestehende Nutzung weitgehend beibehalten werden kann.

Aufweitungen

Weil mit einem breiteren Flussbett eine Vielzahl der in Bild 59 aufgelisteten Themen positiv beeinflusst werden können, sind Flussaufweitungen für das Massnahmenkonzept von entscheidender Bedeutung.

Mit Aufweitungen ist es möglich, Eintiefungsprozessen entgegenzuwirken und je nach Verhältnissen auch höhere Sohlenlagen zu erreichen oder die Abflusskapazität zu steigern. Durch höhere Sohlenlagen in den Aufweitungen kann auch der Grundwasserspiegel und die Grundwasserinfiltration (in Exfiltrationsstrecken) positiv beeinflusst werden. Dank der Querschnittsvergrösserung sind trotz höherer Sohlenlage gleiche und unter bestimmten Voraussetzungen auch tiefere Hochwasserspiegel zu erwarten. Gleichzeitig können dadurch wesentliche Verbesserungen der Lebensraumverhältnisse und damit für die Tier- und Pflanzenwelt des Alpenrheins erreicht werden. Um möglichst in vielen Themenbereichen der Ökologie Verbesserungen zu erreichen, sollte wenn möglich die Breite der Aufweitungen im Bereich der Verhältnisse der Mastrilser Rheinauen liegen. Mit den Aufweitungen werden primär Waldflächen und vor allem flussabwärts von Sargans auch landwirtschaftlich genutzte Gebiete beansprucht. Allenfalls können Aufweitungen mit Massnahmen für die Kiesgewinnung, Naherholung, Altlastsanierung oder mit dem Anlegen von Aushubdeponien kombiniert werden, was sich positiv auf die Kosten auswirken würde. Die Abmessungen bzw. die Ausgestaltung der einzelnen Aufweitungen und die Realisierungsabfolge muss in Abhängigkeit vom Geschiebehaushalt respektive Geschiebemanagement im Einzelfall festgelegt werden.

Interessenabwägung

Die vorgeschlagenen Massnahmen sind auf die aufgezeigte, übergeordnete Strategie ausgelegt. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden möglichst eingearbeitet. In der nächsten Bearbeitungsstufe ist es zwingend notwendig, dass die Bedürfnisse der Interessierten und Direktbetroffenen bei der weiteren Projektierung im Detail bestmöglich berücksichtigt werden. Bei jeder Massnahmenumsetzung ist eine Interessenabwägung notwendig.

10.4 Nicht weiter verfolgte alternative Strategien für den Hochwasserschutz

Allgemein

Für die Verbesserung des Hochwasserschutzes am Alpenrhein wurden auch alternative Lösungsansätze zu der im Abschnitt 10.3 vorgestellten Strategie untersucht. Die Diskussion dieser alternativen Lösungsansätze kann für die beiden Handlungsfelder

- Erhöhung der Abflusskapazität in der internationalen Rheinstrecke und
- Verhinderung der Eintiefung oberhalb von Buchs

separat geführt werden.

Erhöhung Abflusskapazität internationale Rheinstrecke

In /6/ werden die grundsätzlichen Möglichkeiten

- Retention,
- Ableitung/Umleitung und
- Profilvergrösserung

für die Erhöhung der Hochwassersicherheit in der internationalen Rheinstrecke diskutiert. Die genannten Möglichkeiten wurden mit Hilfe von verschiedenen Kriterien beurteilt. Der Variantenvergleich zeige, dass die Erhöhung der Abflusskapazität mit einer Aufweitung des Mittelgerinnes zu Lasten der Vorländer am meisten Vorteile bringt.

Retention (Abflussabminderung durch Wasserrückhalt)

Aufgrund ihrer Lage dämpfen die vorhandenen Speicherseen vor allem bei südzentrierten Niederschlagsereignissen die Abflussspitzen im Alpenrhein. Die Betreiber der Speicher müssten aber Betriebseinschränkungen in Kauf nehmen. Bei nordzentrierten Niederschlagsereignissen ist die Wirksamkeit der bestehenden Speicher sehr beschränkt. Um bei diesen Ereignissen die Hochwasserspitzen dämpfen zu können, müssten grosse Retentionsflächen im Rheintal verfügbar sein. Kombinationen mit anderen Lösungen sind denkbar. Die Zuverlässigkeit des Hochwasserschutzes und die ökologischen Verbesserungen sind bei einer Retentionslösung weniger gut als bei der vorgeschlagenen Aufweitungslösung. Retentionsräume im Rheintal konkurrenzieren die Notentlastungsräume. Eine Fläche kann nicht gleichzeitig der Retention und der Notentlastung dienen.

Ableitung/Umleitung

Für die Ableitung oder Umleitung der Hochwasserspitzen sind theoretisch verschiedene Varianten denkbar, wie zum Beispiel Ableitung bei Sargans in den Walensee, Ableitung ab Mäder in einem Entlastungsgerinne im Kanton St. Gallen oder in Vorarlberg oder in einem Betonkanal in den Rheindämmen. Auch wenn die eine oder andere Lösung bereits vor einiger Zeit vorgeschlagen wurde, sind all diese Ab- oder Umleitungslösungen keine ernsthafte Alternative zur vorgeschlagenen Aufweitungslösung. Entweder verlagern sie das Hochwasserproblem in ein anderes Einzugsgebiet, was den Grund-

prinzipien des Hochwasserschutzes widerspricht, oder es sind sehr technische und teure Lösungen, welche nicht zuletzt wegen den baulichen Massnahmen auf geringe Akzeptanz stossen. Noch am einfachsten wäre eine Entlastung auf vorarlbergischer Seite realisierbar, weil dort mehr Grünflächen vorhanden sind als in St. Gallen.

Profilvergrösserung

Ausser der Vorschlagslösung mit einer Aufweitung des Mittelgerinnes zu Lasten der Vorländer könnte eine Profilvergrösserung auch durch

- das Zurücksetzen der Dämme,
- das Absenken des Mittelgerinnes und/oder des Vorlandes und
- das systematische Erhöhen der Dämme

erreicht werden. Ein durchgehendes Zurücksetzen der Dämme wäre nur zu Lasten von Siedlungen und Verkehrsträgern möglich und wird deshalb als nicht realisierbar beurteilt. Zudem müssten die Brücken verlängert werden. Allenfalls wäre als ergänzende Massnahme ein rechtsufriges Zurücksetzen der Dämme nördlich von Lustenau denkbar. Mit einer Absenkung des Mittelgerinnes kann die Abflusskapazität nicht genügend gesteigert werden, vor allem nicht im Mündungsbereich. Eine grosszügige Absenkung des Vorlandes hätte hingegen ein deutlich grösseres Potenzial zur Kapazitätserhöhung. Wird dabei die Überströmbarkeit des Mittelwuhrs weiterhin gewährleistet, so ist auch nur mit einer geringen Beeinflussung des Geschiebetransportes zu rechnen. Je nach Ausmass der Absenkung muss aber mit einer erheblichen Einschränkung oder Verunmöglichung der Nutzung gerechnet werden. Die Schwebstoffablagerungen würden im abgesenkten Vorland vermutlich zunehmen und zu einem verstärkten Unterhalt führen.

Mit einer systematischen Dammerhöhung könnte die Abflusskapazität erhöht werden. Allerdings müssten gleichzeitig alle Brücken angehoben und die Zufahrtsrampen angepasst werden. Die aktuelle Nutzung des Vorlandes könnte beibehalten werden. Aus Sicht Hochwasserschutz werden aber generelle Dammerhöhungen abgelehnt, weil die Gefährdung bei einem allfälligen Bruch von erhöhten Dämmen gegenüber heute zunimmt. Als ergänzende, lokale Massnahmen können Dammerhöhungen in Betracht gezogen werden, nicht aber als durchgehende Lösung.

Mit den oben diskutierten Profilvergrösserungsvarianten kann im Gegensatz zur Vorschlagslösung (Aufweitung des Mittelgerinnes) die Monotonie und die damit verbundene Strukturarmut des Hauptgerinnes nicht verbessert werden.

Massnahmen gegen die Eintiefung oberhalb von Buchs

Eintiefungen können anstatt mit Flussaufweitungen auch mit Querwerken (z.B. Blockrampen) begrenzt werden. Weil Blockrampen aber das Kontinuum beinträchtigen und die morphologische Vielfalt nicht erhöhen, werden ihnen Flussaufweitungen vorgezogen. Blockrampen sollen höchstens als punktuelle Ergänzung in Bereichen eingesetzt werden, wo mit Aufweitungen das Flussbett nur ungenügend stabilisiert oder angehoben werden kann, respektive sich eine solche Massnahme zu wenig schnell auswirkt. Weiter haben die Flussaufweitungen auch in Bezug auf die Rohstoffbewirtschaftung zwei Vorteile. Einerseits kann bei der Erstellung der Aufweitung Kies anfallen, andererseits wird durch die Flussaufweitung das Geschiebetransportvermögen reduziert, wodurch im Gegensatz zu heute unter bestimmten Voraussetzungen eine begrenzte Geschiebeentnahme sogar erwünscht sein kann.

10.5 Wirkung der Einzelmassnahmen im Gesamtkonzept

Massnahmentypen

Im Entwicklungskonzept werden für den Alpenrhein rund 40 Massnahmen diskutiert. Sie können in folgende Typen unterteilt werden:

- Vorrangflächen,
- Aufweitung,
- Schwallreduktion,
- Passierbarkeit,
- Geschiebemanagement und
- Wasserkraftnutzung.

Die Massnahmen werden den drei Klassen **A**, **B** und **C** zugeordnet. Die Klassen spiegeln die Bedeutung der Massnahme wider und sagen indirekt auch etwas über die Reihenfolge der Umsetzung aus (Abschnitt 10.6).

Massnahmen für Hochwasserschutz / Grundwasser

Zum Erhalt der bestehenden Hochwassersicherheit wird auf den noch nicht sanierten Dammstrecken die Stabilität der Dämme überprüft. Die gegebenenfalls erforderlichen Massnahmen und die Beseitigung bekannter Schwachstellen (z.B. Stabilität Blockrampen) sind nicht Teil des Entwicklungskonzeptes. Langfristig soll im Abschnitt zwischen Diepoldsau und dem Bodensee durch eine Aufweitung die Abflusskapazität erhöht werden (Massnahme Nr. 33). Damit keine unerwünschten Anlandungen eintreten, muss ein wesentlicher Teil der Geschiebebewirtschaftung vom Bodensee ans obere Ende der Aufweitung verlegt werden. Da die Reaktionen des Rheins auf diese Erweiterung vor allem in Bezug auf die Interaktion Kiesbank-bewuchs und Schwebstoffe schwer vorhersehbar sind, wird mit einer Pilotstrecke (Nr. 34) begonnen. Die Aufweitungen sind aber nur sehr langfristig

realisierbar, weshalb ein Notfallkonzept erforderlich ist. Dieses muss neben den organisatorischen Massnahmen zur Vorhersage und Rettung und individuellen Schutzmassnahmen (Objektschutz) die Möglichkeiten einer Ableitung der zu grossen Wassermengen in weniger empfindliche Gebiete aufzeigen (Notentlastungsräume). Um ein Ansteigen des Schadenpotentials in diesen Notentlastungsräumen zu verhindern und diese als Landwirtschaftsflächen beziehungsweise als städtische Grün- und Erholungsräume dauerhaft zu sichern, müssen diese Flächen möglichst rasch als wasserbauliche Vorrangflächen raumplanerisch ausgewiesen werden. Zur Verhinderung von weiteren Eintiefungen soll das Flussbett unmittelbar unterhalb der Illmündung (Nr. 29, 31 und 32) und oberhalb von Buchs (Nr. 9 bis 13, Nr. 18, 20, 22, 24) verbreitert werden. Mit den Aufweitungen zwischen Kriessern und Sargans wird eine moderate Anhebung des Niederwasserspiegels und damit des Grundwassers angestrebt, ohne dass der Wasserspiegel bei Hochwasser höher als heute zu liegen kommt. Ein Geschiebebewirtschaftungskonzept soll mithelfen, unerwünschte Eintiefungen und Anlandungen zu verhindern (Nr. 2, 7 und 15).

Massnahmen für Gewässerökologie

Zur Erhöhung der morphologischen und ökologischen Vielfalt sind zahlreiche Aufweitungen vorgesehen (Nr. 5, 6, 9 bis 12, 18, 20, 22, 24, 26 bis 29, 31 bis 34). Diese Aufweitungen erfüllen in der Regel auch noch andere Ziele (insbesondere Hochwasserschutz und Naherholung). Aufweitungen mit Doppel- oder Mehrfachfunktionen wie zum Beispiel unterhalb von Landquart (Nr. 18, Sohleintiefung, Naherholung, evtl. Kiesgewinnung), bei Eschen (Nr. 26, Materialdeponie), Illspitz (Nr. 29, Passierbarkeit) oder in der monotonen internationalen Rheinstrecke flussabwärts von Diepoldsau (Nr. 33, Erhöhung Abflusskapazität, Naherholung) sind besonders erstrebenswert.

Für die ökologische Verbesserung des Lebensraumes Alpenrhein ist ausser der Erhöhung der morphologischen Vielfalt auch die Schwallreduktion wichtig. Je näher die Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe liegt, desto grösser ist die positive ökologische Wirkung. Im Idealfall erfolgt die Reduktion des Schwalls bei der Wasserrückgabe in die grossen Rheinzuflüsse Vorderrhein, Hinterrhein, Ill (und Landquart) oder beispielsweise beim Kraftwerk Sarelli direkt vor der Einmündung in den Alpenrhein. Die Variante der Betriebseinschränkung ist mit hohen Kosten, entscheidenden energiewirtschaftlichen Nachteilen und rechtlichen Problemen verbunden. Als Alternative bieten sich Ausgleichsbecken unmittelbar nach dem Kraftwerk an, wobei deren Machbarkeit allerdings überprüft werden muss (Nr. 1: Vorder- und Hinterrhein; Nr. 15: Landquart, Nr. 16: Sarelli, Nr. 30: Ill).

Die Passierbarkeit im Rhein für Wasserlebewesen kann durch die Anpassung bestehender einzelner Migrationshindernisse (Nr. 20, 25 Blockrampen Buchs und Sargans) in naher Zukunft erreicht werden. Die Verbesserung

der Passierbarkeit in die Zuflüsse kann mit Aufweitungen (Nr. 20, Nr. 23 in Kombination mit Nr. 22, Nr. 29 und Nr. 31) oder zumindest mit einem gewässertypischen Mündungsbereich (Nr. 8, 14, 19, 21) kombiniert werden.

Flächenbeanspruchungen durch die Aufweitungen

In der internationalen Rheinstrecke werden für die Aufweitungen Vorlandflächen beansprucht, welche innerhalb der Rheindämme liegen und zum eigentlichen Flussraum gezählt werden können. Die Aufweitungen oberhalb der Illmündung kommen mit wenigen Ausnahmen in Gebieten ausserhalb des heutigen Flusslaufes zu liegen.

Wasserkraftnutzung am Alpenrhein

Am Alpenrhein wurden in der Vergangenheit schon verschiedene Konzepte für die Wasserkraftnutzung untersucht. Aus der Studie „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung“ /65/ resultierten unter Berücksichtigung der verschiedensten Aspekte zwei unterschiedliche Kraftwerkstypen, das Schwall-Ausleitungskraftwerk Reichenau – Mastrils und Laufkraftwerke zwischen Bad Ragaz und Balzers. Beide Kraftwerkstypen können neben der Erzeugung von erneuerbarer Energie den Abflussschwall im Alpenrhein dämpfen sowie weitere Defizite abmindern.

10.6 Prioritätenreihung

Kriterien

Für die Prioritätenreihung werden verschiedene Kriterien herangezogen. Die Priorität für eine Massnahme wird in erster Linie durch den Handlungsbedarf beim Hochwasserschutz bestimmt. Eine hohe Priorität erhalten aber auch jene Massnahmen, wo grosse Synergieeffekte zu erwarten sind, beispielsweise für Hochwasserschutz, Ökologie, Grundwasser, Erholung/Freizeitnutzung, Wirtschaft oder Realisierbarkeit. In der Prioritätenreihung der ökologisch orientierten Massnahmen hat die Reduktion des Schwalls eine mindest ebenso hohe Priorität wie die Erhöhung der morphologischen Vielfalt.

Weiter wurde bei der Zuteilung der Massnahmen zu den Klassen davon ausgegangen, dass in einem begrenzt langen Rheinabschnitt nicht alle Massnahmen eines Typs aus technischen, logistischen und finanziellen Gründen gleichzeitig realisiert werden können, auch wenn dies von der Bedeutung der Massnahmen gerechtfertigt wäre. Zum Beispiel wurde die Aufweitung Pilotstrecke (Massnahme 34) der Klasse A und die Aufweitung und Durchstiche der Klasse B (Massnahme 34) zugeordnet, obwohl beide Massnahmen für den Hochwasserschutz von grosser Bedeutung sind. Bei der Klassenzuteilung wurde auch die regionale Verteilung als Kriterium berücksichtigt.

Die Zuordnung zu den Prioritätsklassen basiert zu einem Teil auf objektiven Kriterien, aber auch auf gutachtlichen Beurteilungen der beteiligten Spezialisten.

Klasseneinteilung und Reihenfolge

Bei der Vielzahl der Massnahmen ist es notwendig, eine grobe Reihenfolge für die Umsetzung zu definieren. Dazu wurden vorerst die drei Klassen **A**, **B** und **C** eingeführt. Die Massnahmen der Klasse **A** sollen grundsätzlich vor den Massnahmen der Klasse **B** und diese vor den Massnahmen der Klasse **C** umgesetzt werden (Bild 60 oben). Diese Einteilung gilt jedoch nur innerhalb der einzelnen Massnahmentypen (z.B. Aufweitungen). Zwischen Massnahmen unterschiedlicher Massnahmentypen (z.B. Aufweitungen und Passierbarkeit) wird keine Reihenfolge festgelegt.

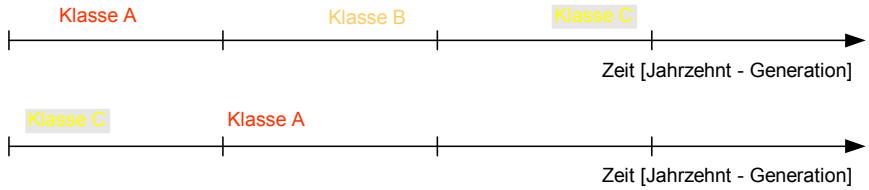


Bild 60: Realisierungsreihenfolge im Regelfall (oben) oder bei unaufschiebbaren Sanierungsmassnahmen (unten)

Bild 61: Aufweitung bei Chur/Felsberg, welche 1997 realisiert wurde.

Die Realisierungsreihenfolge muss aber nicht zwingend der vorgeschlagenen Klasseneinteilung entsprechen. Ein Beispiel ist die 1997 gebaute Aufweitung bei Chur / Felsberg, welche aufgrund ihrer Bedeutung für die Sohlenstabilisierung und Ökologie vermutlich der Klasse **B** oder **C** zugeteilt worden wäre, aber trotzdem bereits realisiert wurde (Bild 60 unten und Bild 61). Diese Massnahme wurde umgesetzt, weil der Uferschutz sowieso hätte saniert werden müssen. Entscheidend für die Umsetzung ist, dass die

Massnahmen der aufgezeigten Strategie entsprechen und vorgängig die Auswirkungen auf die angrenzenden Flussabschnitte abgeklärt werden. Dies gilt insbesondere für den Geschiebetransport.

Wie mit der Skala der Zeitachse in Bild 60 angedeutet, wird für die Umsetzung aller Massnahmen mit Jahrzehnten respektive mit mehr als einer Generation gerechnet. Wegen dieses relativ langen Zeithorizontes ist es wenig sinnvoll, für die Massnahmen der Klassen B und C eine Reihenfolge festzulegen. Wegen der langen Umsetzungsdauer ist es aber zwingend notwendig, durch die raumplanerische Sicherung der Vorrangflächen *Gewässerraum Alpenrhein* und *Notentlastungsräume* möglichst schnell die notwendigen Flächen zu sichern.

Realisierungsreihenfolge Klasse A und Klasse B

Der Klasse A sind Massnahmen aus den Typenbereichen Vorrangflächen, Aufweitungen, Reduktion Schwall, Passierbarkeit und Geschiebemanagement zugeordnet. Wie bereits erwähnt, hat die Flächensicherung mit den Vorrangflächen *Gewässerraum Alpenrhein* und *Notentlastungsräumen* die höchste Priorität. Die übrigen Massnahmen erfordern eine differenzierte Betrachtung, vor allem die Aufweitungen und das Geschiebemanagement.

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass der relativ flache Abschnitt oberhalb der Illmündung und in etwas geringerem Ausmass auch die Mastrilser Rheinauen Schlüsselstrecken für den Geschiebetransport sind und den Alpenrhein quasi dreiteilen. Veränderungen im Geschiebehaushalt in den einzelnen Abschnitten wirken sich deshalb erst nach langen Zeitspannen (mehrere Jahrzehnte) auf die folgenden Abschnitte aus. Aus diesem Grunde und weil der Alpenrhein in Bezug auf den Geschiebetransport und die Sohlenveränderung ein vergleichsweise träges System ist[1], wirken sich Massnahmen, welche den Geschiebetransport substantiell verändern, primär innerhalb der Abschnitte mit dem Eingriff aus. Aufweitungen können demnach gleichzeitig in den Abschnitten Reichenau – Landquart, Landquart – Illmündung und Illmündung – Bodensee realisiert werden. Basierend auf diesen Überlegungen und unter Berücksichtigung der angestrebten Verbesserungen bei der Hochwassersicherheit wird bei den Aufweitungen für die Umsetzung folgende Reihenfolge vorgeschlagen:

1. Aufweitung Pilotstrecke (34, Klasse A, Erhöhung Abflusskapazität)

   Aufweitung Bad Ragaz (18, Klasse A, Verhinderung Eintiefung)

---

[1] Wegen dem grossflächigen Flussbett braucht es grosse Geschiebemengen (Anlandung oder Erosion), damit sich eine relevante Gefällsänderung und damit eine Änderung im Geschiebetransportvermögen einstellen können.

2. Aufweitung Durchstiche (33, Klasse B, Erhöhung Abflusskapazität)

   Aufweitung Sargans (20, Klasse B, Verhinderung Eintiefung)

3. Aufweitung Zizers (12, Klasse A, Verhinderung Eintiefung)

   Aufweitung Illspitz (29, Klasse A, Erhöhung morphologische Vielfalt, Anhebung Grundwasser)

   Aufweitung Eschener Au (26, Klasse A, Erhöhung morphologische Vielfalt, Anhebung Grundwasser)

Aus Sicht des Hochwasserschutzes ist es sinnvoll, die beiden Aufweitungen Durchstiche und Sargans (Klasse B) vor den A-Aufweitungen Illspitz, Eschener Au und Zizers zu realisieren, ist aber nicht zwingend notwendig. Aus Sicht des Geschiebehaushalts ist auch ein Tausch der Reihenfolge von einzelnen der unter 2. und 3. aufgeführten Massnahmen möglich.

Die Umsetzung von Aufweitungen hat immer auch Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und damit auch auf das Geschiebemanagement (siehe unter Abschnitt 10.7.4).

Bei den vorgeschlagenen Massnahmen zur Reduktion des Schwalls am Vorder- und Hinterrhein sowie beim Kraftwerk Sarelli und der Ill spielt die Realisierungsreihenfolge keine grosse Rolle. Neben der ökologischen Wirksamkeit, die ausser vom Ausmass der Schwalldämpfung auch von der Distanz zwischen Wasserrückgabe und Bodensee abhängt, sind die vorhandenen Rechte von zentraler Bedeutung. Die Massnahmen zur Reduktion des Schwalls sollten unter Berücksichtigung der vorhandenen Rechte möglichst parallel zur Realisierung der Aufweitungen erarbeitet und umgesetzt werden.

Am Alpenrhein selbst haben die Massnahmen für die Verbesserung der Passierbarkeit bei der Schwelle Buchs und für die Rückwärtswanderung beim Wehr Reichenau die höchste Priorität. Bei den Zuflüssen stehen vor allem die Mündungen des Spiersbachs, des Werdenberger Binnenkanals und des Saarkanals im Vordergrund, weil dort mit relativ wenig Aufwand ein grosser Nutzen erzielt werden kann (siehe auch Abschnitt 11.4).

Die Massnahmen „Mastrilser Rheinauen“ und „Vorstreckung„ wurden der Klasse A zugeteilt, weil es im ersten Fall um die Erhaltung der bestehenden Au geht und im zweiten Fall die Massnahmen bereits durch die IRR realisiert sind respektive gebaut werden.

Umsetzung einzelner Massnahmen

Auch die einzelnen Massnahmen werden in der Regel schrittweise in mehreren Etappen umgesetzt werden müssen, vor allem die Aufweitungen. Eine Realisierung in Etappen ist aus folgenden Gründen sinnvoll:

- sukzessive Anpassung des Alpenrheins an seine neue Geometrie
- Sammlung von praktischer Erfahrung bei der Umsetzung und der Auswirkung der Massnahmen
- Bautechnische Grenzen (Ausführung, Kapazität, Umwelt)
- Finanzierung

10.7 Beschreibung der einzelnen Massnahmentypen

10.7.1 Allgemeines

Darstellung der Massnahmen

Auf den folgenden Seiten sind die Massnahmen und ihre Bedeutung für die einzelnen Fachthemen in einer Übersichtstabelle aufgeführt. Wenn eine Massnahme zwei Typen abdeckt, wird sie mehrfach genannt. In der Regel ist dies der Fall, wenn die Verbesserung der Passierbarkeit im Perimeter einer Aufweitung liegt. Die Lage und Ausdehnung der einzelnen, flächenbeanspruchenden Massnahmen ist aus den Themenkarten K6 und K7 (1 : 50'000 sowie 1 : 10'000) ersichtlich; die Klassenzugehörigkeit aus den gewählten Farben. Ab Seite 312 ist jede Massnahme im Detail beschrieben.

Betrachtungstiefe, Abgrenzung

Die Bearbeitungstiefe der Aufweitungen der Klasse A mit höchster Priorität ist etwas grösser als bei den übrigen Massnahmen. Es handelt sich dabei um folgende Massnahmen:

- 12, Aufweitung Zizers
- 18, Aufweitung Bad Ragaz
- 26, Aufweitung Eschener Au
- 29, Aufweitung Illspitz
- 34, Aufweitung Pilotstrecke

In den Massnahmenblättern dieser 5 Massnahmen sind zusätzlich idealisierte Quer- und Längenprofile dargestellt, in welchen die Auswirkungen auf die Geometrie und die Wasserspiegellagen enthalten sind. Auch ist die zu erwartende Auswirkung auf die Gerinneausbildung in der Situation dargestellt. Die entsprechenden hydraulischen Berechnungen basieren auf einem mittleren Querschnitt und Normalabflussverhältnissen. Die Auswirkungen auf die Sohlenlage wurden mit Hilfe der verfügbaren Unterlagen abgeschätzt. Auf dieser Basis wurden auch die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel beurteilt. Simulationen mit den verfügbaren Modellen zur bes-

seren Erfassung der Prozesse waren im Rahmen des Entwicklungskonzeptes nicht vorgesehen.

10.7.2 Massnahmentyp Vorrangflächen

10.7.2.1 Vorbemerkung

Bei den Vorrangflächen werden der *Gewässerraum Alpenrhein* und die *Notentlastungsräume* unterschieden. Wie bereits im Abschnitt 10.6 erwähnt, kommt den Vorrangflächen vor allem wegen der langen Realisierungszeit eine sehr hohe Bedeutung zu. Mit den Vorrangflächen sollen die für die Umsetzung des Entwicklungskonzeptes notwendigen Flächen mit Hilfe der Raumplanung möglichst schnell gesichert werden (siehe auch Abschnitt 11.8).

10.7.2.2 Gewässerraum Alpenrhein

Handlungsspielraum erhalten, da sich Bedürfnisse ändern können

Der Gewässerraum Alpenrhein umfasst den Bereich zwischen den Dämmen und rheinnahe Gebiete, welche zum erweiterten Flussraum gezählt werden können. Diese Flächen werden reserviert, um ausgehend vom Alpenrhein einen Handlungsspielraum für Massnahmen in den Themenbereichen

- Sohlstabilisierung,
- Erhöhung der Abflusskapazität,
- Gewässerökologie,
- Wasserkraftnutzung oder
- Naherholung

zu erhalten. Dieser Handlungsspielraum ist wichtig, weil sich Bedingungen und Bedürfnisse ändern können. Zum Beispiel kann nicht ausgeschlossen werden, dass wegen der globalen Erwärmung in Zukunft mit grösseren Hochwasserspitzen zu rechnen ist. Oder das stetige Wachstum des Rheindeltas wird die Hochwassersicherheit im untersten Rheintal mittel- bis langfristig reduzieren.

Nutzungen

Um einen möglichst grossen Handlungsspielraum zu erhalten, sind im Gewässerraum Alpenrhein Siedlungen, Industrie, Gewerbe und Infrastrukturanlagen unerwünscht. Land- und forstwirtschaftliche Nutzungen bleiben erhalten, bis der Gewässerraum für Massnahmen beansprucht wird.

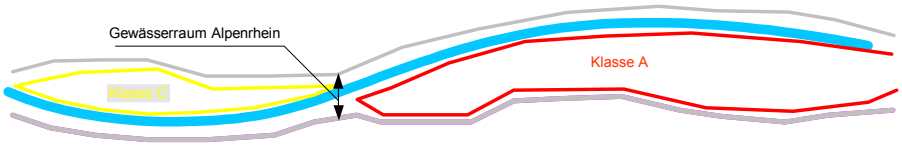


Bild 62: Der Gewässerraum Alpenrhein umfasst den Bereich zwischen den Dämmen und reinnahe Gebiete

Darstellung

Der Gewässerraum Alpenrhein ist auf den Themenkarten K6 (1 : 50'000) und K7 (1 : 10'000) dargestellt.

Interessenabwägung

Wie die Einzelmassnahmen muss auch der Gewässerraum mit den Direktbetroffenen unter Berücksichtigung anderer Interessen überprüft werden.

10.7.2.3 Überlastfall / Notentlastungsräume

Motivation und Notwendigkeit

Die Ereignisse vom August 2002 im östlichen Österreich, Tschechien und Sachsen aber auch vom Oktober 2000 im Wallis und im Aostatal, sowie vom Mai 1999 im Raum Bern und in Bayern haben gezeigt, dass die Hochwasserspitzen die bisher beobachteten Abflusswerte deutlich übertreffen können. Angesichts einer derartigen Häufung extremer Ereignisse im nahen Umfeld, wäre es unverantwortlich nicht auch ein Hochwasserereignis, dass die Kapazitäten der derzeitigen Hochwasserschutzanlagen überschreitet, in die Planung einzubeziehen. Mit einer Erhöhung der Ausbauwassermenge wird zwar ein Überschreiten der Kapazität weniger wahrscheinlich, kann jedoch auch dann nicht ausgeschlossen werden, da wir die Obergrenze der Abflüsse nicht kennen, heute angesichts der Klimaänderung weniger denn je.

Es ist das Ziel der Hochwasserschutzanlagen den Abfluss so lange wie möglich im Flussbett zu behalten. Deshalb ist es erstrebenswert soweit dies wirtschaftlich, ökologisch und technisch vertretbar ist, die Ausbauwassermenge hoch anzusetzen. Kommt jedoch mehr Wasser als dem Bemessungsabfluss entspricht, wird es austreten und überschwemmen. Erfahrungsgemäss ist dies meist der ungünstigste Ort mit einem hohen Schadenpotential. Es bleibt dann nur eine Strategie: Vorgängig festzulegen, wo ein Ausufern am wenigsten Schaden verursacht (vergleichbar einer Sollbruchstelle bei technischen Massnahmen) und das austretende Wasser in wenig schadensempfindliche Gebiete zu lenken. Dies erfordert vorbereitete bauliche und planerische Massnahmen.

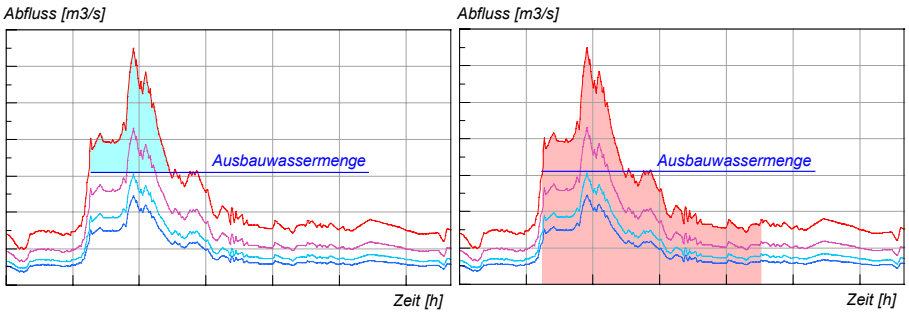


Bild 63: Ohne Massnahmen können im Überlastfall die Dämme brechen und eine grosse Wassermenge fliesst in die Rheintalebene (rote Fläche rechts). Mit einem Überlastfallkonzept können Dammbrüche vermieden und die ausfliessende Wassermenge begrenzt werden (blaue Fläche links).

Überlastfall 1927

Beim Alpenrhein ist ein unkontrollierter Dammbruch nahe einem Siedlungsgebiet der ungünstigste Fall. Führt er zum Austreten sehr grosser Wassermengen, kann man von einem Systemkollaps sprechen. 1927 führte der Dammbruch bei Schaan zu verheerenden Schäden im Fürstentum Liechtenstein (Bild 64).

Bild 64: Dammbruch bei Schaan 1927

Notentlastungsräume und Entlastungsbauwerke

Zur Verhinderung eines Systemkollapses zwischen Landquart und Bodensee werden Ausleitbauwerke (reguliert/unreguliert) zur Abflussbegrenzung im Alpenrhein in Kombination mit Notentlastungsräumen vorgeschlagen. Im Projekt werden insgesamt 10 mögliche Notentlastungsräume zur Diskussion gestellt (Bild 65)[2]. Um den Abfluss im Rhein auf die Ausbauwassermenge

2 Die rechtsufrigen Notentlastungsräume sind so angeordnet, dass sie an den Alpenrhein grenzen, so dass die Entlastung direkt in die vorgesehenen Räume erfolgen kann. Eine Ausnahme ist der Notentlastungsraum Diepoldsau. Bei diesem muss das Wasser mit Hilfe geeigneter Massnahmen über den Altarm von Diepoldsau oder über den Notentlastungsraum Altach eingeleitet werden. Bei den linksufrigen Notentlastungsräumen muss mit Ausnahme des Notentlastungsraums Sargans die Entlastung über die Autobahn A13 erfolgen.

begrenzen zu können und das überschüssige Wasser am gewünschten Ort in die Notentlastungsräume einleiten zu können, braucht es Entlastungsbauwerke. Diese Entlastungsbauwerke müssen überströmungssicher ausgebildet sein und dürfen im Überlastfall nicht versagen. An der Reuss im Kanton Uri wurde ein solches Konzept umgesetzt (Bild 66).

Notentlastungsräume sollen genutzt werden

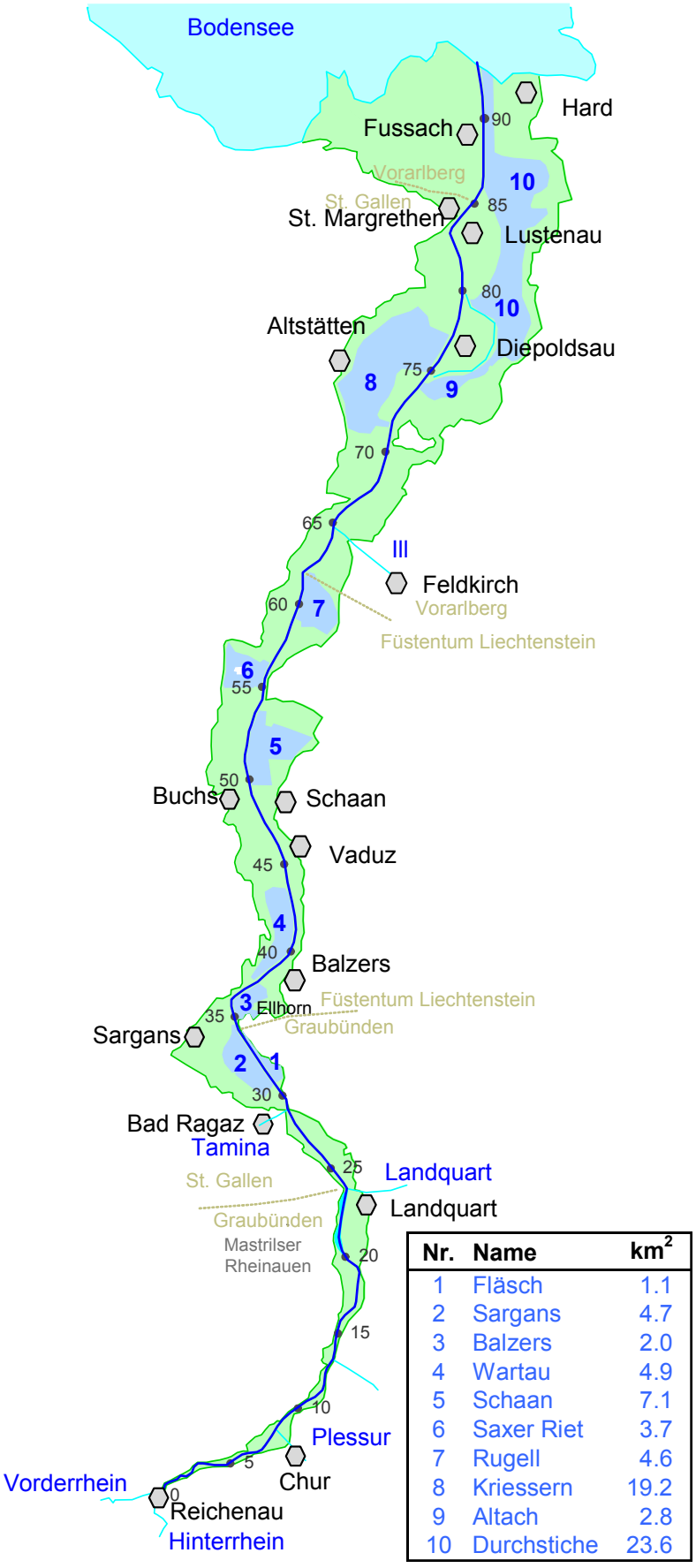
Die Notentlastungsgebiete sind, wie alle anderen Gebiete bei klassischen Hochwasserschutzanlagen, bis zum Bemessungshochwasser geschützt. Es kommt somit zu keiner grundsätzlichen Benachteiligung. Die Gebiete können und sollen weiterhin genutzt werden, insbesondere landwirtschaftlich.

Als Notentlastungsflächen eignen sich jedoch nur tief liegende Flächen, meist in der Nähe von Gewässern, die grundsätzlich überschwemmungsgefährdet sind und dies im Falle eines Extremereignisses auch eintreten würde. Um zu verhindern, dass andere, schadensempfindliche Nutzungen in diese Flächen eindringen, ist eine raumplanerische Sicherung notwendig.

Zur Beibehaltung der bisherigen Nutzung zählt selbstverständlich, dass alle erforderlichen Investitionen, wie Erneuerungen aber auch standortgebundene Neubauten weiterhin getätigt werden können. Bei frühzeitiger Berücksichtigung der Raumansprüche der Notfallplanung muss kein Widerspruch zu den raumplanerischen Zielsetzungen entstehen.

Es ist davon auszugehen, dass die Notentlastungsräume im städtischen Raum neben der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auch zu wichtigen Grünoasen mit entsprechender Freizeitnutzung und Naherholung werden.

Im Verlauf der Bearbeitung wurde zur Diskussion gestellt, ob die Autobahn A13 im Überlastfall nicht als Entlastungsgerinne respektive zur Ableitung des Wassers aus den linksufrigen Notentlastungsräumen dienen könnte. Für eine solche Sekundärnutzung der Autobahn wären diverse, umfangreiche Anpassungen notwendig. Das Ausmass der Anpassungen und die Kapazität der Autobahn als Entlastungsorgan müsste im Detail untersucht werden.



Nr.	Name	km²
1	Fläsch	1.1
2	Sargans	4.7
3	Balzers	2.0
4	Wartau	4.9
5	Schaan	7.1
6	Saxer Riet	3.7
7	Rugell	4.6
8	Kriessern	19.2
9	Altach	2.8
10	Durchstiche	23.6

Bild 65: Lage der möglichen Notentlastungsräume und ihre ungefähre Ausdehnung

Bild 66: Das Hochwasser von 1987 führte im Urner Reusstal zu drei Dammbrüchen und grossen Überschwemmungen (kleines Bild). Die ausgeführten Hochwasserschutzmassnahmen umfassen neben dem Gerinneausbau auch Massnahmen zur Beherrschung des Überlastfalls. Wird die Ausbauwassermenge überschritten, so fliesst Wasser auf die Autobahn. Eine Hochwasserschutzmauer und Sekundärmassnahmen beim Altdorfer Giessen verhindern, dass Siedlungsgebiete mit hohem Schadenpotential überflutet werden.

höhere Sicherheit auch in den Notentlastungsräumen

Die Landwirtschaft hat ein grosses Interesse am dauernden Erhalt zusammenhängender landwirtschaftlich genutzter Flächen und im Siedlungsgebiet sind Grünflächen zur Erholung und für Freizeitgestaltung notwendig. Es kann nicht das Ziel sein, alle potentiell überbaubaren Flächen auch tatsächlich zu überbauen. Wenn nicht oder nur locker überbautes Gebiet einmal in 100 oder 300 Jahren überschwemmt wird, ist der dort entstehende Schaden volkswirtschaftlich tragbar. Da die gefährdeten Flächen bekannt sind und die Zahl der gefährdeten Objekte begrenzt ist, kann durch zusätzliche Massnahmen, wie Objektschutz und rechtzeitige Evakuierung, eine höhere Sicherheit erreicht werden, als dies im Standardfall ohne vorbestimmte Notfallmassnahmen möglich ist. Zur Ausweisung sind eine enge Zusammenarbeit mit der Raumplanung und eine Interessenabwägung zwischen dem Gewinn an Sicherheit durch die Ausweisung der Notent-

lastungsflächen und anderen Raumansprüchen notwenig. Die gezeigte Auswahl zeigt nur die aus wasserbaulicher Sicht möglichen Flächen auf.

Notfallplanung

Parallel respektive in Ergänzung zum Überlastfallkonzept mit den Notentlastungsräumen ist eine Notfallplanung[3] erforderlich, welche die im Voraus berechneten möglichen Fliesswege und die Hochwasservorhersage und -warnung einbezieht. Mit einer guten und eingeübten Notfallplanung können Personen- und Sachschäden minimiert werden. In Ergänzung dazu kann natürlich jeder Bewohner im potentiellen Überflutungsgebiet durch zum Beispiel hochwassergerechtes Bauen zur Schadensminimierung beitragen.

Schäden in den Notentlastungsräumen sollen von allen Nutzniessern getragen werden

Mit dem Überlastfallkonzept und den Notentlastungsräumen werden das Restrisiko und damit auch allfällige Schäden in den Siedlungsgebieten gegenüber den Notentlastungsräumen substantiell reduziert. Zu beachten ist dabei, dass die Notentlastungsräume sowohl lokal als auch flussabwärts eine positive Wirkung haben. Die Siedlungsgebiete profitieren von den Notentlastungsräumen. Aus diesem Grunde müssen Schäden in den Notentlastungsräumen im Überlastfall von den Nutzniessern allen Profiteuren getragen werden. Dazu müssen geeignete Instrumente entwickelt respektive zur Verfügung gestellt werden.

nächste Bearbeitungsschritte

Wie viele Notentlastungsräume tatsächlich und mit welcher Wahrscheinlichkeit beansprucht werden, muss in einer nächsten Bearbeitungsstufe abgeklärt werden. Ziel ist es die spezifische Belastung - also die eintretenden Wassertiefen - möglichst klein zu halten, um die begleitenden Lenkungsmassnahmen[4] möglichst unauffällig in die Landschaft eingliedern zu können. Dies erfordert eher viele und genügend breite Räume, die nur auf Grund genauer topographischer Grundlagen und in enger Zusammenarbeit mit der Nutzungsplanung festgelegt werden können. So muss auch die Ausdehnung der Notentlastungsräume überprüft und abgeklärt werden, ob nicht auch ohne Siedlungsräume wie zum Beispiel bei Hohenems aus-

---

[3] Die Notfallplanung basiert auf einem zweistufigen Alarmsystem. Basierend auf den Daten der Messstationen Domat/Ems (900 m^3/s und 1800 m^3/s Katastrophenalarm), Oberriet (1000 m^3/s und 2500 m^3/s) und Lustenau (1200 m^3/s und 2500 m^3/s) wird beim tieferen Abflusswert der Voralarm ausgelöst und beim höheren Abflusswert der Katastrophenalarm ausgelöst. Informiert werden Amtsstellen, Einsatzzentralen aber auch Direktbetroffene wie die Pächter der Rheinvorländer. Die zweistufige Alarmierung erlaubt das frühzeitige Auslösen der Notfallmassnahmen.

[4] Es ist zu prüfen, ob mit einfachen Massnahmen, wie z.B. Anhebung von Strassen, niedrige Dämme mit flachen, bewirtschaftbaren Böschungen, Geländeanpassungen oder Drosselbauwerke bei den Gewässerquerungen die Überflutungen möglichst auf die Notentlastungsräume begrenzt werden können. Ohne solche Sekundärmassnahmen werden auch Siedlungsbereiche vom ausgetretenen Wasser überflutet. Zu beachten ist, dass die Notentlastungsräume häufig in setzungsempfindlichen Gebieten liegen und alle von Gewässern durchflossen werden.

gekommen werden kann. Weiters müssen verschiedene Hochwasserereignisse mit unterschiedlichen Abflussspitzen und –volumen analysiert werden und die Entlastungsorgane entworfen werden. Die nächsten Bearbeitungsschritte müssen mit der Raumplanung abgesprochen werden.

Bild 67: Ohne Überlastfallkonzept können Hochwasserschutzdämme zufällig brechen und Gebiete mit hohem und niedrigem Schadenpotential werden überflutet (links). Mit vorgegebenen Notentlastungsstellen wird das nicht beherrschbare Wasser in Gebiete mit niedrigem Schadenpotential geleitet. Leitmassnahmen begrenzen das Überflutungsgebiet (rechts).

10.7.3 Massnahmentyp Aufweitung

Übersicht

Insgesamt werden 19 Aufweitungen vorgeschlagen (Tabelle 23). Der primäre Zweck der Aufweitungen oberhalb von Buchs sowie der Aufweitung Frutzmündung und mit Einschränkung auch der Aufweitungen Illspitz und Kriessern ist die Verhinderung der Eintiefung. Mit der Aufweitung Pilotstrecke und Durchstiche soll im untersten Rheinabschnitt die Abflusskapazität erhöht werden. Voraussetzung dazu ist aber eine Geschiebebewirtschaftung am oberen Ende der Aufweitungsstrecke. Die Aufweitungen zwischen Sargans und der Illmündung sind auch für die Grundwasserverhältnisse von Bedeutung. Alle Aufweitungen wirken sich positiv auf die morphologische Vielfalt, die terrestrische Ökologie und die Naherholung und teilweise auf die Passierbarkeit im Rhein selbst oder an den Zuflussmündungen in die Zuflüsse aus.

Die generelle Funktionsweise von Aufweitungen ist bereits im Abschnitt 10.3 beschrieben und auch im Kapitel 11 wird bei einzelnen Fachthemen noch einmal darauf eingegangen. In den folgenden Abschnitten wird auf ausgewählte Aspekte von Aufweitungen eingegangen.

Ort			Abschnitt, Nr.	Massnahme			Bedeutung										
								Flussbau / HW-Schutz				GW	aquatische Ökologie				
km von	km bis	Länge in km		Nummer		Klasse	Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
4.0	6.0	2.0	3 Felsberg	5	Aufweitung Felsberg	C											
7.5	8.9	1.4	3 Felsberg	6	Aufweitung Waffenplatz	B											
11.1	11.9	0.8	4 Churer Rheintal	9	Aufweitung Haldenstein	C											
13.5	14.4	0.9	4, 5 Churer Rheintal Untervaz	10	Aufweitung Oldis	C											
14.2	16.7	2.5	4, 5 Churer Rheintal Untervaz	11	Aufweitung Trimmis	B											
17.4	20.0	2.6	5 Untervaz	12	Aufweitung Zizers	A											
20.1	23.3	3.2	6 Mastrilser Rheinauen	13	Sicherung Mastrilser Rheinauen	A											
23.8	28.6	4.8	7 Bündner Herrschaft	18	Aufweitung Bad Ragaz	A											
30.0	36.0	6.0	7, 8 Bündner Herr-schaft, Werdenberg	20	Aufweitung Sargans	B											
36.6	40.5	3.9	8 Werdenberg	22	Aufweitung Saarmündung	B											
43.8	48.0	4.2	8 Werdenberg	24	Aufweitung Sevelen/Vaduz	B											
49.5	54.3	4.8	9 Schaan	26	Aufweitung Eschner Au	A											
58.4	60.3	1.9	10 Schellenberg	27	Aufweitung Mittelau	C											
60.8	62.0	1.2	10 Schellenberg	28	Aufweitung Bangs	C											
62.0	66.0	4.0	11, 12 Illspitz, Kummaberg	29	Aufweitung Illspitz	A											
66.1	68.9	2.8	12 Kummaberg	31	Aufweitung Frutzmündung	B											
69.4	74.3	4.9	12 Kummaberg	32	Aufweitung Kriessern	C											
74.3	90.9	16.6	13, 14 Diepoldsauer Durchstich; Lustenau/ Fussach	33	Aufweitung Durchstiche	B											
85.6	87.1	1.5	14 Lustenau/ Fussach	34	Aufweitung Pilotstrecke	A											

Legende: keine Relevanz; wünschenswert; wichtig; sehr wichtig

Tabelle 23: Übersicht über die vorgeschlagenen Aufweitungen mit Beurteilung der Bedeutung der Massnahmen für die einzelnen Fachthemen[5]

Aufweitungstypen

Je nach den Verhältnissen sind unterschiedliche Ausformungen von Aufweitungen sinnvoll, um die formulierten Ziele optimal zu erreichen und negative Auswirkungen zum Beispiel auf den Geschiebehaushalt zu minimieren. Grundsätzlich können die beiden folgenden Typen unterschieden werden:

5 Ob und in welchem Ausmass Aufweitungen den Schwall reduzieren können, ist unklar. Deshalb konnte die Bedeutung der Aufweitung auf die Schwallreduktion nicht beurteilt werden.

- Verbreiterung des Flussbettes und
- Umlandabsenkung.

Diese beiden Typen können natürlich auch miteinander kombiniert werden wie beispielsweise bei der vorgeschlagenen Aufweitung Illspitz (Massnahme 29).

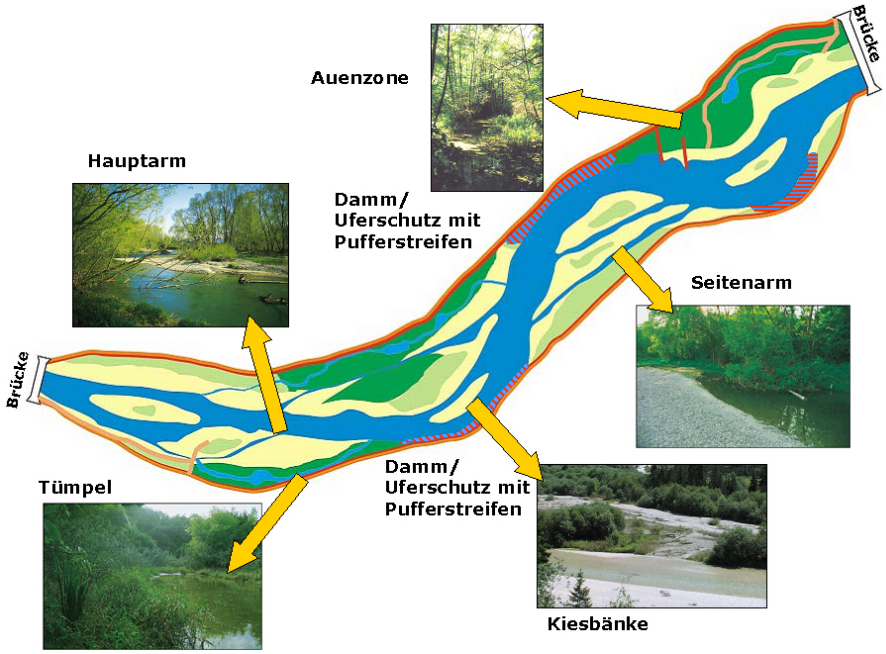


Bild 68: Mögliche Morphologie in einer Aufweitung oberhalb der Illmündung mit Flussbettbreiten von teilweise deutlich über 200 m

Verbreiterung des Flussbettes auf über 200 m

Bei einer Verbreiterung des Flussbettes auf 200 m und mehr (Faktor 2 bis 3) kann sich eine ähnliche Morphologie ausbilden wie in den Mastrilser Rheinauen: strukturreiches Flussbett mit Seitenarmen und teilweise bewachsenen Kiesbänken sowie lokalen Nebengewässern und kleineren Auwäldern (Bild 69). Im Oberlauf wird sich der Alpenrhein teilweise in mehrere Arme verzweigen, im Unterlauf in einem gewundenen Hauptarm mit kleineren Seitenarmen abfliessen.

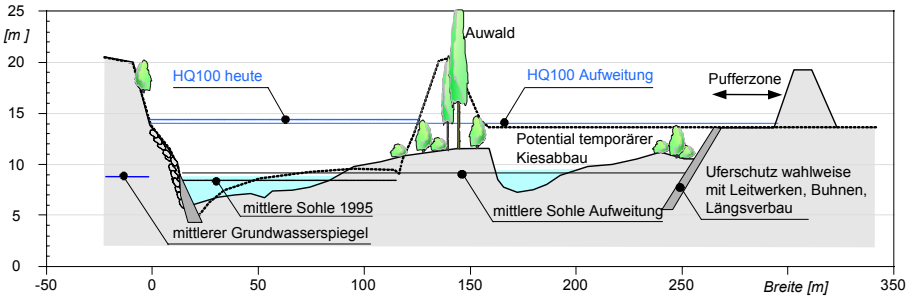


Bild 69: Beispiel einer Verbreiterung des Flussbettes auf 200 m und mehr (oberhalb internationaler Rheinstrecke)

Dieser Aufweitungstyp ist zur Stabilisierung oder Anhebung des Flussbettes in Eintiefungsstrecken und zur Verstärkung der Sohlanhebung in Auflandungsstrecken sinnvoll. Voraussetzung ist, dass im angrenzenden Umland ausreichend Raum verfügbar ist.

Verbreiterung des Flussbettes auf 150 m

Bei einer Verbreiterung des Flussbettes auf 150 m und mehr (Faktor 1.5) kann sich ein strukturreiches Flussbett mit teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden, aber Nebengewässer und Auwald sind kaum möglich (Bild 70). Die Einsatzmöglichkeit ist gleich wie beim Aufweitungstyp mit einer Verbreiterung auf über 200 m. Die sohlstabilisierende Wirksamkeit ist aber geringer, dafür wird weniger Raum beansprucht.

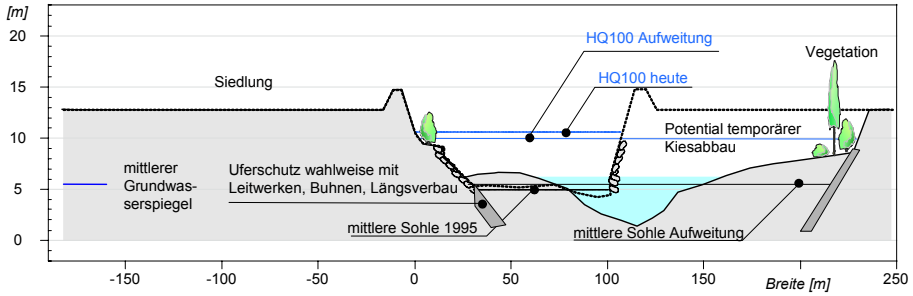


Bild 70: Beispiel einer Verbreiterung des Flussbettes auf 150 m (überhöhte Darstellung)

Umlandabsenkung mit Nebengewässer und Auwald ohne und mit Flussbettverbreiterung

Wenn der Geschiebetransport möglichst nicht beeinflusst werden soll, respektive keine Sohlenstabilisierung erforderlich ist oder keine Sohlaufhöhung erwünscht ist, bietet sich zur ökologischen Verbesserung bei entsprechend ausreichendem Raum eine Umlandabsenkung an (Bild 71). Die Flussbettbreite bleibt unverändert und damit auch die Morphologie des geschiebetransportaktiven Flussbettes. Im abgesenkten Umland können Nebengewässer angelegt werden und die Entwicklung eines Auwaldes ist möglich. Zu beachten ist, dass bei Überflutungen des Auwaldes Schwebstoffe abgelagert werden, welche zu einer Anhebung des Umlandes führen.

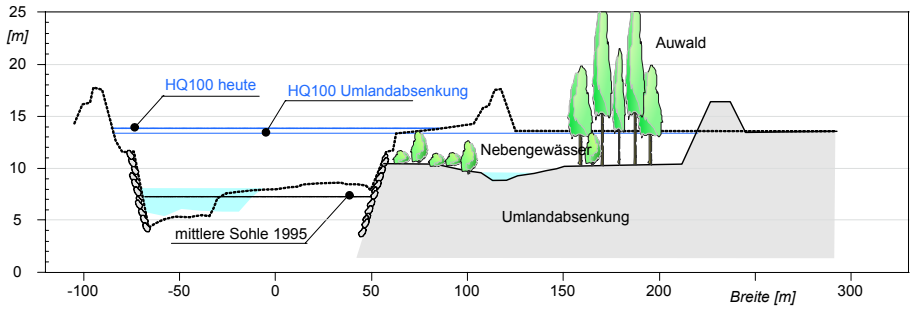


Bild 71: Beispiel einer Umlandabsenkung (überhöhte Darstellung)

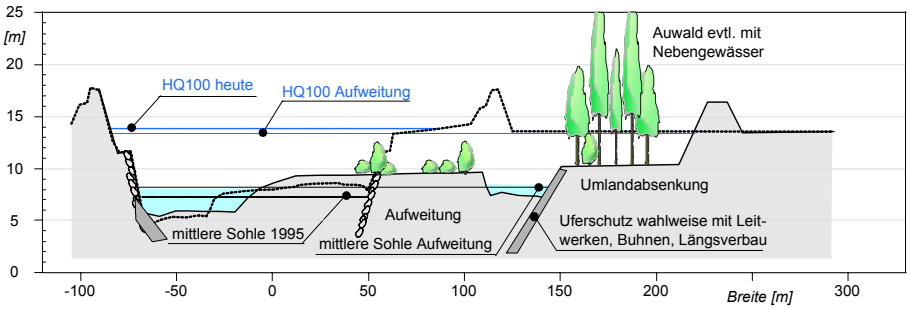


Bild 72: Beispiel einer Umlandabsenkung in Kombination mit einer Flussbettverbreiterung (überhöhte Darstellung)

Soll das Geschiebetransportvermögen moderat reduziert werden und ist genügend Raum vorhanden, so kann die Umlandabsenkung mit einer Flussbettverbreiterung kombiniert werden (Bild 72).

Aufweitung in der internationalen Rheinstrecke mit Vorländern

In der internationalen Rheinstrecke beschränken sich die Aufweitungen auf die Bereiche mit den Vorländern. Es wird vor allem die Vorlandseite beansprucht, die weniger Konflikte bietet, da den Grundwasserpumpwerken möglichst ausgewichen wird. Zwischen dem aufgeweiteten Mittelgerinne und den Hochwasserschutzdämmen verbleibt eine Pufferzone.

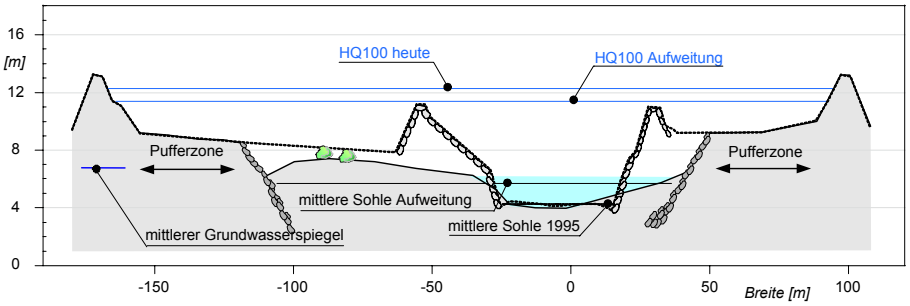


Bild 73: Beispiel einer Aufweitung in der internationalen Rheinstrecke mit beidseitigen Pufferzonen (überhöhte Darstellung)

Geschiebehaushalt

Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert. Das Ausmass hängt von der Verbreiterung ab. Die Anpassung des Flussbettes an die neuen Verhältnisse kann zu einem Geschieberückhalt führen. Bei Aufweitungen, auf welche Erosionsstrecken folgen, muss dieser Geschieberückhalt mit geeigneten Massnahmen möglichst minimiert werden, z.B. begrenzte Verbreiterung des eigentlichen Flussbettes (siehe oben), temporäre Zugabe von Material aus Geschieberückhaltebecken oder künstliche Vorwegnahme des Anpassungsprozesses an die neue Geometrie. Die Zweckmässigkeit dieser möglichen Massnahmen muss im Einzelfall untersucht werden. Je nach Resultat und verfügbarem Raum wird einer der oben aufgeführten Aufweitungstypen im Vordergrund stehen. Zu beachten gilt es auch, dass mit Aufweitungen auch eine Rückwärtserosion ausgelöst werden kann, welcher aber mit geeigneten Massnahmen entgegengewirkt werden kann.

Bei den Aufweitungen in der internationalen Rheinstrecke, vor allem bei der Pilotstrecke und der Aufweitung Durchstiche, muss am oberen Ende der Aufweitung substantiell Geschiebe entnommen werden, damit unerwünschte Geschiebelagerungen begrenzt werden können. Nur mit dieser Massnahme kann eine substantielle Erhöhung der Abflusskapazität erreicht werden.

Sand - Schwebstoffe

Vor allem in der internationalen Rheinstrecke mit ihrer vergleichsweise geringen Strömungsgeschwindigkeit sind die Auswirkungen von Verbreiterungen auf Sandablagerungen zu prüfen. Von speziellem Interesse ist auch die Filtrationswirkung von Vegetation, was zu verstärkten Sandablagerungen führen kann.

Kolkung - Uferschutz

Mit der Verbreiterung des Flussbettes wird die Uferbelastung erhöht. Lokale Vertiefungen (Kolke) können mindestens das Ausmass in der Strecke mit den alternierenden Bänken annehmen. Der Uferschutz muss auf die entsprechende Belastung ausgelegt werden. Zwischen dem eigentlichen Uferschutz (Erosionsschutz) und dem Hochwasserschutzdamm ist ein Pufferstreifen anzustreben. Für den Uferschutz können verschiedene Elemente eingesetzt werden (Buhnen, Längsverbau, nicht überströmbare Leitwerke). Die Wahl hängt von der Örtlichkeit (z.B. Niveau des Umlandes, Grundwasser, Material) und von den Kosten ab. Aus ökologischen Gründen sollte ein möglichst raues, strukturiertes Ufer mit variablen Böschungsneigungen angestrebt werden. Buhnen haben diesbezüglich gegenüber einem konventionellen Längsverbau Vorteile.

Holz / Auwald

In den breiten Aufweitungen werden die Kiesbänke teilweise einwachsen. Bei Hochwasser können und sollen diese Kiesbänke seitlich erodiert werden. Dadurch kann zusätzliches Schwemmholz mobilisiert werden. Auwald kann aber nicht nur eine Quelle für Schwemmholz sein, sondern auch Verklausungen begünstigen (z.B. Hochwasser 1954 in Meiningen, Angabe von Augenzeuge), was zu einer Reduktion der Abflusskapazität und zu Strömungskonzentrationen führen kann. Auch Auwald selber bewirkt eine Reduktion des Abflussvermögens. Solchen Prozessen muss bei der weiteren Planung unbedingt Rechnung getragen werden, vor allem in Dammstrecken mit begrenzter Abflusskapazität (internationale Rheinstrecke). Dort kann das Aufkommen von Wald kaum zugelassen werden.

Grundwasser / Binnengewässer

Bei den Auswirkungen einer Sohlanhebung im Rhein auf das Grundwasser und die übrigen Gewässer im Rheintal muss zwischen Nieder- und Hochwasser im Rhein unterschieden werden.

In den Aufweitungen ist mit einer bis zu 1.5 m höheren Sohlenlage zu rechnen. Entsprechend steigt auch der Nieder- und Mittelwasserspiegel an, was zu entsprechend höheren Grundwasserständen führen kann. Dieser

Einfluss wird aber durch die übrigen Gewässer im Rheintal gedämpft. Die Binnengewässer selber können bei Nieder- und Mittelwasser ebenfalls mit mehr Rheinwasser alimentiert werden.

Bei grossen Hochwasserereignissen ist im Alpenrhein in den Aufweitungen mit gleichen oder tieferen Wasserspiegeln zu rechnen wie heute. Der Grund dafür ist, dass die durch die Sohlanhebung bedingte Querschnittsreduktion durch die grössere Breite mehr als kompensiert wird. Bei grossen Hochwasserereignissen im Alpenrhein ist deshalb die Beeinflussung des Grundwassers und der übrigen Gewässer im Rheintal deutlich geringer als bei Nieder- oder Mittelwasserabflüssen.

Bei jeder Aufweitung müssen die Auswirkungen auf das Grundwasser und die übrigen Gewässer im Rheintal im Detail untersucht werden. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die mögliche Vernässung von Landwirtschaftsgebiet und von Kellern zu legen. Die Massnahmen sind so zu planen, dass keine unzulässigen Vernässungen auftreten.

Naherholung

Aufweitungen mit einem naturnahen Flusslauf sind auch für die Naherholung und Freizeitnutzung interessant. Für ein Nebeneinander von Erholung und Freizeit einerseits und Natur andererseits braucht es eine gezielte Besucherlenkung. Die Erholungszonen sollen von der Naturzone durch Pufferzonen getrennt werden (Bild 74). Hauptsteuerungselemente für das Personenaufkommen sind Lage und Anordnung von Parkplätzen und die Zugänglichkeit

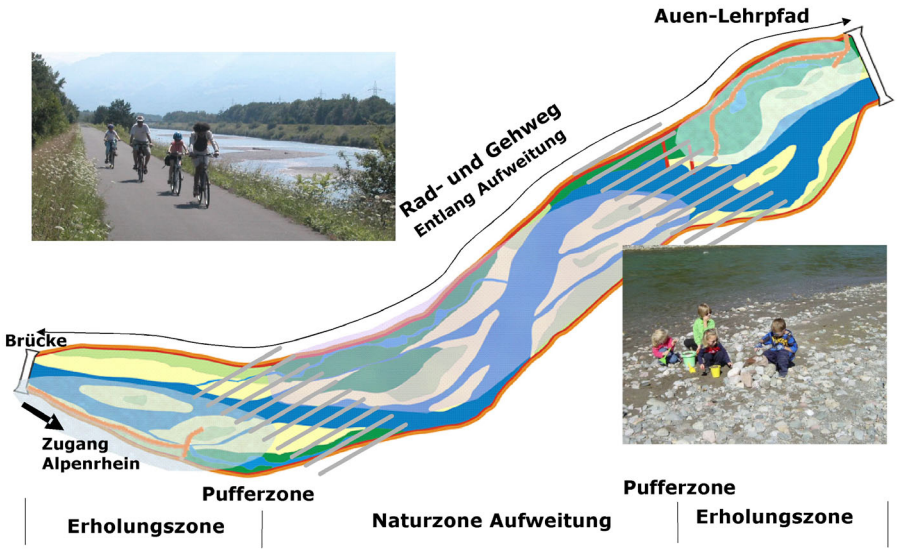


Bild 74: In den Aufweitungen sollen Erholungszonen und Naturzonen mit Besucherlenkung und Pufferzonen getrennt werden.

zum Flussbett. Im Idealfall werden die Erholungszonen im Nahbereich von Brücken eingerichtet. Zugänge zum Fluss und den Kiesbänken sollen eingerichtet werden, damit der Flussraum „erlebt“ werden kann. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob Standorte für Naturbeobachtungen oder Lehrpfade eingerichtet werden können. Die Rad- und Gehwege sollen ausserhalb der Naturzone geführt werden. Ein Abfallbewirtschaftungskonzept ist erwünscht.

Passierbarkeit

Durch die Anhebung der Sohlenlage beziehungsweise dem Entgegenwirken von weiteren Eintiefungen, wirken sich einzelne Aufweitungen auch positiv auf die Niveaudifferenz und damit auf die Passierbarkeit der Mündungen von Zuflüssen respektive der Blockrampen im Alpenrhein aus. Weiter erleichtert ein breites Rheinbett die Ausbildung von naturnahen Mündungen.

