

Projekt-Nr. 11.126-2

---

# **Bestimmung der natürlichen Gerinnesohlenbreiten für die grossen Talflüsse im Kanton Graubünden**

## **Bericht**

---

09. Januar 2014

## Impressum

### Verteiler

- Amt für Natur und Umwelt (ANU)
- Tiefbauamt Graubünden, Abteilung Wasserbau (TBA/WB GR)

---

### Auftraggeber

Amt für Natur und Umwelt  
Gürtelstrasse 89  
7000 Chur

Kontaktperson:  
Herr David Schmid  
081 257 29 58  
[david.schmid@anu.gr.ch](mailto:david.schmid@anu.gr.ch)

---

### Auftragnehmer

Eichenberger Revital SA  
Ingenieurbüro für Wasserbau  
und Gewässerrevitalisierung  
Rheinfelsstrasse 2  
7000 Chur

Kontaktperson:  
Melanie Ulrich  
081 286 06 69  
[melanie.ulrich@eichenberger-revital.ch](mailto:melanie.ulrich@eichenberger-revital.ch)  
[www.eichenberger-revital.ch](http://www.eichenberger-revital.ch)

---

Version	Datum	Verantw.	Bemerkungen
V1	23.12.2013	MU/TO	für Vernehmlassung bei Tiefbauamt Graubünden
V2	09.01.2014	MU	für Endabgabe bei ANU und Tiefbauamt Graubünden

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Gesetzliche Ausgangslage .....	1
1.2	Gewässerraumausscheidung im Kanton Graubünden .....	1
1.3	Problemstellung .....	2
1.4	Auftrag .....	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1	Studien und weiterführende Literatur .....	3
2.2	Rechtliche Grundlagen .....	4
2.3	Kartengrundlagen (ArcGIS/ Info Shape-Dateien) .....	4
2.4	Abkürzungen .....	4
<b>3</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>5</b>
3.1	Vorgehen und Annahmen .....	5
3.1.1	Projektperimeter .....	6
3.1.2	Begriffsdefinitionen.....	6
3.2	Abschnittsbildung.....	9
3.3	Bestimmung der natürlichen Gerinnesohlenbreite .....	10
3.3.1	Methode 1: Naturnahe Referenzstrecke.....	10
3.3.2	Methode 2: Ökomorphologisches Gewässerinventar.....	13
3.3.3	Methode 3: Theoretische Ansätze .....	14
3.3.4	Methode 4: Historische Bettbreiten .....	14
3.3.5	Festlegung der natürlichen Gerinnesohlenbreite .....	15
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
4.1	Natürliche Gerinnesohlenbreiten .....	17
4.1.1	Einzugsgebiet Alpenrhein.....	17
4.1.2	Einzugsgebiet Vorderrhein .....	18
4.1.3	Einzugsgebiet Hinterrhein.....	19
4.1.4	Einzugsgebiet Landquart .....	20
4.1.5	Einzugsgebiet Plessur .....	21
4.1.6	Einzugsgebiet Albula .....	21
4.1.7	Einzugsgebiet Inn .....	24
4.1.8	Einzugsgebiet Rom .....	26
4.1.9	Einzugsgebiet Maira .....	27
4.1.10	Einzugsgebiet Moesa.....	27
4.2	Erste Gewässerraumausscheidung .....	28
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>29</b>
5.1	Erkenntnisse .....	29
5.2	Empfehlung Anwendung .....	29
5.2.1	Einzelgerinne .....	29
5.2.2	Verzweigtes Gerinne .....	29
5.3	Empfehlung weiteres Vorgehen.....	30

<b>A</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>31</b>
A.1	Anhang I: Natürliche Gerinnemorphologie .....	32
A.2	Anhang II: Qualitätsklassen .....	33

### **Beilagen**

Beilage 1: Längenprofile der Gerinne

Geodatenbank inkl. Datenbeschrieb

Übersichtskarte im Massstab 1:200'000



## 1 Einleitung

### 1.1 Gesetzliche Ausgangslage

Seit dem 1. Januar 2011 ist das revidierte Gewässerschutzgesetz (GSchG) [17] und seit dem 1. Juni 2011 die dazugehörige Gewässerschutzverordnung (GSchV) [18] in Kraft. Gemäss Art. 36a GSchG müssen die Kantone mit dem Gewässerraum folgende Funktionen gewährleisten:

- a. natürlichen Funktionen der Gewässer;
- b. Schutz vor Hochwasser;
- c. Gewässernutzung.

Der Gewässerraum (GewR) setzt sich dabei dreiteilig aus einem linken und rechten Uferbereich sowie der natürlichen Gerinnesohlenbreite (nGSB) zusammen (Bild 1).

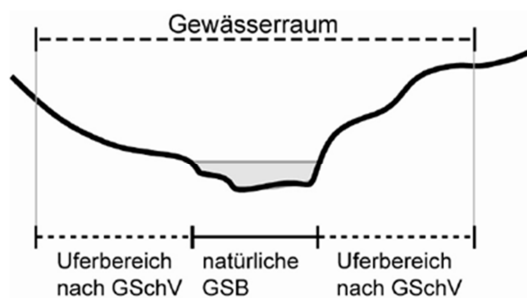


Bild 1: Schema des Gewässerraums.

Wie der Gewässerraum an Fließgewässern ausgeschieden wird, ist in Art. 41a GSchV aufgeführt. Zentral ist dabei die nGSB, auf ihr basiert die GewR-Ausscheidung. Es wird zwischen „inventarisiertem Gebiet“ und „übrigem Gebiet“ unterschieden. Zu den inventarisierten Gebieten gehören in der Regel Schutzgebiete, welche einen Wasserbezug aufweisen (z.B. Auen). Bei den übrigen Gebieten ist der Gewässerraum nur für Gewässer mit einer bestehenden Gerinnesohlenbreite unter 15 m vorgegeben. Für grosse Fließgewässer mit einer bestehenden Gerinnesohlenbreite grösser als 15 m bestehen keine Vorgaben. Hier muss der Kanton den GewR selber festlegen.

Gestützt auf die Übergangsbestimmungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) muss der Kanton den GewR für die Fließgewässer bis zum 31. Dezember 2018 festgelegt haben.

### 1.2 Gewässerraumausscheidung im Kanton Graubünden

Im Kanton Graubünden sind bereits ab dem Jahre 2006 Gewässerräume ausgeschieden worden (Gewässerraum nach Bündner Methode). Diese sind in der Regel so festgelegt worden, dass Bauten und Anlagen ausserhalb des Gewässerraums zu liegen kommen. Da dies mit der neuen Gesetzgebung nicht vereinbar ist, muss der Gewässerraum im Kanton Graubünden, nach Massgabe der neuen Gesetzgebung, nochmals ausgeschieden werden.

Für die Ermittlung des GewR gemäss der neuen Gesetzgebung hat der Kanton Graubünden einen Leitfaden zur Gewässerraumausscheidung erarbeitet [4]. Dieser soll eine einheitliche Praxis im ganzen Kanton gewährleisten.

Für grosse Fliessgewässer mit Gerinnesohlenbreiten grösser als 15 m hat das Amt für Natur und Umwelt Graubünden<sup>1</sup> (ANU GR) in diesem Leitfaden bestimmt, dass die Uferbreite bei nicht inventarisierten Gebieten auf jeder Seite 15 m betragen soll. Das entspricht der Uferbreite von inventarisierten Gebieten.

In einem Pilotprojekt erfolgte am Alpenrhein und Vorderrhein die Gewässerrauhausscheidung gemäss dem Leitfaden [4]. Das Pilotprojekt hat jedoch gezeigt, dass mit diesem Leitfaden die Gewässerräume tendenziell zu klein ausgeschieden werden. Im Wesentlichen ist dies darauf zurückzuführen, dass die fachgerechte Ermittlung der nGSB an grossen Talflüssen schwierig ist und deshalb nicht ohne vertiefte wasserbauliche Fachkenntnisse erfolgen kann.

### 1.3 Problemstellung

An grossen Talflüssen ist die nGSB schwierig zu bestimmen, weil kaum noch natürliche Referenzstrecken vorhanden sind und das Geschiebe- und Abflussregime in der Regel beeinflusst ist. Anhand verschiedener Indizien, theoretischen Ansätzen und entsprechender Fachkenntnis kann die nGSB jedoch auch an grossen Talflüssen abgeschätzt werden.

Gestützt auf die Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt ist das ANU GR zum Schluss gekommen, die nGSB an Flüssen mit bestehenden Gerinnesohlenbreiten grösser als 15 m im Kanton durch ein Fachbüro bestimmen zu lassen.

### 1.4 Auftrag

Mit der Departementsverfügung vom 26. Juli 2013 erteilte der Kanton GR dem Ingenieurbüro Eichenberger Revital SA auf Antrag des ANU GR deshalb den Auftrag, an Bündner Flüssen mit einer bestehenden Sohlenbreite von mehr als 15 m die nGSB zu bestimmen. Die nGSB soll basierend auf bestehenden Datengrundlagen ermittelt werden.

Ziel des Auftrags ist:

- für die zuständigen Behörden eine fachliche Grundlage für die Gewässerrauhausscheidungen und Gewässerrauhaufestigungen zu erstellen,
- eine stufengerechte Grundlage, welche bei Bedarf im Detaillierungsgrad erhöht werden kann, anzufertigen,
- basierend auf den Vorgaben der neuen Gesetzgebung eine erste Bestimmung des GewR an den grossen Talflüssen vorzunehmen.

Als Produkt werden dem ANU GR ein Geodatensatz im ArcGIS Format (ESRI) sowie Bericht, Anhang und Beilagen abgegeben.

