

Schwellenkorporation Adelboden
Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis I

Naturgefahrenmanagement Adelboden

Risikoanalyse mit EconoMe 1.0

Bericht Nr. 07380.1



Arbeitsgemeinschaft

GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE



KISSLING+ZBINDEN AG
INGENIEURE | PLANER | USIC

Zollikofen, 15. Dezember 2008 / Sch

GEOTEST:

S. Schwab
Dr. K. Graf

Kissling+Zbinden:

T. Weiss
S. Oppelguer

O:\2007\351 - 400\07380 Adelboden, Risikoanalyse, Sch\Ausgang\Bericht\AC01Sch_Gr_BE_Gefahrenmanagement_Adelboden, Schlussbericht.doc/A

Anschrift:
GEOTEST AG Tel 031 910 01 01
Birkenstrasse 15 Fax 031 910 01 00
CH-3052 Zollikofen zollikofen@geotest.ch

Kissling + Zbinden AG Tel. 031 370 11 70
Seftigenstrasse 22 Fax 031 370 11 71
CH-3000 Bern 14 kz.bern@kzag.ch

0. Zusammenfassung

Die Gefahrenkarte für die Gemeinde Adelboden liegt seit dem Jahr 2003 vor. Sie zeigt, dass viele Objekte in Gefahrenbereichen liegen. Um nicht nur die Gefahren, sondern auch die damit verbundenen **Risiken** (zu erwartende Sach- und Personenschäden in Frankenwerten) zu kennen, ist eine Risikoanalyse notwendig. Diese wurde mit dem Internet-Tool **EconoMe 1.0** des Bundes durchgeführt. Die ARGE GEOTEST AG / Kissling + Zbinden AG wurde im Februar 2008 beauftragt, die Risikoanalyse durchzuführen und mögliche Massnahmen zur Risikoreduktion zu skizzieren.

Die Risikoanalyse wurde für die Prozesse Überflutung/Übersarung und Murgang, Sturzgefahren, Hangmuren und Lawinen durchgeführt. Die Berechnung mit EconoMe hat den Vorteil, dass die eingegebenen Werte für spätere Kosten-Nutzen-Berechnungen, die gemäss BAFU für Projekte > 1 Mio. CHF zwingend mit EconoMe durchgeführt werden müssen, bereits vorhanden sind. Dies führt auf Vorprojekt- respektive Projektstufe zu Kosten- und Zeiteinsparungen.

Vorgängig zur eigentlichen Risikoanalyse wurden für alle untersuchten Prozesse **Intensitätskarten** für die verschiedenen Szenarien ausgearbeitet. Diese wurden teils durch neue Modellierungen, teils aber auch direkt aus der bestehenden Gefahrenkarte abgeleitet. Vergangene Ereignisse wurden ebenfalls berücksichtigt. Die erarbeiteten Intensitätskarten widerspiegeln damit den Stand des Wissens im Juni 2008.

Die **Risikoanalyse** zeigt klar, dass die Hauptrisiken in Adelboden von den **Wassergefahren** ausgehen. Die im gesamten Projektperimeter aufsummierten Risiken (zu erwartende Sach- und Personenschäden pro Jahr) betragen für die Wassergefahren rund 1 Mio. CHF, für die Hangmuren rund 400'000 CHF und für die Sturz- und Lawinenprozesse je rund 50'000 CHF pro Jahr. Der Anteil der Personenrisiken ist je nach Prozess unterschiedlich. Am grössten ist er bei den Lawinenprozessen (75 %), gefolgt von den Sturzprozessen mit 70%. Deutlich geringer sind die Anteile der Personenschäden bei den Wasserprozessen (27%) und bei den Hangmuren (14%).

Das **Massnahmenspektrum** ist naturgemäss breit und prozessabhängig:

Für die **Wassergefahren** stehen insbesondere für den Uelisgraben und den Schrenzigraben ein Geschieberückhalt an geeigneter Stelle und ein begleitender Gerinneausbau im Vordergrund.

Bei den **Sturzprozessen** sind grössere Verbauungen mit Steinschlagschutznetzen die zweckmässigste und günstigste Lösung. Damit kann das Risiko massiv reduziert werden.

Bei den **Hangmuren**, die weite Teile des Perimeters betreffen, sind integrale Massnahmen aus heutiger Sicht schwierig zu realisieren. Im Vordergrund stehen Objektschutzmassnahmen für die am meisten gefährdeten Objekte. Konkrete Massnahmen müssen am jeweiligen Standort beurteilt werden.

Bei den **Lawinen** wurden seit den 1950er Jahren grosse Anstrengungen zur Risikoreduktion unternommen. Die bestehenden Schutzdefizite beim 300-jährlichen Ereignis können durch vorsorgliche **organisatorische Massnahmen** (temporäre Evakuationen in Zeiten akuter Lawinengefahr) auf ein tolerierbares Restrisiko (vor allem Sachwerte) reduziert werden. Somit besteht bezüglich Lawinenschutzmassnahmen kaum Handlungsbedarf.

1. Einleitung

1.1 Auftrag

Die Gemeinde Adelboden verfügt seit Dezember 2003 über eine synoptische, integrale Gefahrenkarte. Diese zeigt die Gefahren durch die Naturprozesse Wassergefahren, Rutschungen, Hangmuren, Sturzprozesse sowie Lawinen auf. Aus der Karte abzuleiten sind für jeden Prozess die Beurteilung der massgebenden Intensität, der Eintretenswahrscheinlichkeit und die räumliche Abgrenzung. Die Gefahrenkarte zeigt, dass dem Dorfkern von Adelboden vor allem Gefahr durch Wildbäche, Steinschlag und Hangmuren droht.

Die Zahlen ergeben ein klares Bild: Allein infolge der Überflutungs- und Murganggefährdung, die vom Uelis- und Schränzigraben ausgehen, befinden sich 19 Gebäude im roten, 71 im blauen und 80 Gebäude im gelben Gefahrenbereich. In der gesamten Gemeinde Adelboden befinden sich total rund 1100 Gebäude in Gefahrenbereichen (77 im roten, 465 im blauen und 630 im gelben Gefahrenbereich).

An einer Sitzung vom 1. November 2007 wurde zusammen mit dem Kanton Bern, Tiefbauamt Oberingenieurkreis I und mit der Schwellenkorporation Adelboden ein generelles Vorgehen mit dem Ziel eines umfassenden Gefahren- und Risikomanagements für die Gemeinde Adelboden besprochen. Im Januar 2008 wurde der ARGE GEOTEST AG – Kissling + Zbinden AG der Auftrag zur Durchführung der hier vorliegenden Risikoanalyse beauftragt.

In Absprache mit den kantonalen Fachstellen (Oberingenieurkreis I und Kantonales Amt für Wald, Abt. Naturgefahren) wurde das Projekt entgegen der Offerte Nr. 07380.1 vom 17. Januar 2008 leicht abgeändert. Aufgrund einer erst seit kurzem einsetzbaren Methodik (EconoMe 1.0, siehe Kapitel 2) wurde entschieden, statt eines umfassenden Gefahrenmanagements, das auf einer Risikoanalyse Stufe 1 basiert, besser eine deutlich detailliertere Risikoanalyse bis Stufe 3 mit EconoMe zu rechnen. Dafür sollen zum heutigen Zeitpunkt nur grobe Skizzen von möglichen Massnahmen anstelle eines detaillierten Massnahmenkonzeptes erstellt werden.

1.2 Zielsetzungen

Für die Gemeinde Adelboden sollte basierend auf der aktuellen Gefahrenkarte aus dem Jahre 2003 eine Risikoanalyse bis Stufe 3 durchgeführt werden. Die Risiken wurden bei den Lawinen, Rutschungen und Hangmuren pro Prozess berechnet. Bei den Wassergefahren wurden sie für jede wichtige Prozessquelle (Schrenzigrabe, Schmittegrabe, Uelisgrabe und Chlyne Grabe) bestimmt. Bei den Sturzgefahren wurden zur Risikobestimmung zwei Hauptbereiche unterschieden: der Abschnitt „Under der Flue“ (westlich des Schrenzigrabens) und der Abschnitt „Dorf“ (östlich des Schrenzigrabens).

