

Reusshochwasser 1987 – Erosions- und Akkumulations- erscheinungen oberhalb von Amsteg

Dr. A. Gübeli

Büro Dr. T.R. Schneider AG, Geologische Beratung,
Bahnhofstrasse 55, 6460 Altdorf

Zusammenfassung

Das Hochwasser vom 24./25. Aug. 1987 erodierte überwiegend in Ablagerungen früherer Unwetter. Grossflächige Erosionen und isolierte Murgänge erfolgten nur wenige. Umfangreiche Seitenerosionen konzentrierten sich auf Flussabschnitte mit gestreckter Linienführung gefolgt von Schleifen oder Schleifen mit anschliessend gestrecktem Lauf. Oberhalb Amsteg wurden durch Erosion insgesamt 2,6 Mio. m³ umgelagert. Trotz Ablagerungen in der Ebene von Andermatt von ca. 147 600 m³ erreichten ca. 139 700 m³ Geschiebe und Schwebestoffe die Schöllenen. Bei Amsteg führte die Reuss ca. 706 100 m³ Geschiebe und Schwebestoffe vorbei.

Résumé

La crue du 24/25 août 1987 a érodé surtout les dépôts des gros temps précédents. Seulement peu d'érosions vastes et de coulées de boue ont eu lieu. Les érosions latérales volumineuses se concentraient sur des sections de rivières droites suivies de sinuosités ou des sinuosités suivies de courants droits. En dessus de Amsteg 2,6 mio m³ ont été déplacés par l'érosion. Malgré les dépôts d'environ 147 600 m³ dans la plaine d'Andermatt environ 139 700 m³ de débris solides et de matières en suspension ont atteint la Schöllenen. A Amsteg la Reuss a passé environ 706 100 m³ de débris solides et de matières en suspension.

1. Einleitung

Anhaltend starke Niederschläge zwischen dem 23. und 25. August 1987 verursachten im Einzugsgebiet der Reuss und im Urner Reusstal umfangreiche Überschwemmungen und schwere Unwetterschäden. Kurz nach dem Hochwasser vom 24./25. August 1987 wurde das Büro Dr. T. R. Schneider AG, Altdorf, am 10. September 1987 im Anschluss an einen Helikopterflug über das ganze Schadengebiet von Herrn Kantonsingenieur Püntener beauftragt, die Erosions- und Akkumulationserscheinungen im Einzugsgebiet der Reuss oberhalb Amsteg zu erfassen.

Der Auftrag umfasste folgende Fragen:

- Welche Auswirkungen hatte das Hochwasser 1987 längs den Ufern der Reuss sowie deren Zuflüsse?
- Was für Erosions- und Akkumulationsprozesse ereigneten sich in den einzelnen Schadenobjekten?
- Wie gross waren die Geschiebe-Einträge in die Reuss und deren Zuflüsse?
- Wie gross waren die Geschiebe-Einträge aus dem Urserental in die Schöllenen?
- Was für geologische Situationen bestehen im Bereich der einzelnen Schadenereignisse?
- Wie werden sich Lockergesteinsmassen im direkten Umfeld bestehender Gerinne während zukünftigen Hochwasserereignissen verhalten?

Bevor mit der Beantwortung dieser Fragen begonnen werden konnte, wurden folgende Arbeitsgrundlagen erarbeitet:

- Kartierung der Erosions- und Akkumulationsereignisse im Massstab 1:10 000
- Inventarisierung und detaillierte Beschreibung der einzelnen Erosions- und Akkumulationsereignisse in einem Erosionskataster

Im Rahmen der Inventarisierungsarbeiten für den Erosionskataster wurden die folgenden Abklärungen durchgeführt:

- Abschätzung der objektbezogenen Massenumlagerungen bzw. Feststoffeinträge in die Reuss oder deren Zuflüsse
- Untersuchung und Erfassung der beobachteten Transportprozesse im Rahmen der objektbezogenen Ereignisabläufe
- Untersuchung geologischer Ursachen in Bezug auf die erfolgten Erosions- und Akkumulationsereignisse

2. Ausgewertete Grundlagen

Zur Kartierung und Beschreibung der einzelnen Katasterobjekte wurden folgende Informationsquellen berücksichtigt:

- Terrestrische Photos von Schadenobjekten
- Stereobilder des gesamten Schadengebietes nach dem Hochwasser 1987 (Aufnahmedaten 29. August 1987 bis 11. September 1987)
- Objektbezogene Luftbilder (Ansichten) aus dem Helikopter
- Orthophotos der Reussstrecke zwischen Göschenen und Amsteg
- Stereobilder des Schadengebietes aus der Zeit vor dem Hochwasserereignis 1987

Ergänzend zum Bildmaterial wurden Publikationen, Berichte und Arbeitsunterlagen verschiedener Büros konsultiert.

Feldbegehungen erfolgten lediglich als Ergänzungen zu den bereits vorhandenen Arbeitsunterlagen.

