



Amt für Tiefbau Kt. Uri

Klausenstrasse 2, 6460 Altdorf

Hochwasserschutz Amsteg

Grobanalyse des Hochwassers vom 22./23. August 2005

Zürich, 19. September 2005



Schälchli, Abegg + Hunzinger

dipl. Ing. ETH / SIA, Fluss- und Wasserbau
Holbeinstr. 34, CH-8008 Zürich Tel.: 044 / 251 51 74 Fax: 044 / 251 51 78

Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Situation nach dem Hochwasser (26. August 2005).....	2
3	Einordnung des Hochwassers.....	3
3.1	Abflussspitze Chärstelbach.....	3
3.2	Vergleich mit Abflussmessungen, Bilanzierung.....	5
3.3	Geschiebe.....	6
4	Prozessanalyse.....	6
5	Auswirkungen auf das Hochwasserschutzprojekt und die Gefahrenkarte.....	7

1 Einleitung

In der Nacht vom 22. auf den 23. August ereignete sich im Chärstelenbach ein ausserordentliches Hochwasser. Im Bereich Amsteg wurde vor der Kantonsstrassenbrücke der rechtsufrige Blockwurf erodiert. Bei der Kantonsstrassenbrücke trat bei beiden Widerlagern Wasser aus dem Gerinne.

In der Reuss zwischen der Chärstelenbachmündung und der A2-Brücke Silenen lagerten sich rund 60'000 m³ Geschiebe ab. Die mächtigsten Ablagerungen waren zwischen der Chärstelenbachmündung und der A2-Brücke Grund zu beobachten. Im Dorfbereich von Amsteg wurde der rechtsufrige Blockwurf und der Damm erodiert.

Im vorliegenden Bericht wird das Hochwasser bezüglich seiner Jährlichkeit eingeordnet und die Auswirkungen auf das Hochwasserschutzprojekt und die Gefahrenkarte Hochwasser, welche zur Zeit in der Abschlussphase stehen, analysiert.

2 Situation nach dem Hochwasser (26. August 2005)

Bei einer Begehung drei Tage nach dem Hochwasser konnten folgende Hochwasserspuren erkannt werden:

- Bachaufwärts der SBB-Brücke wurde das linke Ufer des Chärstelenbaches erodiert und der Brückenpfeiler freigespült.
- Vor der Kantonsstrassenbrücke wurde der rechte Uferschutz erodiert. Unter dem erodierten Uferschutz war ein älterer Blocksatz mit glatter Oberfläche vorhanden, der weitergehende Ufererosionen verhinderte.
- Entlang der Ufer des Chärstelenbaches sind Geschiebeablagerungen mit mehr als 2 m Mächtigkeit vorhanden, im Hauptströmungsbereich sind die Ablagerungen während dem Hochwasser wieder erodiert worden (etwa bis auf die ursprüngliche Sohlenlage).
- Holzablagerungen auf dem linken (höheren) Widerlagern der Kantonsstrassenbrücke zeigen, dass der Wasserspiegel bis auf die Höhe der Brückenkonstruktion anstieg. Auf beiden Seiten der Brücke ist Wasser aus dem Gerinne ausgetreten. Einige Stäbe des Brückengeländers sind verbogen, was vermutlich auf Schwemmholz zurückzuführen ist. Fehlende Rückstände wie beispielsweise Äste am Gelände deuten darauf hin, dass die Brücke nicht oder nur kurzzeitig überströmt wurde.
- Das bei der Kantonsstrassenbrücke ausgetreten Wasser floss linksseitig über die uferparallele Häuserzufahrt und rechtsseitig über die Kantonsstrasse ins Siedlungsgebiet von Amsteg. Gemäss Auskunft von Anwohnern betrug die Abflusstiefe etwa 20 - 30 cm.
- In der Reuss wurde zwischen der Chärstelenbachmündung und der A2-Brücke Silenen Geschiebe in der Grössenordnung von 60'000 m³ abgelagert. Die mächtigsten Ablagerungen ergaben sich im Dorfbereich von Amsteg bis etwa zur A2-Brücke Grund.
- Im Dorfbereich von Amsteg wurde der rechtsufrige Blockwurf und der Reussdamm erodiert.

