Amt für Natur und Umwelt

Kanton Graubünden

Sanierung Geschiebehaushalt

Schlussbericht

Hinterrhein bei Hinterrhein (Aufnahme 5. Oktober 2012).

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

Projekt-Nr.: A-708
Domat/Ems, 10. Dezember 2014

absichtliche Leerseite

Impressum

Autoren

Firma	Personen
Hunziker, Zarn & Partner AG	Daniel Proyer, BSc FHO in Bauingenieurwesen Benno Zarn, Dr. sc. techn. Dipl. Bau-Ing. ETH, ME

Version

Datum	Nr.
31. Dezember 2013	Version 1.0, Zwischenbericht
07. November 2014	Version 2.0, Schlussbericht, Stand Vernehmlassung
10. Dezember 2014	Version 2.1, Schlussbericht

Auftraggeber

Amt für Natur und Umwelt, Gürtelstrasse 89, 7000 Chur

Kontaktperson: David Schmid, tel. +41 (0)81 257 29 58, david.schmid@anu.gr.ch

Auftragnehmer

Hunziker, Zarn & Partner AG, Gassa Sutò 43a, CH-7013 Domat/Ems

Kontaktperson: Benno Zarn, tel. +41 81 630 36 18, bzarn@hzp.ch

absichtliche Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 7

2 Methodik (Bündner Methode) 9

2.1 Verhältnisse im Kanton Graubünden und Grundsätzliches 9
2.2 Vollzugshilfe 10
2.3 Gesetzliche Grundlagen – Anforderungen an die Abklärungen und Abgaben an den Bund 11
2.4 Vorgehen 13
2.5 Gutachtliche Beurteilung 15
2.6 Beurteilungskriterien 15
2.7 nächste Planungsphase 17

3 Zusammenstellung der Grundlagen 19

4 Anlagen 21

4.1 Einleitung 21
4.2 Wasserkraftanlagen 22
4.2.1 Übersicht 22
4.2.2 Tirolerwehre 24
4.2.3 Stauwehre 25
4.2.4 Talsperren 26
4.2.5 Regulierwehre oder Aufstau von natürlichen Seen 30
4.3 Kiesentnahmen 30
4.4 Flusskorrektionen 32
4.4.1 Auswirkungen auf den Geschiebetransport 32
4.4.2 Auswirkungen auf die Hydrologie 33
4.4.3 Auswirkungen auf das Sohlensubstrat 34
4.4.4 Beispiel Vorderrhein 34
4.4.5 Berücksichtigung der Flusskorrektionen und massgebende Verhältnisse 35
4.5 Wildbachverbauungen 36
4.5.1 Übersicht 36
4.5.2 Wildbachperren 37
4.5.3 Geschiebesammler 39
4.5.4 Hochwasserrückhaltebecken 42
4.6 Übersicht Anlagen 43
4.7 Abstimmung mit den Nachbarkantonen 43

5 Festlegung der Zielgewässer 45

5.1 Methodische Grundlagen 45

5.2 Ökologisches Potential 45
5.3 Gefälle kleiner 1 bis 2% 46
5.4 Zielgewässer 48

6 Beurteilung der Beeinträchtigung der Zielgewässer 51

6.1 Übersicht 51
6.2 Wasserkraftanlagen 53
6.3 Kiesentnahmen 58
6.4 Flusskorrektionen 60
6.5 Wildbachverbauungen 60

Anhang (separates Dokument)

Anhang 1: Gesetzliche Grundlagen

Anhang 2: Fliessgewässer mit regelmässigen Profilaufnahmen

Anhang 3: Geschiebeberechnungen Vorderrhein für verschiedene Szenarien

Anhang 4: Übersicht Stauseen

Anhang 5: Übersicht Kiesentnahmen

Anhang 6: zeitliche Entwicklung der Kiesentnahmen aus Fliessgewässer

Anhang 7: Übersicht Geschiebesammler

Anhang 8a: Ökologisches Potenzial (Modul Revitalisierung Fliessgewässer; Methodik aus Zwischenbericht)

Anhang 8b: Ökologisches Potenzial (aus Modul Revitalisierung Fliessgewässer; kartographische Darstellung)

Anhang 9: Gefälle der Fliessgewässer

Anhang 10: Zielgewässer und Einteilung Einzugsgebiete

Anhang 11: Beeinträchtigung der Zielgewässer mit den entsprechenden Anlagen

Anhang 12: Liste der Anlagen mit Beurteilung wesentliche Beeinträchtigung oder besondere Verhältnisse

1 Einleitung

gesetzliche Anforderungen

Das neue Gewässerschutzgesetzt (GSchG, SR 814.20) ist seit dem 1. Januar 2011 und die revidierte Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.21) seit dem 1. Juni 2011 in Kraft. Im Art. 43a Abs. 1 des GSchG ist festgehalten, dass der Geschiebehaushalt durch Anlagen nicht so verändert werden darf, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebens-räume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. Im Art. 42a der GSchV wird ausgeführt, dass eine wesentliche Beeinträchtigung dann vorliegt, wenn Anlagen wie Wasserkraft-werke, Kiesentnahmen, Geschiebesammler oder Gewässerverbauungen die morphologischen Strukturen oder die morphologische Dynamik der Gewässer nachteilig verändern. Falls dies der Fall ist, sind Sanierungen in Abhängigkeit des Grades der Beeinträchtigung und des ökologischen Potenzials des Gewässers, der Verhältnismässigkeit des Aufwandes, des Interesses des Hochwasserschutzes und der energiepolitischen Ziele zur Förderung der erneuerbaren Energien erforderlich.

Projektphasen

Die Planung und Umsetzung von Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushaltes erfolgt in verschiedenen Phasen. Bis Ende 2014 soll die strategische Planung abgeschlossen sein. Ab 2015 ist die Detailplanung vorgesehen und die Realisierung soll bis 2030 dauern.

Vollzugshilfe BAFU

Der Bund stellt für die Abklärungen zum Thema Sanierung Geschiebehaushalt eine Vollzugshilfe mit verschiedenen Bearbeitungstiefen zur Verfügung. Sie reichen von einem Schnelltest mit einer gutachtlichen Einschätzung über vereinfachte Geschiebeberechnungen und Bilanzierungen bis zu einer „Ausstiegsmöglichkeit“ bei besonderen (=komplexen) Verhältnissen, bei welcher für die geforderten Nachweise im Prinzip eine aufwändige Geschiebehaushaltstudie notwendig ist. Bei besonderen Verhältnissen muss die strategische Planung nicht bis Ende 2015 abgeschlossen sein, sondern kann später erfolgen. Besondere Verhältnisse können vorliegen, wenn mehrere Anlagen im gleichen Einzugsgebiet den Geschiebehaushalt beeinflussen können.

angepasste Methodik

Der Geschiebetransport ist mit seiner Wechselwirkung zur Morphologie grundsätzlich ein komplexer Prozess. Der Kanton Graubünden hat bedingt durch die Topographie und/oder die Geologie eine Vielzahl von Anlagen zum Schutz vor Gewässern und zur Nutzung von Gewässern, welche den Geschiebehaushalt in den für die Ökologie besonders wichtigen Talflüssen beeinflussen. Für die quantitative Erfassung des Geschiebehaushaltes und vor allem für die Zuordnung der Beeinflussung auf die einzelnen Anlagen wären fast ausnahmslos umfassende Geschiebehaushaltsstudien erforderlich. Selbst mit diesem Aufwand wären lediglich Aussagen über die heutigen

Verhältnisse möglich, nicht aber für den natürlichen oder naturnahen Zustand. Für die Quantifizierung des Geschiebehaushalts im natürlichen oder naturnahen Zustand fehlen die Grundlagendaten. Bei der konsequenten Anwendung der Methodik der Vollzugshilfe müsste die Abklärung praktisch aller wichtigen Fliessgewässer in die nächste Projektphase verlagert werden, was aber kaum im Sinne des Gesetzgebers und nicht im Interesse des Kantons Graubünden ist. Der Kanton Graubünden passt deshalb die Beurteilungsmethodik auf die Gegebenheiten im Kanton ab. Die Beurteilungsmethodik ist auf die gesetzlichen Vorgaben abgestützt und orientiert sich auch an den Ausführungen der Vollzugshilfe (siehe auch Abschnitt 2.7).

Auftrag

Das Amt für Natur und Umwelt beauftragte die Hunziker, Zarn & Partner AG mit

- dem Zusammentragen der Grundlagen,
- der Entwicklung einer Methodik für die Festlegung der Zielgewässer,
- der Festlegung der Zielgewässer in Abstimmung mit dem Amt für Jagd und Fischerei,
- der Entwicklung einer Methodik zur Beurteilung der Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes
- der Beurteilung, ob Anlagen den Geschiebehaushalt wesentlich beeinträchtigen und eine Sanierung verhältnismässig ist

Grundlagen

/1/ Gewässernetz des Kantons Graubünden GWN25_GR, erhalten am 8. März 2012 von Norbert Danuser, Amt für Natur und Umwelt Graubünden

/2/ Sanierung Geschiebehaushalt Strategische Planung, Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012

/3/ Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt, Ergänzende Präzisierungen zum Modul, Internes Dokument als Diskussionsgrundlage der kantonalen Planungskonzepte, 22. März 2013

/4/ Revitalisierung Fliessgewässer Strategische Planung, Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012

/5/ Revitalisierung Fliessgewässer Strategische Planung, Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012

/6/ Mail von Georg Heim vom 29. Juni 2013 zum Thema Berücksichtigung Art 43b GSchV

/7/ Sanierung Geschiebehaushalt im Einzugsgebiet der Muota, Pilotprojekt, Zwischenbericht vom 30.11.2012, beffa tognacca gmbh im Auftrag des Amtes für Wasserbau des Kantons Schwyz

/8/ Wuhr- und Dammbauen am Rhein in Chur und Untervaz; Mathias Seifert, in: Richard La Nicca, Bilder der Baukunst, 2006

2 Methodik (Bündner Methode)

2.1 Verhältnisse im Kanton Graubünden und Grundsätzliches

Vorbemerkung Beeinflussung – Beeinträchtigung

Der Geschiebehaushalt wird von einer Vielzahl von Anlagen beeinflusst. Eine Beeinflussung ist aber nicht gleichbedeutend mit einer Beeinträchtigung nach dem Gewässerschutzgesetz. Aus diesem Grunde wird in diesem Bericht zwischen Beeinflussung und Beeinträchtigung unterschieden.

verschiedene Anlagentypen beeinflussen den Geschiebehaushalt gleichzeitig

Im Kanton Graubünden beeinflussen häufig verschiedene Anlagentypen den Geschiebehaushalt. Wildbachverbauungen und Kiesentnahmen können das Geschiebeaufkommen reduzieren. Gleichzeitig führt die Korrektion der Talflüsse zu einer Erhöhung der Geschiebetransportkapazität, während die Wasserkraftnutzung in den Ausleitstrecken sich gegenteilig auswirkt. Bei der Wasserkraftnutzung kann weiter der Geschieberückhalt in den Speicherbecken, durch den unter Umständen verzögerten Weitertransport je nach Spülfrequenz sowie durch die Veränderung des Hochwasserregimes infolge der Dämpfung der Hochwasserspitzen beeinflusst sein. Die Beeinflussungen können sich auch gegenseitig aufheben. Aufgrund dieses Sachverhaltes müsste die Beurteilung fast aller relevanten Fliessgewässer auf die zweite Phase mit der Detailplanung verschoben werden (Vollzugshilfe, Seite 18, Randnotiz Entscheid 2).

Zeit und Raum

Die räumliche Beeinflussung des Geschiebehaushaltes hängt auch stark vom Betrachtungszeitraum ab. Je kürzer dieser ist, desto kleinräumiger sind die Auswirkungen und umgekehrt. Je grösser der Betrachtungszeitraum gewählt wird, desto schwieriger wird die Beurteilung. Gründe sind die sich ändernden Randbedingungen und fehlende Grundlagen. Auf der anderen Seite muss auch beachtet werden, dass bei einem kurzen Betrachtungszeitraum unter Umständen ein nicht repräsentativer Momentanzustand beurteilt wird, z.B. nach einem grossen Hochwasser oder unmittelbar nach einer Spülung.

Unterschiede Gebirge und Mittelland

Im Vergleich zu den Fliessgewässern im Mittelland transportieren die Fliessgewässer in den Gebirgskantonen oberhalb der Alpenrandseen häufig ein Mehrfaches an Geschiebe und Schwebstoffen. Trotz der Vielzahl an Anlagen kann deshalb nicht a priori davon ausgegangen werden, dass der Geschiebehaushalt durch diese Anlagen wesentlich beeinträchtigt ist im Sinne von Art. 42a GSchV.

2.2 Vollzugshilfe

Gesetzestexte im Anhang 1

Die Artikel aus dem Gesetz und der Verordnung zum Gewässerschutz über den Geschiebehaushalt inklusive der Ausführungen im Anhang dieser Gesetze sind im Anhang 1 zusammengestellt.

Vollzugshilfe ist auf Art. 43a GSchG abgestützt, nicht aber auf Art. 43 Abs. 1 GSchV

Die Vollzugshilfe ist primär auf den Art. 43a des Gewässerschutzgesetztes abgestützt. Auf die Vorgaben des Art. 43 der Gewässerschutzverordnung wird nicht eingegangen. Diese werden jedoch für die Beurteilung einer allfälligen Beeinflussung des Geschiebehaushalts als relevant eingestuft und vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) auch bestätigt /6/.

Schnelltest Vollzugshilfe, Schritte 1 bis 4

Die Stufe Schnelltest in der Vollzugshilfe entspricht einer gutachtlichen Einschätzung der Verhältnisse unter Berücksichtigung des unbeeinflussten Zustandes und der Morphologie. Zuerst beziehungsweise davor sollen die zu bewertenden Gewässerabschnitte (=Zielgewässer) festgelegt und alle relevanten Anlagen erhoben werden.

Grundbewertung, Schritte 5 bis 9

Ein zentraler Schritt der Grundbewertung ist die Abschätzung des Geschiebeaufkommens und der erforderlichen Geschiebefracht für die Erreichung von naturnahen morphologischen Strukturen, wobei das vorgeschlagene Verfahren für die Bestimmung der erforderlichen Geschiebefracht bei Fachleuten umstritten ist. Diese beiden Grössen dienen der Beurteilung der Sanierungspflicht. Dabei soll auch der Einfluss einer einzelnen Anlage allein und der kombinierte Einfluss von mehreren Anlagen quantifiziert werden. Weiter wird vorgeschlagen, die Geschiebefrachten als Längenprofil darzustellen.

Massnahmenvorbereitung, Schritte 10 bis 14

Die Massnahmenvorbereitung umfasst die Bezeichnung der sanierungsbedürftigen Anlagen auf Basis des Schnelltestes und/oder der Grundbewertung. Weiter soll das ökologische Potenzial und der Grad der Beeinträchtigung bewertet werden. Schliesslich sollen die Machbarkeit von Massnahmen beurteilt und die Schritte 1 bis 13 in einem Zwischenbericht dokumentiert werden.

Beschlossene Planung, Schritte 14 bis 17

In der letzten Phase wird der Zwischenbericht aufgrund der Stellungnahme des Bundes überarbeitet. Weiter sind für die zu sanierenden Anlagen Fristen für die Umsetzung der Massnahmen anzugeben und Hinweise für Massnahmen in anderen Themenbereichen zu machen, welche die Wirkung einer „Geschiebesanierung“ zusätzlich verbessern. Schliesslich sind auch noch die Fristen für die Entscheide für Anlagen an Fliessgewässern mit „besonderen Verhältnissen“, welche in der Phase 2 bearbeitet werden, anzugeben. Die Resultate sind in einem Schlussbericht festzuhalten.

Verpflichtung

Das BAFU hat bei verschiedenen Anlässen darauf hingewiesen, dass die Vollzugshilfe eine Hilfestellung des Bundes für die Kantone sei und bei der Bearbeitung davon abgewichen werden kann. Die verwendete Methodik muss aber nachvollziehbar dargelegt werden.

