



universität
wien

MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

**Beurteilung des Steinschlagrisikos in den Ortsteilen Innerversahl
bis Ebene in der Gemeinde Ischgl**

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Julia Weilbold
Matrikel-Nummer:	0220578
Studienrichtung (lt Studien-blatt):	A 815 Erdwissenschaften (Stzw. Technische Geologie)
Betreuer:	Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Rainer Poisel Privatdoz. Mag. Dr. Erich Draganits

Wien im März 2010

Danksagung

Der größte Dank gebührt meiner Familie, vor allem meinen Eltern, die mich während der langen Studienzeit immer ohne wenn und aber unterstützt haben. Sie und mein Freund Mario haben mich in schweren Zeiten ermutigt nicht aufzugeben und das Studium trotz allen Schwierigkeiten zu beenden.

Ein großer Dank gebührt auch meinen beiden Betreuern Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Rainer Poisel und Privatdoz. Mag. Dr. Erich Draganits für die Hilfestellung, Geduld und Ermutigungen während der Entstehung dieser Arbeit.

Weiters bedanke ich mich bei Mag. Michael Mölk und Ing. Michael Posch für die Ratschläge und die Begleitung im Gelände.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Fachabteilung Rohstoffgeologie, allen voran HR Dr. Maria Heinrich, der Geologischen Bundesanstalt für die tolle Unterstützung, seit ich das erste Praktikum in ihrer Abteilung absolvieren durfte.

Bei meinen StudienkollegenInnen bedanke ich mich für die vielen in Vorlesungen, Exkursionen oder in der Freizeit gemeinsam verbrachten Stunden.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Bearbeitungsgebiet.....	3
3	Geologische und tektonische Verhältnisse.....	7
3.1	Geologische Verhältnisse.....	7
3.1.1	Metasedimente.....	10
3.1.2	Metabasite.....	10
3.1.3	Orthogneise.....	11
3.2	Tektonische Verhältnisse.....	12
4	Phänomene der Massenbewegungen.....	16
4.1	Klassifizierungen.....	17
4.2	Versagensmechanismen.....	20
4.3	Sturzprozesse.....	23
4.3.1	Steinschlag.....	24
4.3.2	Felssturz.....	28
4.3.3	Bergsturz.....	29
5	Geländeaufnahme.....	30
5.1	Kartierung im Gelände.....	30
5.1.1	Gefahrenherd 1: Madleinbach.....	31
5.1.2	Gefahrenherd 2: Innerversahl.....	32
5.1.3	Gefahrenherd 3: Innerversahl - Versahl.....	33
5.1.4	Gefahrenherd 4: Versahl.....	34
5.1.5	Gefahrenherd 5: Versahl überhängende Felswände.....	36
5.1.6	Gefahrenherd 6: Versahl bei Technischer Maßnahme.....	38
5.1.7	Gefahrenherd 7: Unterschrofen orographisch linke Bachseite.....	39
5.1.8	Gefahrenherd 8: Unterschrofen.....	39
5.1.9	Gefahrenherd 9: Vergröß.....	41
5.1.10	Gefahrenherd 10: Platt über Technischer Maßnahme.....	42
5.1.11	Gefahrenherd 11: Platt neben Technischer Maßnahme.....	42
5.1.12	Gefahrenherd 12: Platt bis Ebene.....	43
5.1.13	Gefahrenherd 13: Ebene.....	44
5.1.14	Gefahrenherd 14: Ebene weiter oben.....	45
5.1	Chronikrecherche.....	47
6	Steinschlagrisikobewertung.....	49

7	Dimensionierung der Schutzbauwerke.....	56
7.1	Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0	56
7.2	Aufnahme der Geländeprofile für die Berechnung mittels des Steinschlagsimulationsprogrammes Rockfall 6.0	59
7.2.1	Geländeprofil Versahl A.....	61
7.2.2	Geländeprofil Versahl B.....	62
7.2.3	Geländeprofil Unterschrofen C	63
7.2.4	Geländeprofil Vergröß D.....	64
7.2.5	Geländeprofil Platt E	65
7.3	Berechnungen mittels Rockfall 6.0	66
7.3.1	Profil Versahl A	67
7.3.2	Profil Versahl B	76
7.3.3	Profil Unterschrofen C.....	85
7.3.4	Profil Vergröß D	97
7.3.5	Profil Platt E	106
8	Ergebnisse der Beurteilung des Steinschlagrisikos	116
9	Interpretation und Ausblick.....	120
10	Zusammenfassung.....	122
11	Verzeichnisse	124
11.1	Abbildungsverzeichnis	124
11.2	Tabellenverzeichnis.....	126
12	Literaturverzeichnis	127
13	Anhang	130
13.1	Gefügedarstellung	130
13.2	Kurzfassung.....	146
13.3	Abstract	147
14	Beilagen	148
15	Lebenslauf	149

1 Einleitung

Die Gemeinde Ischgl liegt mitten im Paznauntal, ca. 33 km von Landeck entfernt, im Bundesland Tirol. Das Gebiet ist vor allem bekannt für den Wintertourismus und wurde in den letzten Jahren immer mehr für die Tourismusindustrie ausgebaut.

Die Gemeinde Ischgl befindet sich aus geologischer Sicht in der Silvrettadecke, die zum Silvretta-Seckau-Komplex des Ostalpins der Ostalpen gehört. Als westlichstes Vorkommen des Silvretta-Seckau-Deckensystems steigt das Silvretta-Kristallin hier über 3.000 m auf. Das Bearbeitungsgebiet wird aus Metasedimenten, Metabasiten und Orthogneisen aufgebaut.

Mit der vorliegenden Diplomarbeit werden zwei Hauptziele verfolgt: die Entwicklung eines Steinschlagrisikobewertungsmodells für junge Siedlungen und die Festlegung der Dimensionierung von Steinschlagschutzbauwerken für 5 durch Steinschlag gefährdete Weiler.

Um das Steinschlagrisiko in der Gemeinde Ischgl beurteilen zu können, war die Entwicklung eines neuen Steinschlagrisikobewertungsmodell notwendig, da solche Modelle bislang nur für Verkehrswege wie z. B. Eisenbahnlinien und Straßen zur Verfügung standen. Für die Gemeinde Ischgl stehen keine genauen Aufzeichnungen von Steinschlagereignissen zur Verfügung. Daher baut die Risikobeurteilung auf einer Abschätzung der Steinschlaghäufigkeit auf. Sie wird von der Beurteilung der Ablösebereiche und/oder der darunter liegenden Blockhalden abgeleitet. Dieses Bewertungssystem ist eine dem Stand der Technik entsprechende Untersuchung für die Flächenwidmung, Gefahren- und Maßnahmenplanung.

Anhand des entwickelten Systems werden Punkte vergeben, die anschließend in einem Schaden/Wahrscheinlichkeits-Diagramm eingetragen werden. Durch dieses Diagramm sieht man deutlich, welche Weiler ein Risiko, von einem Steinschlagereignis getroffen zu werden, haben.

Mit den im Gelände entlang der Profile aufgenommenen Daten wurden die Dimensionen für mögliche Steinschlagschutzbauwerke berechnet. Dafür wurde das Stein-

schlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0 von SPANG & KRAUTER (2001) verwendet. Die Simulation berechnet die Bahndaten eines oder mehrerer Blöcke nach den Bewegungsgesetzen und der Stoßtheorie unter Berücksichtigung des Dralls. Dabei werden für jedes Profil 3 oder 4 verschiedene Blockgrößen festgelegt und mit bis zu 500 Einzelblöcken pro Simulation berechnet. Der Standort des Schutzbauwerkes sowie die Dämpfung und Rauigkeit des Untergrundes beeinflussen das Ergebnis, daher sind für ein brauchbares Ergebnis viele Durchläufe notwendig.

2 Bearbeitungsgebiet

Geographische Übersicht

Die Gemeinde Ischgl (1.377 m SH) liegt im Paznauntal, Bundesland Tirol, zwischen der Silvretta und der Verwallgruppe. Ischgl (siehe Abbildung 2-1 und 2-2) ist ca. 80 km von Innsbruck und 33 km von Landeck entfernt. Das Kartierungsgebiet befindet sich auf der Sonnseite von Ischgl, auf der orographisch linken Seite der Trisanna (siehe Abbildung 2-1). Das Bearbeitungsgebiet (Abbildungen 2-3, 2-4) erstreckt sich vom Talboden, vom Niveau der Trisanna (1.300 m SH) bis auf 2.986 m SH der Seeköpfe. Es wird im Südwesten vom Madleinbach und auf der nordöstlichen Seite vom Totenmannbach (siehe Abbildung 2-1) begrenzt. Das Hauptaugenmerk liegt in dieser Arbeit im Bereich unterhalb der Trogschulter.



Abbildung 2-1: Topographische Übersicht des Arbeitsgebietes Ischgl

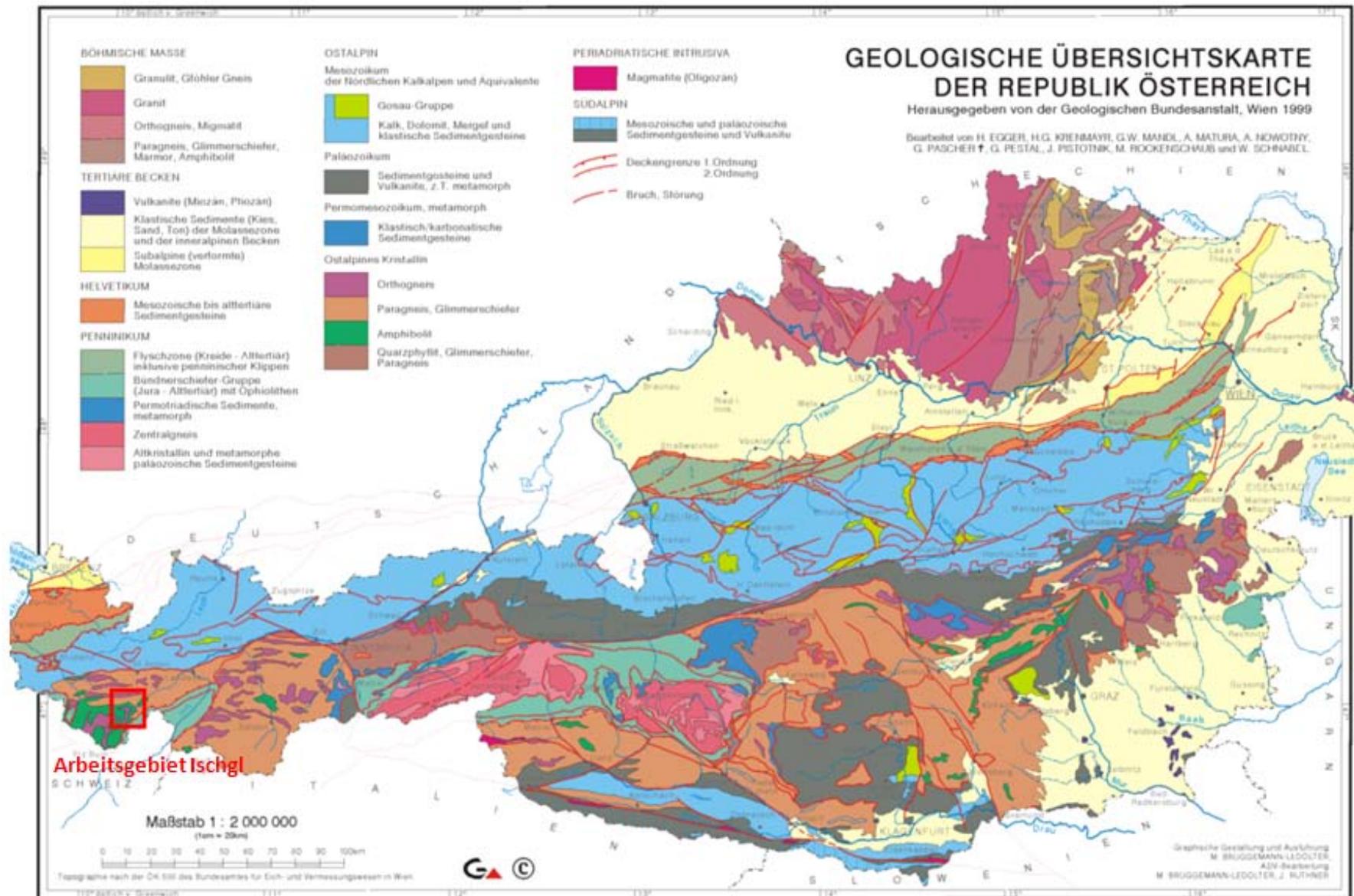


Abbildung 2-2: Lage des Arbeitsgebietes auf der Österreichkarte, Geologische Bundesanstalt (Wien 1999)

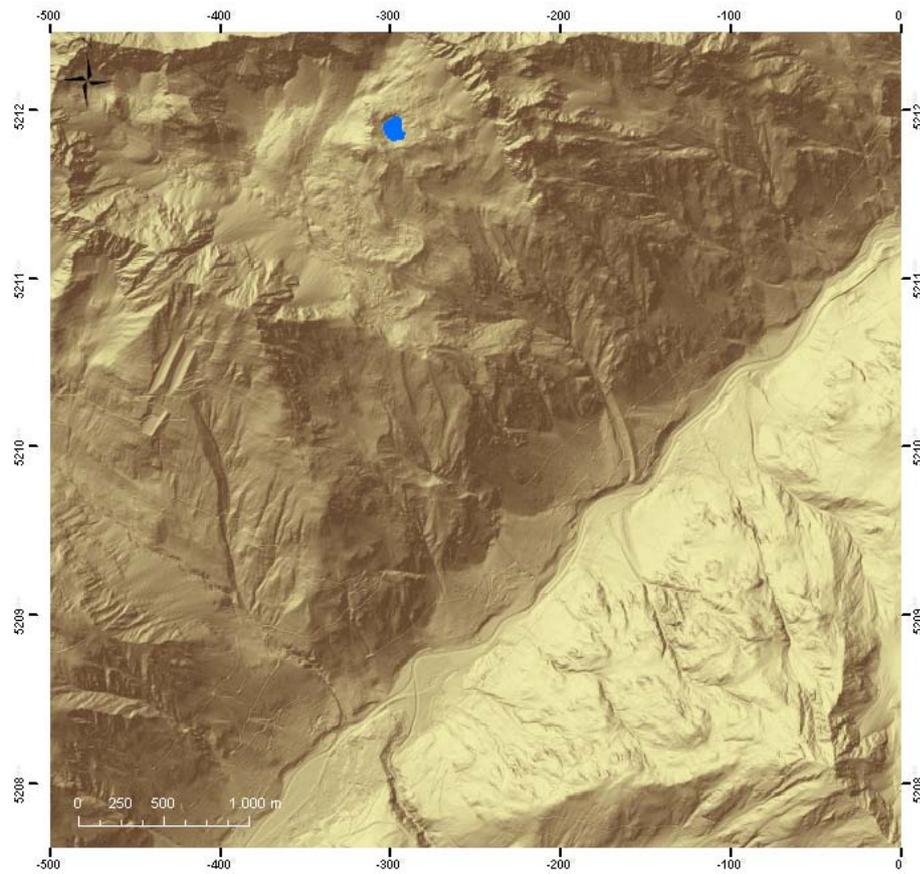


Abbildung 2-3: Höhenmodell des Arbeitsgebietes, 1:25.000

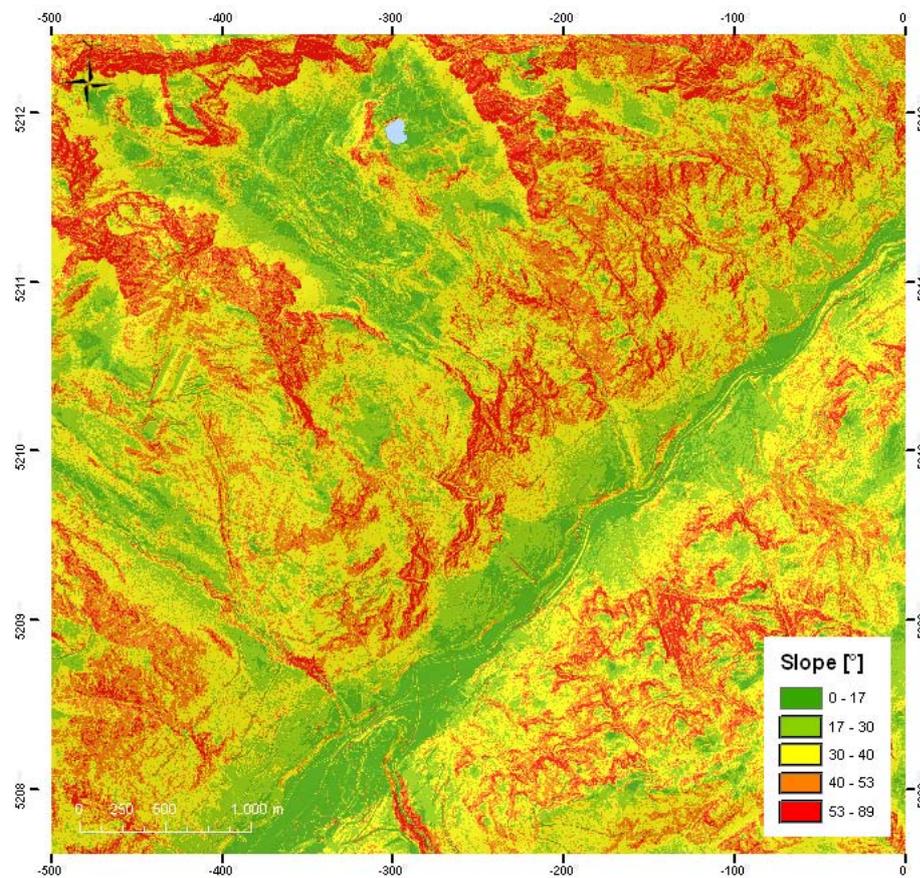


Abbildung 2-4: Slope [°], Maßstab 1:25.000

3 Geologische und tektonische Verhältnisse

3.1 Geologische Verhältnisse

Das Arbeitsgebiet befindet sich in der Silvrettadecke, die zum Silvretta-Seckau-Komplex des Ostalpins der Ostalpen zählt. In der älteren Literatur findet sich häufig die Bezeichnung Silvretta-Kristallin, die in dieser Arbeit, wie bei vielen anderen Autoren, beibehalten wird. Die folgende kurze Beschreibung der geologischen Verhältnisse orientiert sich im Wesentlichen an OBERHAUSER (2007) und BERTLE (2007). Die Silvrettadecke liegt tektonisch auf dem Penninikum und erreicht nur eine geringe Mächtigkeit. Als westlichstes Vorkommen des Silvretta-Seckau-Deckensystems erreicht das Silvretta-Kristallin in Verwall und Silvretta über 3.000 m Höhe. Im österreichischen Anteil der Hochsilvretta, wo hochmetamorphe Amphibolite, Hornblendegneise, Muskowit-, Zweiglimmer- und Biotitgranitgneise dominieren, bilden diese Gesteine eine flache Antiform Struktur.

Der Gesteinsbestand der Silvrettadecke setzt sich zu etwa 50 % aus Orthogneisen, zu ca. 30 % aus metasedimentären Gesteinen (Paragneise, Glimmerschiefer, Phyllitgneise) und zu ca. 20 % aus Metabasiten zusammen. Die Gesteine der Silvrettadecke wurden sowohl in präalpinen als auch in alpidischer Zeit verfaltet. Die so genannten Schlingen mit steil stehenden Faltenachsen wurden durch präalpidische intensive Verfaltung gebildet (BERTLE, 2007).

Die Silvrettadecke wird erst in jüngster Zeit geochronologisch und petrographisch-petrologisch intensiver untersucht. Hier ist u.a. die Arbeit von SCHWEINEHAGE (2000) zu nennen. Für die Metasedimente der Silvrettadecke werden von SCHWEINEHAGE (2000) maximale Druckbedingungen von 0,8-1 GPa und eine maximale Temperatur von 600-700 °C und zum anderen maximale Drücke von ca. 1,5 GPa bei 450-500 °C angegeben. Die verschiedenen Granatamphibolite, Plagioklas- und Epidotamphibolite zeigen eine Entwicklung von Drucktemperaturbedingungen der oberen Amphibolitfazies um 4-5 GPa/550 °C. Die Altersdatierung bestimmter Minerale wie Amphibol, Granat, Zirkon, Apatit und Glimmer bzw. von Gesteinsproben erlaubt die zeitliche Einstufung von Metamorphoseereignissen.

Aus Altersdatierungen mittels Ar-Ar-Methode und Rb-Sr-Methode an verschiedenen Glimmern (BERTLE, 2007) und mittels Sm-Nd-Methode an Granat (SCHUSTER *et al.*, 2001) kann die metamorphe Entwicklung der Silvrettadecke während der letzten 350 Ma rekonstruiert werden:

In einer ersten Phase vor ca. 350 Ma kam es zur Bildung von Eklogiten durch eine variszische Hochdruckmetamorphose.

Vor ca. 310 Ma erfolgte die Abkühlung der variszischen Hauptmetamorphose auf < 350-400 °C.

Die permische Metamorphose im Südostteil der Silvrettadecke wird durch Granate aus Pegmatiten vom Silvretta-Südrand mit einem Alter von ca. 290 Ma sowie ein Ar-Ar-Abkühlalter von Glimmern aus Pegmatiten ca. 190 – 185 Ma angezeigt.

Vor ca. 130-110 Ma fand schließlich die alpidische Metamorphose statt, die durch Altersdatierungen an verglimmerten Feldspäten und Mineralneubildungen in den Tonschiefergesteinen der Trias der Nördlichen Kalkalpen zeitlich eingegrenzt werden konnte.

Lithologie des Arbeitsgebietes

Das Arbeitsgebiet wird überwiegend aus Metasedimenten, Metabasiten und Orthogneisen aufgebaut, siehe Abbildung 3-1.

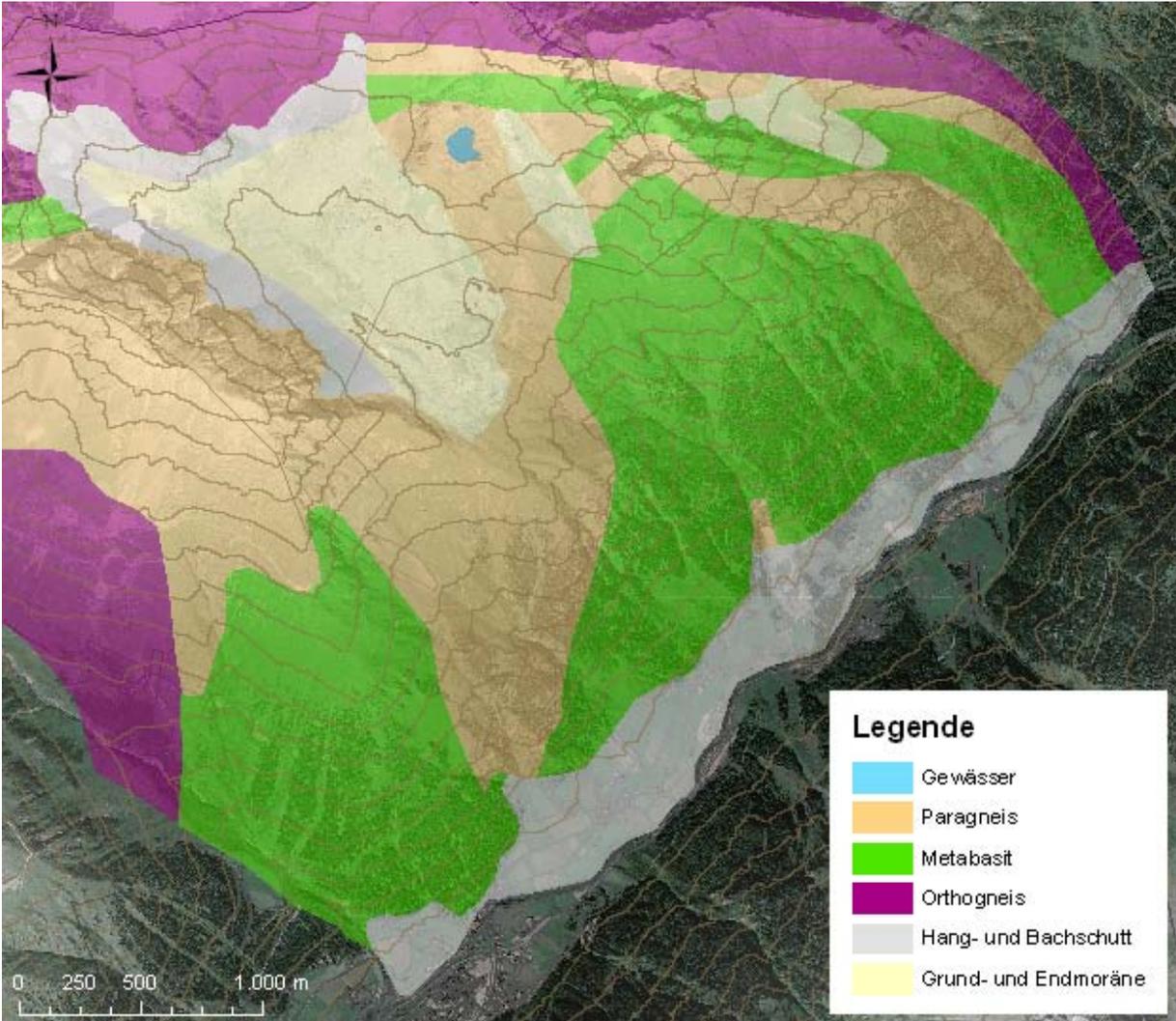


Abbildung 3-1: Geologische Übersicht des Arbeitsgebietes 1:25.000

3.1.1 Metasedimente

Die Metasedimente wurden amphibolitfaziell überprägt (variszisch und zum Teil auch permisch) und nehmen einen Großteil des zu untersuchenden Gebietes ein. Die Metasedimente (Abbildung 3-2) bestehen aus einer Vielzahl verschiedenster Paragneise und Glimmerschiefer, die kleinräumig ineinander übergehen können. Während der variszischen Metamorphose folgte durch Wachstum von Feldspat und Biotit, die Entstehung von Feldspat-Blastenschiefer bis -gneisen und Biotitfleckenschiefer. Lokal sind innerhalb der Paragesteine Quarzite und Quarzitgneise mit Übergängen zu Biotit- und Zweiglimmerplagioklasgneisen verbreitet (BERTLE, 2007).



Abbildung 3-2: Handstück Paragneis, Fundort Gefahrenherd 5

3.1.2 Metabasite

Das Silvrettakristallin wird vor allem südlich der Linie St. Gallenkirch – Kappl – Vesuvspitze durch Amphibolite (siehe Abbildung 3-3) mit schmalen, eingelagerten Linsen von Ultrabazit und Eklogit und großräumigen Zügen von Orthogneisen sowie von Paragesteinen aufgebaut (BERTLE, 2007).

Die Amphibolite werden vor allem durch Plagioklasamphibolite repräsentiert. Es treten auch Granatamphibolite und Epidotamphibolite, selten auch Hornblendite auf. Die Plagioklasamphibolite werden im Durchschnitt aus ca. 70 Vol. % Amphibol (Hornblende) und 25 Vol % Feldspat, sowie geringen Mengen an Quarz, Granat, Biotit, Epidot und Karbonat aufgebaut. In den Epidotamphiboliten liegt der

Epidotgehalt zwischen 80 Vol. % und 25 Vol. %, während die Granatamphibolite bis zu 35 Vol. % Granat besitzen (BERTLE, 2007).

Durch geochemische Untersuchungen werden heute die Metabasite der Silvretta-decke im Wesentlichen ehemaligen Basalten mittelozeanischer Rücken zugeordnet. Es treten auch basische Gesteine auf, die chemisch einer Entstehung in Inselbögen bzw. vulkanischen Bögen entsprechen.



Abbildung 3-3: Handstück Metabasit (Amphibolit), Fundort Gefahrenherd 1

3.1.3 Orthogneise

Die Orthogneise (siehe Abbildung 3-4) treten vor allem südlich der Linie St. Gallenkirch – Patteriol – Hoher Riffler in Zusammenhang mit den Metabasiten (Amphiboliten) auf. Es sind vorwiegend Augen- und Flasergneise, aber auch Granodioritgneise, Tonalitgneise und Migmatitgneise.



Abbildung 3-4: Handstück Orthogneis, Fundort Madleinalpe

3.2 Tektonische Verhältnisse

Die folgende Zusammenfassung der tektonischen Verhältnisse (siehe Abbildung 3-7) orientiert sich an OBERHAUSER (2007).

Das Arbeitsgebiet gehört zum Silvretta-Komplex des Silvretta-Seckau-Deckensystems und befindet sich im Stirnbereich der Afrikanischen Plattform, die schon in der Oberkreide deformiert wurde. Da die Plattform früh von Afrika abgetrennt wurde, wurde der Name Adriatische oder Apulische Plattform eingeführt. Ab dem Mitteljura öffnete sich ein tiefmeerischer Raum und trennte sie von der europäischen Plattform. Die Deformationshöhepunkte der beiden Plattformen liegen fast 60 Ma Jahre auseinander. Die neogene Erosion hinterließ vom Silvretta-Kristallin nur eine Ruinenlandschaft.

Das Silvrettadecke (siehe Abb. 3-5) liegt als geringmächtige tektonische Einheit auf dem Penninikum, das im Südosten im Unterengadiner Fenster und im Westen im Prättigau-Halbfenster sichtbar ist.

Im Arbeitsgebiet bilden die Gesteine eine flache Antiformstruktur (OBERHAUSER, 2007), in der hochmetamorphe Amphibolite, Hornblendegneise, Muskowit-, Zweiglimmer- und Biotitgranitgneise dominieren. Weit verbreitet sind NW – SE, E – W, aber auch N – S streichende Störungen (OBERHAUSER, 2007). Die Gemeinde Ischgl liegt im Paznauntal, das sich von NE – SW erstreckt.

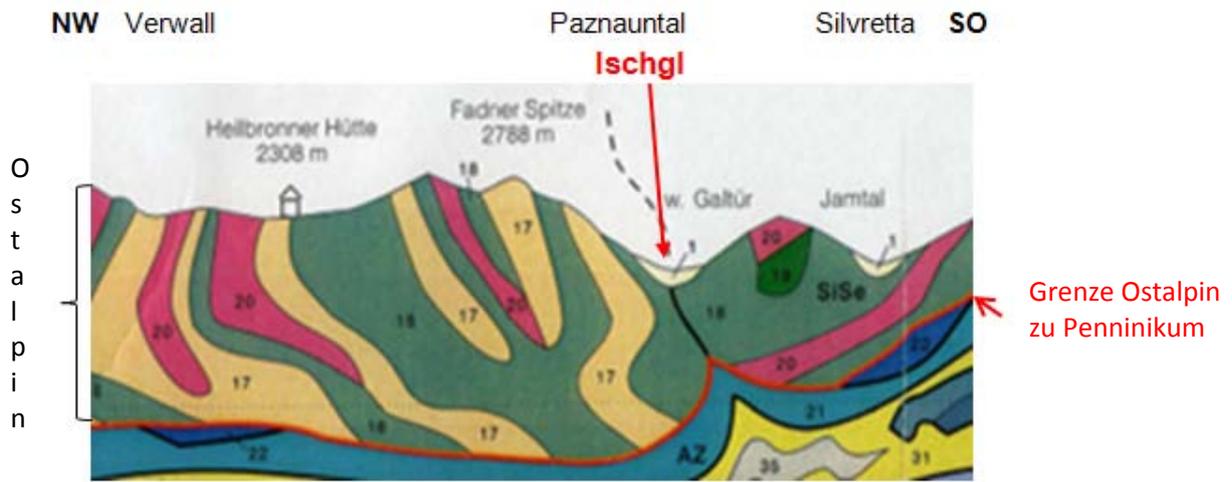


Abbildung 3-5: verändert aus Profilschnitt vom Bodensee ins Unterengadin (Oberhauser, Wien 2007)

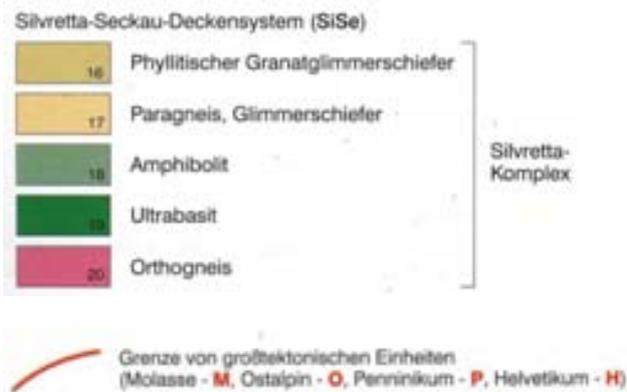


Abbildung 3-6: Legende zum Auszug des Profilschnittes vom Bodensee ins Unterengadin (Oberhauser, Wien 2007)

Tektonische Übersicht 1 : 500 000 (mit Lage des Profilschnittes)

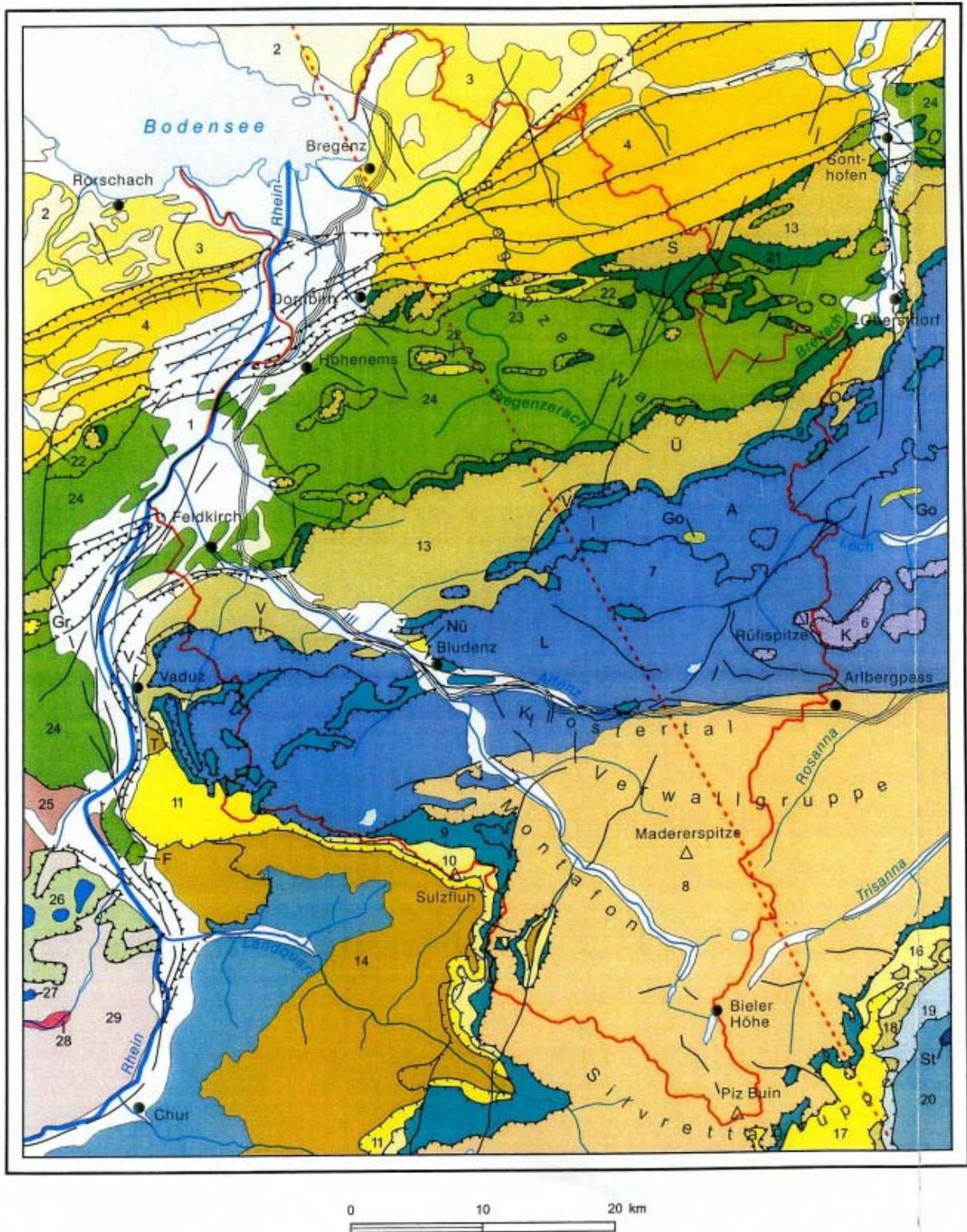


Abbildung 3-7: Tektonische Übersicht 1: 500.000 (Oberhauser, Wien 2007)

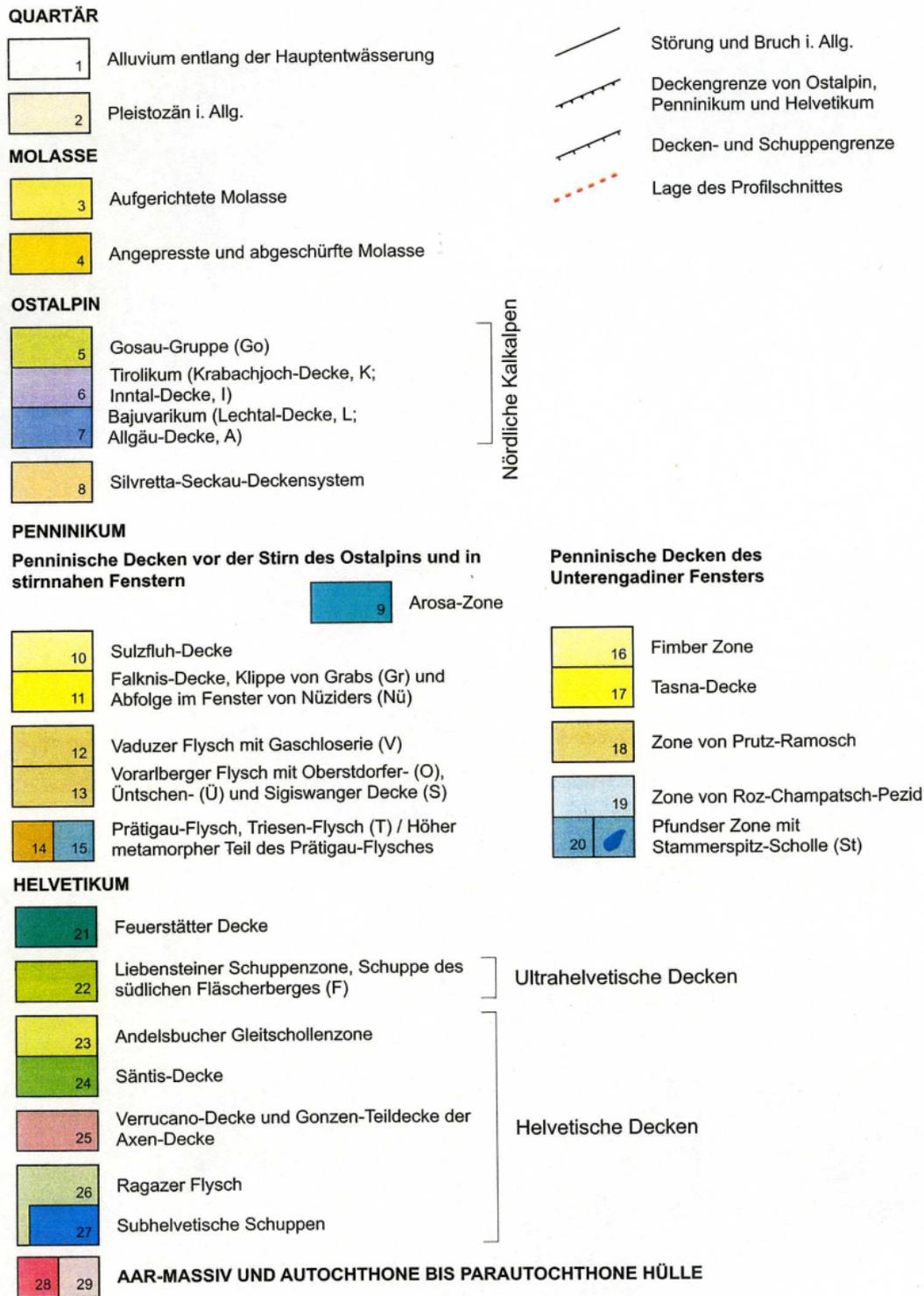


Abbildung 3-8: Legende zur Tektonischen Übersicht 1: 500.000 (Oberhauser, Wien 2007)

4 Phänomene der Massenbewegungen

Der Begriff Massenbewegung wird in der geotechnischen Literatur unterschiedlich definiert. Es handelt sich um eine bruchhafte oder bruchlose, unter der Wirkung der Schwerkraft hangabwärts gerichtete Verlagerung von Fest- (Fels) und/oder Lockergesteinen (inklusive Bodenmaterial und Wasser) (LATELTIN, 1997). Es können schnelle und plötzliche Bewegungen wie Stein- und Blockschlag, Fels- und Bergsturz, spontane Rutschungen, Hangmuren und Einsturzphänomene auftreten. Langsame Bewegungen erfolgen in Form von Hangbewegungen mit kontinuierlicher Geschwindigkeitsverteilung.

Nur selten entsteht eine Massenbewegung wegen einer einzigen Ursache. Grundlegende Parameter sind geologische Verhältnisse, Relief, Exposition und Änderungen der Bergwasserverhältnisse, welche die Grunddisposition zu Hanginstabilitäten bestimmen (LATELTIN, 1997). Die Eiszeiten hatten einen hohen Einfluss auf die Massenbewegungen, die heute stattfinden. Durch verschiedene Gletschervorstöße wurden die Alpentäler trogförmig ausgeschliffen und es blieben meist übersteilte und damit instabile Talflanken nach dem Schmelzen des stützenden Eises zurück.

Massenbewegungen beruhen auf Veränderungen des Kräftegleichgewichtes infolge physikalischer und/oder chemischer Prozesse, welche ihrerseits durch verschiedene Faktoren gesteuert werden. Langfristig wirksame Verwitterungsprozesse, wie die Schwankungen des Grundwasserspiegels beeinflussen die Stabilität eines Hanges kontinuierlich. Ein Hang kann auch kurzfristig destabilisiert werden; Ursachen dafür können sein: Erosion des Hangfußes durch ein Fließgewässer oder Auslösung durch ein Erdbeben.

Generell spielt das Wasser bei Massenbewegungen eine entscheidende Rolle. Es erzeugt hydrostatische Drücke in Poren, Klüften und Spalten sowie Strömungsdrücke. In gefrorenem Zustand kann es eine erhebliche Sprengwirkung entwickeln.

Spontane Massenbewegungen treten oft durch Erdbeben, Frost- und Auftauzyklen oder sporadisch auftretende, heftige oder anhaltende Niederschläge auf, eventuell zeitgleich mit der Schneeschmelze.

Anthropogene Einflüsse können die Entstehung von Massenbewegungen begünstigen. Durch die Überbelastung eines Hanges durch Bauten und Aufschüttungen, ungesicherte Hanganschnitte (vor allem in Fußbereich) bei baulichen Aktivitäten, Erhöhung des Wasserspiegels, Sprengungen, unsachgemäßen Abbau von Rohstoffen oder ungeeignete Landnutzung kann die Gefahr von Massenbewegungen erhöht werden. Zu den langfristigen Destabilisierungen durch anthropogene Einflüsse zählen auch z.B. Entwaldung, mangelnde Waldpflege, Überweidung und Intensivnutzung.

Eine Massenbewegung findet so lange statt, bis die Beanspruchung wieder kleiner als die Festigkeit ist, und die Masse eine stabile Lage einnimmt.

4.1 Klassifizierungen

Zur Klassifikation von Massenbewegungen bestehen zahlreiche Modelle, die auf Kriterien wie Bewegungsmechanismen, Ablösemechanismen, Materialzusammensetzung und Geschwindigkeit der Prozesse basieren.

Heim (1932)

HEIM (1932) führte als einer der ersten Versuche durch, um Massenbewegungen im alpinen Gebiet klassifizieren zu können. Dabei versuchte er, die Erscheinungen der Bergstürze ausgehend von Schutt- und Felsbewegungen in einzelne Typen mit Übergängen in verschiedene Richtungen zu unterscheiden. Die Schuttbewegungen definiert Heim als Massenbewegungen, die im Lockergestein bzw. Boden stattfinden. Als wesentliches Klassifizierungsmerkmal von Massenbewegungen ist für Heim, die Bewegung der Masse von oben nach unten.

Terzaghi (1950)

TERZAGHI (1950) unterteilt die Massenbewegungen in „landslide“ und „creep“, auf Grund von physikalischen Eigenschaften des Materials. Der Begriff „landslide“ wird einer Massenbewegung in Fels oder „Boden“ (Lockergestein) zugeordnet, die auf

einer raschen Verschiebung basiert. Die Bewegung Kriechen („creep“) beschreibt eine kontinuierliche Bewegung.

Die Festigkeit des Materials gibt die Unterscheidung zwischen einer raschen Massenbewegung („landslide“), dem Kriechen eines Hanges („creep“) oder einem in Ruhe befindenden Hang vor. Wenn die Belastung die Festigkeit des Gebirges überschreitet, tritt Materialversagen ein und es entsteht eine rasche Massenbewegung. Ein Hang kriecht, wenn die Belastung unterhalb der Festigkeit des Gebirges, aber oberhalb der Festigkeit liegt, die ein Kriechen auslöst („fundamental strength“). Wenn sich das Spannungssystem zufolge der Belastung im Gebirge unterhalb der „fundamental strength“ befindet, dann ist der Hang in Ruhe.

Nemčok et. al. (1972)

Aufgrund des geomechanischen Charakters und der Bewegungsgeschwindigkeit unterscheiden NEMČOK *et. al.* vier Grundtypen von Bodenbewegungen:

Kriechen: Eine geologisch langdauernde, nicht beschleunigte Bewegung ohne ausgeprägte Gleitflächen. Der Begriff Kriechen umfasst einen großen Bereich der Bewegungen: langsame Bewegungen von einigen cm/Jahr bis zu lang dauernden großen, gravitativen Massenbewegungen im Gebirge.

Gleiten: Zusammenhängende Massen bewegen sich längs einer oder mehrerer Gleitflächen.

Fließen: Bezeichnet Hangbewegungen mit einem flüssigkeitsähnlichen Charakter.

Fallen: Während plötzlichen Hangbewegungen verliert die bewegte Masse den inneren Zusammenhang und kurzfristig auch den Kontakt mit dem Liegenden.

Varnes (1978); Cruden & Varnes (1996)

Heute basiert die international verwendete Einteilung von Massenbewegungen auf der Klassifizierung von VARNES (1978) und CRUDEN & VARNES (1996). Sie bildet die Grundlage für das Multilingual Landslide Glossary (WP/WLI, 1993), Abbildung 4-1. Mit dieser Klassifikation können die wichtigsten Grundtypen der Massenbewegungen unterschieden werden:

Fallen (fall): In einem steilen Hang löst sich entlang einer Fläche, auf welcher nur geringe oder keine Scherbewegungen stattfinden, Boden- oder Felsmaterial ab. Das Material stürzt zum Großteil frei fallend, springend oder rollend ab. Fallen ist meist die Folge der Bewegungstypen Kippen, Gleiten und Driften. Der Begriff *Fallen* beinhaltet die Begriffe Fallen und Stürzen. Unter Fallen wird der freie Fall eines Gesteinskörpers oder einer Felsmasse verstanden. Stürzen fasst die Gleit-, Fall-, Sprung- und Rollbewegungen zusammen.

