

Die Intensitäten der Gefahrenprozesse und deren Schadenwirkungen

SCHWACHE INTENSITÄT	MITTLERE INTENSITÄT	STARKE INTENSITÄT
Überschwemmung		
$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v * h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ Eventuell in Häuser eindringendes Wasser kann mit relativ einfachen Mitteln abgewehrt werden. Keller- geschosse sind jedoch gefährdet. Eine Gefährdung von Personen und Tieren liegt in der Regel nicht vor. Beim oberen Grenzwert können Fahrzeuge abgetrieben werden.	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$ oder $2 \text{ m}^2/\text{s} > v * h > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ Wasser dringt in Gebäude ein, Glas- fenster können brechen. Mit hohem Geschiebetrieb, lokaler Erosion und Ablagerungen ist zu rechnen. Personen und Tiere im Freien und in Fahrzeugen sind gefährdet. In Gebäuden ist ein Ausweichen in die oberen Geschosse meist möglich.	$h > 2 \text{ m}$ oder $v * h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$ Bei hohen Wassertiefen ist das Erdgeschoss eines Gebäudes ganz überflutet, Fluchtwie- ge in die oberen Geschosse oder auf das Dach können abgeschnitten werden. Gebäude wer- den kaum zerstört, aber Erd- und Keller- geschosse stark beschädigt. Bei hohen Fliess- geschwindigkeiten entstehen dynamische Be- anspruchungen, die ein Gebäude zerstören können. Es muss mit sehr hohem Geschiebe- trieb, lokalen Erosionserscheinungen und der Ablagerung von Steinen und Blöcken gerech- net werden. Hindernisse und Häuserkannten sind wegen der stattfindenden Strömungs- konzentration besonders gefährdet. Menschen und Tiere in Gebäuden sind gefährdet.
Erosion		
$d < 0.5 \text{ m}$ Abtrag von Humusschichten und Kolksschäden können bei Hindernissen auftreten. Schwache Intensität ist nur bei kleinen Gewässern zu erwarten. Im Bereich einer möglichen Verlagerung des Gerinnebettes ist zusätzlich der Strömungsdruck zu überprüfen.	$2 \text{ m} > d > 0.5 \text{ m}$ In diesem Fall werden normal fundierte und unterkellerte Gebäude nicht durch die Erosion zerstört. Liegt das Objekt jedoch im Bereich einer möglichen Ver- lagerung des Gerinnes, so ist zusätzlich der Strömungsdruck zu überprüfen. Dieses Kriterium ist in der Regel in Ge- rinnen mit mehr als $20 \text{ m}^3/\text{s}$ Hoch- wasserabfluss erfüllt, und die betroff- enen Flächen sind dann als rot einzu- stufen.	$d > 2 \text{ m}$ Durch Unterspülen der Fundamente droht ein plötzlicher Gebäudeinsturz, weshalb Men- schen und Tiere in Gebäuden gefährdet sind. Bei einer Verlagerung des Gerinnebettes werden die betroffenen Flächen Teil des Gewässers und sind ohne umfassende Sanierungsmassnahmen nicht mehr nutzbar.

Murgang, Übermurung		
Bei den hier vorkommenden Prozessen praktisch nicht existent resp. treten nur in kaum darstellbaren Randzonen auf.	$h < 1 \text{ m}$ oder $v < 1 \text{ m/s}$	$h > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$ Die Druckwirkung der Murfront, meist noch verstärkt durch die Stosskraft von Einzelblöcken, kann zur plötzlichen Zerstörung von Gebäuden führen. Menschen und Tiere in Gebäuden sind gefährdet. Die Schadenswirkung wird durch mächtige Ablagerungen von Schutt und Geröll erhöht.

SCHWACHE INTENSITÄT	MITTLERE INTENSITÄT	STARKE INTENSITÄT
<p><i>Spontane Rutschungen</i></p> <p>$M < 0.5 \text{ m}$</p> <p>Geringe Schäden an der Gebäudehülle oder im Inneren. Die Gebäudestabilität ist in keiner Weise beeinträchtigt. Personen und Tiere sind auch im Freien kaum gefährdet.</p>	<p>$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$ oder $M < 0.5 \text{ m}$ und $l > 1 \text{ m}$</p> <p>Das Verkippen infolge Abrutschen tragender Schichten unter Gebäuden oder der Aufprall von Steinen und Blöcken sowie eindringendes Wasser können Schäden an der Gebäudehülle und im Innern verursachen. Personen und Tiere im Freien sind kaum gefährdet. Die Wohnqualität kann erheblich beeinträchtigt werden. Reparaturen sind im allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand durchführbar. Durch Ablagerungen oder Geländeverschiebungen kann eine Beschädigung und Unterbrechung von Infrastrukturanlagen (z.B. Strassen, Leitungen etc.) erfolgen.</p>	<p>$M > 2 \text{ m}$</p> <p>Grosse Verschiebungen im Anrissbereich können zur Zerstörung von Gebäuden führen. Der Aufprall von grossen, mit Wasser durchmischten Geröll-, Schlamm- und Holzmassen auf tragende Gebäudeteile kann zu grossen Schäden am Gebäude führen oder die plötzliche Zerstörung zur Folge haben. Infolge Einsturzgefahr sind Menschen und Tiere in Gebäuden stark gefährdet. Reparaturen sind oft mit grossem Aufwand verbunden. Erhebliche Terrainveränderungen mit grossen Rutschbewegungen und Rutschablagerungen führen zur Unterbindung, Beschädigung oder Zerstörung von Infrastrukturen (z.B. Strassen, Leitungen).</p>

