



Die beiden «Wegleitungen Objektschutz» gegen meteorologische und gegen gravitative Naturgefahren wurden 2015/2016 inhaltlich überarbeitet und auf den aktuellsten Stand der Technik gebracht. Sie sind auf der Plattform «Schutz vor Naturgefahren» online abrufbar:

Die von Ihnen gewünschten Empfehlungen und Hintergrundinformationen können Sie über die Druckfunktion herunterladen. Das vorliegende PDF entspricht der Wegleitung von 2005.

www.schutz-vor-naturgefahren.ch



Naturgefahren?

Diese Wegleitung beschäftigt sich mit folgenden Naturgefahren:

- Lawinen
- Hochwasser
- Rutschungen
- Murgänge (Rüfen)
- Steinschlag

Diese Gefahrenarten treten jährlich auf und verursachen teils erhebliche Schäden an Gebäuden. Wenn immer möglich wird versucht, diesen Gefahren im Raum auszuweichen.

Denkt man an Überschwemmungen, so wird klar, dass gerade das Ausweichen vor dieser Gefahr in unserem beschränkten Kulturraum schwierig wird. Kann die Gefährdung nicht mittels verhältnismässigen Mitteln reduziert werden, so sind Gebäude mit Massnahmen des Objektschutzes zu sichern.

Objektschutz?

Der Objektschutz stellt eine effiziente Lösung dar, um das Personen- und Sachwertrisiko zu reduzieren. Das Gebäude wird unempfindlich ausgebildet, so dass einwirkende Gefahren der Baute nur gering Schaden zufügen können. Oftmals lässt sich bei Neubauten durch kleinste Anpassungen ein Schaden zweckmässig verhindern.

Gerade bei einer Gefährdung durch Überschwemmung lassen sich so ohne Nutzungseinschränkung und Mehrkosten wesentliche Schäden verhüten. Verallgemeinert dargestellt kommen folgende Objektschutz-Strategien in Frage:

Gefährdungsart	Baute	Objektschutz-Strategien
Lawine	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> · Verstärkungsmassnahmen an Öffnungen und Aussenwänden · Dammkonstruktionen oder Spaltkeil zur Abschirmung
	Neubau	<ul style="list-style-type: none"> · Ort von Öffnungen, Formgestalt, Verstärkungen · Dammkonstruktionen, Spaltkeil oder Ebenhöch
Hochwasser	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> · Rückstauschutz Kanalisation, Verankerung Öltanks · Lichtschächte anheben, Dämme und Mauern · Abdichtung von Öffnungen und Aussenwänden
	Neubau	<ul style="list-style-type: none"> · Erhöhte Lage des Erdgeschosses resp. der Öffnungen · Angepasstes Nutzungskonzept von Innenräumen · Anordnung auf einer Anschüttung oder Dämmen und Mauern



1

2

3

4

5

6

7

Gefährdungsart	Baute	Objektschutz-Strategien
Rutschung/Einsturz	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> · Flexible Leitungsanschlüsse, Abführung Meteorwasser · Stabilisierung der Rutschmasse, Gebäudeausrichtung
	Neubau	<ul style="list-style-type: none"> · Terraingestaltung, Standortwahl, Steifigkeit der Baute · Stabilisierungs- und Verstärkungsmassnahmen, Lastabtragung
Murgang/Hangmure	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> · Verstärkungsmassnahmen an Öffnungen und Aussenwänden · Dammkonstruktionen oder Spaltkeil zur Abschirmung
	Neubau	<ul style="list-style-type: none"> · Formgestalt, Ort und Höhenlage von Öffnungen, Verstärkungen · Dammkonstruktionen, erhöhte Anordnung oder Spaltkeil
Steinschlag/Blockschlag	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> · Verschalungs- und Verstärkungsmassnahmen · Damm-, Mauer- und Netzkonstruktionen zur Abschirmung
	Neubau	<ul style="list-style-type: none"> · Ort von Öffnungen und Nutzungskonzept des Aussenraumes · Verschalungs- und Verstärkungsmassnahmen an Aussenwänden · Damm-, Mauer-, Netzkonstruktionen oder Ebenhöch

Neben diesen Möglichkeiten ist auch auf die fachtechnischen Grenzen des Objektschutzes hinzuweisen. Diese werden bei ausserordentlich intensiven Ereignissen erreicht (erhebliche Gefährdung gemäss Gefahrenkarte). Den auftretenden Beanspruchungen kann mittels üblichen Verstärkungen

nicht begegnet werden. Es wären eigentliche Bunkerkonstruktionen notwendig. Unabhängig von der Gefährdung des Gebäudes muss darauf hingewiesen werden, dass der Zugang zum Grundstück während Ereignissen mit Risiken verbunden ist und unpassierbar sein kann.

Wer ist wann angesprochen?

Diese Wegleitung wendet sich an Ingenieure, Architekten und Baubehörden. Durch die Darstellungen und Hinweise sollte es möglich sein, für Neubau-, Umbau- oder allgemein zu schützende Objekte eine massgeschneiderte Lösung zu erarbeiten. Die lokalen Baubehörden prüfen im Rahmen des Bewilligungsverfahrens die Zweckmässigkeit der vorgesehenen Vorkehrungen. Zur Zeit liegen je nach Kanton erste Gefahrenkarten vor, welche Art und Grad der Gefährdung im Siedlungsgebiet darstellen.

Die Erstellung solcher Karten wird stark vorangetrieben. Dort wo Gefahrenkarten fehlen soll aufgrund von Aufzeichnungen bezüglich historischer Ereignisse oder durch einen Gefahrenfachmann die Gefährdung abgeschätzt werden.

Naturgefahren

Die bedeutendsten in der Schweiz auftretenden Naturgefahren können folgendermassen klassiert werden:

Klasse	Gefahrenarten
Gravitative Gefahren	Lawine, Hochwasser, Rutschung, Murgang, Stein-schlag, Blockschlag, Felssturz, Bergsturz, Eisschlag
Klimatische Gefahren	Trockenheit, Hitze, Kälte, Sturm, Hagel, Blitz Starkregen, Schnee
Tektonische Gefahren	Erdbeben

Die Klasse der gravitativen Gefahren weist eine ausgeprägte Standortgebundenheit auf. Das heisst, diese Gefahren treten nicht überall auf. Sie sind raumgebunden. Bereiche hoher Gefährdung und Bereiche ohne Gefährdung liegen oft sehr nahe nebeneinander. Diese Gefahrenarten besitzen daher eine entsprechend hohe raumplanerische Bedeutung. Wenn im Rahmen von Richt- und Nutzungsplänen (Gemeindezonenplänen) von 'Gefahrengebieten' gesprochen wird, so handelt es sich hierbei um die Gefährdung durch gravitative Gefahren. Ihr Hauptantrieb ist die Gravitationskraft und das Wirkungsgebiet wird in den meisten Fällen durch die Topographie begrenzt. Aus dieser Charakterisierung geht hervor, dass den gravitativen Gefahren im Raum ausgewichen werden kann. Dies gilt nur in viel geringerem Mass für die klimatischen und tektonischen Gefahren in der Schweiz. Jedes Gebäude ist zum Beispiel einer Erdbebengefährdung ausgesetzt.

Aus diesem Grund sind Objektschutzmassnahmen gegen Erdbebeneinwirkungen standardmässig in die allgemeinen fachtechnischen Baunormen eingeflossen. Einwirkungen durch gravitative Gefahren sind dagegen lediglich bei Bauvorhaben in Gefahrengebieten zu berücksichtigen (vgl. «Mustervorschrift für Baureglemente» am Schluss dieses Kapitels). Wo sich diese Gebiete befinden, wird im Rahmen von Gefahrenanalysen untersucht und in Gefahrenkarten dargestellt. Deren Ergebnisse fliessen in die Raumplanung und entsprechend in die Bauvorschriften der betroffenen Gebiete ein.

