

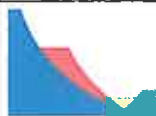


## Geologischer Bericht

### PRÜFUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN GEFAHR UND KOMPATIBILITÄT ZUR EINTRAGUNG IN DEN BAULEITPLAN DER GEMEINDE

*Laut Art. 10 und 11 DLH vom 5. August 2008, Nr. 42*

PROJEKT	EINTRAGUNG DES RADWEGES ABSCHNITT: GÖFLAN – HOLZBRUGG IN DEN BAULEITPLAN DER MARKTGEMEINDE SCHLANDERS
AUFTRAGGEBER	MARKTGEMEINDE SCHLANDERS
DATUM	November 2013



**GeoLogic**

Dr. Geol. Gianluca Cotza

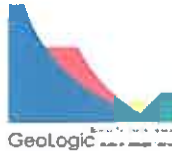
I-39026 Prad am Stilfserjoch - Prato allo Stelvio  
Via Nitt Weg 13

E-mail: [gianluca.cotza@gmail.com](mailto:gianluca.cotza@gmail.com)

Tel. +39-340-7340674

Fax +39-0473-616452





## Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort
2. Rechtliche und urbanistische Bestimmungen
3. Grundlagen
4. Geologische Verhältnisse
  - 4.1 Geologie und Geomorphologie
  - 4.2 Hydrogeologie
  - 4.1 Vegetation und Bodennutzung
5. Ereignisdokumentation der Naturgefahren
6. Bestehende Schutzmaßnahmen
7. Hydrogeologische Prozesse und Phänomene - Massenbewegungen
  - 7.1 Sturzprozesse
  - 7.2 Rutschungen
8. Bestimmung der Gefahr – Massenbewegungen
  - 8.1 Ermittlung der Gefahrenstufe – Stein- und Blockschlag (LF)
  - 8.1 Ermittlung der Gefahrenstufe – Rutschung (LG)
9. Schadensanfälligkeit im Verhältnis zur aktuellen urbanistischen Nutzung
10. Spezifisches Risiko im Verhältnis zur aktuellen urbanistischen Nutzung
11. Bewertung der erforderlichen Schutzmaßnahmen
12. Spezifisches Risiko in Bezug zur geplanten urbanistischen Nutzung
  - 12.1 Bestimmung der Gefahr mit Schutzmaßnahmen
  - 12.2 Schadensanfälligkeit– geplante Nutzung
  - 12.3 Spezifisches Risiko – geplante Nutzung
13. Auswirkungen von Schutzmaßnahmen auf Dritte
14. Schlussfolgerungen

### Anhang

- A. Übersichtskarte
- B. Geomorphologische Karte – Zone A
- B. Geomorphologische Karte – Zone B
- C. Karte der Phänomene – Zone A
- C. Karte der Phänomene – Zone B
- D. Gefahrenzonenkarte ohne Schutzmaßnahmen – Zone A
- D. Gefahrenzonenkarte ohne Schutzmaßnahmen – Zone B
- D. Gefahrenzonenkarte mit Schutzmaßnahmen – Zone A
- D. Gefahrenzonenkarte mit Schutzmaßnahmen – Zone B
- E. Karte der Schadensanfälligkeit – aktuelle Nutzung
- E. Karte der Schadensanfälligkeit – geplante Nutzung
- F. Risikozonenkarte mit bestehenden Schutzmaßnahmen – Zone A
- F. Risikozonenkarte mit bestehenden Schutzmaßnahmen – Zone B
- G. Risikozonenkarte mit vorgeschlagene Schutzmaßnahmen – Zone A
- G. Risikozonenkarte mit vorgeschlagene Schutzmaßnahmen – Zone B
- H. Sturzsimulation – Aufprallenergien – Zone A
- I. Sturzsimulation – Reichweiten – Zone A
- J. Sturzsimulation – Sprunghöhen – Zone A
- K. Sturzsimulation – Zone B

## 1. Vorwort

Im Auftrag der Marktgemeinde Schlanders wurde folgender geologische Bericht zur Prüfung der hydrogeologischen Gefahr und Kompatibilität zum Projekt „Eintragung des Radweges Abschnitt: Göflan – Holzbrugg in den Bauleitplan der Marktgemeinde Schlanders“ ausgearbeitet. Die hydrogeologische Gefahrenprüfung der Prozesse Massenbewegungen, Wassergefahren und Lawinen wurde anhand von zwei Gutachten aufgeteilt. Gegenständlicher Bericht behandelt die Untersuchung von Massenbewegungen und Lawinen.

Das Projekt sieht die neue Trassierung des Radweges zwischen Göflan und Holzbrugg vor. Dieses Teilstück ist als Anbindung an die bestehende Vinschgauer Radroute konzipiert, welche von Reschen bis Meran größtenteils bereits realisiert ist.

## 2. Rechtliche und urbanistische Bestimmungen

Die vorliegende Gefahren- und Kompatibilitätsprüfung wurde laut Dekret des Landeshauptmanns 42/2008 nach Art. 10 und 11 und der Abänderung durch den Beschluss der Landesregierung Nr. 713 vom 14.05.2012 ausgearbeitet und entspricht nicht einem geologisch- geotechnischen Bericht laut NTC 14/01/2008.

## 3. Grundlagen

Anhand einer detaillierten geologischen und geomorphologischen Kartierung war es möglich hydrogeologische Phänomene auszukartieren und Aktivitätsgrade der auftretenden hydrogeologischen Prozessen zu bestimmen, bzw. im Zusammenhang mit möglichen Grunddispositionen zu stellen.

Die Untersuchung der Sturzprozesse wurde anhand einer 3D-Steinschlagsimulation mit der Software Rockyfor3D - ecorisQ vervollständigt. Das Simulationsmodell ermöglicht es individuelle Sturzbahnen, auftretende Impaktenergien, Sprunghöhen und Reichweiten räumlich zu erfassen.

Rutschgefährdete Gebiete wurden im Gelände anhand von morphologischen Merkmalen (rezente Anburuckanten, buckelige Oberfläche), der Vegetation, der Wasserwegigkeit, der Lockergesteinszusammensetzung und dem Lockergesteinsaufbau bestimmt.

Die gewonnen Erkenntnisse werden anhand der Detailkarten im Anhang dargestellt.

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichts wurden folgende **Kartengrundlagen** verwendet:

- Digitales Höhenmodell (Dtm) Blatt 08151 mit Rasterweite 2.5 m;
- Technische Grundkarte 1:5.000 Blatt 12132; 12143
- IGM Karte Blatt 09-1no, 1:25.000;
- Orthofotokarte 2006
- Geobrowser der Prowinz Bozen <http://www.provinz.bz.it/informatik/themen/maps-webgis.asp>

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichts wurden folgende Datengrundlagen verwendet:

- Technischer Bericht: Eintragung des Radweges abschnitt: Göflan – Holzbrugg in den Bauleitplan der Marktgemeinde Schlanders“, Dr. Ing. Siegfried Pohl.
- Geobrowser der Provinz Bozen
- Naturgefahrenkataster IFFI.

Im Fall der Bauleitplanänderung mit der Eintragung der geplanten urbanistischen Nutzung „Radweg“ kann eine Untersuchung in der Kategorie „b“ oder „c“ erfolgen. Aufgrund von bekannten Prozessen wurde der Radweg als urbanistische Kategorie „b“ mit der Bearbeitungstiefe „mindestens BT10“ untersucht.

Die gegenständliche Prüfung der hydrogeologischen Gefahr- und Kompatibilität bezieht sich ausschließlich auf das ausgewiesene Projektgebiet.

## **4. Geologische Verhältnisse**

### **4.1 Geologie und Geomorphologie**

Aus geologisch- tektonischer Sicht befindet sich das Gebiet innerhalb der Ortler-Campo Decke. Die polymetamorphe Abfolge im Bereich zwischen dem Vinschgau und dem Ultental gehört tektonisch zur Laaser Einheit, in der vordergründig Glimmerschiefer, Paragneise, Amphibolite und Marmore vorkommen. Die Quartäre Abfolge im Projektgebiet umfasst die glazialen Ablagerungen des LGM (Letzten Glazialen Hochstand), postglaziale bis rezente Murschuttablagerungen, sowie fluviatile Ablagerungen der Etsch und Hangschutt.

Das Projektgebiet erstreckt sich mit einer Länge von ca. 3,0 km und verläuft nördlich von Göflan orografisch links und südlich orografisch rechts der Etsch.