3. Kartierung der Schadenereignisse

Die Kartierung der Erosions- und Akkumulationsereignisse erfolgte auf 14 Schadenereigniskarten im Massstab 1:10 000. Eine Übersicht über das erfasste Gebiet gibt Bild 1. Ein Ausschnitt der Schadenereigniskarte 13 ist im Anhang als Abbildung A3 dargestellt. Bild 2 zeigt eine zusammenfassende Übersicht über die geologischen Verhältnisse des Felsuntergrundes im Untersuchungsgebiet, wie sie auch in die einzelnen Schadenereigniskarten eingetragen wurde.

4. Erosionskataster Uri

Mit dem Erosionskataster Uri wurden alle Erosions- und Akkumulationsereignisse des Hochwassers vom 24./25. August 1987 erfasst und detailliert beschrieben. Im Rahmen dieser Inventarisierung wurden 964 Katasterobjekte ermittelt und nach den Hauptästen des Einzugsgebietes der Reuss bzw. nach den wichtigsten Gerinnen des Entwässerungssystems unterteilt. Bei lokalen Ereignissen wurden die Katasternummern mit L (Lokal) ergänzt, bei vorhandenen Verbindungen zu Gerinnen höherer Ordnung mit Z (Zufluss).

Bild 3 zeigt eine Übersicht über die Hauptgerinne und deren Kurzbezeichnungen. Die Schreibweise der einzelnen Hauptgerinne basiert auf der topographischen Grundlage im Massstab 1:10 000.

Die Inventarisierung der einzelnen Katasterobjekte erfolgte mit dem HyperCard-Programm von Apple Macintosh, was ermöglichte, die Grösse der einzelnen Karteikarten auf A5-Format zu beschränken. Bild 4 zeigt eine Katasterkarte mit allen darin berücksichtigten Untersuchungspunkten.

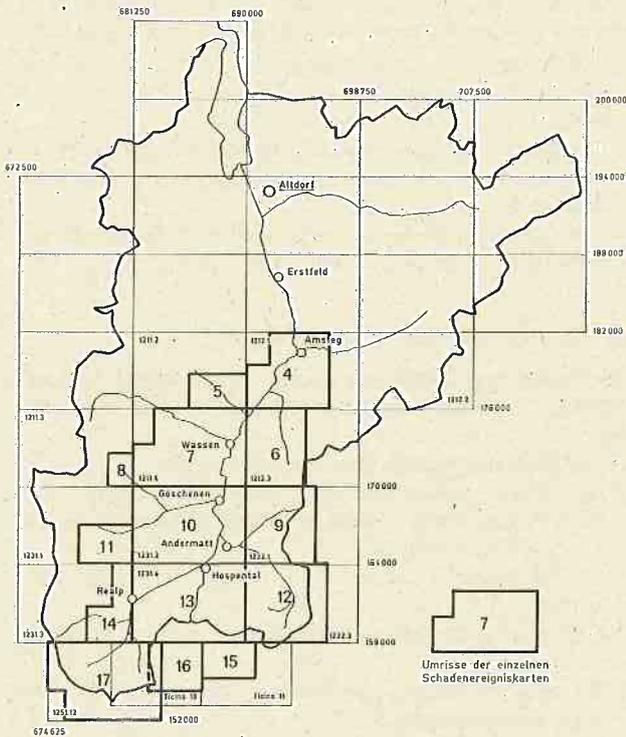


Bild 1. Übersicht über das durch Schadeneigniskarten (4 bis 17) erfasste Untersuchungsgebiet auf der Basis der Übersichtspläne im Massstab 1:10000 des Kantons Uri.

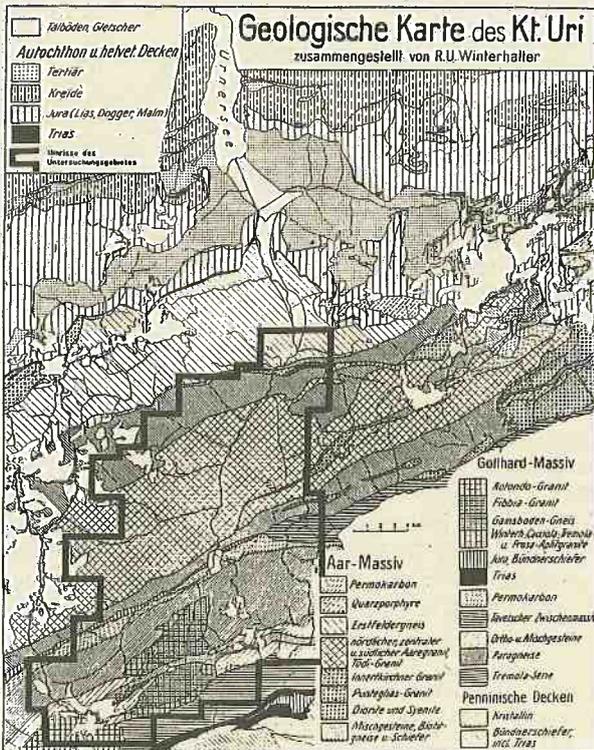


Bild 2. Geologische Karte des Kantons Uri.

