

Gemeinde Adelboden

**Steinschlagschutz
Adelboden**

Vorprojekt

Technischer Bericht

Mitarbeit: Geotest AG

Bern, 8. Oktober 2010

GR/st 6313

SQS-Zertifikat ISO 9001:2000

Registrierungs-Nr. 15873-02



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Ausgangslage	1
1.2. Ausgeführte Arbeiten	2
1.3. Verwendete Unterlagen	3
1.4. Perimeter	4
2. Geologischer Überblick	4
3. Gefahrenbeurteilung	5
3.1. Allgemeines	5
3.2. Gefahrenbereich Under der Flue	5
3.3. Gefahrenbereich Adelboden-Dorf	6
4. Gefahrenpotenzial	7
4.1. Szenarien	7
4.2. Sturzmodellierungen	7
4.3. Intensitätskarten	8
5. Schadenpotenzial	8
6. Risikoberechnung (Mitarbeit Geotest AG)	9
6.1. Allgemeines	9
6.2. Aktuelle Risikosituation	9
6.2.1. <i>Individuelles Todesfallrisiko</i>	9
6.2.2. <i>Kollektivrisiko</i>	10
7. Schutzziele und Schutzdefizite	10
7.1. Schutzziele	10
7.2. Schutzdefizite	11
8. Generelles zur Subventionierung von Schutzmassnahmen	11
9. Schutzmassnahmen	11
9.1. Allgemeines	11
9.1.1. <i>Wirkung von Schutzmassnahmen</i>	11
9.1.2. <i>Feldaufnahmen</i>	12
9.1.3. <i>Variantenstudium</i>	13
9.1.4. <i>Angaben zur Kostenschätzung</i>	14

9.1.5.	<i>Beschreibung der Schutzwerke</i>	15
9.1.6.	<i>Weitere Massnahmen</i>	15
9.2.	Gefahrenbereich Under der Flue	15
9.2.1.	<i>Gebiet Reherti</i>	15
9.2.2.	<i>Gebiet Under der Flue West, Mitte und Ost</i>	16
9.3.	Gefahrenbereich Adelboden-Dorf	19
9.3.1.	<i>Gebiet Adelboden-Dorf Süd</i>	19
	<i>Gebiet Adelboden-Dorf Mitte</i>	20
9.3.2.	<i>Gebiet Adelboden-Dorf Nord</i>	23
9.4.	Massnahmenbeurteilung	26
9.4.1.	<i>Allgemeines</i>	26
9.4.2.	<i>Prozesskenntnisse</i>	26
9.4.3.	<i>Zuverlässigkeit</i>	26
9.4.4.	<i>Wirkungsbeurteilung</i>	27
10.	Messtechnische Überwachung von Felspartien	28
11.	Zusammenstellung der Kosten	28
12.	Auswirkungen der Schutzmassnahmen auf die Intensitätskarte und auf die Gefahrenkarte	30
12.1.	Allgemeines	30
12.2.	Intensitätskarten nach Schutzmassnahmen	30
12.3.	Gefahrenkarte nach Schutzmassnahmen	31
13.	Risiken nach Realisierung der Schutzmassnahmen (Mitarbeit Geotest AG)	32
13.1.	Massnahmenwirkung	32
13.2.	Risikoverminderung	32
13.3.	Kostenwirksamkeit	33
14.	Subventionen	35
15.	Andere Interessen / Konflikte	35
16.	Termine	36
17.	Trägerschaft	36
18.	Unterhaltskonzept	36
19.	Weiteres Vorgehen	37

ANHANGVERZEICHNIS

- Anhang 1: Untersuchungssperimeter, Übersicht 1:25'000
- Anhang 2: Sturzbahnen aus 3D-Blockschlagmodellierung: 30-jährliches Ereignis, 1:5'000
- Anhang 3: Sturzbahnen aus 3D-Blockschlagmodellierung: 100- bzw. 300-jährliches Ereignis, 1:5'000
- Anhang 4: Maximale Sprunghöhen aus 3D-Blockschlagmodellierung: 30-jährliches Ereignis, 1:5'000
- Anhang 5: Maximale Sprunghöhen aus 3D-Blockschlagmodellierung: 100- bzw. 300-jährliches Ereignis, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:5'000
- Anhang 6: Maximale Sturzenergien aus 3D-Blockschlagmodellierung: 30-jährliches Ereignis, 1:5'000
- Anhang 7: Maximale Sturzenergien aus 3D-Blockschlagmodellierung: 100- bzw. 300-jährliches Ereignis, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:5'000
- Anhang 8: Intensitätskarte Sturz: 30-jährliches Ereignis, 1:5'000
- Anhang 9: Intensitätskarte Sturz: 100- bzw. 300-jährliches Ereignis, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:5'000
- Anhang 10: Lage des Steinschlagschutznetzes Werk Nr. I, 1:1'000
- Anhang 11: Lage der Steinschlagschutznetze Werk Nr. II, 1:1'000 (mit Varianten)
- Anhang 12: Lage des Steinschlagschutznetzes Werk Nr. III, 1:1'000
- Anhang 13: Lage der Steinschlagschutznetze Werke Nr. IV und Nr. V, 1:1'000 (mit Variante)
- Anhang 14: Lage des Steinschlagschutznetzes Werk Nr. VI, 1:1'000 (mit Variante)
- Anhang 15: Lage der Steinschlagschutznetzabdeckung Werk Nr. VII, 1:1'000 (mit Variante)
- Anhang 16: Gebiete für messtechnische Felsüberwachung, 1:5'000
- Anhang 17: Steinschlagschutznetze: Zusammenstellung der Kosten (Varianten 1 bis 3)
- Anhang 18: Liste der Grundeigentümer (nur Varianten 1 und 2)
- Anhang 19: Schadenpotenzial im Gefahrenperimeter mit Angaben der Wohnnutzungen (Belegungsart) und der bergseitigen Umgrenzung der Bauzonen, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:5'000
- Anhang 20: Individuelles Todesfallrisiko, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:5'000
- Anhang 21: Intensitätskarte Sturz: 100- bis 300-jährliches Ereignis nach Massnahmen: Variante 1, 1:5'000

- Anhang 22: Intensitätskarte Sturz: 100- bis 300-jährliches Ereignis nach Massnahmen: Variante 2, 1:5'000
- Anhang 23: Intensitätskarte Sturz: 100- bis 300-jährliches Ereignis nach Massnahmen: Variante 3, 1:5'000
- Anhang 24: Gefahrenkarte Sturzprozesse (Stand Oktober 2010; Entwurf), 1:5'000
- Anhang 25: Gefahrenkarte Sturzprozesse nach Erstellung der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung): Variante 1, 1:5'000
- Anhang 26: Gefahrenkarte Sturzprozesse nach Erstellung der Steinschlagschutznetze: Variante 2, 1:5'000
- Anhang 27: Gefahrenkarte Sturzprozesse nach Erstellung der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung): Variante 3, 1:5'000
- Anhang 28: Risikoreduktion und Kostenwirksamkeit (Nutzen-Kosten-Verhältnis) der verschiedenen Massnahmen, Varianten 1 bis 3
- Anhang 29: Naturschutzkarte des Kantons Bern, mit Lage der Steinschlagschutznetze (inkl. Netzabdeckung), 1:10'000
- Anhang 30: Stellungnahme LANAT, Abteilung Naturförderung vom 27. September 2010
- Anhang 31: Stellungnahme KAWA, Waldabteilung 2 (Spiez) vom 4. Oktober 2010
- Anhang 32: Typusprofile Fundation und Verankerung der Steinschlagschutznetze
- Anhang 33: Unterhaltskonzept für die Steinschlagschutznetze (Werk I bis Werk VII) und für die bestehenden Schutzdämme
- Projektdossier: EconoMe 1.0 (PDF) auf CD im Einband

Steinschlagschutz Adelboden: Vorprojekt

Technischer Bericht

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Gemeinde Adelboden verfügt seit dem Jahr 2003 über eine synoptische, integrale Gefahrenkarte [1]. Diese Gefahrenkarte zeigt, dass der Dorfkern von Adelboden u. a. auch durch Sturzereignisse bedroht ist. Grosse Teile im oberen Dorfbereich liegen in der Gefahrenstufe rot oder blau, d. h. in Verbots- und Gebotsbereichen, in welchen Schäden durch geeignete Vorsorgemassnahmen zu vermeiden sind. Ohne solche Massnahmen werden im jetzigen Zeitpunkt keine Baubewilligungen erteilt.

Um die Sturzrisiken im Dorfbereich Adelboden zu bestimmen, wurde im Jahr 2008 durch die Arbeitsgemeinschaft Geotest AG / Kissling + Zbinden AG eine Risikoanalyse durchgeführt [2]. Die im Projektperimeter aufsummierten Risiken für zu erwartende Sach- und Personenschaden pro Jahr betragen für die Sturzprozesse ca. Fr. 50'000.-- pro Jahr, wobei der Anteil von Personenrisiken mit 70 % relativ gross ist.

Als Grundlage für die Risikoanalyse wurden eingehende Sturzmodellierungen durchgeführt und daraus Intensitätskarten ausgearbeitet.

Bereits im Rahmen des erwähnten Berichtes zur Risikoanalyse wurden erste Massnahmen evaluiert, um einen Schutz der gefährdeten Gebiete zu erreichen.

Mit Datum vom 19. August 2009 hat die Kellerhals + Haefeli AG eine detaillierte Vorstudie erarbeitet [11], in welcher die entsprechende Schutzmassnahmen aufgeführt wurden, um damit eine Zurückstufung der aktuellen Gefahrenbereiche zu ermöglichen.

In der Vorstudie wurde aufgezeigt, dass das individuelle Todesfallrisiko bei vielen Häusern grösser als 10^{-5} ist. Gemäss den Vorgaben des Bundes und des Kantons Bern [7 und 5 bzw. 14] besteht, falls der Risiko-Grenzwert von 10^{-5} überschritten wird, ein Schutzdefizit und somit ein Handlungsbedarf.

Die Stellungnahmen des KAWA (Abteilung Naturgefahren) vom 29. September 2009 und des Bundesamt für Umwelt (BAFU) vom 16. November 2009 zu dieser Vorstudie zeigten, dass beide Behörden dem Steinschlagschutzprojekt positiv gegenüberstehen und sich mit der Vorstudie im Grundsatz einverstanden erklärten. Es wurden jedoch einige Bemerkungen und Bedingungen gemacht, welche in der nächsten Phase der Projektierung, im so genannten Vorprojekt, zu berücksichtigen sind.

Mit Datum vom 23. Februar 2010 erhielten wir von der Gemeinde Adelboden den Auftrag, das Vorprojekt gemäss unserer Kostenschätzung vom 10. Dezember 2009 durchzuführen. Im Vorprojekt sollten deshalb einerseits die von Kanton und Bund geäussernten Randbedingungen einbezogen werden, andererseits auch die im Rahmen des Mitwirkungsverfahrens eingebrachten Bedenken von einzelnen Grundeigentümern aufgenommen werden. Zudem waren für die Ausarbeitung des Vorprojektes auch die Vorgaben des entsprechenden Merkblattes des Bundes bzw. der Abteilung Naturgefahren zu berücksichtigen.

Wie bereits in der Vorstudie sollte die Geotest AG auch für das Vorprojekt die verlangten Risikoberechnungen (individuelle Risiken, Kostenwirksamkeit etc.) durchführen.

Am 1. September 2010 fand eine Sitzung mit Gemeinde, BAFU und Kanton Bern (Abt. Naturgefahren) statt, an welcher ein Entwurf des Vorprojektes diskutiert wurde. Da die Netzmaterialkosten und die Kosten für den Baumeister nach den aktuellen Offerten gegenüber der Vorstudie massiv gestiegen waren, war die Kostenwirksamkeit bei einzelnen Werken stark gesunken. Dies führte dazu, dass von Seiten der Subventionsbehörden eine (oder zwei) weitere Varianten mit einer reduzierten Werkreihe gefordert wurde. Massgebend war dabei, dass der Schutz von Gebäuden mit einem individuellen Todesfallrisiko von über 10^{-5} gewährleistet bleibt.