Ausserdem wurden für die wichtigsten Risiken grobe Massnahmenvorschläge skizziert welche als Grundlage für die Diskussion mit den verantwortlichen Gemeindebehördendiensten sollen.

Die Risikoanalyse stellt den Stand der Gefahrensituation im Juli 2008 dar. Gemäss Auftrag wurden Veränderungen, die seit der Erstellung der Gefahrenkarte im Jahre 2003 festgestellt wurden (Ereignisse, Verbauungen etc.), berücksichtigt.

1.3 Verwendete Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung standen die folgenden wichtigen Grundlagendokumente zur Verfügung:

- Gefahrenkarte Naturgefahren Adelboden 1:5'000, Arbeitsgemeinschaft GEOTEST AG, Kissling + Zbinden AG, Kellerhals + Häfeli AG, Dezember 2003.
- Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Umwelt-Materialien Nr. 107/I und 107/II, BUWAL 1999.
- Ereigniskataster der Gemeinde Adelboden.
- Nutzungsplan der Gemeinde Adelboden.
- Kantonaler Plan der Bauzonen.
- Amtliche Vermessung der Gemeinde Adelboden.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2007: EconoMe 1.0. Online-Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren.
- Übersichtsplan UP5 des Kantons Bern. Copyright Amt für Geoinformation, Bern.

1.4 Projektteam und Sitzungswesen

Die Arbeiten wurden durch die Arbeitsgemeinschaft GEOTEST AG (Zollikofen) und Kissling + Zbinden AG (Bern) unter der Federführung der GEOTEST AG durchgeführt. Die Auswertungen zu den Lawinen wurden durch die Abteilung Naturgefahren des Kantonalen Amtes für Wald (KAWA) fachlich begleitet. Das Team war wie folgt organisiert:

Person	Firma	Funktion	Bearbeitete Teilschritte
Severin Schwab	GEOTEST AG	Projektleitung	Projektleitung, Geoinformatik, EconoMe
Dr. Kaspar Graf	GEOTEST AG	Sachbearbeitung, Qualitätssicherung und Supervision	Geländeaufnahmen und Intensitätskarten für Sturz-, Rutsch- und Hangmurengefahren
Robert Pfeifer	GEOTEST AG	Sachbearbeitung	3D-Modellierung Sturzgefahren (Modell Zinggeler-GEOTEST)
Fabian Dolf	GEOTEST AG	Sachbearbeitung	EconoMe
Thomas Scheuner	GEOTEST AG	Sachbearbeitung	EconoMe, Kartographie
Anita Lehmann	GEOTEST AG	Sachbearbeitung	Geländeaufnahmen für Sturzgefahren
Ueli Ryter	KAWA, Abt. Naturgefahren	Fachbegleitung	Beratung Lawinen und Gleitschnee
Tobias Weiss	Kissling + Zbinden AG	Stv. Projektleitung	Stv. Projektleitung, Geländeaufnahmen und Intensitätskarten Wassergefahren, Massnahmenplanung Wassergefahren

Severine Oppeliger	Kissling + Zbinden AG	Sachbearbeitung	Erhebung Schadenpotenzial, EconoMe, Massnahmenplanung Wassergefahren
Wanda Iten	Kissling + Zbinden AG		EconoMe, Kartographie

Es fanden insgesamt vier Projektsitzungen statt:

- Startsituation / Koordination der Arbeiten: 1. November 2007
- Ergebnisse Risikoanalyse und erste Massnahmen: 15. August 2008,
- Massnahmendiskussion Wassergefahren: 24. September 2008,
- Massnahmendiskussion Massenbewegungen: Ende September 2008.

1.5 Untersuchungsgebiet (Perimeter)

Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf den zentralen Siedlungsbereich von Adelboden (siehe Anhang 1). Die westliche Begrenzung bildet das Steinschlaggebiet „Under der Flue“, die östliche Grenze der Chlyne Grabe und die talseitige Begrenzung die Engstlige. Bergseits wurde als Grenze der Perimeter der Gefahrenkarte verwendet.

1.6 Bearbeitungsschritte

Es wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt.

- Detaillierte Erhebung des Schadenpotenzials im Perimeter, inkl. Erkundungen bei Behörden und Privaten für Sonderobjekte (öffentliche Gebäude, Gewerbegebäude, Hotels etc.),
- 3D-Sturzmodellierung im gesamten Perimeter mit dem Modell Zinggeler+GEOTEST,
- Erstellung der Intensitätskarten für sämtliche Prozesse (inkl. Geländearbeiten), inklusive Überprüfung und ggf. Anpassung der bestehenden Gefahrenkarte Adelboden,
- Erfassung des Schadenpotenzials in der Internetplattform EconoMe 1.0 des BAFU,
- Erfassung jedes durch Naturgefahren betroffenen Objektes in EconoMe 1.0 (szenarienweise),
- Berechnung der Risiken mit EconoMe,
- Erstellung einer Prioritätenliste in Bezug auf die höchsten Risiken,
- Sitzungen mit dem Auftraggeber und den kantonalen Fachstellen,
- Darstellung der Resultate (Intensitätskarten, Risikotabellen sowie vorliegender technischer Bericht).

2. Methodisches Vorgehen

2.1 Was ist eine Risikoanalyse?

Die Risikoanalyse gibt Antwort auf die Frage, welche **Schäden** durch Naturgefahrenprozesse zu erwarten sind. Es werden Personen- und Sachrisiken unterschieden.

Risiken können in Franken pro Ereignis oder als Durchschnittswerte pro Jahr angegeben werden. Todesfallrisiken bei Personen werden zu diesem Zweck in Geldwerten angegeben (sog. monetarisiert).

Das Risiko wird als Produkt aus **Schadenwahrscheinlichkeit** und **Schadenausmass** berechnet. Die Wahrscheinlichkeit eines Schadens ergibt sich einerseits aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines gefährlichen Naturprozesses, und andererseits aus der Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Person oder ein Sachwert im Gefahrenbereich befindet (sog. Präsenzwahrscheinlichkeit). Die **Grösse eines Schaden** ergibt sich aus der Anzahl Personen, die sich im Gefahrengebiet aufhalten, der Intensität des Ereignisses, der Höhe der Sachwerte sowie der Empfindlichkeit der Sachwerte auf Schäden (sog. Schadenempfindlichkeit). Da die Intensität des Ereignisses eine zentrale Eingangsgrösse ist, ist auch die Erarbeitung von **Intensitätskarten** notwendig und wurde im vorliegenden Fall vor der Risikoberechnung durchgeführt.

2.2 Generelle Methodik

Die Risikoanalyse und –bewertung ist als **integrales Konzept** zu verstehen. Dieses besteht aus drei Elementen:

1. **Risikoanalyse**, oder die Beantwortung der Frage: **Was kann passieren?**
2. **Risikobewertung**, oder die Beantwortung der Frage: **Was darf passieren?**
3. **Risikomanagement**, oder die Beantwortung der Frage: **Was ist zu tun?**

Die Risikoanalyse wurden im vorliegenden Projekt mit dem internetbasierten Tool EconoMe 1.0 durchgeführt (siehe Kapitel 2.3). Mit Hilfe der Resultate aus der Risikoanalyse können Konfliktbereiche in der Raumnutzung erkannt und Prioritäten in der Massnahmenplanung gesetzt werden.

Unter **Risiko- und Gefahrenmanagement** verstehen wir den Einsatz von Massnahmen und Methoden mit dem Ziel, die angestrebte Sicherheit zu erreichen und die Sicherheitsplanung den sich ändernden Umständen anzupassen.

Gestützt auf die Risikoanalyse werden daraus **Massnahmenvorschläge** diskutiert. Diese umfassen raumplanerische Massnahmen, Verbauungen, Objektschutz, Warnsysteme und Notfallplanung sowie Schutzwaldpflege und Aufforstungen.

