

## TECHNISCHER OBJEKTSCHUTZ STAND DER TECHNIK UND KÜNFTIGE ANFORDERUNGEN

### LOCAL STRUCTURAL PROTECTION MEASURES STATE OF THE ART AND FUTURE NEEDS

Markus Holub<sup>1</sup>

#### ZUSAMMENFASSUNG

Während der letzten Jahrzehnte nahmen die Siedlungsaktivitäten in europäischen Bergregionen stetig zu. Aufgrund fehlender Flächen, die für eine dauerhafte Besiedlung geeignet wären, wurden Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen in Bereiche erweitert, die im Allgemeinen eine beträchtliche Verwundbarkeit der dort akkumulierten Vermögenswerte gegenüber alpinen Naturgefahren aufweisen. Integrale Risikomanagementstrategien können als wertvolles Instrument zur Beurteilung und Reduktion des Schadenspotenzials derartiger Vermögenswerte betrachtet werden. Hierbei sind unter anderem Technische Objektschutzmaßnahmen als Mittel zur Risikoreduktion zu nennen. Im vorliegenden Dokument werden zahlreiche – zumeist technisch einfach zu realisierende und im Verhältnis der Gesamtbaukosten von Gebäuden kostengünstige – Methoden von Objektschutzmaßnahmen aufgezeigt. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher alpiner Gefahrenprozesse und den konstruktiven Elementen von Objekten wird ein Bautypenkatalog von Objektschutzmaßnahmen präsentiert, der sich an auftretenden Prozesswirkungen und definierten Schutzziele orientiert. Dabei werden verschiedenste konstruktive Maßnahmen sowohl zum Schutz von Neubauten als auch zur Nachrüstung von bereits bestehenden Objekten empfohlen. Auf Grundlage dieser Empfehlungen wird der zukünftige Bedarf nach einer nachhaltigen Reduktion des Risikos in von Massenbewegungen gefährdeten Siedlungsbereichen betont und Schritte für eine künftig forcierte Implementierung von Objektschutzmaßnahmen angeregt.

**Keywords:** Integrales Risiko-Management, Vulnerabilität, Technische Schutzmaßnahmen, Technischer Objektschutz, Bauvorschriften

#### ABSTRACT

During the last decades, settlement activities increased in European mountain regions. Due to the scarceness of areas suitable for development, residential estates were extended into areas endangered by natural hazards such as mass movements. These settlements generally show a considerable vulnerability to tangible assets.

Integral risk management strategies to reduce the vulnerability to tangible assets are presented for the assessment of such endangered areas. According to different natural hazard processes and various structural elements of buildings, a catalogue of local structural measures is

---

<sup>1</sup> Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordanstrasse 82, 1190 Wien, Austria (Telefon: +43-1-47654-4350, Fax: +43-1-47654-4390, email: markus.holub@boku.ac.at)

presented with respect to occurring process impacts and protection objectives. Thereby, different local structural measures are classified and recommended according to a possible implementation for newly-erected buildings and for upgrading existing buildings, respectively. Based on these recommendations, future needs for a sustainable and comprehensive reduction of risk in settlement areas endangered by mass movements are outlined.

**Keywords:** Integral risk management, vulnerability, technical mitigation measures, local structural measures, building codes

## **EINLEITUNG**

Während der letzten Jahrzehnte konnte eine ständig wachsende Siedlungstätigkeit in den europäischen Alpenregionen beobachtet werden. In Österreich stieg dabei der durchschnittliche Flächenverbrauch pro Person von 22 m<sup>2</sup> (1972) auf 38 m<sup>2</sup> (2001) an, obwohl lediglich 37,2% des österreichischen Staatsgebietes zur Dauerbesiedlung geeignet ist (Statistik Österreich, 2004). Parallel zu dieser Entwicklung ist eine stetige Zunahme von Schäden, hervorgerufen durch Naturgefahren, zu beobachten. Diese Entwicklung kann mit der Tatsache in Zusammenhang gebracht werden, dass sich Siedlungen immer weiter in Regionen ausdehnen, die zur Besiedlung nur bedingt oder gar nicht geeignet sind und daher die dort akkumulierten Werte Naturgefahren gegenüber besonders exponiert sind (Munich Re, 2007). Parallel zur Entwicklung der Flächenwidmungsplanung in der Mitte der 1970er wurden erstmals Gefahrenzonenpläne erstellt, um die Siedlungstätigkeit in gefährdeten Bereichen kontrollieren bzw. verhindern zu können (Länger, 2005). Derartige Gefahrenzonenpläne dienen nicht nur der Steuerung der Siedlungstätigkeit, sondern werden auch als Planungsgrundlage für konventionelle Verbauungsmaßnahmen zum Schutz gegen alpine Naturgefahren herangezogen. Da aber Verbauungsmaßnahmen generell keine hundertprozentige Zuverlässigkeit und damit vollständige Sicherheit bieten können, bleibt ein Restrisiko für Gebäude, Infrastruktur und Personen bestehen (Fell, 1994; BMLFUW, 2006). Vielmehr zeigen die Erfahrungen der letzten Jahre, dass exponierte Werte und räumliche Planung zunehmend innerhalb des Rahmens der Reduktion von Schäden durch Naturgefahren berücksichtigt werden sollten (Kanonier, 2006). Um diesem Ziel zu entsprechen, scheinen integrale Risikomanagementstrategien, und hier im speziellen Konzepte zum Schutz einzelner Objekte durch konstruktive Maßnahmen (Technischer Objektschutz) bzw. angepasste Nutzung dieser Objekte, bestens geeignet das Schadenspotenzial von Gebäuden und Infrastruktur gegenüber Naturgefahren zu reduzieren und Konzepte für eine erhöhte Widerstandsfähigkeit zu entwickeln (Holub und Hübl, 2008).

