

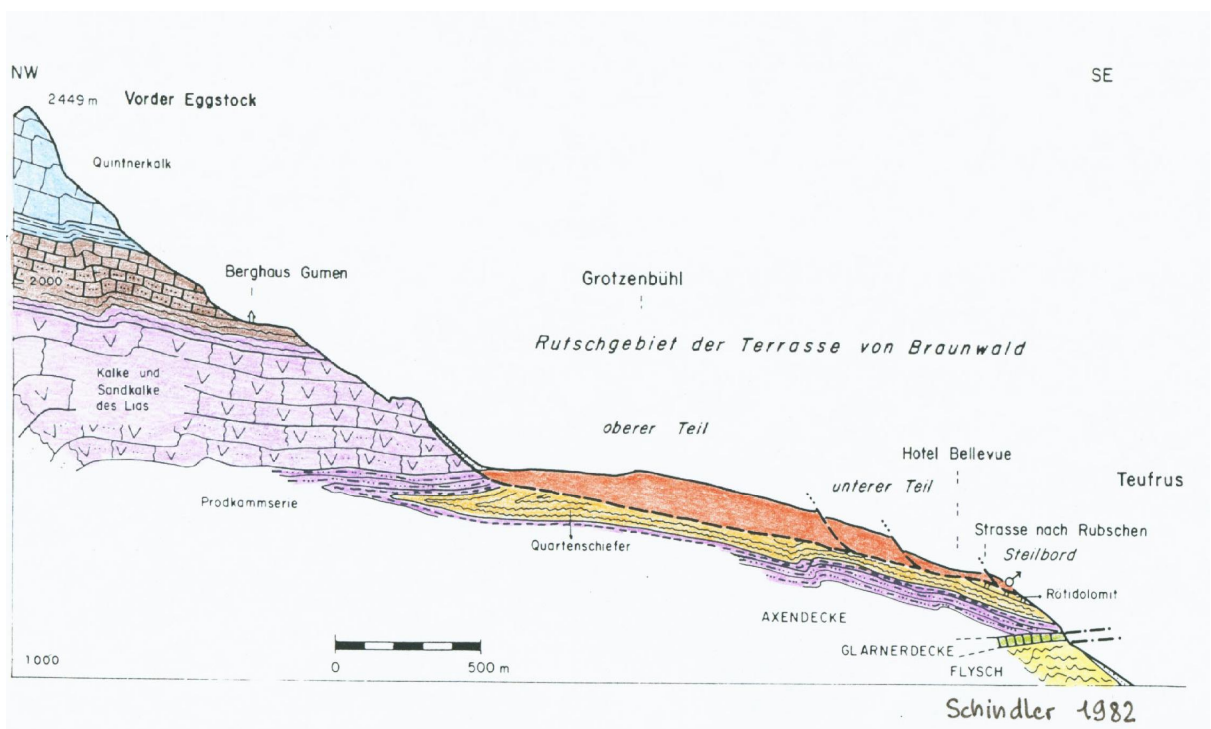


tbf-marti ag
Ingenieurbüro für Planung, Hoch- und Tiefbau

Dr. von Moos AG
Geotechnisches Büro



Beratende Geologen und Ingenieure
8037 Zürich / 5401 Baden / 8214 Gächlingen www.geovm.ch



Vorstudie Grundlagenerarbeitung für die Entwässerung und Rutschungssanierung Braunwald

Zusammenfassung

Version 3 vom 07.05.2016

Impressum

Auftraggeber Entwässerungskorporation Braunwald
c/o Präsident Markus Hefti
Schwändibergstrasse 3
8784 Braunwald

Projektleitung Bauherr Departement Bau und Umwelt
Abteilung Wald und Naturgefahren
Jürg Walcher
Kirchstrasse 2
8750 Glarus

Projektunterstützung Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Gefahrenprävention
Dr. Hugo Raetzo
3003 Bern

Autoren Dr. von Moos AG
Dr. Stephan Frank
Bachofnerstrasse 5
8037 Zürich

tbf-marti ag
Urs Marti
Sernftalstrasse 2
8762 Schwanden

Korreferent, Experte tbf-marti ag
Hans Marti
Sernftalstrasse 2
8762 Schwanden

Mitarbeit Dr. von Moos AG
Orlando Lanfranchi
Bachofnerstrasse 5
8037 Zürich

tbf-marti ag
Reto Zimmermann
Sernftalstrasse 2
8762 Schwanden

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage.....	4
2. Vorgehensweise.....	5
3. Bauliche Realisierung.....	6
4. Prognose Gefahrenkarte nach Massnahmen.....	7
5. Risikoanalyse.....	8
6. Massnahmenempfehlung.....	8