Anhand der detaillierten geologischen und geomorphologischen Geländeerhebung kann folgendes Gesamtbild zusammengefasst werden:

#### Zone A: westlich von Göflan

Der westliche Abschnitt des Projektgebietes befindet sich im distalen Bereich des Gadia Muschuttkegels. Der Schuttkegel ist auffallend symmetrisch konvex gekrümmt, die Neigung beträgt von der Kegelspitze bei Allitz, bis zum Randbereich, ziemlich konstant 6° und geht dort in vertikal bis steil böschende Wände über. Die Trasse führt entlang vom Wandfuß dieser bis zu 30 m hohen Steilwände, welche aus den konsolidierten Murschuttablagerungen vom Gadriabach, bzw. vom Folmarter Bach aufgebaut sind.

Im zentralen Teilabschnitt reduziert sich die Höhe der Steilwände auf ca. 10 m und der Hangfuß ist deutlich flacher geneigt. Bergseitig befindet sich eine ca. 50 m breite Rinne, die möglicherweise mit einem relikten Abfluss der Gadia übereinstimmt. Solche Altarme sind auch weiter westlich Richtung Brugg morphologisch ausgebildet und geschichtlich dokumentiert.



Abb. 1: Steil bis vertikal böschende Murschuttablagerungen

Der innere Aufbau und die Korngrößenzusammensetzung der Murschuttablagerungen variiert in Abhängigkeit von den einzelnen Murgangereignissen. Im Untersuchungsgebiet handelt es sich um ein konsolidiertes, matrixgestütztes und schwach schluffiges Sand-Kiesgemisch mit Steinen und Blöcken, welches im Liegenden entlang einer Verzahnung mit den Murschuttablagerungen vom südlich einfließenden Tafratzerbach (A.330) blockiger wird. Die maximal angetroffene Blockgröße kann mit  $2,00 \text{ m}^3$  angegeben werden.

Der mittelsteile, ca.  $30^\circ$  bis  $45^\circ$  geneigte Hangfuß ist mit Hangschutt und Blockschutt bedeckt, die aus der rückschreitenden Erosion und durch Sturzprozesse aus den konsolidierten Murschuttablagerungen stammen.

#### Zone B: Göflan bis westlich Holzbrugg

Nach Süden verläuft das Projektgebiet bis nördlich von Holzbrugg im flachen, fluviatil geprägten Talboden und z.T. auf der Etschdammkronen. Das Gelände entlang vom Flussverlauf ist intensiv anthropogen umgestaltet. Die natürlichen Sedimente im Talboden bestehen vordergründig aus den mittel- bis grobkörnigen Flussablagerungen der Etsch.

#### Zone C: Holzbrugg

Westlich von Holzbrugg verläuft die Trasse dem orografisch rechten Etschufer folgend, entlang vom Vinschgauer Talhang. Ca. 10 – 15 Höhenmeter bergseitig der Trasse befindet der Böschungseinschnitt der Vinschgauer Bahn. Der Einschnitt erfolgte größtenteils in die anstehenden chloritreichen Glimmerschiefer und das Ausbruchmaterial wurde z.T. entlang der talseitigen Böschung abgelagert.

Die Böschung talseitig vom Gleis ist durchschnittlich zwischen 35° - 55° geneigt. Die einzige Verebnung bildet ein ca. 1,0 m breiter Steig der das Projektgebiet ca. 15 Höhenmeter über dem Talboden quert.



Abb. 2: Steig bergseitig vom geplanten Radweg

Neben der künstlichen Böschung, die z.T. aus Grobblockwerk besteht, stehen talseitig vom Gleis bereichsweise aufgelockerte Glimmerschiefer an. Strukturgeologisch betrachtet zeigt das Festgestein neben der verfalteten Hauptschieferung (Sf) drei Hauptklufsysteme (K1, K2, K3).

	Sf	K1	K2	K3
Einfallsrichtung	040° - 010°	340° - 010°	260° - 300°	150° - 200°
Einfallswinkel	10° - 30°	40° - 60°	45° - 75°	40° - 60°

Die natürliche Lockergesteinsbedeckung talseitig vom Gleis besteht im flachen Talboden aus den fluviatilen Ablagerungen der Etsch und im steileren Hangbereich aus teilweise umgelagerten glazialen Ablagerungen sowie geringmächtigen Murschuttablagerungen.

Bergseitig vom Gleis steht an den nordexponierten Hängen im Projektgebiet stark verfestigte Grundmoräne an. Anhand der Korngrößenzusammensetzung handelt es sich vordergründig um eine matrixgestützte sandig,- schluffige Ablagerung mit Kies und Blöcken. Morphologisch zeigt sich die größere Kohäsion dieser Ablagerungen in der Ausbildung konzentrierter Erosionsrinnen und Furchen.





Abb. 3: Grundmoräne im vegetationslosen Erosionsgebiet, bergseitig vom Gleis

### 4.3 Hydrogeologie

Das bedeutendste Fließgewässer im Projektgebiet ist die Etsch (A), entlang dessen Ufer sich die gesamte geplante Trasse entwickelt. Nördlich von Göflan erstreckt sich orografisch rechts der Etsch das Einzugsgebiet des Tafratzer Bach, in der Fraktion Göflan mündet orografisch links der Etsch der Kortscher Bach (A.325) ein und südlich von Göflan an der orografisch rechten Seite der Folmarter Bach (A.320).

Anhand der Auskunft vom Landesamt für Gewässernutzung ist die Strecke des geplanten Radweges nicht durch Tinkwasserschutzzonen vinkuliert.

#### Zone A: westlich von Göflan

Die verfestigten Murschuttablagerungen zeigen keine natürlichen Wasseraustritte. Künstlicher oberflächlicher Wasserzufluss Steilwand kann aus den bergseitigen Apfelplantagen erfolgen, wo sich mehrere Entwässerungsrohre der Beregnungsanlage befinden.



Abb. 4: Entwässerungsrohr der Beregnungsanlage

Entlang vom Hangfuß, am Übergang vom Hangschutt in die fluviatilen Ablagerungen konnten zwei Vernässungszonen erhoben werden, die sich beider im Bereich vom geplanten Trassenverlauf befinden.

#### Zone B: Holzbrugg

Im Abschnitt nördlich von Holzbrugg findet aus dem Einzugsgebiet bergseitig vom Gleis bei intensiven oder lang anhaltenden Niederschlägen sowie bei der Schneeschmelze konzentrierter Oberflächenabfluß vermisch mit Festsoffeintrag statt. Zwei Künetten sammeln das anfallende Oberflächenwasser und leiten es in den talseitigen Hangabschnitt wo der Radweg geplant ist.

#### **4.4 Vegetation und Bodennutzung**

Die aktuelle Bodennutzung in der Fläche der geplanten Streckenführung sieht laut dem technischen Bericht zur Bauleitplanänderung 66,50 m<sup>2</sup> Bestockte Wiese und Weide, 3.669,79 m<sup>2</sup> Landwirtschaftsgebiet 6.106,03 m<sup>2</sup> Wald, 236,11 m<sup>2</sup> Zone für Einrichtung-Verwaltung und öffentliche Dienstleistung vor.

### **5. Ereignisdokumentation der Naturgefahren**

Das IFFI-Inventar (Amt für Geologie und Baustoffprüfung) verzeichnet im Untersuchungsgebietes keine Massenbewegungsereignisse. Überschwemmungsereignisse und Murgangereignisse sind wie bereits erwähnt nicht Gegenstand dieses Berichtes.



## 6. Bestehende Schutzmaßnahmen

### Zone A: westlich von Göflan

Zwischen Etschdamm und den ca. 30 m hohen vertikal böschenden Murschuttablagerungen befindet sich ein ca. 50,0 m langer, 3,0 m tiefer und ca. 5,0 bis 6,0 m breiter Graben. Der Graben wäre als bestehendes Schutzbauwerk gegen Stein- und Blockschlag sowie flachgründigen Rutschungen ideal, allerdings ist der Radweg laut Planunterlagen bergseitig vom Graben geplant.