1.2. Ausgeführte Arbeiten

Es wurden die nachfolgenden Arbeiten durchgeführt:

- Sitzung vom 15. März 2010 mit Gemeinde Adelboden, Staatsforstbetrieb (M. Gloor und Th. Heimann), Abteilung Naturgefahren (J. Häberle) und Kellerhals + Haefeli AG (U. Gruner) betr. Bau der Schutznetze im Staatswald bzw. über das weitere Vorgehen bei den einzelnen Werken
- Ergänzende geologische Feldaufnahmen im Gebiet Adelboden-Dorf Mitte und Nord bezüglich Liefergebiete
- Feldbegehungen mit einzelnen Grundeigentümern (zusammen mit Bauverwalter M. Inniger) für die Lösung von Detailfragen und Variantenmöglichkeiten
- Feldbegehungen zur Detailaufzeichnung der Variantenmöglichkeiten
- Kostenevaluation für die Schutznetze (Offerten Geobrug AG und Burn & Künzi AG)
- Diverse weitere Kostenberechnungen
- Risikoberechnungen und Angaben zur Kostenwirksamkeit gemäss EconoMe 1.0 (Geotest AG)
- Erstes Variantenstudium der Massnahmen (inkl. Berechnung der Kostenwirksamkeit) und Berichterstattung als Grundlage für eine erste Entscheidungsfindung des Gemeinderates von Adelboden

- Entwurfbesprechung am 1. September 2010 mit Gemeinde (GR Allenbach, J. Lauber, M. Inniger), BAFU (R. Baumann) und Abt. Naturgefahren Kt. Bern (J. Häberle)
- Erneute Variantenberechnungen gemäss Vorgaben der Sitzung vom 1. September 2010
- Beurteilung der Schutzmassnahmen gemäss den neuen Vorgaben des BAFU [7, 8]
- Einholen von Mitberichten bei den kantonalen Behörden
- Diverse z. T. telefonische Besprechungen mit Jörg Häberle (Abt. Naturgefahren)
- Darstellung der Resultate
- Berichterstattung

1.3. Verwendete Unterlagen

- [1] KELLERHALS + HAEFELI AG, GEOTEST AG, KISSLING + ZBINDEN AG: Naturgefahrenkarte Gemeinde Adelboden. Karte 1:5'000 und Technischer Bericht. April 2004.
- [2] Arbeitsgemeinschaft GEOTEST AG / KISSLING + ZBINDEN AG: Naturgefahrenmanagement Adelboden. Risikoanalyse mit EconoMe 1.0. Bericht vom 15. Dezember 2008.
- [3] BUWAL, Eidg. Forstdirektion: Kreisschreiben Nr. 20, Schutzbauten und -anlagen (431.1); Begründung und Pflege von Wald mit besonderer Schutzfunktion (431.2), 11. Februar 1994.
- [4] Berücksichtigung von Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen BPR, BWW, BUWAL, 1997.
- [5] Risikostrategie Naturgefahren Kanton Bern: Umgang mit dem Risiko von Wasser-, Massenbewegungs- und Lawinenereignissen. Grundlagenpapier für die Klausursitzung des Regierungsrates zum Thema Risikostrategie vom 10. August 2005.
- [6] Naturschutzkarte des Kantons Bern (Amt für Landwirtschaft und Natur), online einsehbar auf dem Geoportal des Kantons Bern.
- [7] Strategie Naturgefahren Schweiz. Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden. PLANAT, Testversion Februar 2009.
- [8] Strategie Naturgefahren Schweiz. Wirkung von Schutzmassnahmen („PROTECT“). PLANAT, Testversion Dezember 2008.
- [9] BAFU: Richtlinie über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag. 2001 und Ergänzung 2006. www.umwelt-schweiz.ch/publikationen (inkl. Ergänzungen zum Kapitel 7 [Entwurf Juni 2008]: Verankerung und Fundation von Schutznetzen gegen Steinschlag)
- [10] DTM-AV des Untersuchungsperimeters. Copyright Amt für Geoinformation, Bern.

- [11] KELLERHALS + HAEFELI AG: Sturzgefahr Adelboden: Vorstudie. Bericht Nr. 6313 vom 19. August 2009
- [12] Stellungnahme KAWA, Abteilung Naturgefahren zur Vorstudie Steinschlagschutzprojekt Adelboden: Brief vom 29. September 2009
- [13] Stellungnahme BAFU zum Steinschlagschutz Dorf Adelboden vom 16. November 2009.
- [14] Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern: Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren. 8. September 2010
- [15] Kellerhals + Haefeli AG: Überwachungsdispositiv Felswände Adelboden Dorf. In Vorbereitung (Herbst 2010).

1.4. Perimeter

Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf den zentralen Siedlungsbereich der Gemeinde Adelboden (vgl. Abb. 1 und Anhang 1). Die westliche Begrenzung liefert das Sturzgebiet Under der Flue; die östliche Grenze wird durch das kleine Steinschlaggebiet südwestlich des Schmittegrabens gebildet. Für die bergseitige Begrenzung wurde der Perimeter der Gefahrenkarte verwendet.



Abbildung 1: Übersichtsfoto mit Blick auf die Gefahrenbereiche

2. Geologischer Überblick

Die Felsgebiete oberhalb des Dorfes Adelboden bestehen einerseits aus Gesteinen der Ultrahelvetischen Sattelzone („Zone des Cols“), andererseits aus der darüber lagernden Gesteinsabfolge der Niesen-Decke.

Von den Gesteinen der Sattelzone sind bezüglich Sturzgefährdung in erster Linie die massigen, meist unterschiedlich kompakten Malmkalke zu erwähnen, welche u. a. im Gefahrenbereich Under der Flue auftreten. Es können dabei zwei übereinander liegende Kalkkomplexe (Schuppen) festgestellt werden, welche durch eine Lage von Oxford-schiefer getrennt sind. Der Malmkalk weist eine ausgeprägte Klüftung auf (vgl. [1]).

An der Basis der darüber liegenden Niesen-Decke treten u. a. Gips, Rauhwacke und Dolomit auf, welche z. B. im Gebiet der Erika-Fluh westlich des Schmittegrabens zu finden sind.

3. Gefahrenbeurteilung

3.1. Allgemeines

Für die Gefahrenbeurteilung wird im Wesentlichen auf die Gefahrenkarte Adelboden verwiesen [1], welche u. a. auch auf dem Ereigniskataster mit mehreren Blocksturzer-eignissen im Untersuchungsperimeter sowie detaillierten Geländebefunden basiert.

Im Rahmen der Risikoanalyse [2] wurden die Gebiete erneut geologisch beurteilt, um damit die Grundlagen für die Sturzmodellierungen zu erhalten. Dabei wurden generell zwei Gefahrenbereiche bestimmt, die jeweils in drei verschiedene Teilgebiete unterteilt wurden (vgl. auch Darstellung in den Anhängen 2 ff):

Gefahrenbereich Under der Flue

Gebiet Reherti

Gebiet Under der Flue West

Gebiet Under der Flue Mitte und Ost (auch „Heinricheggen“ genannt)

Gefahrenbereich Adelboden-Dorf

Gebiet Adelboden-Dorf Süd (zwischen Schrenzi- und Uelisgraben)

Gebiet Adelboden-Dorf Mitte („Taubenfels“)

Gebiet Adelboden-Dorf Nord („Erika-Fluh“)

3.2. Gefahrenbereich Under der Flue

Der Gefahrenbereich Under der Flue ist gekennzeichnet durch markante Felswände oberhalb des Dorfes, welche verschiedene Ausbruchgebiete bilden. Es handelt sich in der Regel um stark zerklüftete, z. T. grobbankige Malmkalke.

Es sind verschiedene grössere Blocksturzereignisse bekannt (vgl. auch [1]) sowie ein grösserer Felsabbruch im Jahr 1820. Vor allem im Teilgebiet *Under der Flue Mitte* und *Ost* sind Stein- und Blockschläge häufig, während in den Teilgebieten *Under der Flue West* und *Reherthi* der Malmkalk kompakter und weniger zerklüftet ist und die Sturzergebnisse damit seltener sind.

In einem Teilbereich des Abschnittes *Under der Flue Mitte und West* („**Heinrichengen**“) wurde vor ca. 15 Jahren unmittelbar unterhalb der Felswand ein ca. 2 m bis max. 3 m hoher Damm errichtet (vgl. auch Anhang 24). Im DTM-AV-Modell [10] kommt der Damm nur ungenau zum Ausdruck, sondern v. a. die Zufahrtsstrasse. Grössere Blöcke z. B. aus dem oberen Wandbereich werden den Damm überwinden oder direkt darüber hinweg springen. Frische Schlagspuren und hinter den Bäumen gestoppte Böcke (max. 1 m³) im darunter liegenden Wald dokumentieren, dass der Damm seine Funktion nur teilweise erfüllt.

3.3. Gefahrenbereich Adelboden-Dorf

Der Gefahrenbereich in den Teilgebieten *Adelboden-Dorf Süd* und *Mitte* ist gekennzeichnet durch stark zerklüftete Malmkalke, welche durch Mergelschieferlagen (Oxfordien) in Schuppen aufgeteilt sind.

Markant ist insbesondere der so genannte „**Taubenfels**“ (auch „Taubenschopf“ genannt) im Teilgebiet *Adelboden-Dorf Mitte*. Dieses Felsgebiet ist, wie eine mehrmalige Begehung vom Seil aus zeigte, bereits heute mehr oder weniger versackt, d. h. das Gestein ist nicht mehr im ursprünglichen Gesteinsverband. Dieses Versackungsgebiet reicht bis wenige Meter oberhalb des Fahrweges. Der versackte Felsteil weist grosse Klüfte und Hohlräume sowie Gleitflächen auf. Das Mauerwerk auf der Westseite des Taubenschopfes dient der Abstützung der bereits früh erkannten Instabilitäten und erfüllt seine Funktion im Moment gut. Die gesamte instabile Kubatur wird heute grob auf rund 10'000 m³ geschätzt. Im Rahmen der Felsüberwachung wird diese Felspartie sowohl mittels Handmessungen als auch mittels Laser-Distanzmessung bezüglich allfälliger Deformationen überwacht [14]. Sturzblöcke aus diesem Felsbereich von 1 m³ und mehr sind möglich. Der Waldweg direkt unterhalb der Felswand hält kleinere Ereignisse zurück. Grössere Blöcke oder Ereignisse aus dem oberen Teil der Felswand werden durch den Waldweg höchstens abgebremst; die meisten werden diesen somit überspringen.

Auch bei den kleineren Felsaufschlüssen im östlichsten untersuchten Bereich, im Teilgebiet *Adelboden-Dorf Nord*, sind Malmkalke anstehend.

Die Lokalität „**Erika-Fluh**“ im Teilgebiet *Adelboden-Dorf Nord* hingegen besteht aus Gips. Die abgestufte Felsnase ist infolge Verwitterung und Wurzelsprengung stark aufgelockert. Auf Grund von früheren Sturzergebnissen wurden zwei Dämme errichtet (Lage vgl. Anhang 24): Der obere, ca. 3 m hohe Damm liegt auf Kote 1'500 m ü. M. Der zweite Damm befindet sich weiter unten auf Kote 1'460 m ü. M. und ist ca. 6 m hoch.

Zwischen den beiden Dämmen verteilt liegen verschiedene alte und frische Sturzblöcke von z. T. über 1 m Durchmesser. Unterhalb des unteren Dammes wurden keine Sturzkörper vorgefunden.

4. Gefahrenpotenzial

4.1. Szenarien

Die aus den im Feld ermittelten Gefahrenherde zu erwartenden Blockgrössen sowie die dazu gehörende Ereignishäufigkeit wurden aus dem Technischen Bericht zur Gefahrenkarte übernommen [1].