1. Ausgangslage

Die Terrasse des autofreien und lediglich mit einer Standseilbahn erschlossenen Braunwald ist ein ca. 4 km² grosses, seit mehreren 10'000 Jahren aktives Rutschgebiet. Bedingt durch die permanenten Bewegungen mit periodischen Beschleunigungen und der Gefahr von Murgängen bis ins Tal ergeben sich im unteren Dorfteil von Braunwald und im Tal, wo die Talstation der Braunwaldbahn und das SBB-Trasse liegen, grosse Schutzdefizite (vgl. Abbildung 1, rote Gefahrenzonen).

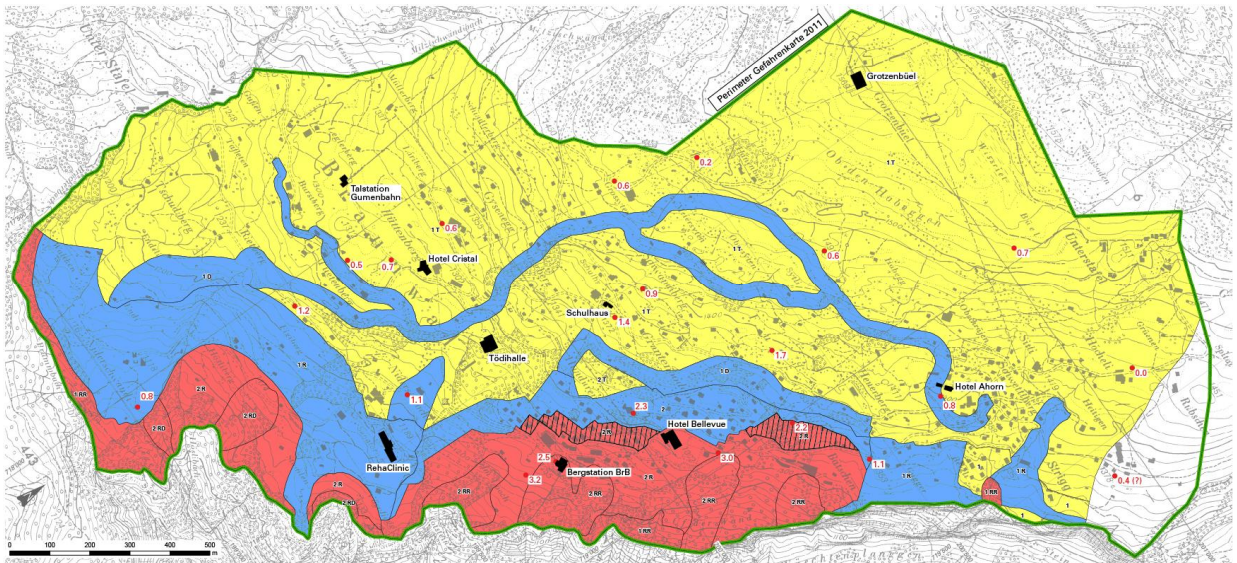


Abbildung 1 Heute gültige Gefahrenkarte „Braunwald“ für den Prozess „Permanente Rutschung“

Seit ihrer Gründung im Jahr 1981 überwacht und erkundet die Entwässerungskorporation Braunwald das Bewegungsverhalten der Hangmasse, so dass dieses heute relativ gut bekannt ist und Beschleunigungsschübe erkannt werden können. 1985 wurde im Grantenboden eine heute noch in Betrieb stehende erste grössere Entwässerungsmassnahme in Form einer „Sickerwand“ von rund 160 m Länge realisiert. Trotzdem kam es 1999 wenig seitlich dieser Massnahme zu einer sehr grossen Rutschung (Ereignis Bättschen) mit mehreren grösseren Murgängen (Totalkubatur ca. 100'000 m³) bis ins Tal, die zu einem Aufstau der Linth führten.

