Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 81 (1989)
Heft: 7-8

Artikel: Verbauung und Umleitung der Rovana
Autor: Trucco, Giulio
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940494

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: 12.07.2025

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

Verbauung und Umleitung der Rovana

im Bereich der Rutschung von Campo Vallemaggia

Giulio Trucco

Geographische Übersicht

Die Rovana liegt im westlichen Teil des Kantons Tessin. Sie ist ein rechtsufriger Zufluss der Maggia. Sie hat ihren Ursprung im italienischen Grenzgebiet an der Wasserscheide mit dem Val Antigorio, fliesst von SW nach NO und mündet kurz unterhalb des Dorfes Cevio in die Maggia. Im oberen Teil ihres Laufes fliesst die Rovana am Fusse einer weiten Terrasse, auf der die Gemeinde Campo Vallemaggia und der ihr zugehörige Weiler Cimalmotto liegen. Die Terrasse von Campo ist landschaftlich sehr schön. Sie ist Teil der grossen, bekannten Rutschung von Campo, deren Probleme sehr eng mit denjenigen der Rovana verknüpft sind. Wenn man von vorgesehenen Arbeiten an der Rovana spricht, muss man gezwungenermassen auch die Verhältnisse der Rutschung von Campo mit einbeziehen.

Die Geschichte der Rutschung

Die Felsrutschung von Campo ist prähistorischen Ursprungs, hat aber ungefähr bis Mitte des 19. Jahrhunderts kaum Anlass zu Beunruhigung gegeben. Im Jahre 1818 befand sich das Flussbett der Rovana 20 bis 30 m unterhalb des Dorfes.

1834 und 1839, infolge von grossen Hochwassern, entstanden erste linksufrige Erosionen am Fusse der Terrasse von Campo. Eine verheerende Entwicklung setzte aber erst ungefähr 20 Jahre später als Folge der Holzflösserei ein. Die Gemeinde Campo hatte die Nutzung ihrer Wälder einer privaten Unternehmung für rund 190000 Franken, was heute etwa 12 Mio Franken entsprechen dürfte, übertragen. Diese erstellte etwa 3 km oberhalb des Dorfes Campo zwei Schleusen, um das gewonnene Holz während einiger Jahre mittels künstlich erzeugten Hochwassern zu Tal befördern zu können.

Damals fehlten Strassen, und für die grossen Holzmengen bestand keine andere wirtschaftlich vertretbare Transportmöglichkeit als das Flössen.

Für das Flussbett hatte dieses Verfahren verheerende Folgen, da es die durch die natürlichen Hochwasser begonnene Eintiefung und gleichzeitige Verschiebung des Gerinnes gegen das linke Ufer ausserordentlich stark beschleunigte. Ein Felssturz von dem auf der rechten Hangseite gelegenen Pizzo Cauradiscio, der sich 1867 ereignete, hat die Verschiebung der Rovana nach links noch verstärkt und die Sohleneintiefung noch mehr gefördert.

Wenn, wie eingangs schon erwähnt, die Rovana sich 1818 20 bis 30 m unterhalb von Campo befand, so wuchs dieser Höhenunterschied bis 1897 auf etwa 66 m an. In 79 Jahren betrug die Vertiefung etwa 36 m, wovon 25 bis 30 m zwischen 1854 und 1858 während der Holzflösserei entstanden.

Erste Expertisen und Berichte

Dass die Holzflösserei solche Folgen haben konnte, kann man auch aus einem im Jahre 1864 verfassten Bericht von Prof. *Culmann* an den schweizerischen Bundesrat entnehmen, in dem wörtlich steht: «Nichts wirkt verderblicher auf die Ufer kleiner reissender Flüsschen ein, als die Holzflösserei mittels periodischer Schwellungen des Flusses, sind doch die hiedurch erzeugten Hochwasser grösser als die höchsten natürlichen Hochwasser.» Im gleichen Bericht kann man lesen: «Im ganzen Orte (gemeint ist Campo), der viele schöne Landsitze enthält, findet sich fast kein Haus mehr ohne Sprünge, und erst während des letzten Halbjahres sind an vielen Häusern 5 cm weite Sprünge entstanden. Die östliche, längs eines Seitenbaches hinziehende Gasse ist ganz verlassen aus Furcht, es möchte einmal alles in den Seitenbach hinabrutschen. Von dieser Strasse aus konnte früher die Turmspitze der Kirche gesehen werden, was jetzt auch nicht mehr möglich ist. Die Kirche selbst hat grosse Sprünge und der Turm hängt etwas schief.»

Heute, 124 Jahre später, hat sich die Situation nicht wesentlich verändert.

Bild 1. Die Terrasse von Campo Vallemaggia mit dem linksufrigen Fuss der Rutschung.

Bild 2. Patrizierhaus von Campo Vallemaggia mit Rissen in der Fassade als Folge der grossen Bewegungen der Rutschung.

Ab 1892 wurden die Bewegungen von drei verschiedenen Punkten der Ortschaften Campo und Cimalmotto regelmässig gemessen. Aus der Fülle der Ergebnisse sei nur dasjenige der Kirche von Campo herausgenommen: in der Zeitspanne von 1892 bis 1980 hat sich diese um 26,8 m horizontal gegen die Rovana hin verschoben und um 6,25 m gesenkt.
1897 wurde eine Expertise durch den Geologen Prof. *Albert Heim* abgefasst; es handelt sich um die erste wissenschaftliche Untersuchung, die in Auftrag gegeben wurde, um die Ursachen dieser grossen Rutschung zu erforschen. Prof. *Heim* erkannte eine eindeutige Abhängigkeit zwischen den Bewegungen einerseits, den Wasserinfiltrationen ins Rutschgebiet und der Erosion der Rovana am linksufrigen Hangfuss andererseits. Die Lösungsmassnahmen, die er vorschlug, waren das Sammeln des Oberflächenwassers mittels Kanälen entlang des Abrissrandes der Rutschung und die Erstellung eines Uferschutzes.

Beginn der Verbauungen

Erste Uferschutzverbauungen der Rovana wurden schon 1887 vor der Expertise Heim beschlossen und von 1888 bis 1889 erstellt. Es handelte sich um eine Anzahl von nach dem rechten Ufer hin geneigten Traversen, um das Wasser vom gefährdeten linken Ufer fernzuhalten, und um einen Blockwurf, der diese Traversen miteinander verbinden sollte. Leider hatten aber diese mit grossen Mühen und Kosten erstellten Bauwerke nur ein kurzfristiges Dasein. Ein grosses Hochwasser im Herbst 1897 vernichtete sie ganz.
Im Sommer 1941, vermutlich unter dem Eindruck der starken Beschleunigungen der Bewegungen der Rutschmasse, die ab 1937 einsetzten und bis 1943 andauerten, wurden eine ganze Anzahl von hölzernen Hangkanälen längs der oberen Abrissränder der Rutschung erstellt, um das Oberflächenwasser entsprechend dem Vorschlag von *Albert Heim* endlich zu sammeln und abzuleiten. Die Kirche von Campo hat sich von 1937 bis 1943 um 10,34 m horizontal verschoben und um 2,47 m gesenkt.