1

Die folgende Charakterisierung der gravitativen Gefahren beruht auf der Sichtweise der Gefährdung betroffener Objekte.

Es wird also nicht die Auslösung oder der Ablauf des Naturprozesses in den Mittelpunkt gestellt, sondern dessen Art der Einwirkung.

2

Lawinen

Lawinen können nach sehr unterschiedlichen Kriterien klassiert werden. Hinsichtlich zu ergreifender Objektschutzmassnahmen ist die Unterscheidung in Fliesslawinen und Staublawinen von Interesse.

Als weiteres Phänomen, welches Objektschutzmassnahmen verlangt, wird Schneegleiten betrachtet.

3

Lawinen: Fließlawine

Die Schneemassen stürzen vorwiegend fliessend oder gleitend auf der Unterlage ab. Die mehr oder weniger grossen Schollen bleiben während der Bewegung mit dem Boden in Kontakt. Die Dichte einer Fließlawine ist mit jener der natürlich abgelagerten Schneedecke vergleichbar. Befindet sich beim Abbruch die Gleitfläche in der Schneedecke, spricht man von Oberlawinen. Bei Bodenlawinen befindet sich die Gleitfläche auf der Bodenoberfläche. Man spricht von Grundlawinen, wenn eine nasse,

mit Fremdmaterial durchsetzte Frühjahrslawine in meist runsenförmiger Sturzbahn auftritt. Die Geschwindigkeiten von Fließlawinen betragen in der Sturzbahn rund 10 bis 40 m/s. Dadurch entstehen Staudrücke, welche Gebäude zerstören können.

4



5

Lawinen: Staublawine

Staublawinen entwickeln sich immer aus Fließlawinen. Sie bestehen aus einer aufgewirbelten Schneewolke, die sich stiebend durch die Luft bewegt. Reine Staublawinen ohne Fließanteil entstehen nur dann, wenn die Fließlawine beim steilen Absturz vollständig suspendiert wird oder wenn sich Fließ- und Staubanteil aufgrund der Geländebeziehungen trennen. Ihre Dichte ist viel kleiner und die Fließhöhe grösser als bei der Fließlawine. Die Geschwindigkeiten von Staublawinen betragen 20 bis 80 m/s. Sie können selbst bei Gegengefälle noch auf grossen Strecken Schaden anrichten. Der durch die Staublawine erzeugte Staudruck vermag Bäume und Leitungsmasten zu knicken sowie Fenster und Dächer von Gebäuden schwer zu schädigen.

An der Gebäudefassade bleibt der angepresste Schneestaub sichtbar.



7

Lawinen: Schneegleiten

An glatten, stark besonnten Böschungen kann es zu anhaltenden Kriech- und Gleitbewegungen der Schneedecke kommen. Starkes Schneegleiten kann zu einem typischen, sichelförmigen Aufreissen der Schneedecke führen. Hinter Gebäuden bilden sich hier-

durch grosse Schneedruckkräfte.



Hochwasser

Hochwasser gefährden sowohl durch Ufererosionen entlang des Gerinnes, wie auch durch Überschwemmung. Hinsichtlich des Objektschutzes sind neben der Wirkung des Wassers auch die

mitgeführten Feststoffe (Geschiebe, Sedimente, Treibholz u.a.) von Bedeutung.

Hochwasser: Ufererosion

Bei Ufererosionen können zwei verschiedene Arten der Einwirkung unterschieden werden. Erstens durch den direkten Strömungsangriff und zweitens durch ein Abgleiten der Uferböschungen. Das entscheidende Sicherheitskriterium für Bauten und Anlagen ist bei direktem Strömungsangriff die Resistenz gegenüber dynamischen Einwirkungen des Wassers und mitgeführten Feststoffen. Für den Fall des Abgleitens der Uferböschung ist die Fundationstiefe der Baute entscheidend.

Besonders exponierte Stellen für Ufererosionen sind Prallhänge, Engstellen oder Hindernisse im Abflussbereich.



Hochwasser: Überschwemmung

Die Überschwemmung spielt sich unterschiedlich ab, je nach Topographie des betroffenen Geländes und der Art des Ausbruchs aus dem Gerinne. In flacheren, plateauähnlichen Gebieten und entlang von Seen ist die Fließgeschwindigkeit und der Anstieg der Wassertiefe des ausgetretenen Wassers meist relativ langsam. Der massgebende Schadenparameter ist die maximal erreichte Überschwemmungstiefe. Bei trogähnlicher oder steiler Topographie, sowie im Bereich von Engstellen von Siedlungen sind höhere Fließgeschwindigkeiten zu erwarten. Dies ist auch im Nahbereich von Dammbreschen der Fall. Die massgebenden Schadenparameter sind hier sowohl die Überschwemmungstiefe, wie auch die Fließgeschwindigkeit.

Lokal können innerhalb überschwemmter Bereiche auch Schäden durch Erosion und Feststoffablagerung entstehen. Schäden an Objekten entstehen durch dynamische Einwirkungen und durch die Nässe und den eingelagerten Schmutz.



1 Rutschungen

Rutschungen können nach sehr verschiedenen Kriterien klassiert werden. Aus der Sicht des Objektschutzes ist die Tiefenlage der Gleitfläche der wesentliche Parameter.

2 Rutschungen: Flachgründige Rutschungen

Als flachgründig werden Rutschungen mit einer Tiefe der Gleitfläche von max. 2 m bezeichnet. Das bewegte Feststoffvolumen ist beschränkt. Es handelt sich in der Regel um Rutschungen, welche bei ausserordentlichen Niederschlagsverhältnissen spontan losbrechen. Ein hoher Porenwasserdruck im Boden ergibt sich etwa nach intensiven Dauerniederschlägen. Bei sehr hoher Wassersättigung des Bodenkörpers kann sich aus der flachgründigen Rutschung eine Hangmure entwickeln (vgl. «Hangmure» auf der übernächsten Seite). Permanente Bewegungsraten werden bei flachgründigen Rutschungen selten angetroffen. Oft existieren jedoch flachgründige Kriechvorgänge, dabei bildet sich

keine eigentliche Gleitschicht aus. Die Einwirkung auf Bauten erfolgt durch die Stosswirkung der bewegten Erdmasse. Bei Gebäuden handelt es sich dabei in der Regel um Einwirkungen auf Aussenwände ohne die Fundation zu beeinflussen.



3

4

5 Rutschungen: Mittel- bis tiefgründige Rutschungen

Rutschungen mit einer Tiefe der Gleitfläche von 2 bis 10 m werden mittelgründig und solche mit mehr als 10 m Tiefe als tiefgründig bezeichnet. Die Art der Ausbildung der Gleitfläche, sowie das Bewegungsverhalten können sehr unterschiedlich sein. Zwischen den beiden extremen Ausbildungen einer permanenten Bewegung und einer einmaligen Spontanbewegung sind viele Übergangsformen möglich. Die Rutschfläche kann sich ähnlich einer Halbkugel rotationsförmig ausbilden oder als Schublade mit ebener Gleitfläche. Hierbei sind wieder je nach Art des Bodenaufbaus vielfältige Übergangsformen möglich. Bei solchen Rutschbewegungen handelt es sich um exponentiell grössere bewegte Feststoffvolumen als bei flachgründigen Rutschungen.

Die auftretenden Erddruckkräfte nehmen daher schnell Grössenordnungen an, welche sich nicht mehr oder nur mittels sehr aufwendiger Stützkonstruktionen beeinflussen lassen. Gebäude werden bei solchen Rutschungen in der Regel vollständig von der Bewegung erfasst. Die Grösse und die Homogenität der Bewegungsgeschwindigkeit über den gesamten Rutschkörper beeinflussen das Mass der auftretenden Schäden.