2.3 Gesetzliche Grundlagen – Anforderungen an die Abklärungen und Abgaben an den Bund

Definition der Anlagen, welche den Geschiebehaushalt nachteilig verändern können

Nach Art. 43a GSchG darf der Geschiebehaushalt durch Anlagen nicht so verändert werden, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. Im Art. 42a GSchV wird der Begriff Anlagen präzisiert. Darunter werden

- Wasserkraftanlagen,
- Kiesentnahmen,
- Geschiebesammler und
- Gewässerverbauungen

verstanden, welche die morphologischen Strukturen und die morphologische Dynamik nachteilig verändern können.

Definition wesentliche Veränderung des Geschiebehaushaltes

Aus diesen beiden Artikeln 43a GSchG und 42a GSchV kann abgeleitet werden, dass der Geschiebehaushalt beeinträchtigt ist, wenn die morphologischen Strukturen und die morphologische Dynamik nachteilig verändert werden. Diese nachteilige Veränderung wird im Art. 43 GSchV weiter präzisiert. Dort wird festgehalten, unter welchen Voraussetzungen kommerzielle Kiesentnahmen aus Fliessgewässern zulässig sind. Wenn folgende Bedingungen erfüllt sind, wird der Geschiebehaushalt durch Kiesentnahmen nicht nachteilig beeinflusst:

a. dem Fliessgewässer langfristig nicht mehr Geschiebe entnommen als natürlicherweise zugeführt wird;
b. die Ausbeutung langfristig nicht zu einer Absenkung der Sohle ausserhalb des Abbauperimeters führt;
c. die Ausbeutung der Erhaltung und Wiederherstellung von inventarisierten Auen nicht verunmöglicht;
d. die Ausbeutung nicht zu einer erheblichen Veränderung der Korngrössenverteilung des Sohlenmaterials ausserhalb des Abbauperimeters führt.

Weil Kiesentnahmen im Art. 42a GSchV explizit als Anlagen erwähnt werden und zwar zusammen mit Wasserkraftanlagen, Geschiebesammlern und Gewässerverbauungen, kann davon ausgegangen werden, dass diese

Anforderungen a. bis d. auch für die übrigen Anlagen gelten. Auch wenn im Art. 42a GSchV nur der ökologische Themenbereich Lebensräume erwähnt ist, muss davon ausgegangen werden, dass die aufgeführten Kriterien im Grundsatz auch für die Themenbereiche Grundwasser und Hochwasserschutz gültig sind. Im Art. 43 Abs. 1 GSchV wird nur von einem nachteilig beeinflussten Geschiebehaushalt gesprochen und im Art. 43 GSchG wird dieser in Verbindung mit allen drei Themenbereichen Lebensräumen, Grundwasser und Hochwasserschutz gebracht.

Art. 43 Abs. 1 lit. a GSchV, natürliche Geschiebezufuhr

Im Art. 43 Abs. 1 lit. a GSchV wird aufgeführt, dass aus Fliessgewässern nicht mehr Geschiebe entnommen werden darf, als natürlicherweise zugeführt wird. Der Begriff „natürlicherweise“ ist dabei nicht eindeutig definiert. Er kann aufgefasst werden als „Geschiebefracht im natürlichen Zustand“ oder auch im Sinne eines Prozesses als vom Fliessgewässer bei den aktuellen Verhältnissen transportierten beziehungsweise angelieferten Geschiebefrachten. Da Ersteres nicht bekannt ist und in der Regel nicht ermittelt werden kann, wird davon ausgegangen, dass die zweite Interpretation zutrifft. In der Anwendung ist diese Unterscheidung kaum relevant, weil häufig Art. 43 Abs. 1 lit. b GSchV die strengere Anforderung ist und deshalb massgebend wird.

Relevanzmatrix

Die Kriterien des Art. 43 Abs. 1 lit. b GSchV sind in der Tabelle 1 zusammen mit den Themenbereichen Lebensräume, Hochwasserschutz und Grundwasser aufgelistet. Die Anzahl Kreuze wiedergeben die gutachtliche Einschätzung der Bedeutung eines Kriteriums für den Geschiebehaushalt im Zusammenhang mit einem Themenbereich. So wird zum Beispiel beim Hochwasserschutz und Grundwasser die Sohlabsenkung als massgebendes Kriterium eingestuft und bei den Lebensräumen der Erhalt bzw. die Wiederherstellung von Auen. Zu beachten ist, dass diese Relevanzmatrix keine absolute Gültigkeit hat. So sind zum Beispiel beim Hochwasserschutz Sohlabsenkungen nicht immer negativ. Schutzbauten können zwar durch diesen Prozess infolge Unterspülung gefährdet werden. Dafür wird die Abflusskapazität vergrössert.

Kriterium	Lebensräume (Morphologie, Dynamik)	Hochwasser-schutz	Grund-wasser
a. Geschiebezufuhr	X		
b. Sohlabsenkung	XX	XX	XX
c. Erhalt/Wiederherstellung Auen	XXX		X
d. Veränderung Korngrössen	X		X

Tabelle 1: Gutachtliche Einschätzung der Bedeutung eines Kriteriums des Art. 43 Abs. 1 GSchV im Zusammenhang mit dem Geschiebetransport für die Themenbereiche Lebensräume, Hochwasserschutz und Grundwasser.

Im Anhang der GSchV ist unter Punkt 3 der Inhalt des Zwischenberichtes festgehalten. Bis zum 31. Dezember 2013 wurden folgende Angaben abgegeben:

Abgaben an den Bund, Anhang 4a GSchV

a. Gewässerabschnitt mit wesentlicher Beeinträchtigung
b ökologisches Potential der wesentlich beeinträchtigten Gewässerabschnitte und der Grad der Beeinträchtigung
c Liste aller Wasserkraftwerke an den wesentlich beeinträchtigten Gewässerabschnitte und der übrigen Anlagen, welche zu diesen Beeinträchtigungen beitragen
d. Liste der Anlagen, deren Inhaber voraussichtlich Sanierungsmassnahmen treffen müssen; Angaben über die Machbarkeit und Abstimmung dieser Massnahmen im Einzugsgebiet auf andere Aktivitäten

Aufgrund der Resultate der Besprechung mit Vertretern des BAFU wurde der Zwischenbericht zum vorliegenden Schlussbericht entwickelt, welcher bis am 31. Dezember 2014 dem BAFU abzugeben ist. Dieser soll die beschlossene Planung beinhalten. Er umfasst folgende Punkte:

a. eine Liste der Anlagen, bei welchen Massnahmen für die Sanierung des Geschiebehaushaltes notwendig sind, und die Umsetzungsfristen für die Planung und Umsetzung; Fristen nach der Dringlichkeit
b Angaben über Begleitmassnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensräume und zum Schutz vor Hochwasser
c Bei besonderen Verhältnissen ist die Frist anzugeben, innert welcher der Kanton festlegt, ob und gegebenenfalls bis wann Sanierungsmassnahmen geplant und umgesetzt werden müssen.

2.4 Vorgehen

Im folgenden Abschnitt ist das festgelegte Vorgehen für die Beurteilung der Fliessgewässer im Kanton Graubünden aufgelistet. Es ist auf die Vorgaben des GSchG und der GSchV abgestützt (Abschnitt 2.3, Anhang 1) und berücksichtigt Elemente aus der Vollzugshilfe (Abschnitt 2.2), soweit diese bei den komplexen Verhältnisse im Kanton Graubünden und den Zeitvorgaben angewendet werden können. Nach Möglichkeit soll die Beurteilung in erster Linie auf belastbare Angaben abgestützt werden und erst in zweiter Linie auf Expertenwissen.

Basis GSchG und GSchV sowie Vollzugshilfe

belastbare quantitative Grundlage, Expertenwissen

1. Zusammenstellung der Grundlagen

Übersicht Vorgehen

- Erhebung aller relevanter Anlagen aufgrund bestehender Kataster mit punktuellen Ergänzungen und von weiteren Grundlagendaten

- Erfassung der Fliessgewässerabschnitte mit Profilaufnahmen
- Implementierung der Grundlagen in einem geografischen Informationssystem
- Übernahme des ökologischen Potenzials aus dem Modul Revitalisierung Fliessgewässer
- Studien, Gutachten oder Expertisen und weitere Erkenntnisse über den Geschiebetransport in Bündner Fliessgewässern

2. Anlagen
- Einteilung der Anlagen in Kategorien
- Darlegen der generellen Wirkung der Anlagen auf den Geschiebetransport
- Beurteilung der Verhältnismässigkeit einer Sanierung
- Art und Weise der Berücksichtigung der einzelnen Anlagen

3. Festlegung der Zielgewässer
- Darlegen von morphologischen Gesetzmässigkeiten
- Bestimmung der Gefälle der Fliessgewässer und Generalisierung
- Festlegung der Zielgewässer unter Berücksichtigung des Gefälles, des ökologischen Potenzials sowie der vorhandenen Anlagen und deren Relevanz
- Abstimmung der Zielgewässer mit dem Amt für Jagd und Fischerei

4. Gutachtliche Beurteilung der Beeinträchtigung der Zielgewässer unter Berücksichtigung von
- bekannten Sohlenveränderungen
- vorhandene Studien, Untersuchungen und Erfahrungen
- Betriebsbewilligungen
- Hochwassersicherheit
- Begehungen mit Beurteilung der Morphologie und der Kiesfraktionen
- Vergleich von Luftbildern in Referenzstrecken aller Fliessgewässer
- Analyse Veränderung des Abflussregimes und der Kiesentnahmen
- Festlegung der Anlagen, welche zu einer wesentlichen Beeinträchtigung führen und der Abschnitte mit besonderen Verhältnissen

5. Massnahmenplanung
- qualitativer Beschrieb der Massnahmen
- Erstellung der Listen für den Schlussbericht

2.5 Gutachtliche Beurteilung

Begehung und Beurteilung der Morphologie und der Kiesfraktionen

Von sämtlichen Zielgewässern fanden Begehungen statt. Der Fokus dabei lag auf möglichst breiten Flachstrecken und Bereiche ober- und unterhalb von Anlagen. Bei den Begehungen wurden die Bankbildung und die Kornverteilung der Sedimente beurteilt.

Vergleich von Luftbildern in Referenzstrecken der Zielgewässer

Von allen Zielgewässern wurden mehrere Referenzstrecken festgelegt und Luftbilder aus verschiedenen Jahren ausgewertet. Diese Auswertungen geben Hinweise über die morphologische Entwicklung und die Dynamik und lassen Rückschlüsse auf die Auswirkungen der Anlagen auf das Abfluss- und Geschieberegime zu.

Abflussregime und Kiesentnahmen

Weiter wurde die Entwicklung des Abflussregimes (Beeinflussung durch die Wasserkraftnutzung) und der Kiesentnahme mit Hilfe der Statistik des Kantons Graubünden analysiert.

gutachtliche Interpretation

Bei der gutachtlichen Interpretation der analysierten Daten muss immer der Einfluss der Flusskorrektionen sowie von einzelnen aussergewöhnlichen Hochwasserereignisse wie diejenigen von 1910, 1927, 1954, 1987 oder 2005 beurteilt werden.

2.6 Beurteilungskriterien

Die Bündner Zielgewässer sind mehrheitlich durch Anlagen beeinflusst. Die Beurteilung des Grades der Beeinträchtigung erfolgt bei der Ökologie mit Hilfe von drei Klassen (keine, vernachlässigbare und wesentliche Beeinträchtigung). Beim Grundwasserhaushalt und beim Hochwasserschutz ist eine solche Differenzierung nicht möglich. Die Einstufung erfolgt deshalb nur mit zwei Klassen[1]. Ob die Beeinflussung eine Beeinträchtigung im Sinne der gesetzlichen Umschreibung ist, erfolgte nach folgenden Kriterien:

Ökologie

keine Beeinträchtigung

- Kornverteilung mit Kiesfraktionen in strömungsberuhigten Bereichen vorhanden

[1] In /2/ wird vorgeschlagen, dass für die Beurteilung, ob der Grundwasserhaushalt oder der Hochwasserschutz durch den Geschiebehaushalt beeinträchtigt ist, auf die Erfahrung der Behörden abgestützt und detaillierte Untersuchungen erst im Rahmen der Massnahmenplanung in der nächsten Phase 2 vorzunehmen ist.

- in Flachstrecken mit ausreichender Breite für Bankbildung sind Kiesbänke vorhanden
- Form, Lage und/oder Vegetationsanteil der Kiesbänke ändert im Verlauf der Zeit

vernachlässigbare Beeinträchtigung
- Kornverteilung mit Kiesfraktionen in strömungsberuhigten Bereichen vorhanden
- in Flachstrecken mit ausreichender Breite für Bankbildung sind Kiesbänke vorhanden
- Rückgang der Dynamik wegen Veränderungen im Hochwasserregime

wesentliche Beeinträchtigung
- Veränderung der Morphologie und/oder Kornverteilung wegen zu geringem oder temporär zu hohem Geschiebeaufkommen (Spülungen)
- in Flachstrecken mit ausreichender Breite keine Bankbildung möglich wegen fehlendem Geschiebe

Grundwasser

keine Beeinträchtigung
- keine Eintiefung der Sohlenlage oder Eintiefung in der Vergangenheit

wesentliche Beeinträchtigung
- aktuelle offensichtliche Eintiefung der Sohlenlage

Hochwasserschutz

keine Beeinträchtigung
- keine Eintiefung der Sohlenlage oder Eintiefung in der Vergangenheit

wesentliche Beeinträchtigung
- aktuelle offensichtliche Eintiefung der Sohlenlage
- Anlandungen

Anlagen, welche bei einer Sanierung zu einer für den Hochwasserschutz unerwünschten Gefährdung durch Anlandung führen können, werden als nicht (z.B. Wildbachsperren) oder nur bedingt (Geschieberückhaltebecken) sanierbare Anlagen eingestuft.

2.7 nächste Planungsphase

Die vorliegende Beurteilung ist aus verschiedenen Gründen nicht in Stein gemeisselt:

- Der Geschiebehaushalt ist zeitlich und örtlich keine konstante Grösse. Änderungen im Hochwasserregime oder im Einzugsgebiet können je nach Verhältnisse den Geschiebehaushalt kurz- bis langfristig verändern.
- Eine Beeinflussung des Geschiebehaushaltes kann zu Veränderungen von Lebensräumen, beim Grundwasserhaushalt oder beim Hochwasserschutz führen. Diese Veränderungen müssen aber nicht à priori negativ sein.

Bei der Detailplanung in der Phase 2 ist deshalb eine Gesamtbetrachtung der Gewässer im Stil eines Entwicklungskonzeptes erforderlich. Dabei kann die grössere Bearbeitungstiefe oder eine Änderung in der Gewichtung der Auswirkung eines veränderten Geschiebehaushaltes zu einer Beurteilung führen, welche die Sanierungspflicht abweichend zu diesem Bericht einstuft. Dazu gehören zum Beispiel im Zusammenhang mit Stauraumspülungen die Interessen der Fischerei. So kann bei häufigeren Spülungen die Qualität der Lebensräume im Staubereich abnehmen, dafür diejenige im folgenden Fliessgewässer zunehmen. Diese Veränderungen müssen gegeneinander abgewogen werden.

absichtliche Leerseite

3 Zusammenstellung der Grundlagen

Erhebung der relevanten Anlagen

Die Grundlagen sind GIS-basiert zusammengestellt. Der vorliegende Methodikbericht enthält deshalb nur eine kurze Übersicht. Von verschiedenen Anlagentypen bestehen beim Kanton Graubünden bereits digitale Datenbanken. In diesem Arbeitsgang wurden zusätzlich auch die Abflussmessstationen zusammengestellt. Im Wesentlichen handelt es sich um folgende Daten:

- Schutzbauten (Amt für Wald und Naturgefahren)
- Wasserkraftanlagen (Amt für Energie und Verkehr)
- Ökomorphologie (Amt für Natur und Umwelt)
- Kiesentnahmestatistik (Tiefbauamt)
- Abflussmessstationen und Beobachtungsdauer BAFU und Kanton
- Querprofilaufnahmen

Die Angaben aus diesen Datenbanken wurden punktuell ergänzt.