Weitere Projekte und Untersuchungen

Zur gleichen Zeit wurden neue Projekte für die Sanierung der Rutschung von Campo, die man durch eine Verbauung der Rovana zu erzielen hoffte, ausgearbeitet.
Allen diesen Studien lag der Gedanke zugrunde, mit zum Teil recht hohen Sperren oder Sperrentreppen das Gefälle der Rovana zu verringern und gleichzeitig den linksufrigen Böschungsfuss durch das hinter den Sperren angehäufte Material zu belasten. Man beabsichtigte dadurch, eine Stabilisierung der Rutschung unter gleichzeitiger Verringerung der Erosion ihres Fusses zu erreichen.
Nachdem aber nach 1943 die Rutschbewegungen wieder merklich abgenommen hatten, wurden auch diese Projekte nicht mehr weiterverfolgt.
1959/60 wurde aber das Problem wieder akut, weil sich in einem neuen Bewegungsschub die Kirche von Campo innert 14 Monaten um 102 cm verschob.
Die kantonalen Behörden bestellten daraufhin eine Studiengruppe, welche die Aufgabe hatte, Sanierungsvorschläge für die Rutschung selbst und die Rovana im Bereich der Rutschung zu unterbreiten.
Im Laufe ihrer Arbeiten liess die Studiengruppe auch zwei Bohrungen ausführen, die einerseits über die Mächtigkeit der Rutschmasse und andererseits über die hydraulischen Verhältnisse in der Rutschmasse Auskunft geben sollten.
Ohne auf Einzelheiten eingehen zu wollen, lassen sich die Ergebnisse dieser Untersuchungen wie folgt zusammenfassen:
Die Rutschmasse besteht aus heterogenen Materialien, in denen sich auch wasserundurchlässige lehmige Schichten befinden, und hat eine Stärke von 150 bis 160 m; die felsige Gleitfläche ist mit 10 bis 15% schwach geneigt. In der Rutschmasse selbst wurden beim Bohren artesisch gespannte Wasserhorizonte, die unter einem Druck bis zu 12 atm standen, angestochen. Die Bewegungen der Rutschung zeigten, mit einer gewissen zeitlichen Phasenverschiebung, eine Beschleunigung nach nassen, also niederschlagsreichen Jahren und eine Beruhigung nach trockenen Jahren. Es wurde also erneut bestätigt, was schon *Albert Heim* erkannt hatte, nämlich dass das aus der Oberfläche besonders an den Abrissrändern eindringende Wasser infolge der undurchlässigen Schichten unter starkem Druck steht und somit massgeblich an der Kriechbewegung der Masse auf der flachen Gleitfläche beteiligt ist.
In ihrem im Jahre 1968 erschienenen Schlussbericht schlug die Studiengruppe daher zwei grundlegende Massnahmen zur Sanierung der Rutschung von Campo Vallemaggia vor:
Als erstes war ein Stollen im felsigen Untergrund der Gleitfläche, aber nahe an deren Rand, vorgesehen, von dem aus mit gezielten Bohrungen die Rutschmasse entwässert werden sollte. Durch den sich daraus ergebenden Abbau des inneren Wasserdruckes erhoffte man, ein Setzen und eine Stabilisierung der Rutschmasse zu erreichen.
Als flankierende Massnahme wurde zusätzlich eine Verbauung der Rovana, welche hauptsächlich aus einem Uferschutz zur Verhinderung der Erosion längs dem Böschungsfuss der Rutschung bestand, vorgeschlagen. Als Alternative dazu wurde ebenfalls eine Umleitung der Rovana in einen rechtsufrigen Stollen in Erwägung gezogen, aber vorläufig nicht weiterverfolgt.

Die Hochwasser 1978 und 1979

Aber auch diese Projekte wurden damals mangels politischen Willens nicht realisiert, und es bedurfte der grossen Hochwasserkatastrophe 1978 und des Hochwassers vom darauffolgenden Jahr 1979, um die ganze Problematik der Rutschung von Campo wieder aktuell werden zu lassen.
Das erste dieser beiden Hochwasser, das von 1978, beförderte sehr grosse Geschiebemengen aus dem Rutschgebiet zu Tale und lagerte diese im unteren Flussabschnitt beim Zusammenfluss mit der Maggia wieder ab.
Die dadurch bedingte Erhöhung der Flusssohle um einige Meter vergrösserte die Überschwemmungen der talabwärts gelegenen Ortschaften; dasselbe Phänomen wiederholte sich in noch grösserem Ausmasse auch 1979.

Bild 3. Erste Verbauungen der Rovana am Fuss der Rutschung von Campo Vallemaggia im Jahr 1888.

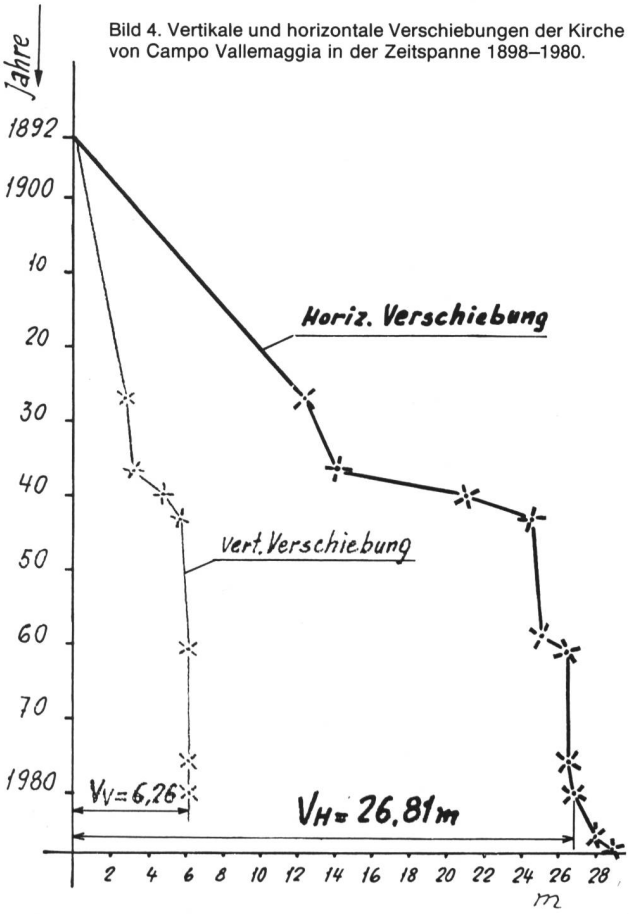


Bild 4. Vertikale und horizontale Verschiebungen der Kirche von Campo Vallemaggia in der Zeitspanne 1898–1980.

Von weiteren geologischen Untersuchungen

Von einer Doktorarbeit an der ETHZ erhofft man sich noch eingehendere Kenntnisse des Rutschungsmechanismus. Die heute bekannten Teilergebnisse bestätigen den grossen Einfluss des im Untergrunde artesisch gespannten Wassers auf die Rutschung von Campo und bestätigen auch, dass zur Sanierung derselben nebst der Entwässerung des Untergrundes auch die Erosion des Böschungsfusses durch die Rovana verhindert werden muss.

Aus diesem Grunde, und auch weil die Räumung des angeschwemmten Materials nach jedem Hochwasser grosse Kosten verursacht, wurde der Verbauung der Rovana gegenüber den Massnahmen zur Stabilisierung der Rutschung erste Priorität gegeben.

Da die Hochwasser von 1978 und 1979 im Bereich der Rutschung stark erodiert hatten, musste das 1968 durch die Studiengruppe erarbeitete Projekt neu überdacht werden.

Hydrologische Grundlagen

Das *Einzugsgebiet* der Rovana bis Piano, unterhalb Campo und ausserhalb des Rutschgebietes, beträgt 45 km². Es hat eine mittlere Höhe von 1934 m ü. M. Der höchste Punkt liegt auf 2790 m ü. M. und der tiefste auf rund 1000 m ü. M. Das mittlere Gefälle der Rovana beträgt 13,5‰. Das Einzugsgebiet hat trapezähnliche Form, ist von SW nach NO gerichtet und relativ kompakt. Der Koeffizient von *Gravelius,* der die Geometrie eines Einzugsgebietes charakterisiert, beträgt 1,22. Rund 58% der Oberfläche des Einzugsgebietes sind mit Vegetation bedeckt, und die restlichen

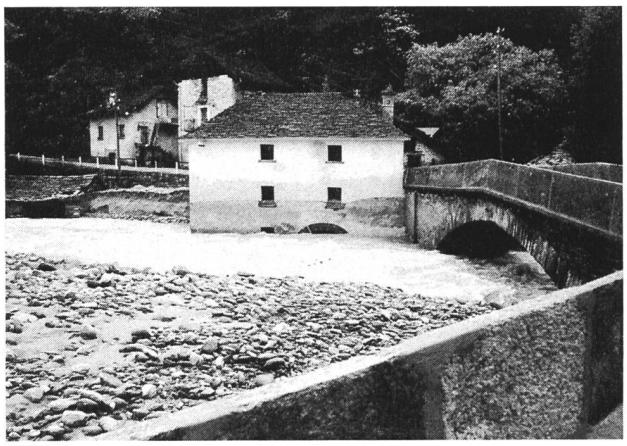


Bild 5. Unterlauf der Rovana bei Cevio. Zustand nach dem Hochwasser im Herbst 1979. Die Erhöhung der Flusssohle infolge starker Geschiebeablagerung betrug über 6 m.

