









Fürstentum Liechtenstein Vorarlberg Graubünden St. Gallen Internationale Rheinregulierung

Alpenrhein

D6 Quantitative Analyse von Schwall/Sunk-Ganglinien für unterschiedliche Anforderungsprofile

Arbeitspaket 3 - Abiotische Untersuchungen bei unterschiedlichen Wasserständen als Basis für Aufbau und Kalibrierung des Modells



Zukunft Alpenrhein

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

Alpenrhein D6

Quantitative Analyse von Schwall/Sunk-Ganglinien für unterschiedliche Anforderungsprofile

Arbeitspaket 3 - Abiotische Untersuchungen bei unterschiedlichen Wasserständen als Basis für Aufbau und Kalibrierung des Modells

Auftraggeber:

IRKA

Internationale Regierungskommission Alpenrhein

Mit Unterstützung von:

Internationale Rheinregulierung; Bundesamt für Umwelt; Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Auftragnehmer:





Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft



BOLTER + SCHÖSSER ZT OG | Unterfeldstraße 26 | 6700 Bludenz | Tel. 05552 62308 Fax 05552 62308-85 | Vermessung und Parifizierung | DI Brigitte Schösser | DI Norbert Bolter

AUT - Wien / Villach Tel + 43(0)1 4789 177/ Fax: + 43(0)1 4789 198 e-mail: office@flussbau.at www.flussbau.at

Bearbeitung:

Koordination und Leitung Arbeitspaket 3: DI Dr. Peter MAYR (MAYR&SATTLER) Fachbearbeiter Terrestrische Vermessung: DI Norbert BOLTER (bischofberger+partner) Fachbearbeiter Flussvermessung (Echolotung): DI Dr. Peter MAYR (MAYR&SATTLER) Fachbearbeiter DGM: DI Ingo NIEDERBICHLER (MAYR&SATTLER) Fachbearbeiter Granulometrie: DI Stefan SATTLER (MAYR&SATTLER)

Wien, Villach, Bludenz, Dezember 2010

Inhaltsverzeichnis

1	- 7	Zusamm	enfassung	5
2	ļ	Einleitur	ng und Aufgabenstellung von Arbeitspaket 3 (AP3)	6
3	(Geodäti	sche Grundlagen: Koordinatensystem / Bezugsrahmen	7
	3.1		tem der Schweizer Landesvermessung LV03/LN02	
	3.2		2 GPS-Koordinatensystem (CHTRS95)	
4	,	Abschnit	ttsspezifische Transformationsdatenbestimmung CHTRS95 $ ightarrow$ LV03,LN02	8
5	ı	Funkbas	ierte GPS-Referenzstation	10
6	,	Airborne	e Laserscan und Luftbildaufnahme	. 11
	6.1	. Flu	gplanunggplanung	. 11
	6.2		ssflächenmessung und Transformationsparameter für die Georeferenzierung	
	6.3	Da ⁻	tenbereitstellung	12
7	ı	Echoloty	vermessung der Flusssohle	13
8	-	Terrestr	ische Vermessung	14
	8.1	. Str	ukturen über dem Wasserspiegel im Abflussraum	. 14
	8.2	. To	oographische Aufnahme watbarer Flussabschnitte	. 15
	8.3	Wa	asserspiegelaufnahmen	15
	8.4	De	tailpunktmessungen im Rahmen der limnologischen Feldarbeiten (Buchs/Mastrils)	. 16
9	1	Digitale	Geländemodellerstellung	. 17
	9.1	. Ein	gangsdaten	17
	9.2	. Da	tenvorverarbeitung	. 17
	9	9.2.1	DGM-Modellierung	18
	9	9.2.2	DGM-Qualitätskontrolle	19
1() (Ergebnis	sse der Vermessungen	20
1:	1	Feststof	fkartierung - Auswertung, Korngrößenverteilung	. 21
	11.	.1 All	gemeines und Zielsetzung	21
	11.	.2 Un	tersuchungsgebiet	21
	11.	.3 Tei	lprojektumfang	22
	:	11.3.1	Methodik	22
		11.3.1	Ebene 1 - Feldmethode Choriotopverteilung (Quelle: Schälchli, U. (Juli 2002))	. 23
		11.3.1		
	:	11.3.2	Abschnitt Mastrils	
		11.3.3	Abschnitt Buchs(zwischen Landquart-Mündung und III-Mündung)	
		11.3.4	Abschnitt Internationale Strecke	
12	2	_	se der Feststoffkartierung	
	12.		anulometrische Kenngrößen	
	12.	.2 Ch	oriotoperhebung	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Funkbasierte Echtzeit-GPS-Korrekturdatenübertragung	10
Abbildung 2: Mastrilser Au - Bodenbewuchs und Totholz im Uferbereich	15
Abbildung 3: Tachymetrische und GPS-Messungen watbarer Bereiche	15
Abbildung 4:Projektsteilbereich Buchs a) DGM-Datengrundlage von Obunterwasserbereichen b) Detailausschnitt des triangulierten Geländemodells	
Abbildung 5: Mastrilser Auen (li.), zwischen Landquart-Mündung und Ill-Münd Internationale Strecke flussab Ill-Mündung (re.) – Fotos: Gewässerbetreuungskonzept Alpe	_
Abbildung 6: Feldmethode zur Ermittlung des mittleren Korndurchmessers (Quelle: Schälch	ıli) 23
Abbildung 7: Übersicht Probenbereiche – Mastrils	26
Abbildung 8: Bereich 1	27
Abbildung 9: Bereich 2	28
Abbildung 10: Bereich 3	29
Abbildung 11: Bereich 4	30
Abbildung 12: Übersicht Probenbereiche – Buchs	31
Abbildung 13: Bereich 1	32
Abbildung 14: Bereich 2	33
Abbildung 15: Bereich 3	35
Abbildung 16: Bereich 4	36
Abbildung 17: Bereich internatonale Strecke	38
Abbildung 18: Schotterbank oberhalb Projektstrecke	39
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet KOBLACH	8
Tabelle 2: GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet BUCHS	9
Tabelle 3 GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet MASTRILS	9
Tabelle 4: Dominierendes und Subdominierendes Substrat (Quelle: Schälchli)	24
Tabelle 5: Kolmationsgrad (Quelle: Schälchli)	24
Tabelle 6: Verfestigung (Quelle: Schälchli)	24
Tabelle 7: Granulometrische Kenngrößen Mastrils	40
Tabelle 8: Granulometrische Kenngrößen Buchs	41
Tabelle 9: Granulometrische Kenngrößen Internationale Strecke	41

1 Zusammenfassung

Das Ziel des Projektes ist eine für den Alpenrhein spezifische Quantifizierung der Auswirkungen des Schwalls und eine Ableitung von Toleranzbereichen für Schwall-/Sunk-Ereignisse bei unterschiedlichen Morphologien im Hinblick auf gewässerökologische Fragestellungen (Habitateignung).

Nach Abschluss des Projektes soll eine fachlich fundierte Entscheidungsgrundlage vorliegen, die nachhaltige Strategien für die Optimierung der Schwall/Sunk-Ganglinien am Alpenrhein unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Interessen vorgibt.

