

Rock 'n' Roll am Berghang - Steinschlagschutz in Österreich



Impressum

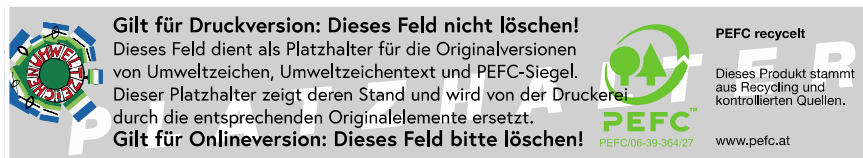
Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Dr.ⁱⁿ Daniela Anna Engl, Mag.^a Stephanie Oberleitner,
DI Dr. Florian Rudolf-Miklau, DI Christian Amberger, Mag. Michael Mölk,
Meinhard Pittracher (BSc)

Gesamtumsetzung: DIⁱⁿ Raphaela Beer, Ing. Alexander Starsich

Fotonachweis: (Cover) BMLRT/Alexander Haiden, die.wildbach



Wien, 2020. Stand: 6. Mai 2020

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an Abt-iii4@bmlrt.gv.at.

Vorwort



Elisabeth Köstinger
Bundesministerin

Rollende Steine – Gefahren am Hang

Stürzende Prozesse wie Steinschläge, Fels- oder Bergstürze kommen aufgrund der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes, des Reliefs der Landschaft und des Klimas häufig in den alpinen und hochalpinen Gegenden Österreichs vor. Durch die Auswirkungen des Klimawandels und damit einhergehende, gehäufte Wetterextreme sowie das vermehrte Abschmelzen von Permafrostböden in den Alpen ist mit einem Anstieg gravitativer Naturgefahren zu rechnen.

Steinschlag kann zu schweren Schäden an Gebäuden führen und gefährdet lange Abschnitte der Verkehrswege in den Alpen. Da sich solche Ereignisse oft nicht ankündigen, besteht ein großes Risiko für Menschen, die sich in den gefährdeten Bereichen aufhalten. Immer wieder werden Häuser von stürzenden Felsblöcken durchschlagen und zerstört.

Der Schutz vor Naturgefahren ist in vielen Regionen Österreichs eine hoch geachtete Leistung. Die Wildbach- und Lawinverbauung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, ist als erfolgreicher öffentlicher Dienstleister schon seit langer Zeit mit großem Fachwissen als Vorreiter bei der Planung, Umsetzung und Erhaltung von Schutzsystemen gegenüber stürzenden Prozessen tätig.

Österreichs Schutzwälder sind ein wichtiges Element dieser Sicherheitssysteme. Nur stabile, klimafitte sowie nachhaltig gepflegte und bewirtschaftete Schutzwälder können vor Naturgefahren, insbesondere vor Steinschlägen, schützen. Mit dem im Jahr 2019 gestarteten „Aktionsprogramm Schutzwald“ werden in den nächsten Jahren gezielte Investitionen zur Stärkung von Schutzwäldern sowie Projekte zur Bewusstseinsbildung, Forschung und Entwicklung von Planungsinstrumenten umgesetzt.

Elisabeth Köstinger

Bundesministerin für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Inhalt

Vorwort	3
Steinschlag und Felssturz: Geologische Ursachen	5
Sturzprozesse: Ursachen, Auslösung und Ablauf	8
Prozessmodellierung und Gefahrendarstellung	11
Risiken und Schäden durch Steinschlag	13
Projekt DAKUMO: Informationen über Steinschlag in Objektschutzwäldern	15
Unterstützung der Forstlichen Raumplanung.....	15
Steinschlagobjektschutzwälder: Empfehlungen zur Bewirtschaftung	17
Steinschlagbewirtschaftung und deren Herausforderungen.....	18
Baumartenwahl, Bestandesaufbau und Verjüngungseinleitung.....	18
Informationen über Steinschlag	21
Gefahrenhinweiskarten.....	21
Gefahrenzonenplan.....	21
Wie kann ich mich über Steinschlaggefahren informieren?.....	22
Steinschlagschutz: Maßnahmen, Leistungen der WLW	23
Organisatorische Schutzmaßnahmen.....	23
Technische Steinschlagschutzmaßnahmen.....	23
Umgang mit Steinschlagrisiken: Rechtsgrundlagen, Akteure, öffentliche Subventionen	26
Akteure im Steinschlagschutz.....	27
Steinschlagschutz in Österreich: Zahlen und Fakten	28
Regionale Bedeutung und Gefahrenpotential.....	28
Errichter und Betreiber von Steinschlagschutzanlagen.....	28
Steinschlagschutzbauwerke (im Zuständigkeitsbereich der WLW).....	28
Investitionen in Steinschlag.....	28
Zuständige Stellen für Geologische Risiken im Bund bzw. in den Bundesländern	30
Wildbach und Lawinenverbauung: Kontakte und zuständige Stellen	32
Weitere Informationen zu Wissensplattformen.....	33
Abbildungsverzeichnis	34
Literaturverzeichnis	35

Steinschlag und Felssturz: Geologische Ursachen

Steinschlag und Felssturz entstehen durch das Aus- und Abbrechen von Gestein aus steilen Hängen und Felswänden. Ob von Stein- oder Blockschlag, von einem Felssturz oder sogar von einem Bergsturz die Rede ist, hängt von der Größe des abgestürzten Gesteinsvolumens ab.

Stein- und Blockschlag bezeichnet das Abstürzen von meist isolierten kopf- bis koffergroßen Steinen bzw. bis zu zimmergroßen Blöcken bis hin zu einem Gesamtvolumen von 100 m^3 . Beim Fels- oder Bergsturz hingegen löst sich ein größeres zusammenhängendes Gesteinspaket aus dem Felsverband. Liegt das abgelöste Gesteinsvolumen zwischen 100 m^3 und 1 Mio. m^3 spricht man von einem Felssturz, darüber von einem Bergsturz. Während Stein- und Blockschlägen mit verschiedenartigen technischen Schutzmaßnahmen begegnet werden kann, sind großvolumige Fels- oder Bergstürze nur bedingt technisch beherrschbar.



Abbildung 1: Technische Schutzmaßnahmen gegenüber Steinschlag

Klein- als auch großvolumige Sturzphänomene treten gehäuft in Berggebieten auf, deren Untergrund von festen und harten Gesteinen, wie beispielsweise Kalkstein, Dolomit, Granit oder Gneis, aufgebaut wird. In diesen Felsformationen finden wir häufig hohe und steile Böschungen und Felswände - eine Grundvoraussetzung für Steinschlag und Felsstürze. Im Gegensatz dazu bilden geringfeste und weiche Gesteine wie beispielsweise Schiefer und Phyllite in der Regel sanftere Geländeformen aus, die topographisch weniger Möglichkeiten zu Sturzprozessen bieten.

Neben dem Gesteinstyp kommt allerdings auch der räumlichen Lagerung der Gesteine eine große Rolle zu. Sind die Schichtungs- oder Schieferungspakete durch die Gebirgsbildung sehr steil gestellt, können auch geringfeste und weiche Gesteine beträchtliche Steilstufen und Felswände bilden, die zu Steinschlag neigen. Ebenfalls häufig entsteht Steinschlag sekundär aus der Schuttbedeckung von Hängen. Kommt Geröll an einem ausreichend steilen Hang erst einmal in Bewegung, kann es - rollend und fallweise auch springend - enorme Fahrt aufnehmen.



Abbildung 2: Felssturz

Ganz pauschal lässt sich sagen, dass Hänge, die steiler als 45° sind, potentiell zu Steinschlag neigen. In Österreich treten Sturzphänomene deshalb naturgemäß vor allem in den gebirgigen Landesteilen auf. Die Abbildung 3 vermittelt einen guten Überblick der von Steinschlag betroffenen Gebiete anhand von bestehenden Steinschlag-Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinverbauung (WLV). Die Verteilung zeigt eine starke Häufung in den alpinen Tälern Vorarlbergs, Tirols, Salzburgs, Oberösterreichs, Kärntens und der Steiermark – Regionen die durch ausgeprägte Reliefunterschiede und steile Hänge charakterisiert sind.

