

1

2



3

4

5

6

7

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

1

2

3

4

5

6

7

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

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.



6

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  $30^\circ$  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 Gefahren-  
karten**

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 Wasserwirtschaft, 1997

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:

<b>Gefahrenbereich</b>	<b>sachliche Bedeutung</b>	<b>raumplanerische Bedeutung</b>
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

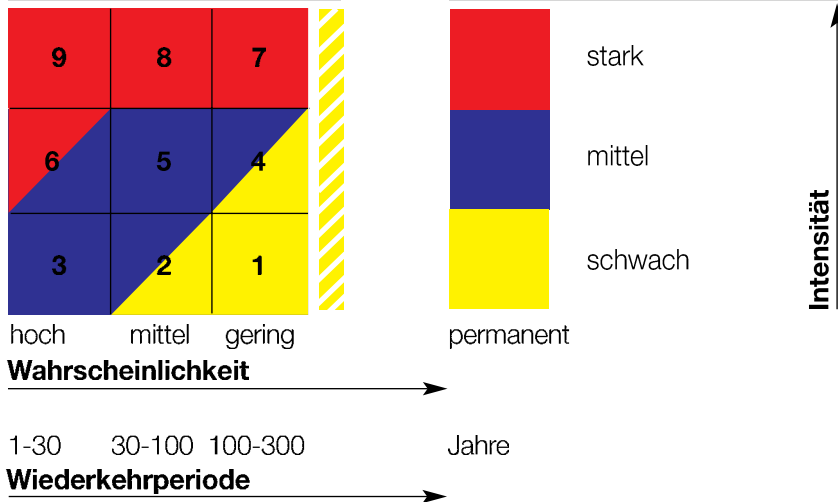
6

7

**Gültigkeit der Diagramme nach Prozessen**

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

Permanente Rutschung / Absenkung



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**

<b>Prozess</b>	<b>schwache Intensität</b>	<b>mittlere Intensität</b>	<b>starke Intensität</b>
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<sub>f</sub>: Fließhöhe  
h<sub>r</sub>: Tiefe der Gleitfläche  
h<sub>s</sub>: Setzungstiefe bei Einsturz

v<sub>f</sub>: Geschwindigkeit  
A<sub>E</sub>: Fläche von Einsturztrichtern  
h<sub>u</sub>: 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:

<b>Wahrscheinlichkeit</b>	<b>Wiederkehrperiode</b>
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.

1

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

2

3

4

5

6

7

Arbeitsschritt	Bauherr	Projektverfasser	Naturgefahren-fachmann	Baubehörde	Gebäudeversicherung	
Projektierung	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	
	Projekt	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			
		wählt definitive Projektvariante aus	bestimmt die definitive Gestalt von Gebäude, Umgebung und Objektschutzmassnahmen			
Baubewilligung		führt die Bemessung auf Tragsicherheit durch und weist die Gebrauchstauglichkeit nach				
		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)	
Baubahme	übernimmt das Bauwerk			kontrolliert die Ausführung der vorgeschriebenen Objektschutzmassnahmen	versichert das Bauwerk, evtl. mit Vorbehalten	

Arbeitsschritt	Bauherr	Projektverfasser	Naturgefahrenfachmann	Baubehörde	Gebäudeversicherung
<b>Unterhalt</b>	kontrolliert periodisch die Funktionstüchtigkeit der Objektschutzmassnahmen oder delegiert diese Kontrolle an einen Fachspezialisten,				
	erteilt Fachspezialisten den Auftrag zur Reparatur der erkannten Mängel				
<b>Schadenereignis</b>	führt während dem Ereignis schadenmindernde Massnahmen durch				führt nach dem Ereignis die Schadenaufnahme durch
<b>Schadenbehebung</b>	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

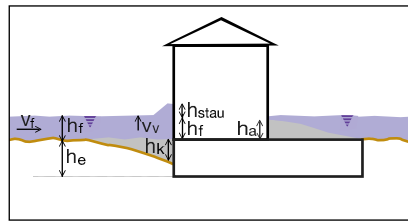
4

5

6

7

## 1 Bezeichnungen



$h_f$  [m] Überschwemmungshöhe  
 $h_{stau}$  [m] Stauhöhe bei Hindernissen  
 $h_a$  [m] Ablagerungshöhe von Feststoffen  
 $h_e$  [m] Einbindetiefe der Baute in den Untergrund  
 $h_k$  [m] Kolkentiefe bei Gebäuden  
 $h_u$  [m] Tiefe von Ufererosionen  
 $h_r$  [m] Gleitflächentiefe von Ufer-rutschungen  
 $v_f$  [m/s] Fließgeschwindigkeit  
 $v_v$  [m/h] Anstiegsgeschwindigkeit  
 $\rho_{hw}$  [t/m<sup>3</sup>] Dichte von Hochwasser  
 $\rho_a$  [t/m<sup>3</sup>] Dichte von Feststoffab-lagerungen

## 3

## 4 Charakterisierung

## 5

## 6

## 7 Intensitätsparameter zur Bemessung

*Vorwarnzeit:*

Die Vorwarnzeit, d.h. die Dauer von der Gefahrenerkennung bis zum Überschwemmungsbeginn, fällt in der Schweiz allgemein sehr kurz aus. Bei Wildbächen handelt es sich in der Regel nur um wenige Minuten. Bei grösseren Talflüssen kann es Stunden dauern. Nur bei wenigen Flüssen ist eine technisch-organisatorische Vorwarnung der Betroffenen eingerichtet. Dies bedeutet, dass temporär zu ergreifende Objektschutzmassnahmen weitgehend von der Gefahrenerkennung der Betroffenen selbst abhängig sind.

*Fließgeschwindigkeit:*

Die Fließgeschwindigkeit erreicht bei Überschwemmungen in steilem Gelände (5 - 10%) einen

Zur Bemessung von Objektschutzmassnahmen bedarf es Angaben zur *Überschwemmungshöhe*, *Fließgeschwindigkeit* und *Mächtigkeit von Feststofferosionen* und *-ablagerungen*.