Die feststoffspezifischen Parameter wurden jeweils an charakteristischen Fließgewässerabschnitten erhoben. Dabei wurden Bereiche mit feinen, mittleren und groben Kornzusammensetzungen unterschieden und die räumlichen Verteilungen erhoben.

Es wurde eine Kartierung der Choriotopverteilung und eine Rauhigkeitskartierung durchgeführt sowie eine Fotodokumentation erstellt. Die Ergebnisse wurden in einem GIS-Projekt zusammengefasst und digital an die einzelnen Bearbeitungsgruppen übermittelt.

Als Ergebnis für die weitere Bearbeitung liegen Choriotopverteilungen, Korngrößenverteilungen, eine Rauheitskartierung und digitale Geländemodelle vor.

Als markante Abschnitte, die auch die Veränderung mit zunehmender Länge des Flusslaufes wiedergeben, können drei wesentliche Abschnitte genannt werden. Die Mastrilser Auen im Oberlauf zeigen den Alpenrhein als furkierendes Fließgewässer, der Abschnitt von Landquart-Mündung bis zur III-Mündung ist geprägt von im Trapezprofil alternierenden Schotterbänken, im untersten Abschnitt der "Internationalen Strecke" gibt es praktisch keine Strukturelemente im Abflussprofil, jedoch verlaufen rückversetzt im Vorland Begleitdämme, die die angrenzenden Siedlungen bei Extremereignissen schützen.

Für die genannten drei Abschnitte sollen die Auswirkungen aufgegliedert in 6 Arbeitspakete für verschiedene Anforderungsprofile bei Schwall/Sunk analysiert werden.

Gegliedert in einzelne Arbeitspakete soll eine Fülle an biotischen und abiotischen Daten erarbeitet und miteinander verknüpft werden.

2 Einleitung und Aufgabenstellung von Arbeitspaket 3 (AP3)

Im Arbeitspaket 3 werden Grundlagen der Abiotik (Geländedaten, Fließgeschwindigkeiten, Sohlsubstrat) erarbeitet. Für gewässerökologische Fragestellungen, wie im gegenständlichen Projekt D6, sind eine detaillierte Kenntnis der Strukturen, der Fließwege im Flussschlauch und das Ausmaß der Wasserspiegelschwankungen im täglichen Verlauf zur Beurteilung der Habitateignung unerlässlich.

Als markante Abschnitte, die auch die Veränderung mit zunehmender Länge des Flusslaufes wiedergeben, wurden in diesem Projekt drei wesentliche Abschnitte genannt: Mastrilser Auen, der Abschnitt Landquart-Mündung bis III-Mündung (i.d.F. Buchs) und die Internationale Strecke (i.d.F. Koblach). Darin wurde jeweils ein repräsentativer Abschnitt mit einer Länge von 1 km bzw. 1,5 km für die detaillierte Bearbeitung ausgewählt:

- Abschnitt 1: Mastrilser Auen km20,6 km22,1; Strukturreichster furkierender Abschnitt
- Abschnitt 2: Buchs km51,4 km52,4; alternierende Schotterbänke
- Abschnitt 3: Koblach km70,6 km71,6; monotoner Flussabschnitt

Die Auswahl der zu vermessenden Abschnitte orientiert sich an der Strukturausstattung und wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber und den Fachbearbeitern für fischökologische Fragestellungen vorgenommen.

Die Erfassung der abiotischen Parameter erfolgt nach heutigem Stand der Technik durch Querprofilaufnahmen des Flussschlauches in Kombination mit Laserscanaufnahmen des Vorlandes. Terrestrische Zusatzvermessungen werden von im Laserscan und den Echolotaufnahmen nicht erfasster Strukturen sowie den Wasserspiegellagen in zeitkodierter Form durchgeführt.

Weiters erfolgt eine Darstellung der Geschiebethematik in den betrachteten Projektbereichen auf Basis feststoffspezifischer Erhebungen.

3 Geodätische Grundlagen: Koordinatensystem / Bezugsrahmen

3.1 System der Schweizer Landesvermessung LV03/LN02

Als gemeinsames und einheitliches Koordinatensystem für sämtliche Geodaten des Projektes wurde das schweizer Landessystem (Lage: LV03, Höhe: LN02) festgelegt. Realisiert ist dieser Bezugsrahmen unter anderem durch Flusskilometersteine links und rechts des Rheins, mit einem mittleren Abstand von rund 100-Metern.

Im Rahmen von Feldbegehungen wurde die Existenz von diesen erhoben sowie die Lage- und Höhenqualität mit geodätischen Messmethoden überprüft.

3.2 3.2.2 GPS-Koordinatensystem (CHTRS95)

Für die Postionierung/Ortung von Airborne Laserscan (ALS) Messungen und Echolotmessungen wurden in diesem Projekt ebenso GPS-basierende Verfahren eingesetzt, wie auch in der terrestrischen Vermessung (Wasserspiegelaufnahme, Vermessung watbarer Bereiche etc.) zur Festpunktfeldverdichtung für die tachymetrische Vermessung als auch 7Ur Detailpunktmessung. Als dreidimensionaler Bezugsrahmen wurde in diesem Fall dass Swiss Terrestrial Reference System 1995 (CHTRS95) verwendet, welches auch die Grundlage für den schweizerischen Echtzeit-GPS-Positionierungsdienst swipos bildet. Die Anbindung der GPS-Messungen in das CHTRS95 erfolgte durch Transformation der amtlichen LV03/LN02-Koordinaten der projekteigenen GPS-Referenzstationspunkte (siehe 3.4) unter Einsatz der für die schweizer Landesvermessung und die amtliche Vermessung entwickelten postprocessing-Software zum Bezugsrahmenwechsel reframe.

4 Abschnittsspezifische Transformationsdatenbestimmung CHTRS95 → LVO3,LNO2

Um eine Echtzeittransformation der GPS-Messungen vor Ort (z. B. für die Echolotortung oder die Festpunktfeldverdichtung) zu ermöglichen, wurden für jedes der drei Teilgebiete eigene Transformationsparametersätze bestimmt (Tabelle 1). Dadurch ist eine bestmögliche Einpassung der GPS-Messungen in das Festpunktfeld des jeweiligen Flussabschnittes gewährleistet.