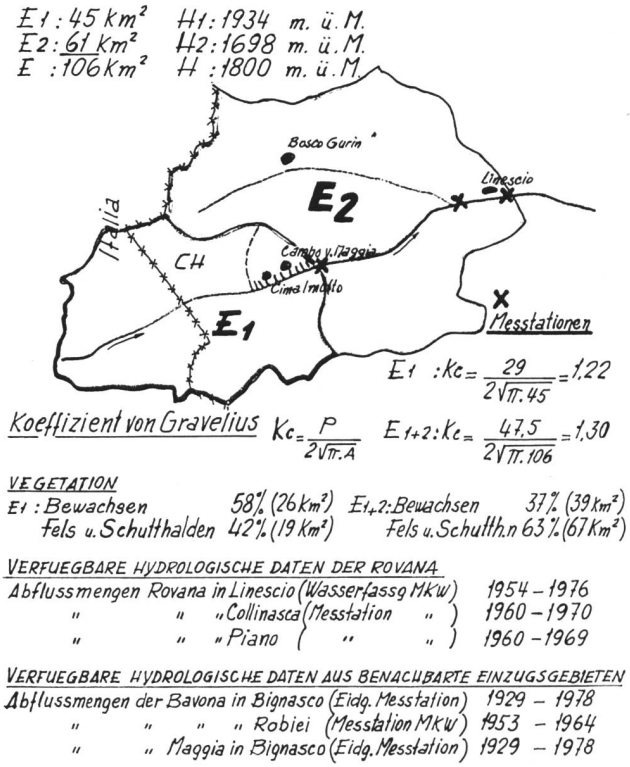


Bild 6. Einzugsgebiete der Rovana bei Campo Vallemaggia und Linescio.

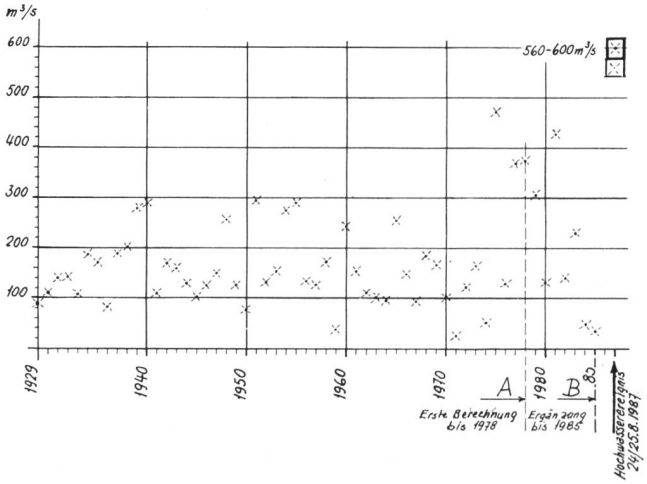


Bild 7. Hochwasserspitzen der Rovana bei Linescio in der Zeitspanne 1929–1985. A = Erste Berechnung bis 1978, B = Ergänzung bis 1985.

Tabelle 1. Hochwasserabflusswerte der Rovana bei Linescio und bei Piano mit Zuordnung der Wiederkehrenswahrscheinlichkeit in Jahren (*T*) nach Frequenzanalysen (*Fuller*) der konstruierten Hochwasserreihen 1929–1978 und 1929–1985.

	Werte 1929–1978	(Werte 1929–1985)
T	*Q* (E = 106 km²)	*Q* (E = 45 km²)
50	425 (441)	270 (281)
100	490 (506)	312 (323)
200	**550** (576)	**350** (367)
1000	690 (740)	440 (472)

Als Projekthochwassermenge der Rovana bei Piano wurde das 200jährliche Hochwasser von 350 m³/s angenommen.

42% bestehen vorwiegend aus Fels und Schutthalden.

Zur Bestimmung der Projektwassermenge standen eine ganze Anzahl Messdaten der Rovana zur Verfügung, die durch weitere Daten aus den benachbarten Einzugsgebieten der Maggia und der Bavona ergänzt werden konnten. Mit Hilfe der direkten Messreihen der Rovana und von Korrelationen mit den Messreihen der benachbarten Einzugsgebiete konnte schliesslich eine Reihe der 50 Hochwasserspitzen von 1929 bis 1979 erstellt werden, die später bis auf 1985 ergänzt wurde. Das Projekthochwasser wurde für ein Einzugsgebiet von 106 km² bis zur Wasserfassung der Maggia Kraftwerke AG bei Linescio bestimmt und anschliessend auf dasjenige von Piano reduziert.

Mit den üblichen Methoden der Frequenzanalyse unter Beizug der Verteilkurve nach *Fuller* ergaben sich die Hochwasserabflüsse gemäss Tabelle 1. Als Projekthochwassermenge der Rovana bei Piano wurde das 200jährliche Hochwasser von 350 m³/s angenommen.

Für den Riale San Giovanni, der von der Terrasse von Campo in einer sehr steilen Erosionsrinne auf der Höhe von Campo in die Rovana einmündet und ein Einzugsgebiet von 3,1 km² entwässert, wurde das Projekthochwasser aus den Niederschlägen und mit empirischen Formeln nach *Lauterburg, Hofbauer* und *Müller* eingegrenzt. Gewählt wurde ein Mittelwert aus diesen verschiedenen Berechnungsarten, d.h. eine Hochwasserspitze von 45 m³/s.

Das Projekt 1980

Das neu überarbeitete Projekt der Verbauung der Rovana bestand aus folgenden Teilen:

- Erstellung eines Fixpunktes am unteren Ende der Verbauungsstrecke in Form einer Sperre in der felsigen Schlucht von Secada.
- Verschiebung des Abflussgerinnes möglichst gegen das rechte Ufer mittels Buhnen und Längsdämmen im unteren und im oberen Teil der Verbauungsstrecke.
- Verschiebung des Abflussgerinnes ins alte Flussbett ganz auf der rechten Seite, wo es vor dem Bergsturz vom Pizzo Cauradiscio im Jahre 1867 floss (im mittleren Teil).
- Verringerung des Längsgefälles mittels neu zu erstellender Sperren oder zweckmässiger Verstärkung von natürlichen Gefällsstufen, die sich durch grosse Blöcke im Laufe der Zeit an verschiedenen Stellen gebildet hatten.
- Verbauung des linksufrigen Zuflusses Riale San Giovanni mittels einer Sperrentreppe.

Um die Baustelle zu erschliessen, wurde eine 1,3 km lange Strasse, die von der Kantonsstrasse abzweigt und bis zur Sperrstelle Secada führt, vorgesehen.

Mit Ausnahme des Riale San Giovanni sollte der natürliche Bachlauf weitgehend beibehalten werden. Natürliche Blockhaufen sollten möglichst in die Verbauung eingegliedert werden. In anderen Worten, man beabsichtigte die schon natürlich vorhandenen Hindernisse auszubauen und nur dort neue Bauten im Bachbett zu errichten, wo es unbe-

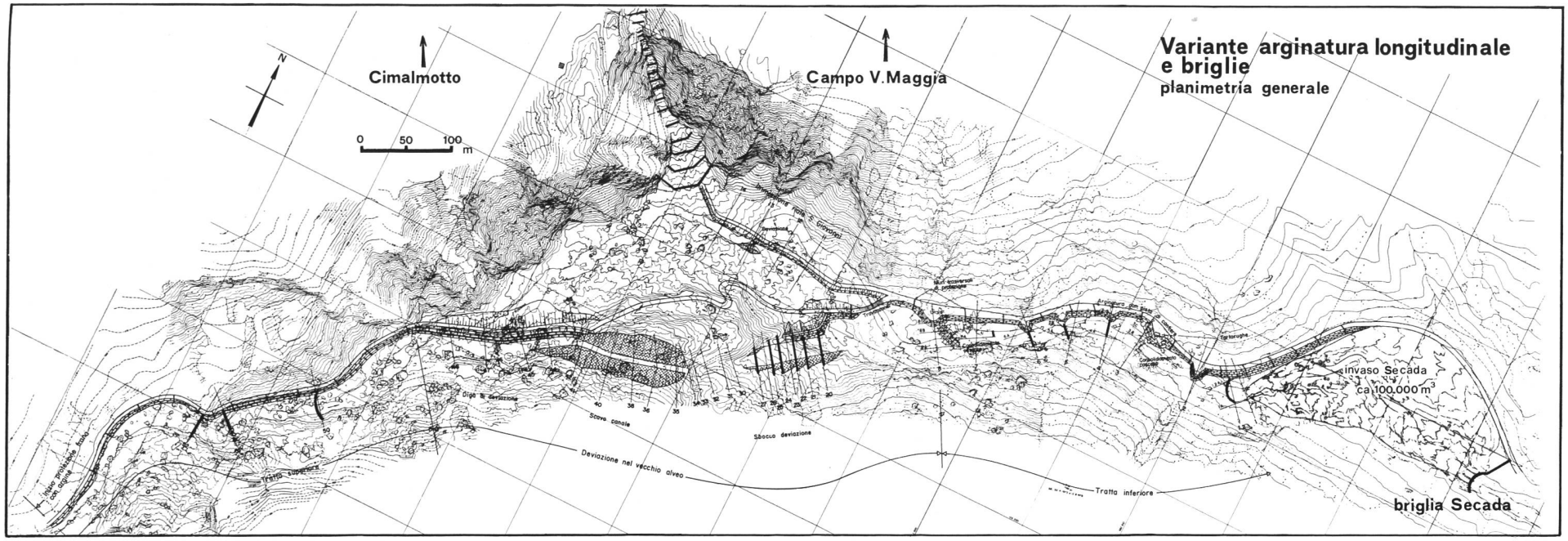


Bild 8. Projekt für die offene Verbauung der Rovana im Bereich der Rutschung von Campo Vallemaggia.