Kippen (topple): Ist eine aus dem Hang gerichtete Rotation von Felsblöcken oder kohäsivem Boden um einen Punkt oder eine Achse unterhalb ihres Schwerpunkts. Vor allem bei steil einfallenden Haupttrennflächen, die tafelförmige Großkluftkörper bilden, tritt dieser Mechanismus auf. Voraussetzung für das Kippen dieser Klufkörper ist das Vorhandensein einer Gleitbewegung zwischen den einzelnen Kippsäulen.

Gleiten (slide): Darunter versteht man eine hangabwärts gerichtete Bewegung von mehr oder weniger kohärentem Boden- oder Felsmaterial entlang von Gleitflächen oder Zonen intensiver Scherverformung. Die Geometrie der Gleitflächen gibt vor, ob es sich um eine Translations- oder Rotationsrutschungen handelt. Das „Lateral-Spreading“ ist eine weitere Unterkategorie des Gleitens. Dabei befinden sich härtere, sprödere Einheiten auf einem weichen, duktilen Sockel (System „*Hart auf Weich*“); POISEL & EPPENSTEINER (1988, 1989).

Driften (spread): Ist die laterale Ausdehnung von kohäsiven Boden- oder Felsmassen bei gleichzeitigem Einsinken in die liegenden, weniger kompetenten Schichten. Die Gleitflächen werden dabei nicht intensiv geschert. Durch Liquifaktion oder Fließen des liegenden, weniger kompetenten Materials kann Driften entstehen.

Fließen (flow): Ist eine räumliche, kontinuierliche Bewegung. Dabei werden die Scherflächen nur kurzzeitig ausgebildet, dicht angeordnet und gewöhnlich bleiben sie nicht erhalten. Die Geschwindigkeitsverteilung in der

bewegten Masse kann man mit einer viskosen Flüssigkeit vergleichen. Die Bewegungsform *Kriechen* gehört hier zum Bewegungstyp *Fließen*.

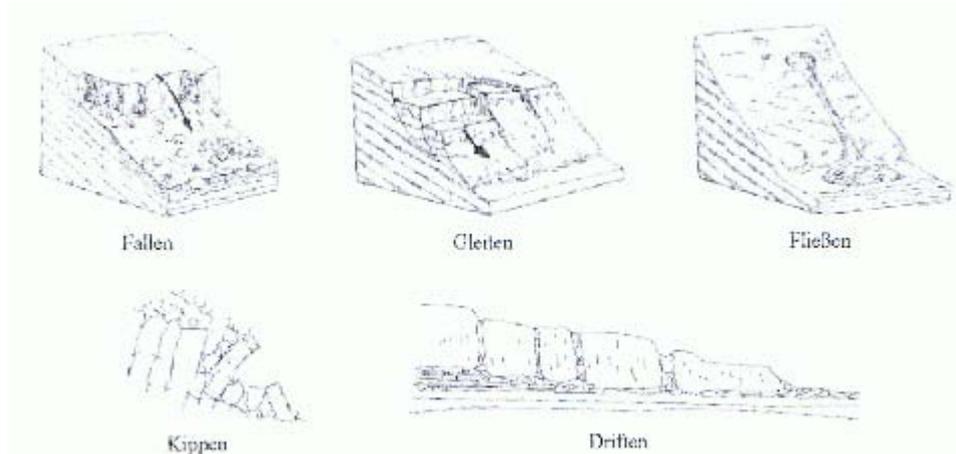


Abbildung 4-1: Grundtypen von Massenbewegungen gemäß dem Multilingual Landslide Glossary , WP/WLI (1993)

In dieser Arbeit wird aber auf die Anführung zusätzlichen Unterteilungen verzichtet. Die angegebenen Klassifizierungen sind mit Vorsicht zu verwenden.

Die aufgezählten Typen von Massenbewegungen stellen in den genannten Klassifizierungen teilweise eine Kombination von Bewegungsarten (Fallen nach VARNES, 1978; CRUDEN & VARNES, 1996, z. B. Gleiten, Rollen, Springen) bzw. Abfolgen von Bewegungsmechanismen dar.

Eine Massenbewegung kann aus geomechanischer und felsmechanischer Sicht im Fels- und Lockergestein in folgende Bewegungsabläufe unterteilt werden:

- Versagens-, oder Ablösemechanismus
- Runout (eigentlicher Sturzprozess)

4.2 Versagensmechanismen

Verschiedene Versagensmechanismen können bei der Auslösung eines Sturzprozesses unterschieden werden. Diese sind in Abbildung 4-2 und Abbildung 4-3 mit Angabe der jeweiligen Berechnungsansätze dargestellt.

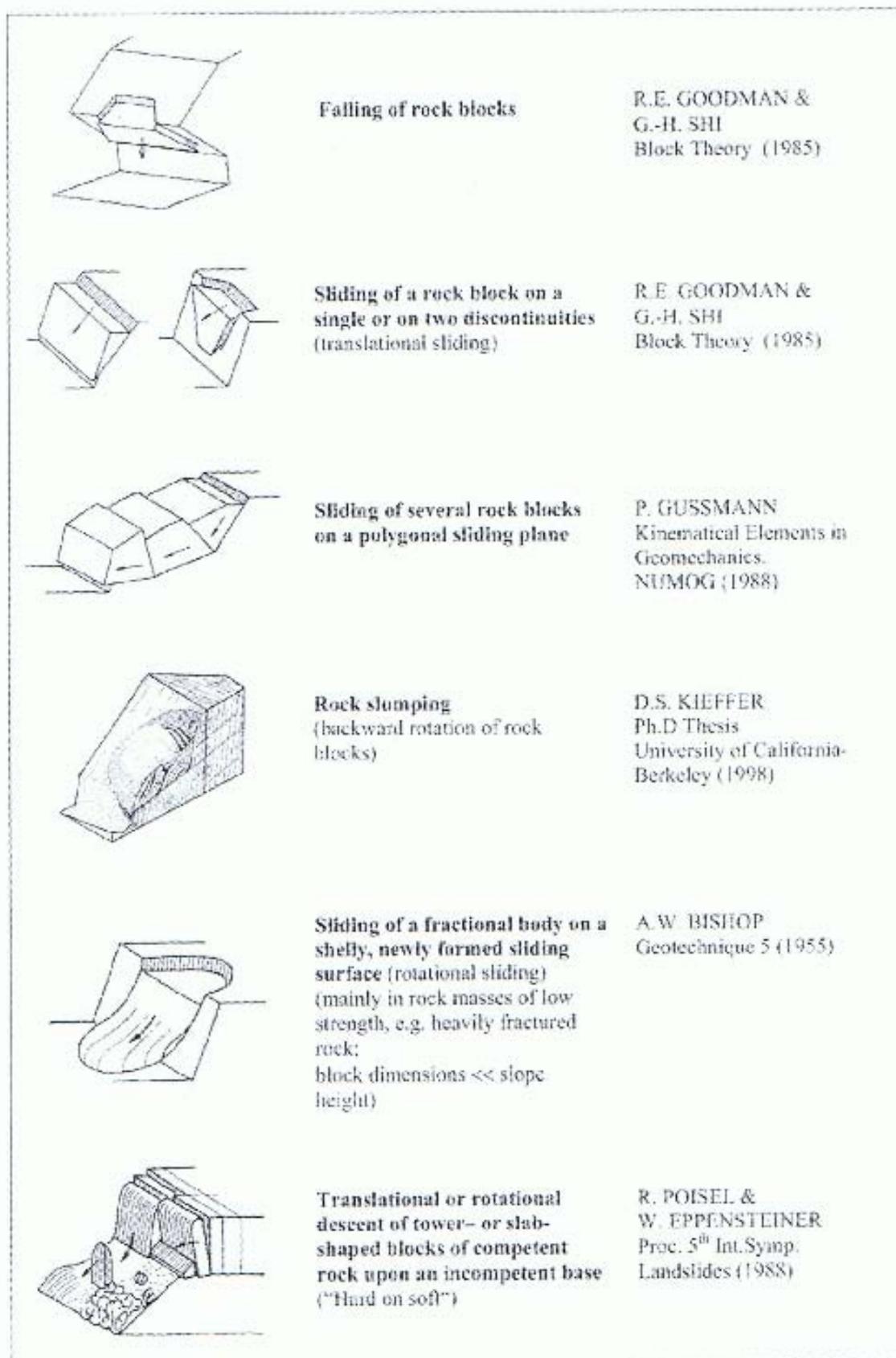


Abbildung 4-2: Versagensmechanismus von Talflanken und Felsböschungen und ihre mechanischen Modelle, Teil 1 (POISEL & PREH, 2004)

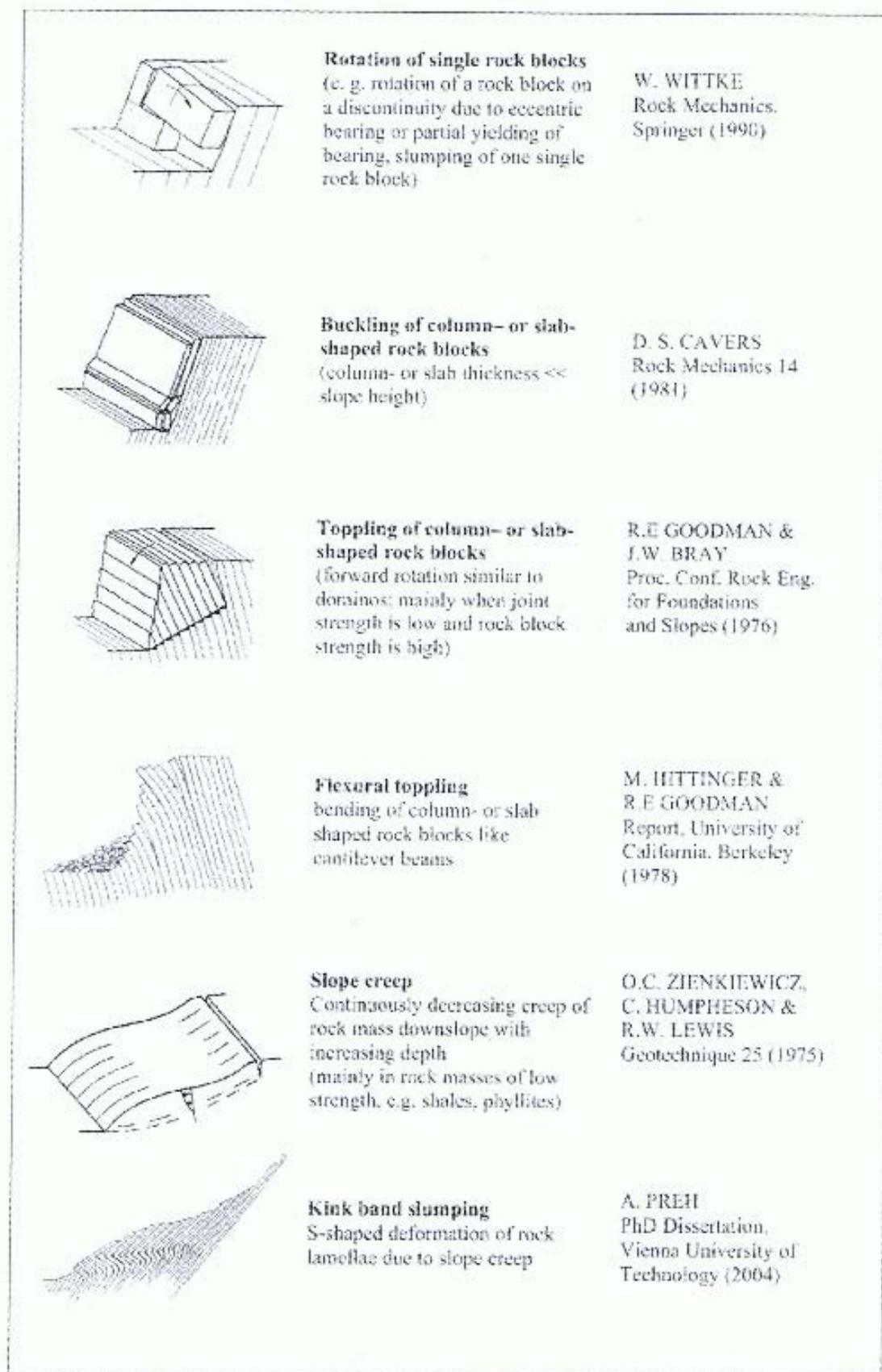


Abbildung 4-3: Versagensmechanismen von Talflanken und Felsböschungen und ihre mechanischen Modelle, Teil 2 (POISEL & PREH, 2004)

4.3 Sturzprozesse

Die Sturzprozesse sind schnelle Massenbewegungen; dabei legt das Abbruchmaterial den größten Teil des Weges in der Luft zurück (LATELTIN, 1997). Sie können in drei Teilbereiche (siehe Abbildung 4-4) untergliedert werden:

- das Abbruchgebiet
- die Sturzbahn
- das Ablagerungsgebiet

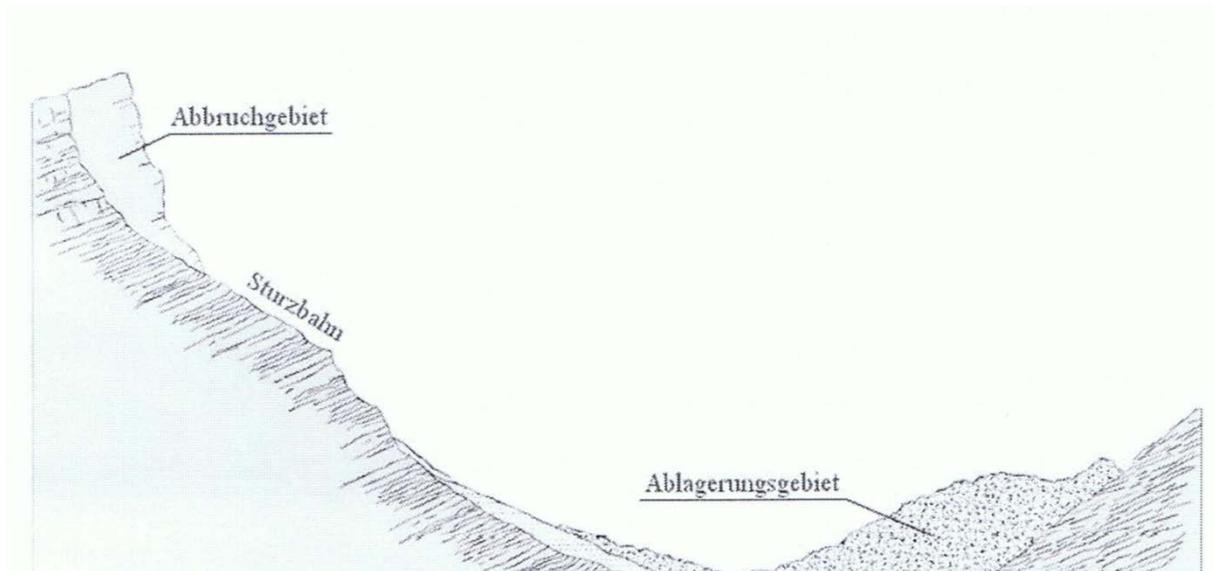


Abbildung 4-4: Teilbereiche eines Sturzprozesses (nach HEIM, 1932)

Die Sturzprozesse werden im geotechnischen Sprachgebrauch je nach Bewegungsmechanismus und Sturzvolumen in folgende Kategorien eingeteilt:

- Steinschlag
- Felssturz
- Bergsturz

Die Begriffe Steinschlag, Felssturz und Bergsturz sind im geotechnischen Sprachgebrauch sehr verbreitet und gehören nach der internationalen Klassifizierung (CRUDEN & VARNES, 1996) zu dem Bewegungstyp *Fallen*.

In den folgenden Kapiteln werden diese Kategorien näher erläutert und deren Abgrenzung definiert. Der Schwerpunkt liegt im Kapitel Steinschlag, da dieser im Rahmen dieser Arbeit behandelt wird.

4.3.1 Steinschlag

KIENHOLZ, ZEILSTRA & HOLLENSTEIN (1998) charakterisieren die Block- und Steinschlagereignisse durch mehr oder weniger isolierte Stürze von Steinen ($\emptyset < 50$ cm) und Blöcken ($\emptyset > 50$ cm) Die Faktoren Geologie, Verwitterung und Exposition bestimmen den Zerfall einer Felswand. In der Literatur sind unterschiedliche Angaben zum Volumen im Fall eines Steinschlags z.B. von JOHN & SPANG (1979) mit $0,1 \text{ m}^3$, von KRAUTER (2001) mit 5 m^3 und von ROCHET (1987) mit etwa 250 m^3 angegeben.

Bei einem Steinschlagereignis können Sturzgeschwindigkeiten zwischen 5 und 30 m/s (20-110 km/h) auftreten. Steine und Blöcke können bei einer Hangneigung von weniger als 30° allein zum Stillstand kommen. Dabei kann ein Wald eine große Rolle spielen, zum einen kann durch den Kontakt der Blöcke mit den Bäumen die kinetische Energie stark reduziert werden; zum anderen können mitgerissene Bäume noch mehr Schaden anrichten.

Folgende Beispiele werden für Maßnahmen angegeben, mit welchen eine bestimmte Energiemenge aufgenommen werden kann, um eine Vorstellung der freigesetzten Energie zu bekommen. Eine Betonmauer kann ca. 300 kJ aufnehmen. Eine Eisenbahnschwelle aus Eichenholz kann eine Energie von 30 kJ aufnehmen (LATELTIN, 1997). Im Vergleich dazu können Steinschlagschutznetze je nach Typ Aufprallenergien von 500-5000 kJ (GEOBRUGG, 2007) aufnehmen und Erddämme eine Energie bis zu 9000 kJ (mündliche Information von einem Mitarbeiter des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinverbauung).



Abbildung 4-5: Beispiel Steinschlagereignis, das 1998 ein Gebäude im Zillertal, Tirol, Österreich zerstört hat (MÖLK, M., POISEL, R., WEILBOLD, J. & ANGERER, H., 2008)

4.3.1.1 Bewegungsmechanismen bei Steinschlag

Bei einem Steinschlagereignis treten die Bewegungsmechanismen Freier Fall, Springen, Rollen und Gleiten der Einzelblöcke auf.

Freier Fall

Freier Fall kann nur in senkrechten oder überhängenden Wandpartien auftreten, da nach der physikalischen Definition die Fallrichtung eines Sturzblockes dabei zum Erdmittelpunkt zeigt.

Durch vereinfachende Annahmen, wie z.B. die Vernachlässigung des Luftwiderstands, können die Geschwindigkeit und die kinetische Energie während der Bewegung eines Blockes im freien Fall einfach berechnet werden (BOZZOLO, 1987).

Beim Aufprall der fallenden Masse kann der größte Teil der Bewegungsenergie verloren gehen, da es dabei zu plastischen Deformationen kommt. Die Fallhöhe bestimmt die Geschwindigkeit und kinetische Energie während des Fallvorganges, auf den weiteren Bewegungsablauf eines Sturzblockes hat sie aber nur geringe Auswirkungen. Meist schließt die Bewegungsform Springen an die Aufschlagzone an (BROILI, 1974).

Springen

Unter dem Bewegungsmechanismus Springen versteht man die Abfolge von Flugphasen und Abprallen vom Hang. Ein Felsblock hat bei jedem Aufprall die Möglichkeit, in eine andere Bewegungsart, wie Gleiten oder Rollen, zu wechseln. Blockgeometrie, Blockgröße, Hangneigung, Bodenart und Oberflächenbeschaffenheit sind die maßgeblichen Größen beim Springen.

Das Springen ist bei Hangneigungen zwischen 45° und 63° die vorherrschende Bewegung (JOHN & SPANG, 1979). Beobachtungen zeigen, dass große Blöcke kaum springen, sondern meist rollen. Kleine Blöcke können oft sehr lange springen (BROILI, 1974), wobei auch die Sprunghöhen und Sprungweiten größer als bei Großblöcken sind.

Rollen

Rollen schließt häufig an die Bewegung Springen an. Der Bewegungsmechanismus Rollen beschreibt die Rotation eines Sturzblockes um seine eigene Achse, ohne den Bodenkontakt zu verlieren.

Auf langen Sturzbahnen und mäßig geneigten Hängen ist Rollen die dominierende Bewegung (EVANS & HUNGR, 1993). JOHN & SPANG (1979) nehmen als oberen Hangneigungsgrenzwert 45° an.

Im Allgemeinen wird ein Sturzblock keine ideal kugelförmige Form aufweisen, sondern eher unregelmäßig und eckig geformt sein (HEIM, 1932). Dies und Hänge mit lokal unterschiedlichen Rauigkeiten und Unebenheiten führen zu einer Mischbewegung aus Rollen und Springen.

Gleiten

Unter der Bewegungsform Gleiten versteht man die reine Translation eines Körpers mit einem durchgehenden Bodenkontakt. Meist tritt Gleiten am Beginn und am Ende eines Sturzprozesses auf. Nach einer kurzen Gleitphase geht die Bewegung oft in die Rollphase über, vor allem bei lokalen Neigungsänderungen (BOZZOLO, 1987).

Großen Einfluss auf das Gleiten eines Blockes haben der Gleitreibungskoeffizient und die Hangneigung. Ein Felsblock beginnt zu gleiten, wenn die Widerstandskraft (resultierend aus der Gleitreibung) geringer als die treibende Kraft ist.

4.3.1.2 Beschreibung der Reichweite

Die Reichweite eines Steinschlagereignisses hängt von der Sturzmasse, der Regelmäßigkeit der Fahrbahn und der Absturzhöhe ab (HEIM, 1932). Häufig wird die Reichweite durch die Angabe des zurückgelegten Höhenunterschiedes und der zurückgelegten Grundrisslänge beschrieben. Diese kann dabei unterschiedlich definiert werden, siehe Abbildung 4-6.

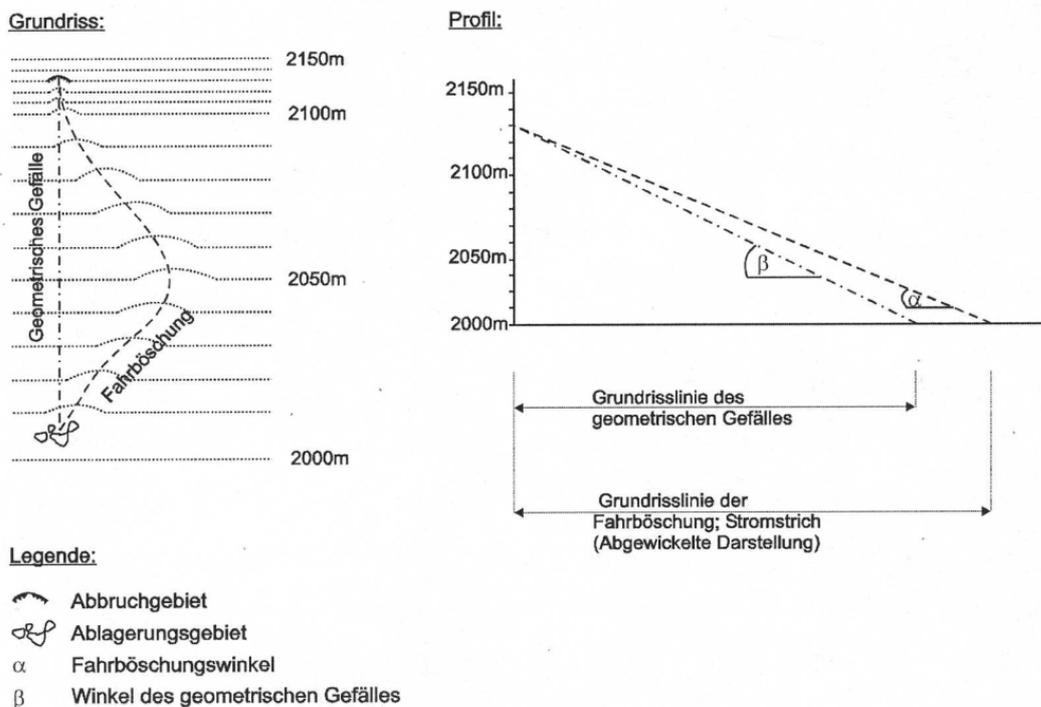


Abbildung 4-6: Darstellung des geometrischen Gefälles, des Schattenwinkels und der Fahrböschung in Grundriss und Profil (Roth, 2003)

Das geometrische Gefälle

Die Neigung der Verbindungsgeraden zwischen dem obersten Punkt der abgelösten Masse und dem tiefsten (weitest entfernten) Punkt der Ablagerung (siehe Abbildung 4-6) bestimmt das geometrische Gefälle. Zufällige Unregelmäßigkeiten und Krümmungen der Fahrbahn beeinflussen den Winkel sehr stark (HEIM, 1932).

Schwerpunktgefälle

Die Neigung der Verbindungsgeraden vom Schwerpunkt des Abbruchgebietes zum Schwerpunkt des Ablagerungsgebietes bestimmt das Schwerpunktgefälle. Die Messung des Schwerpunktgefälles gestaltet sich oft schwierig, da die Schwerpunkte oft nur schwer möglich zu bestimmen sind.

Fahrböschung

Die Fahrböschung ist nach Heim (1932, S. 113) der *„Fallwinkel der Verbindungslinie vom obersten Abrissrand nach dem tiefsten und fernsten Endpunkt der Ablagerung, gemessen senkrecht über dem Stromstrich, der zur Geraden erstreckt ist“*. Die Fahrböschung ist immer flacher als das geometrische Gefälle, da die Sturzbahn länger als die direkte Verbindung von Abbruchgebiet und Ablagerungsfläche ist (siehe Abbildung 4-6). Je geradliniger die Sturzbahn verläuft, umso geringer werden die Unterschiede.

4.3.2 Felssturz

Bei einem Felssturz wird die Felsmasse während des Sturzes bzw. beim Aufprall in Blöcke und Steine fraktioniert. Die Interaktion zwischen den Komponenten hat bereits einen viel größeren Einfluss auf den Verlauf des Sturzprozesses als bei Stein- oder Blockschlag. Das Materialvolumen liegt im Allgemeinen zwischen 100 bis 100.000 m³ (LATELTIN, 1997).

Die Geschwindigkeit liegt im Bereich zwischen 10 und 40 m/s (35-145 km/h).

4.3.3 Bergsturz

Bei einem Bergsturz handelt es sich um den Absturz sehr großer, im ursprünglichen Verband befindlicher Felsmassen. Es wird eine hohe Geschwindigkeit erreicht, wobei der Bewegungsmechanismus durch die Topographie, sowie durch eine ausgeprägte Wechselwirkung und starke Fragmentierung der Komponenten innerhalb der Sturzmasse bestimmt wird (LATELTIN, 1997).

Die Ablagerungsgebiete können Volumina von Millionen Kubikmetern und eine Flächenausdehnung von mehr als $0,1 \text{ km}^2$ betragen. Die Sturzgeschwindigkeiten erreichen mehr als 40 m/s (145 km/h).

Die enormen Sturzmassen können die Landschaft nachhaltig ändern. In Gebirgstälern führt ein Bergsturz oft zum Aufstau von Bächen und Flüssen, was wiederum die Gefahr der Überflutung der umliegenden Gebiete darstellt.

Fels- und Bergstürze kündigen sich meist schon Tage oder Wochen im Voraus an. Steigende Aktivität z.B. vermehrter Stein- und Blockschlag sind Anzeichen für Fels- oder Bergsturzereignis. Wenn diese Anzeichen rechtzeitig erkannt werden, können entsprechende Maßnahmen eingeleitet und wenn nötig Evakuierungen angeordnet werden, wie dies zum Beispiel in Randa 1991 der Fall war (LATELTIN, 1997).

5 Geländeaufnahme

5.1 Kartierung im Gelände

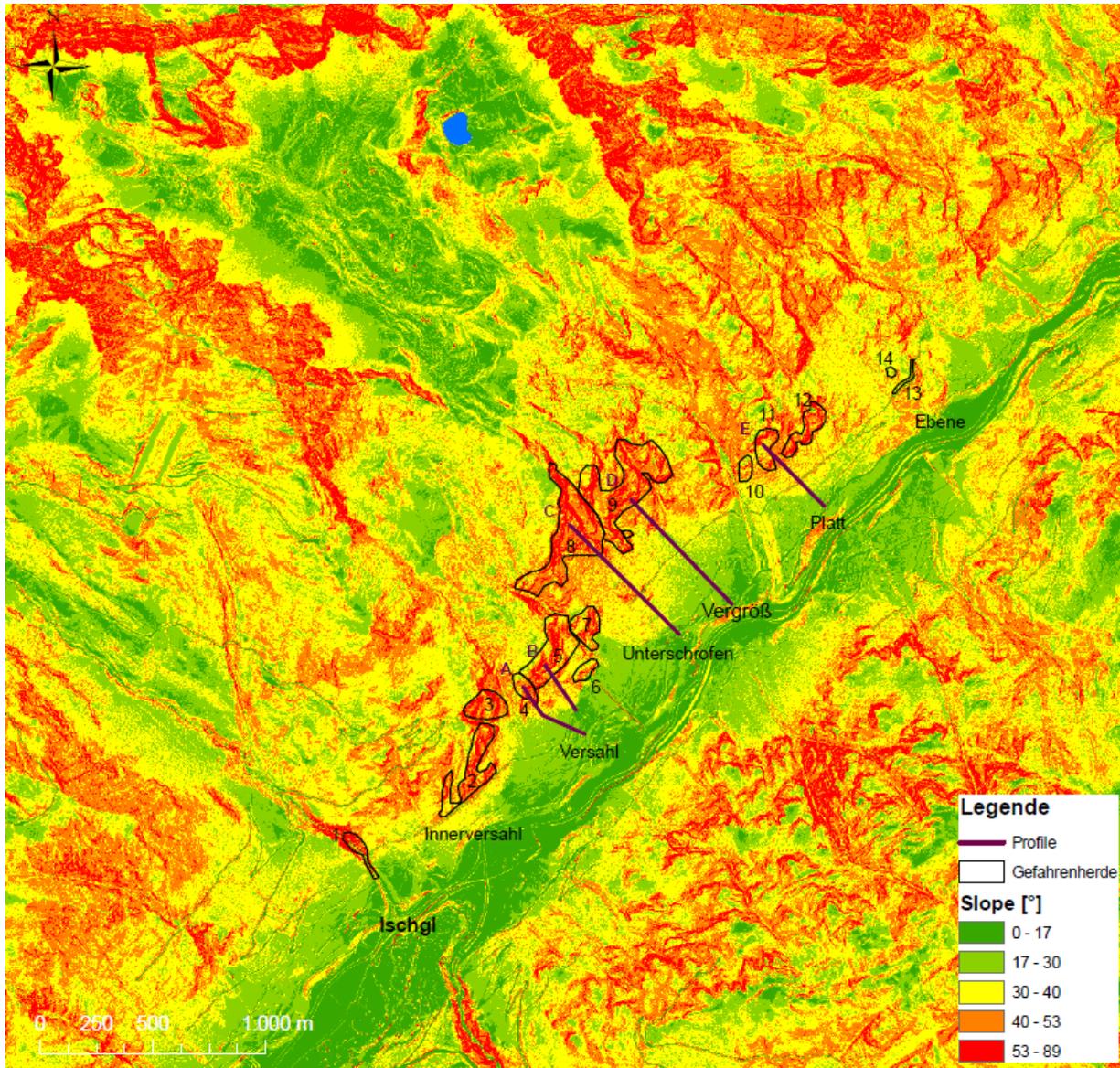


Abbildung 5-1: Laserscan mit Gefahrenherde und Profile, Maßstab 1:25.000

5.1.1 Gefahrenherd 1: Madleinbach

Die taleinwärts liegende Begrenzung des zu bearbeitenden Gebietes bildet als Gefahrenherd 1 (Abbildung 5-3, siehe auch Beilagen) der Madleinbach, der auf beiden Seiten von Felswänden aus Amphibolit begrenzt wird. Dieser Gefahrenherd erstreckt sich von ca. 1.405 m SH bis ca. 1460 m SH. Auf der orographisch rechten Bachseite ist dieser stellenweise von feinen Quarz- oder Pegmatitgängen durchzogen. Das Gestein ist leicht angewittert, geschiefert und hat nur wenige Trennflächen. Weiter oben ist der Amphibolit stärker verwittert. Die Kluftoberflächen sind wellig und die Klüfte sind nur mm weit offen oder geschlossen; sie sind nur wenige cm tief und nicht verfüllt.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

Mögliche Kubaturen, die sich aus dem Gesteinsverband lösen könnten, betragen $< 0,5 \text{ m}^3$.

Als Ablösemeechanismen werden in diesem Gefahrenherd Gleiten und Fallen angenommen.

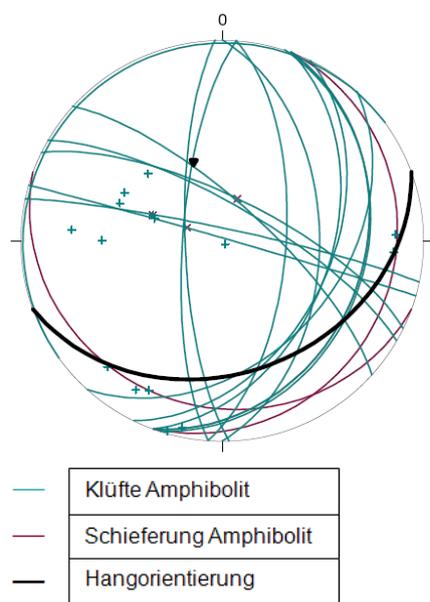


Abbildung 5-2: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 1

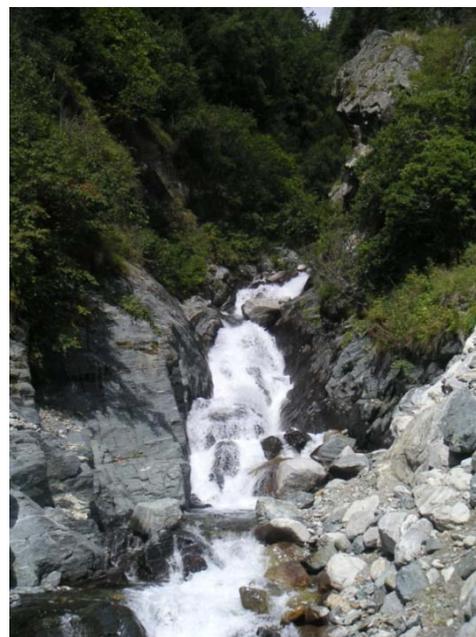


Abbildung 5-3: Gefahrenherd 1, Madleinbach

5.1.2 Gefahrenherd 2: Innerversahl

Im Wald oberhalb des Forstweges Richtung Versahl, genau über Innerversahl (Abbildung 5-5, siehe auch Beilagen) auf ca. 1.430 m SH, bildet der Amphibolit mehrere Rücken aus. Teilweise sind sie sich nur etwa 30 Meter lang, aber manche erreichen eine Länge von ca. 80 m. Das Gestein ist geschiefert und zum Teil stark verwittert. In den Klüften befindet sich kein Verwitterungsmaterial, und die Kluftoberflächen sind wellig ausgebildet. Die Klüfte sind meist nur mm-weit offen, aber auch im cm Bereich zu finden. Auf dem Forstweg liegen vereinzelt Sturzblöcke, die meist kleiner als $0,25 \text{ m}^3$ groß sind, manche sind aber auch $0,5 \text{ m}^3$ groß. Unter diesem Gefahrenherd findet man einzelne Steinschlagspuren an Bäumen.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-4 dargestellt.

Als Ablösemechanismen werden auch hier Gleiten und Fallen angenommen.

Am 10. 4. 1997 ist ein Block von ca. 1 m^3 bergseits des Hauses Kardona im Bereich der Marthakapelle zu liegen gekommen. Dieser hat aber keinen Schaden angerichtet. Daraufhin wurde ca. 50 m unter dem Gefahrenherd 2 ein Steinschlagnetz errichtet. Dieses Netz wurde im Herbst 2006 um 80 m Tal einwärts verlängert. Im Frühjahr 2007 hat ein Mitarbeiter des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinenverbauung einen $0,5 \text{ m}^3$ großen Sturzblock aus dem Netz entfernt.

Zwischen dem Gefahrenherd 1 und dem Rücken liegt überall Hangschuttblockwerk, das mit Moos bewachsen ist und teilweise überwuchern Wurzeln Blöcke. Durch Fällen der Bäume oder Entwurzeln können solche Blöcke ins Rollen geraten. Dieses Ereignis ist nicht voraussehbar und auch nicht kalkulierbar.

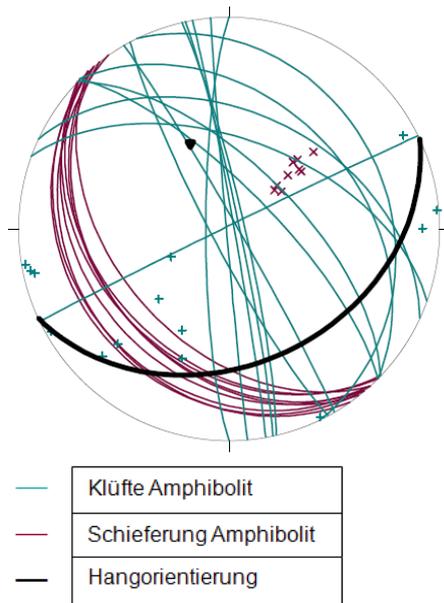


Abbildung 5-4: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 2



Abbildung 5-5: Gefahrenherd 2, Innerversahl

5.1.3 Gefahrenherd 3: Innerversahl - Versahl

Auf 1.490 m SH besteht der Gefahrenherd 3 (Abbildung 5-7, siehe auch Beilagen) aus Amphibolit, der Übergang zum Paragneis befindet sich nur ein paar Meter darüber. Das Gestein ist entlang der Schieferung in Abständen von etwa 20 cm über 50 cm bis zu 1,5 m getrennt. Die Klüfte sind mm-weit offen und die Kluftoberfläche ist wellig ausgebildet. Mögliche Sturzkörper sind maximal ca. 1 m³ groß.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-6 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird in diesem Gefahrenherd Gleiten angenommen.

Weiter oben im Paragneis bewegen sich einzelne Felsblöcke aus dem Gesteinsverband heraus.

Unterhalb der Felswand und am Hang wurden keine größeren Blöcke gefunden, nur ganz kleine, die von Gras und Sträuchern verdeckt sind.

Das Ausbreiten von möglichem Sturzmaterial wird durch eine natürliche Rinne in Richtung Versahl begrenzt. In Richtung Innerversahl verhindert die Hangorientierung, dass mögliche Sturzkörper bewohntes Gebiet gefährden.

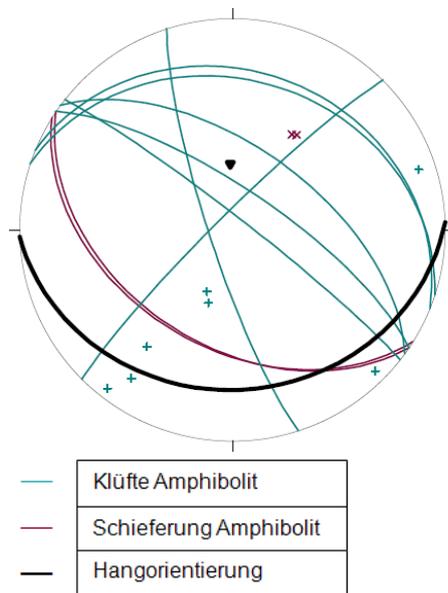


Abbildung 5-6: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 3



Abbildung 5-7: Gefahrenherd 3, Inversahl - Versahl

5.1.4 Gefahrenherd 4: Versahl

Der Gefahrenherd 4 wird im Hangenden aus Amphibolit und im Liegenden aus Paragneis aufgebaut.

Der Paragneis (Abbildung 5-8, siehe auch Beilagen) ist in diesem Bereich sehr stark verwittert. Die Klüfte sind cm-weit offen und dringen teilweise tief in den Berg ein. Die Kluftoberflächen sind wellig ausgebildet. Deutlich sichtbare 1-6 m³ große Sturzblöcke können jederzeit an einer Trennfläche abgleiten. Hellbraune Stellen zeigen Abbrüche der vergangenen Jahre an.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-9 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird in diesem Gefahrenherd Gleiten angenommen.

Aus diesem Bereich (Abbildung 5-8) des Gefahrenherdes 4 stammen höchstwahrscheinlich die Sturzblöcke, die auf den Fotos 5-31 und 5-32 in Kapitel 5.2 Chronikrecherche zu sehen sind. Diese Sturzblöcke kamen vereinzelt in den letzten Jahren oberhalb der Häuser des Weilers Versahl zum Stillstand, ohne Schäden anzurichten.

Oberhalb der Felswand schließt gleich der Wald an. Dieser sichert ein wenig den Boden und verhindert auch das allzu starke Eindringen von Niederschlag in das Kluftgefüge. Physikalische Prozesse werden dadurch geringfügig eingeschränkt. Die Bäume weisen keinen ausgeprägten Säbelwuchs auf, sie sind durch die Schneelast im unteren Bereich leicht verformt worden. Auf der Lichtung und im Wald oberhalb des Gefahrenherdes sind keine Hinweise auf eine größere Massenbewegung zum jetzigen Zeitpunkt gefunden worden.

Im Liegenden dieses Aufschlusses auf ca. 1.515 m SH findet man Amphibolit (Abbildung 5-10), darunter beginnt die Blockhalde. Das Gestein ist hier stark zerlegt und verwittert hellbraun. Die Klüfte sind mm-weit offen bis geschlossen; sie dringen teilweise bis zu 2 m in den Berg ein. Die Kluftoberfläche ist rau bis wellig beschaffen. Frische Sturzblöcke liegen im oberen Bereich der Halde. Der Amphibolit ist nur wenige m mächtig aufgeschlossen, da sich hier der Übergang zu Paragneis befindet.

Unter diesem Gefahrenherd 4 wurde eine Blockgrößenanalyse durchgeführt. Anhand dieser Analyse, der Chronikrecherche und der Aufnahme von vorhandenen Einzelsturzblöcken wurden die Blockgrößen 1, 6 und 13 m³ festgelegt. Mit diesen Kubaturen wurden die Berechnungen in ROCKFALL 6.0 (siehe Kapitel 7.3.1) durchgeführt, um das Schutzbauwerk zu dimensionieren.



Abbildung 5-8: Gefahrenherd 4, Versahl, Paragneis

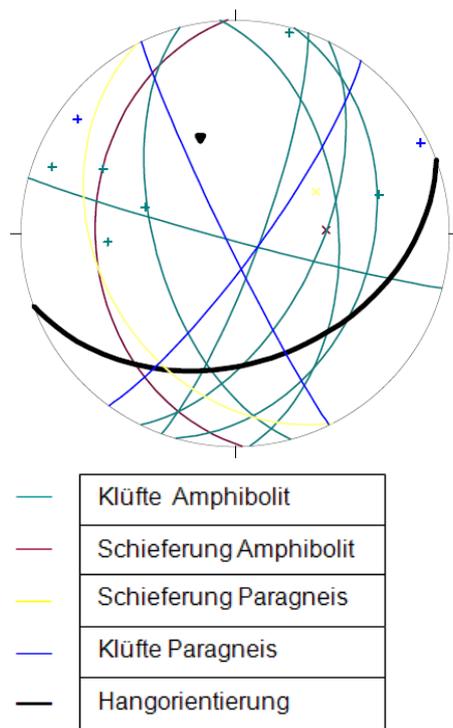


Abbildung 5-9: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 4



Abbildung 5-10: Gefahrenherd 4, Versahl, Amphibolit

5.1.5 Gefahrenherd 5: Versahl überhängende Felswände

Im Bereich des Amphibolits sind die Klüfte mm-weit offen und die Klüftoberflächen rau bis wellig ausgebildet. Mögliche Sturzkörper können ca. 1-3 m³ groß sein.

Im Gefahrenherd 5 (Abbildung 5-11 und 5-13, siehe auch Beilagen) ist der Paragneis stellenweise sehr stark zu einzelnen Mineralkörnern zersetzt (sehr viel Glimmer). Ansonsten ist der Paragneis in diesem Bereich stark verwittert. Die Klüftoberflächen sind rau bis wellig und die Klüfte manchmal verfüllt. Die Klüftweite erreicht hier teilweise mehrere cm.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-12 dargestellt.

Als Ablösemechanismen werden Gleiten und Fallen angenommen.

Direkt unterhalb der Felswand liegen ein paar Blöcke, die zwischen 1 und 3 m³ groß sind. Vereinzelt liegen kleine Blöcke mit ca. 0,25 m³ weiter unten im Wald, die noch nicht mit Moos bewachsen sind.

Unter den überhängenden Felswänden sind deutlich Steinschlagspuren zu erkennen, die im oberen Bereich ca. 1 m und ein paar m weiter unten 1,5 m hoch sind. Die Geländeneigung beträgt ca. 40°. Die aufgenommene Sturzbahn besteht über-

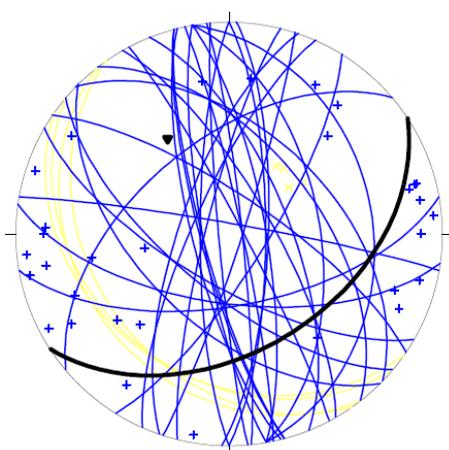
wiegend aus Hangblockwerk und ist zum größten Teil bewaldet. Mögliche Sturzkörper werden nur schwer zum Stillstand kommen, aber die eher geringe Festigkeit kann dazu führen, dass das Gestein leichter zerbricht.

Die Kubaturen 1, 3 und 5 m³ für die Berechnung (7.3.2) in ROCKFALL 6.0 wurden für diesen Gefahrenherd 5 aus den vorhandenen Einzelsturzböcken und der potentiellen Sturzböcken (siehe Abbildung) abgeschätzt.



Potentieller Sturzblock 1 m³

Abbildung 5-11: Gefahrenherd 5, Versahl, überhängende Felswände



—	Klüfte Paragneis
—	Schieferung Paragneis
—	Hangorientierung

Abbildung 5-12: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 5



Abbildung 5-13: Gefahrenherd 5, Versahl überhängende Felswände

5.1.6 Gefahrenherd 6: Versahl bei Technischer Maßnahme

Ab 1.440 m SH ist in diesem Gefahrenherd 6 (siehe Beilagen) Amphibolit aufgeschlossen (Abbildung 5-15). Die Klüfte sind geschlossen bis mm-weit offen und ohne Verwitterungsmaterial.

Während der Bauarbeiten für die technische Schutzmaßnahme wurde der Aufschluss ein wenig abgeräumt, was sich in diesem Bereich an frischen Amphibolitoberflächen zeigt, ansonsten ist das Gestein angewittert. Die Klüftoberflächen sind rau bis wellig ausgebildet. An den Klüftflächen sieht man oft eine deutlich sichtbare Epidot-Granatverwitterung. Kleine Sturzblöcke können jederzeit ausbrechen.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-14 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird hier Gleiten angenommen.