## **TECHNISCHER OBJEKTSCHUTZ - GRUNDLAGEN ZUR UMSETZUNG**

Die Prinzipien zur Planung und Durchführung von Objektschutzmaßnahmen um die Verletzlichkeit gegenüber Naturgefahren zu reduzieren, sind weder technisch hoch entwickelt noch sehr innovativ. Vielmehr folgt die Entwicklung von Technischem Objektschutz im Allgemeinen mehr der "nachträglichen Erkenntnis nach einer Katastrophe als der Vorausplanung zur Prävention" und wird zumeist mehr "auf Grundlage von einzelnen Erfahrungen als auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhend" vorangetrieben (IBHS, 2005). Häufig jedoch werden die Möglichkeiten von Objektschutzmaßnahmen unterschätzt

und geraten der Weisheit zu folge, dass billige Lösungen nicht wirksam sein können, in Vergessenheit.

Einige Grundprinzipien sollten für die Durchführung von Objektschutzmaßnahmen zwingend berücksichtigt werden:

1. Kenntnis der Interaktionen aller potenziellen Gefahrenprozesse innerhalb des betroffenen Bereichs ist erforderlich (Multifahr- und Multirisikoansatz).
2. Raumplanerische Maßnahmen sollten technischen Maßnahmen vorgezogen werden. Die wirksamste Art das Schadenspotenzial niedrig zu halten besteht in der Freihaltung exponierter Flächen.
3. Permanente (fix installierte) Maßnahmen sind temporären (mobilen) Lösungen vorzuziehen. Da alpine Naturgefahren zumeist hohe Prozessgeschwindigkeiten aufweisen und daraus äußerst kurze Vorwarnzeiten resultieren, bleibt in den seltensten Fällen Zeit zur Montage von mobilen Schutzeinrichtungen wie z.B. Dammbalkensystemen.
4. Schäden an Dritten sind zu vermeiden, daher darf Technischer Objektschutz keine negativen Auswirkungen für angrenzende Grundstücke oder Unterlieger verursachen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Ziele Technischen Objektschutzes die Begrenzung des Schadenspotenzials von Objekten sowie die Verhinderung von Schäden für Dritte bzw. an der Umwelt verfolgen (Egli, 1999, 2002). Das Wissen um Gefahrenprozesse und ihre korrespondierenden Lastfälle, die Machbarkeit einzelner Objektschutzmaßnahmen wie auch die Wirkung der Kombination einzelner Maßnahmen sind für die Effektivität von Technischem Objektschutz entscheidend.

## **BAUTYPENKATALOG VON OBJEKTSCHUTZMASSNAHMEN**

Der folgende Katalog von in Europas Alpenregionen verwendeten Objektschutzmaßnahmen stellt einen Überblick über vorhandene und bewährte Schutztechniken dar und kann künftig dazu beitragen, die Robustheit von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen gegenüber Naturgefahren zu erhöhen. Folglich kann der Katalog – speziell für Planer und Praktiker – ein wertvolles Werkzeug sein, um die Schadfähigkeit von Objekten zu reduzieren. Vor der Umsetzung von technischem Objektschutz sollten einige Grundlagen, speziell in Hinblick auf die Klassifizierung von derartigen lokalen strukturellen Maßnahmen berücksichtigt werden.

### **Klassifikation von Objektschutzmaßnahmen**

Objektschutzmaßnahmen können auf verschiedene Weisen klassifiziert werden. Nachstehend sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale angeführt:

- Gefährdungsprozess
- Wirkungsdauer (permanent – temporär)
- Lage der konstruktiven Maßnahme (direkt am oder um das Objekt)
- Maßnahme am Neubau oder Nachrüstung am Bestand
- Konstruktionsmaterialien (Stahlbeton, Stahl, (Rund-)Holz, Erde ...)

