

# Ueber den Seedamm-Bruch an der Albula

Autor(en): **Salis, F. von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **22 (1877-1878)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594581>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# I.

## Ueber den Seedamm-Bruch an der Albula.

Von

Friedr. von Salis, Oberingenieur in Chur.

---

Die Albula-Route mit ihren romantischen Scenerien ist uns Allen bekannt. Es ist uns ebenfalls in guter Erinnerung der, zwischen Bergün und der Berghöhe (Crusch) liegende, Weissenstein, mit dem unterhalb befindlichen, reizend grünen, von Fichtenwäldungen umgebenen Palpuogna-See.

Oberhalb von Weissenstein, jedoch in gleichem Niveau mit diesem, sind derzeit von einem früher ebenfalls bestandenen, seichten Bergsee nur kleine Ueberreste mehr zu erkennen. Die an den Gypsfelsen liegenden Meeraugen haben mit dem grössern See nie in Vereinigung gestanden.

Das Gasthaus zum Weissenstein ist schon seit einer Reihe von Decennien ein Privatbesitz und in weiten Umkreisen, wegen der dort gebotenen, vorzüglichen Forellen rühmlich bekannt.

Zu dem Besitzthum des Weissenstein gehört der Obere See eigenthümlich; in dem Untern bei Palpuogna hatte der jeweilige Eigenthümer durch Pacht mit der Gemeinde Bergün Fischerei-Rechte erworben.

Die häufige Handänderung, welcher diese Station unterworfen war, führte Anfangs der 60er Jahre einen unter-

nehmenden Mann Herrn C. Br. von Chur dorthin, welchem die Fischzucht und der Fremdenbesuch zu geringe Prozente abzuwerfen schienen und welcher die Schätze aus dem Seeuntergrunde glaubte heben zu sollen.

Er liess zu diesem Zweck den See auslaufen, zum Theil geschah dies schon durch seinen Vorgänger Hr. Ba—, zog einen tiefen Graben durch die Mitte des Seegrundes, um diesen zu entwässern, liess den im Seegrunde vorkommenden Torf und den unter diesem befindlichen Lehm stechen, Ziegel fabriziren und sollten diese wie auch Kalk mit dem an Ort und Stelle gehobenen Torf gebrannt werden.

Diese Industrie trat in's Leben noch ehe die neue Strasse über die Albula erstellt war.

Das Absatzfeld ihrer Erzeugnisse war zum grössten Theil das Oberengadin, sie vermochte sich aber auch nach dem Jahre 1865, nach der Vollendung der neuen Strasse über jenes Joch, nicht zu halten und war Br. damit genöthigt, das Unternehmen am Crap alv wieder aufzugeben.

Seit jener Zeit ist nun der dritte Rechtsnachfolger im Besize des Weissenstein und möchte dieser ein Hr. M. von Thusis sein Glück wieder mehr im Verkaufe von Fischen und Veltliner Weinen suchen. Daher geht sein Streben dahin, den Obern See wieder herzustellen, welche Aufgabe, wie man hört, ihm ein hiesiges Finanzinstitut zur Pflicht gemacht habe und die Fischzucht in demselben künstlich zu heben. Einen missglückten Versuch, den See künstlich zu stauen, wurde im kleinen Massstabe schon unter Herrn J. vor circa 10 Jahren gemacht.

Ohne einen, auch nur einigermaßen competenten technischen Rath anzuhören, legte M. einen Erddamm quer

über das Thal oberhalb der alten Ziegelei an und setzte zu einstweiligem freien Abfluss des Wassers, welches in dortigem Kessel bei reichhaltigen Quellen sich ansammelt, eine Holzschleuse ein.

