Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft

Rock 'n' Roll am Berghang - Steinschlagschutz in Österreich

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien
Autorinnen und Autoren: Daniela Anna Engl, Christian Kaltenhauser, Florian Rudolf-Miklau, Christian Amberger, Michael Mölk
Gesamtumsetzung: Raphaela Beer, Christian Kaltenhauser
Fotonachweis: (Cover) die.wildbach
Hinweis zum Kartenmaterial: Abbildungen nehmen Bezug auf das Veröffentlichungsjahr

Gilt für Druckversion: Dieses Feld nicht löschen!
Dieses Feld dient als Platzhalter für die Originalversionen von Umweltzeichen, Umweltzeichentext und PEFC-Siegel. Dieser Platzhalter zeigt deren Stand und wird von der Druckerei durch die entsprechenden Originalelemente ersetzt.
Gilt für Onlineversion: Dieses Feld bitte löschen!
PEFC
PEFC/06-39-364/27
PEFC recycelt
Dieses Produkt stammt aus Recycling und kontrollierten Quellen.
www.pefc.at

Wien, 2025. Stand: 5. September 2025

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 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-34@bmluk.gv.at.

Inhalt

Steinschlag und Felssturz: Geologische Ursachen 4

Sturzprozesse: Ursachen, Auslösung und Ablauf 7

Prozessmodellierung und Gefahrendarstellung 11

Risiken und Schäden durch Steinschlag 14

Schutzwälder als Steinschlagschutz 17

Herausforderungen im Steinschlagschutzwald 18

Baumartenwahl, Verjüngung und Bestandesaufbau 18

Informationen über Steinschlag 21

Gefahrenhinweiskarten 21

Gefahrenzonenplan 22

Wie kann ich mich über Steinschlaggefahren informieren? 24

Steinschlag und andere Naturgefahren digital entdecken und verstehen 24

Steinschlagschutz-Maßnahmen: Leistungen der WLV 27

Organisatorische Schutzmaßnahmen 27

Technische Steinschlagschutzmaßnahmen 27

Umgang mit Steinschlagrisiken: Rechtsgrundlagen, Akteure, öffentliche Subventionen 33

Akteure im Steinschlagschutz 34

Steinschlagschutz in Österreich: Zahlen und Fakten 35

Regionale Bedeutung und Gefahrenpotential 35

Errichter und Betreiber von Steinschlagschutzanlagen 35

Projekte und Investitionen in Steinschlag und Rutschungen 35

Zuständige Stellen für Geologische Risiken im Bund bzw. in den Bundesländern 37

Wildbach und Lawinenverbauung: Kontakte und zuständige Stellen 39

Weitere Informationen und Wissensplattformen 40

Abbildungsverzeichnis 41

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.

Steinschlag bezeichnet das Abstürzen von isolierten kopf- bis koffergroßen Steinen. Von Blockschlag spricht man bei bis zu zimmergroßen Einzelblöcken mit einem Gesamtvolumen von maximal 100 m³. Beim Fels- oder Bergsturz hingegen löst sich ein größeres zusammenhängendes Gesteinspaket aus dem Felsverband. Liegt das abgelöste Gesteinsvolumen zwischen 100 m³ und 1 Million m³ spricht man von einem Felssturz, darüber von einem Bergsturz.

Abbildung 1: Blockschlag. Dieser Sturzblock misst rund einen Kubikmeter

Abbildung 2: Steinschlagschutznetz als technische Schutzmaßnahme vor Steinschlag

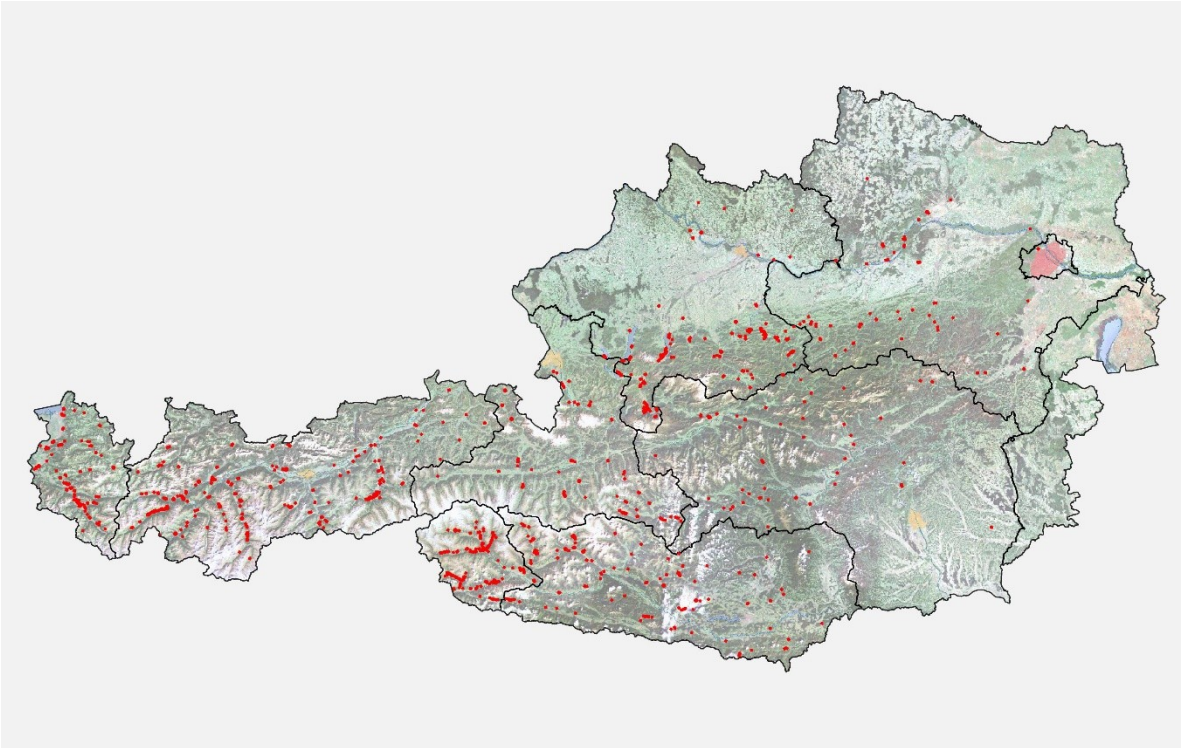
Stein- und Blockschlägen kann mit verschiedenartigen technischen Schutzmaßnahmen begegnet werden. Vor Felsstürzen können massive Erdbauwerke schützen (z.B. Steinschlagschutzdämme, siehe Kapitel Steinschlagschutz-Maßnahmen: Leistungen der WLV). Bergstürze sind hingegen nur bedingt technisch beherrschbar.

Klein- als auch großvolumige Sturzphänomene treten gehäuft in Berggebieten auf, deren Untergrund von festen und harten Gesteinen aufgebaut wird, wie beispielsweise Kalkstein, Dolomit, Granit oder Gneis. In diesen Felsformationen finden wir häufig hohe und steile Böschungen und Felswände – eine Grundvoraussetzung für Sturzprozesse. 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 hat allerdings auch die räumliche Lagerung der Gesteine eine große Bedeutung. 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.