Fliessgewässerabschnitte mit regelmässigen Profilaufnahmen

Die grossen Talflüsse werden in der Regel von Bund und Kanton vermessen. Mit Hilfe dieser Vermessungen kann auf die Gerinnestabilität beziehungsweise die Sohleintiefung geschlossen werden. Diese Erkenntnisse sind für die Beurteilung der Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes zentral (Art. 43 Abs. 1 lit. b GSchV). Eine Übersicht über den ganzen Kanton ist im Anhang 2 zusammengestellt.

ökologisches Potenzial

Das ökologische Potenzial wird bereits im Rahmen der Strategischen Planung des Moduls „Revitalisierung Fliessgewässer“ erarbeitet. Die Erkenntnisse werden direkt übernommen. Eine Übersicht über diese Resultate über den ganzen Kanton ist im Anhang 8b zusammengestellt.

Geografisches Informationssystem

Sämtliche Daten wurden so aufbereitet, dass sie in einem geografischen Informationssystem benutzt werden können.

Gutachten, Studien und weitere Erkenntnisse über den Geschiebetransport in Bündner Flüssen

Über den Geschiebetransport in den Bündner Fliessgewässern existieren verschiedene Studien, Gutachten oder Expertisen mit zum Teil sehr unterschiedlichen Fragestellungen von diversen Auftraggebern. Die einfach zugänglichen beziehungsweise die verfügbaren Unterlagen (z.B. von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich oder von Hunziker, Zarn & Partner) und die Erkenntnisse daraus fliessen in die Beurteilung ein.

absichtliche Leerseite

4 Anlagen

4.1 Einleitung

Aufteilung der Gewässerverbauung in Flusskorrektionen und Wildbachverbau

Im Art. 42a GSchV werden die Anlagen, welche zu einer Beeinträchtigung der Geschiebehaushaltes führen können, präzisiert. Es werden folgende Anlangen explizit erwähnt:

- Wasserkraftanlagen,
- Kiesentnahmen,
- Geschiebesammler und
- Gewässerverbauungen

Der Begriff Gewässerverbauungen umfasst sowohl Flusskorrektionen als auch Wildbachverbauungen. Weil diese beiden Verbauungsarten den Geschiebetransport unterschiedlich beeinflussen, werden bei den Anlagen die Gewässerverbauungen in Flusskorrektionen und in Wildbachverbauun-

Anlagen

Bezeichnung Gesetz	Bezeichnung Untersuchung	mögliche Beeinflussung Geschiebetransport		
		Hydrologie	Kontinuität / Durchgängigkeit Geschiebe	Geschiebetransport im Zielgewässer
Wasserkraftanlagen	**Wasserkraftanlagen**			
	Tirolerwehr	ja	nein	Reduktion GTK
	Stauwehre	ja	nein	Reduktion GTK
	Talsperren	ja	ja	Reduktion GTK
	Regulierwehre	ja	nein	Reduktion GTK
Kiesentnahmen	**Kiesentnahmen**	nein	ja	Reduktion GA/GE
Gewässerverbauungen	**Flusskorrektionen***			
	Begradigungen	(ja)nein	nein	Erhöhung GTK
	Einengungen	(ja)nein	nein	Erhöhung GTK
	Sohlfixpunkte	nein	nein	Reduktion GTK
Gewässerverbauungen	**Wildbachverbauungen**			
	Sperren	nein	ja	Reduktion GA/GE
	Böschungssicherungen	nein	ja	Reduktion GA/GE
	Hangentwässerungen	nein	ja	Reduktion GA/GE
	Hochwasserrück-haltebecken	ja	nein	Reduktion GTK
Geschiebesammler	Geschiebesammler	nein	ja	Reduktion GA/GE

Tabelle 2: Übersicht über die Anlagen, welche für den Geschiebetransport eine Rolle spielen können. Die Beurteilung der Beeinflussung ist stark vereinfacht und hängt vom Einzelfall ab (siehe auch Text; GTK: Geschiebetransportkapazität; GA/Ge: Geschiebeaufkommen/Geschiebeeintrag in Zielgewässer).

gen unterteilt. Weiter werden die Geschiebesammler dem Begriff Wildbachverbauungen zugeordnet, weil diese sich ähnlich auf den Geschiebetransport auswirken wie z.B. ein Sperrenverbau. In Tabelle 2 sind diese methodischen Anpassungen dargestellt.

Geschiebetransport wird über das Transportvermögen (Veränderung Hydrologie und Geometrie) und das Geschiebeaufkommen beeinflusst

Die Tabelle 2 gibt zudem einen Überblick über die weitere Kategorisierung der Anlagen und eine erste Beurteilung der Relevanz für den Geschiebetransport. Dabei muss zwischen der Beeinflussung des Geschiebeaufkommens beziehungsweise des Geschiebeeintrags in die Zielgewässer sowie der Beeinflussung der Geschiebetransportkapazität des Zielgewässers unterschieden werden. Die Ursache für letzteres kann eine Veränderung der Hydrologie oder der Geometrie (hydraulische Belastung) sein. In den folgenden Abschnitten wird die Beeinflussung der Anlagen umschrieben und dargelegt, in welcher Art die Anlagen berücksichtigt werden.

Geschiebetransport ober- und unterhalb der Alpenrandseen

Bevor jedoch auf die einzelnen Anlagentypen eingegangen wird, muss festgehalten werden, dass der Geschiebetransport in den Talflüssen oberhalb der (Alpenrand)Seen stark unterschiedlich ist im Vergleich zum Geschiebetransport unterhalb der Alpenrandseen. Die Beurteilung der Auswirkungen von Anlagen in geschiebereichen Flüssen oberhalb von Seen kann deshalb anders ausfallen als die Beurteilung der gleichen Anlage unterhalb eines Sees.

4.2 Wasserkraftanlagen

4.2.1 Übersicht

im Einzugsgebiet aller grossen Talflüsse wird die Wasserkraft genutzt

Im Kanton Graubünden wird die Wasserkraft im Einzugsgebiet aller grossen Talflüssen genutzt. Die meisten dieser Anlagen wurden in den sechziger-Jahren erbaut und leisten auch heute noch einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung der Schweiz. Es sind alles Ausleitkraftwerke mit unterschiedlichen Speichermöglichkeiten. Die Wasserkraftnutzung kann den Geschiebehaushalt auf verschiedene Arten beeinflussen.

Reduktion der Geschiebetransportkapazität

Durch die Wasserentnahme fehlt dem Fliessgewässer zwischen der Fassung und der Wasserrückgabe nach der Zentrale ein Teil des natürlichen Abflusses. Dadurch nimmt in dieser Restwasserstrecke die Geschiebetransportkapazität gegenüber den natürlichen Verhältnissen ab. Analog wirken sich der Rückhalt und die Dämpfung von Hochwasserereignissen in den Speicherseen aus. Diese Wirkung reicht wie die Umlagerung der Sommerabflüsse in den Winter bei den Jahresspeichern über die Restwasserstrecke hinaus. Auch

diese beiden Prozesse führen zu einer Reduktion der Geschiebetransportkapazität.

Rückhalt von Geschiebe in den Fassungsvorrichtungen, häufig nur temporär

Wird Wasser durch einen Aufstau gefasst, so wird im Staubereich Geschiebe abgelagert. Je nach Spülkonzept wird es wenig bis stark verzögert durch den Stauraum transportiert und steht dem Fliessgewässer wieder zur Verfügung. Die Geschiebekontinuität ist somit bei den spülbaren Fassungen zwar gewährleistet. Bei langen Spülintervallen kann der geschiebelose Abfluss zu einer Vergröberung des Sohlenmaterials unterhalb der Fassung führen und der Spülvorgang zu einer starken Verfeinerung, weil erhebliche Geschiebemengen in kurzer Zeit mobilisiert werden können. Damit kann eine Änderung der Morphologie verbunden sein. Bei den grossen Stauseen ist in der Regel von einem permanenten Geschieberückhalt auszugehen, weil Spülungen nicht oder kaum möglich sind.

berücksichtigte Anlagen

Es werden nur Wasserkraftanlagen mit einer Leistung grösser als 300 kW berücksichtigt. Im Kanton Graubünden gibt es einige Anlagen mit geringerer Leistung. Diese haben aber keinen relevanten Einfluss auf den Geschiebehaushalt. Im Rahmen der Grundlagenerhebung wurden 100 Zentralen im Kanton erfasst. Für den Betrieb dieser Zentralen wird an insgesamt 219 Standorten Wasser entnommen. Die meisten dieser Fassungen sind vom Typ „Tirolerwehr“ (Abschnitt 4.2.2). Das gefasst Wasser kann in insgesamt 56 Stauseeen gespeichert werden. Die Grösser dieser Speicherseen reicht dabei von kleinen Ausgleichsbecken für die Abdeckung von Tagesspitzen mit einem Volumen von einigen tausend Kubikmeter bis hin zu den grossen Jahresspeichern mit Volumen von über 100 Millionen Kubikmeter.

Typisierung der Anlagen nach dem Prozess der Beeinflussung

Die Wasserkraftanlagen können sich unterschiedlich auf den Geschiebehaushalt auswirken. Wegen der Vielzahl von Anlagen und um die Beurteilung und Darstellung vereinfachen zu können, werden sie in vier Kategorien beziehungsweise in vier Typen eingeteilt

- Tirolerwehre,
- Stauwehre,
- Talsperren und
- Regulierwehre.

Die generellen Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und mögliche Sanierungsmassnahmen werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Schwall/Sunk

Im Zusammenhang mit diesen Abklärungen wird nicht auf Schwall/Sunk eingegangen. Die Beurteilung der Auswirkungen von Anlagen auf das Abflussregime beinhaltet immer nur die geschiebetransportwirksamen Abflüsse.

4.2.2 Tirolerwehre

Funktionsweise

Tirolerwehre werden hauptsächlich in steilen Gebirgsbächen eingesetzt. Das Geschiebe wird über den Rechen transportiert und steht dem Gewässer ohne Verzögerung wieder zur Verfügung. Dieses Geschiebe kann trotz der Wasserentnahme aus mehreren Gründen weiter transportiert werden. Relevante Geschiebemengen werden bei Hochwasser mobilisiert und dann wird häufig nur ein Teil des Wassers gefasst und bei grossen Ereignissen wird die Fassung in der Regel ganz eingestellt. Weiter ist das Geschiebetransportvermögen wegen des grossen Gefälles in der Regel ein Mehr- bis Vielfaches des Geschiebeaufkommens.

Bild 1: Beispiel eines Tirolerwehrs am Oberalppassbach.

Zuordnung

Es gibt noch andere Fassungstypen, die sich in Bezug auf die Auswirkung auf den Geschiebehaushalt gleich auswirken wie Tirolerwehre. Dazu gehören sämtliche Fassungen, deren Stauraum total verlandet ist, oder Fassungen, welche bei geschiebeführenden Abflüssen abgesenkt werden, wie zum Beispiel Schlauchwehre. Alle diese Fassungen werden in dieser Untersuchung dem Typ Tirolerwehr zugeordnet.

Relevanz

Die Tirolerwehre haben keinen Einfluss auf die Geschiebekontinuität. Sie müssen deshalb nicht betrachtet werden. Der Einfluss auf die Hydrologie im Bereich der Zielgewässer ist im Abschnitt 4.4 beschrieben.

4.2.3 Stauwehre

Funktionsweise

Stauwehre werden häufig an Fliessgewässern mit einem mittleren bis kleinen Gefälle erstellt. Das Wasser wird durch eine Wehranlage aufgestaut und seitlich entnommen. Die Grösse des Staubereichs kann sehr unterschiedlich sein. Im Stauraum lagert sich aufgrund der Abnahme der Schleppspannung das Geschiebe ab. Diese Anlagen sind in der Regel so konzipiert, dass sie gespült werden können. Diese Spülungen sind bewilligungspflichtig. In der Regel können sie nur ausgeführt werden, wenn ein Grenzabfluss überschritten wird. Bei den Spülungen wird der Stau vollständig gelegt und die abgelagerten Feststoffe (Geschiebe und Schwebstoffe) werden durch den Stauraum transportiert.

Bild 2: Beispiel eines Stauwehrs am Inn bei S-Chanf, Blick von der Unterwasserseite.

Zuordnung

Alle Fassungsanlagen, welche Wasser aufstauen, wodurch Geschiebe ablagert wird und dieses durch Spülungen konzentriert ins Unterwasser abgegeben wird, werden dem Fassungstyp Stauwehre zugeordnet.

Relevanz

Bei spülbaren Fassungen wird das Geschiebe durch die Anlage transportiert. Die Geschiebekontinuität ist zwar gewährleistet. Trotzdem kann der Geschiebehaushalt beeinträchtigt sein. Finden die Spülungen selten statt, zum Beispiel nur alle fünf oder zehn Jahre oder bei geringem Geschiebeaufkommen noch seltener, kann die Kornverteilung des Substrates im Unterwasser der Anlage ungünstig beeinflusst werden. In der spülfreien Zeit findet eine Vergröberung statt und während der Spülung eine markante Verfeinerung und unter Umständen eine Veränderung der Habitate. Werden Spülungen regelmässig, das heisst mindestens alle ein bis zwei Jahre durchgeführt, so wird davon ausgegangen, dass der Geschiebehaushalt nicht beeinflusst ist. In den übrigen Fällen müssen die Verhältnisse im Detail, am besten während einer Spülung, überprüft werden.

Sanierungsmassnahme

Ist eine Sanierung erforderlich, so bieten sich als Massnahme häufigere Spülungen an. Häufigere Spülungen führen zu Verlusten bei der Energieproduktion und können eine Änderung der fischereilichen Bewirtschaftung in der Stauhaltung zur Folge haben.

4.2.4 Talsperren

Funktionsweise

Durch Talsperren werden Gewässer zu Stauseen mit dem Ziel aufgestaut, ein grosses Wasservolumen für den Wochen-, Monats- oder Saisonausgleich zu speichern. Diese Anlagen befinden sich häufig in Flachstrecken in grosser Höhe. Der Eintrag von Geschiebe in den Stauraum ist abhängig von der Geologie und der Grösse des Einzugsgebietes. In der Regel wird alles Geschiebe in der Stauhaltung abgelagert. Entleerungen sind selten und Spülungen sind Ausnahmen.

Bild 3: Staumauer Albignia im Bergell.

Beurteilungskriterien

Bei der Beurteilung der grossen Talsperren spielen folgende Kriterien A bis F eine Rolle:

A Der natürliche Geschiebedurchgang ist in der Regel klein, weil die Stauhaltungen in Flachstrecken liegen und das direkte Einzugsgebiet klein ist.

B Unterhalb der Staumauern fehlen bis zum nächsten relevanten Zufluss die Hochwasserabflüsse für den Weitertransport des Geschiebes.

C Unterhalb der Staumauer ist das ökologische Potential in der Regel wegen der Höhenlage und der Steilheit der Gewässer gering und ist deshalb nicht als Zielgewässer klassiert.

D Aufgrund des Verhältnisses des Einzugsgebietes des Stausees und des folgenden Zielgewässers kann die Geschieberückhaltewirkung des Stausees vernachlässigt werden. Die Geschiebelieferung aus dem Zwischeneinzugsgebiet wird als ausreichend beurteilt.

E Die Bachläufe unterhalb der Talsperren sind so steil, dass das häufig transportierte Geschiebe nur untergeordnet zur Morphologie bzw. Strukturvielfalt beiträgt (siehe auch Abschnitt 5.3).

F Sanierungsmassnahmen sind nicht verhältnismässig.