Realisierung - Kiesentnahmen

Bei der Erstellung der Aufweitungen können grosse Mengen von Aushubmaterial anfallen. Dies trifft besonders auf Abschnitte zu, wo der Alpenrhein relativ stark eingetieft ist. Je nach Materialqualität kann ein Teil des Aushubs wirtschaftlich genutzt werden. Die Nutzung muss natürlich auf den Geschiebebedarf der Aufweitung und der folgenden Rheinstrecke abgestimmt sein. Damit besteht die Möglichkeit, allfällige Ausfälle durch eine Reduktion oder Einstellung der Kiesentnahmen aus dem Alpenrhein zu kompensieren.

Anstelle eines maschinellen Abtrages ist zu prüfen, ob die Bildung der Aufweitung ganz oder teilweise nicht auch der Dynamik des Alpenrheins überlassen werden kann. Der Erfolg hängt ausser von der Materialzusammensetzung auch vom Seitenerosionsvermögen des Rheins ab. Diese ist von der Morphologie (Flussbettbreite) und der Sättigung des Geschiebetransportvermögens abhängig.

Pilotstrecke

Der unterste Rheinabschnitt hat ein deutlich flacheres Gefälle als die Mastrilser Rheinauen. Die Mastrilser Rheinauen eignen sich deshalb nur bedingt als Referenzstrecke. Die Pilotstrecke soll Erkenntnisse über die Form und Ausbildung der Kiesbänke sowie die Interaktion zwischen Vegetation und Schwebstoffablagerungen liefern, weil Prognosen über solche Prozesse schwierig sind. Weiter werden von der Pilotstrecke wichtige Erkenntnisse über Vorgehen und mögliche Schwierigkeiten bei der Ausführung erwartet. Zum Beispiel sollte die sehr kostenrelevante Frage beantwortet werden, ob und in welchem Umfang das anfallende Feinmaterial vom Rhein abgeschwemmt oder diesem zugegeben werden kann. Damit die Pilotstrecke im Detail und zielgerichtet geplant werden kann, muss auch die Verbreiterung des Mittelgerinnes in der übrigen internationalen Rheinstrecke vertieft bearbeitet werden. Dabei ist auch zu prüfen, ob die Pilotstrecke nicht bis zur Übergangsstrecke der Rheinvorstreckung verlängert werden sollte. Ein besonderes Augenmerk muss bei der Planung auch auf den Geschiebehaushalt und die bestehenden Nutzungen gelegt werden.

internationale Rheinstrecke vor 1954

Vor 1954 war die Rheinstrecke deutlich breiter als heute. Die entsprechenden Unterlagen können wichtige Hinweise über das Verhalten des Alpenrheins bei einem verbreiterten Flussbett enthalten und sollten deshalb für die weitere Planung berücksichtigt werden.

10.7.4 Massnahmentyp Geschiebemanagement

Allgemeines

Zwischen den Aufweitungen, dem Geschiebetransport und dem Geschiebemanagement gibt es eine enge Wechselwirkung. Aus diesem Grunde müssen das Geschiebemanagement und die Aufweitungen in den einzelnen Abschnitten aufeinander abgestimmt werden. Mit jeder Aufweitung verändern sich die Anforderungen an das Geschiebemanagement. Diese Wechselwirkungen können mit Hilfe von numerischen Modellen untersucht werden.

In Tabelle 24 sind nur die Eingriffsmöglichkeiten bei den bestehenden Geschiebeentnahmen aus dem Alpenrhein aufgeführt. In Ergänzung dazu ist es auch möglich, dem Alpenrhein in Erosionsstrecken Material aus Geschieberückhaltebecken von Rüfen zuzugeben (siehe Bericht Geschiebebewirtschaftung am Alpenrhein, Hauptstudie 1. Etappe), beziehungsweise in Abschnitten mit zu hohem Geschiebeeintrag (Pilotstrecke, Aufweitung Durchstiche) entsprechend Geschiebe zu entnehmen.

Ort			Abschnitt, Nr.		Massnahme			Bedeutung											
								Flussbau / HW-Schutz				GW	aquatische Ökologie						
km von	km bis	Länge in km			Nummer		Klasse	Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
0.0	2.6		1	Stauhaltung Reichenau	2	Geschiebemanagement Reichenau	B											
9.6			4	Churer Rheintal	7	Geschiebemanagement Plessurmündung	A											
23.3			7	Bündner Herrschaft	15	Geschiebemanagement Landquartmündung	A											

Legende: keine Relevanz; wünschenswert; wichtig; sehr wichtig

Tabelle 24: Übersicht über mögliche Massnahmen beim Geschiebemanagement mit Beurteilung der Bedeutung für die einzelnen Fachthemen

Konzept

Ein Ziel des Entwicklungskonzeptes ist, das Geschiebetransportvermögen des Alpenrheins zu reduzieren und nicht mit Geschiebezugaben zu sättigen.

Trotzdem können Geschiebezugaben sinnvoll sein, weil für die Umsetzung des Entwicklungskonzeptes relativ viel Zeit benötigt wird. Generell kann davon ausgegangen werden, dass eine temporäre Geschiebezugabe am unteren Ende von Aufweitungen in Erosionsstrecken sich positiv auswirkt, auch wenn die Aufweitungen so konzipiert werden, dass der Geschiebetransport gegenüber den aktuellen Verhältnissen nicht reduziert wird.

Geschiebemanagement in einer ersten Phase

Beim Geschiebemanagement steht eine substantielle Reduktion bis Einstellung der Entnahmen bei der Plessur- und Landquartmündung im Vordergrund. Zu prüfen ist, ob der regionale Bedarf aus dem Aushub der Aufweitung Bad Ragaz oder anderen gedeckt werden kann. Zwischen Reichenau und den Mastrilser Rheinauen besteht zusätzlich die Möglichkeit, Material aus Rückhaltebecken dem Rhein zuzugeben, insbesondere von der Maschänser Rüfi. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass nach der Realisierung der Aufweitung Bad Ragaz Geschiebeentnahmen bei der Landquartmündung wieder wünschbar werden, um eine mögliche Anlandung in der Aufweitung zu begrenzen. Nach Realisierung der Aufweitung Bad Ragaz kann eine temporäre Geschiebezugabe aus Rückhalteeinrichtungen unterhalb der Taminamündung bis zur Realisierung der Aufweitung Sargans wünschbar werden. Auch unterhalb der Aufweitung Illspitz wäre Material für eine Geschiebezugabe aus Rückhaltebecken verfügbar. Die Notwendigkeit wird aber als relativ gering eingeschätzt.

10.7.5 Massnahmentyp Reduktion Schwall

Problematik

Der tagsüber schwallartig anwachsende Abfluss des Alpenrheins entsteht als Folge der bedarfsgerechten Energieproduktion der oberliegenden Kraftwerke. Um die dadurch erzeugte Beeinträchtigung auf die für den Alpenhrein typischen Lebensgemeinschaften zu vermeiden, müssen neben anderen Massnahmen die Auswirkungen des Schwalls auf ein verträgliches Minimum reduziert werden.

Möglichkeiten zur Schwalldämpfung

Die Reduktion des Schwalls kann einerseits durch eine veränderte Betriebsführung bei den oberliegenden Kraftwerken, andererseits durch genügend gross dimensionierte Ausgleichsbecken vor der Einleitung des genutzten Wassers in den Vorfluter erfolgen. Als Ausgleichsbecken können auch die Stauräume von Kraftwerke dienen, wenn sie für die Schwalldämpfung betrieben werden.

Eine weitere mögliche Strategie wäre, den Schwall in separaten Kanälen/Gewässern bis zum Bodensee abzuleiten. Für den Abschnitt Reichenau – Mastrils bietet sich eine solche Möglichkeit an (Abschnitt 10.7.7). In den

übrigen Bereichen wird eine solche Lösung als kaum realisierbar eingeschätzt.

Je näher die Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe in die Gewässer liegt, desto grösser ist die positive gewässerökologische Wirkung. Bezogen auf den Projektperimeter Alpenrhein müsste der Schwall also möglichst oberhalb oder nahe bei Reichenau respektive der Illmündung reduziert werden. Aus Sicht der Gewässerökologie wäre somit eine Reduktion des Schwalls bei der Wasserrückgabe in die grossen Rheinzuflüsse Vorderrhein (Ilanz), Hinterrhein (Sils i.D., Rothenbrunnen), Ill (Beschling), Landquart (Küblis) und bei der Wasserrückgabe vom Kraftwerk Sarelli direkt in den Alpenrhein die bessere Lösung. Die Vorschläge in Tabelle 25 entsprechen diesem Grundsatz.

Ort			Abschnitt, Nr.		Massnahme			Bedeutung											
								Flussbau / HW-Schutz				GW	aquatische Ökologie						
km von	km bis	Länge in km			Nummer		Klasse	Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
0.0			1	Stauhaltung Reichenau	1	Schwalldämpfung Vorder- und Hinterrhein	A											
23.3			7	Bündner Herrschaft	16	Schwalldämpfung Landquart	B											
24.7			7	Bündner Herrschaft	17	Schwalldämpfung KW Sarelli	A											
65.1			11	Illspitz, Kummaberg	30	Schwalldämpfung Ill	A											

Legende: keine Relevanz; wünschenswert; wichtig; sehr wichtig

Tabelle 25: Übersicht über die Massnahmen zur Schwalldämpfung mit Beurteilung der Bedeutung für die einzelnen Fachthemen

Verwendung Begriff Schwalldämpfung

Im vorliegenden Bericht wird im Zusammenhang mit Lösungsmöglichkeiten zur Verbesserung des aquatischen Lebensraumes in der Regel der Begriff Schwalldämpfung oder Schwallreduktion verwendet, zum Teil auch wenn der Schwall ausgeleitet wird.

Szenarien Schwalldämpfung

Im Bericht „Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein“ /66/ sind als Basis für die Bearbeitung und Evaluierung von unterschiedlichen Varianten zur Schwalldämpfung die in Tabelle 26 aufgeführten Schwallszenarien definiert.

Anforderungs-profil	1 „hoher“ Schwall	2 „mittlerer“ Schwall“	3 „geringer“ Schwall
Domat/Ems-Landquart	A: 100, S: 130	A: 65, S: 115	A: 45, S: 95
Landquart-Ill	A: 100, S: 140	A: 65, S: 125	A: 45, S: 105
Ill-Bodensee	A: 150, S: 220	A: 100, S: 200	A: 70, S: 180

Tabelle 26: Anforderungsprofile für den Schwall in verschiedenen Teilstrecken des Alpenrheins A: Amplitude und S: Spitze des Schwalls, Angaben in m^3/s)

Die ökologischen Verbesserungsmöglichkeiten für die in Tabelle 26 aufgeführten Anforderungsprofile werden wie folgt umschrieben:

Bei Erfüllen von *Anforderungsprofil 1* werden die Lebensraumverhältnisse nur in einzelnen Aspekten verbessert. In verschiedenen Teilbereichen, wie z.B. der Wasserwechselzone und der äusseren Kolmation, sind die erreichbaren ökologischen Veränderungen als unzureichend zu bewerten.

Bei Erfüllen von *Anforderungsprofil 2* werden die Lebensraumverhältnisse in allen Aspekten aufgewertet. Wesentliche Lebensraumbedingungen werden aber nicht ausreichend verbessert. Die ökologische Funktionsfähigkeit wird durch den Abflussschwall noch deutlich beeinträchtigt.

Bei Erfüllen von *Anforderungsprofil 3* werden die Lebensraumverhältnisse in allen Aspekten und Teilflächen soweit verbessert, dass von einer im Vergleich zur derzeitigen Situation geringen Belastung des Lebensraums ausgehend vom Kraftwerkschwall und von einer starken Verbesserung der ökologischen Verhältnisse ausgegangen werden kann. Dieses Szenario 3 ist somit aus Sicht der Gewässerökologie als Zielzustand anzusehen.

Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe

Im Projekt „Schwallreduktion und Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein“ /68/ werden unter anderem mögliche Massnahmen am Vorder- und Hinterrhein zur Schwallreduktion untersucht. Gemäss dem vorliegenden Bericht kann der Schwall sowohl durch betriebliche als auch bauliche Massnahmen reduziert werden. Die betrieblichen Massnahmen sind rund 3 bis viermal teurer als die günstigsten baulichen Massnahmen. Je nach Anforderungsprofil und Einhaltungsgrad werden die Aufwendungen für die günstigsten baulichen Massnahmen auf 30 bis 170 Mio. Euro geschätzt. Die Schätzung basiert auf Erfahrungen mit Vergleichsprojekten. Werden diese Zahlen mit Hilfe der installierten Turbinenleistungen auf alle relevanten Wasserrückgaben an den wichtigen Rheinzuflüssen hochgerechnet, so resultieren je nach Anforderungsprofil Aufwendungen von 50 bis 280 Mio. Euro.

Sollte die Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe realisiert werden, so wird sich auch die Frage stellen, um welches Mass der Schwall in den einzelnen Zuflüssen gedämpft werden soll. Entsprechende Grundlagen sollten erarbeitet werden.

Schwallreduktion mit Wasserkraft

Wie bereits erwähnt, können neben künstlich geschaffenen Becken auch Stauräume von Flusskraftwerken der Schwalldämpfung dienen. Dabei wird das Wasservolumen in den obersten 1 bis 2 m des Stauraums zur Schwalldämpfung genutzt. Gleichzeitig muss das Kraftwerk seinen Betrieb im Sinne der Schwalldämpfung gestalten, was mit einer teilweisen Verlagerung der Produktion in Zeiten mit geringerem Energiebedarf verbunden ist.

Kombination Schwalldämpfungsbecken mit Naherholung

Durch Trennungsbauwerke mit verschliessbaren Durchlässen können künstliche Ausgleichsbecken unterteilt und Teile davon der Schwalldämpfung entzogen werden. Dies würde insbesonders in den Sommermonaten eine teilweise Nutzung der Becken für Freizeit und Sport ermöglichen. In einer solchen Periode mit einer Mehrfachnutzung wäre dann die Schwalldämpfung reduziert.

Schwallreduktion am Alpenrhein

Für die Lösung der Schwallproblematik im Projektperimeter wird in einem internen Bericht „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“ /65/ für den Alpenrhein oberhalb der Illmündung das nachstehend skizzierte Konzept vorgeschlagen.

Mit dem Ausleitkraftwerk Reichenau–Mastrils inklusive Schwallbecken bei Sarelli und den drei Laufkraftwerken (Massnahmen 36 und 37), welche im Abschnitt 10.6.7 detaillierter beschrieben sind, kann der täglich auftretende Spiegelanstieg um durchschnittlich 70 % reduziert werden. Dies entspricht noch einem mittleren Schwall-Niveau an den Werktagen (Schwallamplitude 65 m³/s) und einem geringen Schwall-Niveau an den Wochenenden (Schwallamplitude 45 m³/s). Beim Kraftwerk Reichenau ist eine mehr qualitativ als quantitativ festgelegte Schwalldämpfung bereits realisiert. Allerdings ist das Rückhaltevolumen der Stauanlage sehr klein, wodurch sich die Situation für die Unterlieger nur unwesentlich verbessert.

Konflikte / Akzeptanz

Bei Massnahmen zur Schwalldämpfung bei der Wasserrückgabe mit Dämpfungsbecken können verschiedene Konflikte auftreten (siehe Beschreibung Massnahmen 1, 16, 17 oder 30). Schwalldämpfungsbecken mit starken täglichen Wasserspiegelschwankungen in den Flusstälern dürften auf eine geringe Akzeptanz stossen. Diese könnte erhöht werden, wenn Teile des Dämpfungsbeckens im Sommer für die Naherholung als Badegewässer oder Wassersportanlage nutzbar wären. Eine reduzierte Schwallminderung im Sommer müsste allerdings akzeptiert werden. Zudem dürfte die Finan-

zierung der vorgeschlagenen Massnahmen zu intensiven Diskussionen führen.

mögliches, weiteres Vorgehen

Täglich stark schwankende Abflussverhältnisse schaden dem aquatischen Lebensraum. Die Art und Weise sowie das Ausmass einer wirtschaftlich tragbaren Schwallreduktion sind hingegen umstritten. Die noch notwendigen Entscheidungsgrundlagen und –kriterien sollen im Anschluss an das Entwicklungskonzept so rasch wie möglich unter Einbezug aller Beteiligten erarbeitet werden. Es ist beabsichtigt, dass sich das Kernteam des Entwicklungskonzeptes für ein Nachfolgeprojekt konstituiert /64/.

10.7.6 Massnahmentyp Passierbarkeit

Die freie Durchwanderbarkeit der Fliessgewässer sowohl in Längsrichtung als auch die Vernetzung mit den Zuflüssen stellt eine wesentliche Voraussetzung für die nachhaltige Erhaltung intakter Fischpopulationen dar. Dies wird auch daran deutlich, dass in der EU-WRRL die weitgehende Annäherung an die Durchgängigkeit, d.h. Sicherstellung der Wanderbewegungen sowie das Vorhandensein von Laich- und Aufzuchtsgründen, auch für „erheblich veränderte Wasserkörper“ mit abgeminderten Umweltzielen als Zielzustand definiert wird.

Die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit umfasst im Massnahmenkonzept sowohl die fischpassierbare Umgestaltung der Blockrampen im Alpenrhein als auch die Verbesserung der Flussabwärtswanderung am Kraftwerk Reichenau, wo die Flussaufwärtswanderung mittels einer Fischaufstiegshilfe bereits ermöglicht wird.

Einen wesentlichen Schwerpunkt stellt auch die naturnahe Vernetzung der Zuflüsse dar, die heute weitgehend vom Alpenrhein abgetrennt sind. Aufgrund der grossteils vorherrschenden ökologischen Beeinträchtigung der Zuflüsse wird die naturnahe Umgestaltung der mündungsnahen Bereiche in diesen Massnahmentyp inkludiert.

Durchwanderbarkeit Alpenrhein

Fischpassierbare Umgestaltung der Blockrampen Buchs und Ellhorn durch:

- aufgelöste, möglichst flache Sohlrampen
- Reduktion der Höhendifferenz durch steileres Gefälle in Aufweitungen flussab der Rampen Ellhorn und Buchs

Die Passierbarkeit der Schwelle Buchs besitzt dabei Priorität, da damit allen aus dem Bodensee einwandernden Fischarten der Alpenrhein bis zum Ellhorn geöffnet wird. Derzeit ist die Rampe nur für Forellen passierbar. Bei

Sanierungs- oder Erneuerungsbedarf der beiden Blockrampen Waffenplatz Chur und Felsberg sollten auch diese möglichst flach und passierbar gestaltet werden.

Ort			Abschnitt, Nr.		Massnahme		Bedeutung											
								Flussbau / HW-Schutz				GW	aquatische Ökologie					
km von	km bis	Länge in km		Nummer		Klasse	Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
2.6	2.6		1 Stauhaltung Reichenau	3	Kontinuum Wehr Reichenau	A											
9.4	9.6	0.2	4 Churer Rheintal	8	Mündung Plessur	B											
23.3			7 Bündner Herrschaft	14	Mündung Landquart	A											
29.0			7 Bündner Herr-schaft	19	Mündung Tamina	C											
30.0	36.0	6.0	7, 8 Bündner Herr-schaft, Werdenberg	20	Aufweitung Sargans	B											
36.4			8 Werdenberg	21	Mündung Trübbach	C											
38.8			8 Werdenberg	23	Mündung Saar	A											
49.6			9 Schaan	25	Durchgägngigkeit Blockrampe Buchs	A											
62.0	66.0	4.0	11, 12 Illspitz, Kummaberg	29	Aufweitung Illspitz	A											
66.1	68.9	2.8	12 Kummaberg	31	Aufweitung Frutzmündung	B											

Legende: keine Relevanz; wünschenswert; wichtig; sehr wichtig

Tabelle 27: Übersicht über die Massnahmen zur Verbesserung der Passierbarkeit mit Beurteilung der Bedeutung für die einzelnen Fachthemen. (Die Durchgängigkeit der Blockrampe Ellhorn ist im Modul Aufweitung Sargans enthalten.)

Flussabwärts-wanderung KW Reichenau

Eine weitere Massnahme betrifft die Gewährleistung der Flussabwärts-wanderung vor allem der Seeforelle (Adulte und Jungfische). Derzeit können vor allem die über die Fischaufstiegshilfe beim Wehr Reichenau aufgestie-genen Elterntiere kaum mehr zurück in den Bodensee wandern. Es sollte geprüft werden, mit welchen Massnahmen die Fischabwärtswanderung effizient verbessert werden kann.

Vernetzung Zuflüsse

Mit der besseren Vernetzung soll die Passierbarkeit der Zuflussmündungen für alle gewässertypischen Fischarten des Alpenrheins und die Bodenfauna dauerhaft gesichert werden.

Die aufgrund der Sohleintiefung des Alpenrheins entstandene Höhendifferenz zu den Zuflüssen soll über möglichst lange, naturnah gestaltete Gewässerstrecken überwunden werden. Idealerweise erfolgt dies wie am Liechtensteiner Binnenkanal mit einem Gefälle von 1% oder noch flacher. Dies ermöglicht allen Fischarten und der Bodenfauna ganzjährig ungehinderte Ein- und Rückwanderung und bietet zugleich adäquaten Lebensraum. Steht nur wenig Raum zur Verfügung, sind die bestehenden Sohlabstürze und Rampen durch möglichst flache, aufgelöste Sohlrampen zu ersetzen.

Bild 75: Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals vor (links) und nach (rechts) der Umgestaltung

Strukturierung mündungsnahe Bereiche

Gemeinsam mit der Vernetzung soll eine naturnahe, strukturreiche Gestaltung der mündungsnahen Bereiche erfolgen. Weitergehende Verbesserungen hinsichtlich Hydrologie (Schwall - vgl. Kap. 10.6.4, Restwasser und Grundwasserdotation) und Gewässergüte (vor allem im Vorarlberger Rheintal) sowie Morphologie gehen teilweise über das unmittelbare Projektgebiet hinaus und sollen in eigenen Entwicklungskonzepten für die Zuflüsse bearbeitet werden.

Durch die Vernetzung und Sanierung der Zuflüsse entstehen wichtige Fortpflanzungsräume auch für die Fischfauna des Alpenrheins (Laichplatz, Jungfischlebensraum). Dies ist besonders wichtig, da die Fortpflanzung im Rhein selbst vor allem durch den Abflussschwall wesentlich beeinträchtigt/unterbunden wird. Mündungsbereiche sind zudem wichtig als Rückzugsraum für die Fischfauna bei Hochwasser.

Gerade mit diesen relativ kleinen Massnahmen können somit insbesondere für die Fischfauna kurzfristig grosse ökologische Verbesserungen erreicht werden.

Priorität kommt dabei zum einen der Vernetzung von Saar, Werdenberger Binnenkanal und Spiersbach zu, die bereits heute wichtige Fortpflanzungsräume bieten. Zum anderen besitzt auch die Vernetzung und Sanierung von Landquart, Ill und Frutz als früher wichtigste Rheinzuflüsse hohe Bedeutung.

10.7.7 Massnahmentyp Wasserkraftnutzung

langfristige Sicherung des Potentials

Mit dem Massnahmentyp Wasserkraftnutzung wird die langfristige Sicherung des Wasserkraftpotentials angestrebt. Weiter sollen mögliche Lösungen für das Nebeneinander dieser erneuerbaren Energie mit der Minderung von Defiziten (z.B. Schwall) aufgezeigt werden.

Nutzungsmöglichkeiten an einem Flusslauf

Für die Nutzung der Wasserkraft eines Flusslaufs bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Bei einem **Lauf- oder Flusskraftwerk** erfolgt der Aufstau des Flusslaufs zur Gewinnung der Fallhöhe in unmittelbarer Nähe des ebenfalls im oder am Fluss gelegenen Kraftwerks. Unter Berücksichtigung der topografischen Verhältnisse ist die Schaffung der Fallhöhe mittels einer Wehranlage meistens nur in beschränktem Mass möglich. Oftmals erfordern der Aufstau des Flusses und der dadurch geschaffene Stauraum auch die Anpassung der bestehenden Hochwasser-Schutzdämme. Probleme betreffend Dotierwasser bestehen bei einem Laufkraftwerk nicht.
- Bei einem **Ausleitkraftwerk** wird lediglich ein Stauwehr zur besseren Fassung des Betriebswassers im Fluss erstellt. Die Ausleitung erfolgt über einen Oberwasserkanal oder einen Druckstollen. Nach der meistens mehrere Kilometer flussabwärts gelegenen Nutzung fliesst das Wasser wieder in den Fluss zurück oder wird zur weiteren Verarbeitung einem nächsten Ausleitkraftwerk zugeführt. Zum Schutz der Gewässerökologie in der Ausleitstrecke muss der Flusslauf zwischen Entnahme und Rückgabe mit einer ausreichenden Menge Dotierwasser beschickt werden.

Nutzungsmöglichkeiten am Alpenrhein

Aufgrund der topografischen Verhältnisse und der Wasserführung bestanden in der Vergangenheit bereits mehrmals Pläne zur Nutzung der Wasserkraft am Alpenrhein. In den meisten Fällen stand eine möglichst optimale Energiegewinnung im Vordergrund, wobei oftmals verschiedene andere Aspekte unberücksichtigt blieben. Die aufgelegten Projekte sind letztlich aus diesen Gründen am Widerstand der Entscheidungsträger gescheitert.

Zurzeit werden zwischen dem Zusammenfluss von Hinter- und Vorderrhein und der Mündung in den Bodensee lediglich 13% des theoretisch verfügbaren Wasserkraftpotenzials von rund 1800 GWh genutzt. Durch die Ver-

grösserung dieses Anteils könnte der Selbstversorgungsgrad der Region erheblich verbessert werden.

Die im Rahmen des Entwicklungskonzepts vorgestellten Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung gehen weitgehend von den im Bericht „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“ /65/ erläuterten Vorstellungen aus. Neben der Stromerzeugung dienen die vorgeschlagenen Kraftwerke insbesonders auch der Unterbindung, respektive Reduktion von zurzeit vorhandenen Defiziten. So wirken das Ausleitkraftwerk Reichenau–Mastrils und die 3 Laufkraftwerke im Raum Sargans beispielsweise dämpfend auf die täglich auftretenden Schwallerscheinungen.

Die drei untersuchten möglichen Standorte für Laufkraftwerke im Raum Sargans sind aus heutiger Sicht denkbar. Je nach Entwicklung der energiewirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Rahmenbedingungen sind künftig möglicherweise andere Lösungsansätze anzudenken oder zu prüfen. Die energiewirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten sollen daher nicht beeinträchtigt werden.

Berücksichtigung im Gewässerraum

Der Raumbedarf der Kraftwerksanlagen mit Wehr und Zentrale sowie Stauhaltung und Umgehungsgewässern werden mit dem Gewässerraum Alpenrhein an allen diskutierten Standorten abgedeckt. Es wird von einer minimalen Breite von rund 350 m ausgegangen. Einzig das Triebwassersystem für das vorgeschlagene Ausleitungskraftwerk liegt ausserhalb des Gewässerraums Alpenrhein.

Realisierungszeitpunkt

Der Vorschlag würde die Nutzung der Wasserkraft am Alpenrhein unabhängig von den übrigen Massnahmen auch zu einem späteren Zeitpunkt ermöglichen. So könnten die Kraftwerke, allerdings zu höheren Kosten, langfristig auch in den Flussabschnitten realisiert werden, wo Aufweitungsmassnahmen bereits umgesetzt sind. Bei einem verbreiterten Flussbett würde sich eine grössere stehende Wasserfläche ausbilden. Um einen ausreichenden Geschiebetransport durch die Stauhaltungen zu gewährleisten und genügend Raum für Umgehungsgerinne zu erhalten, müsste das breite Flussbett allenfalls wieder eingeengt werden.

Wasserkraftnutzung und Schwalldämpfung

Unter Berücksichtigung der verschiedensten Aspekte resultieren aus der bereits erwähnten Studie „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“ /65/ mit Hilfe des Ausleitkraftwerks Reichenau–Mastrils eine Schwallausleitung und den 3 untersuchten Laufkraftwerken zwischen Bad Ragaz und Trübbach eine Schwalldämpfung. Die Stufe Reichenau–Mastrils würde einen grossen Teil des Schwalls, welcher durch die Oberlieger verursacht wird, aus dem Stauraum des Kraftwerks Reichenau ausleiten und ihn unterhalb der Landquartmündung in einem Maschinenhaus neben der

bestehenden Zentrale Sarelli turbinieren. Das ausgeleitete Wasser beider Kraftwerke würde danach in ein Schwalldämpfungsbecken geleitet und von dort dosiert in den Rhein abgegeben. Anschliessend könnte das Rheinwasser in 3 gleich konzipierten Laufkraftwerken genutzt werden. Unter Berücksichtigung eines Schwankungsbereichs des Wasserspiegels in den Stauräumen von 1 m entstehen zusätzlich nutzbare Ausgleichsvolumen, die bei einem entsprechenden Betrieb der Laufkraftwerke ebenfalls der Schwalldämpfung dienen. Möglichst strukturreich gestaltete und mit variablen Abflussmengen beaufschlagte Umgehungsgewässer sollen eine Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser sicherstellen. Mit der dargestellten Kraftwerksdisposition könnte der täglich auftretende Wasserspiegelanstieg im Alpenrhein um durchschnittlich 70 % reduziert werden. Dies entspräche noch einem mittleren Schwall-Niveau an den Werktagen (Schwallamplitude 65 m³/s) und einem geringen Schwall-Niveau an den Wochenenden (Schwallamplitude 45 m³/s).

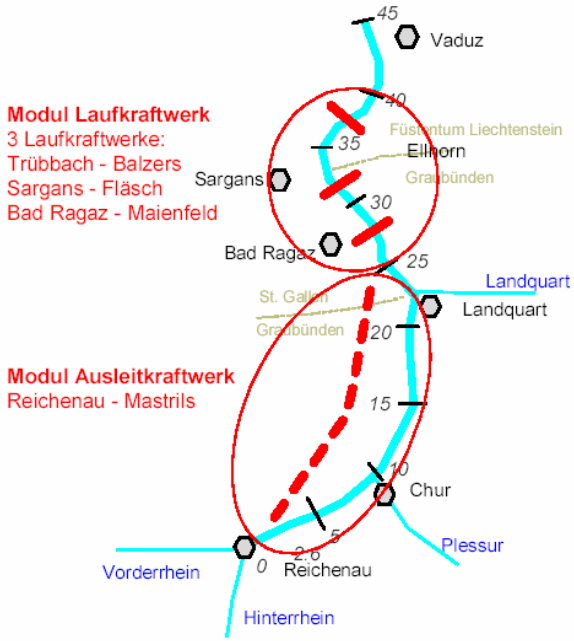


Bild 76: Mögliche Anordnung von Kraftwerken am Alpenrhein

Auswirkungen auf die Gewässer-ökologie

Das Schwall-Ausleitungskraftwerk Reichenau – Mastrils würde unter Berücksichtigung des Fortbestandes des Kraftwerkes Reichenau eine deutliche Verbesserung der Lebensraumverhältnisse für die gewässertypischen Lebensgemeinschaften bringen und wird positiv beurteilt. Die Laufkraftwerke hingegen, wie übrigens auch die Laufkraftwerke an anderen Flüssen, werden aus gewässerökologischer Sicht negativ beurteilt, weil sich die Lebensraumverhältnisse im betroffenen, rund 15 km langen Abschnitt und die Durchwanderbarkeit des Alpenrheins vor allem hinsichtlich der Flussabwärtswanderung der Bodensee-Seeforelle wesentlich verschlechtern wür-

den. Diese Beeinträchtigung der ökologischen Verhältnisse durch die 3 Laufkraftwerke lässt sich kaum vermeiden, wobei es allerdings zu beachten gilt, dass die Schwallamplitude unterhalb der drei Laufkraftwerke gedämpft ist.

Nachhaltigkeit

Gemäss Bericht „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“ /65/ sind gemäss durchgeführter „TripelBudgetierung“ die grössten positiven Wertschöpfungen einer Wasserkraftnutzung (Disposition entsprechend Bild 76) in folgender Reihenfolge zu sehen:

- 1) Ersatz des bestehenden Strommix durch regenerative Energie
- 2) Stromverkauf
- 3) Speicher Hochwasserschutz
- 4) Reduktion der Abfluss-Schwankungen (Schwalldämpfung)
- 5) Grundwasseralimentation

Ferner sind Wasserzins, Naherholung, Natur- und Landschaftschutz, Tourismus, Steuern, Treffpunkte, Arbeitsplätze, Feinerschliessung und verbilligte Energieabgabe ebenfalls zu den positiven Wertschöpfungen zu zählen (externer Nutzen).

Bei den negativen Wertschöpfungen sind neben den Kapital- und Betriebskosten die Landkosten, die externen Kosten für zerstörte Lebensräume und der Verlust an freien Fliessstrecken (siehe auch Randnotiz Auswirkungen auf die Gewässerökologie) anzuführen. Je nach geltenden Tarifordnungen ergeben sich als Folge der notwendigen Schwalldämpfung unterschiedliche Ertragseinbussen.

10.7.8 Weitere Massnahmen

Die vorgeschlagenen Massnahmen in der Ausleitstrecke unterhalb des Wehrs Reichenau bei Domat/Ems und in der Vorstreckung lassen sich keinem der oben aufgeführten Massnahmentypen zuordnen. Aus diesem Grunde werden sie der Vollständigkeit halber in diesem Abschnitt erwähnt. Die Details zu diesen Massnahmen können der Beschreibung der einzelnen Massnahmen entnommen werden.

Ort			Abschnitt, Nr.		Massnahme			Bedeutung											
								Flussbau / HW-Schutz				GW	aquatische Ökologie						
km von	km bis	Länge in km			Nummer		Klasse	Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
2.6	3.9	1.3	2	Restwasser-strecke Ems	4	Ausleitstrecke Ems	B											
90.0	95.0	5.0	15	Vorstreckung	35	Vorstreckung	A											

Legende: keine Relevanz; wünschenswert; wichtig; sehr wichtig

Bild 77: Weitere Massnahmen in der Ausleitstrecke Ems und in der Vorstreckung mit Beurteilung der Bedeutung für die einzelnen Fachthemen

Wasserqualität

Ferner wird davon ausgegangen, dass die im ganzen Einzugsgebiet mit beträchtlichem Kostenaufwand getroffenen Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität kontinuierlich weitergeführt werden.

10.8 Möglichkeiten zu Verbesserungen im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung

Für die Umsetzung des Entwicklungskonzeptes sind nicht immer Grossprojekte erforderlich. Bereits durch kleinere Massnahmen im Zuge der Instandhaltung oder Sanierung können lokal Verbesserungen im Sinne der Strategie des Entwicklungskonzepts erreicht werden. Bei einer sukzessiven Umsetzung entsteht langfristig aus der Summe der Einzelmassnahmen auch insgesamt eine deutliche Verbesserung. Mögliche Massnahmen reichen dabei von der Böschungspflege der Rheindämme über Uferstrukturierungen bis zu lokalen Aufweitungen.

Pflege der Rheindämme

Auf den Hochwasserschutzdämmen entlang des Alpenrheins sind durch die extensive Pflege artenreiche Magerwiesen als Sekundärlebensräume für gefährdete Pflanzen und Tieren entstanden. Auch für den Hochwasserschutz wirken sich diese Wiesen positiv aus, da ihre dichte Grasnarbe gegen Erosion schützt.

Zur Erhaltung dieser artenreichen Wiesen werden die nährstoffarmen Böschungen einmal jährlich gemäht, nachdem der Grossteil der Pflanzen verblüht ist. Nährstoffreichere Flächen werden zweimal und produktive Standorte vorübergehend eventuell auch dreimal jährlich zur Aushagerung gemäht. Auf eine Düngung ist zu verzichten; das Mähgut muss abtransportiert werden.

Dieser Pflegemodus entspricht zwar den Bedürfnissen vieler Tierarten, aber nicht aller. Eine grossflächige Mahd kann Blüten besuchenden Insekten schlagartig die Nahrungsgrundlage entziehen. Insbesondere auf zwei- oder dreischnittigen Flächen ist mit Rücksicht auf die Tierwelt eine Mosaikmahd zu empfehlen, die Abschnitte mit unterschiedlichen Vegetationsstadien schafft. Damit wird die Nahrungsgrundlage für viele Insekten erhalten.

Im Bereich von Buchs wird am linken Ufer auf 2 bis 3 km eine derartige Mosaikmahd als Pilotversuch seit einigen Jahren durchgeführt. Dabei wird die Dammfläche in einzelne Rechtecke unterteilt, die mosaikartig zeitversetzt gemäht werden. Erste positive Ergebnisse sind gemäss Rheinunternehmen bereits festzustellen.

Abschnittsweise werden auf Schweizer Seite auch Buschinseln stehen gelassen, um die Vielfalt der Vegetationsstrukturen zu erhöhen. Durch die gezielte Pflege der Rheindämme entwickelte sich eine bedeutende Population des Schwarzkehlchens.

Uferstrukturierung

Sind Instandhaltungen der Ufersicherung erforderlich, sollte zur Erhöhung der Uferstruktur der Blockwurf möglichst rau gestaltet und Kurzbuhnen bzw. Steinsporne errichtet werden. Durch diese aufgelöste Uferlinie entsteht ein zusäzlicher „Sicherheitspolster“ für die Hochwasserschutzdämme und gleichzeitig kleine Buchten, die wertvolle Unterstände für viele Fischarten und die Bodenfauna bilden.

Bild 78: „Laub-Raubäume“ bieten idealen Einstand und Lebensraum für Fische und die Bodenfauna

Im Optimalfall können auch „Laub-Raubäume“ im Uferbereich eingebracht werden. Dabei werden mindestens ca. 10–20 m lange Laubbäume (Wurzelstock, Stamm, Hauptäste), vorzugsweise witterungsbeständige Arten mit stabilen Ästen, mit dem Wurzelballen schräg in Fliessrichtung entlang des Ufers eingebaut. Die Befestigung kann mittels Erdanker oder Betongewi-

chten mit Stahlseilen oder mehrerer, tief fundierten und gegenseitig abgespannter Holzpiloten erfolgen.

Unter Wasser liegende Stämme mit Ästen haben infolge sich anlegenden Treibgutes ähnliche Wirkung wie Buhnen. Es entsteht eine breite strömungsberuhigte Zone, die aufgrund der stärkeren Verzweigung der Bäume noch besser als Steinbuhnen Einstand und Lebensraum für aquatische Organismen bietet (Bild 78). Zudem stellen sie auch Substrat und Nahrung für speziell darauf adaptierte, bohrende Insektenarten.

Allerdings führen all diese Einbauten zu höheren Fliesswiderständen und deshalb zu einem Anstieg des Wasserspiegels. Eine entsprechende Überprüfung der Auswirkungen auf die Abflusskapazität ist bei einer Uferstrukturierung deshalb sinnvoll.

lokale Aufweitungen

Muss der Uferschutz erneuert werden und ist gleichzeitig die unmittelbar angrenzende Fläche verfügbar, kann die Gelegenheit genutzt und eine lokale Aufweitung realisiert werden. Dadurch kann das Geschiebetransportvermögen reduziert, was vor allem in Eintiefungsstrecken erwünscht ist, und die Lebensraumvielfalt deutlich erhöht werden. Je nach Baugrundverhältnissen kann ein Teil des anfallenden Kieses zur Mitfinanzierung der Massnahme genützt werden. Ein Beispiel dafür ist die Aufweitung bei Chur/Felsberg, welche 1997 realisiert wurde (siehe Bild 79).

Bild 79: Uferschutzsanierungsmassnahmen als Chance für die kurzfristige Realisierung von Flussaufweitungen am Beispiel Chur/Felsberg, welche 1997 gebaut wurde.

10.9 Kosten

Übersicht

Die Bau- und Planungskosten für die vorgeschlagenen Massnahmen 1 bis 35 werden auf netto EUR 680 Mio. geschätzt. Eine Sensitivitätsanalyse zeigt, dass diese im Bereich von ± 20 % schwanken können. Bei den Aufweitungen sind insbesondere der Uferschutz und die Materialbewirtschaftung kostenwirksam. Entscheidend wird sein, in wie weit das anfallende Material genutzt, vom Rhein abgeschwemmt respektive in Rheinnähe deponiert werden kann. Allfällige Aufwendungen für die Verlegung von Werkleitungen[6] sind nicht berücksichtigt. Zusätzliche Kosten für Nutzungsentschädigungen müssen geprüft werden.

Die Investitionen für ein Ausleitkraftwerk Ems – Mastrils (Massnahme 36) werden auf rund EUR 310 Mio. (netto) und für drei Laufkraftwerke im Raum Sargans auf je rund EUR 105 Mio. geschätzt.

Die Aufwendungen für die Beherrschung des Überlastfalles (Ausleitung, Notentlastungsräume) konnten mangels Detaillierungsgrad der Arbeiten nicht abgeschätzt werden.

Die Baukosten von EUR 680 Mio. für die Massnahmen 1 bis 35 sind auf den ersten Blick enorm. Werden die geschätzten Aufwendungen mit Werten anderer Grossinfrastrukturprojekten verglichen, so werden sie relativiert. Beispielsweise liegen die Aufwendungen in der Grössenordnung niedriger als die in den letzten 40 Jahren im Bundesland Vorarlberg aufgewendeten Kosten für die Abwasserreinigung samt Kläranlagen; im ganzen Alpenrhein-Einzugsgebiet wurden gar 4 Mrd. Euro in die Abwasserreinigung investiert. Die Realisierungskosten entsprechen wertmässig dem Schadenpotential eines Dammbruchs im Raum Oberriet/Widnau oder im Raum Höchst (Kapitel 5.1.7, Seite 52).

Die Kostenschätzung für die Massnahmen 1 bis 35 basiert auf folgenden Annahmen:

Entschädigungen

Die Kosten für Grundstücksentschädigungen oder Ablösen von Wasser- oder Kieskonzessionen müssen separat bewertet werden. Aufgrund des langen Realisierungszeitraumes kann im Rahmen von Wiederverleihungen von Benutzungsrechten durch die Bewilligungsbehörden in den meisten Fällen rechtzeitig reagiert werden.

---

[6] Die Erhebung von Werkleitungen war im Rahmen des Entwicklungskonzeptes nicht vorgesehen. Bei der Beschreibung der Einzelmassnahmen werden zwar bekannte grössere Werkleitungen erwähnt (Starkstromleitungen, Ölpipeline, Gasleitung). Die Aufzählung ist aber nicht vollständig.

Schwalldämpfung

Eine Untersuchung der erforderlichen Massnahmen zur Schwallreduktion durch die IRKA hat zwei Wege aufgezeigt und bewertet. Der eine Weg ist die Entwertung der Elektrizitätserzeugung zu aktuellen Preisen sowie die Kosten für den Zubau der fehlenden Leistungen (Gasturbinenkraftwerke) abzugelten. Der zweite Weg ist, die Schwalldämpfungsmassnahmen mit einzelnen Schwalldämpfungsbecken zu bewerkstelligen. Hier wurden am Zusammenfluss Vorderrhein/Hinterrhein (Massnahme 1) zwei Becken mit je 1 Mio. m³, bei der Landquart (16) und bei der Ill (30) je ein Becken mit 0,5 Mio. m³ angesetzt. Die Kostenermittlung für die Becken samt Zuleitung, Zu- und Ablauf, Bauwerke und Flächenverbrauch wurde auf Basis üblicher Baukosten durchgeführt. Diese Beträge weichen von den im Bericht der Projektgruppe Energie angesetzten Kosten nach unten ab.

Passierbarkeit

Für die Umgestaltung der Seitenzuläufe (Plessur, Lanquart, Tamina, Trübbach, Saar, Spiersbach, Ill, Frutz) wurde jeweils eine aufgelöste, fischpassierbare Sohlrampe kostenmässig bewertet. Es wurden pro Mündung 30.000 m^2 Flächenverbrauch, 300 lfm Uferbegleitwege, 2 Stück Rad/Fusswegbrücken und 300 lfm Anpassungen an den Uferschutzmassnahmen des Hauptgerinnes mitberücksichtigt.

Aufweitungen

Für die Gerinneaufweitungen im Rhein wurden die Kostenansätze des IRKA-Projektes „Illspitz – Konventionelle Annahme“ verwendet. Diese Kostenansätze wurden nachfolgend mit den Baukosten des Projektes Illsohlrampe nochmals verifiziert und entsprechen somit den Baupreisen aus den Jahren 2000 bis 2002 mit einer 15 %-igen Reserve. Bei den Aufweitungen wurde davon ausgegangen, dass neben dem Räumen des Baufeldes unter Umständen Erlöse aus dem Kiesverkauf erzielt werden können und dass die anfallenden feinkörnigeren Materialien entweder ohne Kostenaufwand im Baufeld deponiert werden können bzw. mit geringem Aufwand als Geländeaufhöhung im Nahbereich eingebaut werden. Des Weiteren wurden jeweils zu den Siedlungsrändern hin Uferschutzmassnahmen (Kolkschutz bzw. Umlagerung der Hochwasserschutzdämme) vorgesehen. Die Kostenermittlung für die Aufweitungsstrecken wurde auf die Vergleichsgrösse „erforderliche Laufmeter Uferschutz“ bezogen.

Projektierung etc.

Die Baukosten wurden mit einem Aufschlag von 12 % für allgemeine Nebenkosten (Projektierung, Vorarbeiten, Marketing, Finanzierung, Behördenverfahren) erhöht.

Massnahme 34 Pilotstrecke

Die Pilotstrecke wurde detaillierter untersucht. Die Errichtung kann in einer ersten Phase in vier Jahresetappen erfolgen. Vorgängig soll die Vorgrundsicherung der Hochwasserschutzdämme erstellt werden. Im Bereich der Pilotstrecke wird angenommen, dass der Grossteil des Steinmaterials aus den bestehenden Vorgrundsicherungen verwendet werden kann. Diese

Annahme darf nicht auf die gesamte Strecke extrapoliert werden! Die zweite Phase umfasst die Entwicklung des neuen Flussbettes. Diese soll der natürlichen Sukzession durch Erosion überlassen werden und falls notwendig, lenkend eingegriffen werden. Die Baukosten für die erste Phase liegen bei netto EUR 6 Mio. Für die zweite Phase werden 20 % angenommen. Es wird mit einer Bauzeit für die erste Phase von insgesamt 4 Jahren gerechnet. Das Jahresbudget der IRR beträgt im Vergleich dazu derzeit EUR 5 Mio.

10.10 Raumbedarf

Allgemein

Das Entwicklungskonzept Alpenrhein ist auf mehr Raum angewiesen. Mit Hilfe der GIS-Daten wurden die in den Massnahmenbeschreibungen und in den Themenkarten 1 : 50'000 respektive 1 : 10'000 dargestellten Flächen bestimmt, um sie den heute vom Alpenrhein beanspruchten Flächen gegenüberzustellen. Die heute beanspruchten Flächen konnten teilweise aus den GIS-Daten entnommen werden (Wasserflächen). Die Vorlandflächen liessen sich mit Hilfe der Querprofilaufnahmen abschätzen. Die Flächen für den Uferschutz und die Dämme konnten nur grob bestimmt werden, weil die Profilaufnahmen nicht den ganzen Damm abbilden.

aktueller Flächenbedarf

Dem Alpenrhein werden heute 19 km^2 zur Verfügung gestellt, was 6.3% des Projektperimeters von 302 km^2 entspricht (Tabelle 28). Es muss beachtet werden, dass der Projektperimeter nicht den gesamten Talboden umfasst. Die Wasserfläche des Alpenrheins gemäss Karten (entspricht vermutlich einem niederen bis mittleren Wasserstand) liegt bei rund 8.7 km^2. Der Uferschutz und die Dämme beanspruchen weitere 5 km^2, was einer durchschnittlichen Konstruktionstiefe von 28 m entspricht. Die übrigen 5.4 km^2 entfallen auf die Vorländer in der internationalen Rheinstrecke. Der Gewässerraum heute zu Vergleichszwecken dem Alpenrhein mit Wasserflächen, Uferschutz und Dämmen sowie Vorländern gleichgesetzt werden.

zukünftiger Flächenbedarf

Der vorgeschlagene Gewässerraum ist mit rund 34 km^2 nicht ganz doppelt so gross wie die Fläche, welche dem Alpenrhein heute zur Verfügung steht. Mit den Aufweitungen werden rund 6.5 km^2 beansprucht, wovon 2.9 km^2 auf das Vorland in der internationalen Rheinstrecke entfallen. Der grösste Teil der Aufweitungsflächen sind der Klasse B zugeordnet (4.4 km^2). Die Aufweitungen der Klasse A beanspruchen 0.9 km^2 und die Aufweitungen der Klasse C 1.2 km^2.

Von der insgesamt 6.5 km^2 grossen Aufweitungsfläche entfallen 2.9 km^2 auf landwirtschaftliche Nutzflächen im Vorland der internationalen Rheinstrecke, 1.0 km^2 auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausserhalb der Rheindämme

und weitere 2.6 km^2 auf Wald. Die Aufweitungen, welche landwirtschaftliche Nutzflächen beanspruchen, liegen also vorwiegend in den Vorländern der internationalen Rheinstrecke. Andere Flächen sind kaum betroffen. Zu beachten ist, dass es sich bei diesen Angaben um Grössenordnungen handelt und nicht um exakte Werte.

	heute [km^2]	Entwicklungs-konzept [km^2]
Alpenrhein, davon	**19.1**	**22.8**
Wasserfläche inkl. Kiesbänke	8.7	15.2
Uferschutz und Dämme	5.0	5.0
Vorländer	5.4	2.6
Gewässerraum	**19.1**	**33.8**
Aufweitungen, davon		**6.5**
im Vorland (landwirtschaftliche Nutzflächen)		2.9
landwirtschaftliche Nuzflächen ausserhalb der Dämme/Ufer		1.0
Wald ausserhalb der Dämme/Ufer		2.6

Tabelle 28: Grössenordnung des Raumbedarfs des Alpenrheins heute und mit dem Entwicklungskonzept. Die Notentlastungsräume sind nicht enthalten, weil sich die Nutzung nicht ändert (siehe Bild 65).

10.11 Volkswirtschaftliche Betrachtung der einzelnen Massnahmentypen

Eine detaillierte volkswirtschaftliche Betrachtung der Auswirkungen der einzelnen Massnahmentypen ist aufgrund fehlender Grundlagen, nicht formulierter Bewertungs- und Gewichtungskriterien sowie der noch nicht absehbaren Umsetzungsdauer und Umsetzungskosten der einzelnen Massnahmen nicht sinnvoll erstellbar. In der nachfolgenden Aufstellung sollen kosten- bzw. nutzenbestimmende Einflussfaktoren den einzelnen Massnahmentypen gegenübergestellt werden, eine Wertung erfolgt nicht.

Massnahmentyp Vorrangflächen

- kostenbestimmende Faktoren
  - raumplanerische Flächennutzung eingeschränkt
- nutzenbestimmende Faktoren
  - Verringerung des Schadensausmasses im Überlastfall
  - Sicherung hochwertiger Produktions- und Wohnstandorte

Massnahmentyp Aufweitung

- kostenbestimmende Faktoren
  - bauliche Massnahmen
  - Verlust an land- und forstwirtschaftlichen Produktionsflächen
- nutzenbestimmende Faktoren
  - Erhöhung der Hochwassersicherheit, Verringerung Schadenausmass und -häufigkeit
  - Sicherung der Grundwassernutzung
  - Ertragspotential durch verstärkte Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten
  - Verringerung von ökologischen Defiziten

Massnahmentyp Geschiebemanagement

- kostenbestimmende Faktoren
  - Auflassung bzw. Umlagerung oder Reduktion heutiger Abbaustätten
  - andere Transportwege für Rohstoffe
- nutzenbestimmende Faktoren
  - natürlich stabilisierte Flusssohle mit geregelten Entnahmen kostengünstiger wie Sohlstabilisierung mittels Flussbaumassnahmen

Massnahmentyp Reduktion Schwall

- kostenbestimmende Faktoren
  - Erhöhung der Stromproduktionskosten / bauliche Massnahmen
  - Verringerung der nutzbaren Stromerzeugungspotentiale
- nutzenbestimmende Faktoren
  - Verringerung von ökologischen Defiziten
  - Ertragspotential durch verstärkte Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten

Massnahmentyp Passierbarkeit

- kostenbestimmende Faktoren
  - bauliche Massnahmen zur Erstellung der Passierbarkeit
- nutzenbestimmende Faktoren
  - Verringerung von ökologischen Defiziten
  - Ertragspotential durch verstärkte Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten

Massnahmentyp Wasserkraft

- kostenbestimmende Faktoren
  - bauliche Massnahmen
  - Betrieb und Unterhalt
- nutzenbestimmende Faktoren
  - Stromproduktion
  - Verringerung von ökologischen Defiziten
  - evtl. Verbesserungen beim Grundwasser

- Ertragspotential durch verstärkte Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten

11 Gedanken zur Zielerreichung und Umsetzung

11.1 Allgemeines

Motivation

In Kapitel 11 werden die Auswirkungen der vorgeschlagenen Massnahmen aus Sicht der einzelnen Fachgebiete in Relation zu den formulierten Zielen zusammengefasst und einige Gedanken zur Umsetzung aufgeführt.

Massnahmen ausserhalb des Projektperimeters

Die vorgeschlagenen Massnahmen liegen zwar mit wenigen Ausnahmen im Projektperimeter zwischen Reichenau und dem Bodensee. Aber auch die Rheinzuflüsse haben insbesondere bei der Ökologie einen wesentlichen Einfluss auf den Alpenrhein. Damit die Massnahmen am Alpenrhein eine möglichst grosse Wirkung zeigen, müssen auch die Verhältnisse an den Zuflüssen verbessert werden. Das Entwicklungskonzept Alpenrhein geht davon aus, dass die Bestrebungen zur Verbesserungen der Verhältnisse an den Zuflüssen weiter vorangetrieben werden. Auch die Wechselwirkung zwischen den Massnahmen im Alpenrhein und dem Bodensee (z.B. hinsichtlich der Sicherstellung der Wasserqualität, des Feststoffhaushaltes und als Fortpflanzungsraum für Wanderarten) ist von grosser Bedeutung. Das Entwicklungskonzept hilft, die Zielsetzungen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) zu erreichen (Abschnitt 9.2).

11.2 Flussbau – Hochwasserschutz

Ausbau- oder Bemessungswassermenge

Die Bemessungswassermenge des Alpenrheins ist auf ein HQ_{100} festgelegt (Tabelle 29). Im Projekt Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal wird zwischen Sargans und der Illmündung eine Bemessungswassermenge im Bereich von 3'400 m^3/s und zwischen der Illmündung und dem Bodensee eine Erhöhung auf 4'500 m^3/s angestrebt. Diese Werte liegen im Bereich des HQ_{300} und damit über dem üblichen Ausbaustandard HQ_{100} (Tabelle 29), weil das Schadenpotential unterhalb von Sargans sehr gross ist und Siedlungsräume an den Alpenrhein grenzen, welche für die Anrainer eine grosse wirtschaftliche Bedeutung haben (Kapitel 5.1.7). Oberhalb von Sargans soll der Ausbaustandard nicht angehoben werden, weil dort das Schadenpotential geringer ist. Für die weitere Projektierung innerhalb des Gewässerraums Alpenrhein aber auch für die Beherrschung des Überlastfalls ist die Festlegung der zukünftigen Bemessungswassermenge von zentraler Bedeutung. Entsprechende Entscheide sind zu fällen.

Teilstrecken / Jährlichkeiten	HQ_{100}	HQ_{300}
Reichenau – Landquart	2'250	2'625
Landquart – Illmündung	2'550	3'350
Illmündung – Bodensee	3'050	4'300

Tabelle 29: Mittelwerte der Bandbreiten von Hochwasserabflüssen unterschiedlicher Jährlichkeiten im Alpenrhein (alle Angaben in m^3/s)

internationale Rheinstrecke

Mit einer Verbreiterung des Mittelgerinnes kann die Abflusskapazität in der internationalen Rheinstrecke substantiell vergrössert werden. Voraussetzung dazu ist, dass oberhalb der Aufweitung dem Alpenrhein Geschiebe entnommen wird. Die Auswirkung einer Verbreiterung unter Berücksichtigung von Geschiebeentnahmen auf den Geschiebehaushalt und die Sohlenlage muss zwingend im Detail untersucht werden. Letztlich ist der Kapazitätsgewinn nicht nur von der Verbreiterung, sondern auch von der Reaktion der Sohlenlage auf die neue Bettbreite abhängig. Gleichzeitig sind Lösungen für die sich abzeichnenden Konflikte mit den bestehenden Nutzungen (Landwirtschaft, Grundwasser) zu entwickeln. Basierend auf den Resultaten ist die Lage der Pilotstrecke mit einer allfälligen Verlängerung bis zum Übergang zur Vorstreckung zu überprüfen und im Detail zu projektieren.

Stabile Sohlenlage - Geschiebe management

Für die Stabilisierung der Eintiefungsstrecken, die Erhöhung der Abflusskapazität im untersten Abschnitt und der Strukturvielfalt sowie Verbesserung beim Grundwasser wird vorgeschlagen, das Rheinbett zu verbreitern. Mit den Aufweitungen wird das Geschiebetransportvermögen des Alpenrheins reduziert und ein Flusslauf angestrebt, welcher eher zu Anlandungen als zu Erosionen tendiert. Mit den heutigen Mitteln und weil die Anlandungen wegen des grossen Speichervermögens des Flussbettes sehr langsame Prozesse sind, können unerwünschte Entwicklungen einfacher kontrolliert werden, als bei einem sich eintiefenden Fluss. Ohne Geschiebemanagement ist aber auf Dauer in einem naturnahen Alpenrhein wegen der Gefällsabnahme keine stabile Sohlenlage zu erreichen. Das Geschiebemanagement muss sich ändernden Verhältnissen ständig angepasst werden (Geschiebeaufkommen im Einzugsgebiet, Umsetzung der Massnahmen).

Dammstabilität

Der Zustand der Dämme flussaufwärts von Kriessern/Mäder wird zur Zeit abgeklärt. Das Resultat kann unter Umständen die Reihenfolge der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen beeinflussen.

Binnengewässer

Der Wasserhaushalt der rheinnahen Binnengewässer wird unter anderem vom Alpenrhein beeinflusst. Bei der Umsetzung der Massnahmen ist zu prüfen, wie sich Veränderungen im Rhein auf die Binnengewässer auswirken.

Überlastfall

Die Massnahmen zur Beherrschung des Überlastfalles weisen eine geringere Bearbeitungstiefe auf als beispielsweise einzelne Aufweitungen. Der Grund dafür ist, dass einerseits die bisherigen hydrologischen und hydraulischen Abklärungen mit Ausnahme des untersten Rheinabschnittes primär auf den Alpenrhein selbst ausgelegt sind und wenige Kenntnisse über die Notentlastungsräume einfach verfügbar sind. Speziell zu beachten sind in diesen Räumen die aktuellen Nutzungen, aber auch die Fliessgewässer. Es ist davon auszugehen, dass diese bei extremen Hochwasserereignissen im Alpenrhein auch Hochwasser führen.

11.3 Grundwasser

Grundwasserqualität

Grundwasser ist im Rheintal die wichtigste Ressource für Trinkwasser. Der qualitative und quantitative Schutz ist daher sicherzustellen. Da die Qualität des Grundwassers durch die Absenkung der Rheinsohle und der damit verbundenen Abnahme der Exfiltration gebietsweise abgenommen hat, ist eine höhere Sohlenlage anzustreben. Zudem ist wegen des niedrigeren Grundwasserspiegels die Bewässerung der Giessen mit Grundwasser und damit ihre ökologische Funktion nicht mehr gewährleistet. Der niedere Grundwasserspiegel führte andererseits dazu, dass teilweise die Keller tiefer fundiert wurden oder dass Deponien bis in tiefere Schichten geschüttet werden konnten. Daher müssen in jedem Fall die Auswirkungen der Massnahmen auf die Grundwasserverhältnisse und die Folgen einer möglichen Erhöhung des Grundwasserspiegels vor allem auf die Landwirtschaft vorgängig untersucht werden, um die Zielkonflikte lösen zu können.

moderate Anhebung des Grundwassers

Die im Entwicklungskonzept vorgeschlagenen Massnahmen führen wohl zu einer Erhöhung der Rheinsohle, doch ist maximal mit 1.5 m Erhöhung zu rechnen. Infolge dessen kann der Grundwasserspiegel maximal um etwa den gleichen Betrag höher werden, dies jedoch nur in unmittelbarer Nähe zum Rhein. Dies ist ein Schritt in die richtige Richtung: der Grundwasserträger und einige Giessen werden vermehrt Rheinwasser erhalten. In den Gebieten, wo die Rheinsohle besonders stark erodiert wurde, ist die Erhöhung immer noch ungenügend. Die Giessen im Raum Balzers werden im Winterhalbjahr bei Niederwasser im Rhein nach wie vor nicht vom Grundwasser gespeist.

vermutlich höhere Infiltration

Durch das vermehrte Trockenfallen grösserer Gebiete in den Aufweitungen wird voraussichtlich die Kolmation verringert, was bei nachfolgender Überflutung der Fläche zu einer höheren Infiltration führen kann.

Soll das Ziel der Wiederbewässerung der Giessen erreicht werden, wären daher zusätzliche Massnahmen zur weiteren Erhöhung der Rheinsohle notwendig. Dies könnte aber kurz- bis mittelfristig nur mit dem Einbau von Querbauten (z.B. weiteren Blockrampen) erreicht werden, was aber zu Problemen bei der Passierbarkeit führen würden und daher aus Sicht der Ökologie abgelehnt wird. Bei einem entsprechenden Geschiebemanagement und den vorgeschlagenen Aufweitungen wäre zwar eine höhere Anlandung sehr langfristig denkbar, würde aber den Zielen des Hochwasserschutzes widersprechen und steht deshalb nicht zur Diskussion.

Vernässung

Bei Hochwassersituationen im Rhein liegen die Wasserspiegel in den Aufweitungen tiefer als heute. Daher wird auch der Grundwasserspiegel entsprechend niedriger liegen, es wird weniger Staunässe entstehen und die Anzahl überfluteter Keller wird abnehmen.

Grundwassernutzung

In der internationalen Rheinstrecke wird an verschiedenen Stellen das Grundwasser im Rheinvorland genutzt. Mit der vorgeschlagenen Verbreiterung des Mittelgerinnes werden einzelne Grundwasserfassungen tangiert. Für die betroffenen Grundwasserfassungen müssen Ersatzlösungen erarbeitet werden, was aber nicht einfach sein wird. Als besonders kritisch werden die Verhältnisse bei St. Margrethen beurteilt. Für das vorgeschlagene Konzept in der internationalen Rheinstrecke ist eine solche Ersatzlösung von zentraler Bedeutung.

Grenzen

Der Anhebung des Grundwassers sind Grenzen gesetzt. Landwirtschaftlich genutzte Gebiete und Keller dürfen nicht vernässt werden. Auch muss die Infiltration von Rhein- und Grundwasser in die Binnenkanäle aus Gründen des Hochwasserschutzes begrenzt bleiben.

11.4 Gewässerökologie

starke Verbesserungen bei Umsetzung der Massnahmen

Mit der Umsetzung der Massnahmen würden über längere Abschnitte wieder gewässertypische Lebensräume entstehen, die bei geeigneter Schwallreduktion und verbessertem Geschiebehaushalt auch funktional intakt sind. Die flussauf und flussab wieder hergestellte Passierbarkeit im Längskontinuum des Alpenrheins und in die Zuflüsse würde einen funktionsfähigen, vernetzten Lebensraumkomplex Alpenrhein-Bodensee-Zuflüsse entstehen lassen, der die Grundlage für die nachhaltige Erhaltung der

gewässertypischen Lebensgemeinschaften des Alpenrheins und seines Auwaldes sicherstellt.

In welchem Umfang dieser Zielzustand tatsächlich erreicht werden kann, hängt vom Grad der Umsetzung folgender Parameter/Massnahmentypen ab:

- Schwallreduktion
- Strukturvielfalt (Aufweitungen)
- Passierbarkeit (Vernetzung, Längskontinuum)

ausreichende Schwalldämpfung

Für die Gewässerökologie ist die Schwallreduktion auf ein verträgliches Mass, wie es im Bericht „Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein“ /66/ definiert wurde, von entscheidender Bedeutung („zumindest Schwallszenario 3“).

Wenn eine Reduktion auf dieses Niveau nicht gelingt, fällt der Alpenrhein vor allem als Fortpflanzungsraum für die Hauptfischarten des Alpenrheins auch weiterhin aus, weite Bereiche des Flussbettes sind für die Bodenfauna und -flora nicht nutzbar. Für die Reproduktion der Fischfauna verbleiben nur die Zuflüsse, die ihrerseits aufgrund von Schwall und/oder Wasserausleitung sowie Regulierung oder aufgrund der fehlenden/verringerten Grundwasserdotation (Giessen/Binnenkanäle) grossteils ebenfalls stark beeinträchtigt sind.

Je näher zudem die Schwallreduktion an der Quelle liegt, desto grösser ist die positive ökologische Wirkung. Im Idealfall erfolgt die Reduktion des Schwalls bei der Wasserrückgabe in die grossen Rheinzuflüsse Vorderrhein, Hinterrhein, Ill (und Landquart) bzw. bei der Wasserrückgabe des Kraftwerks Sarelli direkt in den Alpenrhein. Damit kann auch in den Zuflüssen selbst die Beeinträchtigung durch den Schwall gedämpft und eine Verbesserung der Lebensraumverhältnisse erreicht werden. Dies dient nicht nur den Lebensgemeinschaften in den Zuflüssen, sondern auch jenen im Alpenrhein, für die die Zuflüsse grosse Bedeutung aufweisen (siehe oben). Dies gilt in besonderem Masse auch für die aus dem Bodensee zum Laichen einwandernden Arten, wie die Seeforelle.

Grösse der Aufweitungen

Generell ist eine Mindestgrösse der Aufweitungen von über 1 km Länge notwendig, um sowohl den Hochwasserschutz zu verbessern als auch einen ausreichend grossen Lebensraum zu schaffen. Damit sich eine genügend grosse Fischpopulation für eine langfristig eigenständige Erhaltung ausbilden kann, reicht dies noch nicht aus. Erst durch die Vernetzung mit den flussauf und flussab liegenden Lebensräumen (Aufweitungen, Zuflüsse etc.) entsteht ein genügend grosser Lebensraumkomplex.

Neben der Länge ist aber auch eine ausreichende Breite wesentlich. Bei schmäleren Aufweitungen bilden sich primär unbewachsene Kiesbänke/-inseln aus, die zwar einen geeigneten Lebensraum für die gewässertypischen Lebensgemeinschaften des Hauptflusses bieten können. Zumindest lokal sind jedoch bewachsene Kiesbänke als Rückzugsraum bei Hochwasser für Jungfische, kiesbankbewohnende Vogelarten und Wirbellose erforderlich. Für die Ausbildung bewachsener Kiesbänke ist aber eine entsprechende Mindestbreite der Aufweitungen mit einer Sohlbreite von über etwa 120 m Voraussetzung. Prämisse für eine derartige Verbesserung ist aber, dass die Nutzbarkeit bzw. Besiedelbarkeit der wiederhergestellten Lebensräume nicht wieder durch den Schwellbetrieb mit seinen ufernahen Verödungsflächen eingeschränkt wird.

Um auch für die *strömungsindifferenten und ruhigwasserliebenden* Lebensgemeinschaften geeigneten Lebensraum für alle Altersstadien und Fortpflanzungsraum zu schaffen, müssen Nebengewässer und Auwaldbereiche in ausreichendem Umfang vorhanden sein. Diese können teilweise in höher liegenden, extra geschützten Aufweitungsteilen gestaltet werden. Für eine funktionell optimale Ausformung und Vernetzung werden aber entsprechend grössere Aufweitungsbreiten (200 m und mehr) benötigt. Wie in vorliegendem Entwicklungskonzept gezeigt, steht in mehreren Abschnitten des Alpenrheins dafür prinzipiell ausreichend Raum zur Verfügung. Vor allem in der Internationalen Strecke mit hohem Feinsedimentanfall und geringerem Gefälle soll aber zusätzlich im Rahmen einer Pilotstrecke (Massnahme 35) noch abgeklärt werden, wie derartige breite Aufweitungen zu gestalten sind, ohne eine zu starke Ablagerung von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Abflusskapazität hervorzurufen.

Intaktes Längskontinuum flussauf und flussab

Die Erhaltung und Wiederherstellung eines intakten Längskontinuums ist entscheidend für die eigenständige Erhaltung ausreichend grosser Populationen der Wanderfischarten, insbesondere der Seeforelle. Neben der Flussaufwärtswanderung ist auch die Rückwanderung der Adulten und Jungfische in ausreichenden Stückzahlen wesentlich.

Die freie Durchwanderbarkeit ermöglicht zudem die Ausbreitung der schwimmschwächeren Fischarten aus dem Bodensee bzw. dem Unterlauf in flussauf liegende Bereiche, in denen sie derzeit fehlen. Diese kontinuierliche Zuwanderung bewirkt für die Lebensgemeinschaften des Auwald/Nebengewässerbereiches eine langfristige Stützung der sich in den breiteren Aufweitungen bildenden Populationen, die ohne Zuzug von flussab aufgrund des begrenzten Lebensraumes und geringer Populationsgrösse nicht lebensfähig sind.

