



**Die Rovana im Kanton Tessin: "Kleine" Ursache, grosse Wirkung**

The river Rovana in the Canton Tessin: "Small" causality, big implication.

J. Zeller und F. Tognini

**Zusammenfassung/Abstract**

Infolge intensiver Holzflösserei in den Jahren 1851 bis 1859 wurde das Bett der Rovana bei den Siedlungen Campo und Cimalmotto zerstört, worauf massive Gerinneerosion verbunden mit geologisch bedingten Hangrutschungen eintraten, die bis heute fort dauern. Beschrieben wird die Chronologie seit 1780, die Hydrologie der Rovana, die Bodenbewegungen des Rutschgebietes und die Erosionsverhältnisse. Erwähnt sind auch die seit 1994 begonnen umfangreichen und kostspieligen Sanierungsarbeiten.

As a result of intensive timber rafting in the years 1851 to 1859 the Rovana channel-bed was destroyed. This happened near the settlements Campo and Cimalmotto. In consequence of this, heavy degradation and slope sliding (due to geologic reasons) occurred. They continue till today. The chronology since 1780, the Rovana hydrology, the movement of the sliding area and the erosion situation are described. The extensive and costly reconstruction measures which are under way since 1994 are mentioned.

**1. Einleitung/Introduction**

Die Rovana ist ein kleiner Gebirgsfluss mit Wildbachcharakter. Sie durchfliesst ein Seitental der Maggia, welche ihrerseits mit einem grossen Delta bei Locarno in den Lago Maggiore mündet (Abb.1). Im Oberlauf der Rovana befindet sich linksufrig auf einer Strecke von ca. 2,5 km ein ausgedehntes Rutsch- und Kriechgebiet, dessen Hangfuss periodisch von der Rovana erodiert wird. Zwei kleine Orte: Campo Valle Maggia und Cimalmotto befinden sich im Rutschgebiet (Abb.2). Campo zeigt an den Gebäuden starke Setzungsschäden, und in Cimalmotto befinden sich die untersten Häuser in bedrohlicher Nähe der Abbruchkante. Diese Kante verschob sich im Durchschnitt der letzten Jahre um 0,3 bis 0,5 m berwärts. Es handelt sich um eine Grossrutschung, deren Frontpartie laufend abrutscht und einen vegetationslosen, steilen Hang von bis zu 200 m Höhendifferenz bildet (Abb.3).



Abb.1: Das Flusssystem  
Rovana-Maggia;  
Uebersicht  
The river system Rovana-  
Maggia; outline map

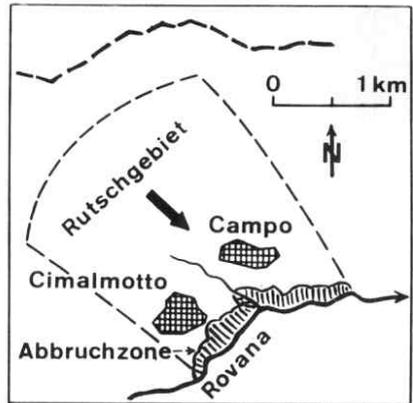


Abb.2: Das Rutschgebiet  
(schematisch) mit  
Rovana und Abbruch-  
zone.  
The creeping area with the  
breaking off front

## 2. Chronologie der Geschehnisse/Occurence chronology

Einigermassen gesicherte Angaben reichen bis ins 18. Jahrhundert zurück. Vor dieser Zeit scheint das Gebiet keine wesentlichen Probleme bereitet zu haben. Wald und Viehweide reichten bis zum Bett der Rovana.

- 1780 Campo: grosse Rutschungsaktivität
- 1818 Das Bett der Rovana befand sich ca. 20 bis 30 m unterhalb von Campo
- 1839 Campo: starke Rutschungsaktivität
- 1851 Campo und Cimalmotto zählen zusammen 506 Einwohner, Beginn der Holzflösserei mit Schwallbetrieb, Kahlschläge
- 1852 grosse Rutschungsaktivität, Häuser von Campo wurden schiefgestellt
- 1854 starke Eintiefung der Rovana
- 1857 starkes Hochwasser und langandauernde Regen; die Flösserei wurde nicht eingestellt, gewaltige Tiefenerosion der Rovana, Grossrutschung in Campo, 100 mio Material in Bewegung, 10 Häuser und einige Ställe zerstört
- 1854-1858 Sohleneintiefung der Rovana über 30 m
- 1858 ca. 80 m hohe Bacheinhänge gebildet, viele Bodenrisse, die ganze Campo-Scholle rutscht, sämtliche Häuser von Campo sind "zerrissen"

