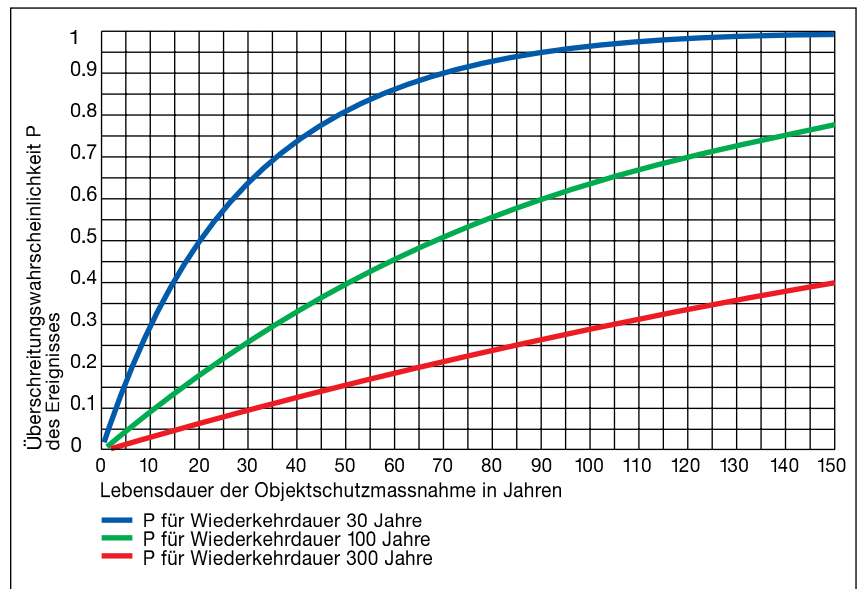


Nutzen respektive Risikoverminderung

Der Nutzen der ergriffenen Objektschutzmassnahmen bemisst sich an der damit erreichbaren Risikoverminderung. Hierzu ist es notwendig, den durch die Massnahme verhinderten Personen- und Sachschaden abzuschätzen. Im Folgenden wird eine Methode zur Berechnung des Kosten-Nutzenverhältnisses in Bezug auf Sachwerte dargestellt.

Objektschutzmassnahmen haben eine begrenzte Lebensdauer, weshalb zur Berechnung der Ein-

tretenwahrscheinlichkeit nicht direkt die Wiederkehrperiode, welche für eine unbegrenzte Zeitreihe einen durchschnittlichen Wert angibt, verwendet werden kann. Das Eintreten innerhalb einer begrenzten Periode errechnet sich nach der Formel  $P = 1 - (1 - 1/T)^n$ . P ist die Überschreitungswahrscheinlichkeit des Hochwassers der Wiederkehrperiode T innerhalb der Lebensdauer n der Objektschutzmassnahme (siehe Abb. unten).



Beispiel:

Ein Gewerbebetrieb ist durch wasserbauliche Massnahmen bis zu einem Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von 30 Jahren (HQ 30) geschützt. Bei einem geringfügigen Überschreiten durch ein HQ 50 entsteht ein Sachschaden von CHF 30'000 der sich bei einem HQ 100 auf 150'000 CHF erhöht und bei noch selteneren Ereignissen gemäss folgender Tabelle langsam ansteigt. Betrachtet wird die Wirtschaftlichkeit einer Objektschutzmassnahme mit einer Lebensdauer von 20 Jahren. Demnach besteht eine Wahrscheinlichkeit von 49 %, dass ein Schadenereignis eintritt (HQ > HQ 30 in 20 Jahren), eine Wahrscheinlichkeit von 33 %, dass der Schaden grösser als 30'000 CHF

(HQ 50) und eine Wahrscheinlichkeit von 18 %, dass der Schaden grösser als 150'000 CHF (HQ 100) ist. Ein Schutz vor einem HQ 50 würde daher Schäden zwischen 0 und 30'000 CHF (Mittel = 15'000 CHF) bei einer Wahrscheinlichkeit von 16 % verhüten. Dies weil mit 51 % kein Schadenereignis eintritt und mit 33 % Wahrscheinlichkeit das Schadenereignis grösser als HQ 50 ist, also die Massnahme unwirksam wird. Diese Werte gelten für die gesamte Periode. Da der Zeitpunkt des Eintretens unbekannt ist, werden die Werte gleichmässig auf den Zeitraum von 20 Jahren verteilt.