Tabelle 1: GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet KOBLACH

Nr.	Parameter	Wert
1	Verschiebung dX	-695.690 m
2	Verschiebung dY	-169.030 m
3	Verschiebung dZ	-320.167 m
4	Rotation um X	5.61442 "
5	Rotation um Y	-2.06834 "
6	Rotation um Z	-1.44846 "
7	Maßstab	-4.8864 ppm

Tabelle 2: GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet BUCHS

Nr.	Parameter	Wert
1	Verschiebung dX	-712.754 m
2	Verschiebung dY	-16.208 m
3	Verschiebung dZ	-302.493 m
4	Rotation um X	0.18190 "
5	Rotation um Y	-3.17837 "
6	Rotation um Z	-0.09412 "
7	Massstab	-7.8228 ppm

Tabelle 3 GPS-Transformationsparametersätze Teilgebiet MASTRILS

Nr.	Parameter	Wert
1	Verschiebung dX	-644.279 m
2	Verschiebung dY	-39.632 m
3	Verschiebung dZ	-217.802 m
4	Rotation um X	1.45517 "
5	Rotation um Y	-3.35678 "
6	Rotation um Z	-0.41387 "
7	Massstab	-24.3683Â ppm

Durch die drei abschnittsspezifischen CHTRS95-Transformationsdatensätze ist somit für alle GPS-Messungen ein Koordinatenrahmen gegeben, welcher sowohl für die projekteigene Airborne Laserscan Datentransformation und die Echtzeit-GPS-Positionierung eingesetzt wurde, aber auch in zukünftigen Arbeiten, z. B. Monitoringprogrammen, eine direkte Vergleichbarkeit der Daten der verschiedenen Zeitpunkte ermöglicht. Des Weiteren können dadurch auch die Vorteile des Echtzeit-GPS-Positionierungsdienst swipos effizient für derartige weiterführende Arbeiten genutzt werden.

5 Funkbasierte GPS-Referenzstation

Der für eine Echtzeit-GPS-Positionierung notwendige stabile GSM-Empfang - z. B. für die Nutzung von swipos - war in den bearbeiteten Flussabschnitten aufgrund der Topographie und des grenznahen Verlaufes nicht gesichert gegeben. Aus diesem Grund wurden für die RTK-GPS-Messungen im Bearbeitungszeitraum eigene temporäre Referenzstationen für die Aussendung der Echtzeit-GPS-Korrekturdaten betrieben. Die Basisstationen wurden dazu vorab in das Swiss Terrestrial Reference System 1995 (CHTRS95) eingemessen (siehe auch 3.2). Die Übertragung der RTCM-Daten erfolgte in der Folge über gesicherte Funkstrecken (Abbildung 1).



Abbildung 1: Funkbasierte Echtzeit-GPS-Korrekturdatenübertragung

6 Airborne Laserscan und Luftbildaufnahme

6.1 Flugplanung

Für die Flugplanung der Airborne Laserscan-Befliegung und Akquisition von Luftbildern wurden für das mit der Arbeit beauftragte Unternehmen "Airborne Technologies" folgende Unterlagen erarbeitet:

- Erstellen von Google-Earth-kml/kmz-Files für die Gebietsabgrenzungen der drei Projektgebiete in graphischer sowie numerischer Form durch Überlagerung der Google-Earth-Inhalte mit der Flusskilometrierung
- Koordination der Rahmenbedingungen zur Festlegung des Aufnahmezeitpunktes:
 - Ausrichtung auf die geplanten Feldaufnahmen der Projektteams von AP2 und AP5 in Hinblick auf eine Verfügbarkeit von Luftbildern für Kartierzwecke.
 - Niedrigwasserstand (Sunk) über die gesamte Aufnahmezeit nur am Sonntag gegeben
 - o Flugverbot und geschlossene Flugplätze (z. B. an Allerheiligenwochenende in der Schweiz bzw. Vorarlberg) sowie Sonntag-Mittagspausen einhalten
 - o Gute Flugwetterbedingungen und insbesondere kein Bodennebel und keine Bewölkung unter der Flughöhe. Insbesondere in Auenlandschaften können in den Herbst- und Wintermonaten Bodeninversionen, oft im Zusammenhang mit Bodennebel länger anhalten.

Die Befliegung der drei Teilabschnitte erfolgte am Sonntag, den 25. Oktober 2009.

6.2 Passflächenmessung und Transformationsparameter für die Georeferenzierung

Während der Befliegung wird die genaue Positionierung des Messsystems durch GPS-Messung gewährleistet. Zur Transformation und kartographischen Projektion der Messdaten in das schweizerische Landeskoordinatensystem (LV03/LN02) wurden dem Unternehmen "Airborne Technologies" die entsprechenden Transformationsdatensätze (siehe 3.3) übermittelt.

Zur Erzielung der bestmöglichen Genauigkeit in der Georeferenzierung wurden darüber hinaus im Gelände verteilte Passflächen vermessen. In jedem Teilabschnitt wurden jeweils zwei Gruppen von Passflächen definiert. Als Passflächen wurden pro Gruppe jeweils drei oder mehr stark geneigte Dachflächen mit jeweils unterschiedlicher Disposition verwendet. Die Einmessung erfolgte berührungslos mit terrestrischen Messverfahren mit einer Genauigkeit von +/- 3cm.

Die Passflächenkoordinaten wurden als Punkteliste und als AutoCAD-File an "Airborne Technologies" geliefert.

6.3 Datenbereitstellung

Als Ergebnis der Befliegung stehen folgende Daten zur Verfügung:

- Laserscan-Daten:
 - Originalpunktwolke georeferenziert
 - Gefilterte Punktwolke First return
 - Gefilterte Punktwolke Last return
 - Gefilterte Punktwolke Andere Punkte
 - Digitales Oberflächenmodell (DOM) und Digitales Geländemodell (DGM) als ARCINFO ASCII-GRID und als x,y,z File in folgenden Rasterweiten: 0,5 m; 1 m;

Aus den im Rahmen der Befliegung akquirierten Höhendaten die in der Punktwolke repräsentiert sind (erstes und letztes Echo) wurde einerseits ein Oberflächenmodell (DOM) und andererseits ein wahres Geländehöhenmodell (DGM) erstellt, worin keine Vegetation bzw. künstliche Einbauten mehr enthalten sind.

- Luftbilder und Orthophotos:
 - o o Die Bodenauflösung der digitalen Luftbilder beträgt 7 cm
 - o GEOTIFF- Orthophotos in 1 km² Kacheln (generiert mit Hilfe des DOM)



Aufgrund der großen Datenmengen wurden die (Laserscan- und Luftbild-) Daten nicht auf dem Projektserver gespeichert, sondern können von den Projektpartnern auf Anfrage und unter Zusendung einer externen Festplatte bei Bischofberger + Partner bezogen werden. Die Orthophotos wurden an den Projektkoordinator zur weiteren Distribution weitergeleitet.

7 Echolotvermessung der Flusssohle

Die Echolotaufnahme der benetzten Abschnitte der Teilstrecken Buchs und Mastrils erfolgte mittels Single-Beam-Echolotmessung mit RTK-GPS-basierter Echtzeitortung. Die notwendigen GPS-Korrekturdaten wurden über Funk von der für die geodätischen Arbeiten in den jeweiligen Abschnitten errichteten GPS-Referenzstation (siehe 3.4) empfangen.

Die Messungen erfolgten profilweise mit einem Abstand im Mittel von 20 m. Darüber hinaus wurden Bereiche mit relevanten Strukturen mit einem verdichteten Profilabstand separat vermessen. Für den Bereich Koblach wurden die von der IRR zur Verfügung gestellt Daten der 2009 durchgeführten Rheinprofil-Echolotmessungen verwendet. Im Rahmen des Projektes wurden keine weiteren Echolotmessungen in diesem Bereich durchgeführt.

