**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
**Band:** 59 (1967)
**Heft:** 6-7

**Artikel:** Hochwasserschutz im Engadin
**Autor:** Bischoff, Chasper
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-920992

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 10.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

Bild 19 Grosse Hanganrisse und Schuttablagerungen des Hochwassers von 1954 am Muot da Crasta im hinteren Rosegtal.

## HOCHWASSERSCHUTZ IM ENGADIN

Chasper Bischoff, dipl. Ing. ETH, Chef der Abteilung Fluss- und Wildbachverbauungen im kantonalen Tiefbauamt Graubünden, Chur

DK 627.4 (494.261.4)

Wenn vom Hochwasserschutz im Engadin die Rede ist, so denkt man in erster Linie an die gewaltigen Ueberschwemmungen der Oberengadiner Talebene von Schlarigna, Samedan und Bever bis La Punt. Hier in dieser Ebene, in welcher die Sohle des Flazbaches und des Inn nicht viel tiefer liegt als das umliegende Gelände, wurden zwangsläufig bei jedem grösseren Hochwasser weite Gebiete überflutet. Daher ist es nicht verwunderlich, wenn schon im letzten Jahrhundert Flaz und Inn streckenweise eingedämmt und kanalisiert wurden. Im Jahre 1874 wurde ein Projekt für die Bewuhrung der letzten noch unverbauten Strecke des Inn von der Beverin-Mündung abwärts bis Las Agnas oberhalb La Punt ausgearbeitet und anschliessend ausgeführt. Damit waren Flaz und Inn von Punt Muragl bis La Punt vollständig kanalisiert. Die Wuhrdämme waren wasserseits mit Trokkenpflästerung und Trockenmauern geschützt.

Bereits das Hochwasser vom September 1888, welches im Engadin bedeutend grösser war als dasjenige vom Jahre 1868, zeigte, dass die Wuhrdämme am Inn zu niedrig erstellt worden waren. Am Flaz konnte nur mit grössten Anstrengungen eine Ueberflutung der Dämme verhindert werden, am Inn hingegen traten an verschiedenen Stellen Dammbrüche auf, so dass die ganze Talsohle von Samedan bis La Punt unter Wasser lag. Aehnliche und noch grössere Schäden an den Wuhren verursachten die Hochwasser der Jahre 1920, 1927, 1951, 1954 und 1956, wobei jeweils die ganze Ebene von Schlarigna bis La Punt vollständig überflutet war[1].

Die Wassermassen flossen durch die entstandenen Dammlücken ab, während das Grobgeschiebe als Folge der verminderten Schleppkraft des Wassers unterhalb der Lükken im Flussbett liegen blieb. Dadurch wurde die Flusssohle erhöht und das Durchflussprofil je länger je mehr ver-

[1] Ueber «Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten der zunehmenden Hochwassergefahr im Engadin» hat G. A. Töndury, dipl. Ing. Baden, mit Beiträgen von Bez.-Ing. H. Fontana, Samedan, und Kreisoberförster O. Bisaz, Schlarigna, in der Wasser- und Energiewirtschaft/WEW Nr. 12 1954 S. 308/323 eingehend berichtet. Siehe auch «Latente Ueberschwemmungsgefahr im Engadin» von G. A. Töndury, WEW 1957 S. 139/147.

Bild 20
Hochwasserverheerungen 1954 im mittleren Rosegtal.
Teile der schönen Alpweiden des besten Alpgebietes von Samedan wurden wohl für Jahrzehnte vernichtet.

Bild 21
Ein Hochwasser überschwemmte auch im Herbst 1956 die Ebene zwischen Celerina und Samedan durch Dammbrüche an Flaz und Inn und Rückstau des Inn.

kleinert. Nach dem Hochwasser vom Jahre 1954 hatten sich die Abflussverhältnisse an Flaz und Inn derart verschlimmert, dass nur eine durchgehende Korrektion beider Flussläufe von Punt Muragl bis La Punt und eine Verbauung des grössten Geschiebelieferanten, des Rosegbaches, die Hochwassergefahr für das Oberengadin bannen konnte.

Im März 1955 wurde von den zuständigen eidgenössischen und kantonalen Behörden eine «Inn-Kommission» bestellt, welcher die Aufgabe gestellt war, die Hochwasserprobleme im Oberengadin zu studieren und die Richtlinien für ein Verbauungsprojekt auszuarbeiten. Diese Inn-Kommission setzte sich wie folgt zusammen: Ing. C. Lichtenhahn, Sektionschef beim Eidgenössischen Amt für Strassen- und Flussbau, Bern, Präsident; Kantonsoberingenieur A. Schmid, Chur; Oberingenieur E. Peter, Rheinbauleiter, Rorschach; Bez.-Ing. E. Häusermann, Samedan und auch Bez.-Ing. H. Fontana, Samedan.