$m$  [t] Masse einer Einzellast  
 $g$  [m/s<sup>2</sup>] Erdbeschleunigung (10 m/s<sup>2</sup>)  
 $l_h$  [m] Dicke der Stahlbetonwand  
 $l_s$  [m] Spannweite der Stahlbetonwand  
 $q_h$  [kN/m<sup>2</sup>] Druck aus hydrostatischer Beanspruchung  
 $q_f$  [kN/m<sup>2</sup>] Druck aus hydrodynamischer Beanspruchung  
 $q_a$  [kN/m<sup>2</sup>] Druck infolge Feststoffablagerungen  
 $q_e$  [kN/m<sup>2</sup>] statischer Ersatzdruck einer Einzellast (Anprall)  
 $c_d$  [-] Formwiderstandsbeiwert  
 $A$  [m<sup>2</sup>] Anprallfläche einer Einzellast  
 $Q_e$  [kN] Statische Ersatzkraft einer Einzellast (Anprall)  
 Weitere bedeutende Parameter:  
 $V$  [h] Vorwarnzeit (Dauer von Gefahrenerkennung bis Überschwemmungsbeginn)  
 $T$  [h] Überschwemmungsdauer

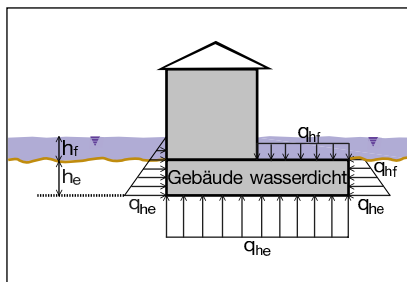
Bereich von 3 bis 5 m/s, wenn die Überschwemmungshöhe 0.5 m übersteigt. Solch hohe Geschwindigkeiten treten zudem entlang kanalisierter Bereiche auf (Strassenzüge). In flacherem Gelände (< 2%) reduziert sich die Geschwindigkeit allgemein unter 2 m/s.

*Anstiegsgeschwindigkeit:*

Die Anstiegsgeschwindigkeit beschreibt die Schnelligkeit des Wasseranstieges bei der Überschwemmung. Dieser Parameter bestimmt die Bedrohung von Personen in und ausserhalb von Gebäuden. Eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit ist insbesondere bei Überschwemmungen infolge Verklausung (Gerinneverstopfung) oder Dammbruch zu erwarten.

Diese Angaben können den Intensitätskarten entnommen werden. Existieren keine Intensitätsangaben, so sind diese durch einen Gefahrenfachmann zu bestimmen.

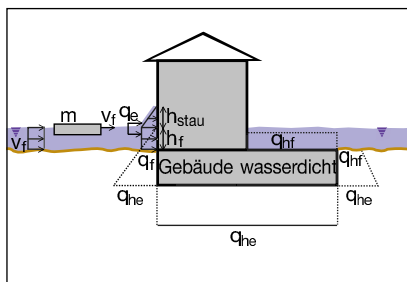
Gefährdungsbild 1



*Statische Überschwemmung*  
Die Überschwemmung ist durch eine geringe Fließgeschwindigkeit gekennzeichnet ( $v < 1$  m/s).

Dadurch entstehen keine zu berücksichtigenden dynamischen Beanspruchungen. Die Einwirkung ergibt sich durch den hydrostatischen Druck  $q_h$  auf die wasserdichte Gebäudehülle. Dieser wächst mit zunehmender Tiefe an. Es wird angenommen, dass sich der Bodenkörper während der Überschwemmung vollständig sättigt. Beim hydrostatischen Druck auf die Bodenplatte der Baute handelt es sich um den Auftrieb.

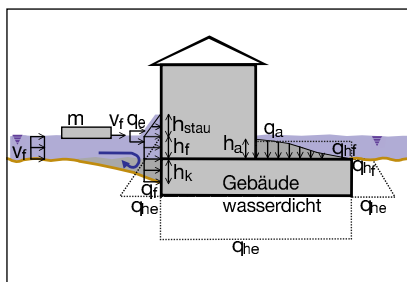
Gefährdungsbild 2



*Dynamische Überschwemmung*  
Die Überschwemmung ist gekennzeichnet durch mittlere bis hohe Fließgeschwindigkeiten ( $v > 1$  m/s). Als Einwirkung wird neben der hydrostatischen auch die hydrodynamische Kraft des fließenden Wassers berücksichtigt. Die Geschwindigkeitsverteilung wird über die gesamte Überschwemmungstiefe  $h_f$  als konstant angenommen.

Dadurch ergibt sich ein gleichmäßig verteilter, konstanter Druck  $q_f$  infolge hydrodynamischer Beanspruchung an der angeströmten Wand der Baute. Diese Wand ist auch durch den Anprall mitgeführter Feststoffe (Baumstämme, gröberes Geschiebe) bedroht. Der entsprechende statische Ersatzdruck  $q_e$  wird als Einwirkung berücksichtigt. Vernachlässigt werden die Einwirkungen durch lokale Überdrucke oder Unterdrucke (Sog) infolge spezieller Gebäudeformen. Ebenso vernachlässigt wird der hydrodynamische Auftrieb.

Gefährdungsbild 3



*Dynamische Überschwemmung mit Feststofferosion (Kolk) und -ablagerung*

Die Überschwemmung ist gekennzeichnet durch hohe Fließgeschwindigkeiten ( $v > \text{ca. } 2$  m/s). Die Dynamik des Abflusses führt zu Feststofferosionen  $h_k$  (Kolk) und Feststoffablagerungen  $h_a$ . Dies tritt v.a. bei Bauten entlang stark kanalisierter, geneigter Abflusswege auf (Strassenzüge in Siedlungen). Die hydrostatische und hydrodynamische Wirkung des fließenden Wassers werden berücksichtigt (analog zu Gefährdungsbild 2). Ebenso die Stosskraft mitgeführter Feststoffe.

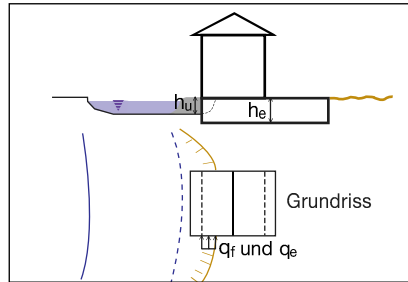


1

Es treten Kolkungen bis zur Tiefe  $h_k$  auf, welche die Fundation von Bauten freilegen oder sogar unter-spülen können. Durch Feststoffab-lagerungen entstehen Auflasten  $q_a$ , welche für Tiefbauten massgebend werden (z.B. Tiefgaragen).

Diese Erosionen und Ablagerungen werden als Einwirkung berücksich-tigt.

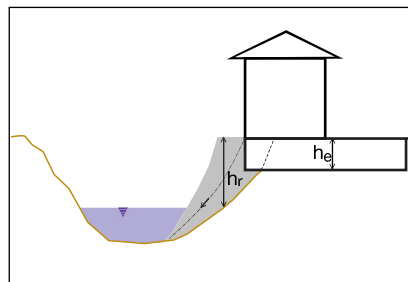
2 Gefährdungsbild 4



*Gerinneverlagerung*  
Die Ufererosion ereignet sich in Form einer Gerinneverlagerung. Hierbei wird das Ufer bis auf eine Tiefe  $h_u$  erodiert.