Einzugsgebiet	**Kriterien A, B, C, D** (und F)	**Kriterien A, B, E und F**	**Bemerkung**
Vorderrhein	Curnera, Nalps, Panix, Brigels	St. Maria, Zervreila	
Hinterrhein	Lago di Lei		Stausee liegt mit Ausnahme der Mauer in Italien
Julia		Marmorera	
Inn	Punt dal Gall		Stausee liegt mit Ausnahme der Mauer in Italien
Moesa		Lago d'Isola	
Plessur		Isel Arosa	
Maira	Albigna		

Tabelle 3: Zusammenstellung der grossen Talsperren im Kanton Graubünden und Zuteilung der Beurteilungskriterien[2].

Beurteilung der Sanierungspflicht

In der Tabelle 4 sind den grossen Talsperren die Beurteilungskriterien zugeordnet. Der Geschieberückhalt in den Talsperren Curnera, Nalps, Panix, Brigels, Lago di Lei, Punt dal Gall und Albigna ist für die Zielgewässer aufgrund der Kriterien A, B, C und D nicht relevant. Zudem wäre eine Sanierung auch nicht verhältnismässig. Die Talsperren St. Maria, Zervereila, Marmorera,

[2] Die Speicherseen bei Brigels und Arosa sowie der Lago d'Isola gehören von der Grösse her eigentlich nicht zu den grossen Stauseen. Sie werden aber aufgrund ihrer Funktion und Wirkung auf den Geschiebehaushalt trotzdem dieser Kategorie zugeteilt.

Lago d'Isola und Arosa liegen in oder grenzen an Zielgewässer und führen in Bezug auf die jährlichen Geschiebefrachten auf einer begrenzten Strecke zwangsläufig zu einer wesentlichen bzw. bei St. Maria zu einer vernachlässigbaren Beeinträchtigung. Aus folgenden Gründen wird jedoch eine Sanierungspflicht als unverhältnismässig beurteilt:

St. Maria: Das direkte Einzugsgebiet des Stausees St. Maria ist klein und das Geschiebeaufkommen im Einzugsgebiet ist klein. Weil das Geschiebetransportvermögen im Abschnitt unterhalb des Stausees durch die Nebenfassungen stärker reduziert wird als das Geschiebeaufkommen, führt der Stausee nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes. Ohne Stausee wären die morphologischen Strukturen vergleichbar. Zudem wäre eine Sanierung aufgrund der Grösse des Stausees nicht wirtschaftlich.

Zervreila: Im Stausee Zervreila wird alles Geschiebe zurückgehalten. Der folgende, steile Abschnitt bis zur Mündung des Peilerbachs in Vals wird als wesentlich beeinträchtigt beurteilt. Eine Sanierung wird aufgrund der Grösse des Stausees und der Länge der wesentlich beeinträchtigten Strecke jedoch als nicht wirtschaftlich beurteilt.

Marmorera: Im Stausee Marmorera wird alles Geschiebe zurückgehalten. Der folgende, mehrheitlich steile Abschnitt bis zur Mündung der Ava da Faller in Mulegns wird als wesentlich beeinträchtigt beurteilt. Eine Sanierung wird aufgrund der Grösse des Stausees und der Länge der wesentlich beeinträchtigten Strecke jedoch als nicht wirtschaftlich beurteilt.

Lago d'Isola: Im Stausee Lago d'Isola wird alles Geschiebe zurückgehalten. Der folgende, mehrheitlich sehr steile Abschnitt mit mehreren Felsstrecken bis zur Ebene Pian S. Giacomo wird als wesentlich Beeinträchtigt beurteilt. Eine Sanierung wird jedoch als nicht wirtschaftlich beurteilt bzw. der ökologische Nutzen als untergeordnet beurteilt. In der Steilstrecke trägt das im Stausee zurückgehaltene Geschiebe nicht zu den morphologischen Strukturen bei. In der darauf folgenden Ebene Pian S. Giacomo wird aufgrund der Morphologie gefolgert, dass das Geschiebetransportvermögen stärker reduziert ist als das Geschiebeaufkommen. Bei einer Zunahme des Geschiebeeintrages in die Flachstrecke sind Geschiebeablagerungen möglich. Weil der ökologische Nutzen bei einer Sanierung des Stausees Isola als gering eingestuft wird, wird die Sanierung trotz des relativ kleinen Seevolumens als nicht wirtschaftlich beurteilt.

Isel Arosa: Im Stausee Arosa wird alles Geschiebe aus dem Welschtobel und dem Furggatobel zurückgehalten. Rund 800 m unterhalb des Stausees mobilisiert die Plessur aus der Balu Rüfi regelmässig Geschiebe. In der folgenden Strecke bis Langwies hat es noch mehrere vergleichbare Geschiebeherde. Deshalb ist der Abschnitt mit einer wesentlichen Beeinträchtigung auf diese 800 m begrenzt. Weil der ökologische Nutzen bei einer Sanierung

des Stausees Isel bei Arosa als gering eingestuft wird, wird die Sanierung trotz des relativ kleinen Seevolumens als nicht wirtschaftlich beurteilt.

Anlagen mit Geschiebeumleitstollen

Weiter gibt es drei Anlagen mit einem Geschiebeumleitstollen. Das gestaute Gewässer wird bei geschiebeführenden Hochwasserereignissen durch den Geschiebeumleitstollen geleitet, so dass der Geschiebedurchgang gewährleistet ist. Folgende Anlagen haben einen solchen Geschiebeumleitstollen:

- Vorderrhein: Runcahez (Somvixerrhein), Egschi (Rabiusa)
- Hinterrhein: Solis (Albula)

Bei den Geschiebeumleitstollen Runcahez und Egschi besteht eine langjährige Betriebserfahrung, während der Geschiebeumleitstollen Solis erstmals im Jahr 2012 getestet wurde. Obwohl beim Geschiebeumleitstollen Solis noch keine Erfahrungen vorliegen, wird dieser Stausee derzeit in Bezug auf den Geschiebehaushalt als saniert beurteilt.

Auswirkungen auf die Hydrologie; Dynamisierung des Restwasserabflusses ist Sache der Restwassersanierung

Die grossen Speicherseen dämpfen und reduzieren das Hochwasservolumen, verlagern Abflüsse vom Sommer in den Winter und ermöglichen die Wasserausleitung über längere Flussstrecken. Deshalb werden über die Hydrologie die Geschiebetransportkapazität und teilweise auch der Geschiebetransport beeinflusst. Auf die Auswirkungen wird im Abschnitt 4.4.4 bei den Talflüssen am Beispiel des Vorderrheins eingegangen. Auf das möglicherweise gerechtfertigte Erfordernis einer Dynamisierung der Restwasserabflüsse durch künstliche Hochwasser wie es bei der Staumauer Punt dal Gall bzw. dem Spöl im Nationalpark seit längerem praktiziert wird, wird nicht eingegangen. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Thema allenfalls bei der Restwassersanierung geprüft wird.

Sanierungsmassnahme

Aufgrund der aufgeführten Argumente sind bei den grossen Talsperren keine Sanierungsmassnahmen erforderlich. In wenigen Fällen ist zu prüfen, ob die bisherige Bewirtschaftungspraxis zu ändern ist oder weitergehende Massnahmen notwendig sind wie

- Geschiebeumleitstollen,
- Kiesentnahmen im Bereich der Stauwurzel und Rückgabe unterhalb der Sperrstelle, evtl. in Kombination mit Geschieberückhalt hinter einer Vorsperre,
- Änderung der Bewirtschaftungspraxis (Spülungen durch den Grundablass, evtl. mit Umbau des Entlastungsorgans).

Weil das alles sehr aufwändige Massnahmen sind, braucht es eine vertiefte Untersuchung in Bezug auf die ökologische Notwendigkeit und die Verhältnismässigkeit von Massnahmen. Diese Untersuchungen können aus Zeit- und Ressourcengründen erst in der zweiten Phase durchgeführt werden.

4.2.5 Regulierwehre oder Aufstau von natürlichen Seen

Funktionsweise

Mit einem Regulierwehr wird der Wasserspiegel in einem natürlichen See geregelt. Häufig werden dabei die Seen auch etwas aufgestaut. Unter die Bezeichnung „Regulierwehre“ fallen auch die aufgestauten Seen.

Relevanz

Dieser Fassungstyp hat keine Auswirkungen auf den Geschiebetransport, weil das Geschiebekontinuum bereits durch den natürlichen See unterbrochen wird. Im Kanton Graubünden sind folgende Seen reguliert und/oder aufgestaut:

- Inn: Lei da Champfer, Lei da S. Murezzan
- Landwasser: Davosersee,
- Poschiavino: Lago Bianco, Lago di Poschiavo
- Albula: Lai da Palpuogna, Heidsee

In Bezug auf die Beeinflussung der Hydrologie gelten die gleichen Bemerkungen wie im Abschnitt 4.2.4 Talsperren.

Sanierungsmassnahme

Der Geschiebehaushalt wird nicht beeinflusst. Deshalb müssen diese Anlagen nicht weiter beachtet werden und es sind keine Sanierungsmassnahmen notwendig.

4.3 Kiesentnahmen

31 Standorte mit Kiesentnahme aus Fliessgewässern

Kiesentnahmen aus Fliessgewässern dienen der Materialgewinnung und / oder dem Hochwasserschutz. Im Kanton Graubünden wird aktuell noch an 31 Standorten Kies aus Fliessgewässern entnommen. Der Kanton prüft zur Zeit die Konzessionen dieser verbliebenen Anlagen und die Verträglichkeit mit den Vorgaben der Gesetzgebung, insbesondere von Art. 43 GSchV[3]. Neu werden

[3] Mit der Einhaltung der Vorgaben des Art. 43 GSchV werden auch die Vorgaben des Art. 42a GSchV erfüllt. Im Art. 43 GSchV wird unter anderem verlangt, dass die Erhaltung und Widerherstellung von inventarisierte Auen möglich sein muss und dass keine erhebliche Veränderung der Korngrössenverhältnisse des Sohlenmaterials zulässig ist. Werden diese Kriterien erfüllt, so werden auch die im Art 42a GSchV geforderten morphologischen Strukturen und die morphologische Dynamik nicht nachteilig verändert.

die Kiesentnahmen mit einem Monitoring begleitet, welches sicherstellen soll, dass die Vorgaben des Art. 43 GSchV eingehalten werden.

Entwicklung der Kiesentnahmen aus Fliessgewässern

Für die Beurteilung der Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt sind auch Kenntnisse über die eingestellten Kiesentnahmen notwendig. Deshalb wurden im Rahmen der Grundlagenerhebung alle dokumentierten Kiesentnahmen erfasst. Eine Übersicht über die Entnahmen seit 1949, aufgeschlüsselt nach den Einzugsgebieten der Hauptgewässer, befindet sich im Anhang 6. Die Entnahmen waren zwischen etwa 1965 und 1982 mit durchschnittlichen Mengen von rund 950‘000 m^3 am grössten mit einem Maximum von 1.4 Mio. m^3 im Jahr 1980. Diese grossen Entnahmen hängen mit einer erhöhten Bautätigkeit zusammen (u.a. Bau der grossen Stauseen, Ausbau Nationalstrassennetz, Siedlungsentwicklung). Auch der Effekt von grossen Hochwassern ist aus der Grafik im Anhang 6 ersichtlich. So wurden nach dem Hochwasser 1987 insbesondere im Vorderrhein deutlich mehr Material entnommen als im langjährigen Mittel. In den 1980er Jahren wurden die negativen Auswirkungen der Entnahmen auf die Sohlstabilität (unerwünschte Eintiefungen) erkannt und deshalb verschiedene Kieswerke eingestellt oder die Entnahmemengen begrenzt. Zwischen 2002 und 2011 wurden im Jahresdurchschnitt noch rund 355‘000 m^3 Geschiebe entnommen. Die Entnahmen aus den Fliessgewässern im Einzugsgebiet der Moesa wurden ganz eingestellt und diejenigen aus dem Vorder-, Hinter- und Alpenrhein stark reduziert. Aus den Zuflüssen der Landquart und dem Inn werden nach wie vor erhebliche Mengen entnommen. Dabei ist zu beachten, dass die Zuflüsse der Landquart geologiebedingt ein vergleichsweises hohes Geschiebeaufkommen haben und vor allem bei den Angaben aus dem Einzugsgebiet des Hinterrheins, Inn und Poschiavino auch Entnahmen aus dem Stauwurzelbereich von Stauseen und natürlichen Seen sowie Entnahmen von alten Ablagerungen ausserhalb von Fliessgewässern enthalten sind.

Auswirkungen auf die Sohlenlage; Beurteilung der Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und den Hochwasserschutz

Die übermässigen Kiesentnahmen der Vergangenheit haben in verschiedenen Abschnitten, zum Teil zusammen mit anderen Eingriffen, zu Sohleintiefungen geführt, was sich auch auf den Grundwasserhaushalt und den Hochwasserschutz auswirkt. Fanden diese Prozesse in der Vergangenheit statt und wurde mit einer Einstellung beziehungsweise Reduktion der Entnahmen reagiert, so wird dies nicht als nachteilig gewertet. Als Massgebend für die Beurteilung werden die aktuellen Verhältnisse betrachtet.

Sanierungsmassnahme

Die notwendigen Sanierungsmassnahmen bei einer Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes finden im Rahmen der beschriebenen Überprüfung der Konzessionen in Bezug auf die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben bzw. des entsprechenden Monitorings statt. Mit wenigen Ausnahmen sind die Sanierungsmassnahmen mit der Überprüfung der Bewilligung verfügt. Die

entsprechenden Anlagen werden deshalb nicht aufgelistet. Es werden nur die Anlagen aufgeführt, bei welchen eine wesentliche Beeinträchtigung vermutet wird.

Monitoring

Das Monitoring beinhaltet in der Regel Profilaufnahmen ober- und unterhalb der Entnahmestellen, eine Analyse der Kornverteilungen des Sohlenmaterials in den gleichen Bereichen sowie des Entnahmegutes und eine ökologische Beurteilung der Morphologie/Lebensräume.

Weiteres Vorgehen Kiesentnahmen Zuflüsse Landquart

Es ist vorgesehen, die Auswirkungen der Kiesentnahmen an den Zuflüssen der Landquart (Arieschbach, Schraubach und Furnerbach) in einer separaten Studie mit Hilfe eines Feststofftransportmodells im Hinblick der Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt der Landquart zu untersuchen (Mehrfachbeeinflussung).

4.4 Flusskorrektionen

4.4.1 Auswirkungen auf den Geschiebetransport

Übersicht

Die grossen Talflüsse im Kanton sind praktisch alle zumindest abschnittsweise korrigiert, indem sie eingeengt und begradigt wurden. Eines der Ziele, welche mit diesen Massnahmen verfolgt wurden, war die Erhöhung der Geschiebetransportkapazität, weil die Talflüsse[4] in der Regel nicht stabil waren, sondern auflandeten, also einen Teil ihrer Geschiebefrachten sedimentierten[5]. Die Korrektionen führten häufig in Kombination mit einer Reduktion des Geschiebeaufkommens zu Sohleintiefungen. Zum Teil erreichten diese unerwünschte Ausmasse. In solchen Fällen wurden zur Verhinderung bzw. zur Minimierung von weitere Eintiefungen Sohlfixpunkte (Querbauwerke) wie Schwellen oder Rampen eingebaut.

Begradigungen und Einengungen

Mit den Begradigungen und Einengungen wurden die hydraulische Belastung der Sohle und damit die Geschiebetransportkapazität erhöht, und zwar häufig um ein Mehrfaches im Vergleich zum natürlichen Zustand. Der Grund dafür liegt darin, dass einerseits die hydraulische Belastung zunahm, andererseits im eingeengten Gewässer während einer längeren Periode Geschiebe

---

4 Talflüsse werden häufig auch Alluvionsflüsse bezeichnet. Alluvionsflüsse sind Fliessgewässer, welche in ihren eigenen Ablagerungen (Alluvionen) fliessen.