2.3 EconoMe

2.3.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der Ausarbeitung dieser Analyse haben sich für die Projektverantwortlichen Fragen zur Plausibilität der Resultate ergeben. Nachfragen bei den beim Bundesamt für Umwelt BAFU zuständigen Personen haben ergeben, dass die Resultate der Projektanalysen mit gewissem Vorbehalt zu verwenden sind. Insbesondere können durch die in EconoMe notwendigen Vereinfachungen grössere Differenzen zwischen den berechneten Schadenerwartungswerten und den effektiv bei vergangenen Ereignissen aufgetretenen Schäden auftreten. Die Programmsoftware wird zurzeit überprüft, bzw. überarbeitet. Wir diskutieren in der Beschreibung der Resultate der einzelnen Prozesse jeweils die bestehenden Unsicherheiten.

Generell werden aus unserer erfahrungsbasierten Sicht die Sturzprozesse eher unterbewertet (zu tiefe Risiken) und die Hangmurengefahren eher überbewertet (zu hohe Risiken). Eine Quantifizierung dieser Unsicherheiten ist aber komplex und ein gutachterlicher Korrekturfaktor, der nicht in Bezug zu den Formelgrundlagen von EconoMe steht, ist aus fachlicher Sicht nicht belastbar. Wir kommentieren deshalb die Resultate aus EconoMe, ohne Korrekturen anzubringen.

Die Resultate müssen nach Vorliegen einer bereinigten Version von EconoMe unbedingt überprüft werden.

2.3.2 Einleitung

EconoMe ist ein Berechnungsinstrument, bei welchem in 11 Arbeitsschritten der Nutzen-Kosten-Faktor von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahrenprozesse bestimmt wird. Dieses Berechnungsinstrument wurde durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) entwickelt und im Juli 2008 offiziell in Betrieb genommen. Die Berechnungen laufen direkt über eine Internetplattform. Da mit dem Tool auch Risiken von gravitativen Naturprozessen berechnet werden können, wurde es im vorliegenden Projekt in Absprache mit den kantonalen Fachstellen eingesetzt.

2.3.3 Ziel von EconoMe

Das primäre Ziel von EconoMe ist die Unterstützung der Subventionsbehörden bei der Projektbeurteilung und der Mittelzuteilung (zwingend verlangt bei Projekten mit Kosten > 1 Mio. CHF). Schweizweit sollen die Projekte und Vorhaben auf vergleichbarer Basis bewertet werden können. Deshalb wurden für EconoMe 1.0 die bestehenden Berechnungsmethoden zur Kosten-Wirksamkeit von Schutzmassnahmen so weiterentwickelt, dass für die verschiedenen Naturgefahrenprozesse und Schutzmassnahmen vergleichbare Berechnungen durchgeführt werden können. Dieses für die Subventionsbehörden zentrale Anliegen der Vergleichbarkeit konnte nur erreicht werden, indem eine Reihe von Konventionen und Standardwerten eingeführt wurde. Das BAFU ist sich aber bewusst, dass dadurch der konkrete Einzelfall nicht immer korrekt abgebildet werden kann, da mit Mittelwerten gerechnet wird. So werden z.B. für Gebäude, Strassen, Infrastrukturanlagen usw. für welche keine genauen Angaben über Sachwert und Personenbelegung vorhanden sind Basiswerte (statistische Mittelwerte von Gebäudeversicherungen, Bundesamt für

Statistik, SBB etc.) verwendet. Ebenfalls wird jedem Objekt eine Schadenempfindlichkeit und jeder Person eine Todesfallwahrscheinlichkeit gegenüber jedem Naturgefahrenprozess zugeordnet.

2.3.4 Vorgehen und Teilschritte

Schritt 1: Szenarien

In einem ersten Schritt werden die zu betrachtenden **Szenarien** des jeweiligen Naturgefahrenprozesses festgelegt und die dazugehörigen Intensitätskarten erstellt. Wir stützen uns hier auf die vorliegende Gefahrenkarte, die Modellierung der Sturzprozesse sowie auf die neu erstellten Intensitätskarten. Die Überlagerung der Intensitätskarten mit der bestehenden Infrastruktur im Untersuchungsgebiet ergibt das Schadenpotenzial, welches detailliert erhoben werden muss.

Schritt 2: Erfassung Schadenpotenzial

Im zweiten Schritt wird das **Schadenpotenzial** erhoben. Dazu ist eine Geländebegehung notwendig, bei der alle für die Berechnung notwendigen Grundlagen erhoben werden (Art und Wert der betroffenen Objekte, Personenbelegungen usw.). Anschliessend werden die Daten in EconoMe eingegeben.

Schritt 3: Konsequenzenanalyse vor Massnahmen

Im darauffolgenden Schritt „**Konsequenzenanalyse vor Massnahme**“ wird pro festgelegtes Szenario die auf die Objekte einwirkende Intensität des Naturgefahrenprozesses angegeben und das Schadenausmass berechnet. Dieses wird in verschiedenen Kategorien (Gebäude, Strassenverkehr, Schienenverkehr, Leitungen, Landwirtschaft und Grünanlagen usw.) und nach Szenario getrennt angezeigt. Ebenfalls wird das Schadenausmass für Personen berechnet, wobei ein Todesfall mit 5 Mio. CHF monetarisiert wird.

Schritt 4: Bestimmung der Risiken

Im vierten Schritt werden die **Risiken pro Prozess oder Prozessquelle** berechnet. Gemäss Auftrag wurde im vorliegenden Projekt das jährliche Risiko vor Erstellung der Massnahmen sowie das Risiko pro Szenario berechnet. Damit ist die Risikoanalyse im engeren Sinne abgeschlossen.

Weitere Schritte: Berechnung Kostenwirksamkeit

Sobald genaue Angaben zu Verbauungsprojekten (Kosten und Auswirkungen auf die Gefahrenkarte) vorliegen, kann die Berechnung auf der bestehenden Grundlage (EconoMe-Projekte) weitergeführt werden. Die nächsten Bearbeitungsschritte sind die Eingabe der Projektkosten der Schutzmassnahme und die Erstellung der neuen Intensitätskarten in welchen die Massnahme berücksichtigt werden. Auf Grund dieser Intensitätskarten wird das Schadenausmass nochmals berechnet und so das zukünftige Risiko ermittelt. Zum Abschluss wird die durch die Massnahme erwirkte Risikoreduktion mit den dafür aufgewendeten Kosten

aufgerechnet und als Nutzen- Kostenfaktor dargestellt. Generell ist eine Schutzmassnahme dann wirksam, wenn der Nutzen-Kosten-Faktor grösser als 1 ist.

2.3.5 Methodische Details

Details zur Methodik von EconoMe (verwendete Formeln und Parameter) werden hier bewusst nicht erwähnt, da diese auf der Internet-Dokumentation jederzeit und aktualisiert nachgelesen werden können. Es sei aus diesem Grund auf die Internetseite www.econome.ch/Dokumentation verwiesen.

2.3.6 Einschränkungen

Mit EconoMe 1.0 können nur die direkten Schäden, aber keine indirekte Kosten ermittelt werden. Die Berechnung der indirekten Kosten wurde durch das BAFU bewusst weg gelassen, weil diese Berechnungen zum heutigen Zeitpunkt noch sehr unsicher sind und stark von Annahmen abhängen. Mit der Berücksichtigung der indirekten Kosten hätte die gewünschte Vergleichbarkeit nicht mehr erreicht werden können.

2.4 Objekterfassung für Eingabe Schadenpotenzial in EconoMe

Die ersten Aufnahmen im März 2008 erfolgten nach der Richtlinie „Umwelt-Materialien Nr. 107/I, Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren“. Bei den Aufnahmen wurden die Gebäude sowie die Strassen in die verschiedenen Objektkategorien 1-4 eingeteilt.

Mit dem Beschluss, die Risikoanalyse mit EconoMe durchzuführen, mussten die Aufnahmen teilweise überarbeitet bzw. angepasst werden. Die verschiedenen Objekte im Projektperimeter wurden in die in EconoMe vorgesehenen Objektkategorien bzw. Objektarten eingeteilt.