Die Fundation der Baute ist nicht gefährdet, da die Einbindetiefe  $h_e$  grösser ist als  $h_u$ . Durch die Seiten-erosion wird der äussere Hausteil vom direkten Strömungsangriff des Gerinnes erfasst. Die Einwirkungen sind daher der Druck des fliessenden Wassers  $q_f$  und der Stoss-druck mitgeführter Feststoffe  $q_e$  auf die Frontseite der Baute.

4 Gefährdungsbild 5



*Uferrutschung*  
Die Ufererosion ereignet sich in Form einer Rutschung. Diese häufig durch Tiefenerosion des Fluss-bettes ausgelösten Rutschungen

können weit ausgreifen und sind je nach topographischen und geo-logischen Verhältnissen oberfläch-lich bis tiefgründig. Die Einwirkung auf die Baute entspricht jener bei Rutschungen mittlerer oder tiefer Gleitfläche  $h_r$ . Diese Beanspru-chungen sowie mögliche Objekt-schutzmassnahmen werden im Kapitel Rutschungen behandelt. Erreicht das Hochwasser die Baute, so sind die Einwirkungen gemäss Gefährdungsbild 4 (Gerinneverlage-rung) ebenfalls zu berücksichtigen.

5

6

7

Druck aus hydrostatischer Beanspruchung

Der hydrostatische Druck wird wie folgt ermittelt:

$$q_{hf} = \rho_{hw} * g * h_f \quad [kN/m^2]$$

*Druck an Terrainoberfläche bei Überschwemmungshöhe  $h_f$*

$$q_{he} = \rho_{hw} * g * (h_f + h_e) \quad [kN/m^2]$$

*Druck an Gebäudefundation bei Überschwemmungshöhe  $h_f$*

Es ist mit folgenden Richtwerten bzgl. der Dichte von Hochwasser zu rechnen:

$$\rho_{hw} = 1.1 \text{ t/m}^3$$

*Dichte von Hochwasser mit wenig Feststoffanteilen*

$$\rho_{hw} = 1.4 \text{ t/m}^3$$

*Dichte von Hochwasser mit viel Feststoffanteilen*

Druck aus hydrodynamischer Beanspruchung

Der Druck infolge hydrodynamischer Beanspruchung, welcher auf eine umflossene Baute wirkt, ist:

$$q_f = 0.5 * c_d * \rho_{hw} * v_f^2 \quad [kN/m^2]$$

*Druck auf die angeströmte Wand*

Typische Richtwerte für  $c_d$  sind:

$c_d = 1.25$  bis  $1.50$  wenn: angeströmte Wandlänge/Überschwemmungshöhe  $< 40$

$c_d = 1.50$  bis  $2.00$  wenn: angeströmte Wandlänge/Überschwemmungshöhe  $> 40$

Stauhöhe

Die Stauhöhe ergibt sich durch das Aufspritzen des fließenden Wassers vor der umflossenen Baute.

Diese Höhe beträgt maximal:

$$h_{stau} = (v_f^2) / (2 * g)$$

*Stauhöhe bei Hindernissen*

Kolktiefe



Die Kolktiefe an überschwemmungsgefährdeten Gebäuden kann nach Kohli (1998) detailliert bestimmt werden, wenn neben der Fließgeschwindigkeit und der Überschwemmungshöhe auch die Überschwemmungsdauer und die Korn-

verteilung des gefährdeten Erdmaterials bekannt sind. Eine detaillierte Berechnung ist bei nicht unterkellerten Gebäuden notwendig. Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse für 2 Standardfälle aufgelistet:

Bei unterkellerten Gebäuden ist die Gefährdung durch Unterkolkung v.a. für Gebäude entlang des Flussbettes von Bedeutung (Gefährdungsbild 4).

Parameter	Beispiel 1	Beispiel 2
Fließgeschwindigkeit, $v_f$	2 m/s	0.90 m/s
Überschwemmungshöhe, $h_f$	0.5 m	1 m
Überschwemmungsdauer, $T$	9 h	24 h
Korndurchmesser 50%, $d_{50}$	0.02 m	0.008 m
Korndurchmesser 90%, $d_{90}$	0.08 m	0.03 m
Kolktiefe, $h_k$	1.10 m	0.60 m

1 Auflast durch Feststoffablagerungen

Durch die Ablagerung von Feststoffen entstehen vertikale und horizontale Erdkräfte. Diese müssen berücksichtigt werden, wenn dies nicht bereits bei den hydrostatischen Kräften durch ein erhöhtes Raumgewicht geschieht.

Der vertikale Erddruck (Auflast) beträgt:

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

*Auflast infolge Feststoffablagerungen*

Die Dichte dieser Feststoffe beträgt

$$\rho_a = 2.0 \text{ t/m}^3 \text{ (Richtwert)}$$

*Dichte der Feststoffablagerungen*

2 Anprallkraft von Einzelkomponenten

Können Blöcke oder andere Feststoffe mitgerissen werden, so ist zusätzlich zum Druck aus hydrostatischer  $q_h$  und hydrodynamischer  $q_f$  Beanspruchung eine Anprallkraft solcher Einzelkomponenten zu berücksichtigen.

Anhand der Berechnungsannahmen unter Kapitel Steinschlag kann mit folgenden statischen Ersatzkräften  $Q_e$  gerechnet werden, welche auf eine Betonwand der Dicke  $l_h = 0.3 \text{ m}$  und der Spannweite  $l_s = 2.5 \text{ m}$  einwirken:

(Annahmen: duktiler Bruchverhalten, max. Durchbiegung 25 mm, keine Einspannung, Auftrieb der Blöcke berücksichtigt,  $C_k = 0.4$ ,  $\gamma_Q = 1.0$ ,  $\gamma_R = 1.0$ )

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

$$Q_e' = (Q_e \cdot 2.5 \cdot l_h) / (0.3 \cdot l_s)$$

Diese statische Ersatzkraft kann an beliebiger Stelle der Überschwemmungshöhe auftreten und verteilt sich gleichmässig über die Anprallfläche A:

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

3

4

5

6

7

Masse des Blocks m	Fließgeschwindigkeit $v_f$	Anprallfläche A	statische Ersatzkraft $Q_e$
0.1 t	2 m/s	0.30 m x 0.30 m	2 kN
0.5 t	2 m/s	0.50 m x 0.50 m	10 kN
0.1 t	4 m/s	0.30 m x 0.30 m	8 kN
0.5 t	4 m/s	0.50 m x 0.50 m	40 kN



Nässe und Schmutz



Vernässung und Schmutzeinlagerung führen zu teilweise bis vollständigem Wertverlust an Gebäudeausbauten (Böden, Wände, Decke), Installationen und Gebäudeinhalten. In Einzelfällen kann auch das Tragwerk betroffen sein. Die Funktionstüchtigkeit und die äussere Gestalt werden so geschädigt, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht mehr gewährleistet ist. Der Einflussbereich der Vernässung ist in der Regel grösser als die maximale Überschwemmungstiefe. Bei Gebäuden können durch die Kapillarität in Wänden und durch das Verdunsten von Wasser auch Bereiche oberhalb der Überschwemmungshöhe betroffen sein. Als 'Schmutz' wirken alle mitgeführten löslichen und nicht löslichen Stoffe im Wasser.