7

Rutschungen/Einsturz: Einsturz- und Absenkungsphänomene

Einsturz- und Absenkungsphänomene treten auf, wenn unterirdisch Feststoffmaterial entfernt wird. Dies geschieht durch Auslaugung eines löslichen Untergrundes (Gips, Rauhwacke, Kalk) oder

durch Ausschwemmung feiner Kornfraktionen (innere Erosion). Der Vorgang macht sich an der Oberfläche als allmähliche (Absenkung) oder spontane (Einsturz) Einsinkbewegung bemerkbar.



Murgänge

Murgänge können in grober Vereinfachung als Zwischenform von Hochwassern und Rutschungen bezeichnet werden. Der Prozess wird auch als Mure, Schlammstrom, Schlammlawine, Geröll-Lawine oder im Dialekt «Rüfe» bezeichnet. Murgänge treten in steilen Gerinnen und steilen Hängen auf (Hangmure). In Gerinnen löst ein Murgangstoss oft eine erhebliche Tiefen- und Seitenerosion aus.

Die Einwirkung ist in diesem Fall vergleichbar mit der Ufererosion bei Hochwasser. Tritt der Murgang aus dem Gerinne aus, so spricht man von der Übermuring.

Murgänge: Übermuring ausgehend von Gerinnen

Die massgebliche Einwirkung der Übermuring ist die Stosskraft der mitgeführten Feststoff-Wasserfracht.

Je nach Topographie und Gestalt der betroffenen Bauten handelt es sich lediglich um ein Umfließen und Überfließen oder um einen Aufprall.



1 Murgänge: Übermürung ausgehend von Hängen (Hangmure)

Hangmuren bilden sich an relativ steilen Hängen. Das Losbrechen der wassergesättigten Lockergesteinsfracht erfolgt plötzlich. Der hohe Wasseranteil begünstigt ein schnelles Weiterfließen was zu einer vollständigen Umlagerung des Bodenkörpers führt. Die Einwirkung auf Bauten kann mit der Übermürung ausgehend von Gerinnen verglichen werden.



2

3 Sturzprozesse

Als Sturzprozesse werden im folgenden Stein- und Blockschlag behandelt. Eisschlag ist synonym zu behandeln, wobei lediglich die unterschiedliche Dichte zu berücksichtigen ist.

Nicht weiter behandelt werden der Felssturz und der Bergsturz. Bei diesen Sturzprozessen sind die auftretenden Massen und Energien so gross, dass Objektschutzmassnahmen versagen.

4 Sturzprozesse: Steinschlag, Blockschlag

Es handelt sich um mehr oder weniger isolierte Stürze von Steinen (mittl. Durchmesser $< 0.5\text{ m}$) und Blöcken (mittl. Durchmesser $> 0.5\text{ m}$). Dieser wiederholt oder mit saisonalen Spitzen ablaufende Prozess dokumentiert den stetigen, durch Geologie und Verwitterung bestimmten Zerfall einer Ablösungsquelle, z.B. Felswand. Die Sturzeschwindigkeiten liegen im Bereich von 5 bis über 30 m/s. Bei der Bewegungsform ist zwischen Gleiten, Rollen, Springen und Fallen zu unterscheiden.

Bei Hangneigungen von weniger als 30° werden Steine und Blöcke im allgemeinen langsam abgebremst. Dabei verkleinert sich die momentane Sprungweite laufend. Eine dichte Bestockung (Wald) kann zusätzlich mehr oder weniger Energie abbauen. Die Einwirkung auf Objekte geschieht durch die Stosskraft der Einzelkomponenten. Hierbei sind die Geschwindigkeit und die Masse massgebend.

5

6

7



Methodik der Gefahrenkarten

Grundlage für die nachfolgenden Ausführungen sind die folgenden Richtlinien und Empfehlungen des Bundes:

- Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten, Bundesamt für Forstwesen, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, 1984
- Empfehlungen, Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für

Umwelt, Wald und Landschaft, 1997

- Empfehlungen, Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Wasserwirtschaft, 1997

Die Gefahrenkarte besteht aus einem Kartenteil plus einem erläuternden Bericht. Die Karte stellt den Grad der Gefährdung dar. Der Textteil liefert die notwendigen Erläuterungen und Begründungen.

Gefährdungsstufen

Die Gefahrenkarte gibt mit den Farben rot, blau, gelb und weiss die raumplanerische Bedeutung wieder, wie sie in erster Linie für die Nutzung durch Gebäude gelten sollen:

Gefahrenbereich	sachliche Bedeutung	raumplanerische Bedeutung
rot	erhebliche Gefährdung	Verbotsbereich
blau	mittlere Gefährdung	Gebotsbereich
gelb	geringe Gefährdung	Hinweisbereich
gelb-weiss	Restgefährdung (Intensität gross, Wahrscheinlichkeit sehr klein)	Hinweisbereich
weiss	nach derzeitigem Kenntnisstand keine oder vernachlässigbare Gefährdung	keine Einschränkungen

Dieses einfache Schema ist auf die Nutzungsform von Wohngebäuden ausgerichtet.

Die Farben nach Gefahrenbereich ergeben sich aus dem Zusammenhang von Intensität und Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit oder Wiederkehrperiode). Um den teils sehr unterschiedlichen Prozessen Rechnung zu tragen, gelten für die verschiedenen Prozesse unterschiedliche Diagramme.

1

2

3

4

5

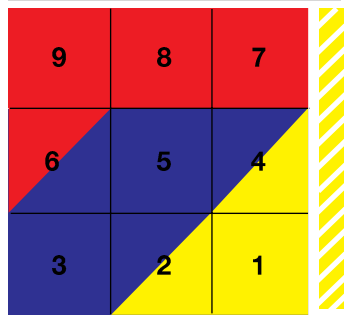
6

7

Gültigkeit der Diagramme nach Prozessen

Lawine
Stein- und Blockschlag
Eisschlag
Hochwasser
Murgang / Hangmure
Spontanrutschung
Einsturz

Permanente
Rutschung /
Absenkung



hoch mittel gering

permanent

Wahrscheinlichkeit

1-30 30-100 100-300

Jahre

Wiederkehrperiode

Bei allen Prozessen, die nicht permanent auftreten, ist grundsätzlich die Möglichkeit gegeben, die Restgefährdung in der Gefahrenkarte darzustellen.

Die Zahlen in den Matrixfeldern bezeichnen den Zusammenhang von Intensität und Wahrscheinlichkeit. Die Intensitätsstufen für die einzelnen Gefahrenarten sind auf der folgenden Seite dargestellt.

Bezüglich Spontanrutschungen und Einstürzen werden in den Bundesempfehlungen keine Intensitätsparameter vorgeschlagen.

Intensitätsstufen

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Lawinen	$q < 3 \text{ kN/m}^2$	$3 \text{ kN/m}^2 < q < 30 \text{ kN/m}^2$	$q > 30 \text{ kN/m}^2$
Überschwemmung	$h_f < 0.5 \text{ m}$ oder	$0.5 \text{ m} < h_f < 2 \text{ m}$ oder	$h_f > 2 \text{ m}$ oder
inkl. Übersarung	$v_f * h_f < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 < v_f * h_f < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$v_f * h_f > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Ufererosion	$h_u < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < h_u < 2 \text{ m}$	$h_u > 2 \text{ m}$
Murgänge und Hangmuren	kommt nicht vor	$h_f < 1 \text{ m}$ oder $v_f < 1 \text{ m/s}$	$h_f > 1 \text{ m}$ und $v_f > 1 \text{ m/s}$
Stein- und Blockschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 \text{ kJ} < E < 300 \text{ kJ}$	$E > 300 \text{ kJ}$
Rutschung / Absenkung permanent	$v_f \leq 2 \text{ cm/Jahr}$	$2 \text{ cm/Jahr} < v_f < 1 \text{ dm/Jahr}$	$v_f > 1 \text{ dm/Jahr}$ oder starke differentielle Bewegungen
Rutschung spontan / Uferrutschung	$h_r < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < h_r < 2 \text{ m}$	$h_r > 2 \text{ m}$
Einsturz	kommt nicht vor	$h_s < 0.5 \text{ m}$ und $A_E < 1 \text{ Are}$	$h_s > 0.5 \text{ m}$ oder $A_E > 1 \text{ Are}$

