

## **Bericht des Regierungsrats zu einem Kantonsratsbeschluss über einen Beitrag an das Hochwasserschutzprojekt Engelbergeraa und Zuflüsse, Gemeinde Engelberg**

vom 3. Juli 2007

Herr Präsident  
Sehr geehrte Damen und Herren

Wir unterbreiten Ihnen den Bericht und den Entwurf eines Kantonsratsbeschlusses über einen Beitrag an das Hochwasserschutzprojekt der Engelbergeraa und Zuflüsse, Gemeinde Engelberg, mit dem Antrag, an die Baukosten von Fr. 32 000 000.– einen Kantonsbeitrag von 16,5 Prozent, höchstens Fr. 5 280 000.–, auszurichten.

Sarnen, 3. Juli 2007

Im Namen des Regierungsrats  
Landammann: Hans Hofer  
Landschreiber: Urs Wallimann

### **Übersicht**

*Durch die Hochwasserkatastrophe vom August 2005 wurde auch die Gemeinde Engelberg sehr stark betroffen. Die Engelbergeraa und verschiedene Seitenbäche erodierten intensiv, traten über die Ufer und richteten sehr grosse Schäden an. In den Gerinneläufen und den überfluteten Gebieten sammelten sich gewaltige Geschiebemengen und Schwemmholz. Zahlreiche Rufen und Murgänge lösten sich an Steilhängen. Gemäss derzeitigen Einschätzungen handelt es sich im Gebiet des hinteren Engelbergertales um das schlimmste Unwetter seit 1762 und 1831. Es übertraf das „Jahrhunderthochwasser“ vom Juni 1910 deutlich.*

*Beim Hochwasser 2005 traten die bereits anhand der Ende 1990-er Jahre erarbeiteten Gefahrenkarte festgestellten Hochwasserrisiken in vollem Umfang ein. Das Ereignis beschädigte Gerinneläufe und Ufersicherungen, welche zwischenzeitlich im Rahmen von Sofortmassnahmen teilweise wieder instand gestellt wurden. Gleichzeitig wurde die Notwendigkeit und Dringlichkeit eines umfassenden und nachhaltigen Hochwasserschutzes offensichtlich.*

*In Zusammenarbeit mit dem Kanton erarbeitete die Gemeinde Engelberg deshalb ein Hochwasserschutzprojekt über die Teilgebiete*

- Engelbergeraa;*
- Mehlbach;*
- Dürrbach und Bärenbach.*

*An der Engelbergeraa bezwecken die projektierten Massnahmen eine Verbesserung der meist ungenügenden Abflussverhältnisse. Für das Geschiebe werden geeignete Ablagerungsräume vorgesehen. Das Schluckvermögen des Gerinnes wird gemäss den Schutzzielen erweitert. Brückenprofile müssen entsprechend angepasst werden. Die Breite und die Gestaltung des Abflussprofils wird auch auf die ökologischen Anforderungen an die Gewässergestaltung ausgerichtet. Für das Dimensionierungshochwasser übersteigende Ereignisse (sog. Überlastfall) werden Abflusswege festgelegt. Objektschutzmassnahmen in diesen Überlastbereichen dienen der Vermeidung von Schäden an Gebäuden und hohen Sachwerten.*

*Im Mehlbach dienen die geplanten Massnahmen in erster Linie der Sicherheit des Siedlungsgebietes Chilchbüel vor Murgängen und Geschiebeablagerungen.*

*Am Dürrbach und am Bärenbach werden nebst kleineren Verbauarbeiten am Gerinne selber und im Bereich des Geschiebesammlers Grotzenwäldli vor allem Massnahmen zum schadlosen Abfluss des Wassers im Überlastfall vorgesehen.*

*Die Kosten sind mit Fr. 32 000 000.– veranschlagt und verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Gerinne:*

<i>Engelbergeraa</i>	<i>Fr.</i>	<i>25 640 000.–</i>
<i>Mehlbach</i>	<i>Fr.</i>	<i>4 940 000.–</i>
<i>Dürrbach und Bärenbach</i>	<i>Fr.</i>	<i><u>1 420 000.–</u></i>
<i>Gesamtkosten (samt MwSt.)</i>	<i>Fr.</i>	<i>32 000 000.–</i>

*Die Einwohnergemeinde Engelberg hat an der Gemeindeversammlung vom 22. Mai 2007 dem Projekt und der Übernahme der Restkosten einstimmig zugestimmt. Die Ausführung ist für die Jahre 2008 bis 2016 geplant.*

*Mit den geplanten Massnahmen kann für das Talgebiet von Engelberg und für das Ablagerungsgebiet des Mehlbaches eine umfassende, zeitgemässe und den heutigen Schutzzielen entsprechende Hochwassersicherheit erreicht werden. Gleichzeitig werden durch das Projekt bedeutende ökologische Verbesserungen entlang der Gewässerläufe erzielt.*

<b><u>ÜBERSICHT</u></b>	<b>1</b>
<b><u>1. AUSGANGSLAGE</u></b>	<b>5</b>
1.1 PROJEKTPERIMETER	5
1.2 NATÜRLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	6
1.3 BISHERIGE EREIGNISSE	6
1.3.1 HISTORISCHE EREIGNISSE	6
1.3.2 DAS UNWETTER VOM AUGUST 2005	7
1.3.3 SOFORTMASSNAHMEN NACH DEM UNWETTER 2005	8
1.4 SCHUTZBAUTEN	10
1.5 HYDROLOGIE UND HOCHWASSERABFLUSS	10
1.6 GESCHIEBETECHNISCHE ERKENNTNISSE	11
1.7 GERINNEHYDRAULIK UND ÜBERFLUTUNGSMODELLIERUNG	12
1.7.1 SCHLUCKVERMÖGEN DER GERINNE	12
1.7.2 VERKLAUSUNG DURCH TREIBHOLZ	12
1.7.3 ÜBERFLUTUNGSBERECHNUNGEN 2D FÜR DEN ISTZUSTAND	13
1.8 GEFAHRENKARTEN VOR AUSFÜHRUNG DER MASSNAHMEN	14
<b><u>2. SCHUTZZIELE, RISIKOANALYSE UND PROJEKTZIELE</u></b>	<b>15</b>
2.1 SCHADENPOTENZIAL/SCHUTZZIELE UND SCHUTZDEFIZITE	15
2.2 RISIKOANALYSE/GEFÄHRDUNGSNACHWEIS	16
2.3 PROJEKTZIELE	16
2.3.1 SCHUTZ GEGEN NATURGEFAHREN	16
2.3.2 GERINNEGESTALTUNG/WASSERBAU	16
2.3.3 KOSTEN	17
2.3.4 WALD- UND LANDWIRTSCHAFT	17
2.3.5 LANDSCHAFT/ÖKOLOGIE	17
2.3.6 NUTZUNGSINTERESSEN	17
2.4 INFORMATION/KOMMUNIKATION	17
<b><u>3. VARIANTENSTUDIUM UND MASSNAHMENKONZEPTE</u></b>	<b>17</b>
3.1 VARIANTENSTUDIUM	17
3.2 MASSNAHMENKONZEPTE	19
<b><u>4. MASSNAHMEN DES VORPROJEKTS</u></b>	<b>19</b>
4.1 MASSNAHMEN IN DER ENGELBERGERAA	19
4.1.1 GESCHIEBE- UND HOLZRÜCKHALT IM BANNWALD	19
4.1.2 AUSBAU UND SICHERUNG DER ENGELBERGERAA	20
4.1.3 REGELUNG DES ÜBERLASTFALLES ENGELBERGERAA	23
4.1.4 PUNKTUELLE MASSNAHMEN ZUR BEGRENZUNG DER GESCHIEBEMOBILISIERUNG OBERHALB DES GESCHIEBESAMMLERS	25
4.2 MASSNAHMEN IM MEHLBACH	25
4.2.1 GESCHIEBE-, MURGAN- UND SCHWEMMHOLZRÜCKHALT	25
4.2.2 VERGRÖSSERUNG UND SICHERUNG DES GERINNES	25
4.2.3 REGELUNG DES ÜBERLASTFALLES	26
4.3 MASSNAHMEN IM DÜRRBACH	26

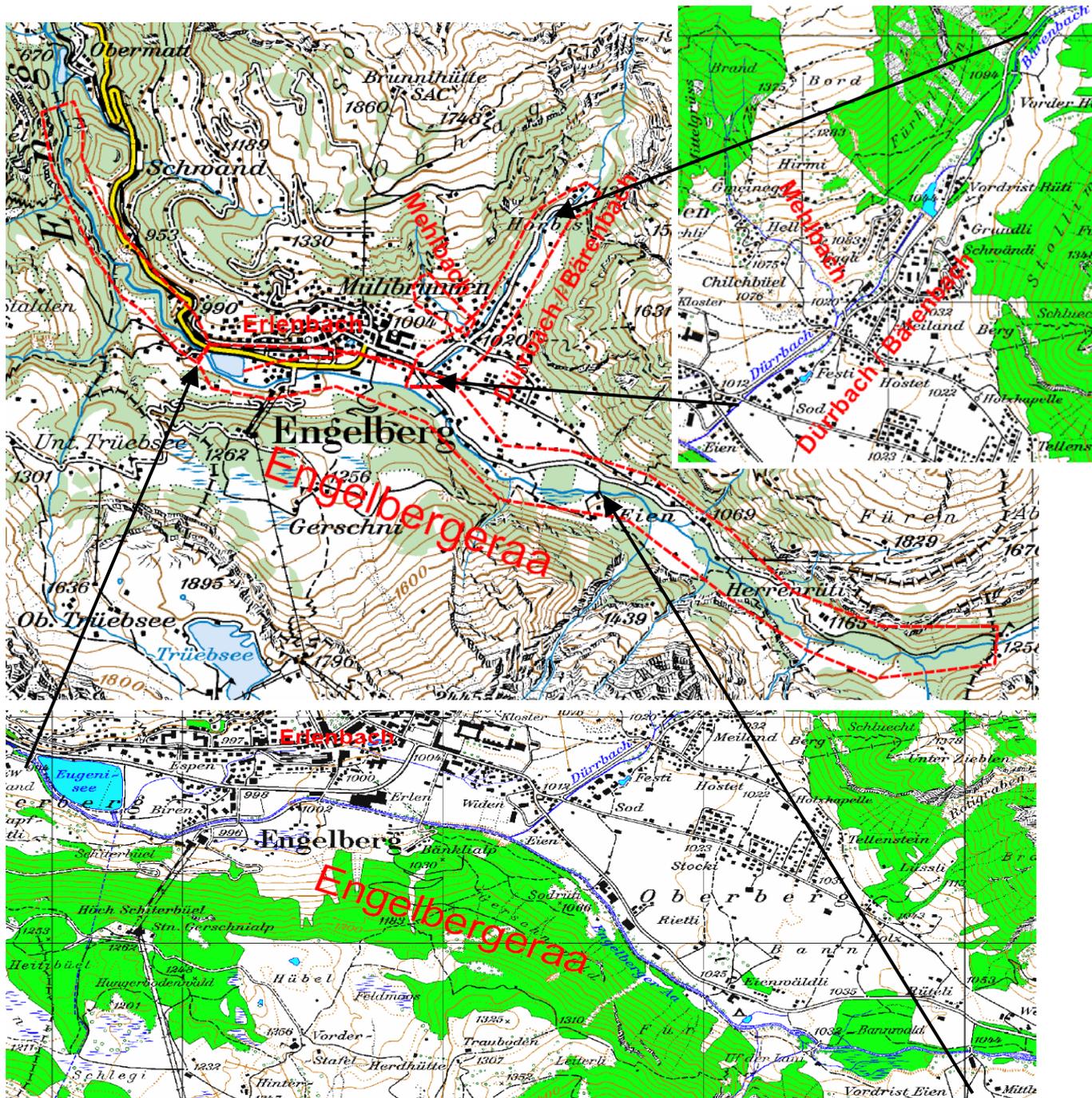
<b>5. KOSTENVORANSCHLAG UND FINANZIERUNG</b>	<b>28</b>
5.1 KOSTENVORANSCHLAG	28
5.2 FINANZIERUNG	31
<b>6. ZIELERREICHUNG, LANDBEDARF UND WEITERE AUSWIRKUNGEN</b>	<b>31</b>
6.1 ZIELERREICHUNG	31
6.1.1 VERMINDERUNG VON NATURRISIKEN	31
6.1.2 NUTZEN-KOSTENVERHÄLTNIS	31
6.1.3 LANDSCHAFT/ÖKOLOGIE	31
6.2 LANDBEDARF	32
6.2.1 LANDERWERB	32
6.2.2 ENTSCHÄDIGUNGEN UND DIENSTBARKEITEN	32
6.2.3. VORVERHANDLUNGEN	32
6.3 WEITERE AUSWIRKUNGEN	32
6.3.1 LANDWIRTSCHAFT	32
6.3.2 NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ	32
6.3.3. GEWÄSSER- UND TRINKWASSERSCHUTZAREAL BANNWALD	33
6.3.4 GEWÄSSER	33
6.3.5 BODENSCHUTZ	33
6.3.6 WALDERHALTUNG	33
6.3.7 TOURISMUS, ERHOLUNG	33
<b>7. WEITERES VORGEHEN/PROJEKTORGANISATION BAUPROJEKTE</b>	<b>34</b>
7.1. WEITERES VORGEHEN	34
7.2 PROJEKTORGANISATION	34
<b>8. SCHLUSSBEMERKUNGEN</b>	<b>34</b>

# 1. Ausgangslage

## 1.1 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst die folgenden Gewässerabschnitte:

- **Engelbergeraa (Aawasser):**  
Von der Kantonsgrenze Uri (Alpenrösli) über den Talboden von Engelberg bis zum Beginn der Schluchtstrecke unterhalb des Eugenisees und Schluchtstrecke bis zur Arnibrücke, welche am hinteren Rand der Obermatt liegt.
- **Dürnbach:** Vom Zusammenfluss der Siebenquellen und dem Bärenbach im Gebiet Heimat bis zur Mündung in die Engelberger-Aa.
- **Bärenbach:** Ab Hinter Horbis bis zur Mündung in den Dürnbach.
- **Mehlbach:** Mittel- und Unterlauf ab oberem Rand der Siedlung Chilchbüel bis zur Mündung in den Dürnbach.
- **Erlenbach:** Vom Ursprung bei der Oberen Erlen bis zur Mündung in den Eugenisee.



## 1.2 Natürliche Rahmenbedingungen

Engelberg liegt in einem Gebiet von verschiedensten geologischen Formationen. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Ablagerungsgesteine der helvetischen Decken. Diese liegen über einem Kristallin-Sockel mit seiner Sedimenthülle, der im Osten/Südosten das Titlis- und Grassen-Massiv bildet.