*Nässewirkungen:*

- Wertverlust durch Absorption von Wasser:  
Produkte aus Holz, Papier, Textilien, Gips usw. erleiden meistens einen Totalschaden. Das Aufsaugen von Wasser verändert die äussere Gestalt.

- Kurzschluss bei elektrischen Einrichtungen:  
Die Anwesenheit von Wasser führt bei nicht isolierten Anschlüssen zu Kurzschluss. Als Folge des Lichtbogens kann ein Brand ausgelöst werden.

- Reaktion mit gelagerten Stoffen:  
Stoffe können mit zutretendem Wasser eine chemische Reaktion (Brand, Explosion) auslösen.

*Schmutzwirkungen:*

- Wertverlust durch Absorption mitgeführter Geruchsstoffe:  
Mit Fäkalien oder Öl kontaminiertes Wasser kann bei Objekten allein durch die eingelagerten Geruchsstoffe zu einem Totalschaden führen.

- Wertverlust durch Einlagerung von Feststoffen:  
Feine Feststoffe können aus porösen Materialien oft nicht mehr entfernt werden.

- Beeinträchtigung der Funktionstüchtigkeit bei elektrischen und mechanischen Einrichtungen:  
Eingelagerte Feststoffe in elektrischen oder mechanischen Apparaten führen zu Betriebsstörungen und können oftmals nicht mit verhältnismässigem Aufwand entfernt werden.

1 Übersicht Massnahmen

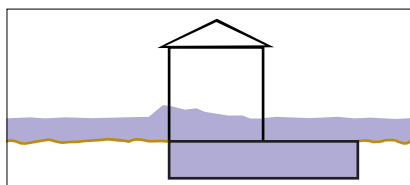
Bei Überschwemmungen ist zwischen permanent und temporär wirkenden Vorkehrungen zu unterscheiden.

Vorkehrung	Beschreibung
permanent	Die Massnahmen am Objekt wirken permanent. Es sind vom Menschen während des Ereignisses keine Eingriffe zur Gewährleistung des Schutzes notwendig.
temporär	Es sind Massnahmen vorbereitet, welche zur Erreichung ihrer Funktionstüchtigkeit eines organisatorischen Aufwandes bedürfen. Der Einsatz solcher Massnahmen bedarf einer Hochwasser-Vorwarnung.

2

Zum Schutz vor Hochwasser stehen folgende 3 Schutzkonzepte zur Wahl:

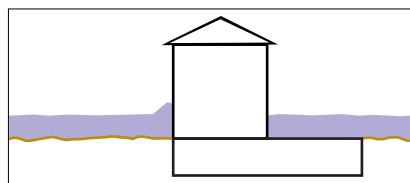
3



Nasse Vorsorge

– Nasse Vorsorge: die Überschwemmung des Gebäudes wird bewusst zugelassen. Der Schaden wird gering gehalten durch die Verwendung wasserunempfindlicher Materialien des Innenausbau und durch angepasste Gebäudenutzung.

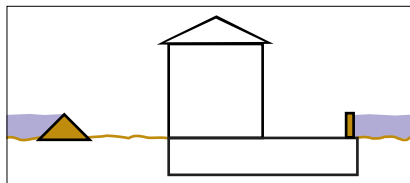
4



Abdichtung

– Abdichtung: Das Gebäude wird wasserdicht als weisse oder schwarze Wanne ausgebildet. Schäden entstehen lediglich durch Verschmutzung der Gebäudehülle.

5



Abschirmung

– Abschirmung: Das Wasser wird mittels Barrieren oder durch Höherlegung des Gebäudes ferngehalten.

6

Die Nasse Vorsorge wird vornehmlich bei bestehenden Gebäuden mit Auftriebsproblemen angewandt.

7 Nutzungskonzept der Innenräume

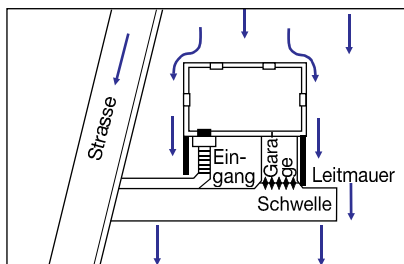
Durch eine angepasste Nutzung der Innenräume kann das Personen- und Sachrisiko von nicht hochwassersicheren Gebäuden erheblich reduziert werden. Das Augenmerk liegt insbesondere auf Untergeschossen. Das Personenrisiko ist dort zum Beispiel hoch,

wenn Arbeitsplätze eingerichtet werden und der Fluchtweg zugleich der Haupteintrittsweg des Wassers darstellt. Das Sachrisiko kann minimal gehalten werden, wenn sich zur Hauptsache wasserunempfindliche Güter und Installationen in Untergeschossen befinden.



Lage des Erdgeschosses und von Öffnungen

· Höhenlage des Erdgeschosses  
Die Höhenlage des Erdgeschosses gegenüber dem umliegenden Terrain bestimmt zu einem grossen Teil die Verletzlichkeit einer Baute gegenüber Überschwemmungen. Mit der Geschosslage wird die Höhe der Eingänge und damit der bedeutendsten Eintrittsöffnungen



· Lage von Eingängen  
Ist ein Gebäude resp. ein Grundstück von einer hauptsächlichen Zuflussrichtung der Überschwemmung betroffen, so ist die Lage von Eingängen an strömungsabgewandten Seiten zu wählen. Dies ist insbesondere bei Bauten auf Wildbachkegeln bedeutungsvoll. Die bergseitige Aussenwand sollte auf der Höhe des Erdgeschosses lediglich Fenster aufweisen und keine Eingänge oder Lichtschächte von Untergeschossen. Strömungsparallele und strömungsabgewandte

von Wasser festgelegt. Unerwünschte Treppen bei erhöhter Anordnung des Erdgeschosses können mittels Rampen vermieden werden. Diese Massnahme mündet schlussendlich in die Massnahme einer erhöhten Anordnung des Gebäudes (vgl. Abschirmungsmassnahmen weiter hinten).



Aussenwände sind vor der dynamischen Beanspruchung geschützt. Eingänge werden dadurch bedeutend geringer belastet.  
· Höhenlage von Öffnungen  
Die Höhenlage von Öffnungen wie Lichtschächte, Lüftungsschächte, Fenster, undichte Leitungsanschlüsse und Garageneinfahrten bestimmt ebenfalls massgeblich die Verletzlichkeit einer Baute gegenüber Überschwemmungen. Zu wenig hoch reichende Licht- und Lüftungsschächte wirken als Hauptzuflüsse bei der Überschwemmung von Untergeschossen.