- FL Fellbach
- F Furkarouss zwischen Ruffi (oberhalb Roalp) und Nasse, Kehle (nördlich Andermatt)
- GN Gornetbach
- GO Gotthard-Reuss
- GS Göschenenreuss inklusive Aalperreuss, Dammarreuss und Voralpreuss
- GU Guspisbach
- M Muten-Reuss
- MR Melinreuss
- O Oberalpreuss
- R Reuss zwischen Nasse Kehle (nördlich Andermatt) und Amsteg
- RI Riental
- U Unteralpreuss
- W Witenwasser-Reuss

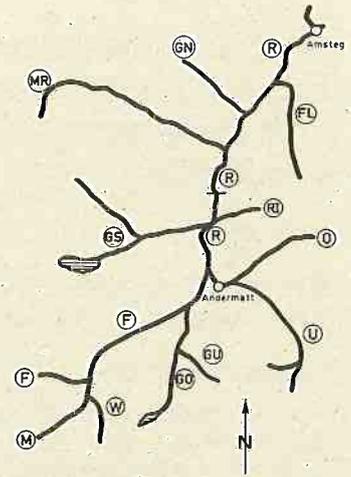


Bild 3. Übersicht über die Hauptgerinne im Einzugsgebiet der Reuss oberhalb Amsteg.

5. Resultate

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Beobachtungen im Bereich der Erosions- und Akkumulationsereignisse im Untersuchungsgebiet zeigt folgendes:

Allgemeines

Grossflächige Erosionen, isolierte Murgänge und Hangrutschungen sind gegenüber den typischen Gerinneerosionen in der Minderheit. Bei den meisten Schadenereignissen handelt es sich um Erosionen und Akkumulationen im Bereich bestehender Gerinnekanäle. Erste Spuren intensiver Wasserführung in Gerinnekanälen, sind bis in Höhen um 2500 m ü. M. zu beobachten (Spitzigrat zwischen Urserental und Göschenental).

Bei der Frage nach geologischen Gesetzmässigkeiten im Rahmen der Erosionsereignisse des Hochwassers 1987 stehen die Lockergesteine zweifellos im Vordergrund. Erosionen in anstehendem Fels waren äusserst selten. Sie beschränkten sich auf den Bereich des Permokarbons der Urseren-Garvera-Zone längs dem Unterlauf der Oberalpreuss, wo die relativ stark verwitterten Schiefer in Prallhängen enger und tief eingeschnittener Schluchtstrecken durch das Hochwasser direkt erodiert wurden. Ähnliche Beobachtungen liegen lediglich ansatzweise im Unterlauf der Reuss im Gebiet der Höll im Zusammenhang mit Erosionen geringmächtiger Lockergesteinsdecken über stark verwitterten Gesteinen mit Hakenwurf der Intschi-Zone des Aar-Massivs vor. Alle anderen Prallhangabschnitte in härteren Gesteinen überstanden das Hochwasser ohne nennenswerte Erosionsschäden. Die Geologie des Felsuntergrundes ist jedoch für das Relief des Untersuchungsgebietes und deshalb letztlich auch für den Standort der im Rahmen früherer Unwetter abgelagerten Lockergesteindepots in den engen und zum Teil tief eingeschnittenen Runsen bestimmend.

Auffallend tief eingeschnittene Runsen sind in der südlichen Schieferhülle des Aar-Massivs und in den Paragneisen des Gotthard-Massivs im Urserental und im Unteralpztal zu beobachten. Alle diese Runsen verfügten vor dem Hochwasser 1987 über umfangreiche Lockergesteindepots im oberen Abschnitt ihres Unterlaufes. Diese Ablagerungen sind das Resultat zahlreicher Erosionsereignisse während Unwetters vor dem Hochwasser 1987, wobei das Material aus der generell geringmächtigen Lockergesteinsdecke der steilen Talflanken stammte. Vergleichbar tiefe Runsen mit ähnlichen, jedoch kleineren Lockergesteindepots treten

Lokalität: Hirtlslaue
Höhe (m ü.M.): 1800 - 1585
Koordinaten: 683 380 / 169 170
Ereignis: Gerinneerosion mit Ablagerung
Umgelagerte Masse (m³):

Erosion:	500
Ablagerung:	300
Massenbilanz:	+ 200

Beschreibung

- a) Geol. Situation Die Erosionsstrecke des Gerinnes liegt auf einem Runsenschuttkegel, auf welchem neben umfangreicher Erosion auch die Ablagerung erfolgte
- b) Materialart sandiger Kies mit Steinen und Blöcken
- c) Ursache intensiver Wasseranfall mit entsprechender Erosion in locker gelagertem Gehänge- bzw. Runsenschutt
- d) Bewegungsart Murgang
- e) Ablagerungsform langgestreckter Schuttfächer auf Gehängeschutt- bzw. Runsenschuttthalde; Fussweg leicht verschüttet; teilweise direkte Einspeisung in die Voralpreuss

Massnahmen Säuberung des Fussweges

Mutmassliche künftige Entwicklung

Im Rahmen stärkerer Gewitter oder während der Schneeschmelze muss im Bereich des Gerinnes (inkl. Ablagerungsbereich) mit lokalen Rutschungen, kleinen Murgängen und lokalem Steinschlag gerechnet werden

Bild 4. Beispiel einer Karte des Erosionskatasters Uri: (verkleinerter Katasterausschnitt).

nur noch im Granit des Aar-Massivs (Reusstal zwischen Göschenen und Wassen, Schöllenen) parallel zur generellen Streichrichtung des Gesteins auf.