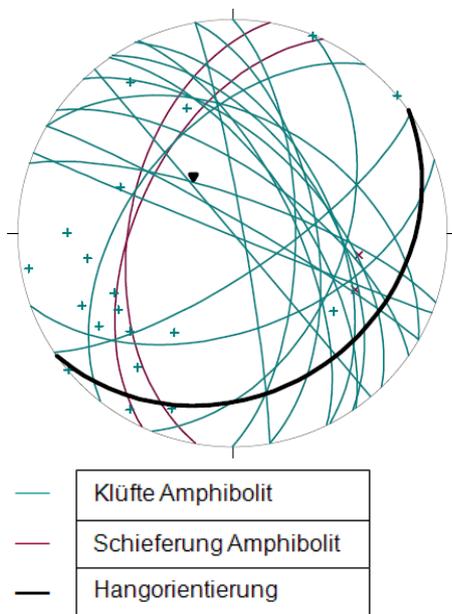


Abbildung 5-14: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 6

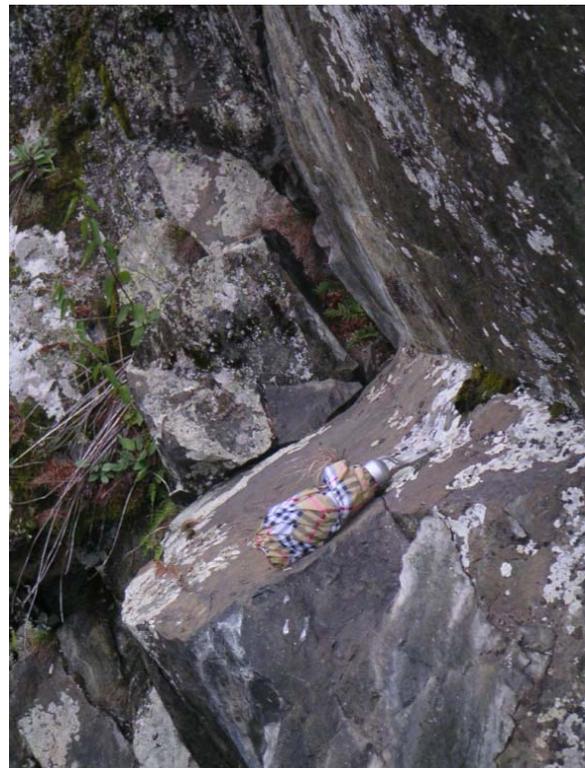


Abbildung 5-15: Gefahrenherd 6, Versahl neben technischer Maßnahme

5.1.7 Gefahrenherd 7: Unterschrofen orographisch linke Bachseite

Im Gefahrenherd 7 (siehe Beilagen) steht ab 1.500 m SH kompakter bis mäßig aufgelockerter Amphibolit (Abbildung 5-17) an. Es können vereinzelt 0,5 m³ große Blöcke herausbrechen. Die Klüfte sind geschlossen bis mm weit offen. Blöcke können auf einer Trennfläche abrutschen. Die Kluftoberflächen sind rau bis wellig. Die Schieferung fällt in den Berg hinein.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-16 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird hier Gleiten angenommen.

Die Sturzbahn möglicher Sturzblöcke verläuft in Richtung Kläranlage.

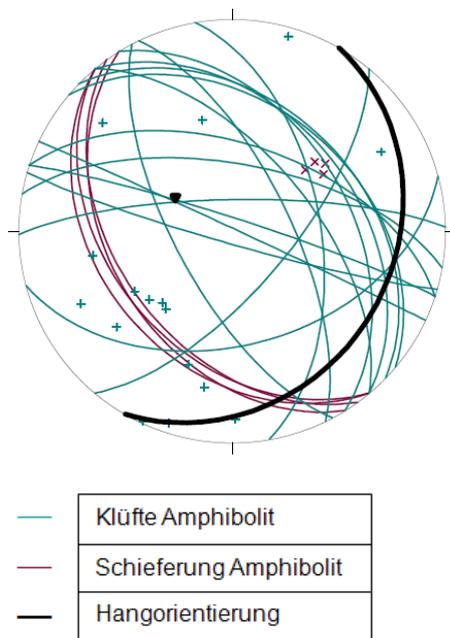


Abbildung 5-16: Trennflächengefüge Gefahrenherd 7



Abbildung 5-17: Gefahrenherd 7, Versahl - Unterschrofen

5.1.8 Gefahrenherd 8: Unterschrofen

In diesem Gefahrenherd (Abbildung 5-19, siehe auch Beilagen) ist auf 1.535 m SH Amphibolit und weiter oben Paragneis anstehend, darunter liegt nur Blockwerk; auch hier ist das Hangblockwerk überwiegend bewaldet.

Die Verbandsfestigkeit ist kompakt bis mäßig aufgelockert. Die Kluftoberflächen sind rau bis wellig und die Klüfte sind geschlossen, z. T. auch mm-weit offen. Auf 2.000 m SH ist der Paragneis kompakt ausgebildet.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-18 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird hier Gleiten angenommen.

Ab 1.950 m SH ist das Gestein stärker zerlegt, der dazugehörige Fußbereich ist aber stabil. Die Schieferungsfläche fällt in den Hang ein.

Auf 1.535 m SH ist ein kleiner Aufschluss von Amphibolit. Viele Blöcke liegen herum, die zum Teil frisch und teilweise mit Moos bewachsen sind.

An den Bäumen sind viele Schlagmarken in einer Höhe von 0,5-1 m zu finden.

Die Hangneigung beträgt ca. 41°, daher bleiben Sturzblöcke selten entlang der Sturzbahn liegen, sondern rollen bis zu den Häusern des Weilers Unterschrofen. Aus diesem Gefahrenherd stammt auch der ca. 3 m³ große Block, der eine Scheune zum Teil zerstörte.

Die Kubaturen von 1, 6, 13 und 34 m³ Größe wurden für diesen Gefahrenherd 8 aus den vorhandenen Einzelsturzblöcken, der potentiellen Sturzkörper im Ablösebereich und der Chronikrecherche für die Berechnung in ROCKFALL 6.9 (siehe Kapitel 7.3.3) festgelegt.

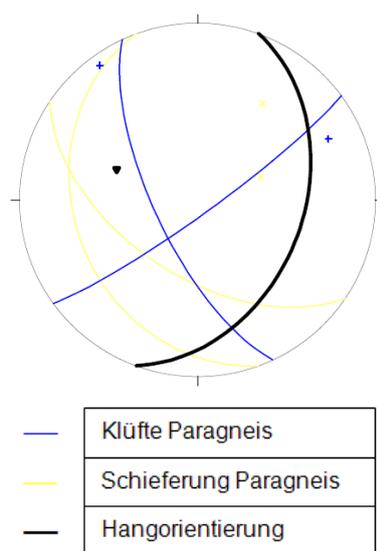


Abbildung 5-18: Trennflächengefüge Gefahrenherd 8



Abbildung 5-19: Gefahrenherd 8, Unterschrofen

5.1.9 Gefahrenherd 9: Vergrößerung

Auf 1.605 m SH steht im Liegenden noch Amphibolit an, ca. 1 m hoch, dann erfolgt der Übergang zu Paragneis, siehe Abbildung 5-21. Direkt oberhalb der mehrere hundert Meter hohen Felswände befindet sich auch der Startpunkt von Profil E (Unterschrofen), siehe Beilagen.

Der Amphibolit ist geschiefert und besitzt nur wenige Trennflächen. Der Paragneis ist stärker geschiefert. Die Klüfte sind mm-weit offen, und die Klüftoberflächen sind wellig ausgebildet.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-20 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird Gleiten angenommen.

Unterhalb der Felswand befindet sich eine Schutthalde mit teilweise $> 10 \text{ m}^3$ großen Blöcken. Sturzblöcke haben einen großen Ausrollbereich bis zu den Häusern von Vergrößerung. Der Ausrollbereich wird durch eine Sturzrinne, Technische Maßnahmen und eine kleine Steinmauer begrenzt. Der Schuttkegel wurde nach dem Linienzählverfahren vertikal und horizontal aufgenommen. Er ist sehr gut sortiert, im oberen Bereich beträgt die Größe der Blöcke weniger als $0,1 \text{ dm}^3$, nach unten zu erreichen sie eine Größe von $> 10 \text{ m}^3$.

Unterhalb des Schuttkegels auf einer Kuhweide liegen ein paar alte Sturzblöcke, die zwischen $0,25\text{-}1 \text{ m}^3$ groß sind.

Die Kubaturen von $1, 6$ und 13 m^3 Größe wurden für diesen Gefahrenherd 9 aus der Schuttkegelvermessung und den vorhandenen Einzelsturzblöcken für die Berechnung in ROCKFALL 6.9 (siehe Kapitel 7.3.4) festgelegt.

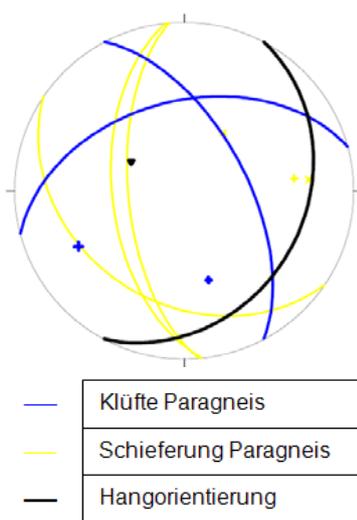


Abbildung 5-20: Trennflächengefüge Gefahrenherd 9



Abbildung 5-21: Gefahrenherd 9, Vergrößerung

5.1.10 Gefahrenherd 10: Platt über Technischer Maßnahme

Ab ca. 1.500 m SH sind durch den Bau der Technischen Maßnahme Teile der Felswand aufgeschlossen. Am oberen Ende der Technischen Maßnahme ist ein deutlich abgrenzbarer Übergang von Paragneis zu Amphibolit (Paragneis liegt hier als Schuppe vor) (Abbildung 5-23). Der Paragneis ist geschiefert und dünnbankig bis grobgebankt anstehend mit geschlossenen bis mm-weit offenen Klüften.

Der Amphibolitgneis ist kompakt anstehend. Die Klüfte sind geschlossen oder mm-weit offen.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-22 dargestellt.

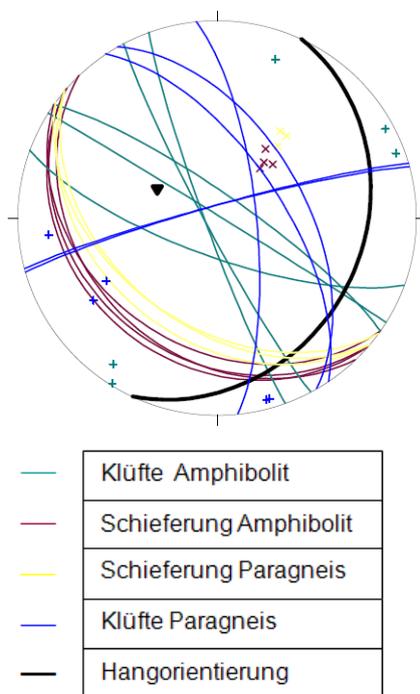


Abbildung 5-22: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 10



Abbildung 5-23: Gefahrenherd 10, Platt über Technischer Maßnahme

5.1.11 Gefahrenherd 11: Platt neben Technischer Maßnahme

Auf 1.515 m SH steht im Gefahrenherd 11 (Abbildung 5-24, siehe Beilagen) Amphibolit an. Das Gestein ist hier stark zerlegt, in den höheren Partien ist der Amphibolit kompakter. Die Klüfte sind mm bis cm-weit offen und die Klüftoberflächen sind wellig oder rau ausgebildet.

Unter dem Aufschluss liegen Sturzblöcke, die bis 1 m³ groß sind.

Die Kubaturen von 1, 3 und 5 m³ wurden für diesen Gefahrenherd 11 anhand der Schuttkegelvermessung, und der potentiellen Sturzkörper im Ablösebereich für die Berechnung in ROCKFALL 6.9 (siehe Kapitel 7.3.5) festgelegt.



Abbildung 5-24: Gefahrenherd 11, Platt neben Technischer Maßnahme

5.1.12 Gefahrenherd 12: Platt bis Ebene

Dieser Aufschluss (Abbildung 5-26, Beilagen) ist ca. 10 m hoch und 20 m lang und wird von Amphibolit aufgebaut. Mehrere Sturzblöcke liegen hier unterhalb der Felswand, die bis zu 1 m³ groß und mit Moos bewachsen sind. Nur ganz kleine Stücke sehen frisch aus.

Das Gestein ist meist angewittert, aber zum Teil auch stark verwittert.

Die Klüfte sind geschlossen oder mm bis cm-weit offen; die Klüftoberflächen sind rau bis wellig ausgebildet. Die Schieferung fällt gegen den Berg ein.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-25 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird Gleiten angenommen.

Sturzkörper bis 1 m³ sind möglich. An den Bäumen unterhalb sind keine Steinschlagspuren zu finden.

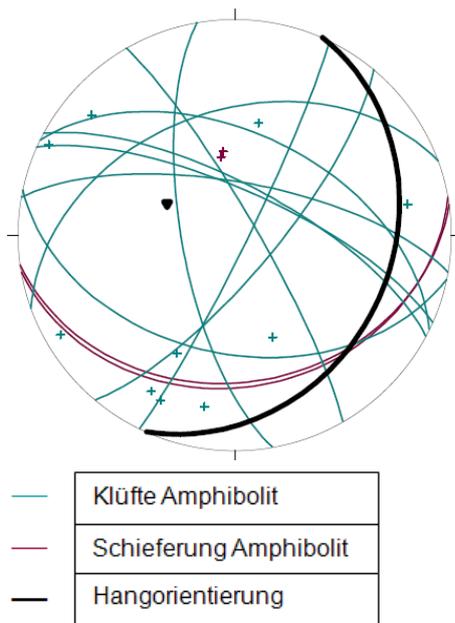


Abbildung 5-25: Trennflächengefüge Gefahrenherd 12



Abbildung 5-26: Gefahrenherd 12, Platt über Häusern

5.1.13 Gefahrenherd 13: Ebene

Entlang des Forstweges auf 1.435 m SH in Richtung Totenmannbach ist Amphibolit (Abbildung 5-28) mit einer Länge von etwa 30 m und einer Höhe von ca. 6 m aufgeschlossen. Das Gestein hat hier einen Trennflächenabstand von 0,5 und 1 m. Die Klüfte sind geschlossen bis mm-weit offen, dringen aber nicht tief in den Berg ein. Die Klüftoberflächen sind rau bis wellig ausgebildet. Mögliche Sturzblöcke wären zwischen 0,25-0,5 m³ groß.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-27 dargestellt.

Als Ablösemechanismus wird Gleiten angenommen.

An den Bäumen unterhalb des Aufschlusses sind keine Steinschlagspuren erkennbar.

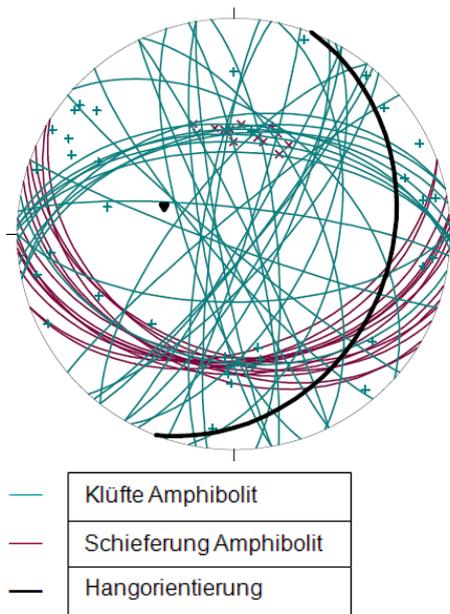


Abbildung 5-27: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 13



Abbildung 5-28: Gefahrenherd 13, Ebene

5.1.14 Gefahrenherd 14: Ebene weiter oben

Auf 1.475 m SH steht im Gefahrenherd 14 (Abbildung 5-30, siehe Beilagen) Amphibolit an. Mögliche Sturzkörper sind zwischen $0,5 \text{ m}^3$ und 1 m^3 groß, meist sind sie aber kleiner. Die Klüfte sind mm-weit offen und die Klüftoberflächen sind rau bis wellig ausgebildet.

Das Trennflächengefüge ist in Abbildung 5-29 dargestellt.

Unter dem Aufschluss ist der Waldboden mit Moos und Gras bewachsen, nach ca. 7 m wachsen Jungbäume und weiter unten stehen ältere Bäume. Der

Baumbestand ist nicht geknickt und weist keinen Säbelwuchs oder Schlagmarken auf. Ein paar Meter weiter unten liegen drei Blöcke mit knapp weniger als 1 m^3 und ein Block mit ca. 2 m^3 .

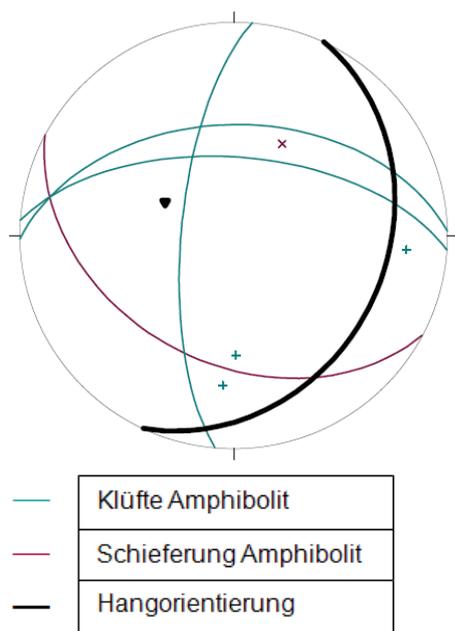


Abbildung 5-29: Trennflächengefüge Gefahrenherd 14

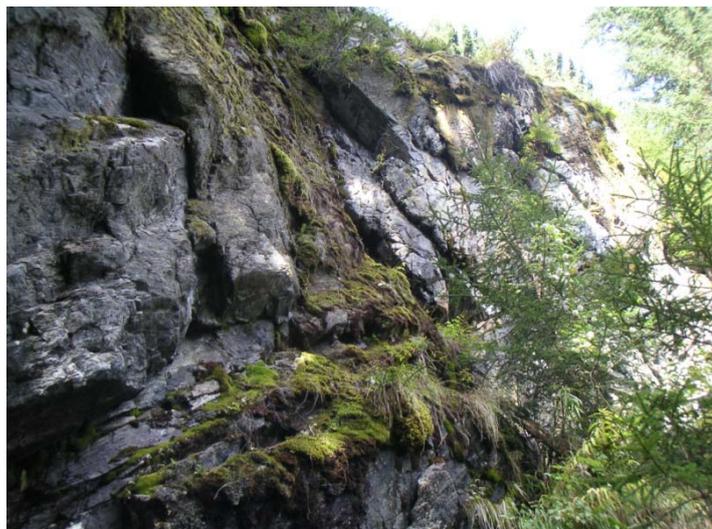


Abbildung 5-30: Gefahrenherd 14, Ebene weiter oben

5.1 Chronikrecherche

Für den gesamten Bereich des Projektgebietes gibt es in der Dorfchronik nur eine schriftliche Aufzeichnung über ein Steinschlagereignis. Die Mur- und Lawinenergebnisse sind in dieser Dorfchronik gut dokumentiert. Für das Gemeindegebiet von Ischgl besteht ein vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung erstellter Gefahrenzonenplan.

Für die Erhebung von historischen Ereignissen wurden mit ortsansässigen Personen Begehungen und Befragungen durchgeführt.

Im Projektbereich wurde von der WLW 1997 schon ein Steinschlagsicherungsprojekt umgesetzt, das von der Gemeinde Ischgl im Herbst 2006 noch um 80 m Tal einwärts erweitert wurde.

Gemeinde Ischgl:

60er Jahre: Bereich Versahl

Kubikmeter große Blöcke sind am Müllablageplatz neben einem alten Bauernhaus zum Stillstand gekommen. An der Abbruchfläche dieses Steinschlagereignisses (Gefahrenherd 4) sieht man heute einen ca. 6 m³ großen Block, der jederzeit abrutschen könnte, auch mehrere kleinere Blöcke könnten an dieser Stelle abrutschen.

80er Jahre: Bereich Unterschrofen

Ein ca. 3 m³ großer Block rollte zwischen den Grundparzellen 3042/3 und 3043/1 herunter und zerstörte die Ecke der Lagerhalle von PZ 3024. Dieses Steinschlagereignis löste sich im Gefahrenherd 8.

10. 4. 1997: Bereich Marthakapelle

Ein Block von ca. 1 m³ Größe blieb bergseits des Hauses Kardona im Bereich der Marthakapelle (unter Gefahrenherd 2) liegen, er hat aber keinen Schaden angerichtet. Daraufhin wurde ein Steinschlagnetz ca. 180 m über Talniveau errichtet. Dieses Netz wurde im Herbst 2006 um 80 m Tal einwärts verlängert, da die beiden

Grundparzellen 2905/1 und 2905/2 durch das bestehende Steinschlagnetz nicht geschützt waren. Im Frühjahr 2007 fand ein Aufseher des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung einen ca. 0,5 m³ großen Block, der durch das Steinschlagnetz aufgefangen worden war.

Zwischen 1990 und 2000: Bereich Versahl

Von Gefahrenherd 4 lösen sich immer wieder bis zu 1 m³ große Blöcke (siehe Abbildungen 5-30 und 5-31), die bis zu den Parzellen 2952, 2950/4, 2950/2, 2950/1, 2950/3 und 2949/1 rollen können, sie könnten aber auch die Häuser mit den Parzellennummern 767, 768, 770, 772, 773, 774 und 2949/2 erreichen und beschädigen.



Abbildung 5-31: Sturzblock aus Gefahrenherd 4



Abbildung 5-32: Sturzblock aus Gefahrenherd 4

6 Steinschlagrisikobewertung

Die meisten existierenden Bewertungssysteme für Steinschlaggefahren wurden für Eisenbahnen und Straßen entwickelt z. B. WYLLIE, D. C. & MAH, C. W. (2007) (siehe Tabelle 6-1). Für die Flächenwidmung und Siedlungen sind meist keine Daten über Steinschlagereignisse dokumentiert. Daher baut die Risikobeurteilung auf einer Abschätzung der Steinschlaghäufigkeit auf. Diese kann von einer Beurteilung der Ablösebereiche und/oder der darunter liegenden Blockhalden abgeleitet werden.

Die Bewertung des Steinschlagrisikos in der Gemeinde Ischgl erfolgte nach MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008). Für die in dieser Arbeit vorgeschlagene Vorgangsweise wurde das Modell von WYLLIE (2007) als Orientierungsgrundlage verwendet. Anhand dieses Schemas werden nun die Felsaufschlüsse und/oder die darunter liegenden Blockhalden mit einem Punktesystem beurteilt und gereiht.

Tabelle 6-1: Steinschlagrisikobewertungsmodell (WYLLIE, 1987, PIERSON *et al.*, 1990)

Category	Rating criteria and score			
	Points 3	Points 9	Points 27	Points 81
(a) Slope height (m)	7.5 m	15 m	23 m	30 m
(b) Ditch effectiveness	Good catchment	Moderate catchment	Limited catchment	No catchment
(c) Average vehicle risk (% of time)	25% of the time	50% of the time	75% of the time	100% of the time
(d) Percentage of decision sight distance (% of design value)	Adequate sight distance, 100% of design value	Moderate sight distance, 80% of design value	Limited sight distance, 60% of design value	Very limited sight distance 40% of design value
(e) Roadway width including paved shoulders (m)	13.5 m	11 m	8.5 m	6 m
(f) <i>Geologic character</i>				
Case 1				
Structural condition	Discontinuous joints, favorable orientation	Discontinuous joints, random orientation	Continuous joints, adverse orientation	Continuous joints, adverse orientation
Rock friction	Rough, irregular	Undulating	Planar	Clay infilling, or slickensided
Case 2				
Structural condition	Few differential erosion features	Occasional erosion features	Many erosion features	Major erosion features
Difference in erosion rates	Small difference	Moderate difference	Large difference	Extreme difference
(g) Block size	0.3 m	0.6 m	1.0 m	1.2 m
Quantity of rock fall event	3 m ³	6 m ³	9 m ³	12 m ³
(h) Climate and presence of water on slope	Low to moderate precipitation; no freezing periods, no water on slope	Moderate precipitation, or short freezing periods, or intermittent water on slope	High precipitation or long freezing periods, or continual water on slope	High precipitation and long freezing periods, or continual water on slope and long freezing periods
(i) Rock fall history	Few falls	Occasional falls	Many falls	Constant falls

Steinschlagrisikobewertung nach MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER, (2008):

Das Modell von MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008) berücksichtigt folgende Parameter:

- Kluftweite
- Kluftoberfläche und Kluftfüllung
- Kluftorientierung
- vertikale Fallhöhe
- Klima und Wasser
- Blockgröße
- Rauigkeit und Dämpfungseigenschaft der Sturzbahn
- Chronikrecherche
- Flächenwidmung

Steinschlaggefährdete Gebiete werden nach der Anzahl der Punkte gemäß Tabelle 6-2 gereiht.

Tabelle 6-2: Klassifizierungskriterien und Punkteschema (MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER, 2008)

		Parameter	Influences	3 Points	9 Points	27 Points	81 Points
Source area	1	Loosening of rock	Frequency/Probability	joints closed	joint width mm	joint width cm	joint width dm
	2	Joint strength	Frequency/Probability	rough joints	undulated joint-planes	planar joints	slickensides, joint gauge
	3	Joint discontinuity and orientation	Frequency/Probability	discontinuous joints, favourable orientation	discontinuous joints, random orientation	discontinuous joints, adverse orientation	continuous joints, adverse orientation
Pathway (transition + immission zone)	4	Vertical slope-height [m]	Damage	<100	100-300	300-500	>500
	5	Climate and water	Frequency/Probability	aspect of slope=north, no water present on slope	slope tends to be dry	water present on slope	aspect of slope=south, permanent water leakage
	6	Block size [m ³] d ₉₀	Damage	< 1	1 - 5	5 - 10	> 10
	7	Pathway: roughness+damping	Damage + Frequency/Probability	high roughness, good damping	rough, forested slope, good to mean damping (i. e. scree slope)	little vegetation, smooth, mean to poor damping	no vegetation, poor damping (rocky surface)
	8	Proof of historical events	Frequency/Probability	no events reported, no silent witnesses	silent witnesses no events reported	1 event/10 years	>1 event/10 years
	9	Quality of land use	Damage	agriculture	periodically used buildings	periodically inhabited buildings	permanently inhabited buildings

Der allgemeinen Definition von Risiko (Risiko= Eintrittswahrscheinlichkeit * Schaden) folgend werden die Summe der Punkte, die den Parameter Wahrscheinlichkeit eines Steinschlagschlagereignisses angeben und die Summe der Punkte, die den Parameter Schaden beeinflussen, miteinander multipliziert. Die Parameter „pathway roughness“ und „damping“ beeinflussen Wahrscheinlichkeit und Schaden. „Vertical slope-height“, „block seize“, „pathway roughness and damping“ und „quality of land use“ beeinflussen den Parameter Schaden („damage“). „Loosening of rock“, „joint

strength“, „joint discontinuity and orientation“, „climate and water“, „pathway roughness and damping“ und „proof of historical events“ beeinflussen den Parameter Wahrscheinlichkeit (Tabelle 6-2).

Die Eintrittswahrscheinlichkeit hängt ab von (ANGERER *et al.* 1998):

- der Existenz von labilem Material
- dem Erreichen des gefährdeten Objekts
- der Frequenz des Steinschlags, wenn das gefährdete Objekt erreicht wird
- den Randbedingungen aus dem gefährdeten Objekt

Die Schadenshöhe hängt von folgenden Faktoren ab:

- dem Wert des gefährdeten Objekts
- der Sensitivität gegenüber der Steinschlageinwirkung
- der Größe der konkret zu befürchteten Einwirkung (Energie)

In Tabelle 6-3 wird ein Beispiel zur Berechnung des relativen Risikos angeführt.

Tabelle 6-3: Berechnung des relativen Risikos (Beispiel mit schlechtest denkbarem Fall)

	Parameter	Influences	Sum scores damage	*	Sum scores Frequency/Probability	= Relative risk	
Source area	1 Loosening of rock	Frequency/Probability		X	81	X	
	2 Joint strength	Frequency/Probability			81		
	3 Joint discontinuity and orientation	Frequency/Probability			81		
Pathway (transition + immission zone)	4 Vertical slope-height [m]	Damage	81				
	5 Climate and water	Frequency/Probability			81		
	6 Block size [m ³] d ₉₀	Damage	81				
	7 Pathway: roughness+damping	Damage + Frequency/Probability	81				
	8 Proof of historical events	Frequency/Probability			81		
	9 Quality of landuse	Damage	81				
			324	*	486	= 157464	

Darstellung der Gefahrenherde anhand des Steinschlagrisikobewertungssystem nach MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008):

Tabelle 6-4: Punktevergabe für die Bereiche 1 - 4

			Gefahrenherd 1		Gefahrenherd 2		Gefahrenherd 3		Gefahrenherd 4	
			Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability
Source area	1	Loosening of rock		9		9		9		27
	2	Joint strength		3		9		9		27
	3	Joint discontinuity and orientation		3		9		9		27
Pathway (transition + immission zone)	4	Vertical slope-height [m]	3		9		9		9	
	5	Climate and water		9		9		9		9
	6	Block size [m³] d ₉₀	3		3		3		9	
	7	Pathway: roughness+damping	3	3	9	9	27	27	9	9
	8	Proof of historical events		3		27		3		27
	9	Quality of land use	3		81		3		81	
Summary scores for damage and probability			12	30	102	72	42	66	108	126
Relative Risk			360		7.344		2.772		13.608	

Tabelle 6-5: Punktevergabe für die Bereiche 5 - 8

			Gefahrenherd 5		Gefahrenherd 6		Gefahrenherd 7		Gefahrenherd 8	
			Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability
Source area	1	Loosening of rock		9		9		9		9
	2	Joint strength		3		3		9		9
	3	Joint discontinuity and orientation		9		9		9		9
Pathway (transition + immission zone)	4	Vertical slope-height [m]	27		3		9		81	
	5	Climate and water		9		9		9		9
	6	Block size [m³] d ₉₀	3		3		3		3	
	7	Pathway: roughness+damping	27	27	27	27	27	27	9	9
	8	Proof of historical events		27		3		9		27
	9	Quality of land use	81		81		9		81	
Summary scores for damage and probability			138	84	114	60	48	72	174	72
Relative Risk			11.592		6.840		3.456		12.528	

Tabelle 6-6: Punktevergabe für die Bereiche 9 - 12

			Gefahrenherd 9		Gefahrenherd 10		Gefahrenherd 11		Gefahrenherd 12	
			Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability
Source area	1	Loosening of rock		9		3		9		9
	2	Joint strength		9		9		9		9
	3	Joint discontinuity and orientation		9		9		9		9
Pathway (transition + immission zone)	4	Vertical slope-height [m]	27		9		9		9	
	5	Climate and water		9		9		9		9
	6	Block size [m³] d ₉₀	3		3		3		3	
	7	Pathway: roughness+damping	27	27	27	27	9	9	9	9
	8	Proof of historical events		9		9		9		9
	9	Quality of land use	81		3		81		81	
Summary scores for damage and probability			138	72	42	64	102	54	102	54
Relative Risk			9.936		2.688		5.508		5.508	

Tabelle 6-7: Punktevergabe für die Bereiche 13 - 14

		Parameter	Gefahrenherd 13		Gefahrenherd 14	
			Damage	Frequency/Probability	Damage	Frequency/Probability
Source area	1	Loosening of rock		3		9
	2	Joint strength		9		9
	3	Joint discontinuity and orientation		9		9
Pathway (transition + immission zone)	4	Vertical slope-height [m]	9		9	
	5	Climate and water		9		9
	6	Block size [m ³] d ₉₀	3		3	
	7	Pathway: roughness+damping	9	9	9	9
	8	Proof of historical events		9		9
	9	Quality of land use	81		81	
		Summary scores for damage and probability	102	48	102	54
		Relative Risk	4.896		5.508	

Gefahrenherd 1: Madleinbach, **Gefahrenherd 2:** Innerversahl, **Gefahrenherd 3:** Innerversahl – Versahl, **Gefahrenherd 4:** Versahl Schuttkegel (Profil A), **Gefahrenherd 5:** Versahl überhängende Felswände (Profil B), **Gefahrenherd 6:** Versahl über Technischer Maßnahme, **Gefahrenherd 7:** Versahl – Unterschrofen, **Gefahrenherd 8:** Unterschrofen (Profil C), **Gefahrenherd 9:** Vergröß (Profil D), **Gefahrenherd 10:** Platt über Technischer Maßnahme, **Gefahrenherd 11:** Platt neben Technischer Maßnahme (Profil E), **Gefahrenherd 12:** Platt Ebene, **Gefahrenherd 13:** Ebene, **Gefahrenherd 14:** Ebene weiter oben

Wahrscheinlichkeit/Schaden-Diagramm:

Die Anwendung des Steinschlagrisikobewertungsmodells für Siedlungsgebiete identifiziert steinschlaggefährdete Bereiche mit einem speziellen Wert für jeden bewohnten Bereich. Dieser Wert stellt ein semiquantitatives Risiko für jeden Bereich dar.

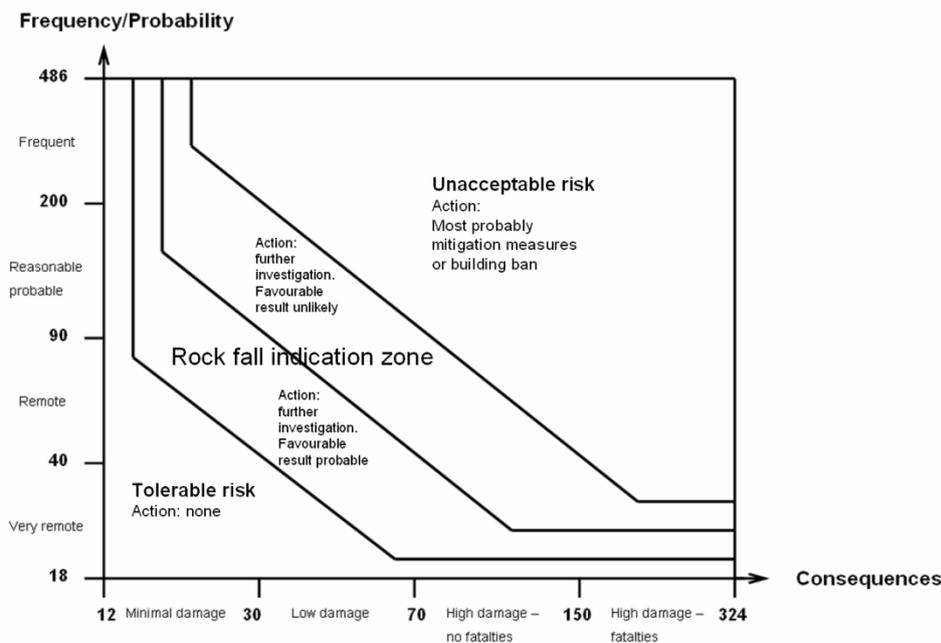


Abbildung 6-1: Wahrscheinlichkeit/Schaden-Diagramm (aus: MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008))

Die vorgeschlagenen Kategorien für die Klassifikation der Bereiche:

1. Zone mit tolerierbarem Risiko – Keine Gefährdung durch Steinschlag
2. Von Steinschlag gefährdete Zone – Weitere Untersuchungen sind notwendig, tolerierbares Risiko ist wahrscheinlich
3. Von Steinschlag gefährdete Zone–Diese Zone hat eine höhere Wahrscheinlichkeit von Steinschlagereignissen. Weitere Untersuchungen sind notwendig, tolerierbares Risiko ist unwahrscheinlich
4. Unakzeptables Risiko – Das Risiko, in dieser Zone von Steinschlag getroffen zu werden, ist nicht akzeptierbar. Untersuchungen und Maßnahmen sind erforderlich, oder auch Bauverbot.

Schaden/Wahrscheinlichkeits-Diagramm der 14 aufgenommenen Gefahrenherde:

Im folgenden Wahrscheinlichkeit/Schaden-Diagramm (Abbildung 6-2) werden alle 14 Gefahrenherde anhand ihrer Punkteanzahl dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, welche Bereiche ein geringes oder hohes Steinschlagrisiko haben.

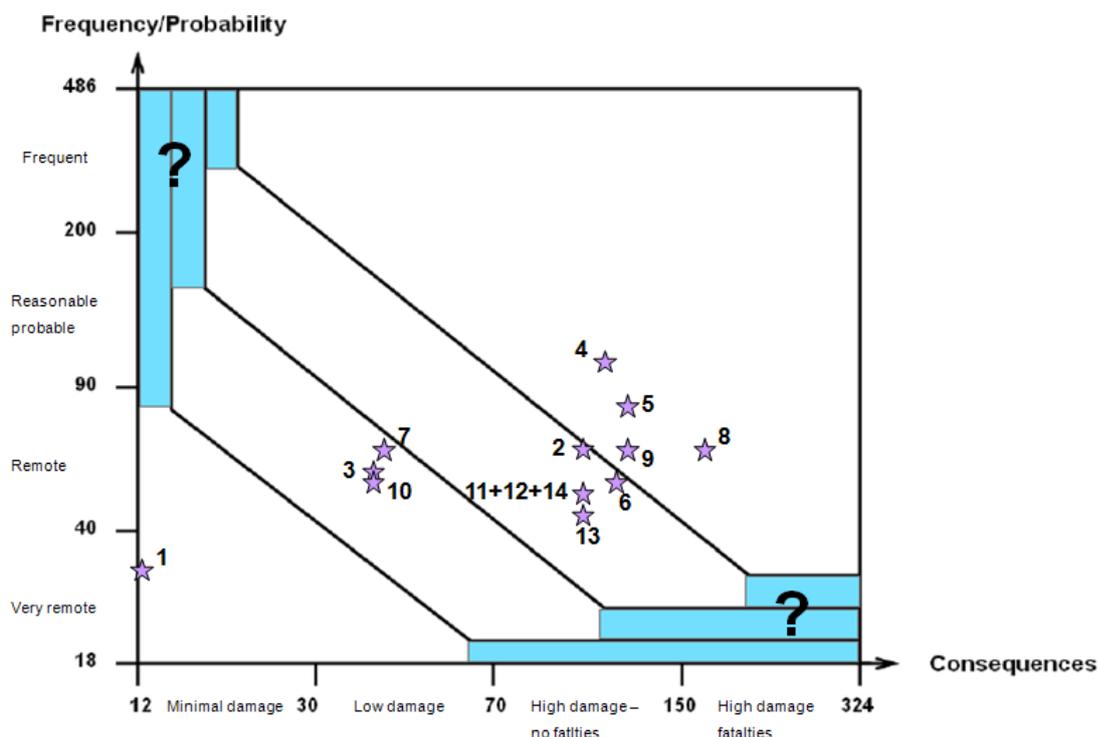


Abbildung 6-2: Schaden/Wahrscheinlichkeit-Diagramm mit den 14 aufgenommenen Gefahrenherden

Gefahrenherd 1: Madleinbach, **Gefahrenherd 2:** Innerversahl, **Gefahrenherd 3:** Innerversahl – Versahl, **Gefahrenherd 4:** Versahl Schuttkegel (Profil A), **Gefahrenherd 5:** Versahl überhängende Felswände (Profil B), **Gefahrenherd 6:** Versahl über Technischer Maßnahme, **Gefahrenherd 7:** Versahl – Unterschrofen, **Gefahrenherd 8:** Unterschrofen (Profil C), **Gefahrenherd 9:** Vergröß (Profil D), **Gefahrenherd 10:** Platt über Technischer Maßnahme, **Gefahrenherd 11:** Platt neben Technischer

Maßnahme (Profil E), **Gefahrenherd 12**: Platt Ebene, **Gefahrenherd 13**: Ebene, **Gefahrenherd 14**: Ebene weiter oben

In der Abbildung 6-2 sieht man deutlich, dass nur Gefahrenherd 1 ein sehr geringes Risiko eines Steinschlagereignisses zeigt. Die Gefahrenherde 3, 7 und 10 zeigen ein geringes Risiko von einem Steinschlagereignis betroffen zu sein, weitere Untersuchungen sind notwendig. Die Gefahrenherde 2, 6, 11, 12, 13 und 14 befinden sich in der Zone mit einem größeren Steinschlagrisiko, auch hier sind weitere Untersuchungen notwendig. In der Zone mit einem nicht akzeptierbaren Risiko liegen die Gefahrenherde 4, 5, 8 und 9. Diese 4 Gefahrenherde und der Gefahrenherd 11 werden für weitere Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit untersucht.

7 Dimensionierung der Schutzbauwerke

Nach der Bewertung der Risiken, der Geländebegehung und der Luftbildauswertung wurden 5 Profile für die Positionierung und Dimensionierung von Schutzbauwerken mittels ROCKFALL 6.0 von SPANG & KRAUTER (2001) ausgewählt. Es sind die Gefahrenherde 4, 5, 8 und 9 aus der Zone mit unakzeptablem Risiko und der Gefahrenherd 11 als Beispiel der von Steinschlaggefährdeten Zone, in der das tolerierbare Risiko unwahrscheinlich ist. Die Positionierung und Dimensionierung der Schutzbauwerke werden im Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0 ermittelt.

7.1 Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0

Die Berechnung von Steinschlagbahnen wurde mit dem Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0 von SPANG & KRAUTER (2001) durchgeführt. Die Simulation berechnet die Bahndaten eines Blockes nach den Bewegungsgesetzen und der Stoßtheorie unter Berücksichtigung des Dralls. Dieses Programm kann die Bahnen einzelner Blöcke (Steine) oder auch von bis zu 10.000 Steinen berechnen. Die auftretenden Energien und Sprunghöhen können für jeden Punkt im Profil, vor allem an Auffangbauwerken, bestimmt werden.

Theoretischer Hintergrund

Als erstes wird ein zweidimensionales Profil für die Simulation eines Steinschlagereignisses festgelegt und in einzelne Lamellen unterteilt. Die Hangform legt dabei die Lamellenzahl und -weite fest. Dabei werden den einzelnen Lamellen unterschiedliche Oberflächeneigenschaften zugeordnet.

Als Anfangsbewegung eines Steinschlagereignisses ist Freier Fall, Gleiten, Rollen und Kippen möglich, wobei nach jedem Stoß auf dem Untergrund und bei jedem Lamellenwechsel der Bewegungszustand ausgewertet wird.

Die Berechnung wird solange fortgeführt, bis entweder ein Bauwerkstreffer erfolgt oder der Block liegen bleibt. Dies kann durch Ausrollen in flacherem Gefälle oder durch einen Stoß mit dem Untergrund, der den Block zurückwirft, geschehen. Wenn

keines dieser Ereignisse eintritt, wird die Berechnung fortgeführt, bis der Block auf das Schutzbauwerk trifft oder das Profil verlässt.

Als Geschwindigkeiten treten normale und tangentielle Grenzgeschwindigkeiten auf. Unterschreiten die beiden Grenzgeschwindigkeiten, die tangentielle und normale Grenzgeschwindigkeit gleichzeitig, wird die Bewegung abgebrochen. Wenn die normale Grenzgeschwindigkeit unterschritten wird, folgt nach einem Stoß die Bewegung Rollen.

Die in die Berechnung eingehenden Parameter sind:

- Startpunkt
- Hanggeometrie
- Bemessungsblockgröße und -form (Kugel oder Scheibe)
- Startbewegung
- energierelevante Hangparameter
- tangentielle Dämpfung
- normale Dämpfung
- Rollwiderstand
- Gleit- und Haftreibung
- Oberflächenrauigkeit
- Gesteinsdichte

Diese Einflussgrößen werden über eine Parameterstudie, innerhalb von plausiblen Grenzen variiert, bis die Simulation einen realistischen Sturzverlauf sowie eine realistische Reichweite ergibt.

Hanggeometrie

Der betreffende Hang wird vom Ablösebereich bis zum gefährdeten Objekt mittels einer einfachen Vermessung (Neigungsmesser, Laserdistanzmeßgerät, Höhenmesser und Karte) erfasst. Die Untergrundverhältnisse (Fels oder Boden, Rauigkeit, Dämpfungseigenschaften, Reibungswinkel, Rollwiderstand) werden den jeweiligen Hangabschnitten (Homogenbereichen) zugeordnet.

Restrisiko

Eine vollständige Abdeckung der Gefährdung ist in den meisten Fällen nicht möglich. Das Ziel einer Steinschlagsimulation ist eine Optimierung der Maßnahmen, um eine ökonomisch und funktionell sinnvolle Lösung zur Reduktion der Gefährdung zu erreichen.

Mögliche Sturzereignisse oder Ereignisverkettungen, die die Möglichkeiten des Schutzbauwerkes in Bezug auf Sprunghöhe und/oder Energie übersteigen, können wie bei vergleichbaren bestehenden Anlagen nicht ausgeschlossen werden. Während einer Simulation eines Steinschlagereignisses werden Stürze von Felsbereichen im Verband nicht untersucht.

Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass nur eine gute Abschätzung mit allen in der Natur vorgegeben Unschärfen zu erreichen ist. Trotz einer aufwendigen Simulation kann bei komplexen Bewegungsabläufen mit zahlreichen Einflussgrößen, ein Restrisiko bleiben.

Steinschlagschutzbauwerk

An einer Stelle des Profils wird ein Steinschlagschutzbauwerk simuliert, an diesem wird die maximale auftretende kinetische Energie, die auf dieses Bauwerk wirkt, ermittelt, und die erforderliche Bauwerkshöhe ausgegeben.

Simulationsimmanente Sicherheit

Das Simulationsprogramm berücksichtigt keine Waldbestockung und deren bremsende Wirkung, weil ein Steinschlagereignis ohne bremsende Baumkontakte durchaus möglich, wenn auch unwahrscheinlich ist. Daraus resultiert ein gewisser nicht quantifizierbarer Sicherheitsfaktor.

Zur Energieberechnung kann man einen „Stein“ in Kugelform (bzw. als Option Scheibenform) wählen. Der Stein in Kugelform kann aufgrund seiner wesentlich geringeren Rollwiderstände höhere Geschwindigkeiten und Energien erreichen und hat meist ungünstigere Lastfälle als kantige Blöcke.

Die Blockgrößen für mögliche Steinschlagereignisse ergeben sich entweder aus den im Ablösebereich vorkommenden Blöcken, der Aufnahme von Schutthalden oder von vorliegenden Sturzblöcken aus Einzelereignissen.

7.2 Aufnahme der Geländeprofile für die Berechnung mittels des Steinschlagsimulationsprogrammes Rockfall 6.0

Die Abbildung 7-1 zeigt die Beilage 14.4 als kleine Übersicht im Maßstab 1:30.000.