Anhand der vorhandenen kontinuierlichen Wasserstand- und Abflussbeobachtungen an den vom Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft betriebenen Stationen, sowie der Unterlagen über die Hochwasser der Jahre 1888, 1920, 1927 und 1954, hat die Inn-Kommission die massgebenden Hochwassermengen bestimmt, die dem Projekt zu Grunde gelegt wurden. Die Wuhre wurden für folgende Hochwasserspitzen dimensioniert:

280 $m^3/s$: Flaz — diese Flussbezeichnung gilt nur für die kurze Strecke vom Zusammenfluss der Abflüsse aus dem Berninamassiv und dem Rosegtal bei Pontresina bis zur Einmündung in den Inn vor Samedan.

50 $m^3/s$: Inn oberhalb der Flazmündung im Zeitpunkt des Eintreffens der Flazbachspitze; die Innspitze von 70 $m^3/s$ tritt wegen Retention in den Oberengadinerseen erst später auf.

330 $m^3/s$: Inn zwischen Samedan und Bever.

70 $m^3/s$: Beverin im Moment des Eintreffens der Innspitze in Bever; die mit 100 $m^3/s$ angenommene Beverinspitze erreicht Bever früher als die Innspitze.

400 $m^3/s$: Inn zwischen Bever und La Punt.

Bild 22
Anblick der Verheerungen des Hochwassers vom Herbst 1954, wo sich die weite und lange Alluvionsebene von Celerina bis La Punt-Chamues-ch in einen beinahe zusammenhängenden See verwandelte.

Bild 23 Umleitung des Surlejbaches durch einen Felsstollen und Abfluss in den Silvaplanersee zum Schutze des früheren Weilers Surlej.

Bild 26 Eine der zahlreichen Schutzsperren zur Sohlenfixierung des wilden Rosegbaches.

Bilder 24 und 25 Hochwassersperren in Trockenmauerwerk in Val Zuondra ob Celerina. Dieses stark erodierte Wildbachtobel — ein Seitental des vom Schlattainbach durchflossenen Val Saluver — stellt eine stete Bedrohung des stattlichen Dorfes Schlarigna/Celerina dar; nach den Verheerungen von 1944 wurden wieder kostspielige Verbauungen im Unterlauf des Schlattainbaches durchgeführt.

Vergleicht man diese Hochwasserspitzen mit den von Prof. Dr. ing. R. Müller, ETH/Zürich, in seinem Bericht «Generelle Beurteilung der flussbaulichen Verhältnisse im Einzugsgebiet des Inn- oberhalb S-chanf»[2] theoretisch errechneten Hochwasserspitzen, so könnte man den Schluss ziehen, dass das Verbauungsprojekt 1956 der Inn-Flaz-Korrektion für eine zu niedrige Hochwassermenge dimensioniert wurde. Dem ist aber nicht so.

Alle bekannten Hochwasserabflussformeln basieren auf der Schätzung eines Abflusskoeffizienten, welcher abhängig ist von der Höhenlage, der Grösse und Beschaffenheit des Einzugsgebietes und seinen besonderen meteorologischen Bedingungen. Bei der Anwendung dieser Formeln sind zuerst immer alle für den praktisch vorliegenden Fall erreichbaren beobachteten Hochwasserwerte des betreffenden Gebietes oder von ähnlich gearteten Nachbargebieten zur Kontrolle der Brauchbarkeit der Formel und ihrer Koeffizienten herbeizuziehen. Je kleiner das Gebiet ist, desto wichtiger ist das Erfassen aller örtlich verfügbaren Angaben für die Kontrolle der mittelst Hochwasserformeln ermittelten Hochwassermengen. Bei der Mannigfaltigkeit der Topographie und Wetterexposition in Graubünden (Längs- und Quertäler, lange schmale oder kurze breite Talsysteme, Berg- und Wetterübergänge usw.) und bei der Lage des Kantons in einer labilen Wetterzone zwischen westlichem Meerklima und östlichem Kontinentalklima, gibt es keine allgemeine Hochwasserformel, die für alle Orte und Fälle in Graubünden anwendbar ist und die direkte Beobachtungen ersetzen kann.

[2] Gutachten an SWV, veröffentlicht in WEW 1957 S. 148/155.

Für die trockenen Gebiete des Oberhalbsteins, der Albula-Landwasser-Zone, des Engadins und des Münstertales müssen bei Anwendung von Hochwasserformeln angemessene Korrekturen nach abwärts vorgenommen werden, um nicht unwirtschaftliche Dimensionen für Hochwasserabflussgerinne zu erhalten.

Die Leitdämme für Inn und Flaz sind durch einen Blockvorbau und eine aus Mörtelmauerwerk bestehende Pflästerung von 50 cm mittlerer Stärke bis zur Hochwasserlinie geschützt. Die Dammkrone liegt 50 cm über der Hochwasserlinie und bildet so eine Sicherheitszone, welche eine zusätzliche Abflussmenge von ca. 100 $m^3/s$ schadlos abführen kann.