E: kinetische Energie (Translations-
plus Rotationsenergie)
q: Druck
h_f: Fließhöhe
h_r: Tiefe der Gleitfläche
h_s: Setztiefe bei Einsturz

v_f: Geschwindigkeit
A_E: Fläche von Einsturztrichtern
h_u: Tiefe der Ufererosion

Häufigkeitsklassen

Bezüglich der Wahrscheinlichkeit
resp. der Wiederkehrperiode sind
gemäss den erwähnten Bundes-
empfehlungen bei Gefahrenbe-
urteilungen folgende 4 Häufigkeits-
klassen zu berücksichtigen:

Wahrscheinlichkeit	Wiederkehrperiode
hoch	1 bis 30 Jahre
mittel	30 bis 100 Jahre
gering	100 bis 300 Jahre
sehr gering	über 300 Jahre

Intensitätskarten

Für jede untersuchte Häufigkeits-
klasse werden sogenannte Inten-
sitätskarten erstellt. Die Intensitäts-
karten geben die drei Intensitäts-
stufen gemäss Bundesempfehlung
als Umhüllende aller innerhalb einer
Häufigkeitsklasse betrachteten

Ereignisse flächenhaft wieder. Aus
diesen Intensitätskarten können die
massgebenden Einwirkungen für
die Bemessung der Objektschutz-
massnahmen entnommen werden.

1 Bezug zur Norm SIA 260

Die vorliegende Wegleitung ergänzt die Normen SIA 260, 261 und 261/1 in Bezug auf die Einwirkung von gravitativen Gefahren auf Gebäude. Sie legt das Vorgehen zur Bestimmung der Einwirkungen fest und vermittelt einheitliche Projektierungsunterlagen.

Andererseits stellt die Norm SIA 260 die Grundlage für diese Wegleitung dar hinsichtlich des zu wählenden Bemessungskonzepts.

Die Schutzziele sind in der Nutzungsvereinbarung zu umschreiben. Das Schutzkonzept ist in der Projektbasis festzuhalten

Tragsicherheit:

In Anlehnung an vergleichbare, ergänzende Werke zu den SIA Normen 260, 261 und 261/1 können folgende Festlegungen getroffen werden:

2

3

Wiederkehrperiode **Bezug zur Norm SIA 260**

1 bis 30 Jahre	Die berechneten Intensitäten (= Einwirkungen) in Intensitätskarten entsprechen dem Kennwert F_d gemäss Norm SIA 260, Ziffer 4.4.2.1 $\gamma_F = 1.5$ (Lastbeiwert)
über 30 bis 100 Jahre	Die berechneten Intensitäten (= Einwirkungen) in Intensitätskarten werden um folgende Lastfaktoren erhöht, damit sie dem Kennwert A_d gemäss Norm SIA 260, Ziffer 3.2.2.8 entsprechen: $\gamma_F = 1.3$ Lastbeiwert für Lawinen, Murgänge, Steinschlag $\gamma_F = 1.2$ Lastbeiwert für Hochwasser und Rutschungen
über 100 Jahre	Die berechneten Intensitäten (= Einwirkungen) in Intensitätskarten werden um folgende Lastfaktoren erhöht, damit sie dem Kennwert A_d gemäss Norm SIA 260, Ziffer 3.2.2.8 entsprechen: $\gamma_F = 1.2$ Lastbeiwert für Lawinen, Murgänge, Steinschlag $\gamma_F = 1.1$ Lastbeiwert für Hochwasser und Rutschungen

F_d : normale Einwirkung

A_d : aussergewöhnliche Einwirkung

Gebrauchstauglichkeit:

Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und die Einwirkungen für deren Nachweis sind gemeinsam vom Projektverfasser und Bauherrn festzulegen und in der Projektbasis gemäss SIA 260 festzuhalten.

4

5

6

7

Die auf Seite 17 dargestellte Einteilung in drei Gefährdungsstufen mit ihren raumplanerisch-baurechtlichen Bedeutungen erhält die Verbindlichkeit durch die folgende Mustervorschrift für Baureglemente (Beispiel Kanton St.Gallen):

Als Naturgefahrengebiete werden Gebiete bezeichnet, die durch Hochwasser, Murgänge, Lawinen, Rutschungen, Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Eissturz bedroht sind.

In den Naturgefahrengebieten haben Bauten und Anlagen besonderen Anforderungen an den Personen- und Sachwertschutz zu genügen. Massgebend ist die Wegleitung «Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren» der Kantonalen Gebäudeversicherungen. Für die einzelnen Gefahrengebiete gelten folgende Vorschriften:

a) Gefahrengebiet rot: Bestehende Bauten und Anlagen dürfen unterhalten und zeitgemäss erneuert werden. Weitergehende Massnahmen wie z.B. die Pflicht zur Ausführung von Objektschutzmassnahmen bleiben vorbehalten. Die Erstellung von neuen Bauten und Anlagen ist untersagt.

b) Gefahrengebiet blau: Bestehende Bauten und Anlagen dürfen unterhalten und zeitgemäss erneuert werden. Bauliche Veränderungen, die darüber hinausgehen (Umbauten, Erweiterungen, Ersatzbauten, Neubauten), sind nur zulässig, wenn für das Bauvorhaben die notwendigen Objektschutzmassnahmen getroffen werden.

c) Gefahrengebiet gelb: Umbauten, Erweiterungen, Ersatzbauten und Neubauten sind zulässig. Für

öffentliche Bauten und Anlagen sowie besondere Bauvorhaben wie Bauten für grosse Menschenansammlungen, mit hohen Sachwerten oder hohem Folgeschadenpotential sind die Objektschutzmassnahmen verbindlich einzuhalten. Für die übrigen Bauten und Anlagen gelten die Objektschutzmassnahmen als Empfehlung.

d) Bei Bauvorhaben, die ausserhalb des Gefahrenkartenperimeters liegen, ist die Gefahrenhinweiskarte zu beachten. Weist diese auf eine Gefährdung hin, ist im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens eine objektbezogene Beurteilung vorzunehmen. Die Objektschutzmassnahmen sind verbindlich.

Der Objektschutz kann bei Neubauten oft durch eine erhöhte Anordnung des Erdgeschosses realisiert werden. Folgende Bestimmung im Baureglement ermöglicht diese Vorkehrung (Beispiel Kanton Nidwalden):

Wo das Erdgeschoss mit Rücksicht auf den Gefahrenschutz so hoch über dem gewachsenen Terrain angeordnet werden muss, dass das Kellergeschoss als Vollgeschoss zählt, kann der Gemeinderat die max. zulässige Vollgeschosshöhe um ein Vollgeschoss erhöhen.

Der Objektschutz angrenzend an Seen kann durch die Festlegung einer Überschwemmungshöhe im Baureglement durchgesetzt werden.

In den Kantonen bestehen für Bauvorhaben in Gefahrenzonen unterschiedliche Regelungen. Bitte erkundigen Sie sich vor der Projektierung bei Ihrer Kantonalen Gebäudeversicherung.