---

<sup>1</sup> Sitzung mit ANU GR vom 22. Februar 2012

## 2 Grundlagen

### 2.1 Studien und weiterführende Literatur

- [1] Amt für Umwelt GR (AfU): Methode zur Untersuchung von Fliessgewässern: Ökomorphologie. Handbuch, Version 2.3. Chur, 1. Januar 2001
- [2] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend), Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Mitteilungen zum Gewässerschutz, Nr. 27. Bern, 1998
- [3] Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG): Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Wegleitung. Biel, 2001
- [4] Eichenberger Revital SA (ER): Gewässerraumausscheidung Graubünden. Leitfaden. Chur, 2. Mai 2013
- [5] Eichenberger Revital (ER): Gewässerraum Moesa. Bericht vom August 2008 im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Nr. 07.42, Chur 2008
- [6] Eichenberger Revital (ER): Gewässerraum Rombach, Zweite Bearbeitungsstufe-Gesamtflusslauf. Bericht vom 30. März 2010 im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Nr. 08.63-2, Chur 30. März 2010
- [7] Eichenberger Revital (ER): Gewässerraum Vorderrhein nach der Bündner Methode. Bericht im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Nr. 07.43.1. Chur, 25. Oktober 2011
- [8] Eichenberger Revital (ER): Massnahmenkonzept NSF KW Solis, Heidbach und Seitengewässer. GWR-Ausscheidung Heidbach und Seitengewässer im Auftrag der EWZ. Chur, 2012
- [9] Eichenberger Revital SA (ER): Gemeinde Bever, Beverin Gewässerraumausscheidung. Kurzbericht im Auftrag der Gemeinde Bever, Nr. 13.169-1, Chur, 7. Oktober 2013
- [10] Hunziker, Zarn & Partner (HZP): Gewässerraum Landquart. Bericht im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Projekt Nr. A-278, Domat/Ems, Oktober 2005
- [11] Hunziker, Zarn & Partner (HZP): Gewässerraum Alpenrhein. Bericht im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Projekt Nr. A-334, Domat/Ems, Mai 2006
- [12] Hunziker, Zarn & Partner (HZP): Gewässerraum Oberengadin: Inn, Flaz, Bernina- und Rosegbach, Beverin, Chamuerabach und Ova d'Alvra. Bericht im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Projekt Nr. A-355. Domat/Ems, April 2007
- [13] Hunziker, Zarn & Partner (HZP): Gewässerraum Hinterrhein. Bericht im Auftrag vom Amt für Natur und Umwelt GR, Projekt Nr. A-415. Domat/Ems, Oktober 2008
- [14] Hunziker, Zarn & Partner (HZP): Gewässerraum Landquart Fideris. Fachgutachten im Auftrag vom Tiefbauamt Graubünden, Projekt Nr. A-771. Domat/Ems, 22. Mai 2013
- [15] Konferenz der Kantonalen Vermessungsämter (KKVA): Detaillierungsgrad in der amtlichen Vermessung, Informationsebene Bodenbedeckung. Richtlinie. 16. Juni 2011
- [16] Marti, Ch., Bezzola, G.R. : Sohlenmorphologie in Flussaufweitungen, Jahrestagung der SGMG in Erstfeld, 2003

## 2.2 Rechtliche Grundlagen

- [17] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (SR 814.20). Aktuelle Version in Kraft seit: 01.01.2011
- [18] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201). Aktuelle Version in Kraft seit: 01.08.2011
- [19] Urteil Bezirksgericht Plessur. Nr. 117, Chur, 26. Juni 1970

## 2.3 Kartengrundlagen (ArcGIS/ Info Shape-Dateien)

- [20] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Einzugsgebietsgliederung Schweiz (EZGG-CH).
- [21] geogr.ch: Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung (AV-Daten).
- [22] geogr.ch: Digitales Höhenmodell (DTM-AV).
- [23] geogr.ch: Ökomorphologisches Gewässerinventar (ArcGIS/Info Shape-Datei).
- [24] geogr.ch: Orthophotos.
- [25] geogr.ch: Relief aus DTM-AV, Auflösung 25 m.
- [26] Meisser Vermessungen AG, Straub AG, GEO Info: Flussvermessungsdaten. 1998-2013
- [27] swisstopo: Dufourkarten 1:100'000, 31. Dezember 1939.
- [28] swisstopo: Siegfriedkarten 1:50'000, 31. Dezember 1949.
- [29] swisstopo: Vektor25, Gewässernetz, GEWISS stand 1999.

## 2.4 Abkürzungen

ANU GR	Amt für Natur und Umwelt Graubünden
AV	Amtliche Vermessung
GewR	Gewässerraum
GewR BM	Gewässerraumausscheidung nach Bündner Methode
GSB	Gerinnesohlenbreite
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer
GSchV	Gewässerschutzverordnung
HWS	Hochwasserschutz
nGSB	natürliche Gerinnesohlenbreite

## 3 Methodik

Im folgenden Kapitel Methodik wird erst auf das Vorgehen im Allgemeinen, die Annahmen, den Projektperimeter sowie auf die Begriffsdefinitionen eingegangen. Das detaillierte Vorgehen ist anschliessend in den Abschnitten „Abschnittsbildung“ und „Bestimmung der natürlichen Gerinnesohlenbreite“ beschrieben.

### 3.1 Vorgehen und Annahmen

Auf der Basis des bestehenden ökomorphologischen Gewässerinventars wird dessen Gewässernetz analog dem Leitfaden „Gewässerraumausscheidung Graubünden“ [4] in morphologisch sinnvolle, wenige Kilometer lange Abschnitte gegliedert (Abschnitt 3.2). Für diese Abschnitte werden dann die nGSB unter Berücksichtigung von Referenzstrecken, morphologischen Kenngrössen, historischen Daten, Daten des ökomorphologischen Gewässerinventars (Wasserspiegelbreitenvariabilität) [23] sowie theoretischen Überlegungen gutachterlich bestimmt (Abschnitt 3.3). Da die Datengrundlage unterschiedlich ist, werden Güteklassen gebildet und so die gutachterlich bestimmten nGSB kategorisiert. Anschliessend wird eine erste Gewässerraumausscheidung vorgenommen (Abschnitt 4.2). Dabei werden die Gewässer-raumbreiten gemäss dem Leitfaden [4] bestimmt und bezogen auf die Gewässerachse des ökomorphologischen Gewässerinventars symmetrisch dargestellt.

Der vorliegenden Untersuchung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Alle verwendeten Datengrundlagen sind Momentaufnahmen. Deren Aufnahmezeitpunkte sind sehr unterschiedlich (z.B. historische Karten, Orthophotos, Flussvermessung).
- Es werden die nGSB abgeschätzt, die sich zum heutigen Zeitpunkt, mit dem heutigen Abfluss- und Geschieberegime, einstellen. In Bezug auf die Wasserkraftnutzung bedeutet das, dass die aktuellen Konzessionen und die darin enthaltenen Restwasservorschriften berücksichtigt werden. In den kommenden Jahren werden einige der bestehenden Konzessionen erneuert. Aufgrund neuer gesetzlicher Vorgaben können sich dann auch die Abfluss- sowie Geschieberegimes wieder ändern.
- Die ermittelte nGSB pro Gewässerabschnitt stellt eine erste Näherung dar. Die stufengerecht relativ gross erfolgte Abschnittsbildung lässt sich bei Bedarf verfeinern.

### 3.1.1 Projektperimeter

Der Projektperimeter zur Bestimmung der nGSB bezieht sich auf die grossen Fliessgewässer, meist Talflüsse, im ganzen Kanton Graubünden (Bild 2). In Absprache mit dem ANU GR werden nur Gerinne, welche im ökomorphologischen Gewässerinventar mit einer bestehenden Sohlenbreiten von mehr als 15 m ausgewiesen sind, in der Untersuchung berücksichtigt. Das entspricht einer Gewässerlänge von 592 km.

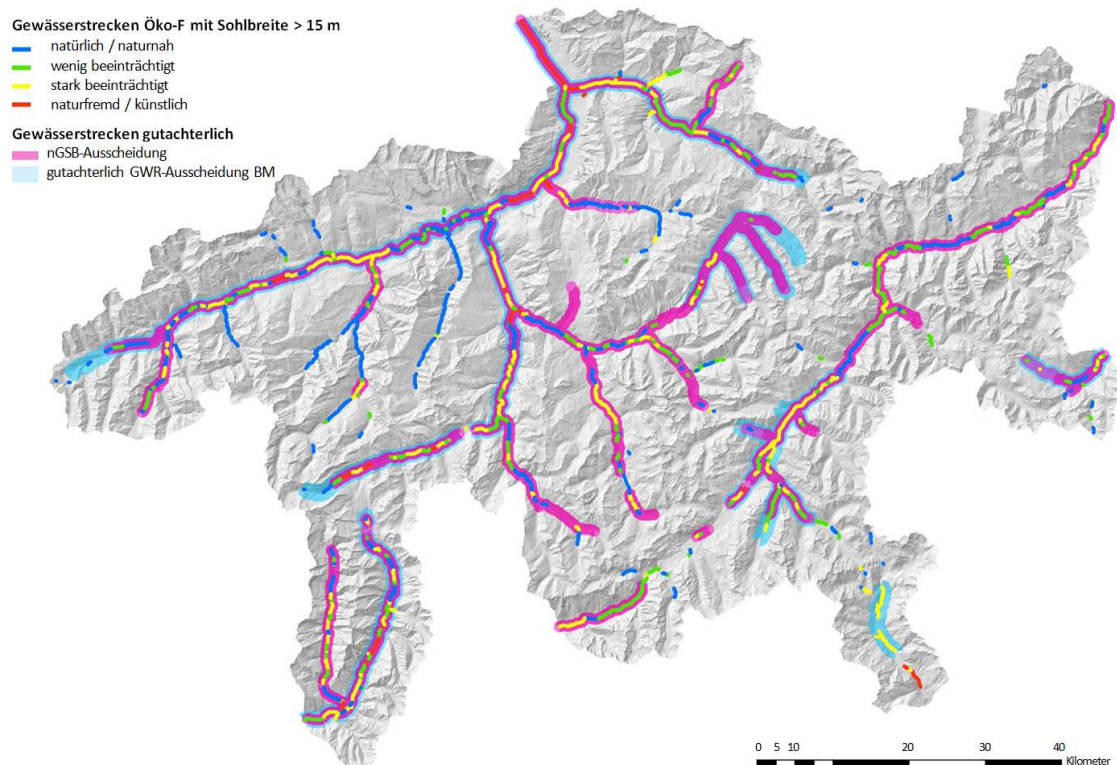


Bild 2: Projektperimeter zur Ausscheidung von natürlichen Gerinnesohlenbreiten (nGSB) und die vorhandenen Gewässerraumausscheidungen nach Bündner Methode (GewR BM).

### 3.1.2 Begriffsdefinitionen

In Art. 41a GSchV wird Bezug genommen auf die „natürliche Breite“ einer „Gerinnesohle“. Die Verordnung selbst liefert dazu aber keine Legaldefinitionen. Es handelt sich somit um unbestimmte Rechtsbegriffe, die auslegungsweise definiert werden müssen. Soweit für den vorliegenden Auftrag erforderlich, wird die „natürliche Gerinnesohlenbreite“ im Folgenden, gestützt auf die bisher gesammelten Erfahrungen und getätigten Recherchen, näher umschrieben und in Beziehung gesetzt zu weiteren relevanten Fachbegriffen.

#### Natürliche Gerinnesohlenbreite

Der Bündner Leitfaden zur Gewässerraumausscheidung [4] liefert einen ersten Anhaltspunkt: Die natürliche Gerinnesohlenbreite (nGSB) ist die Breite, die sich an einem unverbauten Gewässer bei mittlerem Wasserstand aufgrund der vorhandenen Gefälls-, Abfluss- und Geschiebeverhältnisse einstellt [4]. Diese Umschreibung weist darauf hin, dass die Breitenentwicklung nur dann als „natürlich“ gelten kann, wenn sie nicht durch künstliche Hindernisse wie Verbauungen (Sohlen- und Uferverbauungen) oder andere Bauwerke (z. B. Brücken) gehemmt oder begrenzt wird. Im Umkehrschluss sind nicht künstliche Entwicklungshindernisse wie beispielsweise anstehendes Felsgestein im Untergrund oder grobkörnige alluviale Untergrundzonen als natürlich anzusehen. Zudem betont die Begriffsumschreibung die Schlüsselfunkti-

on topographischer, hydrologischer und sedimentologischer (morphologischer) Prozesse bei der Ausbildung der nGSB.