Untiefe Gerinne beschränken sich auf Gebiete mit hartem und weitgehend verwitterungsresistentem Felsuntergrund, wobei ihre Längsachsen ausschliesslich quer zur generellen Streichrichtung verlaufen. Bevorzugte Gesteine sind die Granite des Aar- und Gotthard-Massivs. Aufgrund ihrer meist geringmächtigen Lockergesteinsdecke liegen die Sohlen derartigen Gerinne überwiegend im anstehenden Fels, weshalb die Erosionsleistungen während des Hochwassers 1987 relativ gering waren.

Ausserst gleichförmig und daher in bezug auf die Ursachenanalyse recht wichtig sind die Umlagerungsmechanismen in engen Runsen oder Gerinnekanälen mit steilem Gefälle. Rein zahlenmässig stellt dieser Ereignistypus den grössten Anteil an Katasterobjekten.

Der Oberlauf bzw. das Einzugsgebiet derartiger Gerinne liegt meist im anstehenden Fels oder dann in einer nur geringmächtigen Lockergesteinsschicht bzw. Vegetationsdecke. Bedingt durch das geringe Speichervermögen derartiger Geländeoberflächen wird das Niederschlagswasser schnell dem eigentlichen Gerinnekanal zugeführt. Durch den plötzlichen Wasseranfall in diesen meist engen und häufig tief eingekerbten Gerinnekanälen wird eine starke Ausräumung erzielt. Da in den obersten Gerinneabschnitten meist wenig Lockermaterial zur Ausräumung bereitsteht, wird das anfallende Wasser dem Gerinnekanal folgend ungebremst in die Tiefe geführt. Sobald diese Wassermassen auf Lockergesteindepots treffen, beginnt eine intensive Tiefen- und Seitenerosion. In der Mehrzahl der beobachteten Runsen setzten diese Erosionen im Übergangsbereich Runsenschlucht - Talflanke ein. Ab diesen Stellen nimmt meistens auch die Gerinneneigung deutlich ab, weil hier in der Regel die typischen Runsenschuttfächer beginnen. Die massiven Erosionen setzen sich anschliessend normalerweise über die gesamte Lockergesteins-

strecke des Runsenschuttfächers fort, bis sie im Talgrund ein Gerinne höherer Ordnung erreichen. Verfügt der bestehende Gerinnekanal über zu wenig Gefälle oder ist die Lockergesteinsstrecke zu einem Gerinne höherer Ordnung im Talboden zu gross, kommt die Erosion häufig schon auf dem bestehenden Schuttfächer zum Stillstand. Während dieser Phase verlassen die Schuttströme oft die bestehenden untiefen Lieferkanäle.

Meist werden diese Kanäle durch die schwereren Lockergesteinsanteile des anfallenden Schuttes rasch vollständig gefüllt bzw. verstopft, so dass sich der Rest des anfallenden Geschiebes auf dem bestehenden Schuttfächer einen neuen Weg suchen muss. Da sich das Erosionsgut meist in Form eines Murganges in die Tiefe ergiesst, können derartige Schuttströme in diesem Gerinneabschnitt dennoch bemerkenswerte Distanzen zurücklegen.

Während früheren Gewittern oder kleinen Unwettern erreichte das anfallende Erosionsgut oft gar nicht den Talgrund des Haupttales. In derartigen Fällen sammelte sich der Schutt in der Runsenschlucht selbst an. Die entsprechenden Lockergesteindepots wurden meist in lokalen Verbreiterungen oder Gerinneabschnitten mit weniger Gefälle oberhalb den Runsenmündungen angelegt. Durch die Starkniederschläge vom 24./25. August 1987 war jedoch der Wasseranfall in den meisten Runsen derart intensiv, dass diese Lockergesteindepots weitgehend ausgespült wurden. Diese Vorgänge machen jedoch verständlich, dass trotz geringer Erosionen im obersten Runsenabschnitt enorme Lockergesteinslieferungen die Runsen verliessen und entsprechende Übermürungen im Talboden verursachten.

Auffallende Schadenereignisse, infolge hohen Wasserstandes oder massiver Seitenerosion, sind über das gesamte Einzugsgebiet der Reuss oberhalb Amsteg zu beobachten. Derartige Schadenfälle lassen die einander sehr ähnlichen Ausgangssituationen meist auf zwei typische morphologische Grundmuster zurückführen:

- Gestreckter Flussverlauf, gefolgt von einer oder mehreren Flussschlaufen (Furkareuss östlich Realp, Gebiet Oberboden—Zumdorf, Stegboden—Reussenbiel, N2-Brücke Wassen usw.)
- Flussschlaufe mit anschliessend gestrecktem Flusslauf (Furkareuss bei Reussensteg, Reuss zwischen Göschenen und Schönibücke usw.)