3 Einordnung des Hochwassers

3.1 Abflussspitze Chärstelbach

Anhand der eingemessenen Geschiebeablagerungen und der in Kapitel 2 beschriebenen Hochwasserspuren wurde der Abfluss anhand von Staukurvenberechnungen rekonstruiert (Bild 1). Dazu wurde im Berechnungsmodell die Sohlenlage auf der ganzen Breite auf die Kote der eingemessenen Geschiebeablagerungen angehoben und auf dieser Geometrie die Wasserspiegel bei verschiedenen Abflüssen berechnet.

Im Modell wurden folgende Rauigkeiten eingesetzt:

Ufer: $k_{\text{Str.}} = 24 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Brückenwiderlager: $k_{\text{Str.}} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Sohle: $k_{\text{Str.}} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ($d_{90} = 35 \text{ cm}$)

Wie Bild 1 zeigt, liegt der Wasserspiegel bei einem Abfluss von 160 m³/s unter Berücksichtigung der angenommenen Verlandung gerade auf der Höhe der Brückenunterkante beim tieferen rechteckigen Widerlager. Im Falle eines Einstaus bei einer Verklausung könnte der Wasserspiegel bis auf die Höhe der Energielinie ansteigen, in diesem Fall etwa auf die Höhe der Fahrbahnplatte beim rechten Widerlager. Eine Ausuferung beim linken Widerlager wäre bei diesem Abfluss nicht möglich. Ausuferungen auf der linken Seite sind erst bei Abflüssen von 180 - 200 m³/s zu erwarten.

In Anbetracht der Ungenauigkeiten in der Rekonstruktion der Sohlenaufandung kann davon ausgegangen werden, dass die Abflussspitze im Chärstelbach 180 - 200 m³/s betrug. Gemäss den für die Gefahrenkarte definierten Werte entspricht dies einem HQ100 - HQ200.