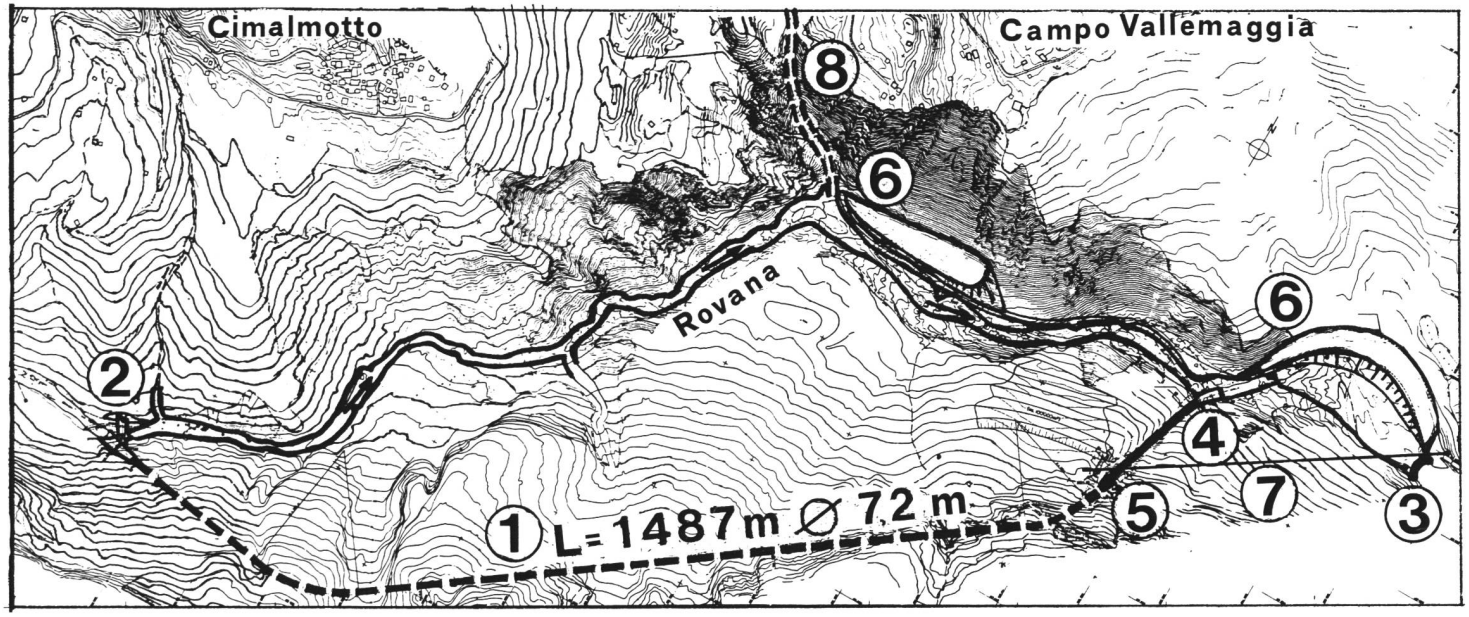


Bild 9. Projekt für einen Umleitstollen der Rovana im Bereich der Rutschung von Campo Vallemaggia. 1 Umleitstollen, 2 Einlaufbauwerk, 3 Geschieberückhaltesperre Secada, 4 Talseitiges Tosbecken, 5 Ostportal des Umleitstollens, 6 Materialdeponien, 7 Provisorische Bauseilbahn, 8 Verbauung des Riale S. Giovanni.

dingt nötig schien. Auch mit der Verschiebung ins alte Bachbett (im mittleren Teil der Verbauungsstrecke) sollte ein natürlicher Zustand wiederhergestellt werden. Die Kosten dieser Verbauung wurden 1981 zu 13,1 Mio Franken veranschlagt.

Das erste Los dieses Projektes, bestehend aus der Erschliessungsstrasse und der Sperre Secada, wurde 1980 ausgeschrieben und von 1981 bis 1983 gebaut.

Das zweite Los von der Talsperre Secada bis zur Einmündung des ins alte Bachbett verschobenen Laufes wurde 1982 ausgeschrieben. Von einer Vergebung der Arbeiten wurde jedoch von den zuständigen kantonalen Stellen im Einvernehmen mit den Bundesbehörden vorläufig abgesehen, weil sie vor einem endgültigen Entschluss auch noch eine Vergleichsstudie mit einem Umleitstollen auf der rechten Flanke als Variante prüfen wollten.

Eine Stollenvariante wurde schon 1925 in einem Gutachten von Professor *Meyer-Peter* zuhanden des kantonalen Wasserbauamtes als sicherste und radikale Lösung empfohlen.

Die gleiche Idee wurde 1962 bis 1968 auch von der erwähnten Studiengruppe weiterverfolgt und als Alternativlösung vorgeschlagen, jedoch nicht zur Ausführung empfohlen, weil damals noch die Sanierung der Rutschung von Campo mittels eines Drainagestollens dringlicher erschien.

Die Hochwasser der letzten Jahre als Anlass für neue Projekte

Die Hochwasserereignisse der letzten 10 Jahre liessen jedoch Befürchtungen aufkommen, dass eine offene Verbauung, die ausserordentlich starken Beanspruchungen widerstehen sollte und zum Teil an eine sich in Bewegung befindende Rutschung angelehnt war, vor und auch nach ihrer Vollendung schadenanfällig sein könnte.

Als Projektwassermenge für den Stollen, dessen Einlauf oberhalb der Einmündung des Riale San Giovanni vorgesehen ist, wurde der Wert von 300 m^3/s angenommen.

Das Projekt 1982 besteht aus einer Planungsstudie von vier möglichen Varianten. Von diesen wurde dann die als günstigste bewertete weiterbearbeitet und 1986 ein Vorprojekt erarbeitet.

Projektkonzept war, die Rovana bei der Rutschung von Campo praktisch vollständig in einen für das 200jährliche Hochwasser von 300 m^3/s dimensionierten Stollen umzuleiten, d.h. einen neuen unterirdischen Flusslauf zu erstellen. Einerseits soll sämtliches von der Rovana mitgeschleppte Geschiebe, Holz oder Geschwemmsel problemlos auch den Tunnel durchfahren können, andererseits darf aber die Fliessgeschwindigkeit nicht übermässig gross werden, um allzu starke Sohlenerosionen zu vermeiden.

Das Stollenprojekt gliedert sich in folgende Elemente:

- ein Einlaufbauwerk, verbunden mit einem festen Wehr und beschränkter Spülmöglichkeit im alten Flussbett der Rovana
- eine Beschleunigungsstrecke und ein grundsätzlich unverkleideter Stollen von 1487 m Länge mit 2% Gefälle. Sein Querschnitt ist hufeisenförmig von 7,20 m Höhe, 7,20 m Breite und 43,7 m^2 Fläche
- ein Auslaufbauwerk mit einer Ablaufrinne und einem Energievernichter im Bereich einer Felsschwelle im alten Rovanabett
- die Verbauung des Riale San Giovanni
- ein leichterer Uferschutz im alten Rovanabett von der Einmündung des Riale San Giovanni bis zur Rückgabe des im Stollen umgeleiteten Wassers beim Energievernichter.

Die Kosten dieses Projektes wurden 1986 zu 14,4 Mio Franken veranschlagt.

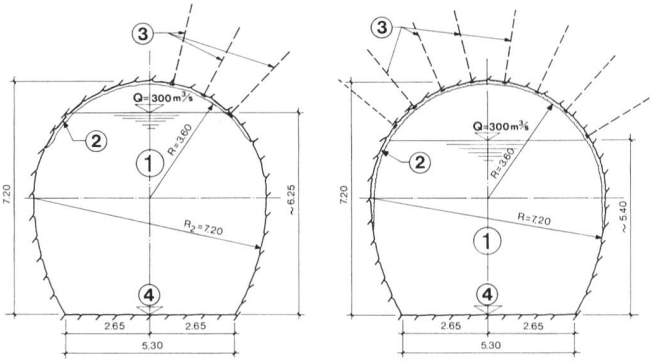


Bild 10. Zwei Stollenprofile. 1 Stollenprofil 43,7 m^2, 2 Kopfschutz aus Spritzbeton 3 bis 10 cm, 3 Felsanker, 4 Unverkleidete Stollensohle.