Grosse Teile der Hänge sind von Moränematerial und von postglazialelem Gehängeschutt bedeckt. Der Engelberger Talboden ist relativ jung, d.h. vorwiegend durch spät- und nachzeitliche Talfüllungen geprägt. Es handelt sich vorwiegend um kiesige Moränen und angeschwemmtes Flussmaterial (Blöcke und Steine in kiesig-sandiger Grundmasse mit wechselndem Gehalt an Feinanteilen). Prägend für die Topographie und Geologie des Talbodens war der Engelberger Bergsturz, der vor etwa 10 000 Jahren aus dem Gebiet Laub – Trübsee – Gerschni auf den damaligen Talgletscher stürzte und das Tal auffüllte. Die abfliessenden Schmelzwasser der Gletscher wurden durch die Bergsturztrümmer am Ausgang des Engelberger Tales zu einem Talsee aufgestaut. Die Verlandung dieses Sees führte zur Bildung des heutigen, flachen Talbodens.

## 1.3 Bisherige Ereignisse

### 1.3.1 Historische Ereignisse

Im Kataster der Naturereignisse (Gefahrenkataster) finden sich zahlreiche Angaben zu früheren Ereignissen. Die Engelbergeraa sowie deren grösster seitlicher Zufluss, der Bären- resp. Dürrbach führten als Gewässer mit grossem Einzugsgebiet dabei oft gleichzeitig Hochwasser. Bedeutende Ereignisse waren:

**Hochwasser vom 8./9. Juli 1762:** Das Aawasser überflutete die Gebiete Niedersurenen, Herrenrüti, Goldboden, Eyen und den Talboden bis Espen. Auch der Dürrbach führte Hochwasser und überflutete die Gebiete Ochsenmatt und Wetti. Schwer betroffen war auch das Gebiet Grafenort, wo das Wasser zwischen Herrenhaus und Kapelle knietief stand. Grosser Schaden entstand im Gebiet Reinerts und Obermatt. Er wurde nach damaliger Währung auf 30 000 Gulden geschätzt. Zur Deckung der verheerenden Unwetterschäden musste das Kloster im Jahr 1763 zahlreiche Talgüter und Alpen verkaufen.

**Hochwasser vom 7. bis 11. August 1831:** Nach einem sehr nassen Frühsommer fielen vor allem zwischen dem 7. und 11. August starke Niederschläge. Sämtliche Seitenbäche des Tals und das Aawasser führten Hochwasser und traten über die Ufer. Ochsenmatt, Erlen, Wetti und das Gebiet Niederberg standen unter Wasser. Viele Bäche flossen auch am 14. August noch nicht in ihrem ursprünglichen Bett. Das Hochwasser forderte ein Todesopfer. Über 100 Familien waren von Schäden betroffen, etwa 20 Gebäude waren einsturzgefährdet. Der Schaden wurde nach damaliger Währung auf 60 000 Gulden geschätzt.

**Murgang Mehlbach 1900:** Um das Jahr 1900 ereignete sich im Mehlbach ein Murgang, der das damals noch unüberbaute Gebiet Chilchbüel verschüttete.

**Hochwasser vom 15. Juni 1910:** Das Aawasser und der Dürrbach traten verheerend über die Ufer und richteten schwere Schäden an. Zahlreiche Brücken wurden zerstört. Der Bahnhof stand zeitweise unter Wasser. Besonders in Grafenort überflutete die Aa weite Strecken. In der Folge wurden grössere Verbauungsarbeiten vorgenommen.

**Hochwasser vom 26. Juni 1953:** Aawasser und Dürrbach überfluteten die Gebiete Eien, Ochsenmatt, Erlen und Biren. Auch der Mehlbach trat über die Ufer. Grosse Schäden entstanden im Dorf durch den Mülibach, der die Gebiete Hinterdorf bis zum Bahnhof überflutete. Feuerwehren aus den Gemeinden Sarnen, Kerns, Sachseln und Lungern eilten den Engelbergern zu Hilfe.

**Unwetterereignisse 1991 bis 2002:** Jeweils heftige Niederschläge am 22. Dezember 1991, 23. August 1998, 6. August 2000 und 11. August 2002 liessen die Engelbergeraa und ihre Zuflüsse an einzelnen Stellen über die Ufer treten und richteten teilweise bedeutende Schäden an.

### 1.3.2 Das Unwetter vom August 2005

Das Unwetter vom August 2005 verursachte in grossen Gebieten von Engelberg Schäden in noch nie da gewesenen Ausmass.

#### Engelbergeraas:

Die Engelbergeraas trat am 21. August ab Mittag an diversen Stellen über die Ufer, erreichte aber erst im Verlaufe des 22. August den Maximalabfluss. Bei den Brücken führten Treibholz und Geschiebe zu Verklausungen. Die Brücken wurden teilweise umspült und die Widerlager abgetragen, was zum Einsturz einzelner Brücken (z.B. Bänklialpstrasse) führte. Dies hatte schwerwiegende Folgen: Die Engelbergeraas verliess ihr Bett und floss über den Erlenbach in Richtung Eugenisee, wobei ein grosser Teil des Dorfzentrums durchflossen wurde. Auch oberhalb der Bergbahnen kam es zu beidseitigen Ausbrüchen mit nachfolgendem Abfluss durch grosse Siedlungsgebiete.

Bestehende Uferverbauungen wurden vielenorts zerstört und weggerissen, verschiedene Strassen und Verkehrswege wurden stark beeinträchtigt oder gar zerstört.

In der Nacht vom 22. auf den 23. August 2005 unterspülte die Engelbergeraas unterhalb des Eugenisees mehrere Pfeiler des Lehnenviadukts der Kantonsstrasse nach Engelberg. Die Fundamente mehrerer Pfeiler glitten ab, was zum Einsturz der Brückenplatte führte und die Strasse zusammen mit dem Bahntrasse der Zentralbahn auf einer Länge von rund 60 m zerstörte.



Foto Engelberg am Dienstag 23. August 2005

Der Eugenisee wurde mit etwa 70 000 m<sup>3</sup> Schlamm und Feingeschiebe verfüllt. In der Schluchtstrecke, Bereich Arnibrügg bis Schwybogenbrücke Engelberg, führte das Hochwasser zu gewaltigen Erosionen.

Grafenort: Die Engelbergeraas verlandete am 23. August 2005 unterhalb der Mettlenbrücke vollständig, verliess ihr Bett und floss während rund drei Tagen über die Kantons-

strasse gegen Grafenort. Dabei zerstörte sie das Trasse der Zentralbahn sowie den westlichen Fahrbahnrand der Kantonsstrasse auf einer Länge von rund 200 m.

#### **Dürrbach und Bärenbach:**

Das kanalisierte Gerinne des Dürrbachs vermochte die Wassermassen knapp aufzunehmen. Es entstanden jedoch erhebliche Schäden an den Sohlenschwellen und Längsmauern. Die Ufer des Bärenbachs wurden stark erodiert. Grosse Mengen Geschiebe setzten sich in Bewegung und verfüllten den Geschiebesammler Grotzenwäldli. Die Horbisstrasse war teilweise unpassierbar. Bei den Löcherflüe trat aus einer Karstwasserquelle sehr viel Wasser aus und schwemmte den gesamten Strassenkörper weg.

#### **Mehlbach-Müliwald:**

Durch den Mehlbach sowie die Runsen im Müliwald (Gebiet Vogelsang) wurden Siedlungsgebiete überschwemmt und übersart; Evakuationen waren notwendig. Der Mehlbach trat im Bereich Chilchbüel über die Ufer und übersarte das Quartier. Die Erschliessungsstrasse wurde streckenweise weggerissen. Bei Durchlässen und Übergängen entstanden Verklausungen mit nachfolgender Übersarung des Wieslandes und des Waldes.

#### **Erlenbach:**

Durch den rechtsseitigen Ausbruch der Engelbergeraa im Bereich obere Erlen (Bänklialpbrücke) floss zusätzliches Wasser in den bereits randvoll laufenden Erlenbach. Dadurch entstanden entlang des Erlenbachs im Dorfbereich (Bahnhof) sowie in Wohnquartieren gravierende Schäden.

#### **Rüfenniedergänge:**

Vor allem in den Gebieten Flüematt und Bord/Ried brachen grosse Hangmuren (Rüfen) aus und richteten grosse Schäden an Kulturland und Wegen an. Das abgerutschte Material aus der Flüematt floss bis ins Dorf.

### **1.3.3 Sofortmassnahmen nach dem Unwetter 2005**

Sofortmassnahmen wurden vielerorts noch während des Ereignisses ergriffen. Seit Herbst 2005 wurden an allen Gewässern in der Gemeinde Engelberg Sofortmassnahmen im Betrag von mehr als 5 Millionen Franken ausgeführt.

Die wichtigsten Massnahmen der Ereignisbewältigung und Sofortmassnahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

#### **Ereignisbewältigung Engelbergeraa:**

Zurückverlegung der Engelbergeraa in den Gerinnelauf an diversen Orten, Freilegen der Abflussprofile unter den Brücken;

- Ersatzerschliessung durch den Bau der Ölbergstrasse (250m) und der Paradiesstrasse (550 m) mit Kosten von etwa Fr. 500 000.–;
- Notstrasse Unteres Ror als Erschliessung Bänklialp (nach Zerstörung der Brücke über die Engelbergeraa);
- Ufer und Hangsicherungen;
- Entschlammung Eugenisee (Spülungen).



Foto Sofortmassnahmen an der Engelbergeraai: Wiederherstellung und Sicherung der unterhalb der Bänklialpbrücke, die wichtigste Schlüsselstelle im gesamten Projekt. Aufnahme vom Winter 2005/2006

#### **Wasserbauliche Sofortmassnahmen Engelbergeraai:**

- Freilegen der ursprünglichen Gerinnequerschnitte über eine Länge von etwa 4 km;
- Entfernen von Schwemmh Holz aus dem Gerinne und von den Gerinnerändern;
- Wiederherstellen und sichern von zerstörten Böschungen, Brückenwiderlager und Bachübergängen;
- Ausführen des definitiven Böschungsverbaus in den Abschnitten Gewerbegebiet Eien, Sportcenter, EWO-Unterwerk und Birkenstrasse;
- Prallhangsicherung Rosshimmel und Büntli in der Schluchtstrecke.

#### **Ereignisbewältigung und Sofortmassnahmen Mehlbach:**

- Zurückverlegung des Mehlbachs in den ursprünglichen Bachlauf, Entfernen der Verklausungen;
- provisorisches Anschütten der Quartierstrasse als Noterschliessung;
- Entfernung von Schwemmh Holz und instabiler Bestockung im Einzugsgebiet;
- Verbau von Bachsohle und Böschung am unteren Rand der Wildbachschale.

#### **Wasserbauliche Sofortmassnahmen Dürrbach:**

- Sichern der grossen Kolke, Unterfangen der Längsmauern;
- Einbau von Blockrampen zur Fixierung des gewünschten Längsgefälle.

#### **Ereignisbewältigung und Sofortmassnahmen Bärenbach:**

- Bau einer linksufrigen Notstrasse von Rüti bis Horbis;

- Zurückverlegung des Bärenbachs in den ursprünglichen Bachlauf, Entfernen von Verklausungen;
- Instandsetzung Horbisstrasse, stellenweise Uferschutz mit Blockwurf;
- Erstellung eines neuen Durchlasses im Gebiet Löcherflüh;
- Wiederherstellung und Verbau von Bachsohle und Böschungen im Abschnitt Löcherflüh bis Horbisseeli. Böschungssicherungen im Hinter Horbis;
- Sanierung der beschädigten Verbaustrecke im Abschnitt Eggliweg.

Die wasserbaulichen Sofortmassnahmen wurden so konzipiert, dass die gefährdeten Gebiete entlang der Gerinne für die Übergangszeit bis zur Realisierung des vorliegenden Massnahmenkonzeptes gegen ein 20- bis 30-jährliches Ereignis vollständig geschützt sind. Wo immer möglich wurden die Massnahmen so ausgeführt, dass sie als definitive Hochwasserschutzlösung übernommen werden können. Die Sofortmassnahmen werden im Herbst 2007 abgeschlossen.

#### 1.4 Schutzbauten

Die Engelbergeraa floss bis ins 16. Jahrhundert in regellosem Lauf mitten durch den Talboden und verursachte immer wieder Überschwemmungen und Übersarungen. Um das Jahr 1514 unternahm Abt Barnabas Bürki (1505 bis 1546) zusammen mit dem Talvogt Werny Knobler (Knobel) von Schwyz eine umfassende Korrektion des Aawassers<sup>1</sup>. Dem Fluss wurde auf 450 Meter Länge ein neues Bett gegraben und der heutige Lauf gegeben.

Weitere bedeutende Verbauungen erfolgten nach dem Hochwasser 1910.

Ebenfalls um das Jahr 1910 wurden am Dürrbach umfangreiche Verbauungen errichtet und in den folgenden Jahrzehnten im Einzugsgebiet (Dürrenwald) etwa 50 Hektar Wald aufgeforstet. In den Jahren 1904 bis 1912 wurden im Einzugsgebiet des Mehlbaches (Mittelgrüss) Wildbachsperrren, ein kurzes Stück Wildbachschale und über 3 km Entwässerungsgräben erstellt.

Abgesehen von diesen teilweise sehr alten Schutzbauten sind die Gewässer, vor allem die Engelbergeraa, grösstenteils unverbaut. Im Rahmen ihrer Wuhr- und Unterhaltungspflicht errichteten einzelne Anstösser kleinere Verbauwerke.

Das Unwetter August 2005 stellte für die Bachläufe und Schutzbauten einen „Überlastfall“ dar, insbesondere im Dürrbach und Bärenbach. Die vorhandenen Schutzbauten wurden beschädigt, teilweise sogar zerstört.

#### 1.5 Hydrologie und Hochwasserabfluss

##### Hochwasser-Abflusswerte

Die Hochwasser-Abflusswerte wurden aus einem im Jahr 1996 erstellten Bericht über den Zustand und die Risiken der Engelbergeraa übernommen und anhand der Beobachtungen beim Unwetter vom August 2005 nachgerechnet. Verlässliche Messungen zu Extremabflüsse liegen nicht vor, da der Hochwasserpegel bei den Bergbahnen während der Hochwasserspitze vom 22. August 2005 ausfiel.

Die für das Vorprojekt verwendeten Abflusswerte sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Bachlauf	Ort	HQ <sub>30</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]	EHQ [m <sup>3</sup> /s]
<b>Engelberger Aa</b>					
Eienwäldli	vor Zufluss Dürrbach	50	72	90	110
Dorf	Sandbrücke (Oertigen)	65	88	120	140
<b>Dürrbach</b>	bei Zufluss Engelberger Aa	35	41	55	70
<b>Mehlbach</b>	vor Zufluss Siebenquellen	10	14	19	28
	Murgang		60 bis 80		bis 120

<sup>1</sup> Aus der Vergangenheit von Kloster und Tal Engelberg, 1120-1970.