- 1859 Verbot der Flösserei
- 1867/68 rechtsufriger Felssturz drängt die Rovana auf die gefährdete linke Talseite. Starke Ufererosion, Hangnachstürze, grosse Rutschungsaktivität
- 1868 katastrophales Hochwasser der Rovana, Murgänge im Rutschgebiet, mehrere Häuser stürzen ein, viele wurden stark beschädigt
- 1888/89 Verbau der Rovana im Bereich der Campo-Rutschung, Wiederaufforstungen (Längsverbau mit Buhnen)
- 1850-1892 die Rovana hat sich über 105 m eingetieft
- 1897 Dauerregen und Wolkenbrüche, Verbauungen vollständig zerstört, grosse Rutschungsaktivität, Murgang zerstört Häuser, die Rovana hat sich um weitere 60 m eingetieft
- 1900 Einwohnerzahl 291, heftige Dauerregen, erhebliche Schäden
- 1921 Ueberschwemmungen und Rutschungen
- 1937-(1943) starke Rutschungebewegung der Campo-Scholle, die Kirche verschiebt sich um 10,3 m (Horizontalkomponente)
- 1939/40 sehr nasses Jahr, ganzes Gebiet in Bewegung



Abb.3: Linksufriger, flussnaher Teil des Rutschgebietes von Campo, flussabwärts gesehen  
 Left river side, sliding area of Campo near the river, view downstream

- 1954 starke Ufererosion der Camposeite
- 1955 Unwetter: Murgänge und Materialkriechen
- 1970 Einwohnerzahl 102
- 1978 Rovana: starke Erosion, Abtransport grosser Geschiebemen-  
gen
- 1979 Dauerregen: schwere Schäden, weiterer Abtransport sehr  
grosser Geschiebemen-  
gen
- 1981 ziemlich starke Rutschungsaktivität
- 1982 starke Rutschungsbewegungen, Einbau einer Fixpunktsperre  
unterhalb des Rutschungsbereichs zur Anhebung der Gerin-  
nesohle
- 1983 viele neue Schäden, viele Rutschungen, Ortsverbindungs-  
strasse mehrfach unterbrochen
- 1987 Katastrophenjahr: 100 bis 200jährliches Rovana-Hochwas-  
ser, sehr starke Erosion, Murgänge, Rutschungen, ver-  
stärkte Bewegung der Campo-Scholle, Auswirkungen bis  
Locarno
- 1988/89 im Nachgang zu 1987 verstärkte Bewegung der Campo-  
Scholle
- 1990 Einwohnerzahl 59 (noch 11% der Anzahl von 1851)
- 1994 Beginn der gross angelegten Sanierungsmassnahmen

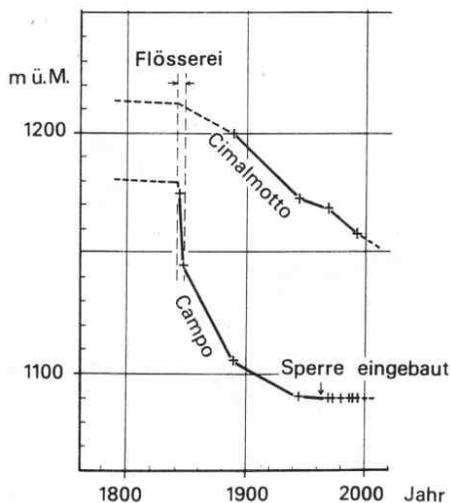


Abb.4: Ungefährer Verlauf der Gerinneeintiefung der Rovana bei Campo und Cimalmotto zwischen 1818 und 1994

Approximate development of the channel degradation near Campo and Cimalmotto between 1818 and 1994