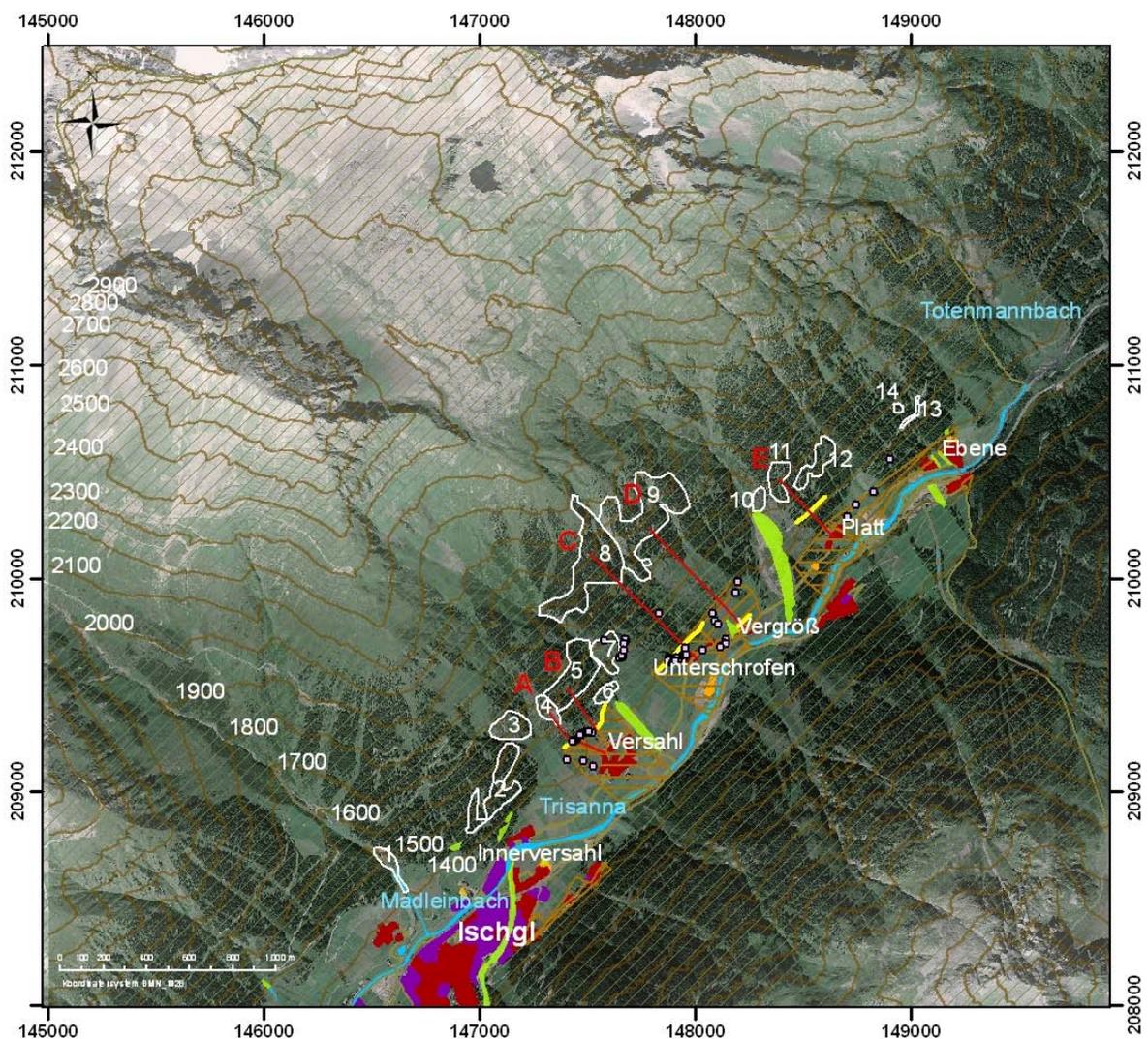


Abbildung 7-1: Übersicht der Beilage 14.4

Legende

-  Sturzblöcke
-  Profile
-  Vorschlag Technische Maßnahme
-  bestehende Technische Maßnahme
-  Gefahrenherde
-  bestehender Brauner Hinweisbereich
-  Vorschlag Erweiterung Brauner Hinweisbereich
- Flächenwidmungsplan**
-  Gewässer
-  Periodisch bewohnte Gebäude
-  Periodisch genutzte Gebäude
-  Permanent bewohnte Gebäude
-  Landwirtschaft/Freiland

Abbildung 7-2: Legende zur Übersicht der Beilage 14.4

7.2.1 Geländeprofil Versahl A

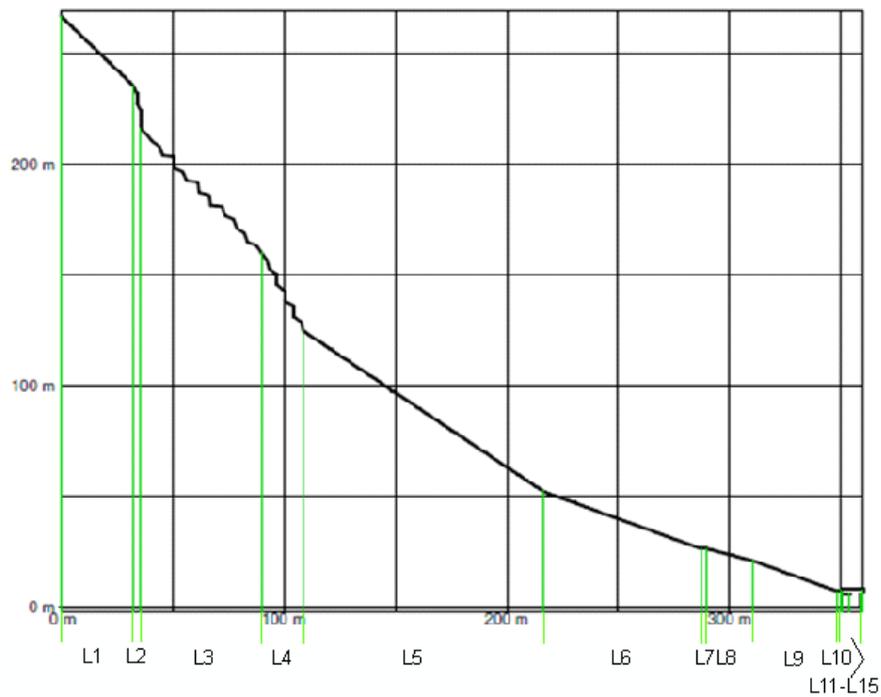


Abbildung 7-3: Profil aus ROCKFALL 6.0, Versahl A



Abbildung 7-4: Mögliche Sturzbahn Versahl A

Legende zu den beiden Abbildungen:

L1: Fels mit Schutthalde bewaldet, L2-L4: Fels, L5: Schutthalde, L6: Wiese, L7: Forstweg, L8-L10: Wiese, L11-L15: Gebäude

7.2.2 Geländeprofil Versahl B

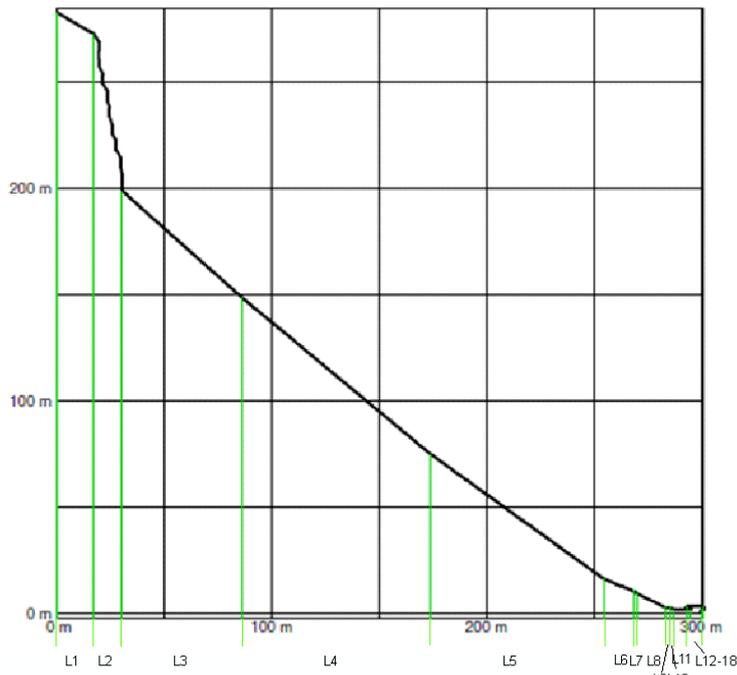


Abbildung 7-5: Profil aus ROCKFALL 6.0, Versahl B

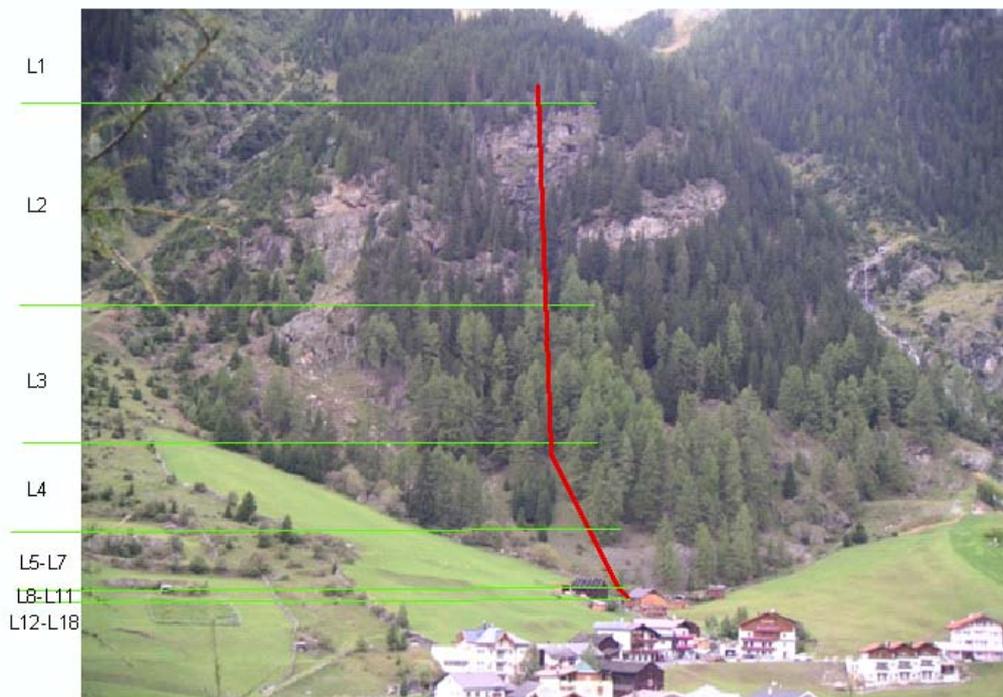


Abbildung 7-6: Mögliche Sturzbahn Versahl B

Legende zu den beiden Abbildungen:

L1: Hangschutt bewaldet, L2: Fels, L3: Hangschutt bewaldet, L4: Schutthalde, L5-L7: Schutthalde fein,
 L8-L11: Wiese, L12-L18: Asphalt, Gebäude

7.2.3 Geländeprofil Unterschrofen C

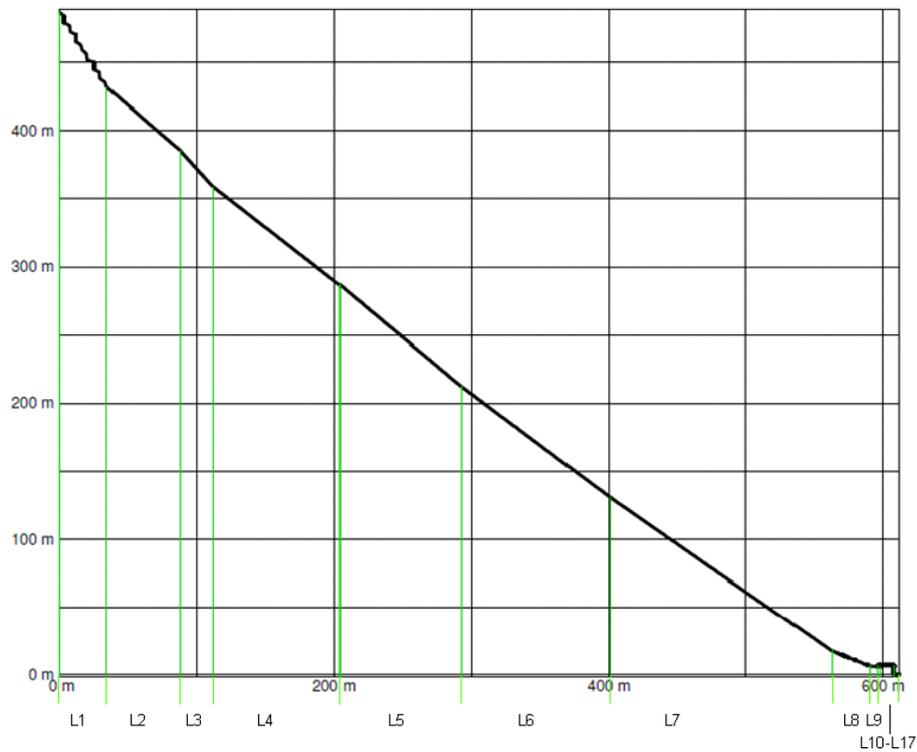


Abbildung 7-7: Profil aus ROCKFALL 6.0, Unterschrofen C

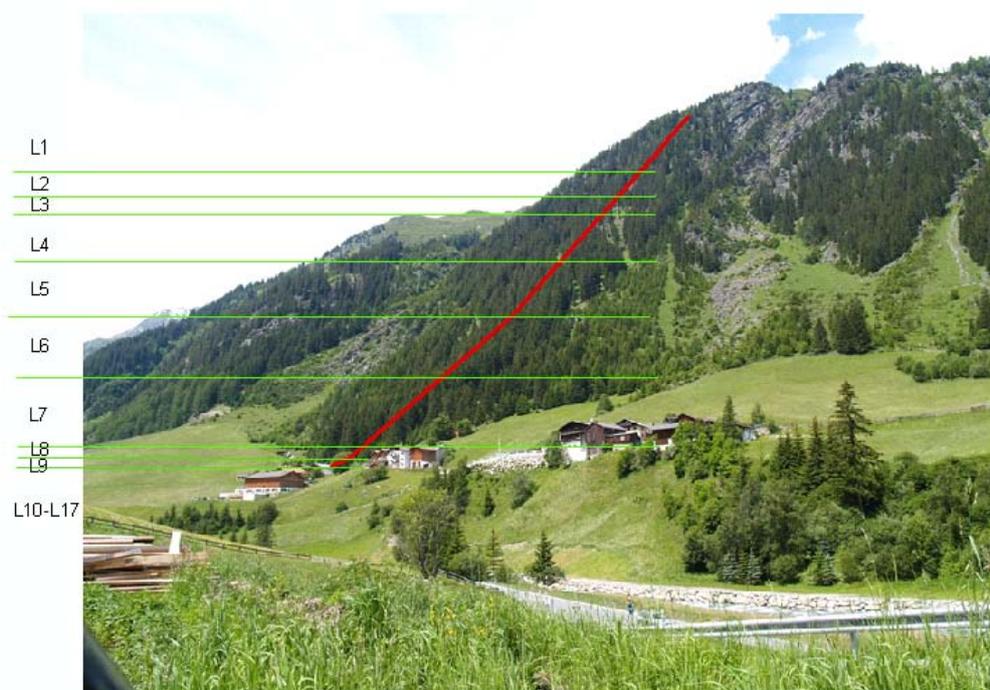


Abbildung 7-8: Mögliche Sturzbahn Unterschrofen C

Legende zu den beiden Abbildungen:

L1: Fels, L2: Schutt grob, L3: Schutt grob, L4-L6: Schutt mittel-grob, L7: Schutt grob, L8: Schutt grob,
L9: Wiese, L10-L17: Gebäude

7.2.4 Geländeprofil Vergröß D

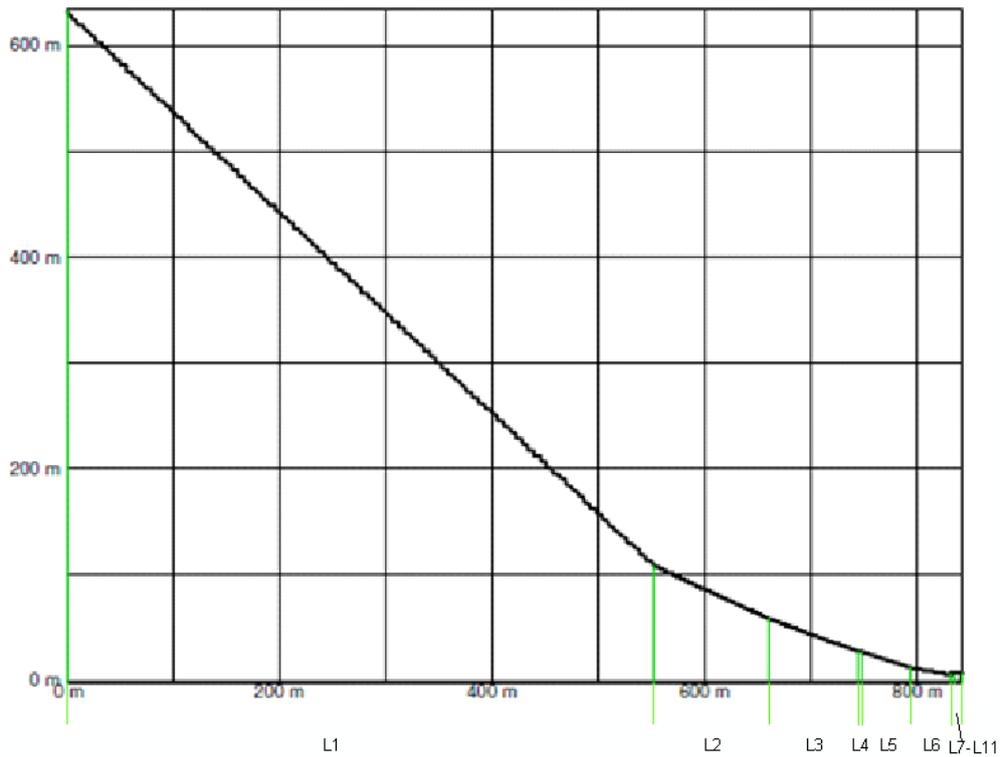


Abbildung 7-9: Profil aus ROCKFALL 6.0, Vergröß D



Abbildung 7-10: Mögliche Sturzbahn Vergröß

Legende zu den beiden Abbildungen:

L1: Fels, L2: Schutt mittelgrob, L3: Wiese, L4: Forstweg, L5: Wiese, L6: Wiese, L7-L11: Gebäude

7.2.5 Geländeprofil Platt E

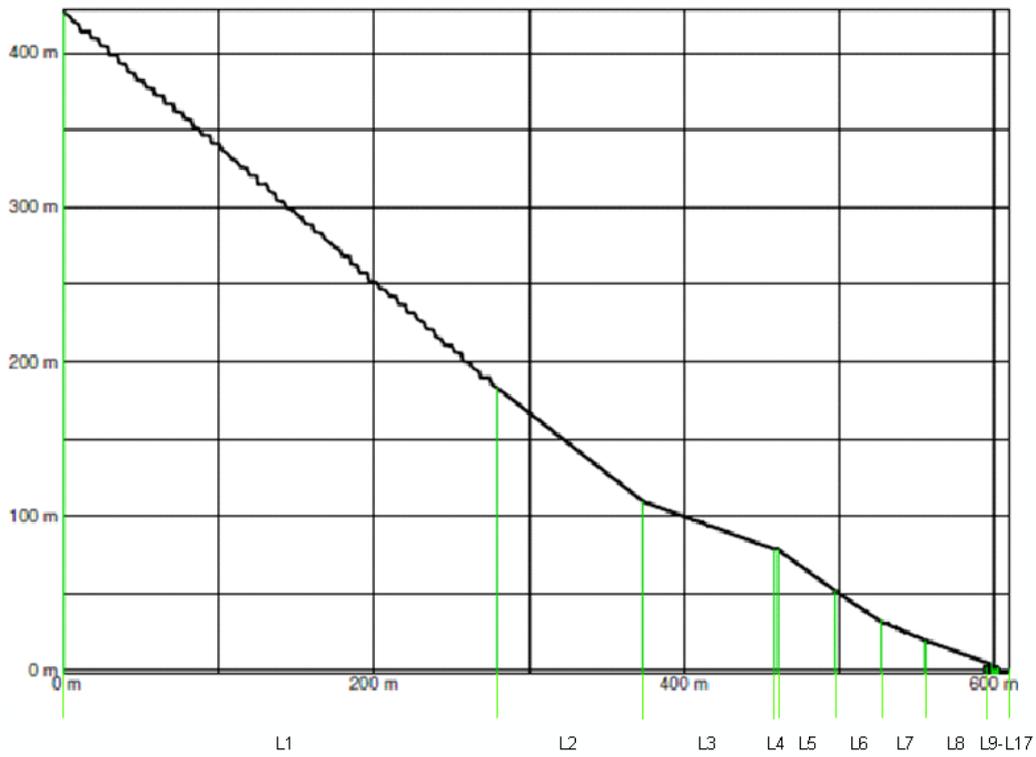


Abbildung 7-11: Profil aus ROCKFALL 6.0, Platt E

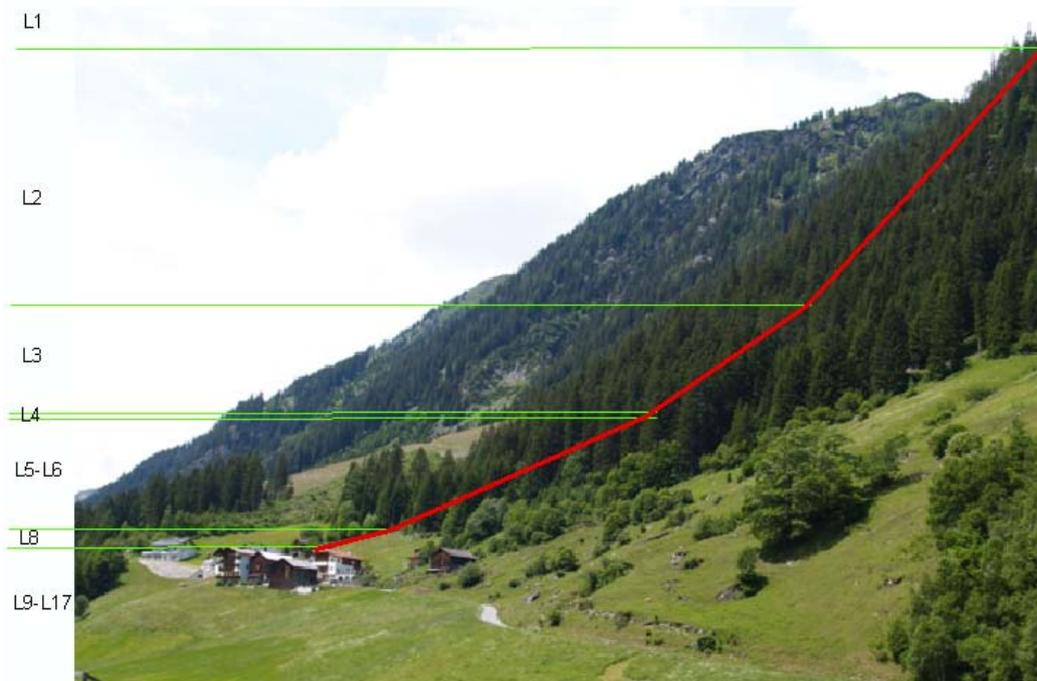


Abbildung 7-12: Mögliche Sturzbahn Platt

Legende zu den beiden Abbildungen:

L1: Fels, L2: Schutt grob, L3: Wiese, L4: Weg, L5-L7: Schutt mittelgrob, L8: Wiese, L9-L17: Gebäude

7.3 Berechnungen mittels Rockfall 6.0

Die folgenden Abbildungen zeigen die Lamellendaten, das Geländeprofil und die kinetische Energie und Sprunghöhe am Auffangbauwerk. Es wurde jeweils nur eine Berechnung pro Kubatur und Profil dargestellt.

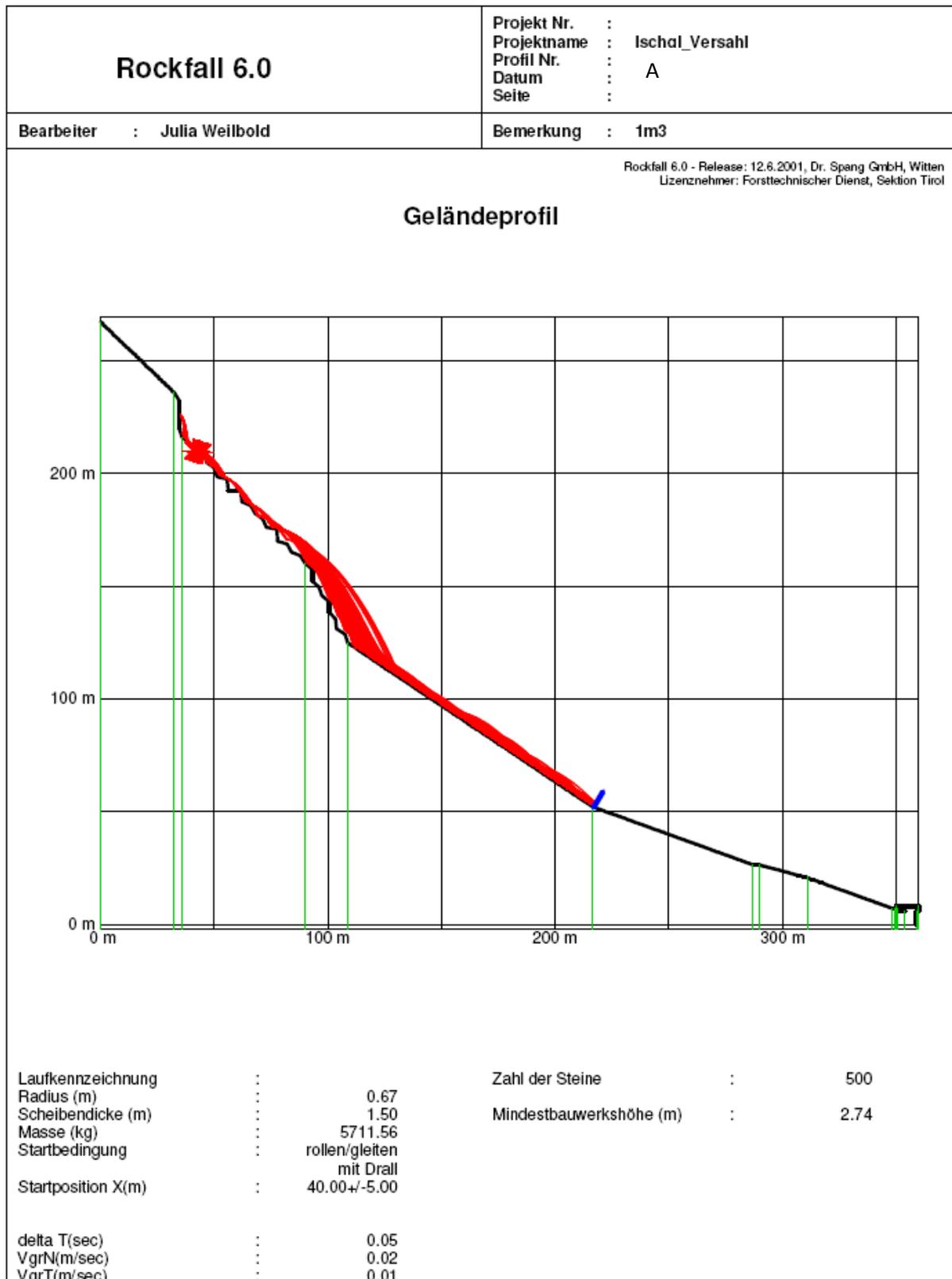
Die verschiedenen Blockgrößen wurden aus der Analyse von Blockschutthalden, anhand vorhandener Einzelsturzböcke, einer Chronikrecherche und potentieller Sturzböcke in der Felswand abgeschätzt.

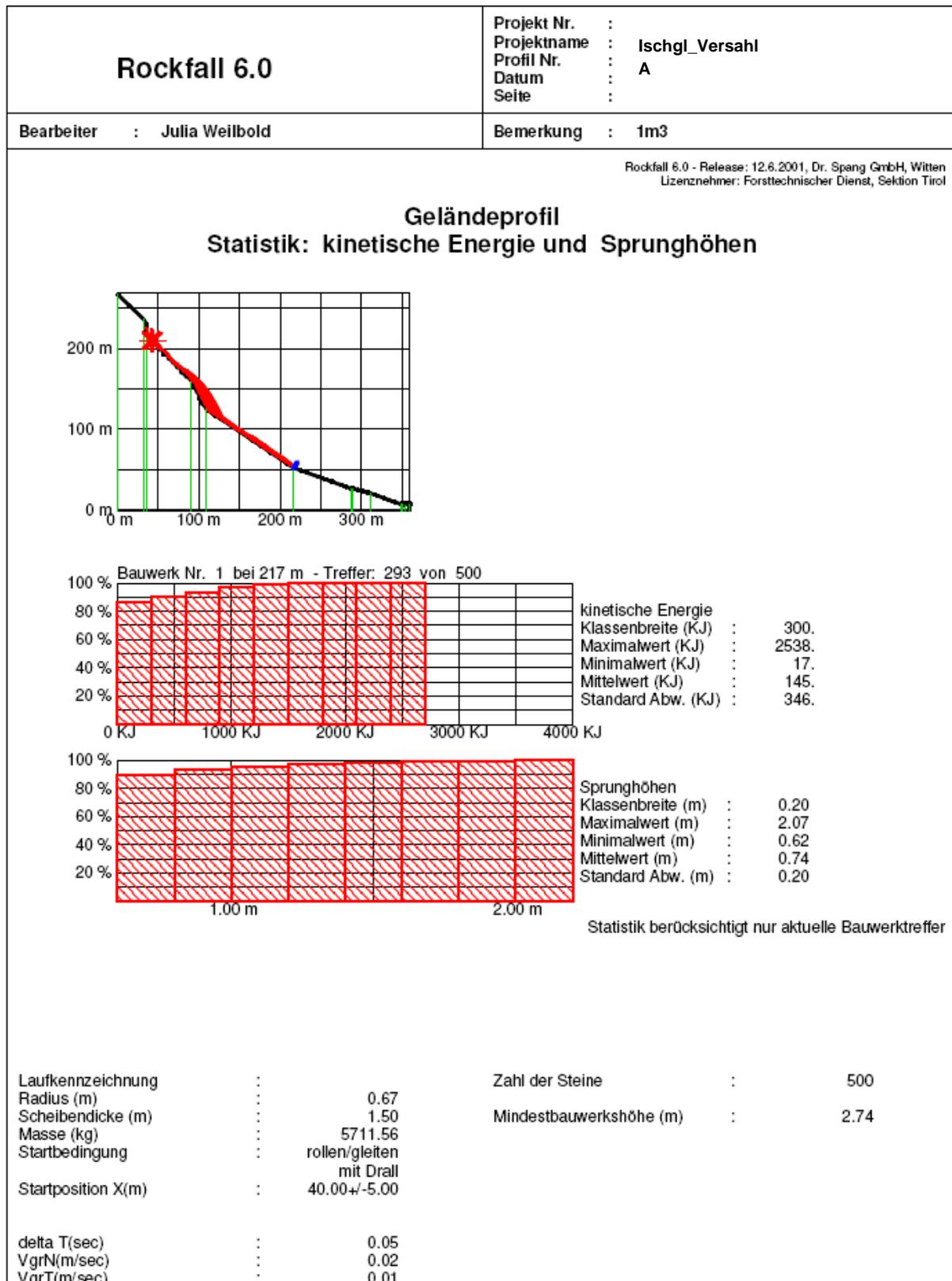
Die Dimensionen der vorgeschlagenen Steinschlagschutzbauwerke setzen sich aus den Ergebnissen der einzelnen Kubaturen pro Profil zusammen. Für die bestmögliche Sicherheit von durch Steinschlag gefährdeten Gebäuden werden die auftretenden kinetischen Energien und Sprunghöhen miteinander verglichen. Das schlechteste Ergebnis bzw. die höchsten Werte fließen in die Dimensionierung der Steinschlagschutzbauwerke ein. Zu der Sprunghöhe wird der Radius des Einzelsturzböckes addiert, daraus ergibt sich die Mindestbauwerkhöhe.

7.3.1 Profil Versahl A

Profil Versahl A: 1 m³

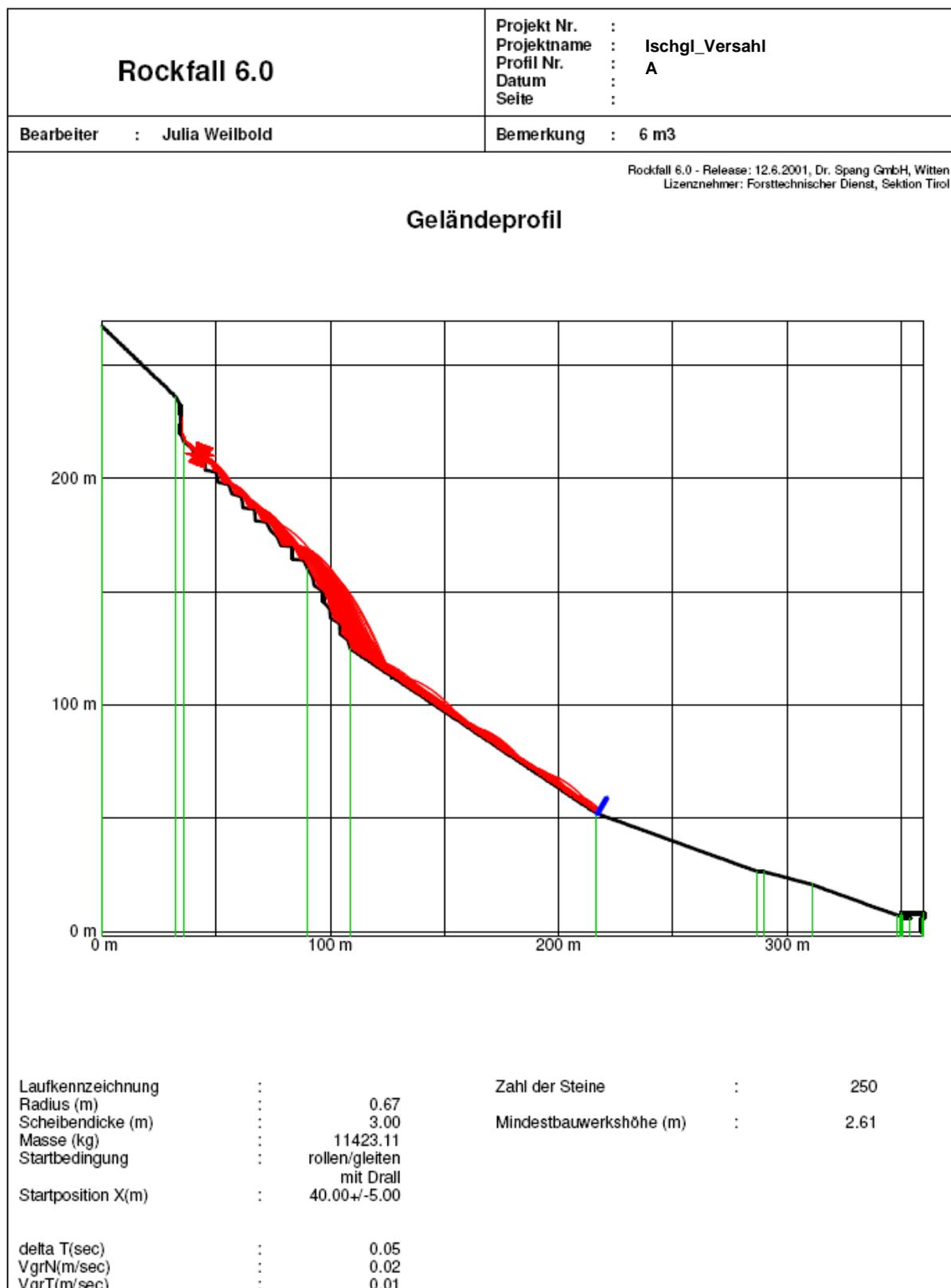
Rockfall 6.0				Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : Datum : A Seite :					
				Bearbeiter : Julia Weibold				Bemerkung : 1m3	
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit		
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)	
0.00	32.37	25+/-10%	35+/-10%	0.045+/-50%	0.920+/-8%	0.060+/-20%	0.35	1.00	
32.37	35.84	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
35.84	90.03	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00	
90.03	108.81	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00	
108.81	216.58	38+/-10%	41+/-10%	0.021+/-50%	0.750+/-15%	0.120+/-10%	0.30	1.00	
216.58	287.06	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
287.06	289.56	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-9%	0.040+/-20%	0.10	1.00	
289.56	310.81	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
310.81	348.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
348.40	350.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
350.40	349.40	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.40	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.90	353.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
353.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
349.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
359.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
359.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
358.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
				Auffangbauwerke					
				x - (m)	h - (m)	Incll-(Grad)			
				217.00	8.00	30.00			

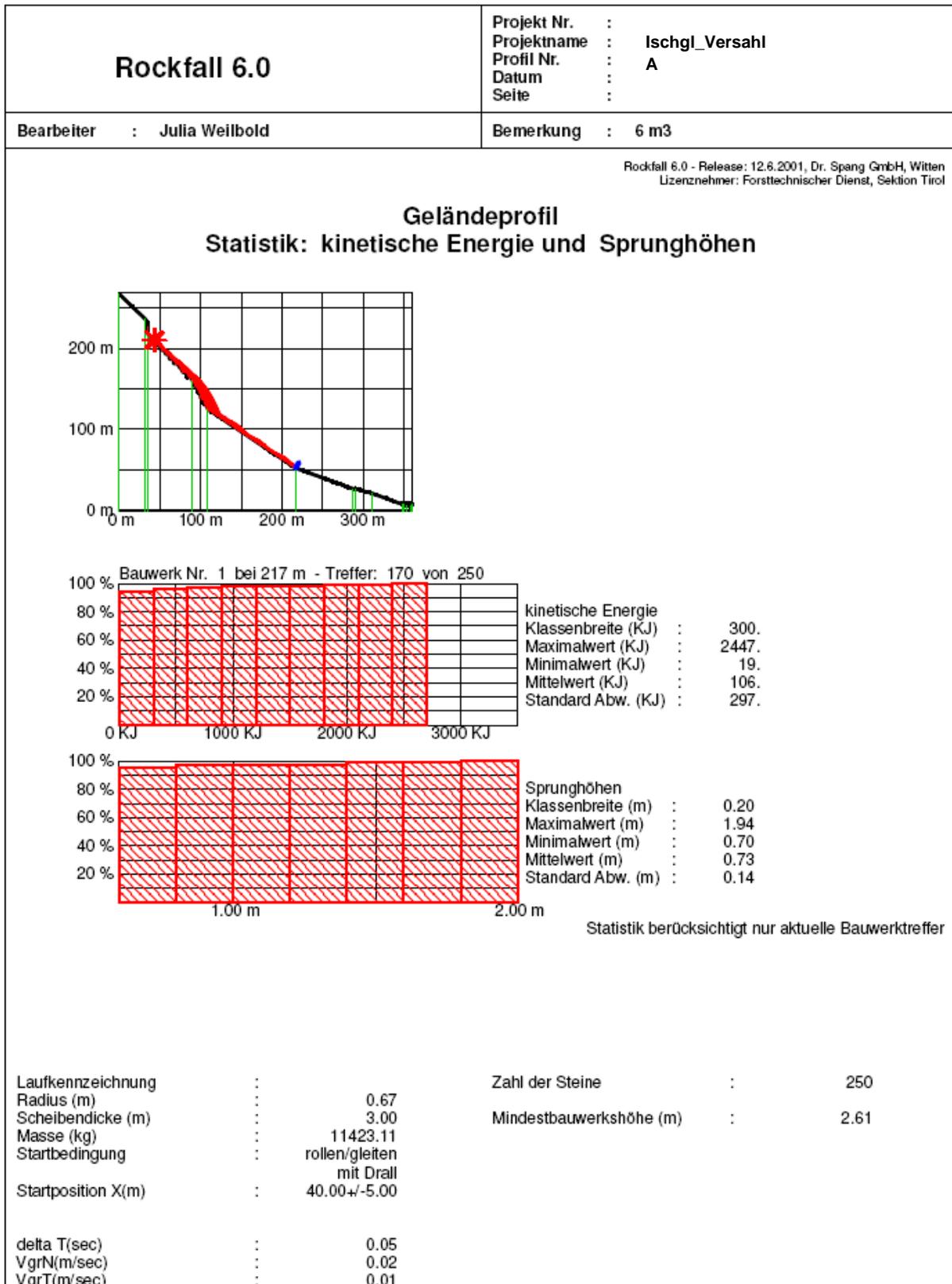




Profil Versahl A: 6 m³

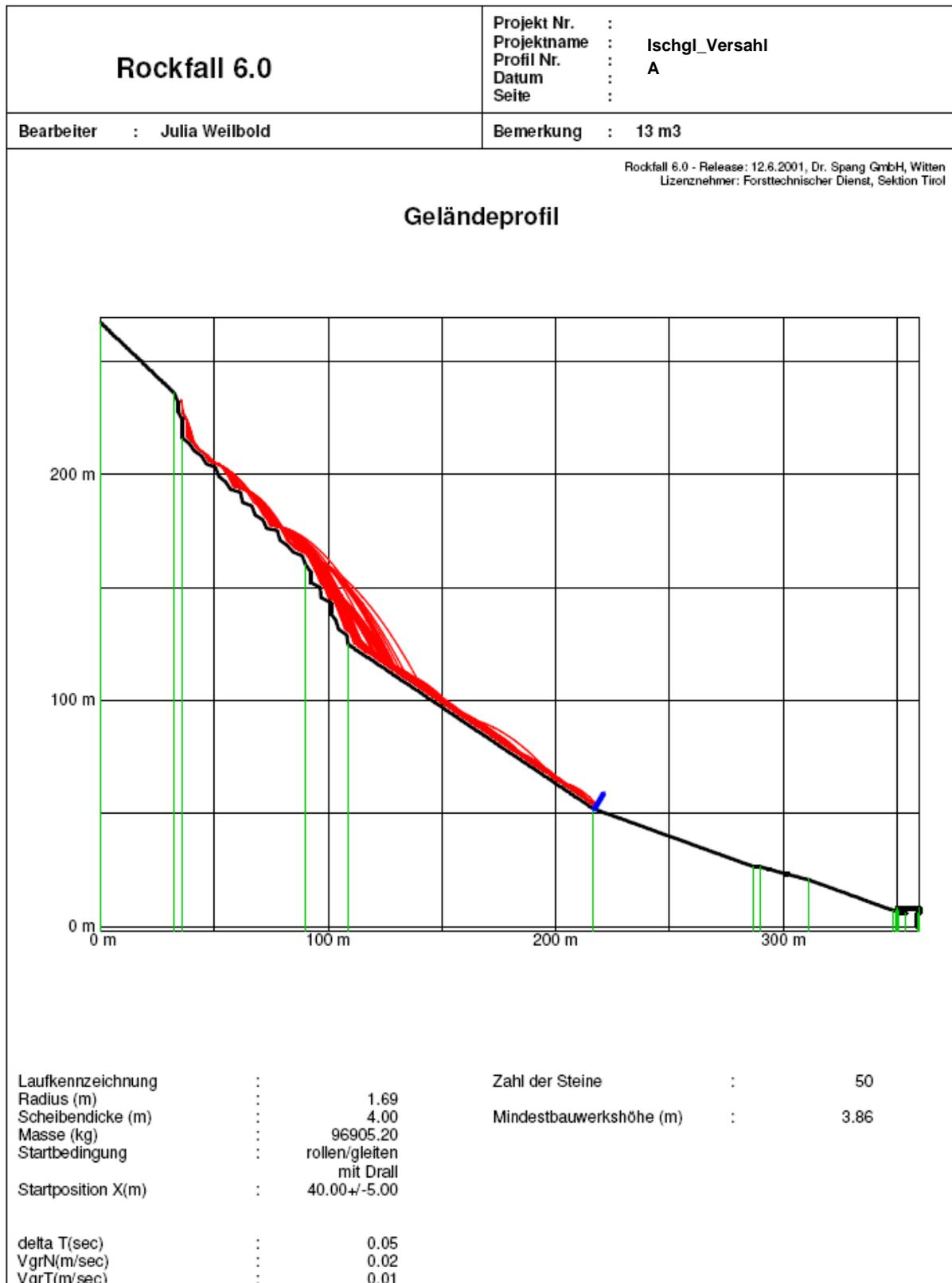
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : A Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 6 m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit	
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	32.37	25+/-10%	35+/-10%	0.045+/-50%	0.920+/-8%	0.060+/-20%	0.35	1.00
32.37	35.84	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00
35.84	90.03	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00
90.03	108.81	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00
108.81	216.58	38+/-10%	41+/-10%	0.025+/-50%	0.760+/-15%	0.110+/-10%	0.30	1.00
216.58	287.06	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
287.06	289.56	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-9%	0.040+/-20%	0.10	1.00
289.56	310.81	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
310.81	348.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
348.40	350.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
350.40	349.40	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.40	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	353.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
353.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
359.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
359.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
358.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
Auffangbauwerke x - (m) h - (m) Incll-(Grad)								
217.00 8.00 30.00								
Seite 1								

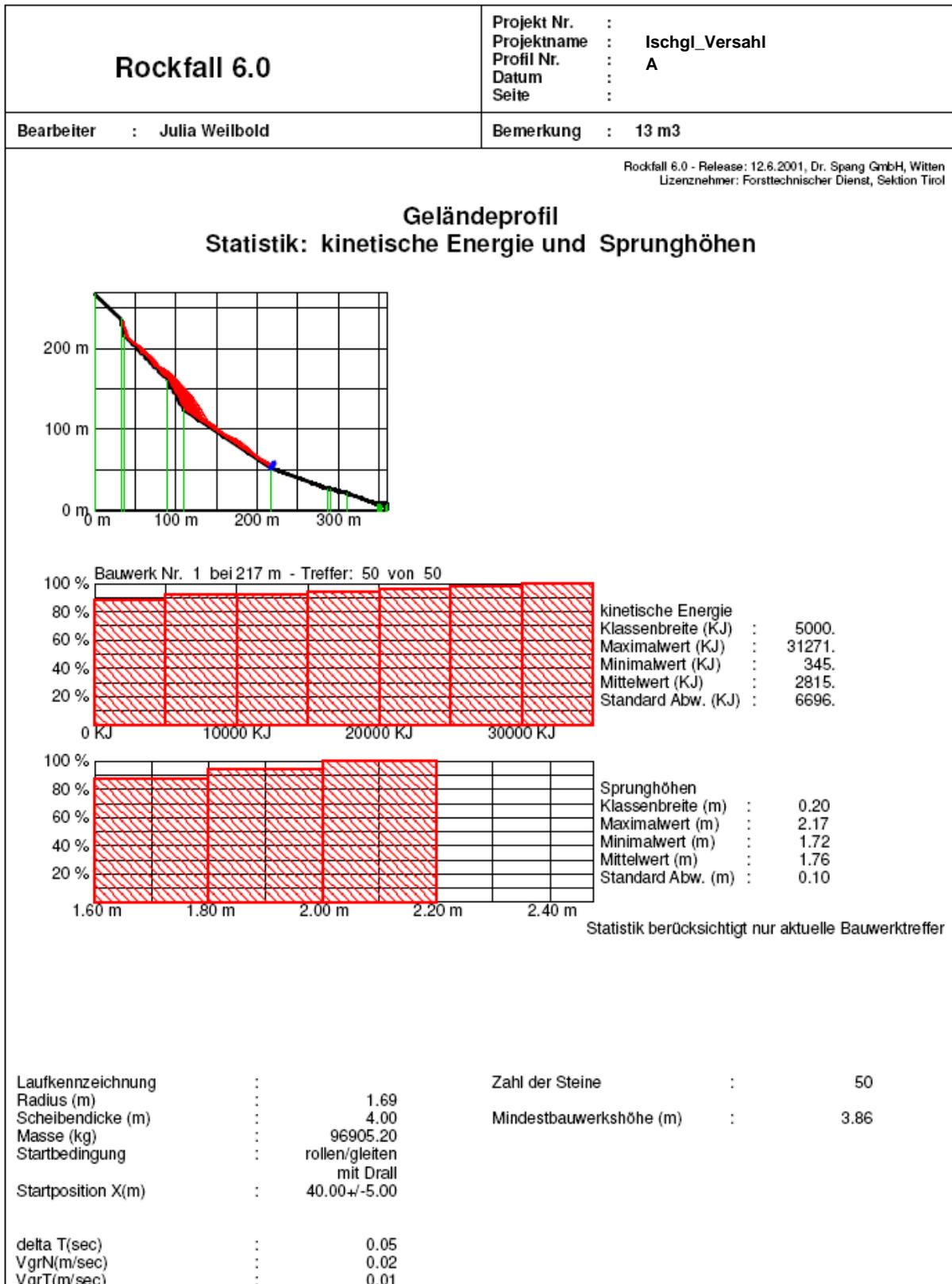




Profil Versahl A: 13 m³

Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : A Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 13 m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll-	Rauhigkeit	
x0(m)	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	wider- stand	Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	32.37	25+/-10%	35+/-10%	0.045+/-50%	0.920+/-8%	0.060+/-20%	0.35	1.00
32.37	35.84	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00
35.84	90.03	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00
90.03	108.81	30+/-10%	40+/-10%	0.057+/-50%	0.940+/-3%	0.025+/-15%	2.00	4.00
108.81	216.58	38+/-10%	41+/-10%	0.025+/-50%	0.760+/-15%	0.110+/-10%	0.30	1.00
216.58	287.06	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
287.06	289.56	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-9%	0.040+/-20%	0.10	1.00
289.56	310.81	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
310.81	348.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
348.40	350.40	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
350.40	349.40	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.40	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	353.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
353.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	349.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
349.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
359.90	359.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
359.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
358.90	358.90	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
Auffangbauwerke x - (m) h - (m) Incl-(Grad)								
217.00 8.00 30.00								
Seite 1								