Hangmuren		
$M < 0.5 \text{ m}$ und $v < 1 \text{ m/s}$ und $V < 500 \text{ m}^3$	$0.5 \text{ m} < M < 1 \text{ m}$ und $v < 1 \text{ m/s}$, unabhängig von V	$M > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$ und unabhängig von V
Praktisch nur im Auslaufbereich von Hangmuren durch geringmächtige und abgebremste Schuttmassen oder durch eindringendes Wasser. Geringe Schäden an der Gebäudehülle oder im Inneren. Die Gebäudestabilität ist in keiner Weise beeinträchtigt. Personen und Tiere sind auch im Freien kaum gefährdet.	Trotz der geringen Tiefe sind auslaufende Hangmuren wegen des mitgeführten Gerölls gefährlich. Personen und Tiere im Freien sind gefährdet. Der Aufprall von Steinen und Blöcken sowie eindringendes Wasser können Schäden an der Gebäudehülle und im Innern verursachen, bei schwacher Bauweise auch zum Gebäudeeinsturz führen. Reparaturen sind im allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand durchführbar. Die Ablagerung von Geröll, Schlamm und Holz kann eine Beschädigung und Unterbrechung insbesondere von oberirdischen Infrastrukturanlagen (z.B. Straßen) zur Folge haben. Durchlässe, Rohrleitungen und Drainagen können verstopft werden.	Grosse Verschiebungen im Anrissbereich können zur Zerstörung von Gebäuden führen. Der Aufprall von grossen, mit Wasser durchmischten Geröll-, Schlamm- und Holzmassen auf tragende Gebäudeteile kann zu grossen Schäden am Gebäude führen oder die plötzliche Zerstörung zur Folge haben. Infolge Einsturz- und Überflutungsgefahr sind Menschen und Tiere in Gebäuden stark gefährdet. Reparaturen sind oft mit grossem Aufwand verbunden. Erhebliche Terrainveränderungen mit grossen Erosionsflächen, Geröllablagerungen und Überflutungen führen zur Unterbindung, Beschädigung oder Zerstörung von Infrastrukturen (z.B. Strassen, Leitungen).
Permanente Rutschung		
$v: \leq 2 \text{ cm} / \text{Jahr}$	$2 \text{ cm} < v < 1 \text{ dm} / \text{Jahr}$	1) starke Differentialbewegungen 2) $v > 1 \text{ dm} / \text{Jahr}$
Geringe Terrainbewegungen führen zu leichten Schäden (kleine Risse, Schäden am Verputz). Die Gebäudestabilität ist in keiner Weise beeinträchtigt. Grössere, steife Bauten sind im allgemeinen nicht betroffen. Menschen und Tiere sind nicht gefährdet. An Strassen können geringfügige Schäden auftreten.	Terrainbewegungen verursachen Risse in Mauern, nicht jedoch an strukturellen Elementen, welche die Gebäudestabilität gewährleisten. Die Dichtigkeit von Fugen und die Verbindungen zwischen verschiedenen Bauteilen sind beeinträchtigt. Fenster und Türen verkeilen sich. Menschen und Tiere sind in Gebäuden nicht unmittelbar gefährdet. Die Schäden beeinträchtigen indessen die Wohnqualität. Reparaturen sind im allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar. Bei Infrastrukturanlagen treten Beeinträchtigungen auf (z.B. Deformation von	Starke Terrainveränderungen führen zu erheblichen differentiellen Bewegungen des Untergrundes und zu einer substantiellen Beeinträchtigung der Gebäudestabilität. Infolge von Rissen in statisch tragenden Gebäudeteilen, Absenkungen und Kippungen ist ein partieller oder totaler Einsturz möglich. Türen und Fenster sind nicht benutzbar. Menschen und Tiere sind in Gebäuden gefährdet. Bei Einsturz besteht Lebensgefahr. Reparaturen sind nur mit grossem Aufwand zu realisieren. Meist sind die strukturellen Schäden indessen so gross, dass eine Evakuierung und die Zerstörung des Gebäudes unausweichlich sind. Infrastrukturanlagen sind stark beein-