Die stark gekürzte Chronologie gibt nur die wesentlichsten Ereignisse wieder. Phasen relativer Ruhe traten nur von 1860 bis 1867 und 1963 bis 1973 ein. Abbildung 4 zeigt schematisch den ungefähren, zeitlichen Verlauf der Rovana-Eintiefung im Bereich von Campo, wie er sich aus verschiedenen Akten und dendrologischen Untersuchungen des Waldbestandes rekonstruieren liess. Der Holzflösserei mit Wasserschwällen grösser als die grössten natürlichen Hochwasser war der Beginn der extrem starken Rovana-Eintiefung und der damit verbundenen Schäden. Sie dürfte auch der Auslöser der nachfolgenden rasanten Erosion gewesen sein, in einem Flussbett, das sich damals wahrscheinlich bereits in einem labilen Zustand befunden hatte.

### 3. Die Rovana, einige hydrologische Angaben/The Rovana, some hydrological information

Das Einzugsgebiet bis zum Beginn des Rutschgebietes beträgt  $36 \text{ km}^2$ , davon sind 18% Wald, 44% Alpeiden und Grasschorfen, 23% Schutthalden mit und ohne Vegetation und 14% Fels. Das Gesamtgebiet ist mittelsteil bis steil. Der höchste Punkt befindet sich auf rund 2800 mü.M. und der tiefste Punkt 1240 mü.M. Das ganze Einzugsgebiet besteht aus Eruptivgestein, teilweise überlagert von Moräne und Hangschuttmaterial.

Die Abflussverhältnisse sind in den Abbildungen 5 und 6 wiedergegeben. Während  $3/4$  des Jahres ist der Abfluss gering (Jahresmittel rund  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Nur an wenigen Tagen des Jahres sind erhebliche Hochwasserabflüsse vorhanden. Das Abflussregime entspricht dem Schneeschmelztypus mit einem Maximum im Juni und einem Minimum im Februar. Von Frühsommer bis Spätherbst können extreme Niederschläge zu ganz erheblichen Hochwasserabflüssen führen. Das 100jährige Hochwasser kann ca.  $280 \text{ m}^3/\text{s}$  erreichen (Abb.6).

Geschiefeführung: Vieljährige Beobachtungen zeigen, dass Nassjahre allein nicht genügen, um bemerkenswerte Rutschungsbewegungen hervorzurufen. Vielmehr braucht es eine vorangegangene Unterschneidung der Hänge resp. das Eintiefen der Rovana, das heisst, einen teilweisen oder gänzlichen Verlust des Hangfusses. Erst wenn dieser Vorgang stattgefunden hat und ein Nassjahr folgt, entstehen markante Rutschungsbewegungen.-- In den Hochwasserjahren zwischen 1948 bis 1957 fanden beispielsweise in den Steilstrecken der Rovana Eintiefungen von durchschnittlich  $2,1 \text{ m}/\text{Jahr}$  statt (rückwärtsschreitende Erosion), die durch nachrutschende Einhänge wieder teilweise aufgefüllt wurden.-- Die grossen Blöcke im Rovanabereich "schwimmen" in viel feinerem Geschiebe, welches mehrheitlich aus den Einhängen stammt. Eine auf natürlichem Wege zu erzielende Gerinneabpflasterung würde deshalb einen enormen Materialabtrag voraussetzen, um genügend Blöcke für eine Abpflasterung zu beschaffen. -- Extremjahre verursachen oft massive Laufverlegungen von 20 m oder mehr seitwärts. Schutthalden werden weggeräumt und Einhänge unterspült. Im Normaljahr ist dagegen die Aktivität gering.--Hinsichtlich Geschiebetransport der Rovana steht reichlich Lockermaterial zur Verfügung, das leicht transportierbar

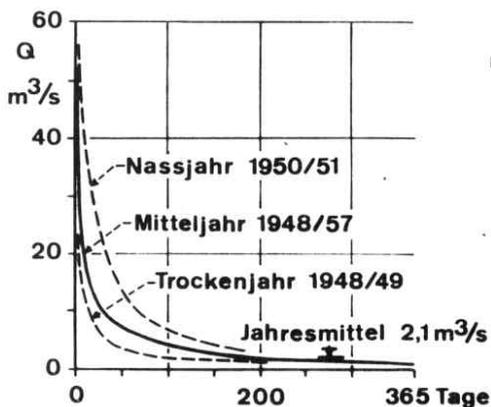


Abb. 5: Dauerkurve der Abflussmengen der Rovana bei Collinasca 1948/57, ca. 5 km flussabwärts von Campo (G.HIRSBRUNNER, 1960)  
Rating curve of the Rovana discharge near Collinasca 1948/57, 5 km downstream of Campo