Unter Berücksichtigung der potenziellen Gefährdungsbilder zeigen verschiedene Baumaterialien verschiedenes Verhalten unter Lasteinwirkung. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über gängige Baustoffe bzw. Produkte und deren Eignung für verschiedene Prozesseinwirkungen.

Im Folgenden wird getrennt nach Gefährdungsprozess das jeweilige Gefährdungsbild mit der korrespondierenden Leitschadwirkung gezeigt. Resultierend daraus werden entsprechend dem

definierten Schutzziel mögliche Objektschutzmaßnahmen aufgelistet, die die Erfüllung des Schutzzieles erlauben.

**Tab. 1:** Widerstandsfähigkeit von Baumaterialien gegenüber Naturgefahren (Hübl et al., 2006)  
**Tab. 1:** Resistance of conventional construction materials to natural hazards (Hübl et al., 2006)

	<i>Widerstandsfähigkeit gegen</i>			
	<i>Lawinen</i>	<i>Muren</i>	<i>Steinschlag</i>	<i>Wasser</i>
<i>Baustoffe oder Ausführungsformen</i>				
Schüttmaterial - Erde	++	--	o	o
Steinmauerwerk	o	o	o	++
Mauerwerk	o	o	o	++
Beton	++	o	++	++
Stahlbeton	++	++	++	++
Holz *)	++	++	++	o
Stein	o	o	o	o
Stahl	++	++	++	++
<i>Wände</i>				
Kalksandstein	o	--	--	++
gebrannte Vollziegel	o	o	o	++
Hochlochziegel	o	o	o	o
Klinker	o	o	o	++
Beton	++	++	++	++
Gasbeton	--	o	o	o
Holz *)	o	o	o	o
Holz-Blockbauweise	++	++	++	o
Holzfachwerke - Fertigteil-(FT)-Häuser	--	--	--	o
Stahlbetonelemente - (FT)-Häuser	o	o	o	++
Glasbausteine	o	o	o	++
<i>Fenster</i>				
Holz *)	++	++	o	o
Kunststoff	o	o	o	++o
Aluminium	++	++	++	++
verzinkter Stahl	++	++	++	++
<i>Fensterbänke</i>				
Marmor	++	o	o	--
sonstiger Naturstein	++	o	o	++
Holz *)	++	o	o	o
beschichtetes Aluminium und Metall	++	++	++	++
Sandstein	++	o	o	--
Schiefer	++	o	o	o
<i>Türen</i>				
Holzargen / Holzstöcke	o	o	o	--
Metallargen	++	++	++	++
Holztüren *)	++	++	++	--
Edelstahltüren	++	++	++	++
<i>Treppen</i>				
Beton	++	++	++	++
Vollholz	o	o	o	o
verzinkte Stahlkonstruktion	o	o	o	++
Massivtreppen aus Naturstein	o	o	o	++

\*) Die Bewertung beruht auf einer massiven - robusten Konstruktionsform.  
 Die Widerstandsfähigkeit wird wesentlich von der Konstruktion beeinflusst.

## Bautypenkatalog – Statische und dynamische Überflutung sowie fluvialer Feststofftransport

Lastfälle, die sowohl von Oberflächenabfluss außerhalb eines Gerinnes als auch von statischer oder dynamischer Flut, begleitet von Geschiebetransport bzw. Transport einzelner Feststoffe herrühren können, gefährden die Stabilität des Gebäudes (Abbildung 1). Neben Auftrieb durch das Grundwasser und Erosionsprozesse, die ebenfalls die Standfestigkeit des Objektes beeinflussen, führt der Eintritt von Wasser, Schmutz und Geschiebe durch Gebäudeöffnungen (auch Leitungsdurchführungen und Kanalsystem) im Gebäudeinneren zu großen Schäden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die zahlreichen Objektschutz-Möglichkeiten zur Reduktion oder Verhinderung derartiger Schäden.

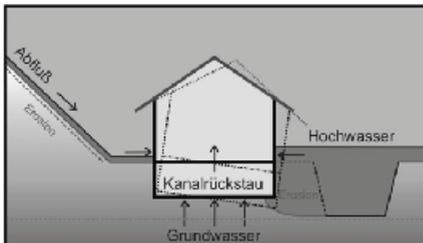
Berücksichtigt man Tabelle 2, so wird offensichtlich, dass mannigfaltige Objektschutz-Maßnahmen sowohl für Neubauten als auch zur Nachrüstung bestehender Bauten zur

Verfügung stehen. Eine Auswahl bewährter Bautypen wie z.B. erhöhte Bauweisen und Schutz von Gebäudeöffnungen zeigen Abbildung 2 bis Abbildung 4.