	Strassen sowie von ober- und unterirdischen Leitungen). Drainagen können verstopfen.	trächtigt (z.B. unterbrochene Strassen). Es kommt zu Leitungsbrüchen. Ein Rückstau von Wasserläufen ist möglich.
--	--	--

SCHWACHE INTENSITÄT	MITTLERE INTENSITÄT	STARKE INTENSITÄT
Sturz		
$E < 30 \text{ kJ}$ Löcher im Mauerwerk können entstehen. Menschen und Tiere sind innerhalb von Gebäuden in der Regel kaum gefährdet (rechnerischer Nachweis erforderlich).	$30 < E < 300 \text{ kJ}$ Je nach Baubeschaffenheit der Wände grössere Schäden möglich, ohne Beeinträchtigung der Gebäudestabilität (falls richtig konzipiert und entsprechend geprüft). Türen werden stark beschädigt oder zerstört. Menschen und Tiere sind in Gebäuden gefährdet. Die Schäden beeinträchtigen die Wohnqualität. Reparaturen sind im allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar. Die Ablagerung von Sturzmaterial kann den Aufstau kleiner Bäche zur Folge haben. Strassen und oberirdische Leitungen können beschädigt und kurzfristig unterbrochen werden.	$E > 300 \text{ kJ}$ Der Aufprall von Steinen und Blöcken führt zu erheblichen Schäden. Grosses Risse in Gebäudeteilen und Löcher im Mauerwerk oder Dach können einen teilweisen oder totalen Einsturz zur Folge haben. Menschen und Tiere sind stark gefährdet, auch innerhalb von Gebäuden. Bei Einsturz besteht Lebensgefahr. Reparaturen sind nur mit grossem Aufwand zu realisieren. Oft sind strukturelle Schäden so gross, dass eine Evakuierung und die Zerstörung des Gebäudes nicht abzuwenden sind. Durch die Ablagerung kann es zum Rückstau von Wasserläufen (Ausbruchgefahr) kommen. Oberirdische Infrastrukturanlagen können stark beschädigt und unterbrochen werden (z.B. Strassen, Stromleitungen).
Lawine (in vorliegender Arbeit nicht beurteilt)		
Für Staublawinen: $P_n \leq 3 \text{ kN/m}^2$ bei $T \geq 30 \text{ J.}$	Für Fliesslawinen $P_n < 30 \text{ kN/m}^2$ bei $30 < T \leq 300 \text{ J.}$ Für Staublawinen: $P_n < 3 \text{ kN/m}^2$ bei $T < 30 \text{ J.}$ $3 \leq P_n < 30 \text{ kN/m}^2$ bei $30 < T \leq 300 \text{ J.}$	Für Fliesslawinen: a) $P_n \geq 30 \text{ kN/m}^2$ bei $T \leq 300 \text{ J.}$ b) $0 \leq P_n < 30 \text{ kN/m}^2$ bei $T \leq 30 \text{ J.}$ Für Staublawinen: a) $P_n \geq 30 \text{ kN/m}^2$ bei $T \leq 300 \text{ J.}$ b) $3 \leq P_n < 30 \text{ kN/m}^2$ bei $T \leq 30 \text{ J.}$
Gebäudezerstörungen sind selbst bei einer üblichen Bauweise nach SIA-Normen unwahrscheinlich. Für Personen im Freien kann die Gefährdung durch Verkehrsbeschränkungen be-	Gebäudezerstörungen sind während der Lebensdauer eines Gebäudes (50 – 70 J.) praktisch nicht zu erwarten, falls gewisse Auflagen bezüglich der Bauweise beachtet werden. Ausserhalb von Gebäuden	Bei üblicher Bauweise gemäss SIA-Normen ist mit der Zerstörung von Gebäuden oder Teilen davon zu rechnen. Personen sind auch innerhalb von Gebäuden in Lebensgefahr. Kleinere, aber häufiger auftretende

hoben werden.	besteht eine gewisse Gefährdung, die aber (bei Einhaltung bestimmter organisatorischer Sicherheitsmassnahmen) tragbar ist.	Lawinen und Schneerutsche gefährden vor allem Personen ausserhalb von Gebäuden.
---------------	--	---

Abkürzungen

Überschwemmung / Erosion

h Wassertiefe

v Fliessgeschwindigkeit des Wassers

d mittlere Mächtigkeit der Abtragung (gemessen senkrecht zur Böschungsoberfläche)

Hangmuren / Spontane Rutschungen

h Mächtigkeit der Ablagerung

M Mächtigkeit der mobilisierbaren Schicht

Sturz

E kinetische Energie (Translation und Rotation)

Permanente Rutschung

v langfristige durchschnittliche Rutschgeschwindigkeit

Lawinen/Schneerutsche

P_n Lawinendruck

Richtwerte gemäss:

Empfehlungen Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) 1997

Empfehlungen Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) 1997

Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Forstwesen und Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) 1984