Das BUWAL definierte die nGSB im Rahmen des Methodenbeschriebs „Ökomorphologie Stufe F“ [1] folgendermassen (S. 7-8):

*„Mittlere Breite der Gewässersohle innerhalb eines ausgewählten Gewässerabschnittes. Die Gewässersohle entspricht jenem Bereich, welcher in der Regel bei Hochwasser umgelagert wird und somit frei ist von höheren Wasserpflanzen und Landpflanzen. Normalerweise wird für die Bestimmung der Sohlenbreite der Abstand zwischen linkem und rechtem Böschungsfuss verwendet.“*

Bei dieser Definition kommt die Vegetationsentwicklung ins Spiel. Landpflanzen und evtl. höhere Wasserpflanzen auf humosen Böden (kulturfähiges Land) deuten darauf hin, dass man sich ausserhalb des Gerinnesohlenbereichs befindet. Demgegenüber sollen Umlagerungszonen, die bei Hochwasser erodiert oder angeschwemmt werden, der Gerinnesohle zugerechnet werden. Auf diesen Rohböden kann Pioniervegetation gedeihen.

Zudem legt der Definitionsversuch Wert auf den Begriff des Böschungsfusses, welcher sich am Übergang von der Gerinnesohle zum Uferbereich befindet. Dieses Begriffskonzept führt jedoch zu schwierigen Abgrenzungsproblemen: Bei natürlichen, kiesführenden Gerinnen mit grossen Abflussschwankungen und äusserst dynamischer Gerinnesohle, wie das bei Flüssen in den Alpen oft der Fall ist, zeigt sich der Böschungsfuss häufig nicht sehr ausgeprägt. Noch schwieriger ist die Bestimmung der nGSB bei stark kiesführenden oder verzweigten Gerinnen. Hier entsteht keine ausgeprägte Böschung. Somit entspricht der natürliche Gerinnequerschnitt verzweigter Flüsse nicht der klassischen Dreiteilung des GewR mit der Abfolge linkes Ufer, nGSB und rechtes Ufer (Bild 1), wie sie der Gewässerschutzverordnung (GschV) [18] zugrunde liegt.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, dass die Definition der nGSB in Abhängigkeit der morphologischen Form des Gewässers vorgenommen werden muss. Dabei bietet sich eine Unterteilung in „Einzelgerinne“ und „verzweigte Gerinne“ an (Bild 3, Bild 4)<sup>2</sup>:

- Bei **Einzelgerinnen**, bestehend aus einem einzelnen Gerinnelauf, entspricht die nGSB in der Regel der benetzten Sohlenbreite bei mittlerem Wasserstand, zuzüglich der nicht oder nur sehr gering, nicht flächendeckend bewachsenen Kiesbänke (Bild 3).
- Bei **verzweigten Gerinnen** beinhaltet die nGSB die benetzte Sohlenbreite bei mittlerem Wasserstand, zuzüglich der Kiesflächen, die während einem Hochwasser mit bettbildenden Abflüssen umgelagert werden. Weiter enthält sie Bereiche, die mit Wasserpflanzen und Pioniervegetation bewachsen sind. Umgekehrt werden diejenigen Bänke nicht zur nGSB gezählt, welche einen permanenten Bewuchs aufweisen, bei bettbildenden Hochwasserereignissen nicht umgelagert und lediglich bei grossen Hochwasserabflüssen überschwemmt werden (Bild 4).

Teilweise kann sich auch eine Übergangsform zwischen Einzelgerinnen und verzweigten Gerinnen einstellen oder das Gerinne kann keinem der zwei Typen klar zugeordnet werden. In solchen Fällen wird in der vorliegenden Studie das Gerinne als Einzelgerinne betrachtet.

---

<sup>2</sup> Diese Unterteilung orientiert sich auch an der Bündner Rechtsprechung. Aus dem Urteil Nr. 117 des Bezirksgerichtes Plessur vom 26. Juni 1970 [19] geht hervor, dass bei verzweigten Gerinnen nicht allein der mittlere Wasserstand massgebend ist, sondern dass bei der Abgrenzung des Gerinnesohlenbereichs die anstehende Vegetation beigezogen werden muss. Dabei ist zwischen einer Übergangsvegetation, wie sie auf Kiesflächen mit Pioniervegetation vorkommt, und einem permanenten Bewuchs zu unterscheiden. In Analogie dazu ist die oben aufgeführte Definition der nGSB bei verzweigten Gerinnen erfolgt.





Bild 3: Natürliche Gerinnesohlenbreite (nGSB) bei einem Einzelgerinne (Vorderrhein).



Bild 4: Natürliche Gerinnesohlenbreite (nGSB) bei einem verzweigten Gerinne (Vorderrhein).

### Theoretische Grenzbreite

Im Rahmen der Gewässerraumausscheidung nach Bündner Methode (GewR BM) wurde für verzweigte Gerinne das Konzept der „theoretischen Grenzbreite“ eingeführt. Es handelt sich um eine morphologische Gleichgewichtsbreite (Regimebreite) für verzweigte Gerinne [4]. Diese Breite umfasst alle Teilgerinne und Bänke bzw. Flussinseln mit und ohne Vegetation. Sie beinhaltet auch Flächen, die überhaupt nicht oder nur bei sehr grossen Hochwasserabflüssen umgelagert werden. Aus dieser Definition folgt, dass die nGSB bei verzweigten Gerinnen häufig gleich oder kleiner ist als die theoretische Grenzbreite. Die theoretische Grenzbreite ist in jenen Fällen eine gute Näherung für die nGSB, in denen das verzweigte Gerinne erstens in seiner Breitenentwicklung nicht durch Hindernisse (z. B. Felsuntergrund) eingeschränkt ist und zweitens nur wenige Bänke bzw. Flussinseln aufweist, die bei Hochwasser dauernd stabil bleiben und permanent bewachsen sind.

### Aktive Bettbreite

Der Begriff aktive Bettbreite wird in den Grundlagen zur GewR BM verwendet und soll deshalb hier kurz erläutert werden.

Die aktive Bettbreite ist der Bereich des Gerinnes, welcher durch bettbildende Abflüsse geformt wird. Sie beinhaltet die benetzte Sohlenbreite bei mittlerem Wasserstand, zuzüglich Kiesbänke, welche nicht oder nur sehr gering bewachsen sind [4]. Abfluss- und Geschieberegime sowie Hochwasserfrequenz beeinflussen die aktive Bettbreite. Die aktive Bettbreite ist in der Regel identisch mit der nGSB.

### Historische Bettbreite

Die historische Bettbreite ist die frühere aktive Bettbreite (Wasser- und freie Kiesflächen) respektive die nGSB, die vor dem Verbau oder veränderten Abfluss- bzw. Geschieberegimen erreicht worden ist. Sie wird anhand von alten Karten (meist Siegfried- oder Dufourkarte) oder mittels stummen Zeugen im Gelände, die auf der Reliefkarte sichtbar sind, bestimmt.



## 3.2 Abschnittsbildung

In Anlehnung an den Leitfaden [4] werden die Fliessgewässer auf einer relativ grossen Flughöhe in morphologisch homogene Abschnitte unterteilt, in welchen anschliessend die nGSB bestimmt werden. An folgenden Stellen wird eine Abschnittsgrenze festgelegt:

- Wechsel des Längsgefälles
- Wechsel der Abflussmengen (Seitenzuflüsse / -abflüsse)

Mit diesen Parametern können die wichtigsten Faktoren, welche für die Morphologie eines Gerinnes verantwortlich sind, direkt oder indirekt umschrieben werden.

Wechsel des Längsgefälles sind anhand von Breitenveränderungen im Gerinne auf Orthophotos [24], Reliefkarten [25] sowie in Google Earth gut erkennbar (z.B. Übergang von offener Flachstrecke zu Schluchtstrecke). Steilere Abschnitte sind schmaler ausgeformt als Flachstrecken. Auf diese Weise werden im vorliegenden Projekt Wechsel des Längsgefälles ausfindig gemacht. Dort, wo Flussvermessungsdaten vorhanden sind, wird die Lage der Abschnittsgrenze anhand dieser überprüft. Dabei zeigt sich, dass Veränderungen im Längsgefälle mit der oben beschriebenen Methode gut erkannt werden.

Bei Seitenzuflüssen oder Wasserfassungen (Seitenabflüsse) ändert sich die Abflussmenge in einem Gerinne abrupt, dies beeinflusst die Gerinnemorphologie stark. Als Hilfsmittel dienen die Gewässernetzkar- te [29] und die Einzugsgebietsgliederung [20]. Für die Abschnitteinteilung werden die massgeblichen Seitenzuflüsse berücksichtigt.

Die Nummerierung der Abschnitte erfolgt flussaufwärts und beginnt jeweils bei der Nummer 1. Jede Nummer kommt bei einem Gerinne nur einmal vor. Somit ist mit dem Gewässernamen und der Abschnittsnummer jeder Abschnitt eindeutig definiert.

### Bestimmung der vorherrschenden Gerinnemorphologie pro Abschnitt

Für jeden Gerinneabschnitt wird die vorherrschende Gerinnemorphologie bestimmt und wenn möglich der Kategorie „Einzelgerinne“ (Bild 5) oder „verzweigtes Gerinne“ (Bild 7) zugeordnet. Die Kategorisierung erfolgte aufgrund von historischen Daten [27], [28]. Die historischen Daten sind jedoch nicht immer eindeutig oder der Fluss war schon damals stark durch den Menschen eingeschränkt. Aus Sicht der Daten wird in diesen seltenen Fällen die Kategorie „unklar“ vergeben. Der erstgenannte Fall trifft zu, wenn beispielsweise eine Hälfte des Abschnittes deutlich als verzweigtes Gerinne und die andere Hälfte eindeutig als ein Einzelgerinne kartiert war oder wenn sich das Gerinne an mehreren Stellen in zwei oder drei Teilgerinne aufteilt (Bild 6).



Bild 5:  
Die Calancasca in einem Abschnitt mit der Kategorie „Einzelgerinne“ auf der Siegfriedkarte [28].



Bild 6:  
Abschnitt mit unklarem Morphologietyp in der Calancasca auf der Siegfriedkarte [28].

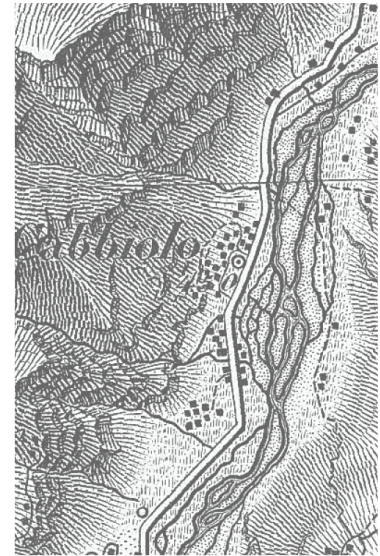


Bild 7:  
Verzweigter Gerinneabschnitt der Moesa auf der Dufourkarte [27].