**Tab. 2:** Objektschutzmaßnahmen gegen Hochwasser entsprechend der Leitschadwirkung.

**Tab. 2:** Local structural measures with respect to possible impacts of floods.

Leitschadwirkung	Schutzziel	Objektschutzmaßnahme	Neubau	Bestand	
Wassereintritt in das Objekt	Schadlose Ableitung des Hochwassers	Gartengestaltung ohne abflusshemmende Elemente	++	++	
		Schaffung von Flutmulden	++	o	
		Versickerung von Oberflächenwässern	++	++	
		unterbrochene Einfriedungen mit Ablenk- und Leitwirkung	++	o	
		Geländegestaltung zum Objekt hin ansteigend	++	--	
		Gestaltung und Form des Gebäudes (Grundriss)	++	--	
	Objekt dem Gefahreinfluss entziehen	Erhöhte Bauweise durch Geländeanschüttung	++	--	
		Erhöhte Bauweise durch aufgeständerte Bauweise	++	--	
	Abdichtung von Gebäudeöffnungen	Wasserdichte Bauweise	Automatische Rückstauklappen in Abwasserleitungen	++	++
			Lage der Gebäudeöffnungen zur Anströmrichtung	++	o
			Kellerlichtschächte aus Beton statt aus Kunststoff	++	--
			Kellerlichtschächte über Hochwasserniveau gezogen	++	++
			Kellerlichtschächte mit Glasbausteinen abgedichtet	++	++
			Kellerlichtschächte mit Stahldeckeln abgedichtet	++	++
			Lüftungsschächte über Hochwasserniveau gezogen	++	++
			Außenliegende Kellerabgänge mit Stufenpodest	++	++
			Türstöcke aus Metall	++	o
			Fenster und Türen von außen angeschlagen	++	o
Fensterstock in Stahlrahmen auf Mauer aufgelegt			++	o	
Verstärkte Fenster aus Aluminium oder Kunststoff			++	o	
Schäden an quellfähigen Materialien verhindern	Wasserunempfindliche Baustoffe im Innenausbau	++	o		
	Heizungsanlage und Öltanks sichern	++	++		
	Schäden an Inneneinrichtung und Haustechnik verhindern	++	o		
Beschädigung bzw. Zerstörung der Außenwände verhindern	Leitungsdurchführungen abgedichtet	++	++		
	Statische Verstärkung der Prallwände	++	--		
	Stahlbetonsockel für Dach- oder Balkonstützen	++	o		
Gefährdung der Standsicherheit des Objektes	Freilegen bzw. Unterspülen der Fundamente verhindern	ausreichend tiefe Fundierung	++	--	
		Plattenfundament	++	--	
	Gefährdung durch Feststoffablagerungen auf Geschoßdecken und erdbedeckten	Kolkschutz an Gebäudefundamenten	++	--	
		verstärkende Elemente aus Stahlbeton	++	--	
	Gefährdung durch Feststoffablagerungen auf Geschoßdecken und erdbedeckten	geringere Spannweiten der Deckenelemente	++	--	
		Geschoßdecken durch Säulen gestützt	++	o	
		Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume	++	++	
		Maßnahmenkombination	++	++	
		Mobile Hochwasserschutzsysteme vormontiert	++	++	
		Notfallsysteme (Sandsäcke, Bretter, Dichtmasse)	++	++	
technisch gut realisierbar			++		
technisch schwer realisierbar				o	
technisch nicht realisierbar				--	



**Abb. 1:** Gefährdungsbilder durch Hochwasser.

**Fig. 1:** Damage patterns due to static and dynamic floods.



**Abb. 2:** Erhöhte Anordnung von Gebäuden mittels aufgeständerter Bauweise (Bild: Fuchs, 2007).

**Fig. 2:** Object built on stilts (courtesy of: Fuchs, 2007).



**Abb. 3:** Verhinderung von Eintritt von Wasser und Feststoffen durch über das Flutniveau gezogene Kellerlichtschächte.

**Fig. 3:** Enhancement (raising) of light wells above flood level.



**Abb. 4:** Verhinderung von Eintritt von Wasser und Feststoffen durch über das Flutniveau gezogene Kellerabgänge.

**Fig. 4:** Enhancement (raising) of basement stairs above flood level.

### Bautypenkatalog – Murartiger Feststofftransport und Mure

Aufgrund hoher dynamischer Belastungen sowie Reibung wirken durch murartige Transportprozesse und Muren hohe Kräfte auf die Gebäudehülle. Lasten, die von der dynamischen oder statischen Last der Murmatrix ebenso wie von den mitgeführten Feststoffen wie z.B. Felsblöcken oder Wildholz stammen, gefährden die Stabilität des Gebäudes (Abbildung 5). Neben statischen Schäden an der Gebäudehülle durch Muranprall können durch Eintritt der Murmasse in das Gebäudeinnere starke Schäden an der Inneneinrichtung hervorgerufen werden.