Vernetzung naturnah gestalteter Zuflüsse

Die Bedeutung naturnah gestalteter Zuflüsse, vor allem als Fortpflanzungsräume und Hochwasser-Rückzugsgebiet für die Fischfauna des Alpenrheins steigt umso mehr, je weniger Verbesserungen im Alpenrhein selbst möglich sind. Gerade mit diesen teilweise relativ kleinen Massnahmen können somit kurzfristig deutliche ökologische Verbesserungen erreicht werden. Massnahmen im Alpenrhein können sie jedoch nicht ersetzen. Die Sanierung der vielfach ebenfalls massiv beeinträchtigten Zuflusssysteme geht zudem über das Entwicklungskonzept Alpenrhein hinaus und soll im Rahmen eigener Entwicklungskonzepte für die grösseren Zuflüsse bearbeitet werden. Entsprechende Projekte sind zum Teil bereits in Planung (Landquart).

erreichbarer Zielzustand

Insgesamt könnte somit, wenn alle Massnahmen im zuvor genannten Grad umgesetzt werden, langfristig vermutlich sogar der gute ökologische Zustand entsprechend WRRL bzw. der Zielzustand entsprechend den Gewässerschutzgesetzen der Schweiz und von Liechtenstein erreicht werden.

Kurzfristig (z.B. Frist WRRL 2015 bzw. 2027) sind diese Massnahmen allerdings nur in begrenztem Umfang umsetzbar. In Österreich wurde daher der Alpenrhein bereits als Kandidat für einen „erheblich veränderten Wasserkörper“ mit abgemindertem Zielzustand, dem „guten ökologischen Potential“ ausgewiesen.

11.5 Terrestrische Ökologie

Grundlegende Verbesserungen

Die vorgeschlagenen Massnahmen würden zu einer grundlegenden Verbesserung der ökologischen Verhältnisse am Alpenrhein führen, da die für Fliessgewässer typischen Lebensräume – dynamische Sand- und Kiesbänke, Augebüsche und Auwälder - in ökologisch funktionsfähigem Umfang entstehen könnten und diese untereinander besser vernetzt wären. Besonders für seltene und gefährdete Arten würden neue Lebensräume entstehen. Viele an Gebirgsflüssen lebende Pflanzen und Tiere sind als Pionierarten sehr mobil beziehungsweise werden durch den Fluss in kurzer Zeit über weite Strecken verbreitet (z.B. Pflanzensamen), weshalb bei ausreichendem Flächenangebot mit einer raschen Regeneration der Lebensräume und der Ansiedlung der charakteristischen Fliessgewässerarten zu rechnen wäre.

Ausreichende Schwalldämpfung

Neben einem ausreichenden Flächenangebot ist eine Schwallreduktion für die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse essentiell. Die unnatürlichen Wasserstandsschwankungen wirken sich vor allem für die semiterrestrischen Lebensgemeinschaften, also beispielsweise für die ripicole Kleintierfauna der Kies- und Sandbänke negativ aus und - über das Nahrungsangebot – auch für andere Arten wie die Vogelwelt der Kiesbänke. Eine ökologisch wirksame Schwalldämpfung wird in den grosszügigen Auf-

weitungsflächen die Regeneration der naturnahen Fliessgewässerlebensgemeinschaften ermöglichen.

Grosszügige Aufweitungen

Grossflächige Renaturierungsmassnahmen mit insbesondere auch ausreichender Breite sind aus folgenden Gründen wichtig: Damit sich für Fliessgewässer typische Aulebensräume mit dynamischen Sand- und Kiesbänken, Augebüschen und Auwäldern entwickeln können, sind unterschiedliche Substratverhältnisse von Schlick bis zu Schotterflächen und unterschiedliche Geländeniveaus erforderlich, die sich nur in grossen Räumen einstellen werden. Bedrohte Pflanzen wie Kleiner Rohrkolben oder Deutsche Tamariske sind zwar einerseits als Pionierarten auf immer wieder neu entstehende Sand- und Kiesbänke angewiesen, benötigen aber andererseits vor allem während der Keimungsphase auch längere ungestörte Entwicklungsphasen, die nicht durch Hochwässer unterbrochen werden. Nur grossflächige Lebensräume können diese für alpine Wildflussauen typische Überschwemmungsdynamik bieten. Zudem sind Auen mit individuenstarken Populationen und einer grossen Standortvielfalt widerstandsfähiger gegen Extremereignisse wie z.B. Hochwasserereignisse, die sich in beengten Verhältnissen katastrophal auswirken können. In grossen Aulandschaften entwickeln sich individuenstarke Populationen, die als Ausbreitungszentren schwächere Populationen stützen.

Andere Arten, z.B. Greifvögel, beanspruchen grosse Reviere, für die bei entsprechend grossflächiger Aufweitung attraktive Lebensräume entstehen. Nicht zuletzt wirken sich unverwünschte Randeinflüsse wie Störungen oder Nährstoffeinträge in grossflächigen Lebensräumen weniger gravierend aus. Diese hohen Ansprüche können nur Aufweitungen mit einer Länge von mehr als 1 km und einer Breite von 200 m und mehr erfüllen.

Vernetzung der Teillebensräume

Neben ausreichenden Populationsgrössen ist die Vernetzung der Teilpopulationen wesentlich. Daher sind auch kleinräumige Verbesserungen als Trittsteinbiotope sinnvoll. Kleinräumige Verbesserungen können zwar die grossen Aufweitungen nicht ersetzen, die ökologische Vernetzung im aufgewerteten Ökosystem Alpenrhein aber unterstützen und zu einer erfolgreichen Ausbreitung der für Wildflussauen typischen Tier- und Pflanzenarten wesentlich beitragen.

Feuchtgebiete und Grundwasserhaushalt

Für viele Feuchtgebiete und Giessenbäche der Talsohle sind Verbesserungen des Grundwasserhaushaltes anzustreben (d.h. eine Anhebung des Grundwasserspiegels), um fortschreitende negative Veränderungen zu stoppen. Die Anhebung der Sohle des Alpenrheins wird lokal zu Verbesserungen führen. Für einige ausgetrocknete Giessenbäche (z.B. in Balzers) oder für durch Grundwasserabsenkungen beeinträchtigte Feuchtgebiete (z.B. Bangs-Matschels) sind darüber hinausgehend grossflächig wirksame

Massnahmen erforderlich, die in Detailplanungen auf die lokale Situation abgestimmt werden müssen.

Besucherinformation und –lenkung

Auen sind meist auch attraktive Naherholungsgebiete. Viele seltene Tierarten reagieren empfindlich gegenüber Störungen. Bereits jetzt bestehen lokal Interessenkonflikte zwischen Naturschutz und Freizeitnutzung. Die Aufweitungen am Alpenrhein werden sich zu attraktiven Naherholungsräumen entwickeln, weshalb der Besucherinformation und Besucherlenkung ein hoher Stellenwert eingeräumt werden muss. Hierfür sind für die Einzelmassnahmen jeweils Detailplanungen erforderlich.

11.6 Naherholung

Aufgrund der ersten Resultate des Projektes „Erholung und Freizeit im Alpenrheintal“ /67/ kombiniert mit Überlegungen des Projektteams erscheinen folgende drei Kerngebiete bezüglich Erholung und Freizeit aufgrund der Bevölkerungsverteilung im Alpenrheintal prioritär:

a) Bodenseemündung bis Illspitz (unterer Abschnitt)
b) Werdenberg (mittlerer Abschnitt)
c) Chur (oberer Abschnitt)

Im Projekt „Erholung und Freizeit im Alpenrheintal“ /67/ zeichnet es sich ab, dass Wasser (fliessend und stehend) ein sehr wichtiges Element für die Naherholung ist. Damit sind wichtige Synergien gegeben, denn die im Entwicklungskonzept vorgeschlagenen Massnahmen (Aufweitungen, evt. auch Schwalldämpfungsbecken) sind ideal, um Teilbereiche auch als „Wassererlebnisräume“ auszugestalten. Dies ist vor allem bei den Aufweitungen ohne Mehrkosten leicht möglich. Die vorhanden Abschnitte mit einer hohen morphologischen Vielfalt am Alpenrhein aber auch Beispiele von kürzlich realisierten Aufweitungen wie an der Emme zeigen, dass naturnahe Flussabschnitte einen hohen Stellenwert für die Naherholung haben. Nutzungskonflikte mit dem Natur- und Landschaftsschutz sind partiell sicherlich vorgegeben. Durch eine gezielte Besucherlenkung können diese aber minimiert werden.

Weitere Synergien mit der Erholungs- und Freizeitnutzung ergeben sich mittelfristig mit den Notentlastungsräumen. Diese Grünzonen bleiben der landwirtschaftlichen Nutzung dauernd erhalten und sind gleichzeitig bei einer zunehmenden Verstädterung des Rheintals wichtige Naherholungsräume.

Das Entwicklungskonzept Alpenrhein schlägt die Realisierung von naturnahen Flussabschnitten vor, welche auch vom Projekt „Freizeit und Erho-

lung im Alpenrheintal“ /67/ gewünscht respektive als Bedürfnis ausgewiesen werden. Eine gemeinsame raumplanerische Umsetzung wäre zu prüfen.

11.7 Wasserkraftnutzung

Bei der Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserkraft handelt es sich im Vergleich zu anderen erneuerbaren Produktionsarten um eine äusserst günstige Art der Energiegewinnung. Die Nutzung der Wasserkraft zeichnet sich einerseits durch einen sehr hohen Wirkungsgrad aus und bietet andererseits als natürliche und regenerative Energiequelle auch aus Sicht der Umwelt gewichtige Vorzüge. Nicht zuletzt aufgrund der Stromerzeugung aus Wasserkraft zählt die Schweiz zu den Ländern mit dem geringsten Schadstoff-Ausstoss.

Zur Energiegewinnung wird das frei fliessende Wasser aufgestaut oder umgeleitet, wodurch neben dem Landschaftsbild auch der Lebensraum „Fliessgewässer“ und der Wasserhaushalt nachhaltig verändert werden. Dabei ist es ein Nebeneinander von energiewirtschaftlichen Ansprüchen und den Anliegen des Umwelt- und Landschaftsschutzes anzustreben.

Seit geraumer Zeit werden daher vielseitige Anstrengungen zu einer möglichst schonenden Nutzung der Gewässer unternommen. Praktisch bei allen Kraftwerk-Sanierungen und -Neubauten werden daher heute Massnahmen realisiert, welche die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf die natürlichen Gegebenheiten reduzieren. Insbesondere gehören heute Fischaufstiegshilfen, weiträumige Umgehungsgewässer, ausgedehnte Revitalisierungsmassnahmen und die Einhaltung angemessener Restwassermengen zu den unabdingbaren Projektierungsaufgaben jeder Kraftwerksplanung.

Die beispielhaft untersuchten Wasserkraftwerke dienen neben der Reduktion der täglich auftretenden Abflussschwankungen auch der Energieerzeugung. Die Reduktion des durch den Betrieb der oberliegenden Kraftwerke erzeugten Schwalleffekts ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Revitalisierungsmassnahmen. Die im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung der Region ausgewählten Kraftwerkstandorte erlauben zudem die aufgrund moderner Planungsvorgaben unbestrittene Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der Natur und des Landschaftsschutzes. Die Schwallerscheinungen lassen sich um rund 70% reduzieren. Aufgrund der erforderlichen Spiegelschwankungen in den Stauräumen der Laufkraftwerke kann nicht mehr bedarfsgerecht produziert werden, was zwangsweise zu einer Reduktion der Gesamtproduktion führt.

Durch die Realisierung der diskutierten Kraftwerke oberhalb von Trübbach liessen sich rund 37 % des geschätzten Potentials des Alpenrheins von jährlich 1800 GWh nutzen. Weiter Kraftwerke unterhalb von Trübbach, die kaum mehr zur Schwalldämpfung benötigt würden, könnte die Nutzung auf rund 50% des Potentials erhöhen. Mit Kraftwerken am Rhein könnte der Selbstversorgungsgrad des Rheintals mit elektrischer Energie deutlich erhöht werden.

11.8 Raumplanung

Mehr Raum für den Rhein

Das Entwicklungskonzept fordert für den Alpenrhein mehr Raum für Massnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, der Ökologie, des Grundwassers und der Naherholung. Auch die Erhaltung des Potentials für eine allfällig spätere Wasserkraftnutzung und Alternativen zur Kiesgewinnung aus dem Alpenrhein beanspruchen Raum. Diese Raumansprüche sind in den Vorrangflächen

- Gewässerraum Alpenrhein und
- Notentlastungsräume

zusammengefasst (siehe Abschnitt 10.7.2).

Abstimmung auf die verschiedenen Nutzungsansprüche

Die Massnahmenvorschläge sind soweit auf die vorhandenen übergeordneten Richtplanungen abgestimmt, als dass sie die Siedlungen mit deren Entwicklungsgebieten und wichtige Infrastrukturanlagen weitgehend unberührt lassen. Massnahmen zum Hochwasserschutz sind allen anderen Nutzungsansprüchen übergeordnet und deshalb wenig diskutierbar. Massnahmenvorschläge mit anderen Zielsetzungen, die Interessenbereiche wie Land- und Forstwirtschaft, Grundwasser, Kiesgewinnung, Natur- und Landschaftsschutz, Erholung und Freizeit berühren, können diese berücksichtigen oder insgesamt verbessern. In der Beschreibung der Massnahmen sind Zusammenhänge und Bezüge zu anderen sektoralen Bereichen mit Flächenansprüchen dargestellt, ohne dass eine detaillierte Auseinandersetzung mit sich widersprechenden Ansprüchen stattfinden konnte. Es wird Aufgabe bei der Umsetzung sein, in der weiteren Vertiefung von Massnahmenplanungen durch Mitwirkungsmodelle eine breite Abstützung bei den Betroffenen zu erreichen und die Interessenabwägungen für jedes einzelne Vorhaben vorzunehmen. Das erfordert auch politische Prozesse.

Gemeinsame Ziele und Grundsätze festlegen

Es ist für das Vorhaben entscheidend, dass auf kantonaler Ebene und Länderebene ein Konsens im Sinne des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein gefunden und dieser verbal und in Plänen als Ziele und Grundsätze sowie prioritären räumlichen Ansprüchen verbindlich festgehalten wird. Damit kann die Grundlage für die nachgelagerten unteren Ebenen der Verwaltungen,

der Projektverfasser und der Kommunen geschaffen werden, welche eine Gewichtung der noch vorzunehmenden Interessenabwägungen bei den Einzelvorhaben erlaubt. Damit kann vermieden werden, dass auf diesen Ebenen Ziele und Grundsätze neu in Frage gestellt und diskutiert werden.

Übergeordnete Planungsinstrumente

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen wird mit mindestens einigen bis mehreren Jahrzehnten gerechnet. Um die im Zusammenhang mit dem Entwicklungskonzept Alpenrhein zu beanspruchenden Flächen langfristig zu erhalten und auf die übrigen Raumansprüchen abzustimmen, sind auf übergeordneter Planungsebene (Kantone und Länder) die Planungsverfahren durchzuführen und in den entsprechenden Planungsinstrumenten festzusetzen. In der Schweiz wird das in den kantonalen Richtplänen erfolgen müssen. Im Land Vorarlberg und im Fürstentum Liechtenstein werden die Behörden noch entscheiden müssen, mit welchen Planungsinstrumenten die Sicherung sinnvollerweise erfolgen soll.

Nutzungsplaninstrumente

Zur Durchsetzung und Realisierung bestimmter Massnahmen sind grundeigentümerverbindliche Erlasse auf Nutzungsplanstufe notwendig, für deren Erlasse in aller Regel die Gemeinden zuständig sind. Es betrifft Abgrenzungen und Beschränkungen in den Notentlastungsräumen und bei Vorhaben die nicht ausserhalb der Bauzonen bewilligt werden können. Je nach Länderzugehörigkeit werden die Bewilligungsvoraussetzungen individuell zu prüfen sein.

Umsetzungsprozess

Bei der Umsetzung des Entwicklungskonzeptes ist auf eine genügende Abstimmung der verschiedenen Interessen unter Mitwirkung entsprechender Vertretungen auf den entsprechenden Ebenen zu achten. Der Planungsprozess wird von oben nach unten durchzuführen sein, weil das Projekt immer und in jedem Fall die übergeordnete Betrachtung notwendig macht und das Gesamtwohl vor den Einzelinteressen steht. Der Planungsprozess wird deshalb sorgfältig vorzubereiten sein:

Umsetzungsvorschläge

1. Ziele, Grundsätze sowie prioritäre räumliche Ansprüche aus dem Entwicklungskonzept in den berührten Kantonen und Ländern durch politische Entscheide festlegen.
2. Soweit es sich nicht um Hochwasserschutzmassnahmen handelt, sind die Massnahmen unter Beizug allfälliger Vertiefungsstudien in einzelnen Massnahmenbereichen auf die bestehenden übergeordneten Planungen abzustimmen.
3. Ergänzen der übergeordneten Planungen durch neue Festlegungen auf der Stufe Kantone und Länder.
4. Detailplanung im Bereich der vorgeschlagenen Massnahmen zur Abstimmung der verschiedenen Nutzungsansprüche unter Beizug aller beteiligten Akteure. Detailprogramm für einzelne Massnahmen.

5. Grundeigentümerverbindliche Erlasse auf Nutzungsplanstufe durch die Gemeinden.
6. Bauprojekte, Bewilligungsverfahren, Realisierung.

11.9 Land- und Forstwirtschaft

Raumbedarf

Um am Alpenrhein Verbesserungen in den Bereichen Flussbau/Hochwasserschutz, Grundwasser, Ökologie und Naherholung zu erreichen, braucht dieser Gebirgsfluss mehr Raum. Im Vordergrund stehen dabei Flussaufweitungen in Abschnitten, wo sich der Alpenrhein eintieft oder die Abflusskapazität angehoben werden soll. Wenn immer möglich und wenn es aus flussbaulicher und morphologischer Sicht sinnvoll, sollen Flussaufweitungen primär in ehemaligen Auenwäldern platziert werden. Vor allem zwischen der Illmündung und dem Bodensee (internationale Rheinstrecke) ist dies aber schwierig respektive nicht möglich. In diesen Bereichen sind vorwiegend landwirtschaftliche Nutzflächen betroffen, welche zu einem grossen Teil im Flussraum zwischen den Hochwasserschutzdämmen liegen. Mit der Umsetzung des gesamten Konzeptes gehen der Landwirtschaft Nutzflächen verloren, wobei sich der Flächenverlust auf mehrere bis viele Jahrzehnte verteilt. Bis zu einer allfälligen Umsetzung der Massnahmen bleibt das Gebiet im *Gewässerraum Alpenrhein* der Landwirtschaft erhalten. Weiter liegen die potentiell möglichen *Notentlastungsräume* praktisch ausschliesslich in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Im Gegensatz zum Gewässerraum bleiben diese Flächen der Landwirtschaft dauerhaft erhalten.

Ausgangslage Land- und Forstwirtschaft

Nach der Regulierung des Alpenrheins konnten die einst ausgedehnten Feuchtgebiete des Rheintals in produktive landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt werden. Der Nutzungsdruck auf bisher extensiv genutzte bzw. ungenutzte Gebiete nahm vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch durch Ausdehnung der Siedlungsgebiete ständig zu.

Aus klimatischen und topografischen Gründen überwiegt im nördlichen Rheintal sowohl auf Vorarlberger als auch auf St. Galler Seite Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Auch die Bewirtschaftung der Rheinvorländer erfolgt relativ intensiv, wobei für die Düngung Regelungen erlassen wurden. Die im Maximum 230 m breiten Vorländer sind für die Landwirtschaft von grosser Bedeutung: „Die Pachtflächen bilden stellenweise die Existenzgrundlage von landwirtschaftlichen Betrieben“ (Auszug aus einem Pachtvertrag mit dem Landeswasserbauamt Bregenz). Insgesamt umfassen die Rheinvorländer sowohl auf Schweizer als auch auf österreichischer Seite jeweils über 200 ha Landwirtschaftsflächen, in Liechtenstein liegt der entsprechende Wert bei rund 3 ha. Im Vorarlberger Rheintal sind neben den intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen auch grosse Extensivflächen

erhalten: Rund 760 ha werden als Streuwiesen östlich des Alpenrheins sowie im Rheindelta westlich des Rheins etwa 300 ha als Streuwiesen bewirtschaftet. Das Rheintal im Bereich Fürstentum Liechtenstein - Werdenberg wird ebenfalls vorwiegend durch intensive landwirtschaftliche Grünlandnutzung geprägt. Auf rund einem Drittel der landwirtschaftlich genutzten Flächen wird Acker-, Gemüse- und Obstbau betrieben. Grössere extensiv genutzte Flächen sind vor allem im Ruggeller Riet und Schwabbrünnen-Äscher erhalten. In der klimatisch begünstigen Talsohle des Bündner Rheintals dominiert Ackerbau mit einem hohen Anteil an Raps und Getreide. Vor allem zwischen Maienfeld und Landquart ist auch der Obst- und Gemüseanbau wichtig.

Forstwirtschaft ist in der Talsohle des Rheintals von eher untergeordneter Bedeutung. Echte Auwälder, die noch der Überschwemmungsdynamik durch den Alpenrhein bzw. den Bodensee unterliegen, sind in Mastrils-Untervaz-Trimmis und an den Mündungen von Neuem und Altem Rhein erhalten. Ökologisch wertvolle Waldflächen wurden teilweise als Schutzgebiete ausgewiesen bzw. werden naturnah bewirtschaftet.

Themen

Weil vom Raumbedarf für den Alpenrhein in erster Linie land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen betroffen sind, ist dieser wichtige Wirtschaftszweig für das Entwicklungskonzept von grosser Bedeutung, insbesondere die Themen:

- Flächenbedarf für Massnahmen
- landwirtschaftliche Nutzung der Vorländer
- standortgerechte Wälder
- Entschädigungsmodelle
- Infrastrukturanlagen (Wege, Gräben)
- regionale strukturelle Unterschiede

Grundsätze für die Umsetzung

Für die weitere Umsetzung werden folgende Punkte maximal berücksichtigt, welche von der Landwirtschaft eingebracht wurden:

- Mit Grund und Boden wird sparsam umgegangen; die landwirtschaftliche Nutzfläche ist der wichtigste Produktionsfaktor für die bodenabhängige Landwirtschaft. Ebene, ackerfähige und für eine Fruchtfolge geeignete, zusammenhängende Flächen sind für die regionale Landwirtschaft besonders wertvoll.
- Bei Beanspruchung von landwirtschaftlich oder forstlich genutzten Gebieten für Hochwasserschutz und/oder Renaturierungen wird eine Interessenabwägung durchgeführt.
- Für Retentionsräume und Notentlastungsräume werden Entschädigungsmodelle entwickelt. Die Art der Nutzung der Vorländer wird gemeinsam von der Schutzwasserwirtschaft und der Landwirtschaft festgelegt. In Notentlastungsräumen ändert sich die Bewirtschaftung nicht.

- Eingriffe in landwirtschaftlich genutzte Gebiete werden mit Strukturverbesserungsmassnahmen begleitet; geeignete Instrumente dafür (Landumlegung und moderne Melioration) werden geprüft und regionale strukturelle Unterschiede berücksichtigt.
- Existenzbedrohende „Härtefälle“, die sich aus der Beanspruchung von Vorländern für Flussaufweitungen ergeben, werden besonders sorgfältig geprüft.
- Grundwasseranhebungen erfolgen in Abstimmung auf die Bewirtschafter; dabei wird auch die Bodeneignung berücksichtigt.
- Eine naturnahe Bestockung im Rheinumland wird angestrebt.
- Eingriffe und Massnahmen (z.B. Flussaufweitungen) auf Waldflächen haben Vorrang vor dem Interesse der Walderhaltung, wenn im Rahmen des Entwicklungskonzeptes wichtige Gründe dafür vorgebracht werden.
- Die derzeit bereits überwiegende Erholungs- und Wohlfahrtsfunktion der flussnahen Wälder hat Vorrang vor deren Wirtschaftsfunktion.
- In den Projektteams zur Umsetzung der Massnahmen ist auch ein Experte der Land- und Forstwirtschaft vertreten. Grundeigentümer und Bewirtschafter werden in die Projektbearbeitung laufend miteinbezogen.

11.10 Nachhaltigkeit

11.10.1 Einleitung

Bei der Umsetzung des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein (EKA) werden auf die Öffentlichkeit grosse Investitionen zukommen. Dabei stellt sich die Frage der Rendite oder besser gesagt der Wertschöpfung respektive der Investitionssicherheit. Diese Frage kann ausschliesslich mit Hilfe der „konventionellen“ Ökonomie nicht mehr beantwortet werden.

Eine Möglichkeit diese Fragestellung anzugehen, bietet sich in der Beurteilung der Massnahmen bezüglich Nachhaltigkeit an. Nachhaltigkeit wird fälschlicherweise oft gleichgesetzt mit umweltgerecht. Doch eine nachhaltige Entwicklung ist weit mehr als dies. Es geht darum, unsere Existenzgrundlagen (Werte) in ökonomischer, ökologischer und sozialer (gesellschaftlicher) Hinsicht zu erhalten und - wenn immer möglich - zu verbessern. Dies kann nur in einem dynamischen Gleichgewicht miteinander geschehen.

Nachhaltig ist eine Entwicklung, welche die heutigen Bedürfnisse zu decken vermag, ohne für zukünftige Generationen die Möglichkeit zu schmälern, ihre eigenen Bedürfnisse zu decken. Oder anders gesagt: Alle Massnahmen zur Befriedigung der aktuellen Ansprüche von Gesellschaft und Wirtschaft sollen die „Möglichkeiten künftiger Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen, nicht gefährden“ (Brundtland-Report 1987).

Nachhaltigkeit sollte damit zu generellen Ziel unserer Gesellschaft werden. Sie soll eine langfristige Entwicklung ermöglichen ohne die natürlichen Lebensgrundlagen zu gefährden. Dies bedingt unter anderem gerecht verteilte Zugangsmöglichkeiten zu allen begrenzten Ressourcen, Respekt für die Natur in ihrer Schönheit und Vielfalt sowie insbesondere Solidarität mit allen aktuell lebenden Menschen sowie zukünftigen Generationen.

11.10.2 Prioritäten bezüglich Nachhaltigkeit

Hochwasserschutz

Unumstritten ist sicherlich, dass der Hochwasserschutz höchste Priorität hat. Er muss als Grundlage der meisten Interessen sichergestellt werden, um überhaupt eine nachhaltige Wertschöpfung zu erzielen. Der Hochwasserschutz ist deshalb allen anderen Nutzungsansprüchen übergeordnet. Für den Überlastfall soll zudem das verbleibende Restrisiko gemäss vorliegendem Konzept durch eine geeignete Notfallplanung (Überlastfall/Notentlastungsräume) begrenzt werden.

Ökologie

Ebenfalls eine hohe Priorität hat sicherlich auch, dass ein ansprechender Lebensraum für den Menschen, die Tiere und die Pflanzen geschaffen wird. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch, dass eine nachhaltige Nutzung der im Gebiet vorhandenen Ressourcen dabei auch zukünftig gewährleistet ist.

soziale Aspekte

Eine besondere Rolle spielten bei der Ausarbeitung der Massnahmen aber auch die sozialen Aspekte. So wurde auf bestehende Nutzungen Rücksicht genommen und die Bedürfnisse bezüglich Wohn- und Naherholungsraum bestmöglich im Gesamtrahmen berücksichtigt.

11.10.3 Qualitative Beurteilung der Nachhaltigkeit der Massnahmentypen und der Massnahmen im Gesamten

Im Rahmen der Ausarbeitung der Massnahmentypen als auch der konkreten Massnahmen wurde – wie bereits erwähnt - immer wieder deren Nachhaltigkeit im Rahmen des Projektteams „Entwicklungskonzept Alpenrhein“ hinterfragt. Dabei wurden folgende Interessen und Wertschöpfungsanteile qualitativ berücksichtigt:

Interessen

Ökonomische Interessen:

- Eigene Nutzung des Geldgebers
- Land- und Forstwirtschaft

- Baugewerbe
- Industrie und Gewerbe
- Dienstleistungen, Produktionsbetriebe
- Tourismus

Ökologische Interessen:

- Gewässer- und terrestrische Ökologie
- Naturnahe Landschaften

Sozio-ökonomische Interessen:

- Hochwasserschutz
- Raumplanung (übergeordnet)
- Naherholung (Naturnähe und –qualität)
- Sport- und Freizeitqualität (Wandern, Radfahren, Baden, Fischerei etc.)
- Attraktivität Wohn- und Arbeitsort
- Treffpunkte / soziale Beziehungen

grundsätzliche Wertschöpfungsanteile

- Kapitalkosten (Amortisation und Zinskosten) der Investitionen (inkl. Landkosten)
- Betriebs- und Unterhaltskosten
- Volkswirtschaftlicher Nutzen via Arbeitsplätze Bau und Betrieb (Beschäftigung und Wohlstand).
- Direkter Nutzen (Ertrag) wie Einnahmen (beispielsweise aus Kiesverkauf, Tourismus, Hochwasserschutz, Infrastrukturbauten), Steuern, Zinsen etc.
- Direkte Kosten wie Landbedarf (vor allem landwirtschaftliche Flächen), Ertragsausfälle, Existenz von Betrieben etc.
- Zahlungsbereitschaften „Willingness to pay“ (beispielsweise für Natur- und Landschaftsschutz, Naherholung und Freizeit, soziale Treffpunkte, Grundwasseralimentation, Schwallreduktion)
- Sicherstellung der Versorgung mit elektrischer Energie
- Akzeptanzbereitschaften „Willingness to accept“ (beispielsweise Entschädigung in Notentlastungsräumen)
- Externe Kosten (Graue Energie, Energieproduktion etc.)

Gewässerraum Alpenrhein

Die Ausscheidung des Gewässerraums Alpenrhein erlaubt es, ein umfassendes Gesamtkonzept umzusetzen. Dies ist aus Sicht der Nachhaltigkeit generell zu begrüssen. Die Ausscheidung des Gewässerraums Alpenrhein wird es ermöglichen, die Massnahmen schrittweise zu realisieren. Andere in

diesem Bereich vorhandene Nutzungen wie Landwirtschaft, Naherholung und Natur-Grünzonen sind dabei bestmöglich zu berücksichtigen.

Notentlastungs-räume

Im Überlastfall werden die Wassermassen in Gebiete mit geringerem Schadenpotential geleitet (Notentlastungsräume). Dadurch kann der volkswirtschaftliche Schaden mit vertretbaren Mitteln nachhaltig verringert werden.

Aufweitungen

Aufweitungen ermöglichen es, mindestens teilweise wieder ähnliche Verhältnisse im Hauptgewässer zu erhalten, wie diese dereinst einmal vorhanden waren. Dadurch wird der Lebensraum „Gewässer“ aufgewertet, man kann Eintiefungstendenzen entgegenwirken, je nach dem höhere Sohllagen erreichen und auch die Abflusskapazität des Gerinnes erhöhen. Dadurch lassen sich auch teilweise höhere Grundwasserstände erreichen, die jedoch mit der landwirtschaftlichen Nutzung abzustimmen sind. Generell sind diese Massnahmen deshalb sicherlich nachhaltige Lösungen, die allerdings lokal mit anderen Interessen – wie beispielsweise mit bestehenden Tiefbauten - abgestimmt werden müssen.

Schwalldämpfung

Eine Schwalldämpfung ist sinnvoll und nachhaltig, um die vorhandenen und neuen Lebensräume für Pflanzen und Tiere zu optimieren. Es sind dafür verschiedene Varianten von Massnahmen und deren Kombinationen möglich. Eine fundierte Wertediskussion und Gesamtinteressenabwägung insbesondere zwischen ökologischen und ökonomischen Interessen ist im Sinne der Nachhaltigkeit in diesen Bereichen notwendig.

Passierbarkeit

Die im vorhandenen Alpenrhein gestörte Passierbarkeit entlang des Flusses und vor allem auch in Bezug auf seine Zuflüsse muss – wo immer möglich und sinnvoll - im Sinne einer nachhaltigen Lösung verbessert werden. Andere zusätzliche Massnahmen sind im Hinblick auf die Passierbarkeit bestmöglich zu realisieren.

Geschiebe management

Mit einem geeigneten Geschiebemanagement kann eine stabile Flusssohle erreicht werden, was Grundvoraussetzung für den Hochwasserschutz ist. Dabei sind auch Interessen wie die Nutzung der Ressource Kies, gegebenenfalls der Energienutzung oder der Dynamik in den Aufweitungen mit einzubeziehen.

Wasserkraftnutzung

Am heutigen Alpenrhein ist ein noch relativ grosses Potential an ungenutzer Wasserkraft vorhanden. Eine entsprechende Nutzung kann jedoch nur nachhaltig erfolgen, falls gleichzeitig auch andere Defizite verbessert werden können. Nachhaltige Lösungen in diesem Bereich sind möglich, wie teilweise bereits in anderen Studien aufgezeigt (z.B. „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“/65/). Insbesondere ist bei der Realisierung

der gesamten Massnahmen zu berücksichtigen, dass eine Wasserkraftnutzung auch in Zukunft noch möglich sein kann.

weitere Massnahmen

Die vorgeschlagenen Massnahmen in der Restwasserstrecke Ems sowie die sich in Ausführung befindlichen Massnahmen in der Vorstreckung, sind als nachhaltig zu beurteilen.

Massnahmen im Gesamten

Im Entwicklungskonzept Alpenrhein werden rund 40 Einzelmassnahmen vorgeschlagen. Alle Massnahmen des Entwicklungskonzepts Alpenrhein wurden qualitativ einzeln und in ihrer Kombination auf ihre Nachhaltigkeit geprüft. Dazu dienten die internen Diskussionen innerhalb des Projektteams und die übergeordneten Projektsitzungen. Dabei zeigte es sich, dass das Entwicklungskonzept Alpenrhein in seiner Gesamtheit nachhaltig ist, auch wenn einzelne Massnahmen einseitige Schwerpunkte hinsichtlich der Interessen aufweisen. Das Entwicklungskonzept lässt auch Freiräume offen, die Optimierungen erlauben. Es wird die Aufgabe der weiteren Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen sein, detaillierte Interessensabwägungen durchzuführen sowohl im Gesamten wie auch für jede einzelne Massnahme.

11.11 Datenerhebung – Beweissicherung – Monitoring – Erfolgskontrolle[7]

Motivation

Für die regelmässige Analyse des Ist-Zustands des Alpenrheins (z.B. Sohlenveränderungen), für die Massnahmenplanung oder die Beurteilung des Erfolgs von umgesetzten Massnahmen ist die Dokumentation verschiedener Fachthemen wichtig. Als Projektgebiet ist dabei der Alpenrhein selbst sowie je nach Fachthema Teile oder das ganze Einzugsgebiet mit einzubeziehen. Dazu ist auf den bereits vorhandenen, teilweise sehr langen Datenreihen aufzubauen, wobei eine möglichst vergleichbare und einheitliche Methodik und Dokumentation anzustreben ist. Eine solche Dokumentation beinhaltet auch eine Beweissicherung beziehungsweise ein Monitoring der zukünftigen Entwicklung und von umgesetzten Massnahmen.

---

7 Die Begriffe Datenerhebung, Beweissicherung und Monitoring werden häufig für die gleiche Tätigkeit verwendet. Bei der Beweisssicherung handelt es sich in der Regel um Messwerte (z.B. Querprofillaufnahmen); beim Monitoring um Messwerte und/oder Beobachtungen. Beweissicherung kann mit Ingenieurarbeiten assoziiert werden, Monitoring mit Ökologie. Die Resultate von Datenerhebung, Beweissicherung und Monitoring sind die Grundlage für die Erfolgskontrolle.

Themen für die Dokumentation

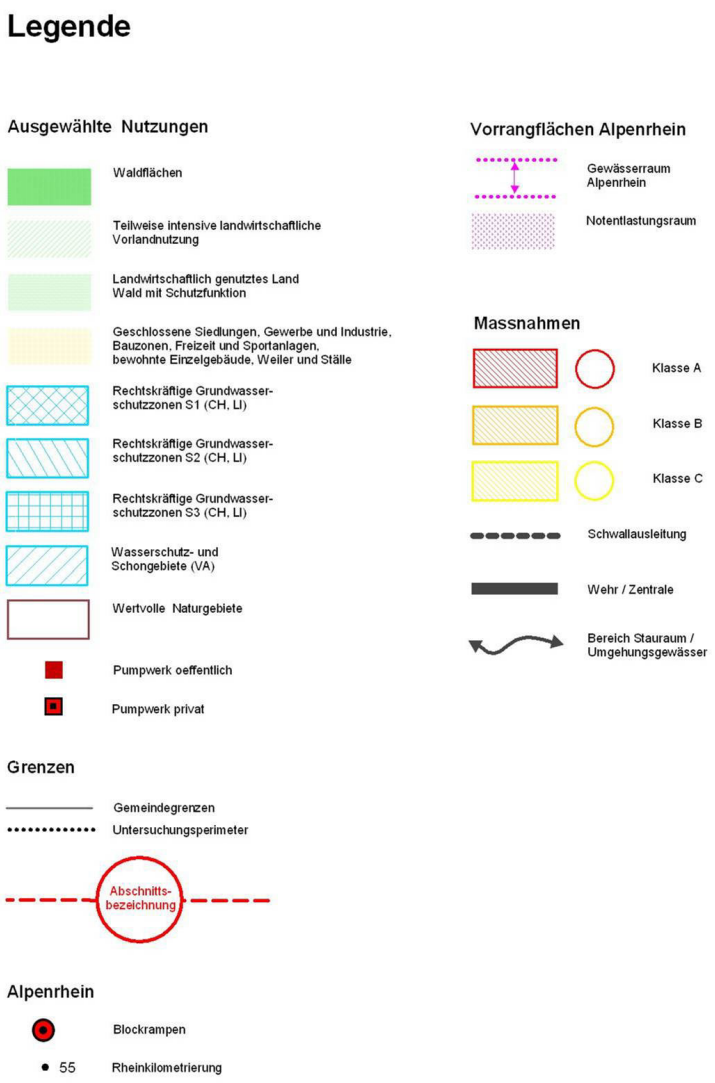
Folgende Fachbereiche sollten erfasst respektive die bereits vorhandene Dokumentation weitergeführt werden:

- Meteodaten (Niederschläge, Nullgradgrenze, ….)
- Abflüsse (Abflussmengen, Hochwasserspuren, Wehrbetrieb)
- Geometrie (Querprofile, Längenprofile, Rheindelta)
- Aufbau der Hochwasserschutzdämme
- Feststoffe (Kiesentnahmen, Schwebstoffkonzentration)
- Grundwasser (Lage Grundwasserspiegel, Qualität)
- Stoffe (chemisch-physikalische Parameter, Schadstoffe)
- Hydromorphologie, Fische, Bodenfauna, Algen, Makrophyten, Phytoplankton, gewässerabhängige Landökosysteme (wie Vegetation, Amphibien, ripicole Fauna, Vögel)
- Flächennutzung im Gewässerraum Alpenrhein und in den Notentlastungsräumen

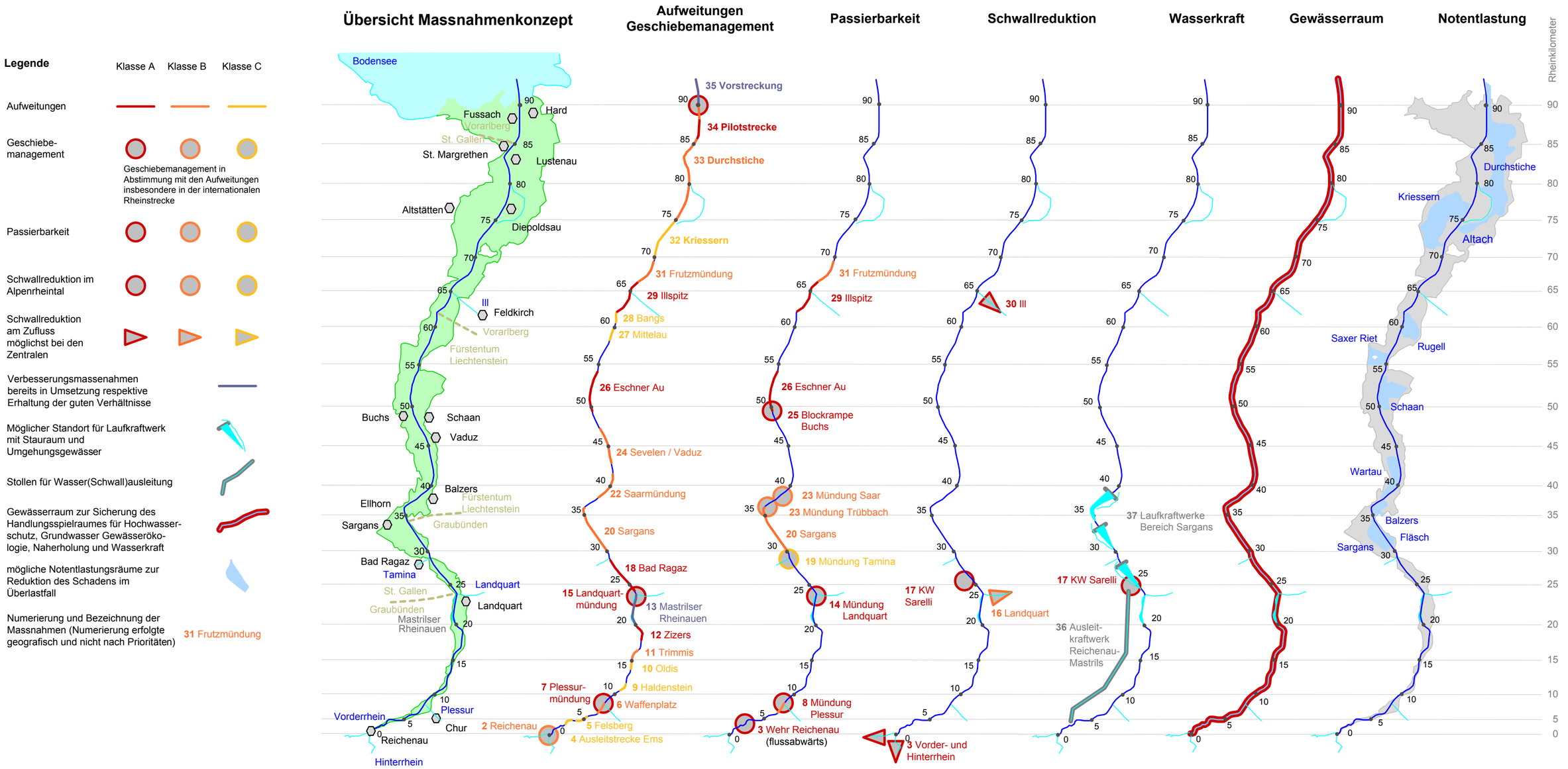
Beschreibung Einzelmassnahmen

Vorbemerkungen

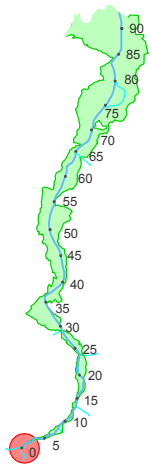
- Die folgende Seite 313 gibt eine Übersicht über die Massnahmen des Entwicklungskonzeptes zwischen Reichenau und dem Bodensee.
- Die folgenden Beschreibungen der Einzelmassnahmen 1 bis 37 enthalten Ausschnitte aus der Themenkarte Massnahme 1 : 10'000. Die Ausschnitte mussten komprimiert werden und sind zum Teil auch in der Grösse reduziert. Aus Gründen der Übersicht sind die Notentlastungsräume in den Darstellungen nicht eingeblendet. Auf allen Darstellungen ist Norden oben. Bedeutung der Symbole siehe folgende Legende.



- Bei jeder Massnahme werden mögliche Konflikte und vertiefte Abklärungen aufgeführt. Die Aufzählungen sind nicht abschliessend; z.B. wurden Leitungen oder Altlasten nicht systematisch erhoben.
- Die Massnahmennummerierung erfolgte geografisch von Reichenau bis zum Bodensee und hat keinen Zusammenhang mit Prioritäten.


Legende
Klasse A
Klasse B
Klasse C
Aufweitungen
Geschiebe-management
Geschiebemanagement in Abstimmung mit den Aufweitungen insbesondere in der internationalen Rheinstrecke
Passierbarkeit
Schwallreduktion im Alpenrheintal
Schwallreduktion am Zufluss möglichst bei den Zentralen
Verbesserungsmassenahmen bereits in Umsetzung respektive Erhaltung der guten Verhältnisse
Möglicher Standort für Laufkraftwerk mit Stauraum und Umgehungsgewässer
Stollen für Wasser(Schwall)ausleitung
Gewässerraum zur Sicherung des Handlungsspielraumes für Hochwasser-schutz, Grundwasser Gewässeröko-logie, Naherholung und Wasserkraft
mögliche Notentlastungsräume zur Reduktion des Schadens im Überlastfall
Numerierung und Bezeichnung der Massnahmen (Numerierung erfolgte geografisch und nicht nach Prioritäten)
31 Frutzmündung
Übersicht Massnahmenkonzept
Aufweitungen Geschiebemanagement
Passierbarkeit
Schwallreduktion
Wasserkraft
Gewässerraum
Notentlastung
Rheinkilometer
Bodensee
Fussach
Hard
Vorarlberg
St. Gallen
St. Margrethen
Lustenau
Altstätten
Diepoldsau
Feldkirch
Fürstentum Liechtenstein
Buchs
Schaan
Vaduz
Balzers
Ellhorn
Graubünden
Sargans
Bad Ragaz
Tamina
Landquart
Mastrilser Rheinauen
Vorderrhein
Plessur
Chur
Reichenau
Hinterrhein
35 Vorstreckung
34 Pilotstrecke
33 Durchstiche
32 Kriessern
31 Frutzmündung
29 Illspitz
28 Bangs
27 Mittelau
26 Eschner Au
24 Sevelen / Vaduz
22 Saarmündung
20 Sargans
18 Bad Ragaz
15 Landquart-mündung
13 Mastrilser Rheinauen
12 Zizers
11 Trimmis
10 Oldis
9 Haldenstein
7 Plessur-mündung
6 Waffenplatz
5 Felsberg
4 Ausleitstrecke Ems
2 Reichenau
25 Blockrampe Buchs
23 Mündung Saar
23 Mündung Trübbach
20 Sargans
19 Mündung Tamina
14 Mündung Landquart
8 Mündung Plessur
3 Wehr Reichenau (flussabwärts)
30 Ill
17 KW Sarelli
16 Landquart
3 Vorder- und Hinterrhein
37 Laufkraftwerke Bereich Sargans
17 KW Sarelli
36 Ausleit-kraftwerk Reichenau-Mastrils
Durchstiche
Kriessern
Altach
Saxer Riet
Rugell
Schaan
Wartau
Balzers
Fläsch
Sargans

Massnahme 1: Schwalldämpfung Vorder- und Hinterrhein, Klasse A



Analyseabschnitt 1, Stauhaltung Reichenau

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.2, Seite 73 – 77

Plan K8 – 1/11, km 0.0 – km 2.6

Gemeinden *(Kanton, Land)* Tamins (GR, linksufrig), Domat/Ems (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Der Abflussschwall soll möglichst nahe bei den Wasserrückgaben der Speicherkraftwerke am Voderrhein (Ilanz) und Hinterrhein (Sils, Thusis) reduziert oder ausgeleitet werden. Entsprechend der Studie „Schwallreduktion und Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein“ /68/ geschieht das am effizientesten und kostengünstigten mittels Ausgleichsbecken neben dem Fluss, ev. kombiniert mit betrieblichen Anpassungen beim Kraftwerksbetrieb. Eventuell könnte dies mit einem Schwallausleitungskraftwerk zwischen Ems und Mastrils kombiniert werden (Massnahme Nr. 36). Die Verwendung der Stauhaltung Reichenau für die Dämpfung des Abflussschwalls aus dem Vorder- und Hinterrhein wird in der Studie „Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein“ als nicht geeignet beurteilt.

Lage

Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird eine Massnahme zur Schwalldämpfung ausserhalb des Projektperimeters liegen.

Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐	☐	■	■

Funktionsweise

Schwalldämpfungs- respektive Ausgleichsbecken liegen neben dem Fluss und werden über die Wasserrückgabe der Kraftwerke dotiert. Bei Schwall wird Wasser in den Becken bzw. deren Stauräumen zurückgehalten und damit die Abflussspitze gesenkt. Bei Sunk werden die Schwalldämpfungsbecken bzw. der Stauraum entleert und der Abfluss flussabwärts erhöht.

Reduktion Schwall

Aus ökologischer Sicht sollten Massnahmen zur Verminderung des Schwalls ausserhalb des Projektperimeters möglichst nahe bei den Wasserrückgaben am Voderrhein (Ilanz) und Hinterrhein (Sils, Thusis) vorgenommen werden, da damit auch wesentliche Verbesserungen für Vorder- und Hinterrhein erreichbar sind (siehe auch weiter vorne). In der Stauhaltung Reichenau selbst kann wegen des vergleichsweise geringen Speichervolumens der Abflussschwall nicht auf ein Niveau gesenkt werden, welches von der Gewässerökologie gefordert wird. Aus diesem Grunde müsste diese Massnahme mit weiteren Schwalldämpfungsmassnahmen kombiniert werden (z.B. Schwallausleitungskraftwerk Massnahme Nr. 36).

Gewässerökologie

Die Schwalldämpfung stellt eines der wesentlichsten gewässerökologischen Ziele dar, weil damit die Situation der Wasserlebewesen verbessert werden kann. Diese Massnahme besitzt daher hohe Bedeutung.

Die Auswirkungen des Schwalls sind im Winter noch wesentlich grösser als im Sommer. Werden Teile der Schwalldämpfungsbecken im Sommer für die Naherholung abgetrennt, reduziert sich zwar ihre Wirkung zu dieser Zeit. Die Umsetzbarkeit wird aber im Gegenzug wesentlich erhöht.

terrestrische Ökologie

Durch die Schwalldämpfung werden die Lebensraumverhältnisse auf den Schotterbänken für die gewässertypische Pioniervegetation einschliesslich der gefährdeten Arten (z.B. Kleiner Rohrkolben, Deutsche Tamariske), für die kiesbankbewohnende Vogelwelt (z.B. Flussuferläufer, Flussregenpfeifer) sowie für charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden, z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) in den Abschnitten flussab verbessert.

Naherholung

Schwalldämpfungsbecken sind aufgrund der starken täglichen Wasserspiegelschwankungen und niedrigen Wassertemperaturen für die Naherholung kaum nutzbar. Möglich wäre eine Teilung der Einzelbecken und Nutzung eines Teilbeckens im Sommer für die Naherholung. Dadurch würden attraktive Badegewässer entstehen, die im Projektperimeter aber auch im Domleschg (Hinterrhein) weitgehend fehlen.

mögliche Konflikte

- bestehende Rechte der betroffenen Kraftwerke (teurere Produktion, zusätzliche Investitionskosten, je nach Massnahme evtl. geringere Leistung im elektrischen Netz)
- Produktionsausfälle und Ausfälle von Leistungen an die öffentliche Hand
- Raum und Finanzierung für allfällig notwendige Schwalldämpfungsbecken
- Änderung im Landschaftsbild
- Beeinträchtigung der Naherholung aufgrund der täglichen Wasserspiegelschwankungen in Schwalldämpfungsbecken

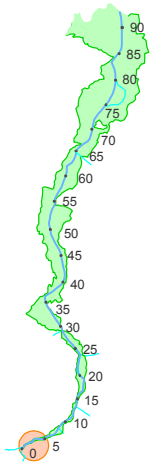
vertiefte Abklärungen

- Standort von möglichen Dämpfungsbecken und deren Ausbildung
- Notwendigkeit von Anpassungen an der bestehenden Anlage
- Optimierte Verbesserung der Situation für die Wasserlebewesen nach den Kriterien der Nachhaltigkeit
- Kombination der Schwalldämpfungsbecken mit Naherholung

Zuteilung Klasse

Da der Schwall für die Ökologie am gesamten Alpenrhein eine Schlüsselgrösse ist, wird diese Massnahme der Klasse **A** zugeordnet.

Massnahme 2: Verbesserung Feststoffmanagement, Klasse B

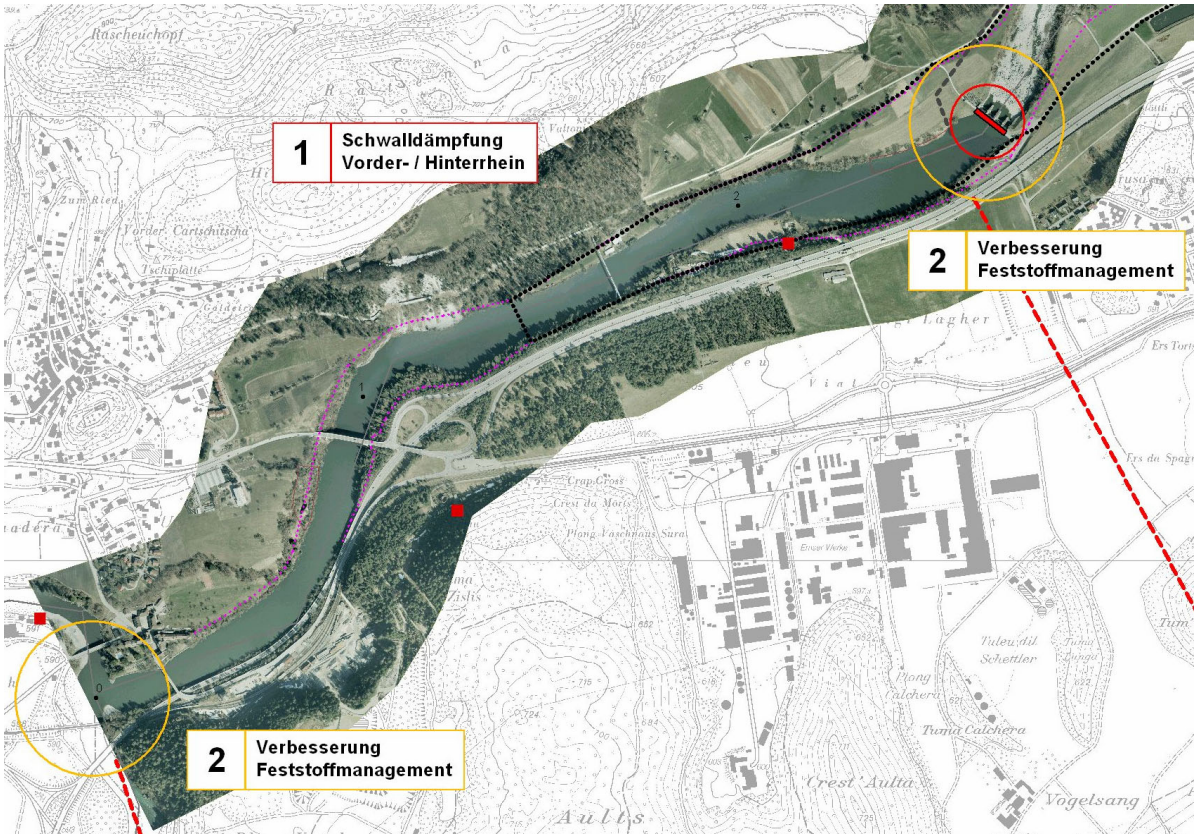


Analyseabschnitt	1, Stauhaltung Reichenau
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.2, Seite 73 – 77
Plan	K8 – 1/11, km 0.0 – km 2.6
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Tamins (GR, linksufrig), Domat/Ems (GR, rechtsufrig), Bonaduz

Kurzbeschreibung

Die Spülungen des Stauraumes Reichenau wurden bereits in den letzten Jahren in die Hauptabflusszeit im Frühjahr verlegt, um die ökologischen Beeinträchtigungen durch die Feinsedimentabschwemmungen zu minimieren (auch für die nächsten Jahre vereinbart). Der Geschiebedurchgang durch den Stauraum Reichenau kann am effektivsten mit einer Reduktion der Kiesentnahmen bei Reichenau erhöht werden.

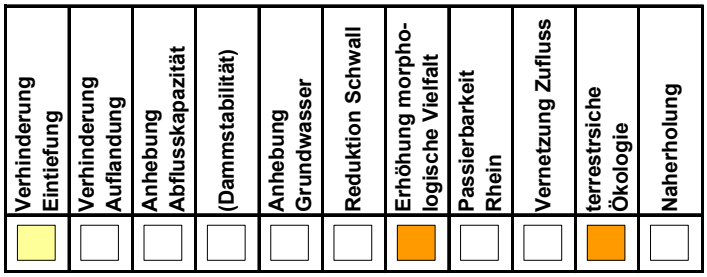
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig



Verhinderung Eintiefung

Bei einer deutlichen Reduktion der Kiesentnahmen bei Reichenau gegenüber den Entnahmemengen von 1974 bis 1997 wird mit einer Stabilisierung der Sohle in der Restwasserstrecke und mit Auflandungen bis zur Blockrampe Waffenplatz gerechnet. Ob sich die Reduktion der Entnahmen in den letzten Jahren wegen der gesunkenen Nachfrage bereits positiv auf die Entwicklung der Sohlenlage ausgewirkt hat, ist mit Hilfe der kommenden Profilaufnahmen zu überprüfen. Aus flussbaulicher Sicht sind eine Stabilisierung der Sohle oder auch eine leicht höhere Sohlenlage erwünscht, aber nicht zwingend notwendig.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch einen erhöhten Geschiebetransport kann flussabwärts des Stauwehrs in Abschnitten mit ausreichender Bettbreite die Neubildung lockerer Kiesbänke mit grossräumigem Lückenraumsystem gefördert werden. Dieses ist der Hauptlebensraum der Bodenfauna und stellt Laichplatz und Lebensraum für die Larven der Hauptfischarten am Alpenrhein dar. Die Dynamik in Aufweitungsstrecken wird bei einem erhöhten Geschiebedurchgang zunehmen.

terrestrische Ökologie

Von lockeren Kiesbänken profitieren auch die gewässertypische Schotter-, Sand- und Schlickpioniervegetation (Kleiner Rohrkolben auf Sandflächen, Deutsche Tamariske, Lavendel- und Reifweide), charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) und die kiesbankbewohnende Vogelfauna (Flussuferläufer, Flussregenpfeifer).

mögliche Konflikte

- Reduktion der gewerblichen Kiesentnahme (Bauwirtschaft, Betreiber Kieswerk, Konzessionsgemeinde)
- Unerwünschte Auflandungen im Zusammenflussbereich von Vorder- und Hinterrhein
- Produktionsausfall beim Kraftwerk Reichenau, falls der Wehrbetrieb geändert werden muss, damit allfällige unerwünschte Auflandungen im Zusammenflussbereich von Vorder- und Hinterrhein minimiert werden können

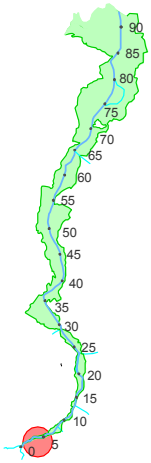
vertiefte Abklärungen

- Alternativen für die Kiesgewinnung
- Wechselwirkung zwischen Wehrbetrieb und Auflandungen im Zusammenflussbereich von Vorder- und Hinterrhein bei einer Reduktion der Kiesentnahmen

Zuteilung Klasse

Die positiven Auswirkungen eines erhöhten Geschiebedurchgangs durch das Wehr Reichenau nehmen mit zunehmender Entfernung zum Wehr ab und sind unterhalb der Plessurmündung vernachlässigbar. Da ein erhöhter Geschiebetransport vor allem in breiten Flussabschnitten mit Kiesbänken positiv beurteilt wird, sollte eine Erhöhung des Geschiebedurchganges spätestens im Zusammenhang mit den Aufweitungen Felsberg (Massnahme 5) und Waffenplatz (Massnahme 6) geprüft werden. Entsprechend wird die Massnahme 2 Verbesserung Feststoffmanagement der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 3: Kontinuum Wehr Reichenau, Klasse A



Analyseabschnitt 1, Stauhaltung Reichenau

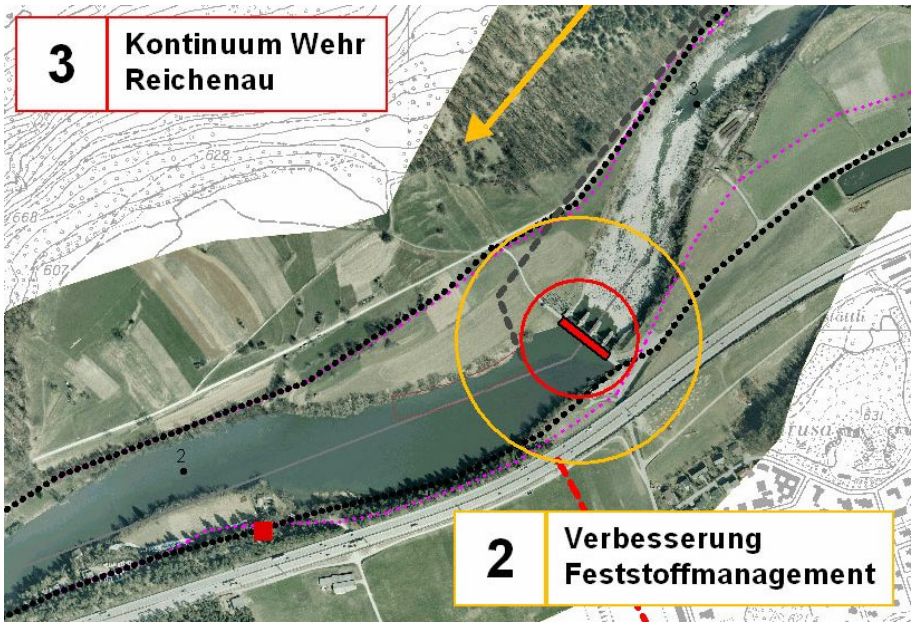
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.2, Seite 73 – 77

Plan K8 – 1/11, km 2.6

Gemeinden *(Kanton, Land)* Tamins (GR, linksufrig), Domat/Ems (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Verbesserung der Passierbarkeit flussabwärts (insbesondere für die Seeforelle). Die Diskussion über die Problematik ist relativ neu und wird zur Zeit in verschiedenen europäischen Ländern, insbesondere Deutschland, intensiv geführt. Beim Kanton Graubünden laufen ebenfalls Abklärungen für mögliche Verbesserungen.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐	☐

Passierbarkeit

Neue Untersuchungen[1] zeigen, dass vor allem Seeforellen in relativ grosser Zahl über die Fischaufstiegshilfe beim KW Reichenau aufsteigen, eine erfolgreiche Rückwanderung für die aufgestiegenen Fische ohne ergänzende Massnahmen aber kaum möglich ist. Über den Umfang der erfolgreichen Flussabwanderung der Jungfische (über das Stauwehr oder durch die Turbinen) gibt es keine Daten.

mögliche Konflikte

- bestehende Rechte des Kraftwerkes
- Aufwendungen für Massnahmen zur Realisierung des Fischabstiegs

vertiefte Abklärungen

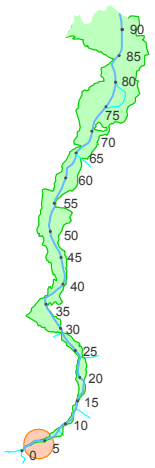
- Rückwanderung der Jungfische und Adulttiere (Jahreszeit, Abfluss, Wassertiefe...)

Zuteilung Klasse

Zur Verbesserung der Abwärtswanderung werden im Kanton Graubünden bereits Überlegungen angestellt. Aufgrund dieser Tatsache und weil eine Verbesserung für die Gewässerökologie sehr wichtig ist, wird die Massnahme der Klasse **A** zugeordnet.

[1] Mündliche Mitteilung von Marcel Michel, Amt für Fischerei Kanton Graubünden; er bezieht sich auf Untersuchungen von A. Peter, EAWAG.

Massnahme 4: Ausleitstrecke Ems, Klasse B



Analyseabschnitt 2, Ausleitstrecke Ems

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.3, Seite 78 – 82

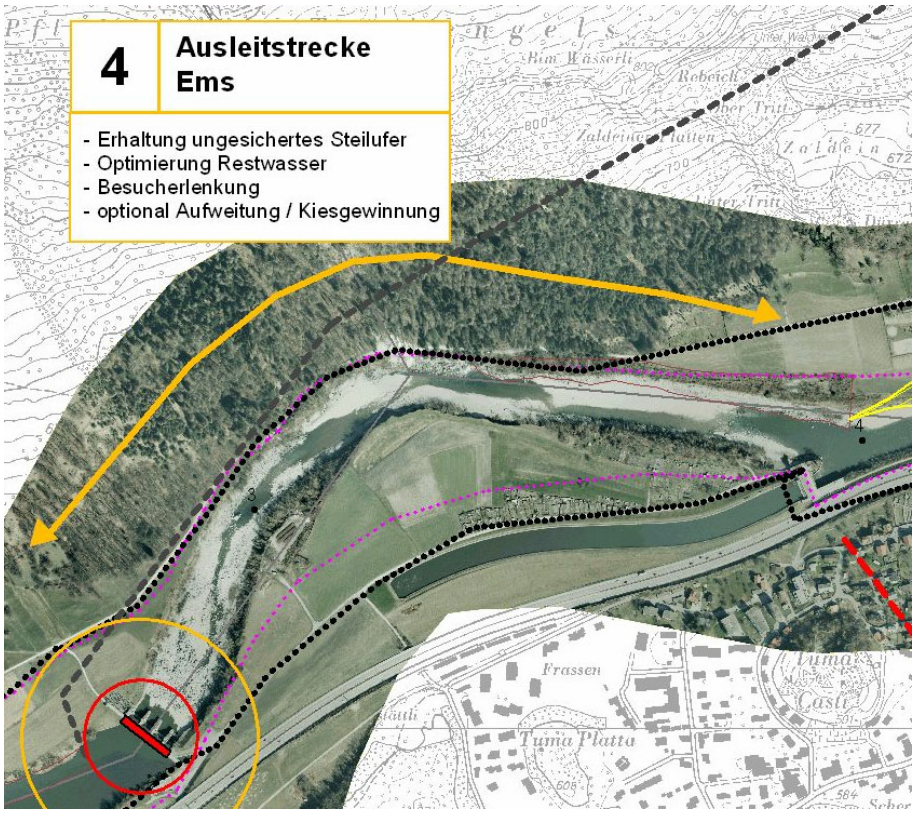
Plan K8 – 1/11, km 2.6 – 3.9

Gemeinden *(Kanton, Land)* Tamins (GR, linksufrig), Felsberg (GR, linksufrig), Domat/Ems (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Das ungesicherte, rechte Steilufer und das attraktive Naherholungsgebiet am linken Rheinufer werden erhalten. Der Raum für eine rechtsufrige Verbreiterung des Rheinbettes wird gesichert. Im verbreiterten Flussbett kann sich eine Auenvegetation ausbilden. Bei der Realisierung sind Synergien wahrscheinlich (Kiesentnahmen). Langfristig ist eine weitere Optimierung der Restwasserdotation von heute 3.0 m^3/s anzustreben.

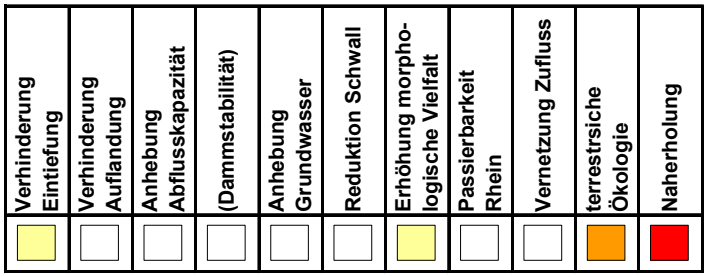
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig



Verhinderung Eintiefung

Eine Verbreiterung trägt zur Stabilisierung des Flussbettes bei. Sie wirkt besonders effektiv bei einem erhöhten Geschiebetransport (siehe Massnahme 2).

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Massnahmen kann die Strukturvielfalt erhalten und auch verbessert werden. Ihre volle Wirkung kann sich allerdings erst mit einer weiteren Optimierung der Restwasserdotation voll entfalten.

terrestrische Ökologie

Die Steilufer bleiben als potenzielles Brutgebiet für Uferschwalben erhalten. Die Verringerung der Störungen für empfindliche Arten durch Optimierung der Restwasserdotation wirkt positiv auf die reliktische Kiesbankflora und –fauna. Durch eine rechtsufrige Aufweitung des Flussbettes kann sich im Bereich periodischer Überflutungen eine für Gebirgsbäche typische Weichholzau mit Lavendel- und Reifweide (Salicetum eleagno-daphnoides) bzw. Standorte für seltene Pionierarten entwickeln.

Naherholung

Die Naherholung soll weiterhin am linken Ufer konzentriert werden, um das rechte Steilufer bestmöglich zu schützen. Mit einer geeigneten Besucherlenkung kann die heutige Praxis unterstützt werden, z.B. mit der Einrichtung von Grillmöglichkeiten am linken Ufer. Sind die Schrebergärten durch eine allfällige Verbreiterung des Rheins betroffen, so sind geeignete Ersatzlösungen zu schaffen.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- Schrebergärten
- Ökologie / Naherholung
- Produktionsausfall Kraftwerk Reichenau bei Restwasseroptimierung
- Materialentsorgungsplatz

vertiefte Abklärungen

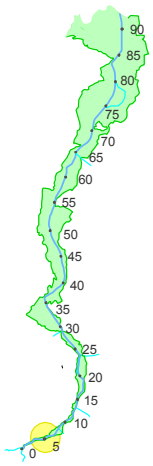
- Materialeignung für Kiesabbau
- Optimierung des Restwasserabflusses; Auswirkungen auf die bestehenden Rechte (Energieproduktion)
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Besucherlenkung und Verbesserung Zugänglichkeit am linken Ufer
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft

- Produktionseinbusse des Kraftwerkes bei einer allfälligen Anhebung der Dotierwassermenge

Zuteilung Klasse

Diese Massnahme wird der Klasse B zugeordnet, weil aus Sicht Flussbau kein unmittelbarer Handlungsbedarf besteht und die Aufweitung vorwiegend Landwirtschaftsgebiet beansprucht. Aus Sicht Gewässerökologie kann sich die Wirkung der Aufweitung erst bei einer optimierten Restwasserdotation voll entfalten. Der für die Aufweitung erforderliche Raum soll aber mit Hilfe des Gewässerraums langfristig für den Alpenrhein reserviert werden.