Arbeitsschritt	Bauherr	Projektverfasser	Naturgefahren-fachmann	Baubehörde	Gebäude-versicherung
Vorprojekt	definiert seine Projektvorstellungen	konsultiert Zonenplan und Baureglement		gibt Auskunft über bestehende Unterlagen bezüglich Gefahrenabklärungen	
	lässt bei fehlenden Gefahrengrundlagen eine Einzelabklärung durchführen	konsultiert Gefahrenkarte/Intensitätskarten und Bericht; prüft, ob andere Massnahmen geplant oder in Ausführung sind	erläutert bei Bedarf die Ergebnisse der Gefahrenkarte oder führt bei fehlenden Gefahrengrundlagen eine Einzelabklärung durch		berät den Planer in der Elementarschadenverhütung
Projektierung	definiert im Rahmen der Nutzungsvereinbarung die Schutzziele für jeden Raum im Gebäude	erstellt zusammen mit dem Bauherrn die Nutzungsvereinbarung, wählt das Tragwerkkonzept und umschreibt die Projektbasis	gibt bei Bedarf Auskunft über bewährte Objektschutzmassnahmen		
		ermittelt die Gefährdungsbilder und bestimmt die Beanspruchungen			
Projekt	wählt definitive Projektvariante aus	bestimmt die definitive Gestalt von Gebäude, Umgebung und Objektschutzmassnahmen			
		führt die Bemessung auf Tragsicherheit durch und weist die Gebrauchstauglichkeit nach			
Baubewilligung		deklariert gegenüber der Baubehörde und der Gebäudeversicherung den erreichten Schutzgrad gegen gravitative Naturgefahren	unterstützt bei Bedarf die Baubehörde bei ihrer Prüfung	prüft das Projekt hinsichtlich der getroffenen Objektschutzmassnahmen	berät die Baubehörde in der Elementarschadenverhütung
				erteilt die Baubewilligung evtl. unter Vorbehalt weiterer Bauauflagen	kann auf Versicherungsausschlüsse hinweisen (kantonale Unterschiede)
Bauausführung	nimmt einzelne Augenscheine	begleitet die Bauausführung, überwacht die korrekte Anordnung der Objektschutzmassnahmen		führt Baukontrollen durch	kann bei sensiblen Objekten Baukontrollen durchführen (kantonale Unterschiede)
Bauabnahme	übernimmt das Bauwerk			kontrolliert die Ausführung der vorgeschriebenen Objektschutzmassnahmen	versichert das Bauwerk, evtl. mit Vorbehalten

Arbeitsschritt	Bauherr	Projektverfasser	Naturgefahrenfachmann	Baubehörde	Gebäudeversicherung
Unterhalt	kontrolliert periodisch die Funktionstüchtigkeit der Objektschutzmassnahmen oder delegiert diese Kontrolle an einen Fachspezialisten,				
	erteilt Fachspezialisten den Auftrag zur Reparatur der erkannten Mängel				
Schadenereignis	führt während dem Ereignis schadenmindernde Massnahmen durch				führt nach dem Ereignis die Schadenaufnahme durch
Schadenbehebung	veranlasst in Absprache mit der Gebäudeversicherung und der Baubehörde die Wiederherstellungsarbeiten und die notwendigen Objektschutzmassnahmen	überprüft die Projektbasis hinsichtlich des gewählten Schutzkonzeptes, passt dieses eventuell an und plant die Wiederherstellungs- und Objektschutzmassnahmen	überprüft die bestehende Gefahrenkarte oder führt bei fehlenden Gefahrengrundlagen eine Einzelabklärung durch	definiert die notwendigen Objektschutzmassnahmen	berät den Planer in der Elementarschadenverhütung

1

2

3

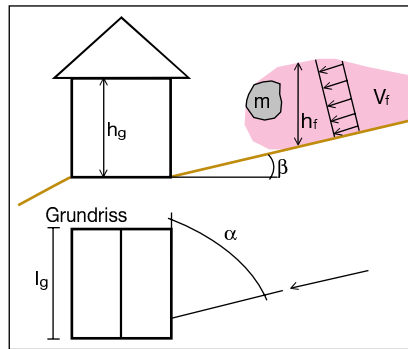
4

5

6

7

1 Bezeichnungen



v_f [m/s] Fließgeschwindigkeit des Murganges

h_f [m] Fließhöhe des Murganges

h_a [m] Höhe des abgelagerten Murgangmaterials

h_{stau} [m] Stauhöhe von Murgängen

m [t] Masse des grössten transportierten Blockes

l_g [m] Länge der betroffenen Gebäudewand

h [m] Dicke der Stahlbetonwand

l_s [m] Spannweite der Stahlbetonwand

ρ_f [t/m³] Dichte des Murganges

α [°] Ablenkwinkel

β [°] Hangneigung

γ [°] Öffnungswinkel des Spaltkeils

g [m/s²] Erdbeschleunigung (10 m/s²)

q_f [kN/m²] Druck des Murganges

q_a [kN/m²] Auflast von Murgängen

$q_{f,r}$ [kN/m²] spezifische Reibung

q_e [kN/m²] statischer Ersatzdruck einer Einzellast (Anprall)

a [-] Druckkoeffizient

A [m²] Anprallfläche einer Einzellast

Q_e [kN] statische Ersatzkraft einer Einzellast (Anprall)

Charakterisierung

Volumen:

Bei den grösseren Murgängen in den Alpen werden Geschiebemen- gen von einigen 100'000 m³ talwärts transportiert. Kleine Murgänge weisen lediglich ein Geschiebe- volumen von einigen hundert bis tausend Kubikmetern auf.

Fließhöhe und -geschwindigkeit:

Es handelt sich um einen sehr gefährlichen Prozess, da die Fließ- geschwindigkeit von Murgängen in Gerinnen höher als bei Über- schwemmungen ist und einen Bereich von 15 bis 20 m/s erreichen kann. Im Bereich flacherer Gefälle und seitlicher Ausbreitung ver- ringert sich die Geschwindigkeit auf

2 bis 7 m/s. Die Fließhöhe des Murganges liegt in einem Bereich von rund 0.5 bis 3 m. Bei einer Ausbreitung des Murganges reduziert sich diese Fließhöhe ent- sprechend. Es ist zu beachten, dass sich während eines Nieder- schlagereignisses mehrere Muren- schübe aus demselben Gerinne ereignen können. Dies wird bei Hangmuren weniger häufig beobachtet.

Vorwarnung:

Der Zeitpunkt des Auftretens eines Murganges oder einer Hangmure ist vorgängig nicht bestimmbar. Eine Vorwarnung ist nur in speziel- len Fällen möglich.

6 Intensitätsparameter zur Bemessung

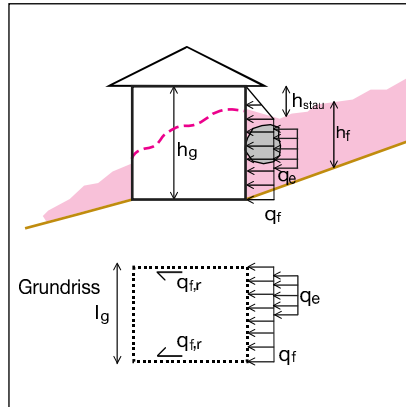
Zur Bemessung von Objektschutz- massnahmen bedarf es Angaben zu *Fließhöhe* und *Fließ- geschwindigkeit* des Murganges / der Hangmure.

Diese Angaben können den Inten- sitätskarten sowie dem techni- schen Bericht entnommen werden. Existieren keine Intensitätsan- gaben, so sind diese durch einen Gefahrenfachmann zu bestimmen.

Die folgenden Gefährdungsbilder beschreiben den Anprall und das Umfliessen von Wasser-/Feststoffgemischen bezogen auf Gebäude.

Diese Einwirkung kann durch Murgänge, Hangmuren und durch oberflächlich abgleitende Spontanrutschungen entstehen. Als Vereinfachung wird im Text ausschliesslich der Begriff Murgang verwendet.