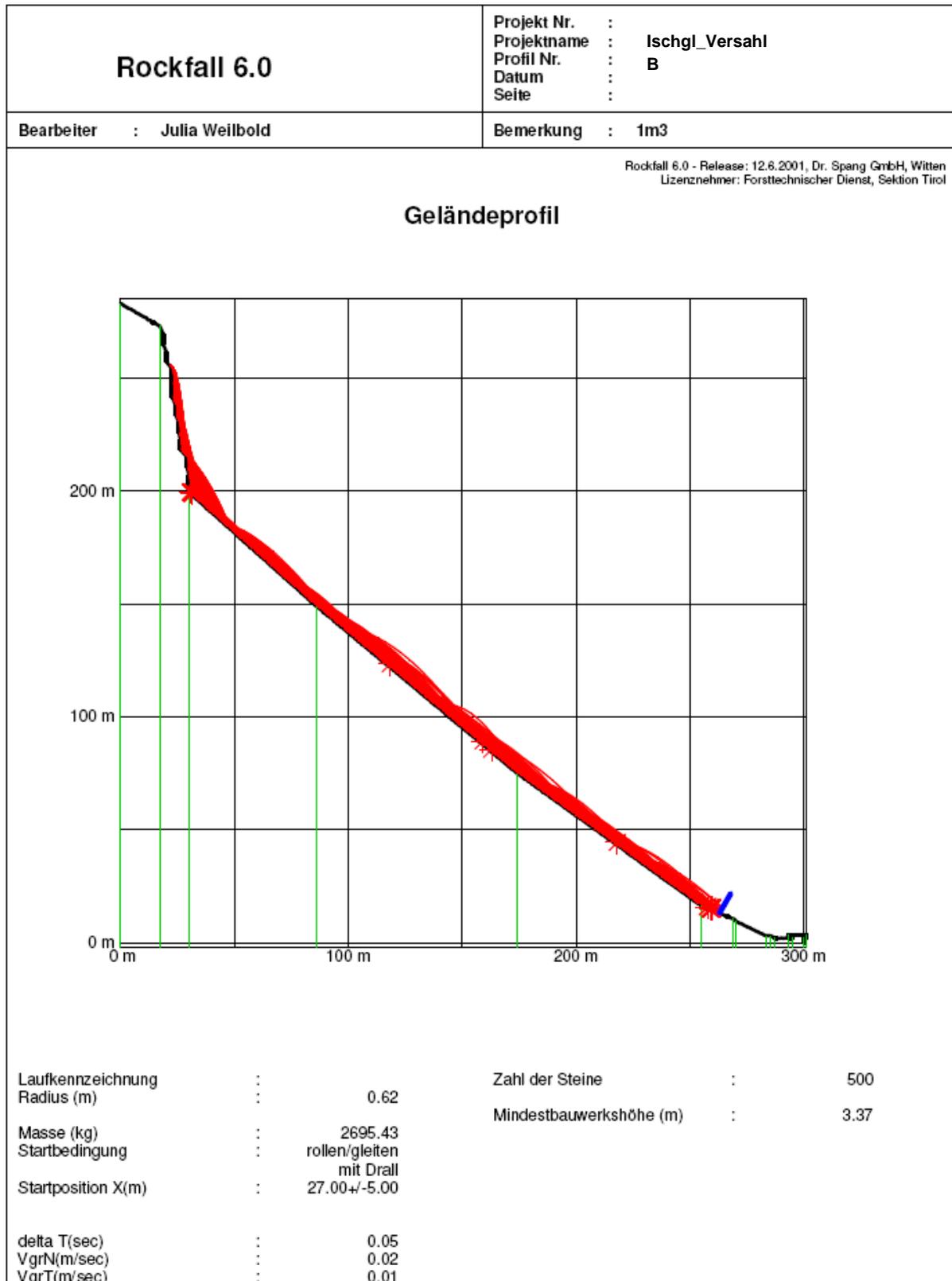


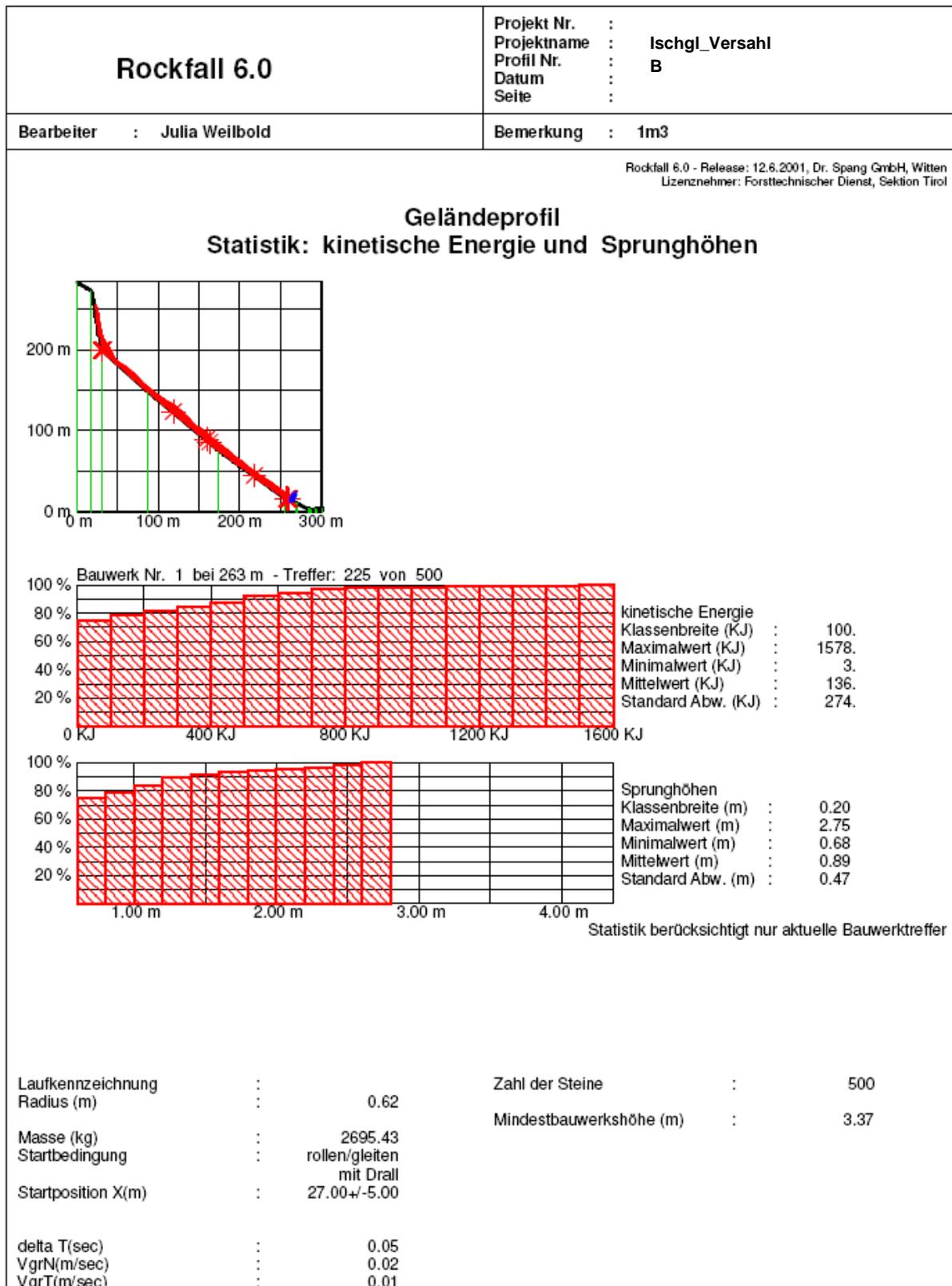


7.3.2 Profil Versahl B

Profil Versahl B: 1 m³

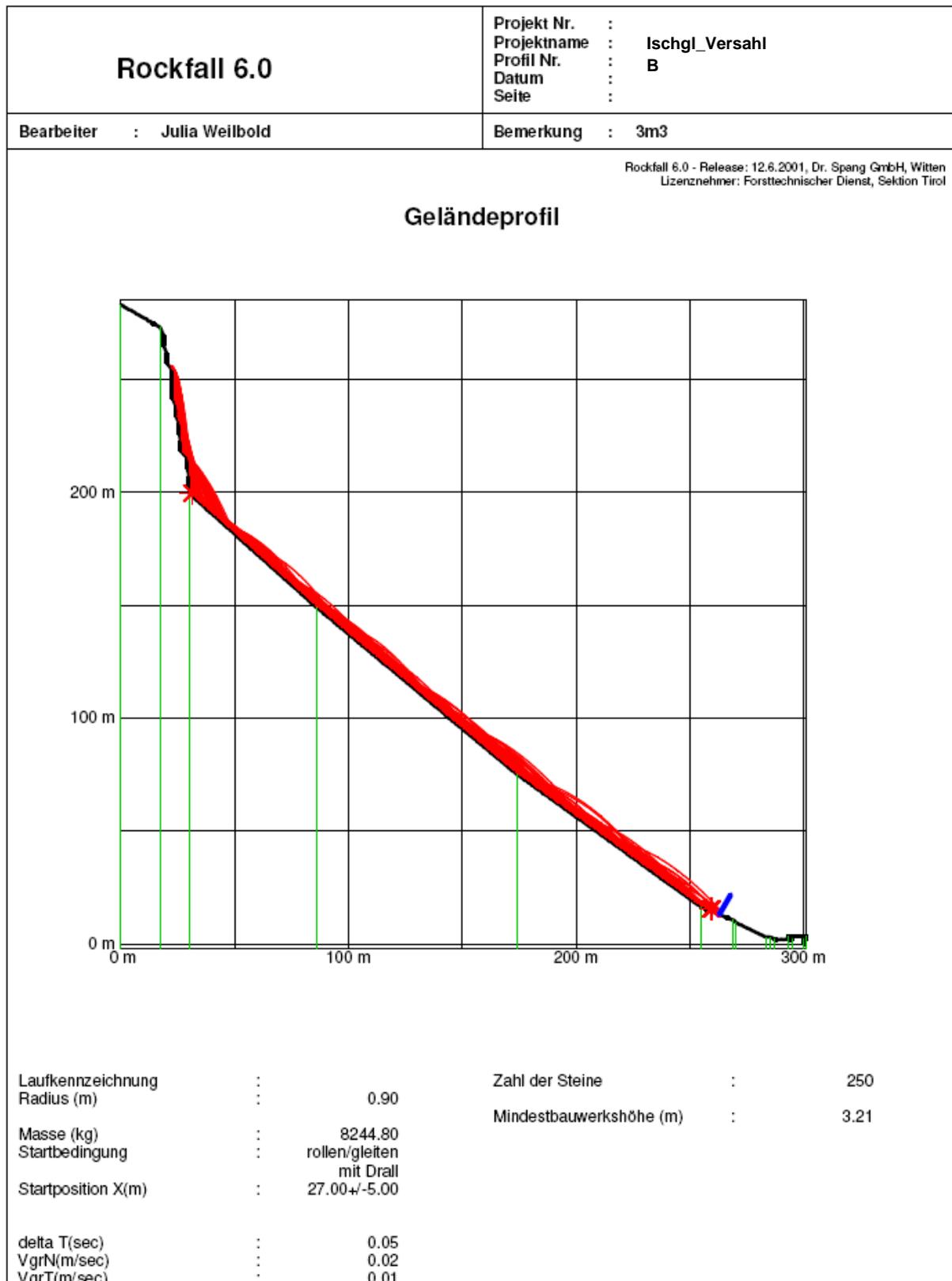
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : B Datum : Seite :							
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 1m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll-	Rauhigkeit		
x0(m)	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	wider- stand	Amp. (m)	Frequ. (m)	
0.00	17.32	30+/-10%	35+/-10%	0.030+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00	
17.32	30.34	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
30.34	86.08	30+/-10%	35+/-10%	0.028+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00	
86.08	174.18	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00	
174.18	255.08	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.780+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00	
255.08	268.98	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.750+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00	
268.98	270.05	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.795+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
270.05	283.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
283.53	285.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
285.53	287.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
287.26	295.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
295.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
293.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
301.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
301.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
300.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
				Auffangbauwerke					
		x - (m)		h - (m)	Incli-(Grad)				
		263.00		10.00	30.00				
							Seite 1		

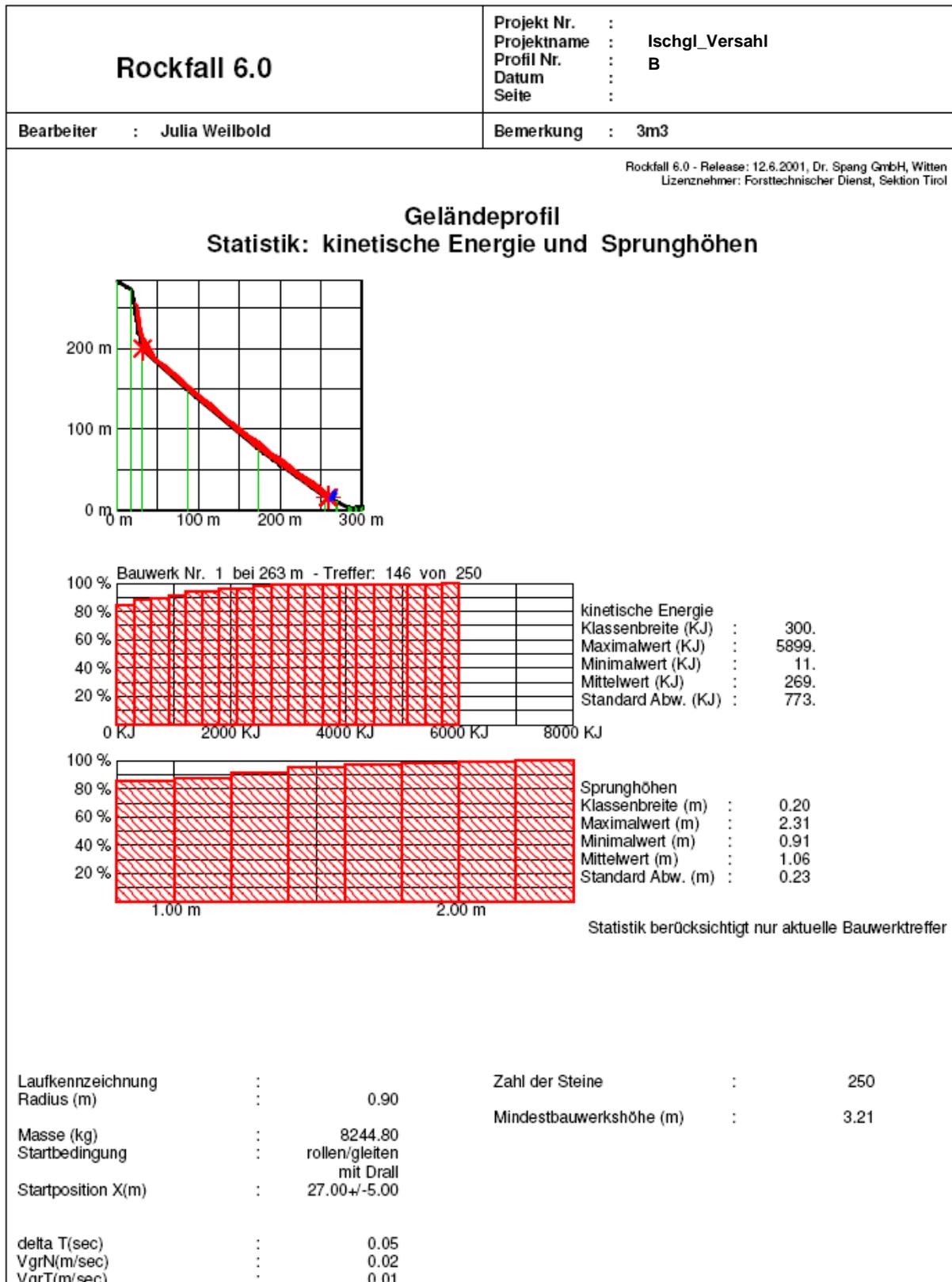




Profil Versahl B: 3 m³

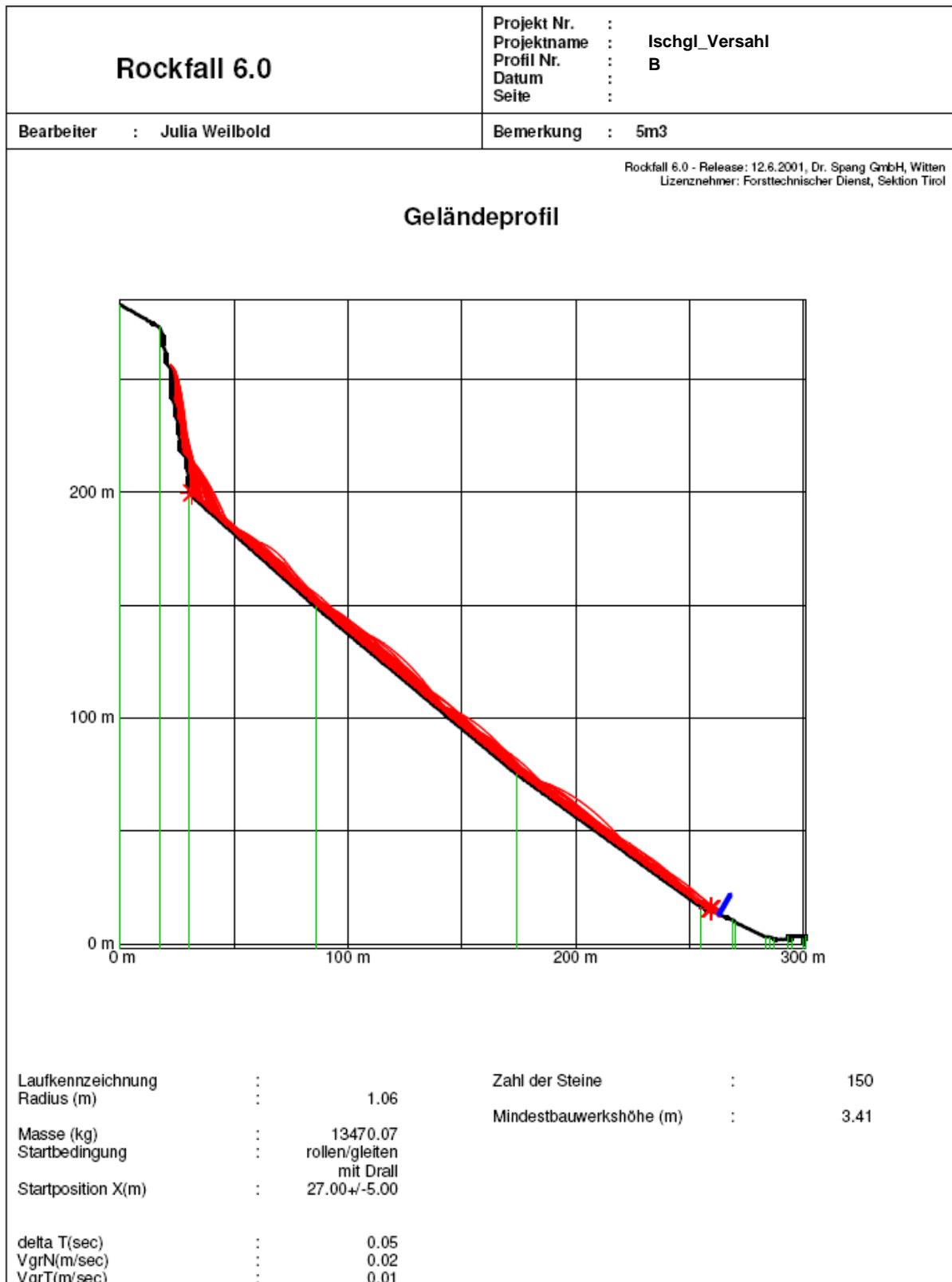
Rockfall 6.0				Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : B Datum : Seite :				
Bearbeiter : Julia Weibold				Bemerkung : 3m3				
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit	
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	17.32	30+/-10%	35+/-10%	0.030+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00
17.32	30.34	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00
30.34	86.08	30+/-10%	35+/-10%	0.028+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00
86.08	174.18	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
174.18	255.08	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.780+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
255.08	268.98	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.750+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
268.98	270.05	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.795+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
270.05	283.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
283.53	285.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
285.53	287.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
287.26	295.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
295.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
301.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
301.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
300.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
				Auffangbauwerke x - (m) h - (m) Incl-(Grad)				
				263.00 10.00 30.00				
Seite 1								

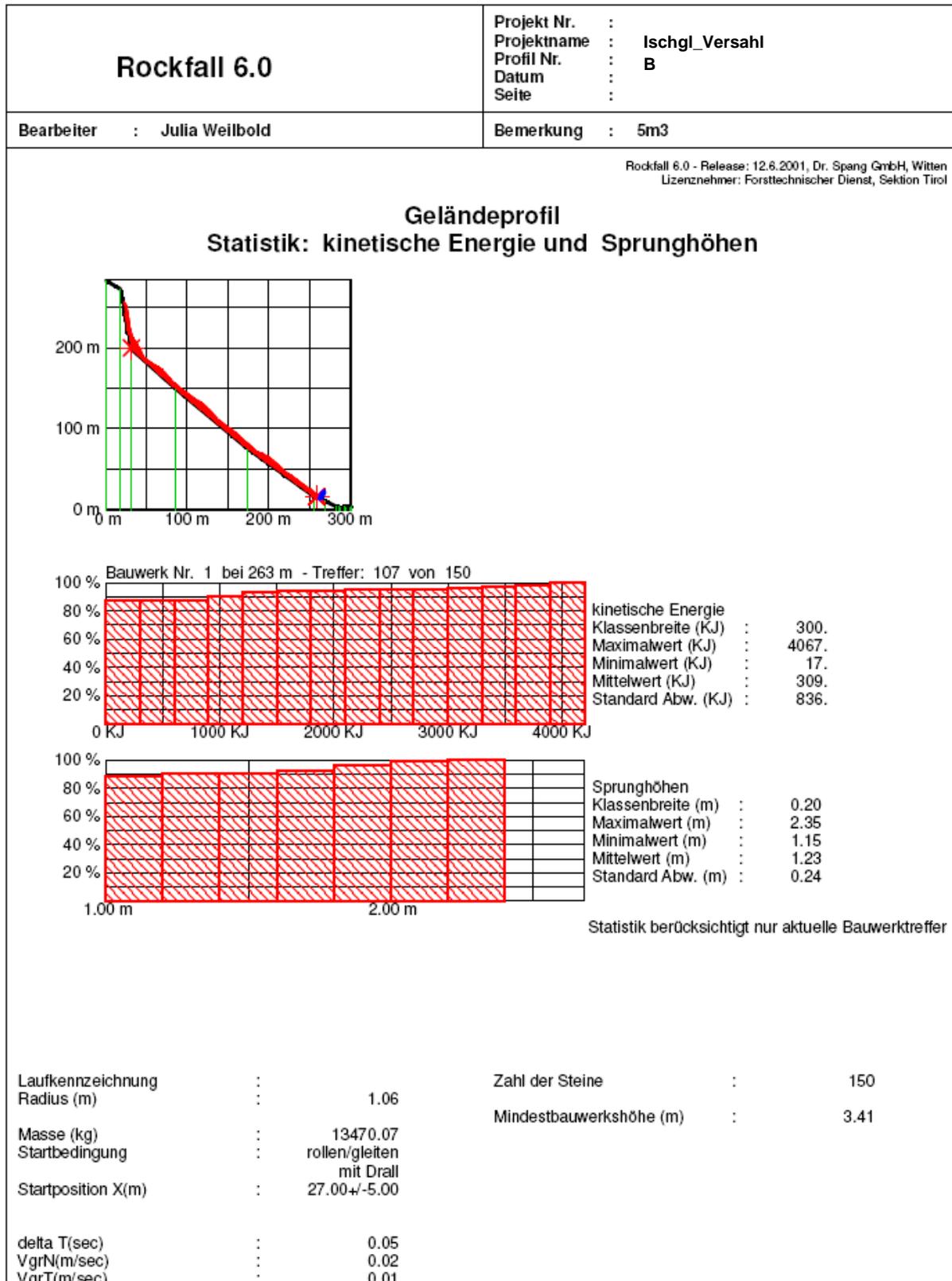




Profil Versahl B: 5 m³

Rockfall 6.0				Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Versahl Profil Nr. : B Datum : Seite :				
Bearbeiter : Julia Weilbold				Bemerkung : 5m3				
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Speng GmbH, Witten Lizenznehmer: Forstechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit	
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	17.32	30+/-10%	35+/-10%	0.030+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00
17.32	30.34	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-3%	0.020+/-15%	2.00	4.00
30.34	86.08	30+/-10%	35+/-10%	0.028+/-50%	0.830+/-15%	0.100+/-15%	0.30	1.00
86.08	174.18	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
174.18	255.08	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.780+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
255.08	268.98	35+/-10%	40+/-10%	0.019+/-50%	0.750+/-15%	0.095+/-10%	0.30	1.00
268.98	270.05	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.795+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
270.05	283.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
283.53	285.53	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
285.53	287.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
287.26	295.26	35+/-20%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
295.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	293.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
293.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
301.26	301.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
301.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
300.26	300.26	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
				Auffangbauwerke				
		x - (m)	h - (m)	Incli-(Grad)				
		263.00	10.00	30.00				
Seite 1								

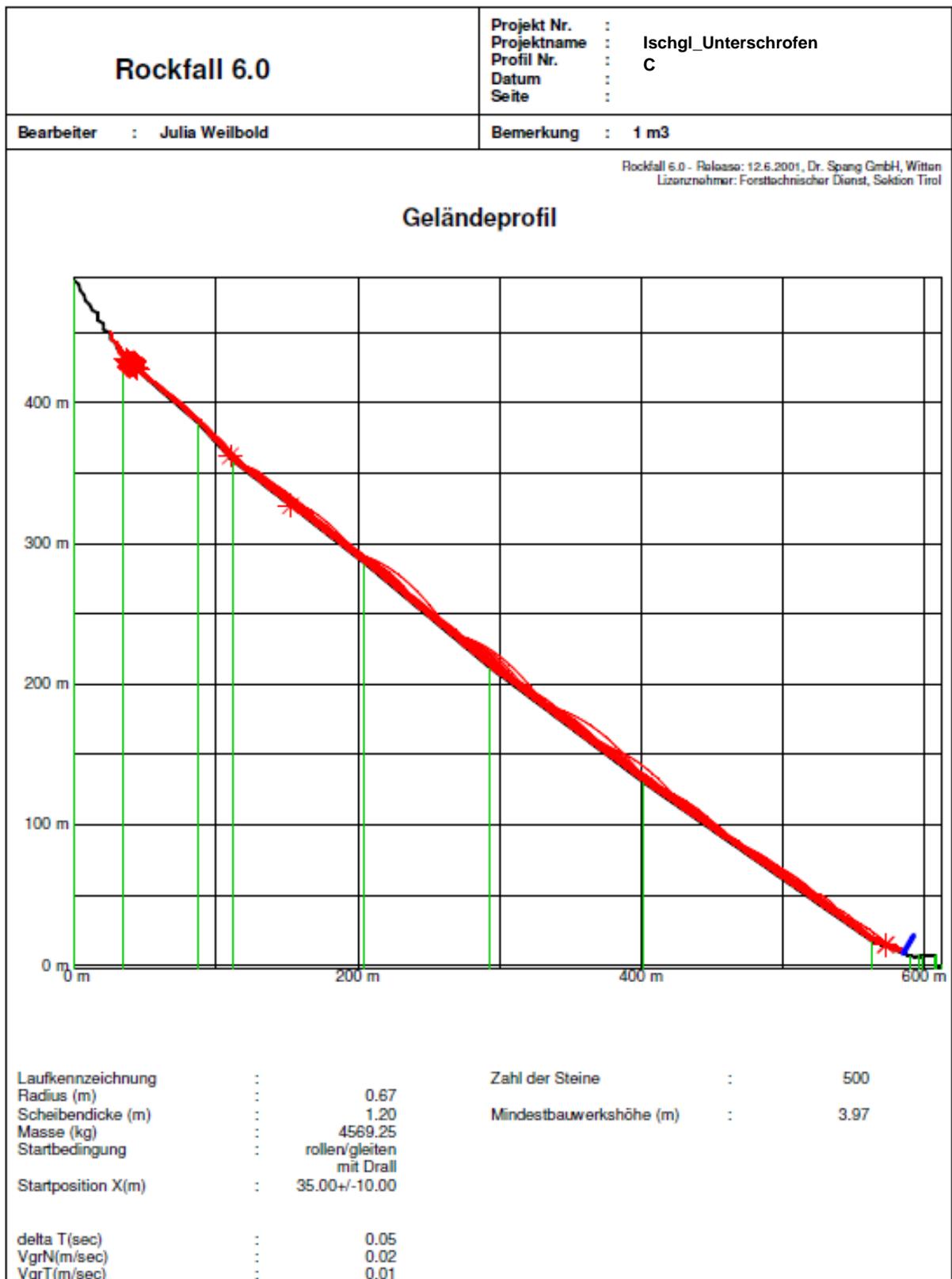


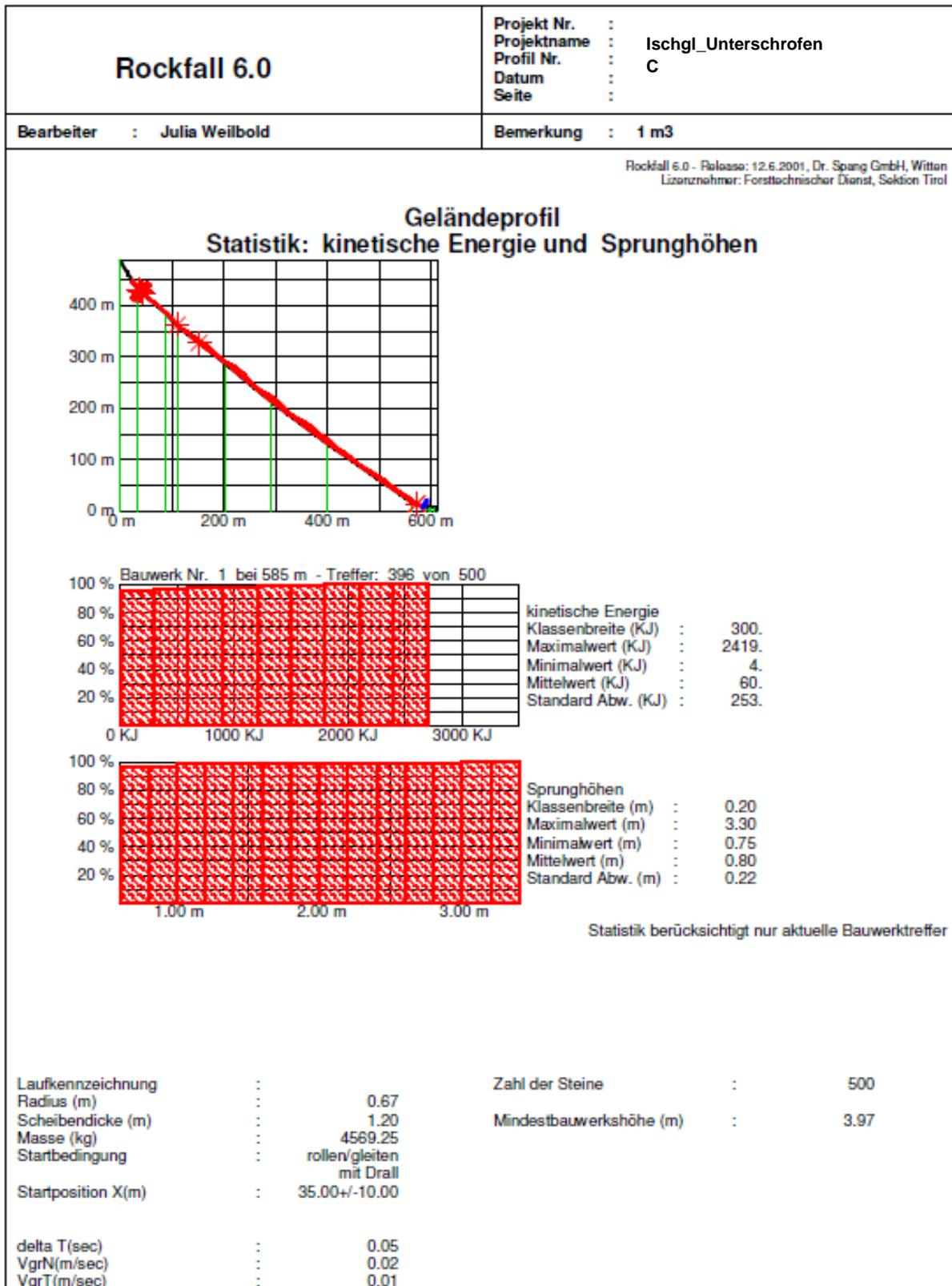


7.3.3 Profil Unterschrofen C

Profil Unterschrofen C: 1 m³

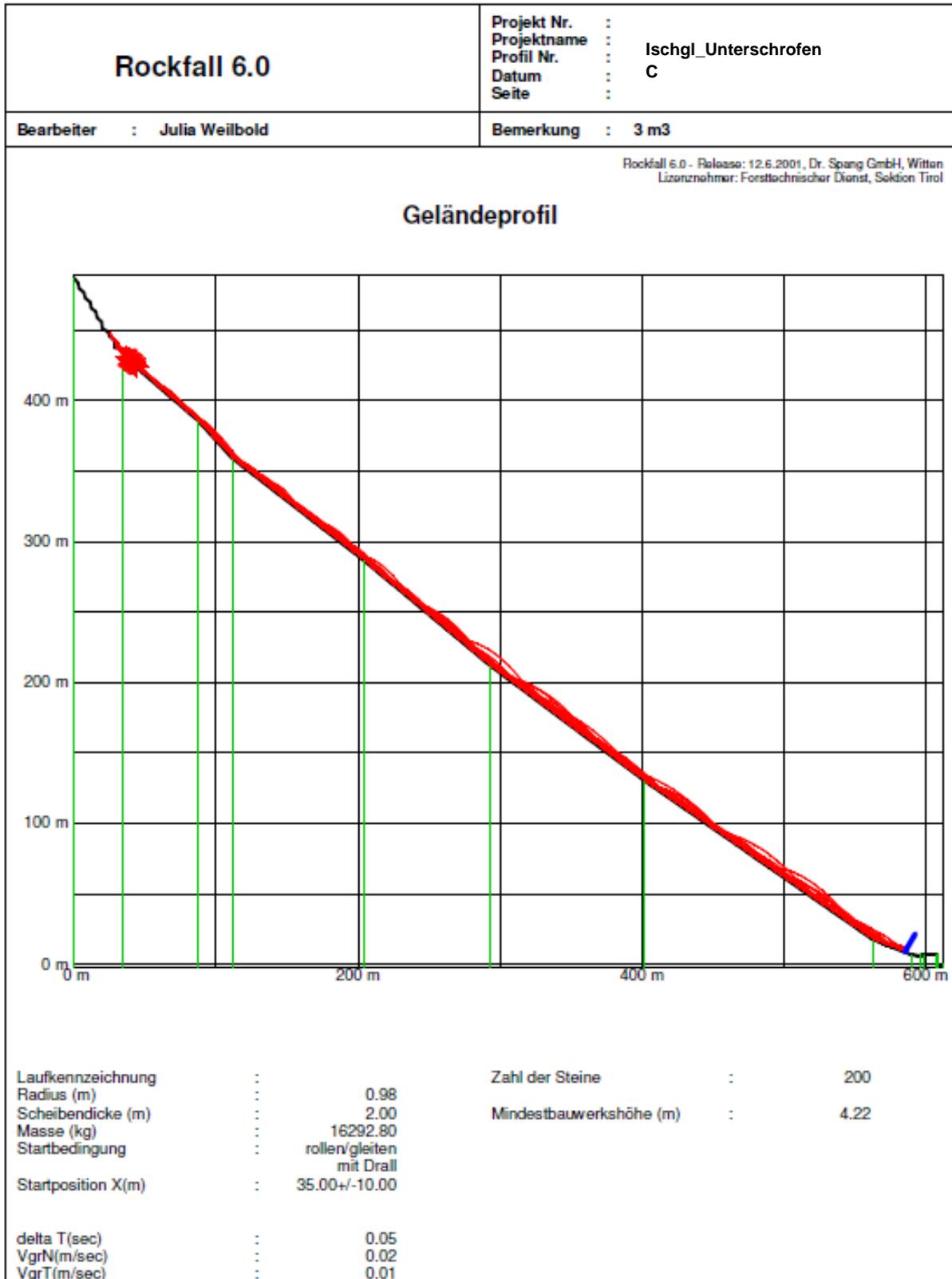
Rockfall 6.0	Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Unterschrofen Profil Nr. : C Datum : Seite :
Bearbeiter : Julia Weilbold	Bemerkung : 1 m3
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol	
Lamellendaten	
	Reibungswinkel Gleit Haft (Grad) (Grad)
Lamellen	Dämpfungsfaktoren
x0(m) xe(m)	normal tangential
0.00 34.40	0.060+/-50% 0.960+/-4%
34.40 87.30	0.035+/-50% 0.840+/-10%
87.30 111.40	0.035+/-50% 0.840+/-10%
111.40 204.30	0.030+/-50% 0.820+/-15%
204.30 292.40	0.030+/-50% 0.820+/-15%
292.40 401.10	0.029+/-50% 0.815+/-15%
401.10 562.40	0.032+/-50% 0.815+/-10%
562.40 590.20	0.035+/-50% 0.840+/-10%
590.20 598.20	0.030+/-50% 0.810+/-15%
598.20 596.20	0.060+/-50% 0.910+/-9%
596.20 596.20	0.060+/-50% 0.910+/-9%
596.20 596.20	0.060+/-50% 0.910+/-9%
596.20 608.20	0.060+/-50% 0.910+/-9%
608.20 608.20	0.060+/-50% 0.910+/-9%
608.20 607.70	0.060+/-50% 0.910+/-9%
607.70 607.70	0.060+/-50% 0.910+/-9%
607.70 611.70	0.060+/-50% 0.910+/-9%
	Roll- Rauigkeit wider- Amp. Frequ. stand (m) (m)
	2.00 4.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.30 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
	Auffangbauwerke x - (m) h - (m) Incl-(Grad)
	585.00 15.00 30.00
Seite 1	

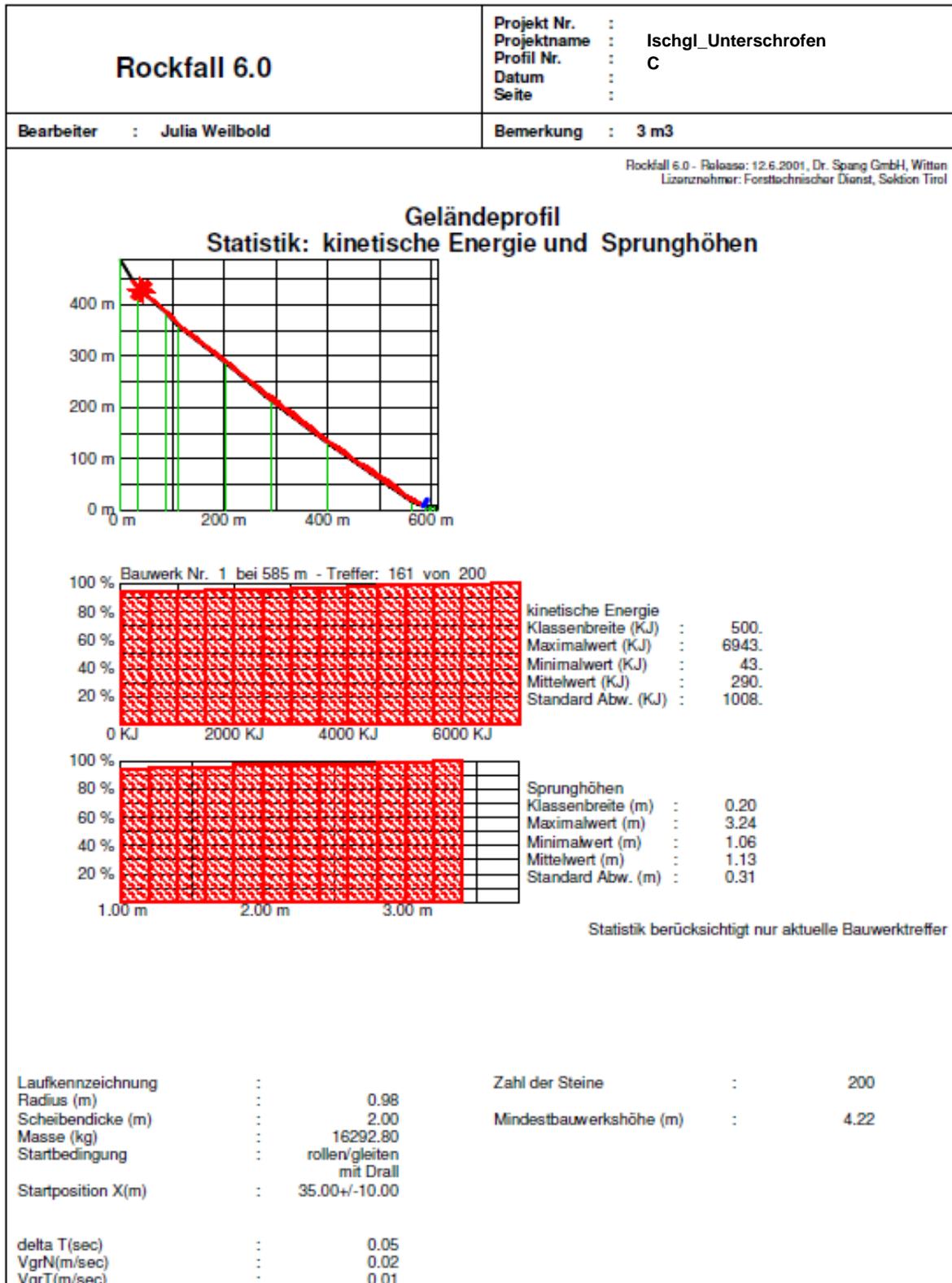




Profil Unterschrofen C: 3 m³

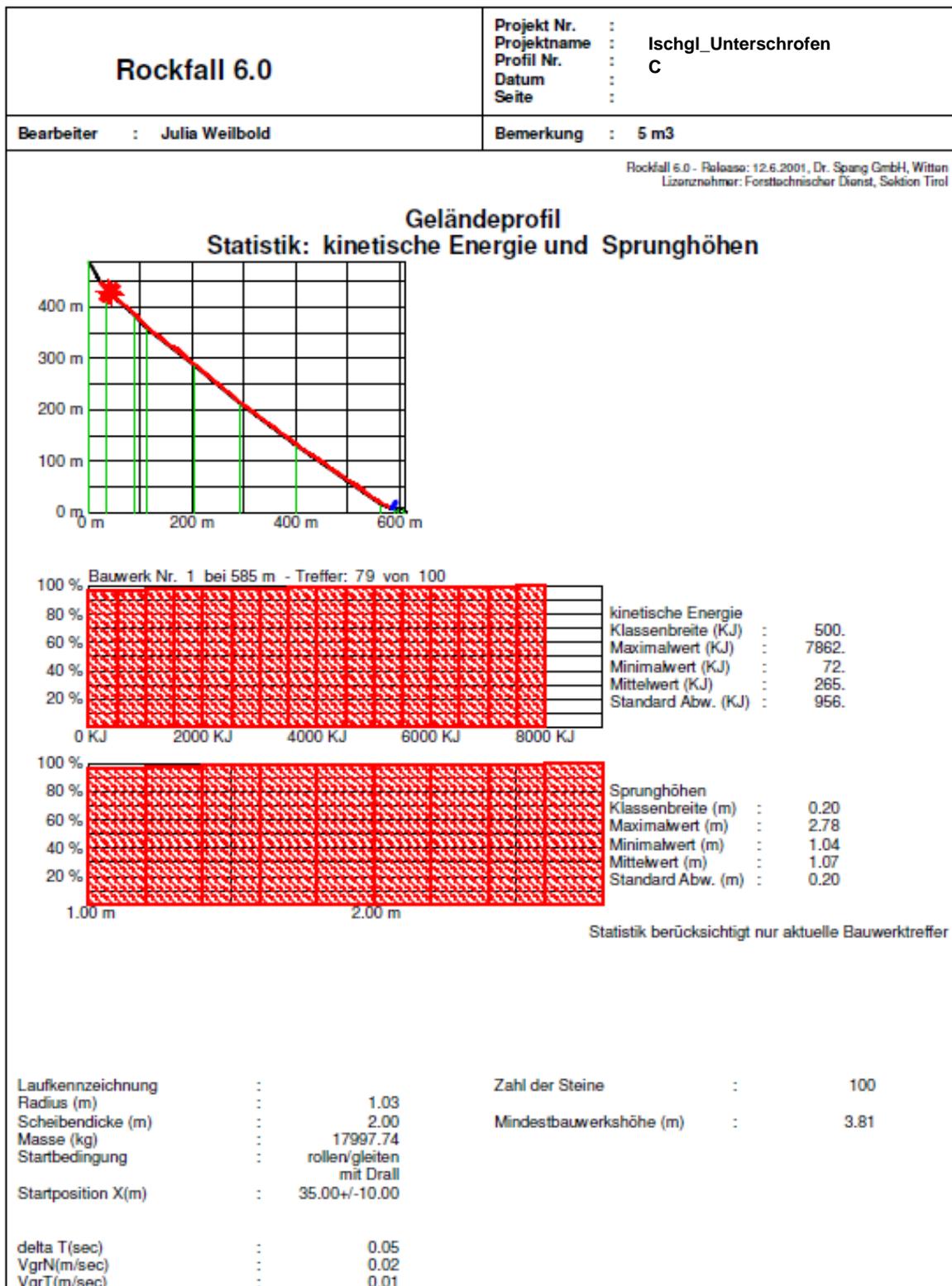
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Unterschrofen Profil Nr. : C Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 3 m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll-	Rauigkeit	
x0(m)	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	wider- stand	Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	34.40	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00
34.40	87.30	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00
87.30	111.40	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00
111.40	204.30	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
204.30	292.40	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
292.40	401.10	35+/-10%	40+/-10%	0.029+/-50%	0.815+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
401.10	562.40	38+/-10%	41+/-10%	0.032+/-50%	0.815+/-10%	0.095+/-10%	0.30	1.00
562.40	590.20	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00
590.20	598.20	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
598.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
596.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
596.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
596.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
608.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
608.20	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
607.70	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
607.70	611.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
x - (m)				Auffangbauwerke h - (m)				
585.00				15.00		30.00		
				Incl-(Grad)				