Materialwahl des Innenausbaus (Böden, Wände und Decken)

Schäden an Bodenbelägen treten auf, wenn das verwendete Material Wasser in grösseren Mengen absorbiert, nicht resistent ist bei leicht saurem oder basischem Milieu oder undurchlässig ist und dadurch keine Verdunstung von

Wasser aus dem Rohboden erlaubt. Weitere Schäden sind zu erwarten, wenn das Kontaktmedium zwischen Rohboden und Bodenbelag wasserlöslich ist.

Nässeempfindlichkeit	Bodenbelagtyp
Gering	Naturstein, Cement, Ton, Epoxy <sup>1</sup> , Mastixharz <sup>1</sup> , Polyurethan <sup>1</sup> , Silikon <sup>1</sup> , Gummi
Mittel	Keramikplatten <sup>2</sup>
Hoch	Teppiche, Textil- und Kunststoffbeläge, Holz, Kork, Linoleum

<sup>1</sup>: an Ort eingegossen

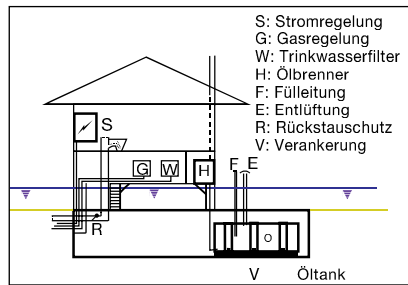
<sup>2</sup>: mit säure- und alkalibeständigem Mörtel

Bei Wänden und Decken führen dieselben Faktoren wie bei Fussböden zu einer Schädigung.

Nässeempfindlichkeit	Wand- und Deckentyp
Gering	Beton, Naturstein, Backstein, Metall, Ton, Gummi <sup>1</sup> , Glas
Mittel	Kunststoffplatten <sup>1</sup>
Hoch	Gips, Holz, Kork, Farbanstrich <sup>2</sup> , Tapeten, Isolierung <sup>3</sup>

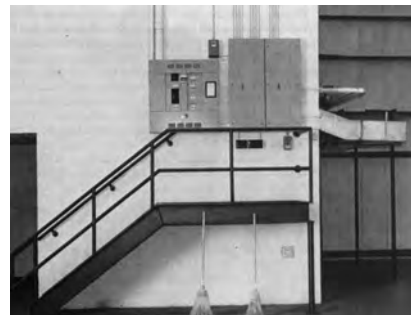
- <sup>1</sup>: mit wasserunempfindlichem Kontaktmedium
- <sup>2</sup>: mit Ausnahme von Polyester-Epoxy Farben
- <sup>3</sup>: mit Ausnahme von Produkten aus Schaum und geschlossenen Zellsystemen

3 Konzept der Versorgungseinrichtungen



Trinkwasserversorgung

Die Hauptleitung der Trinkwasserzufuhr zu Gebäuden ist in der Regel mit einem Filter versehen. Dieser kann während einer Überschwemmung beschädigt werden oder vollständig verstopfen, so dass die Trinkwasserzufuhr unterbunden wird. Eine Anordnung solcher Filter oberhalb der Überschwemmungskote gewährleistet einen dauernden Zugang zur Beseitigung allfälliger Funktionsstörungen.



Stromversorgung

Die Funktionstüchtigkeit der Elektrizitätsversorgung kann bei nicht wasserdichten Gebäuden durch folgende Massnahmen gewährleistet werden:

- Anordnung von Hauptschalter, Mess-, Verteil- und Regeleinrichtungen oberhalb der Überschwemmungskote des Gebäudes.
  - Getrennte Leitungsführung zur Versorgung von Gebäudeteilen unterhalb bzw. oberhalb der Überschwemmungskote
  - Automatische Netzabtrennung von Verteilleitungen unterhalb der Überschwemmungskote, wenn sich Wasser am Boden dieser Gebäudeteile ansammelt.
- Ein Unterbruch der Stromversorgung verursacht unzählige Sekundärschäden (beispielsweise die Stilllegung von Arbeitsplätzen bei Gewerbe- und Industriegebäuden). Eine möglichst schnelle Wiederinbetriebnahme innerhalb von Gebäuden ist daher von grosser Bedeutung und wird gefördert, wenn die aufgelisteten Massnahmen berücksichtigt werden. Die Einrichtung einer netzunabhängigen Notstrombeleuchtung ist besonders für grössere Gebäudekomplexe wichtig, aus welchen im Katastrophenfall Personen oder Sachgüter evakuiert werden müssen (z.B. Untergeschosse bei Spitälern, Gewerbe- und Industriebetrieben, Tiefgaragen u.a.). Die aufgelisteten Massnahmen gelten in ähnlicher Weise für Gasversorgungen in Gebäuden. Eine Hilfestellung bieten die Regelwerke des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) und die Richtlinie VDI 6004 (VDI 2004).

Verankerung von Öltanks

Werden Öltankanlagen oberhalb der Überschwemmungskote angeordnet, so ist ihr Betrieb (bei nicht unterbrochener Stromversorgung) während und nach einer Überschwemmung gewährleistet und Sekundärschäden durch freigesetztes Öl können vermieden werden.

Ist eine erhöhte Anordnung nicht möglich, so beschränken sich die Schutzmassnahmen auf eine wasserdichte Lagerung des Öls.

Der Tank muss gegen Aufschwimmen gesichert werden und dem äusseren Wasserdruck (Beulen) standhalten. Zu- und Abflussleitungen sind ebenfalls zu fixieren. Das Ende des Tankentlüftungsrohres muss über die Überschwemmungskote reichen. Die Zuflussleitung zum Ölbrenner ist mit einem Ventil zu versehen, welches bei Wasseransammlung auf dem Boden des Heizungsraumes automatisch schliesst.

Rückstauschutz der  
Kanalisation



Bei Kanalisationsleitungen ist der Schutz vor einem Rückstau resp. Rückfluss die wichtigste Massnahme. Mittels verschiedener Typen von Rückstauklappen und -schiebern kann eine Überschwemmung im Gebäudeinnern durch Rückströmungen im Kanalisationsnetz vermieden werden.

Es wird unterschieden zwischen:  
· Automatischen Rückstauklappen  
· Manuellen Rückstauschiebern  
· Kombinationen davon  
Der Vorteil der automatischen

Rückstauklappe liegt in ihrer Unabhängigkeit bezüglich eines menschlichen Eingriffes. Dies ist wichtig, da der Eintritt eines Rückstaus nicht direkt wahrnehmbar ist. Die Anordnung solcher Rückflusssperren kann bei Gebäuden ausserhalb des potentiellen Überschwemmungsgebietes ebenfalls von Bedeutung sein. Insbesondere wenn die oberirdische Ausdehnung durch Hindernisse beschränkt wird, kann es zur (inneren) Überschwemmung von Gebäuden in an sich unbetroffenen Gebieten kommen. Soll während des Überschwemmungsereignisses eine ununterbrochene Schmutzwasserabfuhr möglich sein (z.B. bei Spitälern, Pflegeheimen etc.), so ist die Anordnung eines parallel geschalteten, isolierten Auffangbeckens vorzusehen.