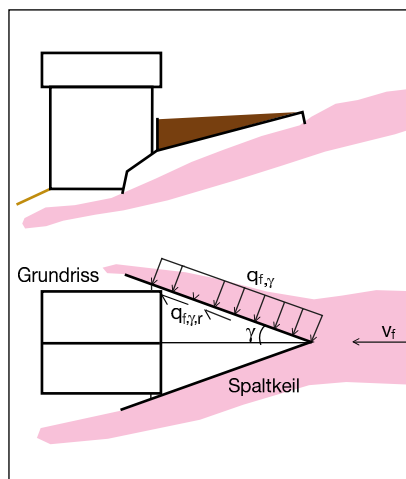
Gefährdungsbild 1



Murgang prallt auf Gebäude
Das Wasser- und Feststoffgemisch prallt auf die Stirnseite eines Gebäudes. Durch den Aufprall entsteht eine Stauhöhe h_{stau} , welche zusammen mit der Fließhöhe h_f des Murganges die Gebäudehöhe h_g nicht überragt.

Auf die Dachkonstruktion wird daher keine direkte Beanspruchung ausgeübt. Der Druck q_f auf der Gebäudeaußenseite stellt die massgebende Einwirkung dar. Diese wird durch die Gebäudeform, die Dichte und die Geschwindigkeit des Murganges beeinflusst. Die Murganggeschwindigkeit v_f wird als konstant über die Fließhöhe angenommen. Für die Seitenwände und alle schräg angeströmten Wände ist ein um den entsprechenden Ablenkwinkel α reduzierter Druck zu berücksichtigen. Im weiteren wirken auf diese Wände Kräfte infolge Reibung. Mittels eines statischen Ersatzdruckes q_e wird der Anprall von grösseren Einzelkomponenten (Blöcke, Baumstämme) berücksichtigt.

Gefährdungsbild 2



Murgang umfließt Gebäude mit Ablenkmaßnahmen (Spaltkeil)

Auf den Spaltkeil wirken (als Einwirkung) Drücke infolge Umfließung und Reibung. Auf den Keil wirkt der um den Ablenkwinkel γ reduzierte Druck $q_{f,\gamma}$. Der Ablenkwinkel γ darf höchstens 30° betragen, da sonst die Ablenkwirkung verloren geht und es sich um einen Anprall handelt (Gefährdungsbild 1). Der Spaltkeil muss überdies ausreichend in seiner Höhe bemessen sein. (Dieses Gefährdungsbild entspricht der Einwirkungsart, wie sie bei Leitmauern und -dämmen auftritt.)

1 Stauhöhe des Murganges bei Anprall

Die Stauhöhe errechnet sich bei Murgängen, welche auf Objekte aufprallen, zu:

$$h_{\text{stau}} = (v_f^2) / (2 * g) \quad [\text{m}]$$

Stauhöhe von Murgängen

2 Druck aus dynamischer Beanspruchung

Der Druck q_f aus dynamischer Beanspruchung ist abhängig von der Murganggeschwindigkeit v_f , der Dichte ρ_f , dem Ablenkwinkel und einem empirischen Druckkoeffizienten a (vgl. GEO 2000).

$$q_f = a * \rho_f * v_f^2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

Druck von Murgängen

Typische Richtwerte für a sind:

$a = 2$ für feinkörnige Murgänge

$a = 4$ für grobblockige Murgänge

Die Dichte von Murgängen beträgt:

$$\rho_f = 1.8 \quad [\text{t/m}^3]$$

Dichte von feinkörnigen Murgängen

$$\rho_f = 2.2 \quad [\text{t/m}^3]$$

Dichte von grobblockigen Murgängen

Für Flächen, welche nicht senkrecht zur Fließrichtung stehen, ist die Ablenkung um α zu berücksichtigen:

$$q_{f,\alpha} = q_f * \sin^2 \alpha \quad [\text{kN/m}^2]$$

Druck bei schräger Anströmung

Parallel zur Fließrichtung stehende Seitenwände sind mit einem Druck zu bemessen, welcher sich bei einer Ablenkung des Feststoffmaterials um $\alpha = \pm 20^\circ$ ergibt.

4 Druck aus hydrodynamischer und -statischer Beanspruchung

Im Falle von Murgängen aus Gerinnen ist nachfolgend zur dynamischen Beanspruchung durch den Murganganprall eine Beanspruchung durch das nachfließende Wasser zu erwarten. Es ist zu

prüfen, ob diese zeitlich nachfolgenden hydrodynamischen und hydrostatischen Beanspruchungen für einzelne Gebäudeteile massgebend werden. Bezüglich der Ermittlung dieser Drücke vergleiche man das Kapitel Hochwasser.

5 Vertikale Auflast

Die Auflast des Feststoffmaterials auf überdeckten Bauten ist:

$$q_a = \rho_f * g * h_a \quad [\text{kN/m}^2]$$

Auflast von Murgängen

6 Druck durch Reibung

Reibungskräfte sind insbesondere bei Ablenkmaßnahmen wie Spaltkeil und Leitmauern zu berücksichtigen.

Eine Abschätzung der dabei auftretenden Kräfte kann für Murgänge mit der Schleppspannungsformel für Flüssigkeiten erfolgen:

$$q_{f,r} = \rho_f * g * h_f * \tan \beta \quad [\text{kN/m}^2]$$

Spezifische Reibung

Anprallkraft von Einzelkomponenten

Die Stosskraft von Einzelkomponenten (Grossblöcke an der Murgangfront) stellt neben der Druckkraft q_f die wichtigste Einwirkung bei Übermürungen dar. Anhand der Berechnungsannahmen unter Kapitel Steinschlag kann mit folgenden statischen Ersatzkräften Q_e gerechnet werden, welche auf eine Betonwand mit Dicke $l_h = 0.3 \text{ m}$ und Spannweite $l_s = 2.5 \text{ m}$ einwirken: (Annahmen: duktiles Bruchverhalten, max. Durchbiegung 25mm, keine Einspannung, $C_k = 0.4$, $\gamma_Q = 1.0$, $\gamma_R = 1.0$)

net werden, welche auf eine Betonwand mit Dicke $l_h = 0.3 \text{ m}$ und Spannweite $l_s = 2.5 \text{ m}$ einwirken: (Annahmen: duktiles Bruchverhalten, max. Durchbiegung 25mm, keine Einspannung, $C_k = 0.4$, $\gamma_Q = 1.0$, $\gamma_R = 1.0$)

Masse der Einzellast m	Murganggeschwindigkeit v_f	Anprallfläche A	statische Ersatzkraft Q_e
0.1 t	3 m/s	0.30 m x 0.30 m	7 kN
0.5 t	3 m/s	0.50 m x 0.50 m	36 kN
1.0 t	3 m/s	0.65 m x 0.65 m	72 kN
0.1 t	6 m/s	0.30 m x 0.30 m	29 kN
0.5 t	6 m/s	0.50 m x 0.50 m	144 kN
1.0 t	6 m/s	0.65 m x 0.65 m	288 kN

Die statische Ersatzkraft kann für andere Wanddicken l_h und Spannweiten l_s folgendermassen ermittelt werden:

$$Q_e' = (Q_e * 2.5 * l_h) / (0.3 * l_s)$$

Diese Einzellast ist gleichzeitig wirkend mit der Belastung q_f des Murganges anzunehmen. Sie kann an beliebiger Stelle der Fliesshöhe des Murganges auftreten und verteilt sich gleichmässig über die Anprallfläche A:

$$q_e = Q_e / A \quad [\text{kN/m}^2]$$

statischer Ersatzdruck einer Einzellast (Anprall)

Verhält sich die betroffene Wand nicht duktil sondern spröd (Durchstanzen der Einzellast), so sind entsprechend höhere statische Ersatzkräfte für die Bemessung massgebend (vgl. Kapitel Steinschlag).

1 Einpassung in das Terrain

Eine gute Einpassung in das Terrain schützt die Baute vor dem direkten Murgangangriff. Dies geschieht durch eine erhöhte Anordnung des Gebäudekörpers bei kleinen Murgängen.

Bei grossvolumigen Murgangschüben ist eher eine vertiefte Anordnung mit Anschüttungen zu wählen. Die zu schützende Aussenwandfläche verringert sich mit dieser Massnahme.