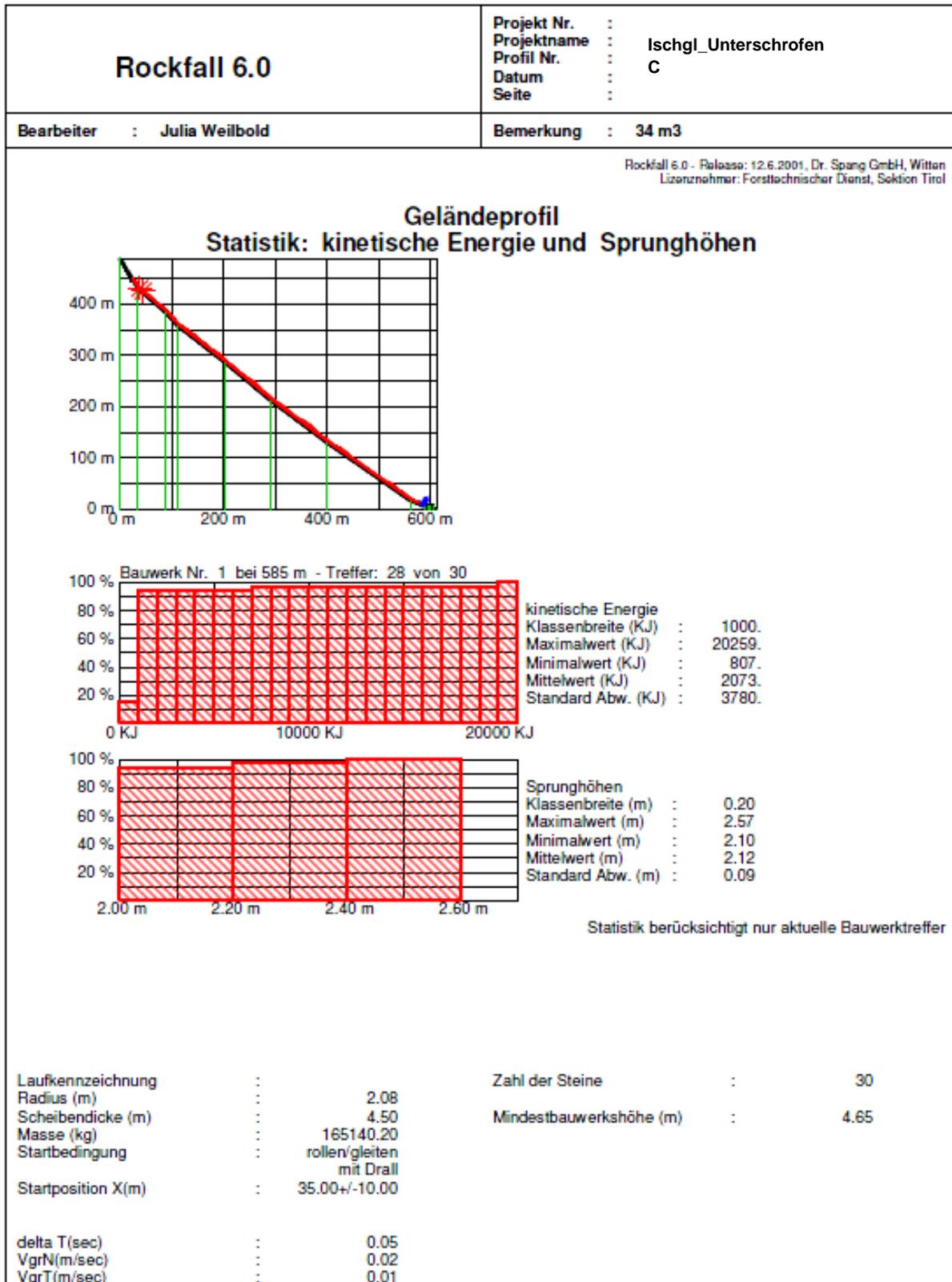
Profil Unterschrofen C: 5 m³

Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Unterschrofen Profil Nr. : C Datum : Seite :							
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 5 m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
x0(m)	Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Rollwiderstand	Rauhigkeit	
	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	Amp. (m)		Frequ. (m)	
0.00	34.40	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
34.40	87.30	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
87.30	111.40	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
111.40	204.30	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
204.30	292.40	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
292.40	401.10	35+/-10%	40+/-10%	0.029+/-50%	0.815+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
401.10	562.40	38+/-10%	41+/-10%	0.032+/-50%	0.815+/-10%	0.095+/-10%	0.30	1.00	
562.40	590.20	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
590.20	598.20	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
598.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
596.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
596.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
608.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
608.20	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
607.70	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
607.70	611.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
x - (m)				Auffangbauwerke h - (m) Incl-(Grad)					
585.00				15.00 30.00					
							Seite 1		



Profil Unterschrofen C: 34 m³

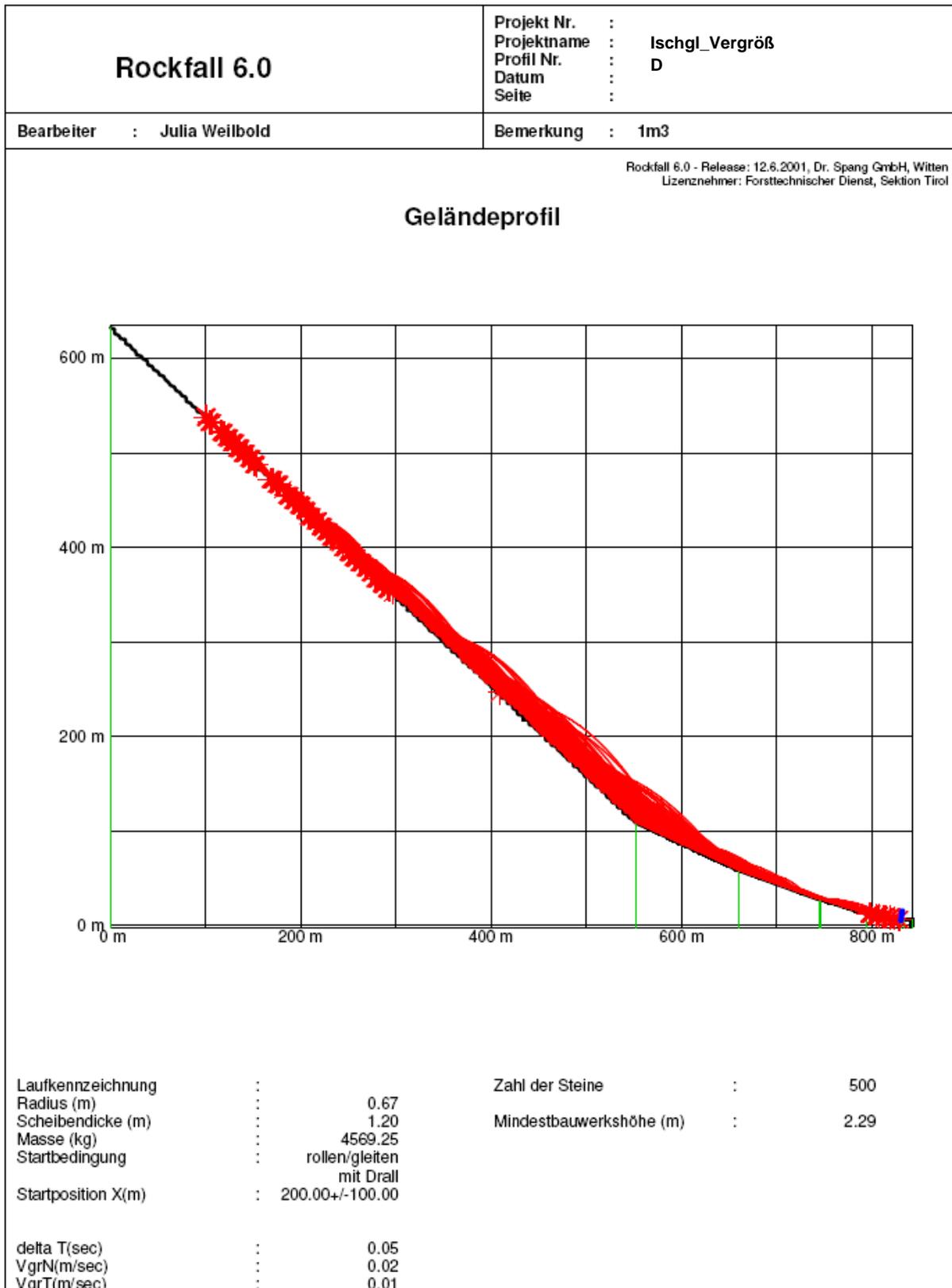
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Unterschrofen Profil Nr. : C Datum : Seite :							
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 34 m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
x0(m)	Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Rollwiderstand	Rauhigkeit	
	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	Amp. (m)		Frequ. (m)	
0.00	34.40	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
34.40	87.30	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
87.30	111.40	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
111.40	204.30	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
204.30	292.40	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
292.40	401.10	35+/-10%	40+/-10%	0.029+/-50%	0.815+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
401.10	562.40	38+/-10%	41+/-10%	0.032+/-50%	0.815+/-10%	0.095+/-10%	0.30	1.00	
562.40	590.20	38+/-10%	41+/-10%	0.035+/-50%	0.840+/-10%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
590.20	598.20	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
598.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
596.20	596.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
596.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
608.20	608.20	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
608.20	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
607.70	607.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
607.70	611.70	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
				Auffangbauwerke					
				x - (m)	h - (m)	Incli-(Grad)			
				585.00	15.00	30.00			

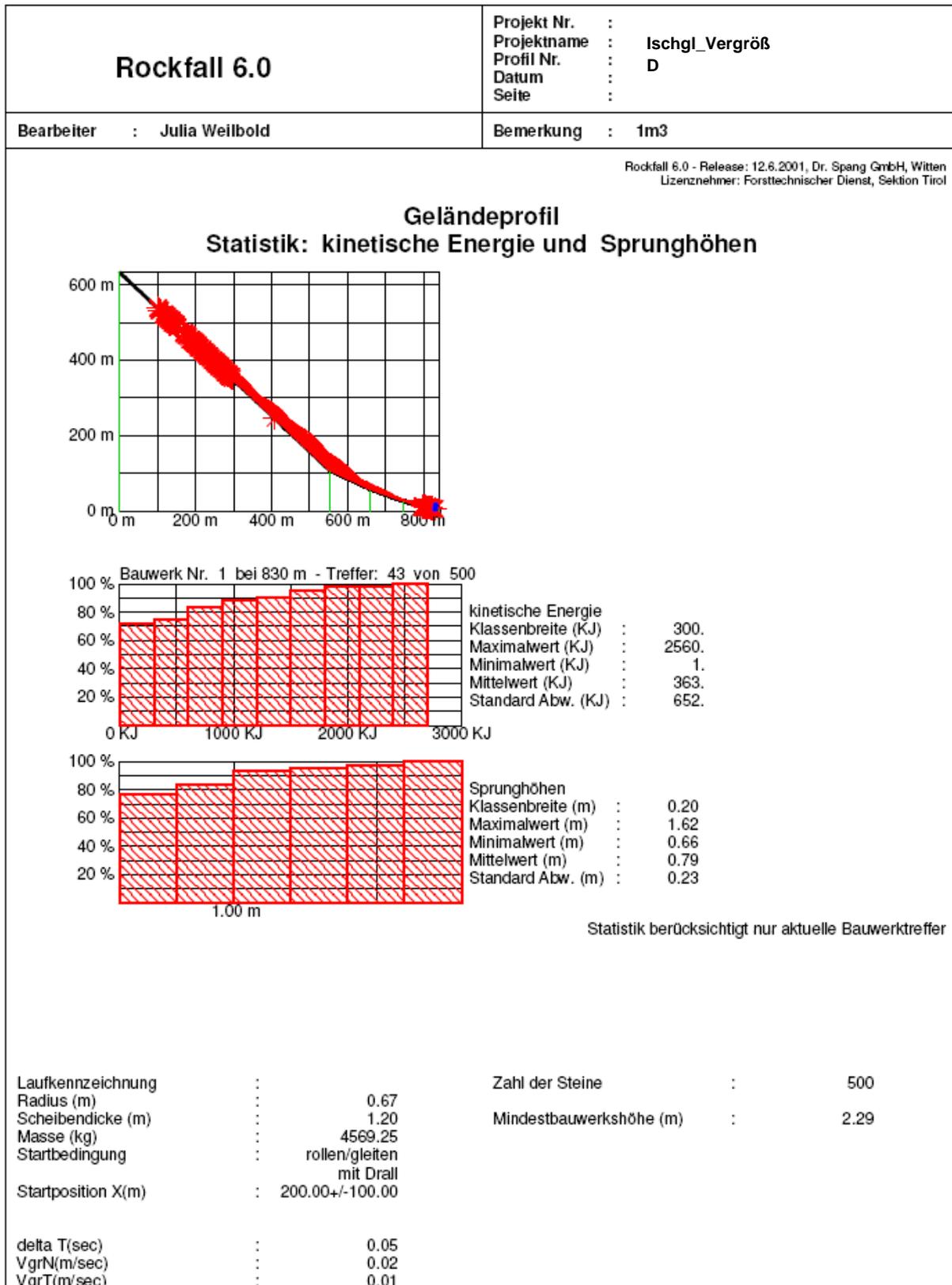


7.3.4 Profil Vergröß D

Profil Vergröß D: 1 m³

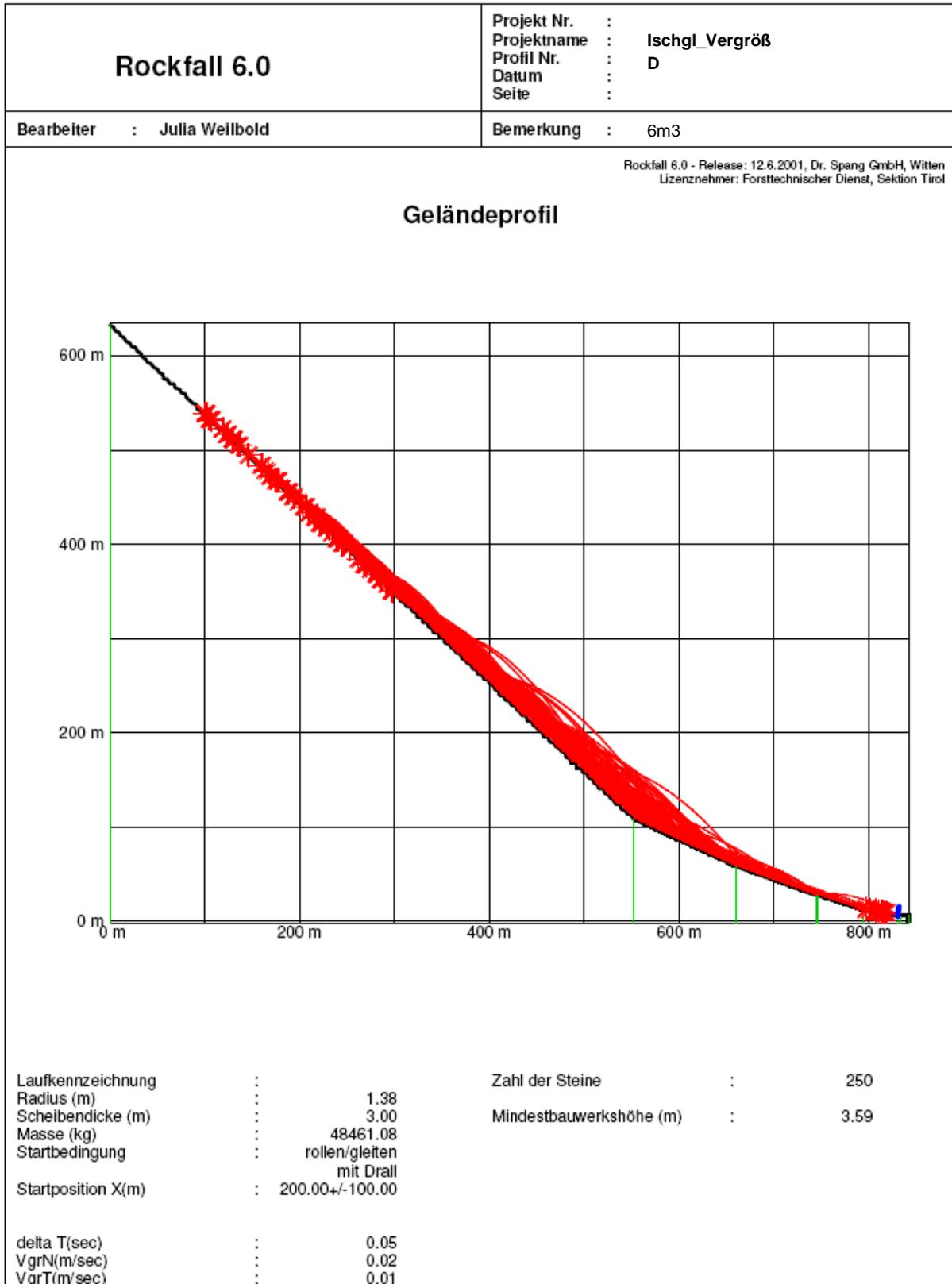
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Vergröß Profil Nr. : Datum : D Seite :							
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 1m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit		
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)	
0.00	551.28	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
551.28	660.04	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
660.04	744.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
744.61	746.61	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00	
746.61	794.17	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
794.17	833.56	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.780+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
833.56	830.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
830.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
842.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
842.03	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
841.53	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
				Auffangbauwerke					
		x - (m)	h - (m)	Incli-(Grad)					
		830.00	10.00	10.00					

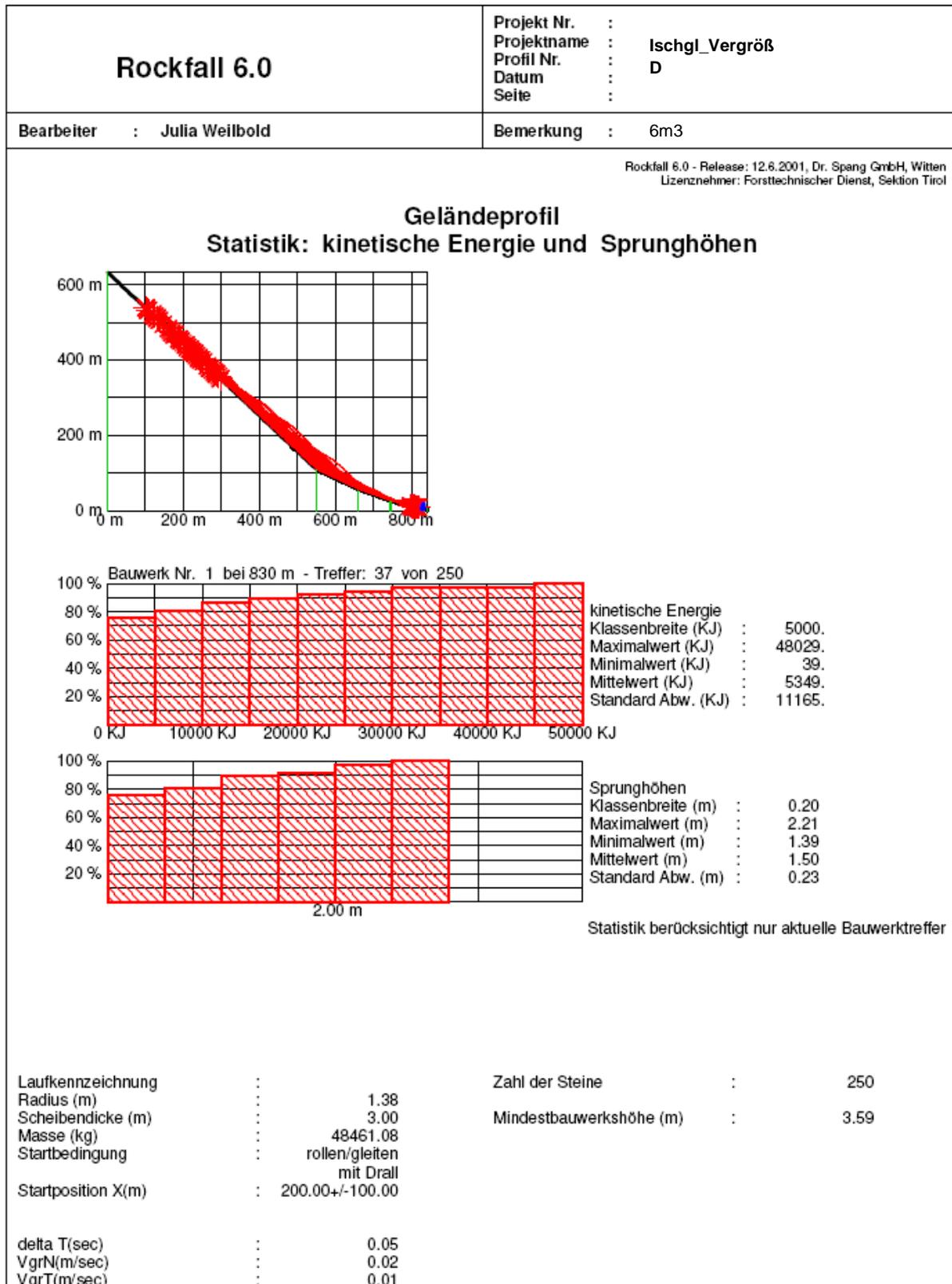




Profil Vergröß D: 6 m³

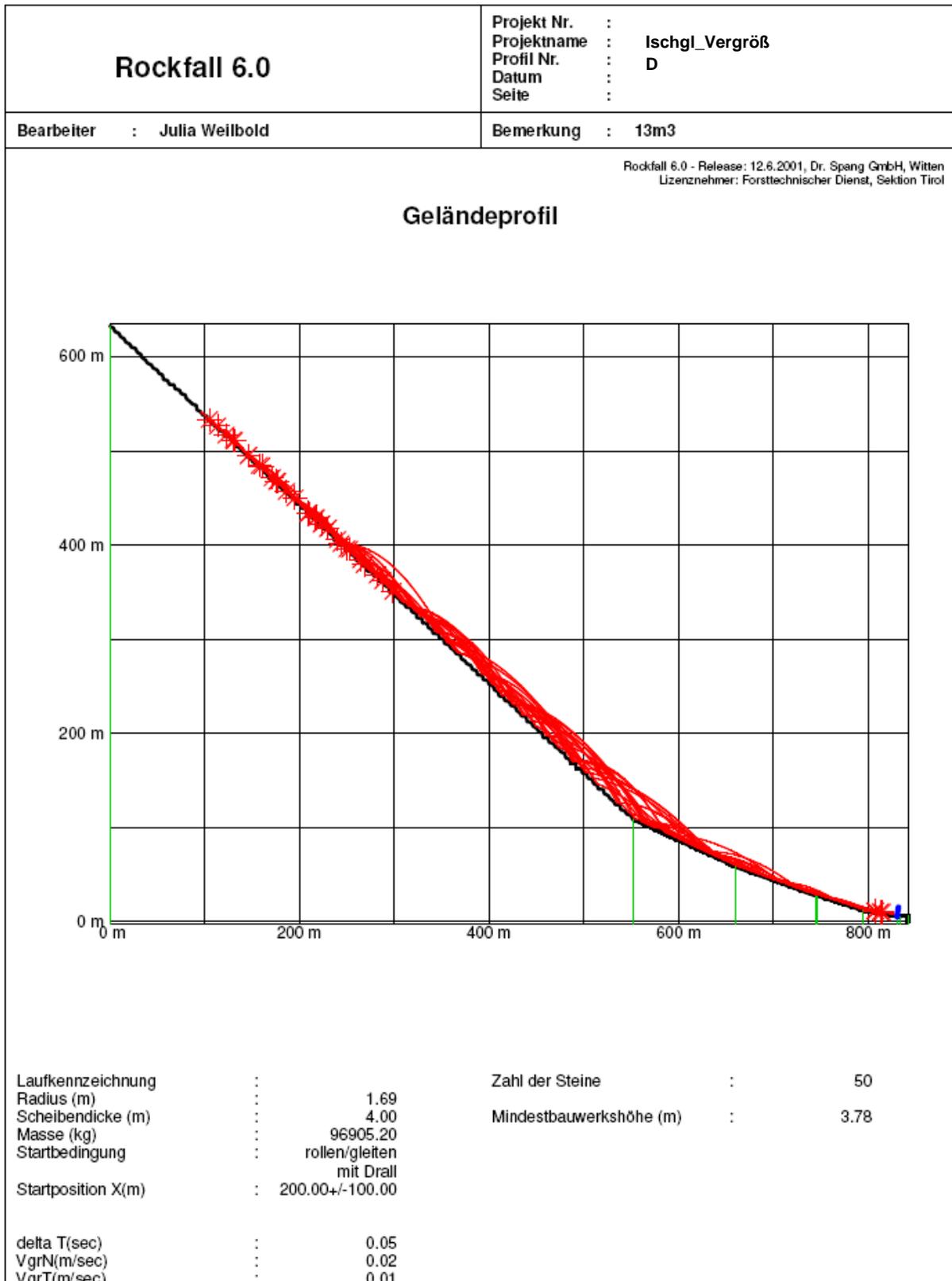
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Vergröß Profil Nr. : D Datum : Seite :							
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 6m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll-	Rauhigkeit		
x0(m)	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	wider- stand	Amp. (m)	Frequ. (m)	
0.00	551.28	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
551.28	660.04	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
660.04	744.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
744.61	746.61	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00	
746.61	794.17	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
794.17	833.56	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.780+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
833.56	830.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
830.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
842.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
842.03	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
841.53	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
				Auffangbauwerke					
		x - (m)	h - (m)	Incli-(Grad)					
		830.00	10.00	10.00					
				Seite 1					

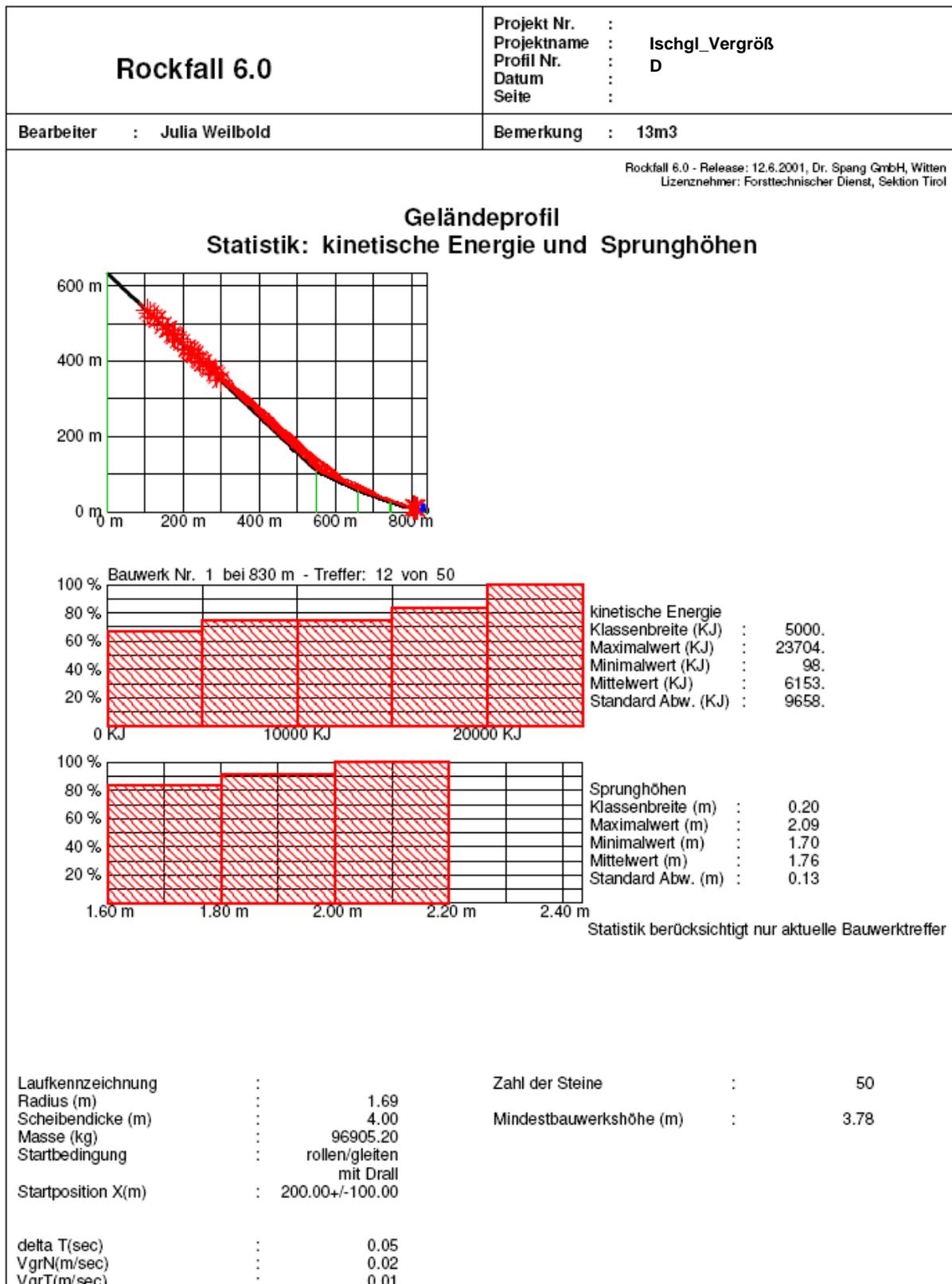




Profil Vergröß D: 13 m³

Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Vergröß Profil Nr. : D Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 13m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
		Reibungswinkel					Rauhigkeit	
	Lamellen	Gleit	Haft	Dämpfungsfaktoren		Roll-	Amp.	Frequ.
x0(m)	xe(m)	(Grad)	(Grad)	normal	tangential	wider-	(m)	(m)
						stand		
0.00	551.28	30+/-10%	40+/-10%	0.059+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00
551.28	660.04	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
660.04	744.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
744.61	746.61	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00
746.61	794.17	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
794.17	833.56	35+/-10%	40+/-10%	0.028+/-50%	0.780+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
833.56	830.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
830.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
842.03	842.03	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
842.03	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
841.53	841.53	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
				Auffangbauwerke				
		x - (m)	h - (m)	Incll-(Grad)				
		830.00	10.00	10.00				

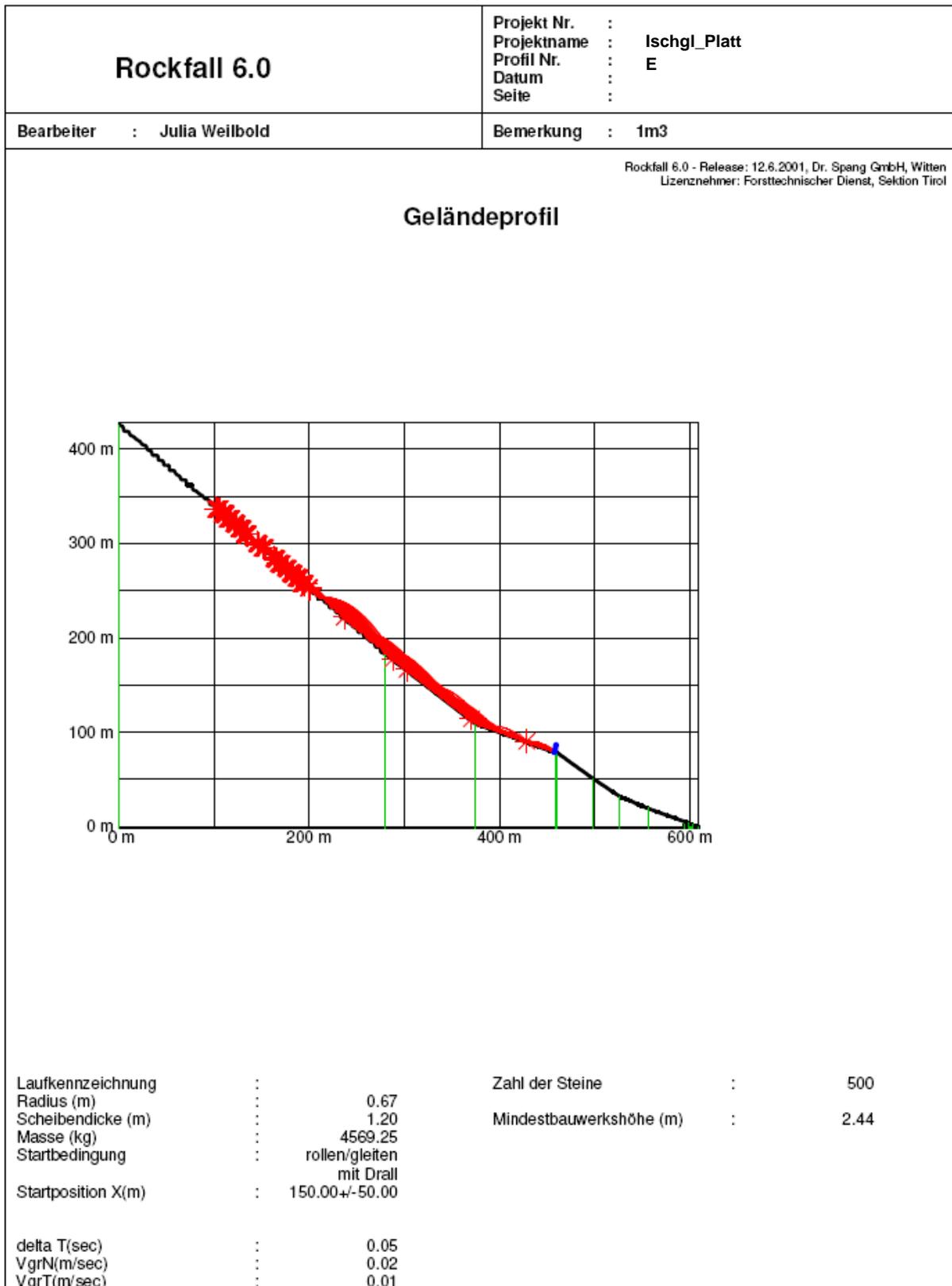


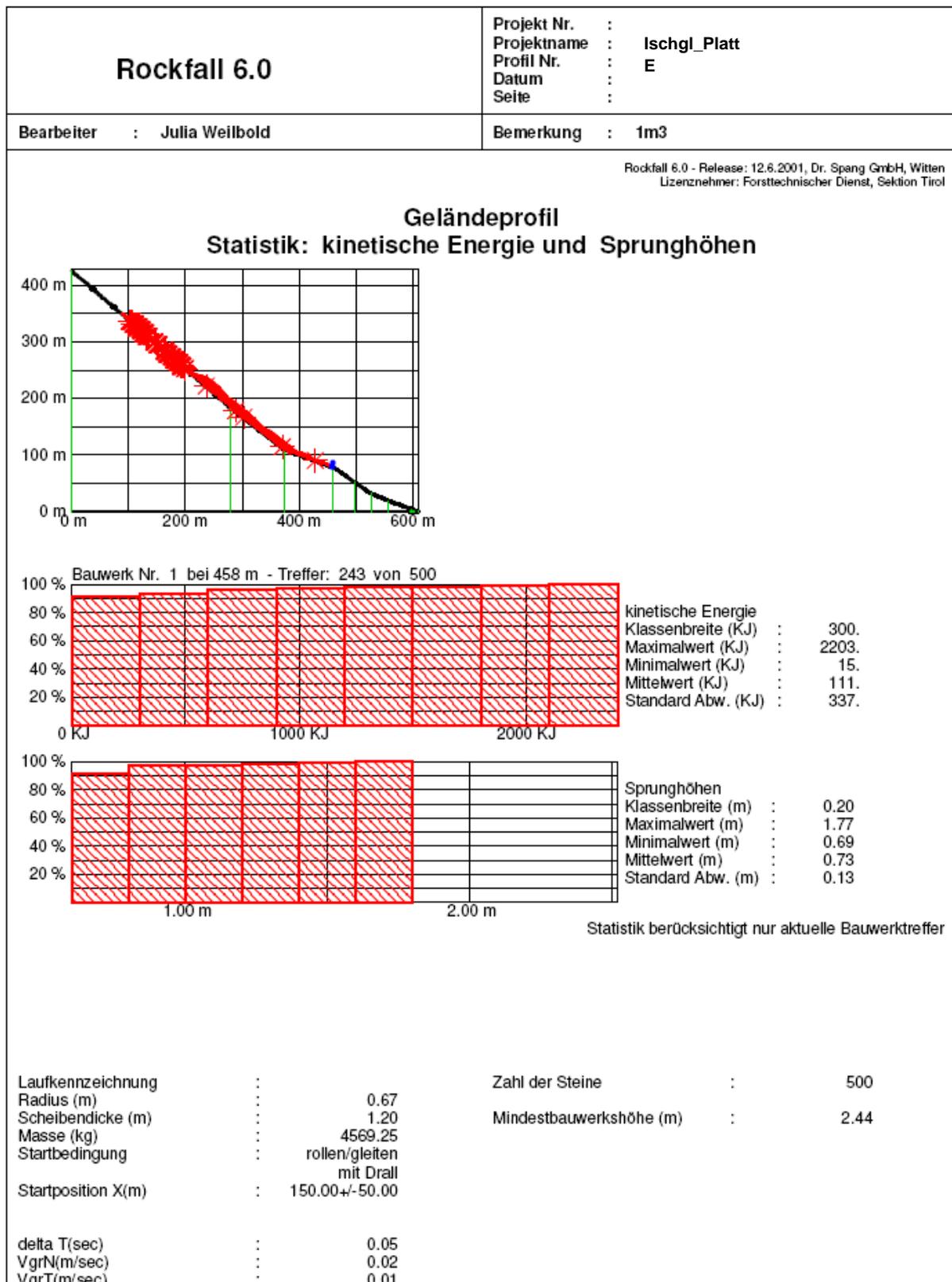


7.3.5 Profil Platt E

Profil Platt E: 1 m³

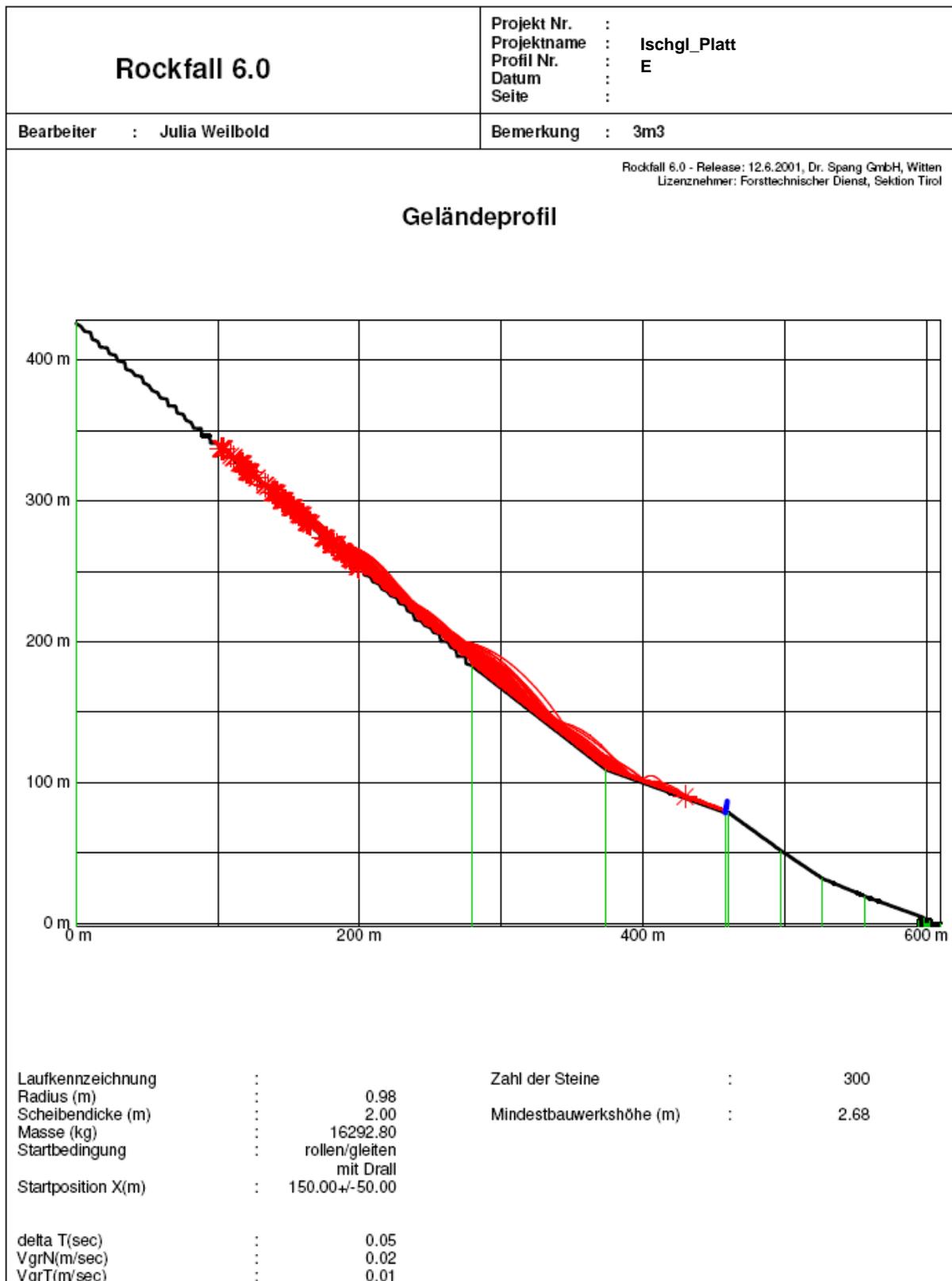
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Platt Profil Nr. : E Datum : Seite :							
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 1m3							
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol									
Lamellendaten									
Lamellen		Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll-	Rauhigkeit		
x0(m)	xe(m)	Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential	wider- stand	Amp. (m)	Frequ. (m)	
0.00	279.24	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00	
279.24	373.80	38+/-10%	41+/-10%	0.033+/-50%	0.840+/-10%	0.092+/-10%	0.30	1.00	
373.80	458.38	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
458.38	460.38	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00	
460.38	497.59	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
497.59	526.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
526.61	556.06	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00	
556.06	598.35	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00	
598.35	599.04	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
599.04	600.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
600.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
594.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
602.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
602.54	601.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
601.54	609.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00	
Auffangbauwerke									
		x - (m)	h - (m)	Incl(-Grad)					
		458.00	8.00	10.00					
								Seite 1	

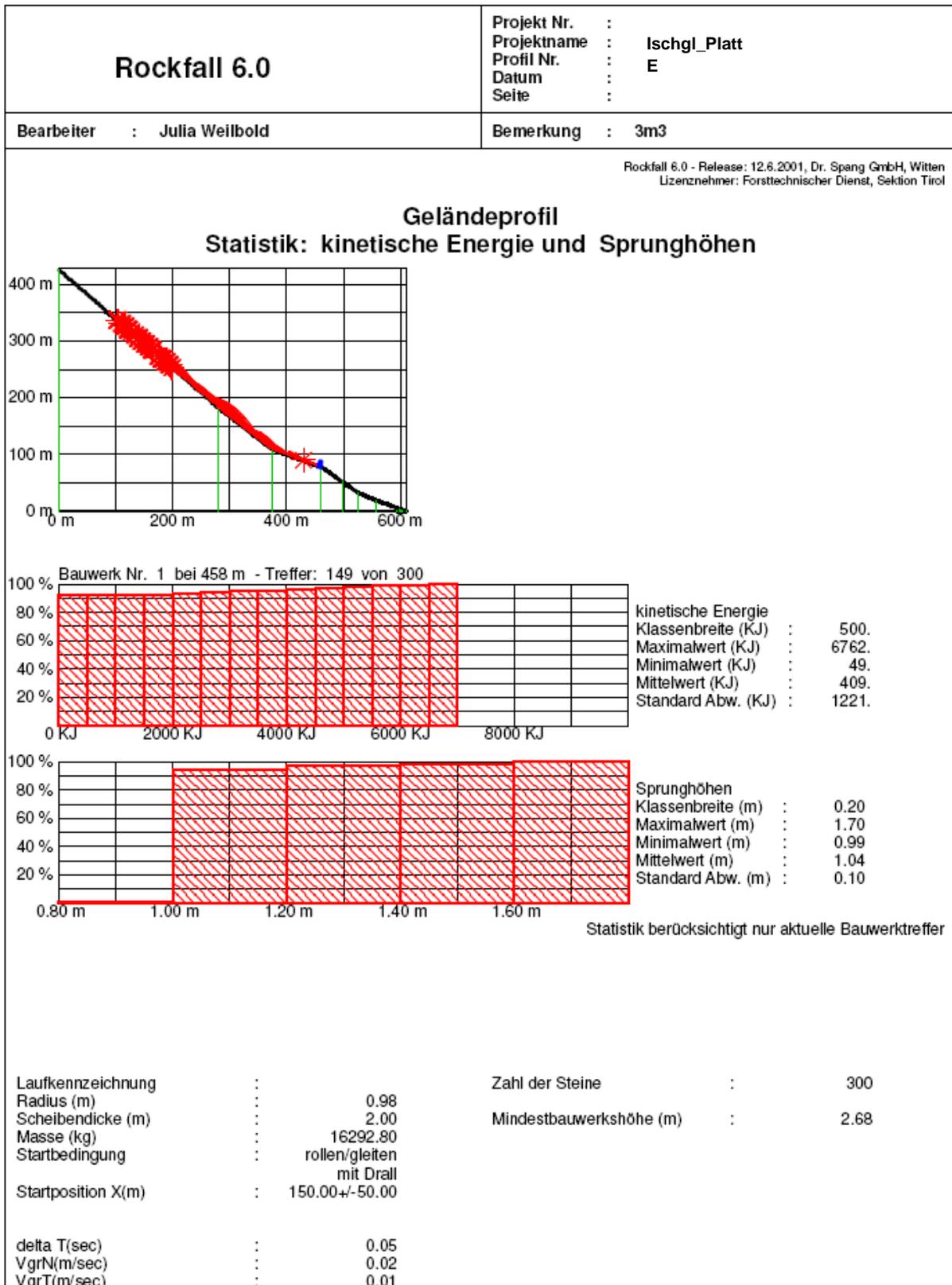




Profil Platt E: 3 m³

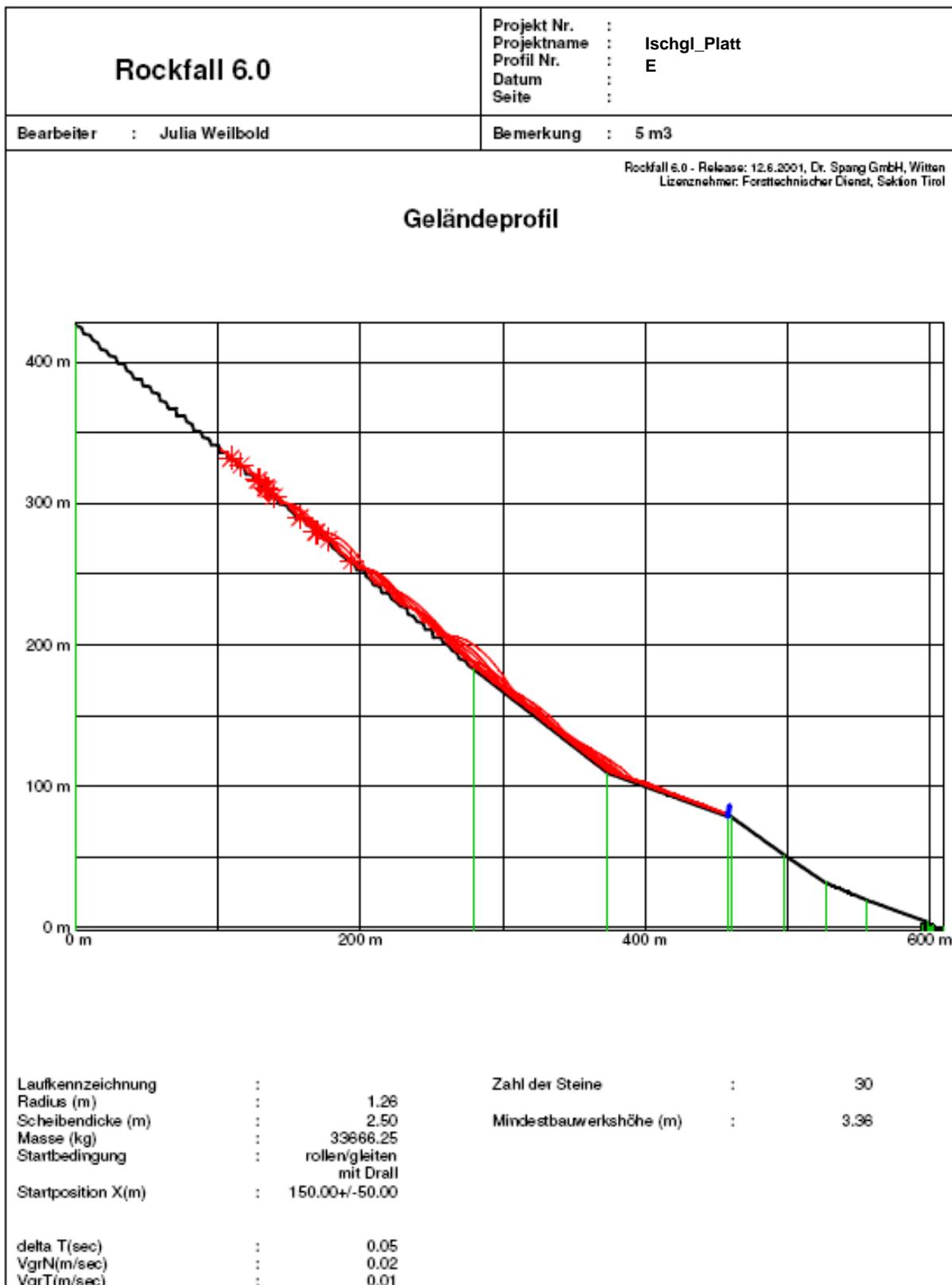
Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Platt Profil Nr. : E Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weibold		Bemerkung : 3m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit	
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	279.24	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00
279.24	373.80	38+/-10%	41+/-10%	0.031+/-50%	0.840+/-10%	0.093+/-10%	0.30	1.00
373.80	458.38	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
458.38	460.38	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00
460.38	497.59	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
497.59	526.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
526.61	556.06	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
556.06	598.35	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
598.35	599.04	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
599.04	600.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
600.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
602.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
602.54	601.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
601.54	609.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
Auffangbauwerke x - (m) h - (m) Incl(-Grad)								
458.00 8.00 10.00								
Seite 1								