Beispielhafte Berechnung der jährlichen Schadenerwartungswerte.

Wiederkehrperiode T	Schadenhöhe S (CHF)	Wahrscheinlichkeit P	Delta P	Mittlerer Schaden MS	Nutzen N= Delta P * MS	Nutzen N pro Jahr	Summe der Nutzen pro Jahr
30	0	0.49					0
50	30'000	0.33	0.16	15'000	2'400	120	120
100	150'000	0.18	0.15	90'000	13'500	675	795
300	180'000	0.06	0.12	165'000	19'800	990	1785
1000	200'000	0.02	0.04	190'000	7'600	380	2165

Ein Schutz gegen ein HQ 100 soll daher keine höheren Kosten als 795 CHF/Jahr verursachen und kann für höhere Schutzziele entsprechend der Tabelle ansteigen.

### Aufwendungen bei bestehenden Bauten

Bei bestehenden Bauten bedarf es einer eigentlichen Evaluation der kostenwirksamen Objektschutzmassnahmen. Je nach Gebäudetyp, verwendeten Baumaterialien, Alter und Zustand der Baute gilt es die geeigneten Massnahmen zu evaluieren.

Die oben beschriebene Methode erlaubt es dem Nutzen pro Jahr die entsprechenden Kosten pro Jahr gegenüberzustellen. Die Betrachtung für verschiedene Wiederkehrperioden zeigt, wo sich das Kosten-Nutzen-Optimum befindet.

### Umrechnung der Investitionskosten in jährliche Kosten

Die Investitionskosten I für Objektschutzmassnahmen sind in jährliche Kosten umzurechnen, damit sie dem Nutzen (resp. der Risikoverminderung) gegenübergestellt werden können.

Je nach Lebensdauer der Massnahme und Zinssatz ergeben sich folgende Kapitalwiedergewinnungsfaktoren k:

### Kapitalwiedergewinnungsfaktoren k

Zinssatz %	Lebensdauer			
	10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre	100 Jahre
2	0.11133	0.06116	0.03182	0.02320
3	0.11723	0.06722	0.03887	0.03165
5	0.12950	0.08024	0.05478	0.05038
6	0.13578	0.08718	0.06344	0.06018
8	0.14903	0.10185	0.08174	0.08004

### Beispiel:

Investition I: Fr. 10'000.-, Lebensdauer 20 Jahre, Zinssatz 3%  
Die jährlichen Kosten betragen:

$$(I * k) = 10'000.- * 0.0672 = \text{Fr. } 672.-$$

## Kosten-Nutzen-Verhältnis

Als Kosten-Nutzen-Verhältnis werden nun die jährlichen Kosten dem jährlichen Nutzen gegenübergestellt. Ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis kleiner als 1, so gilt die Investition als wirtschaftlich. Für das obige Beispiel erhält man: Kosten/Nutzen = 672.-/795.- = 0.85  
Dies bedeutet, dass sich die

Objektschutzmassnahme aus rein wirtschaftlicher Sicht vollumfänglich rechtfertigt. Werden zudem Betriebsausfallkosten und schwer quantifizierbare Argumente (allgemeine Umtriebe, u.a.) in die Abwägung miteinbezogen, so wird der Nutzen dieser Investition noch grösser ausfallen.

## Ausgewählte Literatur

*Allgemein*

SVGW (2001):  
Richtlinien für Gasleitungen.  
Richtlinie G2, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches, Zürich

SVGW (2004):  
Richtlinien für Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden. Richtlinie W4, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches, Zürich

SIA Norm 260 (2003):  
Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich

SIA Norm 261 (2003):  
Einwirkungen auf Tragwerke.  
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich

SIA Norm 261/1 (2003):  
Einwirkungen auf Tragwerke:  
ergänzende Festlegung  
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich

SIA Norm 465 (1998): Sicherheit von Bauten und Anlagen.  
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich

*Lawinen*

BFF (1984): Richtlinien zur Beurteilung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten.  
Bundesamt für Forstwesen / Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, EDMZ, Bern