Szenario	Blockgrösse Gefahrenbereich Under der Flue	Blockgrösse Gefahrenbereich Adelboden-Dorf
< 30 J.	0.8 x 0.6 x 0.5 m (= 0.24 m ³)	0.7 x 0.6 x 0.3 m (= 0.126 m ³)
30 - 100 J.	1.4 x 1.3 x 1.2 m (= 2.184 m ³)	1.4 x 1.3 x 1.2 m (= 2.184 m ³)
100 - 300 J.	1.4 x 1.3 x 1.2 m (= 2.184 m ³)	1.4 x 1.3 x 1.2 m (= 2.184 m ³)

4.2. Sturzmodellierungen

Die Sturzmodellierungen wurden im Rahmen der Risikoanalyse durchgeführt [2]. Die auf der Basis eines hoch auflösenden Geländemodells (DTM-AV von Swisstopo [10]) durch die Geotest AG durchgeführte Modellierung erlaubt eine flächenhafte Erfassung der Sturzphänomene und eine Berechnung der Sprunghöhen und Energien. Zu diesem Zweck wurden im Gelände die für den Sturzprozess relevanten Parameter (Ausbruchzone, Dämpfung und Rauigkeit des Untergrundes im Transitgebiet, Wald etc.) erhoben, kartiert und schliesslich digital in das Modell eingegeben. Die wesentlichen Randbedingungen, nämlich die Dimension der Ausbruchkörper und die Ereignishäufigkeit, wurden aus dem Technischen Bericht der Gefahrenkarte übernommen [1] und wurden im Kapitel 4.1 bereits aufgelistet. Die Sturzbahnen aus den 3D-Blockmodellierungen sind in den Anhängen 2 (30-jährliches Ereignis) und 3 (100- bzw. 300-jährliches Ereignis) dargestellt. Diese Aufzeichnungen der Sturzbahnen dokumentieren gleichzeitig auch die Reichweiten der Blöcke. Generell zeigen die Modellierungen, dass diese Reichweite im Wesentlichen den Annahmen der Gefahrenkarte entspricht.

Im Rahmen der neuen Positionierungen der Steinschlagschutznetze wurden im Frühjahr 2010 an zwei Stellen detailliertere Aufnahmen des Geländes bzw. des Liefergebietes der potenziellen Blöcke gemacht, was zu einer geringen Reduzierung der Liefergebiete führte: Dies betrifft einerseits eine kleine Stelle ziemlich direkt unter der Tschenntenbahn (Koord. ca. 608'970 / 149'180); eine genauere Beschreibung erfolgt in Kapitel 9.3.1 (Werk V).

Die zweite Stelle liegt ganz im NE des Untersuchungsgebietes (Koord. ca. 609'200 / 149'350); darauf wird im Kapitel 9.3.2 (Werk VII) genauer eingegangen. Diese nachträglichen Änderungen haben somit geringfügige Auswirkungen auf die Sturzbahnen aus den 3D-Modellierungen (Anhänge 2 und 3), wie sie in der Vorstudie [11] aufgezeigt worden sind, dies in erster Linie auf die Angaben bezüglich Energien (Anhänge 4 bis 7) und somit auf die Intensitätskarten (Anhänge 8 und 9) sowie letztlich auch auf die Gefahrenkarte (Stand Oktober 2010; Entwurf; Anhang 24).

4.3. Intensitätskarten

Die Intensitätskarte für ein 30-jährliches Ereignis ist im Anhang 8 zu finden, diejenige für die 100- bzw. 300-jährlichen Ereignisse im Anhang 9.

In den 30-jährlichen Ereignissen treten in den Gefahrengebieten nur schwache (< 30 kJ) und mittlere Intensitäten auf (30 - 300 kJ), jedoch keine Intensitäten von über 300 kJ. Die Intensitätskarte für 100- bzw. 300-jährliche Sturzereignisse zeigt jedoch, dass praktisch der gesamte Gefahrenbereich Under der Flue starke Intensitäten von über 300 kJ aufweist. Auch im Gefahrenbereich Adelboden-Dorf sind die Gebiete mit starker Intensität bei dieser Wiederkehrdauer relativ verbreitet.

Gegenüber der bestehenden Gefahrenkarte [1] treten gemäss den 3D-Modellierungen somit generell höhere Energien auf. Bekanntlich bedeuten Energien von über 300 kJ gemäss Gefahrenkarte eine rote Gefahrenstufe (= erhebliche Gefährdung).

Die Resultate der detaillierten Modellierungen haben zur Folge, dass - wie in der Vorstudie [11] erwähnt - die bestehende Gefahrenkarte [1] auf Grund der neuen Intensitäten etwas ergänzt wurde. Die neue Gefahrenkarte (Stand Oktober 2010) ist im Anhang 24 als Entwurf dokumentiert. Sie muss gemäss Abt. Naturgefahren bis zur Realisierung von Schutzmassnahmen angewendet werden.

5. Schadenpotenzial

Im Bereich des Wirkungsraumes der Sturzprozesse liegt eine grosse Anzahl von Gebäuden, welche im Rahmen der Risikoanalyse im Detail aufgenommen und bewertet worden sind. Es handelt sich im Wesentlichen um Einzelhäuser (bewohnt oder als Ferienhäuser genutzt). Zudem liegen im Wirkungsbereich der Sturzprozesse auch Verbindungsstrassen (Gemeindestrassen) und Bauzonen. Zurzeit steht eine Ortsplanungsrevision an, welche in der Vernehmlassung ist. Die Lage der Bauzonen und der bewohnten bzw. der nicht ständig bewohnten (Ferien-) Häuser ist im Anhang 19 sowie auf den Karten 1:1'000 der einzelnen Werke zu finden.

6. Risikoberechnung (Mitarbeit Geotest AG)

6.1. Allgemeines

Die aktuellen Risiken durch Naturgefahren in der Gemeinde Adelboden wurden in der Studie „Naturgefahrenmanagement Adelboden; Risikoanalyse mit EconoMe 1.0“ vom Dezember 2008 [2] berechnet. Für das vorliegende Vorprojekt wurden diese Risikowerte übernommen und mit den fehlenden individuellen Todesfallrisiken ergänzt. Für die Auswertung der Kostenwirksamkeit der verschiedenen, vorgeschlagenen Massnahmen wurde die gesamte Berechnung mit den neu definierten Parametern analog zur Berechnung der aktuellen Risiken durchgeführt.

Die Risikoberechnungen erfolgten für den Wirkungsraum jedes einzelnen Schutzwerkes in einem separaten EconoMe-Projekt (EconoMe 1.0, verbessert gegenüber 2008). Dadurch mussten die Resultate aus elf verschiedenen Dokumenten zusammengetragen werden.

6.2. Aktuelle Risikosituation

6.2.1. Individuelles Todesfallrisiko

Das individuelle Todesfallrisiko wiedergibt die Wahrscheinlichkeit für eine Person in Adelboden, an einer bestimmten Stelle durch Naturgefahren (im vorliegenden Fall durch Sturzprozesse) umzukommen. Diese Berechnungen fehlten in der ersten Studie [2]. Die individuellen Risiken wurden daher für die aktuelle Gefahrensituation ergänzt und anschliessend auch für die Situation nach Ausführung der Massnahmen berechnet. Das individuelle Todesfallrisiko liegt in den Gebieten, wo sich dauerbelegte Häuser im Bereich von starken Intensitäten (Anhang 9) bzw. innerhalb der roten Gefahrenstufe (Anhang 24) befinden, in vielen Gebieten über 10^{-5} Todesfällen pro Jahr, also in einem Bereich, wo gemäss Risikostrategie des Kantons Bern [7] bzw. den kantonalen Schutzziele [14] Schutzmassnahmen nötig sind (vgl. auch Kapitel 7).

Für den gesamten Untersuchungsbereich liegt das individuelle Todesfallrisiko wie folgt in Bezug auf die einzelnen Gebäude (Tabelle 1):

Todesfallrisiko	Massnahme	Anzahl Gebäude
$> 1 \times 10^{-5}$	nötig	30
1×10^{-5} bis 1×10^{-6}	wünschbar	19
$< 1 \times 10^{-6}$	nicht nötig	25

Tabelle 1: Individuelle Todesfallrisiken

Die Lage der einzelnen Gebäude mit den entsprechenden Todesfallrisiken ist im Anhang 20 zu finden. Detaillierte Angaben finden sich im beigelegten Projektdossier mit den EconoMe-Berechnungen (CD im Einband).

Die Berechnungen basieren auf den effektiven Besetzungszahlen der Gebäude, welche durch die Gemeinde aufgenommen wurden. Diese liegen, bedingt durch die hohe Anzahl an Ferienwohnungen, im Vergleich zu der totalen Anzahl von Gebäuden unter dem durchschnittlichen Belegungsgrad, welcher normalerweise für die Berechnungen eingesetzt wird.

6.2.2. Kollektivrisiko

Das aktuelle Kollektivrisiko [2] ergibt sich aus der Summe aller Einzelrisiken pro Szenarium. Mit dem Kollektivrisiko kann die Grösse des Risikos für die einzelnen Exponenten (z. B. Gebäude, Personen) abgeschätzt werden.

Die detaillierten kollektiven Risiken für die Wirkungsräume der verschiedenen Abschnitte (Wirkungsräume der geplanten Schutzbauten) sind in der unten stehenden Tabelle 2 aufgeführt. Die Berechnungen stellen auch die Grundlage für die Beurteilung der Kostenwirksamkeit einer Schutzmassnahme dar (vgl. Kapitel 13.3).

Abschnitt Werk Nr.	Kollektivrisiko (Todesfälle / Jahr)	Kollektivrisiko (Fr. / Jahr)
I	1.38E-03	6'815.00
II	1.53E-02	71'461.00
III	2.09E-03	11'073.00
IV	2.72E-04	1'453.00
V	1.55E-03	8'091.00
VI	6.30E-04	3'163.00
VII	4.16E-04	2'334.00

Tabelle 2: Aktuelle Kollektivrisiken für die einzelnen Werke. Die Wirkungsbereiche der geplanten Verbauungen je nach Variante sind in den Anhängen 25 bis 27 aufgeführt

7. Schutzziele und Schutzdefizite

7.1. Schutzziele

Gemäss dem Papier der kantonalen Arbeitsgruppe Naturgefahren [14] und dem Berichtsentwurf der PLANAT [7] hat der Schutz von Menschen erste Schutzziel-Priorität. Gemäss diesen Unterlagen beträgt das hier maximal tolerierbare individuelle Todesfallrisiko 10^{-5} pro Jahr.

7.2. Schutzdefizite

Die Intensitätskarte für 100- und 300-jährliche Ereignisse (Anhang 9) zeigt, dass im Untersuchungsperimeter ein relativ grosses, besiedeltes Gebiet betroffen ist. Von den zahlreichen Häusern (dauerbelegte Häuser und Ferienhäuser) weisen insgesamt 30 Gebäude ein individuelles Todesfallrisiko von $> 10^{-5}$ auf, d.h. es besteht hier ein ausgewiesenes Schutzdefizit (vgl. auch Tabelle 1 und Karte im Anhang 20).

8. Generelles zur Subventionierung von Schutzmassnahmen

Das KAWA und das BAFU verlangen für die Subventionierbarkeit der Schutzprojekte im vorliegenden Fall, dass die drei folgenden Kriterien erfüllt sein müssen [12]:

- Die zu schützenden Objekte müssen ganzjährig bewohnt sein oder, wenn es sich um Ferienhäuser handelt, müssen diese in der Bauzone liegen.
- Das individuelle Todesfallrisiko muss grösser als der Schwellenwert von 1×10^{-5} sein.
- Die Kostenwirksamkeit (= Nutzen-Kosten-Verhältnis) muss grösser 1 sein, d. h. die Wirkung (Risikoreduktion) der Schutzmassnahmen muss grösser als die hierfür aufgewendeten Kosten sein.

9. Schutzmassnahmen

9.1. Allgemeines

9.1.1. Wirkung von Schutzmassnahmen

Gemäss Vorgaben des BAFU bzw. der Nationalen Plattform Naturgefahren (PLANAT) ist bei Schutzmassnahmen grundsätzlich die Wirkung dieser Massnahmen bei Fragen der Raumplanung zu berücksichtigen. Die PLANAT hat deshalb eine Arbeitshilfe „Wirkung von Schutzmassnahmen“ herausgegeben, welche heute in Form einer Testversion vom Dezember 2008 besteht [8]. Dieser unter dem Kurznamen PROTECT laufende Bericht behandelt im Teil C auch spezifisch die Sturzprozesse.