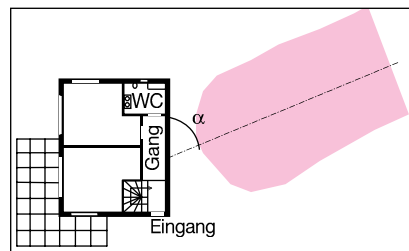
2 Formgestalt der Baute

Die Formgestalt der Baute bestimmt die effektiv wirkenden Drücke der betroffenen Aussenwände. Keilförmige oder zumindest abgewinkelte Grundrissformen sind in Bezug auf die Hauptzuflussrichtung des Murganges günstig. Sehr ungünstig wirken sich einspringende Ecken und Auswölbungen wie zum Bei-

spiel Erker oder Kamine aus. Im Weiteren ist zu beachten, dass sich an der direkt betroffenen Aussenfassade keine Leitungen befinden (Dachwasserleitung, Öltankentlüftung u.a.). Diese würden beim Murganganprall beschädigt oder abgerissen.

3 Nutzungskonzept der Innenräume

Das Personenrisiko in Gebäuden wird durch eine angepasste Raumnutzung reduziert. Im Bereich der direkt betroffenen Aussenwand werden Räume mit allgemein kurzer Aufenthaltsdauer von Personen angeordnet. So zum Beispiel Verbindungsgänge oder Nasszellen.



4 Ort und Höhenlage von Öffnungen



Gebäudeöffnungen wie Fenster und Türen stellen die markanteste Schwachstelle bei der Murgangwirkung dar.

Daher werden Fenster im Bereich der gefährdeten Aussenwand vermieden oder zumindest klein gehalten. Solche Öffnungen bedürfen immer einer Verstärkung (vgl. weiter hinten). Murgangseitige Eingänge sind zu vermeiden oder durch geeignete Massnahmen permanent zu schützen.

5 Nutzungskonzept des Aussenraumes

Intensive Nutzungsformen im Bereich des Aussenraumes werden mit Vorteil in den durch die Baute geschützten Partien angeordnet. Sitzplätze und Balkone sind daher im Bereich der seitlichen oder murgangabgewandten Aussenwänden anzuordnen.

Verstärkung von Aussenwänden



Die gefährdeten Aussenwände sind nach dem wirkenden Druck und der Reibung des Murganges zu bemessen. Dies erfordert in der Regel eine Verstärkung dieser Aussen-

wände (vgl. detaillierte Angaben im Kapitel Steinschlag). Die wirkende Reibung verhindert in der Regel die Verwendung von Fassadenverkleidungen (Schindeln aus Holz oder Kunststoff).

Durch eine Anschüttung kann die direkt betroffene Aussenwandfläche verringert werden. Im Bereich der Anschüttung wirkt lediglich ein reduzierter Druck, dagegen ist der zusätzliche Erd- druck zu berücksichtigen.

Schutz von Öffnungen

Gefährdete Fenster und Türen sind gemäss dem wirkenden Druck zu bemessen. Türen sind von aussen anzuschlagen. Bei Fenstern muss die auftretende Last über die Scheibe auf den Rahmen und von diesem auf die angrenzende Konstruktion abgetragen werden. Bei seitlich angeordneten Fenstern und geringen Drücken ist mittels ausreichend bemessenen Verbundsicherheitsgläsern ein Schutz möglich. Fenster, welche frontal zur Murgangfliessrichtung angeordnet sind, müssen zusätzlich mittels

Sprossen, Prallplatten oder Damm- balken vor Einzellasten (Blöcke) geschützt werden. Solche Schutz- schilder können saisonal während der Murgangsaision (Frühjahr bis Herbst) eingesetzt werden.

Während den Wintermonaten ist der Lichteinfall über die betreffen- den Öffnungen somit nicht be- hindert. Die folgende Tabelle ver- mittelt eine Übersicht empfohlener Glasprodukte mit ihren Mindest- dicken sowie der entsprechenden Bemessung (Quelle: Schweiz. Insti- tut für Glas am Bau, Zürich):

Einfachglas 4-seitig gelagert Abmessungen	Druck q_f des Murganges		
	5 kN/m ²	10 kN/m ²	30 kN/m ²
60x60 cm	VSG aus 2x5 mm Float	2x8 mm	2x12 mm
100 x 100 cm	VSG aus 2x8 mm Float	2x12 mm	--
100 x 200 cm	VSG aus 2x12 mm Float	2x19 mm	--


VSG: Verbundsicherheitsglas nach EN 12543 Teil 2

Float: Spiegelglas nach EN 572-Teil 2

Bei der Verwendung von Isolierglas sollte die äussere Scheibe ent- sprechend dem Einfachglas nach obiger Tabelle gewählt werden mit einer Gegenscheibe von mindes- tens 8 mm Dicke.

1

Einzelne Abschirmungsmassnahmen können einen massgebenden Einfluss auf die Ausbreitung der Gefährdung ausüben. Solche Massnahmen dürfen nur

ergriffen werden, wenn sich durch deren Einsatz die Gefährdung von benachbarten Objekten nicht erhöht. Dieses Symbol  soll auf diese Problematik hinweisen.

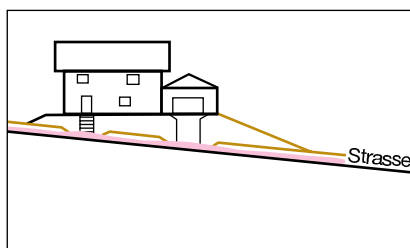
2 Auffangdamm



Ein Auffangdamm kann im Objektschutz als Massnahme gegen kleine Murgänge eingesetzt werden. Die dazu erforderliche Dammhöhe muss grösser sein als die Summe aus Fließshöhe h_f und Stauhöhe h_{stau} des Murganges. Der ausreichende Ablagerungsraum für das Volumen des Murganges resp. der möglichen Murenschübe während eines Ereignisses muss ebenfalls nachgewiesen werden. Die statische Bemessung richtet sich nach dem wirkenden Druck und dem Nachweis bezüglich Gleiten.

3

4 Erhöhte Anordnung

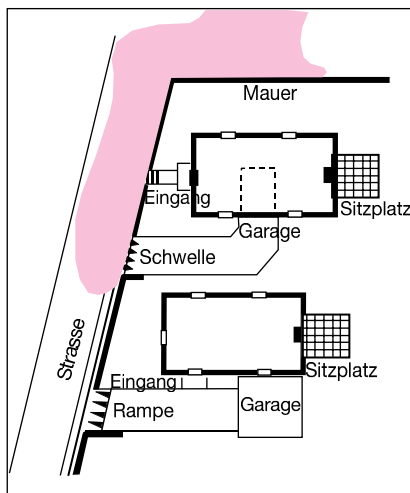


Die Anschüttung des Terrains stellt in vielen Fällen bei Neubauten die kostengünstigste und risikowirksamste Massnahme dar.

Das gefährdete Objekt kann so gänzlich von der Übermuerung geschützt werden. Bei Stellen mit hohen Fließgeschwindigkeiten muss die Anschüttung gegen äussere Erosion geschützt werden. Bei dieser Massnahme ist auf eine gute landschaftsplanerische Einfügung ins Terrain zu achten.

5

6 Ablenkmauer/-damm



Mit Hilfe einer Ablenkmauer oder eines Ablenkdammes kann der Murgang in eine gewünschte Richtung umgelenkt werden. Ablenkbauwerke mit Ablenkwinkeln von 20° bis 30° können noch mit einem vertretbaren Aufwand erstellt werden. Sind die Umlenkwinkel grösser, so werden die erforderlichen Bauwerkshöhen gross und zudem ist das Abfliessen des Murganges nicht mehr gewährleistet.