Massnahme 5: Aufweitung Felsberg, Klasse C



Analyseabschnitt 3, Felsberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.4, Seite 83 – 87

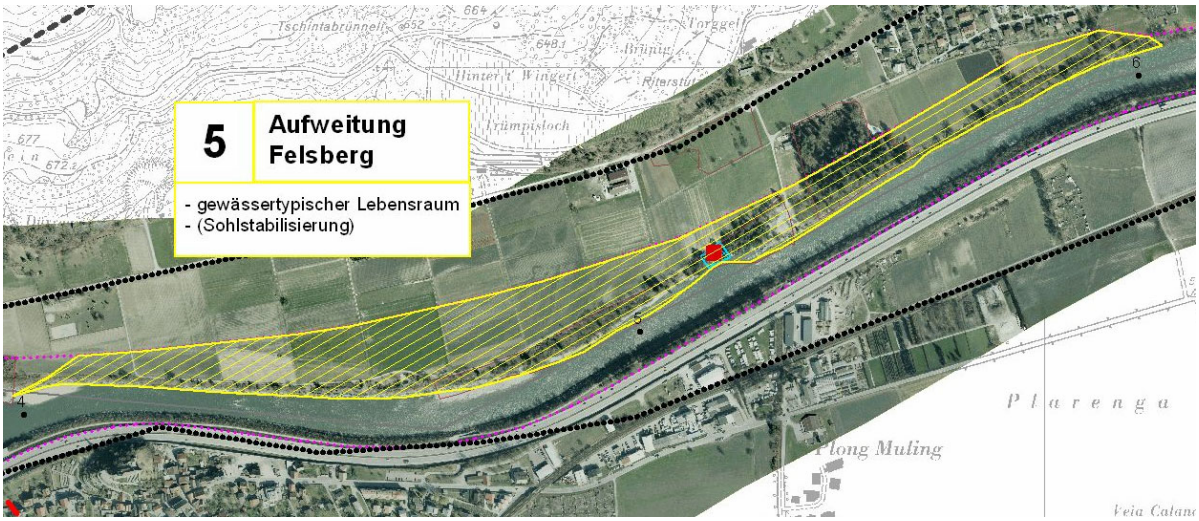
Plan K8 – 2/11, km 4.0 – 6.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Felsberg (GR, linksufrig), Domat/Ems (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Unterhalb der Zentrale des Kraftwerkes Reichenau besteht die Möglichkeit, den Alpenrhein linksufrig bis nach Felsberg zu verbreitern. Die rund 2 km lange und bis maximal 180 m breite Aufweitung liegt vorwiegend im Landwirtschaftsgebiet. Auch der Auwaldstreifen Under Aueli liegt innerhalb des Aufweitungsperimeters. Da der Alpenrhein in diesem Abschnitt in einem vergleichsweise tiefen Einschnitt fliesst, ist wegen der erforderlichen Umlandabsenkung eine temporäre Kiesnutzung denkbar.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐	■	■

Verhinderung Eintiefung

Das obere Ende der Aufweitung Felsberg liegt im Übergangsbereich von Erosion und Auflandung respektive stabile Sohlenlage. Weiter liegt vor allem der untere Teil des Aufweitungsperimeters im Einflussbereich der Schwelle Felsberg, welche das Flussbett stabilisiert. Aus diesen Gründen sind in diesem Abschnitt kaum mehr Eintiefungen zu erwarten. Bei einer Verbreiterung und vor allem bei einem gleichzeitig höheren Geschiebedurchgang durch das Wehr Reichenau ist mit einer Anhebung der Sohlenlage zu rechnen, was auch die Wasserspiegellagen bei der Zentrale Reichenau beeinflussen kann.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Aufweitung kann sich ein gewässertypisches – verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Bei km 5.5 ist der linksufrige, geschützte Auwaldstreifen Under Aueli in die Gestaltung einzubeziehen. Insgesamt entstehen in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung auf 2 km Flusslänge beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung vieler gewässertypischer Lebensgemeinschaften. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Im Bereich der Aufweitung entwickeln sich dynamische Austandorte mit Sand-, Schotterbänken und Auwald. Der durch kommunales Recht geschützte Ulmen-Eschen-Auwaldstreifen Under Aueli bei Felsberg bei km 5.5 wird integriert. Die durch die Massnahme geförderte lokale Entwicklung von geeigneten Amphibienlaichgewässern im Auwaldbereich bedeutet eine Verbesserung der Situation für Amphibien. Entsprechende positive Entwicklungen zum Beispiel für Kiesbrüter konnten bei der nahe gelegenen, bereits bestehenden Aufweitung Felsberg beobachtet werden.

Naherholung

Es sollte eine Verbindung (Fussweg, Fahrweg) entlang der neuen Aufweitungsstrecke am linken Rheinufer erstellt werden, welche mit dem Hinterland vernetzt ist. Ein solcher Fahrweg kann zur Entflechtung der zum Teil intensiven Nutzung der bestehenden Verbindungsstrasse Felsberg – Tamins beitragen. Ein erleichterter Zugang zum Flussbett soll möglichst nahe am Dorf Felsberg angelegt werden. Die Bedürfnisse des nahe gelegenen regionalen Reitsportbetriebs sind zu berücksichtigen.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- geschütztes Auwaldgebiet Under Aeuli bei Felsberg und Aubereiche
- Naherholung (Reitsport) und Uferschutzstreifen
- Wasserkraftnutzung
- bestehende Grundwassernutzung

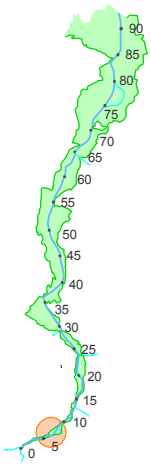
vertiefte Abklärungen

- Materialeignung für Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasserspiegel insbesondere bei der Zentrale Reichenau
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Bedürfnisse Naherholung

Zuteilung Klasse

Obwohl die Aufweitung Felsberg aus Sicht Ökologie bei einem entsprechend reduzierten Schwall eine grosse Bedeutung hat, wird sie der Klasse C zugeordnet. Die Hauptgründe dafür sind, dass im Bereich Hochwasserschutz kein offensichtlicher Handlungsbedarf vorhanden ist und der Hauptteil des erforderlichen Raums landwirtschaftlich genutzt wird. Das Gebiet soll aber mit Hilfe des Gewässerraums langfristig für den Alpenrhein reserviert werden.

Massnahme 6: Aufweitung Waffenplatz, Klasse B



Analyseabschnitt 3, Felsberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.4, Seite 83 – 87

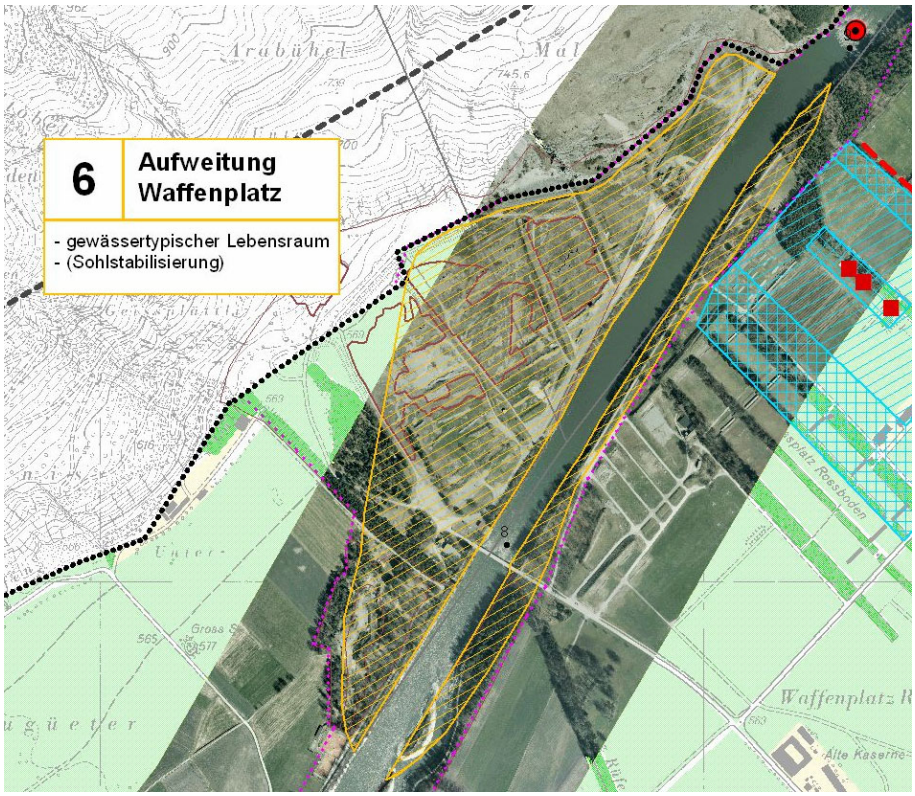
Plan K8 – 2/11, km 7.5 – 8.9

Gemeinden *(Kanton, Land)* Felsberg (GR, linksufrig), Haldenstein (GR, linksufrig), Chur (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Zwischen der bestehenden Aufweitung bei Felsberg und der Blockrampe Waffenplatz besteht die Möglichkeit, den Rhein mehrheitlich am linken Ufer zu verbreitern. Im rund 1.5 km langen und bis zu 350 m breiten Flussraum kann sich wie vor der Korrektion ein verzweigter Flusslauf ausbilden. Wegen der grossen Breite wird sich in Teilen der Aufweitung wie in den Mastrilser Rheinauen ein Auenwald entwickeln. Mit der rund 1.5 km langen Aufweitung würden vor allem Gebiete beansprucht, welche heute die Armee nutzt. Aber auch Wald wäre betroffen. Die Aufweitung kann erst realisiert werden, wenn das Gebiet auf der linken Rheinseite vom Militär nicht mehr genutzt wird.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Verhinderung Eintiefung

Die Aufweitung liegt zwischen zwei Blockrampen. In dieser Zwischenstrecke zeigen die Prognoserechnungen eine stabile Sohlenlage. Aus diesem Grunde trägt ein breiteres Flussbett nur bedingt zu einer Stabilisierung des Flussbettes bei, obwohl mit der Aufweitung das Geschiebetransportvermögen lokal reduziert wird. Mit der Aufweitung wird die Absturzhöhe bei der oberen Blockrampe reduziert.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die breite Aufweitung kann sich ein gewässertypisches – verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Somit finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Die verfügbare Breite erlaubt zudem die Gestaltung eines daran anschliessenden Nebengewässersystems/Auwaldkomplexes, in dem geeignete Habitate für die indifferenten/ruhigwasserliebenden Fischarten entstehen. Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. Dadurch liegen, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Wertigkeit.

Passierbarkeit Rhein

Im unteren Bereich der Aufweitung liegt die Blockrampe Waffenplatz, die für schwimmschwache Fischarten nicht passierbar ist. Im Zuge der Aufweitung soll sie daher abgeflacht und in eine aufgelöste Sohlrampe umgestaltet werden. Dadurch kann die Passierbarkeit für alle vorkommenden Fischarten sichergestellt werden.

terrestrische Ökologie

Im Bereich der Aufweitung können sich dynamische Austandorte mit Sand-, Schotterbänken und Auwald mit der charakteristischen Pflanzen- und Tierwelt entwickeln. Im Bereich Birkenwäldli lassen sich Kleingewässer als Amphibienlaichplätze anlegen.

Bei der Massnahme ist der linksufrige grossflächige, reich strukturierte Magerwiesenbiotopkomplex sowie der Föhren-Trockenwald soweit möglich zu integrieren, da die Entwicklung flusstypischer Lebensräume höher zu bewerten ist als die Erhaltung von Sekundärlebensräumen. Dies gilt auch für den einzigen grösseren, allerdings künstlichen Birkenbestand der Region.

Naherholung

Das Gebiet am rechten Ufer wird von den Bewohnern der Region Chur für Naherholung und Sport (Eissport- und Badeanlage, Reitbetrieb, Schiessstand, Hundesport, Modellfliegerei, Rollerskating, Radfahren) intensiv genutzt. Gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen stellt dieser Bereich für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar. Weiter ist zu erwähnen, dass von einer Gruppe aus Chur Ideen für einen See entwickelt werden.

Bei einem Rhein mit zugänglichen Ufern und erreichbaren Kiesbänken ist zu erwarten, dass die Freizeitaktivitäten auch am Talfluss stark zunehmen werden. Mit einer Besucherlenkung sowie der Einrichtung von Bade- und Grillmöglichkeiten in geeigneten Zonen soll erreicht werden, dass die Freizeitnutzung nur in Teilbereichen der Aufweitung stattfindet.

mögliche Konflikte

- Nutzung Waffenplatz
- Militärbrücke / linksufriger Zugang zu Felsberg und zum Steinbruch, Radwegverbindung
- Naherholung
- Grundwasserschutzzone rechtsufrig
- Projektidee See im Rossboden

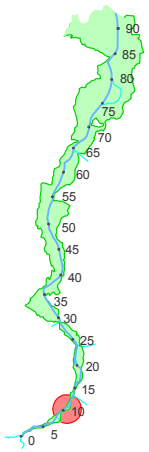
vertiefte Abklärungen

- zukünftiger Bedarf der Militärbrücke
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Wechselwirkung Aufweitung / Blockrampen
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

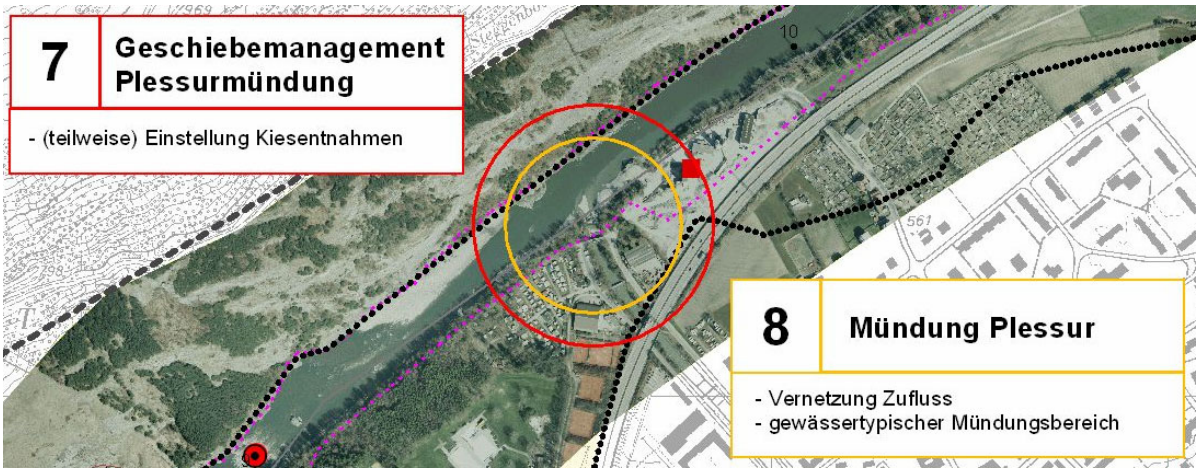
Die Realisierung der Aufweitung wird erst möglich, wenn das Gebiet nicht mehr vom Militär genutzt wird (Klasse B). Derzeit steht die Sicherung des Raumes für spätere Aufweitungen im Vordergrund.

Massnahme 7: Geschiebemanagement Plessurmündung, Klasse A



Analyseabschnitt	4, Churer Rheintal
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.5, Seite 88 – 93
Plan	K8 – 3/11, km 9.6
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Chur (rechtsufrig, GR)
Kurzbeschreibung	Reduktion bis vollständige Einstellung der Kiesentnahmen aus dem Gewässersystem im Bereich der Plessurmündung.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	□	□	■	□	□	■	□

Verhinderung Eintiefung

Durch die Einstellung der Kiesentnahmen verbleibt mehr Geschiebe im Alpenrhein. Dies verringert die Eintiefungstendenz von der Plessurmündung bis mindestens zur Landquartmündung aus. Ein erhöhter Geschiebetransport verstärkt die positive Wirkung von Flussraumaufweitungen auf die Stabilisierung der Sohle.

Erhöhung morphologischer Vielfalt

Durch den erhöhten Geschiebetransport wird in Abschnitten mit ausreichender Bettbreite die Neubildung lockerer Kiesbänke mit grossräumigem Lückenraumsystem gefördert. Dieses ist der Hauptlebensraum der Bodenfauna und stellt Laichplatz und Lebensraum für die Larven der Hauptfischarten am Alpenrhein dar. Ein erhöhter Geschiebeeintrag in die Mastrilser Rheinauen trägt zur Dynamisierung des Auengebietes bei.

terrestrische Ökologie

Von den neuen, lockeren Kiesbänken profitieren auch die gewässertypische Schotter-, Sand- und Schlickpioniervegetation (Kleiner Rohrkolben auf Sandflächen, Deutsche Tamariske, Lavendel- und Reifweide), charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) und die kiesbankbewohnende Vogelfauna (Flussuferläufer, Flussregenpfeifer).

mögliche Konflikte

- Einstellung der gewerblichen Kiesentnahme (Bauwirtschaft, Betreiber Kieswerk, Konzessionsgemeinde)

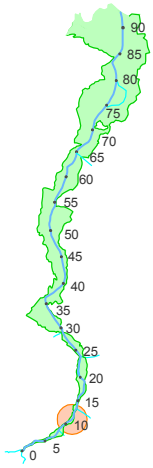
vertiefte Abklärungen

- Alternativen für Kiesgewinnung (z.B. in Zusammenhang mit Flussraumaufweitungen respektive Umlandabsenkungen)
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und Sohlstabilität mit neuen Modellen (fraktionsweiser Geschiebetransport)
- Detaillierte Untersuchung der morphologischen Veränderungen in den Mastrilser Rheinauen (siehe auch Massnahme 13, Sicherung Mastrilser Rheinauen)

Zuteilung Klasse

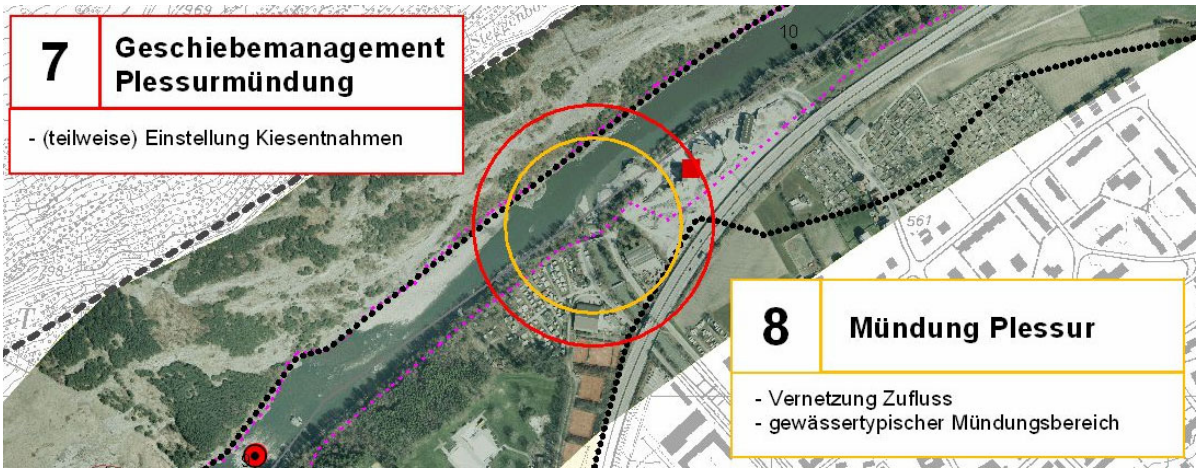
Der Einstellung der Kiesentnahmen bei der Plessurmündung kommt aus flussbaulicher Sicht eine hohe Bedeutung zu. Ein wichtiger Grund ist, dass ein- oder abgetiefte Flüsse in der Regel nur mit sehr grossem Aufwand wieder auf ein höheres Niveau angehoben werden können. Von der Eintiefung betroffen ist die Stabilität der Wuhre und der Brücken Haldenstein und Untervaz. Aufgrund der regulierungsbedingten Einengung des Flussbettes bleibt die positive Wirkung auf die Ökologie derzeit mit Ausnahme der etwas breiteren Strecke bei Oldis und den Mastrilser Rheinauen begrenzt. In Kombination mit den vorgeschlagenen Aufweitungen (Massnahmen 9 bis 13) und der Schwallreduktion wird die Bedeutung der Einstellung der Kiesentnahmen für die Ökologie noch zunehmen. Die Massnahme wird der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 8: Mündung Plessur, Klasse B



Analyseabschnitt	4, Churer Rheintal
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.5, Seite 88 – 93
Plan	K8 – 3/11, km 9.4 – 9.6
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Chur (rechtsufrig, GR)
Kurzbeschreibung	Die Plessurmündung soll naturnah gestaltet werden. Dies dient der verbesserten Vernetzung des Alpenrheins mit der Plessur für nicht schwimmstarke Fische. Im Idealfall kann eine möglichst naturnahe Mündung mit einer kurzen, schmalen Verbreiterung des Rheins flussabwärts der Plessurmündung realisiert werden. Eine grosszügigere Lösung ist nur möglich, wenn Teile des Areals mit der Kiesnutzung beansprucht werden können (siehe auch Massnahme 7).

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	■	■	■

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die schmale Aufweitung flussauf entsteht ein attraktiver Bucht-, Flachwasser- und Kiesbankbereich, der z.B. auch als Rückzugsraum für Fische bei Hochwasser wirkt. Der Mündungsbereich soll als flache aufgelöste Sohlrampe mit lokalen Verbreiterungen auch als Lebensraum aufgewertet werden. Gerade strukturreiche Mündungen weisen als Vernetzungsbereiche eine besonders artenreiche und vielfältige Besiedlung auf.

Vernetzung Zufluss

Durch die flache aufgelöste Sohlrampe wird der Mündungsbereich wieder für alle Fischarten mit dem Alpenrhein vernetzt. Um einen möglichst langen Abschnitt der Plessur mit dem Alpenrhein zu verbinden, sollten die Querbauwerke im Unterlauf der Plessur ebenfalls passierbar umgestaltet werden. Aber auch der Mündungsbereich allein weist bereits eine hohe Attraktivität auf (siehe oben).

terrestrische Ökologie

Durch die Förderung von Pionierstandorten im Mündungsbereich entstehen zusätzliche Lebensräume für die gewässertypische Pflanzen- und Tierwelt (siehe z.B. Massnahme 6). Eine Vernetzung mit dem rechtsufrig angrenzenden Waldstreifen und die Anlage von Amphibienlaichgewässern wären weitere Verbesserungen.

Naherholung

Es sollte die Verbindung der bestehenden Dammwege über die Plessur durch eine attraktive Brücke mit Beobachtungsmöglichkeiten des unmittelbaren Mündungsbereiches der Plessur sichergestellt respektive ergänzt werden. Ziel dieser Massnahme ist, dass der Mündungsbereich möglichst nicht durch Besucher direkt tangiert wird. Der nahe liegende Campingplatz ist in das Wegnetz einzubeziehen.

mögliche Konflikte

- Akzeptanz, da der Mündungsbereich erst kürzlich umgestaltet wurde
- Nutzungskonflikt mit dem Kieswerk (nur im Fall einer grosszügigeren Mündungslösung)
- sehr wenig Raum verfügbar, welcher zudem noch intensiv genutzt wird

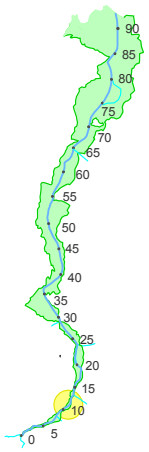
vertiefte Abklärungen

- Raumbedarf/Standort Kieswerk (evtl. teilweise Verlagerung nordostwärts)
- Ausdehnung Gewässerraum in den Bereich des Kieswerkes

Zuteilung Klasse

Trotz der Kleinräumigkeit der Massnahme können Verbesserungen der gewässerökologischen Verhältnisse erreicht werden, die aber ihre volle Wirkung erst mit der Passierbarmachung der Querbauwerke bis zur natürlichen, unpassierbaren Felsschwelle im Bereich des Kegelhalses und Restrukturierung des gesamten Unterlaufes der Plessur entfalten können. Die Massnahme wird der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 9: Aufweitung Haldenstein, Klasse C



Analyseabschnitt 4, Churer Rheintal

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.5, Seite 88 – 93

Plan K8 – 3/11, km 11.1 – 11.9

Gemeinden *(Kanton, Land)* Haldenstein (GR, linksufrig), Chur (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Oberhalb von Haldenstein in der Rheininnenkurve besteht die Möglichkeit, den Alpenrhein linksufrig zu verbreitern. Die rund 800 m lange und bis zu 300 m breite Aufweitung liegt fast ausschliesslich im Landwirtschaftsgebiet. Da der Alpenrhein in diesem Abschnitt in einem vergleichsweise tiefen Einschnitt fliesst, ist wegen der erforderlichen Umlandabsenkung eine temporäre Kiesnutzung denkbar.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*

Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	□	□	■	□	□	■	■

Verhinderung Eintiefung

Mit der Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert, was sich positiv auf die Stabilisierung des Flussbettes auswirkt. Wegen dem vergleichsweise geringen Ausmass der Aufweitung einerseits und dem im Verhältnis zum Geschiebetransportvermögen relativ geringen Geschiebeaufkommen andererseits, wird vor allem lokal eine sohlenstabilisierende Wirkung erwartet. Bei einem erhöhten Geschiebeeintrag wird die sohlenstabilisierende Wirkung verbessert (siehe Massnahme 8).

Erhöhung morphologische Vielfalt

Aufgrund der Breite der vorgesehenen Aufweitung kann neben einem naturnahen Flussbett mit Haupt- und Seitenarmen sowie Kiesbänken lokal auch ein Auwald/Nebengewässerkomplex gestaltet werden, der im oberen Alpenrheintal mit Ausnahme der Mastrilser Rheinauen vollständig fehlt). Dadurch kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln und es liegen, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Trotz der relativ geringen Länge besitzt diese Massnahme daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation aus Alpenschwemmlingen, Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Avifauna wie Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*). Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien.

Naherholung

Die Bewohner von Haldenstein sollen die Aufweitung als Naherholungsraum nutzen können. Allerdings soll die Zugänglichkeit auf den näheren Bereich von Haldenstein begrenzt werden. Der übrige Teil der Aufweitung soll möglichst der Natur überlassen werden.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- Gewässerschutzbereich A_u

vertiefte Abklärungen

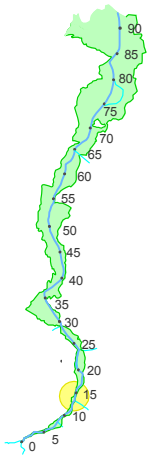
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Materialeignung für Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasserspiegel

- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Haldenstein ist zwar für die Stabilität des Flussbettes, die Ökologie und die Naherholung von Bedeutung. Da die Abmessungen der möglichen Aufweitung und damit die Dynamik geringer ist als in den folgenden Aufweitungen Trimmis (Massnahme 11, Klasse B) und Ziziers (Massnahme 12, Klasse A) wird sie hinter diese beiden zurückgestellt. Weiter wird ein vergleichsweise hohes Konfliktpotential erwartet, weil fast ausschliesslich landwirtschaftlich genutztes Gebiet betroffen ist. Aus diesen Gründen wird diese Aufweitung der Klasse C zugeordnet.

Massnahme 10: Aufweitung Oldis, Klasse C



Analyseabschnitt 4, Churer Rheintal

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.5, Seite 88 – 93

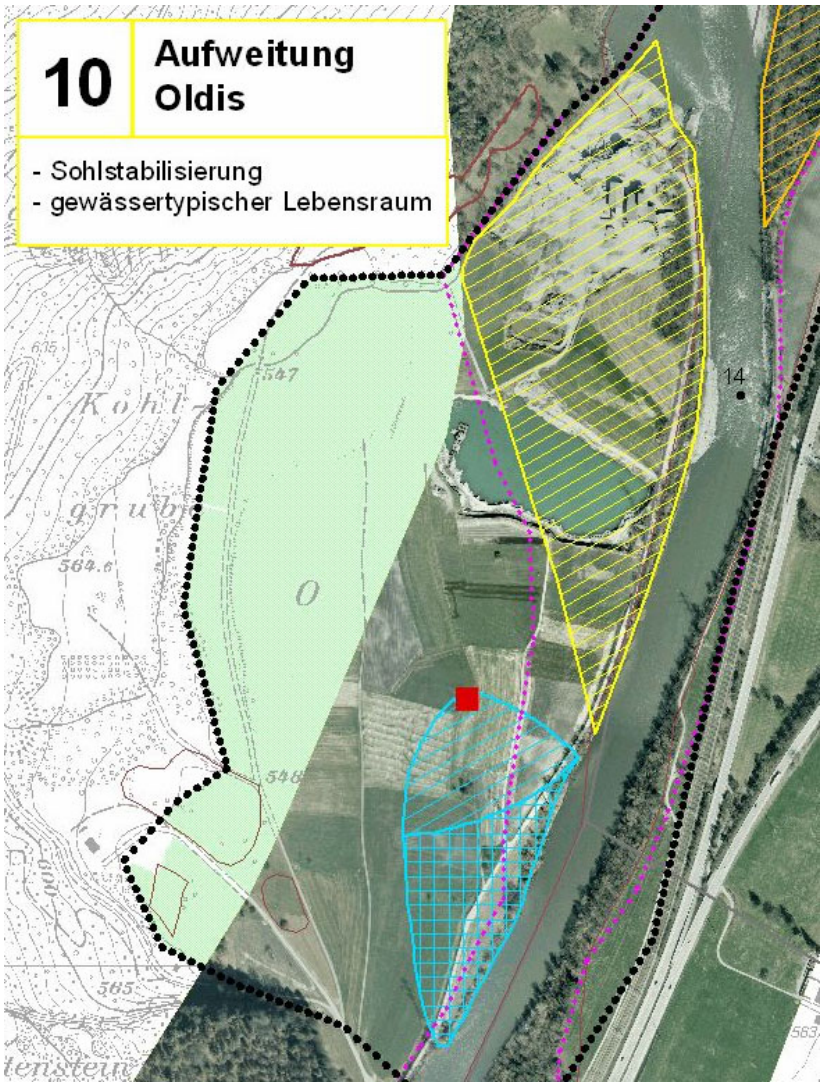
Plan K8 – 3/11, km 13.5 – 14.4

Gemeinden *(Kanton, Land)* Haldenstein (GR, linksufrig), Trimmis (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Unterhalb von Haldenstein, zwischen dem Grundwasserschutzgebiet und dem Bereich, wo der Alpenrhein auf den Calanda prallt, besteht die Möglichkeit, den Alpenrhein am linken Ufer auf einer Länge von rund 900 m um bis zu 250 m aufzuweiten. Im Aufweitungsgebiet befinden sich die Kiesaufbereitungsanlage Oldis und Baggerseen. Auch landwirtschaftlich genutzte Flächen wären betroffen.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Verhinderung Eintiefung

Mit der Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert, was sich positiv auf die Stabilisierung des Flussbettes auswirkt. Wegen dem vergleichsweise geringen Ausmass der Aufweitung einerseits und dem im Verhältnis zum Geschiebetransportvermögen relativ geringen Geschiebeaufkommen andererseits, wird vor allem lokal eine sohlenstabilisierende Wirkung erwartet. Bei einem erhöhten Geschiebeeintrag wird die sohlenstabilisierende Wirkung verbessert (siehe Massnahme 8). Bei der weiteren Planung ist ein besonderes Augenmerk auf den Baggersee zu richten, damit dieser nicht zu einer „Geschiebefalle“ wird und dadurch den Geschiebeeintrag in die folgende Strecke zumindest temporär reduziert, was dort die Eintiefung fördert.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Aufgrund der Breite der vorgesehenen Aufweitung kann neben einem naturnahen Flussbett mit Haupt- und Seitenarmen sowie Kiesbänken vor allem ein breiter Auwald/Nebengewässerkomplex gestaltet werden, der im oberen Alpenrheintal mit Ausnahme der Mastrilser Auen fehlt. Dabei kommt der Einbindung des Baggersees in ein naturnahes Gewässersystem in Abstimmung mit der Naherholung hohe Bedeutung zu. Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln und es liegen, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Trotz der relativ geringen Länge (900 m) besitzt diese Massnahme daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation aus Alpenschwemmlingen, Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Avifauna wie Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*). Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien.

Naherholung

Der südliche Teil sollte der Nutzung betreffend den Freizeitaktivitäten Baden und Wassersport zugänglich gemacht werden. Dabei ist insbesondere der vorhandene Baggersee einzubeziehen. Dagegen sollte der nördliche Teil (entspricht der Hauptfläche) der Natur vorbehalten werden. Durch eine geeignete Besucherlenkung sind hier nur einzelne gezielte Zugänge für die Naturbeobachtung neu zu schaffen.

mögliche Konflikte

- Kiesaufbereitungsanlage
- Landwirtschaft
- Gewässerschutzbereich A_u
- Naherholung und Naturschutz im Bereich des Baggersees sowie dessen Wirkung als „Geschiebefang“

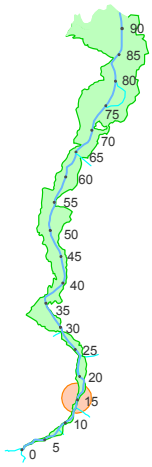
vertiefte Abklärungen

- Materialeignung für Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Oldis ist zwar für die Stabilität des Flussbettes, die Ökologie und die Naherholung von Bedeutung. Da die Abmessungen der möglichen Aufweitung und damit die Dynamik geringer als in den folgenden Aufweitungen Trimmis (Massnahme 11, Klasse B) und Zizers (Massnahme 12, Klasse A) wird sie wie die Aufweitung Haldenstein hinter diese beiden zurückgestellt. Weiter wird ein vergleichsweise hohes Konfliktpotential erwartet, weil landwirtschaftlich genutztes Gebiet und eine bestehende Kiesaufbereitungsanlage betroffen sind. Aus diesen Gründen wird diese Aufweitung der Klasse C zugeordnet.

Massnahme 11: Aufweitung Trimmis, Klasse B



Analyseabschnitt 5, Untervaz

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.6, Seite 94 – 99

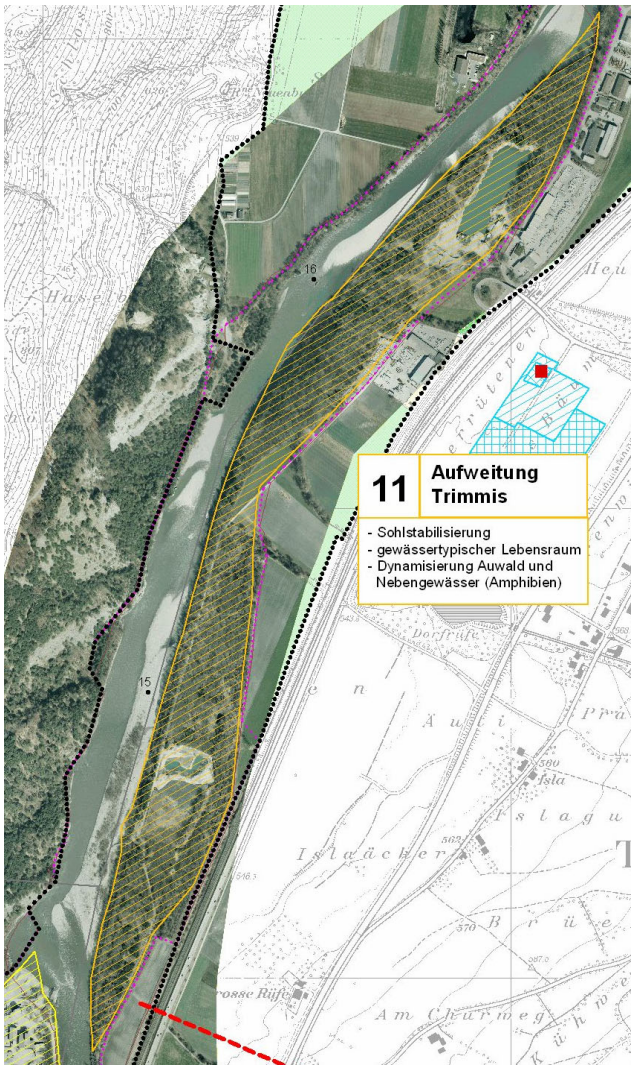
Plan K8 – 3/11, km 14.2 – 16.8

Gemeinden *(Kanton, Land)* Haldenstein (GR, linksufrig), Untervaz (GR, linksufrig), Trimmis (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Auf der Höhe der Gemeinde Trimmis wird der Alpenrhein rechtsufrig auf einer Länge von rund 2.5 km von einem Auenwald begleitet. Entlang dieses Auenwaldes kann der Alpenrhein rechtsufrig mit Terrainabsenkungen verbreitert werden, was zu einer dynamischeren Entwicklung des Auenwaldes und der bestehenden Nebengewässer führt. Im Aufweitungsgebiet befinden sich auch Baggerseen. Eine temporäre Kiesnutzung in Teilgebieten durch Umlandabsenkung ist denkbar.

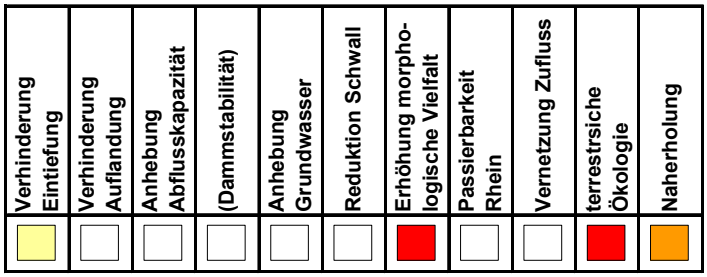
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig



Verhinderung Eintiefung

Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert, was sich positiv auf die Stabilisierung des Flussbettes auswirkt. Das Erosionspotential ist in diesem Abschnitt etwas geringer als oberhalb der Maschänser Rüfi, welche bei km 14 in den Rhein mündet. Aber erst bei Bettbreiten von über 150 bis 180 m kann mit einem Gleichgewichtsgefälle gerechnet werden, das grösser als das aktuelle Gefälle ist. Bei einem erhöhten Geschiebeeintrag wird die sohlenstabilisierende Wirkung verbessert (siehe Massnahme 8). Bei der weiteren Planung ist ein besonderes Augenmerk auf die Baggerseen zu richten, damit diese nicht zu „Geschiebefallen“ werden und dadurch den Geschiebeeintrag in die folgende Strecke zumindest temporär reduzieren, was dort die Eintiefung fördert. Die Umlandabsenkung könnte mit einem temporären Kiesabbau verbunden werden.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Bei einer Aufweitung von über 150 bis 180 m kann sich ein gewässertypisches – verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Die verfügbare Breite erlaubt lokal zudem die Gestaltung eines daran anschliessenden Nebengewässersystems/Auwaldkomplexes, in dem bestehende Nebengewässer integriert und so deren Funktionsfähigkeit langfristig erhalten und verbessert werden kann.

Aufgrund der Grösse (2.4 km) und der Breite der Aufweitung entsteht eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume, die in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung vieler gewässertypischer Lebensgemeinschaften bieten. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation aus Alpenschwemmlingen, Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Avifauna wie

Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*). Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien.

Naherholung

Wie in der Aufweitung Oldis (Massnahme 10) ist auch hier durch eine geeignete Besucherlenkung lediglich ein begrenzter Zugang für Naturbeobachtungen zu schaffen. Der Rest des Ufers sollte möglichst der Natur überlassen werden.

mögliche Konflikte

- km 14.5 bis 15.5 linksufrig ausgedehnte Trockenrasen, einziger Fundort der Sägeschrecke (*Saga pedo*) nördlich der Alpen, rechtsufrig Auwälder
- Naherholung und Naturschutz im Bereich der Baggerseen sowie deren Wirkung als „Geschiebefang“
- Bestehendes Projekt mit Kiesabbau und Renaturierungsmassnahmen zwischen km 15.1 und 16.8
- Gewässerschutzbereich A_u
- Abstimmung Naherholung und Naturschutz im Bereich des Baggersees sowie dessen Wirkung als „Geschiebefang“
- Gasleitung

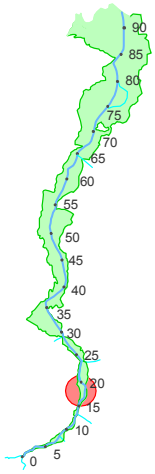
vertiefte Abklärungen

- Materialeignung für Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Abstimmung auf das bestehende Projekt zwischen km 15.1 und 16.8
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Trimmis ist für die Stabilität des Flussbettes, die Ökologie und die Naherholung von Bedeutung und kann auch zur regionalen Kiesversorgung beitragen. Das Konfliktpotential wird als begrenzt eingestuft. Weil aber die Aufweitung Zizers (Massnahme 12) vor der Aufweitung Trimmis realisiert werden soll und zwei nahezu aneinander angrenzende Massnahmen dieser Grössenordnung kaum gleichzeitig realisierbar sind, wird die Aufweitung Trimmis der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 12: Aufweitung Zizers, Klasse A



Analyseabschnitt 5, Untervaz

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.6, Seite 94 – 99

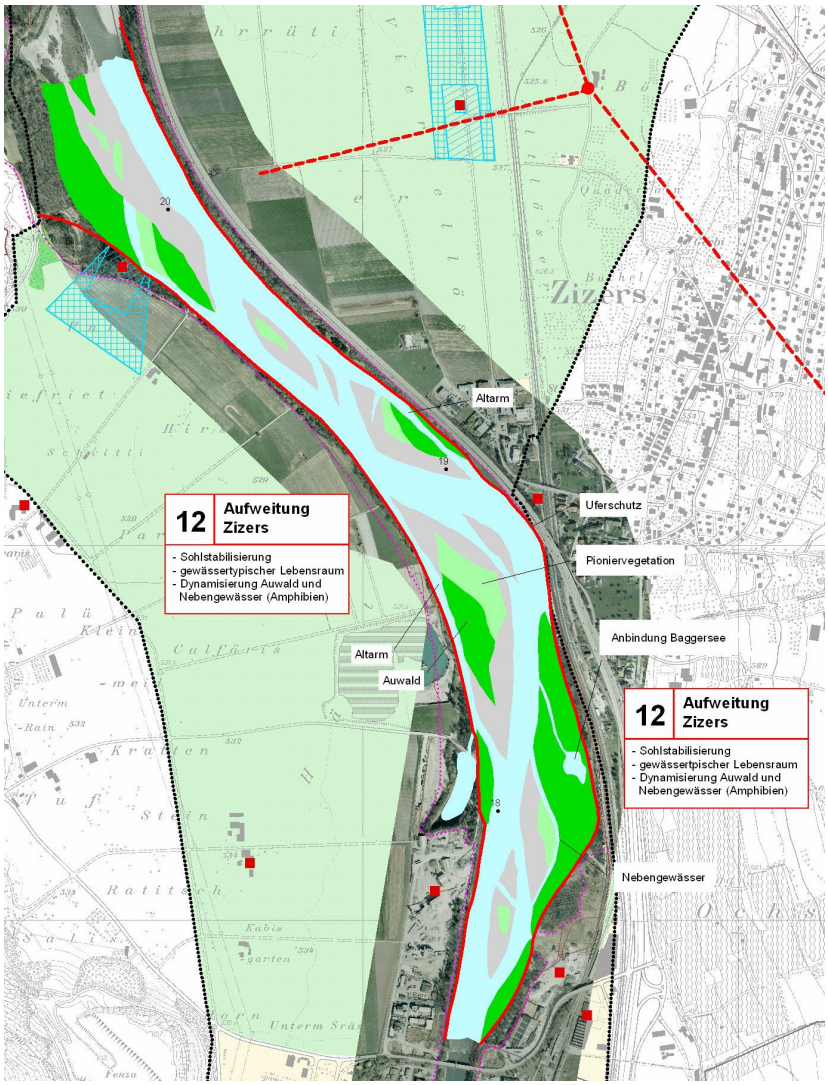
Plan K8 – 4/11, km 17.4 – 20.5

Gemeinden *(Kanton, Land)* Untervaz (GR, linksufrig), Zizers (GR, rechtsufrig)

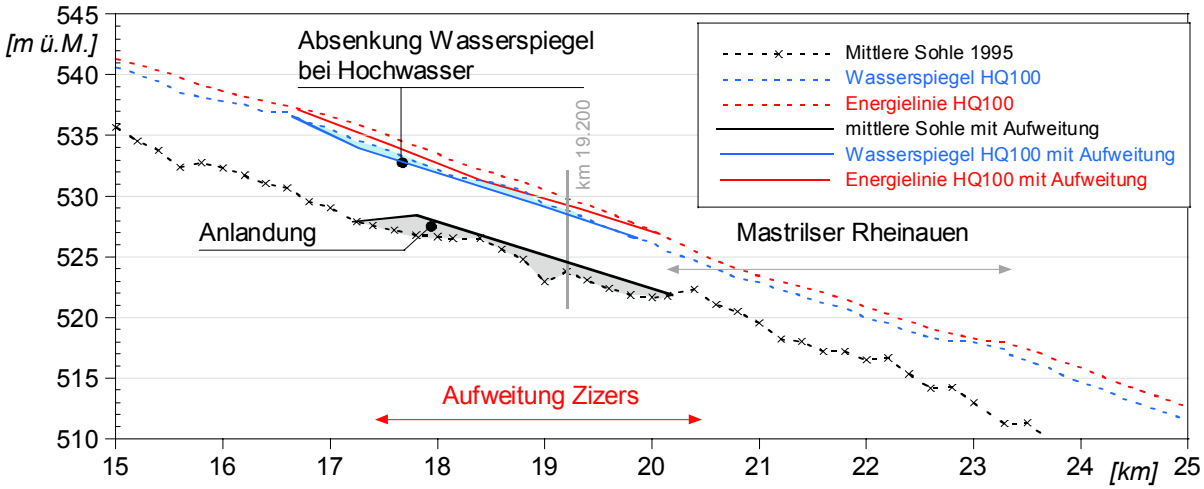
Kurzbeschreibung

Zwischen der Brücke Untervaz und den Mastrilser Rheinauen besteht die Möglichkeit, den Alpenrhein zuerst rechtsufrig und anschliessend linksufrig zu verbreitern. Zusammen mit den Mastrilser Rheinauen entsteht eine fast 6 km lange verzweigte Flussstrecke. Die angrenzenden Auwälder und Nebengewässer sollen mit dem Alpenrhein vernetzt werden, um die Dynamik zu erhöhen. Eine temporäre Kiesnutzung in Teilgebieten durch Umlandabsenkung ist prüfenswert.

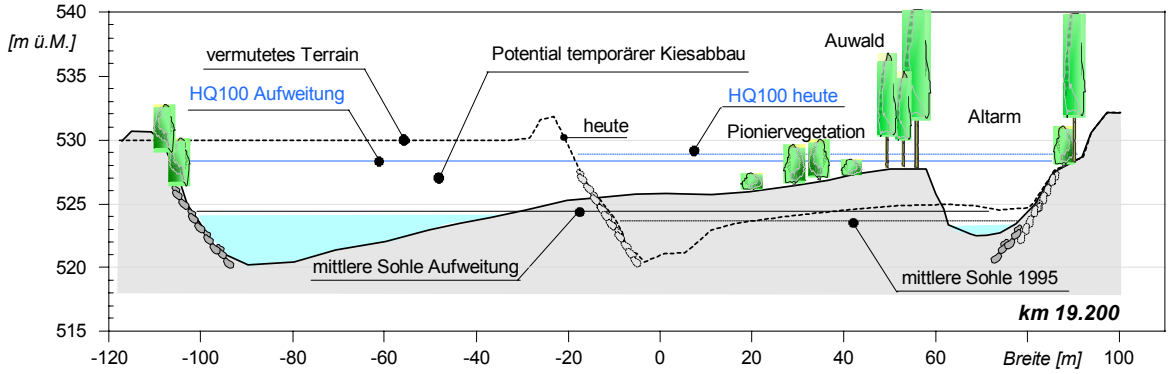
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Längenprofil



Querprofil



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Verhinderung Eintiefung

In der Aufweitung Zizers sind ähnliche Bettbreiten möglich wie in den Mastrilser Rheinauen. Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert, was sich positiv auf die Stabilisierung des Flussbettes auswirkt. Entsprechend wird sich auch die Sohlenlage anpassen. Im Längenprofil und im Querprofil ist diese Anpassung schematisch dargestellt. In der Aufweitung selbst ist je nach Querprofilausbildung mit bis zu 1 - 1.5 m höheren Sohlenlagen zu rechnen als heute. Oberhalb der Aufweitung werden sich aber kaum Anlandungen einstellen. Damit der Geschiebehaushalt

möglichst wenig beeinflusst wird, sollen die Anlandungen nicht dem Fluss überlassen werden, sondern müssen mit dem Bau der Aufweitung realisiert werden.

Bei der weiteren Planung ist ein besonderes Augenmerk auf die Baggerseen zu richten, damit diese nicht zu „Geschiebefallen“ werden und dadurch den Geschiebeeintrag in die folgende Strecke zumindest temporär reduzieren, was dort die Eintiefung fördert. Die Umlandabsenkung kann je nach Materialqualität mit einem temporären Kiesabbau verbunden werden.

Hydraulik

Trotz der höheren Sohlenlage in der Aufweitung wird sich wegen der grösseren Bettbreite bei Hochwasser ein tieferer Wasserspiegel als heute einstellen. Einfache Berechnungen zeigen, dass bei einer Verbreiterung des Flussbettes von 75 m auf 170 m beim HQ_{100} der Wasserspiegel um mehrere Dezimeter sinkt. Hingegen ist mit einem höheren Niederwasserspiegel im Ausmass der Sohlanhebung zu rechnen.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Vor allem im oberen Teil (17.5-18.2) erfolgt aufgrund der angrenzenden bedeutenden Auwald/Amphibienlaichgebiete eine relativ schmale Aufweitung. Hier können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Die Inseln bleiben aber kleinräumig und unbewachsen. Dadurch finden vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Flussab km 18.2 steht wieder Raum für eine breitere Flussbettaufweitung mit grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken und anschliessenden Auwald/Nebengewässerkomplex zur Verfügung.

Wesentlicher Schwerpunkt stellt im oberen Teil die Integration und die Dynamisierung der Nebengewässer/Amphibienlaichgebiete und der Auwälder dar, um ihre Funktionsfähigkeit langfristig zu erhalten bzw. zu verbessern. Hier finden aber auch die strömungsindifferenten und ruhigwasserliebenden aquatischen Lebensgemeinschaften einen geeigneten Lebensraum.

Aufgrund der Länge (3.1 km) und der Breite der Aufweitung entsteht eine Vielzahl charakteristischer Strukturen, die, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung vieler gewässertypischer Lebensgemeinschaften bieten. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation aus Alpenschwemmlingen, Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten

geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Avifauna wie Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*). Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Mit der Vernetzung der angrenzenden Hart- und Weichholzau (Naturschutzgebiet) kann dort die Dynamik erhöht werden und das jetzt schon bedeutende Amphibienlaichgebiet (Zizerser Gumpen, Oberau) zusätzlich aufgewertet werden.

Naherholung

Die vorhandenen Baggerseen sollten wenn möglich rekultiviert und für die Naherholung (Bade- und Wassersport) erschlossen werden. Im Bereich Zizers Süd ist bereits ein regionaler Badestrand am Rhein vorhanden, welcher in die Gesamtplanung integriert werden sollte. Durch eine geeignete Besucherlenkung ist lediglich ein begrenzter Zugang ans Rheinufer für Naturbeobachtungen und Naherholung zu schaffen. Der Rest des Ufers sollte möglichst der Natur überlassen werden.

mögliche Konflikte

- bestehendes Amphibienlaichgebiet und vorhandene (Au)Wälder (Naturschutzgebiet)
- Gewässerschutzbereich A_u
- Abgrenzung / Besucherlenkung Naherholung / Naturschutz
- Ölpipeline, Gasleitung

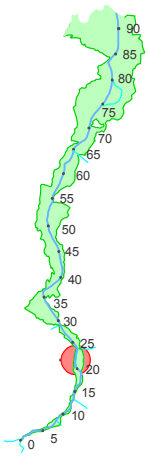
vertiefte Abklärungen

- Materialeignung für Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Integration bestehender Amphibienlaichgebiete/Auwälder
- Ölpipeline
- Grundwassernutzung, Schutzzone PW Unteräuli

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Zizers ist für die Stabilität des Flussbettes, die Ökologie und die Naherholung von Bedeutung und kann auch zur regionalen Kiesversorgung beitragen. Das Konfliktpotential wird als begrenzt eingestuft. Aus diesen Gründen und weil sich mit der Aufweitung Zizers zusammen mit den Mastrilser Rheinauen ein rund 6 km langer verzweigter Flussabschnitt mit Auenwäldern ausbilden kann, wird diese Massnahme der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 13: Sicherung Mastrilser Rheinauen, Klasse A



Analyseabschnitt 6, Mastrilser Rheinauen

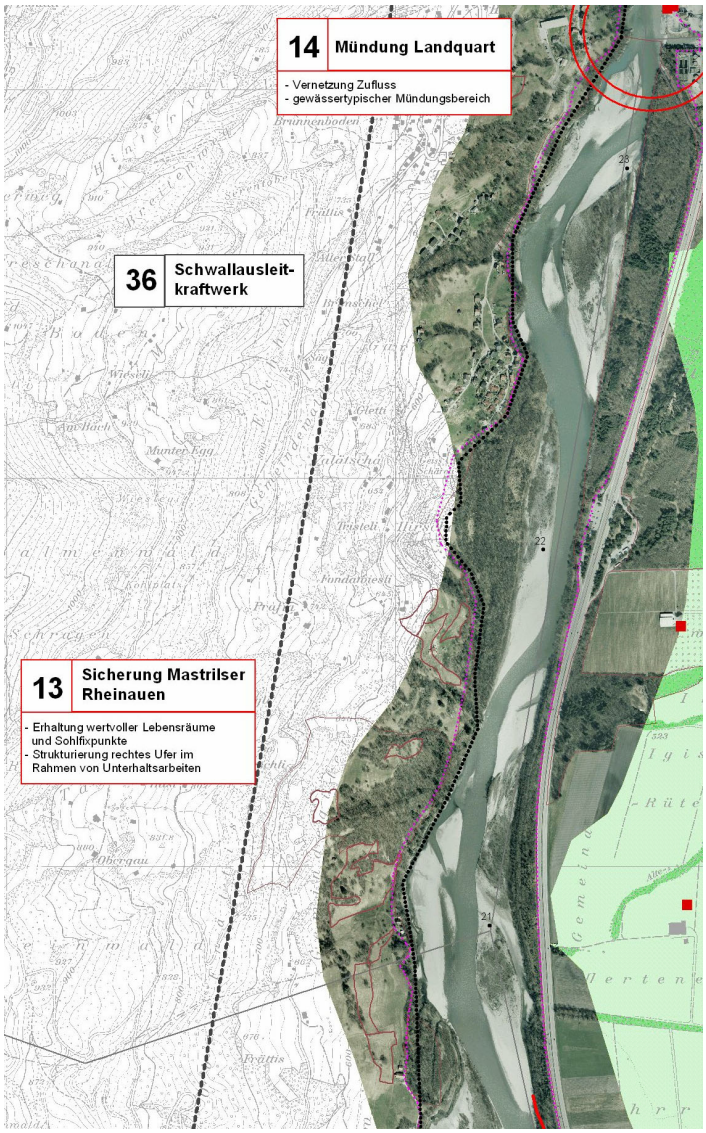
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.7, Seite 100 – 105

Plan K8 – 4/11, km 20.1 – 23.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Untervaz (GR, linksufrig), Mastrils (GR, linksufrig), Zizers (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Der aktuelle Raum, welcher der Alpenrhein in den Mastrilser Rheinauen beanspruchen kann, muss erhalten bleiben. Oberhalb der Landquartmündung wird das Gebiet zwischen dem Alpenrhein und der Autobahn als Gewässerraum ausgeschieden, damit die Option auf eine rechtsufrige Verbreiterung langfristig gesichert wird.

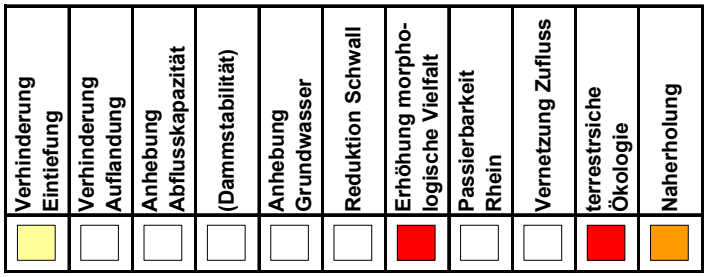
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig



Verhinderung Eintiefung

Die Mastrilser Rheinauen werden in den bisherigen Studien als Fixpunkt im Längenprofil des Alpenrheins betrachtet. In der Periode von 1974 bis 1988 wird eine Auflandung der mittleren Sohle von über 0.5 m angegeben und in der folgenden Periode bis 1995 eine stabile bis eine sich leicht eintiefende Sohlenlage. In der Berechnung der mittleren Sohle werden jeweils das gesamte Flussbett (wasserführende Rinnen, Kiesbänke mit und ohne Vegetation) berücksichtigt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die wasserführenden Rinnen eintiefen und sich die bewachsenen Inseln durch Schwebstoffablagerungen anwachsen. Hinweise dafür sind die zunehmende Vegetation aber auch der Umstand, dass das aktuelle Gefälle über dem theoretischen Gleichgewichtsgefälle liegt. Um der vermuteten Eintiefung der wasserführenden Rinnen entgegenzuwirken, muss der Geschiebetransport erhöht werden, was durch eine Reduktion/Einstellung der Kiesentnahmen bei der Plessurmündung (Massnahme 7) und Geschiebezugabe von Rückhalteeinrichtungen (z.B. Maschänser Rüfi) erreicht werden kann.

Erhöhung morphologischer Vielfalt

Sicherung der derzeitig einzigen naturnahen Strecke im Alpenrhein mit der langfristigen Option weiterer rechtsufriger Aufweitungen und Integration des derzeit abgetrennten hochliegenden Auwaldrestes bis zur Autobahn im flussabwärtigen Teil.

terrestrische Ökologie

Die Massnahme sichert den wertvollsten Aubereich am Alpenrhein und bietet Potenzial für weitere ökologische Aufwertungen. Gleichzeitig erfüllen die Mastrilser Rheinauen die Funktion eines Ausbreitungszentrums zur Wiederbesiedlung von künftigen Austandorten flussab.

Naherholung

Es ist eine Besucherlenkung ausserhalb des naturnahen Flussraumes vorzusehen mit einzelnen Beobachtungsplattformen (linkes Ufer hauptsächlich von Süden erschliessen, rechtes Ufer hauptsächlich von Norden). Dadurch soll der Schutz der weitestgehend noch unberührten Flussstrecke gewährleistet werden.

Östlich der Strecke befindet sich im Siedlungsgebiet von Landquart eine grosse multifunktionale Sportanlage von regionaler Bedeutung.

mögliche Konflikte

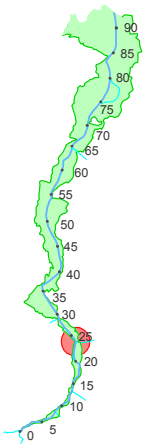
- Naherholung / Naturschutz
- Einstellung der gewerblichen Kiesentnahme bei der Plessurmündung (Bauwirtschaft, Betreiber Kieswerk, Konzessionsgemeinde)

vertiefte Abklärungen

- Bisherige morphologische Entwicklung der Mastrilser Rheinauen auf Stufe Querprofil (Vegetationszunahme, Massenbilanzen der wasserführenden Teilgerinne und in Bereichen mit Vegetation), unter Berücksichtigung der Hochwasseraktivität und der früheren Kiesentnahmen direkt aus den Auen. Idealerweise sollten die in Kürze stattfindenden Querprofilaufnahmen in die Untersuchung miteinbezogen werden.

Zuteilung Klasse

Die Sicherung der Mastrilser Rheinauen hat sowohl flussbaulich als auch ökologisch eine hohe Bedeutung. Die Massnahme 13 wird deshalb der Klasse A zugeordnet. Das Verständnis und die Quantifizierung der Prozesse in den Mastrilser Rheinauen sind für das gesamte Entwicklungskonzept von zentraler Bedeutung, weil die Mastrilser Rheinauen **die** Referenzstrecke für alle Aufweitungsmassnahmen am Alpenrhein ist.



Massnahme 14: Mündung Landquart, Klasse A

Analyseabschnitt 7, Bündner Herrschaft

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112

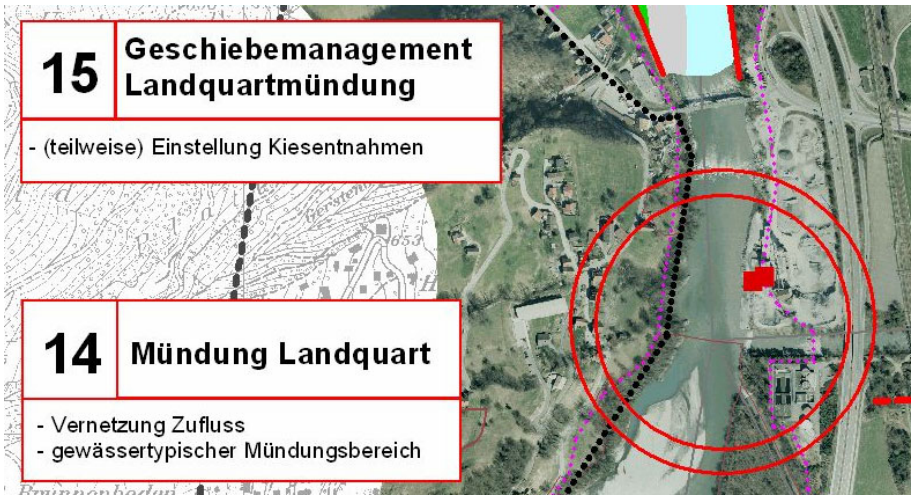
Plan K8 – 5/11, km 23.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Mastrils (GR, linksufrig), Maienfeld (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Die Landquartmündung soll naturnah gestaltet werden. Dies dient der verbesserten Vernetzung des Alpenrheins mit der Landquart. Im Idealfall kann eine möglichst naturnahe Mündung mit einer kurzen, schmalen Verbreiterung des Rheins im Bereich der Landquartmündung realisiert werden. Eine solche Lösung ist nur möglich, wenn Teile des Areals mit der Kiesnutzung beansprucht werden können (siehe auch Massnahme 15). Zu prüfen ist, ob der Mühlebach in eine naturnahe Mündungslösung für die Landquart integriert werden kann.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐

Erhöhung morphologische Vielfalt

Der Mündungsbereich soll als flache aufgelöste Sohlrampe mit lokalen Verbreiterungen auch als Lebensraum aufgewertet werden, der z.B. auch als Rückzugsraum für Fische bei Hochwasser wirkt. Gerade strukturreiche Mündungen weisen als Vernetzungsbereiche eine besonders artenreiche

und vielfältige Besiedlung auf. Weitergehende Aufweitungen sind aufgrund des begrenzten Raumes nicht möglich.

Vernetzung Zufluss

Durch die flache aufgelöste Sohlrampe wird der Mündungsbereich wieder für alle Fischarten mit dem Alpenrhein vernetzt. Gegenwärtig laufen bereits Planungen, den Unterlauf der Landquart zu revitalisieren und die Querbauwerke passierbar umzugestalten. Dadurch könnte der strukturreiche Mittel- und Oberlauf der Landquart wieder mit dem Alpenrhein verbunden werden, der früher wesentliche Bedeutung für die Fischfauna des Alpenrheins besass. Aus Sicht der Gewässerökologie kommt daher der Passierbarkeit der Landquartmündung insbesondere auch aufgrund der Schwallproblematik im Alpenrhein hohe Priorität zu.

terrestrische Ökologie

Lokale Verbreiterungen schaffen kleinräumige Pionierstandorte, welche als Trittsteinbiotope für seltene Arten (z.B. Kleiner Rohrkolben) von Bedeutung sein können.

mögliche Konflikte

- Nutzungskonflikt mit dem Kieswerk (nur bei einer grosszügigeren Mündungslösung)
- Einleitung Wasser der Abwasserreinigungsanlage (ARA)

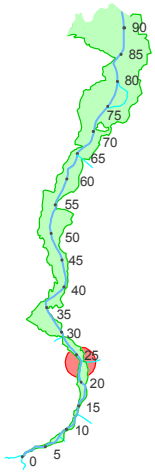
vertiefte Abklärungen

- Raumbedarf/Standort Kieswerk (evtl. teilweise Verlagerung)
- Abgleichung mit Renaturierungsprojekt Landquart
- Einbindung Mühlebach in Mündungsbereich Landquart
- Ausdehnung Gewässerraum in den Bereich des Kieswerkes

Zuteilung Klasse

Trotz der Kleinräumigkeit der Massnahme können sehr bedeutsame Verbesserungen der gewässerökologischen Verhältnisse erreicht werden. Die volle Wirkung der Massnahme wird sich aber erst mit der Passierbarmachung und Restrukturierung der Landquart bis in den Bereich Grüsch einstellen. Entsprechende Projekte sind bereits in Planung. Die Massnahme wird der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 15: Geschiebemanagement Landquartmündung, Klasse A



Analyseabschnitt 7, Bündner Herrschaft

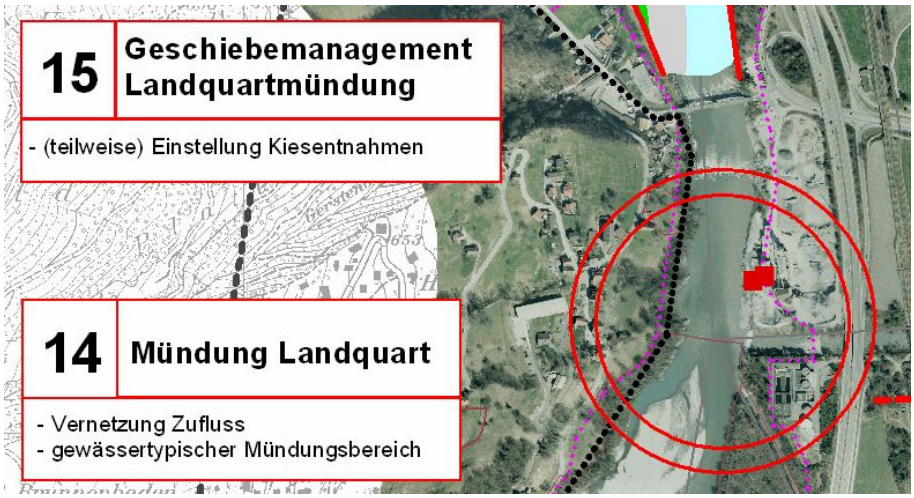
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112

Plan K8 – 5/11, km 23.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Mastrils (GR, linksufrig), Maienfeld (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Reduktion bis vollständige Einstellung der Kiesentnahmen aus dem Gewässersystem im Bereich der Landquartmündung.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	□	□	■	□	□	■	□

Verhinderung Eintiefung Durch die Einstellung der Kiesentnahmen verbleibt mehr Geschiebe im Alpenrhein. Dies wirkt sich positiv auf die Stabilisierung der Rheinsohle von der Landquartmündung bis in den Bereich Buchs aus. Ein erhöhter Geschiebetransport verstärkt die positive Wirkung von Flussraumaufweitungen auf die Stabilisierung der Sohle.