## Karstwasseraustritte

Die Hochwasserkatastrophe vom August 2005 zeigte eindrücklich, dass die verschiedenen Karstquellen im Tal Engelberg einen erheblichen Beitrag an die Hochwassermengen leisten. Diese Wasserzuflüsse wurden nach der Hochwasserkatastrophe August 2005 anhand der Hochwasserspuren abgeschätzt und sind in den aufgeführten Abflusswerten enthalten. Es sind dies:

- Löcherflue  $Q_{\max}$  (Maximalabfluss) = etwa 12 m<sup>3</sup>/s.
- Siebenquellen  $Q_{\max}$  = etwa 10 m<sup>3</sup>/s.
- Mülibrunnen und Grundwasser  $Q_{\max}$  = etwa 2 bis 5 m<sup>3</sup>/s.

Eventuell war der Karstabfluss gegenüber dem Oberflächenabfluss zeitlich leicht verschoben.

## 1.6 Geschiebetechnische Erkenntnisse

### Engelbergeraa:

Der erwähnte Bericht von 1996 zur Zustands- und Risikoanalyse enthält auch Angaben zum Geschiebeanfall. Diese Abschätzung wurde nach der Hochwasserkatastrophe August 2005 überprüft und präzisiert.

Während eines grossen Hochwassers stammt das meiste Geschiebe aus dem Oberlauf der Engelbergeraa. Dieser Geschiebeeintrag wurde für die Dimensionierung des Geschiebesammlers Bannwald abgeschätzt und ergab ein maximales Geschiebeaufkommen von 80 000 bis 128 000 m<sup>3</sup> bei einem 300-jährlichen Hochwasserereignis (HQ<sub>300</sub>).

Die geschiebetechnischen Untersuchungen zeigen ferner eine latente Auflandungstendenz in der Flachstrecke von der Mündung des Dürrbachs bis zum Eugensee. Das Geschiebetransportvermögen bei einem HQ<sub>300</sub> beträgt hier noch 5 000 bis 15 000 m<sup>3</sup> (je nach Korngrösse), die Folge sind Verlandungen im Gerinne. Bei grossen Hochwasserereignissen wie im August 2005 können diese Auflandungen ein grosses Ausmass annehmen und massive Wasseraustritte aus dem Flussbett verursachen.

### Dürrbach/Bärenbach:

Das Geschiebeaufkommen aus dem Dürrbach und Bärenbach ist aufgrund der zahlreichen geschiebelosen Karstquellen und des eher geringen Geschiebepotenzials von Natur aus geringer. Auch wird das Geschiebe durch den grossen Geschiebesammler Horbisseeli praktisch vollständig aufgefangen. Aus den Siebenquellen und dem Melbach gelangen künftig ebenfalls nur unbedeutende Geschiebemengen in die Engelbergeraa, da das Geschiebe des Mehlbaches zum Schutz des dortigen Überflutungsgebietes zurückgehalten werden muss.

Insgesamt dürfte der Geschiebeeintrag bei einem 100- bis 300-jährlichen Ereignis an der Mündung des Dürrbachs in die Engelbergeraa maximal etwa 1 000 bis 2 000 m<sup>3</sup> betragen und somit deutlich unter dem Geschiebeaufkommen der Engelbergeraa liegen.

### Mehlbach:

Das Geschiebe des Mehlbaches stellt ein sehr hohes Gefahrenpotenzial für das Siedlungsgebiet Chilchbüel dar, das an seinem Kegelhals liegt. Gemäss Gefahrenkarte ist mit Murgängen zu rechnen – ein Szenario, das beim Ereignis von 2005 nicht eintrat. Beim Auftreten von lokalen Gewittern in der Stärke von Sachseln 1997 oder Grossteil 2003 können jedoch entsprechende Murgänge eintreten.

Bei einem 100-jährlichen Ereignis (lokales Gewitter) beträgt das Gesamtvolumen etwa 3 000 m<sup>3</sup>, bei einem 300-jährlichen Ereignis sind gar 6 000 m<sup>3</sup> bis 7 000 m<sup>3</sup> möglich. Grosse Teile des Quartiers Chilchbüel liegen daher in der roten Gefahrenzone.

## 1.7 Gerinnehydraulik und Überflutungsmodellierung

### 1.7.1 Schluckvermögen der Gerinne

Für die hydraulische Berechnung des Flussgerinnes der Engelbergeraas und des Dürrbachs wurde ein hydraulisches 1d-Modell (Staukurvenmodell) erstellt und für 30- und 300-jährliche Abflüsse (HQ<sub>30</sub> und HQ<sub>300</sub>) durchgerechnet.

#### Engelbergeraas:

Das Resultat der Staukurvenberechnung zeigt, dass selbst ohne Auflandungen der Gerinnesohle das Schluckvermögen des Aawassers teilweise bei weitem nicht genügt. Das Wasser kann teilweise bereits ab HQ<sub>30</sub> aus dem Gerinne austreten, vor allem vom Gewerbegebiet Eien bis zur Mündung des Dürrbachs, vom Sportcenter bis zum Parkplatz (samt Rohrbrücke), bei der Brücke der Gerschnistrasse, dem anschliessenden Abschnitt entlang der Bergbahnen und bei der Wasserfassung des Eugenisees. Beim einem HQ<sub>300</sub> zeigt das Modell grossflächige massive Wasseraustritte und Überflutungen, analog zur Hochwasserkatastrophe 2005.

Die geringe Geschiebetransportkapazität des Gerinnes im Bereich der Flachstrecke zwischen Einmündung Dürrbach und Eugenisee verschlechtert das Schluckvermögen des Aawassers zusätzlich durch Auflandungen.

Engpässe in der Abflusskapazität ergeben sich zudem durch Lawinenniedergänge, wenn die Schneeablagerungen bis in das Flussgerinne vorstossen und den Gerinnequerschnitt verstopfen. Nachfolgendes Tauwetter kann zu einer kritischen Situation führen. Solche Szenarien sind im Bereich Eienwäldi mehrmals eingetreten.

#### Dürrbach:

Ein HQ<sub>30</sub> findet im Gerinne des Dürrbaches problemlos Platz. Bei einem HQ<sub>300</sub> bestehen bedeutende Kapazitätsprobleme bei den Brücken Oberbergstrasse und Wasserfallstrasse und in den darunter liegenden Gerinneabschnitten. Die Folge sind Ausbrüche und Abflüsse in Richtung Dorf.

#### Mehlbach:

Der Bachlauf des Mehlbaches ist entlang des gesamten Chilchbüel-Quartiers ausreichend für ein bis zu 50-jährliches Ereignis ohne Murgangabfluss.

Bei grösseren Abflüssen und bei Murgängen genügt die Kapazität des Gerinnes teilweise bei weitem nicht. Die Folge sind Ausbrüche von Murstössen in die direkt am Gerinne liegenden Liegenschaften im Chilchbüel.

### 1.7.2 Verklausung durch Treibholz

#### Engelbergeraas:

Neben der ungenügenden Abflusskapazität führen die tief liegenden Brücken zu einem erheblichen Verklausungsrisiko durch Treibholz. Dieses Szenario trat bei der Hochwasserkatastrophe 2005 an mehreren Stellen ein.

#### Dürrbach/Bärenbach:

Im Dürrbach und Bärenbach ist die Schwemmholzproblematik weniger ausgeprägt als in der Engelbergeraas. Ein bedeutender Teil des Abflusses stammt hier von Karstwasseraustritten und durchfliesst nur kurze, grobblockige Abschnitte, bevor es in die stark verbauten Teile des Gewässers mündet. Der besonders kritische Abschnitt zwischen Löcherflüh und dem Geschiebesammler Grotzenwäldli wurde im Rahmen der wasserbaulichen Sofortmassnahmen bereits definitiv verbaut.

#### Mehlbach:

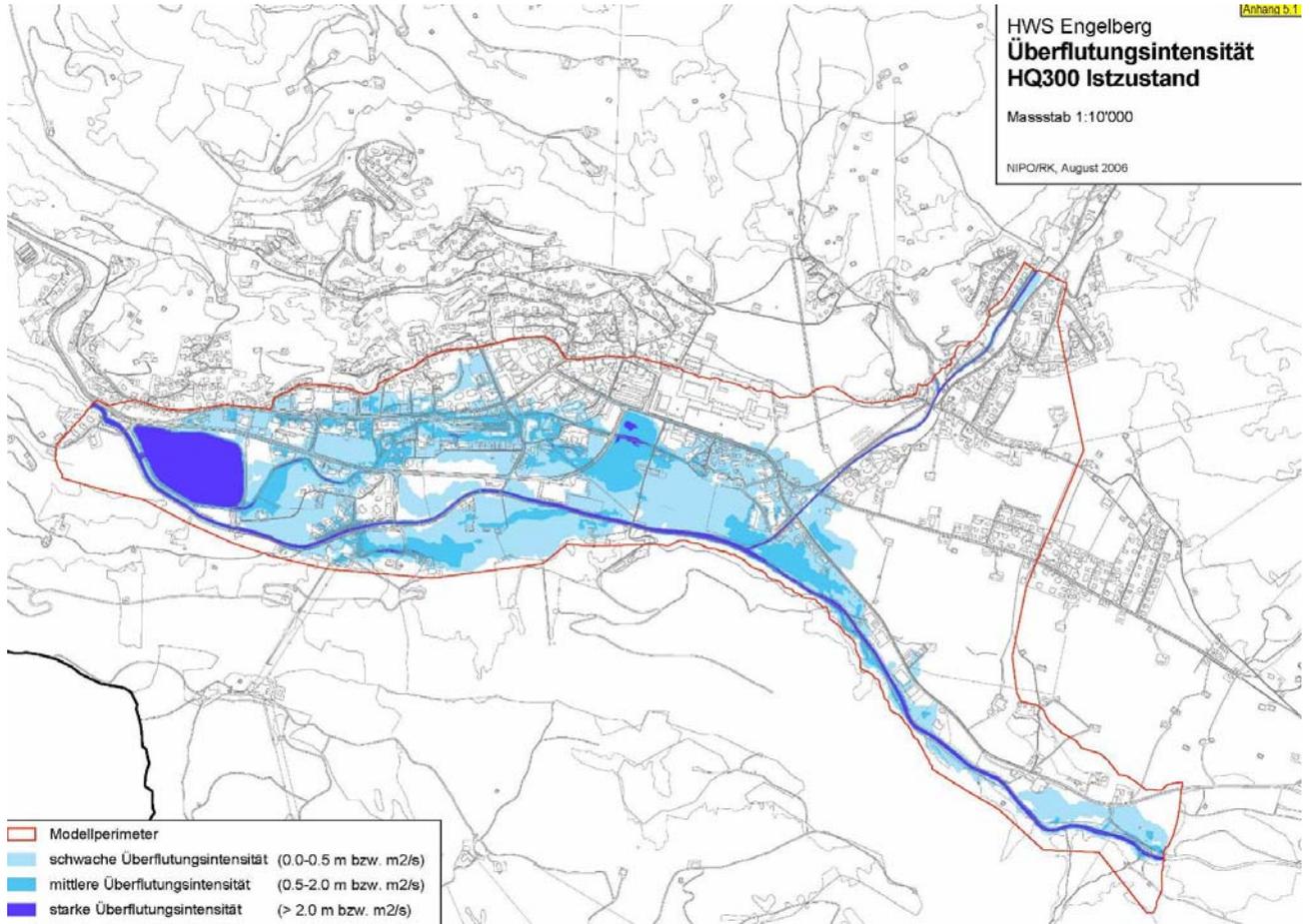
Im Mehlbach ist Schwemmholz vor allem im Zusammenhang mit Murgängen zu erwarten. Eine aus wasserbaulicher Sicht ungünstig angelegte Erschliessungsstrasse oberhalb des Chilchbüels fördert die Verklausungsgefahr an insgesamt drei knappen Brückenübergängen.

### 1.7.3 Überflutungsberechnungen 2D für den Istzustand

Zur Ermittlung der Überflutungen im Ist-Zustand wurde ein zweidimensionales hydraulisches Computermodell erstellt. Dieses umfasst den ganzen Talboden vom Bannwald bis zum Anfang der Aaschlucht unterhalb des Eugenisees. Der Talboden entlang des Dürrenbachs wurde bis zum Geschiebesammler Grotzenwäldli modelliert. Für die Eichung des Modells wurde ein Berechnungsdurchgang mit dem  $HQ_{30}$  durchgeführt.

Die Überflutungsberechnung erfolgte mit der Ganglinie des  $HQ_{300}$ . Die Zuflüsse der Engelbergeraas, des Dürrbachs und der Siebenquellen wurden zeitlich so gesteuert, dass sich im Unterlauf der Engelbergeraas die massgebende Abflussspitze von  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  ergab.

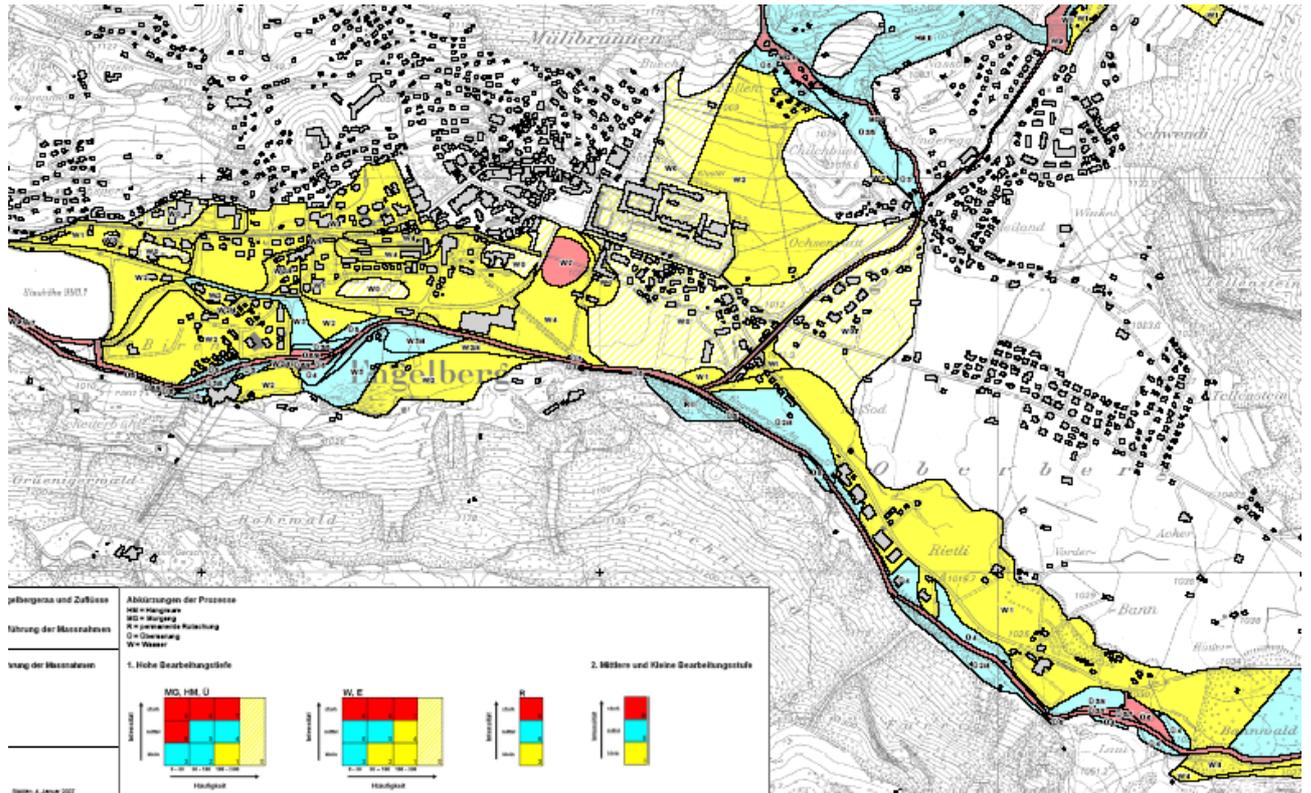
Diese Berechnungen sind vor allem für die Abschätzung der Überflutungsflächen und Hochwasserrisiken nach Ausführung der Massnahmen von zentraler Bedeutung.