### 3.3 Bestimmung der natürlichen Gerinnesohlenbreite

Die Bestimmung der nGSB erfolgt für jeden Abschnitt gutachterlich. Basis hierfür bilden vier verschiedene Methoden.

- Methode 1: Naturnahe Referenzstrecke
- Methode 2: Ökomorphologisches Gewässerinventar  
(Gewichtung nach Wasserspiegelbreitenvariabilität)
- Methode 3: Theoretische Ansätze
- Methode 4: Historische Bettbreiten

#### 3.3.1 Methode 1: Naturnahe Referenzstrecke

Mittels naturnahen Referenzstrecken lässt sich die nGSB am zuverlässigsten bestimmen und ist prioritär anzuwenden [3]. Eine Referenzstrecke muss natürlich bzw. naturnah sein und darf deshalb über keine künstlichen Einschränkungen verfügen.

Damit die nGSB der Referenzstrecke auf einen anderen Gerinneabschnitt übertragen werden kann, muss diese hydrologisch und morphologisch ähnliche Merkmale aufweisen. Sie hat deshalb nur Gültigkeit innerhalb ihres Einzugsgebietes und ihres Regimetyps. Nach Möglichkeit soll die Referenzstrecke im besagten Gerinne selbst liegen. In der vorliegenden Untersuchung werden in der Auswertung nur naturnahe Referenzstrecken verwendet, die im Gerinne selbst liegen.

Vorteilhaft an dieser Methode ist, dass die heutige Situation mit Beeinflussung von Kraftwerken, Kiesentnahmen und Verbauungen berücksichtigt wird. Die Schwierigkeit in der Anwendung dieser Methode ist jedoch die Tatsache, dass heute nur noch sehr wenige naturnahe Gerinneabschnitte vorhanden sind.

### Kriterien für die Auswahl der Referenzstrecken

Die Auswahl der naturnahen Referenzstrecken erfolgt mithilfe des ökomorphologischen Gewässerinventars [23], Orthophotos [24] und Google Earth. Die Referenzstrecke muss dabei folgende zwei Kriterien erfüllen:

- natürlich und naturnah
- keine künstlichen Einschränkungen der Wasserspiegelbreitenvariabilität

### Vorgehen

Die mittlere nGSB der Referenzstrecke wird im ArcGIS (ESRI) mittels dem Gewässernetz vom ökomorphologischen Gewässerinventar [23], Orthophotos [24] und der Daten der amtlichen Vermessung (AV-Daten) [21] bestimmt.

Zuerst wird die Fläche der Gerinnesohle im Bereich der Referenzstrecke anhand von Orthophotos und der Bodenbedeckungskarte der Amtlichen Vermessung bestimmt. Anschliessend wird die Fläche der Referenzstrecke durch die Länge der Referenzstrecke dividiert und so die mittlere nGSB bestimmt. Eine Schwerpunktcoordinate in der Mitte der Referenzstrecke definiert die geographische Lage (Bild 8).

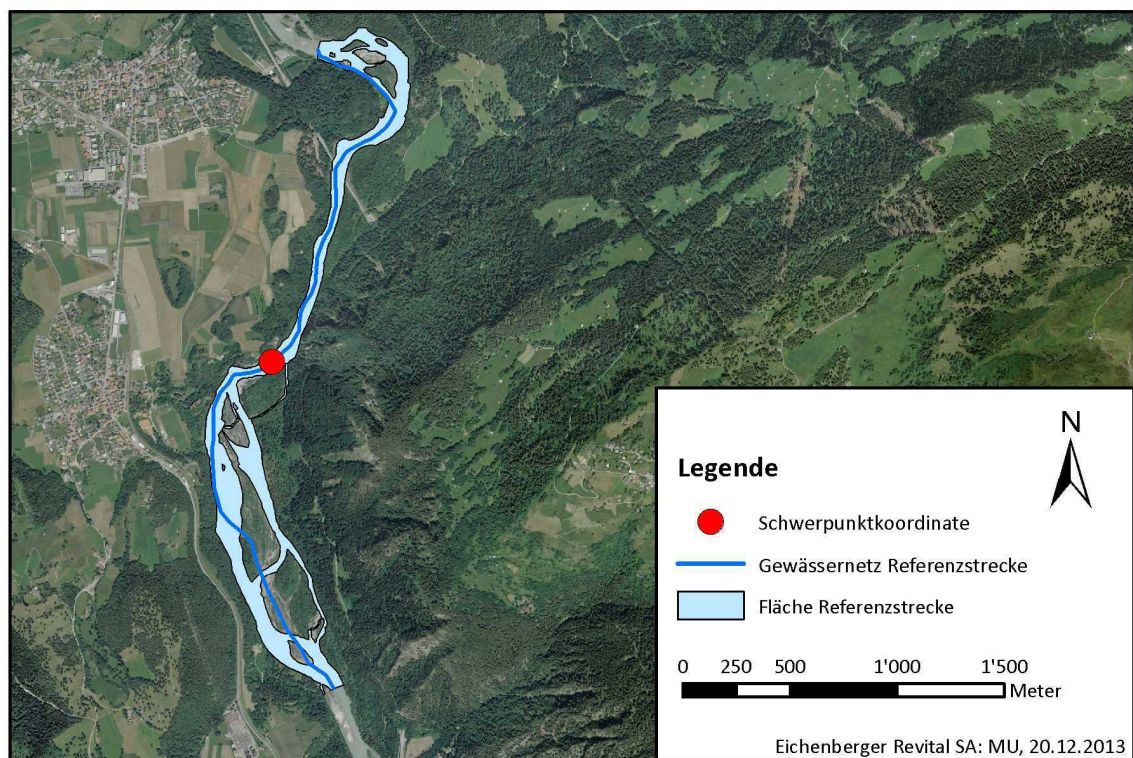


Bild 8 Natürliche Referenzstrecke am Hinterrhein Rhazüns.

### Datenqualität der Orthophotos

Auf den Orthophotos [24] ist die nGSB meist gut als solche erkennbar. Bewachsene Kiesbänke heben sich von den unbewachsenen, bei bettbildenden Abflüssen umgelagerten Kiesbänken ab (Bild 9). Ungeeignet zum Bestimmen der nGSB sind Orthophotos jedoch bei stark bewaldeten Gerinneabschnitten oder in Schluchtstrecken. Entweder decken Baumkronen den Gerinnebereich grossflächig ab oder der Schattenwurf verhindert das Erkennen der Gerinnesohle. Nebenarme sind teils ganz durch die Baum-



kronen abgedeckt. In diesen Fällen ist die Gerinnesohlenfläche der Referenzstrecke mithilfe der AV-Daten [21] ausgeschieden worden.



Bild 9: Bewachsene und freie Kiesbänke am Hinterrhein bei Bonaduz.

#### **Datenqualität der AV-Daten**

Die Gewässerlinien in AV-Daten [21] werden als dynamische Linie aufgenommen und sind häufig nicht mehr aktuell. Bei der amtlichen Vermessung werden die Uferlinien teilweise grosszügig aufgenommen und stark generalisiert [15]. Die Abgrenzung der Bodenbedeckungsart (BB-Art) „fliessendes Gewässer“ erfolgt anhand der erkennbaren Bodenbeschaffenheit, wobei der mittlere Wasserstand als Hinweis verwendet wird.

Aus dem qualitativen Vergleich mit Orthophotos [24] geht hervor, dass je nach Erhebung die Gewässerlinien mehr oder weniger grosszügig aufgenommen worden sind (Bild 10). In vielen Fällen ist das fließende Gewässer entlang der benetzten Wasserfläche kartiert worden. In gewissen Fällen sind auch mit Wald bestockte Flächen der Bodenbedeckungsart „fliessendes Gewässer“ zugeordnet.

Erste Auswertungen haben gezeigt, dass die Fläche der Referenzstrecke, die nur mit AV-Daten [21] bestimmt wird, die mittlere bestehende Gerinnesohlenbreite tendenziell unterschätzt. Die AV-Daten sind jedoch besonders in stark bewaldeten Gebieten, wo die Baumkronen grosse Bereiche der Gerinnefläche abdecken, hilfreich. Bei den meisten Referenzstrecken ist die Fläche der Gerinnesohle schliesslich in Kombination mit Orthophotos bestimmt worden (Bild 11).



Bild 10: Vergleich zwischen AV-Daten und Orthophotos am Alpenrhein bei den Mastrilser Rheinauen.

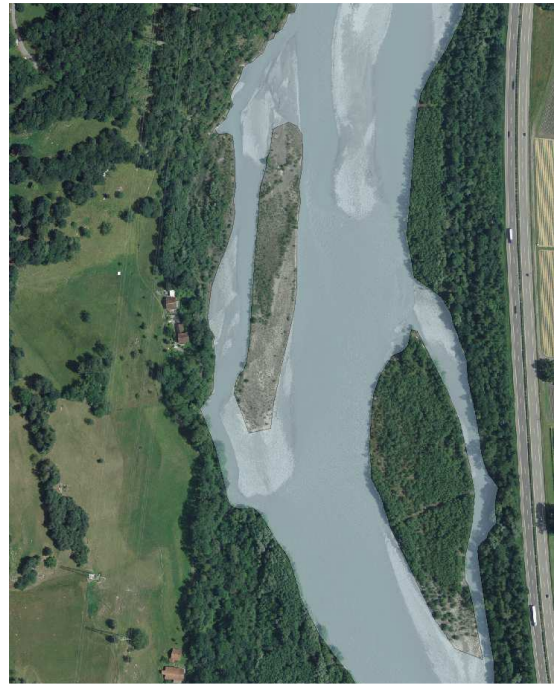


Bild 11: Als Gerinnesohle definierte Fläche. Ausscheidung erfolgte basierend auf Orthophotos und AV-Daten.

### 3.3.2 Methode 2: Ökomorphologisches Gewässerinventar

Die Methode 2 stützt sich auf Gerinneaufnahmen des ökomorphologischen Gewässerinventars [23]. Das ökomorphologische Gewässerinventar ist eine einfache, flächendeckende Darstellung des ökomorphologischen Zustandes der Fliessgewässer (Ökomorphologie Stufe F) [1], [2].

#### Vorgehen

Die nGSB wird bei dieser Methode mittels der im Inventar [23] gemessenen Sohlenbreite und der in der Begleitung „Hochwasserschutz an Fliessgewässern“ [3] vorgeschlagenen Korrekturfaktoren abschnittsweise abgeschätzt. Der Korrekturfaktor bezieht sich dabei auf die Breitenvariabilität des Wasserspiegels. Bei eingeschränkter Breitenvariabilität beträgt der Korrekturfaktor 1.5 und bei fehlender Breitenvariabilität 2.