Erhöhung morphologischer Vielfalt Durch den erhöhten Geschiebetransport wird in Abschnitten mit ausreichender Bettbreite die Neubildung lockerer Kiesbänke mit grossräumigem Lückenraumsystem gefördert. Dieses ist der Hauptlebensraum der Boden-

fauna und stellt Laichplatz und Lebensraum für die Larven der Hauptfischarten am Alpenrhein dar.

terrestrische Ökologie

Von den neuen, lockeren Kiesbänken profitieren auch die gewässertypische Schotter-, Sand- und Schlickpioniervegetation (Kleiner Rohrkolben auf Sandflächen, Deutsche Tamariske, Lavendel- und Reifweide), charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) und die kiesbankbewohnende Vogelfauna (Flussuferläufer, Flussregenpfeifer).

mögliche Konflikte

- Einstellung der gewerblichen Kiesentnahme (Bauwirtschaft, Betreiber Kieswerk, Konzessionsgemeinde)

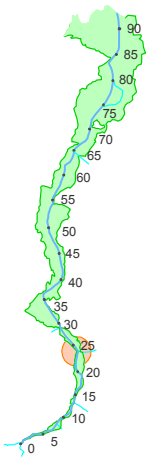
vertiefte Abklärungen

- Alternativen für Kiesgewinnung (z.B. in Zusammenhang mit Flussraumaufweitungen respektive Umlandabsenkungen, z. B. Massnahme 18)
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und die Sohlstabilität mit neuen Modellen (fraktionsweiser Geschiebetransport)

Zuteilung Klasse

Der Einstellung der Kiesentnahmen bei der Landquartmündung kommt aus flussbaulicher Sicht eine hohe Bedeutung zu. Ein wichtiger Grund ist, dass ein- oder abgetiefte Flüsse in der Regel nur mit sehr grossem Aufwand wieder auf ein höheres Niveau angehoben werden können. Von der Eintiefung betroffen ist die Stabilität der Wuhre und von Brücken. Aufgrund der regulierungsbedingten Einengung des Flussbettes bleibt die positive Wirkung auf die Ökologie derzeit sehr begrenzt. In Kombination mit den vorgeschlagenen Aufweitungen (Massnahmen 18, 20, 22, 24, 26) und der Schwallreduktion wird die Bedeutung der Einstellung der Kiesentnahmen für die Ökologie stark zunehmen. Die Massnahme wird der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 16: Schwalldämpfung Landquart, Klasse B



Analyseabschnitt 7, Bündner Herrschaft

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112

Plan K8 – 5/11, km 23.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Einzugsgebiet Landquart (GR)

Kurzbeschreibung

Der täglich auftretende Schwall in der Landquart, welcher durch die bedarfsorientierte Energieproduktion im Einzugsgebiet verursacht wird, soll reduziert werden. Im Vordergrund steht eine Schwallreduktion im Bereich der Wasserrückgabe in die Landquart (Küblis), also ausserhalb des Projektperimeters. Der minimale Abfluss in Küblis wurde im Jahre 2004 auf 2 m^3/s festgelegt. An der Landquart sind zwischen Schiers und der Mündung in den Alpenrhein verschiedene Massnahmen (Hochwasserschutz in Kombination mit Renaturierungen) geplant, welche die Kraftwerksgesellschaft mitfinanziert.

Lage

Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird eine Massnahme zur Schwalldämpfung ausserhalb des Projektperimeters liegen.

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐	☐	■	☐

Reduktion Schwall Gewässerökologie

Die Reduktion des Schwalls stellt eines der wesentlichsten gewässerökologischen Ziele dar. Der Abflussschwall in der Landquart hat zwar nur geringen Einfluss auf jenen im Alpenrhein. Aufgrund der Grösse des Schwalles im Alpenrhein muss aber jede Möglichkeit der Dämpfung genutzt werden, um insgesamt eine ausreichende Schwallreduktion zu erzielen.

Trübung der Landquart

Die Landquart kann auch bei Niederwasser im Winter erhebliche Feinstoffmengen in den Alpenrhein eintragen. Diese Feinstoffmengen erhöhen die Trübung im Alpenrhein, was die Auswirkungen des Abflussschwalles verstärkt. Aus diesem Grunde soll geprüft werden, ob die Trübung der Landquart im Winter mit geeigneten Massnahmen reduziert werden kann.

terrestrische Ökologie

Durch die Reduktion des Schwalls werden die Lebensraumverhältnisse auf den Schotterbänken für die gewässertypische Pioniervegetation einschliesslich der gefährdeten Arten (z.B. Kleiner Rohrkolben, Deutsche Tamariske), für die kiesbankbewohnende Vogelwelt (z.B. Flussuferläufer, Flussregenpfeifer) sowie für charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden, z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) in den Abschnitten flussab verbessert.

mögliche Konflikte

- bestehende Rechte der betroffenen Kraftwerke (teurere Produktion, zusätzliche Investitionskosten, energiewirtschaftliche Abwertung der Wasserkraft zum Beispiel wegen reduzierter Konkurrenzfähigkeit zum Strom aus thermischen Kraftwerken)
- Produktionsausfälle und Ausfälle von Leistungen an die öffentliche Hand
- Raum und Finanzierung für allfällig notwendige Schwalldämpfungsbecken
- Änderung im Landschaftsbild
- Beeinträchtigung der Naherholung aufgrund der täglichen Wasserspiegelschwankungen in Schwalldämpfungsbecken

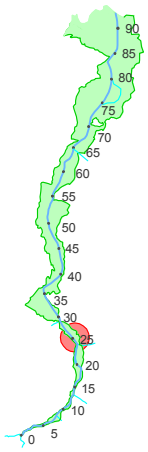
vertiefte Abklärungen

- Art und Umfang der Schwalldämpfung im Einzugsgebiet der Landquart
- Möglichkeiten zur Verringerung des Feinstoffeintrages in den Alpenrhein bei Niederwasser im Winter

Zuteilung Klasse

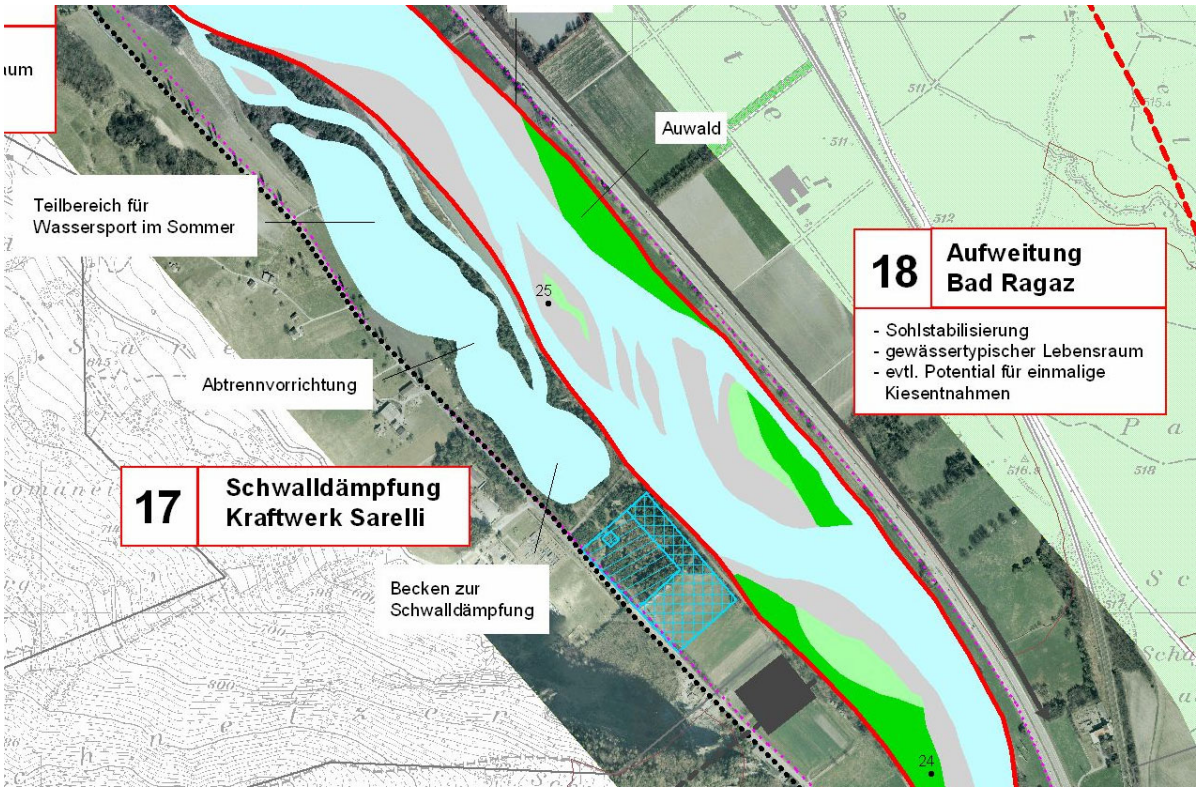
Aus ökologischer Sicht ist eine Schwallreduktion oberhalb der Wasserrückgabe in die Landquart ideal und nicht erst am Alpenrhein. Durch die Reduktion des Feinsedimenteintrages im Winter könnten zudem die Beeinträchtigungen durch den Abflusschwall im Alpenrhein beträchtlich reduziert werden. Da der Schwall für die Ökologie am gesamten Alpenrhein eine Schlüsselgrösse ist, wird diese Massnahme trotz des für den Alpenrhein relativ begrenzten Schwallbeitrages aus der Landquart der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 17: Schwalldämpfung Kraftwerk Sarelli, Klasse A



Analyseabschnitt	7, Bündner Herrschaft
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112
Plan	K8 – 5/11, km 24.73
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Bad Ragaz (linksufrig, SG)
Kurzbeschreibung	Das Kraftwerk Sarelli, in welchem das Wasser aus dem Taminaeinzugsgebiet genutzt wird, leitet das Turbinenwasser direkt in den Rhein. Der ebenfalls schwallartig auftretende Abfluss soll zusammen mit dem Wasser aus dem untersuchten Ausleitkraftwerk Reichenau - Mastrils in einem Ausgleichsbecken gedämpft werden, welches im Wald zwischen der Kantonsstrasse und dem Alpenrhein liegt. Allenfalls kann das Ausgleichsbecken mehrfach genutzt werden. Im Winter, wo der Schwall am schädlichsten ist, soll es vorwiegend der Schwalldämpfung dienen. Im Sommer kann das Becken allenfalls für den Wassersport genutzt werden. Dieses Schwalldämpfungsbecken kann mit den Massnahmen 18 und 36 kombiniert werden.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
□	□	□	□	□	■	□	□	□	■	■

Reduktion Schwall Gewässerökologie

Die Schwalldämpfung stellt eines der wesentlichsten gewässerökologischen Ziele dar. Der Abflussschwall aus dem KW Sarelli verstärkt den Schwall im Alpenrhein zusätzlich. Entsprechende Massnahmen zur Dämpfung besitzen daher höchste Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Durch die Schwalldämpfung werden die Lebensraumverhältnisse auf den Schotterbänken für die gewässertypische Pioniervegetation einschliesslich der gefährdeten Arten (z.B. Kleiner Rohrkolben, Deutsche Tamariske), für die kiesbankbewohnende Vogelwelt (z.B. Flussuferläufer, Flussregenpfeifer) sowie für charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden, z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) in den Abschnitten flussab verbessert.

Naherholung

Im mittleren Rheintal gibt es keine grösseren Wasserflächen, welche für den Wassersport genutzt werden können. Eine Mehrfachnutzung eines Schwallausgleichsbeckens steigert die Attraktivität nicht nur für die Bewohner des mittleren Rheintals, sondern auch für den Tourismus.

mögliche Konflikte

- Änderung der bestehenden Rechte des Kraftwerkes (teurere Produktion, zusätzliche Investitionen, energiewirtschaftliche Abwertung der Wasserkraft zum Beispiel wegen reduzierter Konkurrenzfähigkeit zum Strom aus thermischen Kraftwerken)
- Produktionsausfälle und Ausfälle von Leistungen an die öffentliche Hand
- Raum und Finanzierung für Schwalldämpfungsbecken
- Landwirtschaft
- Änderung im Landschaftsbild
- ökologisch wertvoller Föhrenwald
- Beeinträchtigung der Naherholung aufgrund der täglichen Wasserspiegelschwankungen in den Schwalldämpfungsbecken
- Gewässerschutzbereich Au und Schutzzone PW Sarelli

vertiefte Abklärungen

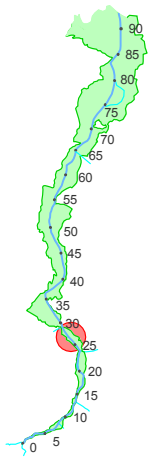
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Ausbildung und Realisierung Ausgleichsbecken
- Auswirkungen auf den Schwall und die Energieproduktion
- Notwendigkeit von Anpassungen an der bestehenden Anlage
- Mehrfachnutzung inkl. Bedürfnis für Wassersportmöglichkeiten

- Kombination mit der Aufweitung Bad Ragaz
- Kombination mit dem Schwallausleitungskraftwerk Ems-Mastrils

Zuteilung Klasse

Aus ökologischer Sicht ist eine Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe in den Alpenrhein ideal. Da der Schwall für die Ökologie am gesamten Alpenrhein eine Schlüsselgrösse ist, wird diese Massnahme der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 18: Aufweitung Bad Ragaz, Klasse A



Analyseabschnitt	7, Bündner Herrschaft
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112
Plan	K8 – 5/11, km 23.8 – 28.6
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Mastrils (GR, linksufrig), Bad Ragaz (SG, linksufrig), Maienfeld (GR, rechtsufrig)

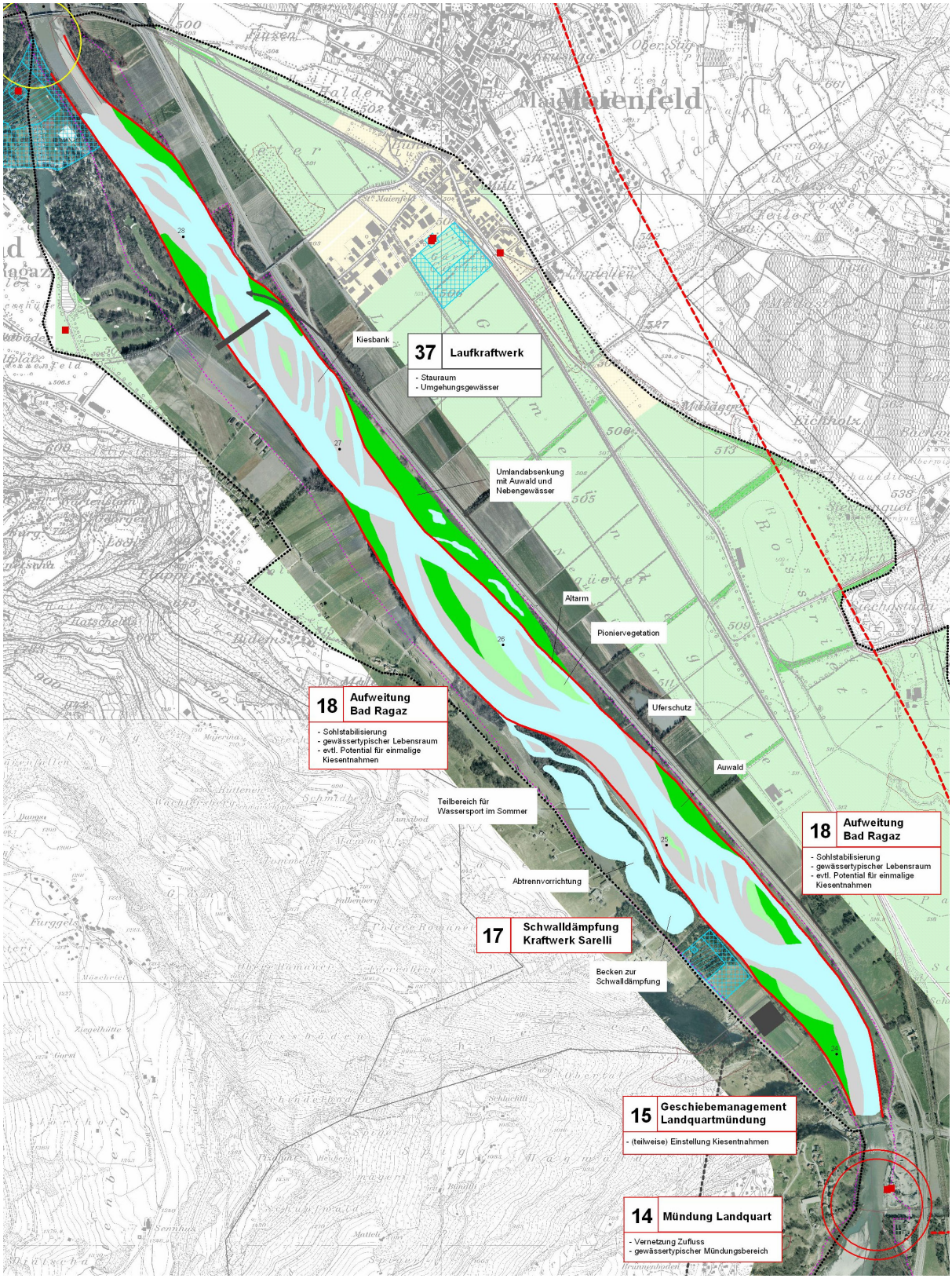
Kurzbeschreibung

Von der Tardisbrücke unterhalb von Landquart bis nach Bad Ragaz kann der Alpenrhein beidseitig verbreitert werden. In Teilabschnitten sind Bettbreiten über 200 m möglich. Die bereits bestehenden Amphibienlaichgebiete sollen in das neu entstehende Nebengewässer-/Auwaldsystem integriert werden. Dies kann erreicht werden, indem das Umland so abgesenkt wird, dass es bei Hochwasser überflutet werden kann. Mit diesen Massnahmen wird das Geschiebetransportvermögen reduziert und damit dem Erosionstrend entgegengewirkt. Je nach Geologie und Ausbildung der Aufweitung ist ein Kiesabbau denkbar. Die Kiesentnahmen an der Landquartmündung sind auf die Abmessungen der Aufweitung abzustimmen. Bei der Zentrale Sarelli im oberen Teil der Aufweitung ist ein Becken zur Schwalldämpfung angeordnet (siehe auch Massnahme 17 und Massnahme 36). Ein Teil des Ausgleichsbeckens kann allenfalls abgetrennt werden, so dass dieser im Sommer für Wassersport verfügbar ist. Das Wasser aus dem Ausgleichsbecken wird über ein naturnahes Gerinne in die Aufweitung eingespeist.

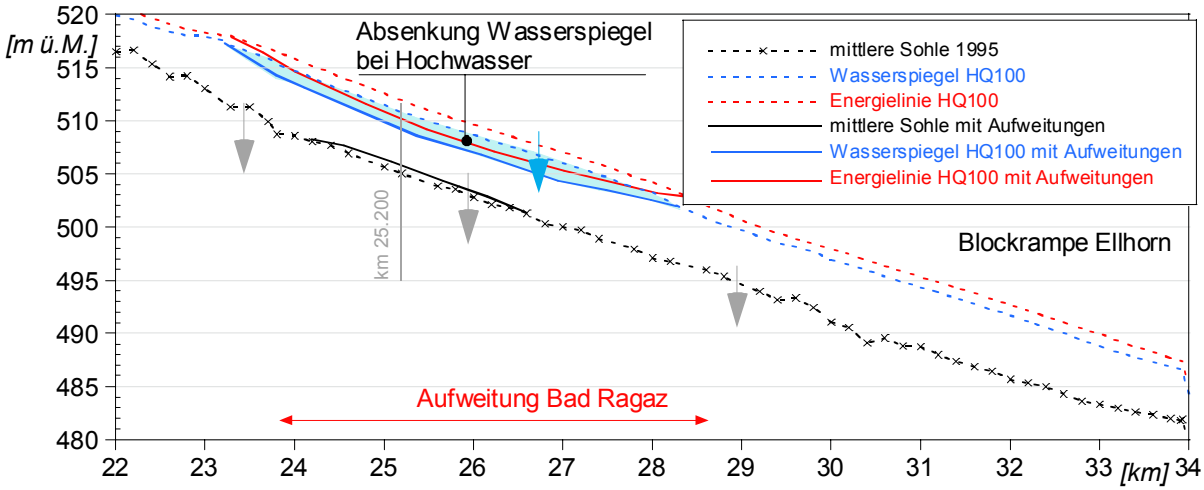
Zwischen dem Alpenrhein und der Autobahn gibt es mehrere Starkstromleitungen. Sie kommen teilweise in den Bereich mit der Umlandabsenkung zu liegen, welcher bei Hochwasser überflutet wird oder gar in das eigentliche Flussbett. Entsprechend muss die Fundierung der Masten angepasst werden.

Das folgende Längen- und Querprofil zeigen die Verhältnisse bei einer Verbreiterung des Flussbettes auf bis zu 200 m und gleich bleibenden Kiesentnahmen.

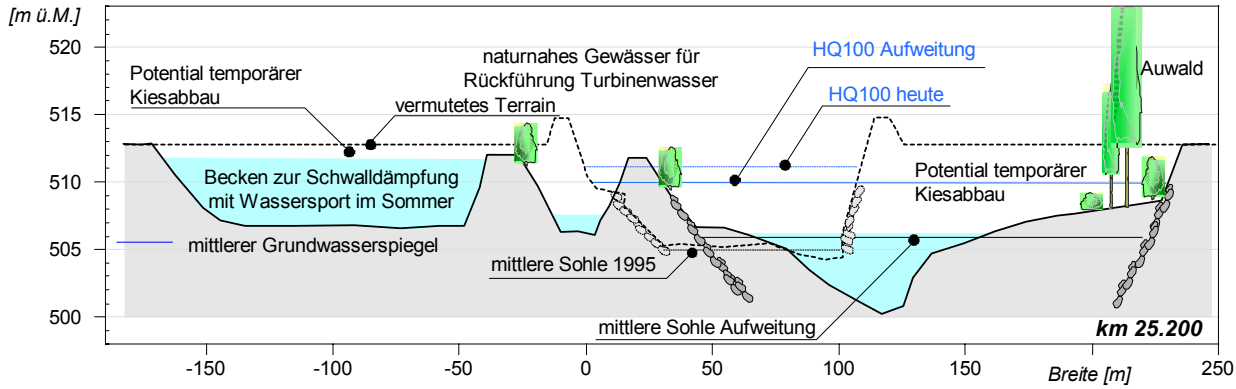
***Lage** (aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Längenprofil



Querprofil



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	□	□	■	□	□	■	■

Verhinderung Eintiefung

In der Aufweitung Bad Ragaz sind ähnliche Bettbreiten möglich wie in den Mastrilser Rheinauen. Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Transportvermögen reduziert, was sich positiv auf die Stabilisierung des Flussbettes auswirkt. Bei einer Verbreiterung des Flussbettes auf 200 m und unverändertem Geschiebeeintrag sind aber trotzdem weitere Eintiefungen möglich. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass in einem solchen Fall zur Stabilisierung der Mastrilser Rheinauen die blockrampenartigen Querwerke unterhalb der Landquartmündung notwendig wird. Als vorzuziehende

Alternative sollten die Kiesentnahmen an der Landquartmündung zumindest vorübergehend reduziert oder ganz eingestellt werden. Bei einer vollständigen Einstellung ist in der Aufweitung mit einer höheren Sohlenlage (rund 1 bis 1.5 m in 2 Jahrzehnten) und einem deutlich steileren Gefälle als heute zu rechnen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass nach Realisierung der Aufweitung Geschiebeentnahmen notwendig werden, damit die erwarteten Auflandungen begrenzt werden können. Die Realisierung der Aufweitung (und des Schwalldämpfungsbeckens) kann je nach Materialqualität mit einem temporären Kiesabbau verbunden werden. Bei der Umsetzung ist darauf zu achten, dass immer mindestens die aktuelle Geschiebemenge aus der Aufweitung ausgetragen wird, damit die Erosion flussabwärts nicht verstärkt wird.

Hydraulik

Bei gleich bleibenden Kiesentnahmen werden sich bei Hochwasser mit der Aufweitung deutlich tiefere Wasserspiegel einstellen als heute, weil nur eine unwesentlich höhere Sohlenlage zu erwarten ist. Einfache Berechnungen zeigen, dass bei diesen Verhältnissen und einer Verbreiterung auf 200 m beim HQ_{100} der Wasserspiegel um rund 1 m sinkt. Der Niederwasserspiegel wird sich kaum verändern. Werden die Kiesentnahmen eingestellt, so ist hingegen mit höheren Niederwasserspiegeln zu rechnen (rund 1 bis 1.5, siehe Randnotiz Stabilisierung Flussbau) und mit Hochwasserspiegeln, welche mit den aktuellen Verhältnissen vergleichbar sind.

Grundwasser

Eine Höhenänderung der Rheinsohle und damit verbunden des Rheinwasserspiegels bringt eine Änderung des Grundwasserspiegels in ähnlichem Ausmass mit sich. Wegen des schon heute grossen Flurabstandes ergeben sich deswegen keine Probleme. Grundwassergespiesene Giessen sind nicht vorhanden.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die entsprechend breite Aufweitung (bis über 200 m) kann sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Die bestehenden Amphibienlaichgebiete können in den rechtsufrigen Nebengewässersystem/Auwaldkomplex integriert werden. Dadurch, entstehen geeignete Habitate für die indifferenten/ruhigwasserliebenden Arten. Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. In Verbindung mit der Länge (4,8 km) liegen bei entsprechender Schwalldämpfung beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation aus Alpenschwemmlingen, Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Eine Vernetzung der rechtsufrigen Aufschwemmteiche und der Hartholzauen bei km 25 – 26 (Rheinau, Maienfeld) ist wichtig. Das wichtige Amphibienlaichgebiet ist derzeit durch Austrocknung und Verlandung bedroht.

Naherholung

Für die Tourismusregion Bad Ragaz / Heidiland können Teile der Aufweitung auch für die Naherholung genutzt werden. Die für den Unterhalt notwendigen Uferwege dienen auch als Wander- und Radwege. Mit gezielter Besucherlenkung im Bereich der Brücke Maienfeld / Bad Ragaz können die Gebiete Giessenpark / Golfanlage ins Naherholungskonzept einbezogen werden. Auch bei Mastrils soll der Rhein für die Naherholung zugänglich gemacht werden.

In Bad Ragaz ist eine Golfanlage vorhanden und eine zusätzliche neu geplant. Ausserdem stehen grosszügige Parkanlagen zur Verfügung sowie diverse Bademöglichkeiten in den Hotels.

mögliche Konflikte

- Starkstromleitungen (rechtsufrig)
- Auwaldbereiche / Föhrenwald (Naturschutz)
- Amphibienbiotop
- Landwirtschaft
- Unterwasserkanal Kraftwerk Sarelli (linksufrig)
- Militäranlage (linksufrig)
- Pegel Maienfeld Amt für Umwelt und Natur Graubünden
- Ausgleichsbecken Kraftwerk Sarelli zur Schwalldämpfung
- Golfplatz Bad Ragaz
- Abgrenzung / Besucherlenkung Naherholung / Naturschutz
- Gewässerschutzbereich A_u

vertiefte Abklärungen

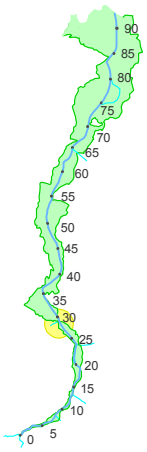
- Materialeignung für temporären Kiesabbau, evtl. als Kompensation zu einer Reduktion der Entnahmen im Mündungsbereich der Landquart

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel, Abstimmung der Kiesentnahmen an der Landquartmündung auf die Bedürfnisse der Aufweitung
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Abstimmung auf ein Schwalldampfungsbecken (siehe Massnahme 17) vor allem auch hinsichtlich der (nicht schwallartigen) Dotation des Augebietes
- Integration bestehende Amphibienlaichgebiete/Auwälder
- Fundation / Standort Masten Starkstromleitung
- Ölpipeline
- Grundwassernutzung

Zuteilung Klasse

In diesem Bereich besteht sowohl grosser Handlungsbedarf zur Vermeidung weiterer Sohleintiefung als auch zur Verbesserung der morphologischen Vielfalt. Die Aufweitung Bad Ragaz ist auch für die Naherholung von Bedeutung und kann auch zur regionalen Kiesversorgung beitragen. Sowohl die Umsetzbarkeit als auch die hohen Verbesserungsmöglichkeiten geben der Massnahme höchste Priorität.

Massnahme 19: Mündung Tamina, Klasse C



Analyseabschnitt 7, Bündner Herrschaft

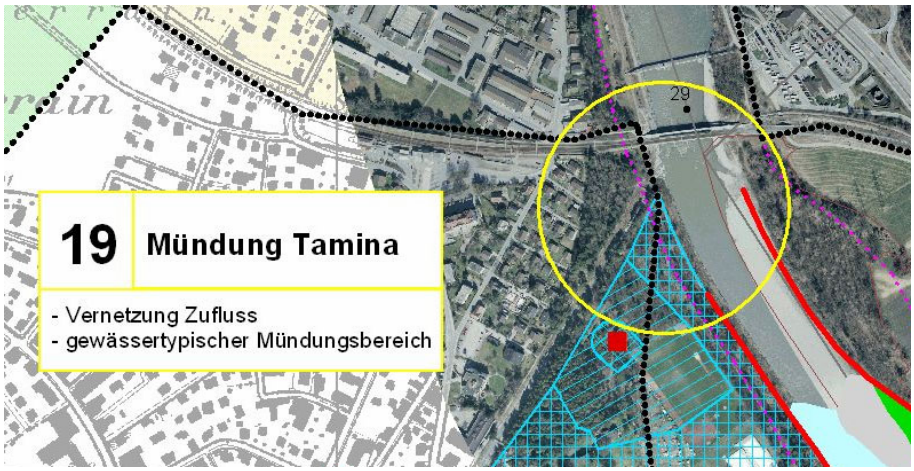
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112

Plan K8 – 5/11, km 29.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Bad Ragaz (SG, linksufrig), Maienfeld (GR, rechtsufrig) Fläsch (GR, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Die Taminamündung soll naturnah gestaltet werden. Die Möglichkeiten sind aufgrund der bestehenden Nutzungen und der Verkehrsträger (SBB) stark eingeschränkt. Zu prüfen ist eine Verbreiterung der Tamina im Mündungsbereich.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Erhöhung morphologische Vielfalt Der Mündungsbereich soll mit lokalen Verbreiterungen in der Tamina als Lebensraum aufgewertet werden, der z.B. als Rückzugsraum für Fische bei Hochwasser wirkt. Gerade strukturreiche Mündungen weisen als Vernetzungsbereiche eine besonders artenreiche und vielfältige Besiedlung auf. Ein naturnaher Mündungsbereich mit Kiesbänken kann bei entsprechender Schwalldämpfung als Laichplatz und Jungfischlebensraum höchst attraktiv sein.

Vernetzung Zufluss

Der Mündungsbereich wird wieder für alle Fischarten mit dem Alpenrhein vernetzt. Aufgrund der Restwassersituation und der Absturzbauwerke rund 1.5 km oberhalb der Mündung in den Alpenrhein besitzt die Tamina selbst allerdings derzeit nur eine eingeschränkte Bedeutung für die Fischfauna des Alpenrheins.

terrestrische Ökologie

Mit der Gestaltung eines naturnahen Mündungsbereiches können sich kleinräumig neue Kiesbänke entwickeln, von denen trotz der geringen Grösse auch die gewässertypische Schotter-, Sand- und Schlickpioniervegetation, charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) und die kiesbankbewohnende Vogelfauna profitieren.

Naherholung

Es empfiehlt sich eine attraktive Verbindung mit Natur–Beobachtungsmöglichkeiten im Mündungsbereich zu schaffen. Damit könnte auch der Besucherstrom so geleitet werden, dass das Mündungsgebiet möglichst nicht tangiert wird (keine direkten Zugangsmöglichkeiten schaffen dafür Einblicke).

mögliche Konflikte

- Grundwasserschutzzone PW Föhrenwald II

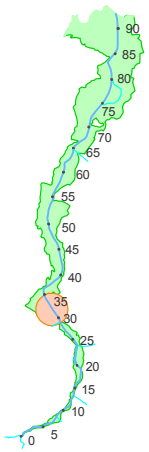
vertiefte Abklärungen

- Einfluss einer Umgestaltung der Mündung der Tamina auf die Abfluss- und Geschiebetransportkapazität der Tamina im Bereich der Sandbrücke

Zuteilung Klasse

Wegen der Kleinräumigkeit der Massnahme und der speziellen Verhältnisse in der Tamina (Restwasserstrecke, Absturzbauwerke) können nur lokale Verbesserungen der gewässerökologischen Verhältnisse erreicht werden. Die Massnahme wird der Klasse C zugeordnet, obwohl mit einer Umgestaltung eventuell auch die Hochwassersicherheit in Bad Ragaz verbessert werden kann.

Massnahme 20: Aufweitung Sargans, Klasse B



Analyseabschnitt 7 und 8, Bündner Herrschaft und Werdenberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.8, Seite 106 – 112

Plan K8 – 5/11 und 6/11, km 30.0 – 36.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Bad Ragaz (SG, linksufrig), Wangs-Vilters (SG, linksufrig), Mels (SG, linksufrig), Sargans (SG, linksufrig), Sargans (SG, linksufrig), Fläsch (GR, rechtsufrig), Balzers (FL, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Zwischen Bad Ragaz und Trübbach kann der Alpenrhein auf einer Länge von rund 6 km links- und rechtsufrig auf bis über 250 m verbreitert werden. Der Aufweitungsperimeter liegt vorwiegend im Wald. Die Giessen und angrenzenden Auwälder können durch eine Anhebung der Sohle beziehungsweise des Grundwassers mit dem Rhein besser vernetzt werden. Die Wechselwirkung zwischen der Aufweitung und der Blockrampe Ellhorn muss im Detail untersucht werden.

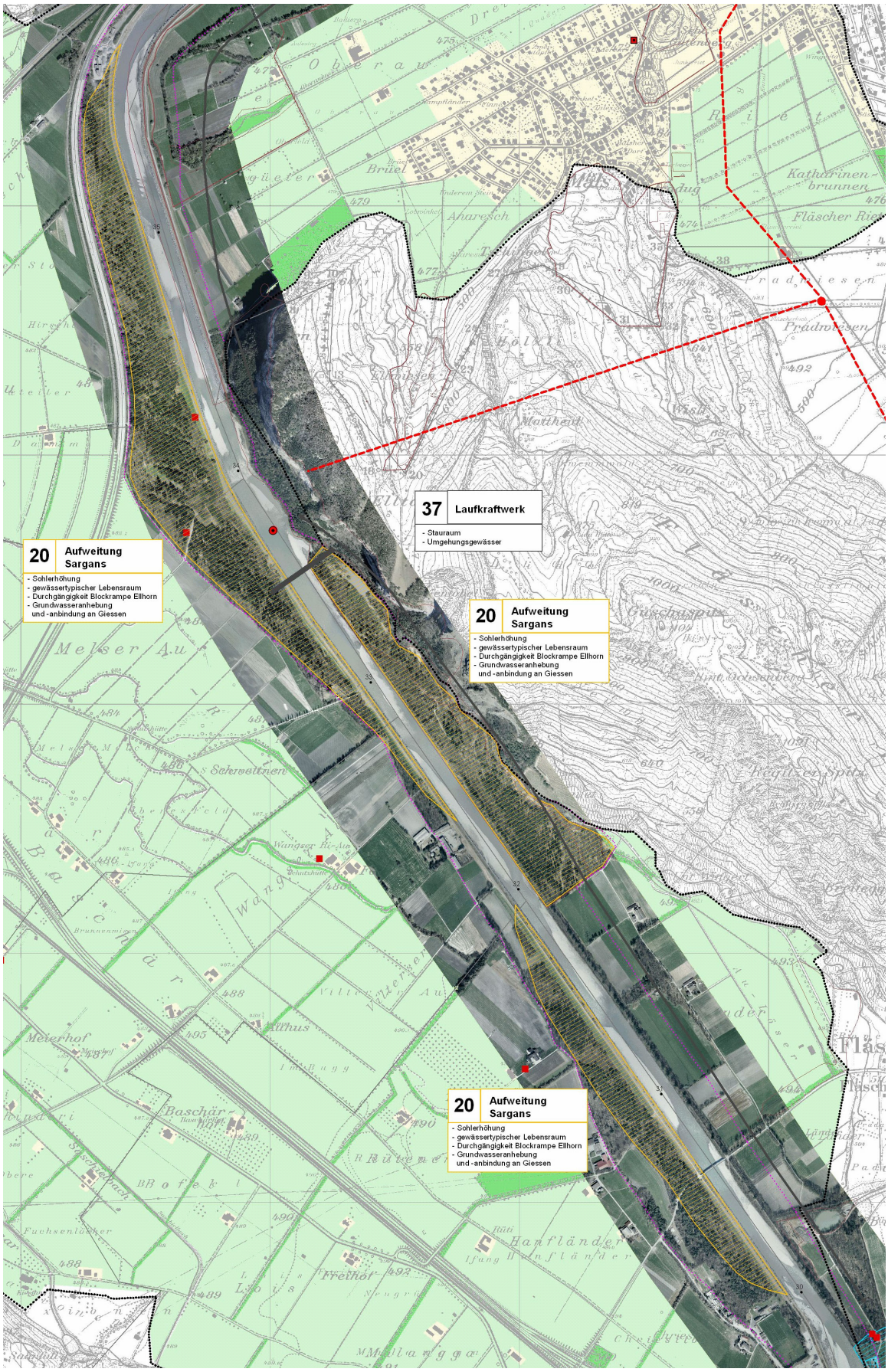
Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
sehr wichtig	keine Relevanz	keine Relevanz	keine Relevanz	wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	wichtig

***Lage** (aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Verhinderung Eintiefung

Die stabilisierende Wirkung der Aufweitung Sargans kann mit Hilfe der Abklärungen über die Auswirkungen der Aufweitungen Bad Ragaz (Massnahme 18) und Eschener Au (Massnahme 26) auf den Geschiebehaushalt abgeschätzt werden. Die möglichen Ausmasse der Aufweitung Sargans dürften ausreichen, die prognostizierte Eintiefung zu stabilisieren. Anlandungen von deutlich über einem Meter sind mittelfristig kaum zu erwarten. Der Aufweitungsteil unterhalb des Ellhorns wird die Absturzhöhe bei dieser Blockrampe nur zu einem Teil aufheben. Die Wechselwirkung zwischen der Blockrampe Ellhorn und der Aufweitung respektive eine Verlegung der Blockrampe ans untere Ende der Aufweitung und deren Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt sind im Detail zu untersuchen.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung von bis zu 1 m führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels in ähnlicher Grössenordnung. Für die Revitalisierung der Giessen ist dies von grosser Bedeutung und für die Trinkwasserversorgung erwünscht, auch wenn aus ökologischer Sicht stärkere Anhebungen wünschenswert wären. Probleme mit Siedlungen entstehen nicht.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch eine Aufweitung auf über 200 m und lokal auch deutlich darüber kann sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Im rechtsufrigen Nebengewässersystem/Auwaldkomplex, werden die bestehenden Amphibienlaichgebiete (Ellwald) integriert und so deren Funktionsfähigkeit langfristig erhalten bzw. verbessert.

Durch die Anhebung des Grundwasserspiegels wird auch die Grundwasserdotation der Giessen in der Sarganser Ebene entsprechend erhöht. Dies führt zu einer Verbesserung der gewässerökologischen Verhältnisse in Richtung der ursprünglichen Charakteristik, auch wenn eine stärkere Dotation wünschenswert wäre.

Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. In Verbindung mit der Länge (6 km) liegen bei entsprechender Schwalldämpfung beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor.

Im Zuge dieser Massnahme soll die bestehende Rampe Ellhorn, die derzeit ein Wanderhindernis für schwimmschwache Fischarten darstellt, abgeflacht und als aufgelöste Sohlrampe für alle Fischarten passierbar gemacht werden. Teilweise soll sie durch eine Sohlaufhöhung im Unterwasser eingeschottert werden. Eventuell kann die Ellhornschwelle auch weiter flussab-

wärts ans untere Ende der Aufweitung verlegt und damit die Sohle zwischen alter und neuer Rampe angehoben werden.

Insgesamt besitzt diese Massnahme aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich die gewässertypische Pioniervegetation und Lebensraum für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die Kiesflächen bewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Durch die Erhöhung des Grundwasserspiegels werden die Giessen reaktiviert. Das Amphibienlaichgebiet Ellwald (nationale Bedeutung) bei km 31.9 – 33.5 rechtsufrig mit Altwasser, Weiher, Tümpeln und Bach wird durch diese Massnahme aufgewertet.

Naherholung

Für die Tourismusregion Bad Ragaz / Heidiland können Teile der Aufweitung auch für die Naherholung genutzt werden. Die für den Unterhalt notwendigen Uferwege dienen auch als Wander- und Radwege. Mit gezielter Besucherlenkung und einfachen Zugängen im Bereich der Brücke Fläsch / Bad Ragaz kann der Rhein für die Naherholung zugänglich gemacht werden. Daneben sollte der Besucher entlang der Aufweitungen selber geführt werden. Im südlichen Teil ist ein Tierpark von regionaler Bedeutung vorhanden.

mögliche Konflikte

- rechtsufriger Auwald (km 32 - 34)
- national bedeutendes Amphibienlaichgebiet Ellwald
- Abgrenzung / Besucherlenkung Naherholung / Naturschutz
- Ölpipeline
- Gewässerschutzbereich A_u

vertiefte Abklärungen

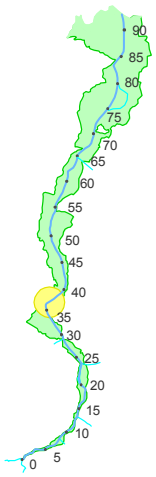
- Materialeignung für temporären Kiesabbau
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Integration bestehende Amphibienlaichgebiete/Auwälder

- Verlegung der Blockrampe Ellhorn flussabwärts (Wechselwirkung Aufweitung / Blockrampe, Einfluss Grundwasser und Dammstabilität)
- Auswirkungen auf das Grundwasser und die Giessen

Zuteilung Klasse

Die Verhältnisse im Bereich des Ellhorns sind vergleichbar mit denjenigen zwischen Landquart und Bad Ragaz. In der Aufweitung Bad Ragaz ist das Erosionspotential grösser, dafür wirkt sich die Aufweitung Sargans wegen des zu erwartenden höheren Grundwasserspiegels positiv auf die Dotation der Giessen und die angrenzenden Auwälder aus. Weil die sohlstabilisierende Wirkung stärker gewichtet wird als die Grundwasseranhebung, soll die Aufweitung Bad Ragaz (Klasse A) vor der Aufweitung Sargans (Klasse B) realisiert werden. Da das Erosionspotential im Bereich unterhalb der Blockrampe Ellhorn grösser ist als im Bereich oberhalb, hat der unterste Teil der Aufweitung Sargans eine höhere Priorität als der Rest der Aufweitung.

Massnahme 21: Mündung Trübbach, Klasse C



Analyseabschnitt 8, Werdenberg

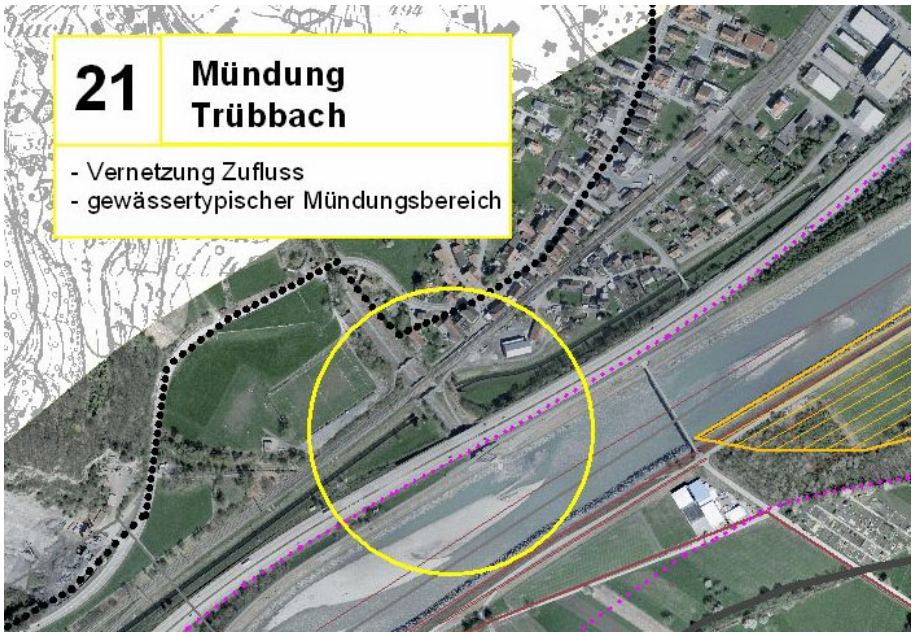
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.9, Seite 113 – 119

Plan K8 – 6/11, km 36.4

Gemeinden *(Kanton, Land)* Wartau (SG, linksufrig), Balzers (FL, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Entwicklung einer möglichst naturnahen Mündungslandschaft mit Verbesserung der Zuflussvernetzung.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	■

Vernetzung Zufluss Der Mündungsbereich soll als flache aufgelöste Sohlrampe mit lokalen Verbreiterungen gestaltet und so wieder mit dem Alpenrhein vernetzt werden. Aufgrund der durchgehenden Pflästerung des Gerinnes flussauf und durch die Querung der Autobahn erscheint auch zukünftig das Potential für eine weitergehende Vernetzung und ökologische Aufwertung nur begrenzt.

Naherholung

Zur Verbindung der vorhandenen Dammwege ist eine Brücke zu schaffen, welche eine gezielte Besucherlenkung ermöglicht. Nördlich des Objektes ist eine grössere regionale Sportanlage vorhanden.

mögliche Konflikte

- Hochwasserschutz
- Ölpipeline

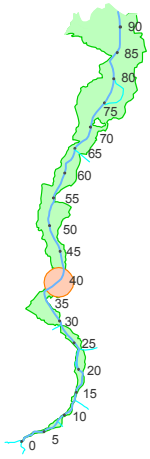
vertiefte Abklärungen

-

Zuteilung Klasse

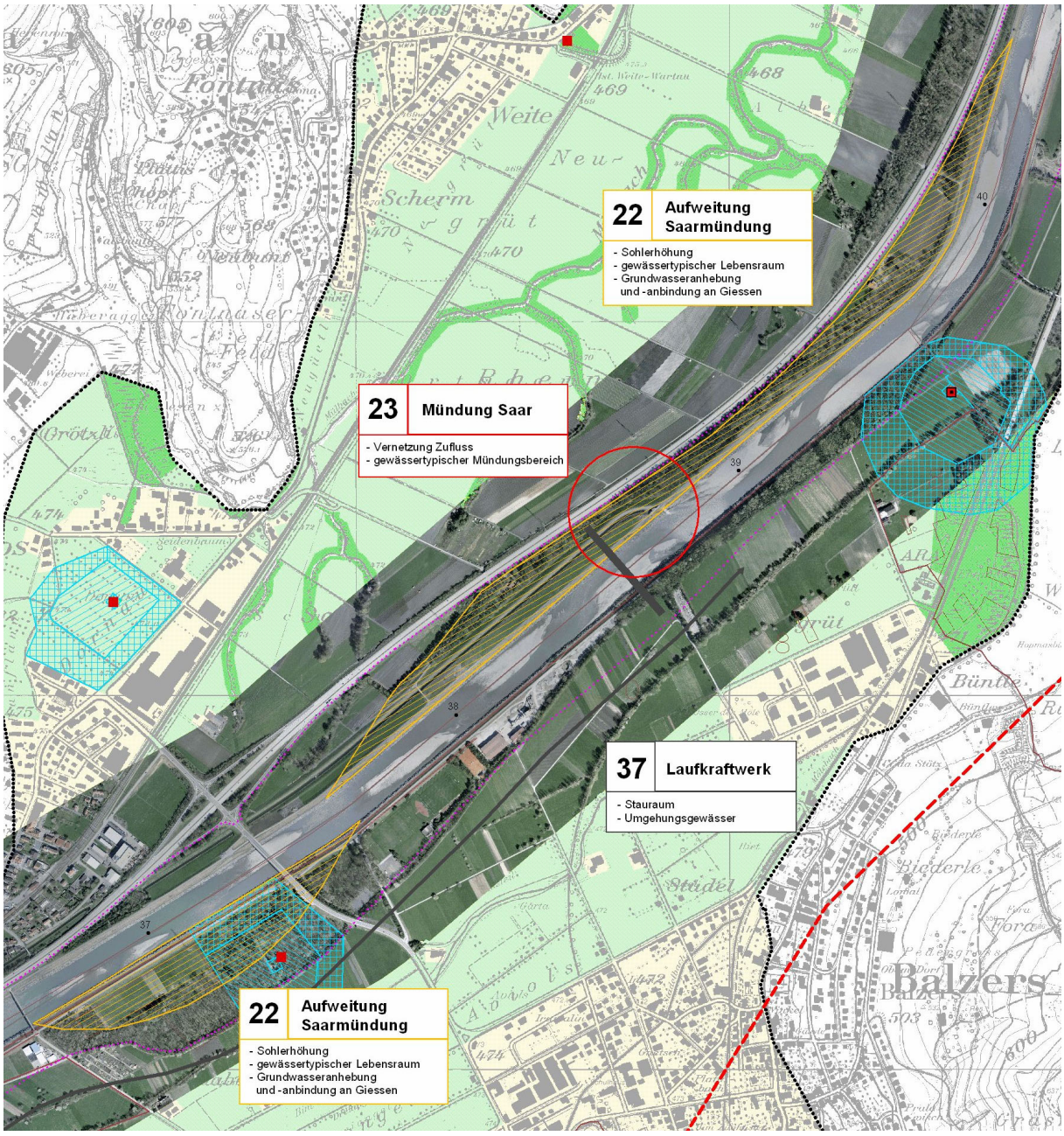
Wegen der Kleinräumigkeit der Massnahme und der speziellen Verhältnisse im Trübbach (Wildbachschale) können nur lokale Verbesserungen der gewässerökologischen Verhältnisse erreicht werden. Diese Massnahme besitzt daher im Vergleich zu anderen nur geringe Priorität und wird der Klasse C zugeordnet.

Massnahme 22: Aufweitung Saarmündung, Klasse B



Analyseabschnitt	8, Werdenberg
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.9, Seite 113 – 119
Plan	K8 – 6/11, km 36.6 – 40.5
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Wartau (SG, linksufrig), Balzers (FL, rechtsufrig), Triesen (FL, rechtsufrig).

Lage (aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Kurzbeschreibung

Zwischen Balzers und Weite kann der Alpenrhein vorerst am rechten und anschliessend am linken Ufer auf bis zu 200 m verbreitert werden. Der Übergang vom rechten zum linken Ufer liegt im Bereich der Strassenbrücke Trübbach/Balzers. Eine solche Aufweitung ermöglicht eine optimale Gestaltung der Saarmündung (Massnahme 23).

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
wichtig	keine Relevanz	keine Relevanz	keine Relevanz	wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	wichtig	sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung

Die stabilisierende Wirkung der Aufweitung Sargans kann mit Hilfe der Abklärungen über die Auswirkungen der Aufweitungen Bad Ragaz (Massnahme 18) und Eschener Au (Massnahme 26) auf den Geschiebehaushalt abgeschätzt werden. Die möglichen Ausmasse der Aufweitung Sargans dürften ausreichen, die prognostizierte Eintiefung zu stabilisieren. Anlandungen von deutlich über 1 bis 1.5 m sind mittelfristig kaum zu erwarten.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels. Für die Giessen ist dies erwünscht, die Anhebung ist jedoch nicht genügend, da gerade in der Laichperiode die Giessen immer noch kein Grundwasser erhalten. Bei den höheren Sommerabflüssen im Rhein kann mit einer erhöhten Speisung der Giessen gerechnet werden. Die künstliche Dotation der Giessen Äule-Häg sollte weiterhin sichergestellt werden.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Vor allem im oberen Teil (ca. 1 km) mit der breiteren Aufweitung kann sich ein gewässertypisches, verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Aufgrund der Breite kann im oberen Teil rechtsufrig auch ein Nebengewässersystem/Auwaldkomplex gestaltet werden, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen können.

Im unteren Teil ist aufgrund des begrenzten Raumes teilweise nur eine relativ schmale Aufweitung realisierbar, wobei die bestehenden Waldbereiche bestmöglich zu integrieren sind. Hier können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Die Inseln bleiben aber

kleinräumig und mehrheitlich unbewachsen. Dadurch finden, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Durch die Anhebung des Grundwasserspiegels wird auch die Dotation der angrenzenden Giessen vor allem im Sommer verbessert. Langfristig ist zudem eine Aufwertung der jenseits der Autobahn liegenden Zuflüsse/Giessen anzustreben (Morphologie, Vernetzung).

Dieser Massnahme kommt insgesamt daher vor allem in Verbindung mit der naturnahen Umgestaltung der Saarmündung aus gewässerökologischer Sicht eine hohe Wertigkeit zu.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken kann sich eine temporäre Pioniervegetation entwickeln. Kiesbänke bieten mögliche Lebensräume für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer). Anbindung der Galeriewälder (km 38.5-39.5 rechtsufrig; km 38-40.3 linksufrig) und Strukturierung der Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Eine Reaktivierung der Giessen ist anzustreben.

Naherholung

Rechtsufrig ist eine gezielte Besucherlenkung mit Hilfe von einzelnen Plattformen anzustreben. Am linken Ufer sollte der Besucher tangential zur Aufweitung geführt werden ohne besondere Angebote bezüglich Naherholung. Die in der Nähe vorhandenen Intensivnaherholungsgebiete „Heuwiese“ und „Wartau“ sind in das Erschliessungskonzept zu integrieren. Im Raum Balzers Nordwest ist eine multifunktionelle Sportanlage von regionalem Charakter vorhanden. Weiter ist zu beachten, dass gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen der Abschnitt Werdenberg für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet darstellt.

mögliche Konflikte

- Strassenbrücke Trübbach/Balzers
- Landwirtschaft
- Gewässerschutzbereich A_u
- Ölpipeline, Gasleitung

vertiefte Abklärungen

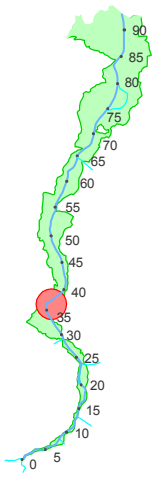
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft

- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Dotation von Nebengewässern, auch aus der Saar (wenig Trübstoffe)
- Auswirkungen auf das Grundwasser

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Saarmündung ist für verschiedene Themen wichtig (Stabilisierung Flussbett, Anhebung Grundwasser, terrestrische Ökologie, Naherholung) oder sehr wichtig (morphologische Vielfalt). Zudem bietet diese Aufweitung die Möglichkeit, die Mündung des Saarkanals optimal zu gestalten. Die Aufweitung Saarmündung wird deshalb der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 23: Mündung Saar, Klasse A



Analyseabschnitt 8, Werdenberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.9, Seite 113 – 119

Plan K8 – 6/11, km 38.8

Gemeinden *(Kanton, Land)* Wartau (SG, linksufrig), Balzers (FL, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Entwicklung einer naturnahen Zuflussmündung mit dynamischen Aubereichen (siehe auch Massnahme 22).

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Erhöhung morphologische Vielfalt

Die Mündung soll ähnlich der Liechtensteiner Binnenkanalmündung als flache aufgelöste Sohlrampe mit lokalen Verbreiterungen auch als Lebensraum aufgewertet werden. In Verbindung mit der Aufweitung des Alpenrheins (Massnahme 22) entsteht ein naturnaher Mündungsbereich mit Kiesbänken, der bei entsprechender Schwalldämpfung als Laichplatz und Jungfischlebensraum höchst attraktiv ist. Zudem weisen derartige Vernetzungsbereiche eine besonders artenreiche und vielfältige Besiedlung auf (vergleiche z.B. naturnahe Umgestaltung der Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals).

Vernetzung Zufluss

Durch die flache aufgelöste Sohlrampe wird der Mündungsbereich wieder für alle Fischarten mit dem Alpenrhein vernetzt und damit auch die Giessen in der Sarganser Ebene. Diese besitzen bereits derzeit für Forellen, die als einzige die Mündung passieren können, hohe Bedeutung als Fortpflanzungsareal. In Verbindung mit Verbesserungen bei den Giessen, insbesondere hinsichtlich der Wasserführung, entsteht somit wieder ein hoch attraktives, mit dem Alpenrhein verbundenes Gewässersystem. Gerade aufgrund des Schwalles im Alpenrhein kommt aus Sicht der Gewässerökologie der Passierbarkeit der Saarmündung hohe Priorität zu.

terrestrische Ökologie

Lokale Aufweitungen erlauben die Entwicklung naturnaher Uferstrukturen mit Pionierstandorten (Kiesbänke, Schlickflächen) und kleinflächigen Aulebensräumen.

Naherholung

Im Naherholungskonzept ist die Massnahme 22 (Aufweitung Saarmündung) einzubeziehen. Nur ein Teil des Mündungsbereichs soll zugänglich gestaltet werden.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- Gewässerschutzbereich A_u
- Ölpipeline, Gasleitung

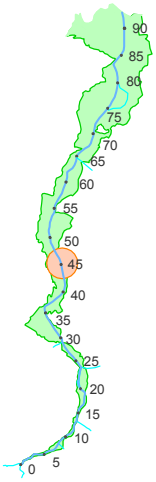
vertiefte Abklärungen

- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
-

Zuteilung Klasse

Da die Saar in der Sarganserebene ein weitverzweigtes Gewässernetz erschliesst, welches für die Fortpflanzung der Fische von grosser Bedeutung ist, wird die naturnahe Umgestaltung der Mündung der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 24: Aufweitung Sevelen / Vaduz, Klasse B



Analyseabschnitt 8, Werdenberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.9, Seite 113 – 119

Plan K8 –7/11, km 44.9 – 48.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Sevelen (SG, linksufrig), Buchs (SG, linksufrig), Vaduz (FL, rechtsufrig).

Kurzbeschreibung

Auf der Höhe von Vaduz kann der Alpenrhein auf einer Länge von 3 km auf über 200 m verbreitert werden. Unterhalb der Autobahnausfahrt Sevelen/Vaduz soll die Verbreiterung des Flussbettes am linken Ufer erfolgen. Auf der Höhe der Autobahnraststätte Rheintal erfolgt die Fortsetzung der Verbreiterung am rechten Ufer bis in den Bereich der Gemeindegrenze Vaduz/Schaan.

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	■	□	■	□	□	■	■

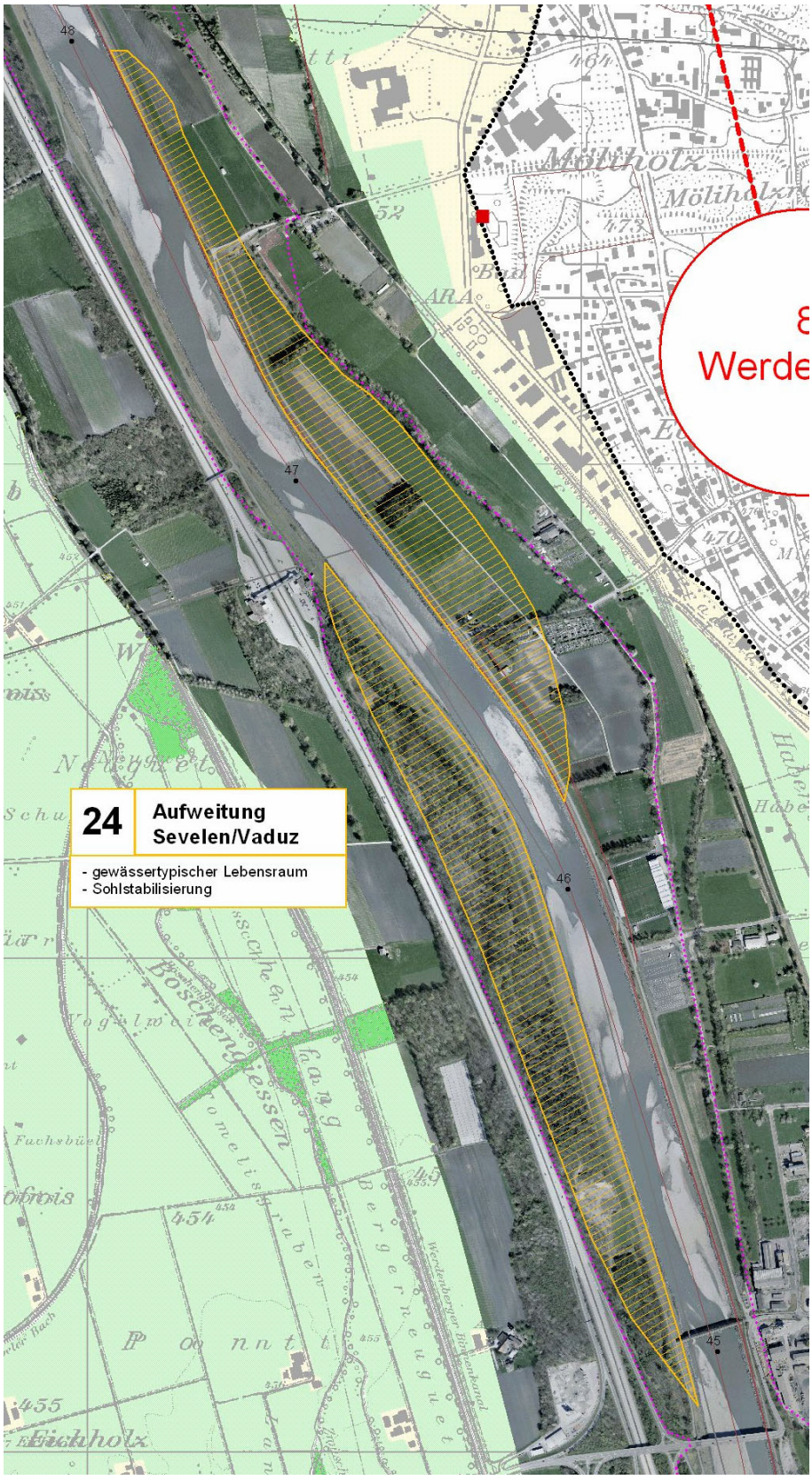
Verhinderung Eintiefung

Die stabilisierende Wirkung der Aufweitung Vaduz/Schaan kann mit Hilfe der Abklärungen über die Auswirkungen der Aufweitungen Bad Ragaz (Massnahme 18) und Eschener Au (Massnahme 26) auf den Geschiebehaushalt abgeschätzt werden. Die möglichen Ausmasse der Aufweitung Vaduz/Schaan reichen aus, um die prognostizierte Eintiefung zu stabilisieren. Anlandungen von deutlich über 1 bis 1.5 m sind mittelfristig kaum zu erwarten.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels um bis zu 1 m. Für die Giessen und die Trinkwasserversorgung ist dies erwünscht; die Sohlanhebung sollte jedoch bedeutender als 1 m sein. Auf der Liechtensteiner Seite ist es der Irkelesgiessen. Er muss wahrscheinlich wegen der Aufweitung verlegt werden. Der Böschengiessen (SG) wird vor allem im Sommer zusätzliches Grundwasserinfiltrat erhalten.

Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Erhöhung morphologische Vielfalt

Im oberen und mittleren Teil ist genügend Raum für eine breite Aufweitung vorhanden, wodurch sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden kann. Dadurch finden, in Verbindung mit

entsprechender Schwalldämpfung, praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Aufgrund der grossen Breite kann im Anschluss daran rechtsufrig auch ein Nebengewässersystem/Auwaldkomplex gestaltet werden, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen können.

Flussab der Autobahnraststätte kann aufgrund des begrenzten Raumes nur eine relativ schmale Aufweitung erfolgen, wobei die bestehenden Waldbereiche bestmöglich zu integrieren sind. Hier können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Die Inseln bleiben aber kleinräumig und vor allem unbewachsen. Dadurch finden, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Der Aufweitung Vaduz/Schaan kommt daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Wertigkeit zu.

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken kann sich eine temporäre Pioniervegetation entwickeln. Kiesbänke bieten mögliche Lebensräume für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer). Eine linksufrige Anbindung der Waldgebiete Rheinauen (zwischen Rhein und A13) ist anzustreben.

Naherholung

Linksufrig kann zur Attraktivitätssteigerung des Rastplatzes eine Plattform oder ein gezielter Zugang zur naturnahen Aufweitung geschaffen werden, der jedoch Fussgängern vorbehalten sein sollte. Rechtsufrig ist der Weg tangential zu führen mit der Option von partiellen Zugängen zum Flussbett. Weiter ist zu beachten, dass gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen der Abschnitt Werdenberg für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet darstellt.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- Gewässerschutzbereich A_u
- Ölpipeline, Gasleitung

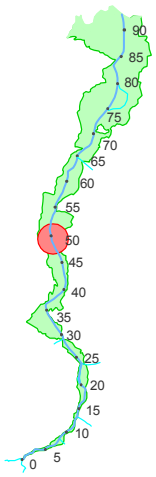
vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Vaduz/Schaan ist für verschiedene Themen wichtig (Stabilisierung Flussbett, Anhebung Grundwasser, terrestrische Ökologie, Naherholung) oder sehr wichtig (morphologische Vielfalt). Die Aufweitung Vaduz/Schaan ist von der Bedeutung her vergleichbar mit der Aufweitung Saarmündung und wird wie diese der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 25: Durchgängigkeit Blockrampe Buchs, Klasse A



Analyseabschnitt 9, Schaan

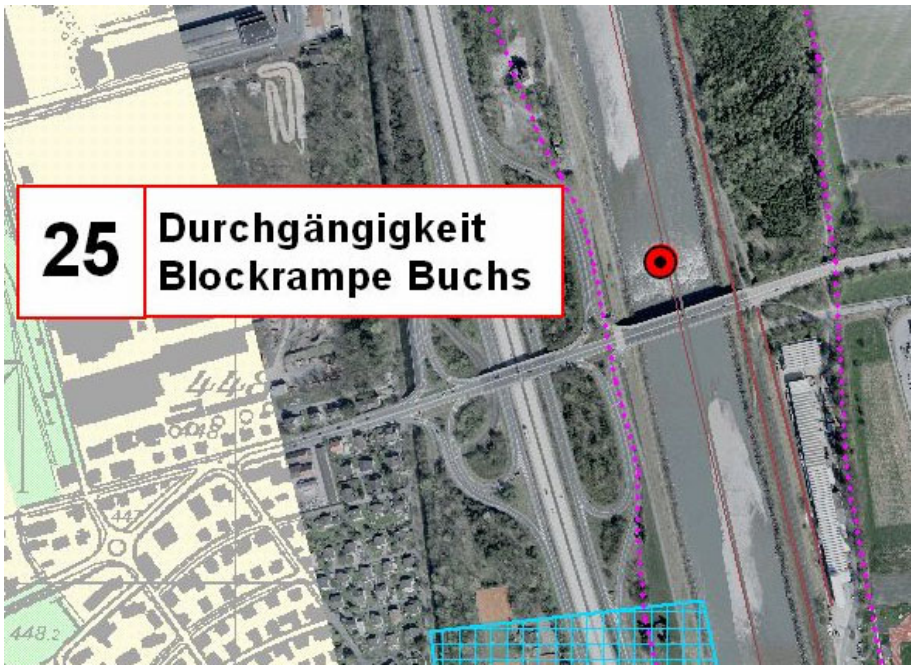
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.10, Seite 120 – 125

Plan K8 –7/11, km 49.6

Gemeinden *(Kanton, Land)* Buchs (SG, linksufrig), Schaan (FL, rechtsufrig).

Kurzbeschreibung Sanierung und Abflachung der Blockrampe Buchs zur Verbesserung der Stabilität und der Passierbarkeit.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morphologische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
■	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□

Verhinderung Eintiefung Die Blockrampe Buchs stabilisiert das Flussbett und begrenzt die Eintiefung. Auch nach der Realisierung der Aufweitung Eschener Au (Massnahme 26) ist die Blockrampe notwendig, um dem Eintiefungsprozess weiter flussaufwärts entgegenzuwirken.