Das Modell gibt im Wesentlichen das Überflutungsbild des Ereignisses vom August 2005 wieder.

### 1.8 Gefahrenkarten vor Ausführung der Massnahmen

Die Hochwasserkatastrophe vom August 2005 bestätigte die Beurteilungen der im Jahr 2001 erstellten Gefahrenkarte „Hochwasser/ Wildbachprozesse Engelberg“ bezüglich der Schwachstellen, Ausbruchstrecken und Überflutungsflächen. Die Intensitäten der Wildbach- und Hangmurenprozesse wurden in der Gefahrenkarte stellenweise unterschätzt. Die Gefahrenkarte wurde nach dem Ereignis vom August 2005 deshalb an einigen Stellen angepasst. Sie ist nachfolgend als Ausschnitt der wichtigsten Gebiete (Dorf Engelberg, Mehlbach) dargestellt:

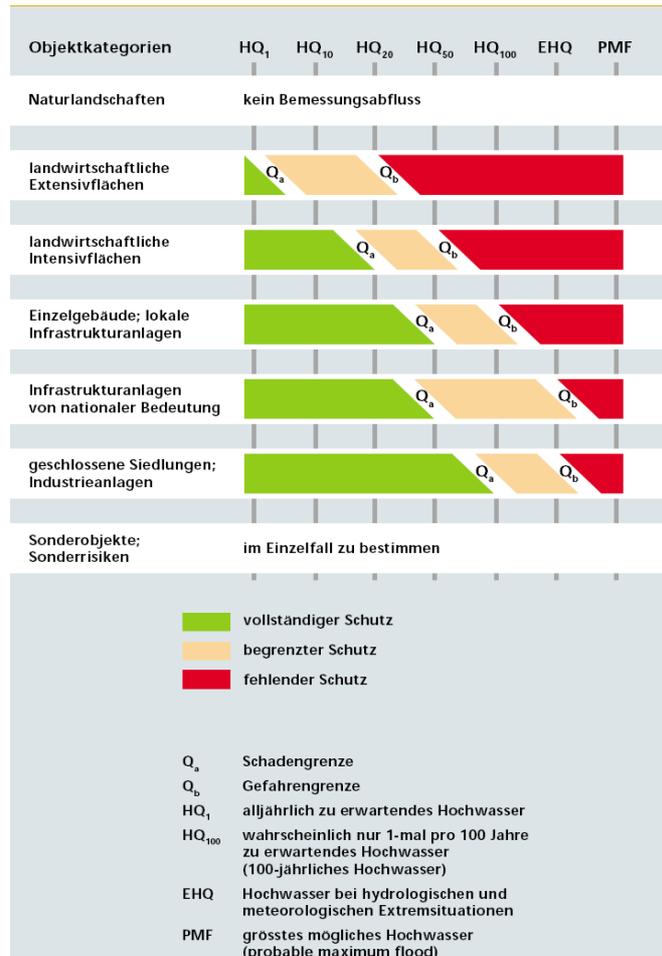


## 2. Schutzziele, Risikoanalyse und Projektziele

### 2.1 Schadenpotenzial/Schutzziele und Schutzdefizite

#### Schutzziele

Die Schutzziele wurden in Anlehnung an die Vorgaben des Bundes festgelegt („Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren“, BUWAL 1999 und „Hochwasserschutz an Fließgewässern“, BWG 2001). Sie beschreiben den Grad des angestrebten Schutzes in Abhängigkeit vom Schadenpotenzial (Objektkategorien).



Schutzziele gemäss Vorgaben des Bundes (BAFU, Hochwasserschutz an Fließgewässern, 2001)

Für geschlossene Siedlungen samt Talstation der Bergbahnen soll bei einem HQ<sub>100</sub> ein vollständiger Schutz gewährleistet werden. Bei Hochwasser HQ<sub>300</sub> sollen nur schwache/mittlere Intensitäten möglich sein. Insgesamt richten sich die Schutzziele nach den Vorgaben des Bundes.

#### Schutzdefizite

Die Differenz zwischen heutiger Gefährdung und dem angestrebten Schutzgrad gemäss Schutzziele wird als Schutzdefizit bezeichnet. Es bestehen folgende Schutzdefizite:

#### **Mittlere bis grosse Schutzdefizite**

*durch die Engelbergeraa gefährdete Gebiete:*

Geschlossene Siedlung im untern Dorfteil (Gebiet Biren und Bergbahnen) und untere Hälfte des Gewerbegebiets entlang der Wasserfallstrasse; Streusiedlung im Gebiet Rohr und in der Vordersten Eien.

*durch Mehlbach gefährdete Gebiete:*  
Gesamtes Chilchbuel-Quartier.

In diesen Gebieten sind hohe Sachschäden schon bei 30-jährlichen Ereignissen zu erwarten. Auch Personenschäden können nicht ausgeschlossen werden und müssen am Mehlbach auch innerhalb von Gebäude (Murgang Mehlbach ab Jährlichkeit 100) befürchtet werden.

### **Geringe bis mittlere Schutzdefizite**

*Betroffene Gebiete:*

Geschlossene Siedlung im Dorfzentrum und im untern Dorfteil entlang des Erlenbachs, hintere Hälfte des Gewerbegebietes; übrige Streusiedlungen im Überflutungsgebiet der Engelbergeraas und des Mehlbachs.

An diesen Stellen sind ab 100-jährlichen Ereignissen sehr hohe Sachschäden zu erwarten. Personenschäden sind vor allem ausserhalb von Gebäuden möglich.

### **Geringe Schutzdefizite**

Geringe Schutzdefizite bestehen vor allem für das Landwirtschaftsgebiet im Überflutungsbereich der Engelbergeraas ab etwa HQ<sub>20</sub>, in der vordersten Eien und in der Biren oberhalb des Eugenisees.

## **2.2 Risikoanalyse/Gefährdungsnachweis**

Nach der Methode der Wegleitung *Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren (Umwelt-Materialien BUWAL 107 I + II, 1999)* wurde auch eine rechnerische Risikoanalyse durchgeführt. Dabei wird die theoretische jährliche Schadenerwartung für das 30-, 100- und 300-jährliche Schadenereignis berechnet und aufsummiert. Als Grundlage dienen die angepasste Gefahrenkarte, die Objektkategorienkarten des Kantons Obwalden und die Schadenerwartungswerte der erwähnten Wegleitung.

Die Analyse zeigt, dass die im Überflutungsgebiet liegende Siedlungsfläche und Sonder Risiken im Bereich Sportcenter (Kunsteisbahn, Ammoniak) und die Anlagen der Bergbahnen das Risiko massgeblich beeinflussen:

Bei HQ <sub>30</sub>	beträgt das jährliche Schadensrisiko	etwa Fr. 346 500.–
Bei HQ <sub>100</sub>	beträgt das jährliche Schadensrisiko zusätzlich	etwa Fr. 857 522.–
Bei HQ <sub>300</sub>	beträgt das jährliche Schadensrisiko zusätzlich	etwa Fr. 564 001.–
Total beträgt das jährliche Schadenrisiko		etwa Fr. 1 768 023.–

Das jährliche Todesfallrisiko wurde nicht berechnet oder quantifiziert.

## **2.3 Projektziele**

### **2.3.1 Schutz gegen Naturgefahren**

Die Schutzdefizite bezüglich Sachrisiken sollen gemäss den oben erwähnten Schutzzielen, die Personenrisiken ganz eliminiert werden. Es werden alle relevanten Gefahrenprozesse berücksichtigt und es dürfen keine zusätzlichen Gefahren geschaffen werden. Der Überlastfall und die Restgefährdung sind auf Gebiete zu konzentrieren, in denen nur kleiner Schaden entstehen kann. Einzelgebäude in diesen Gebieten werden mit geeigneten Objektschutzmassnahmen geschützt. Die Massnahmen, der Objektschutz und die Notfallplanung greifen optimal ineinander.

### **2.3.2 Gerinnegestaltung/Wasserbau**

Vorhandene landschaftliche und technische Voraussetzungen werden im Schutzkonzept berücksichtigt. Die Linienführung der Engelbergeraas wird optimiert (hydraulisch steter Abfluss und Geschiebetransport). Die Kapazität des vorhandenen Gerinnes der Engel

bergeraa wird durch gezielten Ausbau erhöht. Die bestehende Topografie wird für die Anordnung der Überlastkorridore ausgenutzt. Grobgeschiebe und Holz werden in einem Holz- und Geschieberückhalt zurückgehalten bzw. kontrolliert. Entlang der Wasserläufe wird ein genügend bemessener Gewässerraum ausgeschieden und gesichert.

### **2.3.3 Kosten**

Es wird eine gute Kosten-Wirksamkeit und ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis der Massnahmen angestrebt. Es sollen Verbausysteme angewandt werden, deren Unterhaltskosten nach dem Bau der Massnahmen in angemessenem Rahmen ausfallen.

### **2.3.4 Wald- und Landwirtschaft**

Die Beanspruchung von Wald und landwirtschaftlicher Nutzfläche soll so gross wie notwendig, aber so klein wie möglich gehalten werden. Aus den Massnahmen und den Geländeadaptierungen sollen möglichst keine bedeutenden Bewirtschaftungsnachteile resultieren.

### **2.3.5 Landschaft/Ökologie**

Das Landschaftsbild soll aufgewertet werden. Naturnahe Lebensräume werden erhalten, neu geschaffen und vernetzt. Das Ortsbild soll nicht beeinträchtigt, sondern bereichert werden. Natürliche Gegebenheiten werden möglichst in das Massnahmenkonzept einbezogen. Das Auengebiet von nationaler Bedeutung „Alpenrösli – Herrenrüti“ ist zu erhalten.

### **2.3.6 Nutzungsinteressen**

Die Grundwasserfassung im Bannwald darf nicht tangiert werden. Der Betrieb touristischer Anlagen wird nicht beeinträchtigt. Die Naherholung erfährt eine Aufwertung. Landwirtschaftliche Parzellen werden möglichst nicht beeinträchtigt. Die Benutzbarkeit der Verkehrswege wird gewährleistet. Wo möglich sollen im Zusammenhang mit dem Projekt Synergien zu neuen Erschliessungsmöglichkeiten genutzt werden (z.B. Parkplätze Bergbahnen).

## **2.4 Information/Kommunikation**

Die Bauherrschaft legt Wert auf einen frühen Einbezug der betroffenen Grundeigentümer und auf zeitgerechte, dem Projektstand angemessene, Information der Anstösser und weiterer Interessierten. Diesem Zweck dienen persönliche Vororientierungsgespräche mit den betroffenen Landbesitzern und Orientierungsversammlungen für die breite Öffentlichkeit.

## **3. Variantenstudium und Massnahmenkonzepte**

### **3.1 Variantenstudium**

Im Rahmen des Vorprojekts wurden an allen Gewässerabschnitten verschiedene Verbauvarianten geprüft. Bedeutende Schlüsselstellen des Variantenstudiums waren:

#### **Engelbergeraa:**

##### ***Standort des Geschiebesammlers und Anzahl Geschiebesammler***

Nebst einem Geschiebesammler im Gebiet Bannwald standen Sammlerstandorte weiter hinten im Tal (Hasenplätz, Stalden, Schleggen) zur Diskussion und es wurde auch eine Staffelung von Sammlern geprüft. Ein einziger Geschiebesammler am Standort Bannwald erweist sich wegen seiner Wirkung (Lage, vorhandenes Längsgefälle, Platzverhältnisse) und der Kosten als beste Lösung. Würde der Sammler weiter nach hinten verlegt, müsste unterhalb des Sammlers eine entsprechend längere Gerinnestrecke ausgebaut werden. Pro km Gerinneausbau muss mit fünf Millionen Franken Mehrkosten gerechnet werden.



Foto Lage des Geschiebesammlers Bannwald. Darstellung auf einer Luftaufnahme vom 23. August 2005. Man erkennt, dass die Engelbergeraas genau an dieser Stelle die natürliche Tendenz hat, Geschiebe abzulagern.

### ***Schutzziel, Dimensionierungswassermenge und Überlastfallregelung beim Eugenissee:***

Im Vorprojekt war für den Abschnitt unterhalb der Siedlung Biren/Bergbahnen ursprünglich ein Gerinneausbau auf ein HQ<sub>30</sub> vorgesehen. Bei einem Überlastfall >HQ<sub>30</sub> sollten die Abflüsse rechtsseitig in Richtung Eugenissee erfolgen. Die Werke *ewl (energie wasser luzern)* und *EWN (Kantonales Elektrizitätswerk Nidwalden)* forderten ein Schutzziel und einen Ausbau auf HQ<sub>300</sub> und die Bewältigung des Überlastfalles linksseitig entlang des Hanges. Sie begründeten ihre Forderungen insbesondere mit der Versorgungssicherheit und den ökologischen Folgen der Verschlammung/Spülung des Sees. Zusammen mit den zuständigen Bundes- und Kantonsvertretern wurde ein Gerinneausbau auf ein HQ<sub>100</sub> und eine rechtsseitige Ableitung des Überlastfalles vorgesehen.

### **Mehlbach:**

#### ***Geschiebe- und Murgangrückhalt, Überlastfall gegen die Ochsenmatt:***

Varianten, mit denen die Murgänge links an der Siedlung Chilchbüel im bestehenden Gerinne abgeleitet werden können, mussten aus Platzgründen verworfen werden. Für den Standort des Geschiebesammlers wurde aus drei Varianten jene gewählt, welche keine überbauten Grundstücke tangiert. Die Ableitung von Wasser und Geschiebe im Überlastfall ist aus Platzgründen nur rechtsseitig in Richtung Ochsenmatt möglich.

Die Erschliessung für den Bau und Unterhalt des Geschiebesammlers wurden insgesamt in fünf Grobvarianten geprüft. Die Wahl fiel schliesslich auf eine rekultivierbare Zufahrtspiste über die Ochsenmatt.

