

## UMWELT UND PLANUNG



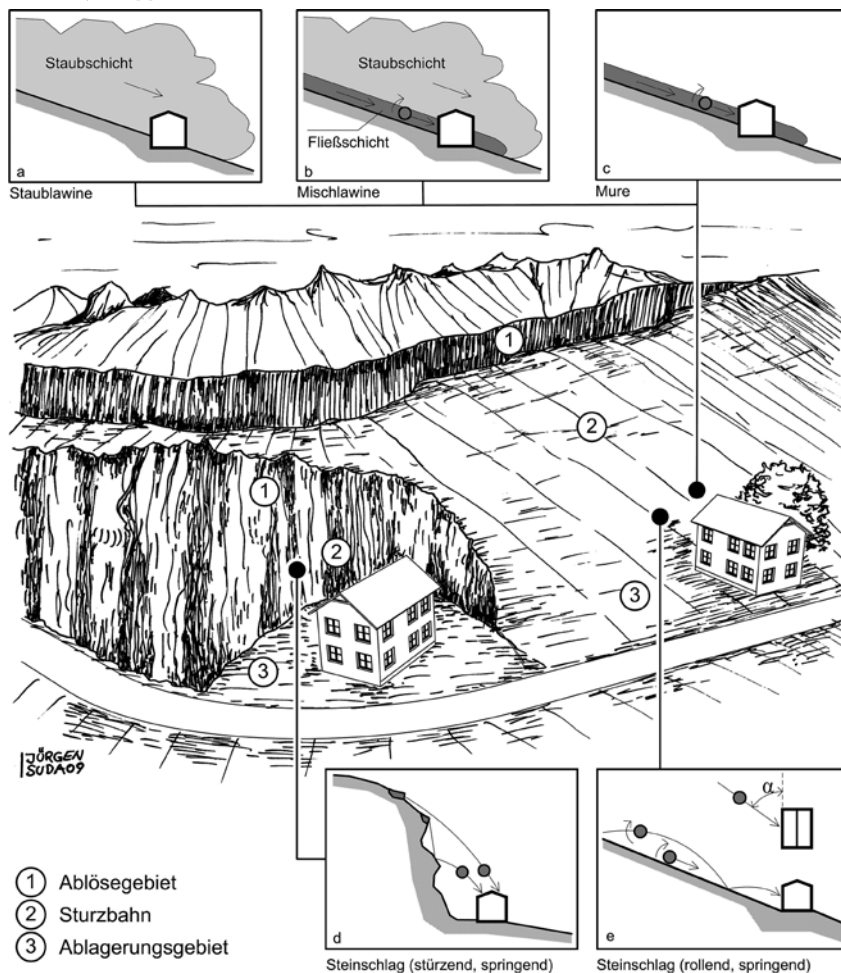
Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, BOKU Wien Initiator der Serie „Umwelt und Planung“

### Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Naturgefahren im alpinen Raum

Aufgrund der gebirgigen Topographie Österreichs sind nur rund 38 Prozent des Bundesgebiets als Dauersiedlungsraum geeignet. Aus diesem Grund sind „alpine“ Naturgefahren (Sturzflut, Muren, Steinschlag und Lawinen) von besonderer Bedeutung [1]. Als primäre Ursachen für die Zunahme des Risikos durch Naturkatastrophen werden die intensive Nutzung potenziell gefährdeter Gebiete und der Klimawandel angeführt. Zudem erzwingt die alpine Topographie Österreichs eine Konzentration der Besiedelung im Voralpengebiet und in den Talniederungen. Naturgemäß ist das Schadenspotenzial in diesen Gebieten besonders hoch [3].