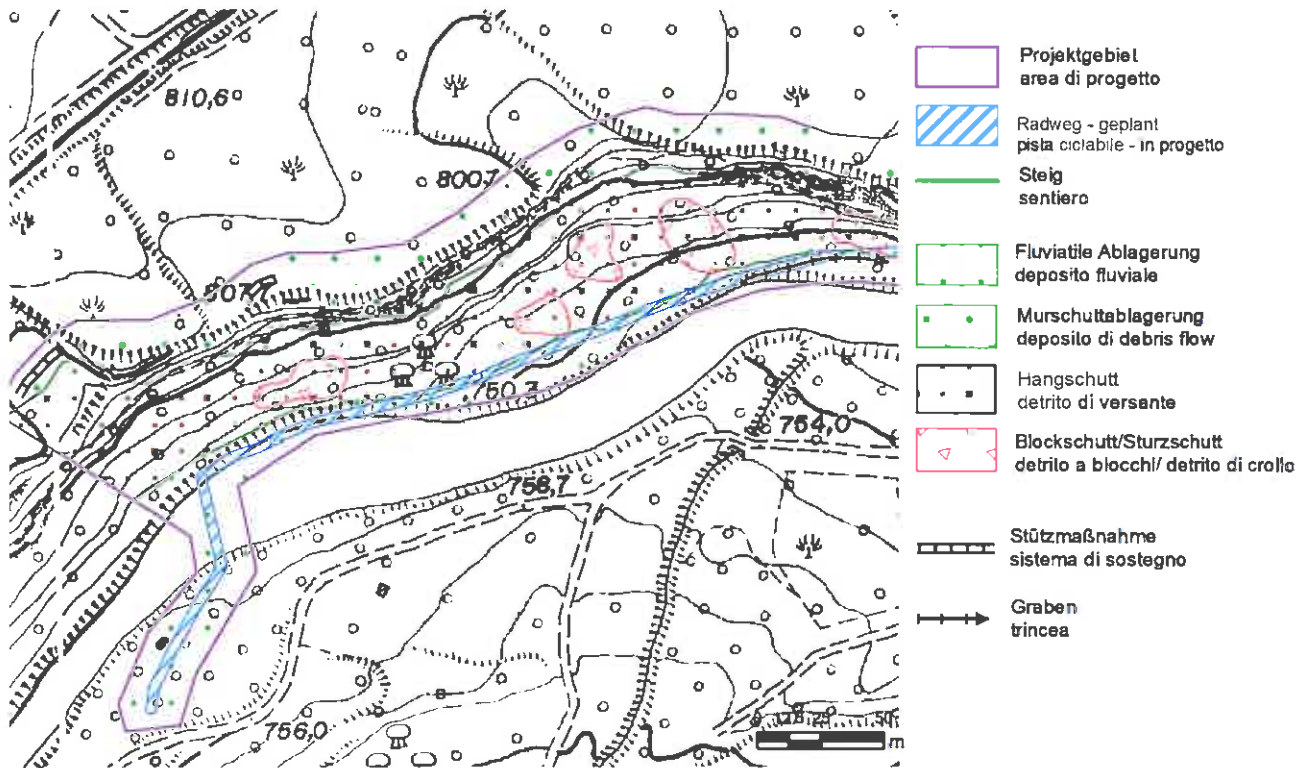


Abb. 5: Auszug aus der Geomorphologischen Karte

Entlang der Böschungskrone, am Übergang zum Abbruch befinden sich zwei Zonen die rückschreitende Rutschungsphänomene zeigen und durch Stützmaßnahmen stabilisiert wurden (siehe Geomorphologische Karte). Am westlichen Ende vom Untersuchungsgebiet wurde eine flachgründige Rutschung und die rückschreitende Erosion durch den Einbau einer ca. 20 m lange Stützmauer aus bewehrter Erde stabilisiert. Unmittelbar östlich im angrenzenden Feld wurden Steingabbionen am Böschungsrand zum Stützen einer flachgründigen Rutschung eingebaut. Die unruhige Morphologie und Setzungserscheinungen an den Steingabbionen zeigen die aktive Bewegung und die unzureichende Wirkung der Maßnahme.



Abb. 6: links: aktive flachgründige Rutschung bergseitig der Steilwand; rechts: Graben zwischen Etschdamm und Hangfuß

#### Zone B: Göflan bis westlich Holzbrugg

Im Projektgebiet zwischen Göflan und westlich von Holzbrugg sind derzeit keine Schutzmaßnahmen gegen das Massenbewegungen (Stein- und Blockschlag, Rutschungen) vorhanden.

#### Zone C: Holzbrugg

Im östlichen Abschnitt vom Projektgebiet befindet sich bergseitig vom Gleis (siehe Geologisch- geomorphologische Karte) eine ausgedehnte Zone mit anstehender Grundmoräne und spärlicher bis fehlender Vegetationsbedeckung. Der Bereich ist mit einfachem, doppeltgewundenem Metalldrahtnetz verkleidet und mit zwei in Serie geschalteten Sperren gesichert.

Das Netz verlangsamt die oberflächliche Erosion und verhindert die Bildung von oberflächlichen Rutschungen. Die Sperren halten den grobblockigen Anteil von Hangmuren auf. Das abgeleitete Wasser- Lockergesteinsgemisch (Korngröße < Steine) das durch die Öffnungen der Sperren fließt wird über die Künetten unter dem Gleiskörper in den Hangbereich bergseitig vom geplanten Radweg eingeleitet.

Die bestehenden Schutzbauwerke wurden einzig für die Sicherheit des Zugverkehrs konzipiert und sind hierfür vollständig effektiv. Diese sind Schutz für das geplante Vorhaben anhand zusätzlicher Maßnahmen unterhalb des Gleises zu integrieren.



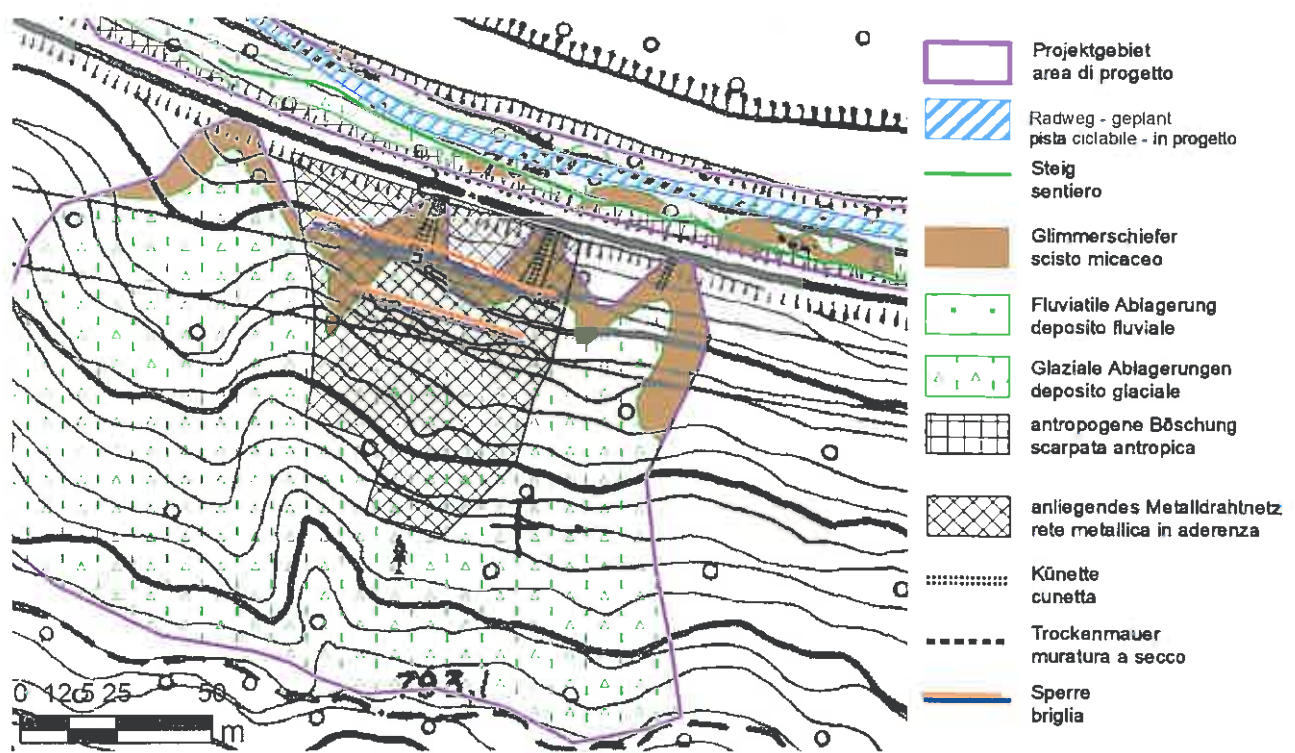


Abb. 7: Auszug aus der Geomorphologischen Karte mit Position der Schuttbauwerke



Abb. 8: links: Künette; rechts: Sperre mit Öffnungen

## 7. Hydrogeologische Prozesse und Phänomene - Massenbewegungen

Anhand der geologisch- geomorphologischen Kartierung können zum Zeitpunkt der Untersuchung entlang vom geplanten Radweg keine Gefahren durch Lawinen (AX) festgestellt werden.