Der die Seebildung erzeugende Damm hatte eine Länge von M. 115. Die Kronbreite betrug M. 1.50. Die Böschungen waren vollkommen anderthalbfüssig und mit Rasen bekleidet. Die grösste Höhe des Staudammes vertical gemessen betrug M. 3.50. Der Höhenunterschied von der Schleusenfalle bis an die Dammkrone M. 4.60. Die Schleuseneinrichtung war in folgender Weise hergestellt. Auf einem durchgehenden 11.80 M. langen, circa M. 3.50 breiten liegenden Roste waren in einem Abstände von circa M. 1.50 zwei in Mörtel gelegte Mauern von 1 Meter Dicke aufgeführt. Zwischen diese zwei Mauern war ein Holzrahmen — Fallenstock — aufgerichtet und mit dem unterliegenden Roste verbunden worden. In dem Rahmen war die Fallthüre, ohne jegliche mechanische Vorrichtung zum Heben derselben eingelassen.

Das Füllmaterial des Dammes ist gegen die Schleusenmauern muthmasslich, ohne besondere Sorgfalt und ohne in niedern Schichten festgestossen zu werden, angeschüttet worden; die später zu Tage getretenen Erscheinungen deuten wenigstens darauf hin.

Nach Aussage des Herrn Bez.-Ingr. Preiss, welchem ich auch die obigen Maassangaben über den Staudamm verdanke, hätte M. keinen technischen Rath gewünscht, solchen sogar zurückgewiesen und sich für verantwortlich erklärt.

Nachdem die beschriebene Dammbaute und Schleuse seit dem Monat Juli 1877 vollendet da gestanden und mehrere

Stauversuche in kleinem Maassstabe ausgeführt worden waren, entschloss sich M. ohne vorgängige Anzeige am 18. Sept. die Schleusenfalle zu schliessen und den See hinter derselben sich aufstauen zu lassen.

Bei dem Steigen des See-Niveau konnte beobachtet werden, dass zwischen Damm und Schleusenmauern und durch die Mauern selbst ein nicht unbedeutender Wasserverlust stattfand.

Troz diesem Abgange füllte sich der See in  $2\frac{1}{2}$  Tagen bis 0.50 Mtr. unter die Dammkrone. Nun wurden Seitens des Wirthes zum Weissenstein Anstrengungen gemacht, die Fallthüre zu heben, allein ohne Erfolg. Der seitliche Druck auf die Mauern und dadurch auf die Rahmen und in der Front auf die Falle selbst, durch die über 4 Mtr. hohe Wassersäule war so stark, dass bei Abwesenheit mechanischer Hebevorrichtungen die Versuche fruchtlos waren.

Am 21. Sept. Morgens 9 Uhr 15 brachte die Strömung durch die Breitseiten der Schleusen-Mauern diese zum Einsturze und bald wurde der Fallenstock, Rost und Mauern bis auf kleine Ueberreste und die anstossenden Dammtheile auch mitgerissen.

Der dadurch entstandene Dambruch misst  $12\frac{1}{4}$  Met. in der Länge, während zu beiden Seiten der Erddamm unversehrt geblieben ist.

Nach einer andern Version und zwar nach Aussage des geschädigten M. selbst, welcher im Momente des Schleusenbruches in einem Kahne sich auf dem ephemeren See befand und die unliebsame Thalfahrt um ein kleines mitzumachen in Gefahr stand, wäre der Einsturz der Schleuse durch das, unter dem Roste durchgedrückte und daselbst Auskolkungen verursachende Wasser herbeigeführt worden.

Bei der geringen Vorsicht, die auf die ganze Anlage verwendet worden ist, scheint uns das Eine und das Andere möglich, und wahrscheinlich sind es beide Faktoren gewesen, welche zu der Katastrophe geführt haben.

Die rasche Entleerung des gestauten Wassers verursachten nach dem entstandenen Dammbroche grosse Verheerungen. Die am rechtseitigen Ufer oberhalb der Brücke gelegene, für den Sommerwirthschaftsbetrieb eingerichtete Holzhütte — Pavillon — war in wenigen Minuten bei Seite geschoben und legten sich deren Ueberreste gegen die Brückenöffnung, den freien Ablauf des Wassers hemmend.

Die so etwas verengte Brücke vermochte den Wasserstrom nicht zu fassen, sie widerstand jedoch und nur das Holzgeländer wurde weggerissen.