Nach Untersuchungen des Umweltbundesamtes herrscht in Österreich weiterhin eine starke Zunahme des Flächenverbrauchs, die auf verschiedene Faktoren – z.B. steigende Wohnansprüche, demographischer Wandel, Urbanisierung und „Zersiedelung“ des ländlichen Raums, steigende Mobilität, Dezentralisierung der Versorgung, touristische Erschließung, Agrarstrukturwandel – zurückzuführen ist. Da bereits ca. 40 Prozent des Dauersiedlungsraumes in Österreich verbraucht sind, nimmt der Erschließungsdruck auf durch Naturgefahren bedrohte Flächen besonders in den Alpen zu. Damit steigt auch der Bedarf an Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen für Bauwerke stetig an [1]. Für Österreich wurden Strategien zur Prävention und Risikoreduktion vor Naturgefahren entwickelt, die neben der Flächenvorsorge, der Verhaltensvorsorge und der Risikovorsorge auch die Bauwerksvorsorge vorsehen. Die Bauwerksvorsorge umfasst Schutzkonzepte für sichere Baulandentwicklung und Ausführung von Bauwerken in Gefahrenzonen. Sie setzt im Wesentlichen auf zwei Strategien: einerseits auf die gefahrenangepasste Gebäudenutzung und -ausstattung, andererseits auf Maßnahmen zur Abschirmung (direkt am oder unmittelbar vor dem Gebäude) oder Abdichtung von Gebäuden gegen die Einwirkung von Naturgefahren (Gebäudeschutz) [3]. Im Nachfolgenden wird auf Gebäudeschutzkonzepte für Naturprozesse im alpinen Raum (Sturzflut, Muren, Steinschlag und Lawinen) näher eingegangen.

Abb. 1: Gefährdungsbilder, die aus Lawinen, Muren und Steinschlägen resultieren; nach [1]



#### Naturprozesse und Gefährdungsbilder

Vor dem Entwurf eines Gebäudeschutzkonzeptes muss die Art der Naturgefahr und die daraus resultierenden Beanspruchungen bzw. potenziellen Schäden am Gebäude bestimmt werden. Die Summe dieser Beanspruchungen und Schäden wird in einem Gefährdungsbild zusammengefasst.

Hinter jeder Naturgefahr stehen ein oder mehrere Naturprozesse, welche diese auslösen. Eine Gefahr entsteht, wenn Naturprozesse auf Menschen oder deren Besitztümer (Siedlungen oder Infrastrukturen) einwirken und Schäden verursachen. Während in den Niederungen hauptsächlich Katastrophen durch Überflutungen und meteorologische Einwirkungen (Sturm, Hagel) ausgelöst werden, sind in Hanglagen Bedrohungen durch Fließprozesse (Muren, Sturzfluten, Lawinen) und Sturzprozesse (Steinschlag, Felssturz) besonders relevant. Die wichtigsten Gefährdungsbilder für diese Prozesse sind in Abb. 1 dargestellt.

Die Gefährdung von Lawinen geht durch den hochenergetischen Verlagerungsprozess des Schnees aus. Gebäude werden durch die Fließschicht einer Lawine (Gefährdungsbild b in Abb. 1) je nach Topographie und Gestalt des Gebäudes durch Umfließen, Überfließen oder durch Anprall beansprucht. Die Höhe der Beanspruchung ist von der Dichte der Lawine, den mittransportierten Einzelkomponenten (Blöcke, Wildholz) und der Abflusshöhe abhängig. Die durch die Staubschicht einer Lawine (Gefährdungsbild a in Abb. 1) erzeugten Gefahren resultieren aus dem Staudruck und Sog des Aerosols. Dieser ist mit Sturmböen vergleichbar. Er er-

zeugt an Gebäuden im Luv Druck- und im Lee Sogkräfte an Wänden, Dächern und Gebäudevorsprüngen. Die Beanspruchungen durch Staublawinen sind von der Dichte und der Geschwindigkeit des Aerosols abhängig.

Muren sind Massenverlagerungen aus einem Gemisch von Wasser, Feinmaterial und bis zu tonnenschweren Blöcken. Eine Mure hat deutlich mehr Energie als ein Hochwasser und richtet erheblich höheren Schaden an. Wenn eine Mure auf ein Gebäude stößt (Gefährdungsbild c in Abb. 1), resultieren ein flächiger dynamischer Staudruck und zusätzlich Einzelstöße durch den Anprall mitgeführter großer Blöcke oder Baumstämme. Im weiteren Verlauf wird das Gebäude von der Mure umflossen. Daraus resultieren Reibungskräfte auf die Gebäudehülle. Die Intensität der Einwirkung ist von der Dichte und Fließhöhe der Mure und vom Energielevel der Anprallstöße sowie der Intensität der Erosions- und Ablagerungsvorgänge in unmittelbarer Gebäudenähe abhängig.