BFS (1994): Richtlinie Einwirkungen auf Lawinenschutzgalerien.  
Bundesamt für Strassenbau / Baudirektion GD SBB, EDMZ, Bern

BUWAL/WSL (1990/2000):  
Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos

GVA Graubünden (1994): Vorschriften für bauliche Massnahmen an Bauten in der blauen Lawinenzone. Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons Graubünden

Leuenberger, F. (2003): Bauanleitung Gleitschneeschutz und temporärer Stützverbau.  
Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos

Salm, B et al. (1990): Berechnung von Fliesslawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen, Mitteilung Nr. 47.  
Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos

*Hochwasser/Murgänge*

BWW (1997): Empfehlungen Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.

Bundesamt für Wasserwirtschaft/  
Bundesamt für Raumplanung/  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, EDMZ, Bern

Böll, A. (1997): Wildbach- und Hangverbau. Bericht Nr. 343,  
Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

Egli, Th. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung.  
ORL-Bericht Nr. 100, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich

FEMA (1986a): Floodproofing Non-Residential Structures. Publication No. 102,  
Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.

FEMA (1986b): Retrofitting Flood-prone Residential Structures. Publication No. 114,  
Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.

1

GEO (2000): Review of Natural Terrain Landslide Debris-Resting Barrier Design. Geotechnical Engineering Office, Geo Report No. 104, Civil Engineering Department, the Government of the Hong Kong Special Administrative Region

2

Kohli, A. (1998): Kolk an Gebäuden in Überschwemmungsebenen. Mitteilung Nr. 157, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich

3

IKSR (2002): Hochwasservorsorge - Massnahmen und ihre Wirksamkeit. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Koblenz

4

Rickenmann, D. (1995): Beurteilung von Murgängen. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 48, Zürich

5

USACE (1992): Flood Proofing Regulations. US Army Corps of Engineers, Publication No. 1165-2-314, US Government Printing Office, Washington

6

VDI (2004): Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung – Hochwasser. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Richtlinie 6004, Düsseldorf

VKF/BWG (2004): Entscheidungshilfe Mobiler Hochwasserschutz. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel.

### *Rutschungen*

Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (1998): Geologische Naturgefahren in der Schweiz. Separatdruck aus: Bulletin für angewandte Geologie 3/1, ISSN 1420-6846

7

BUWAL (1997): Empfehlungen Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft/Bundesamt für Raumplanung/Bundesamt für Wasserwirtschaft, EDMZ Bern

Lang, H.-J. et al. (1996): Bodenmechanik und Grundbau. Das Verhalten von Böden und Fels und die wichtigsten grundbaulichen Konzepte, 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin

Smoltczyk, U. [Hrsg.] (1990): Grundbau Taschenbuch. Teil 1, Grundlagen, Ernst und Sohn, Berlin

Smoltczyk, U. [Hrsg.] (1992): Grundbau Taschenbuch. Teil 3, Grundbauwerke, Ernst und Sohn, Berlin

Veder, Ch. (1979): Rutschungen und ihre Sanierung. Springer Verlag, Wien / New York

### *Steinschlag, Blockschlag*

BFS (1998): Einwirkungen auf Steinschlagschutzgalerien. Bundesamt für Strassen / Baudirektion SBB, EDMZ Bern

BUWAL (2001): Richtlinie über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

BUWAL (1997): dito oben

CEB (1988): Concrete Structures under Impact and Impulsive Loading.

Synthesis Report, Comité Euro-International du Béton, Lausanne

Gerber, W. et al. (1995): Schutzmassnahmen gegen Steinschlag. FAN-Kurs 1995, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

Heierli et al. (1985): Schutz gegen Steinschlag. Forschungsarbeit 21/83 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, 2. Auflage, Bundesamt für Strassenbau, Bern

Tissières, P. (1996): Résistance d'un mur d'habitation à l'impact d'un bloc. Bericht zuhanden: Service des routes et cours d'eau Géologue cantonal, unveröffentlicht, Martigny

Links  
[www.vkf.ch](http://www.vkf.ch)  
[www.planat.ch](http://www.planat.ch)

1

2

3

4

5

6

7