Der Umleitstollen

Sowohl Stollenvariante als auch offene Verbauung haben ihre Vor- und Nachteile. Die Bewertung derselben hat naturgemäss subjektiven Charakter. Als Nachteile der offenen Verbauung werden hautpsächlich die Schadenanfälligkeit während der Bauzeit und die Notwendigkeit, gewisse Bauteile in einer unter Umständen sich stark bewegenden Rutschmasse zu erstellen, aufgeführt. Bei der Stollenvariante gibt hingegen ganz allgemein die Verstopfungsgefahr durch Geschiebe oder Holz Anlass zu gewissen Bedenken.

Da gegenwärtig die Stollenvariante für die Ausführung im Vordergrund steht, wurde dieses Problem besonders eingehend untersucht, zuerst mit theoretischen Überlegungen und Berechnungen und anschliessend mit einem hydraulischen Modellversuch.

Das projektierte Gefälle des Stollens beträgt 2%. Die Fliessgeschwindigkeit für die Projektwassermenge von 300 m^3/s erreicht den Wert von 7,35 m/s. Für kleinere Wassermengen ist sie entsprechend tiefer.

Das Gefälle der Rovana bergwärts des projektierten Stolleneinlaufes ist aber mit 3 bis 4% grösser als dasjenige des Stollens. Es musste also in einem ersten Schritt einmal geprüft werden, ob die Geschiebetransportfähigkeit des Stollens genügt, um das von der Rovana eingebrachte Geschiebe auch abzuleiten. Zu diesem Zwecke wurde 1984 der Versuchsanstalt für Wasserbau, VAW, an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich ein Gutachten in Auftrag gegeben, das auf folgende Fragen Antwort geben sollte:

- Welches Geschiebeaufkommen ist in der Rovana oberhalb des vorgesehenen Stolleneinlaufes zu erwarten?
- Wie gross ist die Transportkapazität des Stollens?
- Vermag er das Geschiebe der Rovana aufzunehmen?

Die Transportkapazität der Rovana wurde in einem ersten Schritt unter Verwendung der neuen Formel der VAW von 1983, von Profilaufnahmen auf einer Strecke von 1,5 km oberhalb des Stolleneinlaufes und einer durch volumetrische Proben ermittelten Kornverteilungskurve errechnet. Die so ermittelten Transportkapazitäten für verschiedene Abflüsse wurden in Funktion der Breite aufgetragen. Im Verlaufe dieser Rechnungen wurde nebst der Breite auch der Einfluss der anderen Parameter wie Wandrauhigkeit k, Gefälle des Gerinnes J und massgebender Korndurchmesser des Geschiebes d_{90} untersucht. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Breite für Abflüsse bis etwa 100 m^3/s wenig Einfluss auf die Transportkapazität hat, für höhere Abflüsse hingegen diese mit zunehmender Breite merklich zunimmt. Von den anderen erwähnten Parametern übt eine

Änderung des Gefälles den stärksten Einfluss auf die Transportkapazität aus. Aus diesen Rechnungen wurde dann eine Geschiebefunktion der Rovana abgeleitet.

Ein ähnliches Verfahren wurde für die Berechnung der Transportkapazität des Stollens angewandt. Es stand nebst der schon erwähnten Formel der VAW von 1983 für feste oder bewegliche Sohle auch die Formel von *Pedroli* zur Verfügung. Diese gilt allerdings nur für feste, glatte Sohle und für ein maximales Gefälle von 2%, womit sie beim Stollen an der oberen Grenze ihrer Anwendbarkeit liegt. Die Formel von *Pedroli* gibt die höchsten Resultate; die VAW-Formel mit rauher Wand und rauher Sohle ergibt weit tiefere Transportkapazitäten. Die Rechnung zeigt aber auch, dass durch Glätten der Wände, z. B. durch eine Verkleidung derselben, die Transportkapazität des Stollens namhaft gesteigert werden kann. Wenn man nun die so ermittelten zwei Geschiebefunktionen des Stollens und der Rovana oberhalb des Stolleneinlaufes miteinander vergleicht, sieht man, dass die Transportkapazität eines verkleideten Stollens derjenigen der Rovana entspricht, das heisst, dass das von der Rovana auch bei höchsten Abflüssen mitgeführte Geschiebe im Stollen abgeleitet wird.

Diese Betrachtungen sind jedoch eher theoretisch, denn die Transportkapazität der Rovana wurde mit der vereinfachten Annahme eines Sohlenmaterials, bestehend aus einem Einheitskorn von bestimmtem Durchmesser, ermittelt. In Wirklichkeit ist aber das Bett der Rovana oberhalb des Stolleneinlaufes mit einer Deckschicht, die auch sehr grobe Blöcke enthält, gepflästert. Da die Stabilität dieser Deckschicht einen wesentlichen Einfluss auf die Geschiebetransportkapazität haben kann, wurde diese weiter untersucht.

Dazu wurden im Sommer 1984 an zwei Stellen sogenannte Linienproben durchgeführt. Dieses Verfahren, das an der VAW entwickelt wurde, besteht in der Ausmessung der ungefähren mittleren Breite sämtlicher Steine über 50 mm Durchmesser, die unter einer zwischen zwei Punkten gespannten Schnur liegen. Dadurch wird auch die Grobkomponente der Deckschicht, die mit den üblichen Siebanalysen nicht erfasst werden kann, berücksichtigt. Die Kurven aus der Volumenanalyse und aus den Linienproben können zu einer einzigen Kurve zusammengesetzt werden, die dann für die Kornverteilung des Grundmaterials, also der Deckschicht und der Unterschicht der 1,5 km langen Flussstrecke oberhalb des Stolleneinlaufes, repräsentativ ist. Theoretische Ableitungen erlauben die Berechnung der zur Deckschicht gehörenden kritischen Abflusstiefe, d.h. der Abflusstiefe, bei der die Sohlenschubspannung gerade noch eine Erosion der Sohle verhindert. Der für diesen Zustand massgebende grösste Korndurchmesser der Deckschicht ergab sich zu 1,25 m, die Grenzabflusstiefe zu 1,74 m und die entsprechende Wassermenge zu 100 bis 140 m^3/s für eine angenommene Gerinnebreite von 10 bis 15 m. Das heisst in anderen Worten, dass die massive Deckschicht der Rovana bei Abflüssen ab 100 bis zu 140 m^3/s noch stabil bleibt. Bis zu diesen Abflüssen, die eine Wiederkehrperiode von ungefähr 10 Jahren haben, wird daher kein Geschiebe aus der Sohle zugeführt; der Geschiebeanfall zum Stollen muss in diesem Falle dem Geschiebeangebot aus dem Einzugsgebiet entsprechen.

Um die Frage abzuklären, was bei höheren Abflüssen, bei denen die Deckschicht aufgebrochen wird, passiert, wurden noch Laborversuche an einer Rinne durchgeführt. In diese wurde eine bewegliche Sohle mit einer Materialmischung, die der zusammengesetzten Kurve aus Volumen- und Linienproben entsprach, eingebaut.

Diese Versuche haben gezeigt:

- Bei niedrigen bis mittleren Abflüssen (40 m^3/s) bildet sich erwartungsgemäss eine Deckschicht durch sukzessive Erosion der Feinbestandteile, die am Rinnenende abgelagert wurden. Dieser Abtransport von Feinbestandteilen hört aber auf, sobald die Deckschicht stabilisiert ist. Das bedeutet, dass in Natur, falls ein grosser Geschiebeschub kommen sollte, zuerst die Deckschicht mit allen ihren groben Blöcken zugedeckt werden muss, bevor die Rovana ihre theoretische grösstmögliche Transportkapazität für Feingeschiebe von 6 bis 8 cm Durchmesser erreicht. Die Sohle der Rovana oberhalb des Stolleneinlaufes kann daher als Speicher für solches Feingeschiebe mit einer geschätzten Kapazität von rund 10000 bis 15000 m^3 angesehen werden. Da aber 1984, als diese Versuche durchgeführt wurden, der Deckschichtbildungsprozess in dieser Flussstrecke bereits als abgeschlossen gelten konnte, ist eine solche Einspeisung von