Pauschal lässt sich sagen, dass Hänge mit einer Steilheit von 45° oder mehr potentiell zu Steinschlag neigen. In Österreich treten Sturzphänomene deshalb naturgemäß vor allem in den gebirgigen Landesteilen auf. Abbildung 4 gibt einen Überblick der bestehenden Steinschlag-Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) in Österreich und zeigt, wo Steinschlag in unserem Land gehäuft vorkommt. Es sind dies die alpinen Tälern Vorarlbergs, Tirols, Salzburgs, Oberösterreichs, Kärntens und der Steiermark – Regionen die durch ausgeprägte Reliefunterschiede und steile Hänge gekennzeichnet sind.

Abbildung 3: Einschlagspuren in einem Trockenmauerwerk (verursachender Sturzblock im Bildvordergrund)

Abbildung 4: Steinschlag-Schutzbauwerke der WLV in Österreich (Auszug aus dem Digitalen Wildbach- und Lawinenkataster)



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 Klüfte in den Fels ein und wird dort bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu Eis. Durch die Volumensausdehnung von Wasser zu Eis werden bestehende Klüfte 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, bleibt oft stark aufgelöster Fels zurück, der zu starker Steinschlagtätigkeit neigt. Vormals 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 zu einem Zusammenziehen und Ausdehen des Gesteins selbst und so zu einer zwar sehr langsamen aber stetigen Erweiterung des Kluftgefüges im Fels. Dieser Vorgang kann mit dem Abreißen

einer Seite von einem perforierten Notizblock verglichen werden. Beim Abreißen werden die bestehenden Materialbrücken sukzessive zerstört, bis die Seite schließlich vollständig vom Notizblock abgelöst ist.

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 Wurzeldurchmesser 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 von Fels durch Wurzeldruck

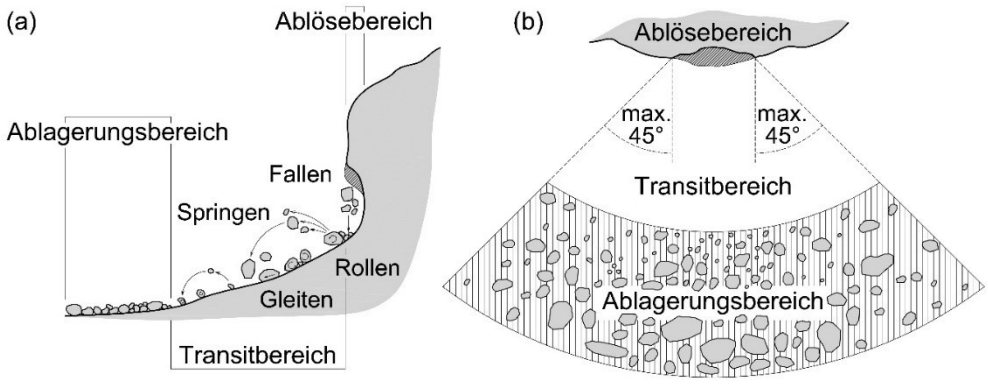
Weit weniger häufig werden Sturzprozesse durch Bodenerschütterungen ausgelöst, wie sie großräumig bei Erdbeben oder lokal bei Sprengungen auftreten.

Hat sich ein Gesteinsblock aus dem Verband gelöst, legt er seinen Weg im freien Fall, springend, rollend oder gleitend zurück, bevor er – 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. Welchen Weg ein einzelner Stein nach unten nimmt, hängt entscheidend von der Blockform und der Morphologie bzw. 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). Bei Hangneigungen unter 25 - 30° kommt das Gestein meist wieder zum Stillstand und sammelt sich in Schutthalden. Sind an einem Hang Rinnen und Gräben ausgebildet, konzentrieren sich Sturzblöcke in diesen Tiefenlinien und bilden an deren unteren Ende ausgeprägte Sturzschuttkegel.

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



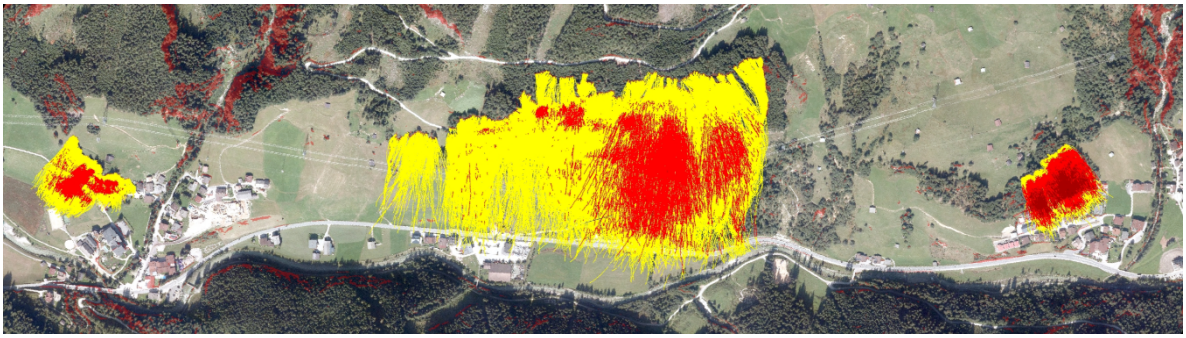
Bei Fels- und Bergstürzen wird das abgelöste Felspaket durch den Aufprall und die Reibung am Boden in eine Vielzahl kleinerer Blöcke und Steine bis hin zum Gesteinsmehl zerlegt und zerrieben. Diese zerlegte Gesteinsmasse ist besonders beim Vorhandensein von Wasser innerhalb des Sturzstromes hochmobil und kann sich ähnlich einer Flüssigkeit mit einer Geschwindigkeit von bis zu 180 km/h talwärts bewegen und mehrere Kilometer zurücklegen. Entsprechend groß ist bei Fels- und Bergstürzen das gefährdete Gebiet (vgl. auch Kapitel Informationen über Steinschlag, S. 22).

Prozessmodellierung und Gefahrendarstellung

Um die Steinschlaggefährdung von Siedlungsraum umfassend und fundiert beurteilen zu können, werden Steinschlaghänge durch Geologinnen und Geologen begangen. Sie erheben die relevanten Geländeinformationen und führen darauf aufbauend Computersimulationen durch. Als Ergebnis werden Gefährdungsgebiete abgegrenzt und in Karten dargestellt.

Für die Simulation von Sturzprozessen steht heute eine Palette an Computermodellen zur Verfügung. Allen Modellen gemeinsam ist, dass sie Sturzprozesse mithilfe von physikalischen Gesetzmäßigkeiten nachbilden. Welches Modell wo eingesetzt wird, hängt von der Prozessart ab. Werden abstürzende Einzelblöcke (Stein- und Blockschlag) simuliert, berücksichtigt das Computermodell einerseits die Eigenschaften des Sturzblockes (Blockvolumen, Blockmasse, Blockform), andererseits die Eigenschaften des Steinschlaghanges (Topographie, Bodeneigenschaften und optional den Waldbestand). Auf Basis dieser Eigenschaften wird das erwartbare Sturzverhalten unter Berücksichtigung von statistischen Unsicherheiten berechnet (Geschwindigkeit und Sprunghöhe entlang der Sturzbahn sowie Ablagerungsort des Sturzblockes). Ein mögliches Zerbrechen des Blockes während des Sturzes als auch die potentielle Interaktion mit weiteren zeitgleich abstürzenden Sturzblöcken wird vernachlässigt. Soll hingegen das Verhalten eines Massensturzes (Fels- oder Bergsturz) nachgebildet werden, spielt neben dem Absturzvolumen vor allem die fortlaufende Zerlegung des Gesteins sowie die mechanische Interaktion zwischen den einzelnen Fragmenten während des Sturzprozesses eine maßgebende Rolle für das Verhalten des Sturzstromes – und damit auch auf dessen Reichweite. Diese physikalischen Prozesse müssen für Massenstürze zwingend im Modell mitberücksichtigt werden, um die Reichweite von großen Sturzmassen voraussagen zu können.