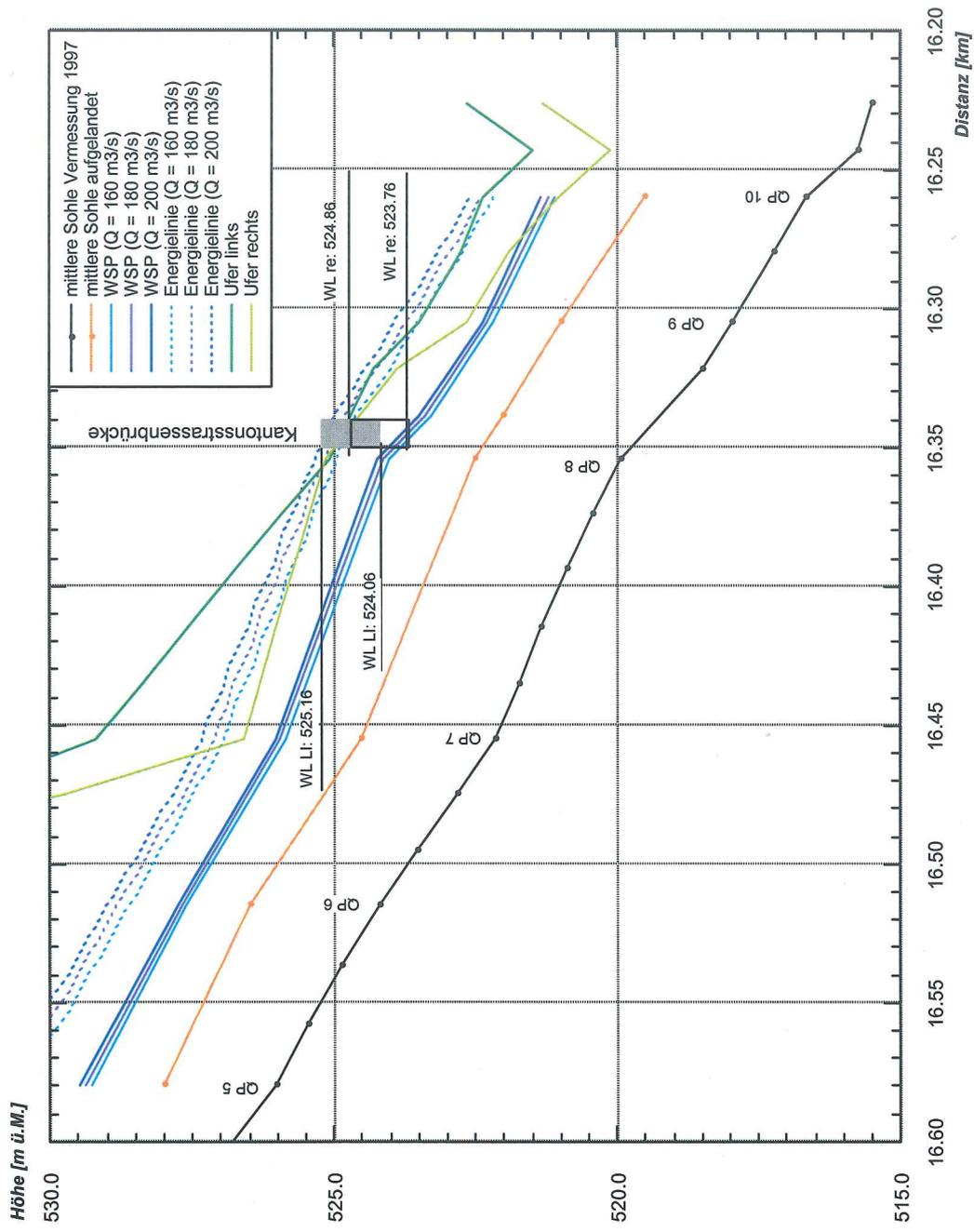


Bild 1 Längenprofil von Sohle, Verlandungskörper, berechneten Wasserspiegeln und Energielinien für verschiedene Abflüsse.

3.1 Vergleich mit Abflussmessungen, Bilanzierung

Im Einzugsgebiet der Urnerreuss wurden das Hochwasser an folgenden Stationen aufgezeichnet:

Station	EG [km ²]	Q _{max} [m ³ /s]	q _{max} m ³ /skm ²]	Quelle
Reuss Andermatt	192	33	0.17	Abflussganglinie www.bwg.admin.ch
Reuss Seedorf	832	520	0.63	Abflussganglinie www.bwg.admin.ch
Schächen, Bürglen	109	ca. 150	1.38	Angabe LHG, provisorischer Wert, unsicher
Alpbach, Erstfeld	20.6	28	1.36	Angabe LHG, provisorischer Wert

Die Abflussmessungen deuten darauf in, dass die Abflussspende im oberen Einzugsgebiet (Andermatt) eher gering war und der Hauptteil des Abflusses aus den Seitenbächen des unteren Einzugsgebietes stammte.

Der aus den Staukurvenberechnungen ermittelte Abfluss des Chärstelenbaches (EG = 115 km²) von 180 - 200 m³/s ergibt einen spezifischen Abfluss von 1.57, resp. 1.74 m³/skm² und liegt etwas höher als die Werte der benachbarten Gewässer (Schächen, Alpbach). In Anbetracht der unsicheren Abflussmessungen und der Ungenauigkeiten in der Rekonstruktion der Abflussspitze im Chärstelenbach können diese Werte als plausibel betrachtet werden.

Anhand der spezifischen Abflüsse wurde versucht, ausgehend von den Abflussmesstationen die Abflussspitzen der Reuss im Bereich Amsteg zu bestimmen (Tabelle 1). Es zeigt sich, dass sowohl bei einer Addierung der Zuflüsse in Fliessrichtung (ausgehend von der Messstation Andermatt) als auch bei einer Subtrahierung der Zuflüsse gegen die Fliessrichtung (ausgehend von der Messstation Seedorf) für die Reuss vor der Chärstelenbachmündung eine Abflussspitze von rund 100 m³/s resultiert.