Wie in Tabelle 3 gezeigt, sind unterschiedliche Objektschutz-Maßnahmen möglich. Eine Auswahl bewährter Bautypen wie z.B. Ablenkmauern und -dämme zeigt Abbildung 6.

**Tab. 3:** Objektschutzmaßnahmen gegen Muren entsprechend der Leitschadwirkung.

**Tab. 3:** Local structural measures with respect to possible impacts of debris flows.

Leitschadwirkung	Schutzziel	Objektschutzmaßnahme	Neubau	Bestand
Gefährdung der Standsicherheit des Objektes	Schäden generell verhindern	Erhöhte Anordnung	++	--
		Spaltkeil für Gebäude und Sonderobjekte vorbauen	++	o
		Auffangdamm	++	o
		Ablenkdammbzw. Ablenkmauer	++	o
	Schäden der Außenwände verhindern	Keilförmige Bauweise (Bauwerk wirkt als Spaltkeil)	++	--
		Verstärkung der Außenmauern (Stahlbeton)	++	--
		Vorsatzschale aus Stahlbeton	++	++
		Freistehende Säulen aus Stahlbeton	++	o
		verstärkende Elemente aus Stahlbeton	++	--
		geringere Spannweiten der Deckenelemente	++	--
Schäden der Geschoßdecken verhindern	Geschoßdecken durch Säulen gestützt	++	o	
	Eintritt von Murmaterial	Schäden durch mechan. Zerstörung und Verschmutzung	++	o
		Fenster in der Prallwand vermeiden	++	o
		Fenster klein und hoch über Bodenniveau	++	o
Eintritt von Murmaterial	Schäden durch mechan. Zerstörung und Verschmutzung	Öffnungen in der Prallwand abdecken	++	++
		Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume	++	++
		Maßnahmenkombination	++	++
		technisch gut realisierbar		++
		technisch schwer realisierbar		o
		technisch nicht realisierbar		--

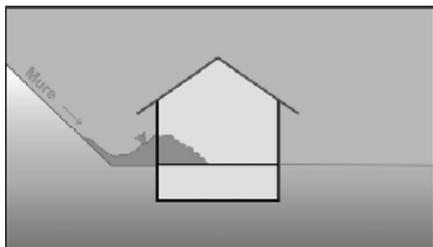


Abb. 5: Gefährdungsbilder durch Muren.  
 Fig. 5: Damage patterns due to debris flows.



Abb. 6: Ablenkmauer bzw. -damm.  
 Fig. 6: Deflection wall and dam.

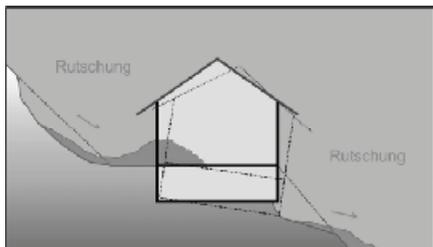
## Bautypenkatalog – Rutschungen

Kräfte, die von der dynamischen bzw. statischen Last des Rutschungskörpers durch Anprall an das Gebäude bzw. Ablagerung an demselben stammen, gefährden die Stabilität des Gebäudes ebenso wie wenn sich das Objekt auf der Rutschmasse mitbewegt (Abbildung 7). Zahlreiche Objektschutz-Maßnahmen können ergriffen werden, bewährte Strategien sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tab. 4: Objektschutzmaßnahmen gegen Rutschungen entsprechend der Leitschadwirkung.  
 Tab. 4: Local structural measures with respect to possible impacts of land slides.