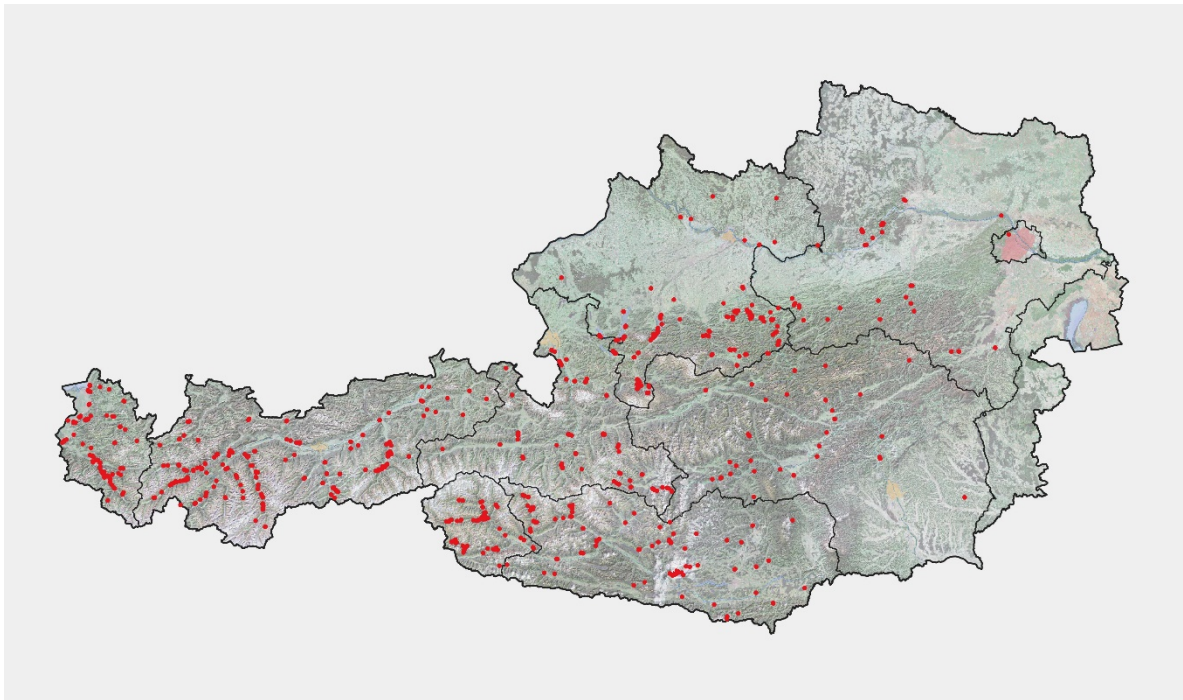


Abbildung 3: Steinschlag-Schutzbauwerke der WLVI in Österreich
(Auszug aus dem Digitalen Wildbach- und Lawinenkataster, Stand: 12.02.2020)



Abbildung 4: Blocksturz

Sturzprozesse: Ursachen, Auslösung und Ablauf

Jede größere Gesteinsformation ist von einer Vielzahl von Trennflächen durchzogen. Diese Trennflächen bilden die Voraussetzung, dass sich einzelne Steine und Blöcke, aber auch mächtige Gesteinspakete aus dem Felsverband lösen und abstürzen können.

Der Frost-Tau-Wechsel in unseren Breiten fördert die oberflächennahe Auflösung des Felsverbandes auf natürliche Weise. Sickerwasser dringt über die Trennflächen in den Felsen ein und wird dort bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu Eis. Durch die Volumenausdehnung von Wasser zu Eis werden bestehende Trennflächen weiter geöffnet und in das intakte Gestein erweitert. Auf diese Weise können im Laufe vieler Frost-Tau-Wechsel isolierte Gesteinskörper entstehen, die schließlich aus dem Felsverband fallen. Durch Frost-Tau-Wechsel bedingter Stein- und Blockschlag tritt vor allem im Frühjahr und im Herbst in den Morgen- und Vormittagsstunden auf. In diesen Jahreszeiten steht durch Regen und Schneeschmelze viel Sickerwasser zur Verfügung, das über Nacht im Untergrund gefriert. Erwärmt die Sonne das Gestein am nächsten Tag und schmilzt das Eis, kommt es zum Absturz der lose gewordenen Steine und Blöcke.

Einem ähnlichen Prinzip folgt Steinschlag in größeren Höhenlagen, der durch das Auftauen von Permafrost und den Rückzug von Gletschern entsteht. In Permafrostgebieten wird das Gestein im Normalfall das ganze Jahr hindurch durch Bodeneis verkittet. Fällt die stabilisierende Wirkung des Eises weg, bleiben oft stark aufgelöste Felsverbände zurück, die zu starker Steinschlagfähigkeit neigen. Vormalig durch Gletschereis bedecktes Gestein wird bei ausreichender Steilheit ebenfalls häufig zur Steinschlagquelle. Steinschläge in größeren Höhenlagen ereignen sich vor allem im Sommer, wenn während des restlichen Jahres gefrorene oder von Eis bedeckte Gebiete auftauen oder eisfrei werden.

Nicht immer muss Wasser und Eis an der natürlichen Auflockerung des Felsverbandes beteiligt sein. Auch bei trockenen Bedingungen führen Temperaturschwankungen zur Kontraktion und Ausdehnung des Gesteins selbst und so zu einer zwar sehr langsamen aber stetigen Erweiterung des Trennflächengefüges im Fels.

Auch Waldbewuchs kann zur Auflockerung des Untergrundes wesentlich beitragen. Auf der Suche nach Wasser und Stabilität breiten Bäume ihre Wurzeln häufig in offene Klüfte und Spalten im Gestein aus. Mit wachsendem Wurzel Durchmesser entsteht ein beträchtlicher Wurzeldruck auf die angrenzenden Gesteinskörper. Zusätzlich kann es durch Wind und dem damit verbundenen Schwanken der Bäume zusätzlich zu Hebelwirkungen der Wurzeln in den offenen Klüften kommen. Baumwurzeln können so mitunter auch große Gesteinskörper aus dem Verband drücken und zum Absturz bringen.



Abbildung 5: Auflockerung des Felsuntergrundes durch Wurzeldruck

Weit weniger häufig werden Sturzprozesse durch Bodenerschütterungen ausgelöst, wie sie großräumig bei Erdbeben oder lokal bei Sprengungen auftreten. Hat sich Gestein aus dem Verband gelöst, legt es seinen Weg im freien Fall, springend, rollend oder gleitend zurück, bevor es - oft in beträchtlicher Entfernung vom Ablösepunkt - wieder zum Stillstand kommt. Sturzprozesse werden deshalb räumlich in Ablösebereich, Transitbereich und Ablagerungsbereich gegliedert (siehe Abbildung 6 Teil a).

Die Geschwindigkeit, mit der sich ein Stein oder Block den Hang hinunterbewegt, ist vom Gewicht und der Form des Gesteinskörpers sowie vom Gefälle, der Rauigkeit und der Härte des Untergrundes abhängig. Als Faustregel gilt: Kleine Gesteinskörper auf mäßig geneigtem,

rauem-weichem Untergrund erreichen kleinere Geschwindigkeiten und Reichweiten als große Gesteinskörper auf steilem, glattem-hartem Untergrund.

Während des Sturzprozesses können einzelne Steine und Blöcke Geschwindigkeiten von über 100 km/h erreichen. Bei Hangneigungen unter 25 - 30° kommt das Gestein meist wieder zum Stillstand und sammelt sich in Schutthalden. Bei Fels- und Bergstürzen wird das abgelöste Gesamtpaket durch den Aufprall und die Reibung am Boden in eine Vielzahl kleinerer Blöcke und Steine bis hin zum Gesteinsmehl zerlegt und zerrieben. Diese zerlegte Gesteinsmasse ist hochmobil und kann sich ähnlich einer Flüssigkeit mit einer Geschwindigkeit von bis zu 180 km/h talwärts bewegen und mehrere Kilometer zurücklegen.

Welchen Weg ein einzelner Stein nach unten nimmt, hängt entscheidend von der Blockform und der Rauigkeit des Transitweges ab. Unter bestimmten Bedingungen können sich Blöcke mit bis zu 45° Abweichung von der Falllinie hangabwärts bewegen. In diesem Fall kann nicht nur das Gebiet unmittelbar unterhalb des Ablösebereiches, sondern eine breite kegelförmige Zone von den Sturzprozessen betroffen sein (siehe Abbildung 6 Teil b).