Somit können für den Bereich Amsteg folgende Abflussspitzen angegeben werden:

Reuss vor Chärstelenbachmündung:	Q _{max} = 100 m ³ /s
Chärstelenbach:	Q _{max} = 180 m ³ /s (HQ100)
Reuss nach der Chärstelenbachmündung:	Q _{max} = 280 m ³ /s (< HQ30 = 470 m ³ /s)

Gewässer/Station	EG [km ²]	q _{max} [m ³ /skm ²]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	ΣQ [m ³ /s]
Reuss Andermatt	192	0.17	33		33
Göschener Reuss	92	0.2	18		51
Rohrbach	8.3	0.2	2		53
Meienreuss	71	0.2	14		67
Gornerbach	17	0.2	3		70
Fellibach	24	1.0	24		94
Intschialpbach	8.5	0.2	2		96
Leitschachbach	10	0.2	5		101
Reuss vor Chärselenbachmündung	476				101 (in Fliess-richtung), resp. 96 (gegen Fliessr.)
Reuss nach Chärstelenbach	592				
Chärstelenbach				-180	96
rechtsseitige Zuflüsse Chärstelenbach - Öfibach	8.3	1.4		-12	276
linksseitige Zuflüsse	5.8	1.4		-8	288
Öfibach	8.3	1.4		-12	296
Alpbach				-28	308
Bockibach	13.3	1.4		-19	336
Schächen	109			-150	355
Palanggenbach	10.8	1.4		-15	505
Reuss Seedorf	832			520	520

Tabelle 1 Bilanzierung der Abflussspitzen, ausgehend von den Messtationen Reuss, Andermatt (in Fliessrichtung), resp. Reuss, Seedorf (gegen Fliessrichtung).

3.2 Geschiebe

Die in der Reuss eingemessenen Ablagerungen ergeben ein Geschiebevolumen von rund 60'000 m³. Aufgrund der geringen Wasserführung in der Reuss vor der Chärstelenbachmündung kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptteil des abgelagerten Geschiebes aus dem Chärstelenbach stammt. Der Geschiebeeintrag aus der Reuss wird auf wenige 1'000 m³ geschätzt. Somit ergibt sich ein Geschiebeeintrag aus dem Chärstelenbach von rund 55'000 m³. Im Vergleich zu den Annahmen für die Gefahrenkarte liegt dieser Wert leicht höher (Annahme für HQ100: 45'000 m³, für HQ300: 50'000 m³), was gegenüber den Berechnungsannahmen auf eine längere Dauer des Hochwassers zurückgeführt werden kann. Bezüglich dem umgelagerten Geschiebe weist das Hochwasser ebenfalls eine Jährlichkeit zwischen HQ100 und HQ300 auf.

4 Prozessanalyse

Das Schadensbild und die an der Feldbegehung vorgefundenen Spuren lassen auf folgende Prozesse schliessen:

- Durch die Erosion des linken Ufers vor der SBB-Brücke über den Chärstelenbach wurde der linke Brückenpfeiler freigespült und der Abfluss gegen das rechte Ufer abgelenkt. Etwa auf der Höhe des oberen Endes des überschütteten ehemaligen Uferschutzes traf der Abfluss auf das rechte Ufer und erodierte/hinterspülte den Blocksatz, der vor dem ehemaligen Uferschutz erstellt wurde.
- Der ehemalige Uferschutz weist eine glatte Oberfläche auf, wodurch der davor erstellte neue Uferschutz nicht mit diesem verzahnt werden konnte. Durch die fehlende Verzahnung konnte der neuere Uferschutz rasch und grossflächig erodiert werden, sobald er an einer Stelle destabilisiert war.
- Während dem Hochwasser war die Geschiebezufuhr im Chärstelenbach zeitweise grösser als die Transportkapazität in der Mündungstrecke, was temporär zu über 2 m mächtigen Ablagerungen führte. Bis zum Ende des Hochwasser wurden die Ablagerungen wieder weitgehend abgetragen und bis in die Reuss transportiert.
- Die höchste Sohlenlage in der Mündungstrecke dürfte in etwa zum Zeitpunkt der Abflussspitze erreicht worden sein. Dies führte zu einem Anschlagen des Wasserspiegels an der Kantonsstrassenbrücke über den Chärstelenbach. Dadurch wurde das Wasser an der Brücke aufgestaut und überschwappte auf die Kantonsstrasse. Ein lange andauerndes Überströmen der Brücke kann aufgrund der angetroffenen Spuren (kein Geschwemmsel am Brückengeländer) ausgeschlossen werden.
- Das in die Reuss eingetragene Geschiebe wurde aufgrund der eher bescheidenen Wasserführung in der Reuss (<<HQ30) weitgehend abgelagert. Die Geschiebeablagerungen führten zu einer Mäandertendenz, was zu einer starken Belastung des rechtsufrigen Reussdammes, resp. des vorgebauten Uferschutzes führte. Aufgrund der hohen Sohlenlage (Geschiebeablagerungen) wurde der Uferschutz nicht am Böschungsfuss, sondern weiter oben, wo die Bauweise allenfalls weniger massiv war, am stärksten belastet. Dies dürfte die Ursache für die Erosion des Blocksatzes an dieser Stelle sein.