Das Phänomen Wassergefahren wird anhand eines spezifischen Gutachtens untersucht.

Die gegenständliche Untersuchung bezieht sich ausschließlich auf die Naturgefahren Massenbewegungen welche relevant für den Radweg sind und innerhalb vom Projektgebiet vorkommen.

Nach Varnes können gravitative Massenbewegungen in Form von Fließen (Flows/Creeps), Rutschen (Slides), Kippen/Fallen (Falls/Topples) oder Driften (Spread) auftreten (VARNES 1978).

### 7.1 Sturzprozesse

Als Stürze bezeichnet man das Ablösen von Fest- und/oder Lockergestein in einem steilen Hang entlang einer Fläche, auf welcher nur geringe oder keine Scherbewegungen stattfinden. Das Material stürzt größtenteils frei fallend, springend und/oder rollend ab (Varnes, 1978). In Abhängigkeit vom beteiligten Sturzvolumen und folglich der Dynamik des Prozesses und anhand der Interaktion zwischen den Komponenten werden Sturzprozesse in Stein- und Blockschlag, Felssturz und Bergsturz klassifiziert.

#### Zone A: westlich von Göflan

Im westlichen Projektgebiet erfolgen mögliche Stein- und Blockschlagereignisse, welche den Radweg betreffen können aus den steilböschenden Murgangablagerungen.



Abb. 9: links: Ausbruch eines instabilen Einzelblocks; rechts: Sturzblock erreicht den geplanten Radweg im Bereich östlich vom Graben





Abb. 10: links: grobblockige Verzahnung im unteren Bereich der Murschuttablagerungen mit möglichen Sturzblöcken; rechts: rezenter Sturz bergseitig vom Graben im Bereich vom geplanten Radweg

Das Ergebnis der Geländeaufnahme kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Einzelne Blöcke wittern aus der feinkörnigeren Matrix heraus und werden beim Überschreiten des Gleichgewichts instabil.
- Durch Witterungseinflüsse oder Pflanzenwuchs entfestigte Bereiche mit Volumen bis zu max. 3,0 bis 5,0 m<sup>3</sup> können sich oberflächlich aus der Steilwand lösen.
- Seltene Ausbrüche mit Volumen von 5 m<sup>3</sup> bis 20 m<sup>3</sup> ereignen sich vordergründig aus der Böschungskrone; die Auslösung erfolgt als Rutschung und die Ausbreitung (run-out) als Sturz; beim Aufprall reduziert sich das Sturzvolumen auf die Einzelblockvolumen der Sturzkomponenten.
- Mehr als 90 % der Sturzblockvolumen liegen zwischen 0,1 m<sup>3</sup> und 0,5 m<sup>3</sup> und ca. 10% zwischen 0,5 m<sup>3</sup> und 2,0 m<sup>3</sup>.
- Die größten Blöcke befinden sich in den untersten 10 m der Steilwand innerhalb der Verzahnung.
- Die Blockform ist mehrheitlich elliptisch bis plattig und bereichsweise rund. Am Hangfuß kommt es anhand der Blockgröße und der Blockform zu einer Sortierung.
- Die Sturzbewegung erfolgt ab den ersten Einschlägen am Hangfuß vordergründig durch Rollen.





Abb. 11: links: Bruch begrenzt ca.  $4,0 \text{ m}^3$  Ausbruchvolumen aus oberen Bereich der Steilwand; rechts: rezenter Sturz

#### Zone B: Göflan bis westlich Holzbrugg

Das Projektgebiet zwischen Göflan und westlich von Holzbrugg zeigt keine Sturzprozesse oder geomorphologische Merkmale die darauf hindeuten.

#### Zone C: Holzbrugg

Die detaillierte Geländeaufnahme zeigt, dass in der Zone Holzbrugg drei Bereiche auszuweisen sind, wo der Radweg von möglichen Stein- und Blockschlagereignissen betroffen ist. Stürze können dabei aus den unmittelbar über dem Talboden anstehenden, aufgelockerten Festgesteinsaufschlüssen und aus einer Zone mit instabilen Blöcken bergseitig von Steig erfolgen.

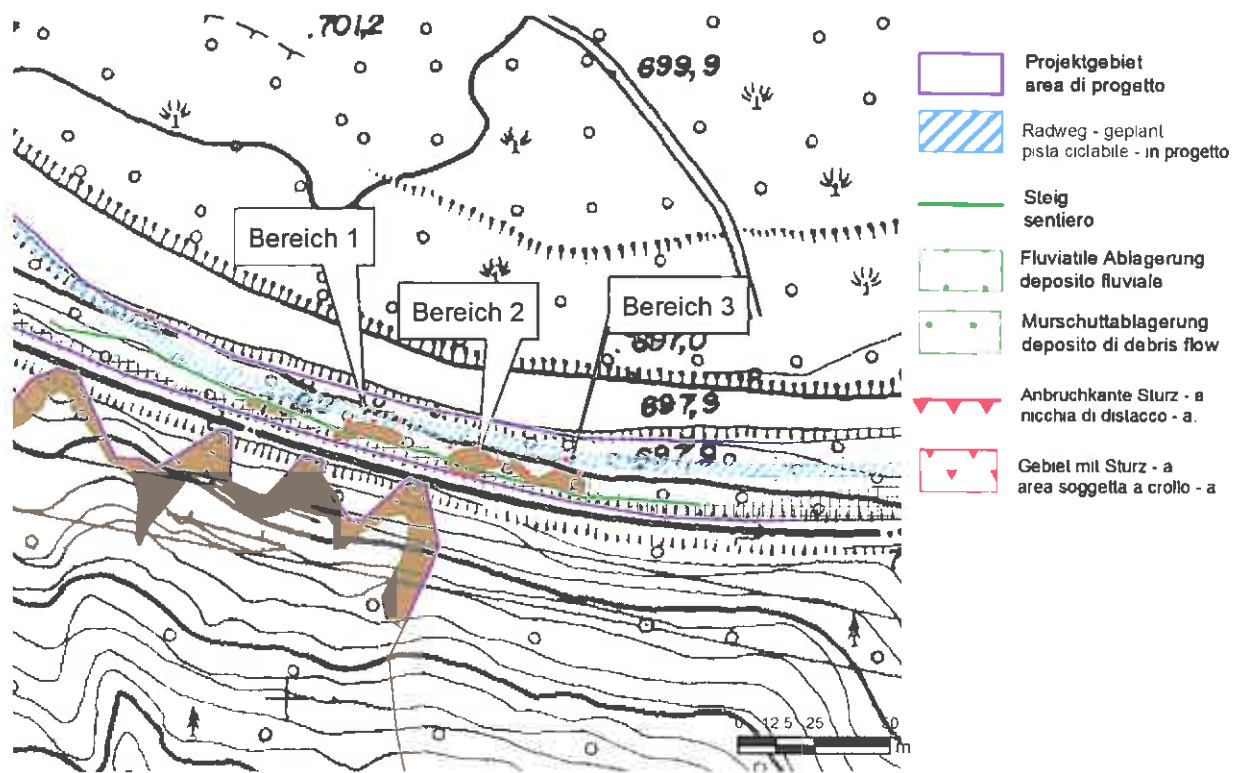


Abb. 12: Auszug aus der Geomorphologischen Karte mit den unterteilten Bereichen

Der Hangabschnitt im Bereich 1 ist durch stark zerlegten Glimmerschiefer charakterisiert. Die geringe Verbandsfestigkeit der anstehenden Festgesteine ist auf Entspannungsvorgänge zurückzuführen und hat zur Folge, dass sich der Gebirgsverband lokal entlang vom tektonisch angelegten Trennflächengefüge entfestigt. Die offenen, mittelsteil jeweils nach N und W einfallenden Hauptklufsysteme K1 und K2 wirken als mögliche Gleitflächen.

Das max. Sturzvolumen beträgt 10,0 bis 15,0 m<sup>3</sup> und das Einzelblockvolumen ca. 0,5 m<sup>3</sup>.

Im Bereich 2 sind ebenfalls zerlegte Glimmerschiefer anstehend. Talseitig vom Steig führten das ungünstig gelagerte Kluftsystem und die geringe Gebirgsfestigkeit zum Abgleiten von ca. 3,0 m<sup>3</sup> Festgestein. Der Sturz hat sich bis zum Talboden ausgebreitet. Das noch instabile Sturzvolumen beträgt 5,0 bis 10,0 m<sup>3</sup> und das Einzelblockvolumen ca. 0,5 m<sup>3</sup>. Weitere Sturzereignisse können aus einem stark aufgelockerten Festgesteinsbereich entlang der Gleiböschung und von einem instabil gelagerten Block (ca. 0,75 m<sup>3</sup>) erfolgen. Beide befinden sich am Steigrand.