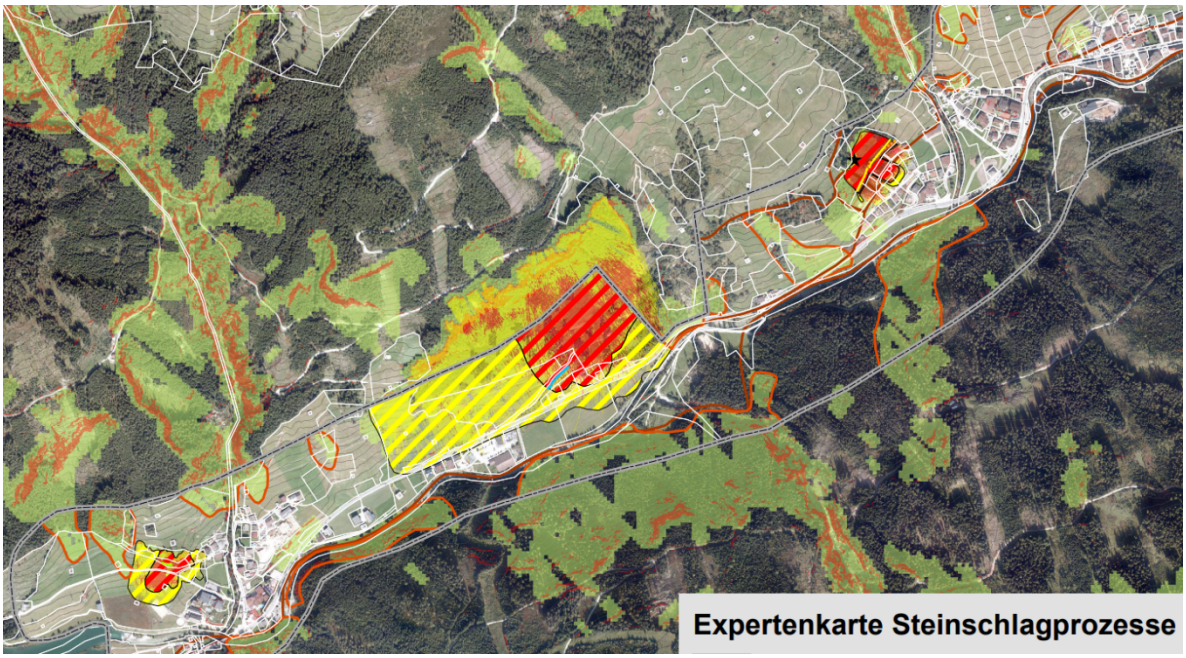
Abbildung 7: Die gelb-roten Linien zeigen potentielle Sturzbahnen von Stein- und Blockschlag. Gelb steht für geringe Sturzenergien, rot für hohe Sturzenergien



Bevor Computermodelle für Prognosen herangezogen werden, wird überprüft inwieweit ein Modell samt Parametereinstellungen die realen Bedingungen und Beobachtungen vor Ort abbilden kann. Diesen Prozess nennt man Eichung bzw. Kalibrierung. Hierfür werden Stumme Zeugen herangezogen – Hinweise also auf vergangene Steinschlagereignisse, wie liegengebliebene Sturzblöcke aber auch Schlagmarken im Boden und an Bäumen. Ist die Computersimulation in der Lage die beobachteten Phänomene in hinreichender Genauigkeit nachzubilden, ist das Modell auch für Prognosezwecke geeignet. Nach bestandener Prüfung bzw. Kalibrierung werden flächig durchgeführte Steinschlag-Computersimulationen genutzt, um gefährdete Siedlungsbereiche zu ermitteln und in Karten auszuweisen. Hierbei wird unterschieden zwischen Bereichen mit Steinschlag geringer Intensität (Sturzenergie ≤ 100 Kilojoule) und Steinschlag hoher Intensität (Sturzenergie > 100 Kilojoule). Zum Vergleich: Lässt man einen Kleinwagen mit ca. 1000 kg aus einer Höhe von 10 m fallen, entspricht die Bewegungsenergie des Autos am Boden ca. 100 Kilojoule. Ein Sturzblock mit derselben Bewegungsenergie ist in der Lage eine normale Ziegel-Hauswand zu durchstoßen.

Der Öffentlichkeit werden die steinschlaggefährdeten Gebiete in den Gefahrenzonenplänen der WLV zugänglich gemacht (sogenannte Braune Hinweisbereiche Steinschlag). Diese Karten sind für jede Bürgerin und jeden Bürger auf der Website waldatlas.at sowie naturgefahren.at oder auf dem jeweiligen Bundesländer-Webportal einsehbar.

Abbildung 8: Ausgewiesene Hinweisbereiche für Steinschlag geringer Intensität ≤ 100 Kilojoule (gelb) und Steinschlag hoher Intensität > 100 Kilojoule (rot) auf Basis von flächigen Computersimulationen



Des Weiteren werden Steinschlag-Computersimulationen zur Planung von Steinschlag-Schutzbauwerken eingesetzt. Neben der Wahl des optimalen Bauwerkstandortes dienen die Modellergebnisse der passgenauen Bemessung von Bauwerken hinsichtlich der erforderlichen Höhe und Energieaufnahmekapazität – damit das zukünftige Bauwerk im Ereignisfall standhält und den gewünschten Schutz vor Steinschlag bietet.

Risiken und Schäden durch Steinschlag

Steinschlag und Felssturz sind hochdynamische Prozesse. Häufig gibt es keine oder nur extrem kurzfristige Vorwarnzeichen, wie kleinere Steinabstürze, sich öffnende Risse, reißende Wurzeln etc. Der Sturzprozess selbst läuft sehr rasch ab, Zeit für Vorsorgemaßnahmen bleibt in der Regel nicht. Entsprechend hoch ist das Schadenspotential.

Eine Risikoeinschätzung ist im Sinne eines Risikomanagements immer dann relevant, wenn Personen oder Sachgüter wie Straßen, Infrastruktur, Gebäude oder Ähnliches im Wirkungsbereich von Steinschlag und Felssturz zugegen sind. Je nachdem ob Personen oder Sachgüter zu Schaden kommen, wird zwischen Personenschadensrisiko und Sachschadensrisiko unterschieden. Der Begriff Risiko bezeichnet dabei die Kombination von Auftretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß eines Schadereignisses. Das bedeutet, dass das Risiko umso größer wird, je häufiger Ereignisse stattfinden und je mehr Personen bzw. je wertvoller die Sachgüter im Wirkungsbereich des Steinschlags sind.