Infolge des Grossereignisses Bättschen wurde die Überwachung und Erkundung sukzessive ausgebaut und vertieft. 2014 wurde darauf aufbauend mit Hilfe eines Computermodelles eine 3-dimensionale Modellierung des Bewegungsverhaltens der Rutschmasse und der technischen Wirksamkeit von Drainagemassnahmen durchgeführt. Sie zeigte, dass bauliche Massnahmen mit einer Entwässerung auf grösserer Länge eine namhafte Bewegungsreduktion bringen und insbesondere Phasen mit deutlicher Beschleunigung bei extremen Schneeschmelz- und Niederschlagsperioden ausbleiben.

2. Vorgehensweise

Auf Basis der 3D-Modellierung wurden in der vorliegenden Studie für einen unterirdischen rund 2200 m langen Stollen, einen identischen Stollen mit kürzerer Länge von rund 1100 m und für die Verlängerung der auf dem Grantenboden realisierten Sickerwand auf eine Gesamtlänge von rund 800 m

- die bauliche Realisierung und deren Kostenfolge geprüft
- Prognosen der Gefahrenkarten nach Ausführung der Massnahmen erstellt
- die Risikoreduktion und das Nutzen/Kostenverhältnis mit dem Berechnungstool EconoMe nach den Vorgaben des Bundes ermittelt
- der Einfluss auf Braunwald und dessen Umfeld in der Bau- und Betriebsphase erfasst.