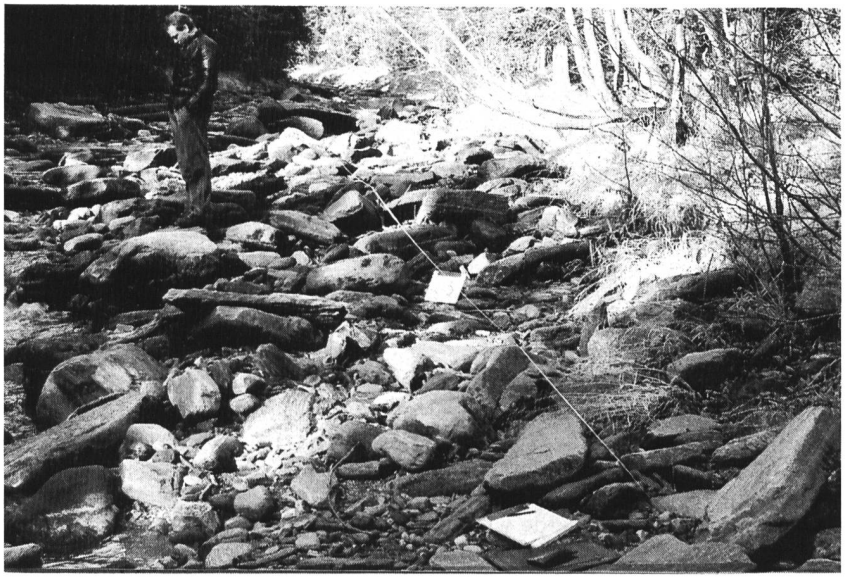


Bild 11. Erstellen einer Linienprobe zur Erfassung der Grobkornkomponente der Deckschicht. Flussabschnitt der Rovana oberhalb des vorgesehenen Einlaufbauwerkes des Umleitstollens.

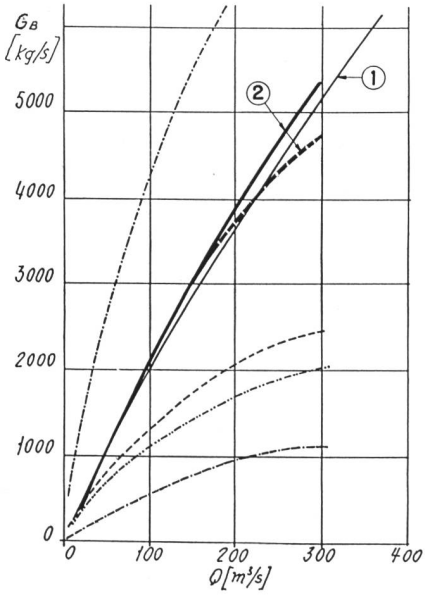


Bild 12. Geschiebetransportkapazität des Stollens und der Rovana. 1 Geschiebetransportkapazität des Stollens, 2 Geschiebetransportkapazität der Rovana.

Material wohl aus dem weiteren Einzugsgebiet, nicht aber aus der Sohle denkbar.
- Bei Abflüssen gegen 100 m^3/s werden immer gröbere Komponenten aus der Deckschicht abtransportiert, ohne aber ihre Stabilität zu gefährden. Die Mindestkomponente, die noch zur Stabilität beiträgt, sind Steine von 25 cm.
- Bei Abflüssen von zwischen 100 und 140 m^3/s beginnen sich auch einzelne exponierte grössere Blöcke zu bewegen. Dieser Versuch bestätigt den vorher theoretisch errechneten Grenzwert für das Aufbrechen der Deckschicht.
- Bei Extremabflüssen von 300 m^3/s bewegen sich auch die Grobkomponenten und geben dadurch die Zufuhr von Sohlenmaterial kleinerer Korngrösse in das laufende Geschiebe frei. Das geschieht aber nicht plötzlich, sondern auch bei den extremen Abflüssen dosiert. Die freigesetzten Geschiebemengen aus der Sohle sind aber auch in diesem Fall wesentlich kleiner als die errechnete theoretische Transportkapazität der Rovana für Feinmaterial. Es zeigte sich, dass die lokale Anhäufung von Blöcken sich hemmend auf den Geschiebetrieb auswirkte.

Aus diesen Versuchen war daher der Schluss zulässig, dass die Rovana auf einer Strecke von 2 km oberhalb des Stolleneinlaufes nicht genügend Geschiebe freisetzen könnte, um die Abfuhrkapazität des Stollens zu gefährden.

Es blieb noch die Frage abzuklären, ob im Einzugsgebiet der Rovana oberhalb der vor dem Stolleneinlauf betrachteten Strecke von 2 km irgendwo ein Geschiebeaufkommen, das für den Stollen gefährlich werden könnte, vorhanden sei! Es müsste sich um eine Ablagerung handeln, aus der die Rovana soviel Geschiebe entnehmen könnte, bis die Blöcke der Deckschicht der 2 km langen Strecke vor dem Stollen vollkommen zugedeckt werden und sich somit für den Stollen gefährlich hohe Transportraten von Feinmaterial einstellen könnten.

Anlässlich einer Begehung im Sommer 1987 wurde eine solche Stelle in einer Alluvionsebene unterhalb der Alpe Colobiasca bereits auf italienischem Gebiet gefunden. Der Fluss wechselt hier auch seinen Namen und heisst nicht mehr Rovana, sondern Rio Colobiasca. Das Resteinzugsgebiet an dieser Stelle beträgt noch rund 11 km^2.

Die homogene Kornverteilung des dort vorhandenen Materials lässt die Annahme zu, dass bei grösseren Abflüssen zeitweise soviel Material erodiert werden kann, wie es der theoretischen Transportkapazität entspricht, und dass diese Kapazität auch die Geschiebezufuhr in die Rovanastrecke oberhalb des Stolleneinlaufes bestimmt.

Nach dem gleichen Verfahren wie für die Rovana wurde auch für den Rio Colobiasca eine Geschiebefunktion bestimmt und diese mit derjenigen des Stollens verglichen. Aus diesem Vergleich kann man sehen:
- Bei Abflüssen bis zu rund 150 m^3/s, auf den Stollen umgerechnet, wird die Kapazität des Stollens nicht überschritten.
- Bei höheren Abflüssen wäre ein Überschreiten dieser Kapazität möglich, sofern sich der Rio Colobiasca in der betrachteten Alluvionsebene in ein eindeutig definiertes mittleres Profil eingraben würde. Sollte das nicht der Fall sein, was anhand der an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen anzunehmen ist, sondern würde sich der Rio Colobiasca bei extremen Abflüssen in die Alluvionsebene ausbreiten, so würde seine theoretische Transportkapazität etwa halbiert.

Aufgrund der vorgängig beschriebenen Berechnungen, Versuche und Begehungen kann das anfallende Geschiebe bis zu Abflüssen von 150 m^3/s beim Stolleneinlauf (was ungefähr einem 10jährlichen Ereignis entspricht) problemlos im Stollen abgeführt werden. Bei Extremabflüssen in der Grössenordnung von 300 m^3/s sind aus der rund 2 km langen Strecke oberhalb des Stolleneinlaufes auch aus der Sohle der Rovana keine so grossen Geschiebemengen zu erwarten, dass sie der Stollen nicht aufnehmen könnte, da die Sohle in der besagten Strecke mit sehr groben Blöcken gepflästert ist.

Der 1984 von der VAW verfasste Schlussbericht über diese Untersuchungen schliesst mit den Worten:

«Erst bei einer totalen, drastischen Änderung der heutigen Verhältnisse würde für den Stollen die Gefahr einer Verlandung und Verstopfung bestehen. Einerseits müsste sich dann die Rovana selbst ein leistungsfähigeres Gerinne durch die erwähnte Alluvionsebene geschafft haben, und andererseits müsste die heute mit groben Blöcken abgepflästerte Sohle durch eine leicht transportierbare Mischung aus Feingeschiebe erheblich überdeckt werden. Sollten einmal in einer eher fernen Zukunft solche Änderungen festgestellt werden müssen, würde immer noch die Möglichkeit bestehen, durch Verkleiden der Stollenwände die Geschiebetransportkapazität im Stollen noch zu erhöhen, dass die dann allenfalls auftretenden, heute noch als utopisch zu bezeichnenden Geschiebemengen schadlos abgeführt werden könnten.»

Der 24./25. August 1987 und neu überarbeitete Projekte

Das war 1984. Am 24./25. August 1987 hat ein extremes Hochwasser, dessen Spitze aufgrund der Spuren bei der Sperre Secada zwischen derjenigen eines 100- und eines 200jährlichen Ereignisses geschätzt werden konnte, unter anderem auch das Einzugsgebiet der Rovana heimgesucht. Eine Begehung Mitte November hat auch die Ausserordentlichkeit des Ereignisses klar gezeigt. Das Einzugsgebiet wurde stark in Mitleidenschaft gezogen, bei allen Flusskrümmungen wurde die Aussenseite der Kurve zum Teil stark erodiert, eine Fussgängerbrücke, die schon seit langer Zeit bestand und alle Hochwasser, auch diejenigen der letzten 10 Jahre, schadlos überstanden hatte, wurde weggefegt, und rund 300 m vor dem geplanten Stolleneinlauf ereignete sich am linken Ufer ein mächtiger Hanganriss, der auf die Grössenordnung von 100000 m^3 geschätzt werden konnte. Dass dieses Hochwasser ein ausserordentliches Ereignis war, lässt sich auch deutlich am Vergleich mit den anderen bisher bekannten Hochwasserspitzen der Rovana erkennen.