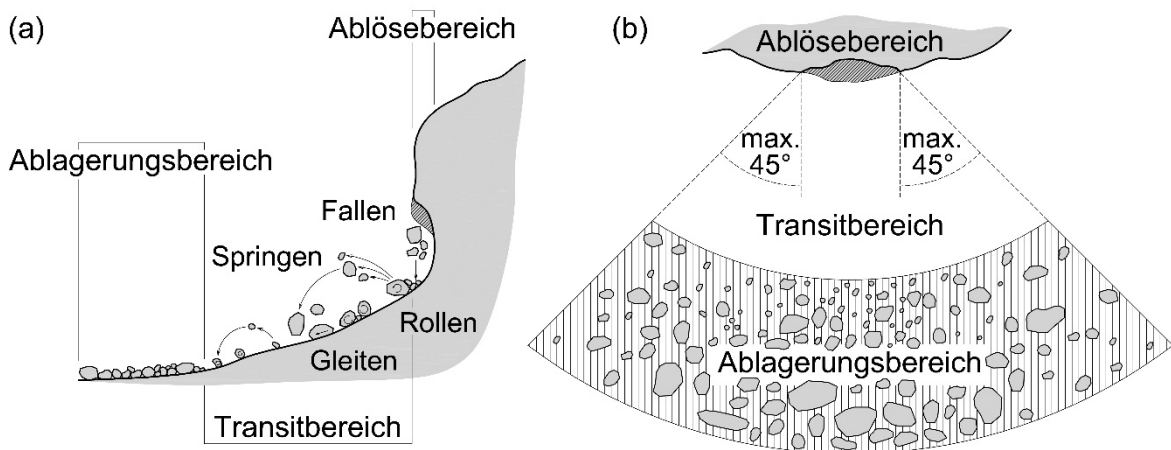


Abbildung 6: Ein schematisierter Steinschlaghang im Querschnitt (a) und Grundriss (b)

Prozessmodellierung und Gefahrendarstellung

Von welchen Gebieten Steinschlaggefahren ausgehen, wird in der Regel durch dokumentierte Steinschlagereignisse und daraufhin durchgeführte Geländebegehungen festgestellt. Für die regionale, überblicksartige Darstellung von potentiellen Gefahrenquellen können auch von digitalen Geländemodellen abgeleitete Neigungskarten herangezogen werden. Dabei werden basierend auf hochauflösenden Höhenmodellen des Geländes jene Bereiche ausgeschieden, die eine Hangneigung von mehr als 50° aufweisen.

Dieser Ansatz beruht auf der Annahme, dass nur Felsbereiche allenfalls mit einer geringen Lockermaterialbedeckung eine solche Steilheit aufweisen können, da Lockermaterial wie z. B. Schutthalden, Hangschutt oder dergleichen aufgrund ihrer Festigkeitseigenschaften einen geringeren Böschungswinkel besitzen. Der Böschungswinkel (= der Neigungswinkel einer Böschung/eines Hanges) ist aufgrund seiner prozessregelnden Funktion ein wichtiges Merkmal. Er richtet sich dabei nach der Bodenbeschaffenheit, z. B. nicht bindiger oder weicher bindiger Boden (Sand, Kies), steifer oder halbfester bindiger Boden (Lehm, Mergel, fester Ton), leichter oder schwerer Fels. Die Darstellung von potentiell durch Sturzprozesse gefährdeten Bereichen im Siedlungsraum erfolgt z. B. im Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung durch braune Hinweisbereiche.

Inwieweit ein Felsbereich als Ablösestelle für Steinschlag eine Gefahr darstellen kann, wird durch die Ansprache des Festgesteins in Hinblick auf seine geotechnischen Eigenschaften durch eine Geologin/ einen Geologen festgestellt. Dabei stellt vor allem die Verbandsfestigkeit einen maßgeblichen Parameter dar. Diese beschreibt, wie stark z. B. ein Felskopf oder eine Felswand aufgelockert ist und daher mehr oder weniger lose gelagerte Gesteinskörper vorliegen. Diese können dann durch die fortschreitende Verwitterung, Niederschläge, Wurzeldruck o. ä. aus dem Felsverband herausgelöst werden (vgl. Ursachen und Auslösung von Steinschlag).

Um von potentiellen Gefahrenbereichen jene Bereiche ableiten zu können, die von Steinschlagprozessen konkret bedroht werden können, weil die Ereignisse z. B. bis in den Sied-

lungsbereich reichen, werden in der Regel Steinschlagsimulationen mittels Computermodellen durchgeführt. Solche Modelle können den Sturzverlauf von vielen Steinen am Hang in zweidimensionalen Profilschnitten oder anhand von dreidimensionalen Geländemodellen physikalisch berechnen und darstellen.

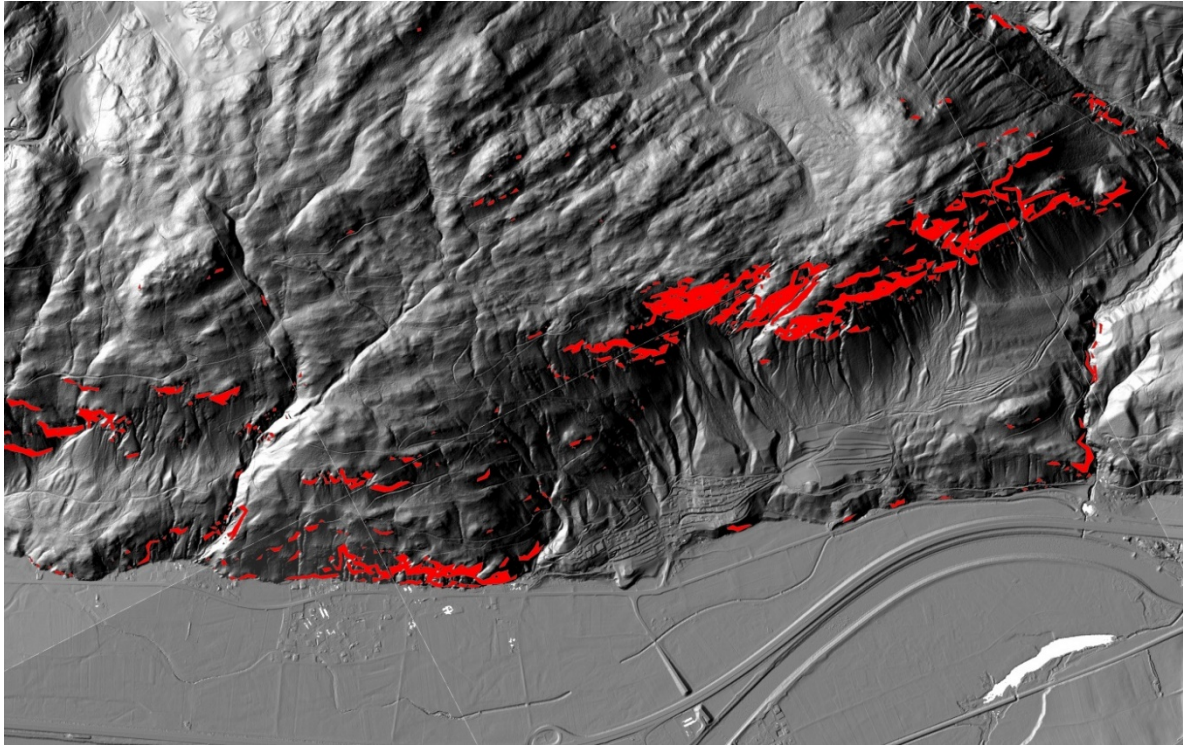


Abbildung 7: Höhenmodell mit Flächen die Hangneigungen von > 50 Grad aufweisen: rot

Die Ergebnisse dieser Simulationen sind einerseits die wahrscheinlichen Reichweiten der Sturzprozesse und andererseits die Geschwindigkeiten und Sprunghöhen der Steine an beliebig auszuwählenden Positionen. Diese können dann in weiterer Folge für die Dimensionierung von Schutzmaßnahmen herangezogen werden. Zweidimensionale Modelle haben den Vorteil, dass die Erhebung der für die Simulation erforderlichen Parameter nur an einigen wenigen Profillinien erforderlich ist, die in der Falllinie des Hanges verlaufen. Dabei ist die Wahl eines repräsentativen und dennoch tendenziell ungünstigen Sturzverlaufes entscheidend, um bei der Dimensionierung von Schutzmaßnahmen alle relevanten und damit auch eher ungünstigen Lastfälle zu berücksichtigen.