Es wurde untersucht, welchen Einfluss die Erstellung von Hochwasserretentionsbecken in Val Roseg, Morteratsch und bei der Resgia ob Pontresina auf die Verbauung von Inn und Flaz haben würde. Durch die Herabsetzung der Hochwasserspitzen als Folge der Retention in diesen Bekken würde die Schleppkraft des Wassers auf der kanalisierten Strecke stark herabgesetzt. Dadurch besteht die Gefahr einer Auflandung der Sohle und damit eine stetige Verminderung des Abflussprofils. Die Erstellung von Hochwasserretentionsbecken hätte auch bedeutende zusätzliche Kosten verursacht.

Das Hochwasser vom Jahre 1954 hat grosse Mengen Geschiebe mitgeführt. Dieses stammte grösstenteils aus dem Einschnitt des Rosegbaches in der linken Tschiervamoräne und aus den Anrissen der Seitenhänge im Tallauf. Im hinteren Rosegtal bildet die weite Talsohle der Alp Misaun einen natürlichen Retentionsraum, wo das Grobgeschiebe aus den Seitenmoränen des Tschierva- und Rosseggletschers zurückgehalten wird. Durch Erstellung einer Sperre am Fusse des Muot da Crasta könnte die Wirkung dieser Retentionsebene noch verstärkt werden. Ebenso bildet die grosse Alluvionsebene Morteratsch-Pontresina einen natürlichen Schutz des ganzen unteren Tallaufs des Flaz und des Inn vor grosser Geschiebezufuhr aus dem Gebiet des Morteratschgletschers. Aus diesem Grunde wurden im Projekt keine Geschieberückhalte-Sperren einbezogen. Hingegen ist der Tallauf des Rosegbaches von Muot da Crasta bis Pontresina stark verbaut worden. Zur Brechung des Gefälles und Fixierung der Sohle wurden sieben Sperren erstellt. Ferner wurden die Ufer auf einer totalen Länge von 3780 m mit Rollwuhren und Blockvorbau geschützt. Damit sind die hauptsächlichen Anrisse längs des Rosegbaches, welche das Grobgeschiebe lieferten, geschützt und die grösste Gefahr einer Auflandung im Inn- und Flaz-Kanal ist gebannt.

Das von der Inn-Kommission festgelegte Längenprofil für die Wuhrbauten an Inn und Flaz und die damit im Zusammenhang stehende Sohlenbreite des Kanals wurde durch eine Expertise der ETH rechnerisch überprüft. Dieser Expertenbericht ergab, dass mit den vorhandenen Grundlagen eine Geschieberechnung nicht durchführbar ist. Auf Grund dieser Tatsache wurde die Korrektion nach dem von der Inn-Kommission festgelegten Längenprofil ausgeführt.

Im Jahre 1964 wurden die letzten Wuhrarbeiten auf der Strecke Bever — La Punt vollendet. Damit sind mit einigen wenigen Ausnahmen praktisch alle im Projekt 1956 vorgesehenen Verbauungen erstellt worden. Das mit 14 350 000 Franken veranschlagte und genehmigte Projekt 1956 konnte bis jetzt trotz der eingetretenen Teuerung im Betrage von rund 1,5 Mio Franken mit einer kleinen Ueberschreitung von ca. 345 000 Franken abgerechnet werden. Die Kosten der Verbauungen und deren Aufteilung sind aus der Tabelle ersichtlich.

In diesen Zahlen sind die Bauzinsen, die allein durch die Gemeinden zu tragen sind, nicht eingerechnet.

Im Herbst 1966 wurden von Punt Muragl bis S-chanf alle 100 m Profile des Flussbettes aufgenommen. Durch periodische Kontrolle dieser Profile wird es möglich sein, die Erosions- oder Alluvionstendenz des Flusses festzustellen. Damit wird es möglich, rechtzeitig die notwendigen Gegenmassnahmen zu treffen, um die Sicherheit der Dämme gegen Unterspülung oder Ueberflutung zu gewährleisten.

Die kanalisierte Strecke von Inn und Flaz durch die Oberengadiner Ebene bildet notgedrungen keinen Beitrag zur Verschönerung des Landschaftsbildes. Es sind aber längs der Dämme gruppenweise für über 30 000 Fr. Bäume und Sträucher gepflanzt worden. Sobald diese eine gewisse Grösse erreicht haben, werden sie zusammen mit der Begrünung der Dämme und der Patina der Böschungspflästerung beitragen, die nackten Wuhrdämme etwas zu verdecken und das Landschaftsbild natürlicher zu gestalten.

Bild 27
Der mit erhöhten Wuhren kanalisierte Flaz zwischen Punt Muragl und seiner Mündung in den Inn. Im Hintergrund rechts Dorfteile von Samedan und Crasta Mora.