8 Terrestrische Vermessung

Ergänzend zu den Massenpunkterhebungen der Echolotung des Flussbettes und des Laserscannings des Umlandes wurden in den beiden Teilgebieten Buchs und Mastrils folgende terrestrische Detailpunktvermessungen durchgeführt:

- 1. Strukturen über dem Wasserspiegel im Abflussraum
- 2. Topographische Aufnahme watbarer Flussabschnitte
- 3. Wasserspiegelaufnahmen (auch für Teilabschnitt Koblach) sowie
- 4. Detailpunktmessungen im Rahmen der limnologischen Feldarbeiten

Als Messmethoden wurden dabei RTK-GPS-Messung und tachymetrische Messung in kombinierter Form eingesetzt.

Der Umfang der Aufnahmen orientiert sich dabei an der Morphologie der ausgewählten Abschnitte und an bereits vorhandenen Geländedaten.

8.1 Strukturen über dem Wasserspiegel im Abflussraum

Dichte Baumkronen und der darunterliegende hohe Bodenbewuchs lassen keine gesicherten Aussagen über die Qualität der Airborne-Laserscan-Daten zu, da der natürliche Reflektor des Laserstrahls (Boden, Oberfläche des dichten Bodenbewuchs oder auch angelagertes Totholz etc.) nicht eindeutig zuordenbar ist (siehe Abbildung 2). Insbesondere in den stark überschirmten Bereichen der Mastrilser Au waren somit zur Sicherstellung der Höhenqualität der ALS-Geländedaten und zum Auffüllen der ALS-Datenlücken umfassende tachymetrische Vermessungen notwendig.



Abbildung 2: Mastrilser Au - Bodenbewuchs und Totholz im Uferbereich

8.2 Topographische Aufnahme watbarer Flussabschnitte

Die Vermessung der watbaren Unterwasserbereiche erfolgte bei Wasserspiegeltiefstständen (siehe Abbildung 3), um eine möglichst gute Überlappung mit den bei Schwall stattgefundenen Echolotmessungen zu erzielen.



Abbildung 3: Tachymetrische und GPS-Messungen watbarer Bereiche

Eine besondere Herausforderungen stellten dabei die Nebenarme in der Mastrilser Au da, welche mit dem Messboot nicht befahren werden konnten, da die Zufahrt aus dem Hauptstrom eine zu geringe Wassertiefe aufwies. Diese wiesen zum Teil starke Strömungen und Wattiefen von mehr als einem Meter auf.

8.3 Wasserspiegelaufnahmen

Trotz der hohen Punktdichte heutiger ALS-Systeme (bis zu 16 Punkten/m2) ist eine eindeutige Abgrenzung zwischen Wasseroberfläche und Ufer, also eine Festlegung der

Wasseranschlagslinie aus Laserscandaten nicht mit der geforderten Genauigkeit möglich. Besonders problematische Bereiche sind einerseits Steiluferabbrüche und andererseits Flachufer, bei denen ein Verlauf von diffus reflektierenden Objekten (Steinen) und absorbierenden Materialien (Wasser) gegeben ist.

Die Wasserspiegelaufnahmen erfolgten somit für alle drei Teilgebiete (auch für Teilabschnitt Koblach) durch terrestrische Vermessung in codierter Form, d.h., dass jede einzelne Punktmessung automatisch mit Datum und Uhrzeit verspeichert wird.

8.4 Detailpunktmessungen im Rahmen der limnologischen Feldarbeiten (Buchs/Mastrils)

Zur Georeferenzierung der von den Limnologen erfassten abiotischen Parameter (Tiefen, Strömungswerte und Zeit; ohne Daten zum Algenbewuchs) wurden am Wochenende des 13./14.2.2010 zusätzliche tachymetrische Detailpunktmessungen in den Bereichen Buchs und Mastrils durchgeführt.

9 Digitale Geländemodellerstellung

9.1 Eingangsdaten

Als Eingangsdaten für die Erstellung des digitalen Geländemodells dienten:

- Airborne Laserscan DGM (siehe 3.5.3)
- Echolotmessungen
- Terrestrische Vermessungen
 - o watbarer Flussabschnitte
 - o Strukturen über dem Wasserspiegel im Abflussraum
 - Wasseranschlagslinie

9.2 Datenvorverarbeitung

Datenreduktion und Flächenvereinfachung der ALS-DGM-Daten

In Hinblick auf die Weiterverarbeitung des resultierenden DGMs in Hydraulikmodellen, wo die Vorgabe lautet, ein Netz mit möglichst wenigen finite Elemente zu produzieren und gleichzeitig die physikalisch interessanten Details zu behalten wurden vorab schon die ALS-DGM-Daten einer Datenreduktion und Flächenvereinfachung unterzogen.

Zur Anwendung kam dabei ein auf hierarchisch robuste Interpolation basierender Filteralgorithmus.

Das Ergebnis ist ein um etwa 80% verringerte Datenmenge von ALS-DGM-Punkten.

Verknüpfung von Echolotung und terrestrische Daten der watbaren Bereiche

Die Überlappungsbereiche von den profilweise vorliegenden Echolotmessungen und den terrestrischen Aufnahmen des watbaren Bereiches – also die Verlängerung des Profils bis zur Wasseranschlagslinie - wurden manuell editiert. Dabei wurde darauf geachtet, dass der planimetrische Punktabstand zwischen den benachbarten Punkten in den Überlappungsbereichen entsprechend der vorhanden Morphologie ein gewisses Maß nicht unterschreitet.

Weiters wurde durch lineare Interpolation eine Homogenisierung der heterogenen Datenverteilung zwischen jenen Bereichen durchgeführt, die von Echolot-Profilen erfasst wurden, und jenen Unterwasserbereichen, die hydraulisch bedeutsame Strukturen aufweisen und terrestrisch erfasst wurden.

Definition/Modellierung hydraulisch relevanter Geländekanten

Die Definition/Modellierung der hydraulisch relevanten Geländekanten erfolgte einerseits direkt aus den mit terrestrischen Methoden in codierter Form erfassten Strukturen und andererseits durch Ableitung aus den Punktwolken der ALS-Messungen beziehungsweise den Profilpunkten der Echolotmessungen.

Die zeitgleich mit dem ALS-Messungen aufgenommenen Luftbilder hoher Auflösung dienten hierbei als visuelle Interpretationshilfe bei der Modellierung des Kantenverlaufes.

9.2.1 DGM-Modellierung

Auf der Grundlage der vorverarbeiteten Messdaten wurde nun das digitale Geländemodell (DGM) in Form einer Dreiecksvermaschung erzeugt. Als Interpolationsmethode wurde dabei die Delaunay-Triangulation angewandt.

Aufgrund der heterogenen Datenbestände (Echolot-Querprofile einerseits und ALS-Massenpunkte andererseits) wurde bei der Modellierung die terrestrisch eingemessene Wasseranschlagslinie als Trennlinie (durchlaufende Bruchkante) zwischen Ober- und Unterwasserbereich eingeführt. Die Geländemodellerstellung erfolgte anschließend in einem durchgehenden Modell.