Bei dreidimensionalen Modellen müssen die Untergrundparameter flächig erhoben werden und das Vorhandensein von guten dreidimensionalen Geländemodellen ist Voraussetzung. In weiterer Folge können mit solchen Modellen aber auch die tatsächlichen Wege der Sturzblöcke sowie deren Reichweiten, Geschwindigkeiten und Sprunghöhen berechnet werden.

Risiken und Schäden durch Steinschlag

Bei Steinschlag und Felssturz handelt es sich um hochdynamische Prozesse. Das heißt, dass es häufig keine oder nur extrem kurzfristige Vorwarnungen durch kleinere Steinabstürze, sich öffnende Risse, reißende Wurzeln etc. gibt. Der Sturzprozess selbst ist meist von hohen Geschwindigkeiten und dementsprechenden hohen Energien begleitet.

Risiken aus Steinschlagereignissen ergeben sich aus dem Umstand, dass verschiedene Nutzungen wie Wege, Straßen, Gebäude o. ä. – aber auch Personen - im Ablöse-, Transit- und Auslaufbereich vorhanden sein können. Unter Risiko versteht man das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und dem Schadensausmaß. Das bedeutet, dass das Risiko umso größer wird, je häufiger Ereignisse stattfinden und je wertvoller die Nutzung im Bereich des Wirkungsbereiches des Steinschlags ist.

Im Rahmen einer Risikoanalyse ist es erforderlich, einerseits die Häufigkeit von Ereignissen zu prognostizieren und diesen auch eine Größenordnung zuzuweisen (z. B. welche Blockgrößen treten mit welcher Häufigkeit auf?) und andererseits die Verletzlichkeit und den Wert der möglicherweise betroffenen Nutzungen zu erfassen. So ist es z. B. denkbar, dass relativ kleine Sturzblöcke mit großer Häufigkeit die Nutzung erreichen. Handelt es sich dabei um ein massives Gebäude ohne Fensteröffnungen bergseits, werden sich die Schäden in Grenzen halten, obwohl es häufig zu Treffern am Gebäude kommt. Daher ist das Risiko in diesem Fall auch gering.

Handelt es sich bei dem gleichen Fall jedoch um einen Kinderspielplatz, so ist die Wahrscheinlichkeit eines großen Schadens (Personenschaden) hoch und damit auch das Risiko. In diesem Fall würde man dann die Errichtung eines geeigneten Schutzsystems anstreben oder den Spielplatz verlegen.

Steinschlagprozesse können an massiven Bauteilen und Gebäuden strukturelle Schäden verursachen. Kraftfahrzeuge weisen z. B. eine sehr geringe Widerstandskraft gegen solche Prozesse auf, hier genügen schon Treffer mit Lastfällen mit einigen wenigen Kilojoule (KJ), um die Außenhaut eines KFZ zu durchschlagen. Ein Gebäude in Holzriegelbauweise kann Energien von ca. 50 kJ aufnehmen, eine Stahlbetonmauer mit einer Stärke von 30 cm bis zu 100 kJ.



Abbildung 8: Plastisch deformiertes Steinschlagschutznetz

Ein Sturzblock mit einer Geschwindigkeit von 25 m/s (90 km/h) und einer Kubatur von $1/8 \text{ m}^3$ (ca. 340 kg, entspricht einem Würfel mit einer Seitenlänge von 50 cm) würde eine Bewegungs- oder Translationsenergie von ca. 105 kJ aufweisen und wäre somit in der Lage, eine Stahlbetonmauer mit einer Stärke von 30 cm strukturell zu beschädigen.

Grundsätzlich sind verformbare Konstruktionen besser geeignet, um dynamische Belastungen wie Steinschlageinschläge aufzufangen. Dies können einerseits elastische Steinschlagschutznetze aus Stahldrahtseilen sein, aber auch relativ weiche, dämpfende Deckschichten auf Dächern von Steinschlaggalerien erfüllen diesen Zweck und reduzieren die Kräfte, die dann letztlich von der darunterliegenden Stahlbetonkonstruktion aufgenommen werden müssen. Auch Steinschlagschutzdämme weisen eine gewisse elastoplastische Verformbarkeit auf, die für die Abtragung der wirkenden Kräfte maßgeblich sind.

Projekt DAKUMO: Informationen über Steinschlag in Objektschutzwäldern

Im Jahr 2015 beauftragte die Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) das Bundesamt für Wald (BFW) – Institut für Naturgefahren, zur Modellierung der Waldflächen mit direkter Objektschutzfunktion vor Steinschlag und Lawinen. Die Daten wurden auf Maßstabsebene einer Gefahrenhinweiskarte, flächendeckend für Österreich dargestellt. Ziel war, vorhandene Datensätze zu evaluieren (Vorprojekt Gravimod I) und die Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die Forstliche Raumplanung.

Zu Projektbeginn wurde von der Wildbach- und Lawinerverbauung der digitale Ereigniskataster zur Verfügung gestellt. Mit diesem Instrument lagen umfangreiche Informationen vor, die direkt für die Verbesserung der Prozess- und Risikomodelle verwendet werden konnten. Weiters wurden die digitalen verfügbaren Gefahrenzonen, Hinweis- und Vorbehaltsflächen zur Validierung der Schutzwaldkulisse berücksichtigt. Die Berechnung des Auslaufs und der Prozessgröße erfolgte mit einem einfachen statistisch-topographischen Auslaufmodell mit 32° Pauschgefälle für den Steinschlag und 25° für Lawinen. Die Werte wurden aus den Ereignisdaten abgeleitet und an Hand von Musterereignissen auf Plausibilität geprüft. Für beide Prozesse – Steinschlag und Lawinen – wurde entlang des steilsten Gefälles der Auslauf berechnet. Die Waldfunktionen wurden entsprechend der Schadenswahrscheinlichkeit (diese entspricht dem „Schutzpotenzial“) nach Objekt- und Prozessklassen bewertet.

Unterstützung der Forstlichen Raumplanung

Die Ergebnisse der Objektschutzwaldmodellierung liefern zu folgenden Themenbereichen wichtige Ergänzungen:

- Einheitliche Beurteilung der Waldflächen mit Objektschutzfunktion
- Standardisierung der Ausweisung von Hinweisflächen
- Die Ergebnisse können für die Ausweisung von Steinschlag-Hinweisbereichen verwendet werden
- Ergänzung zum Gefahrenzonenplan

Aus der Verschneidung der klassifizierten Prozessflächen mit Schadenspotenzial mit der Waldfläche ergibt sich die Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion Österreichs. Damit stehen nun auf einer einheitlichen und nachvollziehbaren Methodik beruhende Zahlen zur Verfügung. Rund 3 % der Waldflächen Österreichs haben eine Steinschlag-Objektschutzfunktion.