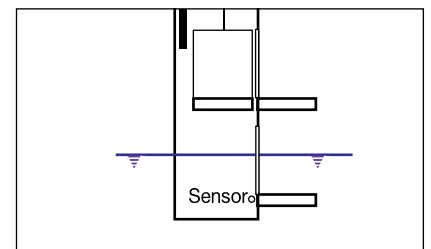
Fluchtwege

Gebäudeteile unterhalb der Überschwemmungskote müssen über Treppen oder Leitern verlassen werden können, um Gebäudeteile oberhalb der Überschwemmungskote zu erreichen.

Bei Gebäuden mit nur einem Stockwerk sollte der Aufstieg auf das Dach möglich sein.

Massnahmen an  
Aufzugsanlagen

Bei Personen- und Warenliften ist darauf zu achten, dass sich die Ruheposition dieser Anlagen oberhalb der Überschwemmungskote befindet, Wasseransammlungen im Liftschacht sollen mittels Sensor eine Alarmmeldung auslösen und den Betrieb einstellen.



1 Schutz von Öffnungen

*Permanente Vorkehrungen:*  
 Als permanent wirkende Vorkehrung kann die Verwendung von wasserdichten, verstärkten Türen und Fenstern angeführt werden. Türen sind von aussen anzuschlagen. Lichtschächte sind erhöht anzuordnen. Bei Fenstern muss die auftretende Last über die Scheibe auf den Rahmen und von diesem auf die angrenzende Konstruktion abgetragen werden können. Für Überschwemmungen geringer



Fliessgeschwindigkeit (Gefährdungsbild 1) vermittelt die folgende Tabelle eine Übersicht bezüglich der entsprechenden Bemessung (Quelle: Schweiz. Institut für Glas am Bau, Zürich):

Einfachglas	Wasserspiegel 1 m	1.5 m	2.0 m
4-seitig gelagert ab UK Scheibe			
Abmessungen	resp. Scheibe in ihrer		
Höhe x Breite	Höhe voll eingestaut	0.5 m überstaut	1.0 m überstaut
100 x 100 cm	15 mm Float/ VSG aus 2x8 mm Float	19 mm Float/ VSG aus 2x12 mm Float	VSG aus 2x19 mm Float
100 x 200 cm	VSG aus 2x12 mm Float	--	--

Float: Spiegelglas nach EN 572-Teil 2  
 VSG: Verbundsicherheitsglas nach EN 12543 Teil 2.  
 Bei der Verwendung von Isolierglas sollte die äussere Scheibe entsprechend dem Einfachglas nach obiger Tabelle gewählt werden mit einer Gegenscheibe von mindestens 8 mm Dicke.

Bei Neubauten kann eine architektonisch befriedigende Lösung gesucht werden, indem solche Schutzschilde direkt unter den Öffnungen in die Fassade integriert werden. Im Ereignisfall sind diese dann heraufzufahren.



Bei Überschwemmungen mittlerer bis hoher Fliessgeschwindigkeit (Gefährdungsbilder 2 und 3) sind die Fenster einem erhöhten statischen Druck und dem Anprall von Einzellasten ausgesetzt (Treibgut). Mittels Sprossen, Prallplatten oder Dammbalken kann diese Einwirkung reduziert werden. Für diese Beanspruchung sollen die Empfehlungen unter Kapitel Murgang berücksichtigt werden.



*Temporäre Vorkehrungen:*  
 Öffnungen können temporär mittels Metall- oder Holzschutzschildern geschützt werden. Zum Schutz von Öffnungen an bestehenden Bauten existieren hierzu Standardlösungen von einigen Herstellerfirmen.



2

3

4

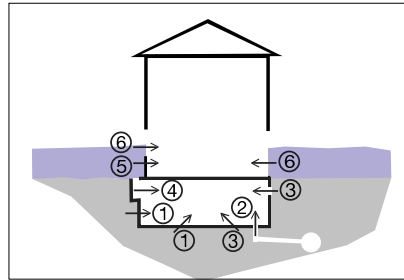
5

6

7

Wassereintritt in Gebäude

Der Wassereintritt in ein Gebäude erfolgt über folgende möglichen Wege:



- 1 Grundwasser durchdringt Kellerwände/sohle
- 2 Wasserrückstau aus der Kanalisation
- 3 Grundwasser dringt durch undichte Hausanschlüsse (Rohrwege, nicht druckwasserdicht ins Mauerwerk eingebettete Kabel) oder durch undichte Fugen

- 4 Hochwasser strömt durch Lichtschächte und Kellerfenster
- 5 Hochwasser durchsickert die Aussenwand
- 6 Hochwasser dringt durch Tür- und Fensteröffnungen

Abdichtung der Gebäudehülle

Der Grad der Dichtigkeit der Gebäudehülle lässt sich aus der Sicht von Überschwemmungen in folgende 3 Stufen unterteilen:

Dichtigkeitsgrad	Beschreibung
Vollkommen dicht	Das Gebäude oder der bezeichnete Raum ist vollkommen undurchlässig gegenüber Wasser unter den Einwirkungen der Überschwemmung.
Massgeblich dicht	Das Gebäude oder der bezeichnete Raum ist massgeblich dicht gegenüber Wasser. Der Eintritt von Wasserdampf durch Wände oder von geringsten Sickermengen durch Ritzen ist möglich. Dies führt aber höchstens zu einer Wasserakkumulation von Zentimetern am Boden eines solchen Raumes während der Dauer der Überschwemmung.
Undicht	In das Gebäude oder den bezeichneten Raum tritt während der Überschwemmung so viel Wasser ein, dass der Wasserspiegel innerhalb des Gebäudes annähernd mit dem Wasserspiegel ausserhalb desselben korrespondiert.