Leitschadwirkung	Schutzziel	Objektschutzmaßnahme	Neubau	Bestand
Gefährdung der Standsicherheit des Objektes	Schäden generell verhindern	Rutschkörper entwässern	++	++
		Rutschkörper stabilisieren (Stützelemente, Vegetation)	++	++
	Schäden der Außenwände verhindern	Verstärkung der Außenmauern (Stahlbeton)	++	--
		Vorsatzschale aus Stahlbeton	++	++
	Schäden der Geschoßdecken verhindern	Freistehende Säulen aus Stahlbeton	++	o
		verstärkende Elemente aus Stahlbeton	++	--
		geringere Spannweiten der Deckenelemente	++	--
		Geschoßdecken durch Säulen gestützt	++	o
		Stockwerke statisch voneinander trennen	++	--
		Anbauten statisch voneinander trennen	++	--
Setzung, Kippung, Verschiebung verhindern	verstärktes Plattenfundament mit Stahlbetonkeller	++	--	
	Lastableitung in den unbewegten Untergrund	++	--	
	durchgehende Bewehrung vom Fundament bis in die Wände	++	--	
	Leichte Konstruktionen aus Holz	++	--	
Eintritt von Rutschungsmaterial	Schäden durch mechan. Zerstörung und Verschmutzung	Fenster in der Prallwand vermeiden	++	o
		Fenster klein und hoch über Bodenniveau	++	o
		Öffnungen in der Prallwand abdecken	++	++
		Nutzungskonzept der Innenräume	++	++
		Maßnahmenkombination	++	++
		technisch gut realisierbar		++
		technisch schwer realisierbar		o
technisch nicht realisierbar		--		

Eine Auswahl bewährter Bautypen wie z.B. Drainage zur Entwässerung instabiler Schichten zeigt Abbildung 8.



**Abb. 7:** Gefährdungsbilder durch Rutschungen.  
**Fig. 7:** Damage patterns due to land slides.



**Abb. 8:** Drainage zur Entwässerung instabiler Schichten.  
**Fig. 8:** Drainage system to stabilise the sliding layers of the slope.

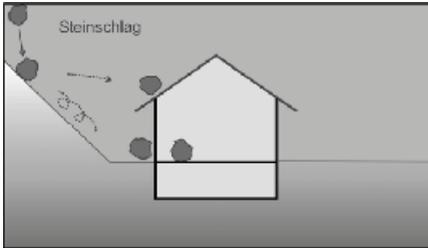
## Bautypenkatalog – Steinschlag

Dynamische Lasteinwirkungen, die durch rollende, springende oder stürzende Massen hervorgerufen werden, gefährden sowohl die Gebäudehülle als auch das Innere des Gebäudes (Abbildung 9). Zahlreiche Objektschutz-Maßnahmen können ergriffen werden, bewährte Strategien sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

**Tab. 5:** Objektschutzmaßnahmen gegen Steinschlag entsprechend der Leitschadwirkung.  
**Tab. 5:** Local structural measures with respect to possible impacts of rock falls.

Leitschadwirkung	Schutzziel	Objektschutzmaßnahme	Neubau	Bestand
Gefährdung der Standsicherheit des Objektes	Schäden generell verhindern	Bauten am unmittelbaren Hangfuß vermeiden	++	--
		Integration des Objektes in die natürliche Geländeoberfläche	++	--
		Ausbildung des Objektes mit Ebenhöhen	++	--
		Angriffsfläche der Prallwand gering halten	++	--
		keine Leitungen an der Prallwand montieren	++	o
		geschützte Lage der Außenräume (Terrasse, Spielplatz)	++	o
		Stabilisierung des Steinschlagherdes	++	++
		regelmäßige Felsräumungen	++	++
		Steinschlagnetze in der Sturzbahn	++	o
		Auffangdamm bzw. -mauer	++	o
	Vorbauen von schützenden Gebäuden geringeren Wertes	++	o	
	Schäden der Außenwände verhindern	Verstärkung der Außenmauern (Stahlbeton)	++	--
		Vorsatzschale aus Stahlbeton	++	++
		energieabsorbierende Vorsatzschale (z.B. Rundhölzer)	++	++
		Anschüttung der Prallwand mit Erde	++	++
		Fenster in der Prallwand vermeiden	++	o
		Fenster klein und hoch über Bodenniveau	++	o
		Öffnungen in der Prallwand abdecken	++	++
		Öffnungen der Sturzbahn abgewandt einbauen	++	--
	Schäden der Geschoßdecken verhindern	verstärkende Elemente aus Stahlbeton	++	--
		geringere Spannweiten der Deckenelemente	++	--
	Schäden der Dachkonstruktion verhindern	Geschoßdecken durch Säulen gestützt	++	o
		Verstärkung des Daches	++	o
		Erdüberschüttung von Flachdächern	++	++
Dachfenster vermeiden		++	o	
Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume		++	++	
Maßnahmenkombination		++	++	
	technisch gut realisierbar		++	
	technisch schwer realisierbar		o	
	technisch nicht realisierbar		--	

Ausgewählte Beispiele zum Schutz vor Steinschlag sind z.B. unmittelbar am Objekt errichtete Erddämme (Abbildung 10), um die kinetische Energie zu absorbieren.