Um Risiken durch Steinschlag objektiv zu bewerten werden mathematische Risikoanalysen durchgeführt. Dazu ist es erforderlich, die Auftretenswahrscheinlichkeit von Steinschlag zu prognostizieren (Welche Sturzblockgrößen treten mit welcher Häufigkeit auf?). Im nächsten Schritt ist die Verletzlichkeit der potentiell betroffenen Personen oder das Schadensausmaß an potentiell betroffenen Sachgütern bei einem Steinschlagereignis abzuschätzen. Daraus kann das Steinschlagrisiko berechnet werden.

Beispiel: Was sagt das Risiko in einem konkreten Fall aus?

Relativ kleine Sturzblöcke erreichen mit großer Häufigkeit ein massives Gebäude ohne bergseitige Fensteröffnungen. Aufgrund der relativ geringen Sturzenergien beschränken sich die Steinschlagwirkungen auf Sachschäden an der Fassade. Obwohl es häufig zu Treffern am Gebäude kommt, ist das Sachschadensrisiko in diesem Fall relativ gering. Ein Personenschadensrisiko besteht nicht, da Personen im Gebäude nicht gefährdet sind. Eine Maßnahme ist somit nicht zwingend notwendig, kann bei ausreichend hohen laufenden Reparaturkosten aber dennoch wirtschaftlich sinnvoll sein.

Liegt im selben Steinschlagwirkungsbereich jedoch ein Kinderspielplatz, so ist die Wahrscheinlichkeit eines Personenschadens im Ereignisfall hoch und somit auch das Personenschadensrisiko. Durch die Errichtung eines geeigneten Schutzsystems kann das Personenschadensrisiko am Kinderspielplatz stark gesenkt werden. Sofern möglich besteht die bessere Lösung allerdings darin, den Kinderspielplatz aus der Steinschlag-Risikozone zu entfernen und an einem nicht-steinschlaggefährdeten Standort zu errichten.

Wie in dem Beispiel dargelegt, kann der Schaden durch Steinschlag sehr unterschiedlich sein. Während bereits kleine Steine mit relativ geringen Geschwindigkeiten zu schweren Verletzungen bei Personen führen können (hohe Verletzlichkeit), bieten Gebäude einen vergleichsweisen hohen Schutz vor Steinschlag. Pauschal lässt sich sagen, dass das Schadensausmaß einerseits von der Intensität des Steinschlags, andererseits von der Art und Beschaffenheit des getroffenen Objektes abhängig ist. Dabei besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Sturzenergie und Schaden. Bei ausreichend hohen Energieeinwirkungen entstehen auch an massiven Bauteilen und Gebäuden strukturelle Schäden. So kann ein Gebäude in Holzbauweise Energien bis zu 50 Kilojoule aufnehmen, eine Stahlbetonmauer mit einer Stärke von 30 cm bis zu 100 Kilojoule.

Beispiel: Was kann man sich unter dem Energiewert mit der Einheit Kilojoule vorstellen?

Betrachten wir einen fiktiven Sturzblock mit einem Volumen von 1/8 Kubikmeter (0,125 m^3). Dies entspricht einem Würfel mit einer Seitenlänge von 50 cm und einer Masse von rund 340 kg. Lässt man diesen Steinwürfel aus einer Höhe von 30 m fallen, so erreicht er kurz vor dem Aufprall am Boden eine Geschwindigkeit von knapp 90 km/h. Die damit verbundene Bewegungsenergie beträgt rund 105 Kilojoule. Dieser Sturzblock wäre somit in der Lage, eine Stahlbetonmauer mit einer Stärke von 30 cm strukturell zu beschädigen.

Kraftfahrzeuge weisen im Vergleich zu Gebäuden eine sehr geringe Widerstandskraft gegen Steinschlag auf – hier genügen schon Treffer mit einigen wenigen Kilojoule, um die Karosserie eines KFZ zu durchschlagen.

Abbildung 9: Massiver Gebäudeschaden durch einen acht Kubikmeter großen Sturzblock

Eigens für Steinschlageinwirkung entwickelte Konstruktionen oder spezielle Bauweisen von Gebäuden und Anlagen können helfen, die Energie von Steinschlägen aufzufangen bzw. zu reduzieren. Grundsätzlich nehmen elastisch oder plastisch verformbare Konstruktionen die dynamischen Belastungen von Steinschlag am besten auf. Elastisch bedeutet, dass der Stein das Schutzbauwerk verformt, die Form jedoch wieder unmittelbar nach dem Einschlag weitgehend wiederhergestellt wird (Beispiel: das Netz reagiert wie eine Feder und geht nach der Belastung wieder in die Ausgangsposition zurück). Bei einer plastischen Verformung bleibt die Formänderung dauerhaft bestehen (Beispiel: ein stark ausgebeultes Schutznetz oder ein tiefer Einschlagkrater an einem Schutzdamm).

Auch relativ weiche, dämpfende Deckschichten auf Dächern von Steinschlaggalerien erfüllen diesen Zweck und reduzieren die Kräfte, die von der darunterliegenden Stahlbetonkonstruktion aufgenommen werden müssen.

Schutzwälder als Steinschlagschutz

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 des weiteren Sturzverlaufes drastisch. In den Randzonen des jeweiligen Gefährdungsbereiches kommt es durch Abprall von den Bäumen häufig zu einer Umlenkung der Sturzbahn aus dem eigentlichen Prozessbereich heraus beziehungsweise hinein.

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

Grundsätzlich lässt sich die Wirkung des Waldes wie folgt zusammenfassen:

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

Mit Ausnahme des Ablösebereichs überwiegt die positive Waldwirkung. Bäume in den Felswänden und entlang der Abbruchkanten werden in Hinblick auf Steinschlag generell negativ bewertet.

Herausforderungen im Steinschlagschutzwald

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 Wildverbiss 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. Zusätzlich lässt andauernde Trockenheit während der Sommermonate die Gefahr von Borkenkäferkalamitäten anwachsen.

Baumartenwahl, Verjüngung und Bestandesaufbau

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 Baumparameter gibt es einige Erkenntnisse aus der Wissenschaft. So wurden in wissenschaftlichen Studien die Bruchenergien von verschiedenen Baumarten in Feldversuchen aufgenommen. Die Untersuchungen haben ergeben, dass die meisten Laubbaumarten (Harthölzer) eine höhere Energieaufnahmekapazität aufweisen als Nadelhölzer mit vergleichsweise 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 Schlitze 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