Es wurden Objekte der folgenden Kategorien aufgenommen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Zusammenstellung der aufgenommenen Objektkategorien und Objektarten

Objektkategorie	Objektart
Gebäude	EFH, MFH, Garagen, Industrie-/Gewerbegebäude, Hotels, Schuppen/Remise, Stall mit Viehbestand, Schule/Kinder-garten, Stationsgebäude mechanische Aufstiegshilfe, Kirche, Öffentliche Gebäude (Tourist Center, Heimatmuseum, Kirchgemeindehaus, Gemeindehaus), Sportanlagen (Gebäude), Einkaufszentrum,
Sonderobjekte	Wasserreservoir, Campingplätze, Unterstation (inkl. Schaltzentrale und Trafoanlage)
Strassenverkehr	Feld-/Waldwege und Flurstrasse asphaltiert bzw. mit Kiesbelag, Gemeindestrassen 8m bzw. 4m breit
Leitungen	Wasser, Abwasser, Telekommunikation, Elektro, Freileitungen Strom und Telefon
Mechanische Aufstiegshilfen	Gondelbahn Dorf, Gruppenumlaufbahn Schwandfeldspitz
Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen	Nutzwald, Schutzwald, intensive Fläche (Ackerland), Parkanlagen bzw. Grünzonen, Sportanlagen (Aussenanlagen), grössere öffentliche Parkplätze, Friedhof

2.4.1 Gebäude

Gebäude, welche neben Wohnungseinheiten noch einen Verkaufsladen oder Büros beherbergen, wurden als Mehrfamilienhaus (MFH) in EconoMe eingegeben. Die Verkaufsläden und Büros wurden für die Berechnung des effektiven Werts als 1 Wohneinheit (WE) angenommen, die Berechnung von Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit kann Kap. 2.4.7 entnommen werden. Restaurants sowie Bars/Pubs, die sich in einem MFH befinden, wurden als 2 WE angenommen.

Für die Eingabe von Schuppen und Remisen wurde vereinfachend eine durchschnittliche Höhe von 4.50 m, für Ställe eine durchschnittliche Höhe von 7.50 m angenommen. Die Grundfläche der Gebäude, welche über die Höhe abgeschätzt werden, konnte dem Grundbuch entnommen werden.

2.4.2 Sonderobjekte

Die Wasserreservoir wurden mit Ihren Gebäudeversicherungswerten, die uns von Herrn Allebach, Abteilungsleiter Finanzen/Verkauf des Licht- und Wasserwerks Adelboden, angegeben wurden, in EconoMe eingegeben. Bei Wasserreservoiren ohne bekannte Gebäudeversicherungswerte (nicht Eigentum der Licht- und Wasserwerke Adelboden), wurde ein Mischpreis, berechnet aus vorhandenen Angaben, eingesetzt.

Die restlichen Gebäude (Trafostationen, usw.) der Licht- und Wasserwerke Adelboden wurden ebenfalls mit Ihren Gebäudeversicherungswerten berücksichtigt.

Für die Campingplätze wurde ein Wert von Fr. 150'000.- pro fixen Standplatz (inkl. Camper) angenommen.

2.4.3 Strassen

Die Unterteilung der Strassen erfolgte auf Grund ihrer Wichtigkeit für die Gemeinde. Es wurde zwischen Kantonsstrasse, Basiserschliessungsstrassen und übrige Gemeindestrassen unterschieden. Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) wurde aufgrund von vorhandenen Verkehrszählungen bzw. über Abschätzungen auf Grund der über die Strasse erschlossenen Gebäuden festgelegt.

Basiserschliessungsstrassen welche lediglich eine Breite von rund 4m aufweisen, für die Gemeinde jedoch von grosser Bedeutung sind, wurden als „Frei wählbares Strassenverkehrsobjekt“ mit einem, gegenüber der „Gemeindestrasse 8m breit“, abgeminderten Wert eingegeben.

2.4.4 Leitungen

Im Rahmen der Arbeiten zur Risikoanalyse Adelboden wurden keine Werkleitungspläne erhoben. Für die Erhebung des Schadenpotentials im Perimeter wurde vereinfachend angenommen, dass sich in jeder Strasse Werkleitungen mit den Medien Wasser, Abwasser, Telekommunikation und Elektro befinden. Zudem wurden im Bereich Öy Freileitungen (Strom und Telefon) aufgenommen und in EconoMe eingegeben.

2.4.5 Mechanische Aufstiegshilfen

Bei den mechanischen Aufstiegshilfen (Gondelbahnen usw.) wurde der effektive Wert der Anlagen aus Angaben der Betreiber eingesetzt. Es wurden nur mechanische Aufstiegshilfen bzw. Teile mechanischer Aufstiegshilfen berücksichtigt, die sich effektiv im Perimeter befinden.

2.4.6 Landwirtschaft, Wald und Grünflächen

Die Unterteilung der verschiedenen Flächen in die Objektarten basiert auf den Grundbuchdaten sowie des Zonenplans (PANORAMA AG, Stand Oktober 2007).

Wald entlang von Bergbächen sowie oberhalb des Dorfs wurde als Schutzwald angenommen, die restlichen Waldflächen wurden als Nutzwald klassiert.

Parkanlagen bzw. Grünzonen wurden als „frei wählbares Objekt“ mit einem Wert von Fr. 1'400.-/Are (analog extensive Fläche) in EconoMe eingegeben, da es sich hierbei nicht um Parkanlagen mit Spielplatz, Sitzbänken, Blumenbeeten etc. sondern lediglich um Grünflächen zur Erholung handelt.

Bei den grösseren, öffentlichen Parkplätzen wurde davon ausgegangen, dass im 20m² ein Fahrzeug mit einem durchschnittlichen Wert von 30'000.- abgestellt ist. Die durchschnittliche Belegung der Parkplätze (Winter und Sommer) wurde zu 50% angenommen.

2.4.7 Berechnung Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit

Die Präsenzwahrscheinlichkeit wurde nach der Richtlinie „Umwelt-Materialien Nr. 107/I, Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren“ berechnet. Die Berechnung der Personenbelegung stützt sich teilweise auf Angaben von Betreibern ab. Die Annahmen bzw.

Berechnungen der Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit können Anhang 2 entnommen werden.

2.5 Erarbeitung der Intensitätskarten

2.5.1 Wassergefahren

2.5.1.1 Methodik Wassergefahren

Im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden wurden die Szenarien der bestehenden Gefahrenkarte aus dem Jahr 2003 übernommen. Die Gefahrenbeurteilung wurde im Feld plausibilisiert, neue Bauwerke (z.B. Verbauung des Schmittgrabens, Brücke über den Uelisgraben am oberen Dorfrand, Gerinneausbau am Schrenzigraben oberhalb der Dorfstrasse) erhoben und berücksichtigt. Die Intensitätskarten konnten mit Ausnahme punktueller Anpassungen direkt aus der Gefahrenkarte abgeleitet werden. Es wurden keine zusätzlichen Überflutungsmodellierungen durchgeführt.

Auf die mögliche Ausarbeitung von separaten Intensitätskarten für Hochwasser und Murgang wurde verzichtet, da diese Unterscheidung hinsichtlich geplanter Schutzmassnahmen für die untersuchten Fliessgewässer von Adelboden keinen Sinn macht. Für jede Fläche im potentiellen Wirkungsbereich von Wassergefahren wurde jeweils die massgebende Intensität (Hochwasser oder Murgang) gemäss definierter Intensitätskriterien aufgezeigt.

2.5.1.2 Resultate Wassergefahren

Die Intensitätskarten für die 30-, 100- und 300-jährlichen Szenarien zeigen auf, dass insbesondere für den Schrenzi- und den Uelisgraben grosse Gebiete im potenziellen Wirkungsbereich von Wassergefahren liegen (siehe Anhänge 6a bis 6c). Der Gefahr durch Übermuring ausgesetzt sind in erster Linie Bauwerke unterhalb von Brücken und überdeckten Bachabschnitten. Eine erhebliche Gefahr geht auch von möglichen Verklausungen durch Schwemmholz aus.