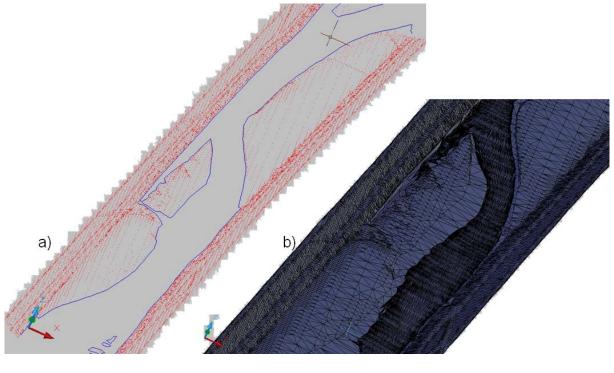


Abbildung 4: Projektsteilbereich Buchs
a) DGM-Datengrundlage von Ober- und Unterwasserbereichen
b) Detailausschnitt des triangulierten Geländemodells

9.2.2 DGM-Qualitätskontrolle

Die Qualität des erzeugten DGMs wurde sowohl für den Unterwasserbereich als auch den Oberwasserbereich durch Kreuzkorrelation überprüft. Als Vergleichsdaten dienten die in der Vorverarbeitung extrahierten Messdaten (siehe 9.2).

10 Ergebnisse der Vermessungen

Die im AP3 erzielten Ergebnisse stehen den Projektpartnern in folgender Form zur Verfügung:

- Digitale Geländemodelle (DGM)
 - o getrennt für die drei Teilabschnitte
 - als AutoCAD-DXF-Datensatz
 - o auf dem Projektserver
- Wasseranschlagslinien
 - o zeitcodiert
 - o getrennt für die drei Teilabschnitte
 - o als AutoCAD-DXF-Datensatz inkludiert in den DGMs
 - o auf dem Projektserver
- Detailpunktaufnahme für Limnologen
 - o für Buchs und Mastrils
 - o als ASCII-Punktliste und PDF-Plan
 - o auf dem Projektserver
- Orthophotos
 - o von allen drei Teilbereichen
 - o TIFF_Format; 15 Kacheln á 300 MB
 - o auf dem Projektserver und beim Projektkoordinator
- Luftbilder in Originalauflösung
 - o von allen drei Teilbereichen
 - o TIFF_Format; mehrere hundert Aufnahmen
 - o bei AP3-Partner zu beziehen (auf externer Festplatte)
- Laserscan-Daten
 - Originalpunktwolke georeferenziert
 - o Gefilterte Punktwolke Fist return
 - o Gefilterte Punktwolke Last return
 - o Gefilterte Punktwolke Andere Punkte

DOM und DGM als ARCINFO ASCII-GRID und als x,y,z File in folgenden Rasterweiten: 0,5 m; 1 m; bei AP3-Partner zu beziehen (auf externer Festplatte).

11 Feststoffkartierung - Auswertung, Korngrößenverteilung

11.1 Allgemeines und Zielsetzung

Der vorliegende Berichtsteil stellt eine Darstellung der Geschiebethematik in den betrachteten Projektbereichen auf Basis der feststoffspezifischen Erhebungen dar.

11.2 Untersuchungsgebiet

Das Projektsgebiet umfasst die Abschnitte Mastrilser Auen, zwischen Landquart-Mündung und Ill-Mündung, Internationale Strecke flussab Ill-Mündung.





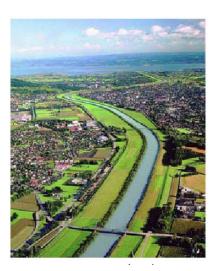


Abbildung 5: Mastrilser Auen (li.), zwischen Landquart-Mündung und Ill-Mündung (mi.), Internationale Strecke flussab Ill-Mündung (re.) – Fotos: Gewässerbetreuungskonzept Alpenrhein

11.3 Teilprojektumfang

Das vorliegende Teilarbeitspaket Feststoffhaushalt umfasst im Wesentlichen fol-gende Arbeitsschritte:

- Übernahme und Analyse der vorhandenen bzw. erhobenen Daten
- Kartierung der Choriotopverteilung (wurde digital übergeben)
- Rauhigkeitskartierung (wurde digital übergeben)
- Geschiebekartierung im unmittelbaren Projektbereich / Begehung
 - Fotodokumentation Probestellen und Gewässersituation (wurde digital übergeben)
 - o Geschiebeanalyse (erweiterte FZA)
 - o Ermittlung und Erstellung von Kornverteilungskurven

11.3.1 Methodik

Im Rahmen des AP3/AP3.2.7 wurden eine Kartierung der Choriotopverteilung, eine Rauhigkeitskartierung und eine Fotodokumentation erstellt.

AP3.2.7 wurde bereits digital übergeben. Aufgrund der inhaltlichen und thematischen Vernetzung sind die Methodik und die Ergebnisse der Choriotoperhebung im gegenständlichen Bericht enthalten.

Die feststoffspezifischen Erhebungen wurden in zwei Ebenen durchgeführt:

Ebene 1: Erhebung der Choriotopverteilung nach Schälchli (AP3.2.7)

Ebene 2: Ermittlung von Kornverteilungskurven

11.3.1.1 Ebene 1 - Feldmethode Choriotopverteilung (Quelle: Schälchli, U. (Juli 2002))

Das Deckschichtmaterial in der Sohle des Vorfluters bzw. im Zubringer wurde vor Ort bewertet. Das Ziel dabei ist die Auswahl folgender Parameter:

- 1. Dominantes Korn DK (in mm): jene Korngröße die von Art und Größe her dominiert jedoch nicht das Größtkorn (Einzelkörner) ist visuelle Beurteilung (siehe Abbildung 6)
- 2. Subdominantes Korn SDK (in mm): mind. eine Klasse unter DK
- 3. Kolmationsgrad
- 4. Verfestigung

Probenauswahl:

Bereich der die örtlichen Substratverhältnisse bezogen auf die flächige Verteilung am ehesten widerspiegelt.

Dominanz:

Die dominante Substratklasse in jedem der folgenden Bilder (mit verschiedenen Kolmationsgraden) ist Grobkies (2.0-6.0 cm), die subdominante Klasse Mittelkies (6.0-20.0 mm). Der Ringdurchmesser beträgt 30 cm.







Abbildung 6: Feldmethode zur Ermittlung des mittleren Korndurchmessers (Quelle: Field Manual for Data Collection; Prepared by Kristin Eastman – Universität Stuttgart; October, 2004 – nach Schälchli, U. (Juli 2002))

Tabelle 4: Beschreibung der Korngrößenklassen (Quelle: Field Manual for Data Collection; Prepared by Kristin Eastman – Universität Stuttgart; October, 2004 – nach Schälchli, U. (Juli 2002))

Substratklasse	Korngrößen	Beschreibung
S1 Ton, Schluff	<0.063 mm	Ton fühlt sich schmierig an zwischen Daumen und Zeigefinger, Schluff ist rauer, aber noch keine Einzelkörner sichtbar
S2 Sand	0.063-2.0 mm	Einzelkörner beim Reiben zwischen Zeigefinder und Daumen spürbar, Einzelkörner noch mit bloßen Auge sichtbar
S3 Feinkies	2.0-6.0 mm	Körnige bis erbsengroße Steine
S4 Mittelkies	6.0-20.0 mm	Erbsen- bis traubengroße Steine
S5 Grobkies	2.0-6.0 cm	Taubenei- bis kindfaustgroße Steine
S6 Kleine Steine	6.0-12.0 cm	Kinderfaust- bis handflächengroße Steine
S7 Große Steine	12.0-20.0 cm	Handflächen- bis kopfgroße Steine
S8 Blöcke	>20.0 cm	Kopfgroße Steine bis zu großen Blocksteinen
S9 Fels		Großflächige Stein