Bei der Bemessung der Schutzmassnahmen wie auch bei der Berücksichtigung dieser Massnahmen bezüglich einer Rückstufung sind die Unsicherheiten bei der Prozessbeurteilung mit einzubeziehen. Die Unsicherheiten von Sturzprozessen können gemäss PROTECT als mässig bezeichnet werden. (Mässig bedeutet, dass die Punktezahlgemäss unten stehender Tabelle 3 zwischen 5 und 9 Punkten liegt; eine Punktezahlgemäss < 5 bedeutet eine geringe Unsicherheit). Ausschlaggebend für die Beurteilung sind die allgemein sehr guten Datengrundlagen, die gute Begehbarkeit und Einschätzbarkeit der verschiedenen Kriterien im Gelände sowie die 3D-Blockschlagmodellierungen.

Ort	Kriterium/Schwierigkeit	Bemerkungen	Punktezahl Unsicherheit
Allgemein	Ereignisse, stumme Zeugen	-	1
Ausbruchsort	Gebirgsverhältnisse	-	0
	Felssturz (Extremereignis)	-	2
Transitbereich	Topografie	DTM-AV	0
	Rauhigkeit	detail. Gelände- aufnahmen	1
	Dämpfung		1
	Wald		0
Auslaufbereich	Geländeeigenschaften	3D-Modellierung	1
Gesamtpunktezahl			6

Tabelle 3: Abschätzung der Bedeutung der Unsicherheiten von Sturzprozessen (Punktezahl gemäss [8])

9.1.2. Feldaufnahmen

Die Schutzmassnahmen wurden bereits in der Risikoanalyse aus dem Jahr 2008 kurz aufgeführt und beschrieben [2]. Im Rahmen der forstlichen Vorstudie wurde diese Massnahmen konkretisiert und vor Ort auf Grund der genauen Kartengrundlagen festgelegt (DTM-AV mit 1 m Höhenlinien; [11]).

Im Zuge der Ausarbeitung des vorliegenden Vorprojektes wurde die Lage der Netze auf Grund einer Sitzung mit dem Staatsforst des Kantons Bern und Begehungen mit einzelnen Grundeigentümern (inkl. dem Bauverwalter der Gemeinde Adelboden, M. Inniger) nochmals im Detail und teilweise auch vor Ort bestimmt.

Ziel dieser Feldbestimmung war es, die Standorte der Netze so festzulegen, dass auch die entsprechenden Grundeigentümergeinverständnisse eingeholt werden können. Die einzelnen Netze wurden im vorliegenden Vorprojekt im Massstab 1:1'000 eingetragen (vgl. Anhänge 10 bis 15). Dies ermöglichte eine genauere Kostenschätzung der Netzproduzenten bzw. des angefragten Bauunternehmers, weil die Längen der einzelnen Netze präziser eingetragen bzw. abgemessen werden konnten.

Die Schutzmassnahmen wurden, ausgehend von den Schutzdefiziten, auf Grund der Energiewerte und der Sprunghöhen bestimmt. Dabei wurden die Richtlinien über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag des BAFU (2006) berücksichtigt [9], welche die einzelnen Energieklassen mit ihrer entsprechenden Netzhöhe aufführen.

Im Anhang 32 sind die Typusprofile der Foundationen bzw. Verankerungen der Abspannseile aufgeführt. Auf Grund der heutigen Kenntnisse des Untergrundes kann davon ausgegangen werden, dass alle Verankerungen durchwegs im Lockergestein (Gehängeschutt, evtl. auch Moräne) vorgenommen werden müssen. Der Fels dürfte vermutlich in den meisten Fällen deutlich tiefer als 5 m unter Terrain liegen.

9.1.3. Variantenstudium

Verschiedene Varianten wurden anlässlich der Erarbeitung der Vorstudie diskutiert und gewichtet und, falls als wenig realisierbar betrachtet, bereits zu diesem Zeitpunkt ausgeschlossen (z. B. Schutzdämme). Auf Grund der Stellungnahmen des KAWA [12] und des BAFU [13], des Mitwirkungsverfahrens der Gemeinde Adelboden im Winter 2009/2010 und weiterer Anregungen anlässlich einer Entwurfssitzung mit Vertretern des BAFU, des KAWA und der Gemeinde Adelboden am 1. September 2010 wurden weitere und teilweise auch neue Varianten erwogen. Die verschiedenen Varianten werden im Kapitel 9.2 (Beschreibung der einzelnen Schutzwerke) genauer erläutert und im Rahmen der Betrachtungen zur Kostenwirksamkeit miteinander verglichen (Kapitel 13.3).

Bei einzelnen Varianten können zwar bessere Kostenwirksamkeiten erreicht werden, sie weisen jedoch auch verschiedene Nachteile auf (z. B. Eingriffe ins Landschaftsbild, zu erwartende privatrechtliche Schwierigkeiten bei der Realisierung etc.).

Auf Grund der verschiedenen Abklärungen und Besprechungen wurden insgesamt drei Varianten bearbeitet und nachfolgend diskutiert (vgl. Tabelle 4):

Variante	1 (ohne Reduktion)	2 (kleine Reduktion)	3 (grössere Reduktion)
Werk			
I	X	X	X
II	IIA	IIA	IIA unten 1 / 2
	IIB	IIB reduziert	IIB reduziert
	IIC	IIC fällt weg	IIC fällt weg
	IID	IID verlängert	IID verlängert
	IIE	IIE	IIE
	IIF	IIF	IIF
	IIG	IIG	IIG unten
III	X	X	X
IV	X	X	IV reduziert
V	X	X	V reduziert
VI	X	X	VI unten A + B
VII	X	VII reduziert	VII reduziert

Tabelle 4: Übersicht der drei Varianten

Die Variante 1 entspricht einem ersten Entwurf ohne Reduktion von Netzen.

Die Variante 2 enthält eine kleine Reduktion des Gesamtwerkes, in dem das Netz IIC entfällt (mit entsprechenden Reduktionen bzw. Verlängerungen bei den benachbarten Werken) und auch beim Werk VII (Netzabdeckung) eine leichte Reduktion vorgenommen wird. Die Gemeinde Adelboden stellt sich hinter diese Variante (vgl. auch Kapitel 11).

Bei der Variante 3 wird eine grössere Reduktion vorgenommen, um die hohen Kosten zu verringern und damit einzelne Werke bzw. auch das gesamte Schutzwerk bezüglich Nutzen-Kosten-Verhältnis in einen ausgeglichenen Bereich von 1 zu steuern.

Im Kapitel 9.2 und 9.3 sind die einzelnen Werke jeweils für die verschiedenen Varianten detailliert beschrieben.

9.1.4. Angaben zur Kostenschätzung

Die einzelnen Werke wurden in den einzelnen Teilgebieten auf der Grundlage der Schutzdefizite festgelegt. Die Kosten für diese Werke wurden, ausgehend von den Grunddaten der einzelnen Netze (Länge, Energien, Netzhöhe), auf Grund von folgenden Angaben ermittelt:

- Kostenschätzung Geobru gg AG für Materialkosten der Schutznetze vom 27. Mai 2010. Dabei wurde in der Kostenzusammenstellung (Anhang 17) ein Rabatt im Falle einer Gesamtbestellung berücksichtigt. Der Rabatt beträgt je nach Werk zwischen 5 und 12.5 %. (Im Vergleich mit der Kostenschätzung aus dem Jahr 2009 wurden z. T. höhere Kosten offeriert!)
- Kostenschätzung Burn & Künzi AG für Baumeisterarbeiten (Einbau, Installationen, Ankerarbeiten, Transporte etc.) vom 6. Juni 2010. (Im Vergleich mit der Kostenschätzung aus dem Jahr 2009 wurden z. T. bedeutend höhere Kosten errechnet!)
- Unvorhergesehenes (10 % von Materialkosten und Baumeisterarbeiten)
- Diverses, insbesondere:
 - Holzereiarbeiten (max. ca. 1 ha Wald; Richtpreisangaben von Revierförster Th. Mühlemann). Es wird für die Schutzwerke im Wald eine Schneise von 10 m Breite angenommen.
 - Projektierungsarbeiten (Detailpläne, Submission, Bauleitung etc.)
 - Auflageverfahren
 - Landerwerb / Dienstbarkeiten

Für Diverses wurde pro Laufmeter Schutznetz jeweils überall Fr. 160.-- eingesetzt (grobe Annahme).

Die Zusammenstellung der Kosten ist im Anhang 17 zu finden.

Die Evaluation von weiteren Varianten im Verlauf des Septembers 2010 führte dazu, dass für einzelne reduzierte oder veränderte Werke keine neuen Offerten mehr eingeholt werden konnten, so dass die entsprechenden Kosten aus den früheren Offerten Geobru gg bzw. Burn & Künzi AG abgeschätzt bzw. interpoliert wurden.

9.1.5. Beschreibung der Schutzwerke

Die einzelnen Schutzwerke werden in der Folge kurz stichwortartig beschrieben. Die entsprechenden Detailangaben sind wie folgt zu finden:

- Übersicht der Sprunghöhen: Anhänge 4 und 5
- Übersicht der Energieklassen: Anhänge 6 und 7
- Lage der Schutzwerke 1:1'000: Anhänge 10 bis 15
- Zusammenstellung der Kosten: Anhang 17
- Zusammenstellung der Eigentümer: Anhang 18
- Schadenpotenzial (Bauzonen, Nutzung): Anhang 19

9.1.6. Weitere Massnahmen

Die vorgeschlagenen Schutznetze sind auf 100- bis 300-jährliche Ereignisse dimensioniert. Sehr seltene Sturzereignisse (> 300 Jahre) mit noch grösseren Sturzkörpergrössen als im Kapitel 4.1 angegeben können somit nicht zurückgehalten werden. Um eine solche Gefährdung frühzeitig zu erkennen, wurden in den einzelnen Gefahrengebieten eine grössere Anzahl von Messpunkten installiert (Handmessstellen und Reflektoren für Laser-Distanzmessungen, vgl. [15]), womit eine sorgfältige Überwachung von grösseren, potenziell Abbruch gefährdeten Felspartien ermöglicht wird (vgl. auch Anhang 16 und Kapitel 10).

9.2. Gefahrenbereich Under der Flue

9.2.1. Gebiet Reherti

Werk Nr. I

Situation	Anhang 10
Schadenpotenzial	3 dauerbelegte Wohnhäuser mit individuellem Todesfallrisiko > 10 ⁻⁵ , Hahnenmoosstrasse
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz L = 80 m E = 1'000 kJ H = 4 m
Lage	Im Wald oberhalb Strasse
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 239'700.--
Betroffene Waldfläche	ca. 900 m ²
Bemerkungen/Variante	Keine
Parzellen	Nr. 706 und Nr. 1453 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	-

9.2.2. Gebiet Under der Flue West, Mitte und Ost

Werk Nr. II: Variante 1

Situation	Anhang 11
Schadenpotenzial	Grosse Anzahl von dauerbelegten Wohnhäusern, darunter 19 Wohnhäuser mit einem individuellen Todesfallrisiko von $> 1 \times 10^{-5}$; Dorfstrasse bzw. Hahnenmoosstrasse
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetze Werk Nr. IIA: L = 105 m E = 1'000 kJ H = 4 m Werk Nr. IIB: L = 175 m E = 1'000 kJ H = 4 m Werk Nr. IIC: L = 87 m E = 1'000 kJ H = 4 m Werk Nr. IID: L = 140 m E = 1'000 kJ H = 4 m Werk Nr. IIE: L = 47 m E = 500 kJ H = 3 m Werk Nr. IIF: L = 40 m E = 1'000 kJ H = 4 m Werk Nr. IIG: L = 73 m E = 1'500 kJ H = 4 m
Lage	Z. T. Wald oberhalb Forststrasse (Werke IIA und B sowie G), z. T. im Wald oberhalb der Häuser (Werke IIC, D, E und F)
Kosten (Werke A bis G; inkl. MWST)	Fr. 1'987'500.-; Kosten Einzelwerke vgl. Anhang 17
Betroffene Waldfläche	ca. 7'200 m ²
Bemerkungen zur Variante 1	<ul style="list-style-type: none"> Das frühere Werk IIA und IIB aus der Vorstudie wurde gestrichen, da nur ein Gebäude ein hohes Todesfallrisiko aufweist (920). Um den Anforderungen gemäss [12,13] zu genügen (Schutz Gebäude 920), wurde das frühere Werk IIIA oben entlang der Forststrasse verlängert (neu: Netz IIA). Damit konnten auch Einwendungen der Grundeigentümer (Parzelle Nr. 439) berücksichtigt werden.