Beim Schmittgraben wurden seit der Erstellung der bestehenden Gefahrenkarte schadhafte Betonsperren ersetzt. Der in seinem Oberlauf tief in Lockermaterial eingeschnittene Graben ist heute durch einen zusammenhängenden Holzverbau praktisch vollständig verbaut. Durch seitliche Rutschungen wird jedoch auch in Zukunft Lockermaterial in den Bachlauf eingetragen und bei grösseren Niederschlagsereignissen murgangartig talwärts transportiert. Oberhalb der Kantonsstrasse steht heute ein grösserer Stall jüngerer Baudatums im Bereich hoher Intensitäten.

2.5.2 Stein- und Blockschlag

2.5.2.1 Methodik

Im Rahmen des Auftrages wurde im gesamten Perimeter eine dreidimensionale Steinschlagmodellierung mit dem Programm Zinggeler+GEOTEST durchgeführt. Die auf der Basis eines hochauflösenden Geländemodells (DTM-AV von Swisstopo) durchgeführte Modellierung erlaubt eine flächenhafte Erfassung der Sturzphänomene und eine Berechnung der Sprunghöhen und Energien. Dies ermöglicht schliesslich eine effizientere Planung der

Schutzmassnahmen. Zu diesem Zweck wurden im Gelände die für den Sturzprozess relevanten Parameter (Ausbruchzonen, Dämpfung und Rauigkeit des Untergrundes im Transitgebiet, Wald etc.) erhoben, kartiert und schliesslich digital ins Modell eingegeben. Für die Sturzmodellierung wurden die im technischen Bericht zur Gefahrenkarte beschriebenen Randbedingungen (Dimension der Ausbruchkörper, Ereignishäufigkeit etc.) übernommen. Die Schutzfunktion des Waldes wurde in den Modellierungen generell berücksichtigt. Für 100- und 300-jährliche Ereignisse wurden dieselben Blockgrössen als Grundlage der Simulationen verwendet – grössere Blöcke werden generell der Restgefährdung zugeordnet und nicht in die Analysen einbezogen.

2.5.2.2 Resultate

Die Intensitätskarten (Anhänge 7a und 7b) zeigen, dass bei einem 30-jährlichen Ereignis grössere Bereiche im Raum „Under der Flue“ mittlere Intensitäten aufweisen. Im Bereich oberhalb des Dorfes bestehen zwischen Uelisgrabe und Tschentenbahn ebenfalls grössere Flächen mit mittleren Intensitäten. Allerdings sind hiervon keine Liegenschaften betroffen. Die Liegenschaften unterhalb derselben Fläche am Schwendiweg liegen in Bereichen von schwachen Intensitäten.

Bei den 100- und 300-jährlichen Szenarien weist praktisch der gesamte Bereich „Under der Flue“ hohe Intensitäten auf. Davon betroffen sind nicht nur praktisch alle Liegenschaften, sondern vor allem auch die Strasse Richtung Rehärtibrügg. Auch weiter nördlich gelegene Bereiche weisen oft hohe, im Auslaufbereich teils auch mittlere Intensitäten auf. Im Bereich der Tschentenbahn sind oberhalb des Schwendiwegs diverse Liegenschaften von hohen Intensitäten betroffen. Die Bereiche mit hohen Intensitäten werden i.d.R. von solchen mit mittleren Intensitäten umgeben (z.B. Gebiet zwischen „Under der Flue“ und Schrenzigrabe sowie Bereich links und rechts der Tschentenbahn).

Generell zeigt die Modellierung, dass die Reichweiten der Blöcke im Wesentlichen den Annahmen der Gefahrenkarte entsprechen. Im Ereignisraum treten jedoch höhere Energien auf als in der Gefahrenkarte ausgewiesen. Auf Grund der Geländeneigungen nehmen die Sturzenergien im unteren Hangbereich bei „Under der Flue“ (unterhalb der Strasse), aber auch im Bereich Dorf teilweise noch zu. Allfällige Schutzmassnahmen in den gefährdeten Abschnitten bedingen somit höhere Energieaufnahmekapazitäten (siehe Kapitel 4).

2.5.3 Rutschungen und Hangmuren

2.5.3.1 Methodik Hangmuren

Für die Hangmuren wurden Szenarien und Intensitätskarten direkt aus der Gefahrenkarte abgeleitet. Es wurden keine Modellierungen durchgeführt. Aufgrund der Angaben aus der Gefahrenkarte wurde kein 30-jährliches Szenario ausgeschieden.

2.5.3.2 Resultate Hangmuren

Die Intensitätskarten für die 100- und 300-jährlichen Szenarien zeigen, dass im Bereich Under der Flue bis Schrenzigrabe praktisch der gesamte Perimeter von Hangmuren mittlerer Intensität betroffen ist. Im Bereich des Dorfes sind primär die steileren Hänge oberhalb des Dorfkerns von Hangmuren mittlerer Intensität betroffen. Weitere Bereiche mit Hangmuren bestehen zwischen dem Schmittegrabe und dem Chlyne Grabe oberhalb der Kantonsstrasse.

2.5.3.3 Permanente Rutschungen

Permanente Rutschungen können generell nur nach der Intensität, nicht aber bzgl. Wiederkehrperiode beurteilt werden. Im Prinzip entspricht die Gefahrenkarte daher auch der Intensitätskarte. Die Risiken für die permanenten Rutschungen wurden schliesslich in der Risikoanalyse aber nicht berechnet (siehe Kapitel 3.1).

2.5.4 Lawinen

Die Intensitätskarten Lawinen wurden direkt aus der Gefahrenkarte abgeleitet. Es mussten keine neuen Modellierungen durchgeführt werden.

Das 30-jährliche Ereignis umfasst drei Gleitsneehänge mittlerer Intensität; betroffen ist ein Wohnhaus oberhalb der Strasse Wegscheide-Stigelschwand.

Das 100-jährliche Ereignis zeigt praktisch das gleiche Bild, wenn auch kleinere Flächen mit Fließlawinen mittlerer Intensität im Uelis- und Pfarrhausgraben hinzukommen; die Anzahl betroffener Wohnhäuser nimmt nicht zu.

Bei einem sehr seltenen, 300-jährlichen Ereignis können im Uelisgraben und Pfarrhausgraben Lawinen von hohen Intensitäten in den untersuchten Perimeter eindringen; Wohnhäuser sind davon nicht betroffen. Ausserdem kommen im Pfarrhausgraben im Bereich der Tschentenbahn sieben Gebäude in den randlichen Gefahrenbereich von Fließlawinen mittlerer Intensitäten.

Das 100-jährliche Ereignis zeigt praktisch das gleiche Bild, wenn auch kleinere Flächen mit Fließlawinen mittlerer Intensität (entlang der Tschentenbahn) hinzukommen. Bei einem sehr seltenen, 300-jährlichen Ereignis sind einige Flächen von hohen Intensitäten betroffen. Ausserdem kommen im Bereich Tschentenbahn einige Liegenschaften in den Gefahrenbereich von Fließlawinen (mittlere Intensitäten).

4. Mögliche Massnahmen

4.1 Einleitung

Das Ziel dieses Auftrages war es, für die berechneten Risiken möglichst konkrete Massnahmen aufzuzeigen, mit denen die bestehenden Risiken minimiert werden können. Mögliche Massnahmen werden nachfolgend pro Prozess erläutert. Es handelt sich dabei um grobe Angaben, die nicht den Charakter eines Vorprojektes aufweisen können.

4.2 Wassergefahren

4.2.1 Schrenzigraben

Generell wird für den Schrenzigraben ein Geschiebe- und Holzrückhalt sowie der teilweise Ausbau des Gerinnes vorgeschlagen. Ein Durchleiten der Feststofffracht ist auf Grund der gegebenen Gefällsverhältnisse – relativ flacher Abschnitt unterhalb der Dorfstrasse bzw. vor der Einmündung in den Allebach mit dazwischenliegender Steilstrecke – nicht möglich.