Tabelle 5: Kolmationsgrad (Quelle: Field Manual for Data Collection; Prepared by Kristin Eastman – Universität Stuttgart; October, 2004 – nach Schälchli, U. (Juli 2002))



Tabelle 6: Verfestigung (Quelle: Field Manual for Data Collection; Prepared by Kristin Eastman – Universität Stuttgart; October, 2004 – nach Schälchli, U. (Juli 2002))

Verfestigung									
V1	V2	V3							
Lockere Lagerung, ein Stein	Mittlere Verfestigung, ein Stein	Starke Verfestigung, ein Stein							
kann mit geringem Aufwand	kann mit mittlerem Aufwand	kann nur mit großem Aufwand							
entfernt werden und	entfernt werden und hinterlässt	entfernt werden (evtl. Graben							
kleineres Substrat oder	eine leicht verformte Lücke,	erforderlich), die Lücke bleibt fast							
Sand rutschen nach,	Wischbewegungen mit Hand	unverändert erhalten,							
Wischbewegungen mit	oder Fuß verschmieren die	Wischbewegungen mit Hand oder							
Hand oder Fuß führen	Lücke	Fuß führen nur zu einer leichten							
schnell zu einem Auffüllen		Verformung der Lücke							

Die Ergebnisse der Erhebung der Choriotopverteilung wurden digital in Form einer GIS-Datenbank (verortet) übergeben.

11.3.1.2 Ebene 2 - Ermittlung von Kornverteilungskurven - Feststoffkartierung

Parallel zur Vermessung und der Choriotopverteilung wurde eine Feststoffkartierung durchgeführt. Es wurden dabei im Bereich Buchs 26 Probestellen, im Bereich Mastrils 23 Probestellen ausgewertet.

Im Bereich der internationalen Strecke waren keine freien Schotterflächen zur Beprobung vorhanden. Es wurde daher die jeweils nächste flussauf gelegene Schotterbank für die Beprobung gewählt. Insgesamt wurden in den drei Flussstrecken 50 Probenstellen ausgewertet.

Es wurden lediglich die zugänglichen Schotterbankbereiche ohne maschinellen Einsatz analysiert. Sohlproben im durchströmten Bereich können nur durch maschinellen Einsatz analysiert werden. Dieser ist aufgrund der schwierigen Zugänglichkeit kaum möglich und in der gegenständlichen Untersuchung auch nicht vorgesehen.

Für die Ermittlung der Granulometrie wurden jeweils 3 Probentypen (Fein, Mittel, Grob) je Unterbereich (einzelne Schotterbänke) analysiert. Die im Anschluss verwendeten Bezeichnungen FEIN, MITTEL und GROB bezeichnen einen, auf den jeweiligen Auswertungsbereich bezogenen Verteilungszustand und stellen lediglich eine interne Klassifizierung dar. Zusätzlich zu den Kornverteilungen der einzelnen Proben wurden auf Basis der Flächenverteilung gewichtete Mischproben errechnet, die eine für den jeweiligen Analysebereich (Schotterbank) repräsentative Korngrößenverteilung darstellt. Die Analyse erfolgte in Form einer Flächenanalyse für die Kornfraktionen > 2mm.

Für die Kornfraktionen ≤ 2mm wird für die Bereiche Mastrils und Buchs ein mittlerer Anteil von etwa 10-15% angenommen. Basis dafür sind die Ergebnisse von Siebanalysen an der Oberen Salzach und der Saalach.

Für die internationale Strecke wird für die Kornfraktionen ≤ 2mm ein Anteil von etwa 20% angenommen.

11.3.2 Abschnitt Mastrils

Der Analyseabschnitt Mastrils unterteilt sich in 4 Unterbereiche.

Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschichte (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm). Eine Unterscheidung in Grundund Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen. Für die Auswertung wird ein Anteil der Kornfraktionen ≤ 2mm von 10% angenommen.

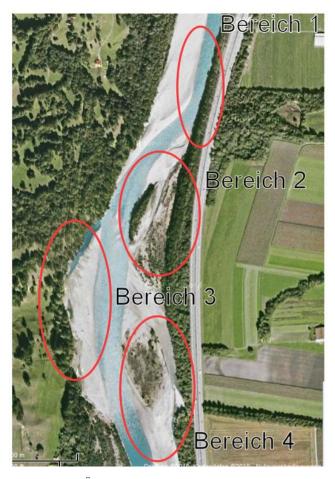


Abbildung 7: Übersicht Probenbereiche – Mastrils

Bereich 1:

Flächige Verteilung (Abschätzung):

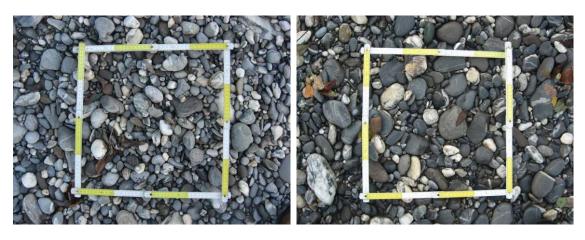
- ca. 20% Fein
- ca. 60% Mittel
- ca. 20% Grob



Abbildung 8: Bereich 1

M 1 - Fein (S57)

M 2 - Mittel (S75)



M 3 - Grob (F130)

M 4 - Sohle





Bereich 2:

Bereich 2 weist eine weitgehend einheitliche Kornzusammensetzung auf. Es erfolgte daher lediglich eine interne Verteilung in Mittel und Grob.

Flächige Verteilung (Abschätzung):

ca. 65% Mittel

ca. 35% Grob



Abbildung 9: Bereich 2

M 5 - Mittel (F124)



M 6 - Mittel (F122)



M 7 - Grob (F105)



M 8 - Sohle



Bereich 3:

Die örtlichen sichtbaren Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar. Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t \approx 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist aber mit Kornmaterial < 2mm stärker durchmischt.

Flächige Verteilung (Abschätzung):

- ca. 20% Fein
- ca. 70% Mittel
- ca. 30% Grob

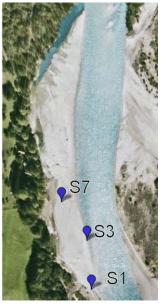
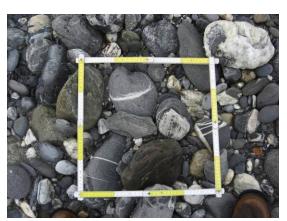


Abbildung 10: Bereich 3

M 9 - Fein (S1)



M 10 - Grob (S3)



M 11 - Sohle



Bereich 4:

Kleinräumig sichtbare Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar. Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist aber mit Kornmaterial < 2mm durchmischt. Eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen.