	<ul style="list-style-type: none"> • Auf Grund von Verhandlungen mit dem Staatsforst (Sitzung vom 15. März 2010) wurden die früher oberhalb der Forststrasse liegenden Netze im mittleren Teil hinunter, d.h. näher zu den Wohnhäusern, verlegt (Werke IIC bis IIF). Dies erleichtert den Waldnutzungsbetrieb und kann auch sekundären Steinschlag aus dem Waldabschnitt zwischen Forststrasse und Wohnhäuser auffangen. Allerdings sind die Baumeisterkosten hier generell höher als an der Forststrasse (Transporte!). • Auf Grund der Sitzung vom 15. März 2010 wurde in Absprache mit dem Staatsforst und der Abteilung Naturgefahren an der Lage des Werkes IIG ganz im Norden oberhalb der Forststrasse (entspricht ca. dem früheren Werk IIID aus der Vorstudie) festgehalten. Dies u.a. auch aus Gründen des Landschaftsbildes. Es fällt jedoch etwas kürzer aus als in der Vorstudie, weil das neue Werk IIF im Wald unterhalb der Forststrasse bis an den Waldrand gezogen worden ist.
Parzellen	Nr. 439, Nr. 574 und Nr. 1600 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	Beim Werk Nr. IIG (oben) ist auf einen Fussweg Rücksicht zu nehmen (Abspannung der Seile!)

Werk Nr. II: Variante 2

Situation	Anhang 11
Schadenpotenzial	dito Variante 1
Schutzmassnahme	<p>Steinschlagschutznetze</p> <p>Werk Nr. IIA: dito Variante 1</p> <p>Werk Nr. IIB reduziert L = 165 m E = 1'000 kJ H = 4 m</p> <p>Werk Nr. IIC: fällt weg</p> <p>Werk Nr. IID verlängert: L = 145 m E = 1'000 kJ H = 4 m</p> <p>Werk Nr. IIE, F und G: dito Variante 1</p>
Lage	dito Variante 1
Kosten (Werke A bis G; inkl. MWST)	Fr. 1'710'800.--; Kosten Einzelwerke vgl. Anhang 17
Betroffene Waldfläche	ca. 6'300 m ²

Bemerkungen zur Variante 2	<ul style="list-style-type: none"> Gegenüber der Variante 1 wird das Werk IIC weggelassen, weil im unterliegenden Bereich keine zu schützenden Gebäude liegen. Allerdings befindet sich dort die relativ stark befahrene Dorf- bzw. Hahnenmoosstrasse. Zudem wird auch das Netz IIB leicht reduziert; hingegen muss das Netz IID zum Schutz der Häuser 330 und 321 gegenüber der Variante 1 um 10 m verlängert werden. Weitere Bemerkungen vgl. Variante 1
Parzellen	Nr. 439, Nr. 574 und Nr. 1600 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	dito Variante 1

Werk Nr. II: Variante 3

Situation	Anhang 11
Schadenpotenzial	Dito Variante 1
Schutzmassnahme	<p>Steinschlagschutznetze</p> <p>Werk Nr. IIA wird nach unten versetzt:</p> <p style="padding-left: 40px;">IIA unten/1: L = 25 m E = 500 kJ H = 3 m</p> <p style="padding-left: 40px;">IIA unten/2: L = 25 m E = 1'000 kJ H = 4 m</p> <p>Werk Nr. IIB reduziert: L = 155 m E = 1'000 kJ H = 4 m</p> <p>Werk Nr. IIC: fällt weg</p> <p>Werk Nr. IID verlängert: L = 145 m E = 1'000 kJ H = 4 m</p> <p>Werk Nr. IIE und IIF: dito Variante 1</p> <p>Werk Nr. IIG wird nach unten versetzt:</p> <p style="padding-left: 40px;">IIG unten: L = 25 m E = 500 kJ H = 3m</p>
Lage	Z. T. im Wald oberhalb Forststrasse (Werk IIB), z. T. im Wald oberhalb der Häuser (Werke IID, E und F), z. T. in offenem Gelände direkt oberhalb von Gebäuden (Werke IIA unten und IIG unten)

Kosten (Werke A bis G; inkl. MWST)	Fr. 1'361'900.--; Kosten Einzelwerke vgl. Anhang 17
Betroffene Waldfläche	ca. 4'100 m ²
Bemerkungen zur Variante 3	<ul style="list-style-type: none"> • In der Variante 3 wird das Netz IIA nach unten versetzt; die Gebäude Nr. 920 bzw. Nr. 233 und 234 werden durch Einzelnetze direkt oberhalb der Gebäude geschützt. Dies führt zu wesentlichen Minderkosten. Nachteilig ist bei dieser Variante, dass das Gebäude Nr. 238 nicht mehr geschützt ist (individuelles Todesfallrisiko 2.4×10^{-6}) und auch die Gemeindestrasse nach Stiegelschwand bzw. in das Hahnenmoos keinen Schutz aufweist. • Infolge des Verzichtes auf den integralen Schutz beim oberen Netz IIA oberhalb der Forststrasse wird auch das Netz IIB im W leicht reduziert (bis an den Waldrand). Der Schutz des Gebäudes 917 bleibt gewährleistet. • Das Netz IIG ganz im NE wird nach unten versetzt und trägt mit einem Netz von 25 m Länge zum Schutz des Gebäudes 797 mit hohem individuellem Todesfallrisiko bei (gemäss Anregung von [12 und 13]). Die Kosten können somit massiv gesenkt werden; allerdings sind gegenüber den Varianten 1 und 2 fünf Gebäude nicht oder nur noch teilweise geschützt (160, 792, 794, 799 und 800; alle mit einem individuellem Todesfallrisiko $< 10^{-6}$). • Weitere Bemerkungen vgl. Varianten 1 und 2.
Parzellen	Nr. 133, Nr. 434, Nr. 439, Nr. 574 und Nr. 1600 (vgl. z. T. auch Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	-

9.3. Gefahrenbereich Adelboden-Dorf

9.3.1. Gebiet Adelboden-Dorf Süd

Werk Nr. III

Situation	Anhang 12
Schadenpotenzial	Mehrere bewohnte Häuser im Bereich der Senggistrasse; drei Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz L = 118 m E = 500 kJ H = 3 m
Lage	Im Wald oberhalb der Senggistrasse

Kosten (inkl. MWST)	Fr. 335'200.--
Betroffene Waldfläche	ca. 1'200 m ²
Bemerkungen/Variante	Keine
Parzelle	Nr. 574 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	Der kleine bestehende Fussweg muss auf die Nordseite des Netzes versetzt werden.

Gebiet Adelboden-Dorf Mitte

Werk Nr. IV: Varianten 1 + 2

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Diverse bewohnte Häuser im Gebiet Senggistrasse und Schwendliweg (inkl. nicht bebaute Parzelle Nr. 4060); ein Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz L = 70 m E = 1'000 kJ H = 4 m
Lage	Im Wald oberhalb der Häuser
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 216'000.--
Betroffene Waldfläche	ca. 800 m ²
Bemerkungen zur Variante 1 bzw. 2	Der NE-Teil des Schutznetzes schützt auch einen Bereich, der nicht überbaut ist (Parzelle Nr. 4060). Allerdings kann damit auch das Haus 857 unterhalb des Schwendliweges (heute im blauen Bereich) geschützt werden (in Kombination mit dem Netz V, Varianten 1 + 2). Ohne ein Netz auf der Parzelle Nr. 4060 ergäbe sich in der Gefahrenkarte ein ca. 50 m breiter Streifen mit roter und blauer Gefahrenstufe. Der umfassende Schutz der Parzelle Nr. 4060 und des Hauses 857 führt aber zu einer schlechteren Kostenwirksamkeit des Netzes.
Parzellen	Nr. 4502 und Nr. 4060 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	Wenig oberhalb Westseite des Netzes: Waldnaturschutzinventar-Objekt (vgl. Anhang 29)
Besonderes	-

Werk Nr. IV: Variante 3

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Diverse bewohnte Häuser im Gebiet Senggistrasse; ein Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$

Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz IV reduziert L = 40 m E = 1'000 kJ H = 4 m
Lage	Im Wald oberhalb der Häuser
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 133'600.--
Betroffene Waldfläche	ca. 500 m ²
Bemerkungen zur Variante 3	Die Anregungen aus [12,13] wurden aufgenommen, indem mit dem Netz IV red. nur noch die direkt darunter liegenden Gebäude geschützt werden. Damit verbessert sich die Kostenwirksamkeit, ist aber immer noch ungenügend (vgl. Kapitel 13). Allerdings wird das Haus 857 unterhalb des Schwendliweges (heute im blauen Bereich; individuelles Todesfallrisiko < 10 ⁻⁶) nicht mehr geschützt (vgl. auch Werk V).
Parzelle	Nr. 4502 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	Wenig oberhalb Westseite des Netzes: Waldnaturschutzinventar-Objekt (vgl. Anhang 29)
Besonderes	-

Werk Nr. V: Varianten 1 + 2

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Mehrere bewohnte Häuser im Gebiet Schwendliweg (inkl. nicht bebaute Parzellen Nr. 4060); zwei Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko > 10 ⁻⁵
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz L = 90 m E = 1'500 kJ H = 4 m
Lage	Im Wald oberhalb der Häuser
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 320'800.--
Betroffene Waldfläche	ca. 1'000 m ²
Bemerkungen zur Variante 1 bzw. 2	<ul style="list-style-type: none"> Der SW-Teil des Schutznetzes schützt auch einen Bereich, der nicht überbaut ist (Parzelle Nr. 4060). Allerdings kann damit auch das Haus 857 unterhalb des Schwendliweges (heute im blauen Bereich; individuelles Todesfallrisiko < 10⁻⁶) geschützt werden (in Ergänzung zum Werk IV, Varianten 1 + 2). Ohne diesen Schutz ergäbe sich in der Gefahrenkarte ein ca. 50 m breiter Streifen mit roter und blauer Gefahrenstufe. Der Schutz der Parzelle Nr. 4060 und des Hauses 857 führt zu einer schlechteren Kostenwirksamkeit des Netzes.

	<ul style="list-style-type: none"> • Auf das in der Vorstudie in der offenen Mulde unter der Tschentenbahn platzierte Schutznetz (dort: VIB) wird verzichtet (geringes Schadenpotenzial, Landschaftsschutz, Eigentümereverständnis). Allerdings führt dies dazu, dass das Haus 271 (Ferienhaus) nicht geschützt werden kann. Das Gebäude 276 (vgl. Vorstudie) ist ein nicht bewohntes Materiallagerhaus und wurde nicht mehr aufgeführt. • Das Werk V wird im NE auf eine kleine Felsrippe gesetzt, um die aus dem Taubenfels und den darunter liegenden Felsbereichen stammenden Blöcke aufzufangen. Aus dem direkt unter der Tschentenbahn liegenden Felsaufschluss sind keine Ausbrüche von Blöcken möglich, sondern höchstens von kleinen Steinen, welche am Fuss liegen bleiben. Gemäss Sturzmodellierung werden mit dem Netz alle Häuser, welche unter dem Werk V liegen, geschützt.
Parzellen	Nr. 456, Nr. 574 und Nr. 4060 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	Wenig oberhalb westlichem Abschnitt des Netzes: Waldnaturschutzinventar-Objekt (vgl. Anhang 29)
Besonderes	Der SW-Teil des Werkes V liegt knapp ausserhalb bzw. unterhalb der neuen, rechtskräftigen Schutzzone S2 der Adelbodner Mineral- und Heilquellen AG.

Werk V: Variante 3:

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Mehrere bewohnte Häuser im Gebiet Schwendliweg (inkl. nicht bebaute Parzellen Nr. 4060); zwei Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz V reduziert L = 80 m E = 1'500 kJ H = 4 m
Lage	Im Wald oberhalb der Häuser
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 291'600.--
Betroffene Waldfläche	ca. 900 m ²
Bemerkungen zur Variante 3	<ul style="list-style-type: none"> • Der SW-Teil des Schutznetzes schützt in der Variante 3 nur noch die Gebäude und nicht mehr die nicht überbaute Parzelle Nr. 4060. Allerdings wird das Haus 857 unterhalb des Schwendliweges (heute im blauen Bereich; individuelles Todesfallrisiko $< 10^{-6}$) nicht mehr geschützt (vgl. auch Werk IV). • Weitere Bemerkungen vgl. Varianten 1 + 2.