Im ArcGIS (ESRI) und in Excel (Microsoft Office) werden die mittleren nGSB gemäss Methode 2 für jeden Abschnitt berechnet. Da die Abschnitte der vorliegenden Untersuchung aus mehreren ökomorphologischen Teilabschnitten bestehen, müssen diese zusammengefasst und gemittelt werden. Hierfür werden erst die nGSB für jeden einzelnen ökomorphologischen Teilabschnitt berechnet und anschliessend für den gesamten Abschnitt über die Distanz gewichtet gemittelt.

#### Datenqualität des ökomorphologischen Gewässerinventars

Im Rahmen der Auswahl der Referenzstrecken sind die Daten des ökomorphologischen Gewässerinventars [23] sehr genau mit Orthophotos und Flussvermessungsdaten verglichen worden.

Dabei ist festgestellt worden, dass etliche Daten des ökomorphologischen Gewässerinventars vor dem Jahr 2000 erhoben wurden und mittlerweile veraltet sind. Revitalisierungen, die in den letzten Jahren umgesetzt wurden, sind nicht aktualisiert (z.B. Landquart oberhalb Taschinasmündung). Bei einigen Gerinneabschnitten sind die Daten zudem fehlerhaft. So wurden teilweise Sperren in der Bewertung

übersehen oder Gerinneabschnitte, die sich im Einstaubereich einer Wasserfassung oder direkt unterhalb einer solchen befinden, als natürlich oder naturnah bezeichnet. Im Weiteren sind die gemessenen bestehenden Sohlenbreiten teilweise sehr fragwürdig. Mit der Überlagerung mit den Orthophotos [24] und Flussvermessungsdaten [26] ist versucht worden, die Fehlerquellen zu minimieren.

### 3.3.3 Methode 3: Theoretische Ansätze

Aus den technischen Berichten zur GewR BM sind die aktive Bettbreite in naturnahen Abschnitten, die theoretische Grenzbreite und die historische Bettbreite abschnittsweise ausgewertet und in die ArcGIS-Daten übertragen worden. In den verschiedenen GewR-Ausscheidungen sind jedoch nicht immer dieselben Breiten ausgewiesen (siehe Tabelle 1).

Überlagerte ein Gerinneabschnitt der GewR-Ausscheidung mehrere Abschnitte, sind die Werte für alle Abschnitte unverändert übernommen worden. Bestand ein Abschnitt aus mehreren Abschnitten der GewR-Ausscheidung, ist das arithmetische Mittel bestimmt worden.

Von besonderem Interesse zur Bestimmung der nGSB sind die theoretischen Grenzbreiten, denn sie stellen die Obergrenze der nGSB bei verzweigten Gerinnen dar.

Tabelle 1: Gewässerraumausscheidungen und darin enthaltene Breiten.

Gewässerraum	Abschnitt (Gewässer)	Bericht	Aktive Bettbreite in naturnahen Abschnitten	Theoretische Grenzbreite	Historische Bett- breite
Vorderrhein	Ilanz-Disentis (Vorderrhein)	[7]		X	X
Hinterrhein	Vorderrhein-Hinterrhein (Hinterrhein)	[13]	X	X	X
Alpenrhein	Ellhorn-Alpenrhein (Alpenrhein)	[11]		X	X
Landquart	Alpenrhein-Schiers (Landquart)	[10]		X	X
Oberengadin	S-chanf-St. Moritz (En) Pontresina-Morteratsch (Berninabach) Pontresina-Roseg (Rosegbach) Samedan-Pontresina (Flaz) Bever-Spinas (Beverin) Chamuesch-La Punt (Chamuerabach)	[12]	X	X	X
Moesa	Pian San Giacomo (Moesa) Mesocco-Kantonsgränze (Moesa)	[5]	X	X	X
Rom	Landesgränze – Tschier (Rom)	[6]		X	

### 3.3.4 Methode 4: Historische Bettbreiten

Im Rahmen der GewR BM sind die historischen Bettbreiten ermittelt worden. An Gerinneabschnitten, wo diese Methode nicht angewandt wurde, ist die historische Bettbreite anhand von historischem Kartenmaterial, meist Siegfried- [28] und Dufourkarten [27], gemäss den Vorgaben der Methode des Leitfadens [4] bestimmt worden (Tabelle 1).

#### Datenqualität der historischen Karten

Die Auswertung hinsichtlich Bettbreiten von historischem Kartenmaterial, wie die Siegfried- [28] und Dufourkarte [27], ist mit grossen Unsicherheiten behaftet.

Die Dufourkarte ist aus Sicht des Herausgabedatums (1845-1864) interessanter als die Siegfriedkarte (1870-1922), da sie noch naturnahere Gewässersysteme darstellt. Sie ist jedoch nur im Massstab 1:100'000 erstellt worden, im Gegensatz zur Siegfriedkarte (Massstab 1:50'000).

Dies führt dazu, dass bei schmalen Gerinneabschnitten (z.B. Oberläufen) das Gerinne nur mit einem Strich dargestellt ist, welcher nicht die effektive Breite des Gerinnes widerspiegelt. In diesen Fällen ist auf Angaben zu historischen Bettbreiten verzichtet worden.

### 3.3.5 Festlegung der natürlichen Gerinnesohlenbreite

Die mittels der vier vorgestellten Methoden ermittelten nGSB werden zusammen mit den Flussvermessungsdaten in Längenprofile zusammengetragen. Diese Längenprofile dienen als Grundlage für die Bestimmung der nGSB. In Beilage 1 sind sämtliche Längenprofile inklusiv der gutachterlich bestimmten respektive empfohlenen nGSB abgebildet.

#### Qualität der Datengrundlage

Da für die verschiedenen Abschnitte eine unterschiedliche Anzahl an Grundlagen in variierender Datenqualität vorhanden ist, werden die Abschnitte vier Qualitätsklassen zugeordnet (Tabelle 2 und Anhang II).

Tabelle 2: Übersicht Qualitätsklassen der Datengrundlagen zur Beurteilung der natürlichen Gerinnesohlenbreite.

Qualitätsklasse	Natürliche/naturnahe Referenzstrecke (Methode 1)	Ökomorphologisches Gewässerinventar (Methode 2)	theoretische Ansätze, Fachgutachten GewR BM (Methode 3)	Historische Karten, Gerinne detailliert kartographiert (Methode 4)	
			theoretische Grenzbreite	Übergangsbreite von Einzelgerinne zu verzweigtem Gerinne	
gut	X	X	X	X	X
genügend	X	X	X		X
ungenügend	X	X			X
schlecht	X	X			
		X	X		X

Sofern der zu beurteilende Abschnitt bei Einzelgerinnen die Qualitätsklasse „gut“, „genügend“ oder „ungenügend“ aufweist, wird eine gutachterliche Bestimmung der nGSB unter Berücksichtigung der aufgeführten Priorisierung vorgenommen. Bei verzweigten Gerinnen wird lediglich bei den Qualitätsklassen „gut“ oder „genügend“ eine Empfehlung für die nGSB abgegeben.

### **Einzelgerinne**

Bei der gutachterlichen Bestimmung der nGSB bei Einzelgerinnen werden die vier Methoden in ihrer fachlichen Fundierung und Verwendbarkeit unterschiedlich eingeschätzt und in ihrer Wichtigkeit und ihrem Gewicht wie folgt priorisiert.

1. Referenzstrecken
2. Theoretische Ansätze
3. Ökomorphologisches Gewässerinventar
4. Historische Bettbreiten

### **Verzweigte Gerinne**

Das verzweigte Gerinne erreicht bei der theoretischen Grenzbreite das natürliche Gleichgewicht und dehnt sich bei freier Entwicklungsmöglichkeit maximal bis zu dieser Breite aus. Das heisst, die nGSB kann näherungsweise der theoretischen Grenzbreite gleichgesetzt werden. Sofern Angaben zur theoretischen Grenzbreite vorhanden sind, wird die theoretische Grenzbreite als empfohlene nGSB angegeben. Sind keine Angaben zur theoretischen Grenzbreite vorhanden, existiert keine empfohlene nGSB.



## 4 Ergebnisse

Aus der Untersuchung gehen zwei unterschiedliche Ergebnisse hervor. Zentral sind die gutachterlich bestimmten und empfohlenen natürlichen Gerinnesohlenbreiten (nGSB). Auf ihr basiert anschliessend die erste Gewässerraumausscheidung, die auf einer hohen Flughöhe abschnittsweise erfolgte.

### 4.1 Natürliche Gerinnesohlenbreiten

In diesem Abschnitt sind die gutachterlich bestimmten sowie empfohlenen nGSB, nach Einzugsgebieten unterteilt, aufgeführt. Die ausführlichen Längsprofile, welche alle verwendeten Grundlagendaten enthalten, sind separat in Beilage 1 abgedruckt. Ebenfalls kurz erläutert sind die Grundlagendaten, aus welchen sich die gutachterliche respektive empfohlene nGSB zusammensetzt. Die Werte der nGSB, GEWISS-Adressen, Datenqualität und die natürliche Gerinnemorphologie sind jeweils in einer Tabelle aufgeführt. Eine Übersichtskarte mit der vorherrschenden natürlichen Gerinnemorphologie und eine mit den Qualitätsklassen befinden sich in Anhang I bzw. Anhang II.

#### 4.1.1 Einzugsgebiet Alpenrhein

##### Alpenrhein

Der Alpenrhein bestand früher aus Abschnitten mit Einzelgerinnen und verzweigten Gerinnen. Deshalb ist die Bandbreite der gutachterlich bestimmten respektive empfohlenen nGSB gross (Tabelle 3). Auf historischen Karten ist der Alpenrhein zwischen Ellhorn und GEWISS-Adresse 289.36 km ein verzweigtes Gerinne (Abschnitt 1 und 2). In den oberen Abschnitten 3 bis 5 ist der Alpenrhein mehrheitlich ein Einzelgerinne und verzweigt sich nur an wenigen Stellen. Die Plessur drängt den Alpenrhein an den Hangfuss des Calandas. Da sich die Morphologie des Alpenrheins bei GEWISS-Adresse 289.36 km deutlich ändert, ist die ursprüngliche Morphologie des Gerinnes ausschlaggebend für die gutachterlich bestimmte nGSB.

Die gutachterliche nGSB wird in den unteren Abschnitten 1 und 2 aufgrund der verzweigten Gerinnemorphologie nicht bestimmt, die empfohlene nGSB ist hier identisch mit der mittleren theoretischen Grenzbreite [11]. Die als Einzelgerinne ausgeformten, oberen Abschnitte 3 bis 5 sind nach Massgabe der Übergangsbreite vom Einzelgerinne zum verzweigten Gerinne bestimmt worden. Dies, weil ein Einzelgerinne bei der Übergangsbreite zu einem verzweigten Gerinne die maximale nGSB eines Einzelgerinnes erreicht.