**Abb. 9:** Gefährdungsbilder durch Steinschlag.  
**Fig. 9:** Damage patterns due to rock fall.



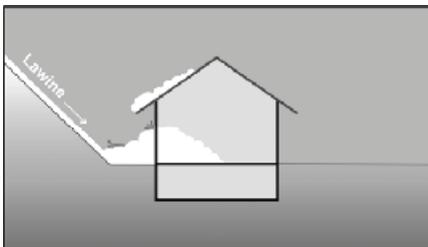
**Abb. 10:** Erddamm (Fallboden).

**Fig. 10:** Earth-filled dam for energy dissipation of falling rocks.

### Bautypenkatalog – Lawinen

Lawinen mit ihrem Fließ- und Staubanteil können an Gebäuden starke Druck- und Sogkräfte hervorrufen. Einwirkungen auf Grund von statischer oder dynamischer Last durch Schnee und mitgeführte Feststoffe gefährden die Stabilität der Gebäudehülle. Gelangen Schneemassen und Feststoffe in das Gebäudeinnere, so entstehen auch hier große Schäden (Abbildung 11). Zahlreiche Objektschutz-Maßnahmen können ergriffen werden, bewährte Strategien sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Ausgewählte Beispiele zum Schutz vor Lawinen sind z.B. Ablenkdämme und Spaltkeile (Abbildung 12) um die Massen gefahrlos abzulenken bzw. über das Gebäude zu führen. Ebenso bewährt haben sich verstärkte Außenmauern, speziell in Kombination mit massiven Fensterläden (Abbildung 14), die von außen angeschlagen sind und direkt am Mauerwerk, nicht am Fensterstock, montiert sind.



**Abb. 11:** Gefährdungsbilder durch Lawinen.  
**Fig. 11:** Damage patterns due to avalanches.



**Abb. 12:** Ablenkdämme und Spaltkeile.

**Fig. 12:** Earth-filled dams as deflection and splitting facilities.

**Tabelle 6:** Objektschutzmaßnahmen gegen Lawinen entsprechend der Leitschadwirkung.  
**Table 6:** Local structural measures with respect to possible impacts of avalanches.

Leitschadwirkung	Schutzziel	Objektschutzmaßnahme	Neubau	Bestand
Gefährdung der Standsicherheit des Objektes	Schäden generell verhindern	reihenförmige Anordnung von Gebäuden	++	--
		Integration des Gebäudes in die Geländeoberfläche	++	--
		Gebäudehöhe niedrig halten	++	--
		Keilförmige Bauweise	++	--
	Schäden der Außenwände verhindern	Gleitschneeschutzmaßnahmen (Verpflockung)	++	++
		Auffangdamm	++	o
		Ablenkdammbzw. Ablenkmauer	++	o
		Vorbau von schützenden Gebäuden	++	o
		Spaltkeil für Gebäude und Masten	++	o
		Anschüttung von Prallwänden	++	o
		Verstärkung der Außenmauern (Stahlbeton)	++	--
	Schäden des Daches verhindern	Vorsatzschale aus Stahlbeton	++	++
		Verstärkung der Dachkonstruktion	++	o
		Freistehende Säulen aus Stahlbeton	++	o
	Schäden der Geschoßdecken verhindern	Dachvorsprünge kurz halten bzw. Dach fixieren (Sog)	++	o
verstärkende Elemente aus Stahlbeton		++	--	
geringere Spannweiten der Deckenelemente		++	--	
Geschoßdecken durch Säulen gestützt		++	o	
Eintritt von Schnee	Schäden durch mechanische Zerstörung verhindern	Öffnungen in der Prallwand vermeiden	++	o
		Eingangsbereich durch Vorhaus absichern	++	o
		Fenster klein halten	++	o
		Fenster von der Lawinstoßrichtung abwenden	++	--
		Fensterstöcke auf Metallrahmen montieren	++	o
		Lawinenschutzfenster mit stabilen Beschlägen	++	++
		Fenster und Türen von außen anschlagen	++	o
		Anprallschutz für Fenster (Fensterläden)	++	++
		Fensterläden auf Mauerwerk fixieren	++	++
		Fensterläden abschersicher in Außenwand versenken	++	++
		Nutzungskonzept der Innen- und Aussenräume	++	++
		Maßnahmenkombination	++	++
		technisch gut realisierbar		++
		technisch schwer realisierbar		o
technisch nicht realisierbar		--		



**Abb. 13:** Ebenhöf.  
**Fig. 13:** Roof terrace to integrate the building into the surface of the slope.



**Abb. 14:** Massive Fensterläden.  
**Fig. 14:** Window shutters to prevent intrusion of snow.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN UND DISKUSSION

Wirksame Objektschutzmaßnahmen sind das Ergebnis systematischer Gefahrenanalysen und zielen auf die Reduktion der Vulnerabilität von Vermögenswerten im Wirkungsbereich alpiner Naturgefahren ab. Die Bedeutung von Objektschutzmaßnahmen steht in engem Zusammenhang mit traditionellen Schutzmaßnahmen und der Umsetzung von Raumplanungsvorgaben. Als Konsequenz sollte das Konzept des technischen Objektschutzes dauerhaft in den Rahmen integraler Risikomanagementstrategien verankert werden.