Die Fluth überströmte Brücke und Strasse circa 0,60 Meter hoch, reichte bis an den Eingang des Gasthauses, drang durch denselben in die untern Räume ein und verfolgte von dort die stark fallende Strasse auf grosse Strecke ohne andern Schaden an derselben anzurichten, als die Fahrbahn abzuschwemmen und auszuhölen.

Zunächst der Brücke bei Weissenstein wurde ein Stück Stuzmauer umgeworfen und in Folge dessen sehr bald eine Furche quer durch die Strasse auf der rechten Brückenseite gerissen.

In der ehemaligen Ziegelei sollen sieben Hausthiere ertrunken und viel Holz vom Wasser weggetragen worden sein.

Bei Palpuogna wurde die Strasse ebenfalls überströmt und beschädigt und in ihrem Untergrunde unterhölt. Weiter abwärts unterhalb Punt ôta musste ein Stück Strassenböschung auf 40 M. Länge dem Andränge des Wassers

weichen, wie auch die gewölbte Brücke bei Tranter ils craps, durch Unterspülung des linkseitigen Widerlagers und Wuhrfügels, dem Einsturze nahe gebracht wurde.

Die vielen kleinern und grössern Ufereinstürze verursachten natürlich eine garstige Trübung des Wassers, eine Menge Geschiebe wurde mitgerissen und dadurch die abströmende Masse noch vermehrt, die bei dem dortigen, bekanntlich sehr starken Gefälle einem fürchterlichen Brausen glich.

Die Besorgnisse, die man hegte, dass der schöne Albula-See bei Palpuogna von dem Schutt eingefüllt worden sein möchte, bestätigen sich wie wir hören zum Glücke nicht, sondern soll nach Herrn Reg.-Statth. Buol in Bergün der Schaden an jenem nicht gross sein, dagegen muss die Piena, welche von keinem bisherigen Hochwasser auch nur annähernd erreicht worden wäre, geradezu vernichtend auf den Fischstand gewirkt haben.

Todte Fische wurden nach Abnahme des Wassers auf den Ufern in Menge gefunden, auch nur Stücke von solchen Leichnamen, als Köpfe, Schwänze etc.

Anstossender Kulturboden in Preda, Natz und bei Bergün soll ebenfalls ziemlich zu Schaden gekommen sein, wie denn auch von der Fluth sämtliche Holzbrücken der Gemeinde Bergün nach dem linken Albula-Ufer weggerissen worden sind.

Der auf der Strecke von Weissenstein bis gegen den Unteren See zu Tage tretenden Felsunterlage im Bachbette, hat man es wohl zu verdanken, dass die Verwüstungen nicht weit grössere Dimensionen angenommen haben. Ohne eine solche, feste Sohle würde die Fluth bei dem äusserst

rapiden Gefälle daselbst unvermeidlich ganz enorme Zerstörungen angerichtet haben.

Werfen wir nun einen Blick auf die hydrostatischen und hydrodynamisch'en Erscheinungen der Seebildung und dessen Entleerung, so ergeben sich uns folgende Thatsachen und auf diese gegründete Rechnungsergebnisse.

Die Ausdehnung der Seefläche am 21. Sept. war eine sehr beträchtliche und mag ziemlich genau 10 Hektaren gleich gekommen sein.

Die Länge war über 500 Met. Die Breite, eine ungleiche kann im Mittel annähernd zu 200 Met. angenommen werden, so dass sich mindestens 100000  $\square$  Met. gleich 10 Hektaren ergeben. Sezen wir die Wasserhöhe im Mittel zu 1.50 Met. an, so erhalten wir einen im See aufgestauten Wassercubus von Cbcm. 150.000.

Auf die gleiche Zahl kommt Herr Ing. Preiss auf dem Wege einer andern Berechnungsweise.

Diese Wassermasse hat sich in dem künstlichen See angesammelt vom 18. bis zum 21. Sept. in circa  $2\frac{1}{2}$  Tagen also 60 Stunden = 216,000 *Secunden*, trotz dem Wasserverluste an der Schleuse.