Parzellen	Nr. 456, Nr. 572 und Nr. 4060 (vgl. Anhang 18)
Naturschutzkarte	Wenig oberhalb westlichem Abschnitt des Netzes: Waldnaturschutzinventar-Objekt (vgl. Anhang 29)
Besonderes	vgl. Varianten 1 + 2

9.3.2. Gebiet Adelboden-Dorf Nord

Werk Nr. VI: Varianten 1 + 2

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Mehrere bewohnte Häuser im Gebiet W Haltenstrasse, zwei Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz Werk Nr. VI A: L = 52 m E = 500 kJ H = 3 m Werk Nr. VI B: L = 60 m E = 1'000 kJ H = 4 m
Lage	Talseitiger Rand eines Bödelis unterhalb der Forststrasse, z. T. am Waldrand, z. T. in offenem Gelände.
Kosten (Werke A und B; inkl. MWST)	Fr. 366'100.--
Betroffene Waldfläche	Vermutlich keine
Bemerkungen zur Variante 1 bzw. 2	<ul style="list-style-type: none"> Die Varianten 1 + 2 sind das Resultat verschiedener Variantenabklärungen und Optimierungen, u. a. auch mit dem Landbesitzer (Parzelle Nr. 456). Die Versetzung des Werkes von der Forststrasse (Vorstudie) auf den jetzigen Standort ermöglicht es, bedeutend schwächere Netze mit geringerer Netzhöhe einzusetzen, weil die Energien und die Sprunghöhen auf dem flacheren Abschnitt geringer bzw. kleiner sind. Sie schützen auch zwei Häuser mit hohem individuellem Todesfallrisiko (neu: Haus 456). Das Gebäude 276 (vgl. Vorstudie) ist ein nicht bewohntes Materiallagerhaus und wurde nicht mehr aufgeführt. Auf den Bau eines möglichen Dammes im Bereich des Werkes VI A wurde bereits in der Vorstudie aus diversen Gründen verzichtet (kaum Kosteneinsparungen, kein Grundeigentümergeeinverständnis, Erschwernisse der landwirtschaftlichen Nutzung, Komplikationen mit Eingangsbereich Reservoir der Wasserversorgung etc.).
Parzellen	Nr. 456, 574 und Nr. 3838 (Anhang 18)
Naturschutzkarte	Wenig NE des Werkes VIB ist gemäss Naturschutzkarte ein Trockenstandort eingetragen (Anhang 29)

Besonderes	Ganz im NE des Werkes VI B ist randlich evtl. ein Fussweg (Naturlehrpfad) betroffen (je nach Abspannseile). Er ist ggf. neu anzulegen.
------------	--

Werk Nr. VI: Variante 3

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Drei bewohnte Häuser im Gebiet W Haltenstrasse, ein Gebäude mit individuellem Todesfallrisiko $> 10^{-5}$
Schutzmassnahme	Steinschlagschutznetz Werk VIA und VIB werden nach unten versetzt: Werk Nr. VI unten A: L = 33 m E = 500 kJ H = 3 m Werk Nr. VI unten B: L = 22 m E = 500 kJ H = 3 m
Lage	Im Gebiet oberhalb der Häuser, z.T. etwas bewaldet; Wanderwege, meist offenes Gelände.
Kosten (Werke A und B; inkl. MWST)	Fr. 148'200.--
Betroffene Waldfläche	Nur gering
Bemerkungen zur Variante 3	Auf Grund der Stellungnahmen von [12, 13] wurden die beiden Schutznetze direkt oberhalb der Häuser gelegt. Die beiden Netze sind aus folgenden Gründen schwer realisierbar: <ul style="list-style-type: none"> • Die Netze liegen z. T. in nicht bebauten Einzelparzellen. • Es liegt kein Grundeigentümergeeinverständnis für die Parzelle Nr. 456 vor. • Die Netze befinden sich in einem intensiv genutzten Wandergebiet oberhalb Adelboden. • Mit der Variante 3 werden die Gebäude 456 (mit hohem individuellem Todesfallrisiko) und die Gebäude 263 und 289 (ind. Todesfallrisiko $< 10^{-6}$) nicht geschützt.
Parzellen	Nr. 456 und Nr. 2640 (Anhang 18)
Naturschutzkarte	-
Besonderes	Die Variante 3 bedingt eine Neuanlage des Wanderweges

Werk Nr. VII: Variante 1

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Einige bewohnte Häuser an der Haltenstrasse
Schutzmassnahme	Netzabdeckung (inkl. Felsreinigung und Fällen einiger Bäume); Annahme: ca. 400 m ² (Abdeckung der Felspartie mit Schwerlastnetz).
Lage	teilweise im Wald
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 161'400.--
Betroffene Waldfläche	ca. 100 m ²
Bemerkungen zur Variante 1	Die Überprüfung der Schutzmassnahmen auf Grund der Anmerkungen in [12 und 13] im Detail ergab, dass das Liefergebiet kleiner ist als ursprünglich kartiert. Damit kann die Lage der Sturzbahnen reduziert und die Gefahrenbereiche dadurch ebenfalls leicht reduziert werden (vgl. Anhang 19). Die Schutzmassnahmen können auf eine einfache Netzabdeckung mit einem Schwerlastnetz (z. B. Typus Spider) beschränkt werden (nach Felsreinigung und Fällen einiger Bäume). Dadurch kann auch eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes verhindert werden. Diese Schutzform wird von der Gemeinde Adelboden und vom Landeigentümer ausdrücklich unterstützt.
Parzelle	Nr. 456
Naturschutzkarte	-
Besonderes	-

Werk Nr. VII: Varianten 2 + 3

Situation	Anhang 13
Schadenpotenzial	Einige bewohnte Häuser an der Haltenstrasse
Schutzmassnahme	Netzabdeckung (inkl. Felsreinigung und Fällen einiger Bäume); Annahme: ca. 200 m ² ; Abdeckung nur des zentralen Teils der Felspartie mit Schwerlastnetz. Querlegen einiger Bäume aus den gefälltten Bäumen bzw. aus dem benachbarten Wald.
Lage	teilweise im Wald
Kosten (inkl. MWST)	Fr. 80'700.--
Betroffene Waldfläche	ca. 50 m ²
Bemerkungen zur Variante 2 bzw. 3	<ul style="list-style-type: none"> • Es für die Varianten 2 und 3 nur der zentrale Felsbereich mit den grossen potenziellen Sturzkörpern mittels eines Schwerlastnetzes abgedeckt. In den randlichen Bereichen des Felsaufschlusses sind kleinere Sturzkörper zu erwarten: Der Schutz für die unterliegenden Häuser kann mit querliegenden Bäume erreicht werden.

	<ul style="list-style-type: none">• Weitere Bemerkungen vgl. Variante 1.
Parzelle	Nr. 456
Naturschutzkarte	-
Besonderes	-

9.4. Massnahmenbeurteilung

9.4.1. Allgemeines

Ziel der Massnahmenbeurteilung gemäss der Methode PROTECT der PLANAT [8] ist die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Schutzmassnahmen unter Berücksichtigung der Prozesswirkung aller Szenarien.

9.4.2. Prozesskenntnisse

Die Prozesskenntnisse können im vorliegenden Fall als genügend betrachtet werden. Im Rahmen der Gefahrenkarte [1] und der Risikoanalyse [2] sowie der Vorstudie [11] wurden alle notwendigen Grundlagen erarbeitet, um die erforderlichen Prozessinformationen zu erhalten. Allerdings wurden keine Sturzbahnsimulationen für mögliche Extremereignisse durchgeführt. Die Kubaturen solcher sehr seltenen Ereignisse können im vorliegenden Fall nicht genau definiert werden; sie liegen tendenziell im Bereich des Willkürlichen.

9.4.3. Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit der Schutzmassnahmen ergibt sich definitionsgemäss nach der Methode PROTECT aus der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit.

Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit wird bestimmt durch Material- und geotechnische Faktoren (oberirdische Teile, Verankerungen, Foundationen etc.). Diesen Faktoren müssen bei der Submission bzw. bei den Bauarbeiten berücksichtigt werden. Der Faktor Tragfähigkeit kann somit als erfüllt bezeichnet werden.

Gebrauchstauglichkeit

Für die Gebrauchstauglichkeit ist die Verminderung der Netzhöhe nach einem Ereignis bzw. nach einer Verfüllung zu berücksichtigen. Angesichts der nur wenigen grösseren, historische dokumentierten Ereignissen und der guten Kontrollierbarkeit der Schutznetze nahe des Siedlungsraumes ist nicht mit einer häufigen Verfüllung eines Netzes nach einem Ereignis gerechnet werden bzw. kann eine solche schnell behoben werden.

Hingegen ist eine Verminderung der Nutzhöhe denkbar, wenn mehrere Blöcke hintereinander abstürzen und der nächstfolgende Block infolge ungenügender Netzhöhe nicht mehr zurückgehalten wird. Ein solcher Fall wird jedoch auf Grund der heutigen Kenntnisse als sehr seltenes Ereignis bezeichnet (> 300 Jahre). Dieselbe Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit gilt auch für einen abstürzenden Grossblock bzw. eines Felssturzes mit einer Wiederkehrperiode > 300 Jahre.

Im Rahmen einer Früherkennung solcher Ereignisse wurden in den potenziellen Ausbruchgebieten bereits verschiedene Messstellen zur periodischen Überwachung eingerichtet (Kapitel 10).

Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit der Schutznetze kann durch Korrosion der Anker bzw. durch die Verwitterung des Ankermörtels eingeschränkt sein. Die entsprechenden Massnahmen zur Verhinderung dieser Faktoren sind auf der Grundlage der Richtlinien [9] im Rahmen der Submission bzw. der Arbeitsausführung durch entsprechende Auflagen zu ergreifen; dieser Punkt kann somit als erfüllt betrachtet werden.

Aufgrund dieser Beurteilung kann den vorgesehenen, typengeprüften Schutznetzen eine **hohe Zuverlässigkeit** zugeordnet werden.

9.4.4. Wirkungsbeurteilung

Die hohe Zuverlässigkeit der Schutzmassnahme bedeutet grundsätzlich, dass die Massnahme eine volle Wirkung hat, dies unter der Annahme der aufgeführten Szenarien. Für ein Extremereignis kann dies nur bedingt gelten. Ein Extremereignis stellt einen Überlastfall dar, d. h. es kann ein funktionelles Versagen infolge ungenügender Werkhöhe oder Energieaufnahme bedeuten (vgl. 9.4.3).

Die Unsicherheit im gesamten System resultiert einerseits auf der Prozessseite, andererseits auf der Massnahmenseite.

Die Unsicherheiten auf der **Prozessseite** wurden als mässig beurteilt (knapp über gering; vgl. Kapitel 9.1.1). Ein Extremereignis kann bezüglich Ausmass und Eintretenswahrscheinlichkeit mit einer regelmässig durchgeführten messtechnischen Felsüberwachung in der Regel erfasst werden.

Auf der **Massnahmenseite** ist die Zuverlässigkeit grundsätzlich als hoch zu bezeichnen (Kapitel 9.4.3). Im so genannten Überlastfall ist die Wirkung jedoch eingeschränkt.

10. Messtechnische Überwachung von Felspartien

Ausgehend von geschichtlichen Sturzereignissen (vgl. Ereigniskataster [1]) wie z. B. dem Felssturz im Jahr 1820 aus der Felswand Under der Flue wurde bereits in der Gefahrenkarte eine Zone mit Restgefährdung bezüglich Felssturzgefahr ausgeschieden. Eine solche Gefahrensituation tritt sehr selten auf (> 300 Jahre). Ein Schutz kann mit vernünftigem Aufwand kaum realisiert werden, da mit bedeutend grösseren Blöcken (bzw. evtl. mit einer grösseren Blockzahl [Felssturz]) als in den vorliegenden Szenarien angenommen gerechnet werden muss.