Die Schadenereignisse konzentrieren sich häufig auf Flussläufe im Talboden, die in kohäsionslosen Schwemmebenen, Moränenablagerungen bzw. fluvioglazialen Ablagerungen liegen. Das heisst, dass in den betroffenen Uferabschnitten kein grosser Erosionswiderstand vorhanden ist.

Im Falle des gestreckten Flusslaufes, der anschliessend in eine einzelne Kurve oder sogar mehrere relativ enge Mäander gezwungen wird, ergeben sich besonders im Bereich der ersten Prallhänge massive Seitenerosionen und Rückstauungen mit anschliessenden Überschwemmungen. Der Grund für dieses Verhalten liegt in der zu hohen Geschwindigkeit, mit der die Hauptwasserströmung plötzlich zu Richtungsänderungen gezwungen wird. Besteht in den betroffenen Prallhangabschnitten kein genügender Uferschutz, so beginnen sich neue Mäander auszubilden, deren Amplituden jeweils mit der intensivsten Strömungsstärke im Gleichgewicht liegen.

Ein ähnliches Verhalten ergibt sich im Falle einer Flussschlaufe mit anschliessender gestreckter Linie. Diese Situationen bleiben bei Extremhochwasser nur dann schadenfrei, wenn ausser einem massiven Uferschutz längs der initialen Flussschlaufe auch die Ufer beidseits des anschliessenden Flussabschnittes weitgehend geschützt sind.

Massenberechnungen

Während eines Hochwassers wie demjenigen vom 24./25. August 1987 darf aufgrund der geschilderten Vorgänge vorausgesetzt werden, dass Schwebestoffe aus beobachteten Erosionsstellen (EROSION beob.) über die verschiedenen Gerinnekanäle bis in den Urnersee gelangen oder aber mindestens den flachen Reusslauf unterhalb Amsteg erreichen. Diese Schwebestoffverfrachtungen führen jedoch dazu, dass das entsprechende Material in den beobachteten Ablagerungen (ABLAGERUNG beob.) oberhalb Amsteg grundsätzlich fehlt (Bild 5).

Die in Bild 5 abgebildete Situation kann durch die Gleichung dargestellt werden:

$$\text{EROSION} = \text{ABLAGERUNG} + \text{SCHWEBESTOFFE}$$

(beobachtet) (beobachtet) (weitertransportiert)

Zur Berechnung der Massenbilanz eines Hauptgerinnes müssen die Schwebestoffanteile der beobachteten Erosionen in Abzug gebracht werden. Für die Bestimmung des Schwebestoffanteils während der Dauer des Hochwassers ist folgendes zu bemerken:

Der maximale Korndurchmesser der Komponenten, von denen während des Hochwassers eine Durchquerung des gesamten Einzugsgebietes der Reuss oberhalb von Amsteg erwartet werden darf, wurde bei 0,2 mm, das heisst an der Grenze zwischen Feinsand und Mittelsand, angesetzt. Dieser Wert wird durch die Beobachtung untermauert, dass die dominierenden Korngrössen in grossräumigen Überschwemmungsgebieten (Ebene von Andermatt) mit weitgehendem Zusammenbruch der Wasserströmung meist im Bereich der Silt- und Sandfraktion lagen. Der mittlere Anteil dieser Komponenten < 0,2 mm (Feinanteil) am Gesamtvolumen der Erosionsmassen wurde aufgrund der Kornverteilungskurven typischer Lockergesteinsarten im untersuchten Einzugsgebiet bei 25% festgelegt. Hierzu wurden Kornverteilungskurven typischer Moränen, fluvioglazialer Ablagerungen (mittlerer Anteil aller Komponenten < 0,2 mm: 30%) und Reussablagerungen (mittlerer Anteil aller Komponenten < 0,2 mm: 7%) miteinbezogen. Die Kornverteilungen überwiegend siltig-sandiger Ablagerungen wurden nicht berücksichtigt, da diese Depots meist in potentiellen Ablagerungsgebieten mit grundsätzlich geringer Erosionstendenz liegen.

Die dominierende Präsenz von Moränenmaterial an den Talflanken der Haupttäler könnte die Vermutung aufkommen lassen, dass ein mittlerer Feinanteil von 25% etwas tief angesetzt sei. An dieser Stelle muss auf die obenstehenden Untersuchungsergebnisse verwiesen werden. Darin wird gezeigt, dass während des Hochwassers 1987 grossflächige Erosionen von autochthonem Moränenmaterial nur in den seltensten Fällen erfolgten. Die meisten Erosionen ereigneten sich in bereits bestehenden Gerinnekanälen, in denen Ablagerungen als Folge früherer Unwetter lagerten. Mit dem Hochwasser 1987 wurden diese Lockergesteindepots, deren Feinanteil < 0,2 mm bereits während ihrer erstmaligen Erosion ausgewaschen wurde, mehrheitlich erodiert. Während des Hochwassers 1987 erfolgten auch viele Erosionen in den Hauptgerinnen selbst. Zur Erosion gelangten hauptsächlich Kies- und Geröllbänke, deren Feinanteile bereits zum Zeitpunkt ihrer Ablagerung, das heisst vor dem Hochwasser 1987, weitgehend ausgespült worden sind.