Nehmen wir diesen, etwas willkürlich, im Mittel der Zeit zu 5% des Gesamtzuflusses an, so lieferten die Quellen in 216,000 Secunden

$$= 150,000 \text{ M.}^3$$

$$+ 7,500$$

---


$$\text{Total also } 157,500 \text{ M.}^3$$

oder in 1 Secunde = 0,730 M.<sup>3</sup> = 730 Litres.

Das dabei in Berücksichtigung fallende Einzugsgebiet beträgt 676 Hektaren.



Die demselben zur Zeit der Herbstäquinoktien, bei zwar etwas regnerischem Wetter und nach anhaltend nassem Sommer, entströmenden Quellen liefern mithin

1.08 Litre auf 1 Hektare.

Die revidirte Karte dieses Bergüberganges im Maassstabe von 1:50000 — Blatt Bevers — stand dem Referenten hiefür schon zur Verfügung, und ist der neue See in dieselbe schon eingezeichnet, während er in der Ziegler-schen, im gleichen Maassstabe, als nicht vorhanden, fehlt, weil er eben zur Zeit deren Herausgabe schon abgelaassen worden war.

In der Original-Aufnahme des Jahres 1845, bearbeitet durch unsern Landsmann, den jetzigen eidgenössischen Forst-Inspektor Herrn Coaz, ist der See am Weissenstein als noch bestehend verzeichnet und ergiebt sich für denselben eine Länge von 500 Met.

Wenn wir also bei der vermehrten Stauhöhe für ein Rechteck von 200 Met. Breite eine Länge von 500 Met. angesetzt haben, so glauben wir die See-Oberfläche vom 21. Sept. 1878 nicht zu gross angenommen zu haben.

Ein Fehler der cubischen Massenberechnung des See-Inhaltes jenes Tages kann begreiflicherwise leicht mituntergelaufen sein. Derselbe übt indessen keinen sehr starken Einfluss auf die Berechnung der Quellenmenge pro 1 Secunde aus.

Nimmt man an, der Recipient habe 20000 M.<sup>3</sup> Wasser mehr enthalten, so ergeben sich für die Mächtigkeit der Quellen anstatt 730 Lit. per 1 Secunde 820 Lit., was auf die Hektare reducirt = 1.17 Lit. anstatt = 1.08 Lit., also nur  $\frac{9}{100}$  Liter mehr ausmacht.

Die Entleerung des See's erfolgte nach entstandenem Dammbroche in sehr rascher Weise und als auffallende Erscheinung ist dabei zu betrachten, dass die gerissene Lücke im Damme nicht mehr wie auf  $12 \frac{1}{4}$  in der Kronhöhe und 5 Meter in der Sohlentiefe sich erweitert hat.

Die Zeitangaben über den eingetretenen Bruch und der für das gänzliche Auslaufen des See's erforderlichen Zeit, sind etwas widersprechend. Gewiss ist, dass die Seefluth vor Ankunft der von Ponte herüberfahrenden Post verlaufen, denu diese war durch die entstandene Strassenbeschädigung zunächst dem Weissenstein in ihrem Laufe gehemmt, obwohl sie wegen Schneefall auf der Berghöhe des vorigen Tages etwas verspätet und zwar erst um 11 Uhr 10 Minuten am Weissenstein anlangte.

Nach Aussage des Postconducteurs und der Reisenden war damals der Spektakel vorüber, der circa  $1 \frac{1}{2}$  Stunden früher, also um 9 Uhr 40 Min. seinen Anfang genommen haben sollte.

Den Zeitpunkt des Schleusenbruches genau zu ermitteln habe ich viele Nachfragen gehalten und durch dieselben dazu gekommen, dass er mit ziemlicher Sicherheit auf 9 Uhr 15 Minuten festgesetzt werden kann.

Die Zeitdauer der See-Entleerung ist ebenso wenig genau beobachtet worden.

Herr Ing. Preiss, welcher am Nachmittag des 21. Sept. selbst nach Weissenstein kam, gibt dieselbe nach hören sagen auf 30 Minuten an, andere wollen aus den Hochwasserständen diese Zeit auf 2 Stunden = 120 Minuten ausdehnen.