Aus diesem Grund wurden bereits im Rahmen der Vorstudie Gebiete evaluiert, bei welchen eine solche Gefährdung besteht bzw. potenziell denkbar ist. Im Sommer 2010 wurden in insgesamt vier Teilgebieten rund ein Dutzend Handmessstellen (im Dreieck angeordnet) eingerichtet sowie Siegelstellen bezeichnet.

An den Felswänden des Taubenfels werden zudem im Herbst 2010 Reflektoren für eine Laser-Distanzmessung montiert. Dies auf Grund der komplexen Trennflächenkonfiguration im Gelände (Sackungsmasse?), die eine reine Überwachung mittels Handmessung als zu wenig aussagekräftig erschienen liess. Alle Messstellen werden in einem Überwachungsdispositiv beschrieben [15]. Auf dieser Grundlage werden periodisch Messungen vorgenommen.

Es handelt sich um folgende Gebiete (vgl. Anhang 16):

Gebiet Under der Flue („Heinricheggen“)

Steilstehende Trennflächen im Malmkalk

Gebiet Adelboden-Dorf Mitte („Taubenfels“)

Versackte und zerklüftete Felsmasse (Malmkalke); potenziell instabile Kubatur: ca. 10'000 m³.

Gebiet Adelboden-Dorf Nord („Erika-Fluh“)

Gipskörper an der Erika-Fluh mit starken Verwitterungserscheinungen und einem komplexen Trennflächensystem.

11. Zusammenstellung der Kosten

Die Kosten sind pro Werk bzw. gesamthaft auf der Tabelle im Anhang 17 zu finden.

Nachfolgend der Vergleich der Gesamtkosten für die drei Varianten:

	Variante 1 (ohne Reduktion)	Variante 2 (kleine Reduktion)	Variante 3 (grössere Reduktion)
Kosten	Fr. 3'626'700.--	Fr. 3'269'300.--	Fr. 2'590'900.--
in %	100 %	90 %	71.5 %

Tabelle 5: Zusammenstellung der Kosten der Varianten 1 bis 3.

Die Gemeinde Adelboden unterstützt gemäss Mitteilung vom 24. September 2010 die Variante 2 (kleine Reduktion)

Die Kosten für diese Variante 2 können wie folgt aufgeschlüsselt werden (Angaben exkl. MWST):

A) Materialkosten Schutznetze (Preise 2010)	Fr. 1'023'100.--
B) Baumeisterarbeiten (Einbau, Installation etc.; Preise 2010)	Fr. 1'518'800.--
C) Unvorhergesehenes (ca. 10 % von A und B)	Fr. 254'500.--
D) Netzabdeckung (inkl. Felsreinigung)	Fr. 75'000.--
E) Holzerei (inkl. Holzerlös)	Fr. 19'200.--
F) Detailpläne und Submission*	Fr. 42'000.--
G) Landerwerb/Dienstbarkeiten	Fr. 22'000.--
H) Auflageverfahren etc.*	Fr. 20'000.--
I) Bauleitung inkl. Abrechnung*	Fr. 64'000.--
Total	Fr. 3'037'800.--
+ MWST 7.6 % (aufgerundet)	Fr. 231'500.--
Gesamttotal	Fr. 3'269'300.--

Anmerkung: E bis I: Diverses (mit einem Total von Fr. 167'200.--; Annahme: pro Laufmeter Fr. 160.--; vgl. Tabelle Anhang 17).

* Grobe Abgaben gemäss Kissling + Zbinden AG

Da die Werke einzeln und auch gesamthaft nicht den erforderlichen Nutzen-Kosten-Faktor von 1.0 aufweisen (vgl. Kapitel 14), werden bei der Realisierung der Variante 2 der Gemeinde Adelboden bei der Subventionierung nicht alle Kosten angerechnet werden können.

Bei der obigen Kostenzusammenstellung wurde eingerechnet, dass alle Schutzwerke in einer Etappe, vermutlich auf 1 1/2 Jahre verteilt, erstellt werden. Sollte die Verbauung jedoch in mehreren Etappen stattfinden, ist mit leicht höheren Gesamtkosten zu rechnen (Baumeisterarbeiten, Submission, Bauleitung etc.).

12. Auswirkungen der Schutzmassnahmen auf die Intensitätskarte und auf die Gefahrenkarte

12.1. Allgemeines

In den Kapiteln 9.1.1 und 9.4 wurde auf die Massnahmen- und Wirkungsbeurteilung der vorgeschlagenen Massnahmen gemäss PROTECT der PLANAT [8] eingegangen.

Die Massnahmen weisen grundsätzlich eine hohe Zuverlässigkeit mit einer genügenden Wirksamkeit auf. Dies gilt für alle Szenarien bis zur 300-jährlichen Wiederkehrperiode. Extremszenarien sind im vorliegenden Fall kaum sinnvoll zu integrieren, weil eine solche potenzielle Ausbruchkubatur nicht vorausgesagt werden kann. Da sich jedoch Extremereignisse in der Regel durch messbare Deformationen an Brüchen und Klüften und durch Vorabbrüche ankündigen, kann ein solches Szenario mittels einer sorgfältigen Felsüberwachung in der Regel frühzeitig erkannt und entsprechende Schutzmassnahmen getroffen werden. Extremereignisse, bei welchen die Schutznetze eine eingeschränkte Funktionsfähigkeit haben, stellen eine Restgefährdung dar.

Die Gebrauchstauglichkeit kann im Falle eines Blockschlages in dem Fall eingeschränkt sein, wenn bei einem Ereignis mehrere Blöcke nacheinander abstürzen und nach dem ersten Blocktreffer im Netz eine reduzierte Nutzhöhe verbleibt. Ein solches Szenario wird auf Grund des Ereigniskatasters als sehr selten erachtet (> 300 Jahre) und kann als Restgefährdung bezeichnet werden.

Diesem Umstand könnte allenfalls mit einer massiv stärkeren und höheren Netzvariante oder mit einer doppelten Netzreihe begegnet werden, was allerdings zu unverhältnismässig hohen Kosten bzw. zu einem noch schlechteren Nutzen-Kosten-Verhältnis führen würde.

12.2. Intensitätskarten nach Schutzmassnahmen

Die Auswirkungen der Schutzmassnahmen auf die Intensitäten sind für die einzelnen Varianten in den Anhängen 21 bis 23 dargestellt. Es wurden nur die Intensitäten der 100- und 300-jährlichen Ereignisse dargestellt.

Dabei wurden die jeweiligen Intensitätsflächengrenzen seitlich/unterhalb der Schutznetze nicht durchwegs senkrecht zu den Höhenlinien gezogen, sondern dort, wo dies plausibel war, ein leicht schräger Verlauf genommen. Damit sollen auch mögliche, aus der Senkrechten laufende (driftende) Blöcke berücksichtigt werden. Allerdings muss dabei auch die Topografie (DTM) und die Sturzbahnverläufe (Anhang 3) einbezogen werden. Dies gilt insbesondere für das Werk VIA, wo das generierte Bild der Fläche aus einer detaillierten Analyse von Sturzbahnen mit verschiedenen Liefergebieten und unterschiedlichem Sturzbahnverlauf in der Mulde unterhalb der Tschentenbahn stammt.

Aus den Plänen ist ersichtlich, dass mit den Varianten 1 und 2 das Gebiet im Untersuchungsperimeter an den meisten Stellen keine hohen Intensitäten mehr aufweist. Für die Variante 3 stellen sich grössere Intensitätsfelder im bewohnten Bereich ein.

Für das Werk VII ganz im NE kann sowohl die gesamte Netzabdeckung (rund 400 m²) wie auch eine reduzierte Netzabdeckung mit ergänzenden querliegenden Baumstämmen die entsprechende Schutzwirkung erreichen, womit hier keine Intensitäten mehr aufgeführt sind.

12.3. Gefahrenkarte nach Schutzmassnahmen

Die Auswirkungen der Schutzmassnahmen auf die Gefahrenkarte basieren auf der Grundlage der Intensitätskarten nach Schutzmassnahmen. Die Gefahrenkarten für die einzelnen Varianten sind in den Anhängen 25 bis 27 zu finden. Diese können wie folgt kommentiert werden:

Variante 1:

- Für die Variante 1 bedeutet dies, dass weite Teile im Hang oberhalb des Dorfes Adelboden von der roten oder blauen Gefahrenstufe (vgl. Anhang 24) neu in die gelb-weiss schraffierte Fläche für Sturzprozesse zurückgestuft werden, welche für eine Restgefährdung gilt. Dies beinhaltet die Überlegung, dass bei einem Extremereignis (= sehr seltene Ereignis) ein Versagen der Schutznetze stattfindet und Blöcke bis in den eingezeichneten, bewohnten Bereich gelangen können.
- Diese Flächen erhalten die Signatur SF X (= Restgefährdung durch Felssturz). Es handelt sich im Übrigen teilweise auch um Stellen, die bereits in der ersten Gefahrenkarte 2004 [1] durch denkbare, aber sehr selten eintretende Ereignisse betroffen werden könnten. Es sind gleichzeitig weitgehend auch diejenigen Stellen, wo eine messtechnische Felsüberwachung vorgeschlagen wird. Diese Überwachung erlaubt es, allfällige Bewegungen frühzeitig zu erkennen und Gegenmassnahmen zu ergreifen, so dass das Risiko weiter reduziert werden kann.
- Ein Streifen von ca. 50 m Breite im Bereich der Tschentebahn verbleibt im roten bzw. blauen Gefahrenbereich (Anhang 25). Das Gelände ist nicht bebaut; allerdings verbleibt ein Ferienhaus (271) im blauen Bereich. Auf Grund der komplexen Sturzbahnverläufe mit mehreren Liefergebieten (vgl. Anhänge 2 und 3) ist ein Schutz dieser Liegenschaft nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand realisierbar.

Varianten 2:

- Bei der Variante 2 wirkt sich der Verzicht auf das Netz IIC deutlich auf die Gefahrenkarte aus. Ausser der Dorfstrasse betrifft dies jedoch kein Gebäude.
- Die Verkleinerung der Netzabdeckung beim Werk VII wird durch querliegende Baumstämmen ergänzt, welche für die kleineren Sturzkörper eine genügende Schutzwirkung aufweisen. Dies bedingt jedoch eine regelmässige Kontrolle bzw. Erneuerung des Schutzwerkes „querliegende Baumstämmen“ (Lebensdauer ca. 15 bis 20 Jahre; vgl. auch Anhang 33, Unterhaltskonzept).

Variante 3:

- Das Bild bei der Variante 3 (Anhang 27) zeigt, dass einige grössere Bereiche in beiden Gefahrenbereiche des Untersuchungsperimeters nach wie vor im roten oder blauen Gefahrenbereich liegen.
- Am deutlichsten sichtbar wird dies bei den Gebäuden beim Netz IIG unten bzw. bei den Gebäuden im Gebiet Adelboden-Dorf Nord („Erika-Fluh“; Netz VI unten A + B).

13. Risiken nach Realisierung der Schutzmassnahmen (Mitarbeit Geotest AG)**13.1. Massnahmenwirkung**

Für die Quantifizierung der Massnahmenwirkung müssen die vorgeschlagenen Schutzmassnahmen in den verschiedenen Abschnitten der Gefahrenbereiche Unter der Flue und Adelboden-Dorf separat betrachtet werden. Daher wurden die Risiken nach Realisierung der Massnahme für jeden einzelnen Werktyp und für die drei Varianten einzeln kalkuliert.

Die gesamten Berechnungen basieren auf den in Kapitel 12 erwähnten Intensitätskarten bzw. Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen (generelle Rückstufung der Gefahrenbereiche im Wirkungsraum der Massnahmen auf die Stufe Restgefährdung). Sowohl Massnahmenwirkung als auch die Berechnung der Risiken nach Realisierung der Massnahme wurden nach den aktuellen Vorgaben des Bundes [7 und 8] quantifiziert.

13.2. Risikoverminderung

Die Risikoverminderung nach Realisierung der Massnahmen muss für die einzelne Variante der Verbauungen separat betrachtet werden. Im vorliegenden Falle drängen sich gemäss Kapitel 9 Netzverbauungen auf. Durch die vorgesehenen Schutznetze (inkl. Netzabdeckung) werden die Stein- und Blockschläge der 30- bis 300-jährlichen Szenarien zurückgehalten. Bei grösseren Ereignissen oder kurz hintereinander auftretenden Blockschlägen sind die geplanten Schutzmassnahmen ungenügend.