5 Auswirkungen auf das Hochwasserschutzprojekt und die Gefahrenkarte

Die Auswertung des Hochwassers zeigt, dass die Gefährdungsbilder und Schadensprozesse, die dem Hochwasserschutzprojekt und der Gefahrenkarte zugrunde gelegt wurden, gut gewählt und vorausgesagt worden sind. Insbesondere bestätigte sich die bezüglich Geschiebeumlagerungen ungünstige Kombination von extremen Abflüssen im Chärstelenbach bei gleichzeitig geringer Wasserführung in der Reuss.

Die der Gefahrenkarte zugrunde gelegten Geschiebeeinträge und Abflusskombinationen in Chärstelenbach und Reuss decken sich recht gut mit den aus einer Grobvermessung ermittelten Geschiebekubaturen.

Die im Dorfbereich von Amsteg aufgetretenen Schäden decken sich gut mit den in der Gefahrenkartierung ermittelten Überflutungsflächen.

Die Stabilität des rechten Uferschutzes reussabwärts der Chärstelenbachmündung und im Chärstelenbach vor der Kantonsstrassenbrücke wurde überschätzt. Ein ausreichend dimensionierter Blockwurf sollte noch ins Bauprojekt aufgenommen werden.

Während der Begehung wurden die Fließwege von Wasser, welches nach dem Ausbau im Überlastfall aus dem Gerinne treten kann, nochmals verifiziert und diskutiert. Grundsätzlich kann an der Strategie, wie sie im Bauprojekt entwickelt wurde, festgehalten werden. Anstelle der vorgesehenen Verschalung der Kantonsstrassenbrücke über den Chärstelenbach soll ein Geländer montiert werden, das im Überlastfall umgeklappt werden kann und so ein Überströmen der Brücke erlaubt.

An der Begehung wurde zudem der Bau eines Geschiebesammlers im Chärstelenbach vor dem Dorfbereich von Amsteg diskutiert. Aus nachfolgend aufgeführten Gründen soll auf den Bau eines Geschiebesammlers verzichtet werden:

- Aufgrund der Topographie ist der Bau eines Sammlers mit ausreichendem Rückhaltevermögen (Größenordnung 60'000 m³) direkt vor dem Dorfeingang kaum realistisch. Bei einem Standort weiter bachaufwärts würde in der unterliegenden Strecke ein Geschiebedefizit resultieren, das zu verstärkten Erosionen führt.
- Der Unterhalt des Sammlers erfordert eine gute Zugänglichkeit, was aufgrund der Topographie ebenfalls schlecht realisierbar ist.
- Das Hochwasser vom 22./23. August ist aufgrund des Geschiebeeintrags, der Abflussspitze im Chärstelenbach sowie der Abflusskombination von Chärstelenbach und Reuss als ausserordentlich mit einer Jährlichkeit zwischen HQ100 - HQ300 zu bezeichnen (gilt für den Abschnitt der Mündungsstrecke bis in die Reuss, Kettensteg). Aus geschiebetechnischer Sicht konnte das Ereignis - ohne die im Hochwasserschutzprojekt geplanten Massnahmen - beinahe beherrscht werden (nur relativ geringfügige Ausuferungen). Der Bau eines Sammlers ist aus dieser Sicht nicht zwingend erforderlich.
- Mit der Projektänderung bei der Kantonsstrassenbrücke über den Chärstelenbach (überströmbare Brücke anstatt Abfluss unter Druck) ist damit zu rechnen, dass Ablagerungen vor der Brücke nicht mehr erodiert werden und das Gerinne die Funktion eines Geschiebesammlers mit beschränktem Rückhaltevolumen (4'000 - 5'000 m³) übernimmt und so der Geschiebeeintrag in die Reuss etwas reduziert wird. Unter Berücksichtigung der nachfolgend aufgeführten Projektanpassungen hat dieser Prozess jedoch keine Auswirkungen auf den Hochwasserschutz.