5 So weisen zum Beispiel Funde in einer Kiesgrube bei Untervaz von 1983 darauf hin, dass die Sedimente des Alpenrheins in den letzten 2000 Jahren das Bündner Rheintal um rund 30 m auffüllten. In einer Kiesgrube wurde in 30 m Tiefe ein Eichenstamm gefunden, welcher im 1. Jahrhundert nach Christus in den Rhein gelangte /8/.

transportiert werden kann; also ein grösserer Anteil des Abflusses transportwirksam ist. Wegen dieser erhöhten Transportkapazität kann bei korrigierten Gewässern mehr Geschiebe in ihre Unterläufe transportiert werden als in ihrem natürlichen Zustand. Es darf deshalb nicht a priori davon ausgegangen werden, dass heute der Geschiebetransport in den Talflüssen gegenüber den natürlichen Verhältnissen reduziert ist. In den Unterläufen der Talflüsse kann es sein, dass heute wegen der grösseren Geschiebetransportkapazität in den Oberläufen mehr Geschiebe transportiert wird als im unbeeinflussten Zustand.

Sohlfixpunkte

Sohlfixpunkte stabilisieren das Flussbett. Sie können temporär den Geschiebetransport wegen Anlandungsprozessen oberhalb des Fixpunktes beeinflussen. Weil die Dauer der Beeinflussung in der Regel kurz ist, kann dieser Effekt vernachlässigt werden.

zeitliche und räumliche Aspekte

Es gilt auch die zeitlichen und räumlichen Aspekte zu beachten, weil der Anpassungsprozess im Gewässer wegen einer Veränderung langsam vor sich geht. Im Grundsatz gilt, dass je länger eine Massnahme wirkt, desto grösser die räumliche Auswirkung ist. Diese Zusammenhänge gelten nicht nur bei Flusskorrektionen, sondern ganz generell bei Fragestellungen über den Geschiebetransport. Wichtige Gründe dafür sind, dass das Geschiebe viel langsamer als das Wasser transportiert wird, das Flussbett als Geschiebespeicher Anlandungs- und Erosionsprozesse dämpft und Hochwasserereignisse unregelmässig sind.

4.4.2 Auswirkungen auf die Hydrologie

Flusskorrektionen können sich auch auf die Hochwasserhydrologie auswirken. Die Korrektionen führen in der Regel zu einer Erhöhung der Abflusskapazität. Dadurch wird die Überflutungshäufigkeit reduziert und Hochwasserabflüsse werden weniger stark gedämpft. Tendenziell nimmt dadurch die Geschiebetransportkapazität bei Hochwasser im Vergleich zu den natürlichen Verhältnissen zu. Im Vergleich zu den übrigen Auswirkungen werden diese Einflüsse als gering eingestuft und werden deshalb bei der Beurteilung vernachlässigt.

4.4.3 Auswirkungen auf das Sohlensubstrat

Die Auswirkungen von Flusskorrektionen auf das Sohlsubstrat können erheblich sind. Die höhere hydraulische Belastung und die grössere Geschiebetransportkapazität führen zu einer Vergröberung der Sohle. Dieses Phänomen ist vor allem bei Fliessgewässern der Fall, welche ohne Breiteneinschränkung verzweigen würden. Deshalb können solche Veränderungen besonders gut bei kürzlich realisierten Aufweitungen solcher Fliessgewässer dargelegt werden, wobei es nicht immer einfach ist, den Zustand im kanalisierten Gerinne zu dokumentieren. Entsprechende Daten stehen vom Escherkanal zur Verfügung. Dieses Gewässer liegt zwar im Kanton Glarus, ist aber vom Charakter und der Beeinflussung vergleichbar mit den Bündner Talflüssen. Bild 4 zeigt deutlich den Unterschied in der Kornverteilung des Substrates. Im kanalisierten Gerinne liegt das d_m bei knapp 9 cm und das d_{90} bei 22 cm, während in der neuen Flussaufweitung Chli Gäsitschachen das d_m im Bereich von 3 cm und das d_{90} bei 6 bis 7 cm liegt. In der Aufweitung wird im Bereich der Hauptströmung das Substrat wegen der höheren Belastung allerdings etwas gröber sein als auf der abgebildeten Kiesbank.

Bild 4: Sohlsubstrat im kanalisierten Escherkanal in der Aufweitung Chli Gäsitschachen bei der Trockenlegung vor (links, 24.02.2012) und nach der Realisierung der Aufweitung (rechts, 01.04.2013).

4.4.4 Beispiel Vorderrhein

Szenarien

Am Beispiel des Vorderrheins wird für vier verschiedene Abschnitte exemplarisch aufgezeigt, wie sich die Änderung der Breite, also die Flusskorrektion und die Veränderung der Hydrologie durch die Wasserkraftnutzung auf die Geschiebetransportkapazität auswirken. Die vier untersuchten, idealisierten Abschnitte unterscheiden sich in der Breite und beim Gefälle. Insgesamt wurden folgende vier Szenarien untersucht:

- aktuelle Geometrie und aktuelles Abflussregime mit Kraftwerksbeeinflussung
- aktuelle Geometrie und natürliches Abflussregime
- Geometrie um 1900 und aktuelles Abflussregime mit Kraftwerksbeeinflussung
- Geometrie um 1900 und natürliches Abflussregime

Geometrie, Dauerkurven und Kornverteilung

Die repräsentativen Dauerkurven für den Vorderrhein oberhalb von Ilanz mit und ohne Wasserkraftnutzung wurden in einem aufwändigen Verfahren erstellt, indem sämtliche Daten der Messstation Ilanz ab 1910 ausgewertet und analysiert wurden. Die Bettbreite und das Gefälle der aktuellen Verhältnisse stammen aus Querprofilaufnahmen und die Angaben für den ursprünglichen Zustand aus der Sigfriedkarte (Breite) und aus einem Längenprofil des Niederwasserspiegels um 1900. Die Korndurchmesser basieren auf aktuellen Linienzahlproben. Für alle Szenarien wurden mangels Daten die gleichen Korndurchmesser angenommen. Aufgrund der Effekte, wie sie im Abschnitt 4.4.3 beschrieben wurden, dürften die gewählten Durchmesser für das häufig transportierte Geschiebe eher zu grob sein. Die effektive Transportkapazität dürfte deshalb grösser sein, als mit den Berechnungen ausgewiesen wird.

Resultate

Die Resultate sind im Anhang 3 dargestellt. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die Geschiebetransportkapazität stark gefällsabhängig ist und dieser Parameter für die unbeeinflusste Geometrie nur ungenau bestimmt werden kann. Differenzen zwischen den vier unterschiedlichen Abschnitten können auch mit diesem Phänomen zusammenhängen. Unabhängig vom Kraftwerksbetrieb ist die Geschiebetransportkapazität im eingeengten Vorderrhein substantiell grösser als im unbeeinflussten Zustand. Je nach Abschnitt beträgt die Differenz ein Mehrfaches. Die Wasserkraftnutzung führt dazu, dass die Geschiebetransportkapazität gegenüber dem natürlichen Abflussregime in einer ähnlichen Grössenordnung abnahm. Je nach Abschnitt heben sich diese gegenläufigen Beeinflussungen auf (Flusskorrektionen – Wasserkraftnutzung). Tendenziell ist die Geschiebetransportkapazität heute eher geringer als im unbeeinflussten Zustand.

4.4.5 Berücksichtigung der Flusskorrektionen und massgebende Verhältnisse

die Flusskorrektionen (Einengungen und Begradigungen) werden bereits als sanierte Anlagen betrachtet

Eine der wichtigsten Massnahmen bei der strategischen Planung „Revitalisierung Fliessgewässer“ wird der Rückbau von Einengungen der Talflüsse sein. Da diese Talflüsse in der Regel gleichzeitig auch Zielgewässer (Kapitel 5) sind und es nicht zweckmässig ist, die Flusskorrektionen zweimal als zu sanierende Anlagen aufzuführen, werden diese im Modul „Sanierung

Geschiebehaushalt“ nicht noch einmal als solche aufgeführt. Vielmehr werden sie in Bezug auf das Geschiebetransportvermögen beziehungsweise für den Geschiebehaushalt als bereits sanierte Anlagen betrachtet. Mit anderen Worten wird bei den Talflüssen von der ursprünglichen, gegenüber heute vielfach stark reduzierten Geschiebetransportkapazität ausgegangen.

Sohlfixpunkte in Talgewässern werden als nicht relevant eingestuft

Auch Sohlfixpunkte in Talgewässern werden analog wie die Flusskorrektionen im Modul „Sanierung Geschiebehaushalt“ nicht als zu sanierende Anlagen aufgeführt. Für die Geschiebedurchgängigkeit sind diese Anlagen in der Regel unproblematisch, weil sie relativ schnell verlandet sind. Unter Umständen kann auf die Sohlfixpunkte infolge von Revitalisierungen verzichtet werden und/oder sie werden im Modul „Fischwanderung“ bereits erfasst und beurteilt.

die Beeinflussung der Hydrologie der Kraftwerke wird in der Restwassersanierung berücksichtigt

Die Wasserkraftnutzung reduzierte die Geschiebetransportkapazität in den Zielgewässern sowohl in der Restwasserstrecke als auch unterhalb der Wasserrückgabe. In der Restwasserstrecke führt die Wasserausleitung zu einer substantiellen Reduktion der Geschiebetransportkapazität. Weniger stark fällt die Reduktion unterhalb der Wasserrückgabe durch die Umlagerung der Sommerabflüsse in das Winterhalbjahr infolge der grossen Speicherseen aus. In den steilen Gewässern, in welchen die Verfügbarkeit der Feststoffe den Geschiebetransport limitiert, beeinflussen die Wasserausleitungen die Geschiebekontinuität in der Regel nicht, weil die Geschiebetransportkapazität oft viel grösser als das Geschiebeaufkommen ist. Ausnahmen sind die Abschnitte unmittelbar unterhalb der grossen Talsperren. Aber dort ist durch den Geschieberückhalt in der Talsperre auch kein Geschiebe vorhanden. Bei den flachen Talflüssen hingegen kann der Geschiebetransport durch das fehlende Wasser oder den verlagerten Abfluss reduziert sein. Eine allfällige Änderung müsste über die Restwassersanierung erfolgen. Deshalb erfolgt die Beurteilung für die aktuellen hydrologischen Verhältnisse.

4.5 Wildbachverbauungen

4.5.1 Übersicht

Verbauungstypen

Ziel der Wildbachverbauungen ist das Geschiebeaufkommen beziehungsweise der Geschiebeeintrag in den Kegelbereich bei Hochwasser zu begrenzen. Die wichtigsten Massnahmen sind:

- Wildbachsperren (Konsolidationssperren, Sperrentreppen, Schwellen)
- Böschungs- oder Uferschutzmassnahmen (Ufermauern, Blocksatz, Blockwurf, Holzkastenverbauungen, Drahtgitterkörbe, Buhnen, etc.)
- Hangentwässerungen

- Geschiebesammler

Böschungs- und Uferschutzmassnahmen sowie Hangentwässerungen sind in der Regel Begleitmassnahmen von grösseren Verbauungen mit Wildbachsperren. Weil die Auswirkungen von diesen Massnahmen auf den Geschiebehaushalt im Vergleich zu den Wildbachsperren und den Geschiebesammlern einerseits gering sind, andererseits deren Auswirkung auf den Geschiebehaushalt implizit mit den Wildbachsperren berücksichtigt ist, wird auf diese nicht weiter eingegangen.

Böschungs-/Ufersicherungen und Hangentwässerungen sind implizit bei den Wildbachsperren berücksichtigt.

Da das Ziel der Wildbachverbauungen die Beeinflussung des Geschiebehaushaltes ist, haben sie auch Auswirkungen auf den Geschiebetransport der Talflüsse. Allerdings wir dieser Einfluss häufig überschätzt. Denn im Hochwasserfall erreicht, vor allem bei murfähigen Bächen, auch bei unverbauten Systemen nur ein Teil der Feststofffracht den Talfluss. Ein erheblicher Teil wird natürlicherweise auf den Wildbachkegeln abgelagert. Deren Ursprung liegt ja in diesem Prozess.

Beeinflussung des Geschiebehaushaltes

4.5.2 Wildbachperren

Als Konsolidationssperren werden Bauwerke bezeichnet, mit welchen die Sohle eines Wildbaches in der Regel um mehrere Meter angehoben wird, um grössere Rutschmassen zu stabilisieren. Drei Beispiele für Konsolidationssperren im Kanton Graubünden sind die Verbauungen am Schraubbach im Prättigau, an der Nolla oberhalb von Thusis oder am Val da Schluein bei Ilanz. Häufig haben solche Konsolidationssperren zwei Ziele: Stabilisierung von Rutschungen und Reduktion des Geschiebeeintrages in den Kegelbereich oder in den Talfluss. Dies war auch bei den bis zu 18 m hohen Sperren am Schraubach (Bild 5) der Falle: die Stabilisierung der grossräumigen Rutschungen bei Schuders (Gefährdung des Dorfes) und Pusserein und gleichzeitig die Reduktion des Geschiebeeintrages in den Alpenrhein. Die Konsolidationssperren sind relativ alt und deshalb ist der Verlandungsprozess bei vielen abgeschlossen und sie wirken nicht mehr als Geschieberückhaltevorrichtung. Durch die stabilisierende Wirkung der Rutschung beeinflussen sie aber trotzdem den Geschiebehaushalt. Das Geschiebeaufkommen ist reduziert. Da solche Bauwerke nicht oder nur mit sehr grossen Aufwand und mit den entsprechenden Konsequenzen für den Hochwasserschutz zurückgebaut werden können, werden sie als nicht sanierbar beurteilt.

Konsolidationssperren

Bild 5: Konsolidationssperren am Schraubbach.

Sperrentreppen

Die gewöhnlichen Wildbachsperren sollen eine weitere Eintiefung des Wildbaches verhindern. Weil sie weniger hoch als Konsolidationssperren sind, braucht es in der Regel eine Vielzahl von diesen Bauwerken und sie erscheinen deshalb als Sperrentreppen. Das Ziel dieser Sperren ist zwar nicht, das Bachbett substantiell anzuheben. Trotzdem können sie Rutschungen stabilisieren, in dem sie eine weitere Eintiefung und Destabilisierung der Böschungen verhindern. Diese Sperren sind relativ rasch hinterfüllt und geschiebedurchgängig. Durch die stabilisierende Wirkung der Rutschung beeinflussen sie aber trotzdem den Geschiebehaushalt. Das Geschiebeaufkommen ist wie bei den Konsolidationssperren reduziert. Da auch Sperrentreppen nur mit sehr grossem Aufwand und mit den entsprechenden Konsequenzen für den Hochwasserschutz zurückgebaut werden können, werden sie als nicht sanierbar beurteilt.

Bild 6: Sperrentreppe am Arieschbach im Gebiet „Geissegga“ (unterster Sperre im Bild komplett eingekiest).

Schwellen

Als Schwellen können die Sohlfixpunkte auf dem Wildbachkegel bezeichnet werden. Sei verhindern in den kanalisierten Wildbächen temporäre Eintiefungen in Phasen mit einem geringen Geschiebeaufkommen und können bei Hochwasser auch eingekiest werden. Auf die Geschiebedurchgängigkeit haben diese Bauwerke keinen relevanten Einfluss. Eine Sanierung ist nicht notwendig.

Beurteilung

Aufgrund der Erkenntnisse anlässlich der Begehung und der Auswertung der Luftbilder konnte nicht darauf geschlossen werden, dass durch die Wildbachsperren an einem Bach der Geschiebehaushalt im Zielgewässer wesentlich beeinflusst wird. Neben dieser Beurteilung sind auch die folgenden Aspekte für die Beurteilung entscheidend, dass die Wildbachsperren als nicht sanierungspflichtig eingestuft werden. Bei einem Rückbau der Wildbachsperren würde der Geschiebehaushalt auf dem Wildbachkegel in Bezug auf den Hochwasserschutz wesentlich verändert, in der Regel sogar gegenüber der Gefährdung vor Realisierung der Verbauung erhöht. Der Grund dafür ist, dass sich hinter den Sperren zusätzliches, leicht erodierbares Geschiebe angesammelt hat. Weiter ist die Entfernung von Wildbachsperren kostenintensiv und selbst, wenn das zwischenzeitlich zurückgehaltene Geschiebe nicht entfernt werden müsste, nicht verhältnismässig.