Um die Ergebnisse der geschiebetriebtechnischen Untersuchungen zu bestätigen beziehungsweise zu verfeinern, wurde im Einvernehmen mit dem Bauherrn ein hydraulischer Modellversuch angeordnet. Dieser bezweckte eine weitere Abklärung folgender Punkte:
- Optimale Gestaltung des Einlaufbauwerkes
- Spülungsmöglichkeit des Einlaufbeckens
- Geschiebetransportkapazität des Stollens
- Einfluss der Stollenform und der Beschaffenheit des Stollens als Folge der Erosion auf Abfluss und Geschiebetransport
- Gefahr der Verstopfung des Stollens infolge Holztrieb.

Es wurde ein Modell im Massstab 1:30, basierend auf der Froudschen Ähnlichkeit, erstellt. Nachgebildet wurden etwa 300 m Flussstrecke bergwärts und 200 m talwärts des Einlaufes sowie das Einlaufbauwerk selbst und 200 m Stollen. Der Stollen wurde mit einer festen rauhen Sohle und mit rauhen Wänden nachgebildet. Seine Rauhigkeit ent-

sprach ungefähr einem Stricklerschen Koeffizienten von 35. Eine erste Versuchsserie hat gezeigt, dass mit der gewählten Disposition und Beschaffenheit der Stollenwände und -sohle das von der Rovana mitgebrachte Geschiebe durch den Stollen abgeführt wird. Hingegen musste für den Einlauf des Spülkanals eine andere Lösung gesucht werden, weil sich am Eingang desselben starke Geschiebeablagerungen bildeten. Qualitative Versuche mit Holz zeigten, dass auch grössere, gleichzeitig hertransportierte Mengen mit grösster Wahrscheinlichkeit den Stollen nicht zu verstopfen vermöchten.

Auf den Holztransport wirkte sich die 10 m lange Beschleunigungsstrecke besonders günstig aus, hingegen verursachte sie bei Abflüssen über 240 m^3/s einen Wassersprung.

In einer nächsten Versuchsserie wurde die Stollensohle geändert. Statt einer rauhen horizontalen Sohle wurde eine rauhe Sohle mit einer Antidünenbildung von rund 6,60 m Länge und 1,20 m Tiefe eingebaut. Diese Sohlenform wurde aufgrund eines geologischen Gutachtens und der im Umleitstollen Palagnedra entstandenen Erosionen angenommen. Das geologische Gutachten sah besonders im ersten Stollenteilstück einen Wechsel zwischen harten Gneisschichten und weniger harten Marmorschichten in Abständen zwischen 1 und 10 m ungefähr quer zur Stollenachse vor, aus denen infolge Erosion eine der Modellannahme ähnliche Strukturform entstehen könnte.

Diese Sohlenform verursachte grössere Reibungsverluste, eine Ablagerung von Material in den Sohleneintiefungen und infolgedessen eine um etwa 10 bis 15% kleinere Transportkapazität im Stollen.

Es ergaben sich folgende *k*-Werte nach *Strickler:*

– für $Q = 40\ m^3/s$ $k = 25{,}3\ m^{1/3}/s$

– für $Q = 300\ m^3/s$ $k = 31{,}8\ m^{1/3}/s$

entsprechend dem stärkeren Wandeinfluss.

Bis zu Abflüssen in der Grössenordnung von 130 m^3/s wurde kein Material aus der Sohle entnommen, sondern es wurden nur einzelne Blöcke verschoben.

Auch mit dieser Sohlenform haben Versuche mit zum Teil grossen Mengen von Holz und Geschwemmsel und bei Abflüssen von nur 100 m^3/s den Stollen nicht zu verstopfen vermocht.

Schliesslich konnte man mit Hilfe von bescheidenen baulichen Änderungen die Ablagerungen am Einlauf des Spülkanals bei Abflüssen unter 50 m^3/s eliminieren und durch eine Verkürzung der Beschleunigungsstrecke den Wassersprung zum Verschwinden bringen ohne allzustarke Beeinträchtigung der Holzabfuhr.

Die schon erwähnte Begehung im Einzugsgebiet der Rovana nach dem Hochwasser vom August 1987 liess gewisse berechtigte Zweifel aufkommen, ob die Schlussfolgerungen die man aus den 1984 durchgeführten Untersuchungen gezogen hatte, noch Gültigkeit hätten, vor allem was die Wahrscheinlichkeit der vollständigen Überdeckung der gepflästerten Sohle mit Feinmaterial auf einer Strecke von rund 2 km vor dem Stolleneinlauf anbetrifft. Es wurde deshalb eine weitere Versuchsserie unter extremsten Bedingungen durchgeführt. Dabei wurde angenommen, dass aus dem neu entstandenen Anriss am linken Ufer (etwa 300 m flussaufwärts der Fassung) plötzlich eine Masse von 100000 m^3 Material in den Fluss stürze und diesen kurzfristig absperre. Die Beschaffenheit dieser Rutschmasse im Modell wurde zu rund 40% Schwebstoffe und 60% Geschiebe nachgebildet; gleichzeitig wurde auch eine erhebliche Holzmenge dieser Materialmasse beigegeben. Der Abfluss wurde bei diesem Versuch auf 50 m^3/s beschränkt. Dieser extreme Versuch zeigte folgendes Ergebnis:

Das Wasser überströmte den durch die Rutschung entstandenen natürlichen Damm, wodurch sich talwärts desselben ein Gerinne mit grösserem Gefälle einstellte. Dadurch wurden so grosse Materialmengen in den Stollen eingebracht, dass dieser sie nicht mehr abzuführen vermochte. Der Stollen ging unter Druck, und seine Abflusskapazität verringerte sich auf etwa 20%; 80% des Wassers flossen über das Wehr ins alte Rovanabett. Der Stollen wurde aber nie verstopft; es blieb immer unter der Kalotte eine freie Abflussfläche bestehen, durch die auch noch grössere Holzstämme abgeleitet werden konnten. Nach Einstellung der Einspeisung mit Geschiebe und unter Belassung eines Abflusses von 50 m^3/s wurde der Stollen innerhalb von einer Stunde im Modellmassstab, also etwa 5½ Stunden in Natur, vollständig freigespült; ebenfalls freigespült wurden das Vorbecken und der Einlauf des Spülkanals beim Wehr. Dieses günstige Resultat, wenn es auch nur qualitativen Charakter hat, zeigt doch, dass auch unter extremsten Bedingungen bezüglich Geschiebe- und Holzzufuhr von aussen der Stollen nicht ohne weiteres verstopft. Die grosse betriebliche Zuverlässigkeit dieses Umleitsystems wird gleichzeitig bestätigt.

Weitere Abklärungen

Soweit zu den Modellversuchen. Bevor aber dieses Projekt technisch baureif wird, müssen noch verschiedene Punkte abgeklärt werden.

Zunächst ist zu überlegen, ob die angenommene Profilform, die Profilgestaltung und das Gefälle des Stollens bezüglich Geschiebetransportkapazität und Sohlenerosion optimal sind oder ob durch Änderungen derselben abgesehen von einer Wandverkleidung noch Verbesserungen erreicht werden könnten. Der Auslauf des Stollens in der steilen Felsrinne und der vorgesehene Energievernichter in der Felsschwelle im alten Bett der Rovana sind ebenfalls eingehend zu studieren und eventuell auch an Modellversuchen zu prüfen. Im weiteren ist die Frage noch offen, ob es zweckmässig ist, sämtliches Wasser in den Stollen abzuleiten und nur bei Bedarf, z.B. für Unterhaltsarbeiten, diesen mit dem Spülkanal ausser Betrieb zu setzen, oder ob das alte Bett der Rovana ständig mit einer kleinen Wassermenge durch eine Konstantöffnung im Wehr dotiert werden muss, und wenn ja, wie gross diese Wassermenge im Maximum sein darf.

Nach den Ereignissen des Sommers 1987 muss schliesslich noch geprüft werden, ob es infolge der am linken Ufer entstandenen Hanganrisse genügend ist, an dieser Stelle einen Uferschutz zu erstellen, oder ob nicht doch in Erwägung gezogen werden muss, den Stolleneinlauf entsprechend bergwärts zu verschieben.