Unter Berücksichtigung dieser Sachverhalte erscheint der Feinanteil < 0,2 mm von 25% als gerechtfertigt, ja sogar an der obersten vertretbaren Grenze zu liegen.

Zahlreiche Ablagerungen innerhalb der Hauptgerinne zeigten als Folge des Hochwassers 1987 derart hohe Kubaturwerte, dass das abgelagerte Material unmöglich allein von den Erosionen gerinneaufwärts liegender Objekte stammen konnte. Als Materialspender dieser sogenannten Zusatzerosionen konnte nur der Kanal des Hauptgerinnes selbst in Frage kommen. Diese Zusatzerosionen wurden nach Gerinneabschnitten gegliedert in die Massenberechnungen miteinbezogen, wobei auch von ihnen ein mutmasslicher Feinanteil < 0,2 mm von 25% in Abzug gebracht wurde.

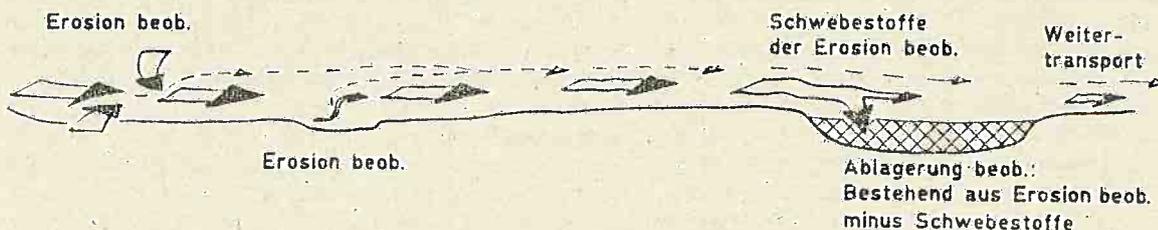


Bild 5. Schematische Darstellung der Aufbereitung von Erosionsmaterial (Erosion beob.) in abgelagertes Material (Ablagerung beob.) und weitertransportierte Schwebestoffe während Hochwasserbedingungen.

Die Massenberechnungen zeigen, dass bei allen Zuflüssen der Furkareuss ausser der Oberalpreuss die Einträge der Feinanteile < 0,2 mm deutlich über den Einträgen der Grobanteile 0,2 mm liegen (vergl. Bild 6). Der Grund für dieses Verhalten liegt in den ausgedehnten Schwemmebenen der betreffenden Zuflüsse, in denen ein Grossteil des während des Hochwassers erodierten Grobanteiles abgelagert bzw. zurückgehalten wurde. Eine Übersicht über die Massenumlagerungen in den Reusszuflüssen oberhalb der Schöllenschlucht wird in Tabelle 1 gegeben.

Während dem Hochwasser 1987 dürften im Lucendrostausee ca. 3000 m³ und im Göscheneralpsee mindestens 16000 m³ Lockermaterial inklusive dem Feinanteil < 0,2 mm abgelagert worden sein.

Die Ebene von Andermatt wurde während des Hochwassers vom 24./25. August 1987 durch die Wassermassen der Furkareuss beinahe vollständig überflutet und mit Ablagerungen eingedeckt. Durch das geringe Gefälle im Unterlauf der Furkareuss wurde das aus dem Einzugsgebiet angelieferte Geschiebe mangels Transportkraft bereits vor dem Erreichen der Ebene von Andermatt weitgehend abgelagert. Aufgrund der Massenberechnungen müssen allein in der Ebene von Andermatt ca. 147600 m³ des gesamten Korngrössenspektrums abgelagert worden sein. Von diesen Ablagerungen sind die Erosionsmengen des Dürstelenbaches und die Erosionen der Furkareuss unmittelbar vor dem Eintritt in die Schöllenen ausgenommen.

Aus der Ebene von Andermatt gelangten ca. 9600 m³ Grobmaterial < 0,2 mm (Anteil Unteralpreuss: 7800 m³, Anteil Furkareuss unmittelbar vor dem Eintritt in die Schöllenen:

Name des Gerinnes	Erosion beobachtet	Totalerosion Erosion beob. inkl. Zusatzerosion	Anteil < 0,2mm der Totalerosion	Ablagerung beobachtet	Einspeisung Anteil > 0,2mm in nachf. Gefälle
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Mitten-Reuss	23'900	23'900	6'000	19'000	600
Wienwasser-Reuss	168'500	231'700	58'000	165'800	7'900
Göthard-Reuss	34'100	72'000	18'100	49'600	4'300
Gusprabach	57'000	72'900	16'300	54'600	
Oberalpreuss	15'300	15'300	4'000	11'300	10'000
Unteralpreuss Oberlauf	130'200	230'100	57'500	162'800	9'800
Furkareuss	341'600	443'300	110'600	332'500	
Unteralpreuss Unterlauf	5'400	5'400	1'400	6'000	4'000
Dürstelenbach	10'000	12'000	3'000	9'500	
F 214	2'400	2'400	600		1'800
Ebene von Andermatt				147'600	
Total	789'000	1'109'600	277'700	949'300	38'400

Tabelle 1. Massenumlagerungen in den Reusszuflüssen oberhalb der Schöllenschlucht.