Berücksichtigung in der Analyse des Geschiebeaufkommens

Auch wenn die Wildbachsperren entweder mangels Alternativen als nicht sanierbar (Konsolidationssperren, Sperrentreppen) oder als nicht relevant (Schwellen) eingestuft werden, wurden diese Bauwerke als Anlagen trotzdem erhoben. Der Grund ist, dass nur mit Hilfe dieser Anlagen der Grad der möglichen Beeinflussung des Geschiebeaufkommens im Einzugsgebiet der Zielgewässer beurteilt werden kann. Einzelne Sperren, welche nur lokal die Erosion begrenzen, werden dabei als nicht relevant eingestuft.

4.5.3 Geschiebesammler

Wirkung

Im Kanton Graubünden gibt es über 250 Geschiebesammler mit unterschiedlichen Grössen (Anhang 7). Die Bandbreite reicht dabei von Kleinstsammlern mit Rückhaltevolumen von einigen Kubikmetern bis zu sehr grossen Bauwerken mit Rückhaltevolumen von mehreren Tausend Kubikmetern. Geschiebesammler befinden sich meist im Übergangsbereich vom Transitgebiet zum Ablagerungsbereich im Bereich des Kegelhalses oder auch am Kegelrand bei breiten Talebenen wie im Bündner Rheintal. Diese Einrichtungen dienen dem Hochwasserschutz von Siedlungen, Industrie/Gewerbe, Verkehrseinrichtungen und weiteren Infrastrukturen und von landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Mit den Geschiebesammlern wird in der Regel ein grosser Teil der Feststoffracht zurückgehalten, weil der Wildbach bei Hochwasser mit hohem Feststoffaufkommen diese nicht bis ins Talgewässer transportierten kann.

Bewirtschaftung

Die Geschiebesammler müssen bewirtschaftet werden, damit die Schutzwirkung erhalten bleibt. Das anfallende Material wurde in der Vergangenheit meist auf Deponien transportiert, oder bei Eignung als Baumaterial verwendet. Seit kurzem wird verschiedentlich auch eine Rückgabe des Materials aus den Geschiebesammlern in den Talfluss angestrebt.

Geschieberückgabe in den Talfluss

Geschiebezugabestellen hat es am Alpenrhein sowie am Vorder- und Hinterrhein. Rückgaben sind generell anzustreben, wobei aber verschiedene Aspekte beachtet werden müssen:

- Die Transportkapazität der Talflüsse von Wasser und Feststoffen ist begrenzt. Übermässige Geschieberück- oder -zugaben können im Bereich der Rückgabe oder auch weiter flussabwärts zu unerwünschten Anlandungen und damit zu einer Reduktion der Abflusskapazität und unter Umständen der Hochwassersicherheit führen. Die Rückgaben müssen auf das Transportvermögen abgestimmt sein.
- Bei mehreren Geschiebesammlern bzw. Geschieberückgabestellen sind die Rückgabemengen aufeinander abzustimmen, auch wenn der Abstand zwischen den Rückgabestellen mehrere Kilometer beträgt.
- Die optimale Art der Rückgabe für eine effiziente Erosion und Weitertransport ohne negative Auswirkungen auf die Gerinnestabilität sollte generell und im Einzelfall abgeklärt werden. Je nach Rückgabeart und Rückgabestelle bedarf es für eine Mobilisierung grösserer Hochwasser.
- Limitierend für die Rückgabe können neben den Aspekten der Hochwassersicherheit auch Anforderungen von der Fischerei betreffend der Trübung sein oder die Problematik mit invasiven Neophyten.

Monitoring bei Geschieberückgaben

Die Auswirkungen von Geschieberückgaben sollten, bis Erfahrungswerte vorliegen, mit einem Monitoring begleitet werden. Im Einzelfall ist zu prüfen, welche der folgenden Parameter in das Monitoring einbezogen werden soll:

- Rückgabestelle mit Angabe des Zeitraums der Rückgabe sowie der Materialherkunft und wenn möglich einer Schätzung des Anteils von Kiesfraktionen inklusive Korndurchmesser
- Form der Rückgabe im Gewässer
- Profilaufnahmen im Nahbereich der Rückgaben abgestimmt auf die üblichen, systematischen Profilaufnahmen
- Hochwasseraktivität

Strategie Auslegung Geschieberückhalt

Da die Hochwasseraktivität in den Wildbächen und in den Talflüssen mit relevantem Geschiebe- oder Feststofftransport unterschiedlich ist, braucht es für möglichst effiziente Rückgaben Pufferräume. Um den Aufwand für die Bewirtschaftung zu minimieren, sollten diese Pufferräume nach Möglichkeit direkt im Geschiebesammler integriert werden, so dass das anfallende Material nur einmal gebaggert werden muss.

Geschiebedurchgängigkeit der Geschiebesammler

Eine Optimierung des Auslauf- oder Abschlussbauwerkes eines Geschiebesammlers kann zu einer erhöhten Geschiebedurchgängigkeit und einem grösseren Eintrag in den Talfluss führen. Aus Hochwasserschutzgründen sind solche Massnahmen jedoch nur bei speziellen Konstellationen und damit nur in Ausnahmefällen möglich.

erfasste Parameter bei den Geschiebesammlern

Bei den Geschiebesammlern wurden folgende Parameter erfasst:

- Lage bzw. Entfernung zum Zielgewässer
- Rückhaltevolumen
- Flachstrecke ja/nein zwischen Geschiebesammler und Zielgewässer
- Geschiebemobilisierung zwischen Geschiebesammler und Zielgewässer möglich
- Einzugsgebiet Geschiebesammler und Einzugsgebiet Zielgewässer beim Standort des Geschiebesammlers

Beurteilung

Für die Beurteilung des Einflusses des Geschieberückhaltebeckens wurden nur die Anlagen ohne Flachstrecke zwischen Anlage und Zielgewässer berücksichtigt. Die Anlagen mit Flachstrecken haben keine Auswirkungen. Weiter wurde angenommen, dass der jährliche Geschieberückhalt 10% des Volumens des Geschiebesammlers entspricht[6]. Die gutachtliche Beurteilung erfolgte unter Berücksichtigung dieses Volumens, der Verhältnisse der Einzugsgebiete der Geschiebesammler und der Zielgewässer sowie der Erkenntnisse der Begehungen und Luftbildauswertung. Zudem wurden die Durchgängigkeit der Rückhaltevorrichtungen (Schlitzsperren, Balkensperren) sowie die verschiedenen Geschieberückgaben nicht explizit berücksichtigt. Mit diesem Vorgehen konnte den Geschiebesammlern mit einer Ausnahme keine wesentliche Beeinträchtigung nachgewiesen werden. Die Ausnahme betrifft die zahlreichen Geschiebesammler im Raum Davos. Dort ist eine detaillierte Betrachtung für die Beurteilung und einer allfälligen Geschieberückgabe notwendig („besondere Verhältnisse“). Ein zentraler Aspekt bei der Beurteilung sind die Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit.

---

6 Die Geschiebesammler sind auf Feststofffrachten von sehr seltenen Hochwasser ausgelegt und beinhalten sowohl Schwebstoff- und Geschiebefrachten. Das durchschnittliche jährliche Geschiebeaufkommen ist in der Regel wesentlich kleiner.

4.5.4 Hochwasserrückhaltebecken

Hochwasserrückhaltebecken Orden (Bergell) und Siechenstuden (Maienfeld)

Im Kanton Graubünden hat es zwei Hochwasserrückhaltebecken. Das Becken Orden liegt im Bergell und das Becken Siechenstuden in Maienfeld in der Bündner Herrschaft. Eine vom Prinzip her vergleichbare Wirkung haben die grossen Speicherseen, auch wenn diese nicht explizit für diesen Zweck gebaut wurden. Einzig der Stausee Albigna im Bergell hat diese Zusatzfunktion. Beim Stausee Zervreila wird geprüft, ob ein Rückhaltraum für den Hochwasserschutz von Vals im Falle einer Konzessionsänderung zur Verfügung gestellt werden kann. Die Beeinflussung des Geschiebehaushaltes durch diese grossen Speicher ist bereits im Abschnitt 4.2.4 erläutert.

Hochwasserrückhaltebecken Siechenstuden (Maienfeld)

Das Hochwasserrückhaltebecken in Maienfeld liegt am Rand der Talebene. Allfällige Feststoffe, die im Rückhalteraum sedimentiert werden, würden auch ohne Becken wegen der folgenden Flachstrecke den Alpenrhein nicht erreichen. Das Becken ist deshalb nicht relevant für den Geschiebehaushalt im Alpenrhein.

Hochwasserrückhaltebecken Orden (Bergell) und Siechenstuden (Maienfeld)

Das Hochwasserrückhaltebecken Orden liegt im Bergell an der Orlegna. Der Betrieb des Beckens führt physikalisch bedingt zu einem permanenten und einem temporären Geschieberückhalt. Der permanente Rückhalt erfolgt so lange, bis sich die Sohle im Becken auf die neuen hydraulischen Bedingungen eingespielt hat. Dieser Anpassungsprozess dürfte im Becken Orden weit fortgeschritten sein. Der temporäre Rückhalt bewirkt eine Verzögerung zwischen Geschiebeeintrag und Geschiebeaustrag. Die Bilanz im Gewässer wird nicht verändert. In der Au Cavril, welche unterhalb des Hochwasserrückhaltebeckens liegt, hatte es vor dem Bau des Hochwasserrückhaltebeckens vorwiegende mobile Kiesbänke und praktisch keine Auenvegetation. Heute wird die Aue betreffend Vegetation zu den wertvollsten im Kanton Graubünden gezählt. Die Dämpfung der Hochwasser reduzierte mit grosser Wahrscheinlichkeit die Dynamik, was erst das Aufkommen von Vegetation ermöglichte (ausreichend stabile Kiesbänke). Eine Veränderung der Anlage würde den Geschiebehaushalt aus Sicht Hochwasserschutz und Auenentwicklung negativ verändern. Eine Sanierung wäre deshalb kontraproduktiv und aus Hochwasserschutzgründen nicht vertretbar.

nicht zu sanierende Anlagen

Die beiden Hochwasserrückhaltebecken werden als nicht zu sanierende Anlagen eingestuft.

4.6 Übersicht Anlagen

Die Anlagen wurden basierend auf den Grundlagen im Abschnitt 3 mit punktuellen Ergänzungen ins GIS übernommen. Die Lage der Anlagen ist im Anhang 4, 5 und 7 dargestellt. Die Basis für die Zuordnung der einzelnen Anlagen zu den Klassen sind die Ausführungen in diesem Kapitel 4.

4.7 Abstimmung mit den Nachbarkantonen

Kanton St. Gallen

Der zuständige Vertreter des Kanton St. Gallen ist der Ansicht, dass im Alpenrhein ab der Kantonsgrenze im Jahresdurchschnitt rund 55‘000 m^3 Geschiebe fehlt[7]. Dieser Wert wird als nicht zutreffend eingestuft. Da die Gewässerabschnitte der Landquart von der Arieschbachmündung bis zur Mündung in den Alpenrhein und der folgende Alpenrheinabschnitt bis zum Ellhorn wegen den Kiesentnahmen im Detail zu untersuchen sein wird (besondere Verhältnisse), wird derzeit eine Bereinigung der unterschiedlichen Beurteilung als nicht notwendig beurteilt.

Kanton Tessin

Die Moesa im Perimeter des Kantons Tessin wird vom Kanton Tessin zwar als beeinflusst, aber nicht als wesentlich beeinträchtigt eingestuft[8]. Diese Beurteilung basiert primär auf der Auswertung von Sohlaufnahmen. Die Beeinflussung stammt durch die nachweisliche Eintiefung in der Vergangenheit. Heute ist die Sohle in etwa stabil. Diese Einstufung wird geteilt. Entsprechend ist im Kanton Graubünden die Moesa mit „vernachlässigbare Beeinträchtigung“ beurteilt.

7 E-Mail von Reto Denoth vom 25.09.2014

8 Telefongespräch mit Christian Tognacca vom 05.11.2014

absichtliche Leerseite

5 Festlegung der Zielgewässer

5.1 Methodische Grundlagen

grosses Gewässernetz

Der Kanton Graubünden verfügt über das mit Abstand grösste Gewässernetz der Schweiz. Gemäss dem Gewässernetz des Kantons Graubünden /1/ beträgt die Gesamtlänge ca. 11‘000 km. Eine Vielzahl von diesen Gewässern sind kleine Wildbäche. Rund 4‘100 km sind als Hauptgewässer erfasst. Wegen dieser grossen Gewässerlänge erfolgt die Festlegung der Zielgewässer GIS-basiert und aufgrund von Erfahrungen einer langjährigen Tätigkeit im Zusammenhang mit verschiedenen Fragestellungen über die Bündner Gewässer.

Vorgabe Vollzugshilfe

Die Festlegung der Zielgewässer liegt im Ermessungsspielraum der Kantone. In der Vollzugshilfe /2/ wird vorgeschlagen, Gewässerabschnitte als Zielgewässer festzulegen, welche durch geschieberelevante Anlagen beeinflusst sind und im naturnahen Zustand eine hohe ökologische Bedeutung aufweisen. In /3/ wird als weiteres Ausschlusskriterium für die Zielgewässer ein Gefälle von über 4% unter anderem mit der Begründung vorgeschlagen, dass „die Gewässer in diesem Gefällsbereich tendenziell strukturarm und ökologisch wenig bedeutend sind“. Dieses Grenzgefälle stützt sich auf das Pilotprojekt an der Muota ab /7/.

Konzept Kanton Graubünden

Die Zielgewässer im Kanton Graubünden werden im Grundsatz nach diesen Vorgaben ausgeschieden. Folgende Parameter dienen als Kriterien:

a) ökologisches Potential
b) Gefälle muss im Bereich von 1 bis 2% oder darunter liegen und es müssen sich zusammenhängende Abschnitte von mehreren hundert Metern und darüber bilden (keine kurzen, isolierten Strecken)
c) Anlagen müssen die Zielgewässer beeinflussen (keine Anlagen, keine Zielgewässer)
d) Gewässer mit Anlagen, bei welchen ein Sanierungsbedarf offensichtlich und bekannt ist

Die Kriterien a), b) und c) müssen gleichzeitig erfüllt sein. Für die Anwendung des Kriteriums d) müssen die übrigen Kriterien nicht zwingend erfüllt sein.

5.2 Ökologisches Potential

Übernahme von der Revitalisierungsplanung

Das ökologische Potenzial der Gewässer wurde im Rahmen der Revitalisierungsplanung erhoben (Anhang 8b). Die entsprechenden Daten wurden vom Zwischenbericht Revitalisierungsplanung übernommen. Die Methodik ist im

Anhang 8a beschrieben. Als für die Zielgewässer relevant werden die Abschnitte betrachtet, welche ein grosses oder mittleres ökologisches Potential aufweisen. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die Talgewässer.

5.3 Gefälle kleiner 1 bis 2%

Vorschlag BAFU

In /3/ wird als Ausschlusskriterium ein Pauschalgefälle von über 4% mit folgender Begründung vorgeschlagen: „*Gerinne mit Gefälle >4% weisen strukturierte Sohlen mit grösseren Blöcken auf, welche die Stabilität gewährleisten (Änderungen des Geschiebehaushalts wirken sich weniger aus). Zudem sind steilere Gerinne tendenziell strukturarm und ökologisch weniger bedeutend.*“ Dieser Vorschlag stützt sich vermutlich auf das Pilotprojekt an der Muota ab /7/.