Berücksichtigt man alpine Naturgefahrenprozesse und ihre Einwirkungen auf Gebäude und Infrastruktureinrichtungen, so existieren mannigfaltige Lösungen für den Schutz von Neubauten aber auch zur Nachrüstung bereits bestehender Bauten. Werden diese Maßnahmen bei Zeiten geplant, so verursachen sie, in Relation zu den Gesamtbaukosten, verhältnismäßig geringe zusätzliche Belastungen.

Jüngere Studien untersuchten Wildbachereignisse in Österreich (Fuchs et al., 2007) und der Schweiz (Romang, 2004) und stellten eine beträchtliche Verminderung der Vulnerabilität von Gebäuden und darin enthaltener Werte fest, sofern technischer Objektschutz vorhanden war. Jedoch ist es bis dato kaum möglich, die Vulnerabilität- und somit auch Risikoreduzierenden Wirkungen von Objektschutzmaßnahmen zu quantifizieren. Daher müssen weitere Untersuchungen folgen, um diese Wirkungen und ihre Folgen für die zukünftige Risikoreduktion beurteilen zu können.

Weiters besteht dringender Bedarf an einer umfassenden Verbesserung der Information und Kommunikation mit betroffenen Bürgern sowie einer Anpassung der gesetzlichen Grundlagen in Bezug auf die Abwicklung von Bauverfahren bzw. der Kollaudierung von fertig gestellten Neu- und Umbauten. Auch Risikoübertragungsmechanismen, speziell in Bezug auf Produkte im Elementarschadenbereich, bedürfen einer dringenden Adaption an aktuelle Bedürfnisse.

Die Abdeckung dieses Bedarfes würde nicht nur zu einem gesteigerten Risikobewusstsein von betroffenen Personen, sondern auch zu einer verbesserten Vollstreckbarkeit von notwendigen Bestimmungen im Zuge von Bauverfahren führen. Als Ergebnis würden nicht nur das Risikobewusstsein sowie die Selbstverantwortung deutlich verbessert werden, sondern der Gesellschaft auch wieder – ohnehin immer knapper werdende – Mittel zu einer alternativen Verwendung als zur Behebung von Katastrophenschäden zur Verfügung stehen.

## LITERATUR

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006): Flood protection in Austria. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.

Egli, T. (1999): Richtlinie Objektschutz gegen Naturgefahren. Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen. St. Gallen.

Egli, T. (2002): Hochwasserschutz durch nachhaltiges Schadenpotenzialmanagement. Internationales Symposium 2002 in Zürich: „Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau“. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich und dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsbund.

Fell, R. (1994): Landslide risk assessment and acceptable risk. Canadian Geotechnical Journal, 31, 261-272.

- Fuchs, S., Heiss, K. und Hübl, J. (2007): Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7, 495-506.
- Holub, M. und Hübl, J. (2008): Local protection against mountain hazards – State of the art and future needs. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 81-99.
- Hübl, J., Holub, M. und Strauss, A. (2006): IAN-Report 107. Schutz vor alpinen Naturgefahren – Objektschutz. Erstellung der Grundlagen für eine „Sicherheitsfibel Objektschutz“. Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien. Unveröffentlicht.
- IBHS – Institute for Business & Home Safety (2005): The benefits of statewide building codes. *Natural Hazard Mitigation Insights*, Institute for Business & Home Safety. Tampa.
- Kanonier, A. (2006): Raumplanungsrechtliche Regelungen als Teil des Naturgefahrenmanagements. Edited by: Fuchs, S. Khakzadeh, L., Weber K. (Hg.): *Recht im Naturgefahrenmanagement*, 123-153. Studien-Verlag. Innsbruck.
- Längler, E. (2005): A history of hazard-zone mapping development in Austria. *Journal of Torrents, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering*, 152, 13-24.
- Munich Re (2007): Knowledge series: Topics Geo. Natural catastrophes 2006 – Analyses, assessments, positions. Munich Re Group, München.
- Romang, H. (2004): Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen. Arbeitsgemeinschaft Geographica Bernensia G73. Verlag des Geographischen Instituts der Universität Bern.
- Statistik Austria (2004): Gebäude- und Wohnungszählung 2001 – Hauptergebnisse Österreich. Statistik Austria, Bundesanstalt Statistik Österreich. Wien.