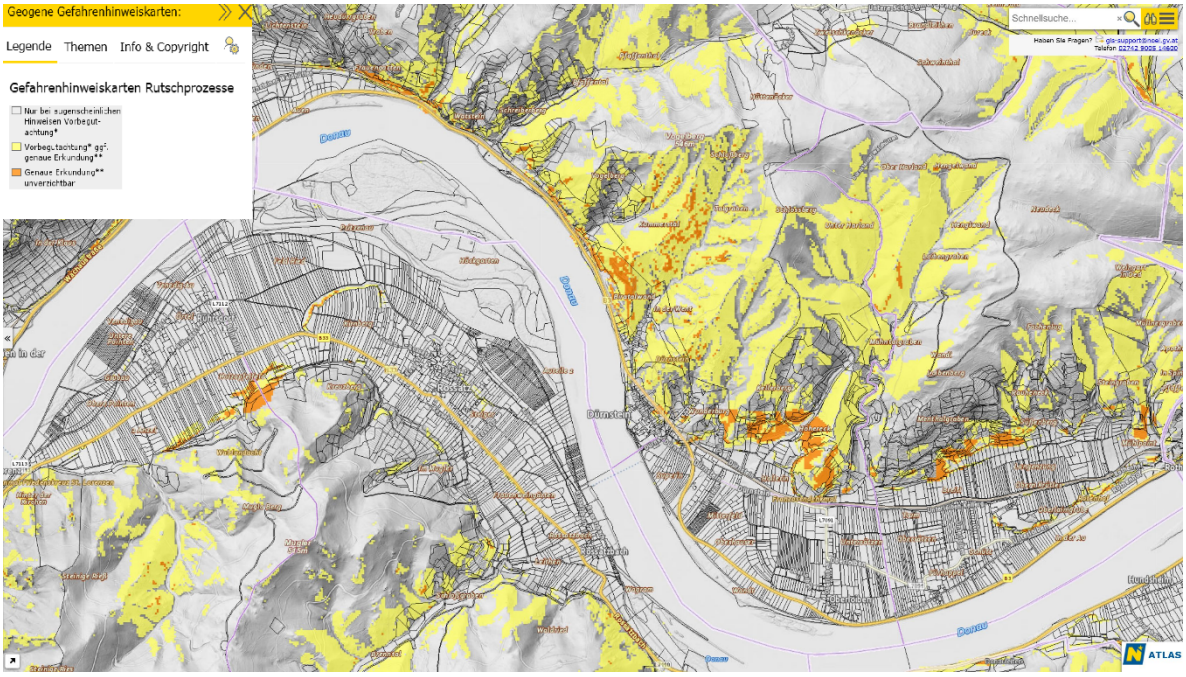
In Österreich gibt es keinen gesetzlich geregelten Standard für die kartographische Darstellungsform gravitativer Massenbewegungen. Daraus resultieren unterschiedliche Arten der Darstellung von Steinschlaggefahren, welche von Gefahrenhinweiskarten bis zu Gefahrenzonenplänen reichen.

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 auf Basis von Erfahrungswerten oder mittels statistischer Verfahren erstellt werden. Zu unterscheiden sind hierbei Karten, die potenzielle Anrissbereiche darstellen, von Karten, die auch die Reichweiten des Sturzprozesses darstellen.

Abbildung 12: Geogene Hinweiskarte Niederösterreich, Ausschnitt Raum Dürnstein, NÖ Atlas



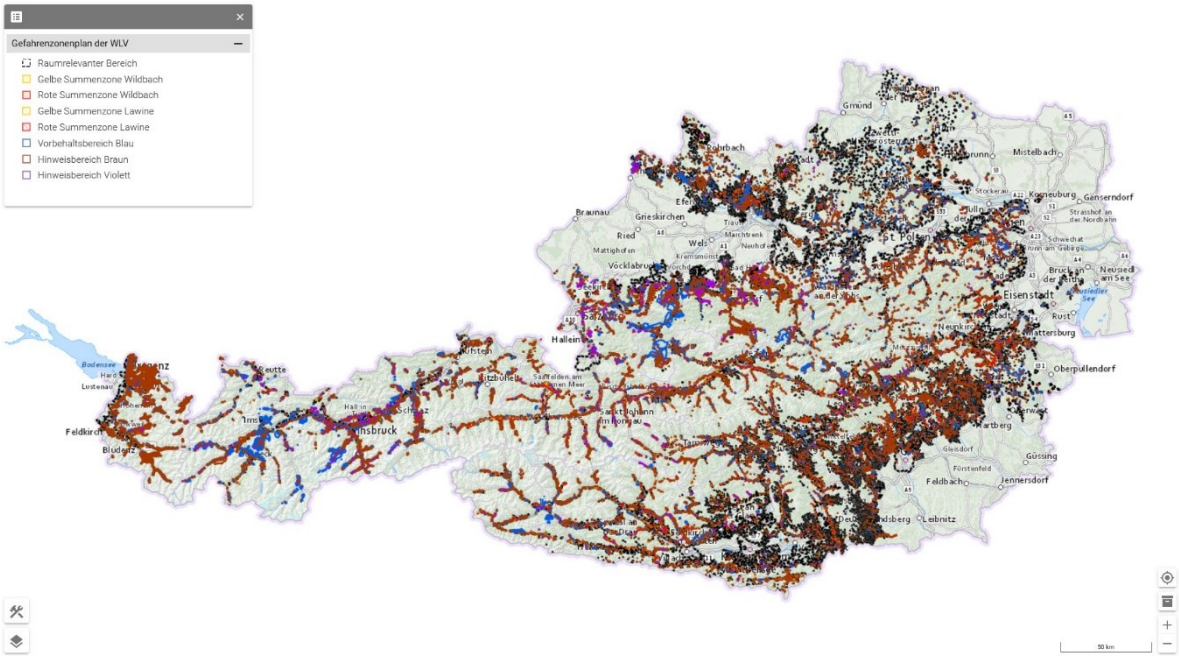
Grundbedingung für die Qualität der Gefahrenhinweiskarten sind in jedem Fall Ereignisinventare (Datenbanken mit dokumentierten Steinschlagereignissen) sowie empirisch ermittelte Kennwerte und daher die systematische Erfassung von Ereignissen. Die Qualität und Präzision der erfassten Daten sind bei der Erstellung von Datenbeständen insbesondere in der Geoinformation von zentraler Bedeutung, da sie die spätere Nutzbarkeit für Analysen und Darstellungen maßgeblich beeinflussen. Besonders wichtig sind hierbei die korrekte Erhebung der räumlichen Gegebenheiten und Objekte sowie die gewissenhafte Erfassung der Attributdaten. Aufgrund der generalisierten Erstellung ist für gewöhnlich eine Detailinformation für das einzelne Grundstück nicht möglich.

Gefahrenzonenplan

Die Steinschlaggefahr wird unter anderem im Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung dargestellt. 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