Steinschlag ist als das Fallen, Springen und Rollen von einzelnen, isolierten Steinen ( $\emptyset < 0,5$  m) und Blöcken ( $\emptyset > 0,5$  m) definiert. Die Gefahr von Steinschlägen auf Gebäude entsteht durch den Anprall der stürzenden Komponenten. Da das Zerstörungspotenzial der Steinschläge von der Steingröße, der Hanglänge und -neigung und den aus diesen Bedingungen resultierenden Energien abhängt, streut es in großem Maße. Im Freien besteht in steinschlaggefährdeten Bereichen ein hohes Risiko für Personen. Bei großen Blöcken bzw. hohen Energien sind Personen auch innerhalb von Gebäuden gefährdet. Hinsichtlich der Intensität sind stürzendspringende (Gefährdungsbild d in Abb. 1) und rollendspringende Steinschläge (Gefährdungsbild e in Abb. 1) zu unterscheiden.

### Gebäudeschutzmaßnahmen

Die Grundlage jedes Entwurfes von Gebäudeschutzmaßnahmen ist das maßgebliche Gefährdungsbild. Dieses bestimmt die Art der Maßnahmen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Vorhersehbarkeit und die Vorwarnzeit eines Prozesses. Die Vorwarnzeit bestimmt, ob Maßnahmen temporär oder permanent vorhanden sein müssen. Hochwasserereignisse haben oft längere Vorwarnzeiten, Lawinengefahren lassen sich jahreszeitlich eingrenzen, Murgänge und Steinschläge sind nicht vorhersehbar. Aber auch die Nutzungsart des Gebäudes und die damit einhergehende Aufenthaltsdauer von Personen sind wesentliche Parameter, die die Wahl an geeigneten Gebäudeschutzmaßnahmen bestimmen. Weiters sind folgende Kriterien maßgeblich:

- Art, Dauer, Höhe und Intensität der Einwirkungen.
- Status des Bauwerks: Neubau oder Bestand.
- Verletzlichkeit des Bauwerks, bauwerksspezifische Sicherheitsanforderungen.
- Konstruktion, Bauweise und verwendete Baumaterialien.
- Vereinbarkeit der Schutzmaßnahme mit dem Planungsziel des Bauherren, mit den architektonischen und konstruktiven Konzepten (Anforderungen), mit der ortsüblichen Bauweise und mit der Landschaftsbezogenheit.
- Vereinbarkeit mit anderen Entwurfsanforderungen (z.B. barrierefreies Bauen, bauphysikalische Anforderungen).
- Wirtschaftlichkeit und rechtliche Zulässigkeit der Maßnahme.

### Maßnahmen zum Schutz vor Muren und Lawinen

Schutzmaßnahmen gegen Muren und Fließlawinen sind ähnlich und können gemeinsam betrachtet werden. Dabei müssen die Standsicherheit der Gebäude gegen dynamische Kräfte, den Anprall von Feststoffen, die Abrasionswirkung, die Auflast von abgelagertem Mur- oder Lawinenmaterial sicherstellen sowie das Eindringen von Wasser (bzw. Schmelzwasser) und Feststoffen in das Gebäudeinnere verhindern. Bei Staublawinen kommen zusätzlich Maßnahmen gegen Druck- und Sogwirkungen in höheren Gebäudebereichen dazu. Wegen des hohen Zerstörungspotenzials und Personenrisikos bei Muren und Lawinen ist der Wahl eines sicheren Bauplatzes (Standortes) gegenüber den konstruktiven Gebäudeschutzmaßnahmen generell der Vorzug einzuräumen. Bei mäßiger (mit vertretbarem konstruktivem Aufwand beherrschbarer) Einwirkung aus Muren sind beim Entwurf eines Gebäudes folgende Punkte zu beachten:

- Verbesserung der Robustheit des Tragwerkes sowie Verringerung der Verletzlichkeit.
  - Optimierung der Lage und Form des Gebäudes.
  - Anordnung von Nebengebäuden oder untergeordneten Gebäudeteilen an der Anprallseite (Pufferwirkung).
  - Nutzung der Ablenkung von natürlichen Geländeerhebungen.
  - Gefahrenangepasste Nutzungskonzepte.
  - Vermeidung von Leitungen, Dachrinnen oder Außendämmungen an den exponierten Außenwänden.
  - Anordnung von Schutzräumen (z.B. Lawinenkeller).
- Der Anprall von Murgängen oder Lawinen und groben Feststoffkomponenten (Blöcke, Baumstämme) auf die Außenhülle des Gebäudes wird entweder von einem Schutzbauwerk vor dem Gebäude oder durch Verstärkungsmaßnahmen am Gebäude aufgenommen. ▶

© Florian Ruodolf/Wildau



Abb. 2: Schutzbauwerke vor dem Gebäude: Spaltkeil aus Mauerwerk; Spaltkeil aus Schüttmaterial; aus [1]



© Florian Rudolf-Miklau



Abb. 3: Schutzbauwerke vor dem Gebäude: Auffangdamm aus Mauerwerk („Lawinenerdmauer“)



Ablenkdam zum Schutz eines Hotels; aus [1]

© WTA

**Schutzmaßnahmen vor dem Gebäude**

Folgende Schutzbauwerke vor dem Gebäude stehen zur Auswahl:

- Auffangdamm: Auf Grund des Platzbedarfs für einen Auffangdamm mit entsprechendem Retentionsraum ist diese Maßnahme nur für kleine Muren geeignet.
- Prallwand: Es handelt sich um eine vor dem Gebäude errichtete Wand, welche den Anprall des Fließprozesses aufnimmt. Eine Prallwand soll das Gebäude auf seiner gesamten Breite und Höhe abdecken. Dies ist besonders wichtig bei Staublawinen. (Abb. 3)
- Ablenkdam bzw. Ablenkmauer: Ablenkdamme/-mauern können Staublawinendrucke nur bis zur Dammhöhe auffangen, Druckwellen in größeren Höhen gehen ungebremst über den Dam. Als Gebäudeschutzmaßnahme kommen Ablenkmauern oder -dämme vor allem am Rande von Siedlungen zum Einsatz.
- Spaltkeil für Gebäude und Masten (Abb. 2).

hende (auskragende) Bauteile. Besonderes Augenmerk ist auf Sogbelastungen von Dächern zu legen. Folgende Maßnahmen wirken der Staublawinewirkung entgegen (siehe Abb. 4):

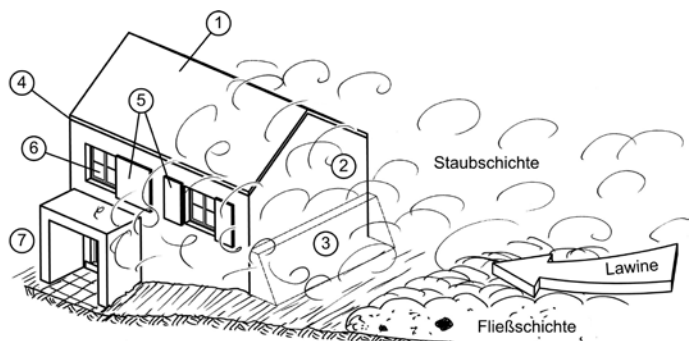
- Bemessung der Dachkonstruktion auf Druck- und Sogwirkung.
- Vermeidung von Dachvorsprüngen an der Anströmseite; an den übrigen Gebäudeseiten: Dachvorsprünge kurz halten oder Verschalung der Traufe.
- Dachformen mit geringer Angriffsfläche: Prinzipiell sind Pult- und Flachdächer günstiger als Giebeldächer. Der Eintritt von Mur- und Lawinenmaterial und Wasser in das Gebäudeinnere führt zu ähnlichen Schadensfolgen wie bei einer Überflutung. Bei der Planung der

**Schutzmaßnahmen am Gebäude**

Bei der Ausführung von Verstärkungsmaßnahmen am Gebäude gegen Muren und Fließlawinen sind folgende Kriterien zu beachten (Abb. 4):