### **Dürrbach:**

#### ***Lage und Richtung des Überlastfallkorridors:***

Der Dürrbach liegt gegenüber dem umliegenden Gelände leicht erhöht. Einmal ausgetretenes Wasser kann im Überlastfall deshalb nicht mehr in den Lauf des Dürrbachs selber zurückgeführt werden. Überlast-Abflussvarianten rechts des Dürrbachs entlang der Wydenstrasse und der Ochsenmatt mussten verworfen werden, weil grössere Siedlungsgebiete tangiert würden.

### 3.2 Massnahmenkonzepte

Aufgrund des Variantenstudiums wurden die folgenden Massnahmenkonzepte gewählt:

#### **Engelbergeraa:**

- Bau eines ausreichend gross dimensionierten Geschiebe- und Schwemmholtzrückhaltes im Gebiet Bannwald/Eien;
- Vergrösserung und Sicherung der Gerinnequerschnitte vom Geschiebesammler Bannwald bis zur Schluchtstrecke unterhalb des Eugenisees und Ausbildung eines einheitlichen Längsgefälles;
- Regelung des Überlastfalles über die gesamte Länge vom Geschiebesammler Bannwald bis unterhalb des Eugenisees;
- Punktuelle Massnahmen zur Begrenzung der Geschiebemobilisierung oberhalb des Geschiebesammlers.

#### **Mehlbach:**

- Anordnung eines Geschiebe-, Murgang- und Holzrückhaltes direkt oberhalb der Siedlung Chilchbüel, ausgelegt auf die Geschiebefracht eines 100-jährlichen Murgangereignisses im Umfang von etwa 3 000 m<sup>3</sup>;
- Vergrösserung und Sicherung des bestehenden Gerinnes vom neuen Geschiebesammler bis zur Mündung des Mehlbachs in die Siebenquellen;
- Steuerung des Überlastfalles bei extrem seltenen Murgangereignissen nach rechts auf die Ochsenmatte.

#### **Dürrbach:**

- Kapazitätserhöhung der bestehenden Brücken bei der Oberberg- und Wasserfallstrasse;
- Regelung des Überlastfalles durch Ausbildung eines Abflusskorridors im Landwirtschaftsgebiet links des bestehenden Gerinnes.

#### **Bärenbach:**

- Gerinnevergrösserungen und -sicherungen im Gebiet Hinter Horbis/End der Welt;
- Steuerung des Überlastfalles beim Geschiebesammler Grotzenwäldli durch gezieltes Überfliessen des Dammes und Rückführung des Wassers ins Bachgerinne.

Nebst den bautechnischen Massnahmen sind raumplanerische Massnahmen, die Überwachung und der Unterhalt, sowie die Frühwarnung und Notfallplanung wesentliche Elemente zur Erreichung einer nachhaltigen Sicherheit.

## 4. Massnahmen des Vorprojekts

### 4.1 Massnahmen in der Engelbergeraa

#### 4.1.1 Geschiebe- und Holzrückhalt im Bannwald

Damit sich in der Zwischenstrecke Dürrbach – Dorf keine bedeutenden Auflandungen mehr ereignen, muss der Geschiebesammler Bannwald die überschüssige Geschiebefracht eines HQ<sub>300</sub> aufnehmen können. Unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge für unvorhergesehene Prozesse ist der Geschiebesammler daher auf 120 000 m<sup>3</sup> ausgelegt.

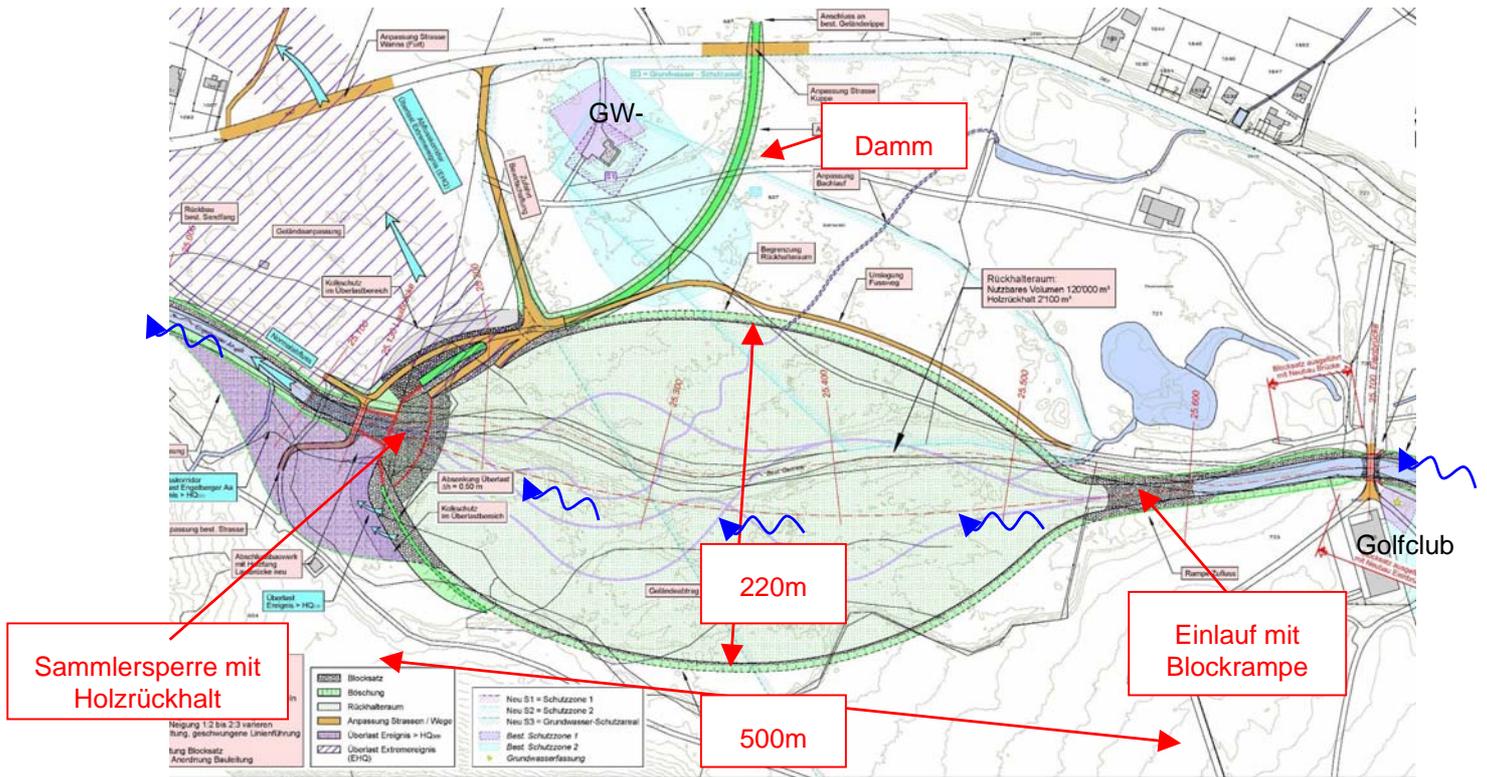


Abb. Situation des Geschiebesammlers mit hauptsächlichen Merkmalen zum Bauwerk. Vgl. auch Übersichtsfoto auf Seite 18

Damit sich das Geschiebe bei einem Grossereignis zuverlässig im Sammler abgelagert, ist ein Sohlen- und Verlandungsgefälle von 1,1 Prozent notwendig. Das bestehende Flussgerinne muss deshalb abgeflacht werden. Am vorderen Rand wird eine fünf Meter hohe Geschiebedosiersperre mit dahinterliegendem Holzrückhaltereichen gebaut. Gegen hinten wird die Sohle mit dem geforderten Längsgefälle ausgebaggert und am oberen Ende des Sammlers mit einer maximal vier Meter hohen Blockrampe gesichert.

Die für den Geschiebetrieb massgebende Sohlenbreite innerhalb des Sammlers muss etwa 70 Meter betragen. Das Bauwerk weist eine Gesamtlänge von zirka 500 Metern und eine Breite von maximal zirka 220 Metern auf. Seitlich wird der Geschiebesammler mit Blocksätzen begrenzt.

Auf der linken Seite stösst der Geschiebesammler an eine natürliche Hangbegrenzung; auf der rechten Seite wird zum Schutz des Grundwasser-Pumpwerks ein Schutzdamm angelegt.

#### 4.1.2 Ausbau und Sicherung der Engelbergeraas

##### Grundsätzliches

Die Engelbergeraas weist vom Geschiebesammler im Bannwald bis in die Schluchtstrecke unterhalb des Eugensees eine Länge von 4 km auf. Damit die geforderten Wassermengen sicher über diese Strecke abgeleitet werden können, ist über den gesamten Abschnitt eine Vergrößerung des Abflussquerschnittes notwendig.

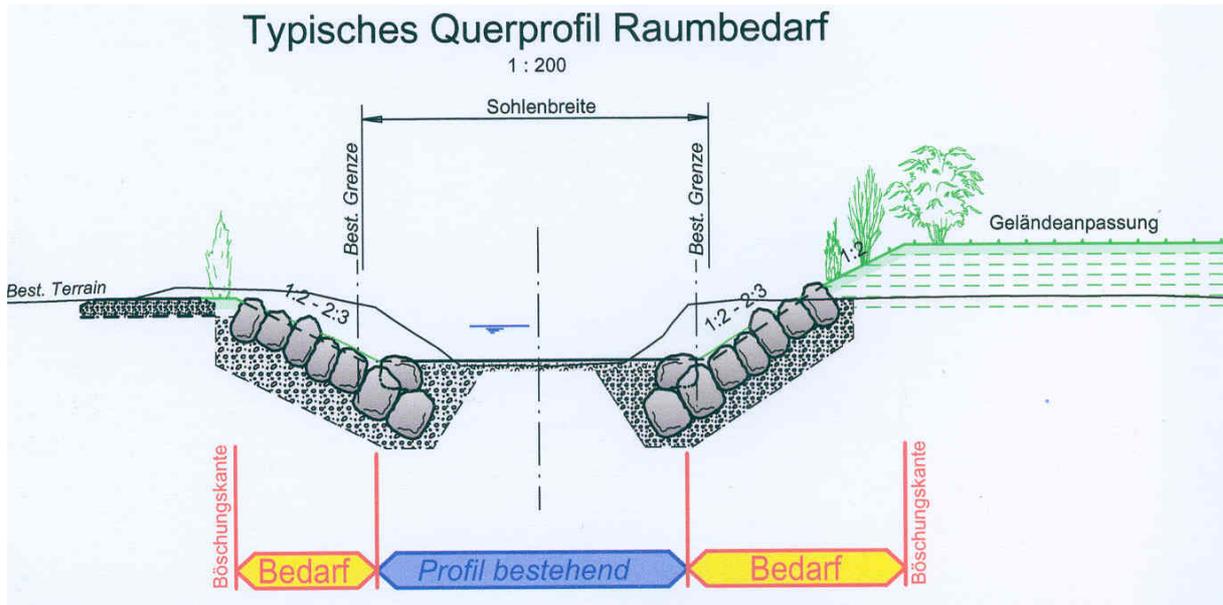


Abb. Normalprofil des Gerinneausbaus vom Geschiebesammler Bannwald bis in die Schluchtstrecke

Dies bedeutet fast überall eine Verbreiterung der Bachsohle (auf acht Meter bis zur Mündung des Dürrbachs, dann auf zehn Meter bis zum Eugenisee), verbunden mit einer Abflachung der Böschungen auf Neigungen 1:2 bis maximal 2:3 und einer Sicherung mit Blocksteinen. Es wird ein deutlich breiteres Abflussprofil geschaffen und gleichzeitig auch ein Teil des erforderlichen Gewässerraumes gesichert.

Die rechte Böschung wird auf der ganzen Länge bis zum unteren Rand des Siedlungsgebietes Biren gegenüber der linken Seite um einen Meter überhöht. Dadurch wird verhindert, dass das Gerinne im Überlastfall nach rechts in Gebiete mit hohem Schadenpotenzial ausbricht.

#### **Zusätzliche Massnahmen in einzelnen Abschnitten:**

##### ***Abschnitt Geschiebesammler Bannwald bis Mündung Dürrbach***

Beim direkt unterhalb des Geschiebesammlers liegenden ehemaligen Sandfang muss eine 1.60 Meter hohe Schwelle entfernt und die Sohle des Bachlaufes entsprechend abgesenkt werden.

Entlang des Campings Eienwäldli und der Gewerbezone sind die Platzverhältnisse wegen der aktuellen Nutzung und dem linksseitigen Berghang stellenweise sehr eng. An verschiedenen Stellen können dennoch linksseitig flache Geländeabschnitte in den Abfluss- und Gewässerraum integriert werden. Um eine Tiefenerosion der Sohle zu verhindern, werden alle 200 Meter Blockrampen eingebaut. Die Soodbrücke am unteren Rand des Gewerbegebietes muss neu gebaut werden.

##### ***Abschnitt Mündung Dürrbach bis Bänklialbrücke***

Diesem Abschnitt kommt zentrale Bedeutung zu, denn einerseits mündet hier der Dürrbach ein, der bei grossen Ereignissen 30 bis 40 Prozent zum Abfluss der Engelbergeraas beiträgt. Andererseits stellt die Bänklialbrücke eine Schlüsselstelle dar, an der das Wasser bei Extremereignissen wie 2005 in Richtung Dorf ausbrechen könnte.



Foto Schematische Darstellung der neuen Gerinnegestaltung im Abschnitt Dürrbach bis Bänklialpbrücke. Mit der Ausbildung einer Doppelbrücke wird erreicht, dass auch im Überlastfall der verhängnisvolle Ausbruch nach rechts in Richtung Erlenbach und Dorf nicht mehr möglich ist.

Die heute spitzwinklige Dürrbach-Mündung wird neu ausgerundet gestaltet. Ab der Dürrbachmündung wird das Gerinne kontinuierlich weiter nach rechts verlegt, so dass es im Bereich der Bänklialpbrücke um rund eine Gerinnebreite rechts des heutigen Flusslaufes zu liegen kommt. Dies ermöglicht, das bestehende Gerinne als Flachufer und Zwischenboden auszubilden, so dass die Engelbergeraas im Überlastfall die gesamte Breite in Anspruch nehmen kann. Die Bänklialpbrücke wird als Doppelbrücke gestaltet, wobei der Bach im Normalfall bis HQ<sub>300</sub> durch das rechte Brückenfeld fließt; das linke Feld ist für den Überlastfall vorgesehen.