Grenzgefälle Kanton Graubünden < 1 – 2%

Dieses Grenzgefälle wird im Kanton Graubünden auf Grund von Überlegungen über die Morphologie und den Geschiebetransport mit 1 bis 2% deutlich tiefer angesetzt. Mobile Kiesbänke aus häufig transportiertem Geschiebe treten in den Gebirgskantonen in der Regel bei Talgefällen von unter 1 bis 2% häufig auf und bestimmen dort bei ausreichender Bettbreite die Morphologie. Bei grösseren Gefällen wird die Morphologie in der Regel durch Strukturen aus Blöcken (Schnellen, Abstürze und Kolke, Bild 7) oder Fels geprägt. Im Gefällsbereich zwischen 2% und 5 bis 6% kann in Ausnahmefällen auch das häufig transportierte Geschiebe die Morphologie prägen, wie das Beispiel des Furnerbachs im Landquarteinzugsgebiet zeigt (Bild 8). Dies ist aber nur bei sehr hohem Geschiebeaufkommen wie in Einzugsgebieten mit stark verwittertem Bündnerschiefer oder teilweise auch in Gletschervorfeldern der Fall. Weil in solchen Gewässern das Geschiebeaufkommen generell hoch ist und das Bachbett sehr häufig umgestaltet wird, ist die ökologische Bedeutung in der Regel gering. So ist z.B. der Furnerbach mit Ausnahme des Mündungsbereichs in die Lanquart nicht als Fischgewässer eingestuft. Ausnahmen sind die Gletschervorfelder. Diese liegen in Gebieten, bei welchen eine Beeinträchtigung durch Anlagen ausgeschlossen bzw. vernachlässigt werden kann.

Bestimmung Gefälle

Die Gefälle wurden mit Hilfe der DTM-AV Daten oder Querprofilaufnahmen und den Gewässerachsen des Kantons Graubünden über 100 m lange Abschnitte bestimmt. Das Resultat ist im Anhang 9 dargestellt.

Bild 7: Ragn da Ferrera bei Ausserferrera mit einem Gefälle von 3.5%. Die Strukturen werden durch Blöcke geprägt. Das Geschiebetransportvermögen beträgt ein Vielfaches des natürlichen Geschiebeaufkommens.

Bild 8: Beispiel Furnerbach mit einem sehr hohen Geschiebeaufkommen von rund 40‘000 m^3/Jahr und einer verzweigen Flussmorphologie, welche durch das häufig transportierte Geschiebe geprägt wird (Gefälle 5 bis 6%).

Bündner Südtäler

Die Zielgewässer in den Bündner Südtäler haben über längere Strecken auch Gefälle über 1 bis 2%.

Abgleich mit dem Amt für Jagd und Fischerei

Die nach den oben aufgeführten Kriterien ermittelten Zielgewässer wurden mit dem Amt für Jagd und Fischerei abgesprochen. Die Zielgewässer des Zwischenberichtes wurden mit dem Valserrhein und mit dem Rom ergänzt.

5.4 Zielgewässer

Übersicht

Aus dieser Analyse resultieren die Zielgewässer, welche in der Tabelle 4 aufgeführt und als Übersicht im Anhang 10 dargestellt sind. Ist in der Spalte Bemerkungen der Tabelle 4 der Begriff Anlage aufgeführt, so war diese mitbestimmend für die Festlegung des Gewässerabschnittes als Zielgewässer.

Schluchtstrecken

Die Zielgewässer umfassen auch verschiedene Schluchtstrecken. Die bekannteren sind die Roflaschlucht oder die Viamala am Hinterrhein, die Schinschlucht an der Ablula oder die Ruin Aulta am Vorderrhein. Auch wenn nicht in allen diesen Schluchtstrecken der Geschiebetransport eine ökologische Relevanz hat (wie z.B. in der Viamala) sind diese Abschnitte als Zielgewässer aufgeführt, weil sie nicht zu zusätzlichen Sanierungsmassnahmen führen und die Abgrenzung deshalb nicht erforderlich ist.

Zielgewässer	von	bis	Bemerkung
Einzugsgebiet Alpenrhein			
Alpenrhein	Reichenau	Fläsch	
Vorderrhein	Disentis	Reichenau	
	Sedrun	Disentis	Wasserfassung
Medelserrhein	Stausee St. Maria	Disentis	
Somvixerrhein	Runcahez	Rabius	
Glenner	Surcasti	Ilanz	
Valserrhein	Zervreila	Uors	
Rabiusa	Wanna	Versam	
Hinterrhein	Hinterrhein	Reichenau	
Ragn da Ferrera	Cröt	Bärenburg	Wasserfassung
Madrischer Rhein	Preda	Cröt	Wasserfassung
Averser Rhein	Juppa	Cröt	Wasserfassung
Albula	Preda	Sils i.D.	
Landwasser	Davos	Filisur	
Julia	Mulegns	Tiefencastel	
Plessur	Langwies	Chur	
Landquart	Klosters	Landquart	
Einzugsgebiet Inn			
Inn	St. Moritz	Martina	
Berninabach	Morteratsch	Pontresina	Kiesentnahme
Flaz	Pontresina	Samedan	Kiesentnahme
Spöl	Ova Spin	Zernez	Wasserfassung
Schergenbach	Laret	Spissermühle	Wasserfassung
Bündner Südtäler			
Moesa	San Bernardino	San Vittore	
Clancasca	Valbella	Grono	
Maira	Casaccia	Castasegna	
Orlegna	Plancanin	Casaccia	
Poschiavino	Braita	Le Prese	
Cavagliasch	Cavaglia	S. Carlo	Wasserfassung
Rom	Tschierv	Müstair	

Tabelle 4: Zusammenstellung der Zielgewässer (Bedeutung Bemerkung siehe Text).

absichtliche Leerseite

6 Beurteilung der Beeinträchtigung der Zielgewässer

6.1 Übersicht

Der Anhang 11 zeigt alle Zielgewässer mit dem gutachtlich beurteilten Grad der Beeinträchtigung. Alle Zielgewässer sind von Anlagen in irgendeiner Form beeinflusst, aber gemäss der gutachtlichen Beurteilung nicht zwingend beeinträchtigt. Abschnitte ohne Beeinträchtigung sind grün dargestellt, Abschnitte mit einer vernachlässigbaren Beeinträchtigung gelb und Abschnitte mit einer wesentlichen Beeinträchtigung rot. Für die pink eingefärbten Abschnitte werden „besondere Verhältnisse“ wegen Mehrfachbeeinflussung reklamiert. Die Anlagen, welche zu der Beurteilung „wesentliche Beeinträchtigung“ oder „besondere Verhältnisse“ führen, sind in der Grafik ebenfalls enthalten. Zu beachten ist, dass eine Sanierung der Anlagen Stausee Zervreila (Vals), Isola (Mesocco), Isel (Arosa) und Marmorera (Marmorera) als unverhältnismässig beurteilt wird. In der Tabelle 5 sind die gleichen Informationen wie im Anhang 11 bzw. wie im Anhang 12 zusammengestellt.

Zielgewässer	Abschnitt	Kurzbeschrieb Art der Beeinträchtigung	LR	HS	GW
01 - Alpenrhein	Landquart bis Ellhorn	kombinierter Einfluss Kiesentnahmen (und weiterer Anlagen), Sohleintiefungen Alpenrhein in der Periode 2005 bis 2011 zwischen Landquart und dem Ellhorn			
02 - Vorderrhein	Sedrun bis Drunmündung	zu geringe Spülfrequenz, Akkumulation von Geschiebe in der Stauhaltung, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke, Hochwassersicherheit			
	Einmündung Val Russein bis Einmündung Rein da Sumvitg	Erhöhung des Stauvolumens, Auswirkungen noch unbekannt da keine Erfahrung mit neuen Spülkonzept vorliegen			
04 - Landquart	Einmündung in Alpenrhein bis Mündung Arieschbach	kombinierter Einfluss Kiesentnahmen, Sohleintiefungen zwischen Küblis und Landquart in verschiedenen Perioden ausser zwischen 1995 und 2005 mit ausserodentlichen, hochwasser-bedingten Geschiebeeinträgen; möglicherweise Auswirkungen auf die Sohlstbilität im Alpenrhein			
05 - Plessur	Stausee Isel bis Blau Rüfi	Verlandung des Stausees, Geschiebeeinträge Furggatobelbach werden ausgebaggert, Geschiebedefizit unterhalb Stausee			
07 - Glenner	Stausee Zervreila bis Einmündung Peilerbach	kompletter Geschieberückhalt, Geschiebedefizit in der unterhalb liegenden Strecke			
03 - Hinterrhein	Panzerschiessplatz bis Einmündung Räppierbach	verändertes Geschieberegime wegen Gletscherrückzug?, Auflandungen im Bereich Panzerschiessplatz und in der Gemeinde Hinterrhein, Entnahmen aus Hochwasserschutzgründen			
	Stausee Sufers bis Einmündung Ual da Reischen	kompletter Geschieberückhalt, Geschiebedefizit in der folgenden Strecke			
	Mündung Ragn da Ferrera bis Ual da Reischen	zu geringe Spülfrequenz, Akkumulation von Geschiebe in der Stauhaltung, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke,Hochwassersicherheit			
13 - Ragn da Ferrera	Ausgleichsbecken Innerferrera bis Plan Davains	zu geringe Spülfrequenz, Akkumulation von Geschiebe in der Stauhaltung,lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke			
14 - Madrischer Rhein	Fassung Preda bis Einmündung in Ragn da Ferrera	zu geringe Spülfrequenz, Akkumulation von Geschiebe in der Stauhaltung, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke			
12 - Julia	Stausee Burvagn bis Einmündung in Albula	kombinierter Einfluss Kiesentnahmen und Spülfrequenz Stausee Burvagn, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke,			
	Mulegns bis Einmündung Ragn d'Err	Rückhalt von Kies und Sandfraktionen durch Absetzbecken, Geschiebedefizit in der folgenden Strecke			
	Stausee Marmorera bis Mulegns	kompletter Geschieberückhalt, Geschiebedefizit in der folgenden Strecke			
11 - Landwasser	Davos Dorf bis Ardüs	Geschiebesammler an den meisten Seitengewässern, vermutlich Geschiebedefizit im Landwasser			
19 - Flaz	Morteratsch bis Pontresina	Rückhalt von Kies und Sandfraktionen durch Absetzbecken, Geschiebedefizit in der folgenden Strecke		?	
16 - Inn Oberengadin	S-chanf bis Einmündung Ova da Punt Ota	vermutlich zu geringe Spülfrequenz, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke			
18 - Spöl	Ausgleichsbecken Ova Spin bis Einmündung in den Inn (Zernez)	vermutlich zu geringe Spülfrequenz, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke			
15 - Inn Unterengadin	Pradella bis Einmündung La Brancla	vermutlich zu geringe Spülfrequenz, lange Perioden ohne und wenige Tage mit übermässigem Geschiebeeintrag in die Unterwasserstrecke			
17 - Schergenbach	Samnaun-Laret bis Einmündung Zandersbach	Fassung nicht spülbar, periodische Kiesentnahmen sind aktuell notwendig			
20 - Poschiavino	Lagh da Braita bis Einmündung Val da Camp	Fassung aufgrund der Form des Stauraumes nur bedingt mit Einsatz von Baumaschinen spülbar, ungenügende Spülfrequenz			
	Alpe Palü bis Puntalta	Weitertransport des Geschiebes durch Cavagliaebene ist nicht sichergestellt, Auflandungen in der Cavagliaebene, Einfluss des Gletscherrückgangs auf das Geschiebeaufkommen unsicher			
22 - Moesa	Stausee Isola bis Pian San Giacomo	Geschieberückhalt Stausee Isola			
23 - Calancasca	Stausee Molina bis Einmündung in Moesa (Grono)	Geschieberückhalt Stausee Molina			
Legende					
	besondere Verhältnisse				
	Sanierung unverhältnismässig				

Tabelle 5: Zusammenstellung der Gewässerabschnitte, in welchen ein Sanierungsbedarf vorhanden bzw. im Detail zu prüfen ist.

6.2 Wasserkraftanlagen

Übersicht

Aufgrund der Darlegungen im Abschnitt 4.2 besteht bei den Tirolerwehren und den Regulierwehren kein Sanierungsbedarf. Bei den Talsperren bzw. den Stauseen sind bei verschiedenen Anlagen Abklärungen notwendig. Weiter ist das Spülregime bei mehreren Fassungen vom Typ Stauwehr zu optimieren.

Talsperren / Stauseen

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Stausee Barcuns	Vorderrhein	unbestimmt	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2020-2025	**Realisierungszeitraum**	2025+3
Besonderes	Ob eine Sanierung erforderlich und/oder verhältnismässig ist, kann nicht definitiv beantwortet werden. Heute ist der Vorderrhein im Abschnitt zwischen der Einmündungen Val Russein und Val da Sumvitg nicht wesentlich beeinträchtigt. Der Grund könnten die Umbauten am Stausee in den letzten Jahren sein, weil in dieser Zeit kein Geschiebe zurückgehalten wurde. Als Entscheidungsgrundlage ist eine Beurteilung des bewilligten Spülregimes nach einigen Betriebsjahren erforderlich.		
Abstimmung	Die Massnahme muss auf den Kraftwerksbetrieb und einer allfälligen Bewirtschaftung des Stausees als Fischgewässer abgestimmt werden.		

Tabelle 6: Stausee Barcuns Einzugsgebiet Vorderrhein.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Stausee Sufers	Hinterrhein	bauliche u/o betriebliche Massnahmen denkbar	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum		
Planungszeitraum	2017-2022	**Realisierungszeitraum**	2023+7
Besonderes	Der Stausee Sufers hat atypisch zu den grossen Talsperren ein relativ grosses Einzugsgebiet und alles Geschiebe wird seit rund 50 Jahren zurückgehalten. Ob eine Sanierung erforderlich und/oder verhältnismässig ist, kann nicht definitiv beantwortet werden. Als Entscheidungsgrundlage müssen einerseits die möglichen baulichen und betrieblichen Massnahmen am Stausee und andererseits die ökologischen Anforderungen aus Sicht der folgenden Flussabschnitte unter Berücksichtigung eines optimierten Spülregimes der Fassungen Ferrera und Bärenburg vertieft geprüft werden.		
Abstimmung	Die Massnahme muss auf den Kraftwerksbetrieb und die Optimierung der Spülungen der Fassungen Preda am Madrischer Rhein, Ferrera am Ragn da Ferrera und Bärenburg am Hinterrhein abgestimmt werden. Weiter ist die Bewirtschaftung des Stausees als Fischgewässer zu berücksichtigen.		

Tabelle 7: Stausee Sufers Einzugsgebiet Hinterrhein.