Zur Erreichung einer vollkommen dichten Gebäudehülle stehen folgende Verfahren zur Verfügung:  
 · Wasserdichte Betonkonstruktionen, Sperrbeton

· Konstruktionen mit Wassersperrschicht, Bitumenabdichtung  
 Diese zwei Verfahren weisen folgende Eigenschaften auf:

Kriterium	Bitumenbahn	Sperrbeton
Funktion	dichtend	dichtend und tragend
Elastisches Verhalten	gross, Rissüberbrückung	klein, Rissgefahr
Dampfdichtigkeit	vorhanden	nicht vorhanden

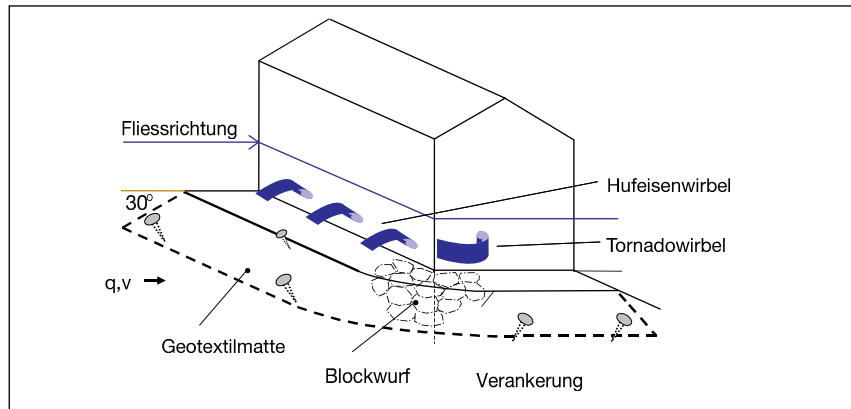
Im weiteren ist auf die Normen SIA 272 (Grundwasserabdichtungen) und SIA 274 (Fugenabdichtungen in Bauwerken) hinzuweisen.



Ein allfälliges Restrisiko hinsichtlich durchsickerndem Wasser kann effizient durch die Anordnung einer Tauchpumpe im Untergeschoss verringert werden.

1 Kolkenschutz von Fundamenten

2



3

Die Reduktion des Kolks wird hauptsächlich durch die räumliche Einengung der am Gebäude entstehenden Wirbelsysteme erreicht. Es handelt sich hierbei einerseits um den Hufeisenwirbel. Diesem wird mit einer horizontalen Verbauung entgegengewirkt. Als kostengünstige und flexible Lösung hat sich hier der Einbau von geotextilen Drainmatten bewährt.

Andererseits muss dem Tornadowirbel entgegengetreten werden. Dies erfolgt mittels vertikaler Verbauungen im Eckbereich des Gebäudes. Hier kann mittels eines Blockwurfes der notwendige Kolkenschutz erreicht werden. Details zur Bemessung finden sich in Kohli 1998.

4


5

6

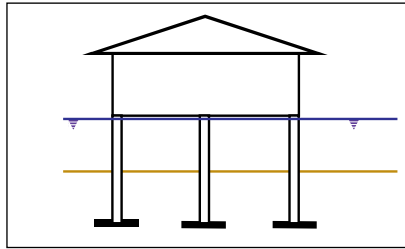
7



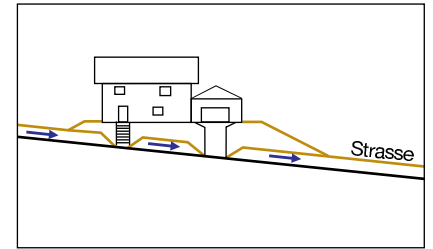
Einzelne Abschirmungsmassnahmen können einen massgebenden Einfluss auf die Ausbreitung der Gefährdung ausüben. Solche Massnahmen dürfen nur ergriffen werden, wenn sich durch deren Einsatz die Gefährdung von

benachbarten Objekten nicht erhöht. Dieses Symbol  soll auf diese Problematik hinweisen.

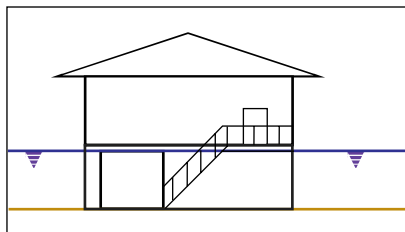
### Erhöhte Anordnung



Anordnung auf Stützen



Anschüttung des Terrains 



Anordnung auf Mauern

Die Anschüttung des Terrains stellt in vielen Fällen bei Neubauten die kostengünstigste und wirksamste Massnahme dar. Das gefährdete Objekt kann so gänzlich vor der Überschwemmung geschützt werden (Ausnahme: vertieft angeordnete Gebäudezugänge). Bei Stellen mit hohen Fließgeschwindigkeiten muss die Anschüttung gegen äussere Erosion geschützt werden. Bei diesen Massnahmen ist auf eine gute landschaftsplanerische Einfügung ins Terrain zu achten.

Die Anordnung auf Stützen stellt eine effiziente Schutzmassnahme dar, welche zudem viel gestalterischen Freiraum belässt. Der gewonnene Raum unter dem Gebäude kann als Park- oder Freizeitfläche benutzt werden. Werden Mauern anstelle von Stützen verwendet, so wird die Nutzungsmöglichkeit unter dem Gebäude nochmals erweitert.

### 1 Schutzdamm oder Schutzmauer →

2

3

4

5

6

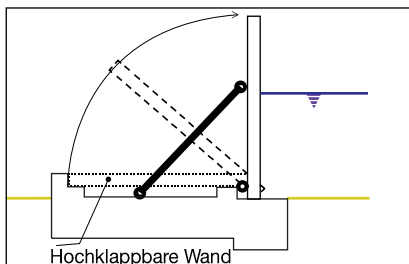
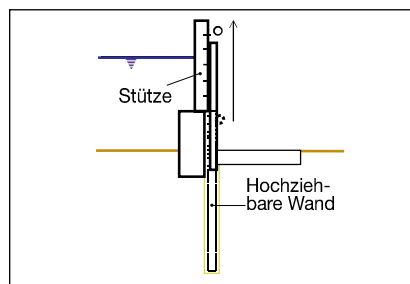
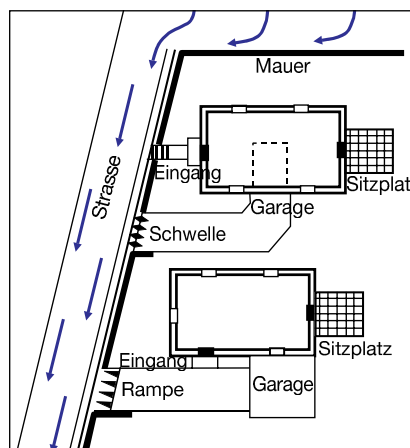
7

#### Permanente Vorkehrungen:

Die Erstellung eines Damms oder einer Mauer mit Rampenzufahrt stellt eine permanente Vorkehrung dar. Weist die Zufahrt anstelle einer Rampe ein wasserdichtes Tor auf, so handelt es sich um eine temporäre Vorkehrung. Bei dieser Lösung ist nicht gewährleistet, dass sich das Tor im Ereignisfall in der geschlossenen Position befindet. Bei Dämmen und Mauern sind die üblichen Nachweise bezüglich Standfestigkeit, Kippen, Gleiten, Setzungen, äusserer und innerer Erosion, hydraulischem Grundbruch und Dichtigkeit zu erbringen. Leckwasser und unterströmtes Sickerwasser muss in Pumpensümpfen aufgefangen werden. Dies ist insbesondere in Gebieten mit langer Überschwemmungsdauer von Bedeutung.