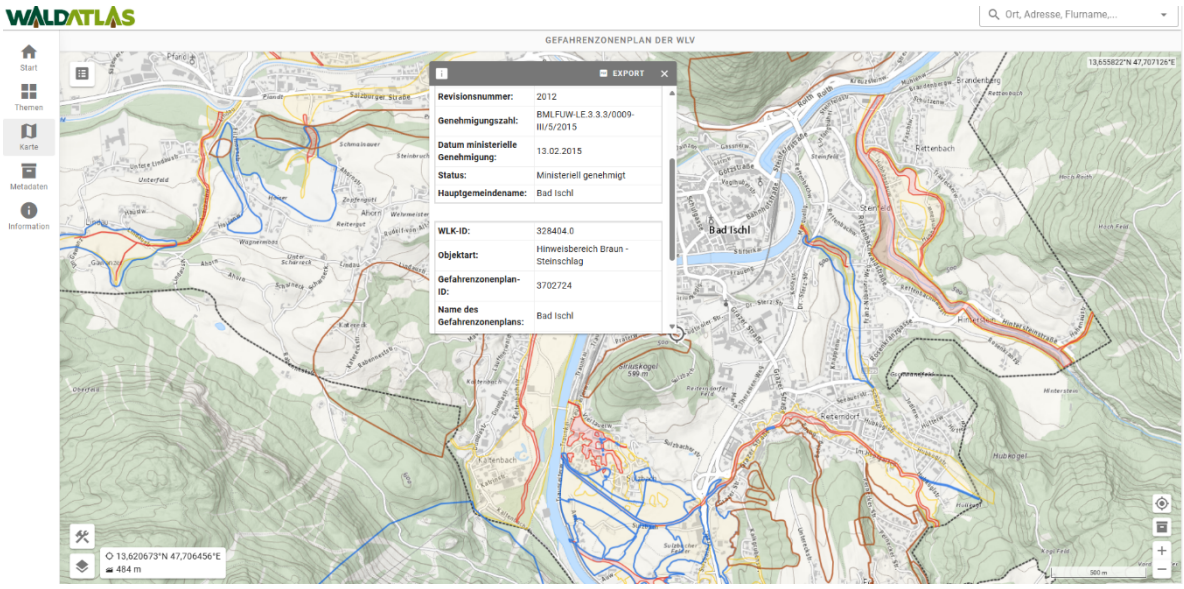
keine unmittelbar normative Wirkung zu. Es nehmen jedoch einige Landesgesetze wie Raumordnungsgesetze und Bauordnungen auf die Gefahrenzonen Bezug.

Abbildung 13: Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung (digital), WALDATLAS



Ergänzend zu den dargestellten Roten und Gelben Gefahrenzonen für Wildbäche und Lawinen werden für Steinschlag und Rutschungen sogenannte Braune Hinweisbereiche ausgewiesen. Bezüglich der Steinschlaggefahr können für Gebiete, für die Maßnahmen des forsttechnischen Dienstes zum Schutz vor Steinschlag vorgesehen sind, Bereiche hoher Intensität (braun-rotschraffierte Hinweisbereiche) sowie niedriger Intensität (braun-gelb schraffierte Hinweisbereiche) abgegrenzt werden. 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 bereits durchgeführt.

Abbildung 14: Detailkarte Gefahrenzonenplan (Hinweisbereich Braun – Steinschlag), der Wildbach- und Lawinenverbauung (digital), WALDATLAS



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. Aber auch digital stehen unter www.naturgefahren.at als auch unter www.waldatlas.at sowie auf www.schutzwald.at viele Informationen zum Thema zur Verfügung.

Steinschlag und andere Naturgefahren digital entdecken und verstehen

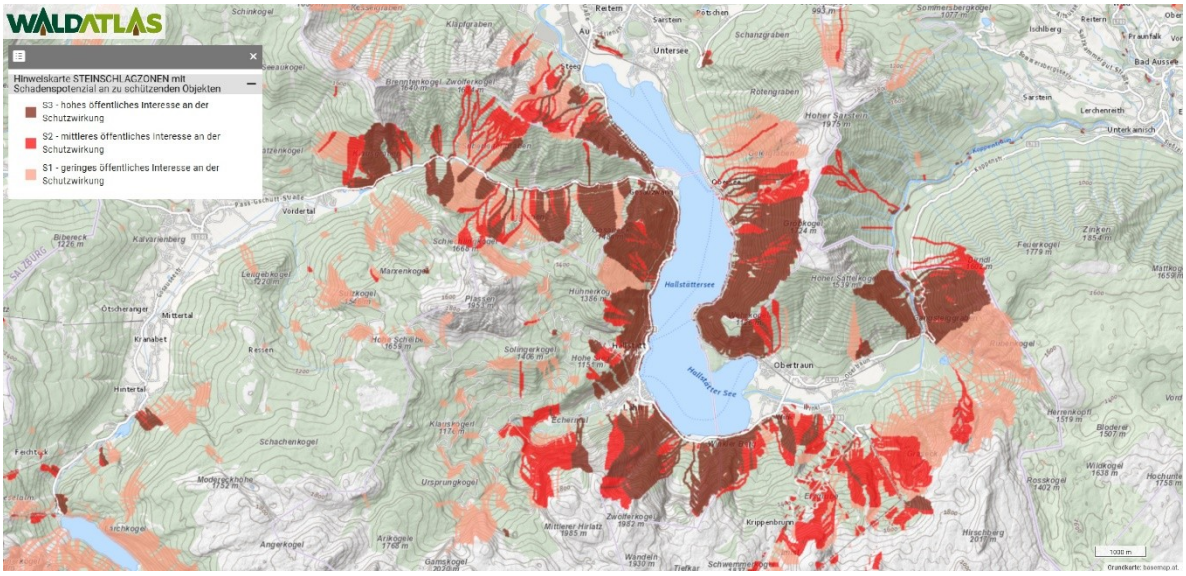
In Österreich ist der Lebensraum in vielen Bereichen von Naturgefahren betroffen. Zusätzlich dazu stellen die steigende Bevölkerungsdichte, die intensive Landnutzung und die zunehmende Erschließung für Siedlungszwecke, verbunden mit den Folgen des Klimawandels, eine wachsende Herausforderung dar. Ein wirksamer und nachhaltiger Schutz vor Naturgefahren sowie die Bereitstellung von Informationen für die breite Öffentlichkeit sind daher unverzichtbar.

Im Rahmen der Digitalisierungsoffensive der Bundesregierung 2020-2024 hat das BMLUK einen serviceorientierten und freien Zugangspunkt zu bundesweiten Geodaten geschaffen. Mit der Koordination und Umsetzung wurde die Abteilung III/4 des BMLUK – Wildbach- und Lawinenverbauung, Schutzwaldpolitik und Waldbrandprävention beauftragt.

Erstmalig werden mit der Geodatenplattform WALDATLAS qualitätsgesicherte Daten zu den Schwerpunkten Wald, Naturgefahren und Biodiversität präsentiert. Die kostenlose Anwendung kann in einer modernen Benutzeroberfläche mit innovativen Features als Darstellungs- und Suchdienst abgerufen werden. Mit diesem räumlichen Informations- und Wissensinstrument soll noch mehr Bewusstsein für die vielseitigen Ökosystemleistungen des Waldes in Österreich etabliert werden.

Neben PC und Notebook kann die Applikation auch auf mobilen Endgeräten (Smartphone, Tablet) im Gelände genutzt werden. Somit kann der WALDATLAS überall zum Einsatz kommen. Voraussetzung ist nur ein Internetempfang. Der WALDATLAS beinhaltet neben einer Kartensammlung auch eine Vielzahl an benutzerfreundlichen Funktionalitäten. Den Anwender:innen stehen z. B. Werkzeuge zum Messen und Zeichnen/Digitalisieren (Punkt, Linie, Fläche), eine Standortabfrage (Abfrage der Attribute), ein Höhenprofil inklusive PDF-Export, der Import und Export von GeoJSON – Dateien sowie ein Druckmodul (Reporting der Karten) zur Verfügung. Von allen Basis- und Fachkarten können auch Metadaten abgerufen werden. Weiters besteht durch die Setzung eines Koordinatenpunktes die Möglichkeit, sämtliche Fachkarten über den Geodatenkatalog abzurufen. Der Standort bleibt bei der Auswahl einer anderen Karte bestehen.