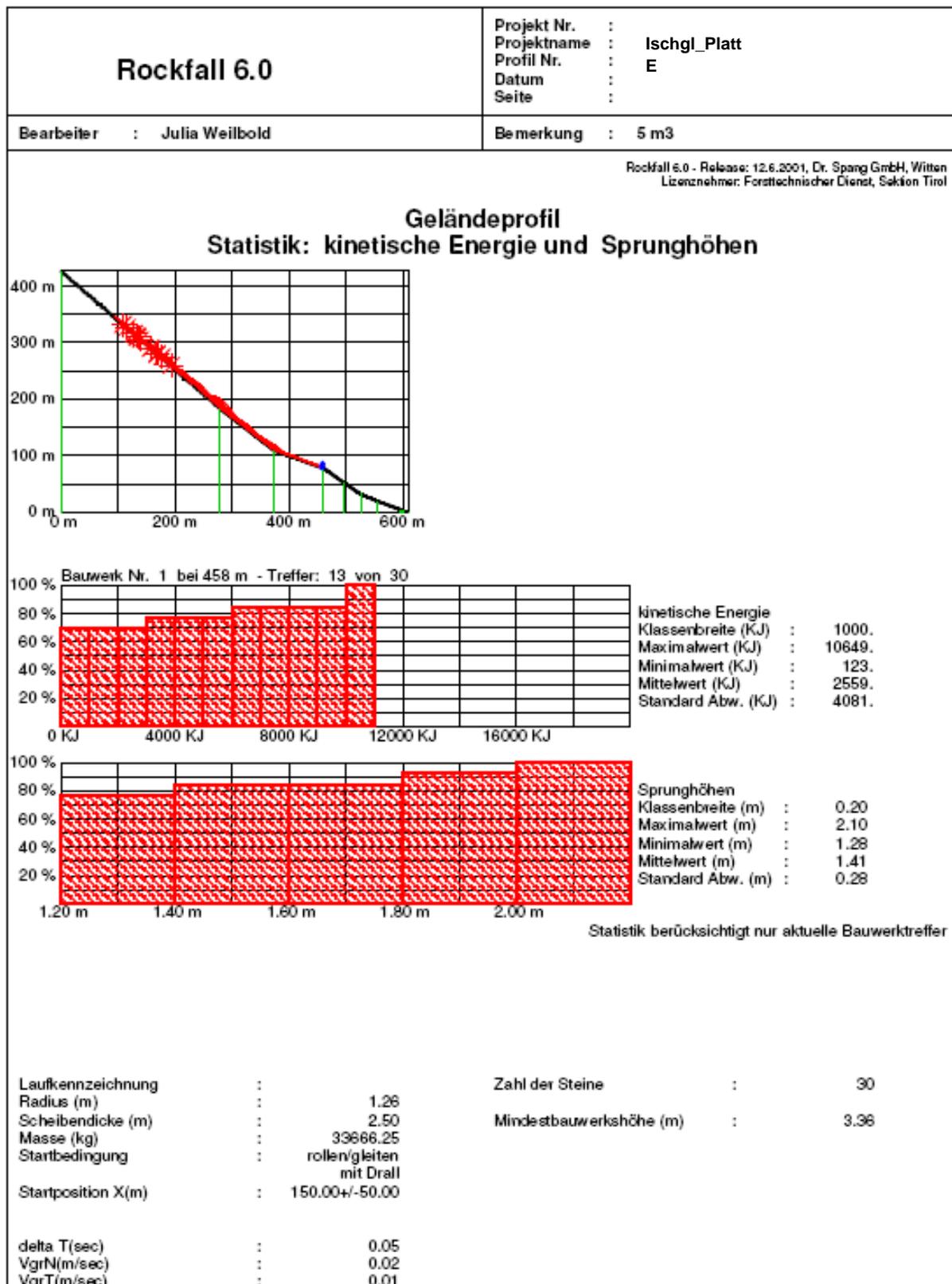




Profil Platt E: 5 m³

Rockfall 6.0		Projekt Nr. : Projektname : Ischgl_Platt Profil Nr. : E Datum : Seite :						
Bearbeiter : Julia Weilbold		Bemerkung : 5 m3						
Rockfall 6.0 - Release: 12.6.2001, Dr. Spang GmbH, Witten Lizenznehmer: Forsttechnischer Dienst, Sektion Tirol								
Lamellendaten								
x0(m)	Lamellen xe(m)	Reibungswinkel		Dämpfungsfaktoren		Roll- wider- stand	Rauhigkeit	
		Gleit (Grad)	Haft (Grad)	normal	tangential		Amp. (m)	Frequ. (m)
0.00	279.24	30+/-10%	40+/-10%	0.060+/-50%	0.960+/-4%	0.020+/-15%	2.00	4.00
279.24	373.80	38+/-10%	41+/-10%	0.031+/-50%	0.840+/-10%	0.093+/-10%	0.30	1.00
373.80	458.38	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
458.38	460.38	25+/-10%	30+/-10%	0.040+/-50%	0.900+/-10%	0.040+/-20%	0.10	1.00
460.38	497.59	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
497.59	526.61	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
526.61	556.06	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.820+/-15%	0.090+/-10%	0.30	1.00
556.06	598.35	35+/-10%	40+/-10%	0.030+/-50%	0.810+/-15%	0.100+/-10%	0.15	1.00
598.35	599.04	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
599.04	600.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
600.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	594.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
594.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
602.54	602.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
602.54	601.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
601.54	609.54	38+/-10%	42+/-10%	0.060+/-50%	0.910+/-9%	0.040+/-20%	0.00	0.00
		x - (m)		Auffangbauwerke h - (m) Incl-(Grad)				
		458.00		8.00 10.00				
				Seite 1				





In Tabelle 7-1 werden die Ergebnisse der Rockfallberechnungen für die Profile A-E aufgelistet.

Tabelle 7-1: Ergebnisse der Rockfallberechnungen

Profil	Form	Kubatur (m ³)	Anzahl der Blöcke	Positionierung (m SH)	max. auftretende Energie (kJ)	Mindestbauwerkhöhe (m)
Versal A	scheibenförmig	1	500	1420	2.540	2,74
		6	250	1420	2.450	2,61
		13	50	1420	31.271	3,86
Versahl B	kugelförmig	1	500	1420	1.578	3,37
		3	250	1420	5.900	3,21
		5	150	1420	4.067	3,41
Unterschrofen C	scheibenförmig	1	500	1375	2.420	3,97
		6	200	1375	6.950	4,22
		13	100	1375	7.860	3,81
		34	30	1375	20.260	4,65
Vergröß D	scheibenförmig	1	500	1345	2.560	2,29
		6	250	1345	48.029	3,60
		13	50	1345	23.704	3,78
Platt E	scheibenförmig	1	500	1420	2.203	2,44
		3	300	1420	6.762	2,68
		5	30	1420	10.649	3,36

8 Ergebnisse der Beurteilung des Steinschlagrisikos

Gefahrenherd 1: Madleinbach

In diesem Bereich ist keine Verbauung notwendig, da keine Gefährdung von bewohntem Gebiet vorliegt.

Gefahrenherd 2: Innerversahl

Dieser Bereich ist bereits durch ein Steinschlagschutznetz mit einer Länge von 243 m gesichert worden. 2006 wurde es taleinwärts um 80 m verlängert. Das Steinschlagschutznetz ist zwischen 2 und 4 m hoch und kann eine Anprallenergie zwischen 750 und 1500 kJ aufnehmen.

Gefahrenherd 3: Innerversahl – Versahl

Zum jetzigen Zeitpunkt ist keine Verbauung notwendig, da nur ganz kleine Blöcke unterhalb der Felswand gefunden wurden und der Ausrollbereich neben den bebauten Parzellen 2933/1 und 2933/2 verläuft. Da sich aber die Situation im Laufe der Jahre verändern kann, sollte dieser Gefahrenherd regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

Gefahrenherd 4: Versahl Schuttkegel (Profil A)

Die Berechnungen für Profil A (s. S. 67-75) zeigen, dass ein Netz / Damm mit 3 m Höhe und einer Energieaufnahmekapazität von 2600 kJ die überwiegende Anzahl der Blöcke bis zu 6 m³ Größe (siehe Tabelle 7-1) aufnehmen kann. Bei Blockgrößen mit 13 m³ tritt eine maximale kinetische Energie von 31.300 kJ auf, dabei kann das Netz auch übersprungen bzw. zerstört werden.

Die statistische Auswertung auf Seite 75 zeigt, dass 90 % der Einzelsturzböcke eine kinetische Energie von ca. 8.000 kJ und dabei eine Sprunghöhe von bis zu 1,80 m Höhe erreichen.

Es bietet sich an, das Schutzbauwerk mit einer Mindestbauwerkhöhe von 3,90 m, einer Energieaufnahme von 8.000 kJ und einer Länge von 170 m am Übergang der Schutthalde zur Wiese (1420 m SH) zu errichten. Dort liegen schon größere Blöcke, die einen zusätzlichen Schutz bei einem Steinschlagereignis bieten können.

Gefahrenherd 5: Versahl überhängende Felswände (Profil B)

Die Berechnungen für Profil B (s. S. 76-84) zeigen, dass ein Netz/Damm mit 3,40 m Höhe und einer Energieaufnahme von 5.900 kJ die überwiegende Anzahl der Blöcke bis zu 3 m³ Größe (siehe Tabelle 7-1) aufnehmen kann. Bei Blockgrößen mit 5 m³ tritt eine maximale kinetische Energie von 4.070 kJ auf.

Die statistische Auswertung auf Seite 84 zeigt, dass über 95 % der Einzelsturzböcke eine kinetische Energie von ca. 4.000 kJ und dabei eine Sprunghöhe von bis zu 2,35 m erreichen.

Es bietet sich an, das Schutzbauwerk mit einer Mindestbauwerkhöhe von 3,50 m, einer Energieaufnahme von 6.000 kJ und einer Länge von 135 m am Waldrand (1420 m SH) zu errichten.

Gefahrenherd 6: Versahl über Technischer Maßnahme

Dieser Bereich braucht zum jetzigen Zeitpunkt nicht gesichert werden. Während der Geländekartierung waren keine größeren, potentiellen Sturzkörper erkennbar. Da sich aber die Situation im Laufe der Jahre verändern kann, sollte dieser Gefahrenherd regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

Gefahrenherd 7: Versahl bis Unterschrofen

Dieser Bereich braucht zum jetzigen Zeitpunkt nicht gesichert werden, da keine größeren, potentiellen Sturzkörper während der Geländeaufnahme erkennbar waren. Da die Sturzbahn Richtung Kläranlage verläuft, soll dieser Bereich regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

Gefahrenherd 8: Unterschrofen (Profil C)

Die Berechnungen für Profil C (s. S. 85-96) zeigen, dass ein Netz/Damm mit 4,20 m Höhe und einer Energieaufnahme von 7.000 kJ die überwiegende Anzahl der Blöcke bis zu 6 m³ Größe (siehe Tabelle 7-1) aufnehmen kann. Bei Blockgrößen mit 34 m³ tritt eine maximale kinetische Energie von 20.300 kJ auf, dabei kann das Netz auch übersprungen bzw. zerstört werden.

Die statistische Auswertung auf Seite 96 zeigt, dass über 95 % der Einzelsturzböcke (34 m^3) eine kinetische Energie von ca. 8.000 kJ und dabei eine Sprunghöhe von bis zu 2,60 m erreichen.

Es bietet sich an, das Schutzbauwerk mit einer Mindestbauwerkshöhe von 4,60 m, einer Energieaufnahme von 8.000 kJ und einer Länge von 300 m am Waldrand (1375 m SH) zu errichten.

Von diesem Gefahrenherd könnten bei einem Steinschlagereignis Sturzböcke bis zur neuen Kläranlage gelangen. Daher wurden Wände und Decken entsprechend dimensioniert.

Gefahrenherd 9: Vergröß (Profil D)

Die Berechnungen für Profil D (s. S. 97-105) zeigen, dass ein Netz/Damm mit 3,60 m Höhe und einer Energieaufnahme von 8.000 kJ die überwiegende Anzahl der Böcke bis zu 6 m^3 Größe (s. S. 102) aufnehmen kann, die maximale kinetische Energie kann auch Werte von 48.000 kJ (Tabelle 7-1) erreichen. Bei Blockgrößen mit 13 m^3 tritt eine maximale kinetische Energie von 23.700 kJ auf.

Die statistische Auswertung auf Seite 105 zeigt, dass über 75 % der Einzelsturzböcke eine kinetische Energie von ca. 8.000 kJ und eine Sprunghöhe von bis zu 2,10 m erreichen.

Es bietet sich an, das Schutzbauwerk mit einer Mindestbauwerkshöhe von 4,00 m, einer Energieaufnahme von 8.000 kJ und einer Länge von 70 m auf der Wiese (1345 m SH) zu errichten, um den Ausrollbereich zu vergrößern. Ein kleiner Schutzwall ist bereits vorhanden, der bietet aber keinen ausreichenden Schutz bei einem Steinschlagereignis bietet.

Gefahrenherd 10: Platt

Dieser Bereich braucht nicht gesichert werden. Unter diesem Gefahrenherd befindet sich ein Wildbach.

Gefahrenherd 11: Platt neben Technischer Maßnahme (Profil E)

Die Berechnungen für Profil E (s. S. 106-114) zeigen, dass ein Netz/Damm mit 2,70 m Höhe und einer Energieaufnahme von 6.800 kJ die überwiegende Anzahl der Blöcke bis zu 3 m³ Größe (siehe Tabelle 7-1) aufnehmen kann. Bei Blockgrößen mit 5 m³ tritt eine maximale kinetische Energie von 10.650 kJ auf.

Die statistische Auswertung auf Seite 114 zeigt, dass über 80 % der Einzelsturzböcke eine kinetische Energie von ca. 8.000 kJ und dabei eine Sprunghöhe von bis zu 2,10 m erreichen.

Es bietet sich an, das Schutzbauwerk mit einer Mindestbauwerkhöhe von 3,40 m, einer Energieaufnahme von 8.000 kJ und einer Länge von 182 m oberhalb des Forstweges (1420 m SH) zu errichten.

Gefahrenherd 12: Platt – Ebene

Derzeit sind keine größeren Sturzblöcke erkennbar. Da sich aber die Situation im Laufe der Jahre verändern kann, sollte dieser Gefahrenherd regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

Gefahrenherd 13: Ebene

Eine Verbauung ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht notwendig.

Unter diesem Bereich wurden bereits mögliche Sturzkörper durch Anker gesichert.

Da sich aber die Situation im Laufe der Jahre verändern kann, sollte dieser Gefahrenherd regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

Gefahrenherd 14: Ebene weiter oben

Zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme waren keine größeren Sturzblöcke erkennbar.

Da sich aber die Situation in Laufe der Jahre verändern kann, sollte dieser Gefahrenherd regelmäßig überprüft und neu bewertet werden.

9 Interpretation und Ausblick

Um das Steinschlagrisiko in der Gemeinde Ischgl im Rahmen dieser Diplomarbeit qualitativ beurteilen zu können, wurde ein neues Steinschlagrisikobewertungsmodell für Siedlungen entwickelt, das für Anwendungen im Bereich der Flächenwidmung und Gefahren- und Maßnahmenplanung eignet (MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER, 2008), da in der Literatur nur Modelle für Verkehrswege zu finden sind. Als Orientierungsgrundlage diente das Steinschlagrisikobewertungsmodell von WYLLIE & MAH (2007).

Ein Parameter dieses Systems, die Chronikrecherche, gestaltete sich schwierig. Es gibt in der Gemeinde Ischgl nur ein einziges Dokument, das ein Steinschlagereignis aus dem Jahr 1997 ausweist. Durch die Befragung der Anrainer, des Waldaufsehers und der Mitarbeiter des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung konnten jedoch noch weitere Steinschlagereignisse eruiert werden.

Die Untersuchungen mittels Steinschlagrisikobewertungsmodell haben gezeigt, dass die Gefahrenherde 4, 5, 8 und 9 in der Zone mit unakzeptablem Risiko liegen und näher untersucht werden müssen. Darüber hinaus wurde auch der Gefahrenherd 11 für eine genaue Untersuchung ausgewählt.

Der Gefahrenherd 2 liegt in der von Steinschlag gefährdeten Zone, wurde aber nicht weiter untersucht, da aufgrund eines Steinschlagereignisses 1997 dieser schon durch ein Steinschlagnetz gesichert wurde. Im Frühjahr 2007 fand ein Aufseher des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung einen 0,5 m³ großen Sturzblock, den das Steinschlagschutznetz aufgefangen hatte.

In dem Bearbeitungsgebiet muss der Braune Hinweisbereich im Gefahrenzonenplan der Weiler Versahl, Unterschrofen, Vergröß und Platt erweitert werden (siehe Beilage 14.4). In Beilage 14.4 ist auch der Vorschlag für die Lage der Standorte für die Schutzmaßnahmen dargestellt.

Zum jetzigen Zeitpunkt werden im Bearbeitungsgebiet größere Massenbewegungen ausgeschlossen, da es keine Anzeichen dafür gibt. Die Situation kann sich im Laufe der Jahre jedoch ändern, wenn entscheidende Faktoren ungünstiger werden.

10 Zusammenfassung

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich in der Gemeinde Ischgl, ca. 33 km von Landeck entfernt, zwischen den Ortsteilen Innerversahl und Ebene (Sonnseite) im Paznauntal, Tirol. Es wird taleinwärts vom Madleinbach und talauswärts vom Totenmannbach begrenzt und erstreckt sich vom Talboden, Niveau der Trisanna, bis zu den Seeköpfen.

Das Gebiet liegt in der Silvrettadecke, die zum Silvretta-Seckau-Komplex des Ostalpins der Ostalpen gehört. Es wird aus Metasedimenten, Metabasiten und Orthogneisen aufgebaut. Die Silvrettadecke liegt tektonisch auf dem Penninikum und erreicht nur eine geringe Mächtigkeit.

Um das Steinschlagrisiko im Bearbeitungsgebiet qualitativ zu beurteilen zu können, wurde von MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008) ein neues Steinschlagrisikobewertungssystem für Siedlungen entwickelt. Anhand dieses Systems werden der Ablösebereich und die Sturzbahn mit Punkten bewertet. Gemäß der Definition Risiko = Schaden * Eintrittswahrscheinlichkeit werden die Punkte der beiden Einflussfaktoren Schaden („damage“) und Eintrittswahrscheinlichkeit („frequency“) zuerst addiert und diese Punktschichten miteinander multipliziert. Der Schaden wird von den Parametern „vertical slope height“, „block size“, „pathway roughness + damping“ und „quality land use“, die Eintrittswahrscheinlichkeit wird von den Parametern „pathway roughness + damping“, „loosening of rock“, „joint strength“, „joint discontinuity and orientation“, „climate and water“ und „proof of historical events“ beeinflusst. Die Punkte der beiden Einflussfaktoren werden im Schaden/Wahrscheinlichkeits-Diagramm eingetragen. Daraus kann abgelesen werden, welche Bereiche ein Risiko eines Steinschlagereignisses haben bzw. welche genauer untersucht werden müssen. Im Bearbeitungsgebiet wurden anhand dieser Methode 5 Gefahrenherde festgelegt, die genauer untersucht wurden.

Die Reichweite bzw. erforderliche Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag aus diesen 5 Gefahrenherden wurden mittels Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0 ermittelt. Mit den im Gelände aufgenommenen Daten wurden die 5 zweidimensionalen Profile festgelegt und in einzelne Lamellen diskretisiert. Alle 5 Profile wurden mit

3-4 verschiedenen Blockgrößen und verschieden großer Anzahl von Sturzblöcken berechnet.

Die Untersuchung hat ergeben, dass in all diesen Bereichen Steinschlagschutznetze oder Dämme zum Schutz der Gebäude erforderlich sind.

Dimensionen und Lage der Steinschlagschutzbauwerke:

Profil A: Das Steinschlagschutzbauwerk (Netz/Damm) soll auf 1420 m SH mit einer Länge von 170 m und 4 m Höhe errichtet werden und eine kinetische Energie von 8000 kJ aufnehmen können.

Profil B: Das Steinschlagschutzbauwerk (Netz/Damm) soll auf 1420 m SH mit einer Länge von 135 m und 3,5 m Höhe errichtet werden und eine kinetische Energie von 6000 kJ aufnehmen können.

Profil C: Das Steinschlagschutzbauwerk (Netz/Damm) soll auf 1475 m SH mit einer Länge von 300 m und 4,6 m Höhe errichtet werden und eine kinetische Energie von 8000 kJ aufnehmen können.

Profil D: Das Steinschlagschutzbauwerk (Netz/Damm) soll auf 1345 m SH mit einer Länge von 78 m und 4 m Höhe errichtet werden und eine kinetische Energie von 8000 kJ aufnehmen können.

Profil E: Das Steinschlagschutzbauwerk (Netz/Damm) soll auf 1420 m SH mit einer Länge von 182 m und 3 m Höhe errichtet werden und eine kinetische Energie von 8000 kJ aufnehmen können.

Die neu entwickelte Methode zur Beurteilung des Steinschlagrisikos von MÖLK, - POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008) baut auf einer Geländekartierung auf. Sie eignet sich sehr gut für die Flächenwidmung, Gefahrenzonen- und Maßnahmenplanung da anhand dieses System rasch das Steinschlagrisiko und die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen beurteilt werden können.

11 Verzeichnisse

11.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Topographische Übersicht des Arbeitsgebietes Ischgl	4
Abbildung 2-2: Lage des Arbeitsgebietes auf der Österreichkarte, Geologische Bundesanstalt (Wien 1999).....	5
Abbildung 2-3: Höhenmodell des Arbeitsgebietes, 1:25.000.....	6
Abbildung 2-4: Slope [°], Maßstab 1:25.000.....	6
Abbildung 3-1: Geologische Übersicht des Arbeitsgebietes 1:25.000.....	9
Abbildung 3-2: Handstück Paragneis, Fundort Gefahrenherd 5.....	10
Abbildung 3-3: Handstück Metabasit (Amphibolit), Fundort Gefahrenherd 1.....	11
Abbildung 3-4: Handstück Orthogneis, Fundort Madleinalpe.....	11
Abbildung 3-5: verändert aus Profilschnitt vom Bodensee ins Unterengadin (Oberhauser, Wien 2007).....	13
Abbildung 3-6: Legende zum Auszug des Profilschnittes vom Bodensee ins Unterengadin (Oberhauser, Wien 2007).....	13
Abbildung 3-7: Tektonische Übersicht 1: 500.000 (Oberhauser, Wien 2007).....	14
Abbildung 3-8: Legende zur Tektonischen Übersicht 1: 500.000 (Oberhauser, Wien 2007).....	15
Abbildung 4-1: Grundtypen von Massenbewegungen gemäß dem Multilingual Landslide Glossary , WP/WLI (1993).....	20
Abbildung 4-2: Versagensmechanismus von Talflanken und Felsböschungen und ihre mechanischen Modelle, Teil 1 (Poisel & Preh, 2004).....	21
Abbildung 4-3: Versagensmechanismen von Talflanken und Felsböschungen und ihre mechanischen Modelle, Teil 2 (Poisel & Preh, 2004).....	22
Abbildung 4-4: Teilbereiche eines Sturzprozesses (nach HEIM, 1932).....	23
Abbildung 4-5: Beispiel Steinschlagereignis, das 1998 ein Gebäude im Zillertal, Tirol, Österreich zerstört hat (Mölk, M., Poisel, R., Weilbold, J. & Angerer, H., 2008)	25
Abbildung 4-6: Darstellung des geometrischen Gefälles, des Schattenwinkels und der Fahrböschung in Grundriss und Profil (Roth, 2003).....	27
Abbildung 5-1: Laserscan mit Gefahrenherde und Profile, Maßstab 1:25.000.....	30
Abbildung 5-2: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 1.....	31
Abbildung 5-3: Gefahrenherd 1, Madleinbach.....	31
Abbildung 5-4: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 2.....	33

Abbildung 5-5: Gefahrenherd 2, Innerversahl.....	33
Abbildung 5-6: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 3.....	34
Abbildung 5-7: Gefahrenherd 3, Inversahl – Versahl.....	34
Abbildung 5-8: Gefahrenherd 4, Versahl, Paragneis.....	35
Abbildung 5-9: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 4.....	36
Abbildung 5-10: Gefahrenherd 4, Versahl, Amphibolit.....	36
Abbildung 5-11: Gefahrenherd 5, Versahl, überhängende Felswände.....	37
Abbildung 5-12: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 5.....	37
Abbildung 5-13: Gefahrenherd 5, Versahl überhängende Felswände.....	37
Abbildung 5-14: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 6.....	38
Abbildung 5-15: Gefahrenherd 6, Versahl neben technischer Maßnahme.....	38
Abbildung 5-16: Trennflächengefüge Gefahrenherd 7.....	39
Abbildung 5-17: Gefahrenherd 7, Versahl – Unterschrofen.....	39
Abbildung 5-18: Trennflächengefüge Gefahrenherd 8.....	40
Abbildung 5-19: Gefahrenherd 8, Unterschrofen.....	40
Abbildung 5-20: Trennflächengefüge Gefahrenherd 9.....	41
Abbildung 5-21: Gefahrenherd 9, Vergröß.....	41
Abbildung 5-22: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 10.....	42
Abbildung 5-23: Gefahrenherd 10, Platt über Technischer Maßnahme.....	42
Abbildung 5-24: Gefahrenherd 11, Platt neben Technischer Maßnahme.....	43
Abbildung 5-25: Trennflächengefüge Gefahrenherd 12.....	44
Abbildung 5-26: Gefahrenherd 12, Platt über Häusern.....	44
Abbildung 5-27: Trennflächengefüge, Gefahrenherd 13.....	45
Abbildung 5-28: Gefahrenherd 13, Ebene.....	45
Abbildung 5-29: Trennflächengefüge Gefahrenherd 14.....	46
Abbildung 5-30: Gefahrenherd 14, Ebene weiter oben.....	46
Abbildung 5-31: Sturzblock aus Gefahrenherd 4.....	48
Abbildung 5-32: Sturzblock aus Gefahrenherd 4.....	48
Abbildung 6-1: Wahrscheinlichkeit/Schaden-Diagramm (aus: Mölk, Poisel, Weilbold & Angerer (2008)).....	53
Abbildung 6-2: Schaden/Wahrscheinlichkeit-Diagramm mit den 14 aufgenommenen Gefahrenherden.....	54

Abbildung 7-1: Übersicht der Beilage 14.4.....	59
Abbildung 7-2: Legende zur Übersicht der Beilage 14.4.....	60
Abbildung 7-3: Profil aus ROCKFALL 6.0, Versahl A.....	61
Abbildung 7-4: Mögliche Sturzbahn Versahl A.....	61
Abbildung 7-5: Profil aus ROCKFALL 6.0, Versahl B.....	62
Abbildung 7-6: Mögliche Sturzbahn Versahl B.....	62
Abbildung 7-7: Profil aus ROCKFALL 6.0, Unterschrofen C.....	63
Abbildung 7-8: Mögliche Sturzbahn Unterschrofen C.....	63
Abbildung 7-9: Profil aus ROCKFALL 6.0, Vergröß D.....	64
Abbildung 7-10: Mögliche Sturzbahn Vergröß.....	64
Abbildung 7-11: Profil aus ROCKFALL 6.0, Platt E.....	65
Abbildung 7-12: Mögliche Sturzbahn Platt.....	65

11.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1: Steinschlagrisikobewertungsmodell (WYLLIE, 1987, PIERSON <i>et al.</i> , 1990)...	49
Tabelle 6-2: Klassifizierungskriterien und Punkteschema (MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER, 2008).....	50
Tabelle 6-3: Berechnung des relativen Risikos (Beispiel mit schlechtest denkbarem Fall)...	51
Tabelle 6-4: Punktevergabe für die Bereiche 1 – 4.....	52
Tabelle 6-5: Punktevergabe für die Bereiche 5 – 8.....	52
Tabelle 6-6: Punktevergabe für die Bereiche 9 – 12.....	52
Tabelle 6-7: Punktevergabe für die Bereiche 13 – 14.....	53
Tabelle 7-1: Ergebnisse der Rockfallberechnungen.....	115

12 Literaturverzeichnis

- ANGERER, H., SÖNSER, TH. & SPANG, R.M.: *Steinschlagrisiko und Investitions-Entscheidung – Gibt es eine rationale Basis? – Felsbau 16/3*, Glückauf Verlag Essen, 1998, S. 168-176
- BERTLE, R. J.: *Silvretta-Seckau-Deckensystem.*- in: FRIEBE, G.: *Geologie der österreichischen Bundesländer Vorarlberg*, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2007, S. 49-54
- BOZZOLO, D.: *Ein mathematisches Modell zur Beschreibung der Dynamik von Steinschlag*, Dissertation Nr. 8490 an der ETH Zürich, 1987
- BROILI, L.: *Ein Felssturz im Großversuch*, Rock Mechanics, Suppl. 3, 1974, S. 69-78
- CRUDEN, D. M. & VARNES, D. J.: *Landslide types and processes.* – in: Turner, A. K. & Schuster, R. L. (eds.): *Landslides: Investigation and Migration. Special Report 257*, Transportation Research Board, National research Council, National Academic Press, 1996, S. 36-75
- EVANS, S. G. & HUNGR, O.: *Engineering evaluations of fragmental rockfall hazards*, Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides in Lausanne, Bd. 1, Rotterdam, 1988, S. 685-690.
- EVANS, S. G. & HUNGR, O.: *The assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes*, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 30, 1993, S. 620-636
- FEUERBACH, J.: *Arten der Hangverformungen und deren Ursachen*, www.geointernational.info/Vortrage/altdorf.pdf, 01.10.2007
- FRIEBE, G.: *Geologie der österreichischen Bundesländer Vorarlberg*, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2007
- GEOBRUGG: *Wer bei Schutzverbauungen Kompromisse macht, geht unkalkulierbare Risiken ein*, Prospekt des Unternehmens Geobrigg Schutzsysteme, 2007
- GERBER, E. & SCHEIDEGGER, A. E.: *On the dynamic of Scree Slopes*, Rock Mechanics 6, 1974, S. 25-38
- HEIM, A.: *Bergsturz und Menschenleben*, Zürich, Fretz und Wassermuth, 1932

- JOHN, K. & SPANG, R. M.: *Steinschläge und Felsstürze – Voraussetzungen – Mechanismen – Sicherung*, UIC – Tagung, Schutz der Bahnanlagen gegen Steinschlag und Felssturz, Kandersteg, 1979
- KIENHOLZ, H., ZEILSTRA, P. & HOLLENSTEIN, K.: *Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko, Arbeitspapier*, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); Bern, 1998
- KRAUTER, E.: *Phänomenologie natürlicher Böschungen (Hänge) und ihrer Massenbewegungen*, Grundbau-Taschenbuch, Teil 1, 6. Auflage, Berlin, Ernst & Sohn, 2001
- LATELTIN, O.: *Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten*, BRP, BWW, BUWAL; Bern, 1997
- MEISSL, G.: *Modellierung der Reichweite von Felsstürzen*, Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Innsbruck, Innsbruck, 1998
- MÖLK, M., POISEL, R., WEILBOLD, J. & ANGERER, H.: *Rockfall Rating Systems: Is there a comprehensive Method for Hazard Zoning in populated areas?*, Interpraevent, Band 2, 2008, S. 207-218
- NEMCOK, A., PASEK, J. & RYBAR, J.: *Classification of Landslides and other Mass movements*. Rock Mechanics 4, 1972, S. 71-78
- OBERHAUSER, R. mit Beiträgen von Bertle, H. & Bertle, R.: *Geologische Karte von Vorarlberg 1: 100 000*, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2007
- OBERHAUSER, R.: *Zur Geologie der Ost-Westalpen-Grenze anhand der Geologischen Karte von Vorarlberg 1:100.000 mit dem dazugehörigen Profilschnitt vom Bodensee ins Unterengadin*, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2007
- PIERSON, L. A., DAVIS, S. A. & VAN VICKLE, R.: *Rockfall hazard Rating System Implementation Manual*. Federal Highway Administration (FHWA) Report FHWA-OR-EG-90-01. FHWA, U.S. Department of Transportation, 1990
- POISEL, R. & EPPENSTEINER, W.: *Gang und Gehwerk einer Massenbewegung. Teil 1: Geomechanik des Systems „Hart auf Weich“*, Felsbau 6, 1988, Nr. 4, S. 189-194
- POISEL, R. & EPPENSTEINER, W.: *Gang und Gehwerk einer Massenbewegung. Teil 2: Geomechanik des Systems „Hart auf Weich“*, Felsbau 7, 1988, Nr. 4, S. 16-20

- POISEL, R. & PREH, A.: *Rock Slope Initial Failure Mechanisms and their Mechanical Models*, Felsbau 22, 2004, Nr. 2, S. 40-45
- ROCHET, L.: *Développement de modèles numériques dans l'analyse de la propagation des Éboulements rocheux*, Proceedings of the 6th International Congress on Rock Mechanics, Montreal, 1987, Nr. 1, S. 479-484
- ROTH, W.: *Dreidimensionale numerische Simulation von Felsmassenstürzen mittels der Methode der Distinkten Elemente (PFC)*, Dissertation an der TU Wien, 2003
- SCHUSTER, R., BERTLE, R. & FRANK, W.: *Indications for a permo-triassic metamorphic Imprint in the Austroalpine Silvretta nappe (Eastern Alps)*. – Geol. Paläont. Mitt., 25, Innsbruck, 2001, S. 195-196
- SCHWEINEHAGE, R.: *Metamorphite der Silvrettadecke/Ostalpen: Thermobarometrische und geochemische Untersuchungen zur präalpidischen Entwicklung*. – Unveröff. Diss. Univ. Stuttgart, 2000
- TERZAGHI, K.: *Mechanics of landslides*. – Geol. Soc. Of Am., Berkeley Volume, New York, 1950
- VARNES, D. J.: *Slope movement types and processes*. In: Schuster, R. L. & Krizek, R. J. (Hrsg.): *Landslides – Analyses and Control*. Special Report 176. National Academy of Science, Washington D. C, 1978, S. 11-33
- WP/WLI: *Multilingual Landslide Glossary*, Bitech, Richmond, British Columbia, 1993
- WYLLIE, D. C. & MAH, C. W.: *Rock Slope Engineering*, - Civil and mining, 4th Edition, Spon Press, reprinted 2007.

Vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (Innsbruck) zur Verfügung gestellte Unterlagen:

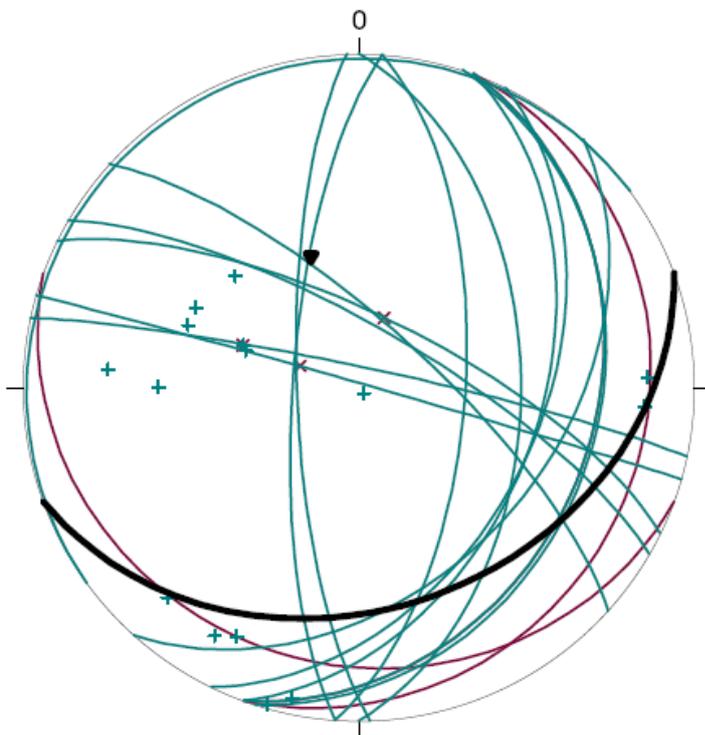
- Orthophoto, digital
- Laserscan, digital
- Luftbilder
- Flächenwidmungsplan, GIS-Layer
- Gefahrenzonenplan, GIS-Layer
- ROCKFALL 6.0

13 Anhang

13.1 Gefügedarstellung

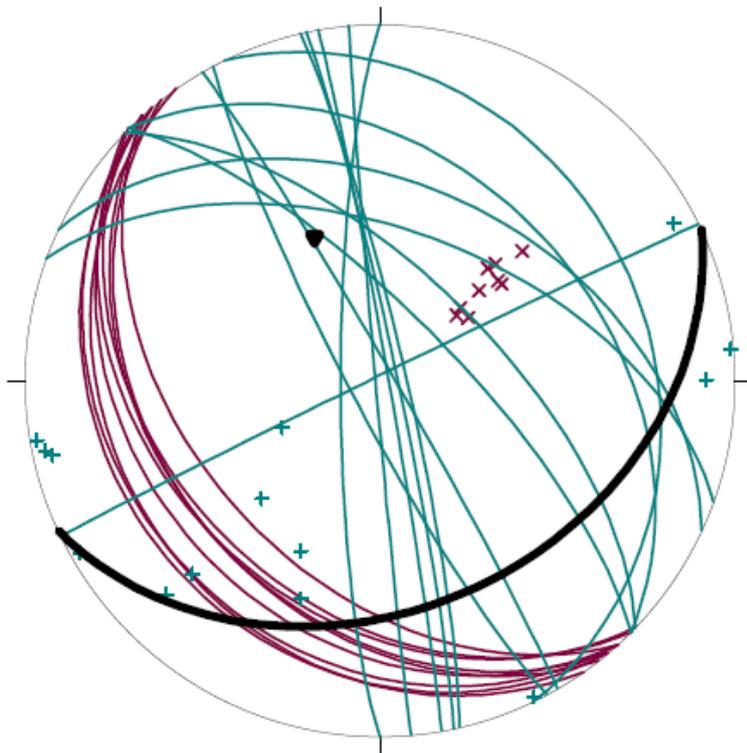
Gefahrenherd 1

1:	110,0	30,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	200,0	18,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	110,0	15,0	P	×	sf, Amphibolit
4:	90,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
5:	324,0	2,0	P	+	k, Amphibolit
6:	116,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
7:	274,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
8:	42,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
9:	16,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
10:	268,0	75,0	P	+	k, Amphibolit
11:	110,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
12:	94,0	64,0	P	+	k, Amphibolit
13:	108,0	29,0	P	+	k, Amphibolit
14:	110,0	30,0	P	+	k, Amphibolit
15:	132,0	41,0	P	+	k, Amphibolit
16:	12,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
17:	30,0	75,0	P	+	k, Amphibolit
18:	26,0	72,0	P	+	k, Amphibolit
19:	160,0	34,0	P	▼	Hangorientierung



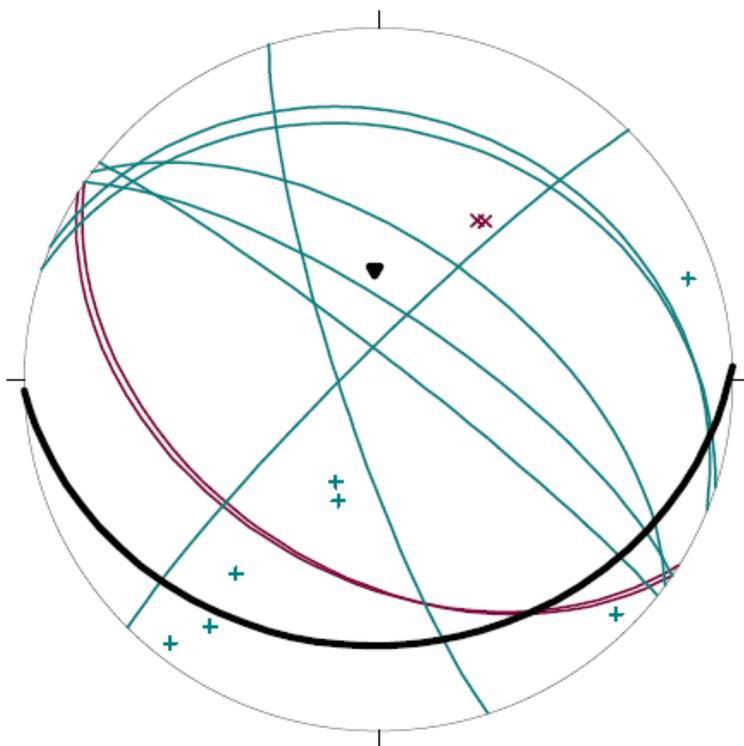
Gefahrenherd 2

1:	228,0	25,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	232,0	36,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	224,0	36,0	P	×	sf, Amphibolit
4:	230,0	36,0	P	×	sf, Amphibolit
5:	230,0	23,0	P	×	sf, Amphibolit
6:	235,0	25,0	P	×	sf, Amphibolit
7:	225,0	38,0	P	×	sf, Amphibolit
8:	228,0	31,0	P	×	sf, Amphibolit
9:	228,0	45,0	P	×	sf, Amphibolit
10:	25,0	44,0	P	+	k, Amphibolit
11:	20,0	55,0	P	+	k, Amphibolit
12:	242,0	83,0	P	+	k, Amphibolit
13:	45,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
14:	44,0	65,0	P	+	k, Amphibolit
15:	334,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
16:	60,0	87,0	P	+	k, Amphibolit
17:	64,0	25,0	P	+	k, Amphibolit
18:	270,0	81,0	P	+	k, Amphibolit
19:	265,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
20:	77,0	84,0	P	+	k, Amphibolit
21:	45,0	39,0	P	+	k, Amphibolit
22:	80,0	88,0	P	+	k, Amphibolit
23:	78,0	86,0	P	+	k, Amphibolit
24:	155,0	36,0	P	▼	Hangorientierung



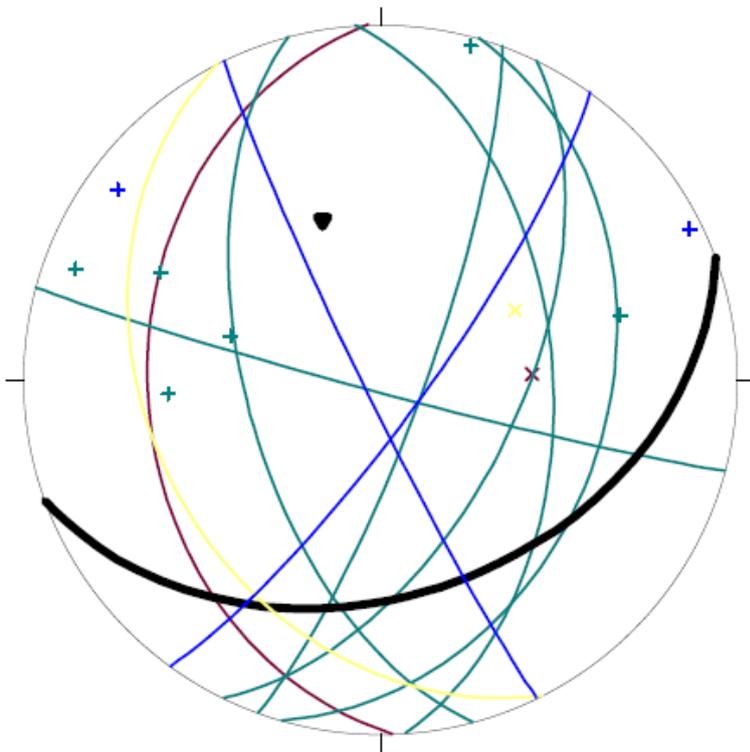
Gefahrenherd 3

1:	212,0	44,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	214,0	45,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	34,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
4:	38,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
5:	18,0	30,0	P	+	k, Amphibolit
6:	315,0	84,0	P	+	k, Amphibolit
7:	22,0	26,0	P	+	k, Amphibolit
8:	36,0	58,0	P	+	k, Amphibolit
9:	252,0	81,0	P	+	k, Amphibolit
10:	178,0	25,0	P	▼	Hangorientierung



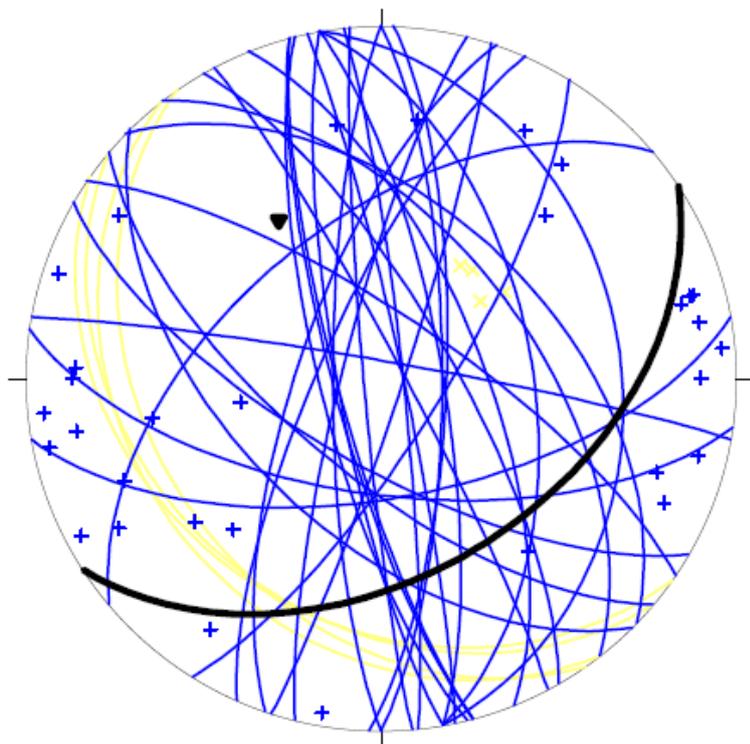
Gefahrenherd 4

1:	268,0	35,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	116,0	58,0	P	+	k, Amphibolit
3:	255,0	59,0	P	+	k, Amphibolit
4:	110,0	80,0	P	+	k, Amphibolit
5:	86,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
6:	106,0	36,0	P	+	k, Amphibolit
7:	195,0	87,0	P	+	k, Amphibolit
8:	160,0	39,0	P	▼	Hangorientierung
9:	243,0	35,0	P	×	sf, Paragneis
10:	244,0	86,0	P	+	k, Paragneis
11:	126,0	80,0	P	+	k, Paragneis