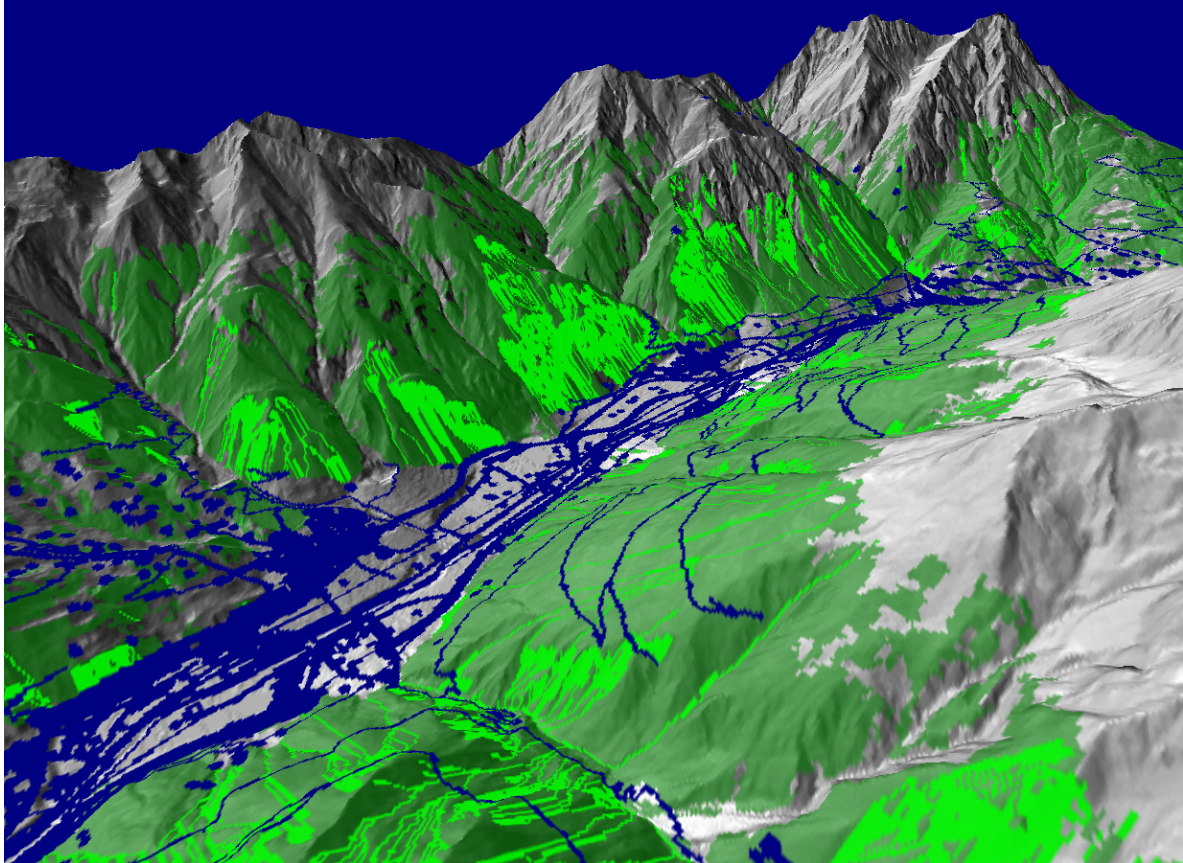


Abbildung 9: Beispiel eines Steinschlagschutzwaldes (hellgrün) im Bereich Pettneu - Flirsch (Stanzertal, Tirol)

Für die Waldbewirtschaftung bedeutsamer als die Gesamtsumme ist aber die flächendeckende Ausweisung von Schadenspotentialen in einem für operative Zwecke geeigneten Maßstab. Dieser Gefahrenhinweis ermöglicht gezielte Überprüfungen des Waldzustands vor Ort als Grundlage für präventive Maßnahmenplanungen.

Steinschlagobjektschutzwälder: Empfehlungen zur Bewirtschaftung

Im Sinne des österreichischen Forstgesetzes beschreibt der Begriff „Schutzwald“ alle jene Wälder, welche ihren Standort und/oder von Menschenhand errichtete Objekte vor den abtragenden Kräften von Wind, Wasser und Gravitation schützen. Dem entsprechend handelt es sich bei Steinschlagschutzwald um einen Objektschutzwald, der seine Wirkung in erster Linie gegen herabstürzendes Gestein entfaltet.

Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten beeinflussen Wälder den Prozess Steinschlag auf unterschiedlichste Art und Weise. Im Ablösebereich kann sich Bestockung als festigend oder rückhaltend erweisen. Das lockere Gestein wird durch Wurzeln zusammengehalten und oberflächlich abgelagerte Blöcke werden von den Stämmen am Abrutschen, Abrollen oder Abgleiten gehindert. Speziell die Durchwurzelung kann aber auch negative Einflüsse auf den Felsverband haben. Huminsäuren aus den Wurzeln tragen genauso wie der Wurzeldruck in den Klüften und entlang der Schieferungsflächen zur fortschreitenden biologischen Verwitterung des Gesteins bei. Im Falle von Schneedruck, der auf die Stämme und Kronen wirkt, oder auch durch Windwurf können Einzelblöcke aus dem Fels gerissen und zum Abstürzen gebracht werden.

Einmal in Bewegung geratene Blöcke verlieren durch das An- und Abprallen von Bäumen erheblich an Energie. Je nach Baumart, Stammdurchmesser, Blockgröße, kinetischer Energie und Art des Aufprallens (frontal, lateral, schürfend) kann es zum völligen Stillstand nach dem Baumkontakt und somit zur Ablagerung in der Transitzone kommen. Jedenfalls reduzieren sich die Sprunghöhen und Auslauflängen entlang der weiteren Trajektorie drastisch. In den Randzonen des jeweiligen Gefährdungsbereiches kommt es durch Abprall von den Bäumen häufig zu einer Umlenkung der Blocktrajektorien aus dem eigentlichen Prozessbereich heraus beziehungsweise hinein.

Im flachen Ablagerungsbereich verstärkt die Wirkung des Waldes die Bremswirkung und damit die Auslauflänge.

Grundsätzlich lässt sich die Wirkung des Waldes wie folgt zusammenfassen:

- Abminderung der kinetischen Energie bis zum Eintreffen im Ablagerungsbereich
- Verkürzung der Trajektorienlängen
- Zeitweiser Rückhalt von Blöcken außerhalb des Ablagerungsbereiches

Mit Ausnahme des Ablösebereichs überwiegt die positive Waldwirkung. Bäume in den Felswänden und entlang der Abbruchkanten sollten generell als negativ eingestuft werden.

Steinschlagbewirtschaftung und deren Herausforderungen

Laut Waldinventur befindet sich rund die Hälfte der österreichischen Schutzwaldflächen in einem stabilen Zustand. Doch es gibt einige Faktoren die sich negativ auf die Aufrechterhaltung der Schutzfunktion auswirken. Neben fehlender Naturverjüngung durch Bodenvegetation, Erosion und Verbiss führt vor allem die mangelnde Bewirtschaftung aufgrund fehlender Erschließung des meist sehr steilen Geländes und ein erhöhtes Sicherheitsrisiko bei Waldarbeiten zu einer fortschreitenden Überalterung des heimischen Schutzwaldes. Zusätzlich stehen die Waldflächen durch den Klimawandel zunehmend unter Druck. Wetterkapriolen führten in der jüngeren Vergangenheit zur Anhäufung von Schadholz durch Windwurf und Schneebruch, außerdem lässt andauernde Trockenheit während der Sommermonate die Gefahr von Borkenkäferkalamitäten anwachsen.

Baumartenwahl, Bestandesaufbau und Verjüngungseinleitung

Da die Folgen des Klimawandels noch nicht zur Gänze abgeschätzt werden können, müssen sich Empfehlungen zur Baumartenwahl zurzeit auf prozessrelevante sowie bereits bekannte ökologische Größen beschränken. Hinsichtlich der prozessbezogenen Bauparameter gibt es einige Erkenntnisse aus der Wissenschaft. So haben Dorren und Berger (2006) die Bruchenergien von Buche, Fichte und Tanne in Feldversuchen aufgenommen. Allgemein lässt sich unterstellen, dass Hartholz eine höhere Energieaufnahmekapazität zeigen als Arten mit weichem Holz. Allerdings darf bei der Fragestellung zur Baumartenwahl das Wundheilungsvermögen nicht außer Acht gelassen werden. Häufig auftretende kleinflächige Verletzungen dürfen nicht zum Absterben des Baumes führen. Daher sind dickborkige Baumarten wie Lärche dünnborkigen vorzuziehen, auch wenn diese ein höheres Energiedissipationsvermögen besitzen sollten. Alle weiteren Bedingungen sind durch die ökologischen Eigenschaften

der jeweiligen Baumart und die Standortsfaktoren vorgegeben. Zur Gewährleistung der Bestandesstabilität ist eine Durchmischung verschiedener Baumarten mit unterschiedlichen Holzeigenschaften aber jedenfalls empfehlenswert.



Abbildung 10: Hartlaubholz (z. B. Rotbuche) haben eine erhöhte Energieaufnahmekapazität

Unabhängig von der Baumartenwahl gibt es anzustrebende, vorteilhafte Bestandesstrukturen. Es herrscht allgemeiner Konsens, dass mehrschichtige Wälder eine höhere Schutzwirkung gegenüber Steinschlag entfalten. Der vertikale Aufbau des Waldes sollte möglichst vielschichtig gestaltet sein. Zwischen den Hochstämmen wachsende Sträucher, wie zum Beispiel Haselnuss, erhöhen das Bremsvermögen beträchtlich.