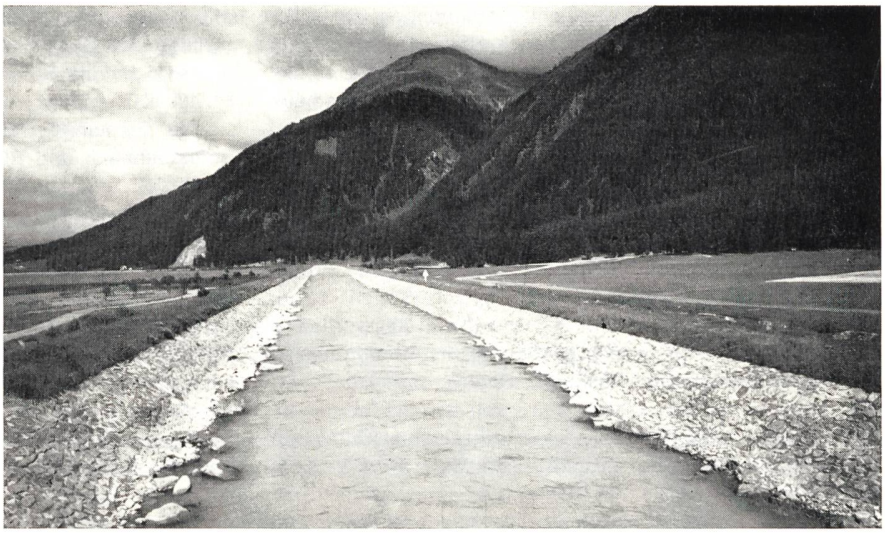
Bild 28 Die Talebene im Geländedreieck Punt Muragl — Celerina — Samedan mit erhöhten Wuhrbauten am Flaz. Blick auf Schafberg — Piz Albris — Berninapasslücke — Piz Chalchagn.

Verbauungskosten Val Roseg, Morteratsch und Flaz/Inn (Projekt 1956)

| Kanton, Rh.B. und Gemeinden | Baukosten Total Fr. | Anteil Bund Fr. | | Anteil Kanton Fr. | | Anteil Gemeinde Fr. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kanton | 92 000 | 60 % | 55 200 | 40 % | 36 800 | | |
| Rhätische Bahn | 39 000 | 60 % | 23 400 | 20 % | 7 800 | 20 % | 7 800 |
| Pontresina | 526 000 | 60 % | 315 600 | 25 % | 131 500 | 15 % | 78 900 |
| Celerina | 1 093 000 | 60 % | 655 800 | 25 % | 273 250 | 15 % | 163 950 |
| Samedan | 8 185 000 | 60 % | 4 911 000 | 32 % | 2 619 200 | 8 % | 654 800 |
| Bever | 1 728 000 | 60 % | 1 036 800 | 36 % | 622 080 | 4 % | 69 120 |
| La Punt | 3 032 000 | 60 % | 1 819 200 | 36 % | 1 091 520 | 4 % | 121 280 |
| Total | 14 695 000 | 60 % | 8 817 000 | 32,5 % | 4 782 150 | 7,5 % | 1 095 850 |

Bild 29 Der Inn, nach der Punt dals bouvs, und der von rechts einmündende Flaz nach den Hochwasserschutzbauten des Projektes 1956. Links das Dorf Samedan, rechts die weite Talebene «Champagna» mit dem Zivil- und Militärflugplatz; im Talhintergrund der Munt Baselgia ob Zernez.

Bild 30
Der künstlich eingedämmte Inn zwischen Samedan und Bever; im Hintergrund Piz Misellas.



Der Inn ist auf seinem 100 km langen Lauf von Maloja bis Martina mit Ausnahme der oben beschriebenen Strecke Samedan — La Punt nur an wenigen Stellen verbaut.

Im Jahre 1899 wurde der Inn auf Gebiet der Gemeinde Zuoz auf einer Strecke von 1,6 km beidseitig bewuhrt. Für diese Strecke, welche für eine Abflussmenge von 420 $m^3/s$ dimensioniert wurde und ähnliche Wuhre mit Steinverkleidung aufweist wie die Korrektion Samedan — La Punt, betrug der damalige Kostenvoranschlag nur Fr. 125 000. In diesem Betrag war auch eine eiserne Brücke über den Inn mit Fr. 24 000 enthalten. Damals wurden Böschungspflästerung und Trockenmauerwerk für 5.50 Fr./$m^3$ ausgeführt. Im Jahre 1903 wurde ein Ergänzungsprojekt für die Anschlussstrecke mit einem Kostenvoranschlag von Fr. 45 000 ausgearbeitet.