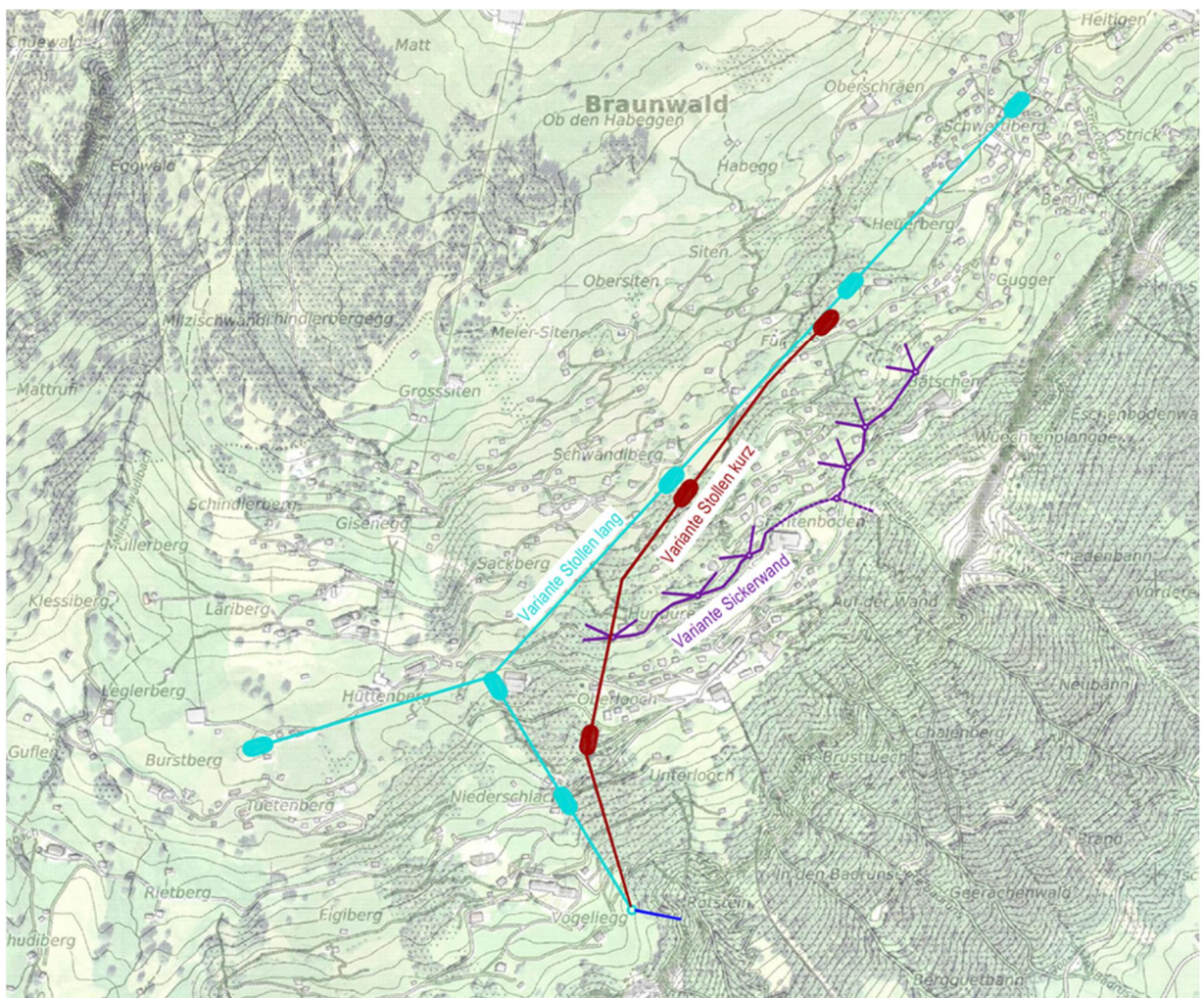


Abbildung 2 Übersicht Varianten Entwässerungsmassnahmen

3. Bauliche Realisierung

Das Studium von baulichen Lösungsmöglichkeiten zeigte rasch auf, dass die Platzverhältnisse zur Fortsetzung der Tiefendrainage Grantenboden entlang des unteren Höhenweges mit der damals gewählten Technik, nämlich dem Abteufen von grossen Bohrungen, aus Platzgründen nicht ausgeführt werden kann. Die Variante Sickerwand sieht deshalb eine Verlängerung des Entwässerungssystems in Form der lokalen Abteufung von bis zu 40 m tiefen Schächten vor, aus denen ein Schirm von sich in der Wirkung überschneidenden Drainagebohrungen ausgeführt wird. Das anfallende Wasser wird aus den Schächten in eine oberflächennahe Sammelleitung und von da in die bestehende Tiefendrainage Grantenboden gepumpt und somit in die Wüechtenrus abgeleitet.

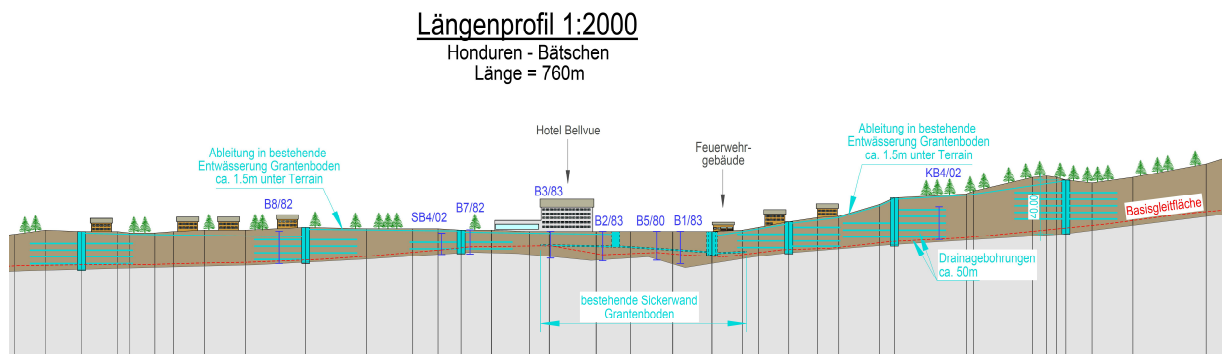


Abbildung 3 Prinzipschnitt Schächte mit Drainagebohrungen

Die beiden Stollenlösungen sind baulich identisch und unterscheiden sich lediglich in ihrer Länge. Die Abklärungen haben gezeigt, dass der Stollenquerschnitt trotz der grossen abzuführenden Materialmenge nicht zu klein gewählt werden darf, um die Arbeitssicherheit im Stollen gemäss den Vorschriften der SUVA zu gewährleisten und genügend leistungsfähige Baugeräte für eine wirtschaftliche Erstellung einsetzen zu können.