#### **Abschnitt Bänklialpbrücke bis Brücke Gerschniweg**

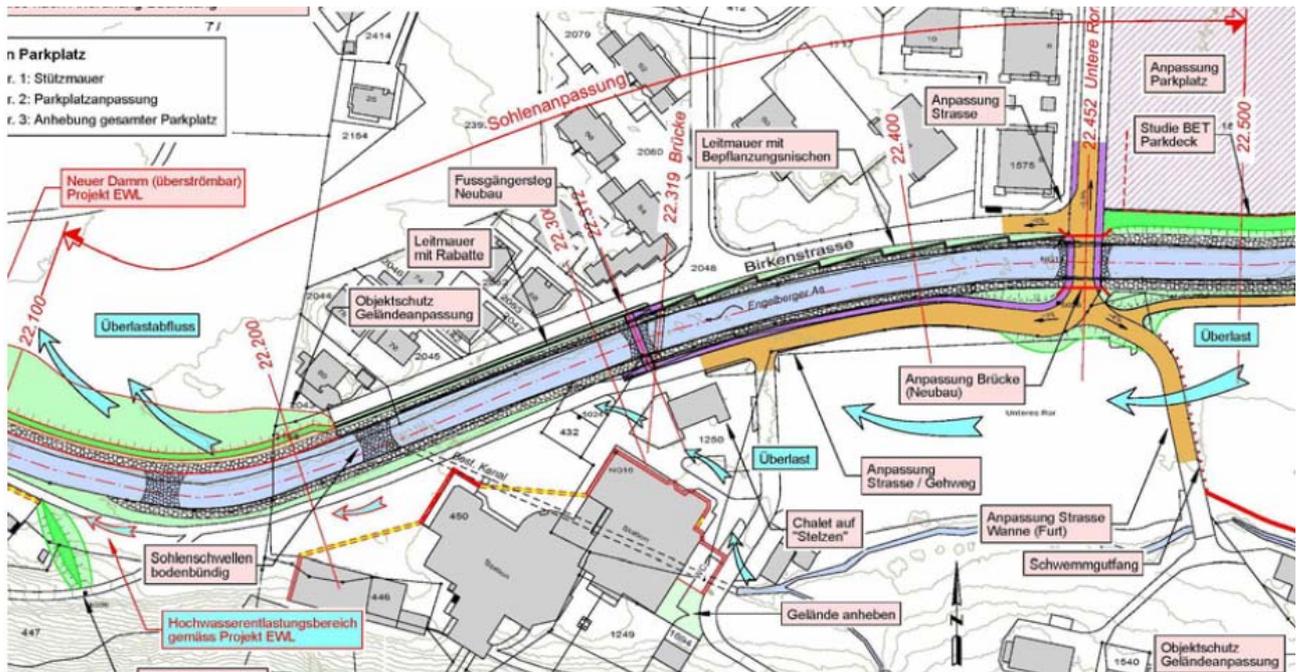
In diesem Bereich ist ab einem 100-jährlichen Ereignis eine linksseitige Entlastung in das Gebiet Rohr vorgesehen, wo alle Gebäude mittels Objektschutz vor den Auswirkungen geschützt werden.

Das bestehende linksseitige Strässchen zwischen den Bergbahnen und dem Ror muss aufgrund der Verbreiterung und Uferabflachung verlegt werden.

Ebenso ist ein Neubau der Brücke der Rohrstrasse beim EWO-Unterwerk erforderlich.

#### **Abschnitt Bergbahnen/Biren**

Die Möglichkeiten der Gerinnevergrößerung sind in diesem Abschnitt aufgrund der beidseitig des Bachs verlaufenden Strassen eingeschränkt.



Auf der rechten Seite (Birkenstrasse) wird an Stelle eines Blocksatzes eine Leitmauer errichtet. Sie kommt im Bereich des heutigen Trottoirs zu liegen. Der Überlastkorridor aus dem Gebiet Rohr muss rechtsseitig parallel zum Gerinne durch den Abschnitt geführt werden, die Platzverhältnisse sind im Bereich der Talstation aber sehr eng. Zudem steht das „Chalet“ der Bergbahnen mitten in diesem engen Korridor. Durch Anheben des Chalets und Objektschutzmassnahmen bei der Talstation sollen der Abfluss gewährleistet und das Schadenrisiko minimiert werden.

Kunstabauten: Die Brücken der Gerschnistrasse (Zufahrt Bergbahnen) und der Fussgängersteg müssen massiv (1.60 m, bzw. 1.0 m) angehoben werden damit die geforderten Wassermengen schadlos abgeführt werden können. Das bedingt grosse Anpassungen an den Zufahrten zu diesen Brücken und an den Einfahrten zu den umliegenden Liegenschaften. Im Rahmen laufender Studien zur Erschliessung und den Parkplatzverhältnissen wird auch eine Bergwärts-Verschiebung der Brücke geprüft.

### **Abschnitt Biren/Eugenisee**

Der Bach wird vom untern Ende der Siedlung in der Biren bis zum Fassungswerk des Eugenisees auf ein 100-jährliches Ereignis ausgebaut; dabei wird auch das linksseitige Strässchen (Aaweg) in den Abfluss integriert. Der rechtsseitige Damm wird überströmbar ausgebildet und kann bei 300-jährlichen Ereignissen überflossen werden.

Die Abflüsse im Überlastfall erfolgen nach rechts in Richtung Eugenisee, einzelne Gebäude und die Fassungsanlagen des Eugenisees werden mit Objektschutzmassnahmen geschützt.

Unterhalb der Fassungsanlagen erfolgt die Sicherung der Bachsohle und Böschungen mittels Blocksätzen. Der Gerinnequerschnitt ist hier grösstenteils ausreichend und muss nur vereinzelt angepasst werden.

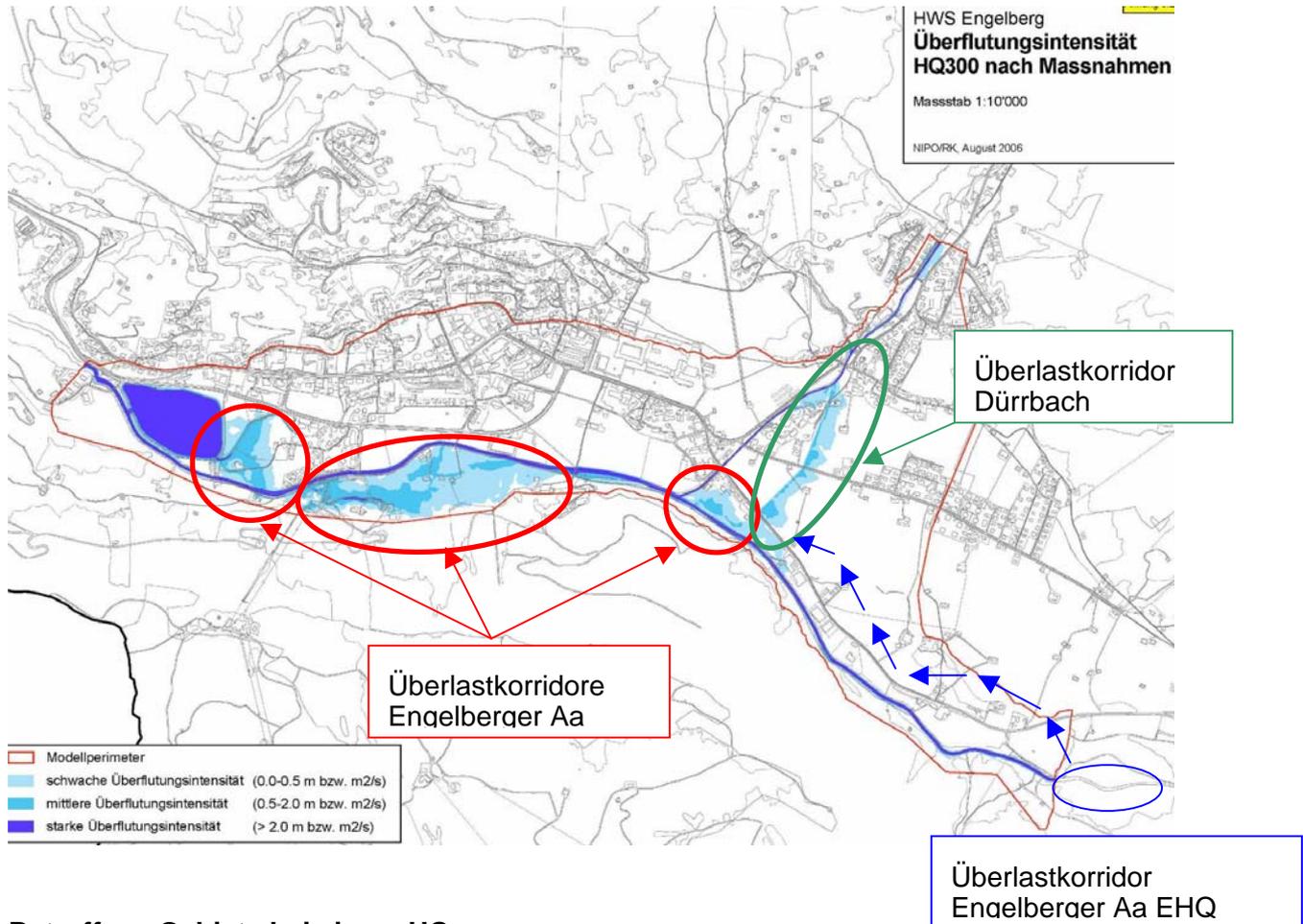
Die bestehende Brücke beim Fassungsbauwerk wird abgebrochen und 30 Meter talwärts neu erstellt.

### **4.1.3 Regelung des Überlastfalles Engelbergeraa**

Extremabflüsse, welche die Bemessung der Verbauungen deutlich überschreiten (sog. Überlastfall), werden kontrolliert über Gebiete abgeleitet, in denen kein grosses Schadenpotenzial vorhanden ist und die Schäden mittels Objektschutzmassnahmen minimiert werden können.

In diesen Überlastfallgebieten, die insbesondere Landwirtschaftsgebiet betreffen, werden keine eigentlichen Bachgerinne gebaut. Mittels Geländemodellierungen und Objektschutzmassnahmen wird der Wasserabfluss gelenkt und Schäden verhindert. Es sind keine Gehölz-Pflanzungen vorgesehen und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung wird nicht eingeschränkt. Schadenfälle sind zwar selten, meist wird die Sicherheit auch in diesen Gebieten im Vergleich zu heute verbessert. Da die Abflüsse durch die Überlastfallgebiete im Interesse der Allgemeinheit erfolgen, sollen Ertragsausfälle und Wiederherstellungen im Schadenfall dennoch zu Lasten der Allgemeinheit organisiert und finanziert werden.

Der Überlastfall der Engelbergeraa ist in der nachfolgenden Darstellung aufgezeigt. Sie stellt die Auswirkungen eines 300-jährlichen Abflussereignisses unter Berücksichtigung der vorgängig beschriebenen Verbaumassnahmen dar.



### Betroffene Gebiete bei einem HQ<sub>300</sub>:

Im Abschnitt Geschiebesammler Bannwald bis an den untern Rand des Gewerbegebietes (Eien) kann das 300-jährliche Ereignis aufgrund der flachen Böden links des Gerinnes im Bereich des Gewässerraumes bewältigt werden. Anschliessend sind die Gebiete Eien (1), Unteres und Oberes Rohr (2) und Biren (3) von Überschwemmungen im Überlastfall betroffen.

### Betroffene Gebiete bei einem EQ (Grösstmögliches Hochwasser):

Bei noch grösseren Extremereignissen ist beim Geschiebesammler eine Überlast nach rechts vorgesehen. Die Gebiete Eienwäldli/Gewerbezone werden rechts umflossen.

#### 4.1.4 Punktuelle Massnahmen zur Begrenzung der Geschiebemobilisierung oberhalb des Geschiebesammlers

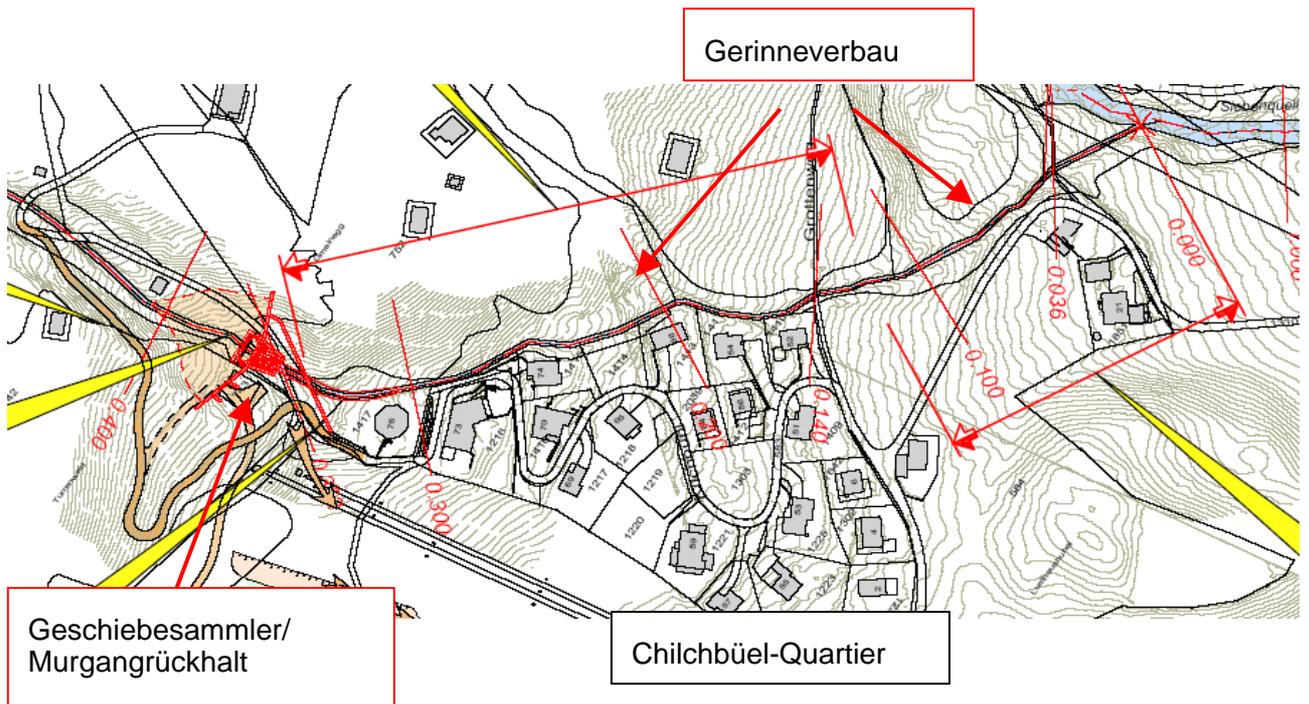
Oberhalb des Geschiebesammlers Bannwald sind keine durchgehenden Verbaumassnahmen mehr vorgesehen. An einzelnen problematischen Stellen werden massive Seitenerosionen oder grosse seitliche Ausbreitungen mit Hilfe von punktuellen Massnahmen (z.B. Bühnen) eingegrenzt.