Der Hangabschnitt im Bereich 3 ist analog zu den beiden anderen durch stark zerlegten Glimmerschiefer und geringer Verbandsfestigkeit gekennzeichnet und zeigt dasselbe ungünstig gelagerte Trennflächengefüge.





Abb. 13: Bereich 1 mit zerlegtem Glimmerschiefer; rechts: Bereich 2 mit zerlegtem Glimmerschiefer unter der Gleisböschung



Abb. 14: Bereich 2 mit rezentem Ausbruch aus dem zerlegten Glimmerschiefer; rechts: instabiler Einzelblock am Steigrand im Bereich 2

## Modellierung des Phänomens Sturz (LF)

Die Simulation des Phänomens Sturz wurde mit der Software ROCKYFOR 3D – Dorren L.K.A., 2012. Rockyfor3D (V5.1) – durchgeführt. Es handelt sich um ein GIS-gestütztes, prozessbasiertes 3D-Simulationsmodell für die räumliche Berechnung des Steinschlagprozesses. Das Modell arbeitet rasterbasiert und ist in der Lage, die Bewegung von Steinen und Blöcken für jede Rasterzelle im digitalen Höhenmodell (Dtm) anhand von Kontaktreaktionen mit dem Untergrund und mit Bäumen zu simulieren. Die Simulationsparameter werden anhand einer spezifischen Geländeerhebung aufgenommen. Es werden flächendeckend die Ablösezone und die Ausbreitungsbereiche (Sturzbahnen) untersucht, in denen Blockvolumen, Blockformen, Oberflächenrauigkeit, Dämpfungseigenschaften und der Baumbestand bestimmt werden.

Die Simulation wurde sowohl anhand der aktuell gegebenen Bedingungen, als auch mit vorgeschlagenen Sicherungsmaßnahmen durchgeführt. Ergebnisse sind im Anhang (Sturzsimulation – Aufprallenergien, - Reichweite, - Sprunghöhen) dargestellt und können folgendermaßen zusammengefasst werden.

### Zone A:

- Die Sturzenergien entlang der betroffenen Streckenabschnitte erreichen max. 130 kJoule.
- Die größten Aufprallenergien entlang vom geplanten Radweg werden im Abschnitt bergseitig vom Graben und bergseitig der Entsandungsanlage erreicht.
- Mit Ausnahme vom zentralen Abschnitt (talseitig der flachen Rinne – reliktischer Zufluss) erreichen die Stürze den gesamten Radweg im simulierten Abschnitt.
- Die Sprunghöhen (normal zur Geländeoberfläche) erreichen bergseitig vom Graben 1,5 m bis 2,1 m (Springen und Rollen) und im gesamten restlichen Abschnitt 1,0 m bis 1,5 m (vornehmlich Rollen).
- Die anhand der Simulation erhaltenen Sprunghöhen und Sturzblockverteilungsmuster stimmen mit den im Gelände aufgenommenen Daten (Einschlagsmarken, Stillstandspunkte) überein.

### Zone C:

- Die Sturzenergien entlang der betroffenen Streckenabschnitte erreichen max. 30 kJoule.
- Die Stürze erreichen in allen drei ausgewiesenen Bereichen (siehe Kap. Hydrogeologische Prozesse und Phänomene – Massenbewegungen) den Radweg, wobei die Gefahr in Bereichen 1 und 2 aufgrund vom größeren instabilen Gesamtvolumen höher ist.
- Die Sprunghöhen liegen zwischen 0,5 m bis 1,0 m (vornehmlich Rollen).

## 7.2 Rutschungen

Rutschungen sind hangabwärts gerichtete, gleitende Bewegungen von Hangteilen aus Fest- und/oder Lockergestein (sowie Bodenmaterial) und sind durch eine basale Gleitfläche begrenzt entlang der Scherbewegung stattfindet.

Bei Rutschungen spielt das Wasser durch die Wirkung von Porenwasserdrücken, Sickerströmungen oder infolge des Quellens von Tonmineralien meistens eine wichtige Rolle. Vereinfacht können zwei Typen von Rutschungen unterschieden werden:

- Rotationsrutschungen bilden sich hauptsächlich in homogenen, v.a. tonigen und siltigen Lockergesteinen aus. Die Gleitfläche ist kreisförmig und fällt in der Ausbruchsnische nahezu vertikal ein. Frontal wird die Rutschmasse aufgestaucht, zerfällt und geht bei starker Wassersättigung teils in schlammige Fließrutschungen (sog. Hangmuren) über.
- Bei Translationsrutschungen gleiten Schichten oder Schichtpakete auf einer bestehenden Schwächezone (Schicht-, Schieferungs-, Kluftflächen oder Verwitterungs- und Bodenhorizonte auf Felsuntergrund).

#### Zone A: westlich von Göflan

Die flache Böschungskrone bergseitig der Steilwand ist wie bereits erwähnt flächendeckend mit Apfelplantagen intensiv landwirtschaftlich genutzt und künstlich bewässert. Entlang der Böschungskante kann es daher aufgrund vom Lastzuwachs durch die Wassersättigung in Kombination mit der Nutzlast von Landwirtschaftsgeräten zur Auslösung von flachgründigen Rutschungen kommen. Zwei Rutschungsphänomene – eine stabilisierte und eine aktive Rutschung – am westlichen Ende der Zone 1 (siehe Kap. Bestehende Schutzmaßnahmen) können auf die anthropogene Einwirkung zurückgeführt werden. Entlang der Steilwand findet die Ausbreitung der Rutschmasse als Sturz statt. Das für den Radweg relevante Sturzvolumen reduziert sich in Folge auf die Einzelblockvolumen.

Am Hangfuß, zwischen den bergseitigen Steilwänden und dem Etschdamm steht locker gelagerter Hangschutt an, der die verfestigten Murschuttablagerungen überlagert. Zum Zeitpunkt der Erhebung zeigt nur der Abschnitt bergseitig vom Graben wo der geplante Radweg verläuft (siehe Geologisch- Geomorphologische Karte) aktive Rutschungsphänomene. Der Hangabschnitt ist zwischen 40° und 50° geneigt und zeigt bereichsweise anhand vom Krummwuchs einiger Bäume eine langsame, flachgründige Bewegung vom Hangschutt und die Anbruchsnische einer rezenten flachgründigen Rutschung mit ca. 1,0 m mächtiger Gleitfläche.





Abb. 15: rezente flachgründige Rutschung und Krummwuchs bergseitig vom Graben

Im mittelsteil geneigten Hangabschnitt östlich vom Graben ist die verfestigte Murschuttablagerung z.T. mit locker gelagertem Hangschutt und Bodenhorizont überlagert. An Hangbereichen die über  $35^\circ$  geneigt sind besteht anhand der im Gelände aufgenommenen geomorphologischen Kriterien die Möglichkeit, dass sich bei starker Wassersättigung aufgrund von starken oder lang anhaltenden Niederschlägen, lokal flachgründige Rutschungen ausbilden.

#### Zone B: Göflan bis westlich Holzbrugg

Das Projektgebiet zwischen Göflan und westlich von Holzbrugg zeigt keine Rutschungsphänomene oder geomorphologische Merkmale die darauf hindeuten.

#### Zone C: Holzbrugg

Im westlichen Böschungsbereich innerhalb der Zone Holzbrugg konnten talseitig vom Steig kleine Anbruchnischen von flachgründigen, rückschreitenden Rutschungen ausgemacht werden. Dabei handelt es sich um lokalisierte Phänomene mit der Gleitflächenmächtigkeit von ca. 1,0 m. Die Rutschungen sind an die schluffreichen Ablagerungen im  $35^\circ$  bis  $45^\circ$  geneigten Hangabschnitt talseitig vom Steig und am Steigrand gebunden, welche bei Wasserübersättigung instabil werden. Der Ablagerungsbereich befindet sich im Bereich vom geplanten Radweg.



Abb. 16: rezente flachgründige Rutschungen am Steigrand bergseitig vom geplanten Radweg

Die Böschung zwischen dem Gleis und dem Steig besteht vorwiegend aus stark aufgelockertem Glimmerschiefer und dem grobblockigen Ausbruchmaterial des Gleisbaues. Aufgrund der relativ großen Neigung von  $40^\circ$  bis  $45^\circ$  können sich in Abhängigkeit von der Korngrössenzusammensetzung und der Verbandsfestigkeit vom Glimmerschiefer, sowie bei starker Wassersättigung aufgrund von starken oder lang anhaltenden Niederschlägen, begrenzte flachgründige Rutschungen ausbilden.