Tabelle 3: Gutachterliche und empfohlene nGSB des Alpenrheins.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	270.8 - 281.7	gut	verzweigt	325	Empfehlung [11]
2	281.7 - 289.4	gut	verzweigt	325	Empfehlung [11]
3	289.4 - 295.6	gut	Einzelgerinne	105	gutachterlich
4	295.6 - 300.6	gut	Einzelgerinne	120	gutachterlich
5	300.6 - 305.1	gut	Einzelgerinne	120	gutachterlich

#### 4.1.2 Einzugsgebiet Vorderrhein

##### Vorderrhein

Im Vorderrhein wechseln sich Abschnitte mit dem Morphologietyp „Einzelgerinne“ und „verzweigtes Gerinne“ ab (Tabelle 4). In der Ruinaulta (Abschnitte 1 und 2) stimmt die nGSB mit der Breite der naturnahen Referenzstrecke und den Breitenbestimmungen gemäss Methode 2 überein. Da es sich zumeist um naturnahe Abschnitte, ohne Einschränkungen der Wasserspiegelbreitenvariabilität handelt, entspricht sie in etwa der aktuellen mittleren Sohlenbreite. Zwischen der Ruinaulta und Ilanz (Abschnitt 3) wird die nGSB anhand einer naturnahen Referenzstrecke fixiert. Die Abschnitte 4, 5 und 7 verfügten historisch über eine verzweigte Gerinnemorphologie, deshalb ist eine empfohlene nGSB vorhanden, die der theoretischen Grenzbreite entspricht [7]. In den Abschnitten 6, 8, 9 und 10, mit der Morphologie eines Einzelgerinnes, gibt es in der vorliegenden Untersuchung zwei naturnahe Referenzstrecken. Deren nGSB liegen etwas unter jener von Methode 2. Die gutachterlich bestimmte nGSB liegt deshalb in diesen Abschnitten um einen Verminderungsfaktor von ca. 0.8 unterhalb der nGSB von Methode 2.

Tabelle 4: Gutachterliche und empfohlene nGSB des Vorderrheins.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	305.1 - 311.1	genügend	Einzelgerinne	51	gutachterlich
2	311.1 - 321.4	genügend	Einzelgerinne	60	gutachterlich
3	321.4 - 325.3	genügend	Einzelgerinne	80	gutachterlich
4	325.3 - 330.9	genügend	verzweigt	140	Empfehlung [7]
5	330.9 - 337.3	genügend	verzweigt	140	Empfehlung [7]
6	337.3 - 343.0	genügend	Einzelgerinne	54	gutachterlich
7	343.0 - 346.8	genügend	verzweigt	140	Empfehlung [7]
8	346.8 - 349.5	genügend	Einzelgerinne	62	gutachterlich
9	349.5 - 352.0	genügend	Einzelgerinne	48	gutachterlich
10	352.0 - 356.7	genügend	Einzelgerinne	36	gutachterlich
11	356.7 - 363.0	genügend	Einzelgerinne	19	gutachterlich
12	363.0 - 366.5	ungenügend	Einzelgerinne	23	gutachterlich

##### Glogn

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 5: Gutachterliche nGSB des Glogn.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 6.0	schlecht	Einzelgerinne	–	–
2	6.0 - 10.2	schlecht	Einzelgerinne	–	–

## Valserrhein

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 6: Gutachterliche nGSB des Valserrheins.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	9.4 - 11.4	schlecht	Einzelgerinne	–	–

## Rein da Medel

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 7: Gutachterliche nGSB des Rein da Medel.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 2.7	schlecht	Einzelgerinne	–	–
2	2.7 - 9.3	schlecht	Einzelgerinne	–	–
3	9.3 - 14.0	schlecht	Einzelgerinne	–	–

### 4.1.3 Einzugsgebiet Hinterrhein

## Hinterrhein

Beim Hinterrhein wiesen der Unter- und der Oberlauf eine verzweigte Gerinnemorphologie auf (Tabelle 8). Bei den historisch verzweigten Abschnitten 1 und 2 empfehlen wir eine nGSB, welche der theoretischen Grenzbreite [13] entspricht. Für Abschnitt 1 kann keine Empfehlung abgegeben werden, da keine Angaben zur theoretischen Grenzbreite vorhanden ist. Oberhalb der Viamalaschlucht (Abschnitt 5) erfolgte die gutachterliche Bestimmung basierend auf dem Mittelwert aus Methode 1 und 2, unmittelbar oberhalb des Sufnersees (Abschnitt 7) gestützt auf Methode 2. Die gutachterlich bestimmte nGSB in den Abschnitten 8 bis 10 ist nicht definiert, da es sich ursprünglich um verzweigte Gerinneabschnitte handelt. Empfohlen wird, die nGSB auf die Breite der theoretischen Grenzbreite [13] festzulegen.

Tabelle 8: Gutachterliche und empfohlene nGSB des Hinterrheins.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 8.0	ungenügend	verzweigt	–	–
2	8.0 - 14.0	genügend	verzweigt	175	Empfehlung [13]
3	14.0 - 16.1	genügend	Einzelgerinne	67	gutachterlich
4	16.1 - 22.7	ungenügend	Einzelgerinne	28	gutachterlich
5	22.7 - 29.8	genügend	Einzelgerinne	41	gutachterlich
6	30.7 - 35.4	ungenügend	Einzelgerinne	28	gutachterlich
7	37.7 - 40.5	ungenügend	Einzelgerinne	25	gutachterlich
8	40.5 - 46.4	genügend	verzweigt	90	Empfehlung [13]
9	46.4 - 55.5	genügend	verzweigt	80	Empfehlung [13]
10	55.5 - 56.5	genügend	verzweigt	60	Empfehlung [13]

### Ragn da Ferrera

Im untersten Abschnitt 1 basiert die gutachterlich bestimmte nGSB auf dem Mittelwert aus Methode 1 und 2. Oberhalb des Stausees Innerferrera (Abschnitt 2) stützt sie sich auf die zwei naturnahen Referenzstrecken. Der oberste Abschnitt 3 ist über weite Strecken naturnah, die nGSB entspricht in etwa der heutigen mittleren Sohlenbreite gemäss dem ökomorphologischen Gewässerinventar [23].

Tabelle 9: Gutachterliche nGSB des Ragn da Ferrera.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 7.6	ungenügend	Einzelgerinne	25	gutachterlich
2	8.3 - 22.5	ungenügend	Einzelgerinne	18	gutachterlich
3	22.5 - 24.9	ungenügend	Einzelgerinne	10	gutachterlich

#### 4.1.4 Einzugsgebiet Landquart

##### Landquart

Die Landquart verfügt über einen verzweigten Abschnitt (Tabelle 10). Gemäss der historischen Karte verlief Abschnitt 1 mehrheitlich als Einzelgerinne, nur an wenigen Stellen war die Landquart verzweigt [10]. Aus diesem Grund wird für die nGSB angenommen, dass die mittlere Breite im Übergangsbereich liegt. Für den verzweigten Abschnitt 2 wird eine nGSB empfohlen, die sich auf die theoretische Grenzbreite stützt. Im unverbauten Zustand würde sich die Landquart in der Breite bis maximal zur theoretischen Grenzbreite [10] ausdehnen. Im Abschnitt 3 bestimmt die historische Bettbreite die gutachterlich bestimmte nGSB, da angenommen wird, dass beim heutigen Abfluss- und Geschieberegime die nGSB nicht breiter sein kann als die historische. In den oberen Abschnitten 4 bis 7 legen die fünf naturnahen Referenzstrecken die mittlere nGSB fest.

Tabelle 10: Gutachterliche und empfohlene nGSB der Landquart.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 6.5	gut	unklar	50	gutachterlich
2	6.5 - 11.1	gut	verzweigt	150	Empfehlung [10]
3	11.1 - 21.0	ungenügend	Einzelgerinne	30	gutachterlich
4	21.0 - 25.6	ungenügend	Einzelgerinne	18	gutachterlich
5	25.6 - 29.4	ungenügend	Einzelgerinne	18	gutachterlich
6	29.4 - 31.8	genügend	Einzelgerinne	22.5	gutachterlich
7	32.1 - 37.4	ungenügend	Einzelgerinne	23	gutachterlich

### Schanielenbach

Bei beiden Abschnitten liegen die Werte für die Gerinnesohlenbreiten der historischen und naturnahen Referenzstrecken nahe beieinander (Tabelle 11). Aus diesem Grund entspricht die gutachterlich bestimmte nGSB der historischen.

Tabelle 11: Gutachterliche nGSB des Schanielenbachs.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 6.8	ungenügend	Einzelgerinne	17	gutachterlich
2	6.8 - 13.0	ungenügend	Einzelgerinne	15	gutachterlich

#### 4.1.5 Einzugsgebiet Plessur

##### Plessur

Die Plessur ist meist als Einzelgerinne ausgeformt (Tabelle 12). Nur auf dem Kegel (Abschnitt 1) ist unklar, welche Morphologie ursprünglich vorherrschend war, da schon auf der Dufourkarte [27] Einschränkungen, verursacht durch den Menschen, erkennbar sind. In Abschnitt 2 legt die naturnahe Referenzstrecke die nGSB fest. Abschnitt 3 ist natürlich bzw. naturnah, aus diesem Grund bildet der Mittelwert aus Methode 2 die nGSB, sie stimmt in etwa mit der heutigen mittleren Gerinnesohlenbreite gemäss dem ökomorphologischen Gewässerinventar [23] überein. Im obersten Abschnitt 4 bildet der gewichtete Mittelwert aus den drei naturnahen Referenzstrecken die nGSB, wobei der längste Abschnitt am meisten Gewicht hat.

Tabelle 12: Gutachterliche nGSB der Plessur.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.5	schlecht	unklar	–	–
2	4.5 - 6.1	ungenügend	Einzelgerinne	28	gutachterlich
3	6.1 - 10.9	ungenügend	Einzelgerinne	54	gutachterlich
4	10.9 - 16.1	ungenügend	Einzelgerinne	32	gutachterlich

#### 4.1.6 Einzugsgebiet Albula

##### Albula

Im untersten Abschnitt 1 der Albula ist die mittlere nGSB auf den Wert der historischen Bettbreite festgelegt (Tabelle 13). Bei den naturnahen Abschnitten 2 und 3 ist die bestehende Breite die nGSB. Die natürliche Referenzstrecke in Abschnitt 4 legt die nGSB in den Abschnitten 4 und 5 fest. Im Abschnitt 6 definierte ein Verminderungsfaktor von 0.7, bezogen auf die Breitenangaben von Methode 2, die nGSB. Die nGSB des obersten Abschnittes 7 ist durch die natürliche Referenzstrecke festgelegt worden.

Tabelle 13: Gutachterliche nGSB der Albula.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 3.4	ungenügend	Einzelgerinne	45	gutachterlich
2	3.4 - 7.9	ungenügend	Einzelgerinne	40	gutachterlich
3	7.9 - 8.8	ungenügend	Einzelgerinne	40	gutachterlich
4	12.6 - 20.3	ungenügend	Einzelgerinne	27	gutachterlich
5	20.3 - 25.7	ungenügend	Einzelgerinne	27	gutachterlich
6	25.7 - 28.9	ungenügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
7	28.9 - 35.1	ungenügend	Einzelgerinne	10	gutachterlich

### Landwasser

Der unterste Abschnitt 1 der Landwasser reicht von der Mündung bis ans obere Ende der Zügenschlucht (Tabelle 14). Hier, in der mehrheitlich naturnahen Schluchtstrecke, entspricht die nGSB meist den vorhandenen Sohlenbreiten (ökomorphologisches Gewässerinventar). Vom Abschnitt 2 bis 4 ist die nGSB durch die Breiten aus Methode 2 bestimmt. In diesem Bereich ist die Landwasser meist stark eingeschränkt.