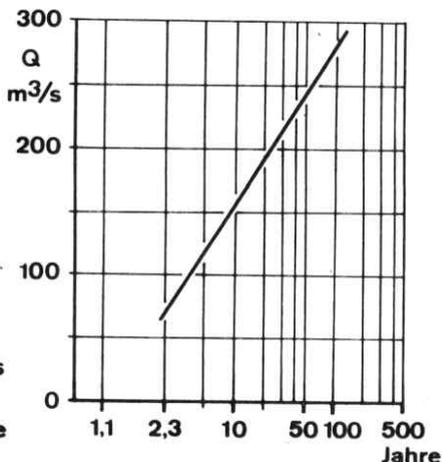
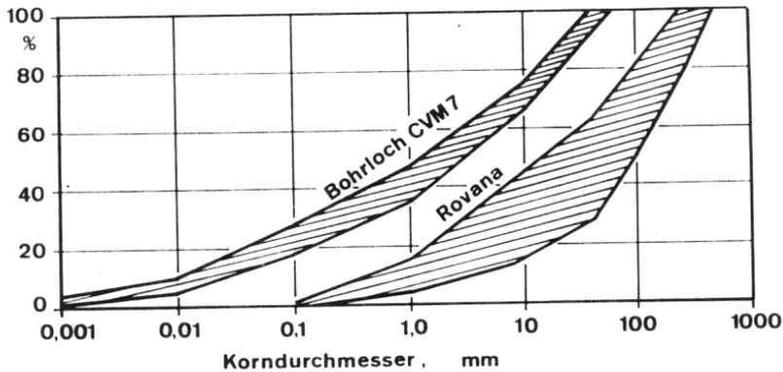


Abb. 6: Hochwasserjährlichkeit der Rovana, extrapoliert zum Beginn der Erosionsstrecke (1. Extremalverteilung)  
High flood probability of the Rovana, extrapolated to the upstream end of the degradation reach (Gumbel distribution)

ist. Man darf deshalb annehmen, dass vielerorts die Transportkapazität erreicht wird. Berechnungen nach SMART-JAEGGI (1983) zeigen denn auch einen Geschiebetransportbeginn für Flachstrecken ( $J_s \leq 3,5\%$ ) bei rund  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  für  $d_{90} = 0,2 \text{ m}$  resp. einen solchen bei  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  für  $d_{90} = 0,5 \text{ m}$  (Abb. 7). Im Mitteljahr wäre deshalb während 10 bis 15 Tagen mit einem Geschiebetransport aus den Flachstrecken zu rechnen. Die Steilstrecken ( $J_s = 10$  bis 15%) werden deshalb bei Hochwasser sehr stark erodieren. Dies umso mehr, als infolge ausgedehnten, oberhalb befindlichen Flachstrecken ("Umlagerungsstrecke") die Geschiebezufuhr in die unterliegende, erodierende Steilstrecke gering ist.-- Diese Geschiebetransportverhältnisse lassen es als naheliegend erscheinen, die Flösserei mit ihrem Schwallbetrieb wie bereits erwähnt, für die Zerstörung der natürlichen Gerinnesohle der Rovana verantwortlich zu machen.



**Abb.7:** Kornverteilung von Rovanageschiebe und von Bohrloch CVM7 bei Cimalmotto (Rutschgebiet)

Grain size distribution of the Rovana sediments and of borehole CVM7 near Cimalmotto (sliding area)

#### 4. Die Folgen der Rovanaerosion/The consequences of the Rovana degradation

Die Bodenbewegungen, die aus geologischen Gründen vorgegeben sind, haben sich durch die massive Rovana-Eintiefung schrittweise verstärkt (Abb.8). Ja, 1989 näherte sich beispielsweise die Campo-Scholle einem rutschungskritischen Stadium (Abb.9) wo es darum ging, ob die Rutschbewegung sich weiter beschleunige und schliesslich losbreche, oder aber sich wieder zu stabilisieren vermöge. Glücklicherweise traf dann letzteres zu.