Wie bereits im Kapitel „Geologie und Geomorphologie“ erwähnt, befindet sich bergseitig vom Gleis eine vornehmlich vegetationslose Zone mit einem relativ kleinen Einzugsgebiet von ca. 0,6 ha und zeitweise wasserführendem Gerinne. Die Lockergesteinsbedeckung besteht aus konsolidierter Grundmoräne. Der Bereich ist zerfurcht und kann aufgrund als Zone mit aktiver Furchenerosion bezeichnet werden. Im Einzugsgebiet und besonders im bergseitigen, ungesicherten Bereich findet bei Niederschlägen Erosion und entlang der zwei zentralen Hauptrinnen Feststofftransport statt.

Das grobkörnige Geschiebe wird von den Sperren aufgehalten und das flüssige Sand-Kies Gemisch fließt durch die Öffnungen der Sperren, über die zwei Künetten, bzw. einem Rohr unter dem Gleis in die Böschung und erreicht den geplanten Radweg. Die rezenten Ablagerungen am Ausgang der Künetten zeigen, dass der Materialeintrag regelmäßig erfolgt, das Gemisch flüssig ist und dass aus der östlichen Rinne im verbauten Abschnitt größere Volumen abgelagert werden.

Die genaue Bestimmung des möglichen Ablagerungsvolumens erfordert Detailuntersuchungen. Anhand des begrenzten Einzugsgebietes, der anstehenden kohäsiven Lockergesteine, der bestehenden Verbauungen und den Volumen der Murgangablagerungen im Talboden kann das mögliche Volumen, das den Talboden erreicht auf wenigen  $m^3$  pro Ereignis geschätzt werden.





Abb. 17: Ablagerungsbereich der kleinen füssigen Murgänge aus den Künetten und dem Rohr erreicht den Steig und den geplanten Radweg

Bergseitig vom Gleis befinden sich sowohl östlich als auch westlich, angrenzend zum gesicherten Abschnitt (siehe Geomorphologische Karte) zwei kleine Einzugsgebiete mit glazialer Lockergesteinsbedeckung. Beide Bereiche sind bewaldet und münden in weite Rinnen. Die östliche Rinne ist durch eine Künette gesichert und ist zeitweise wasserführend, die westliche ist unverbaut. In beiden Bereichen kann es zur Bildung von flachgründigen Rutschungen kommen, welche den Bodenhorizont betreffen und sich an der Grenzfläche zur verfestigten Moräne ausbilden. Bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen kann der Übergang in eine Hangmure nicht ausgeschlossen werden.

## 8. Bestimmung der Gefahr – Massenbewegungen

Die Bestimmung der Gefahrenstufe der einzelnen Prozesse basiert auf die Klassifizierung gemäß den Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) der Autonomen Provinz Bozen (DLH, 5. August 2008, Nr. 42).

Die Gefahrenstufe ergibt sich aus der Kombination von **Intensität** und **Eintrittswahrscheinlichkeit** eines Phänomens. Die Grenzwerte für die Klassen der Intensität sind für jeden Prozess spezifisch festgelegt, beziehen sich aber immer an auftretende Energieklassen.

#### Intensitäten für Sturzprozesse:

Sturzprozess	Hohe Intensität	Mittlere Intensität	Niedrige Intensität
Steinschlag (Ø Steine: <0.5m) Blockschlag (Ø Blöcke: 0.5-2m)	$E > 300 \text{ kJ}$	$300 \text{ kJ} > E > 30 \text{ kJ}$	$E < 30 \text{ kJ}$
Blockschlag (Ø: > 2m) Fels- und Bergsturz	$E > 300 \text{ kJ}$	—	—

#### Intensitäten für Rutschungen:

Die Intensität von Rutschungen (Translations-, und Rotationsrutschungen) hängt im Wesentlichen von der Mächtigkeit des mobilisierten Materials (mittlere Tiefe der Gleitfläche) und den Geschwindigkeitsgrenzwerten des Prozesses ab:

Mächtigkeit des mobilisierten Materials:	Geschwindigkeitsgrenzwerte:
flachgründige Rutschungen < 2,0 m SG1	< 13m/Monat VEL1
mittlere Rutschungen 2,0 – 10,0 m SG2	13m/Monat bis 3m/Minute VEL2
tiefgründige Rutschungen < 10,0 m SG3	> 3m/Minute VEL3

**Hangmuren** sind Massenbewegungen in Form eines oberflächlichen Gemisches von Lockergestein (Boden und Vegetation) und reichlich Wasser. Sie bilden sich zumeist schwer vorhersehbar an steilen Hängen mit Wasserzügigkeiten, wobei eine definierte Gleitfläche fehlt. Der verhältnismäßig hohe Wasseranteil hat eine hohe Prozessgeschwindigkeit (1-10 m/s) und eine große Transportweite zur Folge. Der Übergang zu Rutschungen ist graduell.“

#### Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit (Wiederkehrzeiten) bezieht sich auf eine Nutzungsperiode von 50 Jahren und ist für alle Prozesse gleich. Folgende Tabelle wird für die Bestimmung verwendet:

Eintrittswahrscheinlichkeit		Wiederkehrzeit ( $T_R$ )	
hoch	100% bis 82%	$T_R \leq 30$	<i>sehr häufig</i>
mittel	82% bis 40%	$30 < T_R \leq 100$	<i>häufig</i>
niedrig	40% bis 15%	$100 < T_R \leq 300$	<i>selten</i>

Anhand der ermittelten Intensität und der Eintrittswahrscheinlichkeit kann die Gefahrenstufe anhand folgender Gefahrenmatrix abgeleitet werden:

**a) MASSENBEWEGUNGEN, WASSERGEFAHREN:**

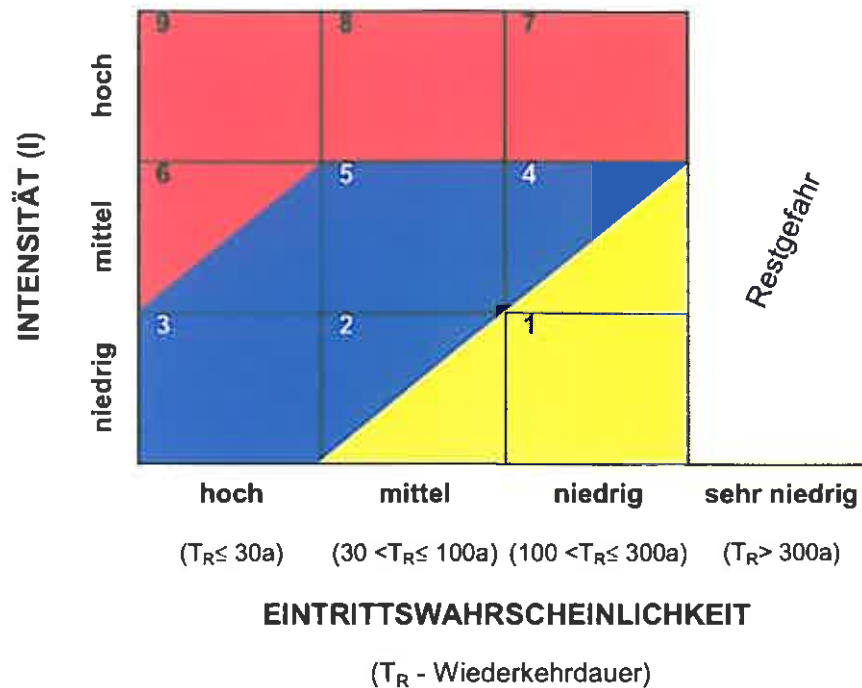


Abb. 18: Kombinationsmatrix der Gefahrenstufen, modifiziert nach BUWAL (1998), für Massenbewegungen und Wassergefahren

**ZONE H4 (ROT) – Verbotsbereich:**

**Sehr hohe Gefahr:**

Es ist mit Verlust von Menschenleben bzw. mit schweren Verletzungen, mit schweren Schäden an Gebäuden, Infrastrukturen und an der Umwelt sowie mit der Zerstörung von sozialen und wirtschaftlichen Aktivitäten zu rechnen.

Personen sind sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden gefährdet.

Mit der plötzlichen Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen.

**ZONE H3 (BLAU) – Gebotsbereich:**

**Hohe Gefahr:**

Es ist mit Verletzungen von Personen, funktionellen Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen mit daraus folgender Unzugänglichkeit derselben sowie mit einer Unterbrechung von sozialen und wirtschaftlichen Aktivitäten und mit beträchtlichen Umweltschäden zu rechnen.