Passierbarkeit Rhein

Die durch die Aufweitung Eschner Au zu erwartende Sohlenanhebung wird die Absturzhöhe bei der Blockrampe Buchs langfristig bis gegen 1 m reduzieren. Die verbleibende Blockrampe wird daher in eine flache aufgelöste Sohlrampe umgewandelt, die für alle Fischarten passierbar ist. Dadurch wird der Mittellauf des Alpenrheins bereits kurz- bis mittelfristig wieder für die gesamte gewässertypische Fischfauna des Alpenrheins und des Bodensees erreichbar. Dementsprechend besitzt diese Massnahme aus fischökologischer Sicht hohe Bedeutung.

mögliche Konflikte

–

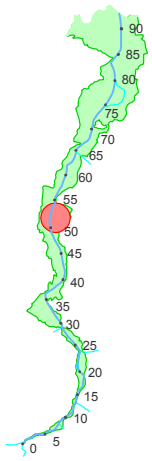
vertiefte Abklärungen

- Auswirkung der Aufweitung Eschener Au auf die Sohlenlage im Bereich der Blockrampe Buchs
- Überprüfung der Stabilität der Blockrampe

Zuteilung Klasse

Die Blockrampe Buchs ist wichtig für die Begrenzung der Eintiefung, sollte aber gleichzeitig für die gewässertypische Fischfauna des Alpenrheins passierbar sein. Weil mit einem fischgängigen Umbau die Stabilität verbessert werden kann und der Mittellauf des Alpenrheins wieder für die gesamte gewässertypische Fischfauna des Alpenrheins und des Bodensees erreichbar wird, wird die Massnahme 25 der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 26: Aufweitung Eschner Au, Klasse A



Analyseabschnitt 9, Schaan

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.10, Seite 116 – 121

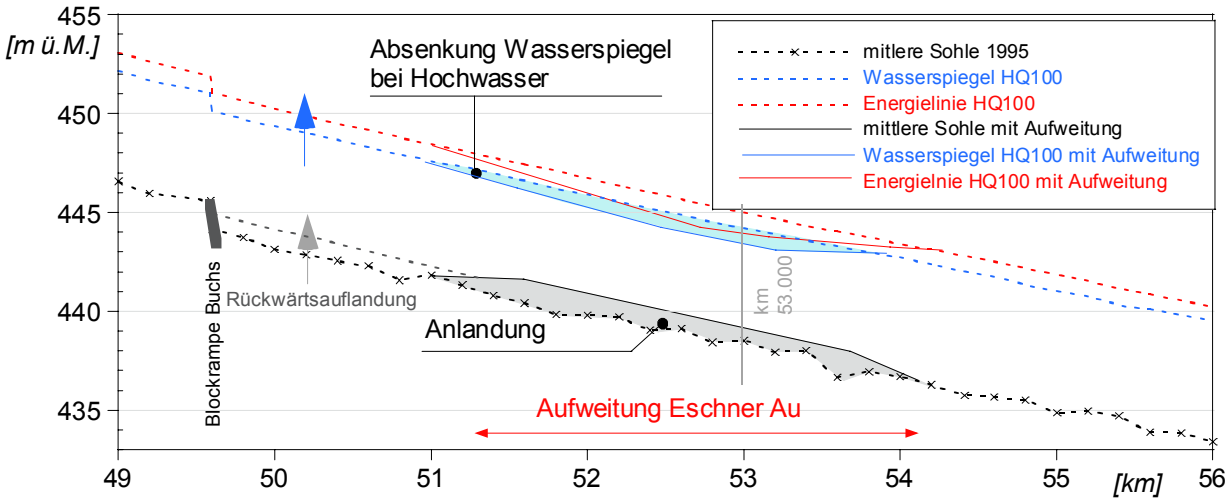
Plan K8 –7/11, km 51.3 – 54.1

Gemeinden *(Kanton, Land)* Buchs (SG, linksufrig), Sennwald (SG, linksufrig), Schaan (FL, rechtsufrig), Bendern (FL, rechtsufrig)

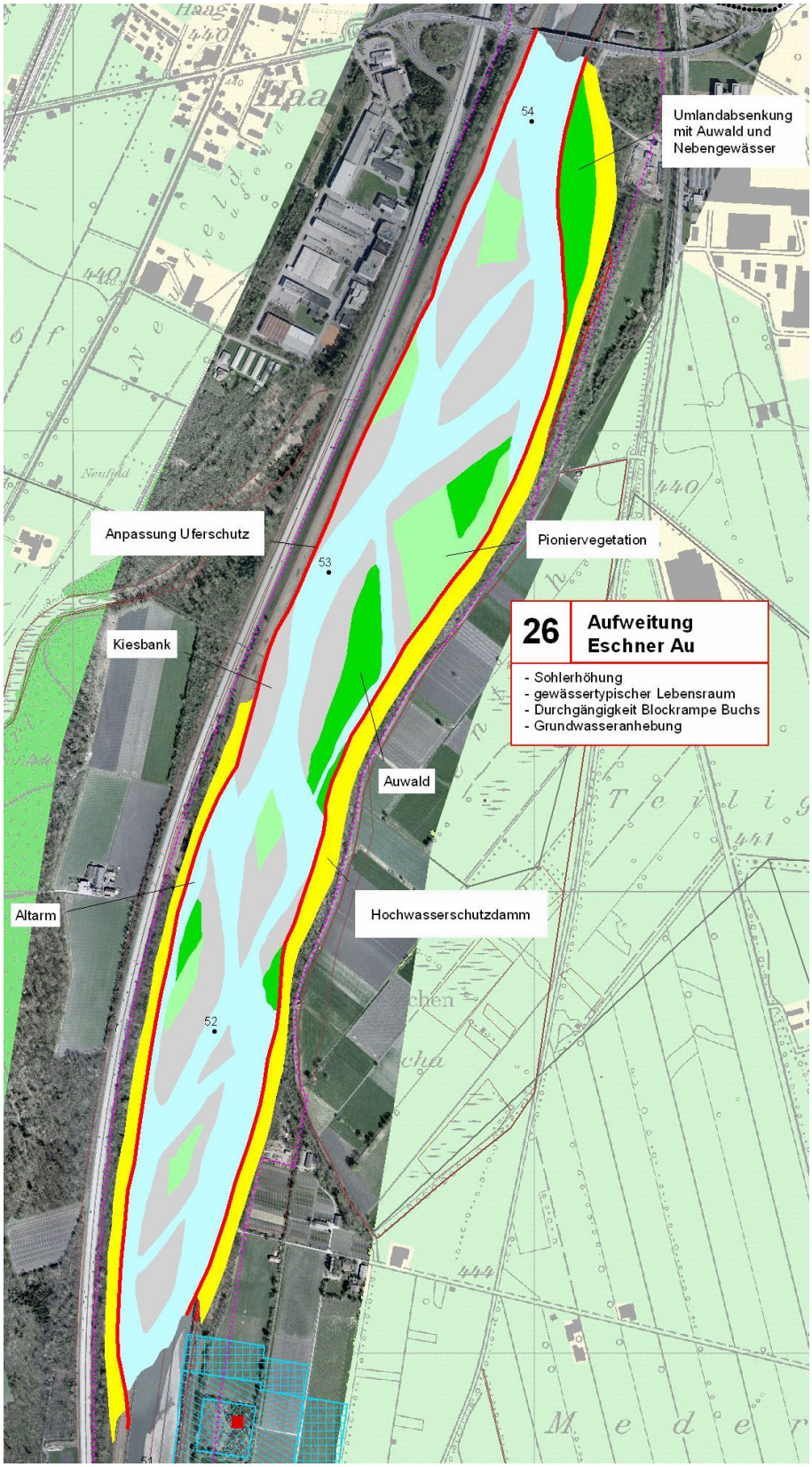
Kurzbeschreibung

Unterhalb der Blockrampe Buchs kann der Alpenrhein zuerst linksufrig (km 51.0 – 52.5) und anschliessend rechtsufrig (km 51.3 – 54.1) verbreitert werden. Linksufrig ist die Verbreiterung durch die Autobahn begrenzt. Das Flussbett kann ähnlich wie in den Mastrilser Rheinauen bis zu 300 m breit werden. Um eine möglichst gute Anströmung der Brücke Haag-Bendern (km 54.272) zu erhalten, wird das eigentliche Flussbett bereits vor dem km 54 wieder auf die ursprüngliche Breite eingeengt. In diesem Bereich wird das Terrain zwischen dem zurückversetzten Damm und dem eigentlichen Flussbett abgesenkt, so dass sich ein Auwald entwickeln kann. Zudem besteht die Möglichkeit, die Verbreiterung in einer zweiten Phase auf der rechten Seite bis zur Blockrampe Buchs zu verlängern.

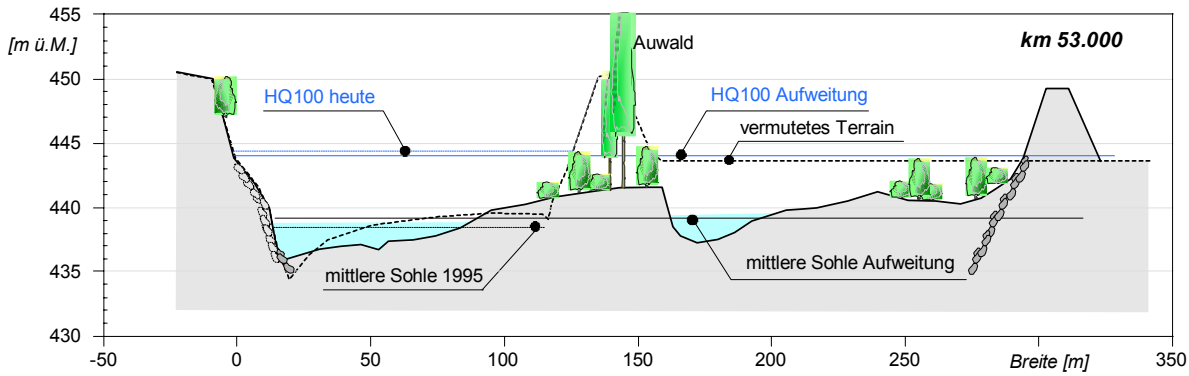
Längenprofil



Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Querprofil



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	☐	☐	☐	■	☐	■	■	☐	■	■

Anhebung mittlere Sohle

Die Aufweitung Eschner Au liegt in einem Abschnitt, wo auch ohne Massnahmen moderate Anlandungen prognostiziert werden. Mit der Verbreiterung des Flussbetts kann deshalb davon ausgegangen werden, dass sich in der Aufweitung selbst eine bis zu 1.5 m höhere Sohlenlage einstellt. Weil sich die Aufweitung in einem Anlandungsabschnitt befindet, ist auch flussaufwärts der Aufweitung mit substantiellen Anlandungen bis zur Blockrampe Buchs zu rechnen. Das Ausmass dieser Anlandungen wird auf rund 1 m geschätzt. Die Blockrampe Buchs begrenzt die Auswirkungen flussaufwärts. Damit der Geschiebehaushalt möglichst wenig beeinflusst wird, sollen die Anlandungen nicht dem Fluss allein überlassen werden, sondern müssen mit dem Bau der Aufweitung realisiert werden. Dieses Vorgehen ist notwendig, um eine unerwünschte Eintiefung unterhalb der Aufweitung zu vermeiden.

Hydraulik

Die Anhebung der mittleren Sohle in der Aufweitung von bis zu 1.5 m führt zu einem entsprechenden Anstieg des Niederwasserspiegels. Bei Hochwasser wird die Anlandung mehrheitlich durch die grössere Breite mehr als kompensiert, so dass die Wasserspiegel bei Hochwasser vor allem im mittleren Teil der Aufweitung um bis zu mehrere Dezimeter tiefer als heute sein werden. Flussaufwärts der Aufweitung sind bis zur Blockrampe Buchs höhere Nieder- und Hochwasserspiegel zu erwarten. In diesem Bereich wird bei Hochwasser die Anlandung nicht durch ein breiteres Flussbett kompensiert. Das Ausmass des Anstieges der Wasserspiegel liegt im Bereich der

erwarteten Anlandung. Bei einer Verlängerung der Aufweitung bis zur Rampe wären in diesem Abschnitt eher tiefere Hochwasserspiegel zu erwarten.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Anlandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels um bis zu 1 m. Zwischen Binnenkanal und Rhein liegt einzig der Tentschagiessen. Er wird vor allem im Sommer mehr Wasser erhalten. Die hinter dem Binnenkanal liegenden Giessen (Wöschgraben usw.) werden nur geringfügig mehr Wasser erhalten, da der Einfluss des Rheins durch den Binnenkanal stark gedämpft wird.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die breite Aufweitung kann sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänke ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Aufgrund der grossen Breite kann abschnittsweise auch ein Nebengewässersystem/Auwaldkomplex entstehen, in dem sich Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entwickeln können. Bei Verlängerung der Aufweitung flussauf bis zur Rampe kann auch das bestehende wertvolle Amphibienlaichgebiet im Rheinauweiher Schaan integriert und dessen Funktionsfähigkeit langfristig erhalten bzw. verbessert werden.

Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. In Verbindung mit der Länge von fast 3 km liegen bei entsprechender Schwalldämpfung beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor.

Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

Passierbarkeit

Die durch die Aufweitung zu erwartende Sohlenanhebung wird die Absturzhöhe bei der Blockrampe Buchs etwas reduzieren. Um die Passierbarkeit weiter zu verbessern, soll die Blockrampe in eine flache aufgelöste Sohlrampe umgewandelt werden, die für alle Fischarten passierbar ist (siehe Massnahme 25).

terrestrische Ökologie

Eine Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes mit Weidengebüschen (Lavendelweide, Reifweide) auf häufig überschwemmten Standorten und Grauerlenauwäldern oder Auwaldstreifens im Kontaktbereich zum Fliessgewässer bzw. zu dessen Seitenarmen und Kleingewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pionier-

vegetation aus Alpenschwemmlingen und es entstehen Lebensräume für die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Eine Hochwasserdotation und Dynamisierung bzw. Aufwertung der wertvollen Amphibienlaichgebiete im Retentionsbecken Ceres und Wiesenfurth (die allerdings jenseits der Autobahn liegen) ist anzustreben.

Teile des alten Rheindammes sollten bei der Aufweitung mittelfristig solange erhalten bleiben, bis sich auf den neuen Hochwasserdämmen die orchideenreichen Halbtrockenrasen entwickelt haben. Möglicherweise könnte dies durch eine Initialverpflanzung von Rasensoden aus dem alten Damm beschleunigt werden. Dadurch findet der Apollofalter auch im Bereich der Aufweitung wieder entsprechenden Lebensraum (siehe vertiefte Abklärungen).

Naherholung

Die Besucher sind entlang der Aufweitung zu leiten. Der Zugang zum Rhein soll mit wenigen, punktuellen Zugängen ermöglicht werden. Eine Verlängerung der Aufweitung bis zur Blockrampe Buchs wäre für die Bedürfnisse der Naherholung ideal.

mögliche Konflikte

- Orchideenreiche Halbtrockenrasen entlang der Hochwasserschutzdämme (Apollofalter)
- Landwirtschaft
- Verlegung Tentschagiessen Gewässerschutzbereich A_u
- Ölpipeline, Gasleitung

vertiefte Abklärungen

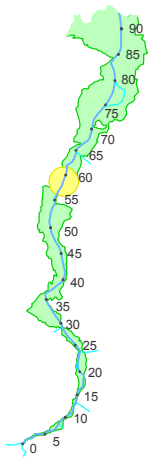
- Möglichkeit der Hochwasserdotation und Dynamisierung bzw. Aufwertung der wertvollen Amphibienlaichgebiete im Retentionsbecken Ceres und Wiesenfurth (die allerdings jenseits der Autobahn liegen)
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Auswirkung des höheren Hochwasserspiegels zwischen der Aufweitung und der Blockrampe Buchs auf die Infiltration in die Binnenkanäle und die Stabilität der Dämme
- Auswirkung einer Verlängerung der Aufweitung bis zur Blockrampe Buchs auf die Sohlenlage, Nieder- und Hochwasserspiegel
- Schaffung neuer Lebensräume für Halbtrockenrasen und Apollofalter (siehe oben)
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft

- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Eschner Au hat aus der Sicht der Ökologie eine grosse Bedeutung und vor allem gelingt es, den Grundwasserspiegel wenn auch nicht im gewünschten Ausmass, so doch substantiell anzuheben. Zwar ist in der Aufweitung selbst von tieferen Hochwasserspiegeln auszugehen, nicht aber im folgenden Abschnitt bis zur Blockrampe Buchs. Die Verhältnisse dürften aber kaum ungünstiger als unmittelbar oberhalb der Blockrampe Buchs sein. Da die bisherigen Abklärungen zeigen, dass eine substantielle Anhebung des Grundwassers vermutlich ohne Verschlechterung der Hochwassersituation möglich ist, wird die Aufweitung Eschener Au der Klasse A zugeordnet. Weiter kommt dazu, dass die Dammschüttung in Kombination mit einer Inertstoff-Deponie die Umsetzungschance zusätzlich begünstigt.

Massnahme 27: Aufweitung Mittelau, Klasse C



Analyseabschnitt 10, Schellenberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.11, Seite 126 – 131

Plan K8 –8/11, km 58.4 – 60.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Sennwald (SG, linksufrig), Ruggell (FL, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Unterhalb der Rheinbrücke Ruggel/Sennwald kann der Alpenrhein auf einer Länge von knapp 2 km am linken Ufer verbreitert werden. Aufgrund der nahe gelegenen Autobahn ist aber nur eine schmale Aufweitung möglich.

Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*

Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Flussbau

Die Aufweitung Mittelau liegt in einem Rheinabschnitt, für welchen Anlandungen prognostiziert werden. Mit einer Aufweitung sind deshalb vergleichbare Prozesse zu erwarten wie in den Aufweitungen Eschner Au und Illspitz. Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Aufweitung selbst das Flussbett bis zu 1.5 m anlandet. Auch flussaufwärts der Aufweitung ist eine verstärkte Ablagerung zu erwarten. Flussabwärts werden die prognostizierten Auflandungen reduziert. In der Aufweitung selbst werden höhere Niederwasserspiegel und tiefere Hochwasserspiegel als ohne Massnahme erwartet.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels um bis zu 1 m. Linksufrig wird die Erhöhung durch den entlang der Autobahn verlaufenden Giessen begrenzt, darüber wird die Auswirkung nur sehr gedämpft erfolgen. Für die Giessen ist dies erwünscht. Weil Siedlungen am Rande eventuell betroffen sein können, bedarf es entsprechender Abklärungen.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Generell sind Aufweitungen im Abschnitt Schellenberg schwierig umzusetzen, da der rechtsseitige Binnenkanal abgedichtet ist und mitverlegt werden müsste. Aufgrund des begrenzten Raumes kann nur eine relativ schmale, linksseitige Aufweitung erfolgen, wobei die bestehenden Waldbereiche bestmöglich zu integrieren sind. Hier können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Die Inseln bleiben aber kleinräumig und vor allem unbewachsen. Dadurch finden, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Diese Massnahme besitzt im Vergleich zu anderen geringere Priorität.

terrestrische Ökologie

Eine schmale Aufweitung begünstigt die Entwicklung von kleinflächigen Sand- und Schotterbänken, welche wertvolle Lebensräume und wichtige Trittsteinbiotope sind. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer). Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze.

Naherholung

Die Besucher sind entlang der Aufweitung zu leiten. Der Zugang zum Rhein soll mit wenigen, punktuellen Zugängen ermöglicht werden.

mögliche Konflikte

- Gewässerschutzbereich A_u
- Landwirtschaft
- Ölpipeline, Gasleitung

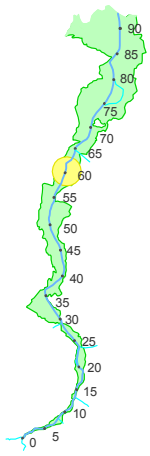
vertiefte Abklärungen

- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft

Zuteilung Klasse

Das Potential der Aufweitung Mittelau ist vor allem wegen der verfügbaren Fläche deutlich geringer als zum Beispiel bei der Aufweitung Saarmündung (Massnahme 22, Klasse B) oder gar Eschner Au (Massnahme 26, Klasse A) oder Illspitz (Massnahme 29, Klasse A). Entsprechend wird die Aufweitung der Klasse C zugeordnet.

Massnahme 28: Aufweitung Bangs, Klasse C



Analyseabschnitt 10, Schellenberg

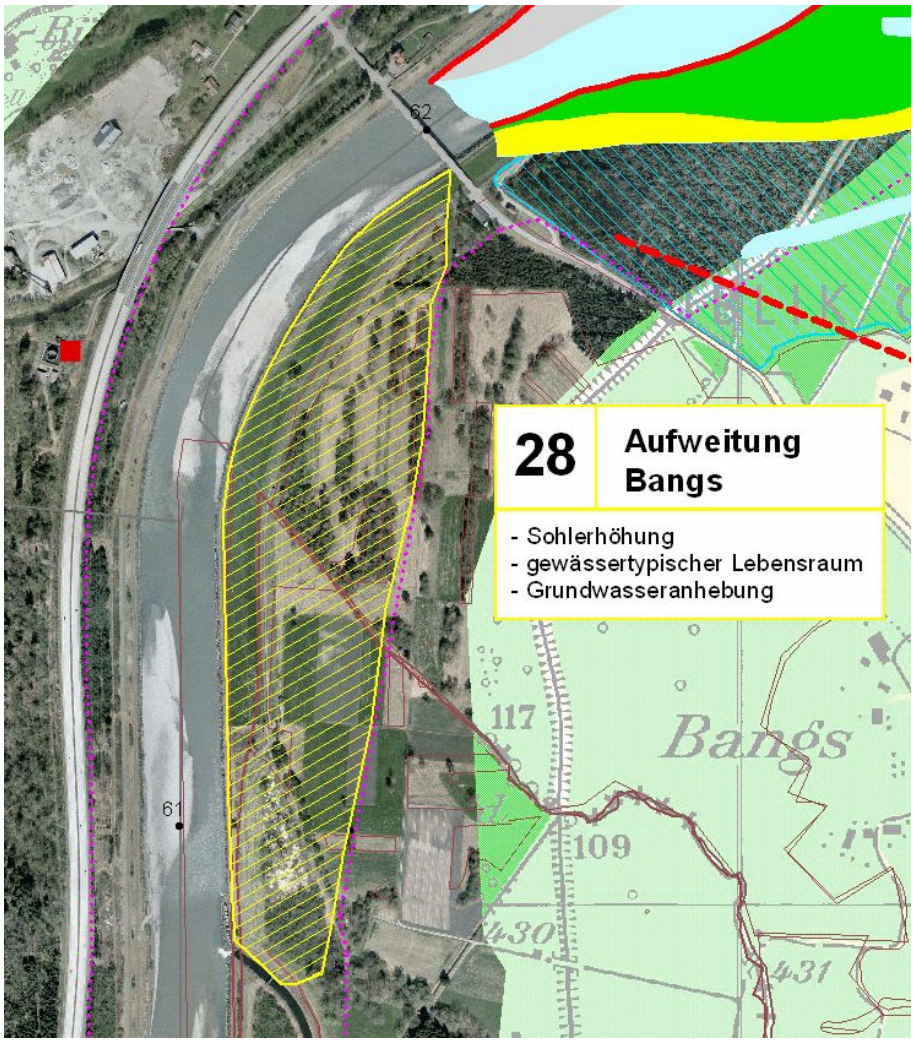
Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.11, Seite 126 – 131

Plan K8 –8/11, km 60.8 – 62.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Sennwald (SG, linksufrig), Altstätten (SG, linksufrig), Ruggell (FL, rechtsufrig), Feldkirch (V, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung Zwischen der Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals und der Zollamtbrücke Bangs kann der Alpenrhein rechtsufrig an der Kurveninnenseite auf einer Länge von rund 1 km aufgeweitet werden. Der rechte Damm würde so weit zurückverlegt, dass sich ein Auwald entwickeln kann.

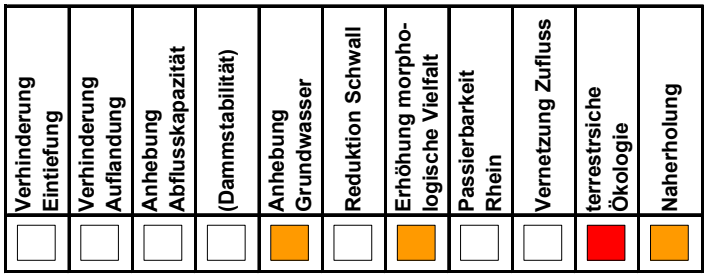
Lage *(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig



Flussbau

Die Aufweitung Bangs liegt in einem Rheinabschnitt, für welchen Anlandungen prognostiziert werden. Mit einer Aufweitung sind deshalb vergleichbare Prozesse zu erwarten wie in den Aufweitungen Eschner Au oder Illspitz. Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Aufweitung selbst das Flussbett bis zu 1.5 m anlandet. Auch flussaufwärts der Aufweitung ist eine verstärkte Ablagerung zu erwarten. Flussabwärts werden die prognostizierten Auflandungen reduziert. In der Aufweitung selbst werden höhere Niederwasserspiegel und tiefere Hochwasserspiegel als ohne Massnahme erwartet.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels um bis zu 1 m. Für die Giessen ist dies erwünscht, für die bewohnten Zonen können sich Probleme mit Kellervernässung ergeben. Der Spiersbach dämpft jedoch die Schwankungen des Grundwasserspiegels sehr stark, sodass in grösserer Distanz zum Rhein die Veränderungen nur geringfügig sind.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Aufgrund der Breite der vorgesehenen Aufweitung kann neben einem naturnahen Flussbett mit Haupt- und Seitenarmen sowie Kiesbänken vor allem ein breiter Auwald/Nebengewässerkomplex gestaltet werden, der im Alpenrheintal weitgehend fehlt. Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln und es liegen, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Trotz der relativ geringen Länge (1.2 km) besitzt diese Massnahme daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Die rechtsufrige Aufweitung fördert die Entwicklung eines dynamischen Auwaldes mit Weidengebüschen auf häufig überschwemmten Standorten, Grauerlenauwäldern und Silberweiden an Nebengewässern. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation und Lebensraum für seltene Arten wie die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwaldbereich bieten ideale Laichplätze für

Amphibien. Die Anhebung des Grundwassers wirkt sich positiv auf die geschützten Streuwiesen aus.

Naherholung

Aufgrund der Kleinräumigkeit der Aufweitung Bangs sind keine speziellen Zugänge zu schaffen. Die Besucher können parallel zum Rhein geführt werden.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft
- rechtsufrig geschützte Flächen (Streuwiesen)
- Orchideenreiche Halbtrockenrasen entlang der Hochwasserschutzdämme (Apollofalter)
- Ölpipeline, Gasleitung

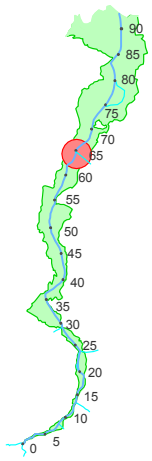
vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Detailgestaltung der Aufweitung im Bereich der Brücke inklusive Anpassung Pfeiler
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Schaffung neuer Lebensräume für Halbtrockenrasen und Apollofalter auf neuen Hochwasserschutzdämmen

Zuteilung Klasse

Das Potential der Aufweitung Bangs ist wegen der geringen Länge deutlich kleiner als zum Beispiel bei der Aufweitung Saarmündung (Massnahme 22, Klasse B) oder gar bei der Aufweitung Eschner Au (Massnahme 26, Klasse A) oder Illspitz (Massnahme 29, Klasse A). Die Beurteilung fällt ähnlich wie bei der Aufweitung Mittelau aus und wird wie diese der Klasse C zugeordnet.

Massnahme 29: Aufweitung Illspitz, Klasse A

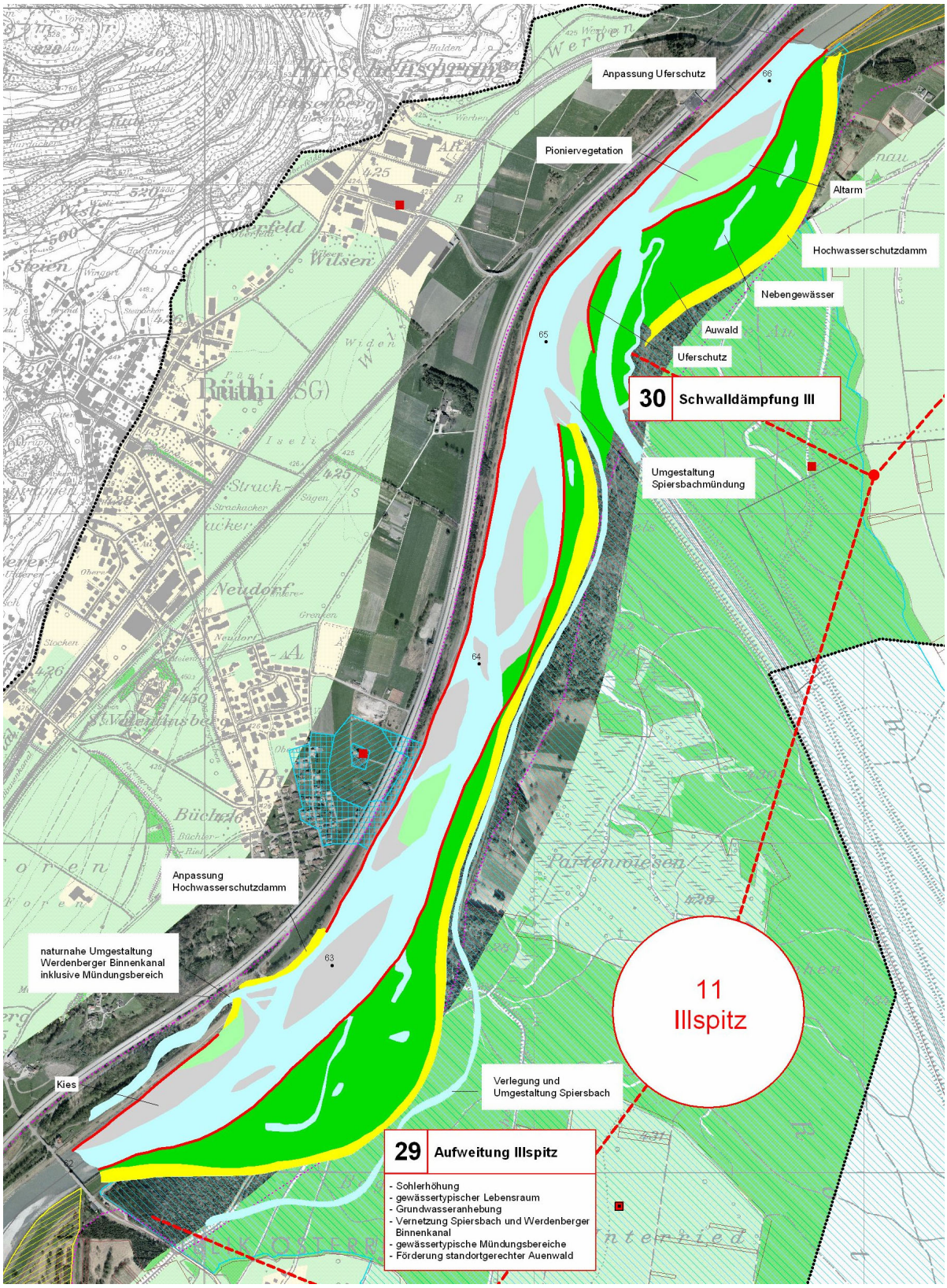


Analyseabschnitt	11 und 12, Illspitz und Kummaberg
Analyse *(Ausgangssituation)*	siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.12 und 8.13, Seite 132 – 143
Plan	K8 –8/11, km 62.0 – 66.1
Gemeinden *(Kanton, Land)*	Altstätten (SG, linksufrig), Rüthi (SG, linksufrig), Feldkirch (V, rechtsufrig), Meiningen (V, rechtsufrig)

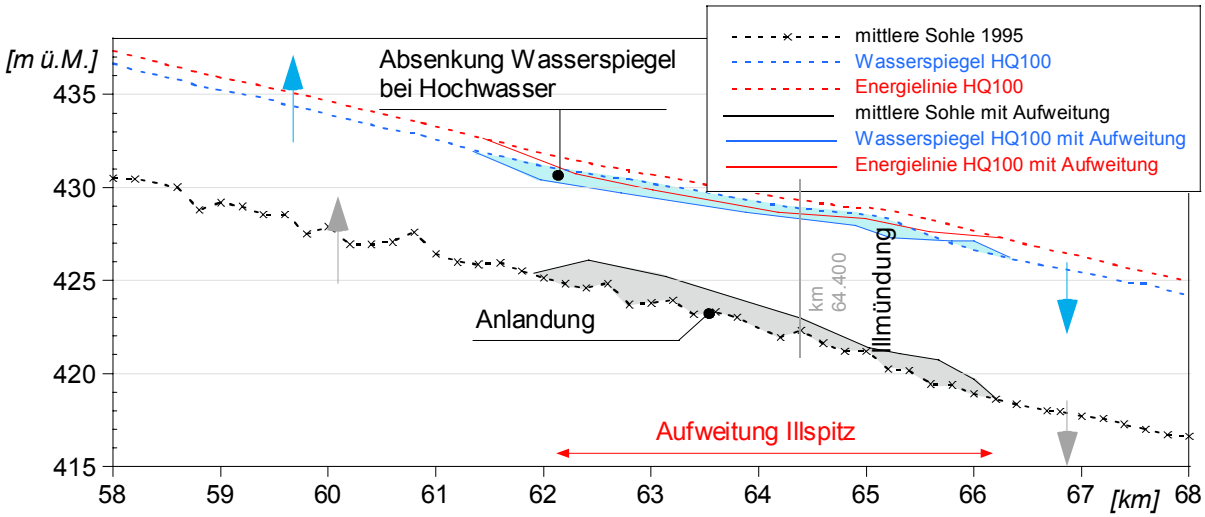
Kurzbeschreibung

Zwischen der Zollamtbrücke Bangs und Meiningen soll der Alpenrhein hauptsächlich am rechten Ufer über eine Länge von rund 4 km verbreitert werden. Die neue Illmündung wird dabei in die Gestaltung integriert, so dass ein grossräumiger Mündungsbereich entsteht. Um den Geschiebeeintrag in die Internationale Rheinstrecke möglichst wenig zu beeinflussen, wird das Flussbett aber nur auf maximal 250 m verbreitert. Das angrenzende Gebiet wird zum Teil grossräumig abgesenkt, so dass es bei Hochwasser überflutet werden kann. In diesen mit Nebengewässer gestalteten Bereichen kann sich ein Auwald entwickeln. Aus Hochwasserschutzgründen kann der Spiersbach nicht in dieses neue Nebengewässersystem integriert werden, sondern muss hinter den neuen Hochwasserschutzdamm verlegt werden. Der „neue“ Spiersbach wird auf den ersten 1.6 km unterhalb von Bangs wesentlich flacher als heute geführt, um kein zusätzliches Grundwasser abzuführen. Anschliessend wird die Niveaudifferenz zur Rheinsohle mit einem steileren Abschnitt überwunden. Der Mündungsbereich wird naturnah ausgebildet. Flussabwärts der Zollamtbrücke Bangs wird der Rhein auch am linken Ufer verbreitert, so dass der Mündungsbereich des Werdenberger Binnenkanals naturnah umgestaltet werden kann. Mit diesen Massnahmen wird es gelingen, diese Binnengewässer und das Umland mit dem Alpenrhein ideal zu vernetzen. Der angrenzende Fichtenwald soll in einen naturnahen Laubgehölzbestand entwickelt werden. Der Aufweitungsperimeter liegt vor allem im Wald. Im Vorland sind auch landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen.

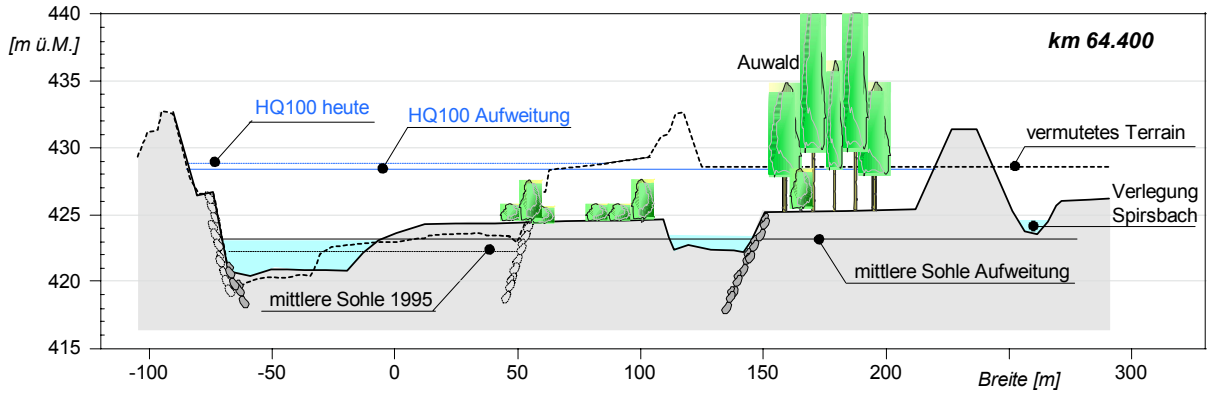
***Lage** (aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)*



Längenprofil



Querprofil



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
wünschenswert	keine Relevanz	keine Relevanz	keine Relevanz	sehr wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	sehr wichtig	sehr wichtig

Anhebung mittlere Sohle

Die Aufweitung Illspitz liegt in einem Abschnitt, wo auch ohne Massnahmen moderate Anlandungen prognostiziert werden. Mit der Verbreiterung des Flussbetts kann deshalb davon ausgegangen werden, dass sich in der Aufweitung selbst eine bis zu 1.5 m höhere Sohlenlage einstellt. Weil sich die Aufweitung in einem Anlandungsabschnitt befindet, ist auch im Oberwasser der Aufweitung mit Anlandungen zu rechnen. Mittelfristig sind zwischen den beiden Aufweitungen Eschner Au und Illspitz im Mittel aber

keine wesentlichen höheren Sohllagen zu erwarten als bei einer unbeeinflussten Entwicklung. Unterhalb der Aufweitung wird die Eintiefungstendenz etwas verschärft. Um diese verstärkte Eintiefung zu begrenzen, sollen die Anlandungen nicht dem Fluss allein überlassen werden, sondern müssen mit dem Bau der Aufweitung realisiert werden.

Hydraulik

Die Anhebung der mittleren Sohle in der Aufweitung von bis zu 1.5 m führt zu einem entsprechenden Anstieg des Niederwasserspiegels. Bei Hochwasser wird die Anlandung mehrheitlich durch die grössere Breite mehr als kompensiert, so dass die Wasserspiegel bei Hochwasser vor allem im mittleren Teil der Aufweitung um bis zu mehrere Dezimeter tiefer als heute sein werden. Flussaufwärts der Aufweitung sind moderat höhere Nieder- und Hochwasserspiegel zu erwarten (kleiner als 0.5 m). In diesem Bereich wird bei Hochwasser die Anlandung nicht durch ein breiteres Flussbett kompensiert. Unterhalb der Aufweitung sind wegen der zu erwartenden Eintiefung um maximal 30 cm tiefere Niederwasserspiegel zu erwarten als ohne Aufweitung. Die Hochwasserspiegel werden weniger stark beeinflusst.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels tendenziell um bis zu 0.5 - 1 m vor allem im oberen Bereich (Streuwiesen, Grundwassergebiet entlang der Ill), wobei für die Matschelser-Giessen ein höherer Spiegel wünschbar wäre. Im unteren Teil der Aufweitung und flussab ist keine wesentliche Veränderung zu erwarten, da das Grundwasser des Ill-Frutz-Schwemmfächers wenig vom Rhein beeinflusst wird.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Aufweitung auf bis 250 m kann sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum. Zugleich liegen in diesem Abschnitt 3 Mündungsbereiche (Ill, Werdenberger Binnenkanal und Spiersbach), die die Attraktivität als Lebensraum zusätzlich erhöhen. So weist die Illmündung und der angrenzende Alpenrhein bereits jetzt einen deutlich arten- und individuenreicheren Fischbestand als die angrenzenden Abschnitte auf.

Aufgrund der grossen Breite kann im Anschluss daran rechtsufrig auch ein Nebengewässersystem/Auwaldkomplex gestaltet werden, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen können. Durch die Grundwasseranhebung kann zudem die Wasserführung der derzeit häufig trocken fallenden Matschelser Gewässer wieder verbessert werden.

Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. In Verbindung mit der Länge (4.1 km) liegen bei entsprechender Schwalldämpfung daher beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor. Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

Vernetzung Zuflüsse

Im Zuge dieser Massnahme sollen auch die Mündungen von Werdenberger Binnenkanal und Spiersbach wieder für alle Fischarten passierbar gemacht und mit dem Alpenrhein besser vernetzt werden. In Verbindung mit der Aufweitung des Alpenrheins entstehen somit wieder hoch attraktive, mit dem Alpenrhein verbundene Gewässersysteme. Mit entsprechender Schwalldämpfung (siehe Massnahme 30) und Revitalisierung könnten auch an der Ill wieder attraktive Lebensräume geschaffen werden, welche für die Fischfauna des Alpenrheins höchste Bedeutung haben.

terrestrische Ökologie

Die Aufweitung begünstigt die Entwicklung eines grossflächigen, dynamischen Auwaldes mit unterschiedlichen Weichholzauen auf tiefer liegenden Standorten bis zur Hartholzau auf selten überschwemmten Flächen. Im Auwald entwickeln sich Nebenarme sowie Kleingewässer. Temporäre und permanente Kleingewässer im Auwald/Nebengewässerkomplex bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation und Lebensraum für selten Arten wie die Deutsche Tamariske und den Kleinen Rohrkolben. Kiesbänke bieten geeignete Lebensräume für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze. Die lokale Anhebung des Grundwasserspiegels wirkt sich positiv auf die geschützten Streuwiesen in Bangs-Matschels aus.

Naherholung

Die Besucher sollen primär entlang der Aufweitung geleitet werden. Für die Naherholung könnten Beobachtungsmöglichkeiten und ein Zugang in den Mündungsbereich Ill/Rhein geschaffen werden. Hier könnten ein oder zwei Erholungsschwerpunkte eingerichtet werden, beispielsweise bezüglich Landschaft.

Gemäss den übergeordneten raumplanerischen Überlegungen stellt der unterste Abschnitt des Alpenrheins ab dem Illspitz bis zur Mündung in den Bodensee wegen der hohen Bevölkerungsdichte für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar.

mögliche Konflikte

- rechtsufrig Naturschutzgebiet mit wertvollen Streuwiesen (z.B. Lebensraum für den Wachtelkönig)
- Landwirtschaft

- Grundwassernutzung links und rechtsufrig der Ill
- Vernässung Keller

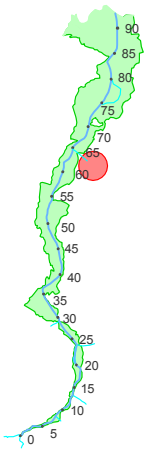
vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel
- Auswirkungen auf das Grundwasser insbesondere hinsichtlich Grundwasserschutzgebiet und Siedlungsgebiete in Meiningen
- Auswirkung des höheren Hochwasserspiegels oberhalb der Aufweitung auf die Infiltration in die Binnenkanäle und die Stabilität der Dämme
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Möglichkeit zur Umwandlung des Fichtenwaldes in einen Laubholzbestand (evtl. Geländeabsenkung)
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Einbindung der Illmündung
- Anlandung des abgesenkten Umlandes mit dem Auwaldkomplex und den Nebengewässern durch Schwebstoffablagerungen bei Hochwasser

Zuteilung Klasse

Mit der Aufweitung Illspitz gelingt es, den Grundwasserspiegel substantiell anzuheben (maximal 0.5 bis 1 m). Die Aufweitung hat vor allem aus Sicht Ökologie eine grosse Bedeutung. In der Aufweitung selbst ist von tieferen Hochwasserspiegeln auszugehen. In den angrenzenden Abschnitten flussaufwärts sind etwas höhere und flussabwärts etwas tiefere Hochwasserspiegel zu erwarten. Eine etwas verstärkte Eintiefungstendenz unterhalb der Aufweitung muss in Kauf genommen werden. Aufgrund der grossen Bedeutung für die Ökologie wird die Aufweitung Illspitz der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 30: Schwalldämpfung Ill, Klasse A



Analyseabschnitt 11 und 12, Illspitz und Kummaberg

Analyse *(Ausgangssituation)* Siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.12, Seite 132 – 137

Plan K8 –8/11, km 65.0

Gemeinden *(Kanton, Land)* Einzugsgebiet der Ill

Kurzbeschreibung

Der täglich auftretende Schwall, welcher durch die bedarfsorientierte Energieproduktion im Einzugsgebiet der Ill verursacht wird, soll bei der Rückführung des genutzten Wassers in die Ill durch bauliche oder betriebliche Massnahmen reduziert werden.

Lage

Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird eine Massnahme zur Schwalldämpfung ausserhalb des Projektperimeters liegen.

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Reduktion Schwall Gewässerökologie

Die Schwalldämpfung stellt eines der wesentlichsten gewässerökologischen Ziele dar. Der Abflussschwall aus der Ill verstärkt den Schwall im Alpenrhein beträchtlich. Diese Massnahme besitzt daher höchste Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Durch die Schwalldämpfung werden die Lebensraumverhältnisse auf den Schotterbänken für die gewässertypische Pioniervegetation einschliesslich der gefährdeten Arten (z.B. Kleiner Rohrkolben, Deutsche Tamariske), für die kiesbankbewohnende Vogelwelt (z.B. Flussuferläufer, Flussregenpfeifer) sowie für charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden, z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) in den Abschnitten flussab verbessert. Diese Verbesserungen werden allerdings erst nach der Umsetzung von Aufweitungen in der Internationalen Strecke wirksam.

mögliche Konflikte

- Änderung bestehender Rechte der betroffenen Kraftwerke (teurere Produktion, zusätzliche Investitionskosten, energiewirtschaftliche Abwertung der Wasserkraft zum Beispiel wegen reduzierter Konkurrenzfähigkeit zum Strom aus thermischen Kraftwerken)
- Produktionsausfälle und Steuerausfälle
- Raum für allfällig notwendige Schwalldämpfungsbecken

- Änderung im Landschaftsbild
- Beeinträchtigung der Naherholung aufgrund der täglichen Wasserspiegelschwankungen in den Schwalldämpfungsbecken

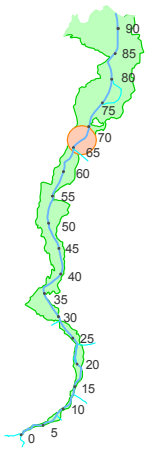
vertiefte Abklärungen

- Art und Umfang der Schwallreduktion im Einzugsgebiet der Ill

Zuteilung Klasse

Aus ökologischer Sicht ist eine Schwallreduktion bei der Wasserrückgabe in die Ill bei Walgau ideal und nicht erst am Alpenrhein. Da der Schwall für die Ökologie am gesamten Alpenrhein und auch an der Ill eine Schlüsselgrösse ist, wird diese Massnahme der Klasse A zugeordnet. Verhandlungen/Gespräche mit den Vorarlberger Illwerken sind im Gang.

Massnahme 31: Aufweitung Frutzmündung, Klasse B



Analyseabschnitt 12, Kummaberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.13, Seite 138 – 143

Plan K8 –9/11, km 66.1 – 69.9

Gemeinden *(Kanton, Land)* Oberriet (SG, linksufrig), Meiningen (V, rechtsufrig), Koblach (V, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

Im Anschluss an die Aufweitung Illmündung (Massnahme 30) kann der Alpenrhein am rechten Ufer zwischen Meiningen und Koblach aufgeweitet werden. Die Breite der Aufweitung muss auf die übrigen Massnahmen in der internationalen Rheinstrecke und die Geschiebebewirtschaftung abgeglichen werden (siehe Massnahmen 33 und 34). Die Aufweitung ermöglicht eine naturnahe Gestaltung der Mündungen von Frutz und Ehbach. In die grosszügige Aufweitung können Auwälder mit Nebengewässern integriert werden und die Vernetzung mit dem Umland verbessert werden. Im Aufweitungsperimeter liegen vor allem landwirtschaftliche Nutzflächen und Wald.

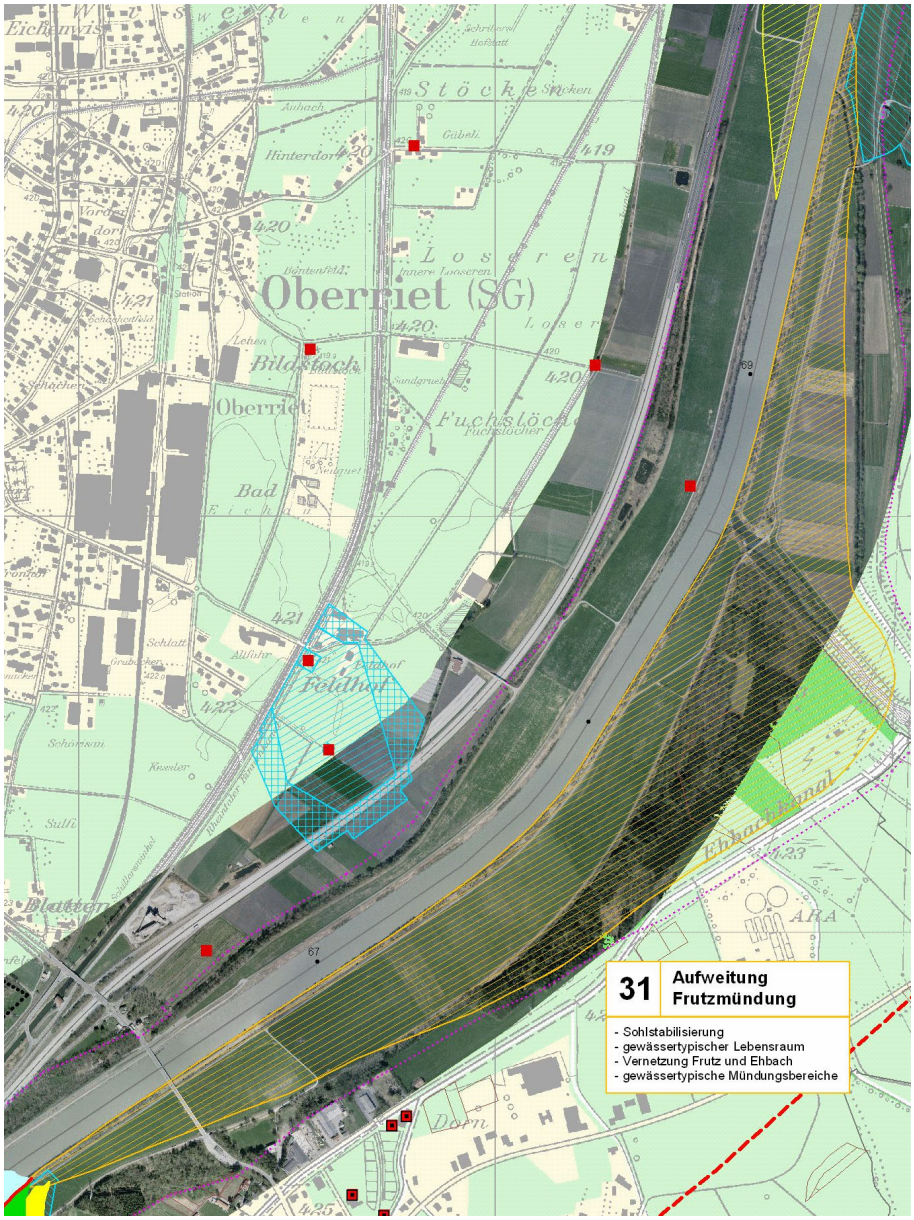
Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
wünschenswert	keine Relevanz	keine Relevanz	keine Relevanz	wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	keine Relevanz	wichtig	wichtig	sehr wichtig

Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Verhinderung Eintiefung

Mit einer Verbreiterung des Flussbettes kann die Eintiefung nicht nur gestoppt werden, sondern es ist ähnlich wie im unteren Teil der Aufweitung Illspitz, mit einer Anhebung der Sohlenlage zu rechnen. Das Ausmass der Anhebung der Sohle ist von der Abmessung der Aufweitung, der zukünftigen Geschiebebewirtschaftung und dem Zeitpunkt der Realisierung abhängig. Wird zum Beispiel, wie vorgeschlagen, die Aufweitung Illspitz zuerst realisiert, so sind im Bereich der Massnahme 31 Eintiefungen von bis zu 50 cm zu erwarten. Weiter muss die zukünftige Geschiebebewirtschaftung auch auf die übrigen Massnahmen weiter flussabwärts in der internationalen Rheinstrecke und auf die angestrebte Abflusskapazität abgestimmt sein. Das Ausmass der Anhebung der Sohle ist von der Abmessung der Aufweitung sowie der zukünftigen Geschiebebewirtschaftung abhängig, welche auf die übrigen Massnahmen weiter flussabwärts in der internationalen Rheinstrecke abgestimmt sein muss. Um nicht unerwünschte Auflandung oder eine zu starke Reduktion des Geschiebedurchgangs durch Kiesent-

nahmen zu bewirken, dürfte nur eine begrenzte Verbreiterung möglich sein. Um trotzdem die Ökologie möglichst positiv zu beeinflussen, wird deshalb ähnlich wie beim Illspitz die Aufweitung mit einer Umlandabsenkung kombiniert.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels um einige Dezimeter, da das Grundwasser des Ill-Frutz-Schwemmfächers in den Rhein exfiltriert und die Auswirkungen gegen die Fliessrichtung rasch abnehmen. Es ist mit einer Verbesserung der Grundwasserqualität zu rechnen (Sauerstoffgehalt).

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Verbreiterung kann sich ein gewässertypisches verzweigtes Flussbett mit strukturreichen Haupt-/Seitenarmen sowie grossflächigen, teilweise bewachsenen Kiesbänken ausbilden. Dadurch finden, in Verbindung mit entsprechender Schwalldämpfung, praktisch alle strömungsliebenden, teilweise auch indifferenten Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Aufgrund der grossen Breite kann im Anschluss an die eigentliche Flussaufweitung rechtsufrig auch ein Nebengewässersystem/Auwaldkomplex gestaltet werden, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen können.

Insgesamt kann sich eine Vielzahl charakteristischer Lebensräume (bis hin zur Weichen Au) entwickeln. In Verbindung mit der Länge (3.8 km) liegen bei entsprechender Schwalldämpfung beste Voraussetzungen für die nachhaltige Entwicklung der gewässertypischen Lebensgemeinschaften vor.

Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht höchste Wertigkeit.

Vernetzung Zuflüsse

Im Zuge dieser Massnahme soll auch die Frutz wieder für alle Fischarten aus dem Alpenrhein passierbar gestaltet werden. Aufgrund der zahlreichen Abtreppungen und wegen dem häufigen Trockenfallen infolge der Wasserausleitung besitzt die Frutz derzeit für die Fischfauna des Rheins keine Bedeutung. Demgegenüber stellt der Ehbach, insbesondere nach der Sanierung der Gewässergüte-Probleme bzw. der Umsetzung des bereits laufenden Entwicklungskonzeptes, ein attraktives Gewässersystem dar. Dessen Mündung, die derzeit bei Niederwasser nur für schwimmstarke Fischarten passierbar ist, soll ebenfalls für die gesamte Fischfauna durchwanderbar gestaltet werden. Die Aufweitung ist dabei auf die geplante naturnahe Umgestaltung des Ehbach-Unterlaufes (Profilaufweitung mit pendelnder Linienführung zur Verbesserung der Hochwasserverhältnisse) in Meiningen abzustimmen, wofür entsprechender Raumbedarf besteht.

terrestrische Ökologie

Die Aufweitung begünstigt die Entwicklung von Weichholzauen (Grauerlenauwald) und Weidengebüschen auf häufig überschwemmten Standorten. Temporäre und permanente Kleingewässer im Aubereich bieten ideale Laichplätze für Amphibien. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation und Lebensraum für seltene Arten. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze.

Naherholung

Die Besucher sind entlang der Aufweitung zu leiten. Der Zugang zum Rhein soll mit wenigen punktuellen Zugängen ermöglicht werden, so dass die naturnahe Landschaft möglichst nicht tangiert wird.

Gemäss übergeordneten raumplanerischen Überlegungen stellt der unterste Abschnitt des Alpenrheins ab dem Illspitz bis zur Mündung in den Bodensee wegen der hohen Bevölkerungsdichte für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar.

mögliche Konflikte

- Grundwasserverhältnisse im Siedlungsgebiet von Meiningen
- Auswirkungen auf das Grundwasserschutzgebiet Koblach unmittelbar flussab der Aufweitung sind zu überprüfen
- landwirtschaftliche Nutzung im Aufweitungsperimeter
- Auswirkung der bestehenden Einleitung von Abwasser und Mischwasser in den Rhein

vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel unter Berücksichtigung von Geschiebeentnahmen in Wechselwirkung mit den übrigen Aufweitungen in der internationalen Rheinstrecke
- Auswirkungen auf das Grundwasser insbesondere Meiningen und Koblach sowie Grundwasserschutzgebiet Koblach
- Umsetzbarkeit von Aufweitungen mit bewachsenen Kiesbänken, ohne übermässige Auflandungen von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Hochwasserabflusskapazität zu verursachen (siehe Pilotstrecke, Massnahme 34)
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Abstimmung mit Gestaltung Ehbach-Unterlauf
- Verbesserung der Fischpassierbarkeit und Dotation der Frutz
- Anlandung des abgesenkten Umlandes mit dem Auwaldkomplex und den Nebengewässern durch Schwebstoffablagerungen bei Hochwasser

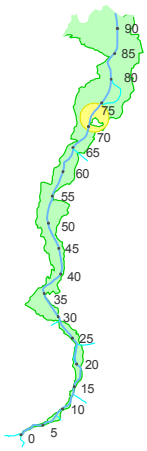
- Umsetzbarkeit von Aufweitungen mit bewachsenen Kiesbänken, ohne übermässige Auflandungen von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Hochwasserabflusskapazität zu verursachen (siehe Pilotstrecke, Massnahme 34)

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Frutzmündung ist aus Sicht Flussbau zur Stabilisierung der Sohle wünschenswert, vor allem nach der Realisierung der Aufweitung Illspitz. Die Aufweitung hat vor allem aus der Sicht der Ökologie eine grosse Bedeutung. Aufgrund der grossen Bedeutung für die Ökologie wird die Aufweitung Frutzmündung der Klasse B zugeordnet.

Bezüglich der Ausdehnung der Aufweitung und der Realisierungsreihenfolge in der internationalen Rheinstrecke sind aber noch verschiedene Abklärungen zu treffen. Priorität hat sicher die Pilotstrecke. Aufgrund der verfügbaren Informationen über die Entwicklung der Sohlenlage und des Geschiebehaushaltes aber auch aufgrund der Abflusskapazität sollte nach der Pilotstrecke (Massnahme 34) mit dem Umbau der internationalen Rheinstrecke beim Bodensee begonnen werden. Das heisst die Aufweitung Frutzmündung sollte erst nach Realisierung der Massnahmen 34, 33 und 32 in ihrem vollen Umfang realisiert werden. Allenfalls kann die Aufweitung Frutzmündung vorgezogen werden, wenn das Flussbett vorerst nur so weit verbreitert wird, dass der Geschiebehaushalt nicht negativ beeinflusst wird.

Massnahme 32: Aufweitung Kriessern, Klasse C



Analyseabschnitt 12, Kummaberg

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.13, Seite 138 – 143

Plan K8 –9/11, km 69.4 – 74.3

Gemeinden *(Kanton, Land)* Oberriet (SG, linksufrig), Koblach (V, rechtsufrig), Mäder (V, rechtsufrig)

Kurzbeschreibung

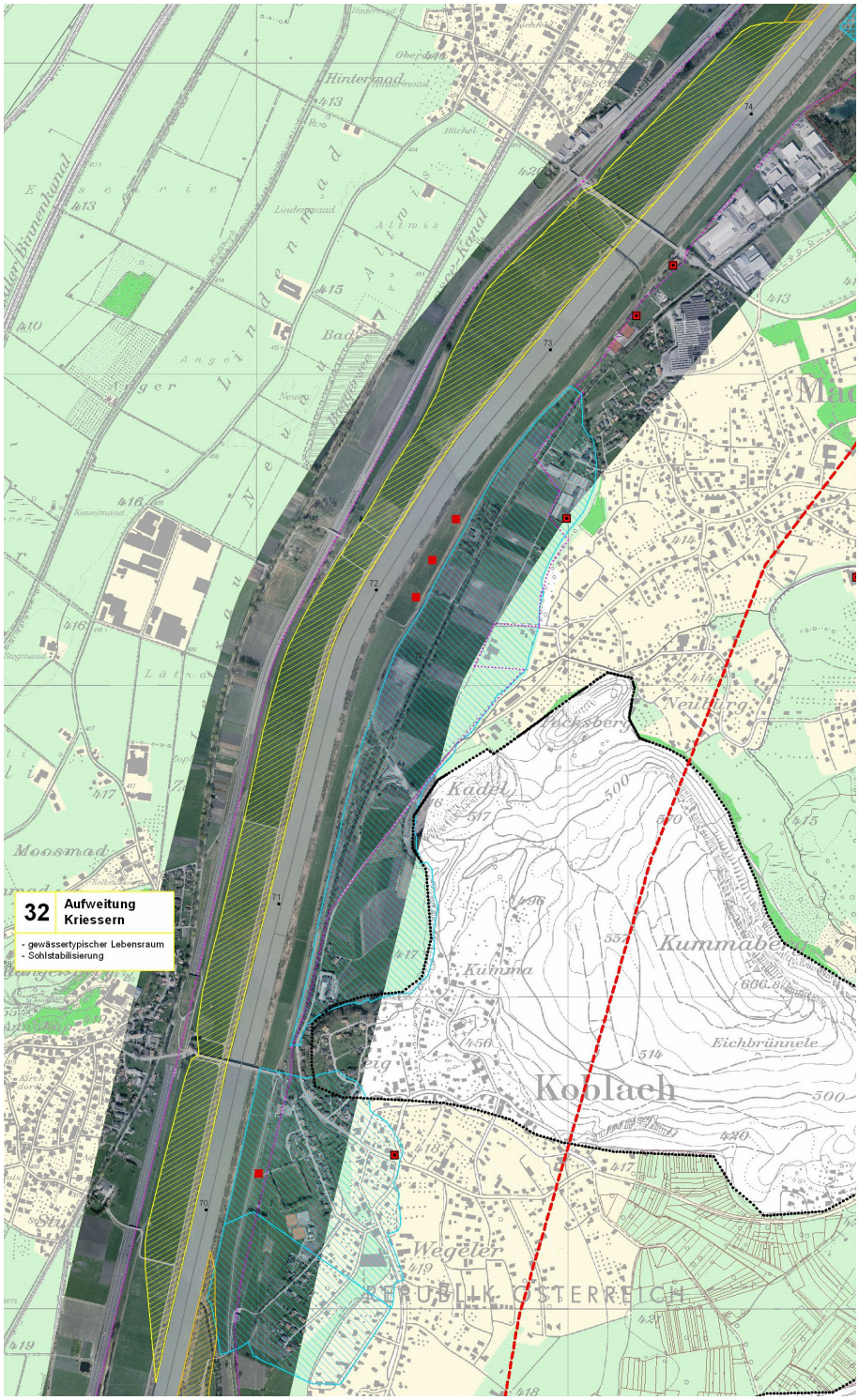
Zwischen Koblach und Mäder sind praktisch durchgehend Grundwasserschutzzonen ausgeschieden, welche bis an den Rheindamm reichen oder auch das rechte Vorland umfassen. Im rechten Rheinvorland selber hat es verschiedene private und öffentliche Pumpwerke. Aus diesem Grunde wird die Flussaufweitung auf das linke Rheinvorland begrenzt. Das Flussbett kann von Montlingen bis Kriessern lokal bis gegen 200 m verbreitert werden. Dadurch wird die morphologische Vielfalt erhöht, was sich auch positiv auf die terrestrische Ökologie auswirkt. Die Verbreiterung trägt zur Stabilisierung des sich leicht eintiefenden Flussbettes und des Grundwasserstandes bei. Um unerwünschte Anlandungen zu vermeiden, ist eine Geschiebebewirtschaftung notwendig (siehe Massnahme 34). Der Flussraum wird für die Naherholung aufgewertet, indem der Zugang und Aufenthalt am Wasser ermöglicht wird.

Bedeutung

Legende:
- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
wünschenswert	keine Relevanz	wünschenswert	keine Relevanz	wichtig	keine Relevanz	sehr wichtig	keine Relevanz	keine Relevanz	wichtig	sehr wichtig

Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Verhinderung Eintiefung

Die Aufweitung Kriessern liegt im Übergangsbereich von Eintiefung und Anlandung. Mit einer Verbreiterung des Flussbettes kann die erwartete Eintiefung im oberen Teil der Aufweitung nicht nur gestoppt werden, sondern es ist ähnlich wie im unteren Teil der Aufweitung Illspitz (Massnahme 31) respektive der Pilotstrecke (Massnahme 34) mit einer Anhebung der Sohlenlage zu rechnen. Das Ausmass der Anhebung der Sohle ist von der Abmessung der Aufweitung sowie der zukünftigen Geschiebebewirtschaftung abhängig, welche auf die übrigen Massnahmen weiter flussabwärts in der

internationalen Rheinstrecke und die angestrebte Abflusskapazität abgestimmt sein muss. Um nicht unerwünschte Auflandung oder eine zu starke Reduktion des Geschiebedurchgangs durch Kiesentnahmen zu bewirken, dürfte nur eine begrenzte Verbreiterung möglich sein.

Anhebung Abflusskapazität

Zwischen km 69 und 75 liegt bei einem Abfluss von 4'300 m^3/s die Energielinie in etwa auf Höhe der Dammkronen. In Bezug auf diese Abflussgrösse hat es keine Reserven. Mit einer Aufweitung könnte das Freibord und damit die Hochwassersicherheit erhöht werden.

Anhebung Grundwasser

Die durch die Aufweitung bewirkte Auflandung führt zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels, was für die Trinkwasserversorgung und die Giessen erwünscht ist. Es ist mit einer Verbesserung der Grundwasserqualität zu rechnen (Sauerstoffgehalt). In diesem Abschnitt weist insbesondere der Koblacherkanal wegen zu geringer Wasserführung in trockenen Sommern Probleme auf, die durch eine Erhöhung der Rheinsohle gelöst werden können.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Aufweitung können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Dadurch finden vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Aufgrund des begrenzten Raumes und der dadurch relativ schmalen Aufweitung werden sich im oberen Abschnitt vermutlich primär kleinräumige und vor allem unbewachsene Kiesbänke bilden. Lokal und vor allem im unteren breiteren Abschnitt sollten jedoch auch bewachsene Kiesbänke entstehen, die z.B. als Hochwasser-Einstand für Jungfische und für das Vorkommen der terrestrischen Kiesbankbewohner wesentlich sind. Zudem können sich hier auch kleinräumige Nebengewässersysteme/Auwaldkomplexe entwickeln, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen.

In Verbindung mit der Länge (4.9 km) können bei entsprechender Schwalldämpfung somit deutliche Verbesserungen für die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusses erreicht werden. Mögliche Verbesserungen für die gewässertypischen Lebensgemeinschaften der Nebengewässer und des Aubereiches hängen von der Umsetzbarkeit der oben angeführten breiteren Aufweitungen und damit der Ausbildung bewachsener Kiesbänke bzw. Nebengewässern/Auwald ab (siehe auch vertiefte Abklärungen).

Insgesamt besitzt diese Massnahme aber aus gewässerökologischer Sicht hohe Wertigkeit.

terrestrische Ökologie

Analog zu den oben stehenden Anmerkungen werden sich Verbesserungen vor allem in breiteren Abschnitten einstellen. Auf Sand- und Schotterbänken entwickelt sich eine Pioniervegetation und Lebensraum für seltene Arten. Lokal werden sich auch Weidengebüsche mit Reifweide und Lavendelwiese ausbilden. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze.

Naherholung

Die Besucher sind entlang der Aufweitung mit einem attraktiven Verbindungsweg zu leiten. Der Zugang zum Rhein soll mit wenigen punktuellen Zugängen ermöglicht werden.

Gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen stellt der unterste Abschnitt des Alpenrheins ab dem Illspitz bis zur Mündung in den Bodensee wegen der hohen Bevölkerungsdichte für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar.

mögliche Konflikte

- landwirtschaftliche Nutzung der Vorländer
- Gewässerschutzbereich A_u
- Grundwasserpumpwerk Feldhof

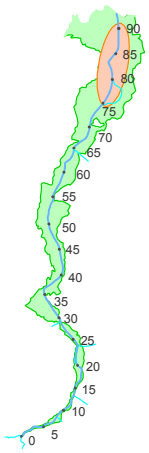
vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasser- sowie Grundwasserspiegel unter Berücksichtigung von Geschiebeentnahmen in Wechselwirkung mit den übrigen Aufweitungen in der internationalen Rheinstrecke
- Auswirkungen auf das Grundwasser
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Anlandung durch Schwebstoffablagerungen bei Hochwasser
- Umsetzbarkeit von Aufweitungen mit bewachsenen Kiesbänken, ohne übermässige Auflandungen von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Hochwasserabflusskapazität zu verursachen (siehe Pilotstrecke, Massnahme 34)
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Anpassung Fundationen Rheinbrücken Montlingen – Koblach, Dienstbrücke Kriessern – Mäder und Kriessern – Mäder

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Kriessern hat aus der Sicht Flussbau und Ökologie eine geringere Bedeutung als die Aufweitung Frutzmündung (Massnahme 31, Klasse B) und die Aufweitung Durchstiche (Massnahme 33, Klasse B). Aus diesem Grund wird die Aufweitung Kriessern der Klasse C zugeordnet. Die Aufweitung Kriessern sollte erst nach Realisierung der Massnahmen 34 und 33 realisiert werden.

Massnahme 33: Aufweitung Durchstiche, Klasse B



Analyseabschnitt

13, 14 und 15, Diepoldsauer Durchstich, Lustenau/Fussach und Hard

Analyse
(Ausgangssituation)

siehe Kapitel 7 und Abschnitte 8.14 bis 8.16, Seite 144 – 159

Plan

K8 –10/11 und 11/11, km 74.3- 90.9

Gemeinden
(Kanton, Land)

Oberriet (SG, linksufrig), Diepoldsau (SG, links- und rechtsufrig), Widnau (SG, linksufrig), Au (SG, linksufrig), St. Margrethen (SG, linksufrig), Höchst (V, linksufrig), Fussach (V, links- und rechtsufrig), Mäder (V, rechtsufrig), Altach (V, rechtsufrig), Lustenau (V, rechts- und linksufrig), Hard (V, rechts- und linksufrig).