Flächige Verteilung (Abschätzung):

- ca. 20% Fein
- ca. 60% Mittel
- ca. 20% Grob



Abbildung 11: Bereich 4

M 12 - Fein (S201)



M 13 - Mittel (S206)



M 14 - Grob (S212)



M 15 - Sohle



11.3.3 Abschnitt Buchs(zwischen Landquart-Mündung und Ill-Mündung)

Der Analyseabschnitt Buchs unterteilt sich in 4 Unterbereiche. Für die Auswertung wird ein Anteil der Kornfraktionen ≤ 2mm von 15% angenommen.



Abbildung 12: Übersicht Probenbereiche – Buchs

Bereich 1:

Bereich 1 weist eine weitgehend einheitliche Kornzusammensetzung auf. Es erfolgte daher lediglich eine interne Verteilung in Mittel und Grob. Die örtlichen sichtbaren Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar. Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant (siehe Bereich 2) vom Deckschichtmaterial (> 2mm). Eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen.



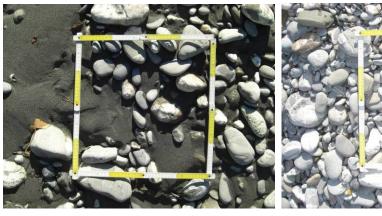
Abbildung 13: Bereich 1

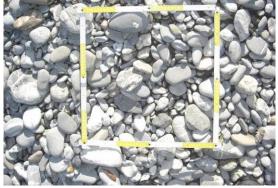
Flächige Verteilung (interne Abschätzung):

- ca. 0% Fein
- ca. 40% Mittel
- ca. 60% Grob

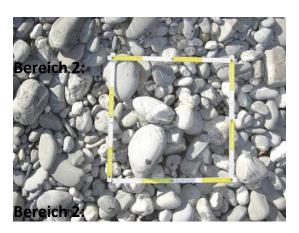
B1 - (S60)

B 2 - Mittel (S75)





B 3 - Grob (S76)



Bereich 2 weist gegenüber Bereich 1 auch kleinräumig Bereiche mit feinerer Kornzusammensetzung auf. Die örtlichen sichtbaren Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar, das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist aber mit Kornmaterial < 2mm stärker durchmischt.

Im Bereich 2 wurden zusätzlich Proben der Grundschicht untersucht (t \approx 30cm). Die Auswertung ergab, dass sich diese nicht signifikant von den Proben der Deckschicht unterscheiden. Die Grundschichtproben werden gesondert dargestellt, eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial ist aber kaum möglich.



Abbildung 14: Bereich 2

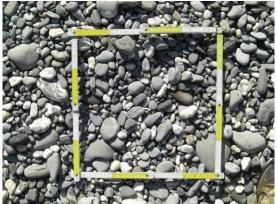
Flächige Verteilung (Abschätzung):

- ca. 15% Fein
- ca. 55% Mittel
- ca. 30% Grob

B 4 - Grundschicht (S51)

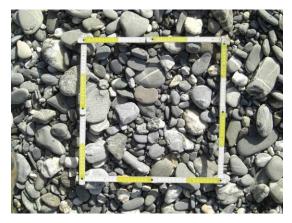


B 5 - Fein (S21)



B 6 - Mittel (S41)

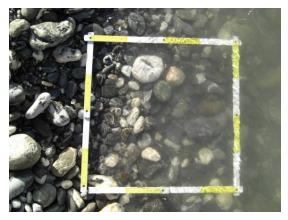
B 7 - Grob (S9)





B8-Sohle

B 9 - Sohle





Bereich 3:

Bereich 3 weist eine ähnliche Verteilung wie Bereich 2 auf. Die örtlichen sichtbaren Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar, das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist aber mit Kornmaterial < 2mm stärker durchmischt.

Eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen.

Flächige Verteilung (Abschätzung):

- ca. 15% Fein
- ca. 40% Mittel
- ca. 45% Grob



Abbildung 15: Bereich 3

B 10 - Fein (C512)



B 11 - Mittel (F4)



B 12 - Grob (C524)







Bereich 4:

Bereich 4 weist eine weitgehend einheitliche Kornzusammensetzung auf. Es erfolgte daher lediglich eine interne Verteilung in Mittel und Grob. Die örtlichen sichtbaren Sandflächen stellen lediglich einen dünnen (wenige cm) Überzug dar. Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschicht (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant (siehe Bereich 2) vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist mit Kornmaterial < 2mm stärker aber durchmischt. Eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen.



Abbildung 16: Bereich 4

Flächige Verteilung (Abschätzung):

ca. 80% Mittel

ca. 20% Grob

B 14 - Fein (C17)

B 15 - Mittel (C8)





B 16 - Grob (C14)

B 17 - Sohle





11.3.4 Abschnitt Internationale Strecke

Im Bereich der internationalen Strecke waren keine freien Schotterflächen zur Beprobung vorhanden. Es wurde daher die jeweils nächste flussauf gelegene Schotterbank für die Beprobung gewählt. Diese befindet sich linksufrig im Bereich der Frutzmündung (rechtsufrig).

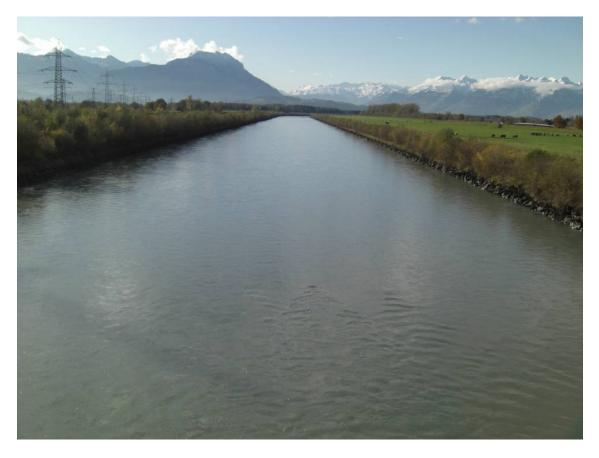


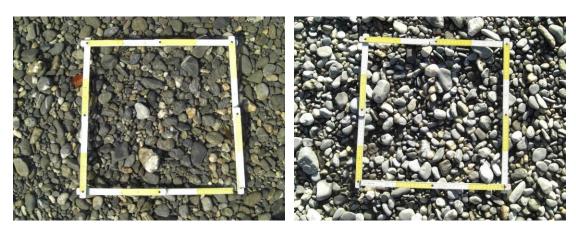
Abbildung 17: Bereich internatonale Strecke

Das Sohlmaterial unterhalb der Deckschichte (t ≈ 30cm) unterscheidet sich nicht signifikant vom Deckschichtmaterial (> 2mm) ist aber örtlich mit Kornmaterial < 2mm durchmischt. Eine Unterscheidung in Grund- und Deckschichtmaterial wurde daher nicht getroffen. Aufgrund der weitgehend homogenen Korngrößenverteilung wurde nur eine repräsentative Probe ausgewertet (F397). Für die Auswertung wird ein Anteil der Kornfraktionen ≤ 2mm von 20% angenommen.