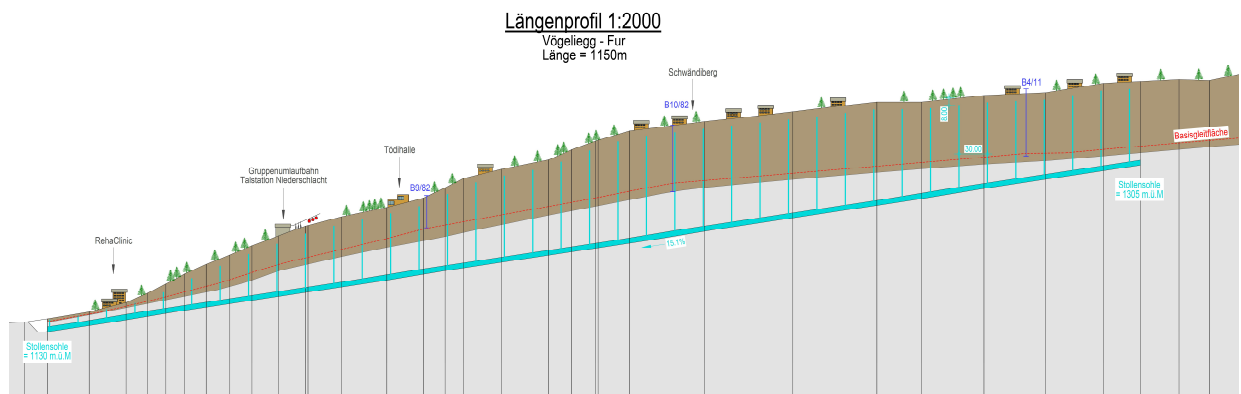


Abbildung 4 Längsschnitt Stollen kurz

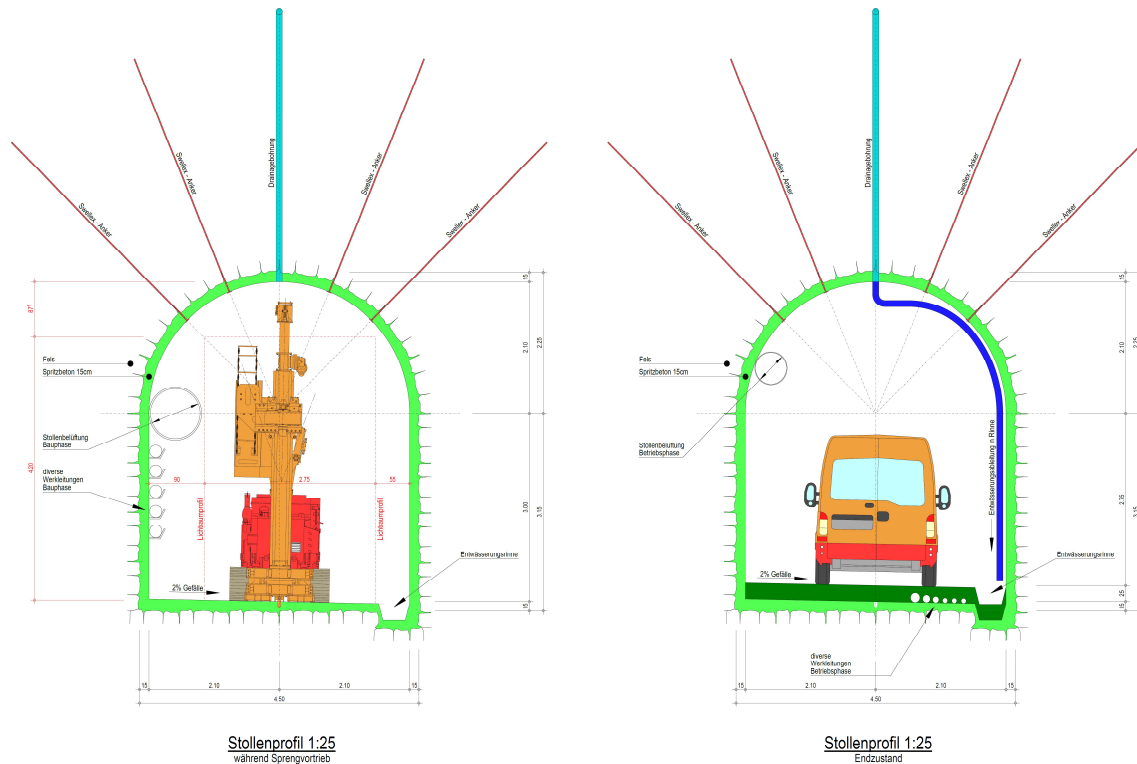


Abbildung 5 Stollenprofil während Sprengvortrieb und im Endzustand

Der notwendige Zu- und Abtransport der Materialien kann sowohl für die Sickerwandlösung wie auch für die Stollenlösungen nur über eigens aus dem Tal errichtete Materialseilbahnen gewährleistet werden. Die Kapazitäten der Braunwaldbahn wären dazu sicher nicht ausreichend.