Abbildung 15: Steinschlaginformationen - Hinweiskarte Steinschlagzonen unter www.waldatlas.at



Der WALDATLAS ergänzt bestehende GIS-Systeme und Plattformen der Länder und anderer Akteure auf überregionaler Ebene. Der digitale Mehrwert besteht in der allgemeinen räumlichen Information aber auch im operativen Bereich als Planungsgrundlage für die Praxis. Die interaktive Kartensammlung bietet einen digitalen und zentralen Geodatenzugang vor allem für die Zielgruppen der Waldeigentümer:innen, Forstbetriebe, Zivilingenieurbüros, Behörden, Forschung/Wissenschaft, Freizeitnutzung im Wald bis hin zur interessierten Öffentlichkeit an. Aktuell werden rund 40 Fachkarten angeboten. Diese werden mit Basiskarten (Topografische Karten, Orthophoto, Geologie, Open Street Map, Kataster) als Hintergrundinformationen unterstützt. Ziel ist ein rascher und transparenter Zugriff über einen Geodatenkatalog. Dieser steht in einem frei zugänglichen Mapping-Tool als anwenderfreundliches Service zur Verfügung.

Bei den dargestellten Geodaten handelt es sich ausschließlich um qualitätskontrollierte und vertrauenswürdige Daten, die aus der öffentlichen Verwaltung (insbesondere BMLUK) und von Kooperationspartnern stammen. Zahlreiche Datensätze wurden aus Open Data Schnittstellen oder aus der Europäischen Geodateninfrastruktur (INSPIRE) implementiert. Aktualisierungen werden zu regelmäßigen Stichtagen durchgeführt. Diese Updates können vom Redaktionsteam eigenständig in einem CMS durchgeführt werden.

Der neue Kartendienst ist auf www.waldatlas.at sowie unter www.naturgefahren.at aufrufbar und wird regelmäßig weiterentwickelt.

Steinschlagschutz-Maßnahmen: Leistungen der WLV

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Der wirkungsvollste und günstigste Schutz vor Steinschlag ist immer die Vermeidung von steinschlaggefährdeten Bereichen im Rahmen der Siedlungsentwicklung. Eine Grundlage dafür stellt unter anderem der von der Wildbach- und Lawinenverbauung erstellte Gefahrenzonenplan dar. Darin werden steinschlaggefährdete Gebiete als „braune Hinweisbereiche Steinschlag“ darstellt. Derartig gefährdete Bereiche in einer Gemeinde können zukünftig bei der Erweiterung von Siedlungen oder Neuwidmungen von Bauland gemieden werden.

Technische Steinschlagschutzmaßnahmen

Technische Steinschlagschutzmaßnahmen werden mit verschiedenen Wirkungskonzepten umgesetzt. Einerseits kann der Absturz von Einzelblöcken oder ganzer Felspartien von vornherein verhindert werden, indem die Ablösestelle gesichert wird (Felssicherung). Solche Felssicherungen können Verankerungen oder Vernetzungen sein (siehe Abbildung 16). Derartige Maßnahmen sind dann sinnvoll, wenn der Ablösebereich kleinräumig ist oder nicht ausreichend Platz für Auffangmaßnahmen in der Sturzbahn zur Verfügung steht (z. B. Straßen oder Häuser unmittelbar unter einer Felswand).

Abbildung 16: Technischer Steinschlagschutz (Felssicherung) konzipiert und gebaut durch die WLV

Im Bereich der Sturzbahn können Steinschlagschutznetze oder Steinschlagschutzdämme errichtet werden. Die maßgeblichen Energien und Sprunghöhen für die Dimensionierung dieser Bauwerke werden mittels Computersimulationen ermittelt (vgl. Kapitel Prozessmodellierung und Gefahrendarstellung, S. 10). Auf Basis der Simulationsergebnisse wird das passende Schutzsystem ausgewählt (Schutznetz oder Schutzdamm) und von der WLV errichtet.

Abbildung 17: Technischer Steinschlagschutz (Schutznetze) konzipiert und gebaut durch die WLV

Für Steinschlagschutznetze schreibt eine europäische technische Richtlinie (ETAG 027 bzw. European Assessment Document EAD) vor, dass Hersteller die Funktionalität ihrer Schutzsysteme in 1:1 Steinschlagversuchen nachweisen müssen, bevor sie diese auf den Markt bringen. Durch diese standardisierten Eignungsprüfungen wird erfasst, welche Netz-

typen für welche Sturzenergien geeignet sind. Derzeit sind geprüfte und bewertete Schutznetze mit Energieaufnahmekapazitäten von 100 bis 10.000 Kilojoule auf dem Markt verfügbar. 10.000 Kilojoule entsprechen einem Sturzblock mit einer Masse von ca. 30 Tonnen (ca. 10 m³, so schwer wie ein mittelgroßer LKW), der aus einer Höhe von ca. 35 m im freien Fall in ein solches Netz fällt.

Steinschlagschutznetze haben den Vorteil, dass sie wenig Platz benötigen und auch in steilem Gelände errichtet werden können. Beim Bau ist insbesondere eine gute Befestigung am Hang essentiell, damit das Schutznetz bei Steinschlag nicht nach vorne umkippt. Hierfür werden die Stützen und Tragseile des Schutzsystems fest im Untergrund verankert. Diese Verankerung erfolgt mit Mikropfählen, die bis zu 10 m tief in den Untergrund gebohrt und mit einem speziellen „Ankermörtel“ verpresst („eingeklebt“) werden. Wieviel Kraft die Verankerungen der Stützen und Tragseile aufnehmen müssen, ist aus den gesetzlich vorgeschriebenen Bewertungsprüfungen bekannt. Ob die auf einer Baustelle hergestellten Mikropfähle die geforderten Belastungen aushalten, wird überprüft indem einzelne Pfähle nach deren Herstellung wieder herausgezogen werden und die dazu erforderliche Kraft gemessen wird.

Abbildung 18: Errichtung eines Steinschlagschutznetzes durch die WLV

Steinschlagschutznetze bieten einen effektiven Schutz für Straßen und Infrastruktur in steinschlaggefährdeten Gebieten. Flexible Drahtseilnetzen, die über Verankerungen, Trag-

seile und Stützen sicher im Gelände fixiert werden, nehmen im Falle eines Steinschlagereignisses die Aufprallenergie der Gesteinsbrocken auf, indem sie sich kontrolliert verformen und die entstandenen Kräfte ableiten. Damit verhindern sie, dass herabfallende Steine die Straße erreichen und schützen so zuverlässig Verkehrsteilnehmende sowie die Infrastruktur.

Abbildung 19: Steinschlagschutznetz (Galerienetz) als Schutz für Straßen und Infrastruktur

Der Nachteil von Schutznetzen liegt in deren begrenzten Lebensdauer (25-50 Jahre) und den daraus entstehenden langfristigen Kosten der Erhaltung der Schutzfunktion.