Zentrales Element der Schutzmassnahmen stellt der Geschiebesammler dar. Bei einer Begehung wurden zwei mögliche Varianten für den Standort des Geschiebesammlers eruiert.

Die beiden Varianten können den Planbeilagen in Anhang 4 entnommen werden.

Gemäss bestehender Gefahrenkarte aus dem Jahr 2003 ist bis zur Dorfstrasse mit einer maximalen Feststofffracht von 500 bis 1'000 m³ zu rechnen, vorausgesetzt der Holzverbau im Mittelabschnitt des Schrenzigrabens bleibt intakt. Bei einem Versagen des Holzverbaus können grössere Geschiebemengen anfallen und es sind Feststofffrachten bis zu 1'500 m³ möglich. Diese Kubaturen sind im Rahmen der weiteren Projektierung zwingend zu überprüfen.

4.2.1.1 Variante 1: Geschiebesammler „Oben“

Der Geschieberückhalt oberhalb der Senggistrasse mit einem maximal möglichen Rückhaltvolumen von ca. 450 m³ sowie Massnahmen beim Durchlass Dorfstrasse (z.B. Staukragen) stellen die Hauptelemente der Variante 1 – Geschiebesammler „Oben“ – dar.

Das Gelände im Bereich des Geschiebesammlers ist relativ steil und für eine Leerung nur schlecht zugänglich. Eine mögliche Variante für die Zufahrt erfolgt über die Parzelle 2971, wobei mit grösseren Kunstbauten (Stützmauern) zu rechnen ist.

Aufgrund des unterbrochenen Geschiebetriebes unterhalb des Sammlers muss das Gerinne evtl. zusätzlich stabilisiert werden (heutiger Zustand: neuer Holzverbau). Das Gerinne unterhalb des bewaldeten Abschnitts bis zur Einmündung in den Allebach wird zudem ausgebaut (v.a. Erhöhung der Ufermauern und des Uferdamms oberhalb der Dorfstrasse, sowie unterhalb der Dorfstrasse durch Erhöhung von Ufermauern und Anheben von Stegen).

Mit der Realisierung des Geschiebesammlers „oben“ kann lediglich ca. die Hälfte der maximalen Feststofffracht (gem. bestehender Gefahrenkarte) zurückgehalten werden.

Anstelle einer konventionellen Abschlussperre aus Beton kann der Geschieberückhalt auch mit flexiblen Ringnetzen ausgeführt werden.

4.2.1.2 Variante 2: Geschiebesammler „Mitte“

Der Geschiebesammler unterhalb der Senggistrasse mit einem maximal möglichen Rückhaltevolumen von ca. 950 m³ sowie Massnahmen beim Durchlass Dorfstrasse (z.B. Staukragen) stellen die zentralen Elemente der Variante 2 – Geschiebesammler „Mitte“ – dar.

Die Zufahrt zum Geschiebesammler erfolgt durch den Ausbau bzw. die Verlängerung eines bereits bestehenden Feldwegs (heutige Bauernhofzone gem. gültiger Zonenplanung).

Aufgrund des unterbrochenen Geschiebetriebs unterhalb des Sammlers muss das Gerinne evtl. zusätzlich stabilisiert werden (heutiger Zustand: neuer Holzverbau). Das Gerinne unterhalb des bewaldeten Abschnitts bis zur Einmündung in den Allebach wird analog Variante 1 ausgebaut (v.a. Erhöhung der Ufermauern und des Uferdamms oberhalb der Dorfstrasse, sowie unterhalb der Dorfstrasse durch Erhöhung von Ufermauern und Anheben von Stegen).

Die Brücke Senggistrasse oberhalb des Sammlers wird durch einen Neubau mit allenfalls angepasster Linienführung der Strasse ersetzt. Durch den vergrösserten Durchflussquerschnitt soll gewährleistet werden, dass die anfallende Feststofffracht bis zum Geschiebesammler im Gerinne durchgeleitet werden kann. Damit soll eine Verklausung der Brücke mit Gerinneausbruch vermieden und die unterhalb der Strasse liegenden Gebäude vor einer Übermürung geschützt werden.

Die geschätzten Kosten für die beschriebenen Massnahmen der Variante 2 – Geschiebesammler „Mitte“ – betragen rund 1.7 Mio. CHF (\pm 30%).

Mit der Realisierung des Geschiebesammlers kann die maximale Feststofffracht (gem. bestehender Gefahrenkarte) zurückgehalten werden.

Anstelle einer konventionellen Abschlussperre aus Beton kann auch bei der Variante 2 der Geschieberückhalt mit flexiblen Ringnetzen ausgeführt werden.

4.2.2 Uelisgraben

Für den Uelisgraben wird analog Schrenzigraben ein Geschiebe- und Holzurückhalt sowie der teilweise Ausbau des Gerinnes vorgeschlagen. Ein Durchleiten der Feststofffracht ist auf Grund der gegebenen Gefällsverhältnisse bzw. der Möglichkeit zum Ausbau des Gerinnes im oberen Bereich eher möglich. Die Probleme werden aber nach unten, Bereich Adelbodner Mineralquellen, verlagert, wo das Längsgefälle und die vorhandenen Platzverhältnisse einen Ausbau des Gerinnes kaum oder nur erschwert zulassen.

Zentrales Element der Schutzmassnahmen stellt der Geschiebesammler dar. Es sind zwei mögliche Varianten für den Standort des Geschiebesammlers denkbar.

Die verschiedenen Varianten können den Planbeilagen in Anhang 5 entnommen werden.

Gemäss bestehender Gefahrenkarte aus dem Jahr 2003 ist mit Geschiebemengen von bis zu 1'500 m³ zu rechnen, die bis in den Dorfbereich gelangen können. Diese Kubaturen sind im Rahmen der weiteren Projektierung zwingend zu überprüfen.

4.2.2.1 Variante 1: Geschiebesammler „Oben“

Bei der Variante 1 – Geschiebesammler „Oben“ – ist oberhalb des Siedlungsgebiets ein Geschieberückhalt mit einem maximal möglichen Rückhaltevolumen von ca. 600 m³ vorgesehen.

Das Gelände im Bereich des geplanten Geschiebesammlers ist relativ steil und nur über die Parzelle 407 (Gempelers Weidli) ab best. Waldweg mit einer ca. 180 m langen Zufahrt zu erschliessen.

Aufgrund des unterbrochenen Geschiebetriebes unterhalb des Sammlers muss zwischen Sammler und Durchlass Dorfstrasse die Sohle verstärkt bzw. die bestehende Sohlenpflasterung örtlich saniert werden.

Die Kosten der beschriebenen Massnahmen für die Variante 1 – Geschiebesammler „Oben“ – werden auf rund 1.2 Mio. CHF geschätzt (\pm 30%). Dabei wird jedoch angenommen, dass mit der Sammlerzufahrt an die künftige Erschliessung des Baugebiets „Gempelers Weidli“ angeschlossen werden kann.

Mit der Realisierung des Geschiebesammlers kann ca. 1/3 bis die Hälfte der Geschiebemenge von bis zu 1'500 m³ (gem. bestehender Gefahrenkarte) zurückgehalten werden.

Anstelle einer konventionellen Abschlussperre aus Beton kann der Geschieberückhalt auch mit flexiblen Ringnetzen ausgeführt werden.

4.2.2.2 Variante 2: Geschiebesammler „Mitte“

Bei dieser Variante ist ein Geschieberückhalt unterhalb der Senggistrasse, im Bereich der Parzelle 2803 mit einem maximal möglichen Rückhaltevolumen von ca. 200 m³ bzw. 600 m³ vorgesehen.

Der Geschiebesammler beeinträchtigt an dieser Stelle das Landschaftsbild erheblich, da für den Rückhalt eines grösseren Volumens eine Aufschüttung von mehreren Metern notwendig ist. Der Sammler wie auch die Zufahrt beanspruchen zudem an bester Lage gelegenes zukünftiges Bauland.