Stauwehre

Zahlreiche Stauwehre müssen wegen des relativ grossen Geschiebe- und Feststoffaufkommens alle ein bis zwei Jahre oder häufiger gespült werden. Bei verschiedenen Stauwehren wird jedoch relativ selten gespült, so dass während mehreren Jahren die gesamt Geschiebefracht zurückgehalten wird, so dass diese bei einem einzigen Spülereignis konzentriert ins Unterwasser transportiert wird, was dort zu morphologisch unerwünschten Veränderungen führt. In der Regel wird in den Spülbewilligungen eine Minimalwassermenge vorgegeben, welche bei Spülungen überschritten werden muss. Bei den in der Tabelle 8 bis Tabelle 12 aufgeführten Anlagen muss eine häufigere Spülung überprüft werden. Dabei sind nicht nur geschiebetechnische Fragestellungen zu untersuchen, sondern auch z.B. die fischereiliche Bewirtschaftung oder ökologische Bedeutung der Stauhaltung inklusive des Stauwurzelbereichs und der angrenzenden Gewässerabschnitte. Aus diesem Grunde kann ohne weitergehende Untersuchungen der Sanierungsbedarf nicht definitiv beurteilt werden.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Fassung Sedrun	Vorderrhein	betriebliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum, Hochwasserschutz		
Planungszeitraum	2017-2022	**Realisierungszeitraum**	2022+3
Besonderes	Das Stauwehr am Vorderrhein bei Sedrun wird relativ selten gespült (seltener als 4 bis 5 Jahre). In der Flachstrecke unterhalb der Fassung mit dem neuen Zugang zum Gotthardbasistunnel sind Geschiebeablagerungen wahrscheinlich. Diese könnten die Abflusskapazität unerwünscht reduzieren.		
Abstimmung	Die Massnahme beim Stauwehr am Vorderrhein in Sedrun muss auf die Bewirtschaftung und Bedeutung des Staubereichs als Fischgewässer, der kürzlich durchgeführten Renaturierung im Stauwurzelbereich und weiter rheinaufwärts, das Geschiebetransportvermögen in der Flachstrecke unterhalb der Fassung sowie die geplanten Renaturierungsmassnahmen am Vorderrhein oberhalb der Drunmündung und im Drun selbst im Zusammenhang mit dem Gotthardbasistunnel der Alptransit AG abgestimmt sein.		

Tabelle 8: Fassung Sedrun Einzugsgebiet Vorderrhein.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
Fassung Preda Fassung Ferrera Fassung Bärenburg	Madrischer Rhein Ragn da Ferrera Hinterrhein	betriebliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum, Hochwasserschutz (letzteres nur bei Bärenburg)		
Planungszeitraum	2015-2018	**Realisierungszeitraum**	2019
Besonderes	Die Fassungen Preda, Ferrera und Bärenburg liegen in Serie an aufeinander folgenden Fliessgewässern und bestehen alle seit rund 50 Jahren. Im Zusammenhang mit der laufenden Sanierung der Anlagen der Kraftwerke Hinterrhein wurde die Fassung Perda das erste Mal gespült. Die Fassungen Ferrera und Bärenburg wurden in der Vergangenheit zwar gespült, aber jeweils im Abstand von mehreren Jahren. Zur Zeit wird in einer fünfjährigen Versuchsphase die Optimierung des Spülbetriebes getestet.		
Abstimmung	Die Massnahme muss auf die Bewirtschaftung und Bedeutung vor allem des Stausees Preda als Fischgewässer abgestimmt sein.		

Tabelle 9: Fassungen Preda, Ferrera und Bärenburg Einzugsgebiet Hinterrhein, Ragn da Ferrera und Madrischer Rhein.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
Stausee Burvagn Entnahmen Kieswerk Ela	Julia	bauliche u/o betriebliche Massnahmen denkbar	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2022-2027	**Realisierungszeitraum**	2028+2
Besonderes	Die Fassung Burvagn wird alle 4 bis 5 Jahre gespült. Die Stauraumgeometrie ist für eine effiziente Spülung nicht optimal. Zudem ist der folgende Gewässerabschnitt bis zur Julia steil und das ökologische Potential wird als gering eingestuft. Es ist deshalb unsicher, ob eine vertiefte Analyse zu einem Sanierungsbedarf führt oder nicht.		
Abstimmung	Die Massnahme muss auf die Kiesentnahmen im Bereich der Stauwurzel, die Verlandung im Stausee Solis und die Erfahrungen mit dem Geschiebeumleitstollen Solis, dem Kraftwerksbetrieb und die Bewirtschaftung des Stausees als Fischgewässer abgestimmt werden.		

Tabelle 10: Stausee Burvagn und Kiesentnahmen im Stauwurzelbereich, Einzugsgebiet Julia.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
Fassung S-chanf	Inn	betriebliche Massnahmen	erforderlich
Fassung Pradella	Inn		
Fassung Ova Spin	Spöl		
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2017-2026	**Realisierungszeitraum**	2027
Besonderes	Die Fassung Ova Spin am Spöl wird alle 10 bis 15 Jahre gespült. Bei den beiden Innfassungen S-chanf und Pradella werden zwar jährliche Spülungen angestrebt. Die festgelegten Grenzwassermengen erlauben dies aber nicht, weil diese nicht jedes Jahr erreicht werden. Aus diesem Grunde ist das Spülkonzept zu überprüfen.		
Abstimmung	Abstimmung der Spülungen der drei Fassungen untereinander und auf die Dynamisierung des Restwassers im Spöl zwischen der Staumauer Punt dal Gall und der Fassung Ova Spin, sowie auf die Bewirtschaftung des Stausees OvaSpin als Fischgewässer.		

Tabelle 11: Anlagen vom Typ Stauwehr im Einzugsgebiet des Inn, bei welchen eine Sanierung zu prüfen ist.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
Fassung KW Samnaun	Schergenbach	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2015-2018	**Realisierungszeitraum**	2019+1
Besonderes	Mit Spülungen kann der Einlaufbereich der Fassung nicht von Sedimenten freigespült werden. Deshalb wird Geschiebe aus der Stauhaltung entnommen. Mit baulichen Anpassungen im Fassungsbereich und einer Betriebsänderungen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit Verbesserungen bei der Geschiebedurchgängigkeit möglich.		
Abstimmung	Gemäss heutigem Kenntnisstand allenfalls Abstimmungen mit Kiesentnahmen erforderlich.		

Tabelle 12: Fassung KW Samnaun Einzugsgebiet Schergenbach/Inn.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Fassung Molina	Calancasca Moesa	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2022-2027	**Realisierungszeitraum**	2028+2
Besonderes	Die Fassung Molina an der Calancasca bei Buseno wurde sehr selten gespült. Spülungen sind schwierig umzusetzen, weil die Stauraumgeometrie für eine effiziente Spülung nicht optimal ist. Zudem ist der folgende Gewässerabschnitt bis zur Moesa steil und das ökologische Potential wird als gering eingestuft. Dafür ist es im folgenden Moesaabschnitt bis zur Kantonsgrenze gross. Es ist deshalb unsicher, ob eine vertiefte Analyse zu einem Sanierungsbedarf führt oder nicht bzw. dieser verhältnismässig ist.		
Abstimmung	Die Massnahme muss auf die Bewirtschaftung und Bedeutung des Stausees als Fischgewässer abgestimmt sein.		

Tabelle 13: Fassung Molina Einzugsgebiet Calancasca/Moesa.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Fassung Palü	Cavagliasch Poschiavino	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2017-2022	**Realisierungszeitraum**	2023+2
Besonderes	Der Cavagliasch ist ein relevanter Geschiebezubringer des Poschiavinos. Massgebend für den Geschiebetransport im Cavagliasch ist die Flachstrecke bei Cavaglia. Dort werden zur Zeit Anlandungen beobachtet. Eine der Ursachen dafür könnte die Wasserausleitung zwischen der Zentrale Cavaglia und der Fassung Puntalta sein. In diesem Abschnitt wird das Turbinenwasser von der Stufe Lagh da Palü - Cavaglia nicht genutzt, fliesst aber in einem separaten Kanal und nicht im Cavagliasch bis nach Puntalta. Zu prüfen ist, in welchem Ausmass sich das Geschiebetransportvermögen in der Cavagliaebene bei einer Wasserrückgabe in den Cavagliasch bei der Zentrale Cavaglia ändert. Allenfalls muss die Fassung Puntalta angepasst werden.		
Abstimmung	Gemäss heutigem Kenntnisstand keine Abstimmungen erforderlich.		

Tabelle 14: Fassung Palü Einzugsgebiet Poschiavino, spezieller Anlagetyp: Wasserausleitung ohne Wasserkraftnutzung.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
Fassung Breita	Poschiavino	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum		
Planungszeitraum	2017-2022	**Realisierungszeitraum**	2023+2
Besonderes	Die Fassung Braita kann aufgrund der Beckenform und des Gefälles nicht oder nur mit erheblicher Unterstützung von Baumaschinen gespült werden. Die Spülhäufigkeit ist ungenügend. Um die Spülmöglichkeiten zu verbessern, sind bauliche Massnahmen notwendig.		
Abstimmung	Gemäss heutigem Kenntnisstand keine Abstimmungen erforderlich.		

Tabelle 15: Fassung Braita Einzugsgebiet Poschiavino.

6.3 Kiesentnahmen

Überprüfung der Bewilligungen der Kiesentnahmen aus den Fliessgewässern durch den Kanton Graubünden

Der Kanton Graubünden prüft derzeit sämtliche Bewilligungen der Kiesentnahmen aus Fliessgewässern, ob sie den Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung genügen. Im Rahmen dieser Überprüfung zeigte es sich, dass die Entnahmen aus den stark geschiebeführenden Zuflüssen der Landquart im Vorderen Prättigau zusammen und nicht isoliert betrachtet werden müssen, weil alle den Geschiebehaushalt der Landquart beeinflussen. Die Auswertung der Sohlenlagen des Alpenrheins in der Periode von 1995 bis 2005 zeigten im Kanton Graubünden eine mehrheitlich stabile Sohlenlage während in der folgenden Periode bis 2011 unterhalb der Landquartmündung Eintiefungen festgestellt werden mussten. Bei zwei weiteren kommerziellen Kiesentnahmen (Berninabach und Julia) wurden wesentliche Unterschiede in der Korngrössenverteilung unter- und oberhalb der Entnahmestelle festgestellt. Eine Besonderheit sind die kürzlich aus Hochwasserschutzgründen durchgeführten Entnahmen am Hinterrhein bei Hinterrhein.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
KW Montebello AG	Berninabach Flaz	betriebliche und evtl. bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum und möglicherweise Hochwasserschutz (Eintiefung)		
Planungszeitraum	2017-2020	**Realisierungszeitraum**	2021
Besonderes	Das Kieswerk Montebello AG entnimmt Kies aus dem Berninabach bei Morteratsch. Die Kornverteilung des Substrates unterhalb der Entnahmestelle ist substantiell gröber als oberhalb der Entnahmestelle.		
Abstimmung	Abstimmungen mit Auflandung im Flaz beim Flugplatz Samedan bzw. einer allfälligen Geschiebebewirtschaftung im neuen Flazgerinne sowie den Renaturierungsprojekten im Inn zwischen Bever und La Punt.		

Tabelle 16: Kiesentnahme aus Berninabach bei Pontresina, Einzugsgebiet Inn.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
KW Arieschbach KW Furnerbach KW Schraubach KW Landquart-mündung	Landquart und Alpenrhein	betriebliche und evtl. bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2015-2018	**Realisierungszeitraum**	2019*
Besonderes	Die Kiesentnahmen sind vermutlich nicht nur kommerziell erwünscht, sondern auch aus Hochwasserschutzgründen an den Seitenbächen und eventuell in begrenztem Ausmass auch für den Hochwasserschutz in der Landquart notwendig. Allerdings können übermässige Entnahmen auch zu unerwünschten Eintiefungen führen. Auch besteht vermutlich zwischen den Sohlenveränderungen am Alpenrhein unterhalb Landquart und den Kiesentnahmen im Einzugsgebiet der Landquart und in deren Mündungsbereich ein Zusammenhang. Aus diesem Grunde ist eine gesamtheitliche Analyse erforderlich.		
Abstimmung	Abstimmung mit vor kurzem durchgeführten Revitalisierungen an der Landquart, den Bedürfnissen des Hochwasserschutzes auf den Wildbachkegeln der Landquartzuflüssen mit den Kiesentnahmen sowie mit der sich in Planung befindenden Wasserkraftanlage Chlus und den Anforderungen des Alpenrheins an den Geschiebehaushalt.		

Tabelle 17: kommerzielle Kiesentnahmen im Einzugsgebiet der Landquart und bei der Mündung der Landquart in den Alpenrhein (*: auch von der bestehenden Konzession abhängig).

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
KW Mulegns AG	Julia	betriebliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Lebensraum		
Planungszeitraum	2017-2019	**Realisierungszeitraum**	2020
Besonderes	Das Kieswerk Fasolini Signorell SA entnimmt Kies aus der Julia bei Mulegns. Der Kies wird mehrheitlich vollständig in einem Absetzbecken zurückgehalten. Die Kornverteilung des Substrates unterhalb der Entnahmestelle ist substantiell gröber als oberhalb der Entnahmestelle.		
Abstimmung	Abstimmungen auf Restwasserverhältnisse.		

Tabelle 18: Kiesentnahme bei Mulegns, Einzugsgebiet Julia.

Anlage	betroffene Zielgewässer	Art der Massnahme	vertiefte Abklärung
keine	Hinterrhein	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2015-2018	**Realisierungszeitraum**	2020+5
Besonderes	Im Hinterrhein bei Hinterrhein wurden vor kurzem umfangreiche Geschiebeablagerungen beobachtet. Ein Gesuch für die Entnahme eines Teils der Ablagerungen aus Gründen des Hochwasserschutzes wurde vom Kanton bewilligt mit der Auflage, dass auch bauliche Alternativen zur Verbesserung der Geschiebekontinuität geprüft werden. Es ist unklar, ob der Rückzug des Rheinwaldgletschers zu einem „vorübergehend“ erhöhten Geschiebeaufkommen führt.		
Abstimmung	Abstimmungen mit der Revitalisierungsplanung und den Anforderungen an den Hochwasserschutz von verschiedenen Akteuren erforderlich (Waffenplatz Hinterrhein, Nationalstrasse, Kantonsstrasse, Gemeinde Hinterrhein, Wasserkraftanlage).		

Tabelle 19: Kiesentnahme aus Hochwasserschutzgründen aus dem Hinterrhein bei Hinterrhein.

6.4 Flusskorrektionen

Wie im Abschnitt 4.4 dargelegt, können Flusskorrektionen den Geschiebehaushalt relevant beeinflussen. Weil allfällige Sanierungsmassnahmen Gegenstand des Moduls „Revitalisierungen Fliessgewässer“ sind, wird nicht darauf eingegangen.

6.5 Wildbachverbauungen

Geschiebesammler und Geschieberückgaben

Die Auswirkungen der zahlreichen Geschiebesammler im Raum Davos auf das Landwasser müssen im Detail untersucht werden. Weiter soll die Geschieberückgabe in die Talflüsse gefördert werden. Da es eine Vielzahl von Einschränkungen gibt, muss im Rahmen des Unterhaltes immer im Einzelfall entschieden werden, ob und in welchem Ausmass eine Rückgabe möglich ist. Dafür sollen einzugsgebietsweise mögliche Geschieberückgabestellen erfasst und nach Möglichkeit die Randbedingungen für eine Rückgabe erarbeitet werden. Dafür sind detaillierte Abklärungen erforderlich, welche Gegenstand der zweiten Projektphase mit der Detailplanung ab 2015 sind. Im Vordergrund stehen der Vorderrhein bei Trun, Hinterrhein im Domleschg, Alpenrhein Churer Rheintal und Bündner Herrschaft, Moesa zwischen Cabbiolo und Roveredo, am Poschiavino oberhalb des Lago di Poschiavo und Maira zwischen Vicosoprano und Landesgrenze.

Anlage	**betroffene Zielgewässer**	**Art der Massnahme**	**vertiefte Abklärung**
Geschiebesammler Davos	Landwasser	betriebliche und bauliche Massnahmen	erforderlich
Art Beeinflussung	Besondere Verhältnisse		
Planungszeitraum	2020-2025	**Realisierungszeitraum**	2026+4
Besonderes	Geschiebesammler an den meisten Seitengewässern des Landwassers lassen ein Geschiebedefizit im Landwasser vermuten. Mangels Strukturen infolge von Verbauungen kann ein Defizit nicht ohne weiteres nachgewiesen werden. Weiter ist nicht klar, ob eine Sanierung aus Hochwasser-schutzgründen technisch machbar und verhältnismässig ist. Eine Detailuntersuchung ist notwendig.		
Abstimmung	Abstimmungen mit Bedürfnissen des Hochwasserschutzes und der Wasserkraftanlagen des EW Davos.		

Tabelle 20: Geschieberückhaltebecken im Raum Davos.