Die mit einer Genauigkeit von +/- 20 % ermittelten Bau- und Projektierungskosten betragen inklusive Mehrwertsteuer von derzeit 8 % gerundet für den „Stollen lang“ ca. Fr. 38 Mio., für den „Stollen kurz“ ca. Fr. 23 Mio. und die „Sickerwand“ in Form von Drainageschächten ca. Fr. 21 Mio. Diese Aufwendungen sind im Vergleich mit leichter zu erschliessenden ähnlichen Baumassnahmen wie z.B. in La Frasse VD plausibel.

4. Prognose Gefahrenkarte nach Massnahmen

Die Gefahrenkarten nach Ausführung der Massnahmen basieren auf der Prognose der technischen Wirksamkeit, die im 3D-Modell ermittelt wurde. Sie zeigt, dass sich für alle möglichen baulichen Varianten im Zentrumsgebiet von Braunwald eine Risikoreduktion von der roten in die gelbe Gefahrenzone ergibt.

In Abhängigkeit der ausgeführten baulichen Variante ergibt sich aber eine unterschiedliche Ausdehnung des Wirkungsbereiches.

Für Murgänge ins Tal reduzieren sich zusammenfassend beurteilt die Intensitäten um eine Wiederkehrperiode, was heisst, dass heute alle 30 Jahre zu erwartende Ereignisse nur noch mit einer Wiederkehrperiode von 30 bis 100 Jahren stattfinden. Basierend auf diesen Murgangberechnungen wurde eine Prognose der künftigen Gefahrenkarten im Tal erstellt.

5. Risikoanalyse

Das Berechnungswerkzeug "EconoMe" des Bundes, dessen Anwendung Voraussetzung für eine Mitfinanzierung durch den Bund ist, hat zum Ziel, die Beurteilung der Zweckmässigkeit von Projekten zu erleichtern. Im Vordergrund stehen die Berechnung der Projektwirkung (Effektivität) und der Wirtschaftlichkeit (Effizienz) des Projektes bzw. der Massnahmen. Dazu werden die Werte (Sachwerte und Personenrisiken) ermittelt, wobei heute für die beiden Prozesse "permanente Rutschung" (Braunwald) und "Murgang" (Linthal – Rüti) zusammen ein jährlicher Schadenerwartungswert von Fr. 12.9 Mio. resultiert. Diese Werte werden mit den Gefahrenkarten vor und nach Massnahmen „verschnitten“, um die Risikoreduktion zu bestimmen. Zur Beurteilung des Nutzen-Kostenverhältnisses fliessen dabei die Investitions-, Unterhalts- und Betriebskosten für die baulichen Massnahmen in den Berechnungsgang ein.

Die Berechnungen zeigen, dass alle 3 studierten baulichen Massnahmen kosteneffizient sind (Nutzen/Kosten – Verhältnisse zwischen 9.5 und 19.5; Risikoreduktion zwischen Fr. 10.4 und 11.2 Mio. pro Jahr). Am besten schneidet aus Sicht Nutzen/Kosten die Variante „Stollen kurz“ ab, dahinter folgen die Variante „Stollen lang“ und als am wenigsten effiziente Massnahme die Variante „Sickerwand“ (6 Schächte, inkl. bestehender Sickerwand/Tiefdrainage Grantenboden). Die Gründe liegen in der Länge der oben in Braunwald durch die Entwässerungsmassnahmen beeinflussten Gebiete, wo die grössten Sachwerte im „Einzugsgebiet“ des Stollen kurz liegen und der Tatsache, dass die Massnahme Sickerwand die höchsten Kosten pro Laufmeter und die höchsten Unterhalts- und Betriebskosten aufweist.

6. Massnahmenempfehlung

Nebst der Beurteilung nach EconoMe wurden die Stollenlösungen und die Sickerwandlösung bezüglich weiterer Kriterien verglichen. Zusammenfassend zeigt sich, dass die bautechnischen Ausführungsrisiken, die Auswirkungen auf die Umgebung und der Unterhalt- und Überwachungsaufwand in der Betriebsphase für die Stollenlösungen kleiner sind.

Der „Stollen kurz“ deckt die höchsten Sachwerte in Dorfzentrum von Braunwald ab. Die in der roten Gefahrenzone verbleibenden Gebiete westlich der Vögeliegg haben nur ganz wenige Sachwerte. Im Gegensatz dazu verlaufen im relativ kleinen, in der roten Gefahrenzone verbleibenden Gebiet Bäschen ortsverbindende Werkleitungen.