Abbildung 18: Schotterbank oberhalb Projektstrecke

I 16 - (F401) I 17 - (F397)



12 Ergebnisse der Feststoffkartierung

12.1 Granulometrische Kenngrößen

Tabelle 7: Granulometrische Kenngrößen Mastrils

Bereich/Probenummer Probe		naterial							
		oben	dm	d16	d30	d50	d84	d90	d100
					[mı	m]			(=dmax)
Mastrils 1									
		*	57.29	19.64	32.29	46.93	88.81	127.44	200.00
S57		*							200.00
S83		*	83.49 64.31	28.02 21.64	49.67 38.36	76.06 58.92	151.86 106.05	169.91 120.84	200.00
S75		*	175.45						
F132		*		63.16	114.69	164.15	307.32	342.07	400.00
F130		*	197.96	60.09	135.70	194.41	333.47	358.42	400.00
F143			80.60	31.72	55.99	77.36	125.97	153.73	200.00
Mastrils 1-Mischprobe			400.00	00.57	40.00	70.40	407.70	044.40	400.00
M1-M			106.83	26.57	48.33	79.10	187.76	244.19	400.00
Mastrils 2									
F124		*	48.21	18.01	31.05	47.92	75.23	87.96	125.00
F122		*	71.51	16.64	31.71	52.32	146.94	166.84	200.00
F116		*	78.93	24.03	47.63	80.51	122.12	145.12	200.00
F112		*	196.12	62.30	123.35	194.26	333.86	358.66	400.00
F105		*	193.76	56.75	126.33	190.24	331.84	357.40	400.00
F104		*	209.18	70.20	146.60	214.76	340.72	362.95	400.00
Mastrils 2 - Mischprobe									
M2-M			157.86	30.82	65.98	137.32	307.08	341.92	400.00
Mastrils 3									
S7		*	191.98	29.54	86.24	215.65	341.01	363.13	400.00
S1		*	36.07	15.18	22.73	33.63	57.07	66.20	125.00
\$23		*	160.30	38.09	82.52	144.94	300.76	337.97	400.00
S36		*	102.35	35.72	73.44	106.96	166.18	178.86	200.00
S3		*	220.04	80.90	157.85	237.07	347.86	367.41	400.00
S45		*	107.41	44.53	80.13	111.11	170.31	181.45	200.00
Mastrils 3 - Mischprobe					001.10				200.00
М3-М			153.91	28.67	65.63	132.28	301.20	338.25	400.00
Mastrils 4									
S201		*	34.67	13.24	20.99	30.85	55.23	65.84	125.00
S206		*	75.09	19.84	35.81	62.65	143.46	164.66	200.00
S221		*	68.75	15.24	24.55	39.29	159.87	174.92	200.00
S204		*	92.95	38.62	62.78	96.91	148.96	168.10	200.00
S212		*	213.57	102.96	156.73	213.88	340.44	362.78	400.00
Mastrils 4 - Mischproben									
B4-M		*	124.05	20.52	41.95	99.55	239.78	299.86	400.00

Tabelle 8: Granulometrische Kenngrößen Buchs

Bereich/Probenummer	Sohlm	aterial	al Granulometrische Krenngrößen						
Probe	unten	oben	dm	d16	d30	d50	d84	d90	d100
					[mi	n]			(=dmax)
Buchs 1									
		*	76.84	20.09	49.30	74.78	131.45	157.16	200.00
S63		*	98.26	31.02	69.15	96.96	166.22	178.89	200.00
S76 S63		*	76.84	20.09	49.30	74.78	131.45	157.16	200.00
	*	*	60.68	17.10	49.56	62.14	102.08	110.68	125.00
S75 S60		*	71.39	29.46	55.68	75.51	111.42	116.51	125.00
Buchs1-Mischprobe			71.59	29.40	55.00	75.51	111.42	110.51	125.00
B1-M	*	*	69.82	18.99	49.59	70.08	111.96	119.29	200.00
S1-W			09.02	10.99	49.59	70.00	111.90	119.29	200.00
Buchs 2									
S09		*	159.87	25.26	102.93	156.02	284.39	327.74	400.00
S11		*	95.61	27.74	68.40	97.51	160.66	175.41	200.00
S21	*	*	47.47	15.09	29.28	41.79	88.92	102.61	125.00
S41	*	*	59.62	13.77	36.88	60.77	107.58	114.11	125.00
S30	*	*	65.14	15.95	45.02	69.34	107.58	114.11	125.00
S21		*	47.47	15.09	29.28	41.79	88.92	102.61	125.00
S24	*		48.74	8.61	22.99	43.23	93.31	105.20	125.00
S41A	*		57.69	11.58	36.65	57.20	100.23	109.52	125.00
S49	*		63.15	15.43	43.51	67.16	104.37	112.11	125.00
S51	*		51.71	15.02	35.26	57.76	82.20	85.12	90.00
Buchs2-Mischprobe									
B2-M	*	*	97.92	16.49	47.68	83.70	169.19	194.76	400.00
Buchs 3									
F15		*	80.85	23.44	59.87	91.62	58.65	111.65	200.00
C524		*	195.30	32.93	134.32	194.59	334.27	358.92	400.00
C502		*	85.86	19.75	56.51	88.61	142.86	164.29	200.00
C514	*	*	52.60	10.69	32.92	51.38	91.36	103.97	125.00
F4	*	*	65.42	17.20	47.45	66.36	108.24	114.52	125.00
C512		*	45.77	9.56	25.03	41.15	82.42	96.93	125.00
Buchs2-Mischprobe									
В3-М	*	*	122.21	16.89	55.12	96.58	243.19	301.99	400.00
Buchs 4									
C14		*	69.78	14.73	35.78	61.88	122.26	148.64	200.00
C12		*	65.40	12.37	33.00	52.55	134.57	159.11	200.00
C13	*	*	43.51	11.37	30.98	42.71	72.43	80.36	125.00
C2	*	*	52.39	10.52	30.90	53.15	87.11	98.12	125.00
C8	*	*	38.92	9.80	26.31	39.41	64.30	69.12	90.00
C17		*	63.91	15.47	36.62	62.69	110.58	115.99	125.00
Buchs4-Mischprobe									
B4-M	*	*	51.14	11.37	31.10	46.87	86.63	100.99	200.00

Tabelle 9: Granulometrische Kenngrößen Internationale Strecke

Bereich/Probenummer	Sohlm	aterial	Granulometrische Krenngrößen							
Probe	unten	oben	dm	d16	d30	d50	d84	d90	d100	
			[mm] (=dmax							
Internationale Strecke										
F397		*	29.14	1.75	18.57	27.09	50.00	58.21	90.00	

12.2Choriotoperhebung

Im Rahmen des AP3/AP3.2.7 wurden eine Kartierung der Choriotopverteilung, eine Rauhigkeitskartierung und eine Fotodokumentation erstellt. Diese Daten liegen digital in Form eines GIS-Projektes vor. Die Daten wurden an die Projektpartner übergeben bzw. sind über den gemeinsamen Projektserver abrufbar. Aufgrund der inhaltlichen und thematischen Vernetzung sind die Methodik und die Ergebnisse der Choriotoperhebung im gegenständlichen Bericht enthalten (Kap. 11.3.1).