Name des Gerinnes	Erosion beobachtet	Totalerosion Erosion beob. inkl. Zusatzerosion	Anteil < 0,2mm der Totalerosion	Ablagerung beobachtet	Anteil > 0,2mm in nachf. Gefälle
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Reuss, Schöllenen	55'500	55'500	13'900	16'000	25'600
Göscheneralpsee	284'400	291'100	72'800	205'300	13'000
Rientalbach	16'300	16'300	4'100	2'400	9'800
Meienreuss	150'100	150'100	37'500	69'100	43'500
Gomerbach	16'900	16'900	4'200	4'900	7'800
Fellbach	17'300	17'300	4'300	600	12'400
Total	540'500	547'200	136'800	298'300	112'100

Tabelle 2. Massenumlagerungen in den Zuflüssen zum Reusslauf zwischen Göschenen und Amsteg.

Name des Gerinnes	Erosion beobachtet	Totalerosion Erosion beob. inkl. Zusatzerosion	Anteil < 0,2mm der Totalerosion	Ablagerung beobachtet
	m ³	m ³	m ³	m ³
Reuss zwischen Göschenen und Amsteg	628'200	628'200	157'200	310'700

Tabelle 3. Massenumlagerungen der Reuss zwischen Göschenen und Amsteg.

1800 m³) und 130100 m³ Feinmaterial > 0,2 mm (Anteil Furkareuss 127100 m³, Anteil Dürstelenbach: 3000 m³), d.h. total 139700 m³ in die Schöllenen.

Eine Zusammenstellung der Massenumlagerungen in den Zuflüssen zum Reusslauf zwischen Göschenen und Amsteg zeigt Tabelle 2.

Tabelle 3 fasst die Massenumlagerungen der Reuss bzw. im Reusstal zwischen Göschenen und Amsteg zusammen, wobei im betreffenden Ablagerungswert auch die Ablagerungen im Speicherbecken der Pfaffenprung enthalten sind. Eine Zusammenfassung aller Massenumlagerungen im Einzugsgebiet der Reuss oberhalb Amsteg zeigt Tabelle 4.

	Erosion beobachtet	Totalerosion Erosion beob. inkl. Zusatzerosion	Anteil < 0,2mm der Totalerosion	Ablagerung beobachtet
	m ³	m ³	m ³	m ³
Übertrag Tab. 1	789'000	1'109'600	277'700	949'300
Übertrag Tab. 2	540'500	547'200	136'800	298'300
Übertrag Tab. 3	628'200	628'200	157'200	310'700
Total	1'957'700	2'285'000	571'700	1'558'300

Tabelle 4: Massenumlagerungen im Einzugsgebiet der Reuss oberhalb Amsteg.

Der totale Erosionsbetrag berechnet sich auf 2565400 m³ bzw. rund 2.6 Mio m³. Dies unter Berücksichtigung der lokalen Ablagerungen von 280400m³, die mit keinem Gerinne in Verbindung standen.

Gemäss detaillierter Massenberechnungen dürften bei Amsteg ca. 332000 m³ Grobmaterial (Korndurchmesser > 0,2 mm) und 374100 m³ Feinmaterial (Korndurchmesser < 0,2 mm), das heisst insgesamt 706100 m³ den Reusslauf passiert haben. Dieser Wert entspricht einem Gewicht von 1.236000 t (Porenvolumen 30%, spezifisches Gewicht 2,5 t/m³) und liegt im Bereich der Gewichtsschätzungen der unterhalb von Amsteg beobachteten Ablagerungen. Der geschätzte Maximalwert dieser Ablagerungen liegt bei 1850000 t, der geschätzte Minimalwert bei 1225000 t.

Die Resultate dieser Kubaturberechnungen sind direkt vom prozentualen Anteil des Feinmaterials abhängig. Wird zum