Personen sind innerhalb von Gebäuden nicht gefährdet, jedoch außerhalb davon.

Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen, jedoch sind plötzliche Gebäudezerstörungen bei entsprechender Bauweise nicht zu erwarten.



Es ist mit geringen Schäden an Gebäuden, Infrastrukturen und an der Umwelt zu rechnen, wobei jedoch nicht die Gesundheit von Personen, die Zugänglichkeit von Gebäuden und das Funktionieren der sozialen und wirtschaftlichen Aktivitäten beeinträchtigt werden.

Personen sind auch im Freien kaum gefährdet.

### 8.1 Ermittlung der Gefahrenstufe – Stein- und Blockschlag (LF)

Wie die Gefahrenzonenkarte zeigt, besteht die Hauptgefahr im Untersuchungsgebiet aufgrund von Sturzphänomenen. Dabei handelt es sich im westlichen Untersuchungsgebiet (Zone A) um Stein- und Blockschlag aus den bis zu 30 Meter hohen Murschuttablagerungen und im östlichen Untersuchungsgebiet (Zone C) um Stein- und Blockschlag aus dem aufgelockerten Glimmerschiefer.

#### H3 – hohe Gefahr:

- Entlang vom westlichen Radwegabschnitt (Zone A), zwischen der geplanten Etsch-Überquerung und dem Ende der Murschuttsteilwand, unmittelbar westlich vom Graben erreichen auf dem Radweg auftreffende Sturzkörper **mittlere Intensität (30 bis 130 kJoule)**. Anhand der Geländeerhebung kann für das festgestellte Phänomen eine **hohe Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $Tr \leq 30$  Jahre)** als plausibel angenommen werden. In Anbetracht des niedrigen Energiebereiches, der konstanten Sprunghöhe und der Tatsache, dass mehr als 90% der Sturzblöcke ein Volumen  $\leq 0,50 \text{ m}^3$  aufweisen, wird die Gefahrenstufe **LF6 – hohe Gefahr** bestimmt.
- In den Bereichen 1, 2 und 3 der Zone C im östlichen Radwegabschnitt (siehe Kap. Sturzprozesse) erreichen auf dem Radweg auftreffende Sturzkörper **niedrige Intensität ( $\leq 30$  kJoule)**. Anhand der Geländeaufnahme kann für die festgestellten Phänomene in den Bereichen 1 und 2 eine **hohe Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $Tr \leq 30$  Jahre)** und für Stürze in der Zone 3 eine **mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $100 \leq Tr \leq 30$  Jahre)** als plausibel angenommen werden. Die Gefahrenstufe wird mit **LF3 – hohe Gefahr** ausgewiesen.

#### H2 - mittlere Gefahr:

- In der Zone 1 schließt östlich vom Graben am Ende der Murschuttsteilwand ein Bereich an, wo Sturzkörper mit **niedriger Intensität ( $\leq 30$  kJoule)** auf dem Radweg auftreffen und eine **mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $100 \leq Tr \leq 30$  Jahre)** als plausibel angenommen wird. In Anbetracht des niedrigen Energiebereiches, der konstanten Sprunghöhe, der geringeren Geländeneigung und der Tatsache, dass mehr als 90% der Sturzblöcke ein Volumen  $\leq 0,50 \text{ m}^3$  aufweisen, wird die Gefahrenstufe **LF2 – mittlere Gefahr** bestimmt.

## 8.1 Ermittlung der Gefahrenstufe – Rutschung (LG)

### H3 – hohe Gefahr:

- Die Hangabschnitte zwischen dem Graben und der Murschuttsteilwand in der Zone A und zwischen dem Steig und dem geplanten Radweg im westlichen Bereich der Zone C werden als Gebiet mit flachgründigen Rutschungen ausgewiesen. Anhand der Geländeerhebung können für die Rutschungsphänomene **niedrige Intensitäten (SG1 und VEL2)** und eine **hohe Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $Tr \leq 30$  Jahre)** angegeben werden. Die Gefahrenstufe wird mit **LF3 – hohe Gefahr** ausgewiesen.
- Entlang der Böschungskante bergseitig der Steilwand in der Zone A kann es aufgrund vom Lastzuwachs durch die Wassersättigung in Kombination mit der Nutzlast von Landwirtschaftsgeräten zur Auslösung von flachgründigen Rutschungen kommen, die sich an der Steilwand als Sturzprozesse ausbreiten. Für diese anthropogen bedingten Rutschungsphänomene wird eine **niedrige Intensitäten (SG1 und VEL2)** und eine **hohe Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $Tr \leq 30$  Jahre)** angegeben. Die Gefahrenstufe wird mit **LF3 – hohe Gefahr** ausgewiesen.

### H2 - mittlere Gefahr:

- Flachgründige Rutschungsphänomene welche den Radweg mit **niedriger Intensität (SG1 und VEL2)** sowie **mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $100 \leq Tr \leq 30$  Jahre)** erreichen können, sind in der Zone A im Radwegabschnitt westlich der Murschuttsteilwand und in der Zone C im Hangabschnitt zwischen den beiden westlichen Künetten möglich. Die Gefahrenstufe wird mit **LG2 – mittlere Gefahr** ausgewiesen.
- Die mittlere Gefahrenzone wird auch für die Murgänge am Ausgang der Künetten angegeben. Das Phänomen erreicht sicherlich eine große Prozessgeschwindigkeit und folglich eine **mittlere Intensität (SG1 und VEL3)**. Anhand der **hohen Eintrittswahrscheinlichkeit – ( $Tr \leq 30$  Jahre)** würde eine zumindest hohe Gefahrenstufe im Feld LG6 erreicht werden. Allerdings kann anhand der Geländeerhebung (siehe Kap. Hydrogeologische Prozesse und Phänomene – Massenbewegungen) davon ausgegangen werden, dass aufgrund des flüssigen Zustandes und der begrenzten Volumen, nur mit geringen Schäden an Gebäuden, Infrastrukturen und an der Umwelt zu rechnen ist und Personen auch im Freien kaum gefährdet sind. Folglich wird die **LG2 – mittlere Gefahr** angegeben.

## 9. Schadensanfälligkeit im Verhältnis zur aktuellen urbanistischen Nutzung

Das Projekt konzentriert sich in einem Bereich, der im BLP der Gemeinde zum Zeitpunkt der Verfassung des vorliegenden Berichts, durch Bestockte Wiese und Weide, Landwirtschaftsgebiet, Wald und Zone für Einrichtung-Verwaltung und öffentliche Dienstleistung charakterisiert ist. Sinne der geltenden Richtlinien kann der Bestockten Wiese und Weide, dem Landwirtschaftsgebiet, und Wald eine Schadensanfälligkeit gering bis sehr hoch (V1 - V4) zugeordnet werden kann. Zone für Einrichtung-Verwaltung und öffentliche Dienstleistung werden mit einer Schadensanfälligkeit von (V4) – sehr hoch ausgewiesen.

Gegenwärtig befinden sich auf dem von Projekt vorgesehenen Trassenverlauf Zufahrtswege für Obstwiesen, Obstwiesen, Wald und ein Kinderspielplatz. Der Streckenabschnitt der durch den dicht besiedelten Ortsteil von Göflan führt wurde mit der Schadensanfälligkeit **V4 – sehr hoch** und der restlichen Trassenverlauf mit der Schadensanfälligkeit **V1 – gering** ausgewiesen. Die Schadensanfälligkeit abseits des bewohnten Bereiches wird anhand der effektiven Nutzung und der geringen vorhandenen Personenanzahl mit **V1 – gering** angegeben.

## 10. Spezifisches Risiko im Verhältnis zur aktuellen urbanistischen Nutzung

Das spezifische Risiko bezeichnet den zu erwartenden Schaden in Abhängigkeit von der Gefahr (H) und der Schadensanfälligkeit (V) den das betreffende Risikoelement ausgesetzt ist.