Die starken Bewegungen der letzten 150 Jahre haben zu einer Zerrüttung des Rutschgebietes geführt. Die verbliebenen Häuser wurden stark beschädigt oder zerstört und die landwirtschaftliche Nutzung erschwert, abgesehen vom Landverlust im Bereich der Einhänge. Die Besiedlung nahm denn auch aus wirtschaftlichen Gründen und abnehmender Lebensqualität von 506 Einwohnern (1851) auf 59 Einwohner (1990) ab.

Des weitern waren und sind zum Teil auch heute noch enorme Abtragskubaturen vom Flusssystem Rovana-Maggia zu bewältigen, was beispielsweise im Unterlauf der Maggia mangels genügendem Transportvermögen zu Problemen führte (auch andere Zubringer der Maggia liefern viel Geschiebe). Aus der nur 2,5 km langen Rovana-Erosionsstrecke wurden zwischen 1945 und 1973  $1'117'000 \text{ m}^3$  und zwischen 1974 und 1994  $6'137'000 \text{ m}^3$  Geschiebe schubweise abtransportiert (Abb.11). Abbildung 10 zeigt, wie sich die abrutschenden Einhänge suk-

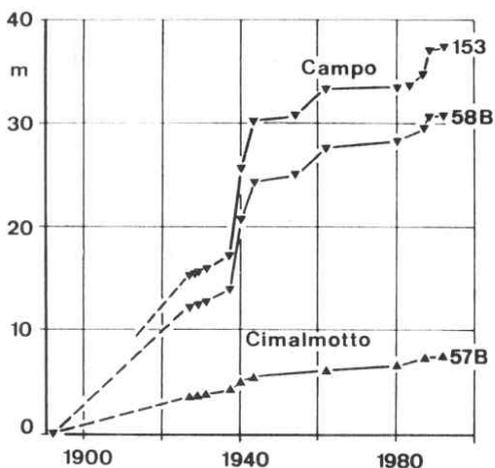


Abb.8: Horizontalver-  
schiebungen  
einiger Messpunkte von  
Campo und Cimalmotto  
(1892 - 1994)

Horizontal dislocation  
of some measuring  
points of Campo and  
Cimalmotto (1892 -  
1994)

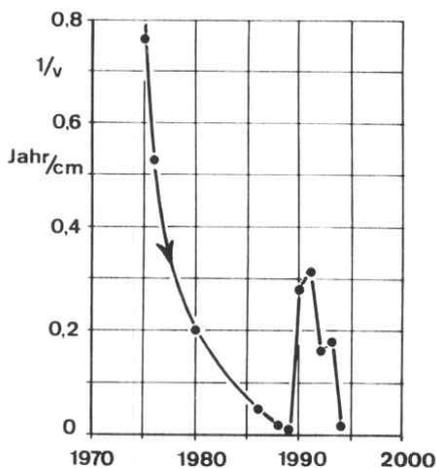


Abb.9: Gefahrendia-  
gramm für den  
Messpunkt Nr.154 von  
Campo. Der Wert  $1/v =$   
 $0,0$  bedeutet unendlich  
grosse Verschiebungsg-  
eschwindigkeit. Das Ab-  
gleiten der Campo-Schot-  
te war 1989 gefährlich  
nahe

Risk diagram of the  
measuring point No.154  
of Campo. The value  
 $1/v = 0,0$  means infini-  
te big displacement ve-  
locity. 1989 the sli-  
ding of the Campo area  
was dangerously near