Bei der Verjüngungseinleitung ist es ratsam Verfahren anzuwenden, die eine dauerhafte Bestockung begünstigen. In der Durchführung aufwendig jedoch hinsichtlich der Erhaltung der Schutzwirkung effektiv, gestaltet sich die Einzelstammentnahme. Es ist zu beachten, dass bei einer Reduktion um ein Drittel der Ausgangsbestockung sich die Schutzwirkung gegen Steinschlag um ca. 40 % der ursprünglichen Leistung reduziert.

Zu ähnlichen Ergebnissen führt eine geklumpte Entnahme mit Schlitzcharakter. Diese Methode bedarf aber einer eingehenden strategischen Planung, welche die Größe und Lage der Schlitzte an die örtlichen Gegebenheiten anpassen soll.

Folgende Faustregeln lassen sich aufstellen:

- Öffnungen in Falllinie > 20m sollten auf jeden Fall vermieden werden
- Die Säume innerhalb des Waldes und am Waldrand sollten möglichst lange intakt bleiben
- Eine Öffnung des Saums in Akkumulationslagen soll möglichst lange vermieden werden

Bei der Bestandesöffnung sollten klassische Maßnahmen wie Hochabstockung und Querfällung zum Einsatz kommen. Dies dient der Aufrechterhaltung der Oberflächenrauigkeit und ermöglicht optimale Verjüngungsbedingungen. Aufgrund der meist schwierigen Arbeitsbedingungen empfiehlt sich der Einsatz von Naturverjüngung. Sollte eine ergänzende Pflanzung erforderlich sein, müssen etwaige Pflanzreihen versetzt angelegt werden.

Wald, wenn richtig bewirtschaftet, stellt einen dauerhaften Schutz für Tallagen dar. In Regionen mit hoher Steinschlagaktivität oder besonders schützenswerten Objekten ist der Schutz durch Wald jedenfalls als zu gering einzustufen. Eine Kombination von forstlich/biologischen und technischen Maßnahmen ist in diesem Fall unerlässlich.



Abbildung 11: Artenreiche, strukturierte und gepflegte Schutzwälder stellen eine Prävention vor Steinschlägen dar

Informationen über Steinschlag

In Österreich gibt es keinen gesetzlich geregelten Standard für die kartographische Darstellungsform gravitativer Massenbewegungen. Daraus resultieren unterschiedliche Arten der Darstellung von Steinschlaggefahren, welche von Gefahrenhinweiskarten bis zu Gefahrenzonenplänen reichen.

Gefahrenhinweiskarten

Gefahrenhinweiskarten geben, wie der Name impliziert, den Hinweis auf potenziell gefährdete Bereiche. Daher sind diese nur als indikative räumliche Darstellung der Prozessanfälligkeit auf Basis von Grundinformationen abgeleitet aus Inventarkarten und räumlich variablen Standortfaktoren wie zum Beispiel Böden oder Geologie etc. zu sehen.

Die Gefahrenhinweiskarten geben allgemeine Grundlageninformation über das räumliche Auftreten von Steinschlag und weisen auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung bei raumbezogenen Aktivitäten hin. Diese Karten können mittels heuristischen oder statistischen Verfahren erstellt werden. Zu unterscheiden sind hierbei Karten, die potenzielle Anrissbereiche darstellen, von Karten die auch die Reichweiten des Sturzprozesses darstellen.

Grundbedingung für die Qualität der Gefahrenhinweiskarten sind in jedem Fall Ereignisinventare (Datenbanken mit dokumentierten Steinschlagereignissen) sowie empirisch ermittelte Kennwerte und daher die systematische Erfassung von Ereignissen. Aufgrund der generalisierten Erstellung ist für gewöhnlich eine Detailinformation für das einzelne Grundstück nicht möglich.

Gefahrenzonenplan

Ein weiteres Beispiel für die Darstellung von Steinschlaggefahr ist der Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinverbauung. Dieser ist gesetzlich geregelt und enthält eine Bewertung hinsichtlich der Nutzbarkeit von Grundparzellen für Bau- und Verkehrszwecke. Gefahrenzonenpläne sind dem Charakter nach Gutachten mit Prognosecharakter, welche nach einem eingehenden Prozess der Ausarbeitung, der Überprüfung und der Bürgerbeteiligung von der Bundesministerin /vom Bundesminister in Kraft gesetzt werden. Es kommt ihnen

daher keine unmittelbar normative Wirkung zu. Es nehmen jedoch einige Landesgesetze wie Raumordnungsgesetze und Bauordnungen auf die Gefahrenzonen Bezug.

Ergänzend zu den dargestellten Roten und Gelben Gefahrenzonen für Wildbäche und Lawinen werden für Steinschlag und Rutschungen sogenannte Braune Hinweisbereiche ausgewiesen, die neuerdings auch differenziert (braun-rot und braun-gelb) erfolgen können. Die Bewertung der relevanten Prozesse erfolgt aufgrund der im Gelände beobachteten stummen Zeugen und aufgrund historischer Erhebungen. Das daraus abgeleitete Gefahrenpotenzial bietet Ansatzpunkte für weiterführende Gutachten. Eine systematische Erfassung sowie Aussagen über Frequenz und Magnitude von Massenbewegungen sind in den gesetzlichen Grundlagen und Richtlinien für die Gefahrenzonenplanung derzeit nicht vorgesehen, werden jedoch in einzelnen Bundesländern (Vorarlberg, Steiermark) bereits durchgeführt.

Wie kann ich mich über Steinschlaggefahren informieren?

Der Gefahrenzonenplan liegt bei der jeweiligen Gemeinde, der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde, der zuständigen Landesregierung und der Dienststelle der Wildbach- und Lawinenverbauung (Original) zur öffentlichen Einsichtnahme auf. Er kann aber auch digital abgerufen werden (z. B. über www.naturgefahren.at).

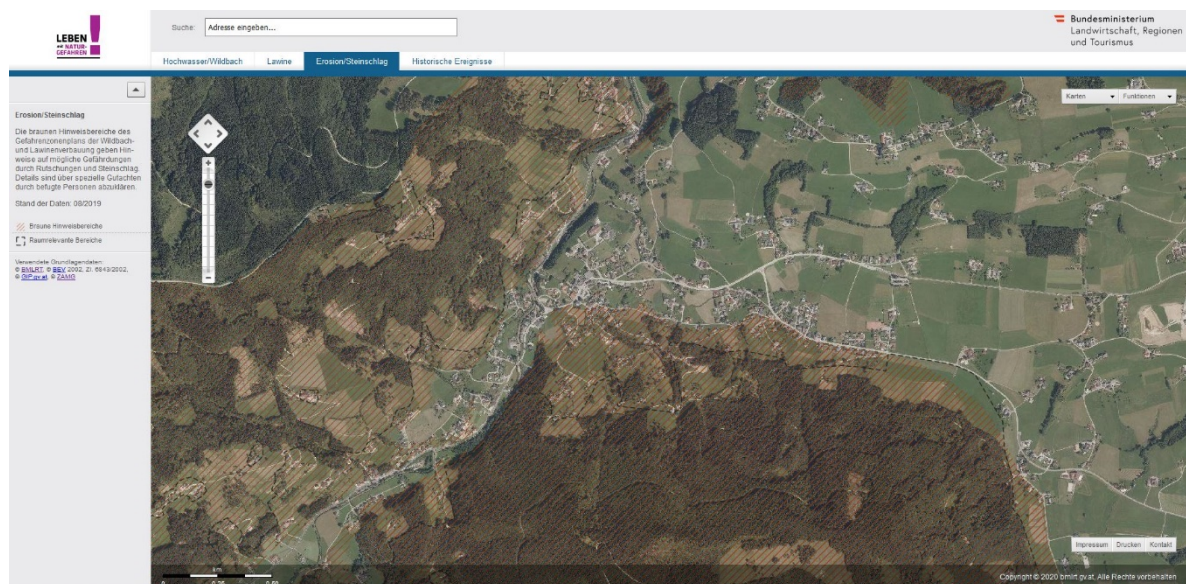


Abbildung 12: Steinschlaginformationen unter www.naturgefahren.at

Steinschlagschutz: Maßnahmen, Leistungen der WLW

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Der wirkungsvollste Schutz vor Steinschlag ist immer die Vermeidung von steinschlaggefährdeten Bereichen im Rahmen der Siedlungsentwicklung. Eine Grundlage stellt u. a. der von der Wildbach- und Lawinverbauung erstellte Gefahrenzonenplan dar, der potentiell steinschlaggefährdete Gebiete als „braune Hinweisbereiche“ darstellt.