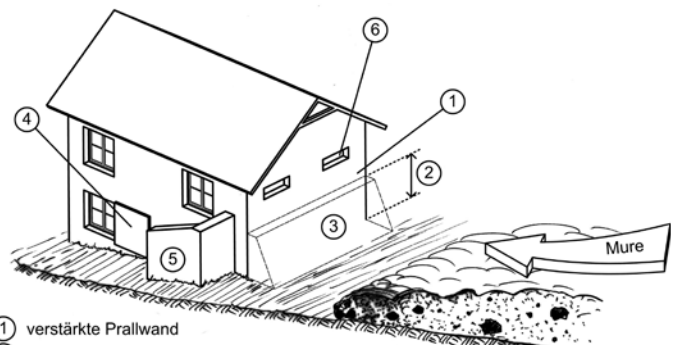
- Neubau: Ausreichende Dimensionierung der Außenmauern (besonders Prallwände) auf Mur- oder Lawinendruckwirkung.
- Bestand: Verstärkung der beanspruchten Außenwände.
- Anordnung eines Dämpfungselementes vor der Prallwand oder Anschüttung von Prallwänden mit Erde.
- Verstärkung freistehender Säulen von Dachkonstruktionen oder Balkonen in Stahlbeton.
- Berücksichtigung entsprechender Lastfälle bei der Bemessung dieser Bauteile.
- Außenwände, die durch Abrasion beansprucht werden, sollten keine Fassadenverkleidungen am Gebäudesockel aufweisen.

Staublawinen erzeugen auf das Gebäude wirkende Druck- und Sogkräfte. Diese wirken besonders auf überste-



- ① verstärktes Dach (gesichert gegen Sogbelastung)
- ② verstärkte Prallwand ohne Öffnungen
- ③ ev. Dämpfungselement
- ④ keine Dachvorsprünge
- ⑤ verstärkte Schiebeelemente oder Fensterläden
- ⑥ Lawinenfenster
- ⑦ Schutz von Eingängen durch Vorhäuser

Abb. 4: Schutzmaßnahmen gegen Eindringen von Lawinenschnee; aus [1]



- ① verstärkte Prallwand
- ② Fließhöhe inkl. Stauhöhe der Mure
- ③ ev. Dämpfungselement
- ④ verstärkte Schiebeelemente oder Fensterläden
- ⑤ Schutz von Fenstern/Eingängen durch Schutzscheiben
- ⑥ kleine Öffnungen in der Prallwand über Fließ/Stauhöhe der Mure

Abb. 5: Konstruktive Schutzmaßnahmen bei Anprall von Muren; aus [1]



Öffnungen sollten daher folgende Kriterien bedacht werden (siehe Abb. 4 und Abb. 5):

- Keine Öffnungen an der von einer Lawine angeströmten Seite des Gebäudes (Prallwand). Bei Muren können Öffnungen oberhalb des Anströmbereiches angeordnet werden.
- Abdeckung der Gebäudeöffnungen (Anprallschutz) durch Stahlgitter, verstärkte Fensterläden oder Schiebeelemente und Schutzscheiben bei Eingängen (z.B. Vorhäuser) oder Terrassen: Fensterläden und Schiebeelemente müssen bei drohender Gefahr vorsorglich geschlossen werden.
- Absicherung von Eingangsbereichen durch Schutzscheiben, Vorhäuser oder externe Stiegenhäuser.

Die Stabilität der Fenster und Türen gegen Lawinendruck kann durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Einbau von Lawinenfenstern gemäß ÖNORM B 5301 und ÖNORM B 5302.
- Anprallschutz für Fenster mittels verstärkter Fensterläden oder Schiebeelemente: Trotz der hohen Belastbarkeit von Lawinenschutzfenstern empfiehlt sich ein Anprallschutz gegen mitgeführte Feststoffe. Diese Maßnahme erfordert das rechtzeitige Schließen der Fensterläden bei Lawinengefahr.
- Anprallschutz für Fenster mittels fest montierter Scheiben aus Panzerglas.

#### Maßnahmen zum Schutz vor Steinschlägen

Auch hier gilt, dass Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag entweder direkt vor dem Gebäude oder am Gebäude selbst angeordnet werden können.