Eine weitere zusammenhängende Korrektion des Inn wurde in den Jahren 1909—1912 bei Zernez ausgeführt. Der Spöl wurde oberhalb des Dorfes Zernez direkt in den Inn geleitet. Von hier weg bis unterhalb der Strassenbrücke beim Dorfausgang Richtung Susch wurde der Innlauf auf einer Länge von 900 m korrigiert und beidseits bewuhrt.

Weitere örtliche Uferverbauungen zum Schutze von Strassen und Wohngebieten finden wir bei Madulain, Susch, beim Kurhaus Tarasp unterhalb Schuls, bei San Niclà und Strada.

Es wären wohl noch an manchen Stellen örtliche Verbauungen notwendig, im grossen und ganzen aber ist das Flussbett des Inn gut ausgebildet und vermag die Hochwasser ohne grössere Schäden abzuleiten.

Nicht nur die grossen Verbauungen von Inn und Flaz im Oberengadin verursachten für die betreffenden Gemeinden grosse Sorgen und finanzielle Auslagen. Es waren von jeher die Seitenbäche des Inn, die bei Hochwasser immer wieder grosse Schäden anrichteten und verbaut werden mussten. Fast jede Gemeinde im Engadin hat auf ihrem Gebiet einen oder mehrere Wildbäche. Besonders in der zweiten Hälfte des letzten und anfangs dieses Jahrhunderts wurden die meisten Seitenbäche des Inn im Engadin verbaut. Im Einzugsgebiet wurden Sperren in Trockenmauerwerk erstellt, und auf den Schuttkegeln die Bäche kanalisiert und direkt in den Inn abgeleitet. Viele dieser Verbauungen sind noch heute in einem guten Zustand, andere wurden mit der Zeit teilweise zerstört und mussten erneuert werden.

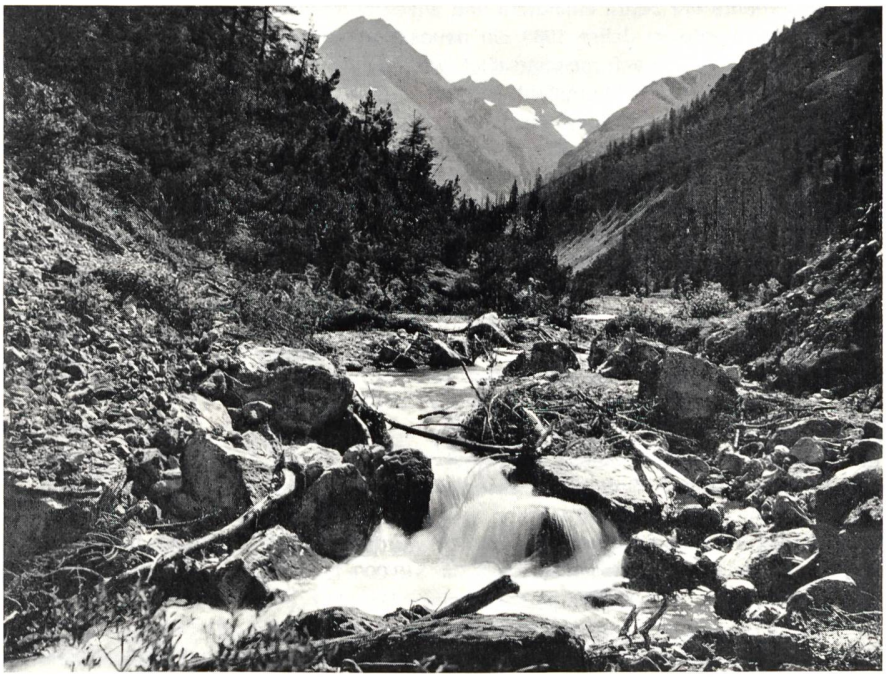


Bild 31
Die in wildem, unverbautem Bachbett zu Tale rauschende Clemgia in Val S-charl.

Es würde zu weit führen, alle Verbauungen der Wildbäche im Engadin einzeln zu beschreiben. Daher möchte ich nur einige Beispiele anführen, welche zeigen sollen, welche enorme zusätzliche Lasten die einzelnen Gemeinden durch die Verbauungen der Wildbäche zu tragen haben.