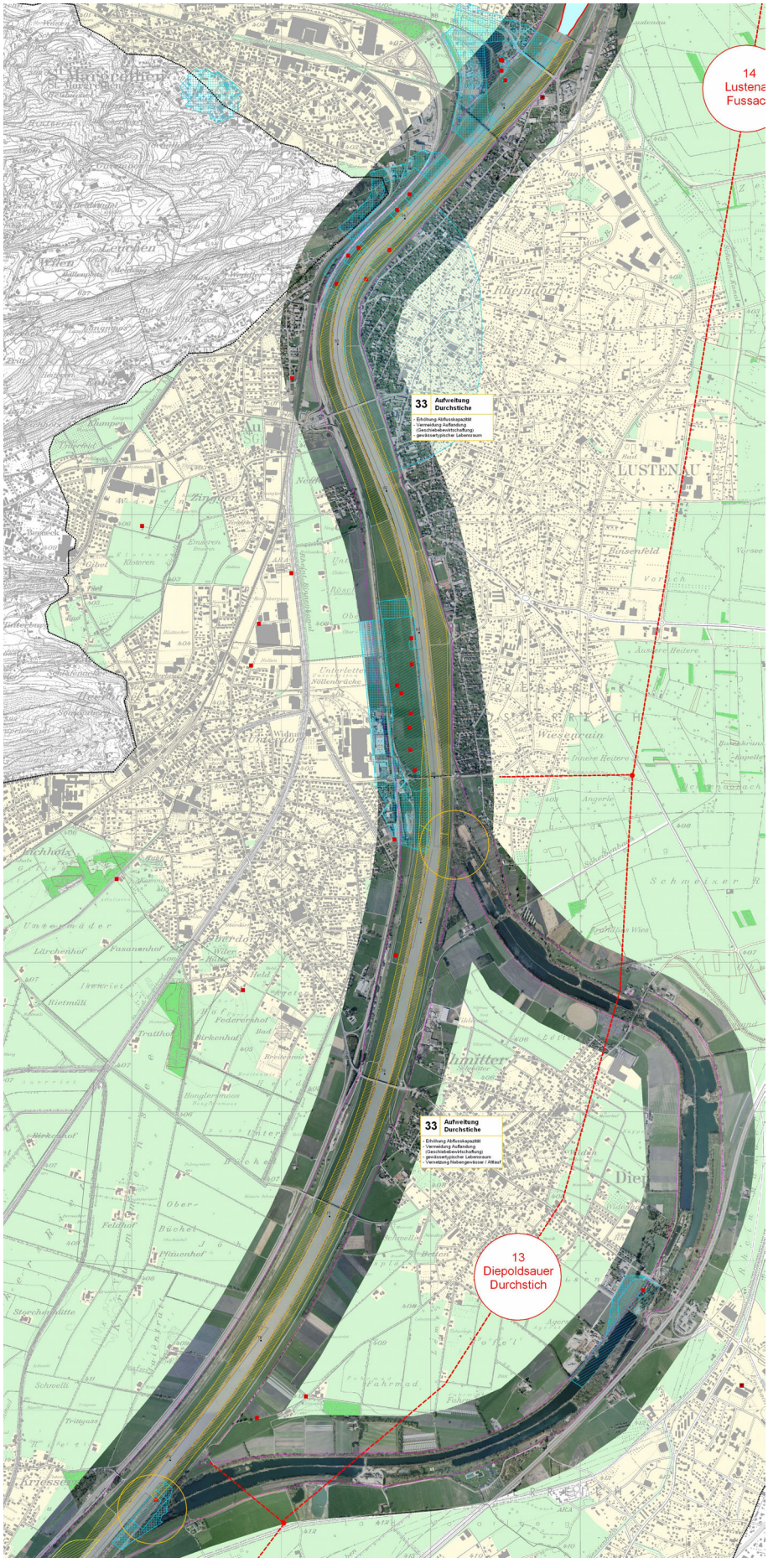
Kurzbeschreibung

Zwischen Diepoldsau und dem Bodensee wird das Mittelgerinne auf minimal 110 bis 120 m Breite aufgeweitet. In Vorlandbereichen mit Grundwassernutzung konzentriert sich die Aufweitung wenn immer möglich auf das gegenüber liegende Vorland. Im Bereich Au-St.Margrethen/Lustenau ist die Grundwassernutzung in den Vorländern so intensiv, dass mit der Mittelwasserverbreiterung auch Schutzzonen beansprucht werden. Mit der Aufweitung wird die Abflusskapazität erhöht, aber gleichzeitig das Geschiebetransportvermögen reduziert. Damit diese Reduktion nicht zu einer sukzessiven Verlandung des Querschnittes führt, muss oberhalb von Diepoldsau respektive jeweils am oberen Ende der Verbreiterung ein beachtlicher Anteil der Geschiebefrachten aus dem Rhein entnommen werden. Für eine ökologische Aufwertung in dieser rund 15 km langen Strecke sind abschnittsweise Verbreiterungen auf deutlich über 110 bis 120 m zur möglichen Ausbildung bewachsener Kiesbänke erwünscht (siehe auch Ausführungen über Kies- und Sandablagerungen in Bezug auf die Durchflusskapazität bei der Pilotstrecke, Massnahme 33).

Der Alte Rhein bei Diepoldsau wird im unteren Teil durch eine Öffnung des Dammes bei km 80 mit dem Rhein vernetzt. Vor allem bei Hochwasser soll zudem eine Dotierung aus dem Alpenrhein bei km 75 erfolgen. Der rechte Damm des Alten Rheins muss im Einflussbereich der unteren Öffnung auf die neue Belastung ausgelegt werden.

Auf eine Dotation des Alten Rheins bei St. Margrethen zur Verbesserung der Wasserqualität wird verzichtet, da das „kalte“ Alpenrheinwasser die derzeitige Gewässercharakteristik (relativ „warmes“ Fliessgewässer) verändern würde, wobei derartige Gewässer im Rheintal derzeit kaum vorhanden sind.

Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung

Verhinderung Auflandung

Zwischen Diepoldsau und dem Bodensee werden Anlandungen vorausgesagt. Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Geschiebetransportvermögen zusätzlich reduziert. Damit es dadurch nicht zu einer untolerierbaren Reduktion des Abflussquerschnitts kommt, muss am oberen Ende der Aufweitung substantiell Geschiebe entnommen werden. Es ist aber trotzdem davon auszugehen, dass sich eine höhere Sohlenlage einstellen wird als heute. Es ist zwingend notwendig, die Auswirkung der Verbreiterung und einer Geschiebebewirtschaftung auf die Entwicklung der Sohlenlage in der internationalen Rheinstrecke im Detail zu untersuchen (siehe auch Ausführungen zur Pilotstrecke Massnahme 33).

Anhebung Abflusskapazität / Hydraulik

Die Anhebung der mittleren Sohle in der Aufweitung führt zu einem entsprechenden Anstieg des Niederwasserspiegels. Bei Hochwasser wird die Anlandung durch die grössere Breite mehr als kompensiert, so dass bei grossen Hochwasserereignissen tiefere Wasserspiegel als heute erwartet werden.

Anhebung Grundwasser

Unterhalb des Diepoldsauer Durchstichs ist ein Grundwasseranstieg nicht notwendig und nicht erwünscht. Die Kanäle in Rheinnähe verhindern, dass sich eine Erhöhung des Niederwasserspiegels weit auswirkt. Allenfalls ist mit einem geringfügig höheren Abfluss in den Seitengewässern zu rechnen. Ein Anstieg des Grundwasserspiegels ist nicht zu befürchten. Zwischen den Kanälen in Rheinnähe ist mit einer Verbesserung der Grundwasserqualität zu rechnen (Sauerstoffgehalt), weil mit einer erhöhten Infiltration von Rheinwasser zu rechnen ist.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Durch die Aufweitung können sich strukturreiche Verzweigungen in Haupt-/Seitenarmen ausbilden. Dadurch finden vor allem die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusssystems einen geeigneten Lebensraum.

Abhängig von der Breite der Aufweitung werden sich primär kleinräumige und vor allem unbewachsene Kiesbänke bilden. In den breiteren Abschnitten sollten sich jedoch lokal auch bewachsene Kiesbänke ausbilden, die z.B. als Hochwasser-Einstand für Jungfische und für das Vorkommen der terrestrischen Kiesbankbewohner wesentlich sind. Zudem können sich hier auch

kleinräumige Nebengewässersysteme/Auwaldkomplexe entwickeln, in dem Amphibienlaichgebiete und geeignete Habitate für die aquatischen Aulebensgemeinschaften entstehen können.

In Verbindung mit der Länge (über 16 km) können bei entsprechender Schwalldämpfung somit deutliche Verbesserungen für die strömungsliebenden Lebensgemeinschaften des Hauptflusses erreicht werden. Mögliche Verbesserungen für die Lebensgemeinschaften der Nebengewässer und des Aubereiches hängen von der Umsetzbarkeit der oben angeführten breiteren Aufweitungen und damit der Ausbildung bewachsener Kiesbänke bzw. Nebengewässern/Auwald ab (siehe auch vertiefte Abklärungen).

Diese Massnahme besitzt daher aus gewässerökologischer Sicht hohe Wertigkeit.

Vernetzung Alter Rhein

Aufgrund der sowohl aus ökologischer Sicht als auch hinsichtlich der Erholungsnutzung hohen Wertigkeit wird die Erhaltung der bestehenden Stillgewässer im Alten Rhein als sinnvoll erachtet. Auf eine Verlegung des Alpenrheins in den Altlauf unter Verlust der Stillgewässer wird deshalb bewusst verzichtet.

Im Bereich des alten Rheinlaufes ist die Herstellung und Gestaltung eines vom Alpenrhein her dynamisch dotierten, bei Nieder- und Mittelwasser jedoch nicht bzw. nur gering durchströmten Nebenarmes vorgesehen, der jeweils eine Hälfte des Altlaufes beansprucht. Einzelne vorhandene Stillgewässer werden angebunden, der Grossteil jedoch vom Nebenarm nicht berührt**.** Die einerseits intensiv als Freibäder oder für die Sportfischerei genutzten, andererseits ökologisch wertvollen Stillgewässer bleiben im derzeitigen Zustand erhalten. In Summe ergeben sich durch die vorliegende Variante vielfältige Lebensraumverhältnisse, da sowohl permanent und periodisch angebundene als auch abgeschlossene Stillgewässer sowie ein langsam durchströmter Nebenarm entstehen. Durch Aufweitungen wird bereichsweise die Ausbildung eines Auwaldstreifens ermöglicht.

Zur Erhöhung der Dynamik ist bei Hochwasser eine verstärkte Dotation des Nebenarmes vorgesehen. Vor allem in den durchströmten Gewässerabschnitten kommt es durch entsprechende Erosions- und Sedimentationsprozesse zur Ausbildung heterogener Gewässerelemente. Die Öffnung des bestehenden Hochwasserschutzdammes am unteren Ende des alten Rheinlaufs hat die Entwicklung eines dynamischen Mündungsbereiches zur Folge.

Durch die Vernetzung des naturnahe gestalteten Alpenrheins mit dem alten Rheinlauf entsteht ein vielfältiges Gewässersystem, in dem künftig gering durchströmte Nebengewässer und periodisch angebundene Altarme sowie

isolierte Stillgewässer vorliegen. Dadurch entstehen unterschiedliche Lebensräume und Laichplätze für die derzeit nicht mehr vorhandene „Ruhigwasser-Fischfauna“. Ingesamt bietet der Abschnitt wieder die Voraussetzung für die Etablierung einer arten- und individuenreichen Fischfauna.

terrestrische Ökologie

Auf den Sand- und Schotterbänken der breiteren Aufweitungsabschnitte entwickelt sich eine Pioniervegetation und Lebensraum für seltene Arten. Teilweise werden sich Weidengebüsche etablieren. Kiesbänke bieten geeignete Pionierstandorte für ripicole terrestrische Arthropoden (z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) sowie für die kiesflächenbewohnende Vogelfauna wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Strukturreiche Ufer fördern Wasseramsel und Gebirgsstelze.

Die Entwicklung dynamischer Austandorte ist im Bereich der schmalen Aufweitungen nur begrenzt möglich. Die Umsetzbarkeit breiterer Aufweitungen im Unterlauf des Alpenrheins wird im Rahmen einer Pilotstrecke abgeklärt (Massnahme 34). Verbesserungen für die gewässertypischen Au-Lebensgemeinschaften hängen von deren Umsetzbarkeit ab.

Naherholung

Zwischen Diepoldsau und dem Bodensee sind aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte bereits viele Freizeitangebote vorhanden (Reitsport, Bademöglichkeiten, multifunktionelle Sportanlagen etc.). Speziell anzuführen sind das Naherholungsgebiet am alten Rheinlauf, die Bademöglichkeiten im Bereich „Brugger Loch“ (Höchst und Margrethen), der FKK-Bereich Fussach, die Naherholungsgebiete um das Rheindelta in Hard und Fussach, das Naherholungsgebiet um die Seen Brugge sowie das Museum „Rheinschauen“ in Lustenau und die Museumsbahn. Die bestehenden Naherholungsgebiete und deren Zugänge sind zu erhalten respektive zu verbessern und in das Gesamtkonzept einzubeziehen.

Die Besucher sind entlang der neuen Aufweitungen zu leiten. Der Zugang zum Rhein soll punktuell ermöglicht werden. Beobachtungsplattformen können zur Besucherlenkung eingesetzt werden. Auch mit Themenwegen und speziellen Pfaden (Pferde, Biker) und Führungen (Naturkunde, Hochwasserschutz) können Besucher gelenkt werden. Die Notentlastungsräume stehen ebenfalls für die Naherholung und Freizeitnutzung oder Sport für den stark besiedelten südlichen Bodenseeraum zur Verfügung.

Gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen stellt der unterste Abschnitt des Alpenrheins ab dem Illspitz bis zur Mündung in den Bodensee wegen der hohen Bevölkerungsdichte für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar.

mögliche Konflikte

- Landwirtschaft im Rheinvorland
- Grundwassernutzung im Rheinvorland
- Sportanlagen im Rheinvorland
- Teilweise Änderung des Stillgewässercharakters am Alten Rhein (z.B. bedeutende Amphibienvorkommen)
- Freizeitnutzung am Alten Rhein (Badegebiet)
- Mögliche Beeinträchtigung der Lebensräume für störungsempfindliche Tierarten durch die permanente, substanzielle Geschiebeentnahme am Beginn der Aufweitungsbereiche

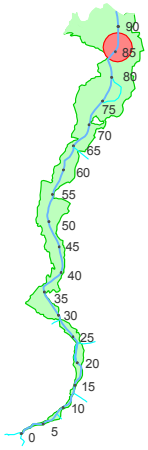
vertiefte Abklärungen

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasserspiegel unter Berücksichtigung von Geschiebeentnahmen am oberen Ende der Aufweitung
- Etappierung, Realisierung in Etappen
- Umsetzbarkeit von breiten Aufweitungen mit bewachsenen Kiesbänken, ohne übermäßige Auflandungen von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Abflusskapazität bei Hochwasser zu verursachen (Morphologie)
- Detailgestaltung der Aufweitung, insbesondere auch des Mündungsbereiches des Alten Rheins, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Auswirkungen auf das Grundwasser
- Einfluss unregelmässiger Verbreiterungen auf die Abflusskapazität mit zum Beispiel 2d-Modellierung
- Torf im Bereich von Diepoldsau
- Anpassung von Brücken (Diepoldsau-Balgach (obere Durchstichsbrücke), Diepoldsau, Schrägseilbrücke, Lustenau – Widnau, Lustenau – Au, Lustenau – St. Margrethen (Eisenbahnbrücke), Höchst – Lustenau (Brugg), Rohrbrücke, Fussach – Hard)
- Verstärkung des Uferschutzes
- Nutzung des verbleibenden Vorlandes
- Detailgestaltung und Dotation des Alten Rheins

Zuteilung Klasse

Die Aufweitung Durchstiche wird aus Sicht Flussbau, Ökologie und Naherholung als sehr wichtig eingestuft. Da aber zuerst die Pilotstrecke (Massnahme 34, Klasse A) realisiert werden soll, wird die Aufweitung Durchstiche der Klasse B zugeordnet.

Massnahme 34: Aufweitung Pilotstrecke, Klasse A



Analyseabschnitt 14, Lustenau/Fussach

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.15, Seite 150 – 155

Plan K8 –11/11, km 85.6 – 87.1

Gemeinden *(Kanton, Land)* Höchst (V, links- und rechtsufrig), Lustenau (V, rechtsufrig).

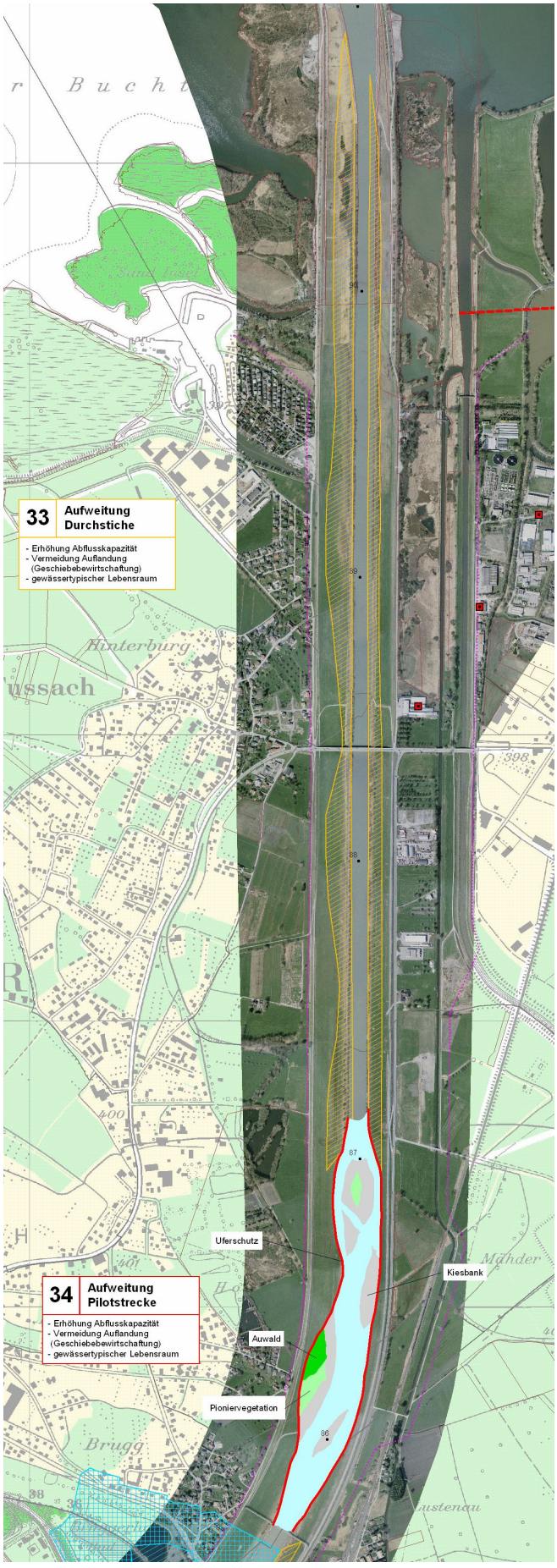
Idee und Kurzbeschreibung

Mit der Aufweitung Pilotstrecke sollen praktische Erfahrungen bei der Umsetzung und mit Hilfe eines Monitorings Angaben über das Verhalten der Aufweitung gewonnen werden. Dieses Vorgehen ist sinnvoll, weil einerseits die Mastrilser Rheinauen wegen der unterschiedlichen Verhältnissen nur bedingt als Referenzstrecke dienen, andererseits verschiedene Prozesse in der sehr langen Aufweitung Durchstiche (Massnahme 32) nur begrenzt vorausgesagt werden können. Insbesondere soll die Pilotstrecke aufzeigen, welche Morphologie sich bei einem unterschiedlich breiten Mittelgerinne einstellt. Auch interessieren die Wechselwirkung zwischen möglicher Vegetationsentwicklung und Schwebstoffanlandungen sowie die Reaktion des Flussbettes auf die Verbreiterung und auf die Geschiebebewirtschaftung.

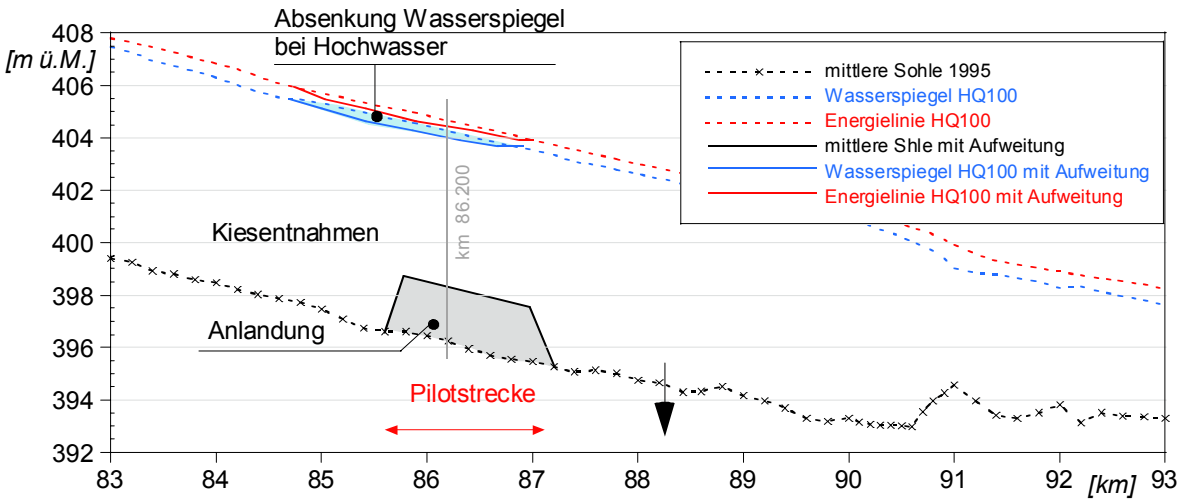
Die Pilotstrecke sollte aus geschiebetechnischen Gründen möglichst nahe an der Mündung zum Bodensee platziert werden, aber gleichzeitig aus morphologischen Gründen ausserhalb des möglichen Rückstaubereichs des Bodensees. Mit der aktuellen Lage der Pilotstrecke (km 85,6 – 87.1) ist der Abfluss vom Bodensee nur bei ausserordentlich hohem Seestand und damit selten beeinflusst, so dass die Morphologie mit dem verbreiterten Flussbett für die internationale Rheinstrecke als repräsentativ betrachtet werden kann. Mit der gewählten Lage und der erforderlichen Geschiebeentnahmen am oberen Ende der Pilotstrecke muss davon ausgegangen werden, dass sich das Flussbett zwischen der Pilotstrecke und der Vorstreckung eintieft. Lage und Länge der Pilotstrecke (Verlängerung maximal bis zur Übergangsstrecke der Vorstreckung) müssen im Detail erarbeitet werden.

Die folgenden Ausführungen zur Pilotstrecke beschränken sich auf die flussbaulichen Themen Stabilisierung, Anlandung und Anhebung Abflusskapazität sowie auf das Grundwasser. Für die ökologischen Themen und die Naherholung gelten die gleichen Ausführungen wie bei der Aufweitung Durchstiche (Massnahe 32) und werden deshalb nicht mehr wiederholt.

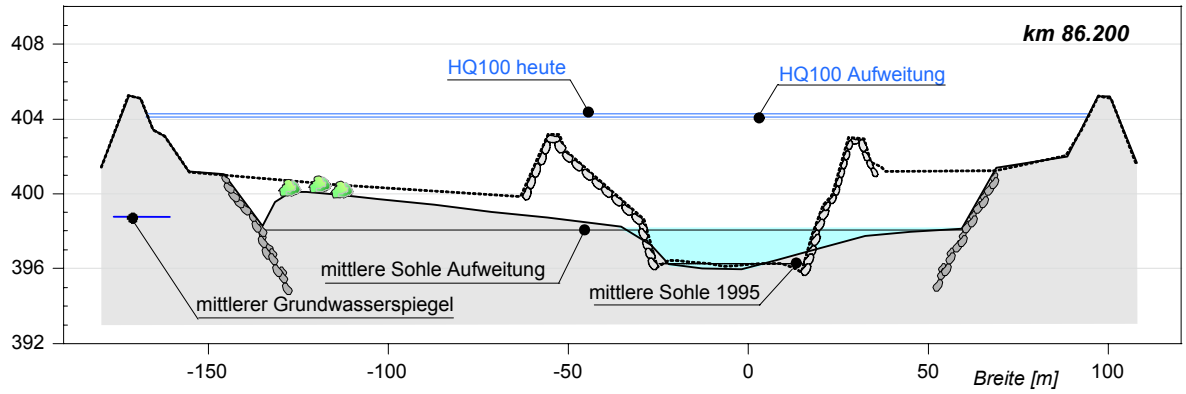
Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)



Längenprofil



Querprofil



Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	■	■	☐	☐	☐	■	☐	☐	■	■

Verhinderung Anlandung

Für den Abschnitt mit der Pilotstrecke werden wie zwischen Diepoldsau und dem Bodensee Anlandungen vorausgesagt. Mit einer Verbreiterung des Flussbettes wird das Geschiebetransportvermögen noch zusätzlich reduziert. Damit sich im verbreiterten Abschnitt durch Anlandung nicht ein steileres Gefälle als heute bilden kann, muss am oberen Ende der Aufweitung substantiell Geschiebe entnommen werden. Dies führt dazu, dass deutlich weniger Geschiebe durch die Aufweitung transportiert wird und

sich deshalb das Flussbett bis zur bisherigen Entnahmestelle bei ca. km 90 eintiefen wird.

Aber auch mit einer substantiellen Geschiebeentnahme muss wegen des breiteren Querschnittes mit einer substantiellen Anlandung gerechnet werden (vertikaler Versatz, siehe Anlandung im obigen Längenprofil). Um trotzdem eine möglichst grosse Steigerung der Abflusskapazität zu erhalten, sollte diese Anlandung auf ein möglichst tiefes Niveau begrenzt werden. Zu prüfen ist, ob dies mit einer Verlegung des aktuellen Entnahmestandortes am Beginn der Vorstreckung – auch in Zukunft muss aus Hochwasserschutzgründen vor der Vorstreckung dem Alpenrhein alles noch ankommende Geschiebe entnommen werden – flussaufwärts erreicht werden kann, zum Beispiel um einen bis zwei Kilometer. Auch ist zu prüfen, wie sich eine Verbreiterung bis zur Vorstreckung auf den vertikalen Versatz auswirkt und ob eine verstärkte Geschiebeentnahme bei einer Verbreiterung zu einem etwas geringeren Gefälle als das aktuelle führt.

Damit die Pilotstrecke möglichst viele noch offene Fragen des Massnahmenkonzeptes in der internationalen Rheinstrecke beantwortet, muss nicht nur die Pilotstrecke, sondern dass ganze Konzept der internationalen Rheinstrecke vertieft bearbeitet werden. Dazu und für die definitive Festlegung der Breiten der Pilotstrecke können Berichte, welche die Morphologie vor Beginn des Umbauprojektes IIIb beschreiben, eine wichtige Informationsquelle sein.

Anhebung Abflusskapazität Hydraulik

Wegen des ausgeprägten vertikalen Versatzes muss in der Pilotstrecke mit einem bis zu 2 m höheren Niederwasserspiegel gerechnet werden. Es ist denkbar, dass der Anstieg mit den oben aufgeführten Massnahmen (verstärkte Baggerung, Flussaufwärtsverlegung der Entnahmen vor der Vorstreckung) die Anhebung reduziert werden kann.

Bei Hochwasser ist nur im oberen Teil der Pilotstrecke ein um wenige Dezimeter tieferer Wasserspiegel zu erwarten. Der Grund für die vergleichsweise geringe Absenkung ist die Länge der Pilotstrecke. Abschätzungen zeigen, dass mit einer Verlängerung der Pilotstrecke bis zur Vorstreckung die Absenkung deutlich zunimmt.

Grundwasser

Eine Erhöhung des Grundwasserspiegels ist nur in geringem Masse zu erwarten, da die Seitengewässer den Grundwasserspiegel regulieren. Da es sich um eine Pilotstrecke handelt, empfiehlt sich jedoch ein Monitoring der Änderungen mit zusätzlichen Limnigraphen.

mögliche Konflikte

(siehe auch Massnahme 33)

- Landwirtschaft im Rheinvorland
- Grundwassernutzung im Rheinvorland

- Mögliche Beeinträchtigung der Lebensräume für störungsempfindliche Tierarten durch die permanente, substanzielle Geschiebeentnahme am Beginn der Aufweitungsbereiche

vertiefte Abklärungen

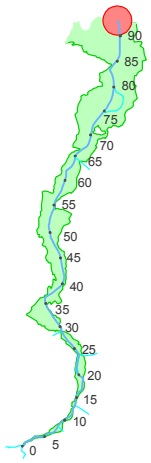
(siehe auch Massnahme 33)

- Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt, Sohlstabilität und Wasserspiegel unter Berücksichtigung von Geschiebeentnahmen am oberen Ende der Aufweitung
- Etappierung, Realisierung in Etappen
- Umsetzbarkeit von breiten Aufweitungen mit bewachsenen Kiesbänken, ohne übermäßige Auflandungen von Feinsedimenten und damit eine unzulässige Verringerung der Abflusskapazität bei Hochwasser zu verursachen (Morphologie)
- Detailgestaltung der Aufweitung, um die Ausbildung aller gewünschten, gewässertypischen Lebensräume in möglichst heterogener, vernetzter Form sicherzustellen
- Entschädigungs-/Ersatzmodelle für die Landwirtschaft
- Auswirkungen auf das Grundwasser
- Einfluss unregelmässiger Verbreiterungen auf die Abflusskapazität mit zum Beispiel 2d-Modellierung
- Anpassung von Brücken Lustenau – St. Margrethen (Eisenbahnbrücke), Höchst – Lustenau (Brugg), Rohrbrücke, Fussach – Hard)
- Verstärkung des Uferschutzes
- Nutzung des verbleibenden Vorlandes

Zuteilung Klasse

Mit der Aufweitung Pilotstrecke sollen Erfahrungen für das Gesamtkonzept in der internationalen Rheinstrecke gesammelt werden. Da vor allem die Massnahme 33 im Abschnitt von Diepoldsau bis zum Bodensee aus Sicht Flussbau, Ökologie und Naherholung als sehr wichtig eingestuft wird, wird die Aufweitung Pilotstrecke der Klasse A zugeordnet.

Massnahme 35: Vorstreckung, Klasse A



Analyseabschnitt 14, Lustenau/Fussach

Analyse *(Ausgangssituation)* siehe Kapitel 7 und Abschnitt 8.16, Seite 156 – 159

Plan K8 –11/11, ab km 90.8

Gemeinden *(Kanton, Land)* Fussach (V, linksufrig), Hard (V, links- und rechtsufrig).

Vorbemerkung Die Vorstreckung wird seit den 1970er Jahren von der IRR (Internationale Rheinregulierung) umgesetzt. Diese „Massnahme“ ist der Vollständigkeit halber aufgeführt. Sie wurde der Klasse A zugeordnet, weil sie bereits umgesetzt wurde respektive durch die Rheinbauleitung Lustenau umgesetzt wird. Die Arbeiten an der Vorstreckung dürften noch rund ein Jahrzehnt in Anspruch nehmen.

Kurzbeschreibung

Durch die Vorstreckung des Alpenrheins in den Bodensee werden die Sande und Feinsedimente in tiefere Teile des Bodensees transportiert und damit die Verlandung der Harder und Fussacher Bucht und in weiterer Folge der Bregenzer Bucht hinausgezögert. Weiters wird damit auch die Sohlanhebung des Rheinlaufes verringert, die in Zukunft zu einer Verringerung die Abflusskapazität des Rheins führt. Ohne die Vorstreckung mit den Kiesentnahmen wäre die Hochwassergefährdung grösser. Dazu muss auch der Kies, der sich am Beginn der Vorstreckung absetzt, regelmässig gebaggert werden.

Aus ökologischer Sicht ist die Vorstreckung das Bindeglied zwischen dem Bodensee und dem Alpenrhein. Um die beiden Lebensräume möglichst gut zu vernetzen, werden vor allem die Ufer heterogen ausgebildet. An den Aussenseiten der Dämme wird ein naturnaher Mündungskegel mit Flachwasserzonen, Schlickflächen, Röhrichten oder Weichholzauen angestrebt. 1996 wurden hierzu im Rahmen einer ökologischen Begleitplanung generelle Vorschläge erarbeitet, die seither kontinuierlich umgesetzt werden. Soweit es das Projekt zulässt, werden charakteristische Lebensräume im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich geschaffen, wie Flachwasserzonen, Fischrinnen, Mulden, Steilböschungen, Inseln, Breschen usw.. Die Umsetzung erfolgt entsprechend dem Baufortschritt über zusätzlich erforderliche Detailplanungen.

Lage
(aus 1:10'000, nicht massstabsgetreu)

Bedeutung

Legende:

- keine Relevanz
- wünschenswert
- wichtig
- sehr wichtig

Verhinderung Eintiefung	Verhinderung Auflandung	Anhebung Abflusskapazität	(Dammstabilität)	Anhebung Grundwasser	Reduktion Schwall	Erhöhung morpho-logische Vielfalt	Passierbarkeit Rhein	Vernetzung Zufluss	terrestrsiche Ökologie	Naherholung
☐	■	■	☐	☐	☐	■	☐	☐	■	■

Verhinderung Anlandung / Anhebung Abflusskapazität

Das Konzept mit der Vorstreckung zur Verfrachtung der Schwebstoffmengen in möglichst tiefe Seebereiche wird beibehalten. Trotz dieser Massnahme wird sich aufgrund der Schwebstoffablagerungen mit der Zeit in der Vorstreckung und damit auch im Alpenrhein eine höhere Sohlenlage einstellen, was zu einer Abnahme der Abflusskapazität führen wird. Um auch langfristig im heutigen Mündungsbereich einen Handlungsspielraum zu haben, ist es wichtig, den *Gewässerraum Alpenrhein* (Vorbehaltsfläche) auszuscheiden.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Als „Eingang“ zum Alpenrhein steht für diesen Abschnitt im Rückstaubereich des Bodensees die bestmögliche Vernetzung Bodensee-Alpenrhein im Vordergrund. An den Aussenseiten der Dämme wird durch die Entwicklung eines naturnahen Mündungskegels mit Flachwasserzonen, Schlickflächen, Röhrichten, Weichholzauen der Anschluss der Mündung an die Flachwasserzonen des Rheindeltas erreicht. Damit sollen auch die entlang der Uferbereiche wandernden Arten und Altersstadien an die Mündung herangeführt werden. Die angestrebte heterogene Uferausbildung (Flachufer, Totholz,

etc.) innerhalb der Dämme ermöglicht die Einwanderung für alle Arten in den Alpenrhein. Zudem stellen Mündungsbereiche als Übergangsbereiche zweier Lebensraumtypen besonders attraktive Zonen dar.

Von den Vorschlägen der ökologischen Begleitplanung wurden bislang im Rahmen von Detailplanungen folgende Maßnahmen umgesetzt: Durch zwei Breschen im linken Damm entstanden durch Sedimentablagerungen Flachufer und zwei Inseln, die mit Rheinkies abgedeckt und stabilisiert wurden. Am rechten Damm erlaubt eine Aufweitung ab km 92.6 auf maximal 350 m breite Sedimentablagerungen und die Entwicklung eines Auwaldes auch innerhalb der Dämme. Bei km 93.6 wurde am rechten Damm eine Bresche angelegt, die etwa am Mittelwasser überströmt wird und für eine bessere Vernetzung des Flusses mit dem See sorgt. Durch kleinräumige Strukturierungen entstanden seitenarm-ähnliche Gewässer, die noch erweitert werden sollen. In einem Nutzungskonzept wurde die Freizeitnutzung geregelt. Der Erfolg der Maßnahmen wird im Rahmen eines fischökologischen Monitorings kontrolliert.

terrestrische Ökologie

Die Entwicklung eines naturnahen Mündungskegels mit Flachwasserzonen, Schlickflächen, Röhrichten, Altarmstrukturen, Weichholzauen wird gefördert. Innerhalb der Dämme entstehen durch unterschiedliche Ufermorphologie strukturreiche Lebensräume, die dem natürlichen Prozess von Anlandung und Erosion unterliegen. Damit bieten auch die Damminnenseiten geeignete Habitate für gefährdete Arten wie z.B. Uferschwalbe. Die Bedeutung der Rheinmündung als ein zentraler Lebensraum des Naturschutzgebietes Rheindelta (z.B. größter Brutplatz der Flussseeschwalbe in Österreich, grösster Rastplatz des Grossen Brachvogels in Mitteleuropa, bedeutendstes Vorkommen des Kleinen Rohrkolbens in Mitteleuropa, wichtiges Laichgebiet für Fische) wird dadurch langfristig erhalten und gestärkt.

Naherholung

Gemäss übergeordneten, raumplanerischen Überlegungen stellt der unterste Abschnitt des Alpenrheins ab dem Illspitz bis zur Mündung in den Bodensee wegen der hohen Bevölkerungsdichte für Erholung und Freizeit ein Kerngebiet dar. Aus diesem Grunde sind Freizeit- und Naherholungsmöglichkeiten vorzusehen.

mögliche Konflikte

- Freizeitnutzung auf und entlang der Rheindämme
- Verhinderung der Auflandung beeinträchtigt die natürliche Dynamik und die Ausbildung eines natürlichen Mündungsdeltas

vertiefte Abklärungen

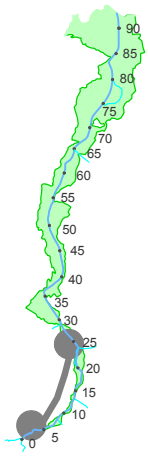
- Abstimmung der naturnahen Gestaltung mit den hydraulischen Anforderungen inner- und ausserhalb der Dämme

Zuteilung Klasse

Mit den Dämmen ist es bisher gelungen, die Harder- und Fussacher Bucht bzw. die gesamte östliche Bregenzerbucht bis auf weiteres vor einer vollständigen Verlandung zu schützen. Das längerfristige Ziel der Rheinregulierung ist, den Grossteil der Schwebstofffracht wieder in tiefere Bereiche des Sees zu leiten, um einen ähnlichen Zustand zu ermöglichen, wie er vor der Mündungsverlagerung bei der alten Rheinmündung geherrscht hat.

Die Bauarbeiten an der Vorstreckung sind noch nicht abgeschlossen und müssen laufend entsprechend der Deltaentwicklung adaptiert werden. Im Rahmen der Fortführung der Arbeiten sollten die Vorschläge der ökologischen Begleitplanung kontinuierlich weitergeführt werden, wobei aus Sicht der Ökologie möglichst weitreichende Gestaltungen gewünscht sind. Die Vorstreckung ist der Klasse A zugeteilt, weil die Arbeiten noch oder bereits in Ausführung sind.

Massnahme 36: Ausleitkraftwerk Reichenau–Mastrils



Analyseabschnitt

1, Stauhaltung Reichenau bis
7, Bündner Herrschaft

Analyse *(Ausgangssituation)*

siehe Kapitel 7 und Abschnitte 8.2 bis 8.8, Seiten 73 bis 112

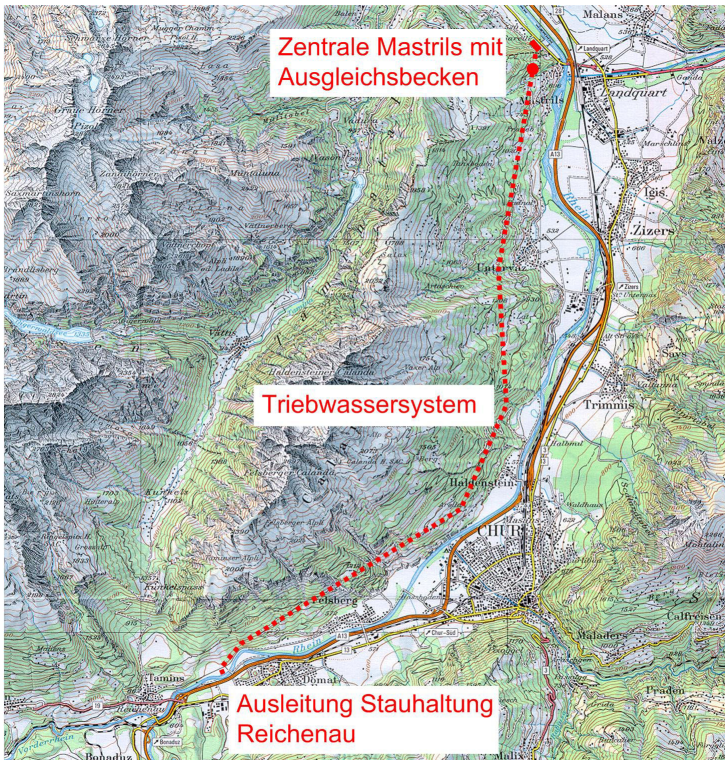
Plan

K7 –1/11 bis K7 –5/11, km 2.6 bis km 24.7

Gemeinden *(Kanton, Land)*

Fassungsbauwerk: Tamins (linksufrig, GR)
Maschinenhaus: Bad Ragaz (linksufrig, SG)

Lage



Kurzbeschreibung

Vom Stauraum des bestehenden Kraftwerks Reichenau wird ein Teil (95 m³/s) des täglich auftretenden Abflussschwalls von 120 m³/s bis 150 m³/s über einen in der linken Talflanke verlaufenden rund 19 km langen Druckstollen mit einem Durchmesser von 6.50 m zum Wasserschloss oberhalb von Mastrils geführt. Von dort fliesst das Wasser in einem Druckschacht zum Maschinenhaus neben der bestehenden Zentrale Sarelli der Kraftwerke Sarganserland. Danach wird es zusammen mit dem Abfluss der Anlage Sarelli über ein Ausgleichsbecken (mögliches Volumen ca. 350 000 m³) dosiert in den Rhein geleitet. Das Kraftwerk verfügt über ein Bruttogefälle von ca. 74 m, wodurch sich eine mittlere Jahresproduktion von rund 220 Mio. kWh erzielen lässt. Durch die gezielte Fassung der in Reichenau auftretenden Schwallwellen wird das Kraftwerk lediglich zwischen 12 bis 14 Stunden pro Tag betrieben. Die Anlagekosten dürften, ohne das in Sarelli geplante Ausgleichsbecken, rund 310 Mio. Euro betragen.

Verhinderung Eintiefung

Die Ausleitung von Wasser zwischen Reichenau und Mastrils trägt tendenziell zur Stabilisierung des Flussbettes bei. Allerdings ist nur mit einer bescheidenen stabilisierenden Wirkung zu rechnen, da das Kraftwerk bei mittleren und grossen Hochwasserabflüssen kaum betrieben werden kann und der Anteil des ausgeleiteten Wassers im Vergleich zum Hochwasservolumen relativ bescheiden ist.

Reduktion Schwall

Durch den Betrieb des Ausleitkraftwerks wird der durch die oberhalb von Reichenau bedarfsgerecht betriebenen Kraftwerke verursachte und täglich auftretende Schwall zwischen Reichenau und Mastrils um 65% bis 75% reduziert. Insbesondere lassen sich durch die teilweise Ausleitung des Abflussschwalls die ökologisch wertvollen Mastrilser-Auen nachhaltig schützen.

Erhöhung morphologische Vielfalt

Da bei grossen, sohlenverändernden Hochwasserereignissen kein oder nur wenig Wasser ausgeleitet wird, sind kaum Veränderungen in der Dynamik des Flussbettes zu erwarten. Durch die Abnahme des Schwalls wird eine naturnähere Ausformung der Flussmorphologie begünstigt. Insbesondere kann im Winterhalbjahr erwartet werden, dass die Trübung des natürlicherweise klaren Niederwassers und die Kolmation der Schottersohle durch täglich mobilisierte Feinsedimente reduziert wird.

Gewässerökologie

Die Schwalldämpfung stellt eines der wesentlichsten gewässerökologischen Ziele dar. Der flussab der Schwallausleitung verbleibende Restwasserabfluss entspricht dem heute herrschenden Sunk bzw. annähernd dem natürlichen Niederwasser. Negative Auswirkungen durch die Wasserausleitung sind daher kaum zu erwarten bzw. werden durch die Verbesserungen infolge des stark gedämpften Schwalles deutlich überwogen. Diese Maßnahme besitzt daher höchste Bedeutung.

terrestrische Ökologie

Durch die Schwalldämpfung werden die Lebensraumverhältnisse auf den Schotterbänken für die gewässertypische Pioniervegetation einschließlich der gefährdeten Arten (z.B. kleiner Rohrkolben, Flussregenpfeifer) sowie für charakteristische Besiedler der Schotterbankufer (ripicole terrestrische Arthropoden, z.B. Spinnen, Insekten, Laufkäfer) verbessert. Wesentliche Veränderungen des Grundwasserspiegels infolge der Wasserausleitung sind nicht zu erwarten.

Naherholung

Durch die Wasserausleitung werden zwischen Domat/Ems und Mastrils die täglichen Wasserstandsschwankungen reduziert, wodurch diese Flussstrecke auch für die Naherholung zusätzlich an Attraktivität gewinnt.

Nutzung der Wasserkraft

Das Ausleitkraftwerk erlaubt die Produktion von jährlich rund 220 Mio. kWh elektrischer Energie bei einer installierten Leistung von ca. 60 MW. Dadurch würde die heutige Stromerzeugung am Alpenrhein zwischen Reichenau und Bodensee verdreifacht. Dies würde dann eine Ausnutzung des gesamten vorhandenen Energiepotentials im Perimeter des Alpenrheins (1'800 Mio. kWh pro Jahr) von 25% bedeuten.

mögliche Konflikte

- Finanzierung des energiewirtschaftlich nicht optimal betriebenen Ausleitkraftwerks
- Betriebliche Beeinträchtigung des bestehenden Kraftwerks Reichenau
- Realisierung des vorgeschlagenen Ausgleichsbecken in Sarelli

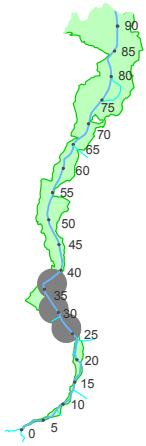
Gesamtbeurteilung

Neben der recht erheblichen lokalen Stromproduktion reduziert das Ausleitkraftwerk die momentan auftretenden Schwallerscheinungen zwischen Reichenau und Mastrils nachhaltig. Die Realisierung der Kraftwerksanlage wird daher auch aus ökologischer Sicht begrüsst.

Massnahme 37: Laufkraftwerke im Bereich Sargans

Analyseabschnitt

7, Bündner Herrschaft und 8, Werdenberg respektive bis 12, Kummaberg



Analyse
(Ausgangssituation)

siehe Kapitel 7 sowie Abschnitte 8.8 und 8.9 respektive bis Abschnitt 8.13 (Seiten 106 - 143)

Plan

K7 –5/11, Bad Ragaz–Maienfeld, km 23.9 - 27.5,

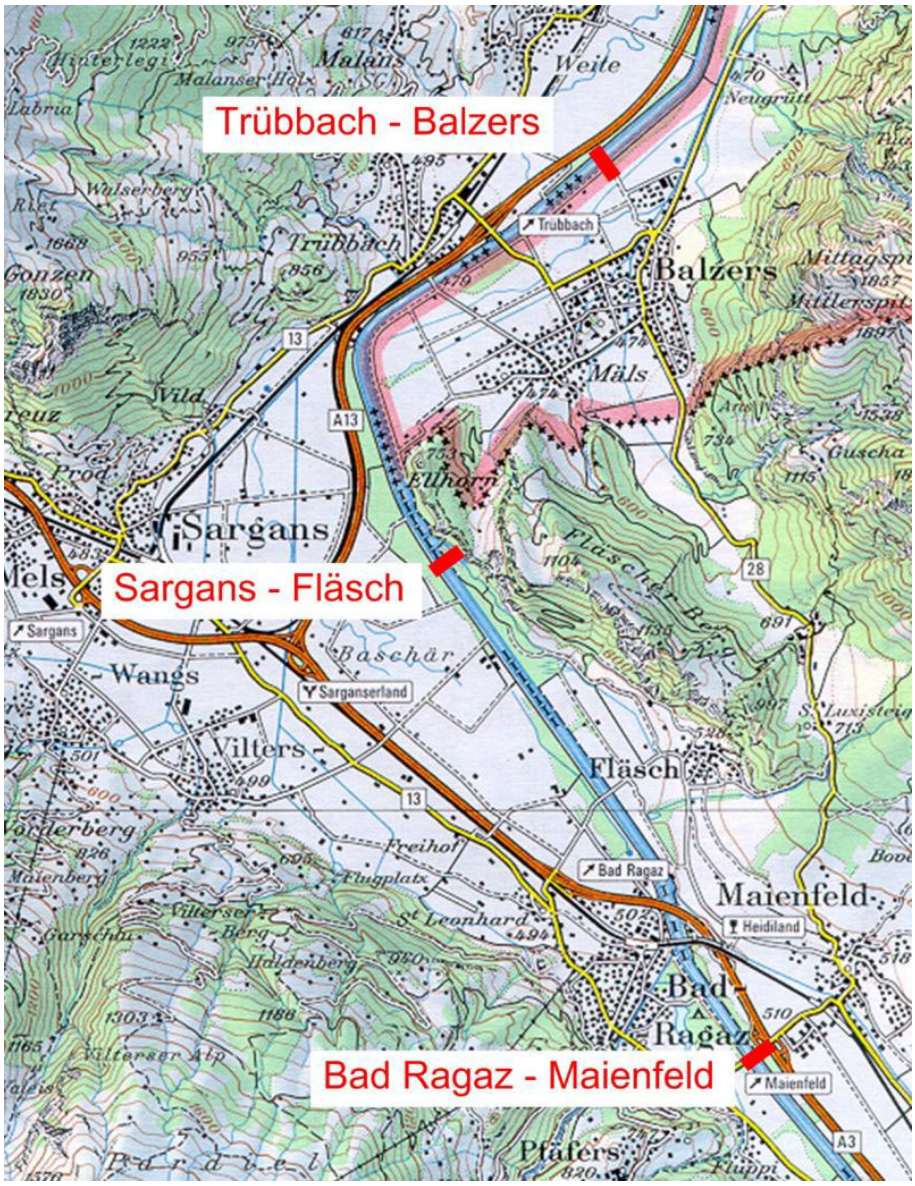
K7 –5/11, Sargans–Fläsch, km 29.7 - 33.4

K7 –6/11, Trübbach–Balzers, km 34.3 - 38.6

Gemeinden
(Kanton, Land)

Mastrils (GR, linksufrig), Bad Ragaz (SG, linksufrig), Wangs-Vilters (SG, linksufrig), Mels (SG, linksufrig), Sargans (SG, linksufrig), Wartau (SG, linksufrig), Maienfeld (GR, rechtsufrig), Fläsch (GR, rechtsufrig), Balzers (FL, rechtsufrig)

Lage

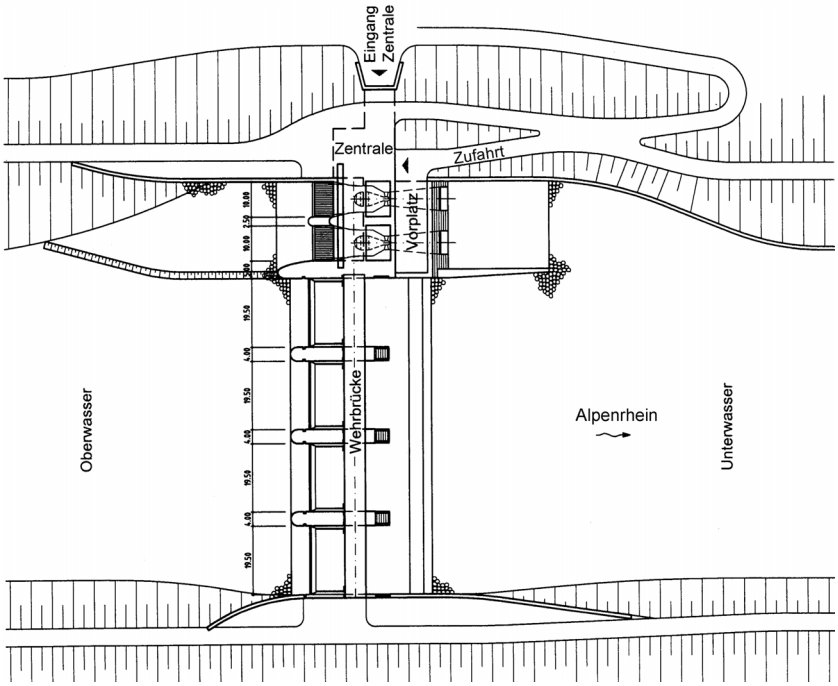


Kurzbeschreibung

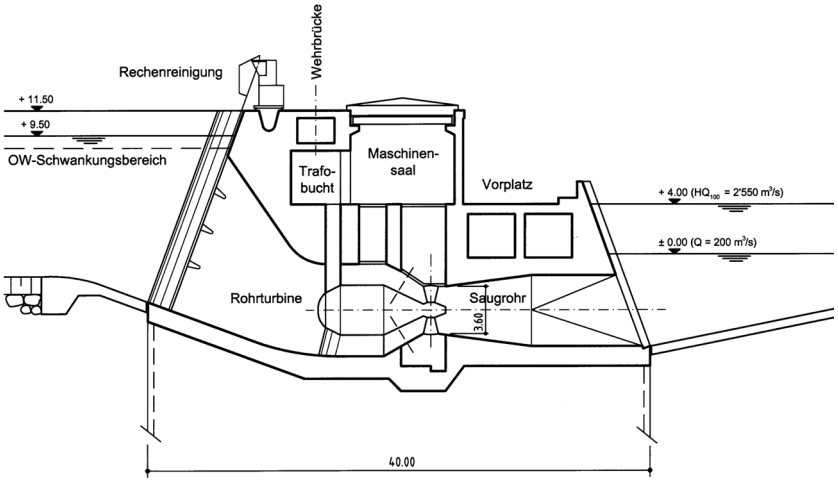
Die drei im Raum Sargans insbesondere zur Schwalldämpfung und zur Aufwertung der Ökologie geprüften Laufkraftwerke /65/ sind die Stufen Bad Ragaz – Maienfeld, Sargans – Fläsch, Trübbach – Balzers, welche alle gleich konzipiert sind. Sie verfügen über eine Bruttofallhöhe von 9.50 m bei einer Ausbauwassermenge von 200 m³/s. Die Anlage besteht aus einem Maschinenhaus mit zugehöriger Wehranlage. Dazu muss der bestehende Flussquerschnitt leicht aufgeweitet werden. Die Nutzung der Wasserkraft erfolgt durch zwei Rohrturbinen, die bei einer installierten Leistung von je 8 MW jährlich rund 72 Mio. kWh elektrische Energie produzieren. Die Wehranlage verfügt über vier Wehröffnungen von je 19.50 m lichter Breite. Als Verschlussorgane dienen vier hydraulisch angetriebene Drucksegmentschützen mit aufgesetzten Klappen. Dadurch kann ein 300-jährliches Hochwasser auch bei einer geschlossenen Wehröffnung schadlos abgeführt werden. Die Wehrschwellen sind möglichst tief angelegt, damit das anfallende Geschiebe ohne Behinderung abgeführt werden kann. Das Einsetzen der Dammbalken und die Ausführung von Revisionsarbeiten erfolgt mit Hilfe eines Pneukrans von der Wehrbrücke aus. Durch den identischen Aufbau der Kraftwerke reduzieren sich nicht nur die Erstellungskosten, sondern auch die Aufwendungen für den Betrieb und Unterhalt. Die Anlagekosten eines Kraftwerks liegen bei ca. 105 Mio. Euro.

Umgehungsgewässer mit einer minimalen Dotierung von 15 m³/s sollen den Flusslauf im Ober- und Unterwasser verbinden. Die Umgehungsgerinne sind rund 3.6 bis 4.3 km lang und dienen nicht nur als Wanderhilfe für die Gewässerfauna, sondern bieten auch neuen Lebensraum. Unter bestimmten Voraussetzungen lässt sich mit Hilfe des Dotierwassers auch der Grundwasserträger anreichern.

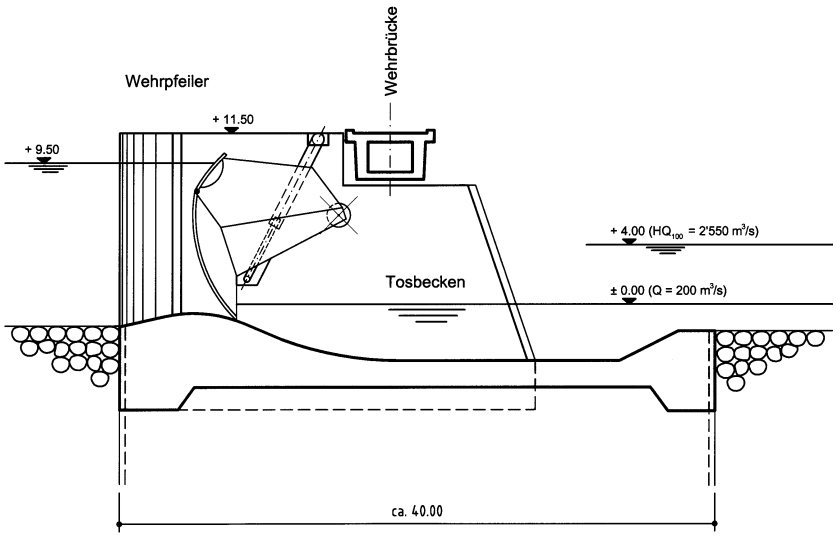
Situation Wehr und Zentrale



Querschnitt Maschinenhaus



Querschnitt Wehranlage



lanfgristige Sicherung des Potentials

Der notwendige Flächenbedarf für die 3 erwähnten Kraftwerksstufen ist im *Gewässerraum Alpenrhein* enthalten.

Verhinderung Eintiefung

Durch den Einbau von Laufkraftwerken wird die Eintiefung des Flussbetts wie bei der Anordnung von Stützschwellen unterbunden und die Flusssohle bei den Kraftwerken auf der Kote der Wehrschwelle stabilisiert. Mit einer Spüldauer zwischen 6 und 9 Tagen pro Jahr bei den grössten Abflüssen sollte das anfallende Geschiebe weitertransportiert werden. Grössere auftretende Erosionserscheinungen in der freien Fliessstrecke als Folge des ungleichmässigeren Geschiebetransports sind bei dem vorgeschlagenen Spülregime kaum zu erwarten.

Dammstabilität

Durch den Bau der Kraftwerke werden die bestehenden Dämme teilweise leicht erhöht und als Leitdämme genutzt. Dabei werden die Leitwerke umfassend saniert und ihre Stabilität gemäss den heute geltenden Richtlinien sichergestellt.

Grundwasser

Wie in der Kurzbeschreibung bereits erwähnt, werden die Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser bei den einzelnen Kraftwerken durch Umgehungsgewässer sichergestellt. Sofern es die örtlichen Verhältnisse zulassen, wird dadurch der Grundwasserträger angereichert, was stellenweise zu einer Hebung des Grundwasserspiegels führen kann.

Reduktion Schwall

Sofern erforderlich können die obersten 1 bis 2 m des Stauraums der Laufkraftwerke zur Schwalldämpfung genutzt werden. Allerdings kann die Anlage dadurch nicht mehr optimal betrieben werden, sondern muss sich den Bedingungen der Schwalldämpfung unterziehen, was einen vermehrten Betrieb der Anlage während der Nacht zu Lasten des Tags erfordert.

mögliche Jahresproduktion

Die 3 Laufkraftwerke im Raum Sargans erlauben eine Jahresproduktion von fast 220 Mio. kWh elektrischer Energie. Zusammen mit dem Ausleitkraftwerk Reichenau-Mastrils und den bereits bestehenden Anlagen könnten somit rund 37% des theoretisch möglichen Energiepotentials im Alpenrheintal (1'800 Mio. kWh pro Jahr) genutzt werden.

Gewässerökologie

Durch die Laufkraftwerke werden die ökologischen Verhältnisse im betroffenen, rund 15 km langen Abschnitt verschlechtert. Der Alpenrhein selbst fällt als Lebensraum praktisch aus. In den Umgehungsgerinnen entstehen bei entsprechend strukturreicher Gestaltung attraktive Lebensräume ähnlich den Alpenrhein-Zubringern. Einen Ersatz für den Alpenrhein stellen sie jedoch nicht dar.

Die Kontinuumsverhältnisse für den gesamten Oberlauf und Vorder-/Hinterrhein würden insbesondere hinsichtlich der Flussabwärtswanderung

weitgehend unterbrochen. Vor allem für den Bestand der Bodensee-Seeforelle wären wesentliche Beeinträchtigungen bis hin zu einer Gefährdung des Gesamtbestandes zu erwarten /30/. Zur Zeit werden insbesondere in Deutschland weitreichende Untersuchungen über den Fischabstieg bei Flusskraftwerken durchgeführt /77/.

Die Dämpfung der Schwallamplitude unterhalb der drei Laufkraftwerke verbessert die gewässerökologischen Verhältnisse deutlich, kann aber die Verschlechterungen der Lebensraumverhältnisse im Bereich der Laufkraftwerke nicht kompensieren. Insgesamt werden die Kraftwerke daher aus gewässerökologischer Sicht negativ beurteilt.

Die gewässerökologischen Verschlechterungen könnten durch noch größere Umgehungsgewässer in der Größenordnung der Schwall-Ausleitungsstrecke zwischen Reichenau und Mastrils sowie durch die Reduktion der Anzahl der Kraftwerke und bei gleichzeitiger Tolerierung von grösseren Wasserspiegelschwankungen in den Stauräumen zur besseren Schwalldämpfung reduziert werden. Dies würde aber die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke zusätzlich belasten.

Terrestrische Ökologie

In den Stauräumen selbst können sich aufgrund der Schwalldämfpung auch bei variabler Gestaltung kaum terrestrische Lebensräume entwickeln. Mögliche Verbesserungen für die Giessen, Nebengewässer und Auen im Umland wären durch eine Anhebung des Grundwasserspiegels in der Sarganser Ebene erreichbar. Die resultierende Bandbreite reicht von geringen Veränderungen bis zu deutlicher Aufhöhung im Bereich der Auwälder und Giessen. Letzterer Fall würde deutliche Verbesserungen für diese Lebensräume bringen.

mögliche Konflikte

- Finanzierung der energiewirtschaftlich nicht optimal ausgelegten Kraftwerke, insbesondere der Anlagen die der Schwalldämpfung dienen
- Verlust an Fliessstrecken
- Grundwasser
- Beeinträchtigung des Kontinuums für die Fischmigration

Quellenverzeichnis

Berichte/Studien/Literatur

/1/ Zarn, B.; Oplatka, M.; Pellandin, St.; Mikos, M; Hunziker, R.; Jäggi, M. (1995): Geschiebehaushalt Alpenrhein; Neue Erkenntnisse und Prognosen über die Sohlenveränderungen und den Geschiebetransport; Mitteilung Nr. 139 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Zürich, 187 Seiten.

/2/ Eberstaller, J.; Haidvogl, G.; Jungwirth, M. (1997): Gewässer-&fischökologisches Konzept Alpenrhein - Grundlagen zur Revitalisierung mit Schwerpunkt Fischökologie; Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, ISBN 3-9500562-1-.

/3/ Heierli AG, Tergeso AG, Hunziker, Zarn & Partner AG (2000): Hydrologie Alpenrhein, Hauptstudie; im Auftrag der internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/4/ Hunziker&Zarn AG (1998): Untersuchung des Einflusses der Kiesentnahmen zwischen 1951 und 1978 auf die Sohlenlage des Alpenrheins zwischen Landquart und dem Bodensee; im Auftrag des Kantons St. Gallen.

/5/ Hunziker, Zarn & Partner AG (2001): Morphologie und Geschiebehaushalt Alpenrhein, Zusammenfassender Bericht über die Untersuchungen zwischen 1985 und 2000; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/6/ IG Flussbau Alpenrhein (2003): Schadenrisiken und Schutzmassnahmen im Alpenrheintal; Teilbericht hydraulische und morphologische Analyse des Alpenrheins; im Auftrage der Projektgruppe Flussbau der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/7/ ARGE Trübung Alpenrhein (2002): Trübung und Schwall im Alpenrhein, Kurzfassung; im Auftrage der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/8/ Büro für Hydrogeologie Dr. P. Angehrn AG, TK Consult AG, Rudhardt+Gasser (2000): Grundwasserhaushalt Alpenrhein. Grundwassermodellierung für den Abschnitt Landquart und Bodensee. Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Bregenz, Aug. 2000.

/9/ Strittmatter Partner AG, St. Gallen (2002): Räumliche Entwicklung des Alpenrheintals – Analysen und Thesen, im Auftrag der Raumplanungsfachstellen des Fürstentums Liechtenstein, des Kantons St. Gallen, des Kantons Graubünden und des Landes Vorarlberg.

/10/ Projektgruppe Energie (1997): Energiehaushalt im Bereich des Alpenrheins.

/11/ Weber E. (1978): Der Grundwasserstrom des Alpenrheins, Wasser Energie Luft, 5.

/12/ Studie Interreg III A Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein (2000): Programm der Gemeinschaftsinitiative, Oktober.

/13/ Veloland Schweiz, Offizieller Routenführer (1998).

/14/ Marrer H. (1988): Kapitel 4.5 Fischerei/Wasserfauna, in Motor Columbus, 1988, Ausbau Kraftwerk Reichenau Stufe Ems-Mastrils. Hauptbericht. Bericht zur Umweltverträglichkeit. im Auftrag der PATVAG Kraftwerke AG, Ilanz Dezember 1988, S. 86 – 103, plus Anhänge.

/15/ Hartmann & Sauter; RENAT AG; stadtland Hohenems und Wien; Stauffer & Studach AG (2002): Freizeit und Erholung im Alpenrheintal – ein Projekt zur Förderung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in der Raumentwicklung im Alpenrheintal.

/16/ Alge, R. (1987): Zur ökologischen Bedeutung des Alten Rheins in der Hohenemser Kurve. Montfort 3/1987. Vierteljahresschrift für Geschichte und Gegenwart Vorarlbergs.

/17/ Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden & Kantonalbank Graubünden (2002): Graubünden in Zahlen 2002.

/18/ Amt für Volkswirtschaft des Fürstentum Liechtenstein (2002): Statistisches Jahrbuch 2002. Kapitel 7 Land- und Forstwirtschaft. S 119-142.

/19/ Arnold, K. (2001): Beitrag zur Spinnenfauna (Arachnida, Araneae) des Fürstentums Liechtenstein. Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg e.V. Band 28, S 211-229.

/20/ Broggi, M.F. (1986): Biotopinventar Vorarlberg. Teilinventar Rheintal – Talgemeinden des Bezirkes Feldkirch. S 76- 147.

/21/ Zuber, R. & Frehner, M. (2001): Pflege von Auenwäldern, dargestellt an einem Beispiel im Churer Rheintal. Bündner Wald 3/01. Jahrgang 54. S. 61-73.

/22/ Hunziker, Zarn & Partner AG (2002): Vorstudie Geschiebebewirtschaftung; im Auftrage der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/23/ Universität Innsbruck, Rudhardt + Gasser ZT (2003): Thermische Nutzung der Gewässer des Alpenrheins/IRKA PG Grundwasser.

/24/ Amt f. Umweltschutz Graubünden (1994): Jubiläumsbericht des Amtes für Umweltschutz 1969-1994, Chur.

/25/ Amt für Umweltschutz St.Gallen (1994): Hydrographisches Jahrbuch des Kantons St. Gallen, St. Gallen.

/26/ Hebauer (1986): zit. nach Moog &Wimmer (1990).

/27/ Huet, M. (1947): Biologie, profiles en long et en travers des eaux courantes. Bull. Franc. Pisc. 175: 41-53.

/28/ Hydrographische Jahrbücher der Schweiz 1974 – 1996.

/29/ Illies, J.&L. Botosaneanu (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation ecologique des eaux courantes, considerées surtout du point de vue faunistique.-Int. Ver. F. theoret. und angew. Limnologie 12: 1-57.

/30/ Jungwirth, M., Moog, O., Schmutz, S. (1990): Umweltverträglichkeitsbericht - Rheinkraftwerke, Fachgutachten C11, Fischerei und Gewässerökologie, BOKU Wien, Auftrag: Studiumkonsortium Rheinkraftwerke; Wien.

/31/ Marrer, H. (1991): Fischereibiologisches Sanierungs- und Bewirtschaftungskonzept für die liechtensteinischen Fließgewässer; Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG; o. O.

/32/ Moog,O.,Wimmer,R. (1990): Grundlagen zur typologischen Charakteristik österreichischer Fließgewässer, Wien

/33/ Bernhardt, K.-G. (1999): Die Bedeutung der Schotterbänke und –ufer des Alpenrheins als Ausbreitungsweg für Pflanzen- und Tierpopulationen. Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg 26, S. 33-52.

/34/ Grabher, M. (1992): Bestandserhebungen von Flora und Vegetation der Rheindämme als Grundlage für einen Pflegeplan. Im Auftrag des Vorarlberger Landschaftspflegefonds.

/35/ Käsermann, Ch. & Moser, D. M. (1999): Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne. Stand: Oktober 1999. – BUWAL 1999, 344 S.

/36/ Rheinberger, B. (1999): Orchideen am Rheindamm. Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg 26, S. 63-66.

/37/ Waldburger, E. (1999): Auf Pflanzenwegen entlang der Rheindamm-Innenseiten „Schweiz-Liechtenstein“. Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg 26, S. 53-62.

/38/ Zingg, R.; Loser, N.; Walz, P. & Kalt, L. (1992): Natur- und Landschaftsschutz am St. Gallischen Alpenrhein. S. 392-399. In Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung 1892-1992. BuchsDruck und Verlag, Buchs.

/39/ Umweltinstitut Vorarlberg (1998): Fließgewässer in Vorarlberg. Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit 1998. - Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg, Band 44. 67 pp.

/40/ Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebietsinventar) (ohne Jahr). Teil 5: Appenzell-I.Rh., Appenzell-A.Rh., Glarus, Graubünden, St. Gallen, Ticino, Uri.

/41/ Lutz, S., Singer, P. (1996): Naturschutzgebiet Matschels. Untersuchungen zum Bodenaufbau und zur Nährstoffversorgung im Unterried. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg.