Technische Steinschlagschutzmaßnahmen

Technische Steinschlagschutzmaßnahmen können mit verschiedenen Wirkungskonzepten durchgeführt werden. Einerseits kann der Absturz der Steine und Felsbereiche durch Felsicherungen von vornherein verhindert werden. Diese Verankerungen oder Vernetzungen sind dann sinnvoll, wenn nur ein sehr lokaler Ablösebereich vorhanden ist oder nicht ausreichend Platz für Auffangmaßnahmen in der Sturzbahn zur Verfügung steht (z. B. Straßen oder Häuser unmittelbar unter einer Felswand).



Abbildung 13: Technischer Steinschlagschutz konzipiert und gebaut durch die WLW

Im Bereich der Sturzbahn können Steinschlagschutznetze oder Steinschlagschutzdämme errichtet werden. Die für die Bemessung dieser Maßnahmen maßgeblichen Energien und Sprunghöhen werden heutzutage mit Steinschlagmodellierungen mittels Computersimula-

tionen berechnet. Mit diesen Parametern können dann geeignete Schutzsysteme ausgewählt und errichtet werden. Im Falle von Steinschlagschutznetzen existiert eine europäische technische Richtlinie (ETAG 027), die Vorgaben zu Eignungsprüfungen beinhaltet. Darin ist detailliert festgelegt, dass solche Schutznetze im Rahmen von 1:1 Steinschlagversuchen geprüft werden müssen und somit recht genau bekannt ist, welche Bautypen von Netzen für welche Energien geeignet sind.

Derzeit sind Schutznetze mit Energieaufnahmekapazitäten von 100 bis 8000 kJ auf dem Markt verfügbar. 8000 kJ entsprechen einem Sturzblock mit einer Masse von ca. 27 Tonnen (ca. 10 m³), der aus einer Höhe von 30 m im freien Fall in ein solches Netz fällt. Das bislang stärkste Steinschlagschutznetz der Welt steht in der Kärntner Gemeinde Reißeck. Steinschlagschutznetze haben den Vorteil, dass sie einen geringen Platzbedarf haben und auch in relativ steilem Gelände errichtet werden können. Die Verankerung der Schutznetze (Stützen und Trageile) im Untergrund erfolgt mit Mikropfählen, die bis zu 10 m tief in den Untergrund gebohrt und mit einem speziellen „Ankermörtel“ ausinjiziert werden.



Abbildung 14: Detailansicht der Stützenplatte mit Betonfundament

Die Anforderungen an diese „Verankerungspunkte“ sind aus Kraftmessungen bei den Zulassungsversuchen bekannt und die im Gelände hergestellten Mikropfähle werden auch im

Rahmen von Zugversuchen geprüft, ob sie die erforderlichen Ausziehkräfte auch tatsächlich aufweisen.

Für Steinschlagschutzdämme ist ein mäßig geneigtes Gelände erforderlich und das Bauwerk selbst benötigt in Abhängigkeit von der Höhe und den Böschungsneigungen oft mehrere 10er Meter Platz.

Um zu verhindern, dass die Sturzblöcke über den Damm rollen, ist es erforderlich, die bergseitige Böschung des Damms möglichst steil auszuführen. Dies kann mit Steinschichtungen oder bewehrte Erde Konstruktionen mit Geotextilien erreicht werden. Der Vorteil von Dämmen ist deren Lebensdauer, die deutlich über jener von Schutznetzen liegt, die eine Lebensdauer von 25 - 50 Jahren aufweisen.



Abbildung 15: Montage-Arbeiten

Alle diese Maßnahmenkonzepte werden von der Wildbach- und Lawinerverbauung meist in Eigenregie errichtet. Zahlreiche Baupartien der Wildbach- und Lawinerverbauung haben inzwischen jahrzehntelange Erfahrung in der Herstellung und Errichtung dieser Maßnahmen.

Umgang mit Steinschlagrisiken: Rechtsgrundlagen, Akteure, öffentliche Subventionen

Risiken durch Steinschlag und Felssturz wirken überwiegend lokal und stellen daher in erster Linie eine Sicherheitsfrage auf Gemeindeebene dar. Die Bürgermeisterin / Der Bürgermeister ist in mehrfacher Hinsicht Sicherheitsverantwortliche / Sicherheitsverantwortlicher und Katastrophenschutzbehörde, insbesondere im Hinblick auf die örtliche Raumplanung und das Bauwesen, die örtliche Sicherheitspolizei, die kommunalen Verkehrswege und Maßnahmen im Akutfall (Sperrung, Evakuierung).

Von überregionaler Bedeutung sind Steinschlag- und Felssturzgefahren für Verkehrsachsen (Straßen, Bahnlinien, Seilbahnen) und kritische Infrastrukturen (energiewirtschaftliche und kommunikationstechnische Anlagen). Für den Schutz dieser Anlagen ist in der Regel der Betreiber oder Wegehalter kraft gesetzlicher Sicherungspflichten verantwortlich. Große Bergstürze, die jedoch in Österreich extrem selten auftreten, können auch regionale oder nationale Bedeutung erlangen.

Für den Schutz vor Steinschlag gibt es in Österreich keine einheitliche verfassungsrechtliche Kompetenz und Rechtsgrundlage, vielmehr ist die Rechtsmaterie zwischen den Gebietskörperschaften und privaten Rechtsträgern aufgeteilt und das Recht „zersplittert“. Relevante Bestimmungen zum Steinschlagschutz finden sich insbesondere im Forstgesetz, Eisenbahngesetz, Bundesstraßengesetz und Seilbahngesetz, darüber hinaus enthalten die Raumordnungs- und Baugesetze der Länder allgemeine Rechtsnormen über die Sicherheit von Bauplätzen (Bauplatzbezeichnung), die Widmungsvoraussetzungen bei Steinschlaggefahren und die Begutachtung (Auflagen) bei Bauführungen in gefährdeten Zonen.

Rechtsgrundlagen für die kartographische Darstellung von Steinschlaggefahren finden sich in der Gefahrenzonenplanverordnung zum Forstgesetz, die eine „Braunen Hinweisbereich Steinschlag“ (nicht vergleichbar mit einer Gefahrenzone) definiert, weiterführende Rechts-

vorschriften über eine differenzierte Gefahrenbeurteilung oder die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten (vergleichbar dem Wasserrechtsgesetz für Hochwassergefahren) existieren nicht.

Besonders relevant sind die Bestimmungen über den Objektschutzwald und Bannwald im Forstgesetz, welche die diesbezügliche Schutzwirkung der Wälder sicherstellen. In zivilrechtlicher Hinsicht besteht nur dann ein nachbarlicher Anspruch auf Beseitigung von Steinschlaggefahren, wenn dieser durch menschliche Handlungen ausgelöst wird, ansonsten liegt „höhere Gewalt“ vor. Ein Anspruch auf Duldung von Steinschlagschutzmaßnahmen auf Fremdgrund ist strittig.

Akteure im Steinschlagschutz

Diese sind neben der Wildbach- und Lawinenverbauung (Schutzbauwerke) insbesondere die Geologische Bundesanstalt (Grundlagenerforschung) sowie die Landesgeologischen Dienste (Sachverständigendienst). Verkehrsträger wie ÖBB oder ASFINAG unterhalten eigene Kompetenzzentren für Naturgefahrenmanagement. Diese Akteure haben im Rahmen der ÖREK-Partnerschaft „Risikomanagement für gravitative Naturgefahren“ neue Strategien für den Steinschlagschutz in Österreich entwickelt.

Die Gemeinden bedienen sich für ihre zahlreichen Sicherheitsaufgaben der Leistungen der befassen Stellen von Bund und Ländern. Technische Steinschlagschutzbauwerke (iSd ONR 24810) und Schutzwaldmaßnahmen können auf Grundlage des Wasserbautenförderungsgesetzes aus Mitteln der Wildbach- und Lawinenverbauung (Katastrophenfonds) gefördert werden. Die Erhaltung der Steinschlagschutzbauwerke obliegt dem Begünstigten oder Interessenten.