Die Gemeinde Sils i.E. steht seit jeher in einem ständigen Kampf gegen die Hochwasser des Fexbaches. Schon im letzten Jahrhundert wurde der Fexbach vom Ausgang der Schlucht bis zum Silvaplanersee kanalisiert. Ergänzungsprojekte zur Wiederherstellung von Teilen dieser Wuhre im Betrage von Fr. 40 000 und Fr. 20 000 wurden in den Jahren 1908 und 1913 genehmigt. Im oberen Fextal wurden schon im Jahre 1905 zwei Sperren erstellt. Ein Ergänzungsprojekt vom Jahre 1931 sah im Fextal für Fr. 90 000 Verbauungen vor. Das Hochwasser vom 22. August 1954 verursachte im Fextal und in Sils Maria grosse Schäden. Wiederum wurde ein neues Verbauungsprojekt mit einem Kostenvoranschlag von Fr. 333 000 ausgearbeitet und ausgeführt. Am 17. September 1960 erfolgte eine neue Ueberschwemmung des Dorfes Sils Maria. Für die sichere Ableitung der Hochwasser des Fexbaches müsste der bestehende Kanal auf der ganzen Länge von 2 km neu erstellt werden. Dies würde Aufwendungen von über 2 Mio Franken verursachen. Es wurde daher ein Projekt ausgearbeitet, welches vorsieht, die Hochwasserspitzen des Fexbaches durch einen 500 m langen Stollen in den Silsersee abzuleiten. Der Kostenvoranschlag beträgt Fr. 1 060 000. Ein weiteres Projekt für Verbauungen im Fextal rechnet mit Aufwendungen von Fr. 750 000. Diese beiden Projekte wurden von der Gemeinde Sils angenommen und sind nach Bern zur Genehmigung und Subventionierung weitergeleitet worden.

Auf dem Gebiet der Gemeinde Silvaplana sind der Surlejbach, der Julierbach und der Suvrettabach stark verbaut worden. Der Weiler Surlej war früher durch Rüfen aus dem Surlejbach stark gefährdet. Im Jahre 1892 wurde eine Talsperre von über 15 m Höhe erstellt und das Wasser des Surlejbaches durch einen ca. 90 m langen Tunnel in einen anderen Bachlauf abgeleitet, welcher vorerst einen hübschen Wasserfall bildet und dann in steilem Lauf direkt in den Silvaplanersee fliesst. Seither ist die Gefahr für Surlej mehr oder weniger gebannt. Da aber ein Teil dieses Stollens im Verlaufe der Jahre einstürzte und ausgeräumt werden musste, wurde im Jahre 1963 ein neues Verbauungsprojekt für den Surlejbach ausgearbeitet, welches Arbeiten im Betrage von Fr. 240 000 vorsieht. Etwa die Hälfte der im Projekt vorgesehenen Arbeiten wurden im Jahre 1964 ausgeführt.

Der Julierbach wurde im Jahre 1908/1909 in einem gepflästerten Kanal vom Schluchtauslauf bis in den Silvaplanersee abgeleitet. Die Erstellungskosten des Kanals betrugen Fr. 55 673. Bereits im Jahre 1921 musste für die Instandstellung der Sohlenpflästerung und den Bau von zwei Holzkasten-Sperren in der Schlucht ein neues Projekt mit einem Kostenvoranschlag von Fr. 40 000 ausgearbeitet werden. Nach dem Hochwasser 1927 waren wiederum Reparaturarbeiten an der Sohlenpflästerung und an den Leitmauern im Betrage von Fr. 29 000 notwendig. Im Jahre 1952 mussten für Reparaturarbeiten am Kanal rund Fr. 10 000 aufgewendet werden. Das Hochwasser des Julierbaches vom 22. August 1954 zerstörte schon wieder grosse Teile der Sohle und Seitenmauern. Im Jahre 1957 wurde ein Projekt mit einem Kostenvoranschlag von Fr. 313 000 für die Wiederherstellung des Kanals ausgearbeitet. Da aber im September 1960 ein erneutes Hochwasser weitere Teile des Kanals zerstörte, sind noch rund Fr. 88 000 Nachtragskredite notwendig, um den Kanal zu reparieren. Für die Erstellung des Kanals wurden somit Fr. 55 000 aufgewendet, während für die Erhaltung des Kanals während 58 Jahren Fr. 480 000 benötigt wurden.

Die Gemeinde Celerina war schon immer durch den Schlattainbach und Rüfen aus der Val Zuondra sehr stark gefährdet. Aus dem Verbauungsprojekt vom Jahre 1909 ist ersichtlich, dass die Val Zuondra damals schon mit 32 Sperren verbaut war. In den Jahren 1908, 1912, 1913, 1923 und 1932 wurden für Fr. 34 000 Ergänzungen an den Verbauungen ausgeführt. Eine ausserordentliche Hochwasserkatastrophe vom 1. bis 3. September 1944 zerstörte in der Val Zuondra den grössten Teil der Verbauungen und überschwemmte das Dorf Celerina mit Schutt und Schlamm. Um die Wiederholung einer solchen Katastrophe zu verhindern, wurde der Schlattainbach durch einen neuen Kanal ausserhalb des Dorfes direkt in den Inn abgeleitet. In Val Zuondra wurden 41 Sperren neu erstellt. Die Kosten dieser Verbauungen betrugen Fr. 906 760. Als Ergänzung der Verbauungen wurde für das Rutschgebiet der Val Zuondra auch ein Aufforstungsprojekt ausgearbeitet und ausgeführt.