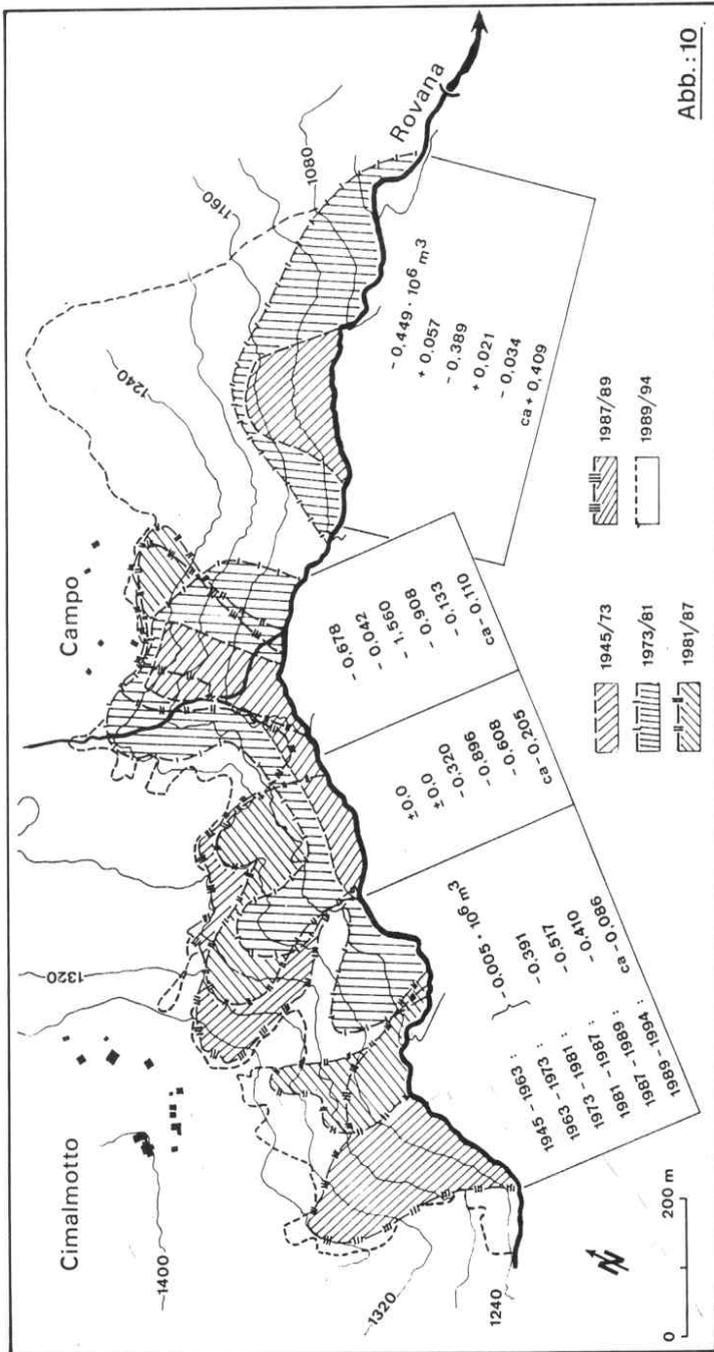
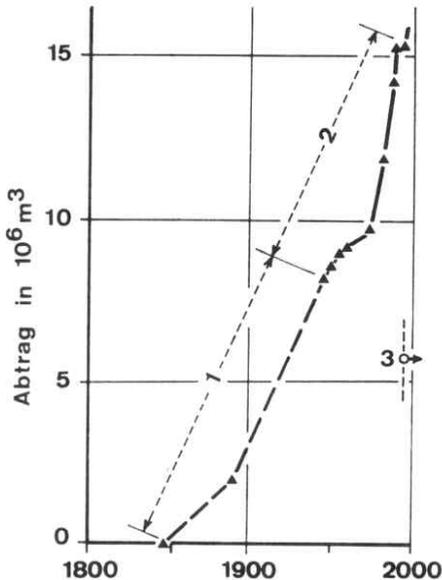


Abb.:10

Abb.10: Hauptabtragsgebiete im Nahbereich der Rovana von 1945 - 1994. 1981/83 Bau der Sperre am unteren Ende der Erosionsstrecke

Main erosion areas near the Rovana from 1945 - 1994. 1981/83 check dam construction at the lower end of the erosion site

sessive Rovana-aufwärts ausdehnen, und derart auch die Siedlung Cimalmotto massiv zu tangieren beginnen. Durch die vielen Verzögerungen, die aus den verschiedensten Ursachen entstanden bis das eigentliche Sanierungswerk 1994 in Angriff genommen werden konnte, dehnten sich die Schäden im Bereich der Rovana drastisch aus, sodass heute nur noch mit massiven Eingriffen eine Stabilisierung zu erreichen ist.



**Abb. 11:** Zwischen 1855 und 1994 durch die Rovana abtransportierte Geschiebemengen. (1) Vom Kanton Tessin damals geschätzte Beträge, (2) aus Luftbilddauswertungen erhaltene Beträge, (3) Beginn der Sanierungsarbeiten.