Abbildung 20: Detailansicht der Verankerung einer Stütze im Untergrund (Stützenplatte mit Betonfundament und Mikropfählen)

Steinschlagschutzdämme sind künstlich errichtete Wälle aus „Erde“ und Steinen, die abstürzende Einzelblöcke (Stein- und Blockschlag) aber auch größere abstürzende Felsmassen (Felssturz) auffangen können. Die erforderliche Dammhöhe sowie die Dammgeometrie und Bauart wird entsprechend der örtlichen Gegebenheiten und Erfordernisse individuell und passgenau geplant und umgesetzt. Als Dammstandort ist mäßig geneigtes Gelände erforderlich. Das Dammbauwerk selbst benötigt je nach Höhe und Böschungsneigungen oft mehrere 10er Meter Platz. Der Dammkörper wird entweder mit ausschließlich natürlichen Baumaterialien (reine Erddämme oder Dämme mit äußerer Stützung durch Blockmauerwerk) oder aber mit zusätzlicher Geokunstoff-Verstärkung (Bewehrte Erde) aufgebaut. Die steinschlag-zugewandte Dammseite sollte möglichst steil sein. Dies verhindert, dass Sturzblöcke den Dammkörper nach dem Aufprall rollend überwinden.

Der große Vorteil von Dämmen – neben deren hohen Energieaufnahmekapazität – ist, dass sie wartungsarm sind und eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer aufweisen. Darüber hinaus lassen sich die Dammbauwerke mit entsprechender Oberflächengestaltung (Begrünung) gut in das Landschaftsbild integrieren.

Abbildung 21: Steinschlagschutzdamm in Innervillgraten (Tirol)

Die in diesem Abschnitt vorgestellten technischen Maßnahmen werden von der Wildbach- und Lawinenverbauung geplant und im Regelfall auch durch den hauseigenen Baubetrieb in Eigenregie errichtet. Bei neuen anspruchsvollen Schutzprojekten greift die WLV auf die mittlerweile jahrzehntelange Erfahrung im Planen und Errichten von Schutzmaßnahmen an herausfordernden Standorten zurück.

Umgang mit Steinschlagrisiken: Rechtsgrundlagen, Akteure, öffentliche Subventionen

Risiken durch Steinschlag und Felssturz wirken überwiegende 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 (Sperre, 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 (Bauplatzeignung), 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“ (teilweise differenziert nach Intensität) (nicht vergleichbar mit einer Gefahren-

zone) definiert, weiterführende Rechtsvorschriften über eine differenzierte Gefahren-beurteilung oder die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten (vergleichbar dem Wasserrechtsgesetz für den 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 gesetzlicher Anspruch auf Duldung von Steinschlagschutzmaßnahmen auf Fremdgrund ist strittig, grundbücherlich gesicherte Nutzungsvereinbarungen sind daher vordringlich.

Akteure im Steinschlagschutz

Diese sind neben der Wildbach- und Lawinenverbauung (Schutzbauwerke) insbesondere die Geologische Bundesanstalt Geosphere Austria (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 befassten 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 (Gemeinden).

Steinschlagschutz in Österreich: Zahlen und Fakten

Regionale Bedeutung und Gefahrenpotential

- **Bekannte Risikogebiete „Steinschlag“** (nach Wildbach- und Lawinenkataster, Stand 02/2025): **521** (mit einer durchschnittlichen Größe von rd. 52 ha)
- **Registrierte Steinschlag- und Felssturzereignisse pro Jahr** (nach Wildbach- und Lawinenkataster, Stand 02/2025, Zeitraum 01/2015 – 12/2024): **rd. 30**
- **Stark von Steinschlag betroffene Bundesländer**: Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Tirol, Vorarlberg
- **Anzahl der Gemeinden mit Steinschlagschutzmaßnahmen** (nach Wildbach- und Lawinenkataster): rd. 280 (auf alle reliefierten Landesteile Österreichs verteilt)

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

Projekte und Investitionen in Steinschlag und Rutschungen (im Zuständigkeitsbereich der WLV)

- 121 genehmigte Projekte für Steinschlag und Rutschung (Zeitraum 2024)
- rund 8% des Gesamtbauvolumens der WLV entfallen auf Maßnahmen gegen Steinschlag und Rutschung
- Anlagen: Steinschlagnetze, Steinschlagdämme, Felsverhängungen, Felsvernagelungen, Errichtung von Bermen, Abräumen loser Felspartien u.a.

Abbildung 22: 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

GeoSphere Austria
Neulinggasse 38, 1030 Wien
Tel.: (+43 1) 712 56 74
E-Mail: kontakt@geosphere.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 Flussbau, ÖWG
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt
Tel.: (+43 57) 600 6503
E-Mail: post.a5-wasser@bgld.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

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

Tirol
Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Krisen- und
Gefahrenmanagement
Eduard-Wallnöfer-Platz 3
6020 Innsbruck
Tel.: (+43 512) 508 2692
E-Mail: krisenmanagement@tirol.gv.at

Wildbach und Lawinenverbauung: Kontakte und zuständige Stellen

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK)
Abteilung III/4, Wildbach- und Lawinenverbauung und Schutzwaldpolitik
Marxergasse 2, 1030 Wien
Tel.: (+43 1) 71100-607334
E-Mail: abt-34@bmluk.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 und Wissensplattformen

bmluk.gv.at

die.wildbach.at

waldatlas.at

naturgefahren.at

schutzwald.at

geosphere.at

biberberti.com

interpraevent.at

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blockschlag. Dieser Sturzblock misst rund einen Kubikmeter 4
Abbildung 2: Steinschlagschutznetz als technische Schutzmaßnahme vor Steinschlag..... 5
Abbildung 3: Einschlagspuren in einem Trockenmauerwerk (verursachender Sturzblock im Bildvordergrund) 6
Abbildung 4: Steinschlag-Schutzbauwerke der WLV in Österreich (Auszug aus dem Digitalen Wildbach- und Lawinenkataster) 6
Abbildung 5: Auflockerung von Fels durch Wurzeldruck 8
Abbildung 6: Ein schematisierter Steinschlaghang im Querschnitt (a) und Grundriss (b)..... 9
Abbildung 7: Die gelb-roten Linien zeigen potentielle Sturzbahnen von Stein- und Blockschlag. Gelb steht für geringe Sturzenergien, rot für hohe Sturzenergien 12
Abbildung 8: Ausgewiesene Hinweisbereiche für Steinschlag geringer Intensität ≤ 100 Kilojoule (gelb) und Steinschlag hoher Intensität > 100 Kilojoule (rot) auf Basis von flächigen Computersimulationen 13
Abbildung 9: Massiver Gebäudeschaden durch einen acht Kubikmeter großen Sturzblock 16
Abbildung 10: Hartlaubholz (z. B. Rotbuche) haben eine erhöhte Energieaufnahmekapazität 19
Abbildung 11: Artenreiche, strukturierte und gepflegte Schutzwälder stellen eine Prävention vor Steinschlägen dar 20
Abbildung 12: Geogene Hinweiskarte Niederösterreich, Ausschnitt Raum Dürnstein, NÖ Atlas 22
Abbildung 13: Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung (digital), WALDATLAS 23
Abbildung 14: Detailkarte Gefahrenzonenplan (Hinweisbereich Braun – Steinschlag), der Wildbach- und Lawinenverbauung (digital), WALDATLAS 24
Abbildung 15: Steinschlaginformationen - Hinweiskarte Steinschlagzonen unter www.waldatlas.at 26
Abbildung 16: Technischer Steinschlagschutz (Felssicherung) konzipiert und gebaut durch die WLV 28
Abbildung 17: Technischer Steinschlagschutz (Schutznetze) konzipiert und gebaut durch die WLV 28
Abbildung 18: Errichtung eines Steinschlagschutznetzes durch die WLV 29