Zählt man zu diesen Auslagen der Gemeinde diejenigen für die Verbauung des Inn und Flaz hinzu, so sieht man, dass auf Gebiet der Gemeinde Celerina in den letzten 20 Jahren für über 2 Mio Franken Verbauungen ausgeführt wurden. Obwohl Bund und Kanton rund 85 % der Kosten übernahmen, hatte die Gemeinde für über Fr. 300 000 aufzukommen, was Fr. 350 pro Einwohner ausmacht.

Grössere Verbauungen sind auch an folgenden Seitenbächen des Inn ausgeführt worden:

B e v e r i n (Gemeinde Bever):
1869, 1874, 1890, 1910/12, 1923/24, 1944/45, 1949, neues Projekt 1956 Fr. 800 000 ausgeführt 1958 und 1965/66, neues Ergänzungsprojekt 1966 Fr. 512 000.

C h a m u e r a (Gemeinde La Punt-Chamues-ch):
Sperrenbauten 1872, 1894/96. Kanal: Projekt von 1865 und 1869. Ausführung 1888/89.

O v a d ' E s - c h a (Gemeinde Madulain):
Verbauungsprojekt 1957 Fr. 390 000, zum Teil ausgeführt.

S p ö l (Gemeinde Zernez):
1909 Kanalisierung auf einer Länge von ca. 1 km und direkte Einleitung oberhalb des Dorfes in den Inn.

S u s a s c a (Gemeinde Susch):
Durch das Dorf kanalisiert; Projekt 1956 Fr. 220 000, ausgeführt 1959/1962.

C l o z z a (Gemeinde Scuol):
Wuhrmauer erstellt 1965/66 Fr. 100 000. Projekt ausgearbeitet 1966 Fr. 350 000.

S c h e r g e n b a c h (Gemeinde Samnaun):
Durch Hochwasser im Jahre 1927 starke Schäden. Projekt 1929 Fr. 275 000; lokale Uferschutzbauten zum Teil ausgeführt. Da die Kredite aufgebraucht waren und im Jahre 1965 wiederum Schäden entstanden sind, wurde ein Projekt ausgearbeitet, das soeben vom Bund genehmigt wurde; Voranschlag Fr. 1 265 000.

Kleinere lokale Uferschutzbauten und einzelne Sperren sind auch an anderen Bächen durch die Gemeinden ausgeführt worden.

Gesamthaft betrachtet kann man sagen, dass im Oberengadin bedeutend mehr Verbauungen der Seitenbäche notwendig waren als im Unterengadin. Dies hängt zusammen mit der grösseren Intensität der Niederschläge im Oberengadin, der Lage der Ortschaften auf den Schuttkegeln der Bäche im Oberengadin, der direkten Einmün-

dung der Seitenbäche praktisch ohne Schuttkegel in den Inn im Unterengadin und der Bewaldung, grössere Tannenwälder im Unterengadin gegenüber spärlichen und lichten Lärchenwäldern im Oberengadin.

Diese Beispiele zeigen, welch kostspieligen und harten Kampf die Einwohner des Engadins führen müssen, um ihre Wohnstätten und Kulturgüter vor den Urgewalten der Wildbäche zu schützen.

# WASSERKRAFTNUTZUNG IM ENGADIN

## Allgemeine Betrachtungen

Gian Andri Töndury, dipl. Ing. ETH, Baden

DK 621.221 (494.261.4)

Von jeher bereitete das Wasser neben seiner vitalen Bedeutung und Unersetzlichkeit als köstliches und höchstes Gut für Mensch, Tier und Pflanzenwelt vor allem den Bewohnern von Berggegenden eine ständige Sorge, und mannigfaltig waren die Bedrohungen durch Ueberschwemmungen, Rüfen und Lawinen. Ueber den Hochwasserschutz wird in diesem Heft andernorts von kompetenter amtlicher Seite berichtet. Erst spät erkannte man in Anwendung der Entdeckungen und Forschungen auf dem Gebiet der Elektrizität die Bedeutung der Wasserkraft im grossen Ausmass. Wohl verstand es der Mensch schon in alter Zeit, die im fallenden Wasser schlummernde Kraft seinen Bedürfnissen dienstbar zu machen, vor allem zum Antrieb von Mühlen und Sägen, für gewerbliche Betriebe, Schmieden u.a.m.

### PIONIERLEISTUNGEN IM ENGADIN

Die gewaltige Entwicklung in der Elektrotechnik und Elektroindustrie gegen Ende des letzten Jahrhunderts wirkte sich auch früh in Graubünden aus. Hier und besonders im Engadin waren es vorerst die Pioniere der Hotellerie, die frühzeitig die grosse Bedeutung des elektrischen Stromes zu Beleuchtungszwecken für ihre schon damals weit über unsere Grenzen bekannten Unternehmungen erkannten und mit heute fast unwahrscheinlich anmutender Initiative und mit Weitblick den Bau kleiner Kraftwerke veranlassten.