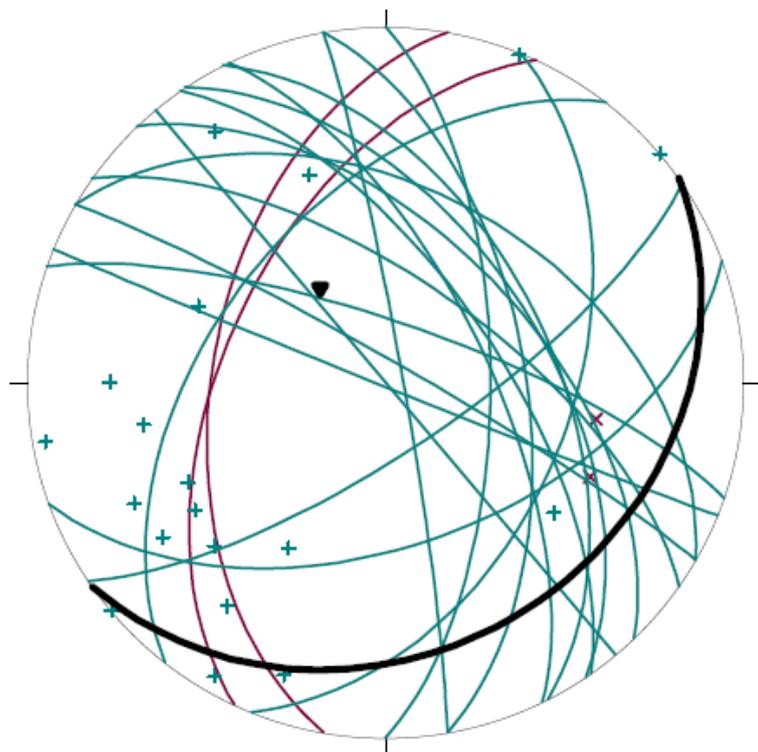
Gefahrenherd 5

1:	232,0	29,0	P	✗	sf, Paragneis
2:	220,0	33,0	P	✗	sf, Paragneis
3:	235,0	35,0	P	✗	sf, Paragneis
4:	215,0	32,0	P	✗	sf, Paragneis
5:	225,0	55,0	P	+	k, Paragneis
6:	270,0	79,0	P	+	k, Paragneis
7:	92,0	75,0	P	+	k, Paragneis
8:	10,0	86,0	P	+	k, Paragneis
9:	80,0	33,0	P	+	k, Paragneis
10:	80,0	55,0	P	+	k, Paragneis
11:	284,0	81,0	P	+	k, Paragneis
12:	289,0	71,0	P	+	k, Paragneis
13:	108,0	85,0	P	+	k, Paragneis
14:	62,0	85,0	P	+	k, Paragneis
15:	84,0	85,0	P	+	k, Paragneis
16:	188,0	63,0	P	+	k, Paragneis
17:	255,0	79,0	P	+	k, Paragneis
18:	260,0	80,0	P	+	k, Paragneis
19:	80,0	76,0	P	+	k, Paragneis
20:	255,0	80,0	P	+	k, Paragneis
21:	34,0	75,0	P	+	k, Paragneis
22:	44,0	50,0	P	+	k, Paragneis
23:	265,0	86,0	P	+	k, Paragneis
24:	170,0	62,0	P	+	k, Paragneis
25:	90,0	76,0	P	+	k, Paragneis
26:	220,0	68,0	P	+	k, Paragneis
27:	210,0	70,0	P	+	k, Paragneis
28:	52,0	56,0	P	+	k, Paragneis
29:	60,0	74,0	P	+	k, Paragneis
30:	320,0	54,0	P	+	k, Paragneis
31:	78,0	85,0	P	+	k, Paragneis
32:	294,0	76,0	P	+	k, Paragneis
33:	256,0	76,0	P	+	k, Paragneis
34:	122,0	76,0	P	+	k, Paragneis
35:	68,0	67,0	P	+	k, Paragneis
36:	147,0	44,0	P	▼	Hangorientierung



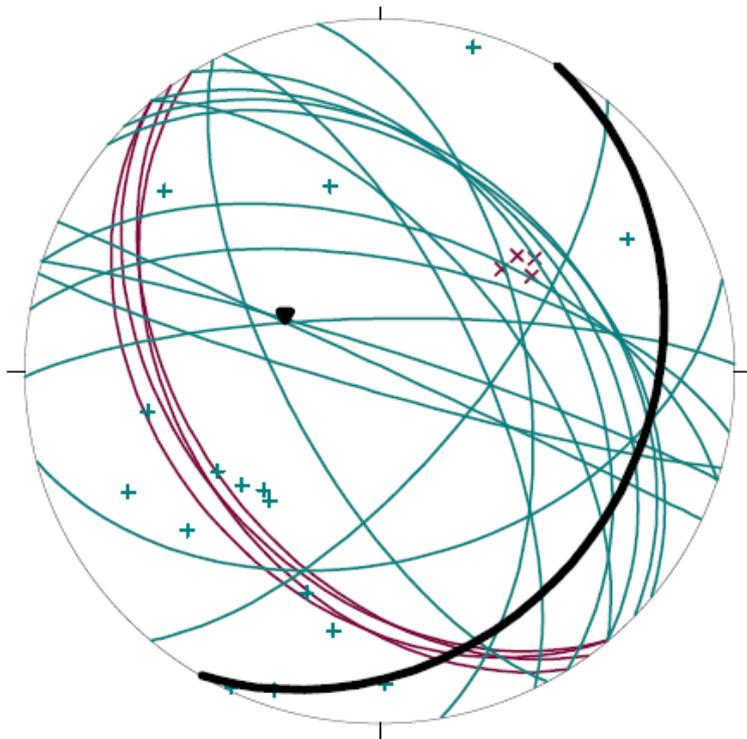
Gefahrenherd 6

1:	295,0	53,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	280,0	50,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	35,0	66,0	P	+	k, Amphibolit
4:	146,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
5:	90,0	66,0	P	+	k, Amphibolit
6:	160,0	52,0	P	+	k, Amphibolit
7:	112,0	47,0	P	+	k, Amphibolit
8:	308,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
9:	19,0	76,0	P	+	k, Amphibolit
10:	30,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
11:	230,0	90,0	P	+	k, Amphibolit
12:	202,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
13:	46,0	56,0	P	+	k, Amphibolit
14:	30,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
15:	64,0	67,0	P	+	k, Amphibolit
16:	80,0	86,0	P	+	k, Amphibolit
17:	80,0	58,0	P	+	k, Amphibolit
18:	56,0	54,0	P	+	k, Amphibolit
19:	55,0	65,0	P	+	k, Amphibolit
20:	63,0	52,0	P	+	k, Amphibolit
21:	145,0	26,0	P	▼	Hangorientierung



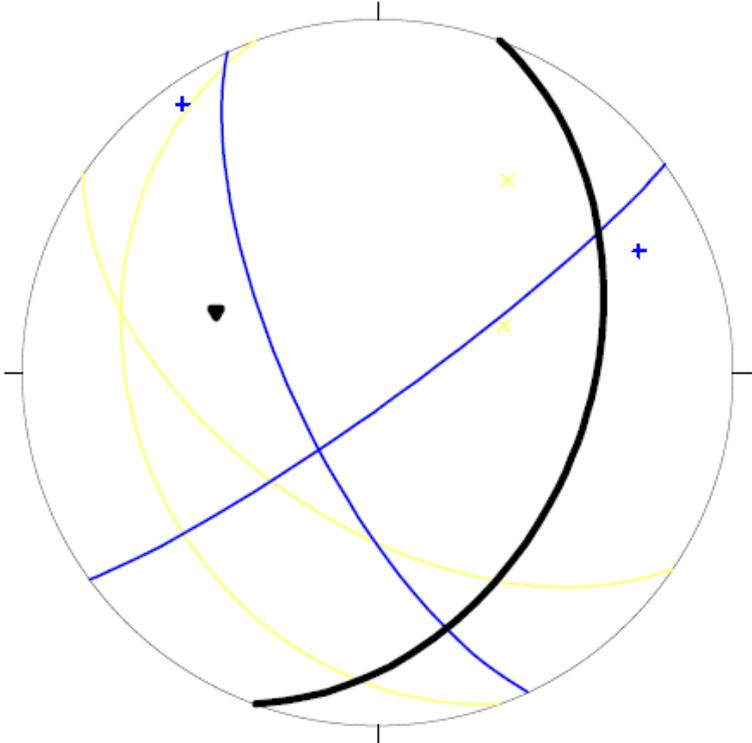
Gefahrenherd 7

1:	230,0	42,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	230,0	37,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	234,0	45,0	P	×	sf, Amphibolit
4:	238,0	42,0	P	×	sf, Amphibolit
5:	40,0	40,0	P	+	k, Amphibolit
6:	359,0	78,0	P	+	k, Amphibolit
7:	196,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
8:	242,0	68,0	P	+	k, Amphibolit
9:	50,0	60,0	P	+	k, Amphibolit
10:	44,0	39,0	P	+	k, Amphibolit
11:	58,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
12:	64,0	68,0	P	+	k, Amphibolit
13:	18,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
14:	25,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
15:	130,0	68,0	P	+	k, Amphibolit
16:	50,0	42,0	P	+	k, Amphibolit
17:	10,0	64,0	P	+	k, Amphibolit
18:	18,0	56,0	P	+	k, Amphibolit
19:	80,0	56,0	P	+	k, Amphibolit
20:	165,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
21:	120,0	25,0	P	▼	Hangorientierung



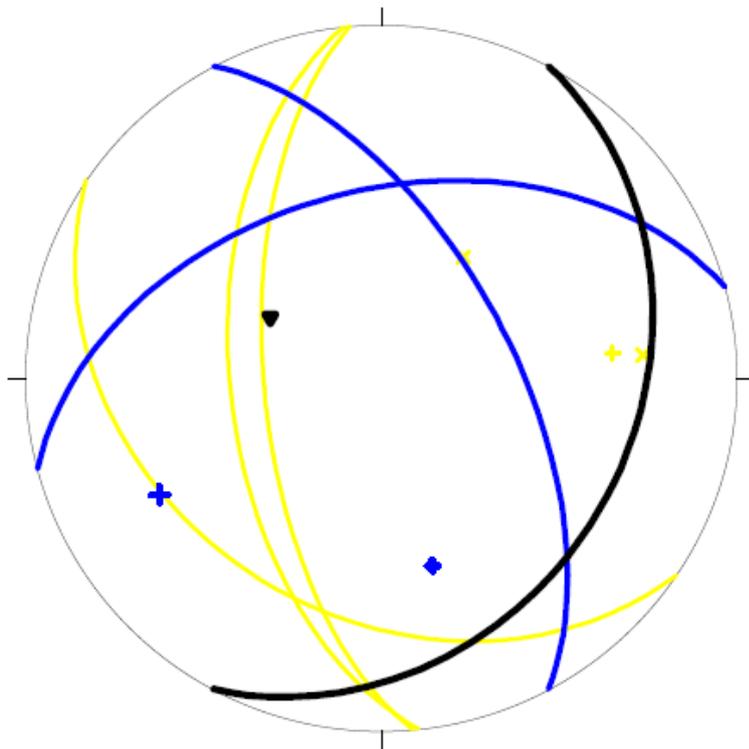
Gefahrenherd 8

1:	214,0	55,0	P	×	sf, Paragneis
2:	250,0	31,0	P	×	sf, Paragneis
3:	245,0	70,0	P	+	k, Paragneis
4:	144,0	83,0	P	+	k, Paragneis
5:	110,0	40,0	P	▼	Hangorientierung



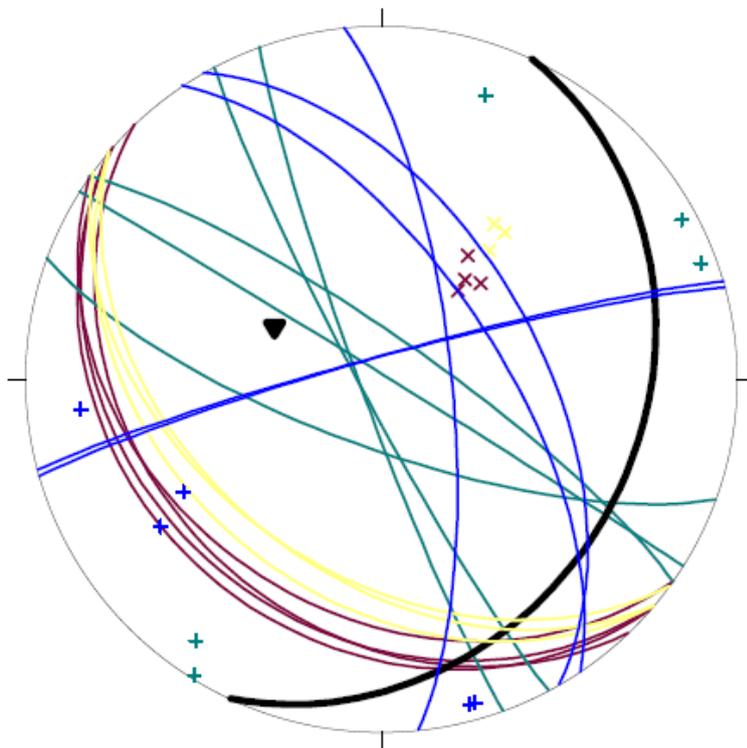
Gefahrenherd 9

1:	264,0	55,0	P	+	sf, Paragneis
2:	265,0	63,0	P	×	sf, Paragneis
3:	214,0	34,0	P	×	sf, Paragneis
4:	345,0	46,0	P	+	k, Paragneis
5:	62,0	60,0	P	+	k, Paragneis
6:	118,0	29,0	P	▼	Hangorientierung



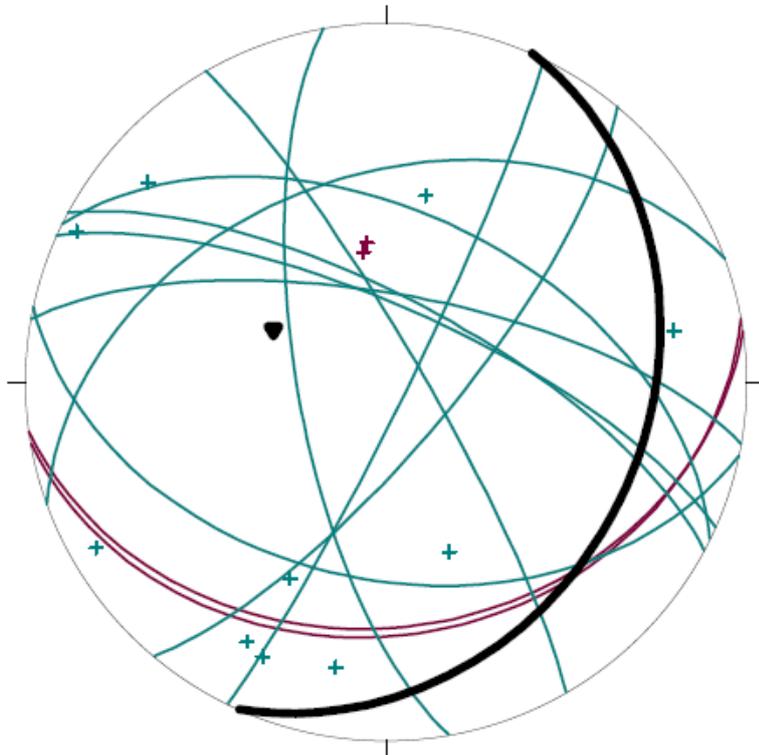
Gefahrenherd 10

1:	220,0	30,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	226,0	32,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	221,0	27,0	P	×	sf, Amphibolit
4:	215,0	35,0	P	×	sf, Amphibolit
5:	250,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
6:	32,0	89,0	P	+	k, Amphibolit
7:	200,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
8:	35,0	80,0	P	+	k, Amphibolit
9:	242,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
10:	115,0	27,0	P	▼	Hangorientierung
11:	220,0	39,0	P	×	sf, Paragneis
12:	216,0	45,0	P	×	sf, Paragneis
13:	220,0	45,0	P	×	sf, Paragneis
14:	56,0	64,0	P	+	k, Paragneis
15:	344,0	85,0	P	+	k, Paragneis
16:	84,0	74,0	P	+	k, Paragneis
17:	60,0	54,0	P	+	k, Paragneis
18:	345,0	85,0	P	+	k, Paragneis



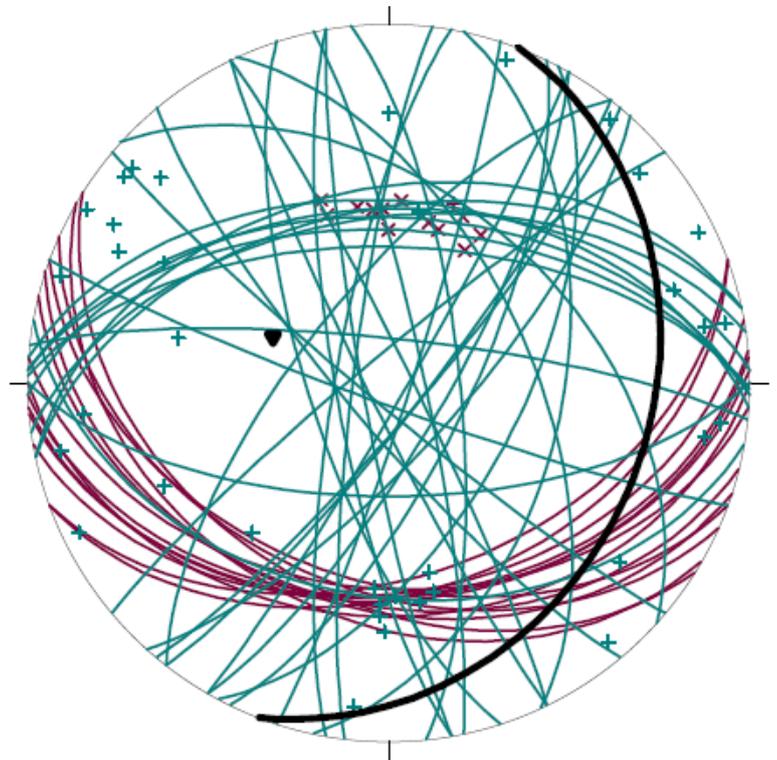
Gefahrenherd 12

1:	172,0	32,0	P	+	sf, Amphibolit
2:	170,0	30,0	P	+	sf, Amphibolit
3:	130,0	75,0	P	+	k, Amphibolit
4:	24,0	73,0	P	+	k, Amphibolit
5:	260,0	70,0	P	+	k, Amphibolit
6:	116,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
7:	10,0	70,0	P	+	k, Amphibolit
8:	26,0	51,0	P	+	k, Amphibolit
9:	192,0	44,0	P	+	k, Amphibolit
10:	28,0	71,0	P	+	k, Amphibolit
11:	340,0	42,0	P	+	k, Amphibolit
12:	60,0	82,0	P	+	k, Amphibolit
13:	114,0	28,0	P	▼	Hangorientierung



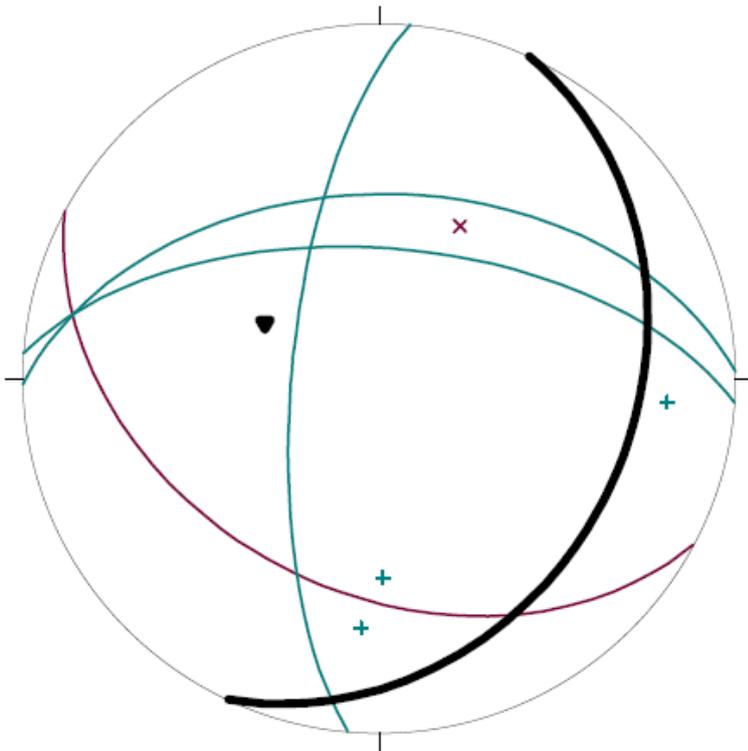
Gefahrenherd 13:

1:	200,0	44,0	P	+	sf, Amphibolit
2:	160,0	45,0	P	×	sf, Amphibolit
3:	170,0	41,0	P	×	sf, Amphibolit
4:	180,0	35,0	P	×	sf, Amphibolit
5:	210,0	35,0	P	×	sf, Amphibolit
6:	212,0	40,0	P	×	sf, Amphibolit
7:	194,0	38,0	P	×	sf, Amphibolit
8:	198,0	37,0	P	×	sf, Amphibolit
9:	176,0	39,0	P	×	sf, Amphibolit
10:	178,0	40,0	P	×	sf, Amphibolit
11:	160,0	41,0	P	×	sf, Amphibolit
12:	175,0	40,0	P	×	sf, Amphibolit
13:	204,0	42,0	P	×	sf, Amphibolit
14:	184,0	42,0	P	×	sf, Amphibolit
15:	277,0	82,0	P	+	k, Amphibolit
16:	108,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
17:	1,0	59,0	P	+	k, Amphibolit
18:	42,0	47,0	P	+	k, Amphibolit
19:	2,0	55,0	P	+	k, Amphibolit
20:	230,0	80,0	P	+	k, Amphibolit
21:	358,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
22:	190,0	40,0	P	+	k, Amphibolit
23:	308,0	70,0	P	+	k, Amphibolit
24:	320,0	84,0	P	+	k, Amphibolit
25:	200,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
26:	260,0	84,0	P	+	k, Amphibolit
27:	260,0	78,0	P	+	k, Amphibolit
28:	252,0	72,0	P	+	k, Amphibolit
29:	352,0	52,0	P	+	k, Amphibolit
30:	2,0	52,0	P	+	k, Amphibolit
31:	118,0	60,0	P	+	k, Amphibolit
32:	132,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
33:	244,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
34:	116,0	72,0	P	+	k, Amphibolit
35:	6,0	80,0	P	+	k, Amphibolit
36:	130,0	82,0	P	+	k, Amphibolit
37:	120,0	77,0	P	+	k, Amphibolit
38:	64,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
39:	102,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
40:	4,0	48,0	P	+	k, Amphibolit
41:	65,0	58,0	P	+	k, Amphibolit
42:	84,0	74,0	P	+	k, Amphibolit
43:	348,0	50,0	P	+	k, Amphibolit
44:	78,0	82,0	P	+	k, Amphibolit
45:	180,0	64,0	P	+	k, Amphibolit
46:	120,0	86,0	P	+	k, Amphibolit
47:	128,0	82,0	P	+	k, Amphibolit
48:	220,0	85,0	P	+	k, Amphibolit
49:	280,0	78,0	P	+	k, Amphibolit
50:	348,0	45,0	P	+	k, Amphibolit
51:	111,0	28,0	P	▼	Hangorientierung



Gefahrenherd 14

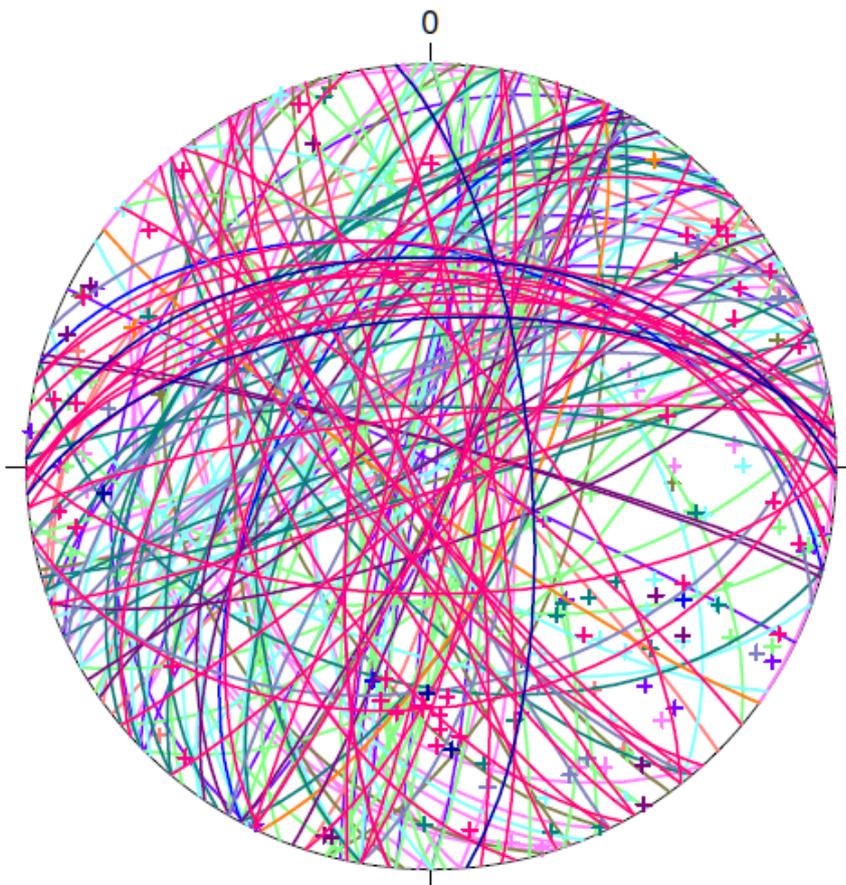
1:	208,0	40,0	P	×	sf, Amphibolit
2:	4,0	60,0	P	+	k, Amphibolit
3:	359,0	47,0	P	+	k, Amphibolit
4:	275,0	70,0	P	+	k, Amphibolit
5:	115,0	29,0	P	▼	Hangorientierung



Alle Klüfte

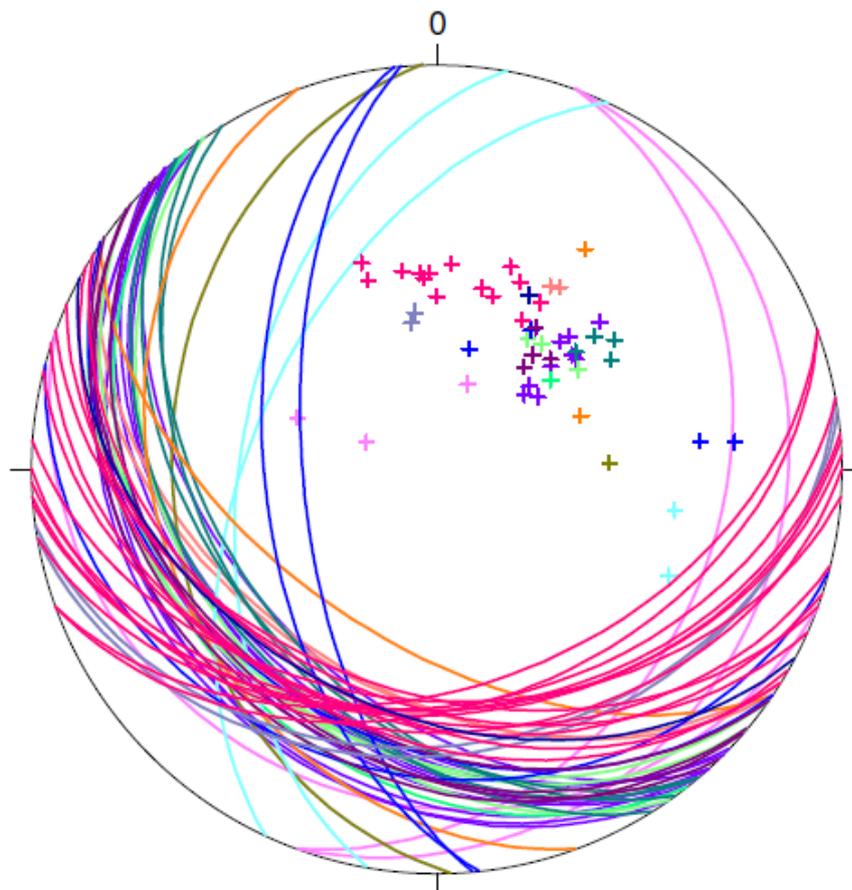
1:	90,0	50,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	60:	92,0	75,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
2:	324,0	2,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	61:	10,0	86,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
3:	116,0	45,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	62:	80,0	33,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
4:	274,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	63:	80,0	55,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
5:	42,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	64:	284,0	81,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
6:	16,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	65:	289,0	71,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
7:	268,0	75,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	66:	108,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
8:	110,0	45,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	67:	62,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
9:	94,0	64,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	68:	84,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
10:	108,0	29,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	69:	188,0	63,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
11:	110,0	30,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	70:	255,0	79,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
12:	132,0	41,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	71:	260,0	80,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
13:	12,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	72:	80,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
14:	30,0	75,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	73:	255,0	80,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
15:	26,0	72,0	P	+	k,	Gefahrenherd 1	74:	34,0	75,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
16:	25,0	44,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	75:	44,0	50,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5
17:	20,0	55,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	76:	35,0	66,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
18:	242,0	83,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	77:	146,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
19:	45,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	78:	90,0	66,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
20:	44,0	65,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	79:	160,0	52,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
21:	334,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	80:	112,0	47,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
22:	60,0	87,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	81:	308,0	50,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
23:	64,0	25,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	82:	19,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
24:	270,0	81,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	83:	30,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
25:	265,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	84:	230,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
26:	77,0	84,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	85:	202,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
27:	45,0	39,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	86:	46,0	56,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
28:	80,0	88,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	87:	30,0	45,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
29:	78,0	86,0	P	+	k,	Gefahrenherd 2	88:	64,0	67,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
30:	34,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	89:	80,0	86,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
31:	38,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	90:	80,0	58,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
32:	18,0	30,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	91:	56,0	54,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
33:	315,0	84,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	92:	55,0	65,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
34:	22,0	26,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	93:	63,0	52,0	P	+	k,	Gefahrenherd 6
35:	36,0	58,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	94:	40,0	40,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
36:	252,0	81,0	P	+	k,	Gefahrenherd 3	95:	359,0	78,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
37:	244,0	86,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	96:	196,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
38:	126,0	80,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	97:	242,0	68,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
39:	116,0	58,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	98:	50,0	60,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
40:	255,0	59,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	99:	44,0	39,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
41:	110,0	80,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	100:	58,0	45,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
42:	86,0	50,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	101:	64,0	68,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
43:	106,0	36,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	102:	18,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
44:	195,0	87,0	P	+	k,	Gefahrenherd 4	103:	25,0	89,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
45:	265,0	86,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	104:	130,0	68,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
46:	170,0	62,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	105:	50,0	42,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
47:	90,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	106:	10,0	64,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
48:	220,0	68,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	107:	18,0	56,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
49:	210,0	70,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	108:	80,0	56,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
50:	52,0	56,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	109:	165,0	45,0	P	+	k,	Gefahrenherd 7
51:	60,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	110:	245,0	70,0	P	+	k,	Gefahrenherd 8
52:	320,0	54,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	111:	144,0	83,0	P	+	k,	Gefahrenherd 8
53:	68,0	67,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	112:	62,0	60,0	P	+	k,	Gefahrenherd 9
54:	122,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	113:	345,0	46,0	P	+	k,	Gefahrenherd 9
55:	256,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	114:	56,0	64,0	P	+	k,	Gefahrenherd 10
56:	294,0	76,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	115:	344,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 10
57:	78,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	116:	84,0	74,0	P	+	k,	Gefahrenherd 10
58:	225,0	55,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	117:	60,0	54,0	P	+	k,	Gefahrenherd 10
59:	270,0	79,0	P	+	k,	Gefahrenherd 5	118:	345,0	85,0	P	+	k,	Gefahrenherd 10

119:	250,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 10	146:	260,0	84,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
120:	32,0	89,0	P	+	k, Gefahrenherd 10	147:	260,0	78,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
121:	200,0	74,0	P	+	k, Gefahrenherd 10	148:	252,0	72,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
122:	35,0	80,0	P	+	k, Gefahrenherd 10	149:	352,0	52,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
123:	242,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 10	150:	2,0	52,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
124:	130,0	75,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	151:	118,0	60,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
125:	24,0	73,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	152:	132,0	74,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
126:	260,0	70,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	153:	244,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
127:	116,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	154:	116,0	72,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
128:	10,0	70,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	155:	6,0	80,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
129:	26,0	51,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	156:	130,0	82,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
130:	192,0	44,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	157:	120,0	77,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
131:	28,0	71,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	158:	64,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
132:	340,0	42,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	159:	102,0	50,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
133:	60,0	82,0	P	+	k, Gefahrenherd 12	160:	4,0	48,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
134:	277,0	82,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	161:	65,0	58,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
135:	108,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	162:	84,0	74,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
136:	6,0	57,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	163:	348,0	50,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
137:	1,0	59,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	164:	78,0	82,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
138:	42,0	47,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	165:	180,0	64,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
139:	2,0	55,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	166:	120,0	86,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
140:	230,0	80,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	167:	128,0	82,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
141:	358,0	50,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	168:	220,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
142:	190,0	40,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	169:	280,0	78,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
143:	308,0	70,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	170:	348,0	45,0	P	+	k, Gefahrenherd 13
144:	320,0	84,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	171:	4,0	60,0	P	+	k, Gefahrenherd 14
145:	200,0	85,0	P	+	k, Gefahrenherd 13	172:	359,0	47,0	P	+	k, Gefahrenherd 14
						173:	275,0	70,0	P	+	k, Gefahrenherd 14



Alle sf

1:	110,0	15,0	P	+	sf, Gefahrenherd 1	27:	250,0	31,0	P	+	sf, Gefahrenherd 8
2:	110,0	30,0	P	+	sf, Gefahrenherd 1	28:	214,0	34,0	P	+	sf, Gefahrenherd 9
3:	200,0	18,0	P	+	sf, Gefahrenherd 1	29:	264,0	55,0	P	+	sf, Gefahrenherd 9
4:	228,0	25,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	30:	265,0	63,0	P	+	sf, Gefahrenherd 9
5:	232,0	36,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	31:	195,0	25,0	P	+	sf, Gefahrenherd 9
6:	224,0	36,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	32:	220,0	30,0	P	+	sf, Gefahrenherd 10
7:	230,0	36,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	33:	226,0	32,0	P	+	sf, Gefahrenherd 10
8:	230,0	23,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	34:	221,0	27,0	P	+	sf, Gefahrenherd 10
9:	235,0	25,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	35:	215,0	35,0	P	+	sf, Gefahrenherd 10
10:	225,0	38,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	36:	172,0	32,0	P	+	sf, Gefahrenherd 12
11:	228,0	31,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	37:	170,0	30,0	P	+	sf, Gefahrenherd 12
12:	228,0	45,0	P	+	sf, Gefahrenherd 2	38:	200,0	44,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
13:	212,0	44,0	P	+	sf, Gefahrenherd 3	39:	160,0	45,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
14:	214,0	45,0	P	+	sf, Gefahrenherd 3	40:	170,0	41,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
15:	268,0	35,0	P	+	sf, Gefahrenherd 4	41:	180,0	35,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
16:	232,0	29,0	P	+	sf, Gefahrenherd 5	42:	210,0	35,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
17:	220,0	33,0	P	+	sf, Gefahrenherd 5	43:	212,0	40,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
18:	235,0	35,0	P	+	sf, Gefahrenherd 5	44:	194,0	38,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
19:	215,0	32,0	P	+	sf, Gefahrenherd 5	45:	198,0	37,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
20:	295,0	53,0	P	+	sf, Gefahrenherd 6	46:	176,0	39,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
21:	280,0	50,0	P	+	sf, Gefahrenherd 6	47:	178,0	40,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
22:	230,0	37,0	P	+	sf, Gefahrenherd 7	48:	204,0	42,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
23:	234,0	45,0	P	+	sf, Gefahrenherd 7	49:	160,0	41,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
24:	230,0	42,0	P	+	sf, Gefahrenherd 7	50:	175,0	40,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
25:	238,0	42,0	P	+	sf, Gefahrenherd 7	51:	184,0	42,0	P	+	sf, Gefahrenherd 13
26:	214,0	55,0	P	+	sf, Gefahrenherd 8	52:	208,0	40,0	P	+	sf, Gefahrenherd 14



13.2 Kurzfassung

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich in der Gemeinde Ischgl, ca. 33 km von Landeck entfernt, zwischen den Ortsteilen Innerversahl und Ebene (Sonnseite) im Paznauntal, Tirol. Es wird von der Trisanna, vom Madleinbach und vom Totenmannbach begrenzt und reicht bis zu den Seeköpfen.

Das Gebiet liegt in der Silvrettadecke, die zum Silvretta-Seckau-Komplex des Ostalpins der Ostalpen gehört. Es wird aus Metasedimenten, Metabasiten und Orthogneisen aufgebaut.

Um das Steinschlagrisiko im Bearbeitungsgebiet qualitativ zu beurteilen zu können, wurde von MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008) ein neues Steinschlagrisikobewertungssystem für Siedlungen entwickelt. Anhand dieses Systems werden der Ablösebereich und die Sturzbahn mit Punkten bewertet. Gemäß der Definition Risiko = Schaden * Eintrittswahrscheinlichkeit werden die Punkte der beiden Spalten Schaden („damage“) und Eintrittswahrscheinlichkeit („frequency“) addiert und die beiden Summen multipliziert. Werden die Punktschichten der beiden Einflussfaktoren im Schaden/Wahrscheinlichkeits-Diagramm eingetragen, kann abgelesen werden, welche Bereiche ein Risiko eines Steinschlagereignisses haben bzw. welche genauer untersucht werden müssen. Im Bearbeitungsgebiet wurden anhand dieser Methode 5 Gefahrenherde festgelegt, die genauer untersucht wurden.

Die Reichweite bzw. erforderliche Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag aus diesen 5 Gefahrenherden wurden mittels Steinschlagsimulationsprogramm ROCKFALL 6.0 ermittelt. Mit den im Gelände aufgenommenen Daten wurden 5 zweidimensionale Profile festgelegt und in einzelne Lamellen diskretisiert. Alle 5 Profile wurden mit 3-4 verschiedenen Blockgrößen und verschieden großer Anzahl von Sturzblöcken berechnet.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass in all diesen Bereichen Steinschlag-schutznetze oder Dämme zum Schutz der Häuser erforderlich sind.

13.3 Abstract

The study area is situated in the Paznaun valley opposite the town of Ischgl, between the local district Innerversahl and Ebene, Tyrol. The rivers Trisanna, Madleinbach and Totenmannbach are the boundaries of the study area, which extends up to the Seeköpfe.

The study area is situated in the Silvretta nappe, which is part of the Austroalpine Silvretta-Seckau complex. The area is composed of metasediments, metabasites and orthogneisses.

For the qualitative calculation of the potential rockfall risk in the study area, a new risk rating system for settlements was designed by MÖLK, POISEL, WEILBOLD & ANGERER (2008). As there is only limited data on rockfall events, the risk calculation has to be based on a frequency estimation. The rock faces present on the slope and/or the subsequent accumulations of blocks on the slope and the runout distances have been evaluated. According to the definition “risk=damage*frequency” the sum of the scores from both influencing factors (damage and frequency) are being multiplied. The sum of the scores of both influencing factors are plotted in the damage/frequency-diagram. This diagram shows if an area has a risk of rockfall events or should be subject of further investigations. Based on the new method 5 areas with a risk of a rockfall events were determined.

The distance of possible rockfall events respectively the necessary safety measures against rockfall events of these 5 areas were calculated with the simulation program ROCKFALL 6.0. With the parameters mapped in the field 5 two-dimensional profiles were defined and discretized into single lamellae. All 5 profiles were calculated with 3-4 different block sizes and dissimilar numbers of blocks.

The analyses have offered, that in all 5 areas rockfall barriers for protection of the houses are essential.

14 Beilagen

- 14.1 Orthofoto, Laserdatenmodell
- 14.2 Luftbildauswertung
- 14.3 Lage der Gefahrenherde und Gefügedarstellung, Geologie von Vorarlberg 1:100.000, abgestimmt mit Geländekartierung,
- 14.4 Gefahrenzonenplan: bestehender Brauner Hinweisbereich, Vorschlag Erweiterung Brauner Hinweisbereich, Technische Maßnahme, Vorschlag für weitere Technische Maßnahmen, Flächenwidmung, Profile, aufgenommene Gefahrenherde, Sturzblöcke

15 Lebenslauf

Julia Weilbold

Derzeitige Anschrift: Leitgebasse 12/24
1050 Wien
Geburtsdatum: 28.5.1981
Geburtsort: Braunau am Inn
Nationalität: Österreich
Familienstand: ledig

Schulische Ausbildung

Juni 2002: Matura am Bundesoberstufenrealgymnasium Ried

Akademische Ausbildung

März 2006: Universität Salzburg, Abschluss des Bakkalaureatsstudiums Erdwissenschaften,
Bakkalaureatsarbeit 1: Geologische Kartierung – Saalfelden am Steineren Meer
Bakkalaureatsarbeit 2: Fachspezifische Projektstudie – Projektierung der Umfahrung Unken

März 2006: Beginn des Magisterstudiums Erdwissenschaften (Zweig: Technische Geologie) an der Universität Wien


Zusätzliche Tätigkeiten

1997 – 2002: Ferialpraktika bei Firma R. Weilbold, Großhandel
02/2005 – 12/2008: Mitarbeit an der Geologischen Bundesanstalt im Rahmen freier Dienstverträge, FA Rohstoffgeologie


Zusätzliche Kenntnisse

- Sprengbefugnis
- Sprachen: Latein und Englisch
- EDV (MS Office, AutoCAD, ArcGIS,...)
- Führerschein B

Wien, März 2010



<p style="text-align: center;">Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung</p> <p style="text-align: center;">GEOLOGISCHE STELLE</p> <p style="text-align: center;">Liebeneggerstraße 11 A-6020 Innsbruck</p> <p style="text-align: center;">Tel.: +43(0)512/59612-35 Fax: +43(0)512/591216 Email: geolog.stelle@die-wildbach.at</p> <p style="text-align: right;">die.wildbach GmbH</p>			
Gebiet		Tirol / Ischgl	
Auftraggeber		Forsttechnischer Dienst für Wildbach- u. Lawinerverbauung Geologische Stelle	
Projekt		STEINSCHLAGGEFÄHRDUNG ISCHGL Erhebungen und Projektierungen Generelle Studie	
Planinhalt		Orthofoto, Lasersdatenmodell	
Bearbeiter		Bakk. rer.nat. Julia Weibold Institut für Geotechnik, TU Wien Karlsplatz 13, 1040 Wien	
Beilage:	14.1	Maßstab:	1:10.000
		Ort:	Wien
		Datum:	März 2010



Luftbildauswertung

- Fels
- Hangschutt
- glaziale Sedimente
- Schwemmkegel
- Hangschutt bedeckt - Wiese, Wald

	Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung	
GEOLOGISCHE STELLE		
Liebeneggstraße 11 A-6020 Innsbruck	Tel.: +43(0)51235612-35 Fax: +43(0)5123561215 Email: geolog.stelle@die-wildbach.at	die.wildbach INSTITUT FÜR SCHNEE-UND LAWINENVERBAUUNG

Gebiet: **Tirol / Ischgl**

Auftraggeber: Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- u. Lawinenverbauung
Geologische Stelle


Projekt: **STEINSchLAGGEFÄHRDUNG ISCHGL**
Erhebungen und Projektierungen
Generelle Studie

Planinhalt: **Luftbildauswertung**

Bearbeiter: Bakk. rer.nat. Julia Weibold
Institut für Geotechnik, TU Wien
Karlsplatz 13,
1040 Wien

Beilage: 14.2 Maßstab: 1:10.000 Ort: Wien
Datum: März 2010






Legende

- Gefahrenherde
- Geologie**
- Gewässer
- Paragneis
- Metabazit
- Orthogneis
- Hang- und Bachschutt
- Grund- und Endmoräne

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung GEOLOGISCHE STELLE <small> Liebeneggstraße 11 A-6020 Innsbruck Tel.: +43(0)51209612-35 Fax: +43(0)5120961216 Email: geolog-stelle@die-wildbach.at </small>		
Gebiet Tirol / Ischgl		
Auftraggeber Forsttechnischer Dienst für Wildbach- u. Lawinenverbauung Geologische Stelle		
Projekt STEINSCHLAGGEFÄHRDUNG ISCHGL Erhebungen und Projektierungen Generelle Studie		
Planinhalt Lage der Gefahrenherde und Gefügedarstellung, Geologie von Voralberg 1:100.000, abgestimmt mit Geländekartierung		
Bearbeiter Bakk.rer.nat Julia Weibold Institut für Geotechnik, TU Wien Karlsplatz 13, 1040 Wien		
Beilage: 14.3	Maßstab: 1:10.000	Ort: Wien Datum: März 2010



Legende

- Sturzblöcke
- Profile
- Vorschlag Technische Maßnahme
- bestehende Technische Maßnahme
- Gefahrenherde
- ▨ bestehender Brauner Hinweisbereich
- ▨ Vorschlag Erweiterung Brauner Hinweisbereich
- Flächenwidmungsplan
- Gewässer
- Periodisch bewohnte Gebäude
- Periodisch genutzte Gebäude
- Permanent bewohnte Gebäude
- ▨ Landwirtschaft/Freiland

<p style="font-size: small;">Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung</p> <p style="font-weight: bold; font-size: large;">GEOLOGISCHE STELLE</p> <p style="font-size: x-small;">Liebeneggerstraße 11 A-6020 Innsbruck Tel.: +43(0)512759612-35 Fax: +43(0)5127591215 Email: geolog-stelle@die-wildbach.at</p>		
<p>Gebiet: Tirol / Ischgl</p>		
<p>Auftraggeber: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- u. Lawinerverbauung Geologische Stelle</p>		
<p>Projekt: STEINSCHLAGGEFÄHRDUNG ISCHGL Erhebungen und Projektierungen Generelle Studie</p>		
<p>Planinhalt: GZP: bestehender Brauner Hinweisbereich, Vorschlag Erweiterung Brauner Hinweisbereich, Technische Maßnahme, Vorschlag Technische Maßnahme, Flächenwidmung, Profile aufgenommene Gefahrenherde, Sturzblöcke</p>		
<p>Bearbeiter: Bakk. rer.nat. Julia Weibold Institut für Geotechnik, TU Wien Karlsplatz 13, 1040 Wien</p>		
Beilage: 14.4	Maßstab: 1:10.000	Ort Datum: Wien März 2010