7

Als Objektschutzmassnahme kommen Ablenkmauern oder -dämme insbesondere am Rande von Siedlungen zum Einsatz oder im Bereich von Ausbruchstellen aus dem Gerinne. Die Höhe des Ablenkdammes

bemisst sich analog zum Auffangdamme, wobei die Geschwindigkeitskomponente senkrecht zur Bauwerksachse massgebend ist. Bei der Bemessung der Höhe des Dammes oder der Mauer sind mögliche Ablagerungen vor dem Bauwerk zu berücksichtigen.

Spaltkeil →

Spaltkeile dienen als Objektschutz von Gebäuden und Masten. Der Keil wird direkt am Objekt oder in unmittelbarer Nähe davon angeordnet. Die Geschiebemassen werden geteilt und links und rechts am zu schützenden Objekt vorbeigeleitet. Der maximale Öffnungswinkel darf 60° nicht überschreiten. Die statische Belastung des Keiles ist in Gefährdungsbild 2 dargestellt. Der Keil muss ausreichend hoch ausgebildet sein, damit er nicht überflossen wird.



Dabei sind die Fliesshöhe des Murganges zu berücksichtigen, sowie die Anzahl möglicher Murenschübe pro Ereignis. Wird der Keil in Form von Flügelmauern seitlich des Objektes verlängert, so sind keine weiteren Objektschutzmassnahmen am Objekt vorzunehmen. Ansonsten sind die üblichen Einwirkungen aus Druck und Reibung für die Seitenwände zu berücksichtigen.

1 Massnahmenkombinationen

Im Folgenden werden für jedes Gefährdungsbild mögliche Massnahmenkombinationen für bestehende Bauten und für Neubauten vorgestellt.

Nur durch die Kombination der vorgestellten Massnahmen der Konzeption, Verstärkung und Abschirmung ergibt sich eine wirkungsvolle Risikoverminderung.

Massnahmenkombination	Gefährdungsbild	Konzeption					Verstärkung		Abschirmung		
		Einpassung in das Terrain	Formgestalt der Baute	Nutzungskonzept Innenräume	Ort und Höhenlage von Öffnungen	Nutzungskonzept Aussenraum	Aussenwände	Öffnungen	Auffangdamm	Erhöhte Anordnung	Ablenkmauern/Ablenkdämme
Bestehende Baute											
A	1					•	•	•			
B	1							(•)	•		
C	2							(•)		•	
D	2					•		(•)			•
Neubaute											
E	1	•	•	•	•	•	•	•			
F	1				•	•		•			
G	1								•		
H	2				•	•				•	
I	2	•	•	•	•	•					•

2

3

4

5

6

7

Massnahmenkombination A

An der bestehenden Baute werden die gefährdeten Aussenwände und Öffnungen verstärkt. Insbesondere bei Öffnungen wird zudem auf Wasserdichtigkeit geachtet.

Intensive Aussenraumnutzungen werden im Bereich der durch das Gebäude geschützten Bereiche angesiedelt.

Massnahmenkombinationen B und C

Mittels eines Auffangdammes oder Ablenkdammes wird die Baute und ihre Umgebung weitgehend von der Übermuring geschützt. Ein allfälliges Restrisiko betrifft in der Regel die Gebäudeöffnungen.

Diese müssten entsprechend geschützt werden.

Massnahmenkombination D

Der Spaltkeil leitet die Gesteins-Wassermassen um das Gebäude herum. Öffnungen in den seitlichen Aussenwänden müssen geschützt werden, wenn sie vom Murgang erreicht werden können. Wird der Spaltkeil in Form von

seitlichen Flügelmauern verlängert, so ergibt sich hierdurch ein guter Schutz von seitlichen Öffnungen. Der Eingriff an der bestehenden Baute ist gering, wenn zwischen Spaltkeil und Gebäude ein Abstand verbleibt (Lichteinfall).

Massnahmenkombination E

Bei Neubauten kann von Beginn weg das Baukonzept an die Gefährdung durch Murgänge angepasst werden. Dies geschieht durch eine optimale Einpassung in das Terrain, eine günstige Formgestalt, eine angepasste Nutzung von

gefährdeten Innen- und Aussenräumen, sowie durch eine geeignete Wahl von Ort und Höhenlage von Öffnungen. Bei hohen Drücken müssen die Aussenwände entsprechend verstärkt werden.

Massnahmenkombinationen F und H

Mittels eines Auffangdammes oder Ablenkdammes wird die Baute und ihre Umgebung weitgehend von der Übermuring geschützt. Ein allfälliges Restrisiko betrifft in der Regel die Gebäudeöffnungen.

Dieses Risiko kann durch eine geeignete Wahl von Ort und Höhenlage der Öffnungen minimiert werden.

Massnahmenkombination G

Die erhöhte Anordnung stellt eine kostengünstige und sehr effiziente Massnahme bei Neubauten dar. Das Gebäude wird auf einer Anschüttung erstellt. Zugang und Zufahrt werden als Rampen ausgeführt.

Das Gebäude ist dadurch dem direkten Murgangangriff nicht ausgesetzt und weitergehende Massnahmen erübrigen sich.

Massnahmenkombination I

Die Anordnung eines Spaltkeiles bei Neubauten ermöglicht einen optimalen Schutz vor hohen Drücken bei gleichzeitiger zweckmässiger Anordnung von Öffnungen und Innenraumnutzungen.

Der Aussenraum bleibt gefährdet, so dass diese Nutzungen im Schutz des Gebäudes vorzusehen sind.

Impressum

Alle Rechte vorbehalten
© 2005
Vereinigung Kantonaler Feuerver-
sicherungen VKF
Bundesgasse 20
CH-3001 Bern
Fon: 031 320 22 11
Fax: 031 320 22 99
<http://www.vkf.ch>



Autor:
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Lerchenfeldstrasse 5
CH-9014 St. Gallen
<http://www.naturgefahr.ch>



Egli Engineering

Technische Zeichnungen:
Christoph Roth
Ingenieure Bart AG, St. Gallen

Dank:
Der Autor dankt folgenden Perso-
nen für ihre wertvollen Beiträge:
Jörg Rutz
Gebäudeversicherungsanstalt des
Kantons St. Gallen
Dieter Balkow
Schweizerisches Institut für Glas
am Bau, Zürich
Urs Thali
Ingenieurbüro, Göschenen
Hans Züger
AG Kraftwerk Wägital
Johann Toggwiler
Gebäudeversicherungsanstalt des
Kantons Graubünden
Familie Lieberherr, Necker
Dr. Armin Petrascheck
Bundesamt für Wasser und
Geologie, Biel
Stefan Margreth, Eidg. Institut für
Schnee- und Lawinenforschung,
Davos
Werner Gerber, Eidg. Forschungs-
anstalt für Wald, Schnee und Land-
schaft, Birmensdorf

Prof. Dr. Dieter Rickenmann, Uni-
versität für Bodenkultur, Wien

Grafik:
wk st.gallen
michael niederer / rosmarie winkler/
remo gamper

Bildnachweis:
Egli Engineering, St. Gallen
Ingenieure Bart AG, St. Gallen
US Army Corps of Engineers
SLF, Davos
Kantonsforstamt, Glarus
WSL, Birmensdorf
Tiefbauamt, Kanton St. Gallen
Ingenieurbüro Thali, Göschenen
Rüegger Geotechnik AG, St. Gallen
Geo 7 AG, Bern
Kellerhals & Haefeli AG, Bern
Neo Vac AG, Oberriet
Uretek, Giswil
BWG, Biel
GVB, Bern
Fatzer AG, Romanshorn
Service des forêts et de la faune,
Givisiez
Kessel GmbH, Lenting (D)

Zitiervorschlag:
EGLI Thomas, Wegleitung Objekt-
schutz gegen gravitative Natur-
gefahren, Vereinigung Kantonaler
Feuerversicherungen (Hrsg.),
Bern, 2005.

ISBN Nr.: 3-033-00469-5
ISBN Nr.: 3-033-00470-9
(Französisch)