#### Schutzmaßnahmen vor dem Gebäude

Die Schutzmaßnahmen vor dem Gebäude entsprechen jenen vor Muren und Lawinen. Anstelle von starren Prallwänden werden häufig flexible Barrieren (Steinschlagschutznetze) eingesetzt. Bei Auffangdämmen und -mauern ist bei Steinschlag die Anordnung eines Dämpfungselementes notwendig.

#### Schutzmaßnahmen am Gebäude

Energien bis zu einer gewissen Höhe können auch durch Verstärkung der Tragkonstruktion des Gebäudes und der Gebäudehülle selbst aufgenommen werden. Dabei ist zu beachten, dass aus einem Steinschlag hohe Punktlasten resultieren. Bei Verstärkungen der Gebäu-

dehülle ist es wichtig, die Weiterleitung der Kräfte im Tragwerk sicherzustellen. Folgende Maßnahmen direkt am Gebäude stehen zur Auswahl:

- Neubau: Ausreichende Dimensionierung der Außenmauern und Dächer auf Steinschlag.
- Bestand: Zusätzliche Bewehrung in Vorsatzschale aus Stahlbeton oder durch Klebebewehrung bei Außenwänden.
- Anordnung von Dämpfungselementen bei Außenwänden (z.B. Erdkeil mit Grobsteinschichtung).
- Verstärkung des Daches (massiver Dachstuhl aus Holz, Stahlträgern oder Stahlbeton) oder der obersten Geschoßdecke.
- Erdüberschüttung von Flachdächern zur Dämpfung des Aufpralls.
- Vermeidung von Dachflächenfenstern.

Bei der Planung von Gebäudeöffnungen sollten folgende Kriterien bedacht werden (Abb. 6):

- Anordnung von Öffnungen auf der Sturzbahn abgewandten Gebäudefront, nicht in der Prallwand vorsehen. Wenn unbedingt erforderlich, sollten die Öffnungen in der Prallwand klein gehalten und möglichst hoch über dem Bodenniveau eingebaut werden.
- Abdeckung von Öffnungen durch fest installierte Stahlgitter.
- Schutz von Fenstern, Türen und Terrassen durch Schutzscheiben und vorgesetzte Mauern.

#### Zusammenfassung

Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Naturgefahren sind grundsätzlich nur in den Grenzen der technischen Beherrschbarkeit der entsprechenden Einwirkungen anwendbar, dem wirkungsvollsten Schutz stellt in jedem Fall die Wahl eines sicheren Bauplatzes dar. Insbesondere bei Baubestand in Gefahrenzonen und Gebäuden mit geringer oder mittlerer Exposition kann durch gezielte Maßnahmen das Personen- und Sachrisiko jedoch maßgeblich gesenkt werden. Zudem sollten Maßnahmen zum Gebäudeschutz auch gestalterische Anforderungen erfüllen und somit ein interessantes Aufgabengebiet für den Planer darstellen.

Weitere Informationen zum Thema Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Naturgefahren sowie zahlreiche Abbildungen, Konstruktions- und Hochbaudetails sind im Buch „Bauen und Naturgefahren“ (siehe [1]) zu finden.

#### Literatur

- [1] Suda, J. (Hrsg.), Rudolf-Miklau, F. (Hrsg.) (2012): Bauen und Naturgefahren. Springer Verlag, Wien
- [2] Kanonier A (2006): Raumordnungsrechtliche Regelungen als Teil des Naturgefahrenmanagements. In: Fuchs S, Khakzadeh LM, Weber K (Hrsg): Recht im Naturgefahrenmanagement. Studienverlag, Innsbruck: S 123f
- [3] Rudolf-Miklau F (2009): Naturgefahren-Management in Österreich. Lexis-Nexis Orac, Wien

#### Autoren:

DDI Dr. Jürgen Suda, alpinfra consulting + engineering  
DI Dr. Ulla Ertl-Balga, BOKU Wien  
DI Dr. Florian Rudolf-Miklau, BMLFUW  
Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, BOKU Wien,  
Treberspurg & Partner Architekten ■

Abb. 6: Zusätzliche Schutzmaßnahmen am Gebäude: (A) generelle Schutzmaßnahmen; (B) Schutzscheibe vor Eingängen und Gitter vor Fenstern; aus [1]