Tabelle 14: Gutachterliche nGSB der Landwasser.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 10.6	ungenügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
2	10.6 - 18.1	ungenügend	Einzelgerinne	26	gutachterlich
3	18.1 - 22.9	ungenügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
4	22.9 - 24.9	ungenügend	Einzelgerinne	12	gutachterlich

### Flüelabach

Die gutachterliche nGSB am Flüelabach basiert für beide Abschnitte auf dem Mittelwert der Referenzstrecken (Tabelle 15).

Tabelle 15: Gutachterliche nGSB des Flüelabachs.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.9 - 4.0	ungenügend	Einzelgerinne	15.5	gutachterlich
2	4.0 - 6.2	ungenügend	Einzelgerinne	15.5	gutachterlich

### Dischmabach

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 16: Gutachterliche nGSB der Dischmabachs.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.1	schlecht	Einzelgerinne	–	–
2	4.1 - 12.8	schlecht	Einzelgerinne	–	–

### Sertigbach

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 17: Gutachterliche nGSB des Sertigbachs.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 2.7	schlecht	Einzelgerinne	–	–
2	2.7 - 8.4	schlecht	Einzelgerinne	–	–

### Gelgia

Beim grösstenteils in einer Schlucht verlaufenden Abschnitt 1 der Gelgia, der sich von der Mündung bis zum Lai Burvagn erstreckt, ist die gutachterliche nGSB durch die naturnahen Referenzstrecke bestimmt (Tabelle 18). Zwischen dem Lai Burvagn und dem Lai da Marmorera, in den Abschnitten 2 bis 4, definiert die Methode 2 die nGSB. Oberhalb des Lai da Marmorera (Abschnitte 5 und 6) bildet die mittlere gutachterlich bestimmte nGSB den Durchschnittswert aus Methode 1 und 2.

Tabelle 18: Gutachterliche nGSB der Gelgia.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 5.3	ungenügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
2	6.0 - 9.1	ungenügend	Einzelgerinne	36.5	gutachterlich
3	9.1 - 12.1	ungenügend	Einzelgerinne	30	gutachterlich
4	12.1 - 20.7	ungenügend	Einzelgerinne	19	gutachterlich
5	23.6 - 27.3	ungenügend	Einzelgerinne	15	gutachterlich
6	27.3 - 29.1	ungenügend	Einzelgerinne	10	gutachterlich

### Rain digl Lai

Für den Rain digl Lai ist im Rahmen des Projekts „Massnahmenkonzept NSF KW Solis, Heidbach und Seitenbäche“ [8] der GewR und die nGSB kleinräumig bestimmt worden. Gemäss diesem Massnahmenkonzept [8] beträgt die nGSB 7 m (Tabelle 19).

Tabelle 19: Gutachterliche nGSB des Rain digl Lai.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	1.9 - 7.6	genügend	Einzelgerinne	7	[8]

#### 4.1.7 Einzugsgebiet Inn

##### Inn

Der Inn ist als Einzelgerinne ausgeformt (Tabelle 20). Der Abschnitt 1 zeichnet sich dadurch aus, dass die historischen Bettbreiten wie auch die Gerinnesohlenbreiten gemäss Methode 2 fast identisch sind, die Letztgenannten fixieren die gutachterlichen nGSB. Im Abschnitt 2 bildet der Mittelwert aus Methode 1 und 2 die nGSB. Bei den Abschnitten 3 und 4 stimmen die Breitenangaben von Methode 1 und 2 überein und sie legen die nGSB fest. In der Schlucht oberhalb Scuol (Abschnitt 5) beschreibt die Methode 2 die natürliche Gerinnesohle. Der Durchschnittswert von Methode 1 und 2 fixiert die gutachterlich bestimmte nGSB des Abschnitts 6. In Abschnitt 7 und 8 folgt sie den Breiten aus Methode 2. In Abschnitt 8 ist die naturnahe Referenzstrecke durch die oberwasserseitige Wasserfassung beeinflusst und wird deshalb nicht berücksichtigt. Zwischen S-chanf und St. Moritz (Abschnitte 9 bis 13) ist der Inn stark eingeschränkt und die nGSB sind schwierig abzuschätzen. Aus dem Bericht zur Gewässerräumausseidung [12] geht nicht hervor, wie die darin aufgeführten maximalen nGSB in den naturnahen Abschnitten bestimmt worden sind. Die nGSB gemäss Methode 2 und 3 liegen in einer vergleichbaren Grössenordnung. Im vorliegenden Gutachten werden sie durch die Methode 2 bestimmt.

Tabelle 20: Gutachterliche nGSB des Inns.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 5.7	ungenügend	Einzelgerinne	38	gutachterlich
2	5.7 - 15.9	ungenügend	Einzelgerinne	86	gutachterlich
3	15.9 - 25.8	ungenügend	Einzelgerinne	46	gutachterlich
4	25.8 - 31.9	ungenügend	Einzelgerinne	46	gutachterlich
5	31.9 - 39.6	ungenügend	Einzelgerinne	23	gutachterlich
6	39.6 - 46.0	ungenügend	Einzelgerinne	38	gutachterlich
7	46.0 - 54.0	ungenügend	Einzelgerinne	55	gutachterlich
8	54.0 - 65.5	ungenügend	Einzelgerinne	28	gutachterlich
9	65.5 - 74.6	genügend	Einzelgerinne	54	gutachterlich
10	74.6 - 78.5	genügend	Einzelgerinne	52	gutachterlich
11	78.5 - 79.3	genügend	Einzelgerinne	54	gutachterlich
12	79.3 - 85.1	genügend	Einzelgerinne	44	gutachterlich
13	85.1 - 86.2	genügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
14	87.3 - 90.3	ungenügend	Einzelgerinne	29	gutachterlich
15	95.4 - 97.3	schlecht	Einzelgerinne	–	–



## Flaz

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 21: Gutachterliche nGSB des Flaz.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.5	schlecht	Einzelgerinne	–	–
2	4.5 - 6.8	schlecht	Einzelgerinne	–	–

## Ova da Roseg

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 22: Gutachterliche nGSB der Ova da Roseg.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.6	schlecht	Einzelgerinne	–	–

## Ova da Bernina

Bei der verzweigten Ova da Bernina stimmt die empfohlene nGSB mit der theoretischen Grenzbreite [12] überein (Tabelle 23).

Tabelle 23: Gutachterliche nGSB der Ova da Bernina.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 5.8	genügend	verzweigt	100	Empfehlung [12]

## Beverin

Am Beverin lässt sich die nGSB anhand der natürlichen Gerinnesohlenbreite im Kurzbericht [9] und der natürlichen Referenzstrecke bestimmen (Tabelle 24).

Tabelle 24: Gutachterliche nGSB der Beverin.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.8	genügend	Einzelgerinne	14.5	gutachterlich

## Ova da Chamuera

Bei der Ova da Chamuera fehlen naturnahe Referenzstrecken. Die maximale Bettbreite in den naturnahen Abschnitten, die im Bericht zur GewR BM [12] aufgeführt ist, bestimmt die nGSB für den ganzen Abschnitt (Tabelle 25).

Tabelle 25: Gutachterliche nGSB der Ova da Chamuera.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.2	ungenügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich

## Spöl

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 26: Gutachterliche nGSB des Spöls.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 5.9	schlecht	Einzelgerinne	–	–

### 4.1.8 Einzugsgebiet Röm

## Röm

Die Morphologie des Roms kann der Gruppe „Einzelgerinne“ zugeordnet werden und die nGSB ist gutachterlich bestimmt (Tabelle 27). Für den unteren Abschnitt 1, der sich von der Landesgrenze bis zur Mündung des Aua da Vau erstreckt, wird eine mittlere nGSB aufgrund der Werte aus Methode 1 und Methode 2 bestimmt. Diese Werte decken sich mit der historischen Bettbreite. Beim etwas steileren Abschnitt 2 legt der Wert aus Methode 2 die gutachterliche nGSB fest. Im obersten Abschnitt 3 bildet die nGSB den Mittelwert aus den Werten der zwei natürlichen Referenzstrecken.

Tabelle 27: Gutachterliche nGSB des Roms.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 5.6	genügend	Einzelgerinne	20	gutachterlich
2	5.6 - 8.7	genügend	Einzelgerinne	18	gutachterlich
3	8.7 - 14.1	genügend	Einzelgerinne	11	gutachterlich

## Aua da Vau

Die Datenqualität ist schlecht, deshalb ist keine gutachterliche nGSB bestimmt worden.

Tabelle 28: Gutachterliche nGSB der Aua da Vau.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 2.0	schlecht	Einzelgerinne	–	–

#### 4.1.9 Einzugsgebiet Maira

##### Maira

An der Maira ist bei den natürlichen Referenzstrecken zu beachten, dass das Orthophoto kurz nach einem Hochwasserereignis mit grossen Geschiebeumlagerungen aufgenommen wurde und so die nGSB tendenziell breiter bestimmt wurde als bei Gerinnen, die längere Zeit keine Hochwasser führten. Auch die Werte für die historischen Bettbreiten sind fraglich. Vermutlich werden die effektiven historischen Bettbreiten damit unterschätzt. Kleinere Gerinne wurden häufig zu schmal kartiert.

Die gutachterliche nGSB für die unteren zwei Abschnitte (1 und 2) wird mittels der natürlichen Referenzstrecke festgelegt. Beim Abschnitt 3 wurde sie auf die mittlere Breite der Referenzstrecke gesetzt.

Tabelle 29: Gutachterliche nGSB der Maira.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 3.4	ungenügend	Einzelgerinne	16	gutachterlich
2	3.4 - 9.2	ungenügend	Einzelgerinne	16	gutachterlich
3	9.2 - 14.9	ungenügend	Einzelgerinne	31	gutachterlich

#### 4.1.10 Einzugsgebiet Moesa

##### Moesa

Die Moesa ist unterschiedlich ausgeformt (Tabelle 30). In den untersten Abschnitten 1 und 2, von der Kantonsgrenze bis Cama, bildet der Mittelwert aus den zwei Referenzstrecken die gutachterlich bestimmte nGSB. Sie basiert im etwas steileren Abschnitt 3 auf der naturnahen Referenzstrecke. Beim historisch verzweigten Abschnitt 4 stimmt die empfohlene nGSB mit der theoretischen Grenzbreite [5] überein. Für die Abschnitte 5 bis 7 bilden die Breitenangaben aus Methode 2 (stimmen mit naturnahen Referenzstrecken überein) die Basis für die gutachterliche Betrachtung.