Die drei Brücken oberhalb des Sammlers, davon die private Gebäudezufahrt (zu Senggistrasse 17) erst kürzlich neu erstellt, müssen angepasst bzw. evtl. durch einen Neubau ersetzt werden, damit die anfallenden Feststoffe im Gerinne bis zum Geschiebesammler durchgeleitet werden können.

Mit der Realisierung des Geschiebesammlers kann lediglich ein Bruchteil der anfallenden Geschiebemenge (gem. bestehender Gefahrenkarte), je nach Volumen des Ausbaus bzw. Höhe der Sperre, zurückgehalten werden. Diese Variante ist daher bereits aus konstruktiven Gründen nur sehr bedingt zu empfehlen.

4.2.2.3 Variante 3: Durchleiten

Der Gerinneausbau, d.h. die Erhöhung des linken und rechten Ufers, im Bereich zwischen Senggistrasse und Durchlass Dorfstrasse sowie die Absenkung der Sohle beim Durchlass Dorfstrasse stellen die wichtigsten Elemente der Variante 3 – Durchleiten – dar.

Um die Linienführung des auszubauenden Uelisgraben optimal zu gestalten und eine möglichst grosse Kapazität im Gerinne vor dem Durchlass Dorfstrasse zu schaffen, ist ein Abbruch des Gebäudes des Brüdervereins (linkes Ufer) sowie evtl. ein Abbruch des Gebäudes Dorfstrasse 60 (rechtes Ufer) unumgänglich.

Weiter müssen sämtliche Brücken und Fussgängerstege, angepasst bzw. evtl. durch einen Neubau ersetzt werden, damit die anfallende Feststofffracht (gem. bestehender Gefahrenkarte) im Gerinne bis zum Allebach durchgeleitet werden kann.

Durch das Durchleiten der Feststofffracht im Gerinne oberhalb der Dorfstrasse ist nun auch der untere Abschnitt von allfälligen Verkläuerungen bzw. Gerinneausbrüchen betroffen. Im Bereich der Adelbodner Mineralquellen, wo das Längsgefälle kleiner wird, lassen die vorhandenen Platzverhältnisse einen Ausbau des Gerinnes jedoch kaum oder nur erschwert zu.

4.3 Sturzprozesse

Obwohl die Sturzprozessrisiken in den Gebieten „Under der Flue“ und „Dorf“ nur im 3. Gesamtrang der verschiedenen Gefahrenprozesse fungieren und deutlich geringer sind als die Risiken bei den Wassergefahren oder den Hangmuren, wurden integrale Steinschlagschutzmassnahmen für beide Gebiete geplant. Auf Grund der Geländeverhältnisse kommen zum Schutz des Siedlungsraumes vor Stein- und Blockschlag in erster Linie dynamische Steinschlagschutznetze verschiedener Energieklassen in Frage. Erddämme sind im generell recht steilen Gelände mit begrenztem Platzangebot aufwändig zu realisieren. Ein grosser armierter Erddamm wie er unterhalb der Erikafluh besteht wäre heute nur mit erheblichem Aufwand zu realisieren.

Die Resultate der 3D-Sturzmodellierung wurden zusammen mit U. Gruner (KELLERHALS + HAEFELI AG) im Feld verifiziert und in ein Schutzkonzept übersetzt.

Für die Risikoanalyse wurden der Perimeter in einen Bereich „Dorf“ und einen Bereich „Under der Flue“ aufgeteilt. Die Grenze verläuft durch den Schrenzigrabe.

4.3.1 Gefahrenbereich „Under der Flue“

Im Bereich „Under der Flue“ können 4 Teilgebiete unterschieden werden:

- Zone Reherti
- Zone Under der Flue W
- Zone Under der Flue Mitte
- Zone Under der Flue E

Generell wird für den Bereich ein integraler Schutz vor Blockschlag mit Schutznetzen mit einer Gesamtlänge von 790 m vorgeschlagen. Die Kosten der Massnahmen werden auf rund 1.5 Mio. CHF veranschlagt (Kostenschätzung +/- 30 %, exkl. Landerwerb).

Zentrales Element der Schutzmassnahmen stellt die rund 550 m lange Verbauung entlang der Forststrasse dar. Mit dieser Massnahme wird der gesamte darunter liegende Siedlungsbereich abgedeckt. Der unmittelbar am Fuss der Felswand verlaufende Erddamm mit einer maximalen Höhe von rund 3 m kann in der Modellierung nicht berücksichtigt werden, da er im Geländemodell nicht zum Ausdruck kommt. Es ist damit zu rechnen, dass grösserer Blöcke, welche insbesondere im oberen Wandbereich ausbrechen, den Damm überwinden oder direkt darüber hinwegspringen. Eine Erweiterung des Dammes im Bereich des heutigen Standortes ist wegen der Nähe der Wand und der darunter folgenden steilen Böschung nicht zweckmässig, bzw. technisch zu aufwändig.

Mit der Realisierung der Schutzmassnahmen besteht lediglich noch ein Restrisiko für die geschützten Bereiche. Die Gefahrenkarte kann also hier auf gelb-weiss zurückgestuft werden.

4.3.2 Gefahrenbereich Dorf

Es können 4 Sturzzonen unterschieden werden:

- Zone Süd zwischen Schrenzi- und Uelisgrabe,
- Zone Mitte zwischen Uelisgrabe und Trasse Tschentenbahn,
- Zone Nord zwischen Tschentenbahn und Schmittegrabe.

Für die Sturzmodellierung wurden die im technischen Bericht zur Gefahrenkarte beschriebenen Randbedingungen (Dimension der Ausbruchkörper, Ereignishäufigkeit etc.) übernommen.

Die Modellierung zeigt, dass die Reichweiten der Blöcke im Wesentlichen denjenigen der Gefahrenkarte entsprechen, dass jedoch die Energien im Ereignisraum höher sind als angenommen. Dies bedingt in den gefährdeten Abschnitten Schutzmassnahmen mit höheren Energieaufnahmekapazitäten.

Die Modellierung auf Basis des hochauflösenden Geländemodells (DTM-AV) erlaubt aber andererseits eine bessere Differenzierung der Gefahrenbereiche. Unterhalb der Erikafluh sind die bestehenden Erddämme für den Schutz ausreichend. Grössere Ereignisse können dem Restrisiko zugeordnet werden. Zwischen Uelisgrabe und Schrenzigrabe können Massnahmen optimiert eingesetzt werden, da ein Teil der Häuser nicht durch Steinschlag getroffen werden kann.

Der zentrale Teil der gefährdeten Abschnitte besteht zweifellos zwischen Gondelbahn und Uelisgrabe. Hier ist ein zuverlässiger Schutz einzig mittels einem integralen Hochenergie-Netzverbau (1'000 und 1'500 kJ) zu realisieren.

Mit der Realisierung der Schutzmassnahmen besteht lediglich noch ein Restrisiko für die geschützten Bereiche. Die Gefahrenkarte kann also hier auf gelb-weiss zurückgestuft werden.

Generell wird für den Bereich ein integraler Schutz vor Blockschlag mit Schutznetzen mit einer Gesamtlänge von 510 m vorgeschlagen. Die Kosten der Massnahmen werden auf rund 0.95 Mio. CHF veranschlagt (Kostenschätzung +/- 30 %, exkl. Landerwerb).

4.4 Rutschungen und Hangmuren

4.4.1 Permanente Rutschungen

Für permanente Rutschungen wurde wegen der geringen Schadenausmasse keine Analyse durchgeführt. Auch aus geologisch-naturgefahrenentechnischer Sicht drängen sich keine Massnahmen auf – entsprechend werden diese hier nicht diskutiert.