Der bekannte Engadiner Hotel-Pionier Johannes Badrutt, der 1878 die Weltausstellung in Paris besuchte und dort als Novum eine Anlage für elektrische Beleuchtung sah, liess sofort eine kleine Anlage erstellen, und bereits 1879 erstrahlte der Speisesaal des Hotel Engadiner-Kulm in St. Moritz-Dorf in elektrischer Beleuchtung — die erste nachgewiesene derartige Anwendung in der Schweiz! Es wird allerdings berichtet, dass kurz zuvor die erste elektrische Beleuchtung im Hotel Bernina in Samedan, vielleicht als Probe für die nachfolgende Installation in St. Moritz erfolgte. Die oberwähnte Anlage wurde bereits 1882/83 und 1886 erweitert. Dieser ersten Anwendung folgten im Engadin und in nächster Umgebung sehr rasch, das heisst im Jahrzehnt 1885 bis 1894 weitere durchwegs kleine Anlagen für die Beleuchtung von Hotels in Maloja (30 PS), St. Moritz-Bad (Silvaplana 1500 PS), St. Moritz-Dorf (800 PS), Pontresina (Morteratsch 440 PS) und Vulpera (200 PS).

Mit der 1891 erstmalig an der Frankfurter Ausstellung gelungenen Fernübertragung elektrischer Energie beginnt die grosse Entwicklung des Kraftwerkbaues, da die gewonnene elektrische Energie nicht mehr an den Erzeugungsort oder an dessen Nähe gebunden war, sondern in bedeutenden Mengen mit relativ geringen Verlusten auf grosse Distanzen transportiert werden konnte.

Ueber die sukzessive Inbetriebnahme von Wasserkraftanlagen im Engadin orientiert die hier beigegebene Tabelle; sie zeigt, dass hier die Wasserkraftnutzung bis heute nur sehr bescheiden ist, was erst durch die für 1969 geplante Inbetriebnahme der Engadiner Kraftwerke ändern wird.

### DIE OBERENGADINER SEEN

Schon sehr früh, das heisst bereits in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts interessierte man sich ernsthaft um die Nutzung der Gewässer des dem Engadin be-

Die Wasserkraft-Elektrizitätswerke des Engadins[1]

| ORT BEZEICHNUNG | EIGENTÜMER | Betriebs-Eröffnung | AUSGENUTZTE GEWÄSSER | KONZESS. GEFÄLLE | ELEKTR. ENERGIE AB GENERATOR | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Leistung kW | Menge Mio kWh Winter Okt.–März | Total pro Jahr |
| St. Moritz | Johannes Badrutt, Kulm-Hotel | 1881 | Brattasbach | — | 6 | aufgehoben 1887 | |
| Kulmwerk | 1912 AG für elektr. Beleuchtung | 1887 | Inn | 25 | (65) | | |
| Charnadüra | 1913 EW der Gemeinde St. Moritz | 1892 | Inn | 22 | 1912: 170) 600) | aufgehoben 1932 durch Islas ersetzt | |
| Silvaplana | AG St. Moritz-Bad, EW Julier | 1889 | Julierbach | 198 | | | |
| | 1922 AG Bündner Kraftwerke, Klosters | | Ova dal Vallun | | 880 | 0,70 | 2,60 |
| Morteratsch | EW der Gemeinde Pontresina | 1890 | Ova da Bernina | 131 | | | |
| | 1922 AG Bündner Kraftwerke, Klosters | | | | 225 | 0,90 | 2,00 |
| Samedan | EW der Gemeinde Samedan | 1897 | Ovelbach | 28 | 30 | 0,09 | 0,24 |
| Scuol/Schuls | EW Schuls / Impraisa Electrica Scuol | 1903 | Clemgia | 85 | 1800 | 4,30 | 12,30 |
| Madulain | EW Madulain | 1903 | Ova d'Es-cha | 400 | 800 | 1,00 | 2,40 |
| | 1922 AG Bündner Kraftwerke, Klosters | | | | | | |
| Samnaun | EW der Gemeinde Samnaun | 1922 | Alpbach | 240 | 135 | 0,24 | 0,45 |
| Samedan | EW der Gemeinde Samedan | 1932 | Rosegbach | 200 | 140 | 0,56 | 1,13 |
| | | | Val Champagna | 250 | 38 | 0,13 | 0,26 |
| Islas | EW der Gemeinde St. Moritz | 1932 | Inn | 51 | 3450 | 4,10 | 12,80 |
| | | | | | 7498 | 12,02 | 34,18 |

[1] aus der Dissertation von Dr. Ch. Campell «Die wirtschaftlichen Wachstumsmöglichkeiten einer Bergregion unter besonderer Berücksichtigung der Abhängigkeit von den Verkehrswegen; dargestellt am Beispiel des Engadins» (Verlag H. Schellenberg, Winterthur)