Tabelle 30: Gutachterliche und empfohlene nGSB der Moesa.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	3.5 - 8.7	genügend	Einzelgerinne	62	gutachterlich
2	8.7 - 13.0	genügend	unklar	62	gutachterlich
3	13.0 - 16.4	genügend	Einzelgerinne	25	gutachterlich
4	16.4 - 22.1	genügend	verzweigt	125	Empfehlung [5]
5	22.1 - 30.8	genügend	unklar	35	gutachterlich
6	30.8 - 37.5	genügend	Einzelgerinne	23	gutachterlich
7	38.7 - 40.6	genügend	Einzelgerinne	23	gutachterlich

## Calancasca

An der Calancasca waren meist Abschnitte mit Einzelgerinnen vorherrschend (Tabelle 31). Unterhalb des Laghet di Buseno, in der Schluchtstrecke des Abschnitts 1, entspricht die bestehende Gerinnesohlenbreite der nGSB. Im Abschnitt 2, oberhalb des Laghet di Buseno, bildet der Breitenwert aus Methode 2 die Grundlage für die nGSB. Eine naturnahe Referenzstrecke und die Breitenangabe aus Methode 2 stellen den Wert für die nGSB in Abschnitt 3 dar. Für die Abschnitte 4 und 5 liegt die nGSB im mittleren Bereich aller vier Referenzstrecken im Oberlauf.

Tabelle 31: Gutachterliche nGSB der Calancasca.

Abschnitt	GEWISS-Adresse [km]	Qualitätsklasse	Morphologie	nGSB [m]	Bemerkung
1	0.0 - 4.7	ungenügend	Einzelgerinne	28	gutachterlich
2	4.7 - 9.1	ungenügend	Einzelgerinne	42	gutachterlich
3	9.1 - 14.2	ungenügend	unklar	42	gutachterlich
4	14.2 - 19.9	ungenügend	unklar	33	gutachterlich
5	19.9 - 25.0	genügend	Einzelgerinne	33	gutachterlich

## 4.2 Erste Gewässerraumausscheidung

Um einen ersten Eindruck über den künftigen GewR an Talgewässern zu erhalten, wird basierend auf den gutachterlich bestimmten nGSB der Gewässerraum auf die Gewässerachsen zentrisch abgetragen. Diese Gewässerachsen werden dem ökomorphologischen Gewässerinventar entnommen. Ergänzend werden links und rechts je 15 m als Uferstreifen zur nGSB dazugeschlagen. Bei einem Abschnittswechsel verändert sich die Gewässerraumbreite nicht kontinuierlich, sondern abrupt von der Breite im Abschnitt 1 zur Breite in Abschnitt 2.

Der so ausgeschiedene GewR ist als eine mittlere Breite zu verstehen. Er dient lediglich einem ersten Vergleich mit der bisherigen Gewässerraumausscheidung an Talgewässern nach der Bündner Methode. Er kann auch als Vergleich mit der Gewässerraumausscheidung gemäss Leitfaden herangezogen werden.

## 5 Schlussfolgerung

Im Folgenden werden die Erkenntnisse zusammengefasst und schliesslich Empfehlungen für die weitere Verwendung der Daten sowie für das weitere Vorgehen abgegeben.

### 5.1 Erkenntnisse

Die wichtigsten Erkenntnisse stützen sich auf die Tatsache, dass die nGSB bei Einzelgerinnen und verzweigten Gerinnen unterschiedlich betrachtet werden muss und sich dies ebenso auf die Gewässerraumausscheidung auswirken muss. Bei der Gewässerraumausscheidung gemäss der Gewässerschutzverordnung (GSchV) [18] ist eine Dreiteilung des Gewässerraumes vorgesehen (Bild 1). Diese Dreiteilung eignet sich für Einzelgerinne, nicht jedoch für verzweigte Gerinne. Verzweigte Gerinne beinhalten, eingegrenzt durch Teilgerinne, auch Lebensräume mit permanenter Vegetation, welche damit einen funktionellen Teil des Uferbereichs übernehmen. Die theoretische Grenzbreite stellt bei verzweigten Gerinnen eine obere Grenze der nGSB dar.

### 5.2 Empfehlung Anwendung

Im Folgenden wird eine Empfehlung abgegeben, wie mit den gutachterlich bestimmten und empfohlenen nGSB sowie den gewonnenen Erkenntnissen weiter fortgefahren werden soll.

#### 5.2.1 Einzelgerinne

Die Methodik für die gutachterliche Bestimmung der nGSB liefert bei Gerinnemorphologien mit Einzelgerinnen gute Ergebnisse, sofern für die Datengrundlagen die Qualitätsklasse „gut“ oder „genügend“ erreicht wird. Bei ungenügender und schlechter Datengrundlage sind aus fachlicher Sicht zusätzliche Grundlagen zur Bestimmung der nGSB erforderlich.

##### **Empfehlung**

Die gutachterlich bestimmten nGSB für Einzelgerinne können als Basis für die Festlegung der Gewässerräume verwendet werden. Wo die Bestimmung der nGSB aufgrund der mangelhaften Datengrundlagen bisher nicht möglich oder die Qualitätsklasse „ungenügend“ war, müssen zuerst weiterführende Einzelfalluntersuchungen durchgeführt werden (morphologische Regimetheorien), bevor die Festlegung der Gewässerräume an die Hand genommen werden kann.

#### 5.2.2 Verzweigtes Gerinne

Bei verzweigten Gerinnen stellt sich das natürliche morphologische Gleichgewicht und damit verbunden die maximale Breitenausdehnung in der Regel erst beim Erreichen der theoretischen Grenzbreite ein. Daraus leiten sich die empfohlenen nGSB ab. Zurzeit liegt aber kein technisch sowie ökologisch überzeugendes und politisch akzeptiertes Konzept vor, wie man von diesen nGSB-Werten auf die Grösse der Gewässerräume schliessen soll.

##### **Empfehlung**

Die empfohlenen nGSB für verzweigte Gerinne sollen nicht direkt als Basis für die Festlegung der Gewässerräume herangezogen werden. Dafür müssen in Zukunft alternative Konzepte entwickelt werden, die unabhängig von der nGSB operieren.

### 5.3 Empfehlung weiteres Vorgehen

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse empfehlen wir für die Gewässerraumausscheidung an grossen Talflüssen im Kanton Graubünden das folgende weitere Vorgehen:

- Gestützt auf die gutachterlich bestimmten nGSB kann an Einzelgerinnen mit guter oder genügender Datenqualität abschnittsweise die Gewässerraumausscheidung gemäss dem Ablaufschema des Leitfadens [4] erfolgen.
- Für die Gewässerraumausscheidung an Einzelgerinnen mit ungenügender oder schlechter Datenqualität sind die nGSB zuerst mit Hilfe von morphologischen Regimetheorien zu bestimmen.
- Für die Gewässerraumausscheidung an verzweigten Gerinnen ist die Ausarbeitung eines allgemeinen Gewässerleitbildes, welches auch die verschiedenen räumlichen Interessen gegeneinander abwägt, zu prüfen.

Chur, 08. Januar 2014

Melanie Ulrich

Tobias Oberli

Michael Grob

Rolf Eichenberger

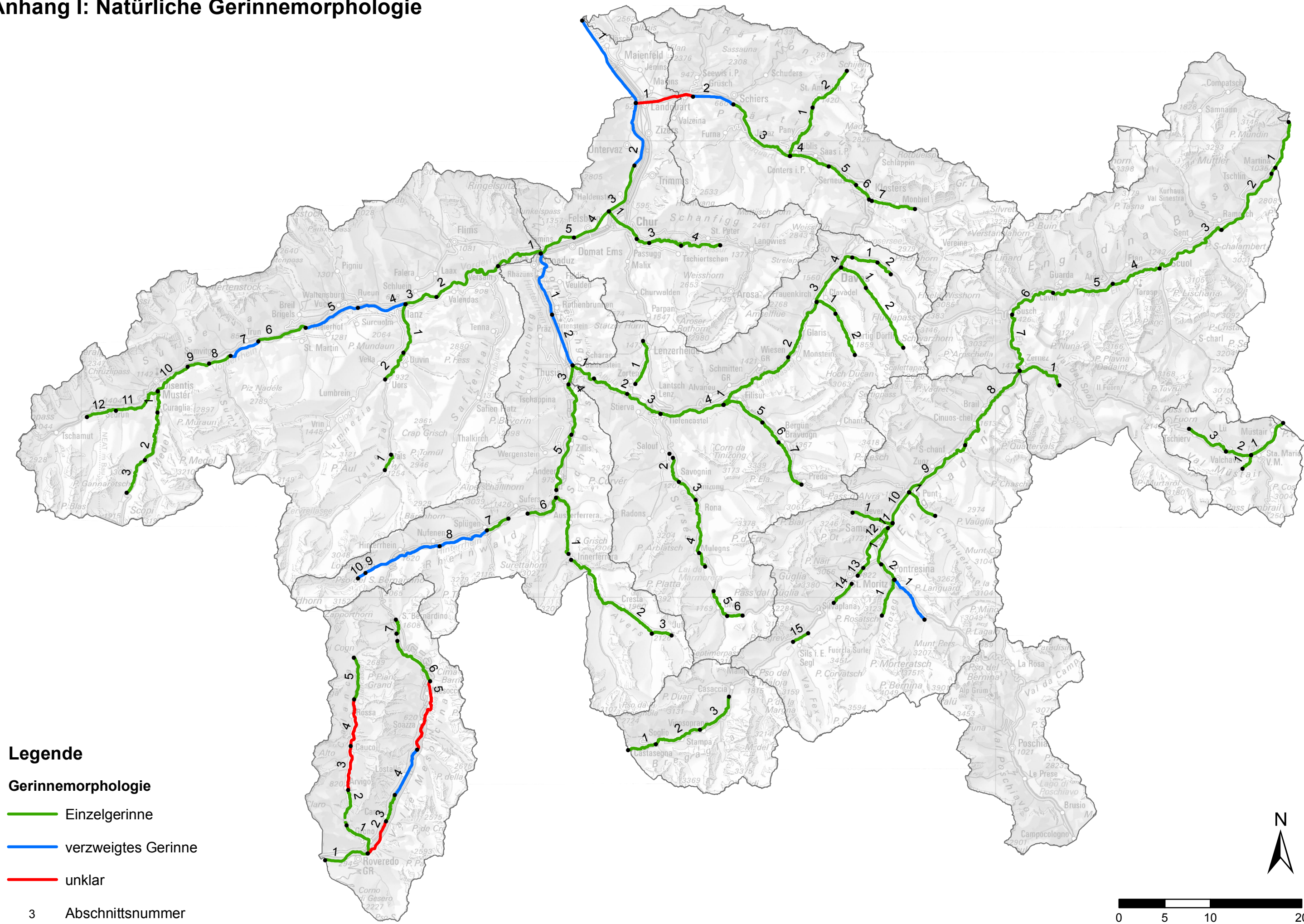
## A Anhang

Anhang I: Übersichtskarte natürliche Gerinnemorphologie

Anhang II: Übersichtskarte Qualitätsklassen



Anhang I: Natürliche Gerinnemorphologie





Anhang II: Qualitätsklassen