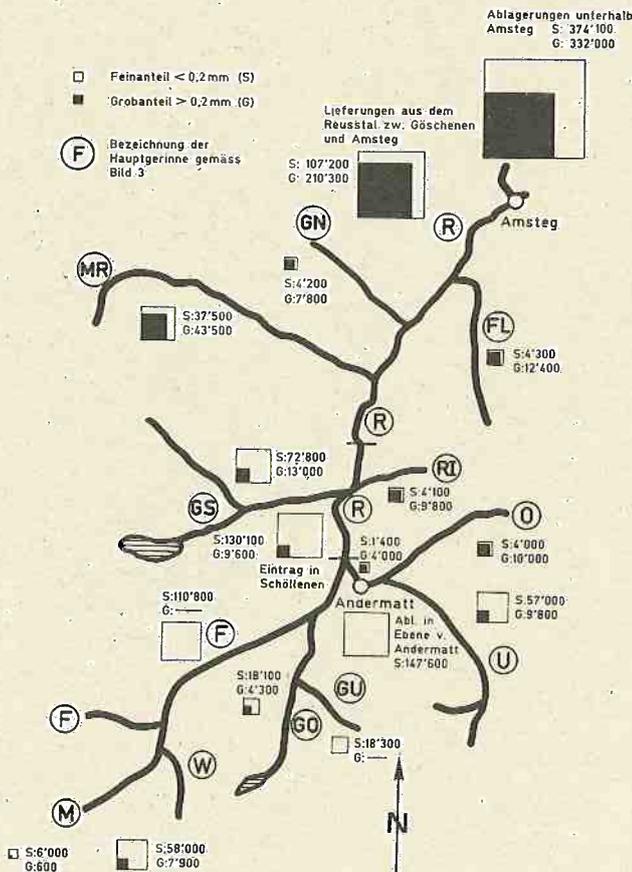


Bild 6. Übersicht über die mutmasslichen Grob- und Feinmaterial-Einspeisungen der einzelnen Hauptgerinne (Zahlenangaben in m³).

Beispiel der Feinanteil von 25% auf 18% der beobachteten Erosionen reduziert, so ergibt die Kubaturbilanz bei Amsteg 417400 m³ Grobmaterial und 194700 m³ Feinmaterial, das heisst zusammen 612100 m³. In diesem Fall liegt das entsprechende Gesamtgewicht von 1071200 t deutlich tiefer als das Gewicht aller unterhalb von Amsteg geschätzten Ablagerungen von 1225000 t.

Altdorf, den 31. Januar 1991

Literaturverzeichnis

ASCHWANDEN, H., BIGLER, R., SCHÄDLER, B. (1988): Hochwasserereignisse im Jahre 1987 in der Schweiz, Messdaten und ausgesuchte Auswertungen. Landeshydrologie und -geologie, Mitteilung Nr. 10, Bundesamt für Umweltschutz, Bern.

GREBNER, D., RICHTER, K.G. (1989): Ursachenanalyse Hochwasser 1987, Projekt A 3, Gebietsniederschlag, Zwischenbericht. Geographisches Institut ETH Zürich, 12. Februar 1989.

KELLER, H. (1988): Dokumentation über die Hochwasserschäden und Sanierungsarbeiten im Unterlauf des Witenwasserentales, in Realp und Umgebung, im Urserental und in Andermatt. Balzari & Schudel AG, Ingenieure und Planer, Andermatt, unveröffentl. Dokumentation.

BASLER & HOFMANN (1987): Dokumentation der Hochwasserschäden im Reusstal. Ingenieurbüro Basler & Hofmann, Zürich, Dokumentation über den Abschnitt Unteralpental.

SCHNEIDER, T.R. (1987): Schweizerische Nationalstrassen, N2, Teilstrecke Göschenen–Andermatt, Ausbau Gotthardstrasse, Zustandsanalyse 1987, Geologische Grundlagen. Dr. T.R. Schneider AG, Geologische Beratung, Bahnhofstrasse 55, 6460 Altdorf; Bericht Nr. 422a, Okt. 1987.

SCHNEIDER, T.R. (1988): Schweizerische Nationalstrassen, N2, Teilstrecke Hospental–Grenze UR/TI, Ausbau Gotthardstrasse, Zustandsanalyse 1987, Geologische Grundlagen. Dr. T.R. Schneider AG, Geologische Beratung, Bahnhofstrasse 55, 6460 Altdorf; Bericht Nr. 422b, Jan. 1988.

SCHNEIDER, T.R. (1988): Schweizerische Nationalstrassen, N2, Teilstrecke Pfaffensprung–Wassen, Hochwasserschäden 1987, Sanierung Kantonsstrasse und Reussverbauung, Auswertung der Sondierungen 1987/88. Dr. T.R. Schneider AG, Geologische Beratung, Bahnhofstrasse 55, 6460 Altdorf; Bericht Nr. 424 b, Juni 1988.

SCHNEIDER, T.R. (1988): Kantonales Bauamt Uri, Abteilung Wasserbau, Reuss Hochwasser 1987, Abschnitt Amsteg – Pfaffensprung, Sanierung Raum Gurtellen, Geologische Grundlagen. Dr. T.R. Schneider AG, Geologische Beratung, Bahnhofstrasse 55, 6460 Altdorf; Bericht Nr. 431 b, Sept. 1988.

ZIVILER KANTONALER FÜHRUNGSSTAB DES KANTONS URI (1989): Bericht des zivilen kantonalen Führungsstabes des Kantons URI KAFÜR über die Hilfeleistungen anlässlich der Hochwasserkatastrophe in Uri vom 24./25. August 1987. Gamma Druck und Verlag AG, 6460 Altdorf.