Zusammenfassend werden folgende **Projektmodifikationen** vorgeschlagen (Bild 1):

- Anstelle der Verschalung der Kantonsstrassenbrücke über den Chärstelenbach wird beidseitig ein Geländer montiert, das im Hochwasserfall umgeklappt werden kann.

- Die geplante Ufererhöhung entlang dem rechten Ufer bachaufwärts der Kantonsstrassenbrücke bleibt bestehen. Bachabwärts der Brücke wird das Gelände so angepasst, dass kein Wasseraustritt möglich ist.
- Auf die Ufererhöhung entlang dem linken Ufer wird verzichtet und weiter zurückversetzt eine Kombination aus mobilen Elementen und Mauern vorgesehen, damit im Überlastfall das austretende Wasser über die linksufrige Gebäudezufahrt wieder ins Gerinne zurückfliessen kann.
- Der während dem Hochwasser im Dorfbereich von Amsteg erodierte rechtsufrige Reussdamm soll gegenüber dem Zustand vor dem Hochwasser um maximal 40 cm erhöht werden. Damit liegen die Hochwasserspiegel aller für die Gefahrenkarte untersuchten Szenarien tiefer als die (neue) Uferlinie. Sollte trotzdem Wasser hinter dem Ufer, resp. Damm abfliessen (Restgefährdung), stellen gegenüber dem Zustand vor dem Hochwasser um 40 cm grössere Abflusstiefen ein, es ist jedoch kein Wechsel in eine höhere Intensitätsstufe zu erwarten.

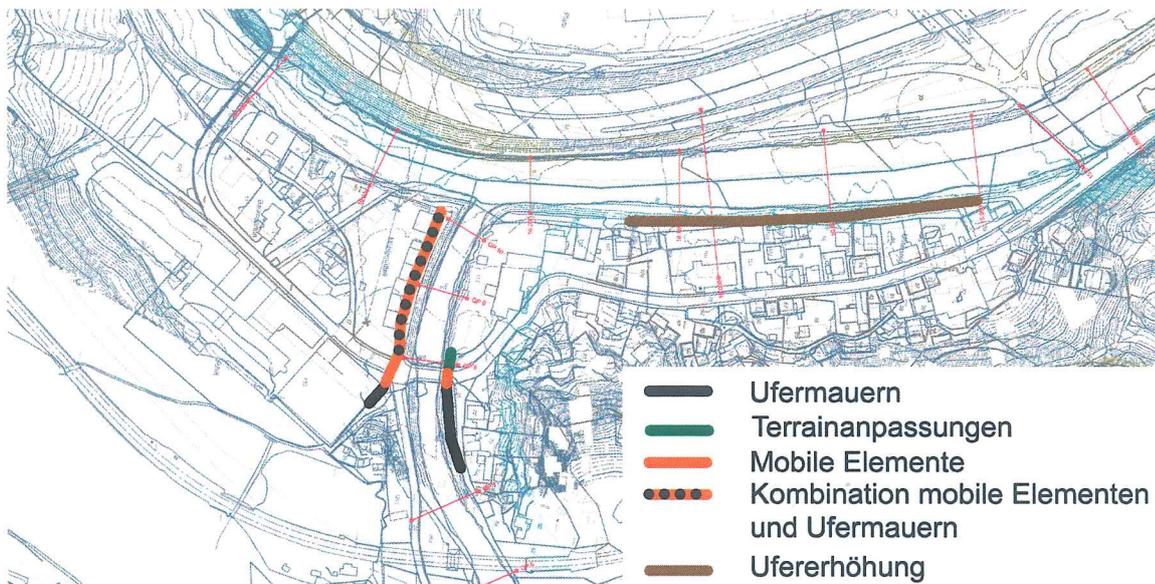


Bild 1 Übersicht der Projektmodifikationen.