/42/ EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

/43/ Moog O.; Schmidt-Kloiber A., Ofenböck T. & J Gerritsen; 2001 Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs. Herausgeber: Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

/44/ Kresser, W., (1961): Hydrologische Betrachtung der österreichischen Fließgewässer. Intern.Verh.Limnolol. 14.S.417-421.

/45/ JAAG et al. (1947): Gesamtbiologische und fischereibiologische Rheinkontrolle betr. Abwässer der HOVAG, Domat/Ems. 5. Teilbericht, umfassend die Jahre 1946/47. - Schreiben an den Kleinen Rat des Kantons Graubünden, Chur. Vom 13.2.1947. 46 pp.

/46/ Lauterborn, R., (1916): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Mathematisch - naturwissenschaftliche Klasse Abteilung B. Biologische Wissenschaften 1916 (6. Abhandlung).

/47/ Stubauer, I., (2002): Ausweisung saprobieller Grundzustände österreichischer Fließgewässer. Dissertation, Universität für Bodenkultur, 136 pp.

/48/ ÖKON GmbH (1992): Makroinvertebraten von ausgewählten Altwässern der Salzach-Auen auf bayerischem Gebiet zwischen Freilassing und Salzachmündung. - Gutachten im Auftrag der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung: 1-68 (Auszug).

/49/ Schmutz, St., Kaufmann, M., Vogl, B, & M. Jungwirth (2000): Methodische Grundlagen und Beispiele zur Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit österreichischer Fließgewässer. Studie im Auftrag des BMLF Wien

/50/ ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.

/51/ Schneeberger, H.U. (1995): Abklärungen zum Gesundheitszustand von Regenbogenforelle, Bachforelle und Groppe im Liechtensteiner, Werdenberger und Rheintaler Binnenkanal, Dissertation am Institut für Tierpathologie der Universität Bern.

/52/ Eberstaller, J., M. Jungwirth, et al. (1993). Gewässerbetreuungskonzept Obere Drau - Arbeitspaket 13 - Fischökologische Untersuchung, Universität für Bodenkultur, Abt. für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und

Aquakultur i. A. des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft u. des Amtes für Wasserwirtschaft Spittal/Drau, Lienz.

/53/ Jungwirth, M., Schmutz, S., Waidbacher, H. (1989): Fischökologische Studie Inn. Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Inst. f. Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien. Im Auftrag des Fischerei-Revierausschusses Innsbruck.

/54/ Kaufmann, T., Muhar, S., Raderbauer, J., Rathschüler, O., Schmutz, St., Waidbacher, H. & Zauner, G. (1991): Fischökologische Studie Mur, Abt. Hdrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Univ. f. Bodenkultur, Wien

/55/ Zauner, G., 1993: Gesamtuntersuchung Salzach - Fischökolgische Teilstudie.- in: ÖIR (1994): Gesamtuntersuchung Salzach.- i.A. BMLF & Amt Sbg. LReg.

/56/ ÖNORM M 6232; Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fliessgewässern

/57/ Haunschmid et al., in prep.

/58/ Eberstaller J.& P. Pinka (2001): Trübung und Schwall Alpenrhein – Einfluss auf Substrat, Benthos, Fische – Teilbericht Fischökologie, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

/59/ Muhar, S., Egger, G., Kummer, H., Zauner, G., Spolwind, R., Michor, K., Schmutz, S., Pinka, P., Unfer, G., Schludermann, Ch., Wiesner, Ch., Hoffmann, A., Preis, S., Jungwirth, M. (2000): Beurteilung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen an Leitha und Drau in Hinblick auf die Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit.. Bericht, im Auftrag des BMLFUW

/60/ Raumplanungsfachstellen des Fürstentums Liechtenstein, des Kantons St. Gallen, des Kantons Graubünden und des Landes Vorarlberg, Räumliche Entwicklung des Alpenrheintals, Analysen und Thesen, 8.5.02, S. 14

/61/ Rudhardt + Gasser ZT, Universität Innsbruck (2003): Thermische Nutzung der Gewässer des Alpenrheins/IRKA PG Gurndwasser

/62/ Gemeinsam am Alpenrhein, Internationale Regierungskommission Alpenrhein 1995 bis 2000, Seite 23, Ziff. 3.3.

/63/ Brundtland-Report (1987): "Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung", "Weltkommission für Umwelt und Entwicklung" der Vereinten Nationen.

/64/ Ergebnisprotokoll der 13. Sitzung des Kernteams zum Projekt Entwicklungskonzept Alpenrhein am 15. November 2004 im Zentralbüro der IRR, Rorschach

/65/ Hochschule für Technik Rapperswil, TK Consult AG, Hunziker, Zarn & Partner AG (2004): Revitalisierung und Wasserkraftnutzung am Alpenrhein; im Auftrage der Projektgruppe Energie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (unveröffentlicht).

/66/ Schälchli, U., Eberstaller, J., Moritz, Ch. & St. Schmutz (2003): Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein, Zusammenstellung und Interpretation der Ergebnisse der Studie „ Trübung und Schwall im Alpenrhein“, des Workshops in Schloss Hofen sowie von aktuellen Literaturangaben, Internationaler Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

/67/ Hartmann&Sauter, Stauffer&Studach, Renat AG, stadtland (in Arbeit): Freizeit und Erholung im Alpenrheintal, Ein Projekt zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Raumplanung im Auftrag vom Kanton Graubünden, Fürstentum Liechtenstein, Kanton St. Gallen und Land Vorarlberg

/68/ Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband und Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (2004): Schwallreduktion und Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein, Mögliche Massnahmen und deren Auswirkungen; im Auftrage der Projektgruppe Energie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein.

/69/ Wartmann, B. & Schlatter, Th. (1881/88): Kritische Übersicht über die Gefäßpflanzen der Kantone St. Gallen und Appenzell. - St. Gallen.

/70/ Käsermann, Ch. & Moser, D. M. (1999): Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne. Stand: Oktober 1999. – BUWAL 1999, 344 S.

/71/ Zuber, R. & Frehner, M. (2001): Pflege von Auenwäldern, dargestellt an einem Beispiel im Churer Rheintal. Bündner Wald 3/01. Jahrgang 54. S. 61-73.

/72/ Aistleitner, E. & Aistleitner, U. (1999): Ausgewählte Großschmetterlings-Familien am Alpenrhein im Fürstentum Liechtenstein (Lepidoptera: Diurna, Bombyces et Sphinges s.l.). BZG 26, S. 201-216.

/73/ Amt für Volkswirtschaft des Fürstentum Liechtenstein (2002): Statistisches Jahrbuch 2002. Kapitel 7 Land- und Forstwirtschaft. S 119-142.

/74/ Arnold, K. (2001): Beitrag zur Spinnenfauna (Arachnida, Araneae) des Fürstentums Liechtenstein. Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg e.V. Band 28, S 211-229.

/75/ Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden & Kantonalbank Graubünden (2002): Graubünden in Zahlen 2002.

/76/ AfU SG (1998): Zustand und Nutzung der Gewässer im Kanton St. Gallen. - Herausgegeben vom Baudepartement des Kantons St. Gallen, Amt für Umweltschutz. Ausgabe 1998, Loseblattordner

/77/ ATV-DVWK (2004): Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen

Bilder/Fotos:

Bild 6:	Staatsarchiv St. Gallen
Bild 15, 16, 18, 19, 21 links:	Dietmar Walser, walser-image.com
Bild 43:	Guido Ackermann
Bild 54:	Internationale Rheinregulierung, Bauleitung Lustenau
Bild 55, 56, 57, 58:	Dietmar Walser, walser-image.com
Bild 64:	aus dem Buch „100 Jahre Rheinregulierung“
Bild 66:	Baudirektion Kanton Uri
Bild 79:	Tiefbauamt Kanton Graubünden

Dokumentation Projekt GIS

Datenherkunft

Die Grundlagendaten wurden aus dem GIS-Datenpool der Studie „Schadenpotentiale / Sonderrisiken im Alpenrheintal“ (Projekt Nr. 97.02a) übernommen. Für die Gesamtdarstellung des Gebietes wurde ein digitaler Ausschnitt der Schweizer Landeskarte im Massstab 1:50'000 verwendet. Für die Detailbetrachtungen wurden in den Kantonen Graubünden und St. Gallen die Übersichtspläne 1:10'000 und für die Länder Lichtenstein und Vorarlberg die vergrösserte Schweizer Landeskarte im Massstab 1:10'000 verwendet.

Weitere GIS-Daten wurden bei den GIS-Fachstellen der beteiligten Kantone und Ländern bezogen. Die digitalen Orthofotos wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

GIS Systeme

Eingesetzt wurden die GIS Werkzeuge AutoCad Map 2000i für die Datenbearbeitung und ArcView GIS 3.2 für die Datendarstellung. Mit dem HTML Imagemapper wurden die Karten für den Internetauftritt bereitgestellt.

Projektion – Koordinatensystem

Sämtliche Daten basieren auf dem Schweizerischen Koordinatensystem. Österreichische und Liechtensteinische Daten wurden transferiert.

Datenaufbereitung

Die thematische Aufbereitung sowie das Digitalisieren der verschiedenen Datenebenen erfolgte mit AutoCad Map 2000i. Anschliessend wurden die Daten ins System ArcView GIS 3.2 transferiert. Mit diesem Werkzeug wurden die thematische Visualisierung und die Layoutierung aller Karten erstellt. Die einzelnen Kartenbilder für den Internetauftritt wurden mit dem Zusatztool HTML Imagemapper direkt aus der Umgebung von ArcView GIS 3.2 berechnet.

Orthofotos

Die Orthofotos wurden georeferenziert übernommen. Für die Darstellung der Orthofotos mit ArcView GIS 3.2 musste die Datendichte reduziert und die schwarzen Flächen an den Randbereichen (Füllung zum Rechteck) weggeschnitten werden.

K1 Flussbau 1 : 50'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	lmgcat_50000.dbf	Schweizer Landeskarte 1:50'000		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	Daten transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Siedlungsgebiete	objpol_kammer.shp	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industie, Bauzonen, Freizeit und Sportanlagen, Stationen diverser Beförderungsmittel	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Dammstabilität	dammstabilität.shp	Dammstabilität	Im Projekt erarbeitet	
Geschiebetransport	geschiebetransport.shp	Geschiebetransport	Im Projekt erarbeitet	
Sohlenveränderung	sohlenveränderungen.shp	Sohlenveränderungen (1974-1996)	Im Projekt erarbeitet	
Abflusskapazität	abflusskapazitäten.shp	Abflusskapazität	Im Projekt erarbeitet	
Abflussmenge	abflussmenge.shp	Abflussmenge	Im Projekt erarbeitet	
Blockrampen	blockrampen.shp	Lage der Blockrampen im Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	

K2 Ökologie 1 : 50'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	lmgcat_50000.dbf	Schweizer Landeskarte 1:50'000		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Siedlungsgebiete	objpol_kammer.shp	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industie, Bauzonen, Freizeit und Sportanlagen, Stationen diverser Beförderungsmittel	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Auen	au00_sg.shp	Auengebiete St. Gallen	Kanton St. Gallen	
	aue.shp	Auengebiete Graubünden	ALSV Graubünden	
	Biotop_2.shp	Auengebiete Lichtenstein	Lichtenstein	
Amphibienlaichgebiete	amphibienlaichgebiete.shp	Wichtige Amphibienlaichgebiete	Im Projekt zusammengestellt	
Weitere Schutzgebiete	tww_GR.shp	Sonstige Schutzgebiete GR	ALSV Graubünden	
	geschützter_landschaftstei.shp	Sonstige Schutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	landschaftsschutzgebiet.shp	Sonstige Schutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	landschaft_2_sg.shp	Sonstige Schutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	örtliche_schutzgebiete.shp	Sonstige Schutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	landschaftsschutz_2.shp	Sonstige Schutzgebiete FL	Liechtenstein	
Moore und Streuwiesen	streuwiesenbiotop2.shp	Moore und Streuwiesen VL	VOGIS	transformiert
	streuwiese.shp	Moore und Streuwiesen VL	VOGIS	transformiert
	fm00_sg.shp	Moore und Streuwiesen SG	Kanton St. Gallen	
Naturschutzgebiete	naturschutzgeb.shp	Naturschutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	naturschutzgebiet.shp	Naturschutzgebiete VL	VOGIS	transformiert
	wfn.shp	Naturschutzgebiete GR	ALSV Graubünden	
Passierbarkeit Mündungen	fisch_passierbarkeit.shp	Fisch Passierbarkeit Mündungen	Im Projekt erarbeitet	
Flussbettstruktur	flussbettstruktur.shp	Flussbettstruktur	Im Projekt erarbeitet	

K3 Nutzungen 1 : 50'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	lmgcat_50000.dbf	Schweizer Landeskarte 1:50'000		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Flächennutzung	flächennutzung.shp	Flächennutzung im Projektperimeter	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Kiesgewinnung	kiesentnahme.shp	Kiesgewinnung	Im Projekt erarbeitet	
Wasserkraftnutzung	wasserkraftnutzung.shp	Wasserkraftnutzung	Im Projekt erarbeitet	

K4 Analyse 1 : 50'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	lmgcat_50000.dbf	Schweizer Landeskarte 1:50'000		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	Daten transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Verkehrswege mit überregionaler Beteutung	objlin.shp	Verkehrswege von überregionaler Bedeutung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Ausgewählte Flächennutzung	flaechennutzung.shp	Ausgewählte Flächennutzung im Untersuchungsperimetet	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Abschnittsgrenzen	abschnittsgrenzen.shp	Abschnittsgrenzen -bezeichnung	Im Projekt erarbeitet	
Flussbettstrukturen	flussbettstruktur.shp	Typisierung des Flusses auf Grund der Flussbettstruktur	Im Projekt erarbeitet	
Rheininfiltration / Exfiltration	k4_infiltration_50000_shp	Infiltration / Exfiltration im Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Grundwasserabsenkung	gw-absenkung_50000.shp	Grundwasserabsenkung, Differenz zwischen Zustand ca. 1950 und Zustand ca. 1999	Im Projekt erarbeitet	
Seitenerosion, Schwachstellen HQ 100	k4_seitenerosion_hq100_50000.shp	Seitenerosion bei HQ100	Im Projekt erarbeitet	
Seitenerosion, Schwachstellen HQ 300	k4_seitenerosion_hq300_50000.shp	Seitenerosion bei HQ300	Im Projekt erarbeitet	
Dammstabilität	k4_dammstabilität_50000.shp	Dammstabilität	Im Projekt erarbeitet	
Abflusskapazität, Schwachstellen HQ300	k4_abflusskapazität_hq300_50000.shp	Abflusskapazität, Schwachstellen HQ300	Im Projekt erarbeitet	
Abflusskapazität, Schwachstellen HQ100	k4_abflusskapazität_hq100_50000.shp	Abflusskapazität, Schwachstellen HQ100	Im Projekt erarbeitet	

K5 Analyse 1 : 10'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	üp_10000_gr.dbf	Übersichtsplan 1:10000	ALSV Graubünden	
Kartengrundlage	üp_10000_sg.dbf	Übersichtsplan 1:10000	Kant. St. Gallen	
Kartengrundlage	Lk_25000.dbf	Landeskarte 1:25000	Kant. St. Gallen	
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	Daten transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Verkehrswege mit überregionaler Beteutung	objlin.shp	Verkehrswege von überregionaler Bedeutung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Ausgewählte Flächennutzung	flaechennutzung.shp	Ausgewählte Flächennutzung im Untersuchungsperimetet	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Abschnittsgrenzen	abschnittsgrenzen_10000.shp	Abschnittsgrenzen -bezeichnung	Im Projekt erarbeitet	
Pumpwerke VA	Rheintal_vb.shp	Private und öffentliche Pumpwerke VA	Im Projekt erarbeitet	
Pumpwerke CH, LI	Messpktpoi_ch.shp	Private und öffentliche Pumpwerke CH, LI	Im Projekt erarbeitet	
Ökologische Bewertung	k4_öko_beurteilung_10000.shp	Ökologische Bewertung	Im Projekt erarbeitet	
Flussbettstrukturen	flussbettstruktur.shp	Typisierung des Flusses auf Grund der Flussbettstruktur	Im Projekt erarbeitet	
Rheininfiltration / Exfiltration	k4_infiltration_10000_shp	Infiltration / Exfiltration im Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Grundwasserabsenkung	gw-absenkung_10000.shp	Grundwasserabsenkung, Differenz zwischen Zustand ca. 1950 und Zustand ca. 1999	Im Projekt erarbeitet	
Seitenerosion, Schwachstellen HQ 100	k4_seitenerosion_hq100.shp	Seitenerosion bei HQ100	Im Projekt erarbeitet	

K5 Analyse 1 : 10'000 (Metadaten, Fortsetzung)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Wertvolle Naturgebiete	naturschutzgeb.shp amphibienlaichgebiete.shp landschafts_2_sg.shp landschaftschutz_2.shp örtliche_schutzgebiete.shp geschützterlandschaftsteil.shp tww_gr.shp landschaftsschutzgebiet.shp naturschutzgebiet.shp wnf.shp fm00_sg.shp au00_sg.shpc streuwiese.shp streuwiesebiotop2.shp biotop2.shp aue.shp	Wertvolle Naturgebiete im Untersuchungsperimeter	Daten von diversen Stellen übernommen	
Seitenerosion, Schwachstellen HQ 300	k4_seitenerosion_hq300.shp	Seitenerosion bei HQ300	Im Projekt erarbeitet	
Dammstabilität	dammstabilität_k4.shp	Dammstabilität	Im Projekt erarbeitet	
Abflusskapazität, Schwachstellen HQ300	abflusskapazität_hq300.shp	Abflusskapazität, Schwachstellen HQ300	Im Projekt erarbeitet	
Abflusskapazität, Schwachstellen HQ100	abflusskapazität_hq100.shp	Abflusskapazität, Schwachstellen HQ100	Im Projekt erarbeitet	
Grundwasserschutz-zonen VA	schutzgebiete-ges.shp	Grundwasserschutzzonen VA	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen SG	zons1.shp zons2.shp zons3.shp	Grundwasserschutzzonen SG	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen LI	wasserschutzzone_2.shp	Grundwasserschutzzonen LI	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen GR	gsz_shp.shp	Grundwasserschutzzonen GR	Daten übernommen	

K6 Massnahmen 1 : 50'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	lmgcat_50000.dbf	Schweizer Landeskarte 1:50'000		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	Daten transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Flussbett	uferlinie2.shp	Flussschlauch Alpenrhein digitalisiert aus Übersichtsplan 1:10000	Im Projekt erarbeitet	
Nebenflüsse	besch_nebenflüsse.shp	Bezeichnung der Nebenflüsse	Im Projekt erarbeitet	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Ausgewählte Flächennutzung	flaechennutzung.shp	Ausgewählte Flächennutzung im Untersuchungsperimetet	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Blockrampen	blockrampen.shp	Lage der Blockrampen im Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Schwallausleitkraftwerk	schwallausleitkraftwerk.shp	Schwallausleitung	Im Projekt erarbeitet	
Laufkraftwerkstauraum	laufkraftwerkstauseen_50000.shp	Bereich Stauraum / Umgehungsgewässer	Im Projekt erarbeitet	
Laufkraftwerke / Kraftwerkszentralen	kraftwerkszentralen_50000.shp	Standort Laufkraftwerke / Kraftwerkszentrale	Im Projekt erarbeitet	
Beschriftung der Massnahmen	massnahmen_beschriftung.shp	Beschriftung der Massnahmen	Im Projekt erarbeitet	
Massnahmen	massnahmen.shp	Massnahmen 1-35 unterteilt in 3 Klassen	Im Projekt erarbeitet	
Vorrangflächen Alpenrhein	vorbehaltsflächen_linien.shp	Gewässerraum Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Notentlastungsraum	notentlastungsraum.shp	Notentlastungsräume	Im Projekt erarbeitet	
Abschnittsgrenzen	abschnittsgrenzen.shp	Abschnittsgrenzen -bezeichnung	Im Projekt erarbeitet	

K7 Massnahmen 1 : 10'000 (Metadaten)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Kartengrundlage	üp_10000_gr.dbf	Übersichtsplan 1:10000	ALSV Graubünden	
Kartengrundlage	üp_10000_sg.dbf	Übersichtsplan 1:10000	Kant. St. Gallen	
Kartengrundlage	Lk_25000.dbf	Landeskarte 1:25000	Kant. St. Gallen	
Orthofotos	Diverse TIF-Dateien	Orthofotos		
Untersuchungsperimeter	Untersuchungsperimeter.shp	Untersuchungsperimeter	Im Projekt erarbeitet	
Gemeindegrenzen Vorarlberg	gem_lin.shp	Gemeindegrenzen Vorarlberg	IRKA	Daten transformiert
Gemeindegrenzen CH / FL	gem_lin_ch.shp	Gemeindegrenzen Schweiz Lichtenstein	ALSV Graubünden	
Kilometrierung	kilometer.shp	Rheinkilometrierung	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Ausgewählte Flächennutzung	flaechennutzung.shp	Ausgewählte Flächennutzung im Untersuchungsperimetet	von Projekt Nr. 97.02a übernommen	
Blockrampen	blockrampen.shp	Lage der Blockrampen im Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Schwallausleitkraftwerk	schwallausleitkraftwerk.shp	Schwallausleitung	Im Projekt erarbeitet	
Laufkraftwerkstauraum	laufkraftwerkstauseen.shp	Bereich Stauraum / Umgehungsgewässer	Im Projekt erarbeitet	
Laufkraftwerke / Kraftwerkszentralen	kraftwerkszentralen.shp	Standort Laufkraftwerke / Kraftwerkszentrale	Im Projekt erarbeitet	
Massnahmen ausgearbeitet	mas_uferschutz.shp mas_hochwasserschutzdamm.shp mas_gebuesch.shp mas_kies.shp mas_wald.shp mas_fluss.shp	Massnahmen Aufweitungen aufgezeichnet	Im Projekt erarbeitet	

K7 Massnahmen 1 : 10'000 (Metadaten, Fortsetzung)

Themen	SHP-File	Inhalt	Herkunft	Bemerkung
Beschriftung der Massnahmen	massnahmen_beschriftung.shp	Beschriftung der Massnahmen	Im Projekt erarbeitet	
Massnahmen	massnahmen.shp	Massnahmen 1-35 unterteilt in 3 Klassen	Im Projekt erarbeitet	
Pumpwerke VA	Rheintal_vb.shp	Private und öffentliche Pumpwerke VA	Im Projekt erarbeitet	
Pumpwerke CH, LI	Messpktpoi_ch.shp	Private und öffentliche Pumpwerke CH, LI	Im Projekt erarbeitet	
Grundwasserschutz-zonen VA	schutzgebiete-ges.shp	Grundwasserschutzzonen VA	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen SG	zons1.shp zons2.shp zons3.shp	Grundwasserschutzzonen SG	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen LI	wasserschutzzone_2.shp	Grundwasserschutzzonen LI	Daten übernommen	
Grundwasserschutz-zonen GR	gsz_shp.shp	Grundwasserschutzzonen GR	Daten übernommen	
Wertvolle Naturgebiete	naturschutzgeb.shp amphibienlaichgebiete.shp landschafts_2_sg.shp landschaftschutz_2.shp örtliche_schutzgebiete.shp geschützterlandschaftsteil.shp tww_gr.shp landschaftsschutzgebiet.shp naturschutzgebiet.shp wnf.shp fm00_sg.shp au00_sg.shpc streuwiese.shp streuwiesebiotop2.shp biotop2.shp aue.shp	Wertvolle Naturgebiete im Untersuchungsperimeter	Daten von diversen Stellen übernommen	
Vorrangflächen Alpenrhein	vorbehaltsflächen_linien.shp	Gewässerraum Alpenrhein	Im Projekt erarbeitet	
Notentlastungsraum	notentlastungsraum.shp	Notentlastungsräume	Im Projekt erarbeitet	
Abschnittsgrenzen	abschnittsgrenzen.shp	Abschnittsgrenzen -bezeichnung	Im Projekt erarbeitet	

Zusammenstellung der eingegangenen Stellungnahmen

Plattformen Experten

WER	WANN	WIE	WAS (Bezug, Betreff)
Julius Ospelt, Landwirtschaftsamt FL	01.07.2003	email	Expertenplattform - Stellungnahme
Günter Osl, AmtVLReg	02.07.2003	email	Expertenplattform am 30.6.2003 in Mäder
DI Kopf; Vlbg.	15.07.2003	Brief	EKA, 1. Expertenplattform am 30.6.2003
Jörg Amsler, BAL, CH	18.07.2003	Brief	
Boris Spycher, AfRaumplanung GR	21.11.2003	email	Projekt Freizeit u. Erholung im Alpenrheintal
Julius Ospelt, LWA FL	18.08.2003	email	Expertenplattform – Stellungnahme; Ergänzungen
Joseph Sauter	4.2.2004	email, Brief	Projekt Freizeit u. Erholung im Alpenrheintal, 1. Rundbrief
Cla Semadeni, AfRP, GR	13.2.2004	email	Projekt Freizeit u. Erholung im Alpenrheintal gestartet
Otto Wohlwend, AfU, SG, CH	26.8.2004	email Brief	EKA, Stellungnahme des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen
H. Nef, Ulrich Steiger Landwirtschaftsamt St.Gallen	13.8.2004	email	EKA: Entwurf Massnahmenplan; Stellungnahme
Cla Semadeni AfR, GR	24.8.2004	email Brief	Stellungnahme Maßnahmenprogramm EKA
Willi Hangartner AfRaumentwicklung, SG, CH	30.8.2004	Brief	Massnahmenplan zum EKA; Stellungnahme
Leo Kalt, Projektgruppe Flussbau	3.9.2004	email	IRKA/IRR; Entwicklungskonzpet, Massnahmen: Stellungnahme
Theo Kindle, Amt für Umweltschutz FL	1.9.2004	email Brief	Stellungnahme des Amtes für Umweltschutz FL zum EKA
Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie	6.9.2004	email Brief	Stellungnahme der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie zum EKA und den darin definierten Maßnahmen
J. Ott, E. Banzer, Tiefbauamt FL,	6.9.2004	email Brief	EKA; Stellungnahme des Tiefbauamtes
Manfred Kopf Amt der Vorarlberger Landesplanung; Raumplanung	20.9.2004	email	Maßnahmenprogramm Entwicklungskonzept Alpenrhein - Stellungnahme
Julius Ospelt Landwirtschaftsamt FL;	(6.9.2004) 20.12.2004	email	Stellungnahme Entwicklungskonzept Alpenrhein
Edmund Sele Energiefachstelle FL	(9.9.2004) 20.12.2004	email	Stellungnahme zum Entwicklungskonzept; Ökologie und energetische Nutzung des Alpenrheins; Bedeutung für Liechtenstein
Remo Looser, Hubert Ospelt Stabstelle für Landesplanung FL	(15.9.2004) 20.12.2004	email	EKA; Stellungnahme der Stabstelle für Landesplanung - Entwurf
Theo Kindle Amt für Umweltschutz AfU, FL	(Sept.200421 .12.2004	email	Stellungnahme des Amtes für Umweltschutz zum Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA)
Dr. Näscher Amt für Wald, Natur, Landschaft AWNL, FL;	(10.9.2004) 21.12.2004	email	EKA, Stellungnahme des AWNL zum sektoralen Ziel: Ökologie und Waldwirtschaft
Amt für Jagd und Fischerei Graubünden; Dr. Marcel Michel	16. 2. 2005	email	EKA, Stellungnahme

Plattformen Öffentlichkeit

WER	WANN	WIE	WAS (Bezug, Betreff)
Anita Mazzetta, WWF GR	März 2004	email	Stellungnahme zum EKA, Positionspapier Leitbild
Hildegard Breiner, Naturschutzbund Vlbg.	13.4.2004	Brief, email	EKA; Stellungnahme zum Leitbild vom Januar 2004
Dr. Christian Meienberger, pronatura, SG, CH	26.3.2004	Brief, email	EKA, Stellungnahme zum Positionspapier Leitbild vom Januar 2004
Regula Mosberger, LGU, FL	19.4.2004	Brief, email	Stellungnahme zum Positionspaier Leitbild, EKA
Jürg Michel, Bündner Gewerbeverband	8.6.2004	Brief, email	Entwicklungskonzept Alpenrhein/Maßnahmen
Mathias Roth, St.Gallischer Bauernverband	15.7.2004	email	EKA, Einsichtnahme ind en Maßnahmenplan-Entwurf für Plattformteilnehemr Öffentlichkeit
Politische Gemeinde Wartau, SG, CH	23.8.2004	Brief	Auszug aus dem Protokoll des Gemeinderates Wartau
Dr. Christian Schreiber, VBE Vereinigung Bündner Elektrizitätswerke	27.8.2004	Brief	EKA Stellungnahme
Region Werdenberg	26.8.2004	Brief	EKA Fristverlängerung Vernehmlassung
Jürg Michel, Bündner Gewerbeverband	1.9.2004	Brief, email	Entwicklungskonzept Alpenrhein; 2. Stellungnahme
Amt der Stadt Hohenems	2.9.2004	email	Stellungnahme EKA
WWF Graubünden, Naturschutzbund Vlbg., pro natura St.Gallen-Appenzell, Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz	Oktober 2004	Brief	EKA: Stellungnahme zu den Massnahmen vom Mai 2004
IKF Internationale Konferenz der Fischereivereine am Alpenrhein	25.11.2004	Brief	Stellungnahme Günter Feuerstein
St.Gallischer Bauernverband	(17.12.2004) 20.12.2004	Brief, email	Stellungnahme zum Entwurf des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein
Amt der Stadt Hohenems Stadtentwicklung und Verkehr	(20.12.2004) 27.12.2004	email	Zukunft Alpenrhein – EK – Stellungnahme Ergänzung, Änderung aufgrund überarbeiteter Maßnahmenpläne
Landwirtschaftskammer Vorarlberg	(29.11.2004) 10.1.2005	Brief	EKA, Stellungnahme der LWK Vorarlberg
Landwirtschaftlicher Bezirksverein Unterrheintal	(22.12.2004) 10.1.2005	email	Stellungnahme zum Entwurf des EKA
Stadt Altstätten	(1.12.2004 10.1.2005	Brief	Vernehmlassung zum EKA
Gemeindeverwaltung Oberriet	(16.12.2004) 10.1.2005	Brief	Vernehmlassung zum EKA
Politische Gemeinde Sennwald SG	(13.12.2004) 10.1.2005	Brief	Auszug aus dem Gemeinderatsprotokoll vom 13.12.2004
Bäuerliche Bezirksvereinigung Oberrheintal BBO	(29.12.2004) 10.1.2005	Brief	Stellungnahme zum Entwurf des EKA an Regierungsrat Haag
Landwirtschaftlicher Bezirksverband Sarganserland	(29.12.2004) 10.1.2005	Brief	Stellungnahme zum Entwurf des EKA an Regierungsrat Haag
Dr. Christian Schreiber, VBE Vereinigung Bündner Elektrizitätswerke	18. 2. 2005	Brief	Entwicklungskonzept Alpenrhein
VBBK – Verband Bündner Beton- und Kiesindustrie	21.02.205	Brief	Entwicklungskonzept Alpenrhein, Abschliessende Stellungnahme zum Entwurf
Amt der Stadt Hohenems, Stadtentwicklung und Verkehr	01.04.2005	Brief	Stellungnahme an DI Blank

ZusammenstellungPlattformteilnehmer

Expertenplattform vom 30. Juni 2003; Thema: Ist-Zustand, Analyse

Experten Vorarlberg

DI Manfred Kopf (Raumplanung); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. VIIa-Raumplanung; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-27119, Fax. +43-5574-511-927 195; mail: manfred.kopf@vorarlberg.at

DI Günter Osl (Landwirtschaft); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Va – Landwirtschaft; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-25115, Fax. +43-05574-511-925195; mail: guenter.osl@vorarlberg.at

Mag. Dietmar Buhmann, Vertretung: DI Gerhard Hutter; Umweltinstitut (Gewässerökologie); Montfortstrasse 4, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-42010, Fax. +43-5574-511-942095; mail: dietmar.buhmann@vorarlberg.at

Dr. Benno Wagner (Fischökologie); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Va – Fischerei; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-25113, Fax. +43-5574-511-925195; mail: benno.wagner@vorarlberg.at

Dr. Günther Lins, **DI Hermann Wirth**; Vertretung: **DI Martin Weiss** (Schutzwasserbau); Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43410, Fax. +43-5574-511-943095; mail: guenther.lins@vorarlberg.at; mail: martin.weiss@vorarlberg.at; mail: hermann.wirth@vorarlberg.at

DI Clemens Mathis (Hydrologie); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43610, Fax. +43-5574-511-943095; mail: clemens.mathis@vorarlberg.at

DI Albert Zoderer (Grundwasser); Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43510, Fax. +43-5574-511-943095; mail: albert.zoderer@vorarlberg.at

DI Alexander Jawecky, Abt. VIId – Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511...0, Fax. +43-5574-511-27 495; mail: alexander.jawecki@vorarlberg.at

DI Werner Neyer (Energiewirtschaft); Vorarlberger Illwerke AG; Batloggstrasse 36, 6780 Schruns; Tel. +43-5556-701-0, Fax. +43-5556-7171223; mail: werner.neyer@illwerke.at

Experten Liechtenstein

DI Emanuel Banzer; Tiefbauamt, Abteilung Rüfen und Gewässer; Städle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 68 56; mail: emanuel.banzer@tba.llv.li

DI Egon Hilbe; Amt für Umweltschutz; Postfach, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 61 92, Fax. +423-236 61 99; mail: egon.hilbe@aus.llv.li

DI Arch. Remo Looser; Stabsstelle für Landesplanung; Städle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 64 71, Fax. +423-236 60 79; mail: remo.looser@slp.llv.li

DI Julius Ospelt; Landwirtschaft; Dr. Grass-Strasse 10, 9490 Vaduz; Tel. +423 236 66 03, Fax. +423 236 66 09; mail: julius.ospelt@lwa.llv.li

DI Johann Ott; Tiefbauamt; Städtle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423 236 60 72, Fax. +423 236 60 79; mail: johann.ott@tba.llv.li

Experten Graubünden

Jakob Grünenfelder; Amt für Umwelt GR ; Gürtelstrasse 89, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 29 50; Fax.: +41-81-257 21 54; mail: jakob.gruenenfelder@afu.gr.ch

Dr. Boris Spycher; Amt für Raumplanung GR ; Grabenstrasse 1, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 23 06; mail: boris.spycher@arp.gr.ch

	Hannes Jenny; Amt für Jagd und Fischerei GR ; Loestrasse 14, 7000 Chur; mail: hannes.jenny@ajf.gr.ch
Experten St. Gallen	**Otto Wohlwend;** Amt für Umweltschutz St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-071 229 42 03, Fax. +41-71-229 39 64; mail: otto.wohlwend@bd-afu.sg.ch
	Willi Hangartner und **Dr. Alfred Brülisauer**; Amt für Raumentwicklung St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71 229 31 57, Fax. +41-71-229 45 99; mail: willi.hangartner@bd-pla.sg.ch; mail: alfred.bruelisauer@bd-pla.sg.ch
	DI Urs Gunzenreiner und **Dr. Hubert Meusburger**, ; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 21 04, Fax. +41-71-229 21 35; mail: urs.gunzenreiner@bd-tba.sg.ch; mail: hubert.meusburger@bd-tba.sg.ch
	Dr. Christian Ruhle und **Dr. Roland Riederer**; Amt für Jagd und Fischerei; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 39 53, Fax. +41-71-229 46 04; mail: christian.ruhle@fd-jfv.sg.ch; mail: roland.riederer@fd-jfv.sg.ch
	Werner Suter; Kantonsforstamt St. Gallen; Davidstr. 35, 9001 St. Gallen; Tel: +41-71-229 35 02, Fax: +41-71-229 48 00; mail: werner.suter@vd-kfa.sg.ch
	Nicolo Paganini; Amt für Wirtschaft St. Gallen; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 35 50, Fax. +41-71-229 39 92; mail: nicolo.paganini@vd-afw.sg.ch
	Ulrich Steiger; Landwirtschaftsamt St. Gallen; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; mail: ulrich.steiger@vd-lwa.sg.ch
	Rolf Künzler; Landwirtschaftl. Beratung Salez; Rheinhof, 9465 Salez ; mail: rolf.kuenzler@rheinhof.ch
Experten des Bundes, CH	**Toni Stübi;** Adresse: BLW /ASV, 3003 Bern; Tel 031 322 26 63; mail: anton.stuebi@blw.admin.ch
	Dr. Erich Staub; BUWAL, Fischerei; Postfach, CH-3003 Bern; mail: erich.staub@buwal.admin.ch
	Hans-Peter Willi; Schweizer Bundesamt für Wasser und Geologie; Landstrasse 20, 2501 Biel; mail: Hans-peter.willi@bwg.admin.ch
Kernteammitglieder	**Uwe Bergmeister;** Österreichischer Rheinbauleiter; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4, A-6893 Lustenau; mail: u.bergmeister@rheinregulierung.at
	Werner Böhi; Amt für Energie GR; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur; mail: werner.boehi@afe.gr.ch
	Thomas Blank; Abteilung Wasserwirtschaft; Amt der Vorarlberger Landesregierung; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; mail: thomas.blank@vorarlberg.at
	Theo Kindle; Vorsteher Amt für Umweltschutz FL; Postfach, FL-9490 Vaduz; mail: theodor.kindle@aus.llv.li
	Leo Kalt; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54; CH-9001 St. Gallen; mail: leo.kalt@bd-tba.sg.ch
	Dr. Armin Petrascheck; Bundesamt für Wasser und Geologie; Landstrasse 20, CH-2501 Biel; mail: armin.petrascheck@bwg.admin.ch
	DI Klaus Michor, DI Marian Unterlercher; REVITAL ecoconsult; Fanny Wibmer-Pedit-Str. 1, 9900 Lienz; mail: office@revital-ecoconsult.com
	Dr. Sigurd H. Mönch; Programmbeauftragter IRKA; Morgengab 570, FL-9493 Mauren; mail: moenchsigurd@adon.li

Bearbeiterteam

Dr. Benno Zarn; ARGE Rheinblick; Via Flucs 10, CH-7013 Domat/Ems; mail: bzarn@hzp.ch

DI Jürgen Eberstaller; ARGE Rheinblick; Technische Büros für angewandte Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft, Kultu; Schopenhauerstrasse 82/12, 1180 Wien; mail: eberstaller@ezb-fluss.at

Mag. Markus Grabher; UMG Umweltbüro Grabher; Margarethendamm 40, 6971 Hard; mail: grabher@umg.at

Dr. Jürg Trösch; TK Consult AG; Siedwerdtstr. 7, 8050 Zürich; mail: troesch@tkconsult.ch

Heinz Meier; Planungsbüro Strittmatter Partner; Vadianstrasse 37, 9000 St. Gallen; mail: heinz.meier@strittmatter-partner.ch

Expertenplattform vom 02. Dezember 2003; Thema: Leitbild

Experten Vorarlberg

DI Günter Osl (Landwirtschaft); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Va – Landwirtschaft; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-25115, Fax. +43-05574-511-925195; mail: guenter.osl@vorarlberg.at

DI Gerhard Hutter; Umweltinstitut (Gewässerökologie); Montfortstrasse 4, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-42010, Fax. +43-5574-511-942095

Dr. Günther Lins, **DI Hermann Wirth, DI Martin Weiss, weiterer Vertreter** (unleserlich); Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43410, Fax. +43-5574-511-943095; mail: guenther.lins@vorarlberg.at; mail: martin.weiss@vorarlberg.at; mail: hermann.wirth@vorarlberg.at

DI Clemens Mathis (Hydrologie); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43610, Fax. +43-5574-511-943095; mail: clemens.mathis@vorarlberg.at

DI Alexander Jawecki, Abt. VIId – Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511...0, Fax. +43-5574-511-27 495; mail: alexander.jawecki@vorarlberg.at

DI Werner Neyer (Energiewirtschaft); Vorarlberger Illwerke AG; Batloggstrasse 36, 6780 Schruns; Tel. +43-5556-701-0, Fax. +43-5556-7171223; mail: werner.neyer@illwerke.at

Experten Liechtenstein

DI Egon Hilbe; Amt für Umweltschutz; Postfach, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 61 92, Fax. +423-236 61 99; mail: egon.hilbe@aus.llv.li

DI Arch. Remo Looser; Stabsstelle für Landesplanung; Städle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 64 71, Fax. +423-236 60 79; mail: remo.looser@slp.llv.li

DI Julius Ospelt; Landwirtschaft; Dr. Grass-Strasse 10, 9490 Vaduz; Tel. +423 236 66 03, Fax. +423 236 66 09; mail: julius.ospelt@lwa.llv.li

Experten Graubünden

Dr. Marcel Michel; Amt für Jagd und Fischerei GR ; Loestrasse 14, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 38 94; Fax.: +41-81-257 21 89; mail: marcel.michel@ajf.gr.ch

Jakob Grünenfelder; Amt für Umwelt GR ; Gürtelstrasse 89, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 29 50; Fax.: +41-81-257 21 54; mail: jakob.gruenenfelder@afu.gr.ch

Urs Pfister; Amt für Raumplanung GR ; Grabenstrasse 1, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 23 06

Hannes Jenny; Amt für Jagd und Fischerei GR ; Loestrasse 14, 7000 Chur; mail: hannes.jenny@ajf.gr.ch

Experten St. Gallen	**Vertreter (Name unleserlich);** Amt für Umweltschutz St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-071 229 42 03, Fax. +41-71-229 39 64
	Dr. Alfred Brülisauer; Amt für Raumentwicklung St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71 229 31 57, Fax. +41-71-229 45 99; mail: alfred.bruelisauer@bd-pla.sg.ch
	DI Urs Gunzenreiner und **Dr. Hubert Meusburger**, ; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 21 04, Fax. +41-71-229 21 35; mail: urs.gunzenreiner@bd-tba.sg.ch; mail: hubert.meusburger@bd-tba.sg.ch
	Dr. Roland Riederer und Dr. Guido Ackermann; Amt für Jagd und Fischerei; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 39 53, Fax. +41-71-229 46 04; mail : roland.riederer@fd-jfv.sg.ch
	Werner Suter; Kantonsforstamt St. Gallen; Davidstr. 35, 9001 St. Gallen; Tel: +41-71-229 35 02, Fax: +41-71-229 48 00; mail: werner.suter@vd-kfa.sg.ch
	Ulrich Steiger; Landwirtschaftsamt St. Gallen; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; mail: ulrich.steiger@vd-lwa.sg.ch
	Rolf Künzler; Landwirtschaftl. Beratung Salez; Rheinhof, 9465 Salez ; mail: rolf.kuenzler@rheinhof.ch
Experten des Bundes, CH	**Toni Stübi;** Adresse: BLW /ASV, 3003 Bern; Tel 031 322 26 63; mail: anton.stuebi@blw.admin.ch
	Dr. Erich Staub; BUWAL, Fischerei; Postfach, CH-3003 Bern; mail: erich.staub@buwal.admin.ch
	Hans-Peter Willi; Schweizer Bundesamt für Wasser und Geologie; Landstrasse 20, 2501 Biel; mail: Hans-peter.willi@bwg.admin.ch
	Dr. Mario Broggi; Forschungsanstalt für Wald, Schnee und LandschaftZürcherstrasse 111; CH-8903 Birmensdorf; Tel. ++41 (0)1-739 22 25 Fax ++41 (0)1-739 25 75; mail: mario.broggi@wsl.ch
Kernteammitglieder	**Uwe Bergmeister;** Österreichischer Rheinbauleiter; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4, A-6893 Lustenau; mail: u.bergmeister@rheinregulierung.at
	Werner Böhi; Amt für Energie GR; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur; mail: werner.boehi@afe.gr.ch
	Thomas Blank; Abteilung Wasserwirtschaft; Amt der Vorarlberger Landesregierung; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; mail: thomas.blank@vorarlberg.at
	Theo Kindle; Vorsteher Amt für Umweltschutz FL; Postfach, FL-9490 Vaduz; mail: theodor.kindle@aus.llv.li
	Leo Kalt; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54; CH-9001 St. Gallen; mail: leo.kalt@bd-tba.sg.ch
	Dr. Armin Petrascheck; Bundesamt für Wasser und Geologie; Landstrasse 20, CH-2501 Biel; mail: armin.petrascheck@bwg.admin.ch
	DI Klaus Michor, DI Marian Unterlercher; REVITAL ecoconsult; Fanny Wibmer-Pedit-Str. 1, 9900 Lienz; mail: office@revital-ecoconsult.com
	Dr. Sigurd H. Mönch; Programmbeauftragter IRKA; Morgengab 570, FL-9493 Mauren; mail: moenchsigurd@adon.li
Bearbeiterteam	**Dr. Benno Zarn;** ARGE Rheinblick; Via Flucs 10, CH-7013 Domat/Ems; mail: bzarn@hzp.ch
	DI Jürgen Eberstaller; ARGE Rheinblick; Technische Büros für angewandte Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft, Kultur; Schopenhauerstrasse 82/12, 1180 Wien; mail: eberstaller@ezb-fluss.at

Dr. Jürg Trösch; TK Consult AG; Siedwerdtstr. 7, 8050 Zürich;
mail: troesch@tkconsult.ch

Heinz Meier; Planungsbüro Strittmatter Partner; Vadianstrasse 37, 9000 St. Gallen;
mail: heinz.meier@strittmatter-partner.ch

Expertenplattform vom 08. Juni 2004; Thema: Massnahmen

Experten Vorarlberg

DI Manfred Kopf; (Raumplanung); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. VIIa-Raumplanung; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-27119, Fax. +43-5574-511-927 195; mail: manfred.kopf@vorarlberg.at

DI Günter Osl; (Landwirtschaft); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Va – Landwirtschaft; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-25115, Fax. +43-05574-511-925195; mail: guenter.osl@vorarlberg.at

Sylvia Lutz; Umweltinstitut (Gewässerökologie); Montfortstrasse 4, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-42010, Fax. +43-5574-511-942095

Dr. Günther Lins, **DI Hermann Wirth, DI Martin Weiss;** Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43410, Fax. +43-5574-511-943095; mail: guenther.lins@vorarlberg.at; mail: martin.weiss@vorarlberg.at; mail: hermann.wirth@vorarlberg.at;

Christiane Machold; (Naturschutz); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. IVe – Umweltschutz; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-24511, Fax. +43-5574-511-924595

DI Clemens Mathis; (Hydrologie); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43610, Fax. +43-5574-511-943095; mail: clemens.mathis@vorarlberg.at

DI Alexander Jawecki; Abt. VIId – Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511...0, Fax. +43-5574-511-27 495;
mail: alexander.jawecki@vorarlberg.at

DI Werner Neyer; (Energiewirtschaft); Vorarlberger Illwerke AG; Batloggstrasse 36, 6780 Schruns; Tel. +43-5556-701-0, Fax. +43-5556-7171223;
mail: werner.neyer@illwerke.at

Dr. Benno Wagner; (Fischökologie); Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Va – Fischerei; Landhaus, 6901 Bregenz; Tel. +43-5574-511-25113, Fax. +43-5574-511-925195; mail: benno.wagner@vorarlberg.at

DI Albert Zoderer; (Grundwasser); Landeswasserbauamt; Jahnstrasse 13, 6900 Bregenz; Tel. +43-5574-511-43510, Fax. +43-5574-511-943095;
mail: albert.zoderer@vorarlberg.at

Experten Liechtenstein

Michael Fasel, Thomas Zünd; Amt für Wald, Natur und Landschaft; Dr. Grass-Strasse 10; 9490 Vaduz; Tel. +423 236 64 00, Fax. +423 236 64 11;
mail: michael.fasel@awnl.llv.li

DI Egon Hilbe; Amt für Umweltschutz; Postfach, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 61 92, Fax. +423-236 61 99; mail: egon.hilbe@aus.llv.li

DI Arch. Remo Looser; Stabsstelle für Landesplanung; Städle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423-236 64 71, Fax. +423-236 60 79; mail: remo.looser@slp.llv.li;

DI Johann Ott; Tiefbauamt; Städtle 38, 9490 Vaduz; Tel. +423 236 60 72, Fax. +423 236 60 79; mail: johann.ott@tba.llv.li

Experten Graubünden	**DI Andri Bischoff;** Tiefbauamt Graubünden; Grabenstrasse 30, 7001 Chur; Tel. +41-81-257 37 34, Fax. +41-81-257 21 57; mail: andri.bischoff@tba.gr.ch
	Dr. Marcel Michel; Amt für Jagd und Fischerei GR ; Loestrasse 14, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 38 94; Fax.: +41-81-257 21 89; mail: marcel.michel@ajf.gr.ch
	Gian Andrea Riedi; Amt für Umwelt GR ; Gürtelstrasse 89, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 29 50; Fax.: +41-81-257 21 54; mail: gian.andrea.riedi@afu.gr.ch
	Dr. Boris Spycher; Amt für Raumplanung GR ; Grabenstrasse 1, 7000 Chur; Tel.: +41-81-257 23 06; mail: boris.spycher@arp.gr.ch
Experten St. Gallen	**Markus Oberholzer;** Amt für Umweltschutz St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-071 229 42 03, Fax. +41-71-229 39 64
	Dr. Alfred Brülisauer; Amt für Raumentwicklung St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71 229 31 57, Fax. +41-71-229 45 99; mail: alfred.bruelisauer@bd-pla.sg.ch
	DI Urs Gunzenreiner; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 21 04, Fax. +41-71-229 21 35; mail: urs.gunzenreiner@bd-tba.sg.ch
	Dr. Roland Riederer, Guido Ackermann; Amt für Jagd und Fischerei; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; Tel. +41-71-229 39 53, Fax. +41-71-229 46 04; mail: roland.riederer@fd-jfv.sg.ch
	Arnold Hartmann; Kantonsforstamt St. Gallen; Davidstr. 35, 9001 St. Gallen; Tel: +41-71-229 35 02, Fax: +41-71-229 48 00; ; **Ulrich Steiger;** Landwirtschaftsamt St. Gallen; Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen; mail: ulrich.steiger@vd-lwa.sg.ch;
	Rolf Künzler; Landwirtschaftl. Beratung Salez; Rheinhof, 9465 Salez ; mail: rolf.kuenzler@rheinhof.ch
Experten des Bundes, CH	**Dr. Mario F. Broggi;** Forschungsanstalt für Wald, Schnee und LandschaftZürcherstrasse 111; CH-8903 Birmensdorf; Tel. ++41 (0)1-739 22 25 Fax ++41 (0)1-739 25 75; mario.broggi@wsl.ch
Kernteammitglieder	**Uwe Bergmeister;** Österreichischer Rheinbauleiter; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4, A-6893 Lustenau; mail: u.bergmeister@rheinregulierung.at
	Werner Böhi; Amt für Energie GR; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur; mail: werner.boehi@afe.gr.ch
	Thomas Blank; Abteilung Wasserwirtschaft; Amt der Vorarlberger Landesregierung; Römerstrasse 15; A-6901 Bregenz; mail: thomas.blank@vorarlberg.at
	Theo Kindle; Vorsteher Amt für Umweltschutz FL; Postfach, FL-9490 Vaduz; mail: theodor.kindle@aus.llv.li
	Leo Kalt; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstrasse 54; CH-9001 St. Gallen; mail: leo.kalt@bd-tba.sg.ch
	Dr. Armin Petrascheck; Bundesamt für Wasser und Geologie; Landstrasse 20, CH-2501 Biel; mail: armin.petrascheck@bwg.admin.ch
	Univ.Prof. Dr. Wolfgang Stalzer ; Sektionschef im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 12; A-1012 Wien

Klaus Michor, Marian Unterlercher; REVITAL ecoconsult; Fanny Wibmer-Pedit-Str. 1, 9900 Lienz; mail: office@revital-ecoconsult.com

Sonstige

Dr. Sigurd H. Mönch; Programmbeauftragter IRKA; Morgengab 570, FL-9493 Mauren; mail: moenchsigurd@adon.li

Bearbeiterteam

Dr. Benno Zarn; ARGE Rheinblick; Via Flucs 10, CH-7013 Domat/Ems; mail: bzarn@hzp.ch

Dl Jürgen Eberstaller; ARGE Rheinblick; Technische Büros für angewandte Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft, Kultu; Schopenhauerstrasse 82/12, 1180 Wien; mail: eberstaller@ezb-fluss.at

Dr. Jürg Trösch; TK Consult AG; Siedwerdtstr. 7, 8050 Zürich; mail: troesch@tkconsult.ch

Heinz Meier; Planungsbüro Strittmatter Partner; Vadianstrasse 37, 9000 St. Gallen; mail: heinz.meier@strittmatter-partner.ch

Dr. Peter Lier; Experte Wasserkraftnutzung

Plattform zur Einbeziehung der Öffentlichkeit am 01. Juli 2003; Thema: Ist-Zustand, Analyse

Baier Hans Heinrich; Bündner Bauernverband; Siedlungsweg 851; CH-7302 Landquart

Berchtold Wilfried; Amt der Stadt Feldkirch; Schmiedgasse 1-3; A-6800 Feldkirch

Bergmeister Uwe; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4; A-6893 Lustenau

Blank Thomas; Amt der Vorarlberger Landesregierung; Abteilung Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15 ; A-6900 Bregenz

Böhi Werner; Amt für Energie Graubünden; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur

Breiner Hildegard; Naturschutzbund Vorarlberg; Thalbachgasse 8; A-6900 Bregenz

Büchel Klaus; Vereinigung Bäuerlicher Organisationen; Postfach 351; FL-9493 Mauren

Domeni Felix; Fischereiverband Graubünden; Tel'mont; CH-7016 Trin Mulin

Eberle Anton; Konferenz der Gemeindevorsteherdes Fürstentum Liechtenstein; Fürstenstrasse 50 ; FL-9496 Balzers

Eberstaller Jürgen; ARGE Rheinblick; Schopenhauerstraße 82/12; A-1180 Wien

Feuerstein Günter; IKFA; Hofweg 4; CH-9444 Diepoldsau

Fiel Manfred; Wirtschaftskammer Vorarlberg; Wichnergasse 9; A-6800 Feldkirch

Fuhrer Heinz; Patvag Kraftwerke AG; Via S. Clau sut 7; CH-7130 Ilanz

Geiger Christian; Pronatura GR; Berggasse 7; CH-7000 Chur

Gögl Hans-Joachim; Strategie und Kommunikation; Scheffelstrasse 8; A-6900 Bregenz

Grabher Hans-Dieter; Marktgemeinde Lustenau; Rathausstrasse 1; A-6890 Lustenau

Grabher Markus; ARGE Rheinblick Margarethendamm 40, 6971 Hard

Hanselmann Ernst; Regionalgruppe Werdenberg; Rathaus; CH-9470 Buchs

Helbock Egon; Landesfischereiverband Vorarlberg; Nelkenweg 1; A-6973 Höchst

Hubatka Thomas; Verein Pro Riet Rheintal; Tiefenackerstrasse 49; CH-9450 Altstätten

Isele Heinz; Internationale Rheinregulierung; Feuerwehrstrasse 21; CH-9401 Rorschach

Jeker Leo; Handelskammer u. Arbeitgeberverband; Schlundstr. 4; CH-7205 Zizers

Kalt Leo; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstr. 54; CH-9001 St. Gallen

Kindle Theodor; Amt für Umweltschutz; Städtle 38; FL-9490 Vaduz

Lins Katharina; Naturschutzanwaltschaft; Marktstrasse 33; A-6850 Dornbirn

Mazzetta Anita; WWF Graubünden; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Meienberger Christian; Pronatura SG; Postfach 103; CH-9014 St. Gallen

Meier Heinz; ARGE Rheinblick; Vadianstraße 37 ; CH-9000 St. Gallen

Michor Klaus; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Mosberger Regula; Liechtenst. Gesellschaft für Umweltschutz; Im Bretscha 22; CH-9494 Schaan

Mönch Sigurd; Programmbeauftragter der IRKA; Morgengab 570; FL-9493 Mauren

Müller Walter; St. Gallischer Bauernverband; Tiehof; CH-9478 Azmoos

Petrascheck Armin; Schweizer Bundesamt f. Wasser u. Geologie; Landstrasse 20; CH-2501 Biel

Pürer Ernst; Vorarlberger Illwerke AG; Batloggstr. 36; A-6780 Schruns

Rettenmoser Karin; Rathaus Hohenems; Kaiser-Franz-Josef-Str. 4; A-6845 Hohenems

Rogenmoser Josef; Regionalgruppe Bündner Rheintal; Saluferstrasse 1; CH-7000 Chur

Schönenberger Joanna; WWF Graubünden; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Siegele Rainer; Gemeindeamt Mäder; Alte Schulstrasse 7; A-6841 Mäder

Spirig Göpf; IRPG Rheintal/VSGP Sektion Rheintal; Rathaus; CH-9436 Balgach

Steffen Herbert; Gewerbe- und Wirtschaftskammer LI; Guler 709; FL-9493 Mauren

Trösch Jürg; ARGE Rheinblick; Siedwerdtstr. 7; CH-8050 Zürich

Unterlercher Marian; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Vogt Marcus; Fischereiverein Liechtenstein; Postfach 47; FL-9490 Vaduz

Willi Georg; Botanisch Zoologische Gesellschaft; Im Bretscha 22; FL-9494 Schaan

Zarn Benno; ARGE Rheinblick; Via Flucs 10; CH-7013 Domat/Ems

Zing Reto; SSVG; Dickenstrasse 25; CH-9642 Ebnat-Kappel

Zimmermann Martin; WWF SG; Merkurstrasse 2; CH-9000 St. Gallen

Plattform zur Einbeziehung der Öffentlichkeit am 02. Dezember 2003; Thema: Leitbild

Baier Hans Heinrich; Bündner Bauernverband; Siedlungsweg 851; CH-7302 Landquart

Bergmeister Uwe; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4; A-6893 Lustenau

Blank Thomas; Landesregierung Vorarlberg/Abt. Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15; A-6900 Bregenz

Böhi Werner; Amt für Energie Graubünden; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur

Breiner Hildegard; Naturschutzbund Vorarlberg; Thalbachgasse 8; A-6900 Bregenz

Deuring Andreas; Stadt Hohenems; Kaiser-Franz-Josef-Str. 4; A-6845 Hohenems

Domeni Felix; Fischereiverband Graubünden; Tel'mont; CH-7016 Trin Mulin

Eberstaller Jürgen; Büro Zauner-Eberstaller; Schopenhauerstr. 82/12; A-1180 Wien

Ertl Herbert; Präsident Fischereiverein Werdenberg; Altendorfstr. 45; CH-9470 Buchs

Feuerstein Günter; IKFA; Hofweg 4; CH-9444 Diepoldsau

Fiel Manfred; Wirtschaftskammer Vorarlberg; Wichnergasse 9; A-6800 Feldkirch

Fuhrer Heinz; Direktor Patvag Kraftwerke AG; Via S. Clau sut 7; CH-7130 Ilanz

Geiger Christian; Pronatura GR; Berggasse 7; CH-7000 Chur

Gögl Hans-Joachim; Strategie und Kommunikation; Scheffelstrasse 8; A-6900 Bregenz

Grütter Roger; Werdenberger Jägerverein; Schingasse 8; CH-9470 Buchs

Hornsteiner Gerhard; Liechtenst. Gesellschaft für Umweltschutz; Im Bretscha 22; FL-9494 Schaan

Jehle Armand; Liechtensteinische Kraftwerke; Im alten Riet 17; FL-9494 Schaan

Jeker Leo; Handelskammer u. Arbeitgeberverband; Schlundstr. 4; CH-7205 Zizers

Kalt Leo; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstr. 54; CH-9001 St. Gallen

Kindle Theo; Amt für Umweltschutz; Städtle 38; FL-9490 Vaduz

Knutti Andreas; WWF Graubünden; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Lins Katharina; Naturschutzanwaltschaft; Marktstrasse 33; A-6850 Dornbirn

Mazzetta Anita; WWF Graubünden; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Meienberger Christian; Pronatura SG; Postfach 103; CH-9014 St. Gallen

Michel Jürg; Bündner Gewerbeverband GR; Poststrasse 43; CH-7000 Chur

Michor Klaus; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Mönch Sigurd; Programmbeauftragter der IRKA; Morgengab 570; FL-9493 Mauren

Moosbrugger Josef; Landwirtschaftskammer Vorarlberg; Montfortstraße 4; A-6900 Bregenz

Petrascheck Armin; Schweizer Bundesamt f. Wasser u. Geologie; Landstrasse 20; CH-2501 Biel

Rogenmoser Josef; Präsident Regionalgruppe Bündner Rheintal; Saluferstrasse 1; CH-7000 Chur

Schönenberger Joanna; WWF Schweiz; P. Stazione 35; CH-6501 Bellinzona

Schurig Heinz; Fischereiverein Feldkirch; Wolf-Huber-Str. 12; A-6800 Feldkirch

Siegele Rainer; Bürgermeister der Gemeinde Mäder; Alte Schulstrasse 7; A-6841 Mäder

Spirig Göpf; IRPG Rheintal/VSGP Sektion Rheintal; Rathaus; CH-9436 Balgach

Trösch Jürg; Ingenieurbüro; CH-Zürich

Unterlercher Marian; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Willi Georg; Botanisch Zoologische Gesellschaft; Im Bretscha 22; FL-9494 Schaan

Zarn Benno; Hunziker, Zarn & Partner AG; Via Flucs 10; CH-7013 Domat/Ems

Zimmermann Martin; WWF SG; Merkurstrasse 2; CH-9000 St. Gallen

Plattform zur Einbeziehung der Öffentlichkeit am 09. Juni 2004; Thema: Massnahmen

Bergmeister Uwe; Rheinbauleitung Lustenau; Höchster Strasse 4; A-6893 Lustenau

Blank Thomas; Amt der Vorarlberger Landesregierung; Abteilung Wasserwirtschaft; Römerstrasse 15 ; A-6900 Bregenz

Böhi Werner; Amt für Energie Graubünden; Rohanstrasse 5; CH-7001 Chur

Breiner Hildegard; Naturschutzbund Vorarlberg; Thalbachgasse 8; A-6900 Bregenz

Burtscher Bianca; Naturschutzbund Vorarlberg; Thalbachgasse 8; A-6900 Bregenz

Eberstaller Jürgen; ARGE Rheinblick; Schopenhauerstraße 82/12; A-1180 Wien

Feuerstein Günter; IKFA; Hofweg 4; CH-9444 Diepoldsau

Johannes Kaiser; Medienbüro Oehri & Kaiser; Industriestrasse 753; Postfach 108; FL-9492 Eschen

Jeker Leo; Handelskammer u. Arbeitgeberverband; Schlundstr. 4; CH-7205 Zizers

Kalt Leo; Tiefbauamt St. Gallen; Lämmlisbrunnenstr. 54; CH-9001 St. Gallen

Kindle Theodor; Amt für Umweltschutz; Städtle 38; FL-9490 Vaduz

Mazzetta Anita; WWF Graubünden; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Meienberger Christian; Pronatura SG; Postfach 103; CH-9014 St. Gallen

Meier Heinz; ARGE Rheinblick; Vadianstraße 37 ; CH-9000 St. Gallen

Meusburger Philipp; Naturschutzanwaltschaft; Marktstrasse 33; A-6850 Dornbirn

Michor Klaus; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Mosberger Regula; Liechtenst. Gesellschaft für Umweltschutz; Im Bretscha 22; CH-9494 Schaan

Mönch Sigurd; Programmbeauftragter der IRKA; Morgengab 570; FL-9493 Mauren

Petrascheck Armin; Schweizer Bundesamt f. Wasser u. Geologie; Landstrasse 20; CH-2501 Biel

Matt Peter; Vorarlberger Illwerke AG; Batloggstr. 36; A-6780 Schruns

Deuring Andreas; Rathaus Hohenems; Kaiser-Franz-Josef-Str. 4; A-6845 Hohenems

Rogenmoser Josef; Regionalgruppe Bündner Rheintal; Saluferstrasse 1; CH-7000 Chur

Schönenberger Joanna; WWF Schweiz – internationales Alpenprogramm; Oberalpstrasse 2; CH-7002 Chur

Siegele Rainer; Gemeindeamt Mäder; Alte Schulstrasse 7; A-6841 Mäder

Spirig Göpf; IRPG Rheintal/VSGP Sektion Rheintal; Rathaus; CH-9436 Balgach

Stalzer Wolfgang; BMLFUW; Wien

Staub Rudolf; BZG FL Sargans Werdenberg;

Trösch Jürg; ARGE Rheinblick; Siedwerdtstr. 7; CH-8050 Zürich

Unterlercher Marian; Revital-Ecoconsult; Fanny-Wibmer-Pedit-Str. 1; A-9900 Lienz

Willi Hans Peter; BWG; Biel

Zarn Benno; ARGE Rheinblick; Via Flucs 10; CH-7013 Domat/Ems

Zimmermann Martin; WWF SG; Merkurstrasse 2; CH-9000 St. Gallen

Glossar

Hinweis:

Weitere Fachbegriffe aus dem Themenbereich Hochwasserschutz werden u.a. im „Wörterbuch Hochwasserschutz“[1] erklärt.

Begriffe

Begriff	Erläuterung
Abflussregime	Verlauf der saisonalen Abflüsse eines Fliessgewässers, der von meteorologischen Faktoren und den Eigenschaften des Einzugsgebietes abhängt
Alpenschwemmlinge	Alpenpflanzen, die von Fliessgewässern in tiefere Lagen geschwemmt werden und dort Fuss fassen
Anlandung	Ablagerung von Material im Gewässer und dadurch bedingte Hebung des Gewässerbetts
Arthropoden	Gliederfüsser, z.B. Insekten, Krebse, Tausendfüsser, Spinnen, Milben
Aufweitung	Verbreiterung des Fliessgewässers
Ausbauwassermenge	Abflussmenge, auf welche Hochwasserschutzmassnahmen ausgelegt sind
EU-WRRL	EU Wasserrahmenrichtlinie
Feststoffhaushalt	Mengenmässige Gegenüberstellung von Feststoffzufuhr und -abtransport innerhalb eines Einzugsgebietes oder einer Gewässerstrecke
Geschiebe	Feststoffe, die im Bereich der Gewässersohle durch das Wasser bewegt werden
Geschiebemanagement	Gesamtheit der Massnahmen, die dazu dienen, den Geschiebetransport im Einzugsgebiet oder in einem Gewässerabschnitt zu regulieren (auch Geschiebebewirtschaftung)
Gewässerraum	Landschaftsraum, der das Gerinne und gewässernahe Bereiche, welche in direkter Beziehung zum Gewässer stehen, umfasst
Giessen	grundwassergespeiste Bäche in der Talebene
GRK	Gemeinsame Rheinkommission
Grundwasserträger	durchlässiger Untergrund, in dem Grundwasser fliesst
Hochwasserausbau	Massnahmen zum Schutz von Menschen und Sachwerten vor schädlichen Auswirkungen des Wassers
Infiltration	Eindringen von Wasser durch die Erdoberfläche in ein poröses Medium (auch Versickerung)

[1] R. Loat, E. Meier (2003): Wörterbuch Hochwasserschutz; Bundesamt für Wasser und Geologie (Hrsg. www.bwg.admin.ch), Bern

Begriff	Erläuterung
Internationale Rheinstrecke	Alpenrhein zwischen Illmündung und Bodensee
IRKA	Internationale Regierungskommission Alpenrhein
IRR	Internationale Rheinregulierung
Kolmation	Abdichtung des Schotterlückenraums im Gewässerbett durch Feinsedimente
Morphologie	Äussere Gestalt oder Erscheinungsbild des Fliessgewässers
nord/südzentrierte Ereignisse	Wettersituationen mit Niederschlagszentrum nördlich / südlich des Alpenhauptkammes
Notentlastung / Notentlastungsraum	Vorgegebene Bereiche, wo das Wasser im Überlastfall ohne Zerstörung von Schutzbauten aus dem Flussbett ausfliessen kann
Passierbarkeit	Durchgängigkeit flussauf- und flussabwärts bei Hindernissen für Wasserlebewesen
Perimeter	Untersuchungsgebiet; Projektgebiet,
Pioniervegetation	Vegetation auf neu entstandenen bzw sich ständig verändernden Standorten; charakteristisch für Geschiebebänke an Flüssen mit verzweigtem Verlauf
Retention	Abflussverzögerung infolge Speicherung oder Rückhalt von Oberflächenwasser, bedingt durch natürliche Gegebenheiten (z.B. Geländekammern) oder künstlicher Massnahmen (z.B. Staudämme)
ripicol	Ufer bewohnend
Schadenpotential	Grösse des möglichen Schadens im betrachteten Gefahrengebiet
Schwall/Sunk	Durch Wasserkraftwerke flusaufwärts bewirkte häufige (meist täglich oder öfter) und rasche Zunahme/Abnahme des Abflusses
Schwalldämpfung	Massnahmen, mit welchen Abflussschwankungen (Schwall/Sunk) verringert oder ausgeglichen werden können
Sohlenlage	Höhe der Gewässersohle über einem Bezugspunkt
terrestrische Ökologie	Ökologie der Landlebensräume
Überflutungsraum	An das Gewässerbett angrenzende Fläche, die bei Hochwasserereignissen, welche grösser als die Ausbauwassermenge sind, vom ausufernden Wasser eingenommen wird
Überlastfall	Schadenfall bei Hochwasserereignissen, welche die Ausbauwassermenge überschreiten
Vorland	Zwischen Gewässerbett und Hochwasserdamm gelegener Bereich, der bei Hochwasser überflutet wird