Es wird deshalb empfohlen, eine in Lage und Länge optimierte Stollenlösung im Sinne der Variante „Stollen kurz“ umzusetzen (vgl. Abbildung 7).

Die mit einer Genauigkeit von +/- 20 % ermittelten Baukosten ergeben für die optimierte Stollenlänge von 1250 m bei einer Bauzeit von ca. 2 Jahren einen Investitionsbedarf zur Umsetzung des Projektes von ca. Fr. 25 Mio. inkl. Mehrwertsteuer.

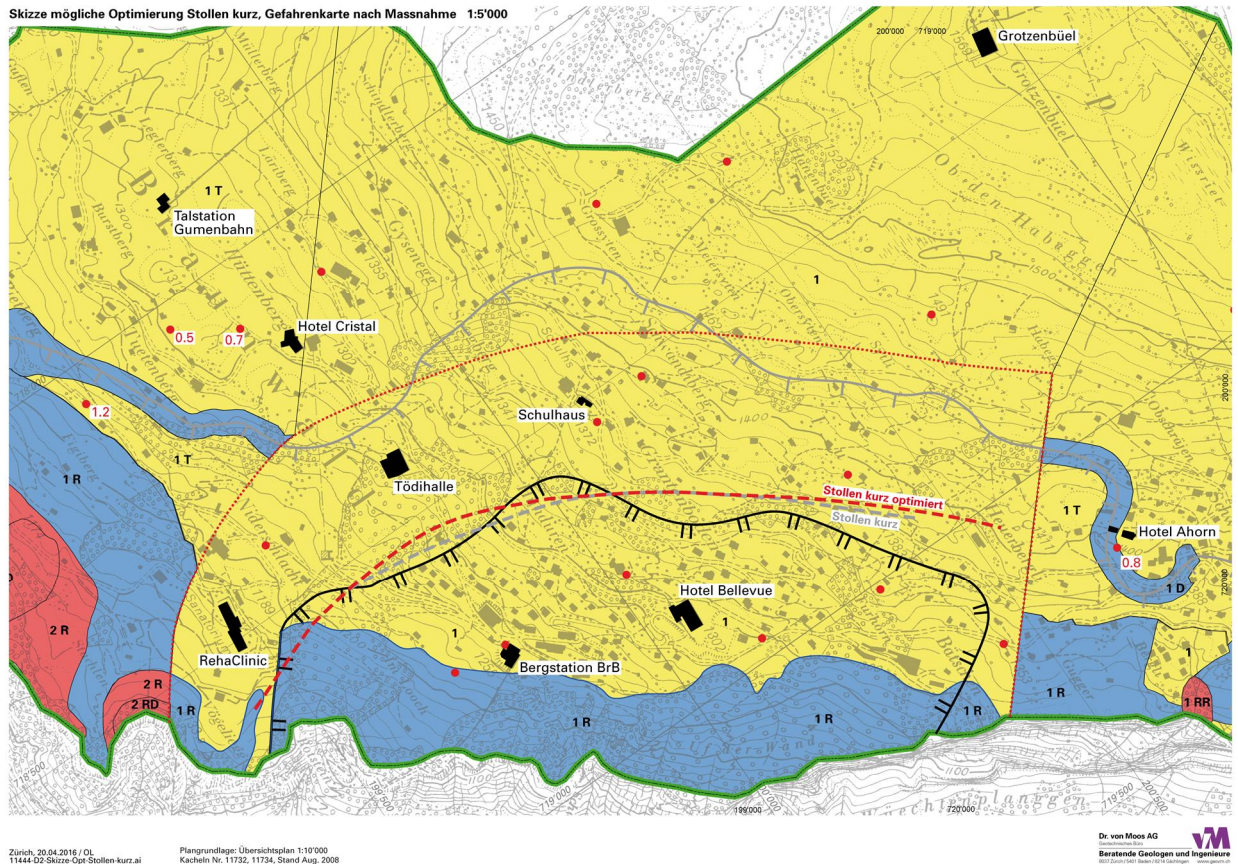


Abbildung 6 Prognose Gefahrenkarte „Braunwald“ nach Ausführung Massnahme "Stollen kurz optimiert"

Die Herleitung dieser Empfehlung ist in einem ausführlichen Bericht mit Anhängen und dazugehörigen Planbeilagen zuhanden der Entwässerungskorporation dokumentiert.

Schwanden/Zürich, den 7. Mai 2016

Urs Marti

Stephan Frank