#### Temporäre Vorkehrungen:

Als temporäre Vorkehrung können hochziehbare oder hochklappbare Konstruktionen vorgesehen werden. Bei langer Vorwarnzeit sind zudem mobile Dammbalkensysteme, Sandsackdämme und Kombinationen davon als Notfallmassnahme einsetzbar.



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, Abdichtung/Verstärkung und Abschirmung ergibt sich eine wirkungsvolle Risikoverminderung.

		Konzeption							Abdichtung Verstärkung			Abschirmung	
Massnahmenkombination	Gefährdungsbild	Lage Erdgeschoss/Öffnungen	Nutzungskonzept Innenräume	Materialwahl Innenausbau	Verteilssystem Energie/Wasser	Rückstauschutz Kanalisation	Verankerung Öltankanlagen	Fluchtwege	Öffnungen	Gebäudehülle	Kolkschutz Fundament	Erhöhte Anordnung	Schutzdamm/Schutzmauer
		<b>Bestehende Baute</b>											
A	1/2		•			•	•	•					
B	1/2					•	•	•	•				
C	1/2					•		•	•	•			
D	3					•		•	•	•	•		
E	4							•	•	•	•		
F	1/2											•	
G	1/2					•							•
<b>Neubaute</b>													
H	1/2		•	•	•	•	•	•					
I	1/2	•	•			•		•	•	•			
J	1/2/3	•										•	
K	3		•			•		•	•	•	•		
L	1/2/3	•				•							•
M	4	•	•					•		•	•		

2

3

4

5

6

7

### 1 Massnahmenkombination A

Diese Kombination enthält die minimalen Vorkehrungen bei bestehenden Bauten (Nasse Vorsorge). Die Personensicherheit wird gewährleistet und Sekundärschäden, ausgehend von Öltankanlagen, werden vermieden.

Eine Überschwemmung des Gebäudeinnern kann nicht vermieden werden. Sachschäden werden dennoch minimal gehalten, indem in Untergeschossen auf eine angepasste Nutzung und Lagerhaltung geachtet wird.

### 2 Massnahmenkombination B

Gegenüber Kombination A weist diese Variante zusätzlich eine Abdichtung / Verstärkung von Öffnungen auf. Der Eintritt von Wasser über Eingänge, Lichtschächte, Lüftungsschächte und Fenster wird unterbunden.

Lediglich durch undichte Teile der Gebäudehülle kann Wasser eintreten.

### 3 Massnahmenkombination C

Die Gebäudehülle wird, wo notwendig, verstärkt und abgedichtet. Die bestehende Baute weist zusammen mit den übrigen Vorkehrungen (gemäss Kombination B) einen optimalen Schutz gegen Wassereindringen auf.

Die Sicherheit gegenüber Auftrieb muss geprüft werden. Massnahmen im Innern der Baute erübrigen sich.

### 4 Massnahmenkombination D

Zusätzlich zu den Massnahmen gemäss Kombination C wird das Gebäude gegen Kolk geschützt, da aufgrund des Gefährdungsbildes Feststofferosionen und -ablagerungen anzunehmen sind.

### 5 Massnahmenkombination E

Dieses Massnahmenpaket ist speziell auf Gefährdungsbild 4 (Gerinneerosion) ausgerichtet. Mittels Kolkschutzmassnahmen, einer Verstärkung und Abdichtung der betroffenen Aussenwand und dem Schutz allfälliger Öffnungen kann

die bestehende Baute geschützt werden.

### 6 Massnahmenkombination F

Unter der erhöhten Anordnung bestehender Bauten wird die Anhebung verstanden. Das Gebäude oder zumindest der Gebäudeteil über Terrain wird mittels hydraulischer Pressen angehoben. Das Erdgeschoss kommt so über die Überschwemmungskote zu

liegen. Die Abstützung des neu entstandenen Zwischengeschosses erfolgt über Stützen oder Aussenmauern. Dies stellt für leichte Holzkonstruktionen eine günstige und sehr effiziente Variante des Objektschutzes dar.

### 7 Massnahmenkombination G

Um das betroffene Gebäude resp. Grundstück wird eine Schutzmauer oder ein Schutzdamm erstellt. Die Zufahrt wird als Rampe ausgebildet oder zumindest mit einem wasserdichten Tor versehen. An der tiefsten Stelle hinter dem Schutzbau-

werk wird ein Pumpensumpf mit Tauchpumpe installiert zur Förderung von Leckwasser. Innerhalb des Gebäudes bedarf es eines Rückstauschutzes der Kanalisation, damit Rückströmungen ausgeschlossen sind.

### Massnahmenkombination H

Diese Kombination stellt eine Lösung bei Neubauten dar, wenn das Eindringen von Wasser über Öffnungen nicht ausgeschlossen werden kann.

Durch geeignete Materialwahl des Innenausbaus, ein angepasstes Energieverteilsystem und weiteren Massnahmen im Gebäudeinnern wird die Schadenempfindlichkeit gering gehalten.

### Massnahmenkombination I

Bei dieser Variante wird die Gebäudehülle wasserdicht ausgebildet. Öffnungen sind erhöht angeordnet oder ebenfalls abgedichtet und verstärkt. Massnahmen im Innern der Baute erübrigen sich hiermit weitgehend.

### Massnahmenkombination J

Die erhöhte Anordnung eignet sich insbesondere bei mittleren bis hohen Überschwemmungstiefen. Das Gebäude wird auf einer Anschüttung erstellt oder es wird eine entsprechende Konstruktion mit Stützen oder Stützwänden

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

### Massnahmenkombination K

Zusätzlich zu den Massnahmen gemäss Kombination I wird das Gebäude gegen Kolk geschützt.

### Massnahmenkombination L

Mittels Mauern oder Dämmen wird ein Neubau oder eine Neuüberbauung vor der Überschwemmung geschützt. Bei jeder Baute wird der Rückstauschutz der Kanalisation sichergestellt. Das Erdgeschoss und terrainnahe Öffnungen werden

leicht erhöht angeordnet, wenn mit Grundwasseraufstoss oder Sickerwasser zu rechnen ist.

### Massnahmenkombination M

Bei einem Neubau nahe eines Gerinnes wird die erosionsgefährdete Aussenwand vor Kolk geschützt, verstärkt und abgedichtet. Die Höhenlage von Öffnungen entlang dieser Aussenwand wird erhöht gewählt.

---

## Impressum

Alle Rechte vorbehalten  
© 2005  
Vereinigung Kantonalen 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 Kantonalen  
Feuerversicherungen (Hrsg.),  
Bern, 2005.

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