Foto Nr. 1



Foto Nr. 2



Foto Nr. 3



Foto Nr. 4



Foto Nr. 5



Foto Nr. 6



Foto Nr. 7

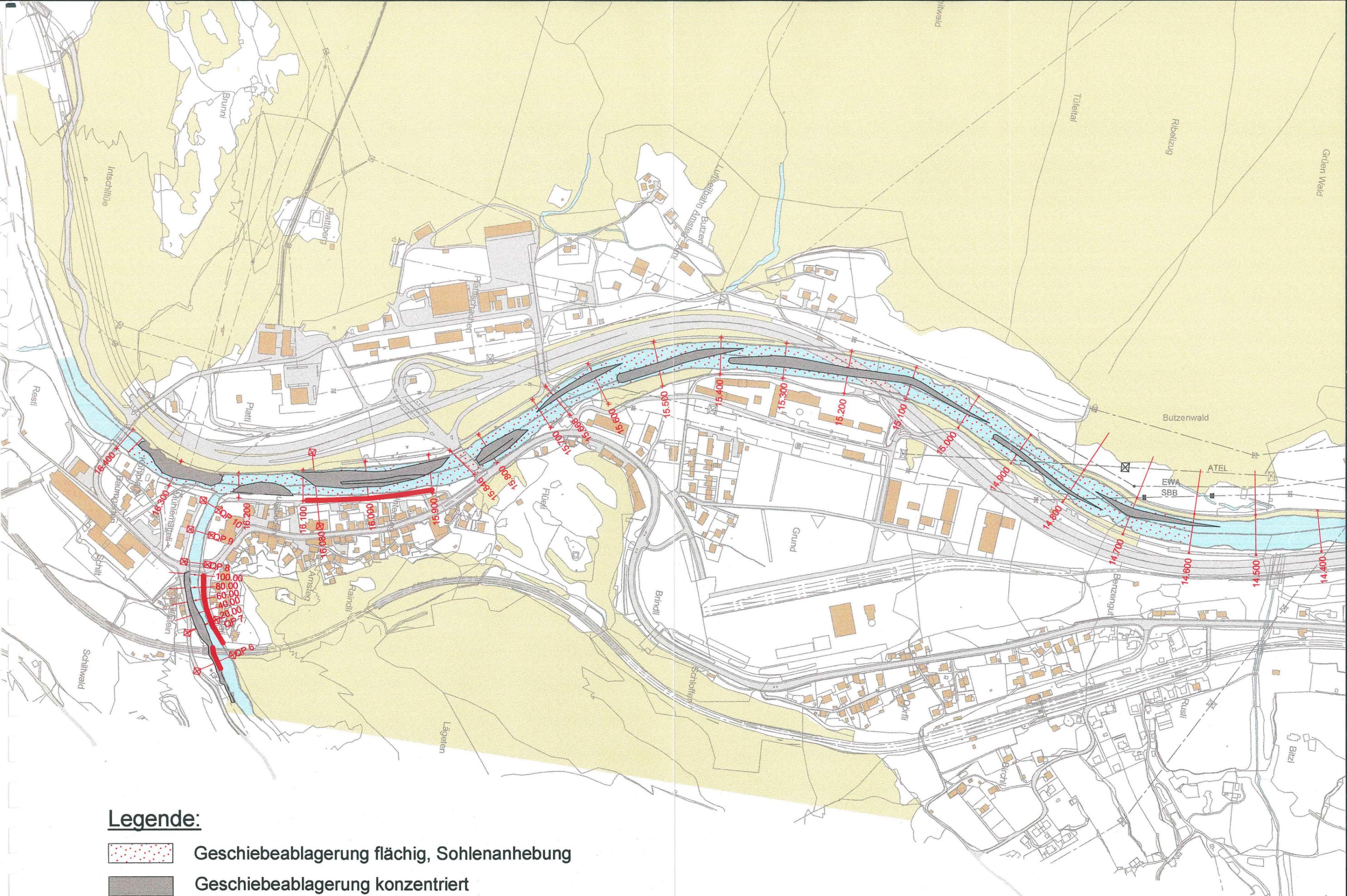


Foto Nr. 8

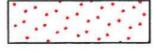


Foto Nr. 9





Legende:

-  Geschiebeablagerung flächig, Sohlenanhebung
-  Geschiebeablagerung konzentriert
-  Uferverbauung zerstört