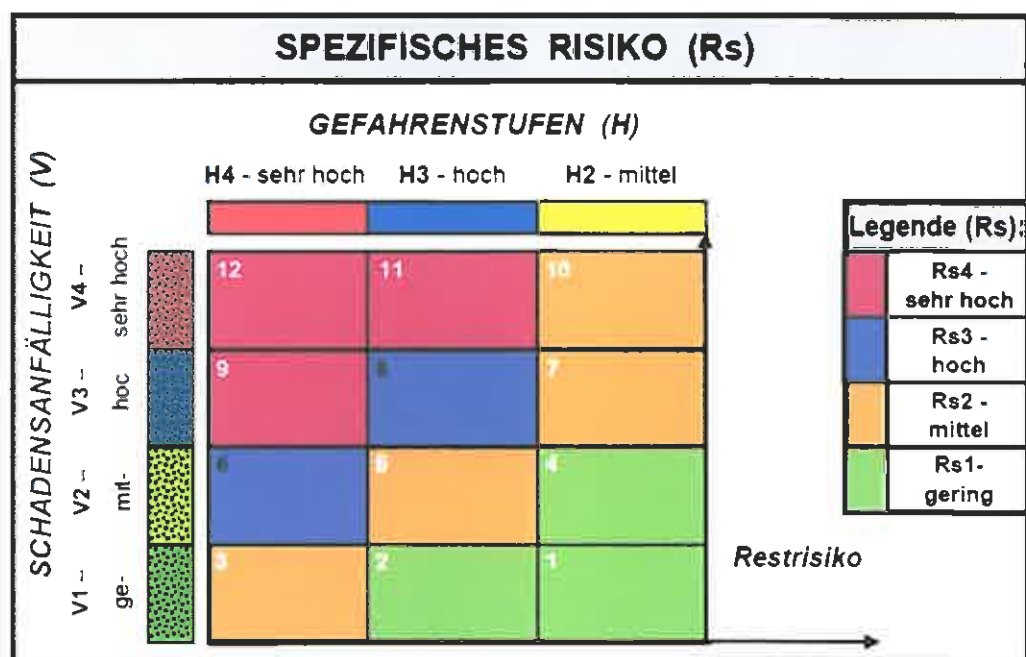


Abb. 19: Kombinationsmatrix für die Erstellung der Risikozonenkarte (RsZK)

Unter Berücksichtigung der aktuellen Schadensanfälligkeit – (V1) und (V4) sowie ohne Schutzmaßnahmen, bzw. anhand der bestehenden Schutzmaßnahmen kann das spezifische Risiko, welchem der Radweg ausgesetzt ist folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Abschnitte in denen Gefahrenzonen ausgewiesen wurden sind mit „**Rs1 – gering**“ eingestuft.
- Abschnitte in denen keine Gefahrenzonen ausgewiesen wurden weisen **„kein spezifisches Risiko“** auf

## 11. Bewertung der erforderlichen Schutzmaßnahmen

## 11. Bewertung der erforderlichen Schutzmaßnahmen

Zur Absicherung der blauen Gefahrenzonen können vorläufig folgende Sicherungsvorschläge angegeben werden (siehe Gefahrenzonenkarte mit Sicherungsmaßnahmen und Sturzsimulation):

### Zone A: westlich von Göflan

- Aufbau eines Damm-Wallsystems mit effektiver Nutzhöhe von 1,50 m und der Aufprallenergie von 130 kJ entlang des gesamten westlichen Abschnittes (ca. 170 m) und östlich vom Graben (ca. 10 m)
- Abtragung der instabilen grobblockigen Lockergesteinsbereiche am untersten Hangbereich, bergseitig vom östlichen Ende des Grabens (ca. 10,0 m<sup>3</sup>) und Vernetzung der steilstehenden Murschuttablagerungen im bergseitigen Abschnitt vom Graben mit einfachem Metalldrahtnetz.
- Der Hangabschnitt bergseitig vom Graben ist zwischen 40° und 50° geneigt und zeigt bereichsweise flachgründige Bewegungen des Hangschutthorizontes. Der Böschungseinschnitt ist mit einer Stützmauer zu stabilisieren (ca. 70 m lang).
  - ➔ Alternativ kann der Radweg talseitig vom Graben auf dem Etschdamm verlegt werden. Dadurch wäre sowohl die Stabilisierung des Hanges als auch die Vernetzung (mit Ausnahme des untersten Hangbereiches am Rücken der beräumt werden sollte) hinfällig, da der Graben als Steinschlagschutzwall wirkt
- Die Böschungskrone, bergseitig von den Murschuttablagerungen sollte regelmäßig auf morphologische Anzeichen von Bewegungen aufgrund von oberflächlichem Wassereintrag untersucht werden

### Zone C: Holzbrugg

- Felssäuberung der aufgelockerten Festgesteinsbereiche entlang der 3 Bereiche (siehe Kap. Hydrogeologische Prozesse und Phänomene) und Vernetzung mit einfachem Metalldrahtnetz
- Sicherung (Beräumung) des instabilen Einzelblockes am Steigrand der Zone 2
- Der westliche Abschnitt zeigt flachgründige, rückschreitende Rutschungen und kann durch Abböschern in und den Einbau einer Stützmauer z.B. aus bewehrter Erde stabilisiert werden
- der Lockergesteinseintrag aus den Künetten kann mit einer Verrohrung oder mit Künetten abgeleitet werden

## 12. Spezifisches Risiko in Bezug zur geplanten urbanistischen Nutzung

### 12.1 Bestimmung der Gefahr mit Schutzmaßnahmen

Der Bau der vorgeschlagenen Sicherungsmaßnahmen reduziert die Intensität und/oder die Eintrittswahrscheinlichkeit der beschriebenen Phänomene.

Anhand der Steinschlagsimulation und dem mitberücksichtigten Schutznauten (Damm-Wallsystem, Vernetzung) kann gezeigt werden, dass die Sturzgefahr in der Zone A von Anfangs **H3 – hoch** auf **H2 – mittel**, bzw. **H1 – niedrig** reduziert wird (siehe Gefahrenzonenkarte mit Schutzmaßnahmen).

Die Beräumung und die Vernetzung der aufgelockerten Glimmerschieferbereiche in der Zone C reduziert die Gefahrenstufe von **H3 – hoch** auf **H2 – mittel**.

Die Bereiche mit flachgründigen Rutschungen am westlichen Ende der Zone C und bergseitig vom Graben in der Zone A können durch Stabilisierungsmaßnahmen von **H3 – hoch** auf **H2 – mittel** reduziert werden.

Es wird mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass Naturereignisse mit einer Wiederkehrdauer von > 300 Jahren unter die Restgefahr H1 fallen und demzufolge nicht berücksichtigt wurden. Es handelt sich dabei um sehr seltene Ereignisse und Prozesse, auch mit „unendlich hoher“ Intensität.

## **12.2 Schadensanfälligkeit – geplante Nutzung**

Im Rahmen der Bauleitplanänderung erfolgt eine Umwidmung von Bestockter Wiese und Weide, Landwirtschaftsgebiet, Wald, und Zone für Einrichtung-Verwaltung und öffentliche Dienstleistung Radweg.

Im Sinne der geltenden Richtlinien kann für Radwege eine Schadensanfälligkeit von mittel bis hoch (V2 – V3) zugeordnet werden.

Beim geplanten Radweg handelt es sich um eine neue Trasse, welche den derzeitigen Radweg ersetzen soll. Bei einer Unterbrechung des geplanten Verlaufs wäre die Abwicklung des Radverkehrs trotzdem möglich. Aus diesem Grund wird der Abschnitt außerhalb vom dichtbesiedelten Ortsteil von Göflan mit der **Schadensanfälligkeit – (V2)** charakterisiert (siehe Karte der Schadensanfälligkeit).

## **12.3 Spezifisches Risiko – geplante Nutzung**

Die Kombination aus der Gefahrenstufenkarte mit den vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen und der Karte der Schadensanfälligkeit zeigt, dass der Radweg durch ein **geringes spezifisches Risiko – Rs1** charakterisiert ist.

## **13. Auswirkungen von Schutzmaßnahmen auf Dritte**

Es wird gewährleistet, dass im Untersuchungsgebiet bei Errichtung der vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen, Dritte keinen größeren Schäden oder Risiken ausgesetzt sind, als in der ZONE H2 (GELB) – Hinweisbereich zu erwarten sind.

## **14. Schlussfolgerungen**

Der untersuchte Trassenverlauf ist gegenwärtig in den ausgewiesenen Zonen durch die Gefahrenstufen **untersucht und nicht (H2 – H4) gefährlich, H2 – mittlere Gefahr** und **H3 – hohe Gefahr** charakterisiert.

Der untersuchte Trassenverlauf ist gegenwärtig durch eine Schadensanfälligkeit von **V1 – gering** und **V4 – sehr hoch** charakterisiert.



Das gegenwärtige spezifische Risiko kann als „Rs1 – gering“ und „Rs2 – mittel“ klassifiziert werden

Unter Voraussetzung von Planung, Umsetzung und Abnahme der im Kap. Bewertung der erforderlichen Schutzmaßnahmen angeführten Sicherungen, wird erklärt, dass das Bauwerk einem spezifischen „Rs1 – gering“ unterliegt und mit den erhobenen Gefahren kompatibel ist.

Prad am Stilfserjoch, November 2013