Sediments carried off by the Rovana between 1855 and 1994. (1) estimated amounts by the Canton Tessin administration, (2) amounts found by aerial photogrammetry, (3) beginning of the stabilisation works.

## 5. Bisherige Untersuchungen und Sanierungsmassnahmen Former investigations and present reconstruction measures

- 1897 Expertise von Prof. A. Heim mit Sanierungsvorschlägen
- 1892 Beginn der Verschiebungsmessungen
- 1940-1947 Bau von ca. 7 km Entwässerungskanälen, Sanierung kleiner Rutschungen, Aufforstung von ca. 20 ha.
- 1943 Ausarbeitung verschiedener Projektvarianten
- 1960 Sanierungs-Studiengruppe, Schlussbericht 1968, Sondierbohrungen
- 1980 Verbessertes Sanierungsprojekt
- 1981/83 Bau einer Zufahrtsstrasse und der untersten Fixpunktsperrre. Weitere Arbeiten wurden wegen Unsicherheit betreffend Zweckmässigkeit vorläufig eingestellt.
- 1988 Erneute Studien nach Katastrophen-Hochwasser, Projekt Oberflächenentwässerung ausgearbeitet, hydraulische Modellversuche für einen Umleitstollen für die Rovana

1988-1995 Erneuerung und Ergänzung der Entwässerungen  
1990 Projekt Drainagestollen zur Entwässerung des Rutsch-  
gebiets.

Die extreme Erosionstätigkeit hat zur Folge, dass heute eine umfassende Sanierung unbedingt vorgenommen werden muss. Als Sanierungsmassnahmen sind deshalb in Arbeit:

- Bau eines ca. 1,7 km langen Drainagestollens unter dem Rutschgebiet mit eventuellen Entwässerungsbohrungen zur Stabilisierung der Grossrutschung (Abbau druckgespannten Porenwassers), Baubeginn 1994
- Geordnetes Ableiten der Quellen- und sonstigen Oberflächengewässer (1995 abgeschlossen)
- Bau eines ca. 1,9 km langen Umleitstollens für  $Q = 300\text{m}^3/\text{s}$  zur Umfahrung der Rovana-Erosionsstrecke, um weitere Erosionen zu unterbinden. Eine Restwassermenge von maximal  $6\text{m}^3/\text{s}$  wird im Rovanagerinne belassen, Baubeginn 1994
- Bau einer massiven Hangfussicherung beim Cimalmottohang mit anschliessender Hangstabilisierung. Das weitere Zurückverschieben der Abbruchkante in Richtung Cimalmotto soll gebremst und schliesslich vollends gestoppt werden, Baubeginn 1994
- Verlegen des Rovanabettes auf die rechte Talseite im Bereich der Campo-Einhänge, Baubeginn 1993

Zusammenfassend zeigt sich einmal mehr, dass menschliches Fehlverhalten früherer Zeiten und die zögerliche Vornahme von wirksamen Sanierungsmassnahmen, Schäden verursachen können, die später kaum mehr oder doch nur mit enormem finanziellen Aufwand unter Kontrolle gebracht werden können.

#### Literaturverzeichnis/Literature

Gianella, R., 1962: Frana Campo Valle Maggia, Rapporti e documentazioni esistenti. Dipartimento Costruzioni, Uff. cant. economia aque, Bellinzona

Hirsbrunner, G., 1960: Beiträge zur Morphologie und Hydrologie der Rovana-Täler. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Hydrologie, Nr. 11, Geogr. Verlag Kümmerly & Frey, Bern

Smart, G., M., und Jaeggi, M. N. R., 1983: Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Mitt. Versuchsanst. f. Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Nr. 64, Zürich

Trucco, G., 1989: Verbauung und Umleitung der Rovana. Wasser Energie Luft, 81. Jahrg., Heft 7/8, S. 173-182, Baden

---

J. Zeller, dipl. Bauing. ETH  
Im Hubäcker 10  
CH-8967 Widen

Dr. F. Tognini, dipl. Forsting. ETH  
Sezione forestale cantonale  
Viale S. Franscini 17  
CH-6500 Bellinzona