### 4.2 Massnahmen im Mehlbach

#### 4.2.1 Geschiebe-, Murgang- und Schwemmholzurückhalt

Direkt oberhalb des gefährdeten Siedlungsgebietes ist in der Turrenplatte ein Geschiebesammler vorgesehen. Um die gemäss Projektanforderungen vorgesehenen 3 000 m<sup>3</sup> Material zurückzuhalten, ist im 22 Prozent steilen Gelände eine Frontsperre mit einer Gesamthöhe von 10 Metern notwendig, ihre Gesamtbreite beträgt zirka 50 Meter. Talseitig der Sperre werden mit einer Vorsperre und Seitenmauern ein Tosbecken ausgebildet. Zusätzlich ist ein Schwemmholzrechen vorgesehen. Die bestehende Erschliessung der Liegenschaft Gmeinegg muss verlegt werden.

Für den Bau und den Unterhalt des Geschiebesammlers ist der Bau einer neuen Erschliessung notwendig: Diese führt vom Gebiet Buechli über den obersten Bereich der Klostermatte zum Geschiebesammler. Nach Vollendung der Bauarbeiten wird die Erschliessung mit Ausnahme der beiden Fahrspuren wieder humusiert, sie soll später nur zu Unterhaltungszwecken benutzt werden.

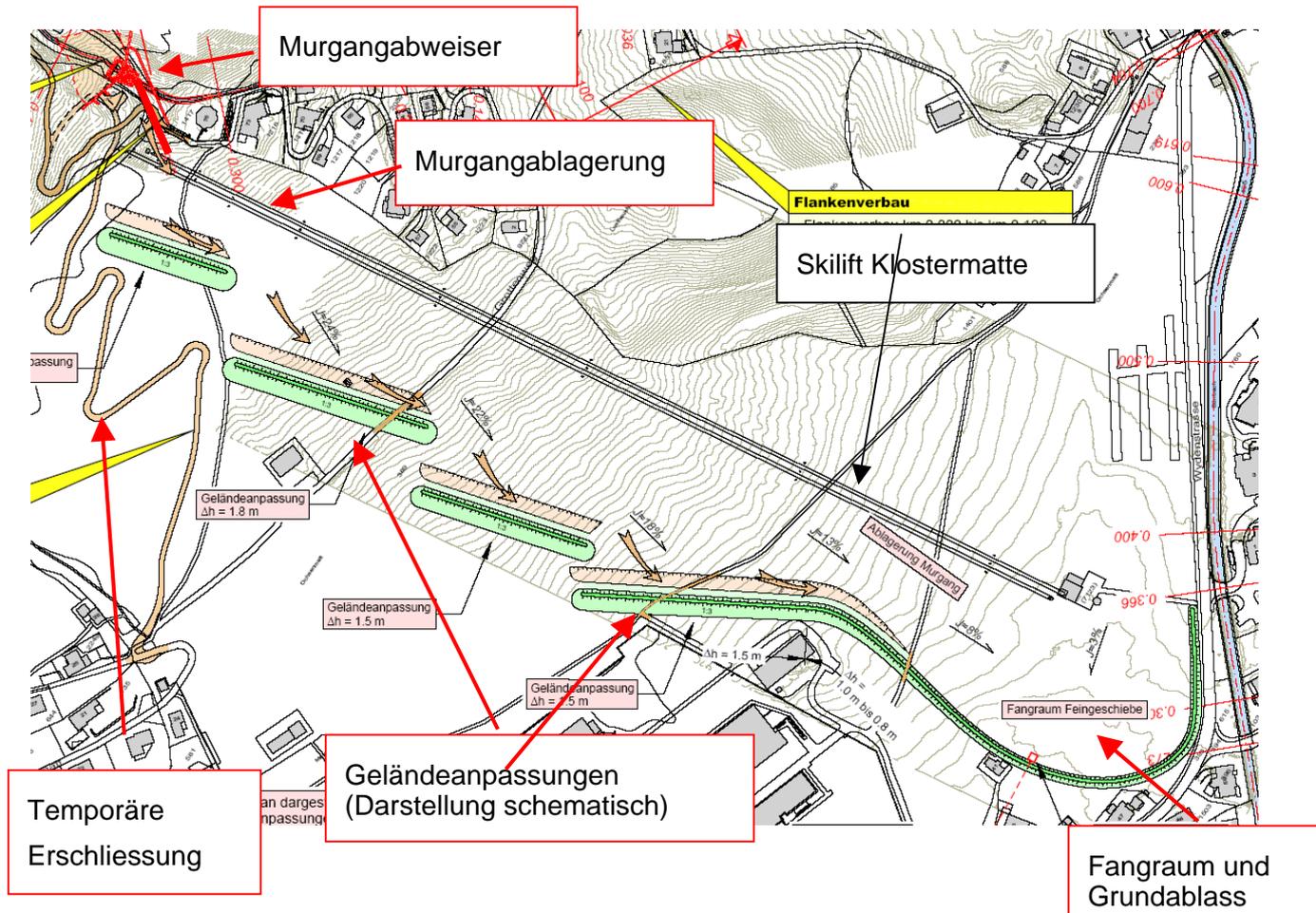


#### 4.2.2. Vergrösserung und Sicherung des Gerinnes

Unterhalb des Geschiebesammlers muss der Lauf des Mehlbaches vergrössert und über die gesamte Strecke bis zur Mündung in die Siebenquellen gesichert werden. Entlang des Siedlungsgebietes Chilchbüel erfolgt dies durchgehend mit einer in Beton verlegten Raubbettrinne, anschliessend wird die Sohle mit grossen Blockriegeln fixiert und die rechtsseitige Böschung durchgehend mit einem Blocksatz vor Erosion und Bachausbruch geschützt. Ab der Mündung in die Siebenquellen sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

### 4.2.3 Regelung des Überlastfalles

Der Überlastfall des Mehlbachs kann nicht entlang des bestehenden Bachlaufes bewältigt werden.



Deshalb wird direkt unterhalb des geplanten Sammlers ein Murgangabweiser schräg über das neue Gerinne des Mehlbachs erstellt, welcher vom Sammler nicht aufgenommenes Murgangmaterial nach rechts Richtung Klostermatte ablenkt.

Um das Kloster vor dem ausgeleiteten Überlastabfluss zu schützen, sind über die gesamte Klostermatte Terrainanpassungen notwendig, über die das Wasser und Feingeschiebe nach unten geführt werden. In der Senke am Talboden wird ein Auffangraum ausgebildet, wo sich das Feingeschiebe ablagert. Das Wasser wird über einen neu zu erstellenden Grundablass in den Erlenbach abgeleitet.

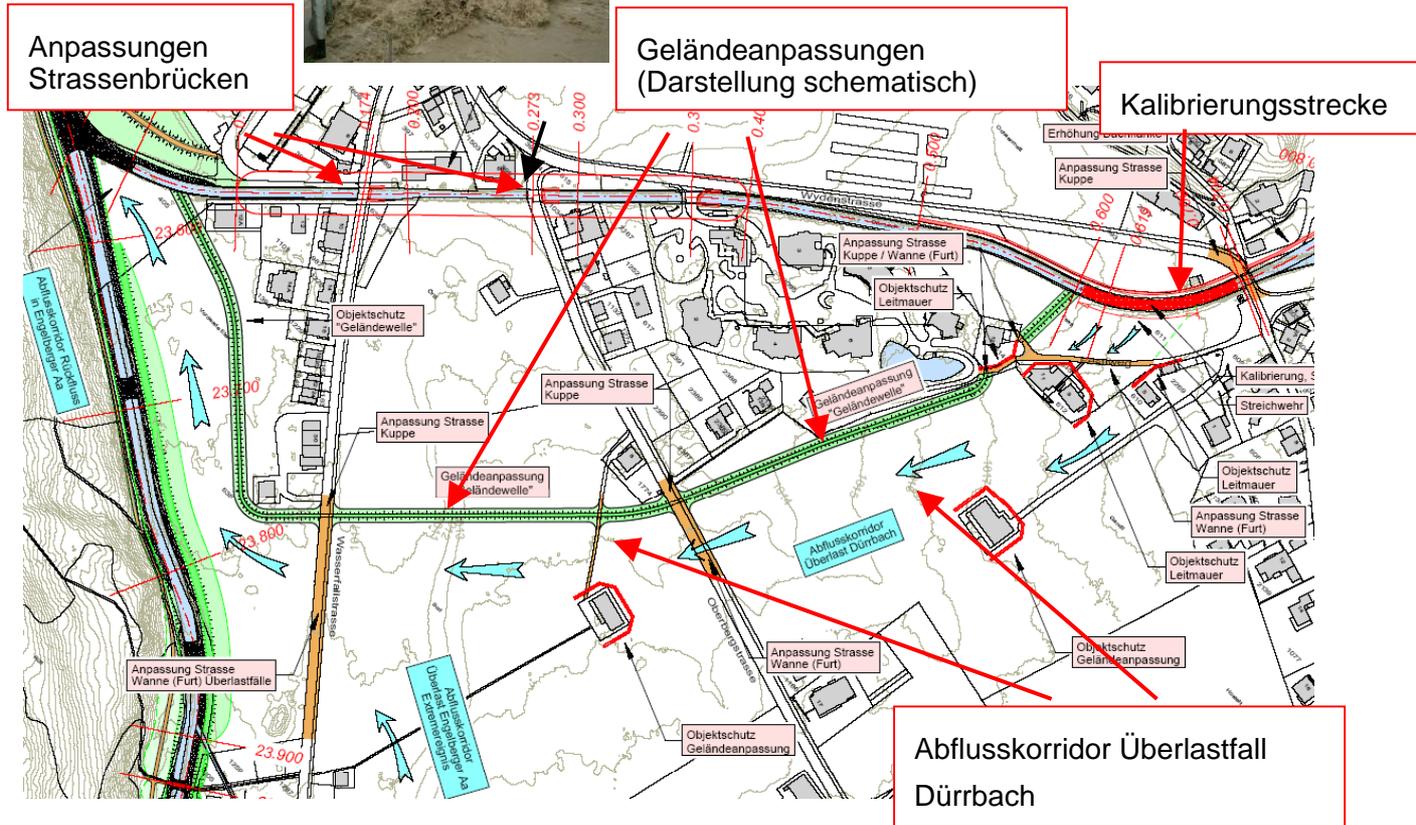
### 4.3 Massnahmen im Dürrbach

Die Massnahmen im Dürrbach beschränken sich auf die hydraulische Optimierung der Strassendurchlässe der Oberbergstrasse und der Wasserfallstrasse sowie die Regelung des Überlastfalles.

In der nachfolgenden Darstellung sind die Massnahmen im Dürrbach dargestellt:



Foto: Brücke Oberbergstrasse, 12. August 2003



Die Massnahmen sind darauf ausgerichtet, das Schluckvermögen des bestehenden Gerinnes (Kanal mit steilen Betonleitwerken) möglichst auszunutzen, um bei grösserem Zufluss einen unkontrollierten Kollaps zu verhindern.

In der Kalibrierungsstrecke im Anschluss an die Festbrücke wird die hohe Fliessgeschwindigkeit mit Hilfe einer sehr rau ausgebildeten Sohle reduziert und die heute stark überhöhte linke Böschung abgetragen. Sobald hier mehr Wasser durchfliesst als die weiter unten liegenden Brücken schlucken können, beginnt das Wasser nach links zu überfließen.

Das Wasser wird in einem breiten Korridor mittels Gelände- und Strassenanpassungen über den Talboden bis in das Gebiet Eien geführt, wo es über den Überlastkorridor des Aawassers vor der Dürrbachmündung wieder zurück ins Gerinne fliesst.

Auch im Überlastkorridor des Dürrbach werden sämtliche Gebäude mittels Objektschutzmassnahmen geschützt.

## 5. Kostenvoranschlag und Finanzierung

### 5.1 Kostenvoranschlag

Die ermittelten Realisierungskosten basieren auf Erfahrungswerten ähnlicher Bauten und Anlagen. Die Preisbasis ist Oktober 2006, samt 7,6 Prozent Mehrwertsteuer. Es werden folgende Kosten in Franken veranschlagt:

	in Fr.	in Fr.
<b>Massnahmen in der Engelbergeraai</b>		<b>25 640 000.–</b>
<b>Geschiebe- und Holzurückhalt Bannwald</b>		<b>5 435 000.–</b>
– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	2 940 000.–	
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	1 270 000.–	
– Landerwerb und Entschädigungen	69 000.–	
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	206 000.–	
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	950 000.–	
<b>Geschiebesammler Bannwald bis Mündung Dürrbach</b>		<b>4 755 000.–</b>
– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	3 306 000.–	
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	210 000.–	
– Landerwerb und Entschädigungen	107 000.–	
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	323 000.–	
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	809 000.–	
<b>Mündung Dürrbach bis und mit Bänklialpbrücke</b>		<b>4 340 000.–</b>
– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	2 675 000.–	
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	635 000.–	
– Landerwerb und Entschädigungen	125 000.–	
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	245 000.–	
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	660 000.–	
<b>Bänklialpbrücke bis und mit Brücke Gerschnistrasse</b>		<b>3 180 000.–</b>
– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	1 460 000.–	
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	876 000.–	
– Objektschutzmassnahmen	150 000.–	
– Landerwerb und Entschädigungen	55 000.–	
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	140 000.–	
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	499 000.–	
<b>Bergbahnen / Biren</b>		<b>3 680 000.–</b>
– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	1 600 000.–	

– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	590 000.–
– Objektschutzmassnahmen, Erhöhung Chalet	700 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	40 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	120 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	630 000.–

**Eugenisee / Untere Biren**

**2 065 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	1 320 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	75 000.–
– Objektschutzmassnahmen	165 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	45 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	135 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	325 000.–

**Überlastfallmassnahmen Engelbergeraai**

**1 190 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	530 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	100 000.–
– Objektschutzmassnahmen	165 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	50 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	140 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	205 000.–

**Punktuelle Massnahmen oberhalb Geschiebesammler**

**995 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	759 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	18 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	43 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	175 000.–

**Massnahmen Mehlbach**

**4 940 000.–**

**Geschiebe- und Holzurückhalt**

**2 790 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	356 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	1 115 000.–
– Erschliessung	860 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	45 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	110 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	304 000.–

**Vergrößerung und Sicherung des Gerinne** **1 040 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	680 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	105 000.–
– Objektschutzmassnahmen	
– Landerwerb und Entschädigungen	5 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	63 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	187 000.–

**Überlastfallmassnahmen Mehlbach** **1 110 000.–**

V Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	566 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	230 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	36 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	80 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	198 000.–

**Massnahmen Dürrbach** **900 000.–**

**Überlastfallmassnahmen Dürrbach** **900 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	215 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	240 000.–
– Objektschutzmassnahmen	200 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	7 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	95 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	143 000.–

**Massnahmen Bärenbach** **520 000.–**

**Überlastfallmassnahmen Bärenbach und Bärenbach Hinter Horbis** **520 000.–**

– Bauarbeiten Wasserbau und Erdbau	292 000.–
– Bauarbeiten Kunstbauten, Stahlbetonbauten	103 000.–
– Landerwerb und Entschädigungen	2 000.–
– Vorbereitung, Wiederherstellung, Bepflanzungen	30 000.–
– Unvorhergesehenes, Projektierung und Bauleitung	93 000.–

**Gesamtkosten Engelbergeraa und Zuflüsse** **32 000 000.–**

## 5.2 Finanzierung

Trägerschaft des vorliegenden Projektes ist die Einwohnergemeinde Engelberg. Die Finanzierung erfolgt im Rahmen der ab 1. Januar 2008 in Kraft tretenden NFA (Neuordnung der Finanzen und Aufgaben). Seit dem Unwetterereignis Sachseln von 1997 können an Wasserbauprojekte im Kanton Obwalden erhöhte Bundesbeiträge von 65 Prozent der anfallenden Kosten ausgerichtet werden. Im Jahr 2005 durchgeführte Abklärungen mit dem UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) ergaben, dass aufgrund des ausserordentlichen Investitionsbedarfs seit dem Hochwasser 2005 im Kanton Obwalden auch in den kommenden Jahren dieser Satz weiterhin angewendet werden könne. Auch Art. 2 Abs. 2 der zur Zeit in Vernehmlassung stehenden Wasserbauverordnung sieht Bundesbeitragssätze bis 65 Prozent vor in Fällen, in denen ein Kanton durch ausserordentliche Schutzmassnahmen erheblich belastet ist.