Steinschlagschutz in Österreich:

Zahlen und Fakten

Regionale Bedeutung und Gefahrenpotential

- Bekannte Risikogebiete „Steinschlag“ (nach Wildbach- und Lawinenkataster): 417 (mit einer durchschnittlichen Größe von rd. 25 ha)
- Registrierte Steinschlag- und Felssturzereignisse pro Jahr (Ereigniskataster): rd. 25
- Stark von Steinschlag betroffene Bundesländer: Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Tirol, Vorarlberg
- Anzahl der Gemeinden mit Steinschlagschutzmaßnahmen (nach Wildbach- und Lawinenkataster): rd. 274 (steigend)

Errichter und Betreiber von Steinschlagschutzanlagen

- Wildbach- und Lawinenverbauung (im Auftrag von Gemeinden und Wassergenossenschaften)
- Österreichische Bundesbahnen (ÖBB)
- Autobahnen und Schnellstraßen Finanzierung AG (ASFINAG)
- Länder als Straßenerhalter (Landes- und Bundesstraßen)
- Gemeinden als Straßenerhalter
- Sonstige private Betreiber

Steinschlagschutzbauwerke (im Zuständigkeitsbereich der WLW)

- Schutzprojekte insgesamt: 311
- Steinschlagnetze und Steinschlagdämme: rd. 115.000 lfm (Annahme: 80 % von 73 Mio. €, Kosten/lfm 500 €)
- Sonstige Anlagen: Felsverhängungen, Felsvernagelungen, Errichtung von Bermen, Abräumen loser Felspartien

Investitionen in Steinschlag

- Gesamtinvestitionen bisher: mind. 73.000.000,- €
- Anzahl der Schutzvorhaben pro Jahr: 15



Abbildung 16: Nachkontrolle von Steinschlagschäden in technischen Schutzbauwerken durch Mitarbeiter der Wildbach- und Lawinenverbauung

Zuständige Stellen für Geologische Risiken im Bund bzw. in den Bundesländern

Fachzentrum Geologie und Lawinen der Wildbach- und Lawinenverbauung

Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck
Tel.: (+43 512) 584 200 38
E-Mail: geologie@die-wildbach.at,
schneelawine@die-wildbach.at

Geologische Bundesanstalt

Neulinggasse 38, 1030 Wien
Tel.: (+43 1) 712 56 74
E-Mail: office@geologie.ac.at

Wien

Magistratsabteilung 29 - Brückenbau
und Grundbau
Wilhelminenstraße 93, 1160 Wien
Tel.: (+43 1) 4000 96915
E-Mail: post@ma29.wien.gv.at

Burgenland

Amt der Burgenländischen
Landesregierung
Gruppe 4, Abteilung 5 – Baudirektion,
Referat Technische Koordination
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt
Tel.: (+43 57) 600 6547
E-Mail: post.a5-tk@bgld.gv.at

Tirol

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Allgemeine Bauangelegenheiten
Herrengasse 1-3, 6020 Innsbruck
Tel.: (+43 512) 508 4001
E-Mail: bauangelegenheiten@tirol.gv.at

Salzburg

Amt der Salzburger Landesregierung
Abteilung Infrastruktur und Verkehr
Michael-Pacher-Straße 36, 5020 Salzburg
Tel.: (+43 662) 8042 4300
E-Mail: landesbaudirektion@salzburg.gv.at

Kärnten

Amt der Kärntner Landesregierung
Abteilung Umwelt, Energie und
Naturschutz
Flatschacher Straße 70, 9020 Klagenfurt
am Wörthersee
Tel.: (+43 50536) 18002
E-Mail: abt8.post@ktn.gv.at

Vorarlberg

Amt der Vorarlberger Landesregierung
Abteilung Raumplanung und Baurecht
Landhaus, 6901 Bregenz
Tel.: (+43 5574) 511 27105
E-Mail: raumplanung@vorarlberg.at

Oberösterreich

Amt der Oberösterreichischen
Landesregierung
Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht
Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz
Tel.: (+43 732) 7720 12599
E-Mail: auwr.post@ooe.gv.at

Steiermark

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung Energie, Wohnbau, Technik
Landhausgasse 7, 8010 Graz
Tel.: (+43 316) 877 2931
E-Mail: abteilung15@stmk.gv.at

Niederösterreich

Amt der Niederösterreichischen
Landesregierung
Abteilung Allgemeiner Baudienst
Landhausplatz 1, Haus 13, 3109 St. Pölten
Tel.: (+43 2742) 9005 14200
E-Mail: post.bd1@noel.gv.at

Wildbach und Lawinenverbauung: Kontakte und zuständige Stellen

**Bundesministerium für Landwirtschaft,
Regionen und Tourismus (BMLRT)**
Abteilung III/4, Wildbach- und
Lawinenverbauung und Schutzwaldpolitik
Marxergasse 2, 1030 Wien
Tel.: (+43 1) 71100-607334
E-Mail: Abt-iii4@bmlrt.gv.at

**Sektion Wien, Niederösterreich und
Burgenland**
Marxergasse 2, 1030 Wien
Tel.: (+43 1) 533 91 47-0
E-Mail: sektion.wnb@die-wildbach.at

Sektion Oberösterreich
Schmidtorstraße 2/II, 4020 Linz
Tel.: (+43 732) 77 13 48-0
E-Mail: sektion.oberoesterreich@die-wildbach.at

Sektion Salzburg
Bergheimerstraße 57, 5021 Salzburg
Tel.: (+43 662) 87 81 53-0
E-Mail: sektion.salzburg@die-wildbach.at

Sektion Steiermark
Stattegger Straße 60,
8045 Graz
Tel.: (+43 316) 425817
E-Mail: sektion.steiermark@die-wildbach.at

Sektion Kärnten
Meister Friedrich-Straße 2, 9500 Villach
Tel.: (+43 4242) 30 25-0
E-Mail: sektion.kaernten@die-wildbach.at

Sektion Tirol
Wilhelm Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck
Tel.: (+43 512) 58 42 00-0
E-Mail: sektion.tirol@die-wildbach.at

Sektion Vorarlberg
Rheinstraße 32/5, 6900 Bregenz
Tel.: (+43 5574) 749 95-0
E-Mail: sektion.vorarlberg@die-wildbach.at

Weitere Informationen zu Wissensplattformen

<http://www.bmlrt.gv.at/forst/schutz-naturgefahren/wildbach-lawinen>

<http://www.die-wildbach.at>

<http://www.naturgefahren.at>

<http://www.schutzwald.at>

<http://www.geologie.ac.at>

<http://www.biberberti.com>

http://www.interpraevent.at/start_it_up/

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Technische Schutzmaßnahmen	5
Abbildung 2: Felssturz	6
Abbildung 3: Steinschlag-Schutzbauwerke in Österreich	7
Abbildung 4: Blocksturz.....	7
Abbildung 5: Auflockerung des Felsuntergrundes durch Wurzeldruck	9
Abbildung 6: Ein schematisierter Steinschlaghang im Querschnitt und Grundriss	10
Abbildung 7: Höhenmodell mit Flächen die Hangneigungen aufweisen.....	12
Abbildung 8: Plastisch deformiertes Steinschlagschutznetz.....	14
Abbildung 9: Beispiel eines Steinschlagschutzwald	16
Abbildung 10: Hartlaubholz.....	19
Abbildung 11: Schutzwälder stellen Prävention vor Steinschlägen dar.....	20
Abbildung 12: Steinschlaginformationen unter www.naturgefahren.at	22
Abbildung 13: Technischer Steinschlagschutz konzipiert und gebaut durch die WLV	23
Abbildung 14: Detailansicht der Stützenplatte mit Betonfundament	24
Abbildung 15: Montage-Arbeiten	25
Abbildung 16: Nachkontrolle von Steinschlagschäden	29

Literaturverzeichnis

AUVA (2019): Erdarbeiten, Gruben, Gräben, Künetten. Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt, Wien. S. 5-8.

Dorren, Luuk & Berger, Frédéric (2006): Stem breakage of trees and energy dissipation during rockfall impacts. *Tree physiology*. 26. 63-71. 10.1093/treephys/26.1.63.

Huber A., Kofler A., Fischer J.-Th., Kleemayr K. (2017): Projektbericht DAKUMO. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Innsbruck. Unveröffentlicht.

Pittracher, Meinhard & Teichert, Franz (2017): Beurteilung von Steinschlagschutzwald in der Gemeinde Gries am Brenner. Bachelorarbeit.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at