4.4.2 Hangmuren

4.4.2.1 Ergebnisse EconoMe

Wie bereits erwähnt, sind im Untersuchungsperimeter weite Flächen der steilen Hanglagen potenziell durch Hangmuren gefährdet. Damit ergeben sich hohe Risiken bzw. Schadenausmasse. Infolge der nicht veränderbaren Parameter im Berechnungstool EconoMe sind diese, wie im Kapitel 3 bereits erwähnt, zu relativieren und zu überprüfen. Auch mit

gewissen Anpassungen verbleiben aber hohe Risiken, was durch das Bild der Gefahrenkarte bestätigt wird. Insgesamt stellen sie im Perimeter den zweitwichtigsten Risikoverursacher dar. Daher sind Überlegungen zu Massnahmen zur Risikoreduktion auch bei den Hangmuren vordringlich.

4.4.2.2 Mögliche Massnahmen

Ein integraler Schutz der Perimeter mittels neu zu entwickelnder Hangmurennetze oder anderen adäquaten Schutzvorrichtungen ist aus heutiger Sicht schwierig zu realisieren. Die bisherige Praxis des Kantons Bern zeigt, dass Massnahmen primär bei Neu- oder Umbauten getroffen werden, kaum jedoch bei bestehenden Bauten, es sei denn, diese stehen in roten Gefahrenbereichen.

Dennoch muss den hohen Risiken, die von den Hangmuren ausgehen, begegnet werden. Es ist eine Frage der Risikokultur, wie man schliesslich mit ihnen umgeht, oder anders gesagt: Was darf passieren? Diese Frage kann durch die Risikoanalyse, die primär Grundlagen zu den Risiken erstellt, nicht abschliessend beantwortet werden.

Aus heutiger Sicht stehen generell Objektschutzmassnahmen an den gefährdeten Objekten im Vordergrund. Dabei können vier Gruppen von Objekten unterschieden werden:

- A) Gebäude oder Infrastruktur, die bereits über eine so steife Konstruktion verfügen, dass nur geringe Zusatzmassnahmen notwendig sind.
- B) Gebäude oder Infrastruktur, die morphologisch bzw. vom Prozess her günstig liegen und daher mit einfachen Massnahmen geschützt werden können.
- C) Gebäude oder Infrastruktur, die weder zu A noch zu B gehören und daher aufwändigere Abklärungen und Schutzmassnahmen erfordern.
- D) Gebäude oder Infrastruktur, die sowohl A und B zugeordnet werden können (bester Fall mit einfachsten Lösungen).

Zu welcher Gruppe ein Objekt gehört, muss im Einzelfall vor Ort abgeklärt werden.

Generell sind folgende Massnahmen zur Risikoreduktion denkbar:

- **Konstruktive Verstärkungen** der bergseitigen tragenden Bauteile zur Ertüchtigung gegen Aufprall und Schubwirkung
- **Ablenkbauwerke** wo möglich (Morphologie, genügender Platz, keine Verlagerung der Gefahr)
- **Konsequente Überbauung** gefährdeter Hangbereiche kann die Prozessquelle eliminieren.

Grundsätzlich kann sich in verschiedenen Gebieten bei der Realisierung eines **Steinschlagschutzes** auch eine Reduktion der Hangmurengefährdung ergeben. Dieser „Synergieeffekt“ ist jedoch auf Basis der heutigen Erkenntnisse noch kaum zu beziffern und je nach Lage der Steinschlagschutznetze sehr unterschiedlich. Die effektive Wirkung der einzelnen Werke sollte im Rahmen einer allfälligen Projektierung bestimmt und in der Kosten/Nutzenbetrachtung berücksichtigt werden.

Primäres Ziel der Massnahmen ist der Schutz von Personen in ständig bewohnten Gebäuden oder von Anlagen mit Sonderrisiken. Es ist davon auszugehen, dass nach Realisierung der Massnahmen für Personen in Gebäuden nur noch eine Restgefährdung (gelb-weiss gestreift) verbleiben wird. Es gibt heute noch keine vergleichbaren Studien für ähnlich grosse Gebiete.

4.5 Lawinen

Durch die Lawinen sind nur vereinzelt Siedlungsbereiche betroffen. Dies betrifft wie erwähnt für das 300-jährliche Ereignis einige Liegenschaften entlang der Tschentenbahn. Im Gebiet Bannwald/Tschenten wurden die gefährlichen Lawinenanrissgebiete seit 1956 systematisch mit Stützwerten verbaut; parallel dazu wurde der wichtige Lawinenschutzwald nachhaltig/stabil gepflegt. Aufgrund dieser Anstrengungen ist das darunterliegende Dorf heute weitestgehend gegen Lawinen geschützt. Die bestehenden Schutzdefizite beim 300-jährlichen Ereignis können durch **organisatorische Massnahmen** (Evakuationen in Zeiten akuter Lawinengefahr) auf ein tolerierbares Restrisiko (vor allem Sachwerte) reduziert werden.

Somit besteht bezüglich Lawinenschutzmassnahmen kaum Handlungsbedarf.

5. Folgerungen und weitere Schritte

Mit dem vorliegenden Projekt stehen den verantwortlichen kommunalen und kantonalen Stellen nun ergänzend zur bestehenden Gefahrenkarte wichtige und für die Subventionierung notwendige Grundlagen für die Erarbeiten von Schutzprojekten zur Verfügung.

Die durchgeführten Untersuchungen erlauben nun:

- die Risiken verschiedener Gefahrenprozesse miteinander zu vergleichen,
- quantifizierte Risiken mit möglichen Baukosten zu vergleichen (relevant für die spätere Subventionierung durch den Bund),
- eine Priorisierung möglicher Massnahmen.

Die Studie zeigt klar, dass primär für die Wassergefahren (Uelisgraben und Schrenziggraben) konkrete Schutzprojekte ausgearbeitet werden sollten. In zweiter Priorität sind Schutzkonzepte für die durch Hangmuren gefährdeten Objekte zu evaluieren. Im weiteren sollen die für den integralen Steinschlagschutz zur Zeit in Ausarbeitung befindlichen Schutzkonzepte mit EconoMe bezüglich der Kostenwirksamkeit geprüft werden.

Bei den Lawinen ergibt sich kein Handlungsbedarf.

6. Schlussbemerkungen

Die Gemeinde Adelboden ist die schweizweit erste Gemeinde, in der mit dem Internet-Tool EconoMe (BAFU, 2007) eine umfassende, alle Prozesse berücksichtigende Risikoanalyse durchgeführt wurde.

Die Gemeinde erhält damit ein modernes und wirkungsvolles Instrument zur Massnahmenplanung. Eine Risikoanalyse nach neusten Standards hilft den Verantwortlichen, Steuergelder optimal und risikobasiert einzusetzen. Damit werden zu teure oder Fehlinvestitionen unwahrscheinlich und die Sicherheit der Bevölkerung und von Sachwerten wird dort erhöht, wo es ökonomisch und aus gefahrentechnischer Sicht am meisten Sinn macht.

Die einmal erhobenen und in EconoMe erfassten Daten können bei jedem Folgeprojekt (Wasserbauprojekt, Steinschlagschutzprojekt etc.) für die durch das BAFU geforderte Berechnung der Kostenwirksamkeit wieder verwendet werden. Dies führt für die einzelnen

Projekte zu einer Reduktion der Projektierungskosten und senkt zudem auch die notwendige Bearbeitungszeit. Mit den erhobenen Daten lassen sich zudem in einer weiteren Projektierungsphase nach Bedarf verschiedene Projektvarianten miteinander vergleichen.

Da die Version EconoMe 1.0 aktuell überarbeitet wird, ist unbedingt eine Überprüfung der vorliegenden Ergebnisse bei Vorliegen der neuen Version vorzusehen. Allfällige Anpassungen der Daten sind entsprechend einzuplanen.

Wir empfehlen eine kritische Diskussion der vorliegenden Resultate mit den verantwortlichen Behörden.

ARGE GEOTEST AG / KISSLING + ZBINDEN AG

KISSLING + ZBINDEN AG

GEOTEST AG

.....
Jürg Pieren

.....
Tobias Weiss

.....
Dr. Kaspar Graf

.....
Severin Schwab

Anhang 1: Perimeter Untersuchungsgebiet