Solche Vorfälle werden aber der Restgefährdung (Kapitel 12.3) zugeordnet. Basierend auf diesen Annahmen werden für die drei behandelten Szenarien (30-, 100- und 300-jährliche Ereignisse) je nach Variante die nachfolgenden Risiken eliminiert bzw. es verbleiben gewisse Risiken (vgl. auch Tabelle 6). Die Detailzahlen sind auf der Tabelle im Anhang 28 zu finden.

Bemerkungen zu den Varianten 1 und 2:

Sowohl die Kollektiv- als auch individuellen Todesfallrisiken nehmen mit einer Ausnahme (Haus 271) den Wert Null an. Mit den geplanten Massnahmen wird die maximale Risikoreduktion erreicht.

Bemerkungen zur Variante 3:

Die Risikoreduktion ist nicht bei allen Werken vollständig. Beim Werk IIA ist ein einzelnes Haus nicht geschützt (238); beim Werk IIG sind es insgesamt 5 Gebäude (Tabelle 6). Auch bei den Werken IV/V und VI werden bei der Variante 3 nicht alle Häuser geschützt (vgl. Tabelle 5). Die im Anhang 28 aufgeführte Risikoreduktion basiert auf Berechnungen der Geotest AG, welche im Rahmen des ersten Variantenstudiums bereits durchgeführt wurde. Die monetäre Risikoreduktion (Fr. / Jahr) beim Werk II wurde auf Grund des erneuten Variantenstudiums durch das KAWA überprüft (Netze IIA unten und IIG unten).

		Gebäude	Intensität	Individuelles Todesfallrisiko	Schutz
II A	unten / 1	238	mittel	2.4×10^{-6}	Haus nicht oder nur teilweise geschützt
	unten / 2				
II G		160	mittel	6.0×10^{-7}	Häuser nicht oder nur teilweise geschützt
		792	mittel	5.5×10^{-7}	
		794	mittel	3.6×10^{-7}	
		799	mittel	7.2×10^{-7}	
		800	mittel	3.6×10^{-7}	
IV	red. / V red.	857	mittel	4.8×10^{-8}	Haus nicht geschützt (Ferienhaus, ausserhalb Bauzone)
VI	Unten A/B	456	stark	3.6×10^{-5}	Häuser nicht geschützt
		263	mittel	4.3×10^{-8}	
		289	mittel	4.6×10^{-8}	
VII		-	-	-	-

Tabelle 6: Auswirkung der Variante 3 auf den Schutz von Gebäuden

13.3. Kostenwirksamkeit

Mittels einer Kostenwirksamkeits-Analyse können die Kosten (jährliche Kosten) der verschiedenen Schutzmassnahmen bei allen drei Varianten und deren Schutzwirkung miteinander verglichen und die Wirksamkeit der Massnahmen beurteilt werden. Die Investitionskosten sind in Kapiteln 9.2 und 9.3 (bzw. Anhang 17) aufgeführt. Die jährlichen Kosten wurden nach EconoMe 1.0 aus den Investitionskosten unter Einbezug von Unterhalt und Werklebensdauer abgeleitet. Die Berechnungen wurden mit folgenden Annahmen ausgeführt:

- Investitionskosten: Kostenschätzung gemäss den Kapiteln 9.2 und 9.3 und Anhang 17
- Betriebskosten: 1.0 % der Investitionskosten
- Werklebensdauer der Schutzwerke: 50 Jahre

Für die Betriebskosten wurde im vorliegenden Fall nur 1% der Investitionskosten einberechnet. Der Grund dafür ist, dass die Gemeinde Adelboden für den Unterhalt der Werke zuständig sein wird ist (vgl. auch Vorschlag für das Unterhaltskonzept; Anhang 30). Die Gemeinde besitzt eine eigene Werkequipe, welche die Kontrollen regelmässig und effizient vornehmen kann. Zudem sind die meisten Netze sehr gut mit Fahrzeugen erreichbar, was den Aufwand ebenfalls verkleinert (Synergien). Weitere Synergien sind denkbar im Zusammenhang mit Sicherheits- und Unterhaltsholzereien im Wald.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Kostenwirksamkeit (Nutzen-Kosten-Verhältnis) sind in der Tabelle im Anhang 28 detailliert aufgeführt. Gemäss der gängigen Praxis sind Massnahmen mit Kostenwirksamkeiten bzw. mit einem Nutzen-Kosten-Verhältnis über 1 wirksam, solche unterhalb von 1 nicht wirksam.

Die Tabelle kann wie folgt kommentiert werden:

Variante 1:

- Es ist kein einziges Steinschlagschutzwerk kostenwirksam. Die Werke I, II und III schützen nebst den Häusern allerdings gleichzeitig auch die stark befahrenen Gemeindestrassen (Dorfstrasse bzw. Strasse in das Hahnenmoos und den Stiegelschwand). Würde man diese Schutzwirkung bei allen drei Werken in den Berechnungen mitberücksichtigen, dann dürfte der Nutzen-Kosten-Faktor nahe von 1 sein (vgl. auch Stellungnahme des KAWA [12]).
- Bei den übrigen Werken liegt der Nutzen-Kosten-Faktor zwischen 0.2 (Werk IV) und 0.6 (Werk V).
- Das totale Nutzen-Kosten-Verhältnis für die gesamte Variante 1 beträgt 0.7.

Variante 2:

- Der Verzicht auf das Werk IIC führt dazu, dass das Werk II als Ganzes ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von über 1 aufweist.
- Der Verzicht auf das Werk IIC hat ebenfalls einen bedeutenden Einfluss auf die Kostenwirksamkeit der gesamten Variante 2: Das Nutzen-Kosten-Verhältnis beträgt total 0.8.
- Dank den differenzierten Schutzmassnahmen beim Werk VII (Netzabdeckung bei den potenziell grossen Sturzkörpern im zentralen Abschnitt, querliegende Baumstämme bei den kleinen Körpern) besteht dieselbe Risikoreduktion wie bei der Variante 1.
- Das totale Nutzen-Kosten-Verhältnis für die gesamte Variante 2 beträgt 0.8.

Variante 3:

- In der Variante 3 wurde bei allen Netzen ausser bei den Werken I und III eine Reduktion der Netzlängen vorgenommen.

- Die weitere Reduktion beim Werk II (IIA unten und IIG unten) erhöht das Nutzen-Kosten-Verhältnis dieses Werkes auf 1.3. Bei den Werken IV bis VI liegt der Faktor höher als bei Variante 1, aber nach wie vor deutlich unter 1.
- Variante VII: vgl. Bemerkungen zur Variante 2.
- Das totale Nutzen-Kosten-Verhältnis der gesamten Variante 3 beträgt 1.0.

14. Subventionen

Wie im Kapitel 8 erläutert, werden grundsätzlich nur Schutzmassnahmen subventioniert, wenn sie kostenwirksam sind, d. h. wenn sie bei der Nutzen-Kosten-Rechnung einen Faktor von 1 oder grösser aufweisen.

Wie oben erwähnt, dürften die Werke I, II und III bei allen drei Varianten nahe an die Zahl 1 kommen, wenn auch die Schutzwirkung für die Strassen berücksichtigt wird.

Bei den anderen Werken ist der Faktor z. T. deutlich darunter (vgl. Anhang 28). Da jedoch diese Werke ebenfalls einen Schutz der darunter liegenden Häuser mit einem hohen individuellen Todesfallrisiko von $> 10^{-5}$ darstellen bieten und zudem integral auch einen Schutz für weitere Gebäude bewirken, hat sich die Gemeinde Adelboden entschieden, die Schutzwerke gemäss Variante 2 zu erstellen (vgl. auch Kapitel 11).

Für das BAFU und das KAWA stellt gemäss Mail von J. Häberle vom 20. September 2010 die Variante 3 die subventionsfähige Projektvariante dar. Dies bedeutet, dass von der Gemeinde Adelboden den Differenzbetrag zwischen der Variante 2 (Gemeinde) und der Variante 3 (Subventionsvariante) von rund Fr. 680'000.-- selbst finanzieren muss.

15. Andere Interessen / Konflikte

Andere Interessen oder Konflikte wurden bereits in der Phase der Vorstudie soweit als möglich abgeklärt oder es bestehen Lösungsvorschläge.

Fusswege

Bei drei Werken (IIG, III und evtl. VIB) tangieren die Schutznetze, meist nur randlich, bestehende Fusswege. Es sind bereits Lösungsvorschläge angedacht worden (vgl. Vorstudie, Kapitel 8 und 14).

Landwirtschaftliche Nutzung

Beim Werk VI tangieren die Schutznetze auch landwirtschaftlich genutztes Land. Die Zustimmung des Landbesitzers liegt vor.

Naturschutz, Wald

Gemäss Naturschutzkarte des Kantons Bern [6] wird keine Waldschutzinventar tangiert [6] (vgl. auch Kapitel 9.2 und 9.3 sowie Anhang 29). Es sind auch keine weiteren, inventarisierten Flächen (Trockenstandorte etc.) betroffen. Die Zustimmung der Abteilung Naturförderung des Kantons Bern liegt vor (Anhang 30).

Der betroffene Wald ist zum grossen Teil im Besitz des Kantons Bern. Mit der Lage der Netze ist der Staatsforst (Th. Heimann) grundsätzlich einverstanden. Die Zustimmung der Waldabteilung 2 (Spiez) liegt im Grundsatz ebenfalls vor (vgl. Anhang 31), wobei gewisse Voraussetzungen und Klärungen im Rahmen der Rodungsbewilligung noch zu erfüllen sind.

Lawinen

Gemäss Mail von Jörg Häberle (KAWA, Abt. Naturgefahren) vom 6. September 2010 gibt es von Seiten des KAWA keine Vorbehalte gegen die Netze.

16. Termine

Es wird auf Grund der heute erkennbaren Bewilligungsabläufe und -termine folgender grober Zeitplan aufgestellt:

Aufgaben	Termin
Genehmigungen (Gemeinde, Kanton Bern, Bund)	Herbst 2010/Frühling 2011
Ausschreibung/Baubewilligung/Dienstbarkeiten etc.	Sommer/Herbst 2011
Erstellung Netze Teil 1 (ca. 2/3 der Bausumme)	2012 (Baubeginn Frühling)
Erstellung Netze Teil 2 (ca. 1/3 der Bausumme)	2013 (Bauabgabe Sommer)

Tabelle 7: Terminprogramm

17. Trägerschaft

Die Trägerschaft aller Schutzmassnahmen wird durch die Gemeinde Adelboden gebildet.

18. Unterhaltskonzept

Das im Anhang 33 beigeführte Unterhaltskonzept hat zum Ziel, bereits im heutigen Zeitpunkt die Unterhaltsverpflichtung der Trägerschaft, d.h. der Gemeinde Adelboden, festzuhalten. Nach Abschluss der Arbeiten ist das Konzept in Form eines definitiven Unterhaltsplanes umzuwandeln, das die einzelnen Verpflichtungen und Kontrollen (inkl. Unterhaltsjournal) verbindlich festhält. Dabei sind alle verschiedenen Schutzwerke – Schutznetze, Schutzdämme und querliegende Bäume – mit einzubeziehen.

19. Weiteres Vorgehen

Das vorliegende Vorprojekt wird den Subventionsbehörden (KAWA, Abt. Naturgefahren / BAFU) zur Stellungnahme zu unterbreiten. Bei Zustimmung kann auf den vorliegenden Grundlagen die Zustimmung der zuständigen politischen Behörden (Gemeinde Adelboden, Kanton Bern) und anschliessend eine Submission bzw. ein Baugesuch eröffnet werden.

Zu diesem Zweck sind die einzelnen Werke durch ein spezialisiertes Ingenieurbüro (z. B. Kissling + Zbinden AG) genauer zu beschreiben (z. B. für Detailpläne, Fundationen, Verankerungen etc.; vgl. auch Anhang 32). Dabei sind die Vorgaben des BAFU [9] zu berücksichtigen.

KELLERHALS + HAEFELI AG

Dr. U. Gruner

Dr. H.-J. Ziegler

Bern, 8. Oktober 2010
GR/st 6313