Herr Bez.-Ing. Albertini in Samaden, dem ich ebenfalls werthvolle Mittheilungen für meine Zusammenstellung verdanke, setzt die bezügliche Zeit auch auf circa 2 Stunden an und bestätigt, dass die Strasse bei Weissenstein in einer Höhe von 60 Cm. überströmt worden sei.

Wir glauben die Zeit des Seeabflusses auf nicht mehr als 1 Stunde und 30 Min. also auf 90 Minuten = 5400 Secunden annehmen zu sollen.

Während dieser Zeit sind dem See gleichzeitig für jede Secunde = 730 Liter oder aber in der Zeit von 5400 Secunden = 3942 M.<sup>3</sup> = 4000 M.<sup>3</sup> in runder Zahl zugeführt worden. Das ausgelaufene Wasserquantum beträgt mithin  $150000 + 4000 = 154000$  M.<sup>3</sup> oder im Mittel berechnet auf 1 Sec.  $\frac{154000}{5400} = 28.6$  M.<sup>3</sup>

Die Abflussmenge musste sich gegen das Ende der Zeit bedeutend herabmindern und bis auf 0 zurückgehen, allein im Moment der stärksten Piena auch mindestens das doppelte, also circa 60 M.<sup>3</sup> betragen haben.

Bei dem geringen Gefälle von dem See bis zu den Gebäulichkeiten des Weissenstein und den vorhandenen Hindernissen können wir die dortige Abflussgeschwindigkeit wohl nicht mehr als auf 3 m. per 1 Secunde ansetzen. Der dazu gehörige Querschnitt, um bei 3 M. Geschwindigkeit in einer Secunde 60 M.<sup>3</sup> Wasser durchlaufen zu lassen, muss daher 20 □-Met. betragen.

Die Oeffnung der 8 M. □ haltenden, zur Hälfte verämmelten Holz-Brücke daselbst bot dem Wasser nur ein freies Profil von circa 4 M.-□ dar, sodass circa 16 M.-□ noch über der Strassenebene überschwemmt worden sein mussten.

Die Breite von dem Gasthaus bis an den gegenüberliegenden Abhang beträgt 26 Met., was bei der beobachteten Wasserhöhe von 60 Cm.  $26 \times 0,60 = 15,60$  M.- $\square$  also ziemlich genau den 16 M.- $\square$  gleichkommt.

$16 + 4 = 20$  M.- $\square$  Abfluss-Profil multipliziert mit der Geschw. von 3 M.

$$20 \times 3 \text{ gibt } = 60 \text{ M.}^3$$

für das Maximum des in 1 Secunde abgelaufenen Wasserquantums.

Dieser höchste Stand dauerte natürlich nur kurze Zeit, doch gehen uns darüber, wie auch über die allmähliche Abnahme alle genauen Beobachtungen ab.

Das rasche Eintreten von Hochwasserständen, auf die man freilich in den meisten Fällen nicht gefasst, und die wünschbaren Beobachter desshalb nicht aufgestellt werden können, bietet eine kostbare Gelegenheit, die Abflusgeschwindigkeit auf grosse Distanzen zu ermitteln.

Aus Mangel an eigenen Beobachtungen sind wir daher auf solche angewiesen, welche zufällig gemacht worden sind und ergeben sich für den Eintritt der grössten Hochfluth folgende Zeiten:

	<i>Uhr Morgens.</i>	<i>Durchlaufzeit.</i>	
		<i>in Minuten</i>	<i>in Secunden</i>
a. Weissenstein	9 Uhr 15 Min.		
b. Bergün Säge	9 „ 45 „	30	1800
c. Bellaluna „	10 „ 5 „	20	1200
d. Filisur Mühle	10 „ 20 „	15	900
e. Alveneu-Bad Brücke	10 „ 35 „	15	900
f. Tiefenkastels „	11 „ 5 „	30	1800

Stellen wir darauf gestützt eine Tabelle auf, über die Längen und die Gefälle der Albula von Weissenstein bis Tiefenkastels und der dabei sich ergebenden Abflussgeschwindigkeiten während der grössten Piena, so erhalten wir folgende Resultate:

	Höhe in Met. über'm Meer	Differenz	Längen in Met.	Relat. Gefäll	Abflussgeschwindigkeit im Ganzen in Sekunden	Abflussgeschwindigkeit auf 1 Secl.
a. Weissenstein	2030					
b. Bergün Säge	1350	680	8000	8.5%	1800	4.44
c. Bellaluna	1080	270	4000	6.7%	1200	3.33
d. Filisur Mühle	997	83	3000	2.7%	900	3.33
e. Alveneu-Bad Brücke	942	55	3000	1.8%	900	3.33
f. Tiefenkastels „	850	92	6000	1.5%	1800	3.33
Total		1180	24000		6600	
Als Durchschnitt				4.24		3.6

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, dass das Hochwasser vom 21. Sept. auf die Länge der 24 Kil. von

Weissenstein bis Tiefenkastels einen Zeitaufwand für den Durchlauf in Anspruch nahm von 6600 Secunden = 1 Stunde und 50 Minuten.

Als mittleres, ausgeglichenes Gefäll erhalten wir 4.24<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und berechnet sich die Abflussgeschwindigkeit auf die ganze Strecke bis Tiefenkastels verglichen auf

3.6 Met. per 1 Secunde.

Es ist vielleicht mancher der verehrten Leser im Zweifel über die Richtigkeit der mitgetheilten Zahlen der Abflussgeschwindigkeit und versucht zu fragen; wie kommt es, dass dieselbe um so geringes grösser ist auf der obersten Sekt. mit 8 1/2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und auf der zweiten mit 6.7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> gar nicht mehr beträgt, als auf der untersten Strecke mit nur 1 1/2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Gefälle?

Darauf ist folgende Antwort zu geben.

Die Höhenquoten, die daraus abgeleiteten Höhendifferenzen zwischen den einzelnen Punkten, die dazu gehörigen Längen und mithin auch die aus denselben berechneten relativen Gefälle sind Zahlenwerthe, welche unsern besten Karten 1 : 50000 mit Horizontalcurven entnommen worden und ganz zuverlässig sind.

Der Eintritt der Hochfluth in Bergün, Bellaluna, Filisur, Alveneu-Bad und Tiefenkastels ist nicht ganz über allen Zweifel erhaben; die grösste Gewähr bietet jedoch die letzte Beobachtung in Tiefenkastels, indem Herr Posthalter M. Versell um 11 Uhr des 21. Sept. auf dortiger Brücke stand und von der unerwarteten Anschwellung der Albula — sie betrug dort nur mehr circa 30 Cm. — mit ganz ungewöhnlicher Trübung und viel Holzgang, in hohem Grade überrascht war und sich die Ursache davon bei den obwal-

tenden Witterungsverhältnissen nicht erklären konnte. Die übrigen ebenfalls zufälligen Beobachter waren Hufschmid und Eichmeister Mongenast in Filisur, Wegm. Hans Schmid in Bellaluna und Ing. Preiss in Bergün.

Das Gefälle von Weissenstein bis Bergün zu  $8\frac{1}{2}\%$ , von Bergün bis Bellaluna mit  $6.7\%$  verzeichnet, gibt die ausgeglichene Steigung oder das Gefälle im Durchschnitt an, erreicht aber stellenweise noch viel höhere Zahlen. Die häufigen sich wiederholenden steilen Abstürze und Wasserfälle, wie z. B. der grosse Fall bei dem Bergüner Stein sind gefolgt von sehr schwach geneigten Strecken, woselbst die erlangte grössere Wassergeschwindigkeit verloren geht und wieder neu gewonnen werden muss. Solche längere ebene Strecken finden sich bei dem Palpuogna-See, Naz, Bergün etc.

Ein sehr bedeutender Faktor für die Verlangsamung des Ablaufes bietet sich auch dar, in der Rauheit des Flussbettes. Diese ist auch auf der Strecke Bellaluna-Filisur mit  $2.7\%$  Gefäll von grossem Einflusse und wird jeder der ein Mal das Albulathal bereist hat sich der grossen Flusssteine im Bette erinnern. Von Filisur abwärts sind die Geschiebe kleiner und das Bett, wenn auch oft nicht geschlossen, doch glatter.