Diese kurze Aufzählung zeigt, dass man bei der Projektierung und Gestaltung von Flussbauten keine starren Konzepte anwenden darf und brauchbare Lösungen nur nach eingehenden Studien und bestmöglicher Anpassung an die Natur möglich sind.

Gedanken zum Abschluss

Im Dorfe Campo lebten 1850 506 Einwohner; 1900 waren es noch 291, 1970 noch 102, und heute sind es noch 59. Der allgemeine Wohlstand in unserem Lande hat diese Gegend nur gestreift. Abgesehen von den Einkünften aus einem bescheidenen Tourismus sind die Einwohner für ihren Unterhalt auf die Landwirtschaft angewiesen. Das Leben in dieser Gegend ist auch heute noch, 1989, streng und hart. In den letzten Jahren sind wir in unserem Land sehr umweltbewusst geworden, was sicher richtig ist. Wir sind dafür be-

sorgt, dass in unseren Bächen und Flüssen genügend Fische vorhanden sind, dass das Wild in unseren Wäldern erträgliche Lebensbedingungen erhält, dass seltene Biotope erhalten bleiben, kurz dass unsere Umwelt geschützt und erhalten wird, und wir lassen uns das viel Geld kosten.
Darf ich meine Ausführungen mit dem Wunsch schliessen, dass es in nächster Zukunft auch möglich sein wird, das nötige Geld zu finden, um auch die schöne Landschaft von Campo Vallemaggia zu schützen, und vor allem um den 59 übriggebliebenen Menschen, die in dieser kleinen Gemeinde noch ausharren, zu helfen, bevor es zu spät wird.

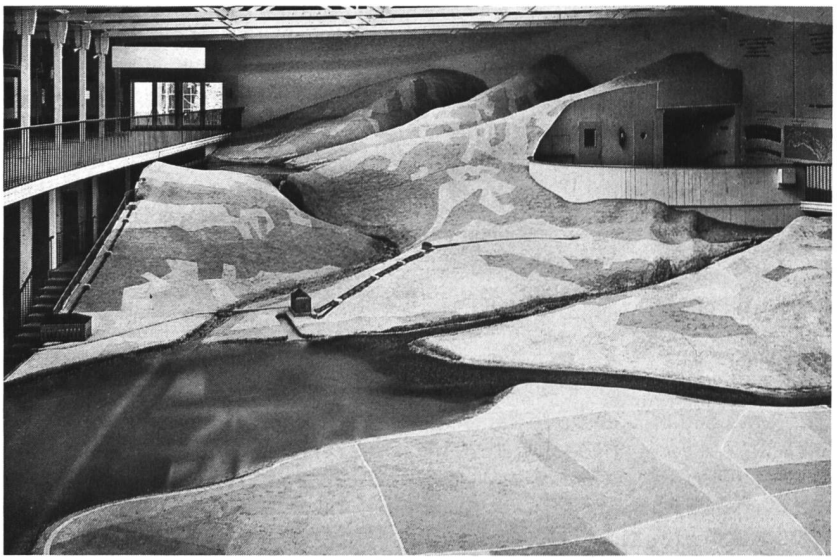
Adresse des Verfassers: *Giulio Trucco*, dipl. Ing., Direktor, AG Ingenieurbüro Maggia, CH-6601 Locarno.

Die Wasserkraft auf der Schweizerischen Landesausstellung, Zürich 1939

Die vor 50 Jahren durchgeführte Schweizerische Landesausstellung – die «Landi», wie sie allgemein genannt wurde – umfasste eine bemerkenswert grosse Abteilung Elektrizität. Die entsprechende Ausstellungshalle überdeckte eine Grundfläche von 5000 m², das zugehörige Freigelände eine solche von 10000 m². Das zeigt, wie wichtig damals der Wirtschaftszweig eingeschätzt wurde, der sich mit der Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Elektrizität befasste. Offenbar galt dieser Zweig als «High-Tech» und erweckte entsprechend optimistische Zukunftserwartungen.
Der Begriff Elektrizitätserzeugung war in der Schweiz damals fast ein Synonym für Wasserkraftnutzung. Daher widmeten sich zwei Sektionen der Abteilung Elektrizität der «Landi» eingehend den Wasserkraftwerken. Im Sinne eines Rückblicks auf den Stand der Technik vor 50 Jahren, aber auch auf die Wertvorstellung der damaligen schweizerischen Bevölkerung (die nach der Weltwirtschaftskrise und angesichts eines übermächtig werdenden Deutschen Reiches ihre Identität finden und bewahren wollte) folgt hier eine Beschreibung dieser Sektionen Wasserkraft und Erzeugung sowie – sozusagen als Dreingabe – des «Schifflibachs».
Nun war der Verfasser dieser Zeilen im Jahre 1939 erst siebenjährig und kann sich deshalb nur noch vage an die «Landi» erinnern. Ja, das einzige scharfe Bild, das in ihm noch nachlebt, ist jenes des «Schifflibachs», wofür er um Verständnis bittet. Deshalb gibt er das Wort hier an Dr. Charles Jaeger weiter, der damals 38 Jahre alt war und als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH massgeblich an der Gestaltung der Sektion Wasserkraftnutzung beteiligt war. Er schrieb in der deutschen Zeitschrift «Wasserkraft und Wasserwirtschaft» (Heft 15/16, 1939) einen Artikel mit dem Titel «Die Wasserkraft auf der Schweizerischen Landesausstellung Zürich 1939», der hier fast vollständig und mit einigen Archivbildern ergänzt wiedergegeben wird. *Daniel Vischer*

Einleitung

Obwohl die Schweizerische Landesausstellung 1939 in ihrem Ausmasse keinesfalls mit einer der grossen internationalen Ausstellungen verglichen werden kann, erklären sich alle ihre Besucher, auch die verwöhntesten, höchst befriedigt. Dass an dieser sehr günstigen Beurteilung der Landesausstellung die schön gepflegten Gartenanlagen, mit hervorragenden Kunstplastiken bekannter Schweizer Bildhauer geziert, und der wunderbare Ausblick auf den See stark mitwirken, ist wohl anzunehmen, aber auch der sachliche Wert der Ausstellung ist nicht zu unterschätzen. Ausgestellt werden die kleinste Uhr der Welt, die stärkste elektrische Lokomotive (12000 PS!), die grösste armierte Betonröhre, die grösste Glasplatte usw. Eindrucksvoller ist jedoch eher das sehr hohe mittlere Niveau der Ausstellung, welche die mutige tägliche Arbeit eines kräftigen Volkes sachlich wiedergibt.
Die unter dem Begriffe «Wasserkraft» hier zusammenfassend zu beschreibenden Ausstellungsgegenstände gehören der Abteilung Elektrizität, Sektion Wasserkraft und Sektion Erzeugung, an. (Die weiteren Sektionen dieser Abteilung lauten: Unterwerk, Verteilung, Elektrizitätswirtschaft, Licht, Anwendungen, Hochfrequenz und Schwachstrom, Höchstspannung, Kino.) Unter dem Begriffe Hydraulik ist weiter der rasch sehr populär gewordene «Schifflibach» zu erwähnen.
Die überbaute Grundfläche der Halle Elektrizität beträgt 5000 m², die Ausstellungsfläche (inbegriffen Hof mit 47 m



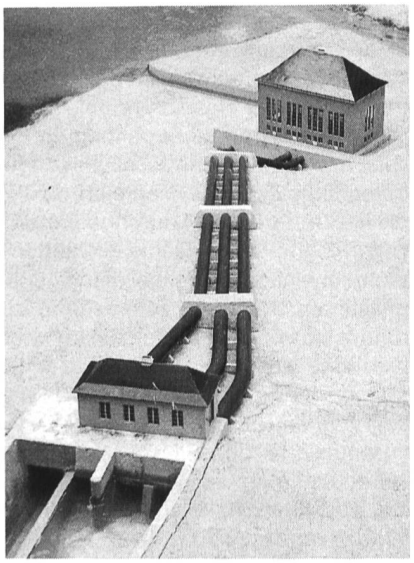


Bild 1, links. Das Wasserbaumodell 1:50 an der Landesausstellung 1939. Links ein Hochdruckspeicherwerk, in der Mitte ein Mitteldrucklaufwerk, rechts zwei geschiebeführende Wildbäche, die im See ein Delta bilden (Foto VAW).

Bild 2, rechts. Detail des Wasserbaumodells 1:50 mit Mitteldrucklaufwerk. Links unten der Ausgleichsüberfall mit dem Einlauf zu den beiden Druckleitungen, die zum Maschinenhaus führen; die dritte Druckleitung führt das Überfallwasser ab (Foto VAW).