Mit dieser Vorgabe ergibt sich folgende Kostenaufteilung:

➤ Bund	65,0 Prozent	Fr.	20 800 000.–
➤ Kanton	16,5 Prozent	Fr.	5 280 000.–
➤ Gemeinde	10,3 Prozent	Fr.	3 296 000.–
➤ Restkosten (Gemeinde)	8,2 Prozent	Fr.	2 624 000.–

Das Projekt wurde an der Rechnungs-Talgemeinde vom 22. Mai 2007 einstimmig genehmigt und die entsprechenden Kredite zugesichert. Die Ausrichtung des Kantonsbeitrages ist im Rahmen des vorliegenden Antrages über alle Massnahmen des Vorprojektes vorgesehen. Die Beitragszusicherung des Bundes erfolgt etappenweise aufgrund des Bauprojektes.

## 6. Zielerreichung, Landbedarf und weitere Auswirkungen

### 6.1 Zielerreichung

#### 6.1.1 Verminderung von Naturrisiken

Sachrisiken durch Überschwemmungen, Übersarungen und Murgänge können durch die vorgesehenen Verbaumassnahmen gemäss den Schutzzielen vermindert werden. Mittels raumplanerischen Massnahmen sowie Unterhalts- und Notfallkonzepten wird sichergestellt, dass die Risiken nicht weiter anwachsen und Schäden im Ereignisfall zusätzlich vermindert werden. Personenrisiken werden durch die Massnahmen weitestgehend eliminiert.

#### 6.1.2 Nutzen-Kostenverhältnis

Unter Annahme einer Lebensdauer der Massnahmen von 100 Jahren und einer weitgehenden Eliminierung der ermittelten direkten jährlichen Risiken von 1.73 Millionen Franken, ergibt sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von mehr als fünf. Indirekte Risiken wie Produktionsausfälle oder das vorübergehende Ausbleiben von Gästen, sind hierbei nicht eingerechnet. Gemäss den Grundsätzen des Bundesamts für Umwelt (BAFU) über die Projektförderung ist das Projekt somit als wirtschaftlich einzustufen.

#### 6.1.3 Landschaft/Ökologie

Der Gewässerraum der Engelbergeraas und ihrer Zuflüsse wird erheblich vergrössert, bzw. der Raumbedarf Fließgewässer wird über das gesamte Gebiet eingehalten. Dies bedeutet eine massive Aufwertung der natürlichen Lebensräume. Eine ökologische Vernetzung wird sichergestellt. Durch die aufgezeigten Massnahmen werden mindestens 10 000 m<sup>2</sup> Flachuferzonen geschaffen. Der Schutz des Bodens, insbesondere der Kulturland, wird gewährleistet.

## **6.2 Landbedarf**

### **6.2.1 Landerwerb**

Es ist vorgesehen, die Landflächen gemäss technischem Raumbedarf zu den heute bereits die Engelbergeraa bildenden Parzellen zu erwerben. Die Landflächen werden von neutralen Schätzungsexperten bewertet und soweit möglich freihändig erworben. In einzelnen Fällen wird auch ein Landabtausch (Realersatz) geprüft. Der technische Raumbedarf ist im Vorprojekt mit etwa 26 150 m<sup>2</sup> ausgewiesen.

### **6.2.2 Entschädigungen und Dienstbarkeiten**

Der Ertragsausfall während der Bauzeit, die Bewirtschaftungerschwernisse und der Landverlust werden durch eine Kommission beurteilt und nach den üblichen Ansätzen in Form einer einmaligen Abgeltung in einem separaten Verfahren entschädigt. Dingliche Rechte werden mittels Dienstbarkeitsverträgen und entsprechendem Grundbucheintrag geregelt.

### **6.2.3. Vorverhandlungen**

Sämtliche Eigentümer der betroffenen Parzellen wurden durch die Projektleitung direkt über die einzelnen Projektschritte und den Projektstand informiert und angehört. Die Ergebnisse dieser Orientierungssitzungen sind für sämtliche betroffenen Parzellen in einem gegenseitig unterzeichneten Protokoll festgehalten. Grossmehrheitlich stehen die Betroffenen einem freihändigen Verkauf positiv gegenüber.

## **6.3 Weitere Auswirkungen**

Parallel zur Erarbeitung des Bau- und Auflageprojekts wird ein Bericht zur Umweltverträglichkeit erarbeitet. Darin werden relevante Auswirkungen des Projektes weiter untersucht. Aufgrund der gewonnen Erkenntnisse wird das Projekt laufend optimiert. Bereits im jetzigen Projektstand sind folgende Auswirkungen absehbar:

### **6.3.1 Landwirtschaft**

Die landwirtschaftliche Nutzung ist nach Realisierung der Schutzmassnahmen ausserhalb des definierten Gewässerraumes mit wenigen lokalen Einschränkungen weiterhin gewährleistet. Die Flächenverluste und Bewirtschaftungerschwernisse sind auf das absolut Notwendige beschränkt. Mit kurzen Bauzeiten werden die Ertragsausfälle in der Bauphase gering gehalten.

Die Überlastkorridore ausserhalb des definierten Gewässerraumes können weiterhin im bisherigen Umfang bewirtschaftet werden. Für die Geländeabschnitte innerhalb des Gewässerraumes ist eine extensive Nutzung zulässig.

### **6.3.2 Natur- und Landschaftsschutz**

Im Talboden von Engelberg befinden sich folgende inventarisierten Natur- und Landschaftsschutzobjekte:

- das Auengebiet „Alpenrösli-Herrenrüti“ von nationaler Bedeutung;
- das Landschaftsschutzgebiet „Schwand – Stoffelberg – Walenstock – Planggen - Hahnen-Weissberg – Titlis – Gerschniwald“ von regionaler Bedeutung.

Das Auengebiet von nationaler Bedeutung mit der Bezeichnung „Alpenrösli-Herrenrüti“ befindet sich im Einzugsgebiet der Engelbergeraa (etwa 28.080 bis 30.078, Kantons-grenze). Die bedeutendsten Schutzziele, namentlich

- a. die Erhaltung und Förderung der auentypischen einheimischen Pflanzen und Tierwelt und ihrer ökologischen Voraussetzungen;
- b. die Erhaltung und, soweit es sinnvoll und machbar ist, die Wiederherstellung der natürlichen Dynamik der Gewässer- und des Geschiebehaushaltes;
- c. die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart;

sollen durch das Massnahmenprojekt nicht tangiert bzw.. die notwendigen Randbedingungen eingehalten werden.

Im Landschaftsschutzgebiet werden bauliche Massnahmen naturnah gestaltet und im Landschaftsbild mit entsprechenden Bepflanzungen, Sträucher, Gehölz (Uferbestockungen), Krautsäumen und Wiesen optimal eingegliedert. Ufergehölz, Hecken und Bäume werden gleichwertig ersetzt.

Bei Verbauungen ist eine Kaschierung der naturfremden Flächen mit Gehölzen oder Kletterpflanzen vorgesehen. Technische Bauteile werden möglichst klein gehalten und wo möglich aus natürlichen Materialien wie Naturstein oder Rundholz ausgebildet.

### **6.3.3. Gewässer- und Trinkwasserschutzareal Bannwald**

Im Bereich des grossen Geschieberückhaltes Eien befindet sich die Gewässerschutzzone Trinkwasserfassung Bannwald. Diese wird hauptsächlich in den Wintermonaten und bei starken Niederschlägen betrieben. Durch eine entsprechende Anlage des Sammlers und bauliche Massnahmen wird der Einfluss auf die Schutzzone minimiert. Im Zuge des Vorprojektes wurden ein hydrogeologisches Gutachten und ein Grundwassermonitoring in Auftrag gegeben.

### **6.3.4 Gewässer**

Infolge der teilweisen Austrocknung der Gerinne in der Winterzeit handelt es sich um keine Fischgewässer. Der Gewässerraum der Engelbergeraas wird durch die Schutzmassnahmen vergrössert, die Gestaltung erfolgt naturnah. Die Uferbestockungen werden gleichwertig ersetzt und ergänzt.

Durch die geplanten Massnahmen entlang der Engelbergeraas werden die Quellen bzw. die bekannten Wasseraufstösse nicht tangiert.

### **6.3.5 Bodenschutz**

Durch die grosse Baufläche im Kulturland ist der Bodenschutz sehr bedeutend. Das Kulturland wird grundsätzlich gleichwertig wiederhergestellt. Die Einhaltung der bodenschützerischen Vorschriften ist verbindlich und im Kostenvoranschlag berücksichtigt. Vor Baubeginn erfolgt eine Zustandserhebung der Böden. Die sachgerechte Nachsorge mit entsprechenden Bewirtschaftungsvorschriften wird sichergestellt.

### **6.3.6 Walderhaltung**

Sämtliche temporär beanspruchten Waldflächen werden mindestens gleichwertig aufgeforstet. Die Flächen der permanenten Rodungen werden mit Ersatzaufforstungen entlang der Gerinne im Gewässerraum kompensiert. Die Aufforstungen dienen gleichzeitig der ökologischen und landschaftlichen Gestaltung. Im Geschieberückhalteraum bleibt ein Teil der Waldfläche unbestockt. Mit der Anlage des Geschieberaumes werden aber bedeutende ökologische Werte geschaffen, welche den Verlust der Waldbestockung ausgleichen.

### **6.3.7 Tourismus, Erholung**

Mit den Hochwasserschutzmassnahmen werden zahlreiche Gebiete für die Naherholung neu geschaffen oder aufgewertet.

Touristische Angebote wie Wanderwege (Erlebnispfade), Langlaufloipen, usw. können optimal in das Hochwasserschutzprojekt integriert werden. Der Betrieb der touristischen Anlagen und die Benutzbarkeit der Verkehrswege werden nicht beeinträchtigt. Die betroffenen Wanderwege und Wanderweganschlüsse werden wieder hergestellt.

## **7. Weiteres Vorgehen/Projektorganisation Bauprojekte**

### **7.1. Weiteres Vorgehen**

Das Vorprojekt wird in der nächsten Projektphase in die drei Teilprojekte Engelbergeraa, Mehlbach und Dürrbach aufgeteilt. Die Erarbeitung der Bau- und Auflageprojekte wird durch die Gemeinde Engelberg submittiert und ist für alle drei Teilprojekte in den kommenden ein bis zwei Jahren vorgesehen.

Gleichzeitig zur Erstellung des Bau- und Auflageprojektes Engelbergeraa erfolgt auch die Hauptuntersuchung zum Umweltverträglichkeitsbericht. Diese umfasst den Perimeter der Engelbergeraa. Die Umweltbelange im Perimeter Mehlbach sind nicht Bestandteil dieses UVB und werden im Einvernehmen mit dem Amt für Landwirtschaft und Umwelt im Rahmen einer ökologischen Begleitplanung sichergestellt.

Als Rahmen für die Realisierung des vorliegenden Massnahmeprojektes ist ein Zeithorizont von 2008 bis 2016 vorgesehen.

### **7.2 Projektorganisation**

Bauherrschaft und Auftraggeberin der Hochwasserschutzmassnahmen ist die Einwohnergemeinde Engelberg. Begleitet werden die Arbeiten von einer Projektsteuergruppe in der, unter Leitung der Gemeinde Engelberg, auch Vertreter des Amtes für Wald und Raumentwicklung und des Bundesamtes für Umwelt, Sektion Hochwasserschutz, vertreten sind. Ebenfalls Mitglieder der Projektsteuergruppe sind ein Mitglied der Naturgefahrenkommission sowie des Klosters und der Bürgergemeinde Engelberg.

Die Projektleitung erfolgt fachlich und administrativ durch die von der Gemeinde beauftragten Büros.

## **8. Schlussbemerkungen**

Die Zustanderhebungen an der Engelbergeraa und ihren Zuflüssen, aber auch die enormen Schäden der Hochwasserkatastrophe 2005 zeigen grossen Handlungsbedarf zur Verbesserung der Hochwassersicherheit des Engelbergertales auf. Die Hochwasserkatastrophe hat an vielen Stellen Schäden hinterlassen, die noch nicht im Rahmen der Sofortmassnahmen behoben werden konnten.

In Anbetracht der im August 2005 eingetretenen direkten Sachschäden von etwa 150 Millionen Franken und der infolge des Hochwassers 2005 gestiegenen Risiken wird eine rasche Ausführung der Massnahmen empfohlen.

Die Investitionskosten erscheinen auf den ersten Blick hoch. Sie erzielen aber eine bedeutende Risikoverminderung. Die hohe Kostenwirksamkeit ist ausgewiesen. Das vorliegende Hochwasserschutzprojekt leistet zudem für den Tourismus und die Volkswirtschaft in Engelberg einen wichtigen Beitrag.

Die in dieser Kreditvorlage enthaltenen Massnahmen sind das Ergebnis einer gründlichen Zustanderfassung und eines eingehenden Variantenstudiums. Sie bewirken einen Schutz des Talgebietes von Engelberg gemäss den festgelegten Schutzziele aber auch bedeutende ökologische und landschaftliche Verbesserungen.

Der Kantonsbeitrag beläuft sich auf insgesamt Fr. 5 280 000.–. Gestützt auf Art. 70 Ziff. 5 der Kantonsverfassung, Fassung vom 29. November 1998, ist der Kantonsrat, vorbehaltlich des Finanzreferendums, für die Beschlussfassung zuständig.

Beilage:

– Entwurf Kantonsratsbeschluss